

6572

T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

MOTORLU TAŞITLARDA BAZI TERMİK VE DİNAMİK
PARAMETRELERİN İNCELENMESİ

HAZIRLAYAN:

Makina Mühendisi İBRAHİM KORKMAZ
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

ENERJİ DALI YÜKSEK LİSANS TEZİ

YÖNETEN:

Yard.Doç.Dr. MUHİDDİN CAN

T. C.
Yükseköğretim Kurulu
Dokümantasyon Merkezi

Bursa; Haziran 1989

MOTORLU TAŞITLARDA BAZI TERMİK VE DİNAMİK
PARAMETRELERİN İNCELENMESİ

Bu tez, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
Makina Mühendisliği Anabilim Dalı'na Yüksek Lisans Tezi olarak
sunulmak üzere hazırlanmıştır.

Makina Mühendisi İBRAHİM KORKMAZ

T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNA MÖHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

MOTORLU TAŞITLARDA BAZI TERMİK VE DİNAMİK
PARAMETRELERİN İNCELENMESİ

Bu tez tarafımızdan incelenmiş, seviyesi, orijinalliği, ve içeriği yönünden Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü yönetmeliğine uygun olarak hazırlanmıştır.

JÜRİ ÜYELERİ

1.
2.
3.

ÖNSÖZ

Bu çalışmada, motorlu taşıtlarda yakıt sarfiyatı üzerinde etkili olan parametreler incelenmiş ve bu konuyla ilgili bir bilgisayar programı hazırlanmıştır.

Bu konuda çalışmamı isteyen ve beni yönlendiren sayın hocam **Yard.Doç.Dr. Muhiddin CAN**'a teşekkürü borç bilirim. Konu ile ilgili olarak görüşlerine başvurduğum ve yardımlarını aldığım değerli hocalarıma; Sayın **Prof.Dr. Oğuz BORAT** ve Sayın **Doç.Dr. Ali SÜRME**N'e de içtenlikle teşekkür ederim. Ayrıca, bu tezin bilgisayarda yazılmasında çok büyük yardımları dokunan kıymetli arkadaşım **VEDAT KOÇAK**'a da çok teşekkür ederim.

Bu çalışmanın, bundan sonra bu alanda yapılacak olan çalışmalara bir basamak teşkil edecek olması, çalışmaya harcanan emeğin en büyük karşılığı olacaktır.

Mak.Müh. İbrahim KORKMAZ

Bursa; Haziran, 1989

ÖZET

Bu çalışma, adından da anlaşılacağı gibi geniş bir araştırma ve incelemeyi gerektirmektedir. Motorlu taşıtlarda her parametre ayrı bir çalışma alanıdır. Tek tek incelenmesi lazım gelen ve daha sonra bir bütüne tamamlanması gereken bu çalışmalardan biri olan elinizdeki bu tez de sadece yakıt ekonomisine etki eden parametreler üzerinde durulmaktadır.

Uç bölüm halinde sunulan bu çalışmada, motorlu bir aracın yakıt sarfiyatını hesaplayan bir bilgisayar programı hazırlanmıştır. İlk bölümde motor ve taşıtlara ait genel bilgiler anlatılmakta ve motorlu araçlarda simülasyonun önemine değinilmektedir. Taşıtların yol dirençleri alt bölümünde, yol dirençleri izah edilmekte ve bunların aracın yakıt sarfiyatı üzerindeki etkileri literatüre dayanılarak anlatılmaktadır.

İkinci bölümde, hız-vites ilişkisinin belli olduğu sürüş tarzından hareketle yakıt sarfiyatı hesabında kullanılan matematik model kurulmaktadır. Bu amaçla önce performans eğrileri modellenmektedir. Bu esnada kullanılabilen eğri uydurma yöntemlerinden bahsedilerek bunların incelenmesinden varılan sonuçlar anlatılmaktadır. Seyir halindeki bir taşıtın motorundan çekilen güç, seyir dirençlerinden hesaplanmakta, bu esnada motor gücü momenti ya da transmisyon veriminin diğer parametrelere bağlı ikinci derece bir denklemle ifade edilebileceği gösterilmektedir. Ayrıca bilgisayar programında çevrimlerin matematik olarak ne şekilde modellendiği açıklanmaktadır.

Üçüncü ve son bölümde bilgisayar programında, sayısal değerlerinden faydalanılan model taşıt tanıtılmıştır. Daha sonra Avrupa Seyir Çevrimi izah edilerek bunun gerektirdiği sürüş tarzının otomobillere uyduğu, Otobüs ve kamyon gibi taşıtlara uygun olmadığı vurgulanmaktadır. Bu sebeple bu çalışmada Değiştirilmiş Avrupa Seyir Çevrimi adı altında yeni bir çevrim sunulmaktadır. Buna ilaveten, bilgisayar programının kullanım alanlarına bir örnek teşkil edeceği düşüncesiyle şehir içi yolcu otobüsleri için karşılaştırmalı bir çevrim de yer almaktadır. Ancak çevrimin şehir içi otobüslerinin gerçek seyir çevrimlerine tam olarak uyduğu şeklinde bir iddiada bulunulmamaktadır.

Çalışmaya ait bilgisayar programları ve bunlara ait örnek çıkışlar eklerde yer almaktadır.

SUMMARY

Until the early seventies it was not of such a great care that energy demand would increase exponentially. Petroleum crisis that took place in 1973 has updated the discussions about energy economy.

The fuel consumption of a vehicle with a Internal Combustion Engine depends on an efficiency of the engine, the behaviour of the driver and the resistance forces acting on it.

In this study that consists of three parts; a computer program to calculate the fuel consumption of a vehicle with an I.C. Engine has been prepared. General parameters related with the I.C. Engines and vehicles are explained in the first part.

The sum of the slope, aerodynamic, rolling and acceleration forces give the total resistance force acting on the vehicle. Reducing these resistance forces is of a vital importance to decrease the fuel consumption of a vehicle. For instance if the aerodynamic resistance is reduced by two thirds, about 10 % percent fuel economy can be expected. Reducing the slope to the half can lessen the fuel consumption by 10 % percent. Rolling resistance reduced by two thirds may supply about 5 % percent fuel economy.

Measuring the fuel consumption of a vehicle requires quite high expenses. Instrumentation of laboratory in order to make fuel consumption measurements costs about 150,000 \$. Further, just one measurement in such a laboratory costs about 500 \$.

The term system simulation means observing a synthetic system that imitates the performance of a real system and simulation is used when it is not possible or not economical to observe the real system. It is much more economical to calculate the fuel consumption of a vehicle by employing system simulation due to the high expenses to measure it. A hardware that costs about 1,200 \$ is enough to compute the fuel consumption.

Another situation where system simulation is employed is where the system is still in the design state and no real system yet exist. The performance or control of the system at off-design may be of interest, so the planned system is "run" in advance of its construction. This gives the advantage to test an imaginary vehicle. Also, the effect of changing some elements of the vehicle such as gears or resistance forces may be observed.

Mathematical model that is used to calculate the fuel consumption, in case velocity and gear relations are specified, is formed in the second chapter of this study. So that, first the performance curves are modeled. Although a line of constant brake specific fuel consumption is similar to an ellipse, equation of ellipse can not be used to model these lines. The development of numerical computers gives the advantage to fit some curves that are difficult to be expressed analytically. Polynomial Representation, Lagrange Interpolation and Newton-Gregory Forward methods that may be used to fit polynomials in two dimensions are studied in chapter 2.1. In order to calculate brake mean specific fuel consumption, performance curves are modeled such that brake mean effective pressure (pme) and effective rate of the engine (ne) are the variables. Newton-Gregory Forward Polynomial interpolation method is used in main computer program.

Since modeling performance curves requires a lot of data, using the general form of these methods causes the polynomials to be of extremely high degrees. The higher the degree of the polynomial, the larger the errors and the longer the time needed to calculate the brake mean specific fuel consumption.

Using less data will reduce the errors and shorten the time to interpolate. In this study it has been decided to use an area of data consisting of three rows and four columns. The other data is not considered at this moment. This is achieved by a logic to select the area of data to be used. Using lower step size will also reduce the errors. Errors increase to the power of the degree of the step size. The logic mentioned above has been applied only in Newton-Gregory Forward polynomial interpolation certainly it could be applied to the other methods.

Driving cycles are experiments which give the advantage to the vehicles to be compared with their fuel consumption or exhaust emission. Simulating the driving cycles allows them to be imitated by computers. In the third chapter European Driving Cycle has been explained and it is emphasized that this driving cycle is favorable for automobiles but not for vehicles such as buses and trucks. So that Modified European Driving Cycle is submitted in this study. In addition, thinking that it would be an example to the extent that this computer program can be used, A Comparative Driving Cycle for City Passenger Buses is also presented. However, it should be pointed out that there is no claim that this cycle fits the real driving cycles of the city buses.

An accelerating vehicle consumes some additional fuel. In such situations, because the engine works closer to full throttle conditions the fuel-air mixture injected into the cylinder has to be rich. That means a bad fuel economy.

Calculating the acceleration resistance force requires knowledge about the moment of inertia of the engine, the transmission system and the tires. It is difficult to calculate these moments of inertia. It has been tried to calculate some of these values approximately.

Power taken from the engine of a travelling vehicle is calculated by means of resistance forces and it is proved that the effective power, the effective torque or the transmission efficiency of the vehicle can be stated by a second degree equation depending on the other parameters. If the effective power or effective torque or transmission efficiency is known then the brake mean effective pressure may be calculated. Also driving cycles allow the effective rate of the engine to be specified. These two parameters are used to interpolate the brake mean effective fuel consumption.

Model vehicle which the numerical values given on Addition B1 are taken from, is the OTOMARSAN Mercedes-Benz 0302 S. All other values related with the vehicle are calculated approximately.

The flow chart of the computer program is given in chapter 3.3. Also a numerical application of the program is given in chapter 3.4. Studying the curves demonstrating the change of the cumulative fuel consumption through time shows that the fuel consumption increases when the vehicle accelerates. This increase is because of the acceleration forces acting on the vehicle as resistance forces. Also it may be seen from the m_{yT} -t curves that the vehicle should not travel with a large acceleration at high gears relative to the lower gears in order to reduce the fuel consumption.

The driving cycle named "A comparative Driving Cycle for City Passenger Buses" considers a distance of 800 meters between two bus stations. The fuel consumption of the bus for 10 bus stations is calculated. Then the distance between the bus stations is extended to 1000 meters and the fuel consumption is calculated for 8 bus station. The total travelling distance is constant for both situations. Thus the fuel consumption difference gives the fuel economy for the constant distance that is 8000 meters. If the model vehicle does not carry any extra load, there is no slope and the vehicle travels on a paved road (asphalt), the result is of 4.5 % percent fuel economy.

Since no power is transmitted to the tires of the vehicle, the effective engine power and thus the brake mean effective pressure can not be determined. So that the specific fuel consumption of the vehicle, when the clutch pedal is pressed or when no power is transmitted to the tires of the vehicle from its engine can not be determined by using the performance curves. In such cases the fuel consumption of the vehicle is calculated by means of idling fuel consumption of the engine. If consumption is directly equal to the idling fuel consumption. However, when the engine rate is different to the idling engine rate, the fuel consumption is different from the idling fuel consumption too.

The fuel consumption in these situations is calculated by the equation $m_y = m_{yR} \cdot n_e / n_{eR}$ where " m_{yR} " is the idling fuel consumption, " n_{eR} " is the idling engine rate and " n_e " is the engine rate just before the clutch pedal is pressed.

The computer program includes 13 subroutines. When the program is run, a selection menu is offered and according to the selection some of the subroutines are used.

An important point to be emphasized is that the performance curves given in this study are drawn approximately by means of the full throttle curves. The real performance curves of the model engine are supposed to be different.

The computer program submitted in this study may be used to optimize the behaviour of the driver by adding some subroutines or making some reorganizations. For instance if the distance and the time are certain, the behaviour of the driver to minimize the fuel consumption can be determined. However, this topic does not exist in this study.



TABLO LİSTESİ

| <u>Tablo</u> | | <u>Sayfa</u> |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1.1. | Çeşitli motorlar için efektif ve mekanik verim ile özgül yakıt sarfiyatı değerleri | 3 |
| 1.2 | Değişik motor tipleri için mekanik kayıp basınç katsayıları | 7 |
| 1.3 | Çeşitli araçlar için hava direnci katsayıları | 22 |
| 1.4 | Çeşitli yol tiplerine ait f_o ve f_{ort} değerleri | 27 |
| 2.1 | Performans eğrilerinden verilerin okunmasıyla oluşturulan tablo | 38 |
| 2.2 | Fark tablosu | 39 |
| 2.3 | $P_{me}=P_{me1}$ noktasında $n_e=n_{eA}$ için be_1 değerinin okunması | 41 |
| 2.4 | $P_{me}=P_{meA}$ için be_A değerinin bulunması | 41 |

SEKIL LISTESI

| <u>Sekil</u> | <u>Sayfa</u> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1.1 Karma çevrimde P-V diyagramı | 4 |
| 1.2a Benzin motorunda mekanik verimin devir sayısı ve güce bağıllılığı | 6 |
| 1.2b Mekanik verim ve mekanik kayıp basıncın devir sayısına bağıllılığı | 6 |
| 1.3 Yol deneyleri ile taşıtın yakıt ekonomisinin bulunması | 11 |
| 1.4 Müsade edilen hıza bağlı olarak yakıt sarfiyatı bakımından en elverişli bir nominal hız bulunabilir | 11 |
| 1.5 Bir aracın motor ve aktarma organlarının şematik görünüşü | 14 |
| 1.6 Gerçek be-Pme değişimi | 16 |
| 1.7 Performans eğrileri | 16 |
| 1.8 BMW 520i motoruna ait performans eğrileri | 17 |
| 1.10 Eğimli yolda bir taşıtın üzerine etkiyen kuvvetlerin şematik gösterilişi | 19 |
| 1.11 İki tip taşıtın önden görünüşü | 21 |
| 1.12 Araca etkiyen kaldırma ve hava direnci kuvvetleri | 21 |
| 1.13 Seyir halindeki bir taşıtın lastik ve süspansiyon donanımlarına etkiyen kuvvetler | 24 |
| 1.14 Havalı lastikler çiftlenmiş birer yay-daşpot sistemi olarak düşünülebilirler | 26 |
| 1.15 Yuvarlanan bir lastik | 26 |

| | | |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1 | Performans eğrileri üç boyutlu uzayda bir yüzey taşkil ederler | 34 |
| 2.2 | Performans eğrilerinden verilerin okunması | 39 |
| 2.3 | Örnek bir seyir çevrimi eğrisi | 44 |
| 2.4 | Biyelin şematik görünümü | 47 |
| 3.1 | Motorlu araçlarda yakıt ekonomisinin simülasyonu programına ait akış diyagramı | 56 |



ICINDEKILER

| | <u>Sayfa No</u> |
|---------------------------------------------|-----------------|
| ONAY | iii |
| ONSOZ | iv |
| OZET | v |
| SUMMARY | vii |
| TABLO LİSTESİ | viii |
| SEKİL LİSTESİ | ix |
| ICINDEKILER | xi |
| | |
| BOLUM 1. GIRIS. | |
| | |
| 1.1. MOTORLU ARACLARDA YAKIT EKONOMİSİ | 1 |
| 1.2. MOTOR VE ARACA AIT GENEL PARAMETRELER | 2 |
| 1.3. MOTORLARDA PERFORMANS EGRİLERİ | 15 |
| 1.4. TAŞITLARIN YOL DİRENÇLERİ | 18 |
| 1.4.1. YOKUS DİRENÇİ | 18 |
| 1.4.2. AERODİNAMİK DİRENÇ | 20 |
| 1.4.3. YUVARLANMA DİRENÇİ | 25 |
| 1.4.4. İVME DİRENÇİ | 29 |
| 1.5. MOTORLU ARACLARDA SİMULASYONUN ÖNEMİ | 31 |
| | |
| BOLUM 2. MATEMATİK MODELİN KURULMASI. | |
| | |
| 2.1. PERFORMANS EGRİLERİNİN MODELLENMESİ | 33 |
| 2.1.1. POLİNOM REPREZENTASYONU YÖNTEMİ | 35 |
| 2.1.2. LAGRANGE ENTERPOLASYONU YÖNTEMİ | 36 |
| 2.1.3. NEWTON-GREGORY FORWARD YÖNTEMİ | 37 |
| 2.2. TAŞITLARDA SEYİR ÇEVİRİMLERİ | 43 |
| 2.3. İVMELENME OLAYI | 45 |
| 2.3.1. MOTOR ATALET MOMENTİNİN HESABI | 46 |
| 2.3.2. TRANSMİSYONUN ATALET MOMENTİ | 48 |
| 2.3.3. TEKERLEKLERİN ATALET MOMENTİ | 48 |
| 2.4. SEYİR ÇEVİRİMİNDE MOTORDAN ÇEKİLEN GÜÇ | 49 |
| 2.5. YAKIT SARFIYATININ TESBİTİ | 50 |

| | | |
|----------|----------------------------------------|----|
| BOLUM 3. | BILGISAYAR PROGRAMI | |
| 3.1. | MODEL BİR MOTOR VE TASITIN TANITILMASI | 53 |
| 3.2. | AVRUPA SEYİR CEVRİMİ | 53 |
| 3.3. | BILGISAYAR PROGRAMI AKIS SEMASI | 54 |
| 3.4. | SAYISAL UYGULAMA | 57 |
| BOLUM 4. | TARTISMA VE SONUC | 60 |
| | KAYNAKLAR | 63 |
| | EKLER | |



BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1. MOTORLU ARAÇLARDA YAKIT İKONOMİSİ

Yetmişli yılların başına kadar enerji ihtiyacının üstel olarak büyümesinden pratik olarak pek endişe edilmiyordu. 1973 petrol krizi enerji tasarrufu tartışmalarının somutlaşmasına katkıda bulunmuş ve sorunun enerji tasarrufu tedbirlerine genel bir dünya ve ekonomi incelemesinde hangi önemin verileceği şekline dönüşmesine neden olmuştur. Değerlendirilebilir enerji miktarının sınırlı oluşu, enerji elde edilmesi ve dönüştürülmesinde çevre kirlenmesi, enerji tüketiminin maliyeti ve enerjinin politik alanda etkili bir koz olarak kullanılması enerji tasarrufu tedbirlerinin acilen ortaya çıkarılmasında ve uygulanmasındaki temel görüşlerdir.

Yapılan tahhminlere göre, kesin petrol rezervlerinin yakın bir gelecekte tükenmesi beklenmektedir. Yeni keşfedilen rezervlerin (yağlı, sist ve kum yatakları hesaba katılmadan) bu sınırı 21. yüzyılın çok içine kaydırması beklenebilir. Sıvı halde ve özel bir tedbir almadan depolanamayan bütün enerji şekilleri, otomotiv mühendislerince görevleriyle ilgili olarak incelendiklerinde, taşıt tahriki için tamamen yeni teknolojilerin geliştirilmesinin gerekli olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu ise bugünkü teknolojik şartlarda taşıt tahriki için kullanılan yakıtın verilmesi gereken değeri göstermektedir.

Üretim ve işletme maliyetleri enerji maliyetlerine bağlı olduklarından enerji maliyetleri ülke ekonomilerini büyük oranda etkilemektedir. Enerjinin brüt sosyal gelirlerdeki payı ülkelerin çoğunda artan bir eğilim göstermektedir. Bugün sanayileşmiş ülkelerde enerji sarfiyatı için brüt sosyal gelirin ortalama % 6'sının üzerinde bir harcama kabul edilmektedir. Ayrıca Türkiye'de olduğu gibi bu harcamaların büyük bir kısmı ithalat ise ülkenin ticaret bilançosu ve ekonomisi de ağırlık bir etki altına girer.

Motorlu bir aracın yakıt sarfiyatı maruz kaldığı hareket dirençlerine, motorun verimine yani yakıt sarfiyatı seviyesine, motorlu taşıtın seyir tarzına yada hareket direnç noktasının motor çalışma bölgesindeki yerine bağlıdır. Yani yakıt sarfiyatı sadece aracın motorunun verimine ve seyir dirençlerine değil, aynı zamanda sürücünün davranışlarında da bağlıdır. Sürücü bilinçli davranmakla aracın yakıt sarfiyatını azaltabilir.

1.2. MOTOR VE ARAÇA AİT GENEL PARAMETRELER

*** Özgül Yakıt Sarfiyatı (be):** Motorun çalışması esnasında 1Kwh efektif iş için Kg veya gr cinsinden harcanan yakıt miktarı olarak tarif edilmektedir. Motorun yakıt sarfiyatı m_y (Kg/h) ve motor milinden alınan efektif güç P_e (Kw) ise özgül yakıt sarfiyatı;

$$be = 3600 \frac{m_y}{P_y} \quad (\text{Kg/Kwh}) \quad 1.2.1$$

olarak hesaplanmaktadır.

*** Motorun efektif verimi (η_e):** Üretilen 1 Kwh (yani 3600Kj) enerjinin verilen $be.H_u$ (Kj) yakıt enerjisine oranıdır. H_u (KJ/Kg) yakıtın alt ısıl değeridir.

$$\eta_e = 3600 / (be.H_u) \quad 1.2.2$$

Efektif verimin içinde ısıl ve mekanik kayıplar mevcuttur. İndike, mekanik, teorik, ısıl ve organik verimlerle motorun efektif verimi arasında şu bağıntı vardır.

$$\eta_e = \eta_i \cdot \eta_m = \eta_t \cdot \eta_o \cdot \eta_m \quad 1.2.3$$

Çeşitli motor tipleri için η_e, η_m ve be değerleri Tablo 1-1 'de verilmiştir.

TABLO 1-1. Çeşitli motorlar için efektif ve mekanik verim ile özgül yakıt sarfiyatı değerleri:

| Motor Tipi | η_e | η_m | be (Kg/Kwh) |
|---------------|-----------|-----------|---------------|
| Karbüratörlü | 0.24-0.30 | 0.70-0.85 | 0.290-0.380 |
| Gaz Motoru | 0.22-0.28 | 0.75-0.85 | 0.280-0.370 |
| Diesel Motoru | 0.30-0.38 | 0.70-0.80 | 0.230-0.280 |

Termodinamikte karma çevrimin (silinger çevrimi) teorik ısıl verimi:

$$\eta_e = 1 - \frac{1}{\epsilon^{k-1} (r_p^{-1}) + k \cdot r_p (r_v^{-1})} \cdot r_p \cdot (r_v^k - 1) \quad 1.2.4$$

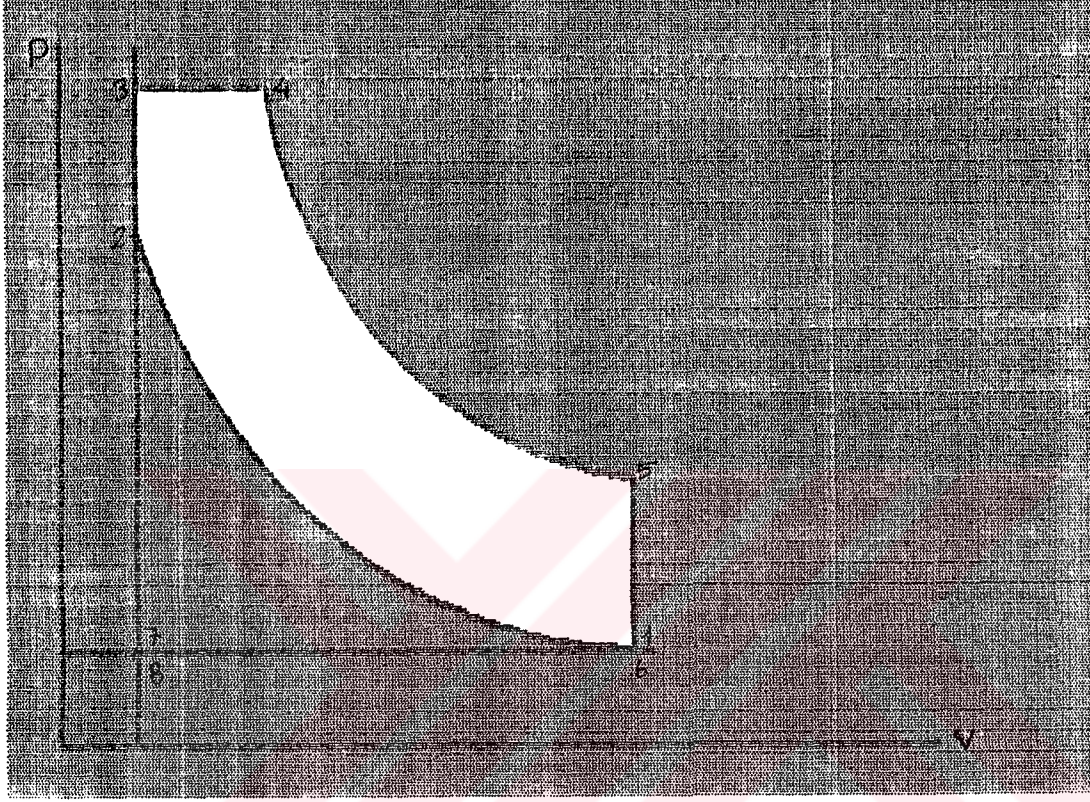
bağıntısı ile verilir. Burada;

| | | | |
|----------------------|-------------------|-----------------|--------------------|
| $\epsilon = V_1/V_2$ | Sıkıştırma oranı | $r_p = p_3/p_2$ | Basınç artış oranı |
| $r_v = V_4/V_3$ | Hacim artış oranı | $k = C_p/C_v$ | Adyabat katsayısı |

Karma çevrime ait P-V diyagramı Şekil 1-1'de görülmektedir. 1.2.4 ifadesinde $r_p = 1$ alınarak eski tip hava ile yakıt püskürtülen sabit basınçta yanmalı Diesel çevrimine ait teorik ısıl verim ifadesi elde edilir.

Yukarıdaki haliyle formül bugünkü mekanik yakıt püskürtmeli Diesel motorlarına ait teorik ısılverimi ifade etmektedir

Mekanik verim ifadesi için önce indike, efektif ve mekanik kayıp güçler göz önüne alınmalıdır. Bunlar sırasıyla:



Şekil 1-1. Karma çevrimde P-V diyagramı

- 1-2:** Sıkıştırma Periyodu
- 2-3:** Sabit hacimde yanma Periyodu
- 3-4:** Sabit basınçta yanma Periyodu
- 4-5:** Genişleme Periyodu
- 5-6-7:** Egzoz Periyodu
- 8-1:** Emme Periyodu

$$\begin{aligned} P_i &= V_H n_e i p_{mi} & (W) & & 1.2.5 \\ P_e &= V_H n_e i p_{me} & (W) & & 1.2.6 \\ P_m &= V_H n_e i P_{mm} & (W) & & 1.2.7 \end{aligned}$$

bağıntılarıyla bulunmaktadır. Ayrıca p_{mm} , p_{mi} ve p_{me} arasında,

$$P_{mm} = P_{mi} - P_{me} \quad (Pa) \quad 1.2.8$$

ilişkisi vardır. Burada;

$$\begin{aligned} V_H &: \text{Toplam strok hacmi} & (m^3) \\ n_e &: \text{Motorun efektif devir sayısı} & (\text{dev/sn}) \\ i &: \text{Devirdeki çevrim sayısı} & (\text{dev/çev}) \\ P_{mi} &: \text{Ortalama indike basınç} & (Pa) \\ P_{me} &: \text{Ortalama efektif basınç} & (Pa) \\ P_{mm} &: \text{Ortalama kayıp basınç} & (Pa) \end{aligned}$$

Mekanik verim efektif gücün indike güce oranı olarak tanımlandığına göre:

$$\eta_m = P_e / P_i = P_{me} / (P_{me} + P_{mm}) \quad 1.2.9$$

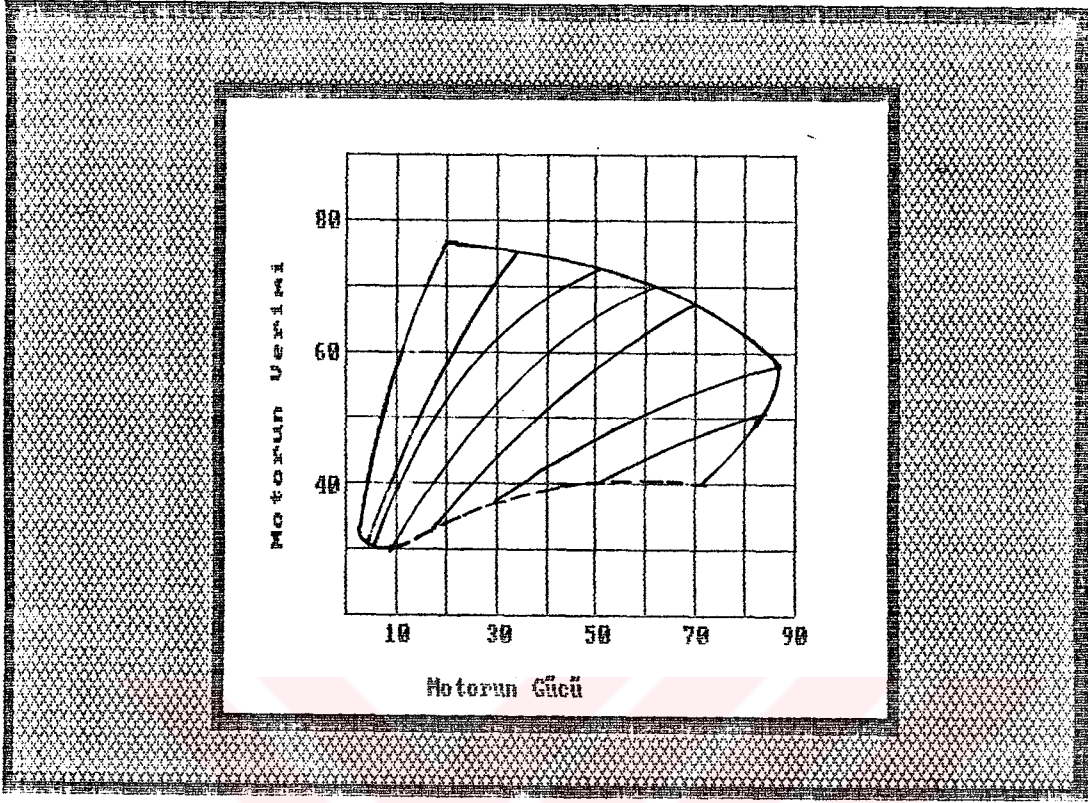
yazılabilir. Ortalama mekanik kayıp basıncı ortalama piston hızına C_m (m/sn) doğrusal olarak bağlamak mümkündür.

$$P_{mm} = a + bC_m \quad (Pa) \quad 1.2.10$$

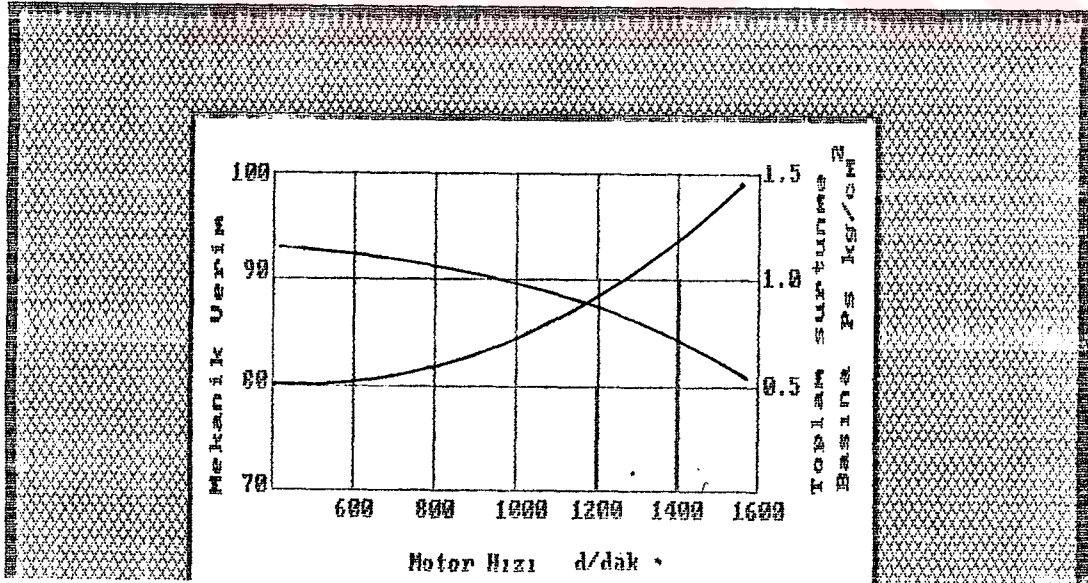
Ortalama piston hızı ile devir sayısı arasında H (m) strok olmak üzere :

$$C_m = 2Hn_e \quad (m/sn) \quad 1.2.11$$

yazılabilir. 1.2.10 ifadesinde a ve b mekanik kayıp basınç katsayılarıdır. Değişik motor tipleri için a ve b katsayıları Tablo 1-2'de verilmiştir.



Sekil 1-2a. Benzin Motorunda Mekanik Verimin Devir sayisi ve Güce bağıllılığı.



Sekil 1-2b. Mekanik Verim ve Mekanik Kayıp Basıncının Devir Sayısına Bağıllılığı.

Tablo 1-2. Değişik motor tipleri için mekanik kayıp basınç katsayıları:

| Motor Tipi | a | b |
|----------------------------------|-------|-------|
| Benzin Motoru | 0.035 | 0.012 |
| Düz Yanma Odalı Diesel Motoru | 0.013 | 0.017 |
| Bölünmüş Yanma Odalı Diesel Mot. | 0.113 | 0.010 |

1.2.6 ve 1.2.12 formüllerine dayanarak motor devri artınca P_e gücü artışı yanında bilhassa P_m mekanik kayıp gücünün hızla artacağı görülür. Şekil 1-2a'da benzin motorunda mekanik verimin devir sayısı ve efektif güce bağlılığını gösteren örnek eğriler, Şekil 1-2b'de ise mekanik verim ve sürtünme basıncının (Mekanik kayıp basınç) devir sayısına bağlılığı görülmektedir. Şekil 1-2a'dan, benzin motorunda sabit devirde ortalama efektif basıncı artırmanın mekanik verimi süratle artıracığı sonucu çıkarılabilir.

*** Motora gelen dolgu miktarı:** Motora gelen dolgu miktarı gücü doğrudan etkilemektedir. Bu ise η_v volumetrik verimi ile tanımlenmektedir. Motora gelen gerçek dolgunun kütlesi:

$$m = \eta_v \cdot m_o = \eta_v \cdot \rho_o \cdot V_H \quad (\text{kg}) \quad 1.2.13$$

Burada :

m: Alınan gerçek dolgu kütlesi (Kg)
 ρ_o : Emme manifoldundaki yoğunluk (Kg/m³)
 V_H : Toplam strok hacmi (m³)

Volumetrik verim emme sonunda silindirdeki gaz basıncına (P_1) egzoz sonundaki basınca (P_7), Dolgunun ısınmasına (ΔT) ve sıkıştırma oranına bağlıdır ve aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\eta_v = \left(\frac{P_1}{P_o} \cdot \frac{P_7}{P_o} \right)^{\frac{1}{\epsilon}} \cdot \frac{T_o}{T + \Delta T_o} (\epsilon - 1) \quad 1.2.14$$

Ayrıca 1.2.13 bağıntısından:

$$\eta_v = m/m_o = \rho/\rho_o \cdot V/V_H \quad \text{yazılabilir.} \quad 1.2.15$$

* Ortalama efektif basınç (P_{me}): Aşağıdaki ifadeyle hesaplanabilir.

$$P_{me} = \eta_e \eta_v \eta_y \cdot H_u / V_k \quad (\text{Pa}) \quad 1.2.16$$

Buradaki parametreler:

H_u : Silindire giren yakıtın alt ısıl değeri (J/Kg)

V_k : Silindir içerisine emme sonunda alınan karışımın hacmi
(Nm³ Karışım/Kg Yakıt)

λ : Hava fazlalık katsayısı

h_{min} : 1 Kg yakıtı yakmak için gerekli min. hava miktarı
(Kg/Kg Yakıt) olmak üzere aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$V_k = V_y + 0.733 \cdot \lambda \cdot h_{min} \quad 1.2.17$$

Diesel motutunda veya direkt benzin püskürtmeli motorlarda $V=0$ 'dır. 1.2.3 ve 1.2.7 formülleri yardımıyla ortalama efektif basınç için aşağıdaki ifade elde edilir.

$$P_{me} = \eta_t \eta_c \eta_m \eta_v \eta_y \frac{H_u}{(V_y + 0.733 \lambda h_{min})} \quad 1.2.18$$

Burada η_y yanma verimini simgelemektedir.

Motor gücünden alınan efektif güç:

$$P_e = V_h \cdot z \cdot n_e \cdot i \cdot p_{me} \quad (\text{W}) \quad 1.2.19$$

ile hesaplanır. Burada z : silindir sayısını, V_h : bir silindirin strok hacmini (m³), n_e : motor devir sayısını (dev/sn) ve i : (çev/dev) çevrim tipini belirtmektedir. V_H : toplam strok

hacmi, V_h vez yardımıyla $V_H = z \cdot V_h$ olarak bulunur. Ortalama efektif basınç (Pa), $[N/m^2]$ birimindedir. Çevrim tipi (i), motorun krank mili bir devir yaptığıında çevrimin tamamlanan miktarını göstermektedir. Dört zamanlı motorlarda $i=0.5$ iki zamanlı motorlarda $i=1$ 'dir. Formül 1.2.19'dan ortalama efektif basıncı çekersek;

$$P_{me} = \frac{P_e}{V_H \cdot i} \cdot \frac{1}{n_e} \quad (P_a) \quad 1.2.20$$

Motorun efektif gücü (P_e), devir sayısı (n_e) bilinirken efektif motor momenti aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$M_e = P_e / (2\pi n_e) \quad (Nm) \quad 1.2.21$$

Bir motorlu aracın yakıt sarfiyatı şu faktörlere bağlıdır:

- * Aracın tasarımına ve teknik durumuna,
- * Yol şartlarına ve atmosferik şartlara,
- * Sürücünün davranışına ve seyir şekline,

Motorlu aracın yakıt sarfiyatı 100km lik bir seyir halinde tüketilen yakıt miktarı olarak tanımlanmaktadır. V_y (lt) harcanan yakıtın hacmini, L (Km) katedilen yolu belirttiğine göre, aracın 100Km'de harcadığı yakıt miktarı:

$$Y = 100 V_y / L \quad (lt/100Km) \quad 1.2.22$$

Motorun saatte sarfettiği yakıt miktarı:

$$\dot{m}_y = b_e \cdot P_e \quad (Kg/h) \quad 1.2.23$$

veya t : zaman (sn) ve ρ_y : Yakıtın yoğunluğu (Kg/lt) olmak üzere:

$$\dot{m}_y = 3600 \rho_y \frac{V_y}{t} = 36 Y \rho_y \frac{L}{t} = 36 \rho_y V_y Y / 1000 \quad 1.2.24$$

Son yazılan bağıntıda V taşıtın hızı (m/sn) ve V_y (lt) yakıtın hacmidir. Bu bağıntı yardımıyla aracın 100 Km'deki yakıt sarfiyatı:

$$Y = \dot{m}_y / (0.036 \rho_y \cdot V) \quad (\text{lt}/100\text{Km}) \quad 1.2.25$$

Bu karakteristik belirli bir yol üzerinde yüklü bir taşıtın sabit hızda denenmesi ile bululunur. Ayrıca birde şehir içi ve/veya şehir dışı seyir çevrimi uygulanarak yakıt sarfiyatı tesbit edilmektedir. Bunun birimi miktar/çevrim'dir. $Y=f(V)$ eğrileri seçilen bir parametrenin değiştirilmesi ile çizilebilir. Özellikle yol direnci parametresi ile çizilen bu eğri-lerde iki karakteristik nokta mevcuttur. Birisi minimum yakıt sarfiyatı, diğeri ise söz konusu şartlardaki maksimum hızdır. Birinci haldeki hıza ekonomik hız adı verilmektedir. Buna ait örnek eğriler şekil 1-3'de görülmektedir.

Şehirler arası bir otobüs için yakıt sarfiyatı ile müsa- de edilen maksimum hız arasındaki değişime ait bir örnek di- yagram Şekil 1-4'de verilmiştir.

Motor milinden alınan efektif P_e gücü ile aracın teker- leklerine ulaşan P_t çeki gücü arasında aracın aktarma organ- larında yitirilen P_f kayıp gücü kadar bir fark vardır. Bu sebeple aracın transmisyon (aktarma) verimi η_{tr} tanımlanmış- tır. Aktarma organlarındaki sürtünme kayıpları hidrolik ve mekanik sürtünme kayıpları olarak sınıflandırılabilir.

* Hidrolik moment kaybı (M_h): Aracın tam dolu ağırlığı G_o (N) hızı V (m/sn) ve tahrik tekerleği yarıçapı r (m) ise araçta meydana gelen hidrolik moment kaybı;

$$M_h = (2 + 0.09V)G_o.r/1000 \quad (\text{Nm}) \quad 1.2.26$$

* Mekanik moment kaybı; Mekanik sürtünmelerin oluşturduğu moment kaybı ise;

$$M_m = M_e . i_{tr} (1 - C_y) \quad (\text{Nm}) \quad 1.2.27$$

olarak hesaplanır. Şekil 1-5'de bir araca ait motor ve transmisyon sistemi şematik olarak gösterilmiştir. 1.2.27 bağıntısında M_e (Nm) motorun efektif momentini, i_{tr} transmisyon oranı ve C_y universal viteste dişlilerle ilgili bir sabittir. Bu sabit için:

$$C_y = 0.98^k 0.97^l 0.99^m \quad 1.2.28$$

eşitliği verilmektedir. k, l, m sırasıyla moment nakleden düz alın dişli sayısı, konik dişli çifti sayısı ve universal kavrama sayısıdır.

* Aracın transmisyon verimi; Transmisyon verimi aşağıdaki bağıntıdan hesaplanır.

$$\eta_{tr} = P_t / P_e = (P_e - P_f) / P_e = C_y - M_h / (M_e . i_{tr}) \quad 1.2.29$$

Tam gazda $M_h \ll M_e . i_{tr}$ olduğu için $\eta_{tr} \cong C_y$ alınabilir. Kısmi yük halinde ise η_{tr} azalır, yani $\eta_{tr} < C_y$ 'dir.

Bunlardan başka birde aracın geri transmisyon verimi tariflenmiştir. Aracın motor frenine maruzken söz konusudur. Motorun çalışmadığı kabul edilir. $P_{f,e}$ (yada P_m) motorun mekanik kayıp gücü P_f ise aktarma organlarındaki kayıp gücü olduğuna göre geri transmisyon verimi aşağıdaki ifade ile bulunur;

$$\eta_{rev} = (P_{f,e}) / (P_{f,e} + P_f) \quad 1.2.30$$

*** Motorlu bir tasitin tahrik karakteristigi;**

$$V = 2\pi n_e \cdot r / i_{tr} \quad (m/sn) \quad 1.2.31$$

formülü ile hesaplanır. Bu bağıntıda;

$$i_{tr} = i_{dk} \cdot i_{tak} \cdot i_{dif} \quad 1.2.32$$

olarak hesaplanan aracın transmisyon oranıdır. i_{dk} , vitese göre değeri değişen dişli kutusunun çevrim oranı, i_{tak} takviyenin ve i_{dif} diferansiyelin çevrim oranıdır. n_e (dev/sn) motorun devir sayısıdır.

*** Motordan araç tekerleğine ulaşan tahrik kuvveti;**

$$F_{ta} = \eta_{tr} \cdot M_e \cdot i_{tr} / r - (\eta_{tr} \cdot I_e \cdot i_{tr}^2 + I_{tr} + I_t) \cdot a / r^2 \quad 1.2.33$$

bağıntısı ile hesaplanır. Burada:

- a: Aracın ivmesi (m/sn^2)
 I_e : Motorun atalet momenti (Kgm^2)
 I_{tr} : Transmisyon sisteminin atalet momenti (Kgm^2)
 I_t : Araç tekerleklerinin atalet momenti (Kgm^2)

Araç düzgün olarakö yani sabit hızda seyrediyorsa ivme sıfır demektir. Bu durumda 1.2.32 bağıntısı aşağıdaki şekle dönüşür;

$$F_{ta} = \eta_{tr} \cdot M_e \cdot i_{tr} / r \quad (N) \quad 1.2.34$$

1.2.33 bağıntısının $[(\eta_{tr} \cdot I_e \cdot i_{tr}^2 / r) a / r^2]$ şeklindeki sağ tarafının ikinci kısmı aracın hareketine engel olacak şekilde etkiyen ivme direnci kuvvetinin bir parçası olarak da düşünülebilir. İvme direnci Bölüm 1.4.4'de anlatılmıştır.

1.3. MOTORLARDA PERFORMANS EĞRİLERİ

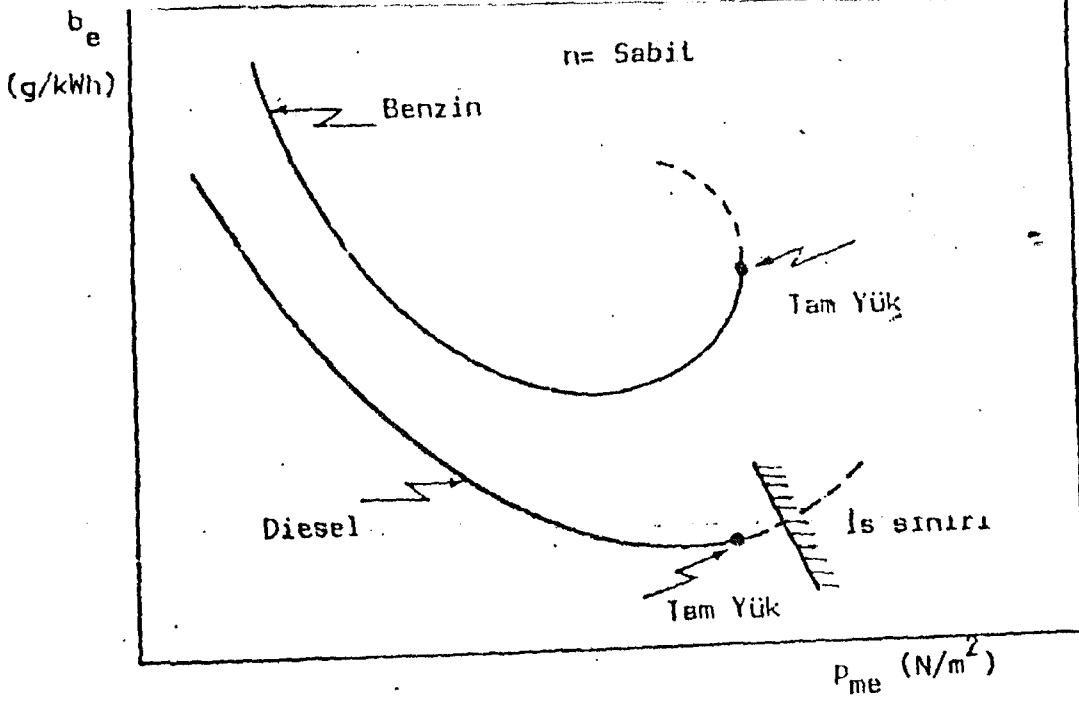
Sabit motor devir sayısı (n_e) için kısmi yüklerdeki b_e - P_{me} eğrilerine ait bir örnek Şekil 1.6'da verilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi belirli bir P_{me} (yada P_e) değerinden sonra özgül yakıt sarfiyatı hissedilir bir şekilde artmaktadır. Benzin motorunda gaz keleşinin tam açık olduğu konumda hava fazlalık katsayısının (λ) belirli bir değeri için maksimum güce ulaşılmaktadır. Daha fazla dolgu alınamadığı için burası benzin motorunun güç sınırınıdır. Diesel motorlarında güç artışı yakıt miktarını artırmakla elde edilir. İS teşekkülü Diesel motorlarının güç sınırını tariflemektedir. İS sınırına emniyetli mesafedeki güç maksimum güç olarak belirlenir.

Değişik devirler için hazırlanan kısmi yük eğrilerinden faydalanılarak motorun "Performans Eğrileri" çizilebilir. Bunlar P_{me} - n_e diyagramında sabit özgül yakıt sarfiyatı noktalarını birleştiren eğrilerdir.

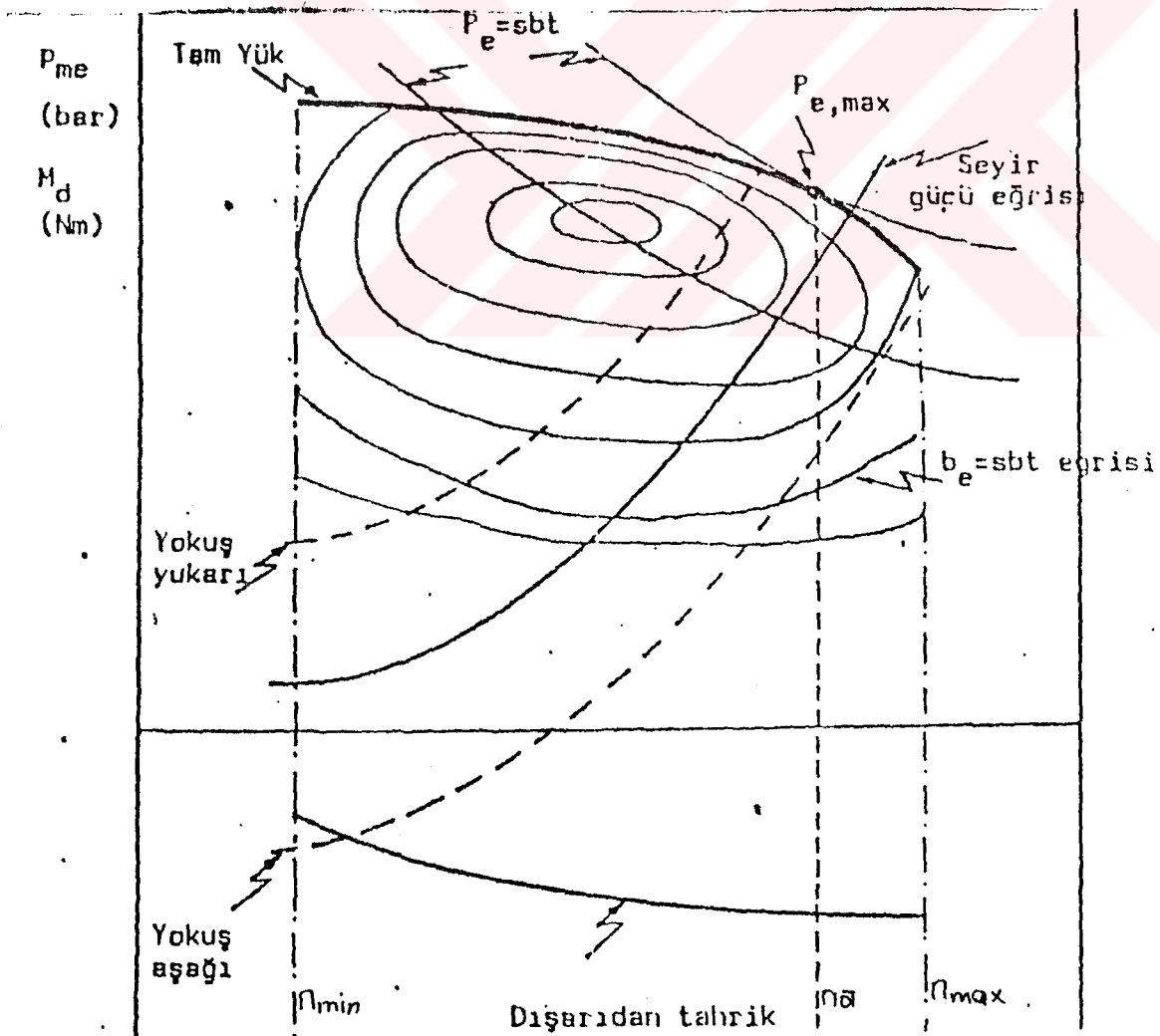
P_{me} ile n_e arasındaki ilişki daha önce 1.2.20 nolu bağıntı ile verilmiştir.

$$[P_{me} = P_e / (V_H \cdot i \cdot n_e)]$$

Eğer "Sabit özgül yakıt sarfiyatı" eğrileri diyagramında "Sabit güç eğrileri" çizilirse belirli bir P_e için en az yakıt sarfiyatı noktası ortaya çıkar. Sabit özgül yakıt sarfiyatı eğrileri şekil olarak iç içe elipse benzer eğrilerden oluşmaktadır. İçten dışa doğru b_e değeri artmaktadır. Motorun belirli bir P_e gücünde az yakıt sarfetmesi için, motor devir sayısı ve ortalama efektif basıncın, söz konusu P_e gücünün en küçük sabit özgül yakıt sarfiyatı eğrisini keştiği noktadaki değerleri alması gereklidir. Şekil 1-7'de Performans eğrileri sematik olarak, Şekil 1-8a ve 1-8b'de ise iki araca ait gerçek performans eğrileri görülmektedir.

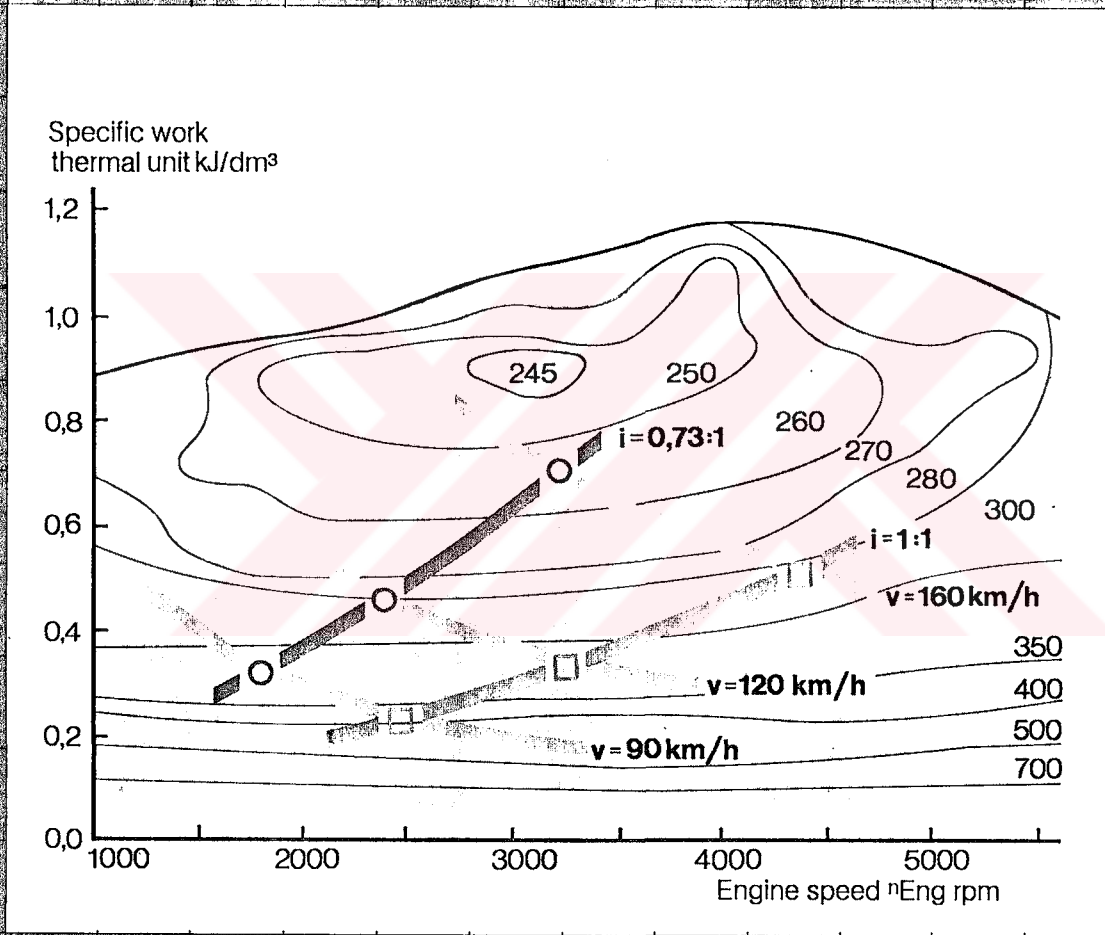


Sekil 1-6. Gerçek b_e - P_{me} değişimi



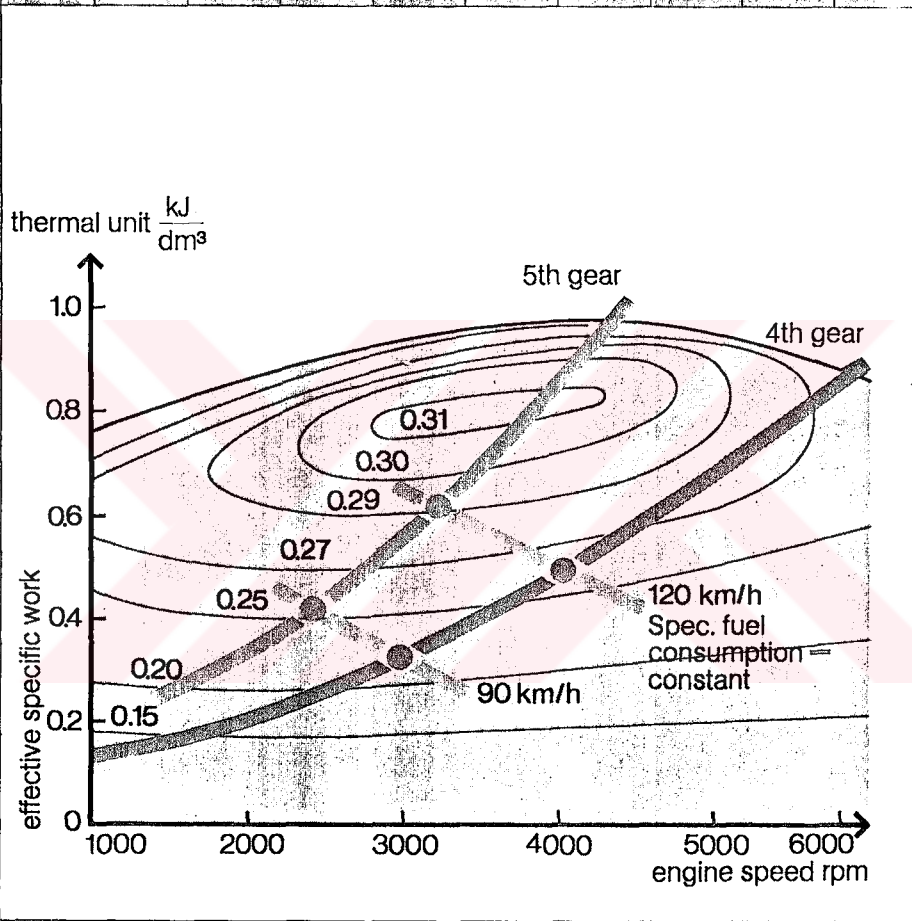
Sekil 1-7. Performans eğrileri

Operating Points in the Performance Graph



Sekil 1-8. BMW 520i Motoruna ait Performans egrileri

Effective Efficiency Graph



Motor efektif gücü P_e , efektif momenti M_e ve özgül yakıt sarfiyatının devir sayısının göre değişimini veren eğrilere hız karakteristik yada motor karakteristik eğrileri denir. Bu eğriler üst taraftan tamgaz eğrileriyle sınırlandırılmışlardır. Tam gazdaki karakteristik eğrilere "Tam gaz eğrileri" denir ve bu eğriler Şekil 1-9'da şematik olarak gösterilmiştir.

Karakteristik eğriler sağ ve sol taraftan maksimum ve minimum devir sayıları ile sınırlandırılmışlardır. Yakıt enjeksiyonlu motorlarda n_e maksimum yakıt miktarının sınırlandırılması ile belirlenmiştir. Karbüratörlü motorlarda ise genellikle böyle bir sınıra ihtiyaç duyulmaz. Ancak istenirse, ateşlemenin kesilmesi veya vakum kumandalı bir gaz kelebeği ile n_{emax} kontrol edilebilir.

1.4. TAŞITLARIN YOL DİRENÇLERİ

Seyir halindeki bir taşıtın maruz kaldığı başlıca dirençler şunlardır:

- * Yokuş Direnci
- * Aerodinamik Direnç
- * Yuvarlanma Direnci
- * İvme Direnci

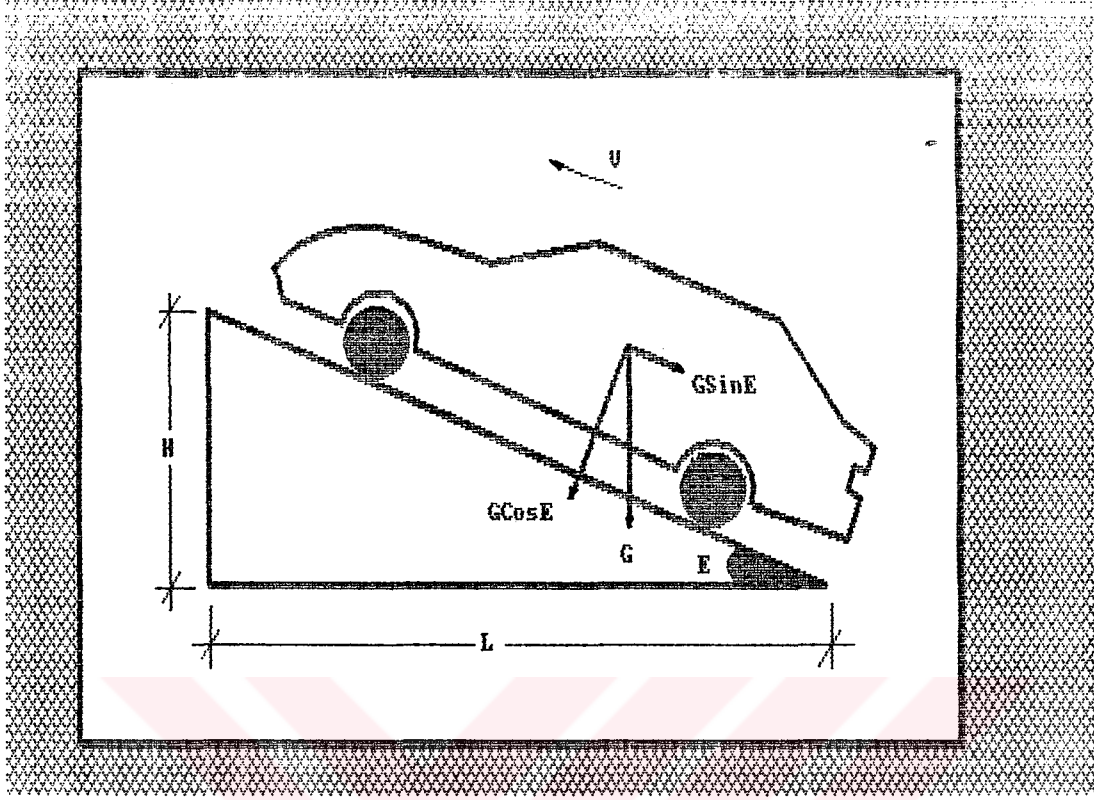
1.4.1. YOKUŞ DİRENCİ; Şekil 1-10'da görülen taşıta eğik düzleme paralel doğrultuda etkiyen yokuş direnci kuvveti:

$$F_e = G \cdot \sin(E) \quad (N) \quad 1.4.1$$

Eğime karşı harcanan güç ise:

$$P_e = F_e \cdot V = G \cdot \sin(E) \cdot V \quad (W) \quad 1.4.2$$

bağıntıları ile bulunur.



Sekil 1-10. Eğimli yolda bir taşıtin üzerine etkilen kuvvetlerin şematik gösterilişii.

Yukarıdaki 1.4.1 ve 1.4.2 bağıntılarında G : taşıtin ağırlığını (N), V : taşıtin hızını (m/sn) ve E eğim açısını simgelemektedir. Eğim açısının küçük değerleri için $\sin(E) \approx \tan(E)$ alınabilir. ($\tan(E) = H/L$).

Özellikle ağır taşıtlar emniyet nedenleri ile potansiyel enerjilerini frenleme yoluyla ısıya çevirmek zorunda olduklarından, kaide olarak yokuş direncini yenmek için harcanan enerji geri kazanılamaz. Elektrik olarak fren enerjisinden yararlanma veya bu enerjinin başka şekilde depolanma olanakları simdilik daha gelişmiş bir teknoloji gerektirdiğinden dolayı söz konusu değildir. Sonuç olarak yokuş sebebiyle harcanan enerjinin tasarrufu için az eğimli yollara gidilmesi seçeneği

kalmaktadır. Bu şehir içinde pek gerçekleştirilemese de şehirler arası yolların inşasında göz önüne alınabilir. Bu yolların inşasında sadece inşaat masraflarının değil; fakat iniş ve çıkışlarabağlı olarak enerji sarfiyatını, taşıtların büyük eğimler dolayısıyla artan masraflarını ve uzaydan gidiş-geliş masraflarını göz önüne alan bir toplam maliyet bilançosunu düşünmek gerekmektedir.

1.4.2. AERODİNAMİK DİRENÇİ Bir araca etkiyen hava direnci kuvveti;

$$F_h = 0,5 \cdot C_D \cdot \rho_h \cdot A(V+V_R)^2 \quad (N) \quad 1.4.3$$

ifadesiyle hesaplanmaktadır. Burada;

C_D : Araca ait boyutsuz hava direnci katsayısı
 A : Aracın ön profil alanı (Kg/m³)
 V : Aracın hızı (m/sn)
 V_R : Rüzgarın hızı'nı (m/sn)

belirtmektedir. P_H (Pa) hava basıncı ve T_H (K) hava sıcaklığına bağılı olarak havanın yoğunluğu aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

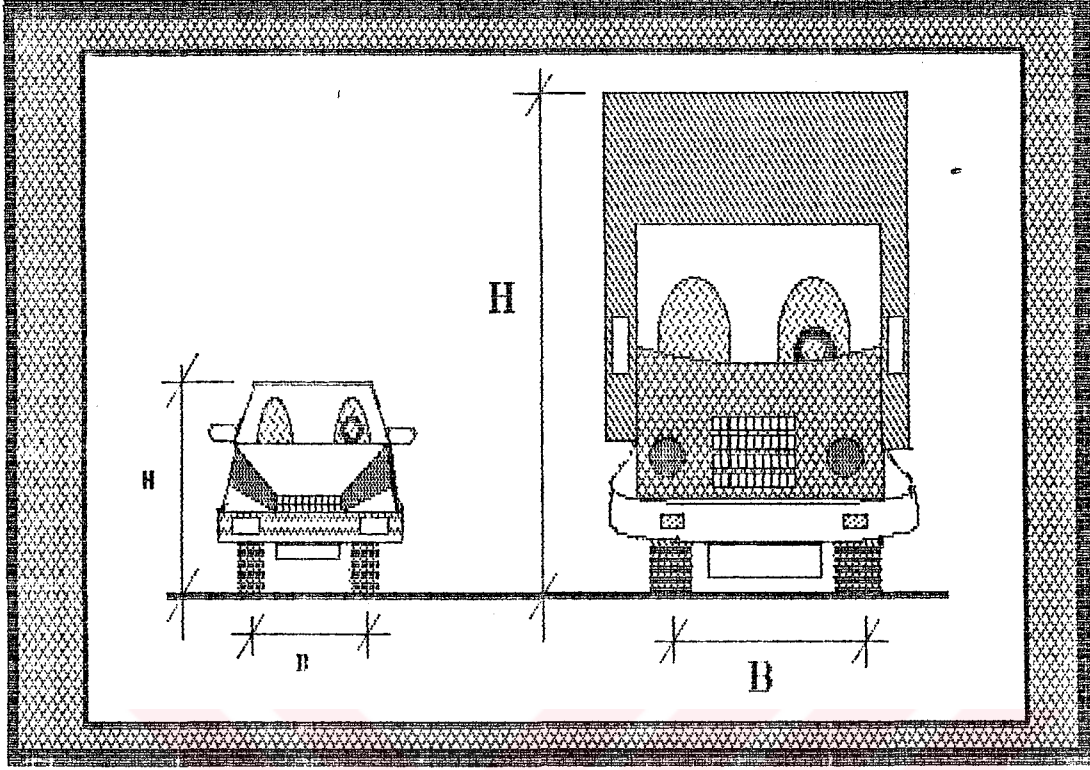
$$\rho_H = (M_H \cdot P_H) / (R \cdot T_H) = 3,484 \cdot 10^{-3} \cdot (P_H / T_H) \quad 1.4.4$$

Aracın aerodinamik ön profil alanı (A), hassas olarak fotoğraf çekilmek suretiyle bulunabilir. Ancak, daha kaba hesaplar için B tekerlekler arası açıklık ve H aracın yüksekliği ise ön profil alanı;

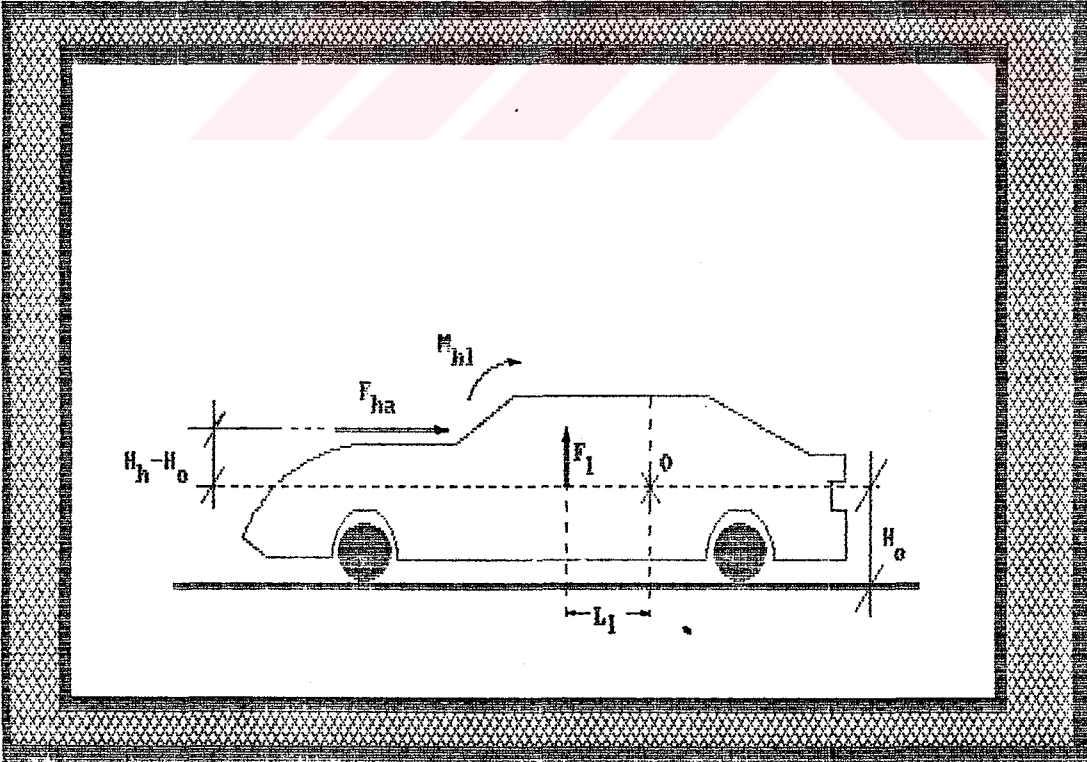
$$\text{Otomobiller için:} \quad A = 0,9B \cdot H \quad 1.4.5$$

$$\text{Otobüs ve Kamyonlar için:} \quad A = 0,8B \cdot H \quad 1.4.6$$

ampirik formülleri ile bulunabilir.



Sekil 1-11. İki tip tasitin onden gorunusu



Sekil 1-12. Araca etkiyen kaldırma ve hava direnci kuvvetleri

Hava direnci katsayısı C_D aracın dış şekline bağlıdır ve aerodinamik hava tünellerinde aracın modeli üzerinde yapılan deneylerle bulunur. Tablo 1-3'de çeşitli araç tipleri için hava direnci katsayıları verilmiştir. Bütün bu anlatılanların yanında birde araca etkiyen aerodinamik kaldırma kuvveti vardır. Bu kuvvet;

$$F_I = \int (P_{ust} - P_{alt}) dA \quad 1.4.7$$

ile ya da kısaca C_L boyutsuz kaldırma kuvveti olmak üzere:

$$F_I = 0,5 C_L \rho_h \cdot A \cdot V^2 \quad (N) \quad 1.4.8$$

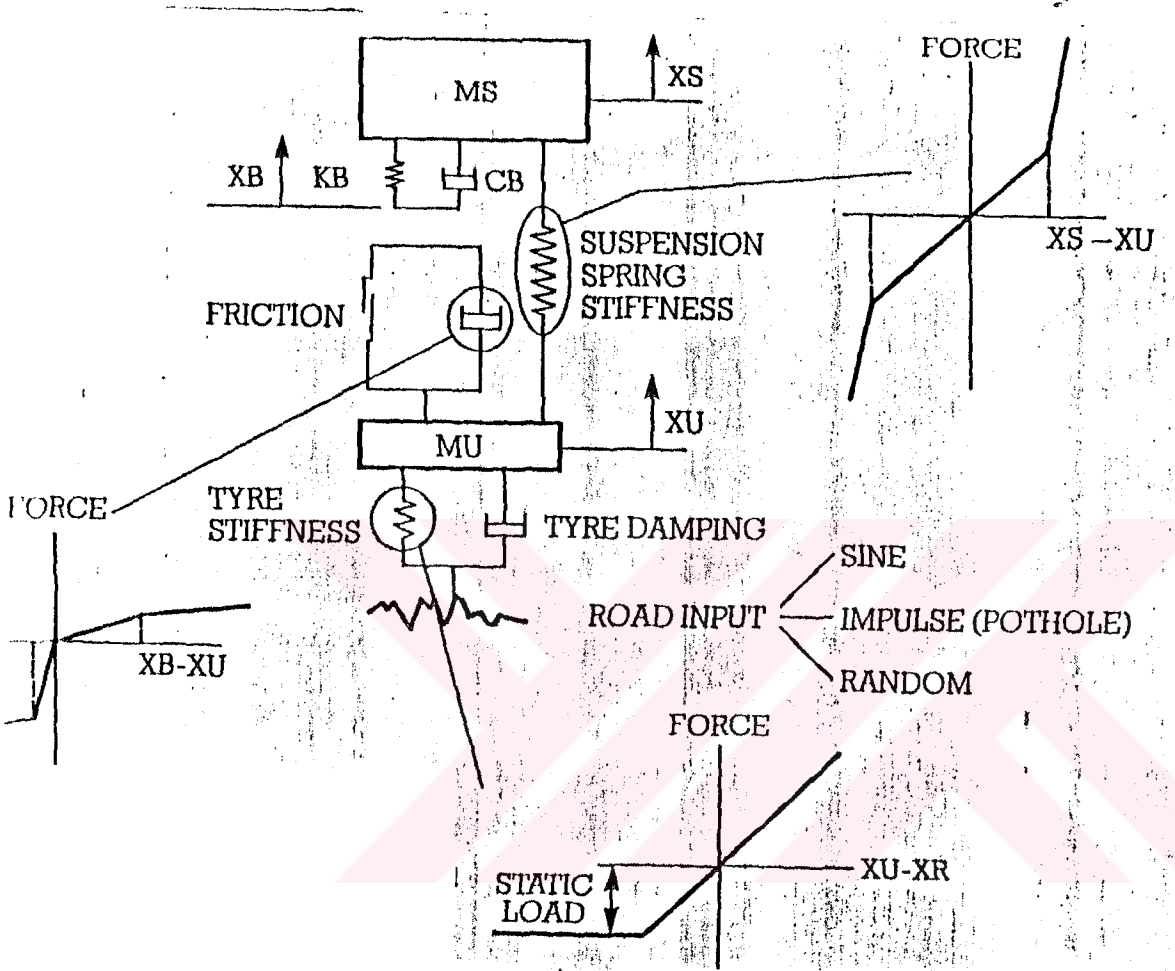
olarak ifade edilir.

F_h ve F_I kuvvetleri araç üzerinde bir momente sebep olurlar. Buna "Baş vurma momenti" denir.

$$M_{hI} = F_h (H_h - H_o) + F_I \cdot L_I \quad (Nm) \quad 1.4.9$$

Hava direnci, hava direnç katsayısı, ön profil alanı ya da taşıt hızının azaltılması ile düşürülebilir. Bütün taşıtların hava direncinin azaltılması amacıyla aerodinamik bakımdan uygun şekillendirilmesi önemli bir konudur. Yüksek gövdelerde hava direncinin azaltılması gövdeye göre hava akımının hava yönlendirme donanımları ile mümkündür. Bu şekilde bilhassa şoför kabini üstüne taşan gövde alnındaki basınç azaltılabilir.

Yüksek konteynerli bir treylerde hava yönlendirme sacı ile hava direncinin, hava yönlendirme sacının olmadığı duruma göre üçte bir oranında azaltılabileceği görülmüştür. Kısacası, hava yönlendirme sacları şoför kabini çok üstüne taşan göv-

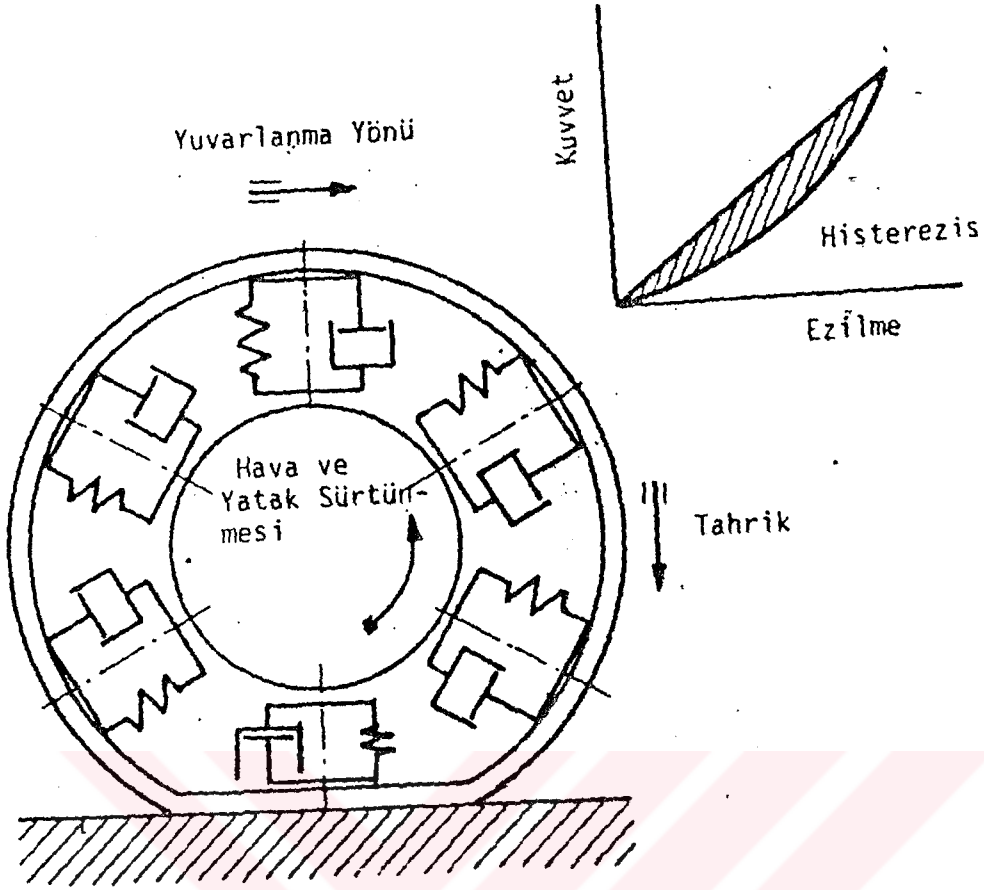


Sekil 1-13. Seyir halindeki bir tasitin lastik ve suspansiyon donanimlarına etkiyen kuvvetler de simulasyon yontemiyle bigisayarda hesaplanabilirler.

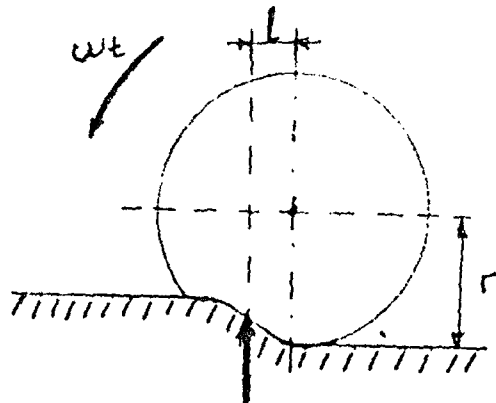
delerde büyük enerji tasarrufu sağlayabilirler. Ancak bunun olması için bir diğer şart da izafi olarak yüksek ortalama hızlara erişebilmesidir. Bu şekilde hava direnci üçte bir oranına kadar azaltılabilirken, %10'a kadar bir yakıt tasarrufu beklenebilir.

Hava direncini yenmek için harcanan enerjinin, hızın üçüncü kuvvetiyle orantılı artmasından dolayı bunu azaltmak için hızı azaltma yoluna gidilebilir. Mesela yatay bir yolda 80 Km/saat sabit hızla seyretmek taşıt cinsinde bağlı olarak %10 ile %20 arasında yakıt tasarrufu sağlanmaktadır. Fakat bu şekilde uzayan seyir zamanına bağlı giderler nedeniyle kötüleşen toplam ekonomi gibi bir takım önemli mahzurlar olduğu için bu yola gidilmesi hiç bir şekilde kabul edilmez görülmektedir. Taşıtın gövdesine, hızına ve ağırlığına bağlı olarak hava direnci yuvarlanma direncinden daha büyük yada daha küçük olabilir. Hafif tek arabalarda hava direnci yük katarlarında veya aerodinamik açıdan elverişli şehirler arası otobüslerde yuvarlanma direnci daha büyük değerlerdedir.

1.4.3. YUVARLANMA DİRENCİ; Taşıtların elastik havalı lastikleri basitleştirilmiş olarak birer yay-daşbot sistemi olarak düşünülebilir. Şekil 1-15. Yuvarlanma esnasında lastiğin özellikle sırt kısımları şekil değişimine uğrar. Yol-Kuvvet diyagramı şekil değişimine uğrayan, belirli bir sönüme sahip lastik miktarına ve ezilme-temas bölgesi uzunluğu oranına bağlı olarak geri alınamayan işi, yani yuvarlanma direnci ile kaybı belirleyen az veya çok bir histerezisi gösterir. Kısacası yay-daşpot sistemi olarak tasavvur edilen lastiklerde sistemin "histerezisi" yuvarlanma direncinin sebebidir. Buradan da lastik kütlesinin azaltılmasının sönümü de (dolayısıyla yuvarlanma direncinide) küçülteceği sonucuna varılır. Ancak bu, mesela uzun ömrün istenmediği durumlarda kullanılır. Mesela yarış



Sekil 1-14. Havali lastikler çiftlenmiş birer yay-daspot sistemi olarak düşünülebilirler. Bunların histerezisi yuvarlanma direncinin nedenidir.



Sekil 1-15. Yuvarlanan bir lastik

arabalarında lastik ömrünün uzun olması değilde, yuvarlanma direncinin düşük olması istenir. Budurumda ince sırtlı lastikler kullanılır. Oysa ticari amaçlı taşıtlar ve binek arabalarında da ömür faktörü ön plana çıktığı için bu yola gidilmez. Ayrıca yuvarlanma direncinin azalması için ezilmenin küçülmesi yani lastiklerin sertleştirilmesi de bir çözüm olmakla beraber buda dinamik aks yüklerinin büyümesine ve dolaylı olarak taşıt ömrünün azalmasına neden olur. Radyal lastiklerin kullanılması; az sönümlü olmaları ve izafi olarak daha sert ve az şekil değiştiren bir sirta sahip olmaları ve de yaylanmanın büyük ölçüde yanaklara kaydırılmış olmasından ötürü uygun bir çözümdür

Taşıtlara etkiyen yuvarlanma direnci kuvveti:

$$F_y = f \cdot G \cdot \cos(E) \quad (N) \quad 1.4.10$$

ile hesaplanmaktadır. Burada f boyutsuz yuvarlanma direnci katsayısıdır. Teorik olarak yuvarlanma direnci katsayısı;

$$f = 1/r \quad 1.4.11$$

bağıntısından hesaplanmaktadır. Diğer bir basit ampirik ifade ise;

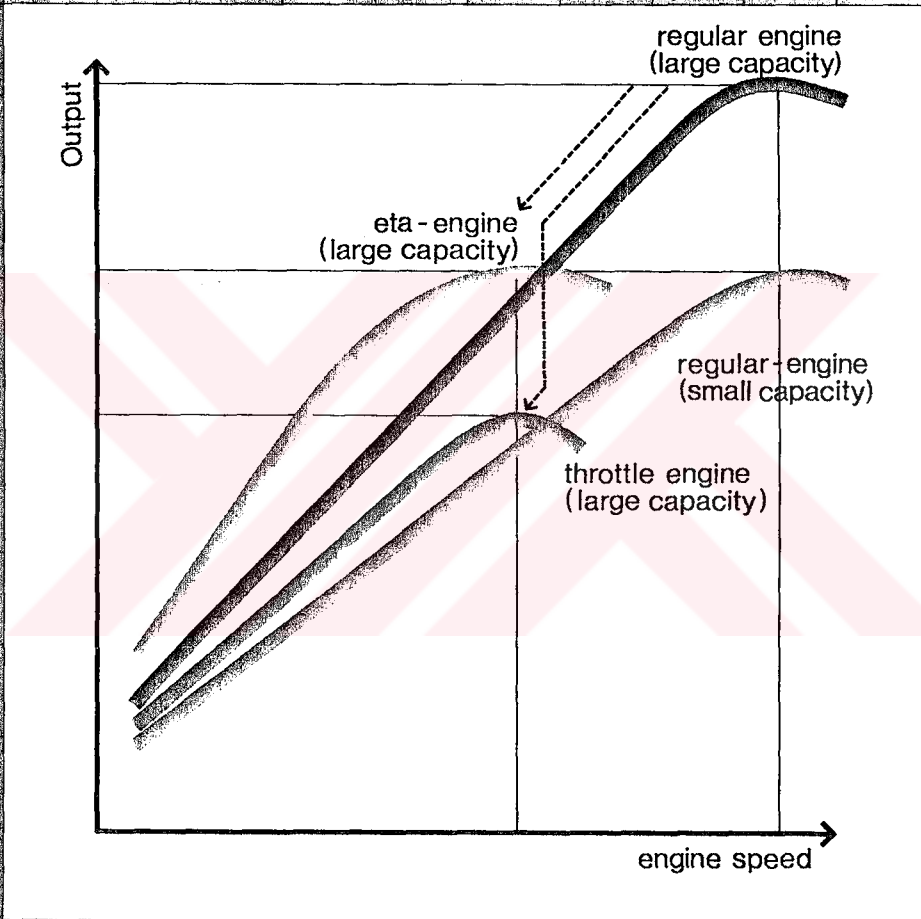
$$f = f_0 (1 + V^2/1500) \quad 1.4.12$$

ifadesidir. f_0 yol tipine göre değişen bir katsayı, V ise aracın hızıdır.

Tablo 1-4. Çeşitli yol tiplerine ait f_0 ve f_{ort} değerleri:

| Yol tipi | Durum | f_0 (V=14m/sn) | f_{ort} |
|--------------|----------------|------------------|-------------|
| Asfalt-Beton | Mükemmel | 0.014 | 0.014-0.018 |
| Asfalt-Beton | Yeterli | 0.018 | 0.014-0.020 |
| Parke | ----- | 0.025 | 0.023-0.030 |
| Toprak | Kuru-Sıkışmış | ----- | 0.025-0.035 |
| Toprak | Yağmur sonrası | ----- | 0.050-0.150 |
| Demir ray | ----- | ----- | 0.001-0.002 |
| Kum | ----- | ----- | 0.100-0.300 |

Comparison of engine concepts



1.4.4. İVME DİRENCİ; Aracın ivmeli hareket etmesi halinde harekete engel olacak şekilde aracın ataletinden dolayı bir atalet kuvveti ortaya çıkacaktır. Bu kuvvet:

$$F_{i1} = ma \quad (N) \quad 1.4.13$$

olarak bulunur. Burada m (Kg), aracın kütlesini, a (m/sn²) ise aracın ivmesini belirtmektedir. Bu kuvvetten başka harekete engel olacak şekilde etkiyen bir kuvvet daha vardır. Bu aracın dönel hareket yapan organlarının ataletinden doğan kuvvettir. Bunun hesabı için motor, kardan mili, tekerlek ve dönme hareketi yapan diğer bütün elemanların atalet momentlerinin bilinmesi gereklidir. Bu bilginin elde edilmesi ise hesapların karışıklığından dolayı oldukça güçtür. Bölüm 1.2'de 1.2.23 no.lu bağıntısının son kısmının ivme direnci kuvvetinin bir bölümü olduğu belirtilmişti. Bu kuvvet;

$$F_{i2} = (\eta_{tr} \cdot I_e \cdot i_{tr}^2 + I_{tr} + I_t) \cdot a / r^2 \quad 1.4.14$$

olarak yazılabilir. Burada motor, transmisyon ve tekerleklerdeki dönel elemanların toplam atalet momentleri sırasıyla I_e , I_{tr} , ve I_t olarak verilmektedir. F_{i1} ve F_{i2} kuvvetlerinin toplamı aracın ivme direncini oluşturur.

$$F_i = F_{i1} + F_{i2} = ma + (\eta_{tr} \cdot I_e \cdot I_{tr}^2 + I_{tr} + I_t) \cdot a / r^2 \quad 1.4.15$$

Yukarıda bölümler halinde açıklanan taşıt direnç kuvvetlerinin toplamı taşıta etkiyen toplam direnç kuvvetini verir.

$$F_d = F_e + F_h + F_y + F_i \quad (N) \quad 1.4.16$$

Yatay bir yolda hareket dirençlerinin hava ve yuvarlanma direnci olarak dağılması muhtelif taşıtlar için kendine hastır. Mesela yuvarlanma direncinin toplam direnç içindeki yüzdesi yük

katarlarında yüksektir. Oysa hızların limitli olduğu şehir içi otobüslerde, hava direnci yüzde olarak küçük buna karşılık ivme direnci ise büyük değerlerdedir. Şehirlerarası hafif taşıtlarda hava direnci en yüksek yüzdeye sahiptir. Bunun sebebi azalan taşıt ağırlığı ile taşıt ön profil alanının çok az küçülmesidir.

Yol dirençlerinin gücü, direnç kuvvetleri ile taşıt hızının çarpımı ile bulunur.

$$P_d = F_d \cdot V \quad (W) \quad 1.4.17$$

Aracın tahrik gücü ;

$$P_t = F_{ta} \cdot V \quad (W) \quad 1.4.18$$

ile direnç gücü her an için birbirine eşittir.

$$P_t = P_d \quad 1.4.19$$

1.2.29 ve 1.4.19 nolu bağıntılardan motorun efektif gücü;

$$P_e = P_d / \eta_{tr} \quad (W) \quad 1.4.20$$

olarak bulunur. 1.2.23 ve 1.2.25 nolu bağıntılardan ise aracın 100 Km'deki yakıt sarfiyatı;

$$Y = (be \cdot F_d) / (36 \rho_y \cdot \eta_{tr}) \quad (lt/100Km) \quad 1.4.21$$

bulunur. Bu eşitlikte ρ_y yakıtın (Kg/m^3) biriminde yoğunluğudur.

Direnç gücünü kullanarak, taşıta ait motorun maksimum efektif gücü bilindiğine göre, taşıtın ulaşabileceği maksimum hızı bulunabilir.

$$P_{emax} = P_d / \eta_{tr} \quad 1.4.22$$

Direnç gücü hava ve yuvarlanma dirençlerinden ötürü hızın bir fonksiyonudur. Ayrıca transmisyon verimi de hidrolik moment kaybından ötürü hızın bir fonksiyonudur. Bunlara sırasıyla $g_1(V)$ ve $g_2(V)$ fonksiyonları denir ve de P_{emax} 'in sabit olduğu düşünülürse;

$$g_2(V) \cdot P_{emax} = g_1(V) \quad 1.4.23$$

yazılabilir. $g_2(V) \cdot P_{emax}$ eşitliğin sağ tarafına geçirilerek yeni bulunan ifade bir $G(V)$ fonksiyonuna eşitlenirse;

$$G(V) = g_1(V) - g_2(V) \cdot P_{em} \quad 1.4.24$$

elde edilir. $G(V)$ fonksiyonunu sıfır yapan hızın değeri maksimum hız (V_{max})'dır. G fonksiyonunun kökünü Newton-Raphson iterasyon yöntemi ile bilgisayarla bulmak mümkündür. G fonksiyonunun türevi G' , maksimum hız için ilk tahmini değer V_k ise bir sonraki hesap adımında hızın değeri;

$$V_{k+1} = V_k - G(V_k) / G'(V_k) \quad 1.4.25$$

olarak bilgisayara hesaplatılabilir. G nin değeri belirli bir tolerans değerinden küçük olunca hesaplama işlemi durdurulur ve o andaki hız aranan maksimum hızdır.

1.5. MOTORLU ARAÇLARDA SİMULASYONUN ÖNEMİ

Gerçek sistem yerine aynı performansı gösteren sentetik bir sistemin incelenmesi işlemine sistem simülasyonu adı verilmektedir. Bunun için gerçek sistemin bütün performans karakteristiklerinin bilinmesine ihtiyaç vardır.

Motorlu araçlarda simülasyona gidilmesindeki önemli nedenlerden biri araca uygulanacak yol testlerinin masraflı

oluşu ve her türlü yol şartlarının laboratuvarlarda tam olarak taklit edilememesidir. Araç üzerinde yapılacak bazı hassas ölçümler için gerek duyulan ölçü aletlerinin temini çok güç yada pahalı olabilir. Buna karşılık aracın performans değerleri iyi biliniyorsa simülasyon işlemi bazı işletme problemlerinin sebeplerinin belirlenmesinde veya aracın etkinliğinin iyileştirilmesinde tercih edilebilecek bir çözümdür. Simülasyon gerçek sistemi gözleminin ekonomik olmadığı durumlarda uygulanır.

Simülasyonun uygulandığı diğer bir durum; henüz dizayn aşamasındaki, prototipi yapılmamış sistemlerin davranışlarının incelenmesidir. Bu şekilde henüz var olmayan hayali bir motor ve/veya araç bilgisayar yardımıyla kolaylıkla denenebilir. Hakkı seyirler, cadde trafiğindeki ölçme neticelerinden türetilenlere göre yapılan programlarla bilgisayarla taklit edilebilir.

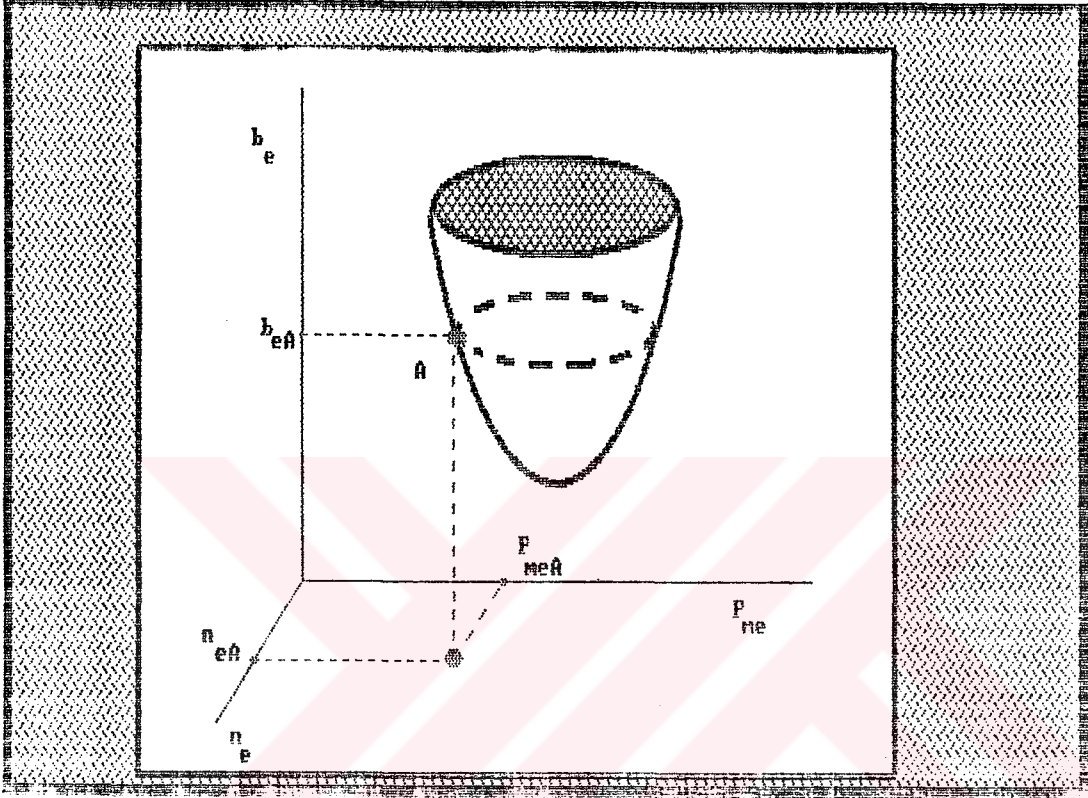
BOLUM 2

MATEMATİK MODELİN KURULMASI

2.1. PERFORMANS EĞRİLERİNİN MODELLENMESİ

Sabit özgül yakıt sarfiyatı eğrisi şekil olarak elipse benzemekle beraber tam olarak elips değildir. Bu sebeple bu eğrilerin modellenmesinde elips deklemini kullanamayız. Bilgisayarların gelişmesi, analitik olarak ifade edilmesi güç olan bazı eğrilerin sayısal olarak ifade edilebilmesi olanağını ortaya çıkarmıştır. Öyle ki, $(-\infty, +\infty)$ aralığında tanımlı ve sürekli $f(x)$ fonksiyonuna, belirli bir $[a, b]$ aralığında esit olacak şekilde bilgisayarla farklı bir $g(x)$ eğrisi uydurulabilmektedir. Kısacası, $f(x) \neq g(x)$ olmasına rağmen, söz konusu $[a, b]$ aralığında, $a \leq x \leq b$ olmak üzere $f(x) = g(x)$ olmaktadır. Bu çalışmada performans eğrilerinin modellenmesinde bu ana düşünceden hareket edilecektir.

Amaç yakıt sarfiyatının tesbiti olduğu için, performans eğrileri, ortalama efektif basınç (p_{me}) ve motor devir sayısı (n_e) belli iken özgül yakıt sarfiyatının (b_e) hesaplayacak tarzda modellenmelidir. Diğer bir deyişle, $b_e = f(p_{me}, n_e)$ özgül yakıt sarfiyatını belirten bir yüzey ise (Şekil 2-1) $[p_{memin}, p_{memax}]$ ve $[n_{emin}, n_{emax}]$ aralıklarında $F(p_{me}, n_e) = (p_{me}, n_e)$ olacak şekilde $b_e = G(p_{me}, n_e)$ yüzeyi aranmalıdır.



Sekil 2-1. Performans egrileri uc boyutlu uzayda bir yuzey teskil ederler.

A'_0 sembolü $A_{00}, A_{01}, \dots, A_{0n}$ katsayılarını A'_1 sembolü $A_{10}, A_{11}, \dots, A_{1n}$ katsayılarını ve diğer A' sembolleri kendi guruplarındaki A katsayılarını içermektedir. Bunlar B katsayılarının hesabında kullanılır. B katsayılarında matris işlemleriyle bulunurlar. Bunların bulunmasından sonra iki değişkene bağlı olarak aranan polinom aşağıdaki şekli alır.

$$be = (B_{00} + B_{10} \cdot P_{me} + B_{20} \cdot P_{me}^2 + \dots + B_{n0} \cdot P_{me}^n) + (B_{01} + B_{11} \cdot P_{me} + B_{21} \cdot P_{me}^2 + \dots + B_{n1} \cdot P_{me}^n) \cdot n_e + \dots + (B_{0n} + B_{1n} \cdot P_{me} + \dots + B_{nn} \cdot P_{me}^n) \cdot n_e^n \quad 2.1.1$$

Bu konuda ayrıntılı bilgi için kaynak (2) veya (6)'ya başvurulabilir. Vurgulanması gereken önemli bir husus, p_{me} ve n_e değerlerinin eşit aralıklarla okunmuş ve sayılarının eşit olması gerektiğidir. Bir matrisin tersinin alınabilmesi için bunun bir kare matris olması gereklidir. Bu ise eşit sayıda p_{me} ve n_e değerleri ile sağlanır.

2.1.2. LAGRANGE ENTERPOLASYONU

Lagrange enterpolasyonu eğri uydurmada kullanılan polinom formunda bir yöntemdir. Verilerin eşit aralıklarda okunmasını ve simültane denklem sistemleri çözümünü gerektirmemesi "polinom reprezentasyonu" yönteminden olan üstünlükleridir. quadratik bir eğri için tek değişkene bağlı olarak lagrange enterpolasyonunun en çok kullanılan şekli:

$$y = C_1 (X - X_2)(X - X_3) + C_2 (X - X_1)(X - X_3) + C_3 (X - X_1)(X - X_2) \quad 2.1.2$$

Burada;

$$\begin{aligned} C_1 &= y_1 / [(X_1 - X_2)(X_1 - X_3)] \\ C_2 &= y_2 / [(X_2 - X_1)(X_2 - X_3)] \\ C_3 &= y_3 / [(X_3 - X_1)(X_3 - X_2)] \end{aligned} \quad 2.1.3$$

olarak hesaplanan katsayılarıdır. Verilen bu örnek kuadratik bir eğri uydurmaktadır. n. derece bir eğriyi belirtmek üzere kullanılan genel form şu şekildedir:

$$y = \sum_{i=1}^n y_i \cdot \prod \frac{(x-x_j)}{(x_i-x_j)} \quad 2.1.4$$

2.1.4 ifadesinin payında $(x-x_j)$, paydasında ise (x_i-x_j) , terimleri ihmal edilmelidir. Buna benzer olarak iki değişkenli hal için :

$$be = \sum_{i=1}^n \cdot \sum_{j=1}^m be_{ij} \cdot \prod_{k=1}^n \prod_{l=1}^m \frac{(P_{me} - p_{mek})(n_e - n_{el})}{(P_{mei} - P_{mek})(n_{ej} - n_{el})} \quad 2.1.5$$

yazılabilir. Bu işlemler çok uzun olduğu için bunları bilgisayarla yapmak uygundur.

2.1.3. NEWTON-GREGORY FORWARD YONTEMI

Eşit aralıklarla şekil 2-2 de' okunan veriler Tablo 2-1' de görülmektedir. Bu enterpolasyon yaygın olarak :

$$f(x) = f_0 + \binom{s}{1} \Delta f_0 + \binom{s}{2} \Delta^2 f_0 + \dots + \binom{s}{n} \Delta^n f_0 \quad 2.1.6$$

formunda kullanılmaktadır. Burada,

$$h = x_1 - x_0 = \Delta x \quad 2.1.7$$

$$s = (x - x_0) / h \quad 2.1.8$$

$$f_0 = f(x_0)$$

$$f_1 = f(x_1)$$

.

.

$$f_n = f(x_n)$$

2.1.9

$$\Delta f_i = f_{i+1} - f_i$$

$$\Delta^2 f_i = f_{i+2} - 2f_{i+1} + f_i$$

$$\Delta^3 f_i = f_{i+3} - 3f_{i+2} + 3f_{i+1} - f_i$$

2.1.10

⋮

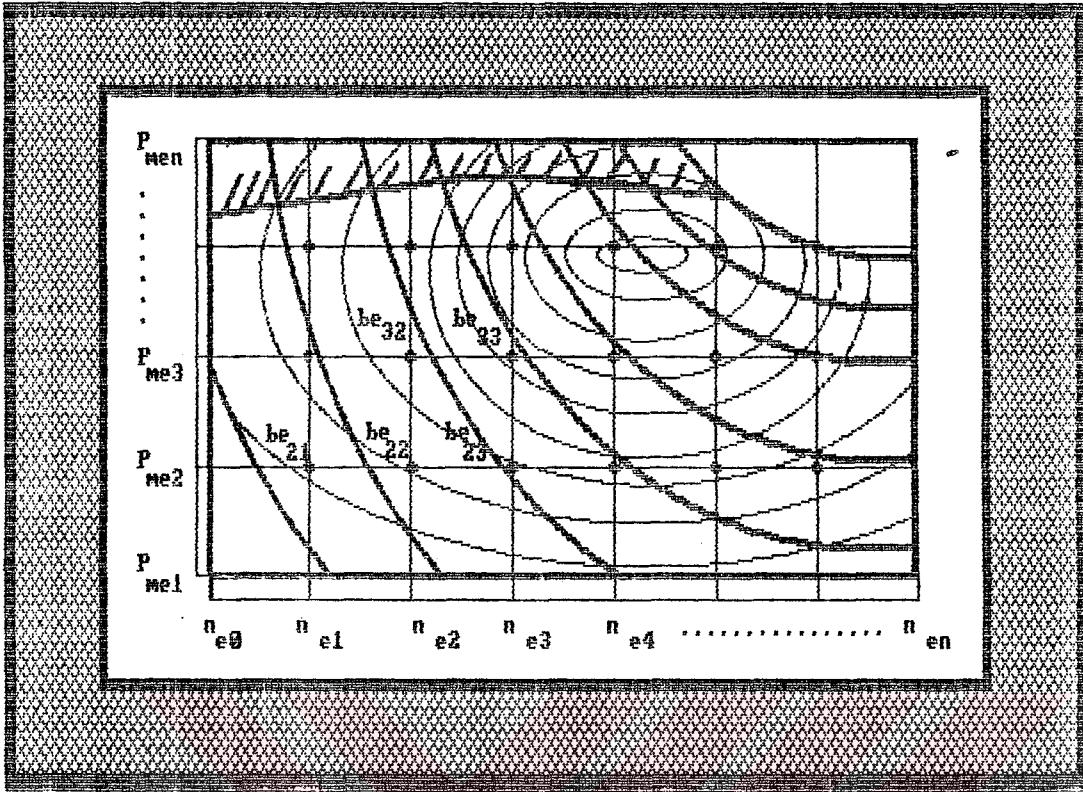
$$\Delta^n f_i = f_{i+n} - n f_{i+n-1} + \frac{(n(n-1)/2!)}{1} f_{i+n-2} - \frac{(n(n-1)/3!)}{1} f_{i+n-3}$$

olarak hesaplanmaktadır. $\Delta f_0, \Delta^2 f_0, \dots, \Delta^n f_0$ fark tablosundan bulunan fark değerleridir. Bunların daha iyi anlaşılabilmesi için Tablo 2-2 ye bakılmalıdır.

$$\binom{s}{n} = \frac{(s-1)(s-2)\dots(s-n)(s-(n+1))}{n!} \quad 2.1.11$$

TABLO 2-1. Performans egrilerinden verilerin okunmasıyla olusturulan tablo:

| | ne0 | ne1 | ne2 | ne3 | |
|-----------|------|------|------|------|------|
| P_{me0} | be00 | be01 | be02 | be03 | |
| P_{me1} | be10 | be11 | be12 | be13 | |
| P_{me2} | be20 | be21 | be22 | be23 | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| P_{men} | ben0 | ben1 | ben2 | ben3 | |



Sekil 2-2. Performans egrilerinden verilerin okunması

TABLO 2-2. Fark Tablosu

| s | x | f(x) | Δf | $\Delta^2 f$ | $\Delta^3 f$ | $\Delta^4 f$ |
|----|----------|----------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| -2 | x_{-2} | f_{-2} | | | | |
| -1 | x_{-1} | f_{-1} | Δf_{-2} | | | |
| 0 | x_0 | f_0 | Δf_{-1} | $\Delta^2 f_{-2}$ | | |
| 1 | x_1 | f_1 | Δf_0 | $\Delta^2 f_{-1}$ | $\Delta^3 f_{-2}$ | |
| 2 | x_2 | f_2 | Δf_1 | $\Delta^2 f_0$ | $\Delta^3 f_{-1}$ | $\Delta^4 f_{-2}$ |
| 3 | x_3 | f_3 | Δf_2 | $\Delta^2 f_1$ | $\Delta^3 f_0$ | $\Delta^4 f_{-1}$ |
| 4 | x_4 | f_4 | Δf_3 | $\Delta^2 f_2$ | $\Delta^3 f_1$ | $\Delta^4 f_0$ |

2.1.6. ifadesinde n polinomun derecesini belirtmektedir. Bunun için $n+1$ veriye ihtiyaç vardır. Newton-Gregory Forward enterpolasyonu yönteminde fark tablosunun sol üst köşeden sağ alt köşeye doğru olan diagonal doğrultudaki fark değerleri kullanılmaktadır. Bundan başka diğer fark değerlerin kullanıldığı yöntemlerde vardır. Mesela Newton-Gregory Backward, Gauss Forward, Gauss Backward, Stirling ve Bessel yöntemleri. Bütün bu yöntemlerdeki fark değerleri "Lozenge diyagramı" denen diyagram yardımıyla kullanılırlar. Bu konuda ayrıntılı bilgi için kaynak (2) ye başvurulabilir.

İki değişkene bağlı olarak Newton-Gregory Forward yönteminin uygulanması tek değişken halindeki benzerdir. P_{me} ve n_e değerleri belli olduğuna göre, bunlardan biri kullanılarak diğer değişkenin okuma yapılan tüm noktaları için fark tabloları teşkil edilir.

Bundan sonra fark tablosu hangi değişkene göre oluşturulmuşsa değişkenin enterpolasyon yapılması istenen değeri için ara değerler hesaplanır. Ara değeri bulunması istenen nokta (p_{meA}, n_{eA}) olsun. P_{me0} dan P_{men} e kadar bütün okuma yapılan P_{me} noktaları için $be-n_e$ için $(n+1)$ adet farktablosu için n_{eA} değeri kullanılarak be değerleri hesaplanır. Tablo (2-3) de $P_{me} = P_{me1}$ için n_{eA} noktası için be_1 in bulunması gösterilmiştir. be değerleri 2.1.6 numaralı eşitliğe benzer olarak hesaplanır. $P_{me} = P_{m1}$ için,

$$be = be_{10} + \binom{s}{1} \Delta be_{10} + \binom{s}{2} \Delta^2 be_{10} + \dots \quad 2.1.12$$

TABLO 2-3. $P_{me} = P_{me1}$ noktasında $n_e = n_{eA}$ için be_1 degerinin okunmasi;

| n_e | be | Δbe | $\Delta^2 be$ | $\Delta^3 be$ |
|----------|-----------|------------------|--------------------|--------------------|
| n_{e1} | be_{10} | Δbe_{10} | | |
| n_{e1} | be_{11} | Δbe_{11} | $\Delta^2 be_{10}$ | |
| n_{e2} | be_{12} | Δbe_{12} | $\Delta^2 be_{11}$ | $\Delta^3 be_{10}$ |
| n_{e3} | be_{13} | | | |

Bulunan be degerleri için son bir $be - P_{me}$ fark tablosu oluřturulur (Tablo 2-4) ve P_{meA} için aranan be_A değeri bulunur.

$$be_A = be_0 + \sum_1^s \Delta be_0 + \sum_2^s \Delta^2 be_0 + \dots \quad 2.1.13$$

TABLO 2-4. $P_{me} = P_{mA}$ için be_A degerinin bulunmasi;

| P_{me} | be | Δbe | $\Delta^2 be$ | $\Delta^3 be$ |
|-----------|--------|---------------|---------------|-----------------|
| P_{me0} | be_0 | Δbe_0 | | |
| P_{me1} | be_1 | Δbe_1 | Δbe_0 | |
| P_{me2} | be_2 | Δbe_2 | Δbe_1 | $\Delta^3 be_0$ |
| P_{me3} | be_3 | | | |

Tablo 2-1 deki veriler ne kadar çok olursa iki nokta arasında düşen bir değer o kadar az hatalı olarak hesaplanabilir. Buna karşılık eğrinin mertebesi büyüdükçe fark tablolarındaki hatalarda o oranda büyümektedir. Tek değişkene

göre ara değer bulmada bu yöntem uygulandığında, hataların hesaplanarak bulunacak sonuca ilave edilmesi için literadürte verilmiş bazı yöntemler mevcuttur. Ancak değişken sayısı birden fazla olursa hataların hesabı zorlaşmaktadır. Bu nedenle eğrilerin mertebesini küçük değerlerde tutmakta yarar vardır.

Bilgisayar programında ara değeri bulunacak nokta etrafında üç satır ve dört sütundan oluşan bir bölgeyi belirleyecek bir mantık kullanılmıştır. Buna göre n_e ve P_{me} değerleri belli iken bunların karşı geldiği be değeri dikdörtgen bir bölgenin ortasına düşmekte ve hesaplarda sadece bu bölge içinde kalan veriler kullanılmaktadır. Hesap hatalarının azalması için hesap adımının (h) küçük seçilmesi gerektiği hatırlatılmalıdır. Hatalar hesap adımının n. kuvvetiyle orantılıdır.

Yukarıda açıklanan eğri uydurma yöntemlerinin her biri için birer bilgisayar programı hazırlanmıştır. Bunlardan en son açıklanan Newton-Gregory Forward yönteminin simülasyon programında kullanılmasına karar verilmiştir. •

Polinom reprezentasyonu yöntemi yüksek dereceli terimlerden ötürü sayısal olarak çok büyük yada çok küçük değerlerde terimlerin doğmasına sebep olmaktadır. Ayrıca matris işlemlerinin de yapılması bilgisayar hafızasında çok fazlalar işgal edilmesine yol açar. Bu da hesap süresinin uzamasına neden olmaktadır. 12. dereceden yüksek polinomlar için bu yöntem kullanılmayacak kadar büyük hataya sahip sonuçlar vermektedir. Hatalar Tablo 2-1 in kenarlarına doğru büyümektedir.

Polinom perrezentasyonu yöntemi için söylenen Lagrange enterpolasyonu için de söylenebilir. Yüksek dereceli terimler çarpma hatalarının büyümesi ve hesap süresinin uzamasına neden olmaktadır. Örneğin 64K bellek kapasitesine sahip bir mikrobilgisayarda 400 elemandan oluşan özgül yakıt sarfiyatı matrisi-

nin kullanılması halinde hesap süresi yaklaşık 4 dakika sürmektedir. Bulunan sonuç ise bazı noktalar için hatalı olmaktadır.

Newton-gregory Forward yöntemi yukarıda izah edilen tablonun belli bölgelerini kullanan haliyle oldukça doğru neticeler vermektedir. Tablonun tümünü yani bütün verilerin kullanıldığı durumda bu yöntem de büyük hatalar vermektedir. Ayrıca hesap süresi de çok uzamaktadır. 800 elamanlı be matrisinin kullanılması halinde 64K'lık bir mikro bilgisayarda hesap süresi yaklaşık 7 dakikadır.

Tablonun istenen bölgelerini kullanma yolu polinom representasyonu ve Lagrange enterpolasyonu yöntemlerine de uygulanarak istenen hassasiyette neticeler alınabilir. Ancak bu çalışmada bu tatbik edilmemiştir. Polinom representasyonu ve Lagrange enterpolasyonu için yazılan bilgisayar programları EK'D de verilmiştir.

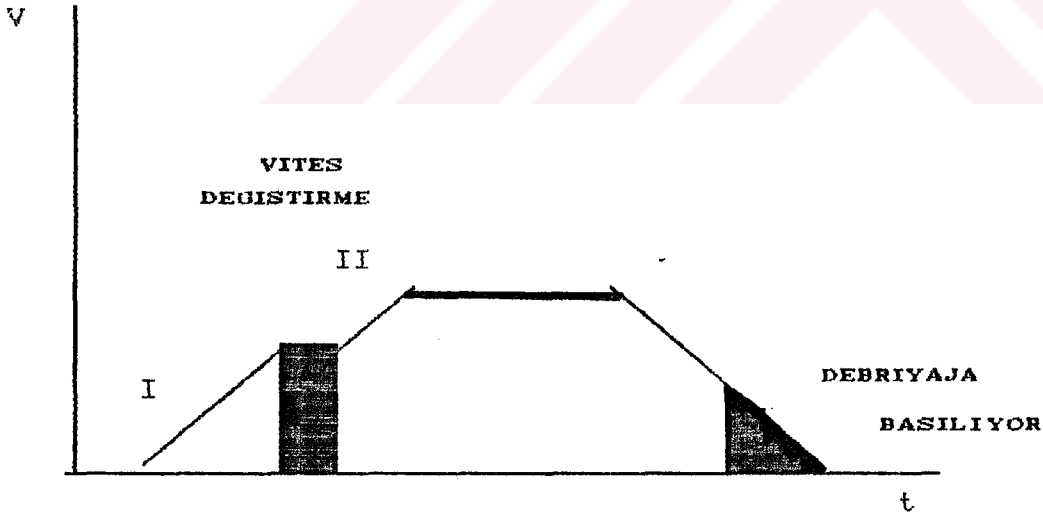
2.2. TAŞITLARDA SEYİR ÇEVİRLERİ

Motorlu taşıtlarda gerek motorun sarf edeceği yakıt miktarı gerekse motorun egzoz emisyonu, sürücünün taşıtı sürüş şekline diğer bir deyişle hız-vites seçimine doğrudan bağlıdır. Farklı sürücülerin aynı şartlarda aynı taşıtı denemeleri halinde ± 10 civarında yakıt sarfiyatı farkı tespit edilmiştir.

Seyir çevrimleri, taşıtların yakıt ekonomisi yada egzoz emisyonu miktarlarının belli bir kritere göre verilebilmesi ve bu yönden mukayese edilebilmesi amacıyla düşünülmüş deneylerdir. Taşıtlar için hazırlanan benzeşim programları yardımıyla seyir çevrimlerini bilgisayarlarla taklit etmek

mümkündür. Bugün en yaygın olarak bilinen ve kullanılan standartlaşmış çevrimler Avrupa ve Kaliforniya seyir çevrimleridir. Trafik engelleri ve topografik yol şartları da göz önüne alınarak hakiki şehir içi, şehir dışı (otoyol) yada karma çevrimler için bu tip programlar hazırlanabilir.

Şekil (2-3) den de görüldüğü gibi, seyir çevrimlerinde araç hızı ve vites kademelerinin zamana göre değişimi bellidir. Bu nedenle $V=f(t)$ olduğu söylenebilir. Bilgisayar programında seyir çevrimlerinin modellenmesi için, performans eğrilerinde olduğu gibi veriler tablolar halinde bilgisayara girilebilir yada $f(t)$ fonksiyonu verilmelidir. Şekil (2-3)'deki gibi bir hız-zaman değişiminin sayısal olarak birtek eğriye yudurulması çok sayıda veriyi gerektirir. Çevrimin toplam süresi artarsa bu yolla seyir çevriminin modellenmesi bellekte çok yer işgal eder.



Şekil 2-3. Örnek bir seyir çevrimi eğrisi

Çevrimi zaman dilimlerine bölerek her dilimdeki hız değışımi ve vites kademesinin verilmesinin uygun bir yol olduğu kanısına varılmıştır. Zamana göre aracın ivmesi ve vites kademesi saptanarak aracın hızı ve katettiği yol hesaplanacaktır. Program bunu gerçekleştirecek tarzda yapılmalıdır.

Örneğin,

$$\begin{aligned} t_1 < t \leq t_2 & \text{ ise } a=1 \text{ ve vites}=1 \\ t_2 < t \leq t_3 & \text{ ise } a=0 \text{ ve vites}=2 \end{aligned}$$

gibi Δt , programda seçilen hesap adımı ise aracın hızı ve katettiği yol,

$$V_2 = V_1 + a \cdot \Delta t \quad (\text{m/s}) \quad 2.2.1$$

$$S_2 = S_1 + V_1 \cdot \Delta t \quad (\text{m}) \quad 2.2.2$$

ile hesaplanır. EK E' de Avrupa seyir çevrimine ait ayrıntılı bilgi verilmiştir.

2.3. İVMELENME OLAYI

Taşıt ivmeli hareket ederken atalet kuvvetlerini yenmek için ilave bir gücün harcanması gereklidir. Bu gibi hallerde tam gaz şartlarına yaklaşıldığından zengin yakıt-hava karışımına ihtiyaç vardır. Benzin motorlarında ivme pompası ile sağlanan bu ek yakıt motor performans eğrilerinden hesaplanan yakıt sarfiyatına ilave edilmelidir. Bu ise yakıt ekonomisinin kötüleşmesi demektir.

Benzin motorunda ivme pompası karakteristikleri bilindiği takdirde bunlar yardımıyla ivmelenme durumunda püskürtülecek olan ek yakıt hesaplanabilir. Bunu gerçekleştirecek bir bilgisayar programı bu çalışmada sunulan programa biralt program olarak ilave edilebilir.

Bölüm 1.4.4' de ivme direnci olarak hesaplanan kuvvetler araca etkiyen atalet kuvvetleridir. Bu kuvvet 1.4.15 numaralı bağıntı ile verilmiştir.

$$F_i = m \cdot a + (\eta_{tr} \cdot I_e \cdot i_{tr}^2 + I_{tr} + I_i) \cdot a / r^2 \quad 1.4.15$$

Bu atalet kuvvetinin hesap edilmesi motor, transmisyon ve tekerlek atalet momentlerinin belirlenmesine bağlıdır.

2.3.1. MOTOR ATALET MOMENTİNİN HESABI

Krank biyel mekanizmasında ivme sebebiyle atalet kuvveti doğuran parçalar; piston, segman ve teferruatı, biyel ve krank milinin dönme eksenine göre simetrik olmayan kısımlarıdır.

m_b : Biyelin kütlesi

m_p : Piston, segman ve teferruatının kütlesi

I_b : Biyelin atalet momenti

l : Biyelin boyu

a, b : Biyel ağırlık merkezinin A ve B noktalarına uzaklığı

m_1, m_2 ve m_3 biyelin indirgenmiş kütleleri olmak üzere;

$$m_1 = I_b / (a \cdot l) \quad 2.3.1$$

$$m_2 = I_b / (b \cdot l) \quad 2.3.2$$

$$m_3 = m_b - I_b / (a \cdot b) \quad 2.3.3$$

m_1 krank muylusunun kütlesi, m_{ki} krank kolunun dengelenmemiş kısımlarının krank kolu uzunluğuna indirgenmiş kütlesi ise, toplam krank kütlesi;

$$m_{kr} = m_1 + m_{ki} \quad 2.3.4$$

olarak ifade edilir. Krank-Biyel mekanizmasının gidip gelen ve dönen kütleleri;

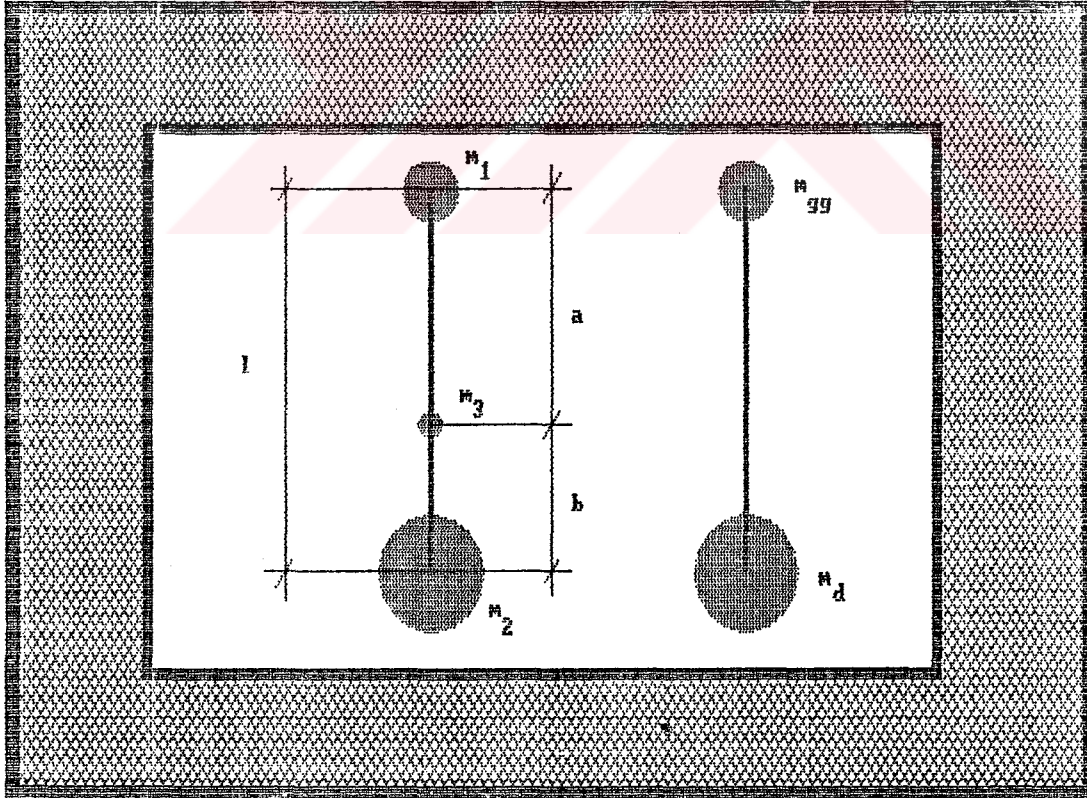
$$m_{gg} = m_p + m_1 + m_3 \cdot b/l \quad 2.3.5$$

$$m_d = m_{kr} + m_2 + m_3 \cdot a/l \quad 2.3.6$$

olarak bulunur. r krank kolu uzunluğu ise krank-biyel oranı $\lambda = r/l$ ve silindir sayısı z olmak üzere motorun toplam atalet momenti;

$$I_e = z \cdot (m_d + 0.5m_{gg} \cdot (1 + \lambda^2/4)) \cdot r^2 + I_v \quad 2.3.7$$

olarak ifade edilir. Burada I_v motor volanının atalet momentidir.



Sekil 2-4. Biyelin sematik görünümü

2.3.2 TRANSMİSYONUN ATALET MOMENTİ

Transmisyon sistemindeki elemanların atalet momentinin hesap edilmesi oldukça uzun ve karmaşık hesaplar gerektirir. Bu yüzden burada kabaca dişli kutusunun atalet momenti için bir ifade verilecektir. Diferansiyel ve diğer elemanların atalet momentleri esas alınacak ve bunlar incelenecektir.

Dişli kutusundaki dişliler birervolan gibi tasavvur edilerek volanın atalet momentinde kullanılan ifadeler kullanılacaktır.

$$I_{dişli} = (\pi/32) \cdot H \cdot D^4 \rho \quad (\text{Kgm}^2) \quad 2.3.8$$

Burada ρ (Kg/m^3) malzemenin yoğunluğu, D (m) dişli çapı, H (m) dişli genişliğidir. Bütün dişli ve millerin atalet momentleri hesap edilerek bunların toplamı dişli kutusunun atalet momentini verecektir. Tabii bu oldukça kaba bir hesaptır. Diferansiyelin atalet momenti I_{dif} , Dişli kutusununki de I_{dk} ise transmisyonun atalet momenti bu ikisinin toplamıdır.

$$I_{tr} = I_{dk} + I_{dif} \quad 2.3.9$$

Bilgisayar programında örnek taşıtın dişli kutusunda bulunan dişli boyutları bilinmediğinden her vites için dişli kutusu çevrim oranları yardımıyla bunlar tahmini olarak kabul edilmiştir. Bu nedenle yapılan hesaplar ancak transmisyonun atalet momenti değerinin mertebesine yakındır ve kesin değildir.

2.3.3. TEKERLEKLERİN ATALET MOMENTİ:

Tekerleklerin toplam atalet momentini de diferansiyelde olduğu gibi kabul edilmiştir. Eğer kesin değerler temin edilebilirse programdaki I_t değeri yerine konabilir.

2.4. SEYİR ÇEVİRİMİNDE MOTORDAN ÇEKİLEN GÜC

Aracın transmisyon verimi 1.2.29 numaralı eşitlikten de görüleceği üzere, efektif motor momenti, hidrolik moment kaybı ve transmisyon çevrim oranına bağlı olarak değişir. Hidrolik moment kaybı da hıza bağlı olarak bulunduğundan,

$$\eta_{tr} = f_1(V, i_{tr}, M_e) \quad 2.4.1$$

yazılabilir. 1.2.33 numaralı eşitlik efektif motor momentine göre yeniden düzenlenirse;

$$M_e = [F_{ta} \cdot r^2 + (\eta_{tr} \cdot I_e \cdot i_{tr}^2 + I_{tr} + I_t) \cdot a] \cdot [r \cdot \eta_{tr} \cdot i_{tr}] \quad 2.4.2$$

bağıntısı bulunur. Burada F_{ta} yerine ivmelenme direnci (F_{12}) dışındaki direnç kuvvetlerinin toplamı (F_d) konabilir. Bu da hıza bağlı olarak değiştiğinden;

$$M_e = f_2(V, a, i_{tr}, \eta_{tr}) \quad 2.4.3$$

olduğu 2.4.2 numaralı bağıntıdan görülebilir. f_1 ve f_2 fonksiyonları birlikte çözümlenerek M_e veya η_{tr} için araç hızına, ivmesine ve transmisyon oranına bağlı bir ifade bulunabilir. M_e yi vermesi için 2.4.1 eşitliği 2.4.2 de gerekli yerlere konur ve uygun düzenlemeler yapılırsa, M_e için A, B, C katsayıları;

$$A = C_y \cdot r \quad 2.4.4$$

$$B = -r^2 \cdot (F_{ta} + M_h / r + a \cdot (C_y \cdot I_e \cdot i_{tr}^2 + I_{tr} + I_t) / r^2) / i_{tr} \quad 2.4.5$$

$$C = M_h \cdot I_e \cdot a \quad 2.4.6$$

olan $A \cdot M_e^2 + B \cdot M_e + C = 0$ ikinci derece denklemi bulunur. Bunun kökleri

$$\Delta = B^2 - 4 \cdot A \cdot C \quad 2.4.7$$

olmak üzere,

$$Me_{1,2} = (-B \pm \sqrt{\Delta}) / (2 \cdot A) \quad 2.4.8$$

aranan efektif motor momenti ise;

$$Me = (-B + \sqrt{\Delta}) / (2 \cdot A) \quad (\text{N.m}) \quad 2.4.9$$

olarak hesaplanır. Me hesaplandıktan sonra 1.2.29 ifadesinde yerine konarak η_{tr} bulunur.

Seyir çevriminde motordan çekilen güç ise Me ve n_e kullanılarak yada P_d ve η_{tr} kullanılarak hesaplanır. Yani;

$$P_e = 2\pi Me \cdot n_e \quad (\text{W}) \quad 2.4.10$$

yada;

$$P_e = P_d / \eta_{tr} \quad (\text{W}) \quad 2.4.11$$

2.5. YAKIT SARFIYATININ TESBİTİ

Seyir halindeki bir taşıtın hızı, vites kademesi ve ivmesi bilinirken 2.4 bölümünden taşıtın motorundan çekilen güç hesaplanır.

$$n_e = (V \cdot i_{tr}) / (2\pi r) \quad 2.5.1$$

bağıntısı ile motor devir sayısı, 1.2.20 numaralı eşitlikten,

$$P_{me} = P_e / (V_H \cdot i \cdot n_e) \quad (\text{Pa}) \quad 2.5.2$$

ortalama efektif basınç hesaplanır. Performans eğrileri n_e ve P_{me} 'ye göre özgül yakıt sarfiyatını hesaplayacak tarzda modellenmiş olduklarından, bu değerler bilgisayarın be değerini hesaplamasında kullanılırlar. P_e (KW) ve b_e (gr/KWh).

$$\dot{m}_y = b_e \cdot P_e / 3600 \quad (\text{gr/s}) \quad 2.5.2$$

ifadesinde yerlerine konarak aracın yakıt sarfiyatı \dot{m}_y bulunmuş olur.

Çevrim boyunca yakıt sarfiyatı hesabı zamanın Δt artışları için yapıldığı takdirde her bir Δt hesap adımı için motorun sarf ettiği yakıt,

$$m_{yy} = \dot{m}_y \Delta t \quad (\text{gr}) \quad 2.5.3$$

olarak hesaplanır. Seyir çevrimi boyunca bulunan m_{yy} değerleri toplanarak aracın sarf ettiği toplam yakıt miktarı bulunur.

$$m_{yt} = \sum_{t=0}^T m_{yy} \quad (\text{gr}) \quad 2.5.4$$

Yukarıda söz edilen yakıt sarfiyatı hesabı motordan taşıt tekerleklerine güç iletilen durumlar için geçerlidir. Vitesin boşa olması, motorun ralantide çalışması ya da debriyaj kavramasının açık olması hallerinde motordan araç tekerleğine güç iletilmez. Bu gibi hallerde motor sadece sürtünme dirençlerini yenecek kadar bir güç harcar. Bu durumlarda aracın yakıt sarfiyatı, ralantide yaktığı miktar m_{yR} göz önünde

bulundurulmak suretiyle hesaplanacaktır.

Aracın hareketsiz ve ralantide çalışması halindeki yakıt sarfiyatı doğrudan ralantideki yakıt sarfiyatına eşittir.

$$\dot{m}_y = m_{yR}$$

2.5.5

Debriyaj kavramasının açık, fakat motor devrinin ralanti devrinden farklı olduğu hallerde yakıt sarfiyatı ralantidekinden farklıdır. Bu hal araç hareketli iken vites değiştirme anlarında ya da debriyaj pedalına basılması anlarında ortaya çıkmaktadır. Diesel motorlarında bu gibi hallerde yakıt sarfiyatının, ralantideki yakıt sarfiyatının bir katı olarak alınması uygun bir yaklaşımdır. Yakıt sarfiyatı;

$$\dot{m}_y = m_{yR} \cdot n_e / n_{eR}$$

2.5.6

ile hesaplanacaktır. Burada n_e motorun o andaki devir sayısı, n_{eR} ise ralantideki devir sayısıdır. Debriyaj pedalı basılı iken motor devir sayısının 2.5.1 nolu eşitlikten hesaplandığı şekilde hesaplama olanağı yoktur. Fakat pedala basılmadan önceki motor devir sayısını, motorun bu andaki devir sayısına eşit almak mümkündür. Vites çok kısa bir süre içinde değiştirildiğinden bu süre zarfında motor devri pek fazla azalamayacaktır.

BOLUM 3

BILGISAYAR PROGRAMI

3.1. MODEL BIR MOTOR VE TAISITN TANITILMASI.

Bu çalışmaya örnek olarak alınan OTOMARSAN Mercedes-Benz 0302 S aracına ait bilgiler EK B de verilmiştir. EK B de belirtilmeyen bütün diğer bilgiler (örneğin motor performans eğrileri, transmisyon sistemi, tekerlek ve motor atalet momentleri gibi) tahmini olarak hesaplanmaya çalışılmış veya kabul edilmiştir. Dolayısıyla elde edilen sonuçlar söz konusu aracın gerçek karakteristiğini göstermemektedir. Bu araç için tahmini olarak çizilen performans eğrileri EK B de verilmiştir.

3.2. AVRUPA SEYIR CEVRIMI.

Otomobiller için düşünülmüş olan Avrupa Seyir Çevriminde aracın ilk üç vitesi kullanılmakta ve toplam çevrim 195 sn sürmektedir. Vites ve hızın zamana göre değişimi belirtilmiştir. EK E de Avrupa Seyir Çevrimine ait şekil ve çizelgeler yer almaktadır. Bölüm 2.2.de seyir çevrimlerinin bilgisayara ne şekilde girileceği açıklanmıştı. Bu çevrimde hızın lineer olarak artması veya azalması söz konusu olduğundan ivme değerleri de sabittir. Bu ivme değerleri ile aracın hızı ve katettiği yol hesaplanabilir.

Avrupa Seyir Çevriminin otomobillere uygun olduğu yukarıda belirtilmişti. Verilen hız, ivme ve vites kademelerine göre bir otobüs veya kamyonun sürülmesi genelde uygun bir çözüm olmayacaktır. Çünkü motorun isli çalışma bölgesine girme ihtimali vardır. Bunun sebebi otomobil ile kamyon ve otobüslerin dişli kutularının ve/veya motor çalışma sınırlarının farklı oluşudur.

Model taşıt bir otobüs olduğundan bu mahzurlar gidermek düşüncesiyle Avrupa seyir çevrimi değiştirilerek aracın dört vitesini kapsayan ve 207 saniye süren farklı bir seyir çevrimi de bilgisayar programına ilave edilmiştir.

Bilgisayar programında yer alan diğer bir çevrim de şehir içi yolcu otobüslerinin durak arası seferlerini göz önüne alan bir seyir çevrimidir. Bu çevrimin düşünülmesindeki amaç hazırlanan bilgisayar programının seyir çevrimlerinde ne şekilde kullanılabileceğini göstermek olup tamamen hayal ürünüdür. Buna göre 8 Km lik bir güzergahta 10 durak yerine 8 durak olması durumunda %4.5 civarında yakıt tasarrufu sağlanmaktadır.

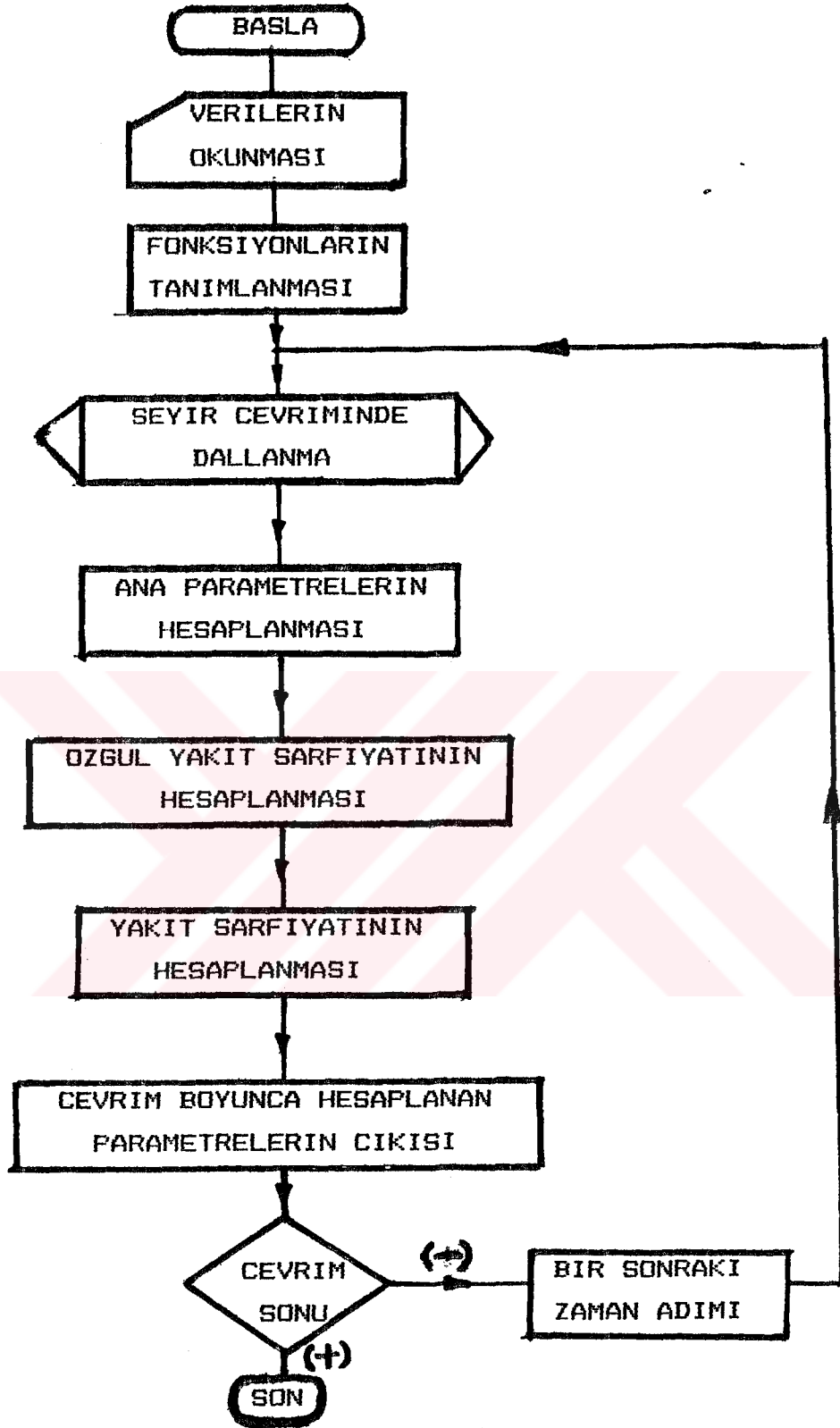
3.3 BİLGİSAYAR PROGRAMI AKIŞ DİYAGRAMI

Şekil (3-1)'de bu çalışmada sunulan bilgisayar programının akış diyagramı verilmiştir. Akış diyagramından görülmekle beraber, program motor ve araca ait bazı eğrilerin çizildiği beş adet alt programda içermektedir. Bunlar;

- * Motor karakteristik eğrileri (Pe-ne, Me-ne, be-ne)
- * Vites kademelerindeki tahrik kuvveti, direnç kuvveti ve sabit güç hiperbolü eğrileri
- * Vites kademelerindeki tahrik gücü ve direnç gücü eğrileri
- * Aracın hızına göre belirli ivme değerleri için transmisyon verimi eğrileri
- * Seyir çevrimlerinde, kümülatif olarak yakıt sarfiyatının ve araç hızının zamana göre değişimini gösteren m_{YT} -t ve V-t eğrileridir.

Bunların dışında Avrupa seyir çevrimi, değiştirilmiş Avrupa seyir çevrimi ve otobüsler için mukayeseli bir çevrim adlarında üç adet seyir çevrimin alt programı bulunmaktadır. Bunlarla beraber ayrıca Newton-Gregory Forward yöntemine göre, özgül yakıt sarfiyatını hesaplayan bir program, tam gaz şartlarında P_e-n_e eğrisini uyduran ayrı bir program ve hesaplanan P_{me} ve n_e parametrelerine göre, aracın performans eğrilerinde belirtilmiş olan is sınırını aşıp-aşmadığını, yani; motorun isli çalışıp çalışmadığını kontrol eden ve de seyir çevriminde isli çalışma anlarını kaydeden bir alt program daha bulunmaktadır. Motor gücü, devir sayısı direnç kuvvetleri gibi eşitlikler de bir başka alt programda fonksiyon olarak tanımlanmaktadır.

Programda sayısal olarak teknik değerlerinden faydalanan aracın, teknik değerlerini görüntüleyen bir alt programla beraber toplam olarak 13 adet alt program yer almaktadır. Programda sunulan seçeneklerden biri belirtildiğinde bilgisayar bu alt programlardan gerekli olanları kullanmaktadır. Asıl seçeneklerin sunulduğu menüden başka seçeneklerde verilmiş bir takım alt seçeneklerde sunulmaktadır. Bunlar seyirçevrimleri, yol durumu, rüzgar hızı, aracın yük durumu, takviye durumu ve yol eğimi alt seçenekleridir.



Sekil 3-1. Motorlu araçlarda yakıt ekonomisinin simülasyonu programına ait akış diyagramı

3.4 SAYISAL UYGULAMA

Bilgisayar programına ait çıkışlar EK B ve EK C'de sunulmuştur. Bunun için kullanıcının bilgisayar ekranında görüntülenen seçenekleri belirtmesi gerekmektedir. Program çalıştırıldığında ekrana ilk önce;

VERİLER OKUNUYOR!
DATA IS BEING READ!

mesajı, bu işlem tamamlandıktan sonra 7 seçenekten oluşan seçenekler listesi belirtmektedir.

1. MOTOR VE ARACA AİT TEKNİK BİLGİLER
 2. MOTOR VE KARAKTERİSTİK EĞRİLERİ
 3. Fd-V, Ft-V EĞRİLERİ
 4. Pd-V, Pt-V EĞRİLERİ
 5. $tr=f(V, a)$ EĞRİLERİ
 6. SEYİR ÇEVİRİMLERİ
 7. PROGRAM SONUNA (END)
- SECENEĞİ BELİRTİNİZ? 6

Bunlardan 1,2 ve 7 numaralı seçenekler için doğrudan seçilen çıkış elde edilmektedir. 3,4 ve 5 numaralı seçeneklerin belirtilmesi halinde sırası ile aşağıdaki alt seçenekler sunulmaktadır.

***** YOLDURUMU *****

1. ASFALT-BETON
2. TOPRAK YOL
3. KUM

YOL DURUMUNU BELİRTİNİZ? 1

***** RÜZGAR DURUMU*****

(Araca doğru önden esen rüzgar (+) olmak üzere)

(Km/h) OLARAK RÜZGAR HIZI NEDİR? 0

***** ARACIN YÜK DURUMU*****

1. ARAÇ BOŞ
2. ARAÇ AZAMI YÜKÜN YARISI KADAR YÜKLÜ
3. ARAÇ AZAMI YÜKLÜ

YÜK DURUMUNU BELİRTİNİZ? 1

**** ARKA AKSIN TAKVİYEDE OLUP OLMADIĞINI BELİRTİNİZ:

1. TAKVİYESİZ - 2. TAKVİYELİ? 1

Bu seçenekler girdikten sonra istenen çıkış ekranda görünmektedir. 6 numaralı seçenek girildiği takdirde yukarıdaki alt seçeneklere ilave olarak aşağıdaki seçenekler sunulmaktadır.

1. AVRUPA SEYİR ÇEVİRİMİ
2. DEĞİŞTİRİLMİŞ AVRUPA SEYİR ÇEVİRİMİ
3. ŞEHİR İÇİ YOLCU OTOBÜSÜ İÇİN
KARŞILAŞTIRMALI ÇEVİRİM

SEYİR ÇEVİRİMİNİ BELİRTİNİZ? 1

***** YOL EĞİMİ *****

(% OLARAK)

YOL EĞİMİ NEDİR? 0

***** SEYİR ÇEVİRİMİNDE PARAMETRELERİNDEĞİŞİMİ *****

1. SAYISAL OLARAK
2. EĞRİ OLARAK

SEÇENEĞİNİZİ BELİRTİNİZ? 1

Verilen seçenekler yukarıda olduğu gibi ise Avrupa seyir çevrimine ait aşağıda belirtilen parametreler 1 sn'lik hesap adımı için sayısal olarak hesaplanır. Mesela çevrimin 14.saniyesi için:

t =14 (sn)
m_y =3.934 (gr)
m_{yT} =14.573 (gr)
n_e =1586.105 (d/dak)
P_{me} =4.153 (bar)
be =235.33 (gr/Kwh)
Me =362.349 (Nm)
F_{di} =5237.93 (N)
η_{tr} =87.27 (%)
V =11.25 (Km/h)
a =1.042 (m/sn²)
ARACIN KATETTİĞİ YOL=6.25 (m)
i_{tr} =26.9475
1. VİTES

Bu işlem çevrim için tamamlandıktan sonra ekranda çevrimin toplam süresi, toplam yakıt sarfiyatı ve aracın katettiği yol belirtilir. Bundan sonra her ana seçenekte olduğu gibi, klavyenin herhangi bir tuşuna basıldığı takdirde tekrar seçenekler listesine dönülmektedir.

Yukarıda verilen seçenekler için bilgisayardan elde edilen çıkışlar daha önce de belirtildiği gibi EK B ve EK C' de sunulmuştur.

BOLUM 4

TARTISMA VE SONUC

Mühendislikteki en yaygın faaliyetlerden biri dizayndır. Bilgisayarlar mühendislik kullanım alanına girmeden evvel, bir sistem dizayn edilirken sistemi oluşturan elemanlar tek tek hesap ediliyor fakat bunların birbiriyle olan karşılıklı münasebetleri yeterince gözönüne alınamıyordu. Bu işlemler yürütülürken bir takım grafik çözümlerden ya da tablolardan faydalanılıyordu. Oysa bilgisayarların gelişmesiyle eskiden mühendislerce geliştirilmesi çok zor veya zaman alıcı olan bazı hesapların yapılması, dizaynı, yapılan bir sistemin elemanlarının karşılıklı ilişkisinin incelenmesi mümkün olmuştur. Çalışma prensipleri bakımından Termodinamik, ısı transferi, yanma, mekanik gibi pekçok konularla olan ilişkisinden ötürü motor ve/veya motorlu taşıtlarda incelenmekte olan ve incelenmesi gereken pekçok konu vardır. Bu çalışmada incelenen motorlu araçların yakıt ekonomisine benzer şekilde, motor ve araçlarda egzoz emisyonu, soğutma suyu, ısıtma-havadırma ya da gürültü teşekkülü gibi konularda da simülasyona gidilmesi mümkündür.

Motorlu araçlarda simülasyona gidilmesindeki en önemli nedenlerden biri taşıt deneylerinin masraflı oluşudur. Bir aracın tambur frende yakıt ekonomisi bakımından test edilebilmesi için kurulması gereken deney düzeneğinin bugünkü

şartlarda maliyeti yaklaşık olarak 150 bin dolar civarındadır.

Bu deney düzeneğinde, sadece yakıt sarfiyatı yönünden aracın test masrafları ise yaklaşık 250 dolar civarındadır. Ayrıca laboratuvarda aracın maruz kaldığı tüm dış etkileri tam olarak taklit etmek mümkün olamamaktadır. Tambur frendebazı yol şartlarının verilememesi ya da araca istenilen rüzgar direncinin uygulanamaması bunlara örnek gösterilebilir.

Motorlu aracın yakıt ekonomisi bakımından simülasyonu; istenen bir parametrenin değiştirilmesiyle, aracın yakıt sarfiyatında ne gibi değişiklikler olacağına ortaya konulmasıdır. Mesela; yukarıda sözü edilen yol durumunun yakıt sarfiyatına etkisi, bunu karakterize eden yuvarlanma direnci katsayısının değiştirilmesiyle görülebilir. Yakıt sarfiyatının bu yolla hesaplanabilmesi için bir bilgisayar, bunun aksesuarı ve de bilgisayar programına gerek vardır. Bu çalışmanın hazırlanmasında bir adet Personal Computer ve buna bağlı bir Printer' den faydalanılmıştır. Bunların toplam maliyeti yaklaşık olarak 4 bin dolardır. Deney düzeneğinin maliyeti ile kıyaslandığında ne derece ekonomik bir yol olduğu anlaşılmaktadır. Simülasyona gidilmesindeki bir diğer neden de henüz prototipi yapılmamış, hayali bir aracın bu yolladenenebimesidir. Ayrıca mevcut bir aracın mesela dişli kutusunun değiştirilmesinin yakıt sarfiyatı yönünden etkileri de görülebilir.

Performans eğrilerinin modellenmesi bölümünde üç değişik eğri uydurma yönteminden bahsedilmektedir. Bilgisayar programında bunlardan Newton-Gregory forward yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemde performans eğrilerinden okunan verilerden, ortalama efektif basınç ve devir sayısının değerine göre; 3 adet P_{me} ve 4 adet n_e için okunan özgül yakıt sarfiyatı değerleri, entropolasyonun yapılacağı veri gurubu olarak alınmakta, geri kalan veriler o an için göz önüne alınmamaktadır. Bu durum diğer iki yöntem içinde uygulanabilir.

Seyir çevrimi boyunca yakıt sarfiyatının kümülatif olarak verildiği m_{yr} -teğrileri incelendiğinde hızlanma anlarında yakıt sarfiyatının arttığı sabit hız ve yavaşlama anlarında ise düşük değerlerde olduğu görülmektedir. Bu eğrilerden, bilhassa yüksek viteste büyük bir ivmeyle seyretmenin yakıt sarfiyatını artırdığı bu nedenle yüksek viteste aracın hızını düşük viteslere göre nispeten daha yavaş artırmanın yakıt sarfiyatı bakımından uygun olacağı sonucu çıkarılmaktadır. Otobüs durakları arasındaki mesafenin 800 m'den 1000 m'ye çıkarılması durumunda "Otobüsler için karşılaşmalı bir çevirim" adı verilen seyir çevriminin gerektirdiği sürüş tarzında aracın boş ve yolun düz olduğu durumda, 80 Km'lik bir mesafede %4.5 civarında yakıt tasarrufu sağlanacağı sonucu da programdan elde edilmiştir. Yol eğimlerini yolun bir fonksiyonu olarak vermekle ve de otobüsün yolcu taşıdığı durumlardaki yükünü göz önüne almakla, diğer bir deyişle hakiki sürüş tarzını taklit eden bir çevrimi bilgisayara vermekle, gerçek cadde trafiğindeki yakıt ekonomisi hesaplanabilir.

Bilgisayar programı, yapılacak ilave ve değişikliklerle sürüş tarzının optimizasyonunda da kullanılabilir. Mesela aracın kat edeceği yol ve zaman belliyse bu mesafenin en az yakıt sarf edilerek kat edilebilmesi için gereken sürüş tarzı yani hız-vites ilişkisi belirlenilebilir. Bu çalışmada bu konuya girilmemiştir.

KAYNAKLAR

- (1) BMW MOTOR COMPANY
BMW ENGINEERING CONFERENCE, W. GERMANY, (1983).
- (2) BORAT, O.,
MOTORLARDA ILERİ KONULAR DERS NOTLARI.
- (3) DAIMLER BENZ AG.
TECHNICAL BOOK SERIES FOR MERCEDES VEHICLES,
PRINTED IN W. GERMANY, (1984).
- (4) DEMIRGUC, Z.,
MOTORLAR II DERS NOTLARI, I.T.U. MAK. FAK.
OFSET ATOLYESI, (1979).
- (5) ERZI, A.I., MISCHKE, A.,
TICARI TASIT ISLETMECİLİĞİNDE ENERJİ
TASARRUFU, I.T.U. MAK. FAK., SAYI:28, (1984).
- (6) FORD MOTOR COMPANY
VEHICLE DYNAMICS., PRINTED IN W. GERMANY, 1986.
- (7) KESKİNEL, F.,
ACIKLAMALI ÖRNEKLERLE BASIC PROGRAMLAMA DİLİ,
DOĞAN OFSET, İSTANBUL, (1986).
- (8) ÖZ, İ.H.,
MOTORLAR, CİLT I, 5. BASKI, ÜÇER MATBACILIK,
İSTANBUL, (1962).
- (9) SAFGONUL, B.,
İÇTEN YANMALI PİSTONLU MOTORLAR, I.T.U. MATBASI
GUMUSSUYU, (1981).
- (10) STOECKER, W.F.,
DESIGN OF THERMAL SYSTEMS, SECOND EDITION
Mac Graw-Hill BOOK COMPANY, (1980)
- (11) THIESSEN, F.,
AUTOMOTIVE PRINCIPLES AND SERVICE, 2nd EDITION
RESTON PUBLISHING COMPANY, ISBN 0-8359-0331-1.
- (12) TOLGAR, M.,
MOTORLU TASITLAR, ARPAZ MATBACILIK, İSTANBUL, (1974)

EK-A

T.C.
ULUDAG UNIVERSITESI
FEN BILIMLERI ENSTITUSU
MAKINA MUHENDISLIGI ANA BILIM DALI

MOTORLU TASITLARDA BAZI TERMİK VE DİNAMİK PARAMETRELERİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN
Mak. Muh. İBRAHİM KORKMAZ

TEZ DANIŞMANI
Yard.Doc. Dr. MUHİDDİN CAN

BURSA, HAZİRAN 1989

```
160 MODE 2
170 DEG
180 WINDOW #3,30,60,12,16
190 PRINT #3,"VERİLER OKUNUYOR "
200 PRINT #3
210 PRINT #3,"DATA IS BEING READ "
220 GOSUB 8900
230 GOSUB 6010
240 CLS:EM=1
250 WINDOW #1,13,60,10,24
260 PRINT #1,"1. MOTOR VE ARACA AIT TEKNİK BİLGİLER"
270 PRINT #1,"2. MOTOR KARAKTERİSTİK EĞRİLERİ"
280 PRINT #1,"3. Fd-V,Ft-V EĞRİLERİ"
290 PRINT #1,"4. Pd-V,Pt-V EĞRİLERİ"
300 PRINT #1,"5. ntr=f(V,a) EĞRİLERİ"
310 PRINT #1,"6. SEYİR CEVRİMLERİ"
320 PRINT #1,"7. PROGRAM SONU (END) "
330 LOCATE 22,22
340 INPUT "SEÇENEĞİNİZİ BELİRTİNİZ";SEC
350 IF SEC<1 OR SEC>7 THEN 240
360 ON SEC GOSUB 8290,2700,3120,3910,4640,390,8770
370 IF INKEY#="" THEN 370
380 GOTO 240
390 REM ***** SEYİR CEVRİMLERİ *****
400 CLS
410 WINDOW #3,7,62,10,20
420 PRINT #3,"1. AVRUPA SEYİR CEVRİMİ"
430 PRINT #3
440 PRINT #3,"2. DEĞİSTİRİLMİŞ AVRUPA SEYİR CEVRİMİ"
450 PRINT #3
```

EK-A

```
460 PRINT 3,"3. SEHIR ICI YOLCU OTOBUSU ICIN KARSILASTIRMALI CEVRIM"  
470 LOCATE 22,22:INPUT "SEYIR CEVRIMINI BELRTINIZ";CEV  
480 IF CEV=1 OR CEV=2 OR CEV=3 THEN 500  
490 GOTO 400  
500 CLS  
510 WINDOW 4,13,50,10,18  
520 PRINT 4,"YOL DURUMU:"  
530 PRINT 4  
540 PRINT 4,"1. ASFALT-BETON"  
550 PRINT 4  
560 PRINT 4,"2. TOPRAK YOL"  
570 PRINT 4  
580 PRINT 4,"3. KUM"  
590 LOCATE 22,22:INPUT "YOL DURUMUNU BELIRTINIZ";YOL  
600 IF YOL=1 OR YOL=2 OR YOL=3 THEN 620  
610 GOTO 500  
620 ON YOL GOTO 630,640,650  
630 FO=.015:GOTO 660  
640 FO=.03:GOTO 660  
650 FO=.2:GOTO 660  
660 CLS  
670 WINDOW 5,8,60,10,14  
680 PRINT 5,"RUZGAR DURUMU :"  
690 PRINT 5  
700 PRINT 5,"(ARACA DOGRU ONDEN ESEN RUZGAR POZITIF OLMAK UZERE)"  
710 LOCATE 22,22:INPUT "km/h OLARAK RUZGAR HIZI NEDIR";VRUZ  
720 VR=VRUZ/3.6  
730 CLS  
740 WINDOW 6,8,60,10,18  
750 PRINT 6,"ARACIN YUK DURUMU :"  
760 PRINT 6  
770 PRINT 6,"1. ARAC BOS"  
780 PRINT 6  
790 PRINT 6,"2. ARAC AZAMI YUKUN YARISI KADAR YUKLU"  
800 PRINT 6  
810 PRINT 6,"3. ARAC AZAMI YUKLU"  
820 LOCATE 22,22:INPUT "YUK DURUMUNU BELIRTINIZ";YUK  
830 IF YUK=1 OR YUK=2 OR YUK=3 THEN 650  
840 GOTO 730  
850 ON YUK GOTO 860,870,880  
860 mt=11170:G=mt*go:GOTO 890  
870 mt=12935:G=mt*go:GOTO 890  
880 mt=14700:G=mt*go:GOTO 890  
890 CLS  
900 WINDOW 2,8,60,10,14  
910 PRINT 2,"ARKA AKSIN TAKVIYEDE OLUP OLMADIGINI BELIRTINIZ c"  
920 PRINT 2  
930 LOCATE 22,22:INPUT "1. TAKVIYESIZ-2.TAKVIYELI";DD  
940 IF dd=1 OR dd=2 THEN 960  
950 GOTO 890  
960 IF SEC=3 OR SEC=4 OR SEC=5 THEN 980  
970 GOTO 990  
980 RETURN
```


EK-A

```

990 CLS
1000 WINDOW 81,13,40,10,18
1010 PRINT 81,"YOL EGIMI : "
1020 PRINT 81
1030 PRINT 81,"(% OLARAK)"
1040 LOCATE 22,22:INPUT "YOL EGIMI NEDIR";EGIM
1050 E=ATN(EGIM)
1060 CLS
1070 t=0:V=0:SL=0:myT=0
1080 WINDOW 81,13,60,10,18
1090 PRINT 81,"SEYIR CEVREMIZDE PARAMETRELERIN DEGISIMI:"
1100 PRINT 81
1110 PRINT 81,"1. SAYISAL OLARAK"
1120 PRINT 81
1130 PRINT 81,"2. EGRI OLARAK"
1140 LOCATE 22,22:INPUT "SECENEGI BELIRTINIZ";SEB
1150 IF SEB=1 OR SEB=2 THEN 1170
1160 GOTO 1060
1170 CLS:PRINT
1180 ON SEB GOSUB 1210,2270
1190 IF INKEY$="" THEN 1190
1200 GOTO 240
1210 PRINT "***** SEYIR CEVRIMI BOYUNCA PARAMETRELERIN DEGISIMI*****"
1220 dt=1
1230 PRINT
1240 PRINT
1250 '*****
1260 '***** CEVRIMDE YAKIT SARFIYATINI HESAPLAYAN ANA PROGRAM *****
1270 '***** SEYIR CEVRIMINE DALLANMA *****
1280 ON CEV GOSUB 6540,7100,7820
1290 itr=itr(dd,VI)
1300 IF VI=0 THEN 1530
1310 ne=FNne*60
1320 Me=FNMe
1330 Pe=FNPe/1000
1340 pme=FNpme/100000
1350 ntr=FNntr
1360 Fdi=FNFdi
1370 IF ne<nemin THEN 1400
1380 IF ne>nemax THEN 1410
1390 GOTO 1420
1400 ne=nemin:GOTO 1420
1410 ne=nemax
1420 IF SEB=2 THEN 1440
1430 IF pme>PMINIS THEN GOSUB 2180
1440 IF pme<pmemin THEN 1470
1450 IF pme>pmemax THEN 1480
1460 GOTO 1490
1470 pme=pmemin:GOTO 1490
1480 pme=pmemax
1490 '***** be HESABINA DALLANMA *****
1500 GOSUB 5120
1510 my=Pe*be/3600
1520 GOTO 1580
1530 IF V<=.00001 THEN 1560

```

```

1540 my=myR*ne/neR
1550 GOTO 1570
1560 my=myR
1570 VI=0:itr=0:pme=0:Pe=0:be=0:Me=0:ntr=0:Fdi=0
1580 myT=myT+my*dt
1590 IF SEB=2 THEN RETURN
1600 PRINT
1610 PRINT "** t=";t;"sn *****"
1620 PRINT
1630 PRINT "my=";USING "0.000 gr";my
1640 PRINT "myT=";USING "000.000 gr";myT
1650 PRINT "ne=";USING "0000.000 d/dak";ne
1660 PRINT "pme=";USING "00.000 bar";pme
1670 PRINT "be=";USING "000.000 gr/kw.h";be
1680 PRINT "pe=";USING "000.000 kw";Pe
1690 PRINT "Me=";USING "000.000 N.m";Me
1700 PRINT "Fdi=";USING "000000.00 N";Fdi
1710 IF ntr<0 THEN 1730
1720 PRINT "ntr=";USING "00.00 %";ntr*100
1730 PRINT "V=";USING "00.000 km/h";V*3.6
1740 PRINT "a=";USING "00.000 m/sno2";a
1750 PRINT "ARACIN KAT ETTIGI YOL=";USING "000000.00 m";SL
1760 PRINT "itr=";itr
1770 PRINT VI;".VITES"
1780 PRINT
1790 IF t=TT THEN 1820
1800 t=t+dt
1810 GOTO 1270
1820 CLS
1830 PRINT "*** SEYIR CEVRIMINDE ARACIN TOPLAM YAKIT SARFIYATI ***"
1840 PRINT
1850 PRINT "myT=";USING "000.000 gr";myT
1860 PRINT
1870 PRINT "Vy=";USING "0.0000 lt";myT/Ry
1880 PRINT
1890 PRINT "SEYIR CEVRIMININ TOPLAM SURESI=";TT,"sn"
1900 PRINT
1910 PRINT "KAT EDILEN YOL=";SL,"m"
1920 PRINT
1930 PRINT "MOTORUN IS SINIRI UZERINDE CALISDIGI ANLAR :"
1940 PRINT "(her iki cevrin icin)"
1950 FOR I=1 TO 40
1960 IF IS(I)=0 THEN 1990
1970 PRINT IS(I);".sn"
1980 NEXT I
1990 IF NOT IS(1)=0 THEN 2010
2000 PRINT:PRINT "MOTOR IS SINIRI UZERINDE CALISMADI   "
2010 IF NOT cev=3 THEN 2170
2020 Mcev(kcev)=myT:DAM(kcev)=SL
2030 IF kcev=2 THEN 2090
2040 ts=42:kcev=kcev+1;t=0
2050 my=0:myT=0
2060 V=0:SL=0
2070 GOTO 1270
2080 V=0:SL=0

```

EK-A

```
2090 TAS=100*(10*Mcev(1)-8*Mcev(2))/Mcev(1)/10
2100 PRINT
2110 PRINT "*" IKI DURAK ARASI MESAFEYI";CINT(DAM(1));"m'den";CINT(DAM(2));
"m'ye ARTIRMAKLA 8km'lik BIR"
2120 PRINT
2130 PRINT "%";USING"GG.GG";TAS
2140 PRINT:PRINT "YAKIT TASARRUFU SAGLANIYOR."
2150 '*****
2160 '
ANA PROGRAM SONU
2170 RETURN
2180 '*** IS SINIRININ KONTROLU VE ISLI CALISMA ANLARININ SAPTANMASI ***
2190 GOSUB 6320
2200 OEB=0.6*POW/VH/ic/ne
2210 IF OEB>=pme THEN 2260
2220 ENT 1,10,2,2
2230 SOUND 1,142,20,15,1
2240 IS(em)=t
2250 em=em+1
2260 RETURN
2270 '***** SEYIR CEVRIMI BOYUNCA PARAMETRELERIN DEGISIMI *****
2280 CLS:PRINT
2290 ON CEV GOTO 2300,2310,2320
2300 PRINT TAB(26)"AVRUPA SEYIR CEVRIMI":TT=195:GOTO 2340
2310 PRINT TAB(20)"DEGISTIRILMIS AVRUPA SEYIR CEVRIMI":TT=207:GOTO 2340
2320 PRINT TAB(12)"OTOBUS ICIN IKI DURAK ARASINDA (800 m) BIR CEVRIM"
2330 TT=ts+78
2340 PRINT
2350 LOCATE 21,25:PRINT 50
2360 LOCATE 36,25:PRINT 100
2370 LOCATE 51,25:PRINT 150
2380 LOCATE 66,25:PRINT 200
2390 LOCATE 72,25:PRINT "tsn"
2400 LOCATE 72,5:PRINT "myTgr"
2410 LOCATE 1,5:PRINT "Vkm/h"
2420 LOCATE 4,8:PRINT 80
2430 LOCATE 4,12:PRINT 60
2440 LOCATE 4,16:PRINT 40
2450 LOCATE 4,20:PRINT 20
2460 LOCATE 5,25:PRINT 0
2470 LOCATE 71,20:PRINT 100
2480 LOCATE 71,16:PRINT 200
2490 LOCATE 71,12:PRINT 300
2500 LOCATE 71,8:PRINT 400
2510 LOCATE 1,1
2520 ZZ=1:ST1=10:ST2=.5
2530 FOR ZT=0 TO 210 STEP ST1
2540 FOR HIZ=0 TO 110 STEP ST2
2550 ORIGIN 56,24
2560 PLOT 2.4*ZT,3*HIZ
2570 NEXT HIZ
2580 NEXT ZT
2590 IF ZZ=2 THEN 2620
2600 ST1=0.5:ST2=10
```

EK-A

```
2610 ZZ=ZZ+1:GOTO 2530
2620 dt=.2
2630 FOR t=0 TO TT STEP dt
2640 GOSUB 1260
2650 ORIGIN 56,24
2660 PLOT 2.4*t,3*V*3.6
2670 PLOT 2.4*t,.6*myT
2680 NEXT t
2690 RETURN
2700 '***** MOTOR KARAKTERISTIK EGRILERININ CIZILMESI *****
2710 '***** (TAM GAZDA - FULL THROTTLE) *****
2720 CLS
2730 PRINT TAB(26) "MOTOR KARAKTERISTIK EGRILERI"
2740 LOCATE 10,2:PRINT "PeKW"
2750 LOCATE 16,4:PRINT 160
2760 LOCATE 16,9:PRINT 120
2770 LOCATE 60,12:PRINT "MeN.m"
2780 LOCATE 17,14:PRINT 80
2790 LOCATE 64,14:PRINT 800
2800 LOCATE 64,17:PRINT 600
2810 LOCATE 66,19:PRINT "begr/kw.h"
2820 LOCATE 17,19:PRINT 40
2830 LOCATE 64,20:PRINT 230
2840 LOCATE 64,23:PRINT 210
2850 LOCATE 21,25:PRINT 800
2860 LOCATE 31,25:PRINT 1200
2870 LOCATE 41,25:PRINT 1600
2880 LOCATE 51,25:PRINT 2000
2890 LOCATE 61,25:PRINT 2400
2900 LOCATE 70,25:PRINT "ned/dak"
2910 LOCATE 1,1
2920 ORIGIN 20,20
2930 q=1
2940 bg=10:ng=10
2950 FOR ne=700 TO 2400 STEP ng
2960 FOR ps=0 TO 170 STEP bg
2970 PLOT .2*ne,2*ps
2980 NEXT ps
2990 NEXT ne
3000 IF q=2 THEN 3020
3010 q=q+1:bg=1:ng=100:GOTO 2950
3020 FOR ne=800 TO 2300 STEP 5
3030 GOSUB 6320
3040 PLOT .2*ne,2*POW
3050 Me=60*500*POW/PI/ne
3060 PLOT .2*ne,Me/5
3070 pme=POW/VH/ic/ne*.6
3080 GOSUB 5120
3090 PLOT .2*ne,2*be-400
3100 NEXT ne
3110 RETURN
3120 CLS:PRINT
3130 GOSUB 500
3140 CLS
```

EK-A

```
3150 PRINT TAB(14) "VITES KADEMELERINDE ARACIN TAHRIK VE DIRENC KUVVETLERI:"
3160 LOCATE 5,2:PRINT "FtkN"
3170 LOCATE 5,4:PRINT "FdKN"
3180 LOCATE 62,2:PRINT "%EGIM"
3190 LOCATE 12,4:PRINT 60
3200 LOCATE 54,4:PRINT "60%"
3210 LOCATE 55,6:PRINT "50%"
3220 LOCATE 56,8:PRINT "40%"
3230 LOCATE 57,11:PRINT "30%"
3240 LOCATE 58,14:PRINT "20%"
3250 LOCATE 59,17:PRINT "10%"
3260 LOCATE 59,20:PRINT "0%"
3270 LOCATE 26,14:PRINT "159kw"
3280 LOCATE 17,21:PRINT "64kw"
3290 LOCATE 12,8:PRINT 48
3300 LOCATE 12,12:PRINT 36
3310 LOCATE 12,15:PRINT 24
3320 LOCATE 12,19:PRINT 12
3330 LOCATE 13,24:PRINT 0
3340 LOCATE 18,24:PRINT 10
3350 LOCATE 22,24:PRINT 20
3360 LOCATE 25,24:PRINT 30
3370 LOCATE 29,24:PRINT 40
3380 LOCATE 33,24:PRINT 50
3390 LOCATE 36,24:PRINT 60
3400 LOCATE 40,24:PRINT 70
3410 LOCATE 44,24:PRINT 80
3420 LOCATE 48,24:PRINT 90
3430 LOCATE 51,24:PRINT 100
3440 LOCATE 56,24:PRINT 110
3450 LOCATE 62,25:PRINT "Vkm/h"
3460 LOCATE 1,1
3470 ST1=10:ST2=2
3480 ORIGIN 120,40
3490 ZZ=1
3500 FOR HIZ=0 TO 120 STEP ST1
3510 FOR FTT=0 TO 320 STEP ST2
3520 PLOT 3*HIZ,FTT
3530 NEXT FTT
3540 NEXT HIZ
3550 IF ZZ=2 THEN 3580
3560 ST1=0.5:ST2=20
3570 ZZ=ZZ+1:GOTO 3500
3580 a=0
3590 FOR VI=1 TO VS
3600 itr=itr(dd,VI)
3610 FOR ne=800 TO 2300 STEP 10
3620 V=PI*ne*R/itr/30
3630 HIZ=3.6*V
3640 GOSUB 6320
3650 Me=30000*POW/PI/ne
3660 ntr=FNntr
3670 Ft=Me*ntr*itr/R
3680 ORIGIN 120,40
```

EK-A

```

3690 PLOT 3*HIZ,Ft/200
3700 NEXT ne
3710 NEXT VI
3720 FOR yokus=0 TO .6 STEP .1
3730 E=ATN(yokus)
3740 FOR HIZ=0 TO 120 STEP .2
3750 ST1=2:ST2=.5
3760 V=HIZ/3.6
3770 Fd=FNFD
3780 ORIGIN 120,40
3790 PLOT 3*HIZ,Fd/200
3800 NEXT HIZ
3810 NEXT yokus
3820 FOR k1=2 TO 17 STEP 5
3830 FOR HIZ=10 TO 119.5 STEP 1
3840 V=HIZ/3.6
3850 F=1000*PE1(kI)/V
3860 ORIGIN 120,40
3870 PLOT 3*HIZ,F/200
3880 NEXT HIZ
3890 NEXT k1
3900 RETURN
3910 '***** Pt-v, Pd-V EGRILERININ CIZILMESI *****
3920 GOSUB 500
3930 CLS
3940 LOCATE 24,1:PRINT "TAHRIK VE DIRENC GUCU EGRILERI"
3950 PRINT :PRINT
3960 LOCATE 3,2:PRINT "Ptkw"
3970 LOCATE 3,4:PRINT "Pdkw"
3980 LOCATE 20,3:PRINT "I."
3990 LOCATE 24,3:PRINT "II."
4000 LOCATE 30,3:PRINT "III."
4010 LOCATE 38,3:PRINT "IV."
4020 LOCATE 44,3:PRINT "V."
4030 LOCATE 50,3:PRINT "VI."
4040 LOCATE 53,3:PRINT "vites"
4050 LOCATE 11,2:PRINT 140
4060 LOCATE 11,5:PRINT 120
4070 LOCATE 11,8:PRINT 100
4080 LOCATE 12,11:PRINT 80
4090 LOCATE 12,14:PRINT 60
4100 LOCATE 12,17:PRINT 40
4110 LOCATE 12,20:PRINT 20
4120 LOCATE 13,24:PRINT 0
4130 LOCATE 18,24:PRINT 10
4140 LOCATE 22,24:PRINT 20
4150 LOCATE 25,24:PRINT 30
4160 LOCATE 29,24:PRINT 40
4170 LOCATE 33,24:PRINT 50
4180 LOCATE 37,24:PRINT 60
4190 LOCATE 40,24:PRINT 70
4200 LOCATE 44,24:PRINT 80
4210 LOCATE 48,24:PRINT 90
4220 LOCATE 51,24:PRINT 100

```

EK-A

```

4230 LOCATE 55,24:PRINT 110
4240 LOCATE 60,25:PRINT "Vkm/h"
4250 LOCATE 36,20:PRINT "(soldan saga)"
4260 LOCATE 36,21:PRINT "%30, %20, %10 ve %0 egimde"
4270 LOCATE 36,22:PRINT "Pd-V egrileri."
4280 LOCATE 1,1
4290 ORIGIN 120,34
4300 ST1=10:ST2=2
4310 ZZ=1
4320 FOR HIZ=0 TO 120 STEP ST1
4330 FOR FTT=0 TO 336 STEP ST2
4340 PLOT 3*HIZ,FTT
4350 NEXT FTT
4360 NEXT HIZ
4370 IF ZZ=2 THEN 4400
4380 ST1=.5:ST2=24
4390 ZZ=ZZ+1:GOTO 4320
4400 a=0
4410 FOR VI=1 TO VS
4420 itr=itr(dd,VI)
4430 FOR ne=800 TO 2300 STEP 5
4440 V=PI*ne*R/itr/30
4450 HIZ=3.6*V
4460 GOSUB 6330
4470 ntr=FNntr
4480 Pt=POW*ntr
4490 ORIGIN 120,34
4500 PLOT 3*HIZ,2.4*Pt
4510 NEXT ne
4520 NEXT VI
4530 FOR yokus=0 TO .3 STEP .1
4560 V=HIZ/3.6
4570 Pt=FNFD*V/100
4580 IF Pd>140 THEN 4620
4590 ORIGIN 120,34
4600 PLOT 3*HIZ,2.4*Pd
4610 NEXT HIZ
4620 NEXT yokus
4630 RETURN
4640 '***** ntr=f(V,a) EGRILERI *****
4650 GOSUB 500
4660 CLS
4670 INPUT "vites=";VI
4680 LOCATE 15,5:PRINT "TRANSMISYON VERIMININ HIZ VE IVMEYE BAGLILIGI"
4690 LOCATE 6,7:PRINT "ntr"
4700 LOCATE 11,7:PRINT "1.00"
4710 LOCATE 11,10:PRINT "0.95"
4720 LOCATE 11,14:PRINT "0.90"
4730 LOCATE 11,17:PRINT "0.85"
4740 LOCATE 11,20:PRINT "0.80"
4750 LOCATE 11,23:PRINT "0.75"
4760 LOCATE 11,24:PRINT 0
4770 LOCATE 22,24:PRINT 20

```

EK-A

```
4780 LOCATE 29,24:PRINT 40
4790 LOCATE 37,24:PRINT 60
4800 LOCATE 44,24:PRINT 80
4810 LOCATE 51,24:PRINT 100
4820 LOCATE 60,25:PRINT "Vkm/h"
4830 LOCATE 64,14:PRINT "a=1.5 m/sno2"
4840 LOCATE 64,16:PRINT "a=1.0"
4850 LOCATE 64,18:PRINT "a=0.5"
4860 LOCATE 64,20:PRINT "a=0"
4870 LOCATE 1,1
4880 ST1=10:ST2=.8
4890 ZZ=1
4900 FOR HIZ=0 TO 120 STEP ST1
4910 FOR ntr=0 TO 250 STEP ST2
4920 ORIGIN 120,40
4930 PLOT 3*HIZ,ntr
4940 NEXT ntr
4950 NEXT HIZ
4960 IF ZZ=2 THEN 4990
4970 ST1=0.5:ST2=25
4980 ZZ=ZZ+1:GOTO 4900
4990 FOR a=09 TO 1.5 STEP .5
5000 itr=itr(dd,VI)
5010 FOR HIZ=0 TO 120 STEP 1
5020 V=HIZ/3.6
5030 ntr=FNntr
5040 nntr=2000*(ntr-.75)
5050 ORIGIN 120,40
5060 PLOT 3*HIZ,nntr/2
5070 NEXT HIZ
5080 NEXT a
5090 RETURN
5100 RETURN
5110 ***** NEWTON - GREGORY FORWARD ENTERPOLASYONU *****
5120 FOR J=0 TO P
5130 IF (pme-PME(J))<=.25 THEN 5150
5140 NEXT J
5150 PA=J-1:PU=J-1
5160 FOR JJ=0 TO 2
5170 PPME(JJ)=PME(PA)
5180 PA=PA+1
5190 NEXT JJ
5200 FOR I=1 TO N
5210 IF (ne-NE(I))<=100 THEN 5230
5220 NEXT I
5230 NA=I-2:NU=I-2
5240 FOR II=0 TO 3
5250 NNE(II)=NE(NA)
5260 NA=NA+1
5270 NEXT II
5280 FOR K=0 TO 3
5290 FOR L=0 TO 2
5300 U(K,L)=BE(NU,PU)
5310 PU=PU+1
5320 NEXT L
```


EK-A

```
5330 NU=NU+1:PU=J-1
5340 NEXT K
5350 FOR J=0 TO 2
5360 FOR I=0 TO 3
5370 TBE(I,0)=U(I,J)
5380 NEXT I
5390 I=0:M=2
5400 FOR K=1 TO 3
5410 TBE(I,K)=TBE(I+1,K-1)-TBE(I,K-1)
5420 IF I=N THEN 5450
5430 I=I+1
5440 GOTO 5410
5450 I=0:M=M-1
5460 NEXT K
5470 FOR K=0 TO 3
5480 UN(J,K)=TBE(0,K)
5490 NEXT K
5500 NEXT J
5510 Y=(ne-NNE(0))/(NNE(1)-NNE(0))
5520 M=1
5530 YY=1:Q=1
5540 YY=YY*(Y-Q+1)/Q
5550 IF Q=M THEN 5580
5560 Q=Q+1
5570 GOTO 5540
5580 SN(M)=YY
5590 IF M=3 THEN 5620
5600 M=M+1
5610 GOTO 5530
5620 SN(0)=1
5630 FOR K=0 TO 2
5640 BEY=0:L=0
5650 BEY=BEY+UN(K,L)*BN(L)
5660 IF L=3 THEN 5680
5670 L=L+1:GOTO 5650
5680 US(K)=BEY
5690 NEXT K
5700 FOR J=0 TO 2
5710 PBE(J,0)=US(J)
5720 NEXT J
5730 J=0:M=1
5740 FOR K=1 TO 2
5750 PBE(J,K)=PBE(J+1,K-1)-PBE(J,K-1)
5760 IF J=M THEN 5780
5770 J=J+1:GOTO 5750
5780 J=0:M=M-1
5790 NEXT K
5800 FOR K=0 TO 2
5810 UP(K)=PBE(0,K)
5820 NEXT K
5830 X=(pme-PPME(0))/(PPME(1)-PPME(0))
5840 M=1
5850 XX=1:Q=1
5860 XX=XX*(X-Q+1)/Q
```

EK-A

```

5870 IF Q=M THEN 5890
5880 Q=Q+1:GOTO 5860
5890 PN(M)=XX
5900 IF M=2 THEN 5920
5910 M=M+1:GOTO 5850
5920 PN(0)=1
5930 BEX=0
5940 FOR I=0 TO 2
5950 BEX=BEX+UP(I)*PN(I)
5960 NEXT I
5970 be=BEX
5980 RETURN
5990 '***** ENTERPOLASYON *****
6000 '***** FONKSİYONLARIN TANIMLANMASI *****
6010 '***** YOL ve SEYİR DIRENLERİ N *****
6020 DEF FNFe=G+SIN(E)
6030 DEF FNFh=.5*CD*rah*Ah*(V+VR)Ü2
6040 DEF FNf=fa*(1+Vü2/1500)
6050 DEF FNFy=FNf*G*COS(E)
6060 DEF FNFd=FNFe+FNFh+FNFy
6070 '***** HIDROLİK MOMENT KAYBI *****
6080 DEF FNMh=(2+.09*V)*G*R/1000
6090 '***** TAHRIK KUVVETİ *****
6100 DEF FNFta=FNFd+mt*a
6110 '***** EFFEKTİF MOMENT N.m *****
6120 DEF FNA=Cy*R
6130 DEF FNB=-(FNFta+FNMh/R+Cy*Ie*a(itr/R)ü2+(Itra+It)*a/Rü2)*Rü2/itr
6140 DEF FNC=FNMh*Ie*a
6150 DEF FND=FNBü2-4*FNA*FNC
6160 DEF FNMe=(- FNB+FNDü.5)/FNA/2
6170 '***** TRANSMİSYON VERİMİ *****
6180 DEF FNntr=Cy-FNMh/FNMe/itr
6190 '***** İVME DİRENCİ N *****
6200 DEF FNFi=(FNntr*Ie*itrü2+Itra+It)*a/Rü2
6210 '***** TOPLAM DİRENC KUVVETİ N ***
6220 DEF FNFdi=FNFd+FNFi
6230 '***** TOPLAM DİRENC GUCU W *****
6240 DEF FNPdi=FNFdi*V
6250 '***** EFFEKTİF DEVİR SAYISI D/sn **
6260 DEF FNne=V*itr/PI/R/2
6270 '***** EFFEKTİF GUC W *****
6280 DEF FNPe=2*PI*FNne*FNMe
6290 '** ORTALAMA EFFEKTİF BASINC Pa **
6300 DEF FNpme=FNPe/(VH*ic*FNne)
6310 RETURN
6320 '* LAGRANGE ENTERPOLASYONU İLE TAM GAZDA Pe=f(ne)'yi UYDURAN ALTPR.
6330 'FOR I=1 TO 17
6340 IF (ne-NE1(I))<=100 THEN 6360
6350 NEXT I
6360 K=I-1
6370 FOR J=1 TO 3
6380 N1(J)=NE1(K)
6390 P1(J)=PE1(K)
6400 K=K+1

```

EK-A

```
6410 NEXT J
6420 POW=0:I=1
6430 M=1:GUC=P1(I)
6440 IF M=I THEN 6460
6450 GUC=GUC*(ne-N1(M))/(N1(I)-N1(M))
6460 IF M=3 THEN 6480
6470 M=M+1:GOTO 6440
6480 POW=POW+GUC
6490 IF I=3 THEN 6520
6500 I=I+1:GOTO 6430
6510 '*** ENTERPOLASYON SONU ***
6520 RETURN
6530 '***** SEYIR CEVRIMLERI *****
6540 '***** AVRUPA SEYIR CEVRIMI *****
6550 TT=195
6560 IF t<=11 THEN 6810
6570 IF t<=15 THEN 6820
6580 IF t<=23 THEN 6830
6590 IF t<=25 THEN 6840
6600 IF t<=28 THEN 6850
6610 IF t<=49 THEN 6860
6620 IF t<=54 THEN 6870
6630 IF t<=56 THEN 6880
6640 IF t<=61 THEN 6890
6650 IF t<=85 THEN 6900
6660 IF t<=93 THEN 6910
6670 IF t<=96 THEN 6920
6680 IF t<=117 THEN 6930
6690 IF t<=122 THEN 6940
6700 IF t<=124 THEN 6950
6710 IF t<=133 THEN 6960
6720 IF t<=135 THEN 6970
6730 IF t<=143 THEN 6980
6740 IF t<=155 THEN 6990
6750 IF t<=163 THEN 7000
6760 IF t<=176 THEN 7010
6770 IF t<=178 THEN 7020
6780 IF t<=185 THEN 7030
6790 IF t<=188 THEN 7040
6800 IF t<=195 THEN 7050
6810 a=0:VI=0:GOTO 7060
6820 a=3.75:VI=1:GOTO 7060
6830 a=0:VI=1:GOTO 7060
6840 a=-3:VI=1:GOTO 7060
6850 a=-3:VI=0:GOTO 7060
6860 a=0:VI=0:GOTO 7060
6870 a=3:VI=1:GOTO 7060
6880 a=0:VI=0:GOTO 7060
6890 a=3.4:VI=2:GOTO 7060
6900 a=0:VI=2:GOTO 7060
6910 a=-32/11:VI=2:GOTO 7060
6920 a=-32/11:VI=0:GOTO 7060
6930 a=0:VI=0:GOTO 7060
6940 a=3:VI=1:GOTO 7060
```

EK-A

```
6950 a=0:VI=0:GOTO 7060
6960 a=20/9:VI=2:GOTO 7060
6970 a=0:VI=0:GOTO 7060
6980 a=15/8:VI=3:GOTO 7060
6990 a=0:VI=3:GOTO 7060
7000 a=15/8:VI=3:GOTO 7060
7010 a=0:VI=3:GOTO 7060
7020 a=0:VI=0:GOTO 7060
7030 a=-3.5:VI=2:GOTO 7060
7040 a=-3.5:VI=0:GOTO 7060
7050 a=0:VI=0
7060 a=a/3.6
7070 V=V+dt
7080 SL=SL+V+dt
7090 RETURN
7100 '***** DEGISTIRILMIS AVRUPA SEYIR CEVRIMI *****
7110 TT=207
7120 IF t<=11 THEN 7450
7130 IF t<=15 THEN 7460
7140 IF t<=17 THEN 7470
7150 IF t<=18 THEN 7480
7160 IF t<=26 THEN 7490
7170 IF t<=28 THEN 7500
7180 IF t<=31 THEN 7510
7190 IF t<=52 THEN 7520
7200 IF t<=57 THEN 7530
7210 IF t<=59 THEN 7540
7220 IF t<=61 THEN 7550
7230 IF t<=63 THEN 7560
7240 IF t<=67 THEN 7570
7250 IF t<=91 THEN 7580
7260 IF t<=99 THEN 7590
7270 IF t<=102 THEN 7600
7280 IF t<=123 THEN 7610
7290 IF t<=128 THEN 7620
7300 IF t<=130 THEN 7630
7310 IF t<=132 THEN 7640
7320 IF t<=134 THEN 7650
7330 IF t<=142 THEN 7660
7340 IF t<=144 THEN 7670
7350 IF t<=152 THEN 7680
7360 IF t<=164 THEN 7690
7370 IF t<=172 THEN 7700
7380 IF t<=185 THEN 7710
7390 IF t<=187 THEN 7720
7400 IF t<=192 THEN 7730
7410 IF t<=194 THEN 7740
7420 IF t<=197 THEN 7750
7430 IF t<=200 THEN 7760
7440 IF t<=207 THEN 7770
7450 a=0:VI=0:GOTO 7780
7460 a=3:VI=1:GOTO 7780
7470 a=0:VI=0:GOTO 7780
7480 a=3:VI=2:GOTO 7780
```

EK-A

```
7490 a=0:VI=0:GOTO 7780
7500 a=-3:VI=2:GOTO 7780
7510 a=-3:VI=0:GOTO 7780
7520 a=0:VI=0:GOTO 7780
7530 a=2.4:VI=1:GOTO 7780
7540 a=0:VI=0:GOTO 7780
7550 a=3:VI=2:GOTO 7780
7560 a=0:VI=0:GOTO 7780
7570 a=3.5:VI=3:GOTO 7780
7580 a=0:VI=3:GOTO 7780
7590 a=-32/11:VI=3:GOTO 7780
7600 a=-32/11:VI=0:GOTO 7780
7610 a=0:VI=0:GOTO 7780
7620 a=2.4:VI=1:GOTO 7780
7630 a=0:VI=0:GOTO 7780
7640 a=3:VI=2:GOTO 7780
7650 a=0:VI=0:GOTO 7780
7660 a=17/8:VI=3:GOTO 7780
7670 a=0:VI=0:GOTO 7780
7680 a=1.875:VI=4:GOTO 7780
7690 a=0:VI=4:GOTO 7780
7700 a=-1.875:VI=4:GOTO 7780
7710 a=0:VI=4:GOTO 7780
7720 a=0:VI=0:GOTO 7780
7730 a=-3.4:VI=3:GOTO 7780
7740 a=0:VI=0:GOTO 7780
7750 a=-3:VI=2:GOTO 7780
7760 a=-3:VI=0:GOTO 7780
7770 a=0:VI=-
7780 a=a/3.6
7790 V=V+a*dt
7800 SL=SL+V*dt
7810 RETURN
7820 '*** SEHIR ICI YOLCU OTOBUSU ICIN KARSILASTIRMALI CEVRIM ***
7830 TT=28+ts
7840 IF t<=5 THEN 8040
7850 IF t<=9 THEN 8050
7860 IF t<=11 THEN 8060
7870 IF t<=15 THEN 8070
7880 IF t<=17 THEN 8080
7890 IF t<=22 THEN 8090
7900 IF t<=24 THEN 8100
7910 IF t<=29 THEN 8110
7920 IF t<=31 THEN 8120
7930 IF t<=35 THEN 8130
7940 IF t<=ts+35 THEN 8140
7950 IF t<=ts+39 THEN 8150
7960 IF t<=ts+41 THEN 8160
7970 IF t<=ts+46 THEN 8170
7980 IF t<=ts+48 THEN 8180
7990 IF t<=ts+53 THEN 8190
8000 IF t<=ts+55 THEN 8200
8010 IF t<=ts+59 THEN 8210
8020 IF t<=ts+63 THEN 8220
8030 IF t<=ts+78 THEN 8230
```

EK-A

```

8040 a=0:VI=0:GOTO 8240
8050 a=3:VI=1:GOTO 8240
8060 a=0:VI=0:GOTO 8240
8070 a=2.5:VI=2:GOTO 8240
8080 a=0:VI=0:GOTO 8240
8090 a=2:VI=3:GOTO 8240
8100 a=0:VI=0:GOTO 8240
8110 a=2:VI=4:GOTO 8240
8120 a=0:VI=0:GOTO 8240
8130 a=1.5:VI=5:GOTO 8240
8140 a=0:VI=5:GOTO 8240
8150 a=-1.5:VI=5:GOTO 8240
8160 a=0:VI=0:GOTO 8240
8170 a=2:VI=4:GOTO 8240
8180 a=0:VI=0:GOTO 8240
8190 a=-2:VI=3:GOTO 8240
8200 a=0:VI=0:GOTO 8240
8210 a=-3:VI=2:GOTO 8240
8220 a=-2.5:VI=0:GOTO 8240
8230 a=0:VI=0
8240 a=a/3.6
8250 V=V+a*dt
8260 SL=SL+V*dt
8270 '***** SEYIR CEVRIMLERI SONU *****
8280 RETURN
8290 '*** MOOTR VE ARACA AIT TEKNİK BİLGİLERİN GÖRÜNTÜLENMESİ ***
8300 CLS
8310 PRINT: PRINT
8320 PRINT TAB(16) "*** MERCEDES 302S-OM421 ARACINA AIT TEKNİK BİLGİLER ***"
8330 PRINT: PRINT: PRINT
8340 PRINT "* OM-421 MOTORUNA AIT BİLGİLER*"
8350 PRINT: PRINT
8360 PRINT "TOPLAM STROK HACMI",": VH=";VH;"mü3"
8370 PRINT
8380 PRINT "SİLİNDİR SAYISI",": Z=";Z
8390 PRINT
8400 PRINT "SİLİNDİR CAPI",": D=";D;"m"
8410 PRINT
8420 PRINT "STROK",": H=";H;"m"
8430 PRINT
8440 PRINT "SİKİSTİRMA ORANI",": EPSULON= 16.9/1"
8450 PRINT
8460 PRINT "CEVRİM TİPİ",": 4 ZAMANLI-DIESEL MOTORU"
8470 PRINT:PRINT
8480 PRINT "* TRANSMİSYON SİSTEMİNE AIT BİLGİLER *"
8490 PRINT:PRINT
8500 PRINT TAB(20)"DİSLİ KUTUSU CEVRİM ORANLARI : "
8510 PRINT
8520 PRINT TAB(1) "VİTES
:";TAB(12)"1.";TAB(22)"2.";TAB(32)"3.";TAB(42)"4.";TAB
(52)"5.";TAB(62)"6.";TAB(72)"GERİ"
8530 PRINT
8540 PRINT TAB(1)
"i dk=";TAB(11)i dk(1);TAB(21)i dk(2);TAB(31)i dk(3);TAB(41)i dk(4
);TAB(51)i dk(5);TAB(61)i dk(6);TAB(71)i dk(7)

```

EK-A

```

8550 PRINT: PRINT
8560 PRINT "DIFERANSİYEL CEVRİM ORANI (TAKVİYESİZ)",": idif(1)
8570 PRINT
8580 PRINT "ARKA AKS TAKVİYELİ CEVRİM ORANI",": idif(2)
8590 PRINT
8600 PRINT "TAKVİYENİN CEVRİM ORANI",": itak=";1.404
8610 PRINT: PRINT
8620 PRINT "* ARACA AIT BİLGİLER *"
8630 PRINT: PRINT
8640 PRINT "TEKERLEK BOYUTLARI",": 10.00-20 16 PR"
8650 PRINT
8660 PRINT "TEKERLEK DİNAMİK YARICAPI",": r=";R,"m"
8670 PRINT
8680 PRINT "ARACIN ON PROFİL ALANI",": A=";Ah,"mÜ2"
8690 PRINT
8700 PRINT "AERODİNAMİK (HAVA) DİRENC KATSAYISI",": CD=";CD
8710 PRINT
8720 PRINT "ARACIN BOS KÜTLESİ",": mA=";mA,"kg"
8730 PRINT
8740 PRINT "ARACIN AZAMI YUKLU KÜTLESİ",": mt=";14700,"kg"
8750 PRINT
8760 RETURN
8770 '***** PROGRAM SONU (END) *****
8780 CLS
8790 PRINT: PRINT: PRINT
8800 PRINT TAB(10) "UYARI ":":PRINT
8810 PRINT TAB(15) "MOTORA AIT PERFORMANS EĞRİLERİ TAM GAZDAKI KARAKTERİSTİK"
8820 PRINT
8830 PRINT TAB(12)"EĞRİLER YARDIMIYLA TAHMİNİ OLARAK BULUNMUŞTUR. BU NEDENLE"
8840 PRINT
8850 PRINT TAB(12)"ÇIKAN SONUÇLARIN TAM OLARAK MERCEDES 302S ARACINA AIT "
8860 PRINT
8870 PRINT TAB(12)"OLDUĞU SOYLENEMEZ."
8880 END
8890 '*****
8900 '***** VERİLERİN OKUNMASI - ATALET MOMENTLERİNİN HESAPLANMASI *****
8910 '***** ARACA AIT VERİLER *****
8920 READ mA,R,kk,Il,mm,CD,Ah
8930 '***** MOTORA AIT VERİLER*****
8940 READ VH,H,D,z,ic,Hu,RY
8950 '***** HAVA VE YOLA AIT BİLGİLER *****
8960 READ Ph,Th,go
8970 '***** RELANTI DURUMU *****
8980 READ myR,neR
8990 Cy=0.980kk*0.97Ü11*99Ümm
9000 rah=0.00348*Ph/Th
9010 '***** TRANSMİSYON ORANLARI *****
9020 READ VS:DIM idk(VS+1),itr(2,CS+1)
9030 FOR VI=0 TO VS+1
9040 READ idk(VI)
9050 NEXT VI
9060 FOR dd=1 TO 2
9070 READ idif(dd)
9080 NEXT dd

```

EK-A

```
9090 FOR dd=1 TO 2
9100 FOR VI=0 TO VS+1
9110 itr(dd,VI)=idif(dd)*idk(VI)
9120 NEXT VI
9130 NEXT dd
9140 '***** ATALET MOMONTLARI *****
9150 '***** MOTOR *****
9160 '***** Biyelin indirgenmis kutleleri *****
9170 READ Ib,mb,Ib,Ab,Bb
9180 m1=Ib/Ab/Ib
9190 m2=Ib/Bb/Ib
9200 m3=mb-Ib/Ab/Bb
9210 '***** Krankin indirgenmis kutlesi *****
9220 '***** Krank muylusu *****
9230 READ Rkr,dmKr,Im,rokr
9240 mmu=PI*dmKr2*Im*rokr/4
9250 '***** Krank kolu *****
9260 READ Rikr,yuk,gen,kal
9270 mki=2*gen*kal*yuk*rokr*Rikr/Rkr
9280 mkr=mmu+mki
9290 '***** Piston toplam kutlesi *****
9300 READ mpt
9310 '***** Gidip gelen kutle *****
9320 mgg=mpt+m1+m3*Bb/Ib
9330 '***** Donen kutle *****
9340 md=mkr+m2+m3*Ab/Ib
9350 '**** Volansiz motorun toplam atalet momenti ****
9360 LAMDA=Rkr/Ib
9370 Imo=Z*(md+mgg*(1+LAMDA2/4)/2)*Rkr2
9380 '***** Volanin atalet momenti *****
9390 READ Iv
9400 '***** Motorun toplam atalet momenti *****
9410 Ie=Imo+Iv
9420 '***** Vites kutusu *****
9430 '* Debriyaj ve Grup mili dislileri boyutlari ve malzeme yogunlugu *
9440 READ Da,Ta,Db,Tb,rovi
9450 Ia=PI*Ta*rovi*Da4/32
9460 Ibb=PI*Tb*rovi*Db4/32
9470 '***** Geri vites dislileri *****
9480 READ Dog,Tog,Dg,Tg
9490 Ig=PI*rovi*(Tog*Dcg4+TgDg4)/32
9500 '***** Debriyaj mili-Grup mili cevrim orani
9510 READ Tc,Te,cds,eds
9520 DIM Dc(cds),Ic(cds),De(eds),Iev(eds)
9530 FOR I=1 TO cds
9540 READ Dc(I)
9550 Ic(I)=PI*Tc*ovi*Dc(I)4/32
9560 NEXT I
9570 FOR I=1 TO eds
9580 READ De(I)
9590 Iev(I)=PI*Te*rovi*De(I)4/32
9600 NEXT I
9610 Ict=0
9620 FOR I=1 TO cds
```


EK-A

```
9630 Ict=Ict+Ic(I)
9540 NEXT I
9650 Ievt=0
9660 for i=1 to eds
9670 Ievt=Ievt+Iev(I)
9680 NEXT I
9690 Ivk=Ia+Ibb+Ig+Ict
9700 '***** Difransiyel *****
9710 READ Idif
9720 Itra=Ivk+Idif
9730 '**** TEKERLEKLERIN ATALET MOMENTI ****
9740 READ It
9750 '***** PERFORMANS EGRILERI *****
9760 READ N,P
9770 READ nemin,nemax,pmemin,pmemax
9780 DIM NE(N),PME(P),BE(N,P)
9790 FOR I=0 TO N
9800 READ NE(I)
9810 NEXT I
9820 FOR J=0 TO P
9830 READ PME(J)
9840 NEXT J
9850 FOR J=0 TO P
9860 FOR I=0 TO N
9870 READ BE(I,J)
9880 NEXT I
9890 NEXT J
9900 DIM NE1(I),PE1(I)
9910 FOR I=1 TO 17
9920 READ NE1(I),PE1(I)
9930 NEXT I
9940 READ FMINIS:DIM IS(40)
9950 em=1:kcev=1:ts=27
9960 RETURN
9970 DATA 11170,.507,2,2,2,.6,6.1
9980 DATA .010964,.142,.128,6,.5,41630,860
9990 DATA 101325,298,9.80665
10000 DATA .555,700
10010 DATA 6
10020 DATA 0,7.186,4.106,2.566,1.703,1.251,1,6.893
10030 DATA 3.75,5.265
10040 DATA .255,3.111,.03193,.1965,.0585
10050 DATA .07,.084,.54,7900
10060 DATA .06,.032,.148,.032
10070 DATA 2.156
10080 DATA 1.1
10090 DATA .35,.015,.8,.015,7800
10100 DATA .265,.02,.2,.02
10110 DATA .015,.015,5,3
10120 DATA .255,.445,.49,.50,.70
10130 DATA .80,.55,.38
10140 DATA 1,1
10150 DATA 21,43
10160 DATA 800,2300,0,10.25
```

EK-A

10170 DATA 500,600,700,800,900,1000,1100,1200,1300,1400,1500,1600,1700,1800
,1900,2000,2100,2200,2300,2400,2500,2600
10180 DATA -.25,0,.25,.50,.75,1,1.25,1.50,1.75,2,2.25,2.50,2.75,3,3.25,3.50
,3.75,4,4.25,4.50,4.75,5,5.25
10190 DATA 5.50,5.75,6,6.25,6.50,6.75,7,7.25,7.50,7.75,8,8.25,8.50,8.75,9
,9.25,9.50,9.75,10,10.25,10.50
10200 DATA 296,290,286,284,282.5,281,279.2,278.5,278,277,276.1,276,276,276.1
,276.2,277,278,279,280,282,284,286
10210 DATA 294,288,284,282,280,278,276,275,274,274,273,273,273,275,276,277
,277,278,279,280,284,288
10220 DATA 292,287,284,280,278,276,274,273,273,272.5,272,272,272,272,272.5
,273,274,276,277,279,281,285
10230 DATA 290,284,280,278,276,274,272,272,271,271,270,269,268,268,269,271
,272,274,275,276,278,283
10240 DATA 287,281,278,276,274,270,269,269,268,268,268,267,267,268,269,269
,270,271,272,274,276,280
10250 DATA 285,279,276,274,270,269,268,267,266,266,266,266,266,267,267.1
,267.2,268,269,270,272,274,278
10260 DATA 283,277,273,270,268,267,266,264,264,263,262,262,263,263,264,265
,266,267,268,269,272,276
10270 DATA 279,273,271,268,266,264,263,262,261.2,260.1,260,260.1,260.3,261.5
,262,263,264,265.5,266,268,269,274
10280 DATA 278,272,268,266,264,262,260,259.5,259,258,257.8,257.8,258,258.2
,259.5,260,262,263,264,266,268,273
10290 DATA 275,269,266,263,261,259,257.5,256.5,256,255.5,255,255,255.5,256
,256.5,258,259.5,260.5,262,264,266,271
10300 DATA 272,266,263,260,258,257,255.5,254,253.5,253,252.5,252.5,253,254
,254.5,255,257,258,260,262,264,269
10310 DATA 270,264,260,257.5,256,254.5,253,252.5,252,251.5,251.5,251.5,252
,252.5,253,254,255,256,258,260,262,267
10320 DATA 267,261,258,256,253,252,250,249.5,248.5,248,248,248,250,250.5,252
,252.5,253,254.5,255.5,258,260,264
10330 DATA 265,259,256,253,251,249,247.5,247,246.5,246.5,246.6,246.6,247.5
,248.5,249.5,250,251.5,252.5,253.5,256,258,262
10340 DATA 262,256,254.5,251.5,248,246.5,245.5,245,244.1,244,244,245,246
,246.5,247,248,248.5,251.5,252.5,254,256,261
10350 DATA 260,254,251.5,248,245.5,244,243,242.5,241.5,242.5,243,243.5,243.8
,244,255.5,246.5,248.5,250,251,252.5,254,259
10360 DATA 258,252,248,246,244,240,249.5,239,238.6,238.5,238.5,238.6,238.8
,240,243.1,244,246,248,249,251,253,258
10370 DATA 256,250,246,244,240,238.8,238,237.2,237,237,237,237,237.2,238,239
,240.5,244,24 5.5,247.5,250,252,256
10380 DATA 252,246,244,240,238.2,236.5,235.5,234.5,234,234,234,234,234.5
,235.5,238,239.5,241.5,244,246,248,250,255
10390 DATA 250,244,240,238,236,234,233,232.5,232,232,231.2,231.5,232,233.5
,235,237,239.5,241.5,244,246,248,253
10400 DATA 246,240,238,236,234,232.5,231.5,230.5,230,228.5,228,228.2,230,231
,232.5,235,237,239,242.5,245.5,247,251
10410 DATA 244,238,236,234,232,230,228,227,226,225,225,225,226,229,230.5,233
,235,237.5,239.5,243.5,245.5,249
10420 DATA 242,236,234,232,231,229,226,224.5,223,222,222,222,223,225,228,231
,234,236,238,241,244,247
10430 DATA 238,234,232.5,230.8,228,225.5,224,222,220.5,220,220,220.5,221,222
,225,228.5,231.5,234,236.5,238,243,245

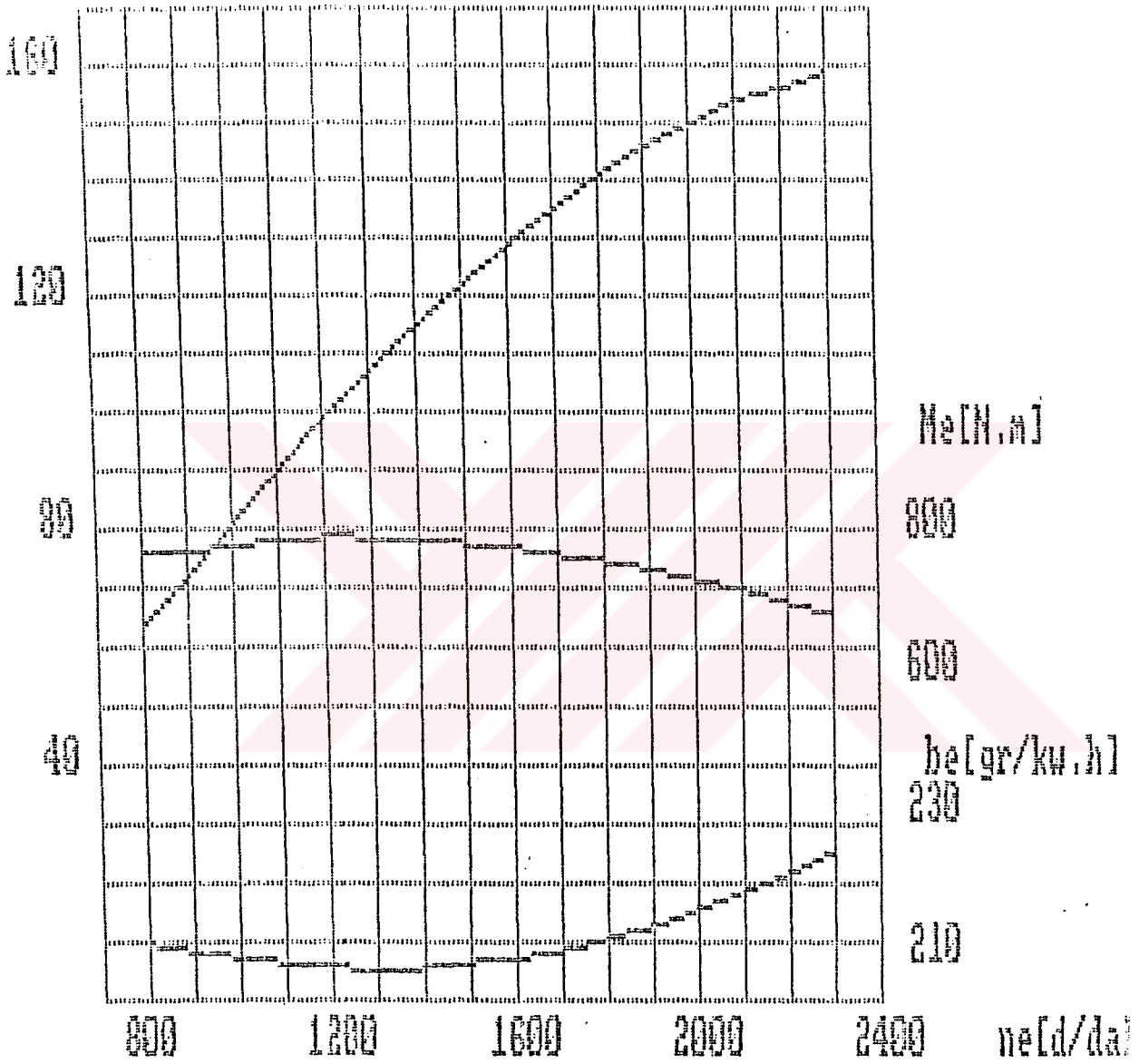
EK-A

10440 DATA 236.5,232.5,230,228,225,223.8,221.9,219,218.5,218,218,218.5,219.5
,221,222,226,228,230,231,232,234,239
10450 DATA 235,231,229,226,224,221.5,219,217.5,217,216.2,216,217,218,219,221
,224,227,229,231,232,233,236
10460 DATA 233,229,226,224,222,219,217,216,215,215,214.8,215.4,216.5,218,220
,222,225,229,230,232,235
10470 DATA 231,227,225,222,219,217,215,214,213.6,213.1,213.2,214,215,216.8
,219,221,224,226,229,230,231,234
10480 DATA 230,226,223,220,218,215,213.8,213,212.4,212.3,212.5,213,214,215.5
,217.5,220,222,225.5,228,229,231,234
10490 DATA 229,225,219,218,216,214,213,212,211.5,211.8,212.2,213,214,216.5
,219,221.5,225,227.5,229,231,234
10500 DATA 227,223,219,216,214,212.5,211.5,210.8,210.3,210.3,210.5,211.3
,212.5,213.5,216,219,220.5,224,226,228,230,233
10510 DATA 225,222,218,215,213,211,210.5,209.8,209.5,209.5,209.8,210.5,211.5
,213,215,217.2,220,222.8,226,229,232,233
10520 DATA 223.5,220.5,217,213.8,211.5,210.5,209.1,208.5,208.2,208.2,208.8
,209.8,211,212.4,214,216.4,219,222,225,229,230,232
10530 DATA 222,219,215,212,210.8,209.5,208.2,207.8,207.75,207.75,208,209
,210.5,212,213.5,216,219,222,225,227,230,232
10540 DATA 219,216,214,211.5,210,208.1,207.7,207.3,207.2,207.2,207.5,208
,209.8,211.2,213,216,218,219,222,225,228,230
10550 DATA 220,217,213,215,209,207.8,207.2,206.9,206.75,206.7,207.1,207.75
,209,211,213,215.5,219,221,224,226,228,230
10560 DATA 221,218,213,210,208.6,207.5,206.75,206.25,206,206.1,206.75,207.5
,208.75,211,213.2,218,220,222,224,226,228,230
10570 DATA 221,217,212,210,208.8,207.5,206.6,206,205,206,206.7,207.5,208.75
,211.1,214,217,218,220,222,224,226,228
10580 DATA 222,219,214,211,209,207.75,207,206.5,206.5,206.5,207,207.6,209,212
,214,218,221,223,225,227,229,230
10590 DATA 222,219,217,213,210,208.5,207.5,207.1,207,207.1,207.5,208,209.8
,213,215,217.2,219,222,224,226,228,230
10600 DATA 224.5,221.5,217,214,210.7,209.5,208.5,207.9,207.8,207.9,208,209
,211,213,215,217,220,223,226,228,229,231
10610 DATA 225,222,218,216,213,210,209.5,209.1,209,209,209.1,210,212,215
,217,219,221,223,225,227,229,231
10620 DATA 226,223,219,216,213,212,211,210,210,210,210,211,212,214,216,221
,223,226,228,229,231,233
10630 DATA 227,224,220,218,215,212,210,209.9,209.5,209.5,209.9,212,215,217
,219,221,223,225,227,229,231,235
10640 DATA 700,58,800,64,900,72,1000,81,1100,90,1200,99,1300,107,1400,115,1500
,122,1600,129,1700,135,1800,141,1900,146,2000,150,2100,154,2200,156,2300,159
10650 DATA 7.5

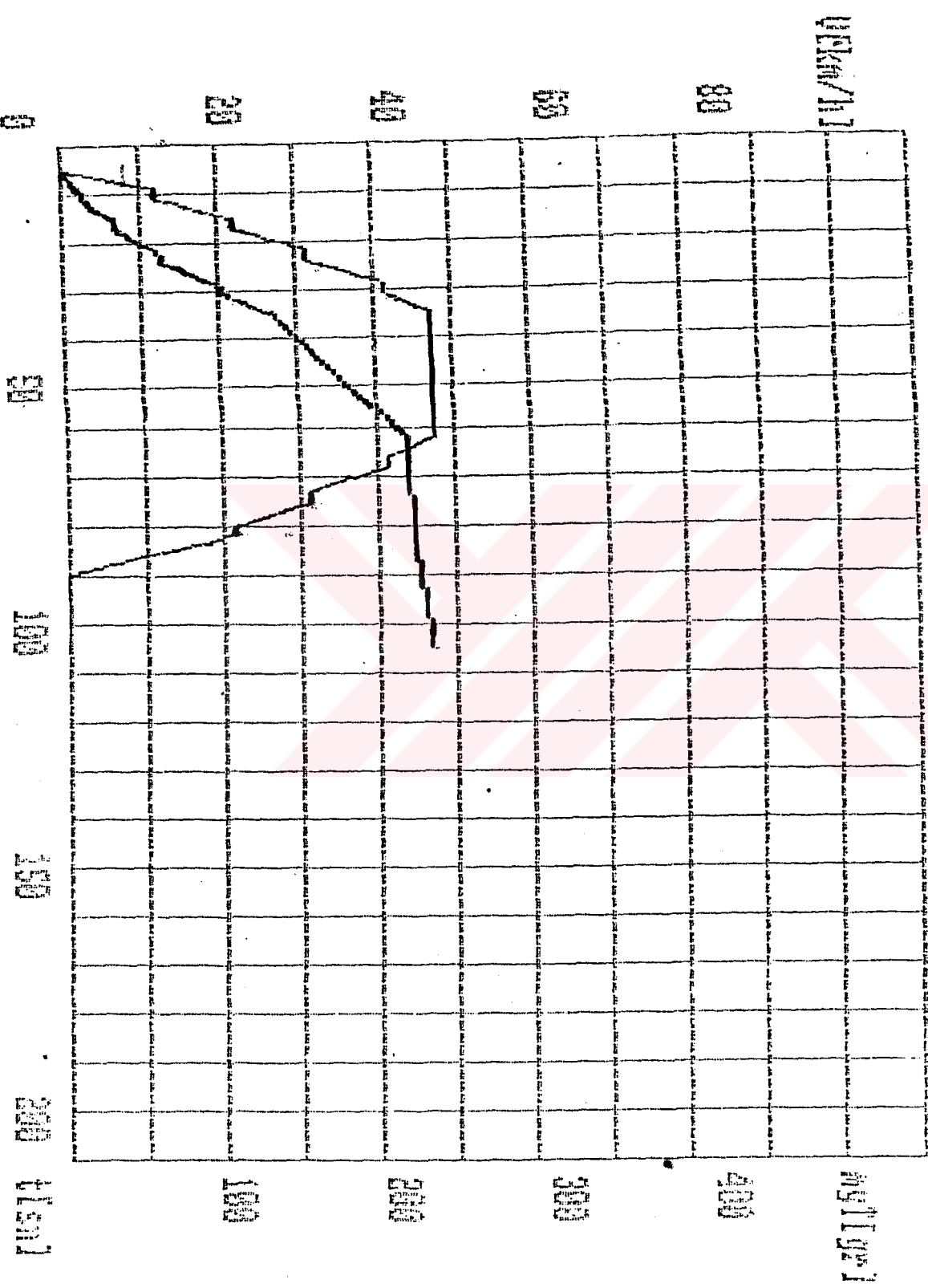
ARMY SIGHT COURSE



MOTOR KARAKTERİSTİK EGRİLERİ



OTOPUS ICM MI WIND PROFILES (000 FT) BIR CANNON

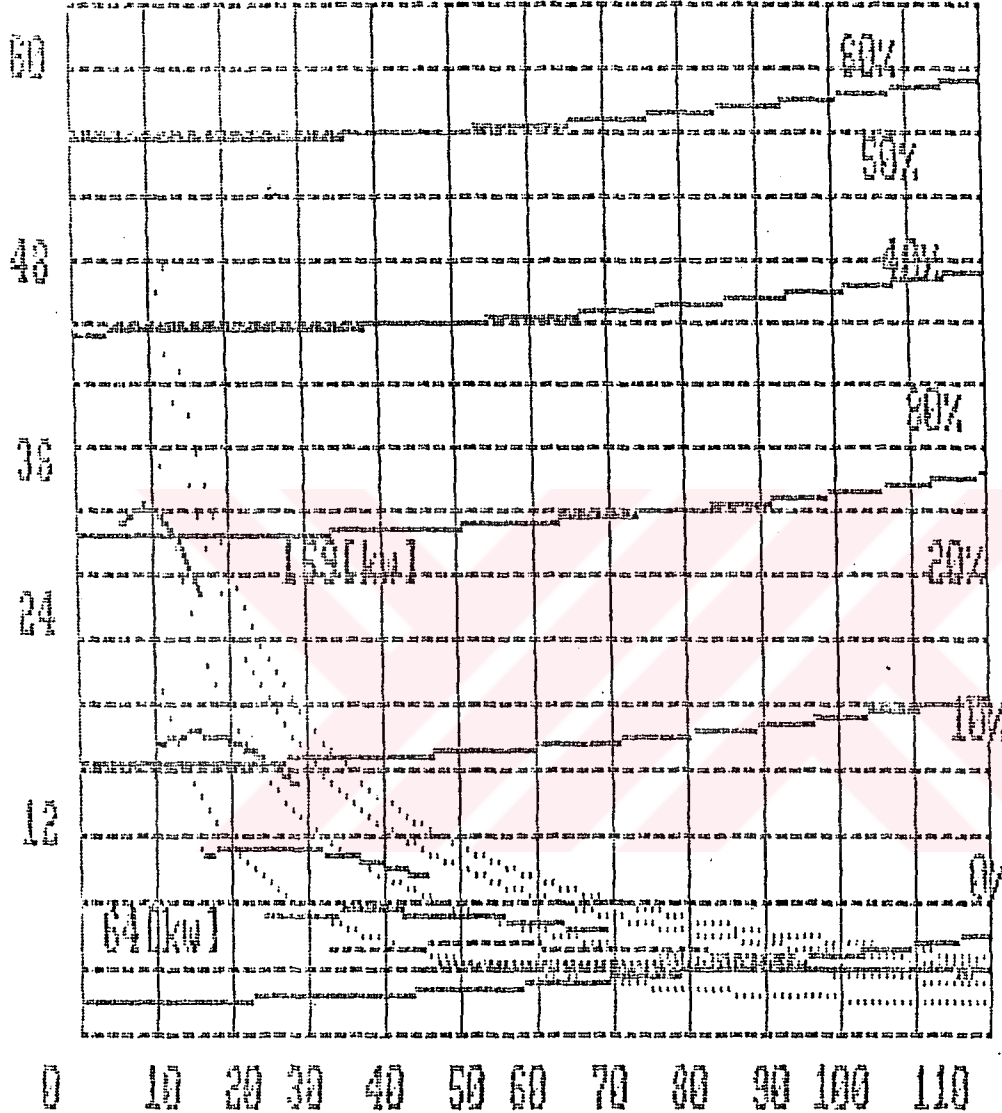


VITES KADENELERİNDE ARACIN TAHRIK VE DİRENC KUVVETLERİ :

%EĞİM

FİCKMİ

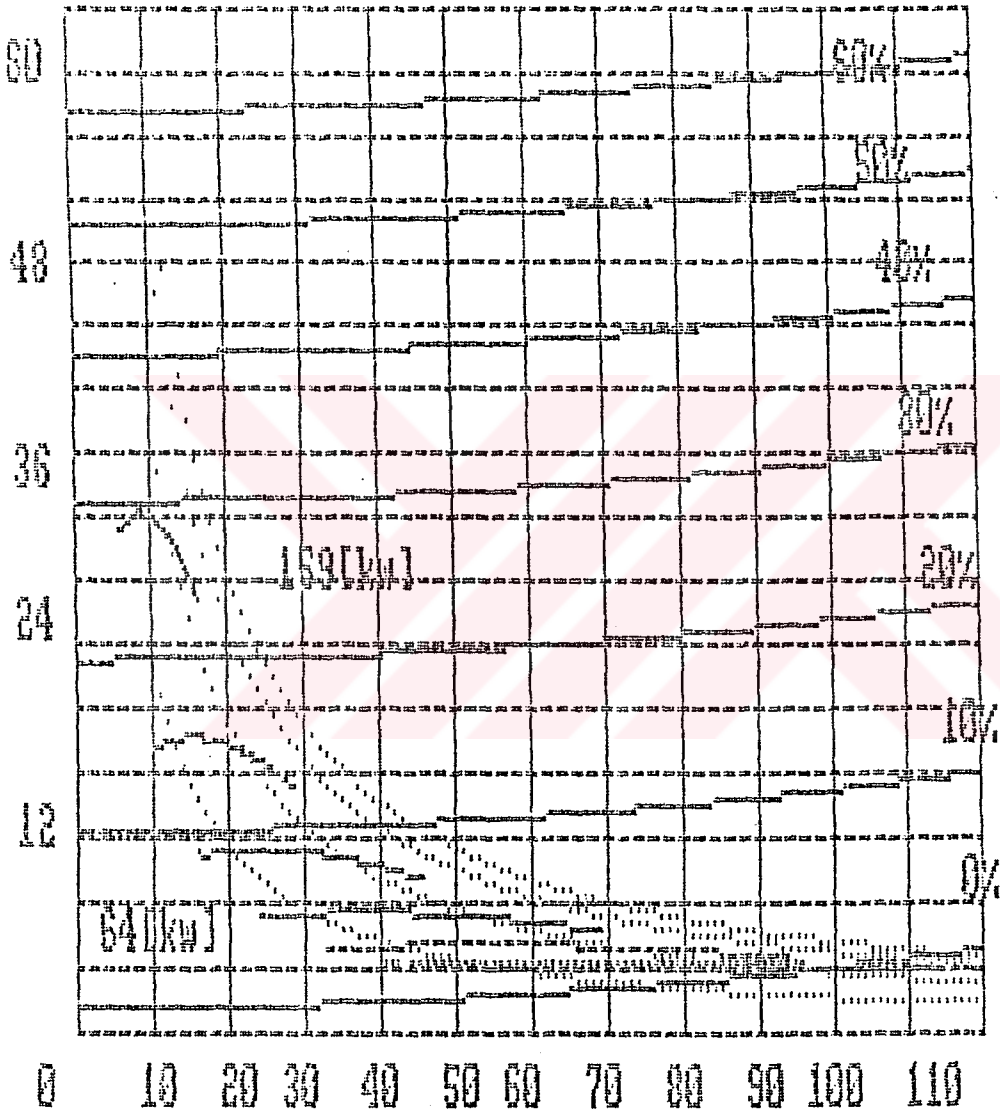
ZACMİ



V[km/h]

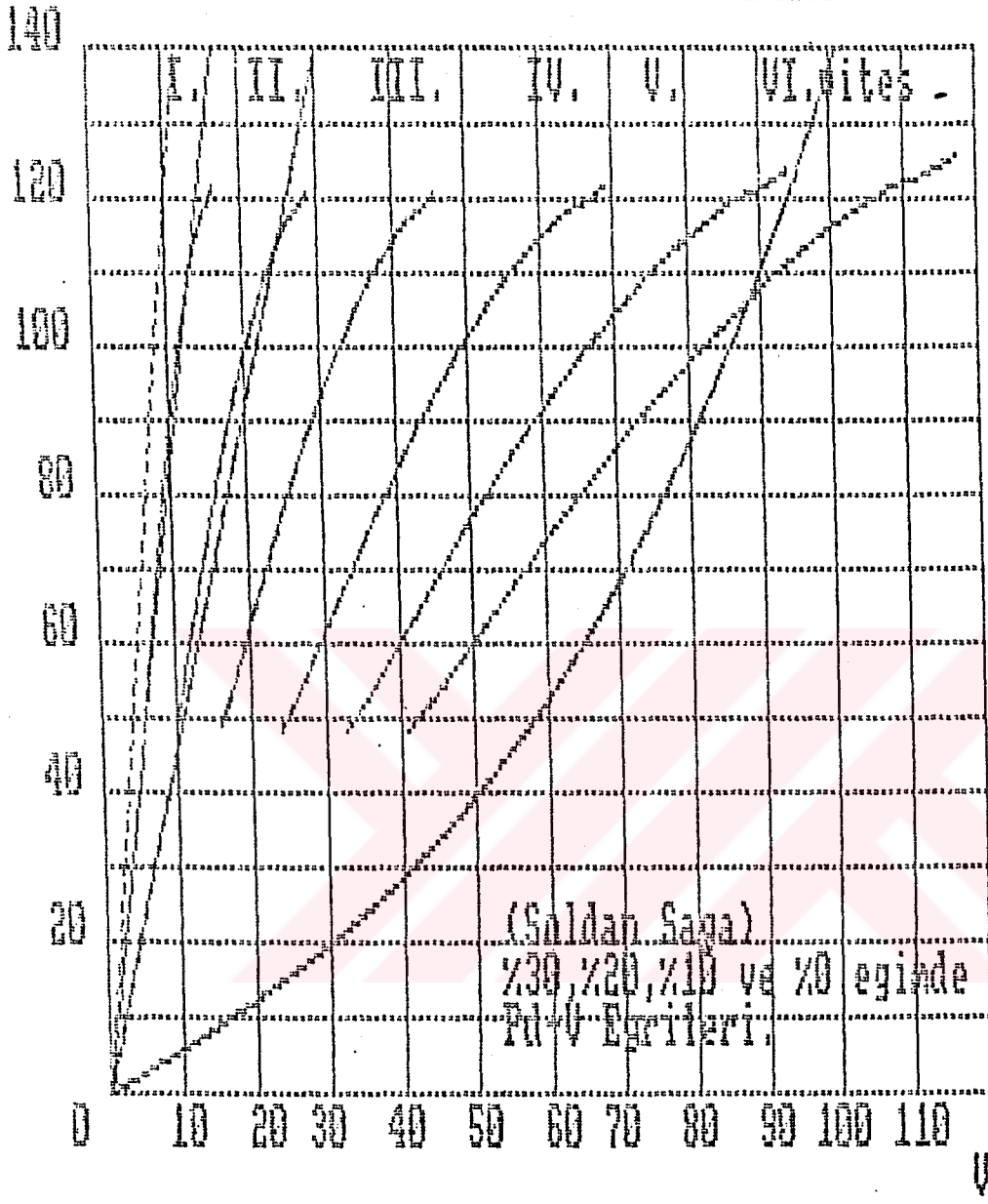
VITES KADEMELERİNDE ARACIN TAHRIK VE DİRENC KUVVETLERİ :
 ZEMİN

200000
 200000



U [km/h]

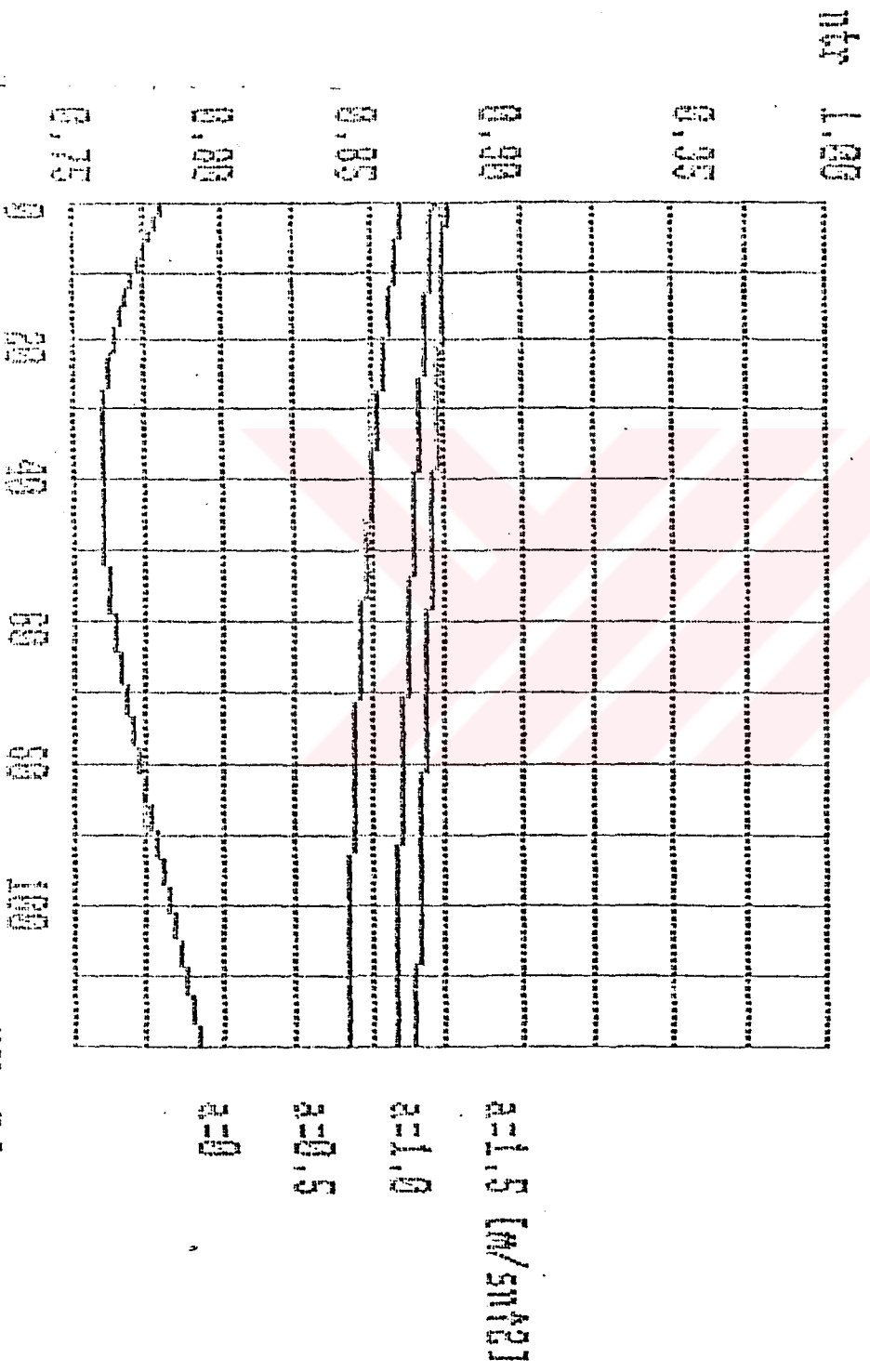
TANRIK VE DİRENC GUCU EGRILERI



V [km/h]

Yükseklik = 2

TRANSMİSYON VERİMLİLİK HIZ ve ZİME'ye BAĞLIOLUĞU



EK-B

** MERCEDES 302S-DM421 ARACINA AIT TEKNİK BİLGİLER **

* DM-421 MOTORUN AIT BİLGİLER *

TOPLAM STROK HACMI : $V_{Hl} = 0.010964 \text{ m}^3$
SİLİNDİR SAYISI : $Z = 6$
SİLİNDİR CAPI : $D = 0.128 \text{ m}$
STROK : $H = 0.142 \text{ m}$
SİKİSTİRMA ORANI : $\epsilon_{SULUN} = 16.9/1$
CEVRİM TIPI : 4 ZAMANLI-DİESEL MOTORU

* TRANSNİSYON SİSTEMİNE AIT BİLGİLER *

DISLİ KUTUSU CEVRİM ORANLARI:

| VİTES: | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | GERİ |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|----|-------|
| idk = | 7.186 | 4.106 | 2.566 | 1.703 | 1.251 | 1. | 6.893 |

DİFRANSİYEL CEVRİM ORANI (TAKVİYESİZ) : $i_{dif} = 3.75$

ARKA AKS TAKVİYELİ CEVRİM ORANI : $i_{dift} = 5.265$

TAKVİYENİN CEVRİM ORANI : $i_{tak} = 1.404$

* ARACA AIT BİLGİLER *

TEKERLEK BOYUTLARI : 10.00-20 16 PR
TEKERLEK DİNAMİK YARICAPI : $r = 0.507 \text{ m}$
ARACIN ON PROFİL ALANI : $A = 6.1 \text{ m}^2$
AERODİNAMİK (HAVA) DİRENC KATSAYISI : $C_D = 0.6$
ARACIN BOS KÜTLESİ : $m_A = 11170 \text{ kg}$
ARACIN AZAMI YUKLU KÜTLESİ : $m_t = 14700 \text{ kg}$

EK-C

*** SEYIR CEVRIMI BOYUNCA PARAMETRELERIN DEGISIMI ***

* t= 0 sn *****
my = 0.555 gr
myl= 0.555 gr
ne = 0.000 d/dak
pme= 0.000 bar
be = 0.000 gr/kwh
Pe = 0.000 kw
Me = 0.000 Nm
Fdi= 0.000 N
ntr= 0.000 %
V = 0.000 km/h
a = 0.000 m/snü2
ARACIN KATETTIGI YOL= 0.00 m
itr= 0
0. VITES

* t= 1 sn *****
my = 0.555 gr
myl= 1.110 gr
ne = 0.000 d/dak
pme= 0.000 bar
be = 0.000 gr/kwh
Pe = 0.000 kw
Me = 0.000 Nm
Fdi= 0.000 N
ntr= 0.000 %
V = 0.000 km/h
a = 0.000 m/snü2
ARACIN KATETTIGI YOL= 0.00 m
itr= 0
0. VITES

* t= 2 sn *****
my = 0.555 gr
myl= 1.665 gr
ne = 0.000 d/dak
pme= 0.000 bar
be = 0.000 gr/kwh
Pe = 0.000 kw
Me = 0.000 Nm
Fdi= 0.000 N
ntr= 0.000 %
V = 0.000 km/h
a = 0.000 m/snü2
ARACIN KATETTIGI YOL= 0.00 m
itr= 0
0. VITES

EK-C

* t= 3 sn *****
my = 0.555 gr
myI= 2.220 gr
ne = 0.000 d/dak
pme= 0.000 bar
be = 0.000 gr/kwh
Pe = 0.000 kw
Me = 0.000 Nm
Fdi= 0.000 N
ntr= 0.000 %
V = 0.000 km/h
a = 0.000 m/snü2
ARACIN KATETTIGI YOL= 0.00 m
itr= 0
0. VITES

* t= 4 sn *****
my = 0.555 gr
myI= 2.775 gr
ne = 0.000 d/dak
pme= 0.000 bar
be = 0.000 gr/kwh
Pe = 0.000 kw
Me = 0.000 Nm
Fdi= 0.000 N
ntr= 0.000 %
V = 0.000 km/h
a = 0.000 m/snü2
ARACIN KATETTIGI YOL= 0.00 m
itr= 0
0. VITES

* t= 5 sn *****
my = 0.555 gr
myI= 3.330 gr
ne = 0.000 d/dak
pme= 0.000 bar
be = 0.000 gr/kwh
Pe = 0.000 kw
Me = 0.000 Nm
Fdi= 0.000 N
ntr= 0.000 %
V = 0.000 km/h
a = 0.000 m/snü2
ARACIN KATETTIGI YOL= 0.00 m
itr= 0
0. VITES

EK-C

* t= 6 sn *****
my = 0.555 gr
myf= 3.885 gr
ne = 0.000 d/dak
pme= 0.000 bar
be = 0.000 gr/kwh
Pe = 0.000 kw
Me = 0.000 Nm
Fdi= 0.000 N
ntr= 0.000 %
V = 0.000 km/h
a = 0.000 m/snÜ2
ARACIN KATETTIGI YOL= 0.00 m
itr= 0
0. VITES

* t= 7 sn *****
my = 0.555 gr
myT= 4.440 gr
ne = 0.000 d/dak
pme= 0.000 bar
be = 0.000 gr/kwh
Pe = 0.000 kw
Me = 0.000 Nm
Fdi= 0.000 N
ntr= 0.000 %
V = 0.000 km/h
a = 0.000 m/snÜ2
ARACIN KATETTIGI YOL= 0.00 m
itr= 0
0. VITES

* t= 8 sn *****
my = 0.555 gr
myf= 4.995 gr
ne = 0.000 d/dak
pme= 0.000 bar
be = 0.000 gr/kwh
Pe = 0.000 kw
Me = 0.000 Nm
Fdi= 0.000 N
ntr= 0.000 %
V = 0.000 km/h
a = 0.000 m/snÜ2
ARACIN KATETTIGI YOL= 0.00 m
itr= 0
0. VITES

EK-C

* t= 9 sn *****
my = 0.555 gr
myT= 5.550 gr
ne = 0.000 d/dak
pme= 0.000 bar
be = 0.000 gr/kwh
Fe = 0.000 kw
Me = 0.000 Nm
Fdi= 0.000 N
ntr= 0.000 %
V = 0.000 km/h
a = 0.000 m/snÜ2
ARACIN KATETTIGI YOL= 0.00 m
itr= 0
0. VITES

* t= 10 sn *****
my = 0.555 gr
myT= 6.105 gr
ne = 0.000 d/dak
pme= 0.000 bar
be = 0.000 gr/kwh
Fe = 0.000 kw
Me = 0.000 Nm
Fdi= 0.000 N
ntr= 0.000 %
V = 0.000 km/h
a = 0.000 m/snÜ2
ARACIN KATETTIGI YOL= 0.00 m
itr= 0
0. VITES

* t= 11 sn *****
my = 0.555 gr
myT= 6.660 gr
ne = 0.000 d/dak
pme= 0.000 bar
be = 0.000 gr/kwh
Fe = 0.000 kw
Me = 0.000 Nm
Fdi= 0.000 N
ntr= 0.000 %
V = 0.000 km/h
a = 0.000 m/snÜ2
ARACIN KATETTIGI YOL= 0.00 m
itr= 0
0. VITES

EK-C

* t= 12 sn *****

my = 1.617 gr
myT= 8.277 gr
ne = 800.000 d/dak
pme= 5.181 bar
be = 232.552 gr/kwh
Pe = 25.027 kw
Me = 452.038 Nm
Fdi= 5730.87 N
ntr= 87.31 %
V = 3.750 km/h
a = 1.042 m/snÜ2
ARACIN KATETTIGI YOL= 1.04 m
itr= 26.9475
1. VITES

* t= 13 sn *****

my = 3.168 gr
myT= 11.445 gr
ne = 1057.403 d/dak
pme= 5.187 bar
be = 227.620 gr/kwh
Pe = 50.109 kw
Me = 452.529 Nm
Fdi= 5740.45 N
ntr= 87.25 %
V = 7.500 km/h
a = 1.042 m/snÜ2
ARACIN KATETTIGI YOL= 3.13 m
itr= 26.9475
1. VITES

* t= 14 sn *****

my = 4.653 gr
myT= 16.098 gr
ne = 1586.105 d/dak
pme= 5.194 bar
be = 222.551 gr/kwh
Pe = 75.273 kw
Me = 453.186 Nm
Fdi= 5757.89 N
ntr= 87.20 %
V = 11.250 km/h
a = 1.042 m/snÜ2
ARACIN KATETTIGI YOL= 6.25 m
itr= 26.9475
1. VITES

EK-C

* t= 15 sn *****

my = 6.549 gr
myI= 22.647 gr
ne = 2114.807 d/dak
pme= 5.204 bar
be = 234.478 gr/kwh
Pe = 100.546 kw
Me = 454.011 Nm
Fdi= 5783.19 N
ntr= 87.15 %
V = 15.000 km/h
a = 1.042 m/snÜ2
ARACIN KATETTIGI YOL= 10.42 m
itr= 26.9475
1. VITES

* t= 16 sn *****

my = 0.910 gr
myI= 23.557 gr
ne = 2114.807 d/dak
pme= 0.625 bar
be = 271.175 gr/kwh
Pe = 12.079 kw
Me = 54.540 Nm
Fdi= 2225.03 N
ntr= 76.76 %
V = 15.000 km/h
a = 0.000 m/snÜ2
ARACIN KATETTIGI YOL= 14.58 m
itr= 26.9475
1. VITES

* t= 17 sn *****

my = 0.910 gr
myT= 24.467 gr
ne = 2114.807 d/dak
pme= 0.625 bar
be = 271.175 gr/kwh
Pe = 12.079 kw
Me = 54.540 Nm
Fdi= 2225.03 N
ntr= 76.76 %
V = 15.000 km/h
a = 0.000 m/snÜ2
ARACIN KATETTIGI YOL= 18.75 m
itr= 26.9475
1. VITES

EK-C

```
* t= 18 sn *****
my = 0.910      gr
myI= 25.377    gr
ne = 2114.807  d/dak
pme= 0.625     bar
be = 271.175   gr/kwh
Pe = 12.079    kw
Me = 54.540    Nm
Fdi= 2225.03   N
ntr= 76.76     %
V  = 15.000    km/h
a  = 0.000     m/snÜ2
ARACIN KATETTIGI YOL= 22.92 m
itr= 26.9475
1. VITES
```

```
* t= 19 sn *****
my = 0.910      gr
myI= 26.287    gr
ne = 2114.807  d/dak
pme= 0.625     bar
be = 271.175   gr/kwh
Pe = 12.079    kw
Me = 54.540    Nm
Fdi= 2225.03   N
ntr= 76.76     %
V  = 15.000    km/h
a  = 0.000     m/snÜ2
ARACIN KATETTIGI YOL= 27.08 m
itr= 26.9475
1. VITES
```

EK-D

```

10 /* IKI BAGIMSIZ DEGISKENE GORE LAGRANGE ENTERPOLASYONU *
20 /
30 /****** be=f(pme,ne) *****/
40 READ N,P
50 DIM BE(N,P), PME(P), NE(N)
60 /****** ne-pme-be degerlerinin okunmasi *****/
70 FOR I=1 TO N
80 READ NE(I)
90 NEXT I
100 FOR I=1 TO P
110 READ PME(I)
120 NEXT I
130 FOR I=1 TO P
140 FOR J=1 TO N
150 READ BE(J,I)
160 NEXT J
170 NEXT I
180 INPUT "pme,ne=";PME,NE
190 / ***** ALT PROGRAM 2 NIN SONU *****
200 / ***** ALT PROGRAM 3 UN BASI *****
210 BEX=0:I=1:J=1
220 L=1:M=1
230 BE=BE(I,J)
240 IF L=I THEN 260
250 BE=BE*(NE-NE(L))/(NE(I)-NE(L))
260 IF L=N THEN 290
270 L=L+1
280 GOTO 240
290 IF M=J THEN 310
300 BE=BE*(PME-PME(M))/(PME(J)-PME(M))
310 IF M=P THEN 340
320 M=M+1
330 GOTO 290
340 BEX=BEX+BE
350 IF J=P THEN 380
360 J=J+1
370 GOTO 220
380 IF I=M THEN 420
390 J=1
400 I=I+1
410 GOTO 220
420 BE=BEX
430 PRINT "be=";BE
440 GOTO 180
450 /****** PERFORMANS DEGERLERI *****/
460 /****** (DATA) ** (GEREKLI VERILER) *****/

```

EK-D

```

10 '* POLINOM REPREZENTASYONU ILE 2 DEGISKENE BAGLI OLRAK EGRI UYDURMA*
20 INPUT "pme,ne=";PME,NE
30 GOSUB 160
40 L=1:M=1
50 BE=B(L,M)
60 M=M+1
70 BE=BE+B(L,M)+(NE*(M-1)*PME*(L-1))
80 IF M=N THEN 100
90 GOTO 60
100 M=0
110 IF L=N THEN 140
120 L=L+1
130 GOTO 60
140 PRINT "be=";BE
150 GOTO 980
160 READ N
170 DIM A(N,N),B(N,N),C(N,N),D(N,N),BE(N,N),PME(N),NE(N),CINV(N,N)
,DINV(N,N)
180 '***** LINEER DENKLEM TAKIMININ COZUMU ****
190 FOR I=1 TO N
200 READ NE(I)
210 FOR J=1 TO N
220 D(I,J)=NE(I)*(J-1)
230 NEXT J
240 NEXT I
250 FOR I=1 TO N
260 READ PME(I)
270 FOR J=1 TO N
280 C(I,J)=PME(I)*(J-1)
290 NEXT J:PRINT
300 NEXT I
310 FOR I=1 TO N
320 FOR J=1 TO N
330 READ BE(I,J)
340 NEXT J
350 NEXT I
360 '***** MATRIS ISLEMLERI *****
370 '**** C MATRISININ INVERSININ ALINMASI ****
380 FOR I=1 TO N
390 CINV(I,I)=1
400 NEXT I
410 FOR J=1 TO N
420 T=C(J,J)
430 FOR K=1 TO N
440 CINV(J,K)=CINV(J,K)/T
450 C(J,K)=C(J,K)/T
460 NEXT K
470 FOR I=1 TO N
480 P=C(I,J)
490 IF I=J THEN 540
500 FOR K=1 TO N
510 CINV(I,K)=CINV(I,K)-P*CINV(J,K)
520 C(I,K)=C(I,K)-P*C(J,K)

```

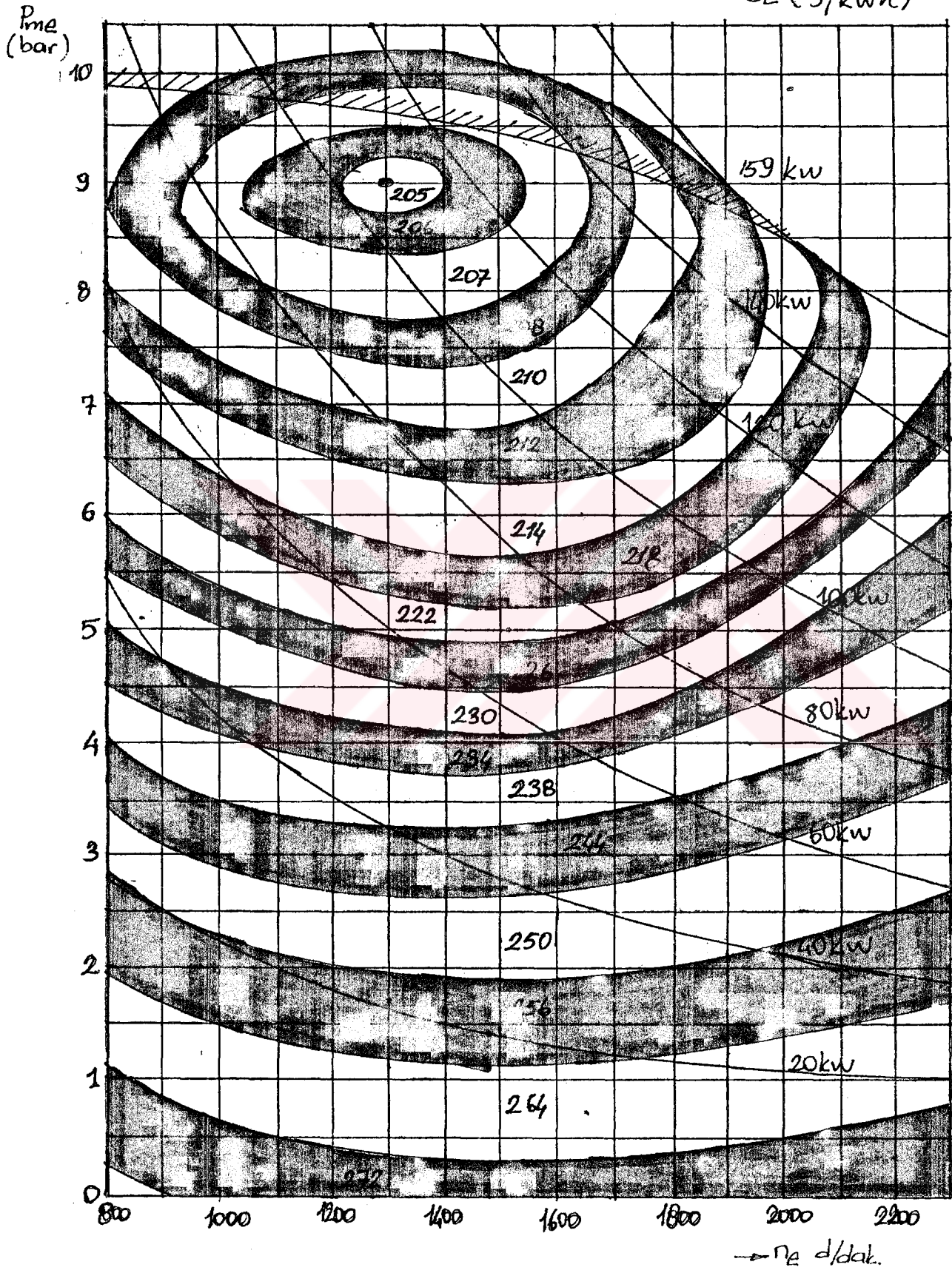
EK-D

```

530 NEXT K
540 NEXT I
550 NEXT J
560 '      CINV*BE  /|/  MATRIS CARPIMI
570 FOR I=1 TO N
580 FOR J=1 TO N
590 FOR K=1 TO N
600 A(I,J)=A(I,J)+CINV(I,K)*BE(K,J)
610 NEXT K
620 NEXT J
630 NEXT I
640 DATA 3
650 '**** D MATRISININ INVERSININ ALINMASI ****
660 FOR I=1 TO N
670 FOR J=1 TO N
680 F(J,I)=A(I,J)
690 NEXT J
700 NEXT I
710 FOR I=1 TO N
720 DINV(I,I)=1
730 NEXT I
740 FOR J=1 TO N
750 T=D(J,J)
760 FOR K=1 TO N
770 DINV(J,K)=DINV(J,K)/T
780 D(J,K)=D(J,K)/T
790 NEXT K
800 FOR I=1 TO N
810 P=D(I,J)
820 IF I=J THEN 870
830 FOR K=1 TO N
840 DINV(I,K)=DINV(I,K)-P*DINV(J,K)
850 D(I,K)=D(I,K)-P*D(I,K)
860 NEXT K
870 NEXT I
880 NEXT J
890 '      DINV*A  /|/  MATRIS CARPIMI
900 FOR I=1 TO N
910 FOR J=1 TO N
920 FOR K=1 TO N
930 B(I,J)=B(I,J)+DINV(I,K)*F(K,J)
940 NEXT K
950 NEXT J
960 NEXT I
970 RETURN
980 END

```


be (9/kwh)



EK E

| ISLETME NO ADI | AYRI AYRI SURE | | | KUMULATIF | | EL KUMANDALI | |
|-------------------|----------------|------------------------------|---------------|-----------------|-------------|---------------|-----------------------------------------------|
| | FAZ | IVME (m/sn ²) | HIZ (Km/h) | ISLETME (sn) | FAZ (sn) | ZAMAN (sn) | VITES HALINDE KULLANILAN VITES KADEMESI |
| 1. Bosta calisma | 1 | --- | --- | 11 | 11 | 11 | 6sPM+5sK ₁ (*) |
| 2. Hizlanma | 2 | 1,04 | 0-15 | 4 | 4 | 15 | 1 |
| 3. Sabit hiz | 3 | --- | 15 | 8 | 8 | 23 | 1 |
| 4. Yavaslama | | -0,69 | 15-10 | 2 | 2 | 25 | 1 |
| 5. Yavaslama | 4 | -0,92 | 10-0 | 3 | 3 | 28 | K ₁ (*) |
| kavrama aciliyor | | | | | | | |
| 6. Bosta calisma | 5 | --- | --- | 21 | 21 | 49 | 16sPM+5sK ₁ (*) |
| 7. Hizlanma | | 0,83 | 0-15 | 5 | --- | 54 | 1 |
| 8. Vites degist. | 6 | --- | --- | 2 | 12 | 56 | ----- |
| 9. Hizlanma | | 0,94 | 15-32 | 5 | --- | 61 | 2 |
| 10. Sabit hiz | 7 | --- | 32 | 24 | 24 | 85 | 2 |
| 11. Yavaslama | | -0,75 | 32-10 | 8 | --- | 93 | 2 |
| 12. Yavaslama | 8 | -0,92 | 10-0 | 3 | 11 | 96 | K ₂ (*) |
| kavrama aciliyor | | | | | | | |
| 13. Bosta calisma | 9 | --- | --- | 21 | 21 | 117 | 16sPM+5sK ₁ (*) |
| 14. Hizlanma | | 0,83 | 0-15 | 5 | --- | 122 | 1 |
| 15. Vites degist. | | --- | --- | 2 | --- | 124 | ----- |
| 16. Hizlanma | 10 | 0,62 | 15-35 | 9 | 26 | 133 | 2 |
| 17. Vites degist. | | --- | --- | 2 | --- | 135 | ----- |
| 18. Hizlanma | | --- | 35-50 | 8 | --- | 143 | 3 |
| 19. Sabit hiz | 11 | --- | 50 | 12 | 12 | 155 | 3 |
| 20. yavaslama | 12 | --- | 50-35 | 8 | 8 | 163 | 3 |
| 21. Sabit hiz | 13 | --- | 35 | 13 | 13 | 176 | 3 |
| 22. Vites degist. | | --- | --- | 2 | --- | 178 | ----- |
| 23. Yavaslama | 14 | -0,86 | 32-10 | 7 | 12 | 185 | 2 |
| 24. Yavaslama | | -0,92 | 10-0 | 3 | --- | 188 | K ₂ (*) |
| kavrama aciliyor | | | | | | | |
| 25. Bosta calisma | 15 | --- | --- | 7 | 7 | 195 | 7sPM(*) |

(*)PM: Vites boŝta, kavrama kapalıdır. Debriyajı baŝılmamıŝtır.

K₁, K₂: Birinci veya ikinci vites diŝlisi takılmıŝtır, Kavrama açıktır.

Cizelge: (E.1) Sasi dinamometresinde seyir cevrimi

EK E

| 1. FAZLARA GÖRE TASNİF | ZAMAN (sn) | % |
|-----------------------------------------------------------------|------------|------|
| * Bosta çalışma | 60 | 30,8 |
| * Tasit hareketli, kavrama kapalı (Debriyaja basılmamıştır.) | 9 | 4,6 |
| * Vites değiştirme | 8 | 4,1 |
| * Hizlanmalar | 36 | 18,5 |
| * Sabit hız | 57 | 29,2 |
| * Yavaşlamalar | 25 | 12,8 |
| | 195 | 100 |

| 2. VİTES KULLANIMINA GÖRE TASNİF | ZAMAN (sn) | % |
|---------------------------------------------------------------|------------|------|
| * Bosta çalışma | 60 | 30,8 |
| * Tasit hareketli, Kavrama kapalı. (Debriyaja basılmıştır) | 9 | 4,6 |
| * Vites değiştirme | 8 | 4,1 |
| ○ Birinci vites | 24 | 12,3 |
| ○ İkinci vites | 53 | 27,2 |
| ○ Üçüncü vites | 41 | 21 |

| | |
|-------------------------------------------|-----------|
| Deney esnasındaki ortalama hız | :19 Km/h |
| Deney için gerekli çalışma süresi | :195 sn |
| Deney başına düşen teorik mesafe | :1,013 Km |
| Deneyden oluşan deney için eşdeğer mesafe | :4,052 Km |

Cizelge (E.2) Avrupa seyir çevriminin tasnifi

T. C.
Yükseköğretim Kurulu
Dokümantasyon Merkezi