

3362

VOLÜMETRİK ESASLI BİR AKIŞ ÖLÇERİN  
DİZAYNI İMALİ VE KALİBRASYONU

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
(MAKİNA EĞİTİMİ)

Cavit ERGELEN  
Şubat 1988

GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**T. C.**  
Yükseköğretim Kurulu  
Dokümantasyon Merkezi

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.



Danışman  
Prof. Dr. Bilge Erdiller

Sınav Jürisi

Başkan : Prof. Dr. Bilge Erdiller

Üye : Doç. Dr. Mustafa Balcı

Üye : Yrd. Doç. Dr. Ali Yücel Uyarel

Bu Tez Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Tez Yazım Esaslarına uygundur.



VOLÜMETRİK ESASLI BİR AKIŞ ÖLÇERİN  
DİZAYNI İMALİ VE KALİBRASYONU  
(Yüksek Lisans Tezi)

Cavit ERGELEN  
GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
Şubat 1988

ÖZ

Otomotiv alanında, yakıt tüketiminin ölçülmesi ile onarım giderlerinin yerinde olup olmadığının anlaşılabilceği fikri üzerine, mekanik ve hidrolik değerleri elektriksel verilere dönüştürerek çalışan bir ölçü aletin tasarımı ve prototipinin imali bu araştırmanın konusudur. Sıvıların borulardan akışında ölçme yöntemleri ve yakıt tüketiminin ölçülmesi teknikleri araştırılmış, hareket halindeki bir taşıtta motor bölmesindeki yakıt tüketim olaylarını izlemeye olanak sağlayacak, volümetrik esaslı bir akış ölçerin tasarımı ve imalatı gerçekleştirilmiş ve yakıt tüketiminin değeri pompa devrinin fonksiyonu olarak grafiksel biçimde ifade edilmiştir.

THE DESIGN, CONSTRUCTION AND CALIBRATION  
OF A VOLUMETRIC FLOWMETER

(M.Sc. Thesis)

Cavit ERGELEN  
GAZİ UNIVERSITY  
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY  
February 1988

ABSTRACT

Through the measurement of fuel consumption, vehicle performance can be predicted. To this aim the design and construction of a measuring instrument that converts the mechanical and hydraulic values into electrical signals was considered. Measurement of fluids through pipes and the measurement of fuel consumption methods has been investigated, a volumetric flowmeter that can measure the fuel consumption on a moving vehicle has been designed and constructed. The fuel consumption is graphically expressed as a function of pump speed.

## TEŞEKKÜR

Tezin hazırlanmasında, çok yoğun çalışmalarını arasında değerli vakitlerini ayırarak, bu araştırmanın bilhassa elektronik devrelerinin hazırlanması, istenilen düzeyde çalışması ve tezin en güzel bir şekilde hazırlanması için gerekli titizliği gösteren, tez danışmanım, sayın Prof.Dr. Bilge Erdiller'e teşekkür eder, şükranlarımı sunarım. Talaşlı üretim kısmının üretilmesinde değerli vakit ve emeğini esirgemeyen kıymetli arkadaşım, Talaşlı üretim eğitimi ana bilim dalı öğretim görevlisi sayın Sait Tekinay'a, teşvik ve desteklerini gördüğüm otomotiv eğitimi ana bilim dalı öğretim görevlisi ve araştırma görevlisi arkadaşlarıma, Mesleki Eğitim Fakültesi Teknoloji Eğitimi Bölümü iş ve teknik eğitimi ana bilim dalı öğretim görevlisi arkadaşlarıma ve teknisyenlerine teşekkür ederim.

## SEMBOLLER

<u>Sembol</u>	<u>Anlam</u>
A	: Alan ( $m^2$ ), katsayı
b	: Dişli genişliği (m)
D	: Çap (m)
d	: Yay teli çapı (m)
$D_a$	: Dişli diş üstü çapı (m)
$D_i$	: Dişli diş dibi çapı (m)
$D_t$	: Dişli bölüm dairesi çapı (m)
$D_{ort}$	: Ortalama yay çapı (m)
$f_n$	: Yay esneme miktarı (m)
G	: Yay malzemesi kayma modülü ( $N/mm^2$ )
h	: Dişli diş yüksekliği (m), basınç enerjisi yüksekliği (m)
$H_b$	: Basma borusunda enerji kaybı yüksekliği (m)
$H_e$	: Emme borusunda enerji kaybı yüksekliği (m)
$H_g$	: Geometrik yükseklik (m)
$H_k$	: Kayıp enerji yüksekliği (m)
$H_L$	: Sürekli enerji kaybı yüksekliği (m)
$H_m$	: Manometrik yükseklik (m)
$h_y$	: Yersel yük kaybı yüksekliği (m)
$i_f$	: Yayın çalışan sarım sayısı
L	: Boy (m)
m	: Dişli modülü

<u>Sembol</u>	<u>Anlam</u>
$n_e$	: Motor devri (d/d)
$n_p$	: Pompa devri (d/d)
$P$	: Basınç (N/m <sup>2</sup> )
$P_n$	: Yay kuvveti (N)
$Q$	: Debi (m <sup>3</sup> /s)
$R$	: Yarı çap (m)
$r$	: Yarı çap (m)
$V$	: Hız (m/s)
$\dot{W}_e$	: Motor gücü (KW)
$\dot{W}_p$	: Pompa gücü (KW)
$\alpha$	: Açı (°)
$\beta$	: Açı (°)
$\eta_{mek}$	: Mekanik verim
$\eta_t$	: Toplam verim
$e$	: Yersel yük kaybı yüksekliği katsayısı
$\lambda$	: Boru pürüzlülük katsayısı
$\mu$	: Mutlak viskozite (N.s/m <sup>2</sup> )
$\nu$	: Kinematik viskozite (m <sup>2</sup> /s)
$\rho$	: Yoğunluk (Kg/m <sup>3</sup> )

## TABLOLARIN LİSTESİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
Tablo 2.1. Emiş ve basınç hattında basınç ve ortalama hız değerleri .....	15
Tablo 2.2. DIN 1754'e göre normlaştırılmış bakır boru dış çap ve et kalın- lıkları .....	16
Tablo 2.3. Akar yakıtlar için özgül ağırlık aralıkları .....	17
Tablo 3.1. Akış ölçer deney ölçüm değerleri..	35

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1. Belirli hacimdeki yakıtın tüketilmesi için geçen sürenin ölçülmesi ...	7
Şekil 1.2. Belirli ağırlıktaki yakıtın tüketilmesi için geçen sürenin ölçülmesi.	8
Şekil 1.3. Yakıt tüketiminin volümetrik olarak ölçülmesi .....	10
Şekil 2.1. Volümetrik esaslı akış ölçerin prototipi .....	14
Şekil 2.2. İçten dişli eksantrik pompanın ölçüleri .....	16
Şekil 2.3. 5,1 V D.C. çıkışlı tam regüleli güç kaynağı şeması .....	27
Şekil 2.4. D.C. motor devrini kontrol şeması ...	28
Şekil 2.5. Elektronik devir sayıcı ve sınırlayıcı devre şeması .....	30
Şekil 3.1. Deney cihazının prensip şeması .....	32
Şekil 3.2. Akış ölçerde devir-debi ilişkisi ...	43

## İÇİNDEKİLER

ÖZ .....	I
ABSTRACT .....	II
TEŞEKKÜR .....	III
SEMBOLLER .....	IV
TABLolarIN LİSTESİ .....	V
ŞEKİLLERİN LİSTESİ .....	VI
GİRİŞ .....	1

### BÖLÜM I

SIVILARIN BORULARDAN AKIŞINDA ÖLÇME .....	3
I.1. Basınç ölçümü .....	3
I.1.a. Akışkanlı manometre ile basınç ölçümü. 3	
I.1.b. Yaylı manometreler ile basınç ölçümü.. 4	
I.1.c. Elektrikli manometreler ile basınç ölçümü .....	4
I.2. Hız ölçümü .....	4
I.2.a. Pitot tüpü ile hız ölçümü .....	4
I.2.b. Venturimetre ile hız ölçümü .....	5
I.3. Debi ölçümü .....	5
I.3.a. Venturimetre ile debi ölçümü .....	6
I.3.b. Dereceli kap ile debi ölçümü .....	6
I.4. Yakıt tüketiminin ölçülmesi .....	7
I.4.a. Volumetrik esaslı (hacim) ölçüm .....	7
I.4.b. Ağırlık ölçümü .....	8
I.4.c. Yakıt tüketiminin ölçülmesinde	

karşılaşılan sorunlar .....	8
I.4.d. Digital ölçümün üstünlükleri .....	9
I.4.e. Volümetrik esaslı cihazlarla yakıt tüketiminin ölçülmesi .....	9

## BÖLÜM II

### VOLÜMETRİK ESASLI AKIŞ ÖLÇERİN DİZAYNI VE İMALATI..13

II.1. Genel özellikler .....	13
II.2. Mekanik ve hidrolik devre elemanları ...	14
II.2.a. Borular .....	14
II.2.b. Pompa .....	16
II.2.b.1. Pompanın debisi .....	17
II.2.b.2. Pompa için gerekli enerji ....	18
II.2.c. Akış ölçer kontrol valfi .....	23
II.2.c.1. Gövde ve plancer bölümü .....	23
II.2.c.2. Hidrolik kontrol bölümü .....	24
II.2.c.3. Optik kontrol bölümü .....	26
II.3. Elektrik ve elektronik devre elemanları.	26
II.3.a. Güç kaynağı .....	26
II.3.b. D.C. Motor devrinin düzenlenmesi ..	27
II.3.c. Elektronik devir sayıcı .....	29

## BÖLÜM III

### DENEYLER VE KALİBRASYON .....

III.1. Deney cihazının tanıtımı .....	31
III.2. Cihazın çalıştırılması ve ölçmelerin yapılışı .....	33
III.2.a. Deneye başlangıç .....	33

III.2.b. Deneyin sona erdirilmesi .....	34
III.2.c. Yapılan ölçümler .....	34
III.3. Deney sonuçlarının değerlendirilmesi .	40

#### BÖLÜM IV

SONUÇ VE ÖNERİLER .....	44
KAYNAKLAR .....	47
EKLER .....	49
ÖZGEÇMİŞ	



## GİRİŞ

Günümüzde üretilen ve tüketilen enerji miktarı, kişi ve toplumların gelişmişlik düzeyi için bir ölçü sayılmaktadır. Üretilen enerji, ölçme teknikleri yardımı ile daha geniş alanlarda ve daha ekonomik olarak tüketilebilmektedir.

Teknolojinin gelişmesi, kullanılan enerji çeşitlerini ve miktarını artırmaktadır. Otomotiv endüstrisinin ürettiği taşıtlar, benzin ve dizel motorlar ile güçlendirilmektedir. Benzin ve dizel motorlarının ekonomisi, özgül yakıt tüketimi (üretilen güç başına tüketilen yakıt miktarı) ile tanımlanmaktadır. Taşıt sahipleri araçlarının ekonomisini, kilometre başına tükettikleri yakıtın parasal değeri ile belirtmektedir. Bu konuda olumlu sonuçlar elde etmek için, araçlarının bakım ve onarımına ayrıca özen göstermektedirler.

Ülkemizde bakım ve onarım çalışmaları, teknik hizmet veren elemanların bilgi ve becerileri ile yürütülmektedir. Bilgi ve beceriler, düzenli eğitim yanında kişisel deneyler ile de kazanılmaktadır. Fabrikalar ürünlerinin teknik değerlerini içeren kataloğlarını veya kullanma klavuzlarını çoğu kez vermektedirler. Teknik değerlere uygun bakım ve onarım çalışmaları,

el ve ölçü aletlerinin, eğitilmiş elemanların yetenekleri ölçüsünde yürütülmektedir.

Yurdumuzda yakıt tüketimini ölçen aletler devlet kuruluşlarına ait laboratuvar ve atelyeler ile bazı büyük otomotiv üretim ve servis istasyonlarında kullanılmaktadır. Bu ölçü aletlerinin kullanılma ortamı ile özellikle otomobillerin çalışma ortamının uygunluğu tartışılabilir.

Yakıt tüketiminde verimlilik sağlamak amacıyla yapılan bakım ve onarım çalışmalarından önce ve sonra yapılabilecek ölçümlerde sağlıklı ve çabuk değer gösterebilecek " Volümetrik esaslı akış ölçer (flowmeter yakıt metre) tasarımı, imalatı ve kalibrasyonu" araştırma konusu yapılmıştır.

Çalışmada, hareket halindeki bir taşıtta, motor bölmesindeki olayları, şoför mahallinden izleyebilecek digital ölçüm tekniğinin özelliklerine adanabilecek mekanik, elektrik, elektronik ve hidrolik devreler arasında uyum sağlayan, bir akış ölçerin prototipi geliştirilmeye çalışılmıştır.

Cihazın günlük yaşamda kullanılır duruma getirilebilmesi konusunda da mevcut bilgilerin ışığında teorik yaklaşımlarda bulunulmuştur.

## BÖLÜM I

## SIVILARIN BORULARDAN AKIŞINDA ÖLÇME

Sıvıların borulardan akışında ölçülebilen özellikleri basınç, hız ve debi olarak bilinmektedir.

## I.1. Basınç ölçümü:

Birim yüzeye etkiyen kuvvet, basınç olarak tanımlanmaktadır. Basınç ölçmeye yarayan aletlere manometre denilmektedir. Manometreler, haznelere, borulara ya da kanallara basınç ölçmek amacıyla bağlanan borulardır(14).

Manometreler akışkanlı, borulu ve elektrikli olmak üzere üç grupta incelenmektedir.

## I.1.a. Akışkanlı manometre ile basınç ölçümü:

Düşük basınçları ölçmede kullanılan bu manometrede akışkan, basıncı ölçülmek istenilen sıvının etkisi ile boru içerisinde yükselmektedir. Borudaki sıvının yüksekliği basınç değeri olarak okunmaktadır.

Manometre, yalnızca borudaki sıvıyı içerirse, bu tip manometreye piyezometre denilmektedir. Piyezometreler düşük basınçların ve vakum değerlerinin ölçümünde kullanılmaktadırlar.

Orta değerdeki basınçların ölçülmesinde kullanılan manometrelerde, özgül ağırlığı yüksek olan sıvı -

lardan yararlanılmaktadır.

### I.1.b. Yaylı manometreler ile basınç ölçümü:

Sanayi tipi bu manometrelerde sıvı basıncı, boru veya körük yay gibi basınç algılayıcılarında şekil değişikliği meydana getirmektedir. Bu şekil değişiklikleri yardımcı düzeneklerle göstergeye verilmektedir.

### I.1.c. Elektrikli manometreler ile basınç ölçümü:

Elektrikli manometrelerde algılayıcı gövdelerde meydana gelen şekil değişiklikleri, DMS (uzayabilir ölçü şeridi) ler, indüktif ve kapasitif vericilerle elektriksel büyüklüklere dönüştürmektedir. Daha sonra bilinen yöntemlerden biri ile basıncın okunabilir duruma getirilmesi sağlanmaktadır(14).

## I.2. Hız ölçümü:

### I.2.a. Pitot tüpü ile hız ölçümü:

Pitot tüpü, ucu  $90^\circ$  kıvrılmış, iç içe yerleştirilmiş iki borudan oluşmaktadır. Ölçme işlemi yapılırken borunun ucu akım yönüne yöneltilmektedir. Dıştaki boruda akışkanın basınç enerjisinden dolayı ( $h_1 = \frac{P}{\gamma}$ ) değerinde akışkanın yüksekliği görülmektedir. İçteki boruda ise, akışkanın basınç ( $\frac{P}{\gamma}$ ) ve hız ( $\frac{v^2}{2g}$ ) enerjilerinin toplamı kadar bir sıvı yüksekliği görülmektedir. İki boru arasındaki sıvı yüksekliği farkı hız enerjisinin karşılığı olacağından,

$$h = h_2 - h_1 = \frac{v^2}{2g}$$

$$v = \sqrt{2gh}$$

eşitliği ile hız ölçülmektedir. (8).

### I.2.b. Venturimetre ile hız ölçümü:

Venturimetre, kesiti değişen bir borunun değişik iki kesitini birleştiren, içerisinde civa bulunan (U) biçiminde bir borudan meydana gelmiştir.

Akışkan boru içerisinden akarken, kesit değişimi ne uygun olarak basınç ve hız değişimi meydana gelmektedir. Daralan kesitte basınç enerjisinde düşme gözlenirken hız enerjisinde yükselme gözlenmektedir. Hız enerjisindeki yükselmeye eşit değerdeki basınç değişimi, diferansiyel manometre yüksekliği (h) meydana getirmektedir. Buna göre venturimetrede sıvı yüksekliği,

$$h = \frac{P_1 - P_2}{\gamma} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}$$

eşitliği ile ifade edilmektedir.

Bu eşitliğe göre, venturimetrenin akışkan hızını doğrudan ölçmediği, hız değişimini ölçtüğü anlaşılmaktadır.

### I.3. Debi ölçümü:

Akışkanın birim zamanda belirli kesitten akan miktarına debi (verdi) denilmektedir. Miktar (Kg) olur-

sa kütleesel debi, ( $m^3$ ) olursa hacimsel debi olmaktadır.

### I.3.a. Venturimetre ile debi ölçümü:

Venturimetrenin değişen iki kesitinden geçen akışkan miktarı, süreklilik kuralına göre, akışkan hızı ile kesit değerleri arasında ilişki kurularak ölçülmektedir.

$$Q = A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2$$

$$V_2 = \frac{A_1 \cdot V_1}{A_2}$$

$$h = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} = \frac{\left(\frac{A_1}{A_2} \cdot v_1\right)^2 - v_1^2}{2g}$$

$$2gh = v_1^2 \left[ \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 - 1 \right]$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{2gh}{\left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 - 1}}$$

eşitliği ile bulunmaktadır. Debi ise,

$$Q = A_1 \sqrt{\frac{2gh}{\left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 - 1}}$$

eşitliği ile elde edilmektedir(8).

### I.3.b. Dereceli kap ile debi ölçümü:

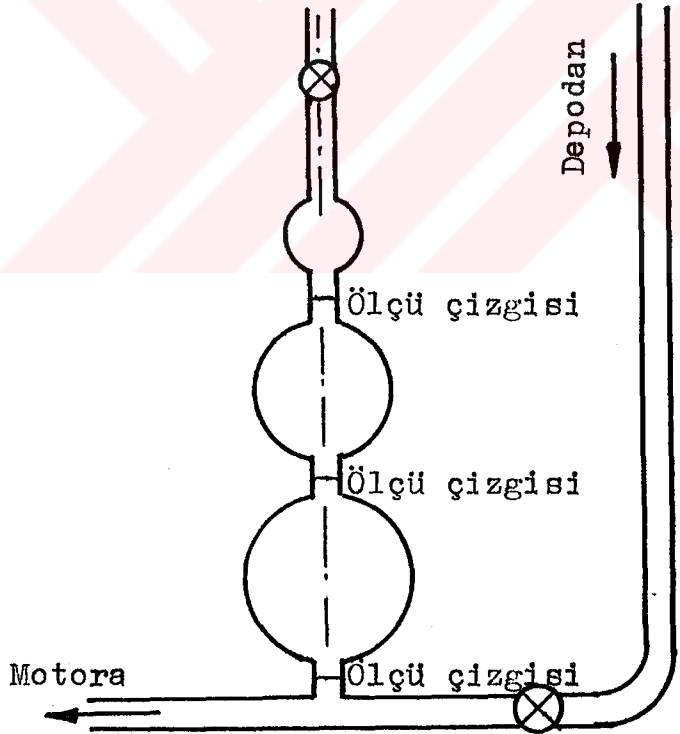
Belirli kesitten, belirli zamanda akan akışkan

miktarı, hacmi belirli bir kaptan toplanmaktadır. Benzin pompasının ve besleme pompasının debi kontrolü bu yöntemle gerçekleştirilmektedir.

#### I.4. Yakıt tüketiminin ölçülmesi:

##### I.4.a. Volümetrik esaslı (hacim) ölçüm:

Bu yöntemde, bir kap üzerinde hacim değerini gösteren iki çizgi arasından yakıt serbest yüzeyinin geçme süresi kronometre ile ölçülmektedir. Bu süreden hareket edilerek saatlik yakıt tüketimi bulunmaktadır. Üretilen güç ise dinamometre ile ölçülmektedir. Böyle

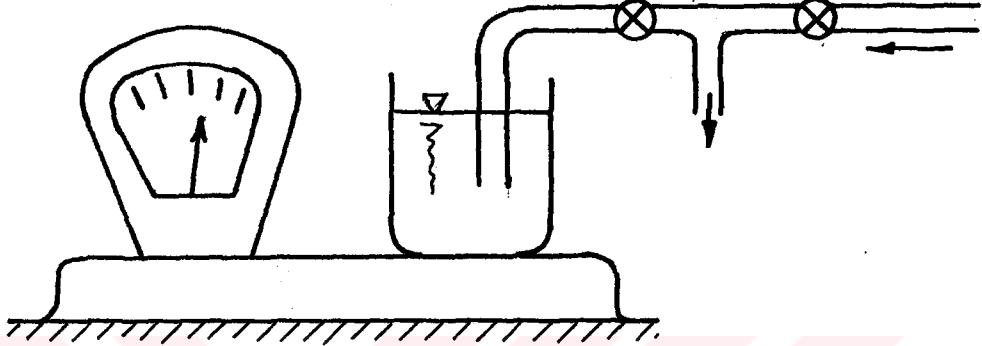


Şekil 1.1. Belirli hacimdeki yakıtın tüketilmesi için geçen sürenin ölçülmesi

bir sistemin prensip şeması Şekil 1.1. de gösterilmiştir.

#### I.4.b. Ağırlık ölçümü:

Bu yöntemde, bir ibreli terazi üzerinde duran belirli yakıt ağırlığının tüketimi için geçen süre kronometre ile ölçülmektedir. Sistemin prensip şeması Şekil 1.2. de gösterilmiştir.



Şekil 1.2. Belirli ağırlıktaki yakıtın tüketilmesi için geçen sürenin ölçülmesi

I.4.c. Yakıt tüketiminin ölçülmesinde karşılaşılan sorunlar:

Laboratuvar ve atelyelerde yerinde çalışan motorların yakıt tüketimlerinin ölçülmesinde, basitliği nedeni ile uygulanan I.4.a. ve I.4.b. de açıklanan yöntemler, hareketli taşıtların yakıt tüketimlerinin ölçülmesinde;

1. Sıvı yüzeyinin her zaman yataya paralel kalması,
2. Analog ölçümlerde skalalar arasındaki değerlerin okunmasındaki hata payının büyük olması,
3. Motor bölmesindeki olayların şoför mahalline taşınmasındaki emniyet önlemlerinin yetersizliği,

4. Ölçme işleminin uzunca sayılabilecek bir zamanda gerçekleştirilmesi,  
gibi nedenlerle sakıncalı olmaktadır.

#### I.4.d. Digital ölçümün üstünlükleri:

Teknolojinin gelişmesine paralel olarak yakıt tüketiminin digital çıkışlı cihazlarla ölçülmesi ile,

1. Analog ölçümlerdeki okuyucunun gözlem hatalarının giderilmesi,

2. Ölçüm değerlerinin uzunluk ve açı gibi boyutlara dönüştürülmesinden dolayı sistemden kaynaklanan hataların en aza indirgenmesi ile en güvenilir sonuçların elde edilmesi,

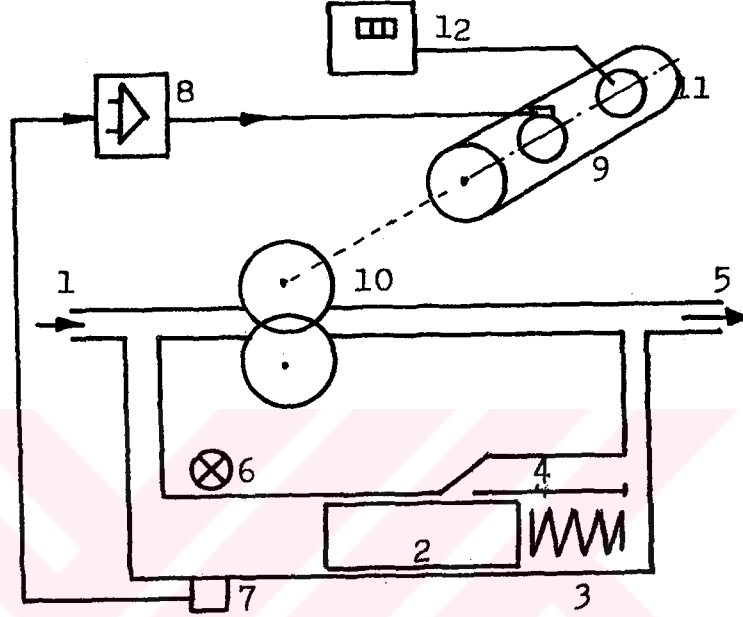
3. Ölçüm değerlerinin dilendiği kadar uzağa ışık hızı ile iletilmesi ve kullanılması gibi üstünlükler elde edilmektedir.

I.4.e. Volümetrik esaslı cihazlarla yakıt tüketiminin ölçülmesi:

Günümüzde saatlik yakıt tüketimini doğrudan ölçen birçok alet geliştirilmiştir. Bu aletler, mekanik, elektrik veya hidrolik sistemlerde çalışmaktadır (14).

Geliştirilmeye çalışılan volümetrik esaslı akış ölçerin çalışma prensibi literatür (5) den alınmış tasarım, imalat ve kalibrasyonu araştırılmıştır. Şekil 1.3. de yakıt tüketiminin volümetrik olarak ölçülmesinin prensip şeması verilmiştir.

Bu yakıt ölçer, benzin motorlarında karbüratör girişine, dizel motorlarında enjeksiyon pompası girişine bağlanmaktadır. Ölçme işlemi aşağıdaki gibi gerçekleşmektedir.



- |                   |                     |
|-------------------|---------------------|
| 1. Yakıt girişi   | 7. Foto direnç      |
| 2. Plancer        | 8. D.C. kontrol     |
| 3. Yay            | 9. D.C. servomotor  |
| 4. By-pass kanalı | 10. Dişli tip pompa |
| 5. Yakıt çıkışı   | 11. Optik okuyucu   |
| 6. Işık kaynağı   | 12. Sayıcı          |

Şekil 1.3. Yakıt tüketiminin volümetrik olarak ölçülmesi

Benzin pompası veya besleme pompasının göndermiş olduğu yakıt, (1) numaralı kanaldan cihaza girmektedir. Yakıtın basıncı (3) numaralı yayın basıncını yenerek (2) numaralı planceri itmektir. Plancerin hareketi, girişi (4) numaralı by-pass kanalı ile (5) numaralı çıkışa bağlamaktadır. Çıkıştan geçen yakıt, karbüratöre

veya enjeksiyon pompasına giderek sistemin sürekli çalışmasını sağlamaktadır.

Yakıt tüketimi ölçülmek istendiğinde (6) numaralı ışık kaynağına elektrik enerjisi gönderilmektedir. Işık enerjisinden etkilenen (7) numaralı foto direncin direnci azalmaktadır. Foto dirençten geçen D.C., (8) numaralı kontrol devresinden geçerek (9) numaralı D.C. motorunu çalıştırmaktadır. D.C. motoru kendi miline bağlı (10) numaralı dişli tip pompayı döndürmektedir. Pompanın dönmesi ile sisteme ilave yakıt gönderilmektedir.

İlave yakıtın basıncı, (2) numaralı plancerin arka hücrelerine etki etmekte ve planceri ışık kaynağının önüne itmektir. Plancer önce (4) numaralı by-pass kanalını kapatmakta, daha sonra da foto direncin önünü kapatarak direncin etkisini artırıp, motor devrini yavaşlatmaktadır. Böylece yalnız dişli tip pompadan geçen yakıt sisteme gitmektedir.

Karbüratör veya enjeksiyon pompası tarafından çıkıştaki yakıt silindirlere gönderildikçe çıkışta yakıt basıncı düşmektedir. Çıkıştaki basıncın azalması ile kontrol planceri, (4) numaralı by-pass kanalını açmadan ışık kaynağı ve foto direncin önünü açarak motor devrinin yükselmesini ve dişli tip pompanın ilave yakıt göndermesini sağlamaktadır.

Gönderilen (tüketilen) yakıtın miktarı, dişli tip pompanın debisi ile orantılı olmaktadır. Pompa veya motor devrinin ölçülmesi, yakıt miktarının da ölçülmesine olanak hazırlamaktadır.



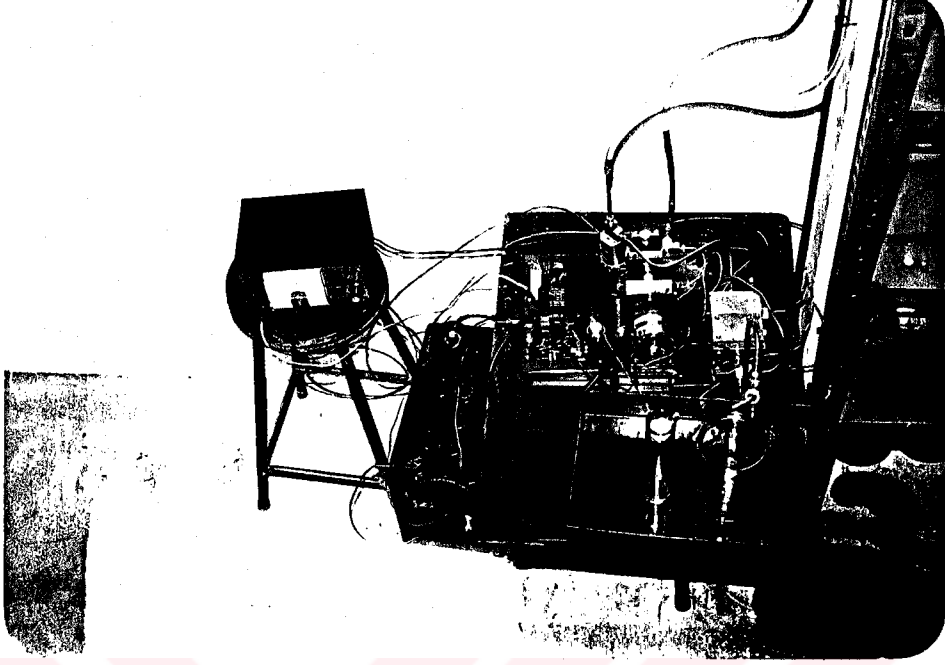
## BÖLÜM II

VOLÜMETRİK ESASLI AKIŞ ÖLÇERİN DİZAYNI  
VE İMALATI

## II.1. Genel özellikler:

Deney prototipi, benzin ve dizel motorlarının yakıt sisteminin çalışma şartları dikkate alınarak dizayn ve imal edilmeye çalışılmıştır. Yakıt tüketimini ölçmek için, elektronik kontrol yöntemlerinden yararlanılmıştır. (4).

Çalışmada önce yakıtın, motorun çalışma şartlarında akışını sağlamak amacı ile, Şekil 2.1. de kompleksi verilen sistem geliştirilmiştir. Bir şasi üzerinde motor pompa ilişkisi sağlanırken Ek 1. de yapım resmi verilen rijit kaplin sisteminden yararlanılmıştır. Daha sonra Ek 2. de yapım resmi verilen akış ölçer kontrol valfi geliştirilmiştir. Ayrıca yakıt akış yolları için yakıt boruları, basınç ölçümü için manometrenin çıkış hattına bağlanması, yakıt tüketim değerlerinin değişimini sağlamak amacı ile çıkış musluğu ve yakıt giriş basıncı şartlarının sağlanması için deney düzenleri geliştirilmiştir. Son olarak elektronik devreler hazırlanarak deneylerde kullanılabilir duruma getirilmiştir.



Şekil 2.1. Volümetrik esaslı akış ölçerin prototipi

Tüm sistemin imalatında Şekil 1.3. de prensip şeması verilen sistemden yararlanılmış, gerekli elektronik, mekanik ve hidrolik düzenlemeler yapılmıştır.

## II.2. Mekanik ve hidrolik devre elemanları:

### II.2.a. Borular:

Literatürde, hidrolik sistemde emiş ve basınç hattında basınç ve ortalama hız değerlerinin Tablo 2.1 deki gibi olması önerilmektedir.

Benzin ve dizel motorlarında yakıt pompasının çıkış basınçları literatür (11) e göre 0,2 - 0,35 Bar arasında değişmektedir.

Tablo 2.1. Emiş ve basınç hattında basınç ve ortalama hız değerleri (7).

	Basınç (Bar)	Ortalama hız(m/s)
Basınç hattında	0 - 10	3
	10 - 40	4
	40 - 63	4,5
	63 - 100	5
	100 - 200	5,5
	200 - 315	6
Emiş hattında	0,5 - 1	1

Emiş hattında ortalama hız  $V_1 = 1 \text{ m/s}$  için boru çapı,

$$Q_p = V_1 \cdot A_1 = V_1 \cdot \frac{\pi \cdot D_1^2}{4}$$

$$D_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 10^3 \cdot Q_p}{\pi \cdot V_1}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10^3 \cdot 60}{3,14 \cdot 1 \cdot 3600}} = 4,6 \text{ mm}$$

olarak hesaplanmaktadır.

Basınç hattında ortalama hız  $V_2 = 3 \text{ m/s}$  için,

$$D_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot 10^3 \cdot Q_p}{\pi \cdot V_2}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10^3 \cdot 60}{3,14 \cdot 3 \cdot 3600}} = 2,66 \text{ mm}$$

olarak hesaplanmaktadır.

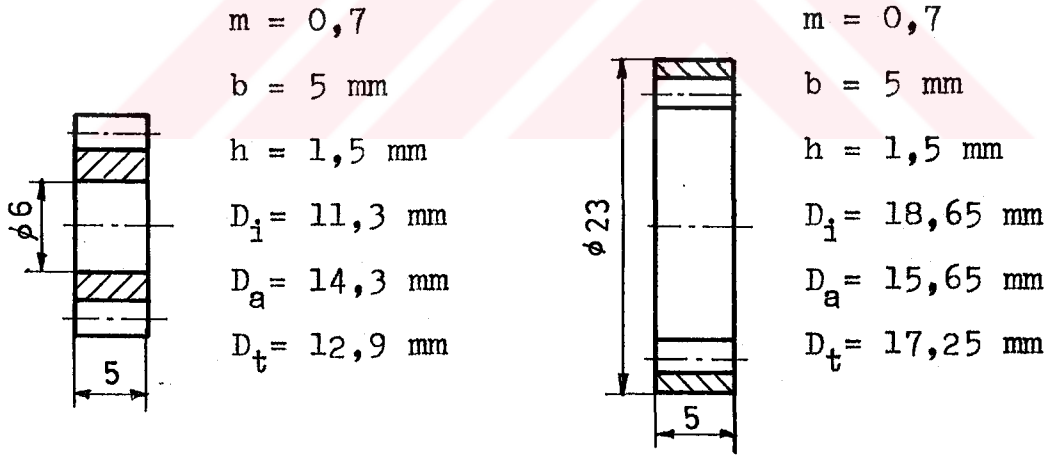
Tablo 2.2. den normlaştırılmış bakır boru ölçülerine göre, emiş hattında dış çapı 7-8 mm, et kalınlığı 1 mm olan borunun kullanılması, basınç hattında ise, dış çapı 5 mm, et kalınlığı 1 mm olan borunun kullanılması sonucuna varılmıştır.

Tablo 2.2. DIN 1754'e göre normlaştırılmış bakır  
boru dış çap ve et kalınlıkları (12).

<u>Dış çap (mm)</u>	<u>Et kalınlığı (mm)</u>
5	1.0
5,5 - 6,5	0,5 - 1,0
7 - 10	0,5 - 2,0
13 - 15	1,0 - 2,5
16 - 50	1,0 - 3,0

### II.2.b. Pompa:

Çalışmada, Şekil 2.2. de göbek ve çevre dişlisinin ölçüleri verilen içten dişli eksantrik pompadan yararlanılmış, şasiye tesbiti için Ek 3. de yapım resmi verilen pompa bağlama parçası geliştirilmiştir.



a - Göbek dişlisi

b - Çevre dişlisi

Şekil 2.2. İçten dişli eksantrik pompanın ölçüleri

## II.2.b.1. Pompanın debisi:

Otomobillerde tüketilen yakıtın debisi, motorun ürettiği güç ile orantılı olmaktadır.

Bugün dört zamanlı dizel motorlarının nominal güçteki özgül yakıt tüketimi 245 gr/KWh (180 gr/BGh), benzin motorlarında ise 300 gr/KWh (220 gr/BGh) kadardır(3).

Bazı akar yakıt yoğunlukları 15°C sıcaklık için Tablo 2.3. de verilmiştir.

Tablo 2.3. Akar yakıtlar için yoğunluk aralıkları (10).

Yakıt	Yoğunluk (gr/cm <sup>3</sup> )
Uçak benzini	0,70 - 0,78
Motor benzini	0,71 - 0,79
Gaz yağı	0,78 - 0,84
Motor-in	0,82 - 0,90
Dizel yakıtı	0,82 - 0,92
Fuel oil'ler	0,92 - 0,99

1 KW güç için hacimsel olarak debi,  $\frac{245}{0,89} = 275 \text{ cm}^3/\text{h}$   
veya  $\frac{300}{0,732} = 410 \text{ cm}^3/\text{h}$  olmaktadır.

73 KW gücündeki bir dizel motorunun yakıt tüketimini ölçecek pompanın debisi ise,  $Q_p = 73 \cdot 275 = 20$  litre/h olmaktadır.

İçten dişli eksantirik pompada debi, ( $D_t$ ) dişlinin

bölüm dairesi çapı 0,0129 m, (h) dış yüksekliği 0,0015m,  
(b) dış genişliği 0,005 m, olmak koşuluyla,

$$Q_p = \pi \cdot D_t \cdot h \cdot b \cdot n_p$$

yazılabilmektedir. Buna göre pompa bir devrinde,

$$Q_p = 3,14 \cdot 0,0129 \cdot 0,0015 \cdot 0,005 \cdot 1$$

$$Q_p = 0,304 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

yakıt basmaktadır. Bu devir dakikada veya saniyede ise  
debi de  $\text{m}^3/\text{dakika}$  veya  $\text{m}^3/\text{saniye}$  olmaktadır.

$20 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{h}$  debi için gerekli olan devir sayısı,

$$n_p = \frac{20 \cdot 10^{-3}}{60 \cdot 0,304 \cdot 10^{-6}} = 1097 \text{ d/d}$$

olarak hesaplanmaktadır.

#### II.2.b.2. Pompa için gerekli enerji:

Sistemde kullanılan D.C. motorunun ürettiği meka-  
nik enerji, içten dişli eksantrik pompaya iletilerek  
hidrolik enerjiye dönüştürülmektedir. Buna göre D.C,  
elektrik motorunun gücü, mekanik verim dikkate alın-  
arak,

$$\dot{W}_e = \frac{\dot{W}_p}{\eta_{mek}}$$

eşitliği ile hesaplanmaktadır (8).

Pompayı istenilen verimde hareket ettirebilmek  
için gerekli enerji,

$$W_p = \frac{\rho \cdot Q_p \cdot H_m}{102 \cdot t} \quad (\text{KW})$$

eşitliği ile hesaplanmaktadır (8).

Birim ağırlıktaki sıvının, pompa girişi ile çıkışı arasında kazandığı enerji, manometrik yükseklik ( $H_m$ ) olarak tanımlanmaktadır. Manometrik yükseklik,

$$H_m = H_g + H_k$$

$$H_m = H_g + (H_e + H_b)$$

eşitlikleri ile hesaplanmaktadır (8).

Çalışmada cihaz girişine kadar yakıt, besleme pompası veya benzin pompası tarafından gönderildiği dikkate alınmış, emme borusunda toplam enerji kaybı yüksekliği ( $H_e = 0$ ) sıfır olarak kabul edilmiştir.

Basma borusunda toplam enerji kaybı yüksekliği, yersel yük kaybı ( $h_y$ ) ve sürekli enerji kaybı ( $H_L$ )'nin toplamı ( $H_b = h_y + H_L$ ) ile hesaplanmaktadır.

Basma hattında yersel yük kaybına sebep olacak 2 adet keskin köşe, ortalama olarak 5 adet 0,05 m yarıçapında yuvarlak dirsek bulunmaktadır.

Köşeli dirseklerdeki toplam enerji kayıpları, literatür (8) den,

$$\theta = 0,9457 \sin^2 \frac{\alpha}{2} + 2,047 \sin^4 \frac{\alpha}{2}$$

formülüne göre,  $\alpha = 90^\circ$  için,

$$\theta = 0,9457 \cdot 0,707^2 + 2,047 \cdot 0,707^4 = 0,98$$

$$h_{y1} = 2 \cdot \theta \cdot \frac{v^2}{2g} \text{ formülünden } v=3 \text{ m/s için,}$$

$$h_{y1} = 0,98 \cdot \frac{3^2}{9,81} = 0,899 \text{ m}$$

Yuvarlak dirseklerdeki toplam enerji kayıpları, literatür (8) den,

$$\theta = \frac{\beta}{90^\circ} \left[ 0,131 + 0,163 \left( \frac{D}{R} \right)^{3,5} \right]$$

formülüne göre,  $\beta = 90^\circ$ ,  $D=0,003 \text{ m}$ ,  $R=0,05 \text{ m}$  için,

$$\theta = 0,131 + 0,163 \left( \frac{0,003}{0,05} \right)^{3,5} = 0,131$$

$$h_{y2} = 5 \cdot 0,131 \cdot \frac{3^2}{2 \cdot 9,81} = 0,3 \text{ m}$$

Yersel enerji kayıpları toplamı,

$$h_y = h_{y1} + h_{y2} = 0,899 + 0,3 = 1,199 \text{ m}$$

olarak hesaplanmıştır.

Basma hattında sürekli enerji kaybı,

$$H_L = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

eşitliği ile hesaplanmaktadır.  $\lambda$  için önce akışın cinsi belirlenmektedir (8).

Akışın cinsi reynold sayısı ile belirlenmektedir.  $Re < 2300$  ise akış laminer,  $Re > 2300$  ise akış türbilanslı kabul edilmektedir.

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu}$$

eşitliğinde ( $\nu$ ) kinematik viskozite için, literatür (2) de, "Otto motorları için viskozite mühim bir mesele teşkil etmez. Çünkü benzinler oldukça küçük ısı derecelerinde dahi normal akıcılık durumlarını muhafaza eder." denilmektedir.

Literatür (1) de ise, "Dizel motorlarında kullanılan yakıtların viskoziteleri, aynı zamanda yakıt sistemini de yağladıklarından yüksek, fakat enjektörün küçük deliklerinden püskürtülerek kolay parçalanmalarını sağlamak için de küçük olmalıdır. Viskozite daima ölçüldüğü sıcaklıkla ifade edilir. Örneğin dizel motorlarında kullanılan yakıtların viskoziteleri  $38^{\circ}\text{C}$  de 35 - 70 SUS (Saybold Universal Second) arasındadır." denilmektedir.

Literatür (15) den 35 - 70 Saybold Saniyesinin 10 santistoks'a ( $10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ ) eşit olduğu bulunmaktadır.

Buna göre,

$$Re = \frac{3 \cdot 0,003}{10^{-5}} = 900$$

olarak hesaplanmaktadır.  $Re < 2300$  olduğundan akış laminer olmaktadır. Laminer akış için,

$$\lambda = \frac{64}{Re} = \frac{64}{900} = 0,071$$

$$L = 0,5 \text{ m için}$$

$$H_L = 0,071 \cdot \frac{0,5}{0,003} \cdot \frac{3^2}{2 \cdot 9,81} = 5,43 \text{ m}$$

Basma hattında toplam enerji kaybı yüksekliği,

$$H_b = 1,199 + 5,43 = 6,629 \text{ m}$$

olarak hesaplanmıştır.

Benzin motorlarında yakıt pompası ile karbüratör, dizel motorlarında besleme pompası ile enjeksiyon pompası arası yükseklik, ortalama geometrik yükseklik ( $H_g = 0,5 \text{ m}$ ) olarak kabul edilmiştir.

Buna göre manometrik yükseklik,

$$H_m = H_g + H_k = H_g + H_e + H_b$$

$$H_m = 0,5 + 0 + 6,629 = 7,129 \text{ m}$$

olarak hesaplanmıştır.

Pompa için gerekli enerji,  $\rho = 0,89 \cdot 10^3 \text{ Kg/m}^3$ ,  
 $\eta_t = 0,8$ ,  $Q_p = 60 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H_m = 7,129 \text{ m}$  için,

$$\dot{W}_p = \frac{890 \cdot 0,06 \cdot 7,129}{102 \cdot 3600 \cdot 0,8} = 0,00129 \text{ KW}$$

$$\dot{W}_p = 1,29 \text{ Watt}$$

olarak bulunmuştur.

Elektrik motorunun gücü ise,  $\eta_{mek} = 0,8$  için,

$$\dot{W}_e = \frac{\dot{W}_p}{\eta_{mek}} = \frac{1,29}{0,8} \approx 1,61 \text{ Watt}$$

olarak hesaplanmıştır.

Araştırmada kullanılan elektrik motorunun gücü 40 Watt dolaylarında olup, ihtiyaç halinde daha yüksek debileri de sağlayabilecek büyüklüktedir.

### II.2.c. Akış ölçer kontrol valfi:

Elektrohidrolik yöntemlere göre çalışan ve Ek 2 de yapım resimleri verilen akış ölçer kontrol valfi, optik kontrol, hidrolik kontrol ve gövde plancer kısımlarının tasarım ve imali ile geliştirilmiştir.

#### II.2.c.1. Gövde ve plancer bölümü:

Plancerin uç kısmı optik kontrol bölümü ile görev yaparken, gövde kısmı da silindir içerisinde çalıştığından, silindir ile plancer gövdesi birbirine alıştırmaya çalışılmıştır.

İşleme kolaylığı dikkate alınarak çap 16 mm seçilmiş olup, silindire H7, plancere h6 toleransı verilmiştir. Bu tolerans değeri ile maksimum boşluk 0,029 mm hesaplanmıştır.

Maksimum boşlukta geri kaçak miktarı, debi ( $Q=V.A$ ) formülünden yararlanılarak kontrol edilmeye çalışılmış-

tır. Literatür (8)'e göre, laminer akımda borunun bir kesitinde hız dağılımı,

$$v = \frac{P_1 - P_2}{4 \cdot \mu \cdot L} (r_0^2 - r^2) \quad (\text{m/s})$$

eşitliği ile bulunmaktadır.

$$P_1 - P_2 = 0,35 \text{ Bar} \approx 3,5 \text{ N/cm}^2 \approx 35000 \text{ N/m}^2$$

$$L = 30 \text{ mm} = 0,03 \text{ m},$$

$$r_0 = (16 + 0,018) / 2 = 8,009 \text{ mm} = 0,008 \text{ m},$$

$$r = (16 - 0,011) / 2 = 7,99 \text{ mm} = 0,00799 \text{ m},$$

$$\rho = 0,89 \text{ Kg/dm}^3 = 890 \text{ Kg/m}^3,$$

$$\nu = 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

olan mazot için,

$$\mu = \nu \cdot \rho = 10^{-5} \cdot 890 \text{ Kg/m} \cdot \text{s} = 890 \cdot 10^{-5} \text{ N} \cdot \text{s/m}^2$$

alınarak,

$$v = \frac{35000 (0,008^2 - 0,00799^2)}{4 \cdot 890 \cdot 10^{-5} \cdot 0,03} \approx 6,55 \text{ m/s}$$

$$A = \pi(r_0^2 - r^2) = 3,14 (0,008^2 - 0,00799^2) = 6 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2$$

$$Q = 6,55 \cdot 6 \cdot 10^{-7} \approx 39,33 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q \approx 0,39 \text{ mm}^3/\text{s}$$

hesaplanarak geri kaçağın önemli olmayacağı kabul edilmiştir.

#### II.2.c.2. Hidrolik kontrol bölümü:

Bu bölüm Ek 2 de yapım resimleri verilen arka ka-

pak ve basınç yayından meydana gelmiştir. Arka kapak üzerindeki T rekor ile, pompa çıkışı irtibatlı olup yakıt tüketiminin etkileri bu bölümden plancer arka yüzünde etkisini göstermektedir.

Bu bölümde bulunan basınç yayı da yakıt çıkış basıncına yardım etmektedir. Ölçme işleminin yapılmadığı durumlarda besleme pompası (veya benzin pompasının) basıncına karşı yalnız bu bölümdeki yay basıncı çalışmaktadır.

Minimum basıncı 0,2 Bar olan besleme pompası 0,016 m çapındaki plancer üzerinde,  $\frac{3,14 \cdot 0,016^2}{4} \cdot 0,2 \cdot 10^5$  = 4 N luk itme etkisi göstereceği dikkate alınarak basınç yayı tasarımı ve imalatı gerçekleştirildi. Literatür (13)'e göre yayın,  $d = 0,5$  mm,  $G = 83000$  N/mm<sup>2</sup>,  $i_f = 7,5$ ,  $f_n = 5$  mm,  $D_{ort} = 8,5$  mm için,

$$P_n = \frac{G \cdot d^4 \cdot f_n}{8 \cdot i_f \cdot D_{ort}^3} = \frac{83000 \cdot 0,5^4 \cdot 5}{8 \cdot 7,5 \cdot 8,5^3} = 0,7 \text{ N}$$

depo edebileceği anlaşılmaktadır. Bu kuvvet 0,462 N ( $\frac{3,14 \cdot 0,016^2}{4} \cdot 0,03 \cdot 7,85 \cdot 9,81$ ) ağırlığındaki planceri, statik sürtünme katsayısı 0,6 ile  $0,462 \cdot 0,6 = 0,277$  N luk sürtünme kuvvetini yenerek, kısa devre kanalını kapatabilmektedir. 4 N luk besleme pompası basınç kuvveti de, yay basınç kuvvetini yenerek, ölçme yapılmadığı zamanlarda kısa devre kanalını açabilecektir.

Ölçme işleminin sağlıklı olarak yapılabilmesi, plancerin kısa devre kanalını açmadan ışık kaynağının önünü açması ile mümkün olabileceği düşüncesi ile, plancer önündeki çıkıntının uzunluğu 30 mm olarak tasarlanmıştır.

### II.2.c.3. Optik kontrol bölümü:

Bu bölümde Ek 2 de görülen 1.2.5. resim numaralı şeffaf silindir benzin ve mazottan etkilenmeyecek şekilde polyesterden yapılmıştır.

### II.3. Elektrik ve elektronik devre elemanları:

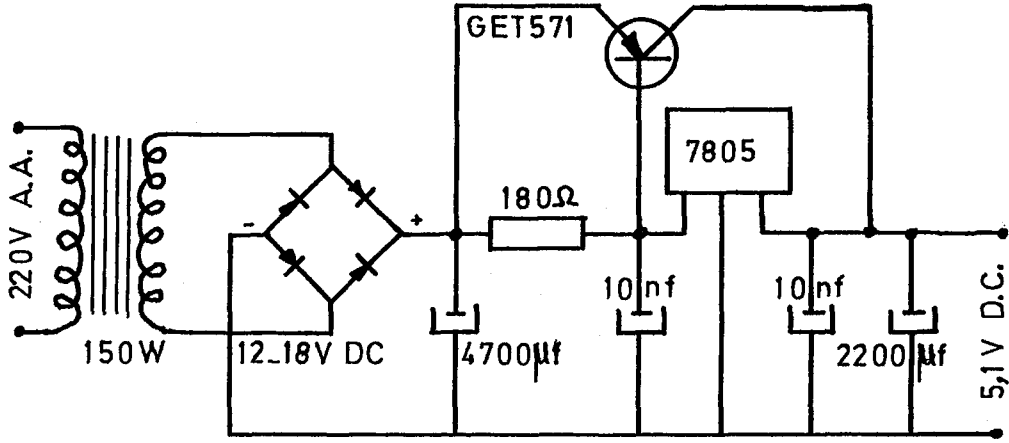
#### II.3.a. Güç kaynağı:

Geliştirilen deney prototipinde üç çeşit gerilimden yararlanılmaktadır.

1. 12 Voltluk batarya gerilimi, bu gerilim ile içten dişli eksantrik pompaya hareket vermekte olan, otomobillerde kalorifer motoru olarak kullanılan 12V x 4A gücündeki D.C. motoru çalıştırılmaktadır. Ancak bu gerilim ve dolaylı olarak motor devri, elektrohidrolik bir sistem tarafından optik olarak kontrol edilmektedir.

2. 5,1 Voltluk D.C. gerilimi, bu gerilim Şekil 2.3. de devre şeması verilen 5,1 V. D.C. çıkışlı bir güç kaynağı tarafından elde edilmektedir. Optik uyartımlı devir sayıcı bu gerilim ile çalışmaktadır.

3. 2,2 Voltluk A.A. gerilimi, bu gerilim, devir



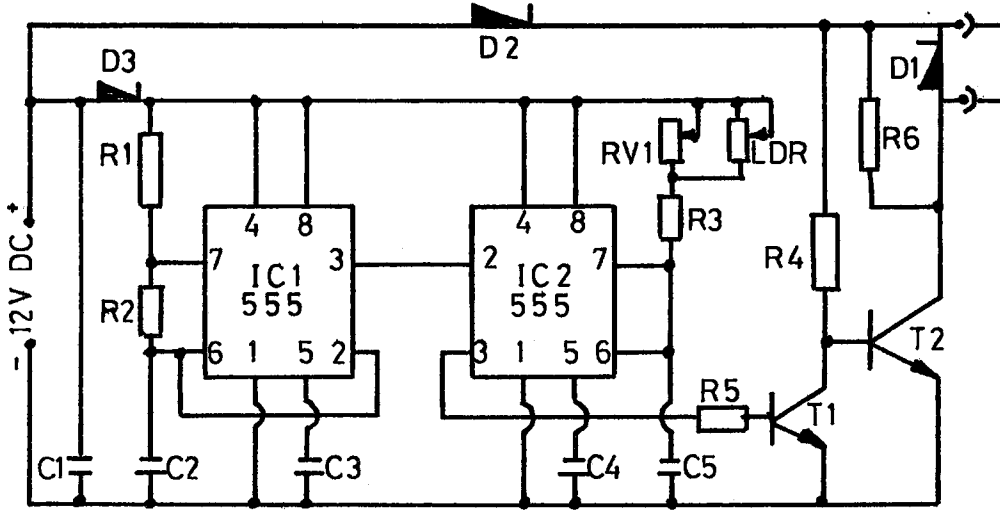
Şekil 2.3. 5,1 V D.C. çıkışlı tam regüleli güç kaynağı şeması

sayıcı ve devir kontrol eden optik devrelerin ışık kaynağı çalıştırılmaktadır. Yukarıda belirtilen güç kaynağı trafosunun 22 - 20 = 2 volt A.A. çıkış uçlarından alınmaktadır.

### II.3.b. D.C. Motor devrinin düzenlenmesi:

İçten yanmalı bir motor relanti devrinde çalışırken, silindirlere sadece sürtünme gücünü karşılayacak miktarda karışım sevk edilir (9).

Literatür (1) de yanma sonunda meydana gelen enerjinin 0,08' nin sürtünme gücüne harcandığı belirtilmektedir. Buna göre 73 KW lık bir dizel motoru relantide çalışırken  $73 \cdot 0,08 = 5,8$  KW üretmektedir. Aynı motorun yakıt ihtiyacı ise,  $5,8 \cdot 275 = 1600$  cm<sup>3</sup>/h olmaktadır. Pompa bu yakıtı,  $\frac{1600}{60 \cdot 0,304} = 88$  d/d ile çalışır - ken sağlayacaktır. 73 KW gücündeki bir dizel motorunun tam yükteki yakıt ihtiyacı 20000 cm<sup>3</sup>/h olduğundan, bu



D1. 1N5401	C1. 1 $\mu$ f	R1. 150k $\Omega$
D2. 1N5401	C2. 0,1 $\mu$ f	R2. 1,5k $\Omega$
D3. 1N4001	C3. 0,1 $\mu$ f	R3. 1k $\Omega$
T1. AC176	C4. 0,1 $\mu$ f	R4. 120 $\Omega$
T2. BUX37	C5. 0,1 $\mu$ f	R5. 82 $\Omega$
	RV1. 100k	R6. 47 $\Omega$

Şekil 2.4. D.C. motor devrini kontrol şeması

yakıt pompa tarafından  $\frac{20000}{60 \cdot 0,304} = 1097$  d/d ile çalışırken sağlanacaktır. Bu durumda D.C. motor devrini yaklaşık olarak 80 - 1100 d/d arasında ihtiyaca uygun olarak değişik devirlerde ayarlayacak bir sisteme ihtiyaç duyulmaktadır.

Şekil 2.4. deki elektronik devre ile birlikte çalışacak kontrol valfi bu amaçla tasarlanmıştır. Kontrol valfinin kumanda ettiği bu elektronik devre ile motora sabit genlikte darbeler uygulanmaktadır. Hız kontrolü ise, bu darbelerin genişliği azaltılıp çoğaltılarak yapılmaktadır. Böylece gerçekleştirilen kontrol,

düşük hızlarda da motora mükemmel bir karakteristik kazandırmaktadır. (6).

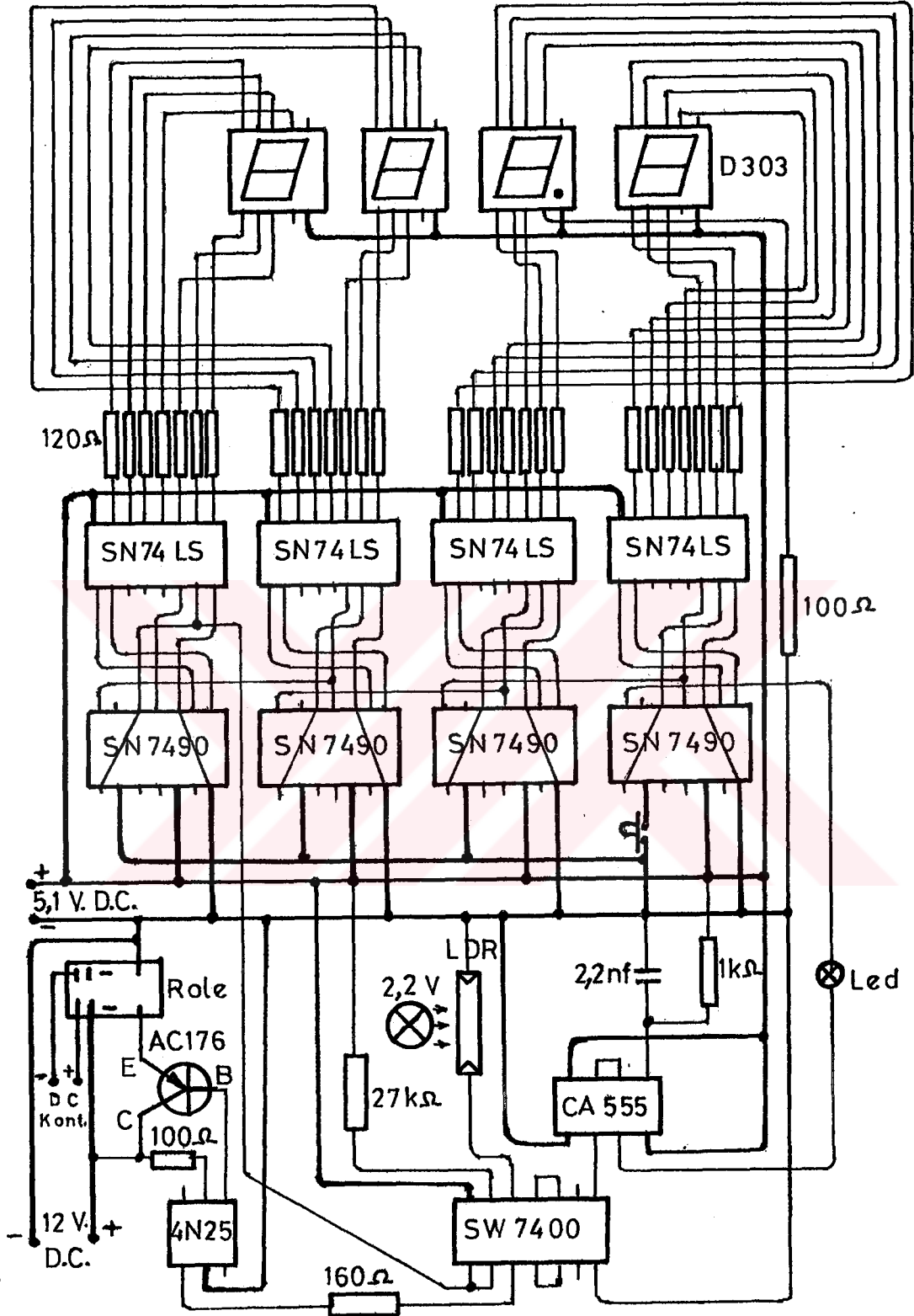
Literatür (6) dan yararlanılan Şekil 2.4. deki devre elemanları, deney ortamına uygunluk sağlayacak şekilde geliştirilmiştir.

### II.3.c. Elektronik devir sayıcı:

Literatürden yararlanılarak geliştirilen, Şekil 2.5. de devre şeması görülen elektronik devir sayıcı 0,1 devir hassasiyetli, 999,9 devir kapasiteli, optik okuyuculu ve devir sınırlamalı olarak geliştirilmiştir.

0,1 devir hassasiyet, Ek 1 de yapım resmi görülen rijit kaplin sistemindeki motor kaplini çevresinde, eksene dik olarak açılan delikler ile sağlanmaktadır.

Devir sayma ve sınırlama işlemi Şekil 2.5. deki elektronik devre tarafından yapılmaktadır. Burada 7490 entegrelerinden frekans bölücü olarak yararlanılmış ve lineer sayılar 74LS (7447) sürücüleriyle ondalık sayılara dönüştürülmüştür. Denemeler sırasında öngörülen devir sayısında pompanın durdurulabilmesi için de motora enerji veren rolenin bobini bir otokuplörün çıkış transistörüne bağlanmış, ışıklı diyot da bir VE kapısı ile kontrol edilmiştir. Böylece öngörülen devir sayısına gelindiğinde VE kapısı yalıtıma geçirilerek rolenin açılması ile pompanın durması sağlanmıştır. Pompa enerjisinin kesilmesinden sonra da ondalık sayıcı devrede olduğundan gerçek devir sayıları ölçülebilmıştır.



Şekil 2.5. Elektronik devir sayıcı ve sınırlayıcı devre şeması

## BÖLÜM III

## DENEYLER VE KALİBRASYON

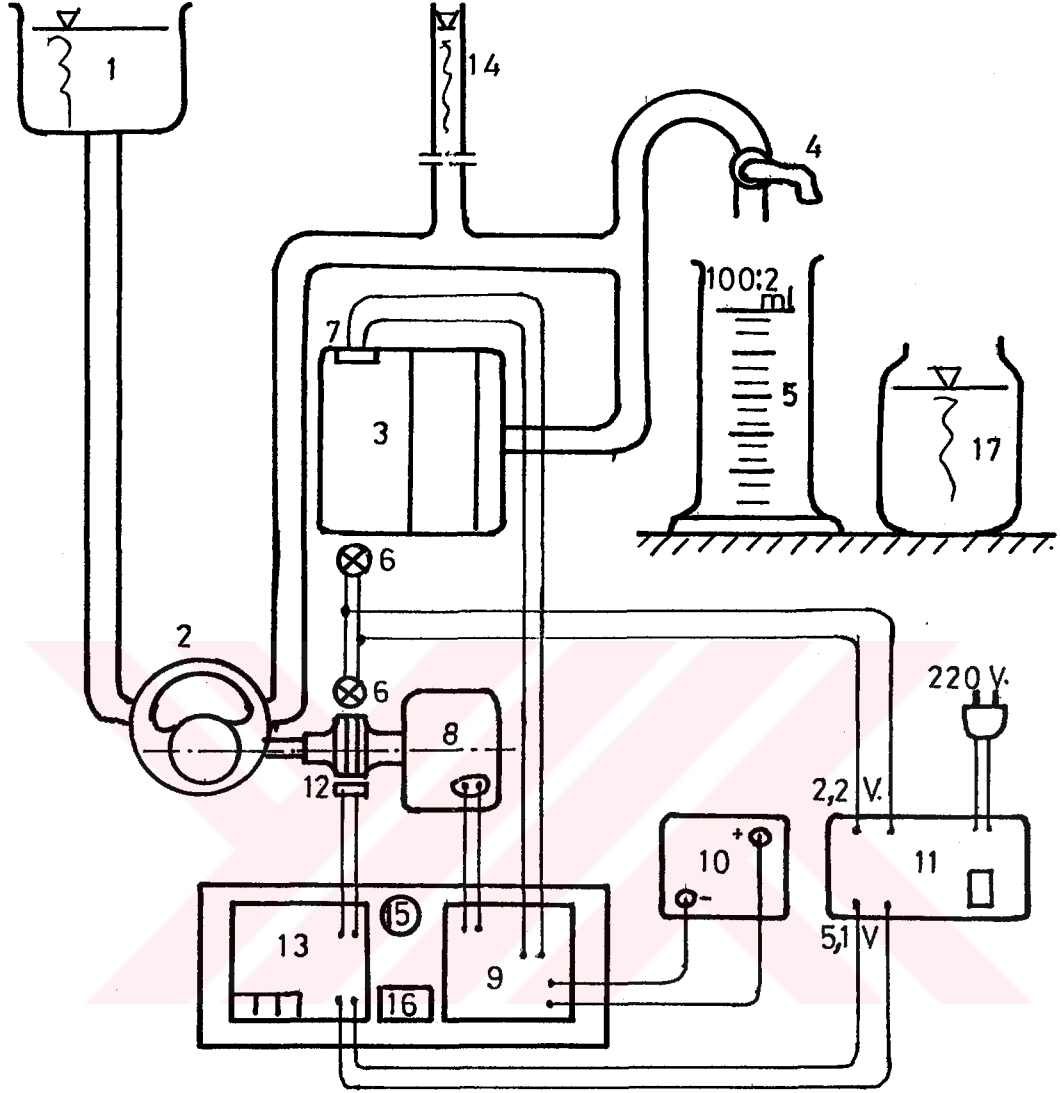
## III.1. Deney cihazının tanıtımı:

Deney cihazı, bölüm II de belirlenen ilkeler doğrultusunda geliştirilmiş olup, prensip şeması Şekil 3.1. de verilmiştir.

Geliştirilen cihazın motorların yakıt sistemine seri olarak bağlanacağı dikkate alınmıştır. (1) numaralı sıvı yakıt deposu, (2) numaralı dişli tip pompa ekseninden yakıt pompasının ürettiği çıkış basıncına karşılık olmak üzere, istenen herhangi bir yüksekliğe asılması mümkündür. Denemelerde bu yükseklik 0,8 m ile 2metre arasında değiştirilmiştir.

(3) numaralı akış ölçer kontrol valfi, karbüratör veya enjeksiyon pompasının tükettiği yakıt miktarına bağlı olarak yakıt borularındaki basınç değişimine göre çalışmaktadır. Şekil 1.3. deki plancer arkasındaki basınç, önündeki basıncı yendiği zaman, motor devrinin optik olarak kontrol edildiği kabul edilmiştir. Sistemdeki yakıt basıncının (0,2 - 0,35 Bar ) dolaylarında olacağı dikkate alınarak basınç ölçme işlemi için (14) numaralı manometre (piezometre) sistemi kullanılmıştır.

Motorun değişik yük durumlarındaki yakıt tüketim



- |                               |                       |
|-------------------------------|-----------------------|
| 1. Sıvı yakıt deposu          | 10. 12 V. Akümülatör  |
| 2. Dişli tip pompa            | 11. Güç kaynağı       |
| 3. Akış ölçer kontrol val.    | 12. Fotodirenç        |
| 4. Yakıt çıkış musluğu        | 13. Elektronik tako.  |
| 5. Dereceli silindir          | 14. Manometre         |
| 6. 2,2V. mercekle ampul       | 15. Tetikleme düğmesi |
| 7. Fotodirenç                 | 16. Role              |
| 8. 12Vx4A D.C. motor          | 17. Yardımcı kap      |
| 9. D.C. motor kontrol devresi |                       |

Şekil 3.1. Deney cihazının prensip şeması

miktarını ve çıkış borusundaki basınç değişimlerini sağlamak amacı ile (4) numaralı musluk çıkış borusuna bağlanmıştır.

Sistemden akan yakıt miktarı 100 ml (100:2 ml) kapasiteli dereceli cam silindir ile ölçülmeye çalışılmıştır. Deney başlangıç ve sonunda (4) numaralı musluktan akan fakat ölçülmeyen yakıtın (17) numaralı bir litre kapasiteli yardımcı (cam kavanoz) kaptaki toplanması sağlanmıştır. Ölçüm işlemi biten, dereceli silindirdeki yakıt da bu kaba alınarak tekrar sıvı yakıt deposuna boşaltılmıştır.

Deney süresi elektronik kronometre ile ölçülmeye çalışılmıştır.

III.2. Cihazın çalıştırılması ve ölçmelerin yapılması:

III.2.a. Deneye başlangıç:

Deney cihazının (11) numaralı güç kaynağının giriş gerilimi, 220 V. şehir geriliminden sağlanarak 5, IV. D.C. ve 2,2 A.A. çıkış gerilimleri ilgili devrelere verilmiştir. 12 V. akümülatör gerilimi de (9) numaralı D.C. motor kontrol devresine verilerek sistemin çalışması sağlanmıştır.

(3) numaralı kontrol valfinin optik kontrole başladığı, gerek motor devrindeki değişim sesleri gerekse

(14) numaralı piezometre seviyesindeki salınımlarla tesbit edilmiştir. (4) numaralı çıkış musluğu herhangi bir açıklık konumunda iken (5) numaralı silindirde biriken yakıt düzeyi belirli bir seviyeye (genellikle 20 ml) geldiği anda, devir sayımı için (15) numaralı tetikleme düğmesine ve zaman belirlemesi için kronometreye aynı anda basılmıştır.

### III.2.b. Deneyin sona erdirilmesi:

Deney, (13) numaralı devir sınırlamalı digital takometrenin, belirlenen devir sayısında (16) numaralı roleyi açma sesi ile birlikte, kronometreye basılarak zaman durdurulmuş, aynı anda (5) numaralı dereceli silindir, musluk önünden çekilmiştir.

### III.2.c. Yapılan ölçümler:

Ölçümlerde;

1. Deney giriş ve çıkış basınçları, cm-mazot sütunu olarak,
2. Deney devri, sınırlandırılmış sayılar olarak,
3. Deney zamanı, saniye olarak,
4. Deney hacmi, ml olarak belirlenmiştir.

Ölçülen değerler Tablo 3.1. de verilmiştir. Çıkış basıncı, giriş basıncı ile ilişkili olarak  $\pm 3$  cm-mazot sütunu dahilinde değiştiğinden tabloda yer verilmemiştir.

Tablo 3.1. Akış ölçer deney ölçüm değerleri

Sıra No	Giriş basın. Cm-Ma.	Deney devri -	Deney zamanı s	Deney hacmi ml	Devir d/d	Debi ml/s
1	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	Q
1	160	200,1	15,42	58	779	3,76
2	160	200,4	15,45	58	778	3,75
3	160	200,1	15,34	58	782	3,78
4	160	200,1	15,76	58	762	3,68
5	160	200,8	16,92	60	712	3,55
6	160	201,1	17,55	58	688	3,30
7	160	201,4	16,44	59	735	3,59
8	160	200,7	17,48	59	689	3,38
9	160	200,6	18,40	58	654	3,15
10	160	200,7	20,23	56	595	2,77
11	160	200,7	22,22	58	542	2,61
12	160	200,8	25,38	58	474	2,29
13	160	200,2	26,96	58	446	2,15
14	160	201,5	14,24	58	849	4,07
15	160	200,9	13,25	58	910	4,38
16	160	200,9	11,36	56	1061	4,93
17	160	201,5	11,58	60	1044	5,18
18	160	201,9	11,59	56	1045	4,83
19	160	201,5	11,32	60	1068	5,30
20	160	201,6	11,32	59	1069	5,21
21	160	201,1	12,36	58	976	4,69
22	160	200,9	9,73	60	1239	6,17
23	160	200,8	9,68	59	1244	6,10
24	160	200,9	9,47	60	1272	6,34
25	160	200,4	10,38	56	1158	5,39
26	156	200,0	81,15	59	149	0,73
27	156	200,0	100,54	58	119	0,58
28	156	200,1	91,11	58	132	0,63
29	156	200,0	62,42	60	192	0,96
30	156	200,0	112,70	60	106	0,53

Tablo 3.1.

Sıra No	Giriş basın. Cm-Ma	Deney devri -	Deney zamanı s	Deney hacmi ml	Devir d/d	Debi ml/s
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	Q
31	156	200,0	50,26	56	239	1,11
32	156	200,0	68,51	58	175	0,85
33	156	200,0	219,01	57	55	0,26
34	156	200,0	306,15	56	39	0,18
35	122	200,0	100,01	56	120	0,56
36	122	200,0	120,11	58	100	0,48
37	122	200,0	152,30	56	79	0,37
38	122	200,0	99,50	58	121	0,58
39	122	200,1	26,57	58	461	2,32
40	122	200,0	52,55	58	230	1.12
41	122	200,0	138,94	57	86	0,41
42	122	200,0	427,40	56	28	0,13
43	122	200,0	99,34	57	121	0,57
44	122	200,0	110,47	56	109	0,51
45	122	200,0	82,1	58	146	0,71
46	122	200,0	128,32	56	94	0,44
47	122	200,0	218,77	56	55	0,26
48	122	200,0	59,28	57	202	0,96
49	122	200,0	97,85	57	123	0,58
50	122	200,0	138,22	58	87	0,42
51	122	200,0	298,99	57	40	0,19
52	122	200,0	116,14	58	103	0,50
53	120	200,1	23,65	58	508	2,45
54	120	200,5	25,21	58	477	2,30
55	120	200,5	29,67	60	405	2,02
56	120	200,2	14,65	58	820	3,96
57	120	201,4	14,38	56	840	3,89
58	120	200,6	15,85	60	759	3,79
59	120	200,0	16,44	58	730	3,53
60	120	200,8	16,63	60	724	3,61
61	120	200,5	17,37	60	693	3,45

Tablo 3.1.

Sıra No	Giriş basın. Cm-Ma	Deney devri -	Deney zamanı s	Deney hacmi ml	Devir d/d	Debi ml/s
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	Q
62	120	201,1	20,34	58	593	2,85
63	120	200,0	46,72	58	256	1,24
65	120	200,2	47,72	58	252	1,22
66	120	200,0	49,74	60	241	1,21
67	120	200,1	50,21	60	239	1,19
68	88	200,0	102,40	56	117	0,55
69	88	200,0	57,21	58	210	1,01
70	88	200,0	131,19	56	91	0,43
71	88	200,0	436,91	56	27	0,13
72	88	200,0	287,44	56	42	0,19
73	88	200,0	149,88	58	80	0,39
74	88	200,0	88,91	58	135	0,65
75	88	200,0	225,79	56	53	0,25
76	88	200,0	142,48	60	83	0,42
77	88	200,1	62,17	60	193	0,97
78	88	200,0	121,33	58	99	0,48
79	88	200,0	177,46	56	68	0,32
80	88	200,0	133,29	56	90	0,42
81	88	200,0	171,44	58	70	0,34
82	88	200,0	215,63	58	58	0,28
83	88	200,0	85,09	58	141	0,68
84	88	200,0	88,67	58	135	0,65
85	88	200,0	160,57	58	75	0,36
86	156	200,0	118,11	60	102	0,51
87	156	200,0	240,56	58	50	0,24
88	156	200,1	45,63	60	263	1,32
89	156	200,0	171,48	58	70	0,34
90	156	200,0	201,95	58	59	0,29
91	156	200,0	48,15	57	249	1,18
92	156	200,0	61,29	60	196	0,98
93	156	200,0	185,18	56	65	0,30

Tablo 3.1.

Sıra No	Giriş basın. Cm-Ma	Deney devri -	Deney zamanı s	Deney hacmi ml	Devir d/d	Debi ml/s
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	Q
94	156	100,0	96,66	28	62	0,29
95	156	100,1	129,64	30	46	0,23
96	156	100,1	113,52	28	53	0,25
97	156	100,0	56,26	29	107	0,52
98	156	100,1	108,94	30	55	0,28
99	156	100,1	67,32	30	89	0,45
100	156	100,0	38,53	30	157	0,79
101	122	100,1	68,31	28	88	0,41
102	122	100,0	127,06	30	47	0,24
103	122	100,0	62,59	30	96	0,48
104	122	100,1	59,44	28	101	0,47
105	122	100,0	71,60	30	84	0,42
106	122	100,0	45,27	30	133	0,66
107	122	100,0	33,95	29	177	0,85
108	122	100,0	142,32	29	42	0,20
109	120	102,2	6,63	30	925	4,52
110	120	100,3	7,49	26	803	3,47
111	120	100,7	6,53	28	925	4,29
112	120	100,2	6,05	30	994	4,96
113	120	101,7	7,03	26	868	3,70
114	120	100,2	6,39	30	945	4,69
115	120	101,7	6,07	29	1005	4,78
116	120	100,2	6,71	28	896	4,17
117	120	100,5	6,32	26	954	4,11
118	120	100,0	6,45	28	930	4,34
119	120	101,9	7,49	26	816	3,47
120	120	101,5	5,85	29	1041	4,96
121	120	101,9	7,73	26	791	3,36
122	120	101,1	7,33	30	826	4,09
123	120	101,6	6,73	28	905	4,16
124	120	100,7	6,21	29	973	4,67

Tablo 3.1.

Sıra No	Giriş basın. Cm-Ma	Deney devri -	Deney zamanı s	Deney hacmi ml	Devir d/d	Debi ml/s
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	Q
125	160	102,3	6,14	29	1000	4,72
126	160	100,4	6,93	29	869	4,18
127	160	101,0	5,78	30	1048	5,19
128	160	100,1	7,36	27	816	3,67
129	160	100,5	6,47	28	932	4,33
130	160	100,9	6,31	27	959	4,28
131	160	101,5	7,14	28	853	3,92
132	160	100,3	6,12	28	983	4,58
133	160	100,0	6,16	27	974	4,38
134	160	100,5	6,67	28	904	4,20
135	160	100,3	5,77	29	1043	5,03
136	160	100,3	7,60	27	792	3,55
137	160	101,1	8,21	26	738	3,17
138	160	101,5	7,38	29	825	3,93
139	160	101,3	7,32	26	830	3,55
140	160	100,5	7,60	28	793	3,68
141	160	101,6	7,15	28	853	3,92
142	160	101,5	7,08	28	860	3,95
143	160	100,3	6,92	29	870	4,19
145	160	100,5	6,38	28	945	4,39
146	160	101,5	5,82	29	1046	4,98
147	160	100,1	7,51	26	800	3,46
148	160	100,7	6,21	29	973	4,70
149	160	102,0	6,53	29	937	4,44
150	160	100,8	7,46	28	811	3,75
151	160	101,5	6,10	28	998	4,59
152	160	100,7	6,66	28	907	4,20
153	160	100,2	7,73	29	778	3,75
154	160	100,4	8,46	30	712	3,55
155	160	100,3	9,20	29	654	3,15

### III.3. Deney sonuçlarının değerlendirilmesi:

Tablo 3.1. de verilen ölçme sonuçları pompa debisini belirlemek üzere önce bir çoklu lineer regrasyon programına uygulanmıştır. Burada  $Q=A_0+A_1x_1+A_2x_2+A_3x_3+A_4x_4+A_5x_5$  modeli seçilmiştir. Modelde sırası ile  $x_1$  pompa giriş basıncıdır. Cm-mazot sütunu cinsinden alınmış olup değeri 80 cm ile 200 cm arasında tamamen tesadüfi olarak değiştirilmiştir.  $x_2$  deney devri olup önceden programlanmıştır. Deney devri 100 ve 200 olarak seçilmiştir.  $x_3$  deney süresidir. Pompanın 100 veya 200 devir sayısını tamamlaması için geçen zaman olup saniye cinsinden alınmıştır.  $x_4$  deney hacmidir. Bu hacim pompanın 100 veya 200 devir dönmesi sonucu bastığı yakıt miktarı kadar olup ml cinsinden alınmıştır.  $x_5$  program içinde ayrıca  $(60 \cdot x_2 / x_3)$  ile devir/dakika cinsinden hesaplatılmıştır.  $Q$  ise pompanın ml/saniye cinsinden debisidir. Bu miktar da ölçmelerle elde edilen deney hacminin deney zamanına  $(x_4 / x_3)$  oranlanmasıyla elde edilmiştir.

Programın icrası ile bu değişkenlere ait katsayılar  $A_0=4,245 \cdot 10^{-3}$ ,  $A_1= -7,071 \cdot 10^{-7}$ ,  $A_3= 3,341 \cdot 10^{-3}$ ,  $A_4=7,003 \cdot 10^{-5}$ ,  $A_5= 4,875 \cdot 10^{-3}$  şeklinde belirlenmiştir. Korelasyon katsayısı  $r = 0,99996$  hesaplanmıştır. Katsayıların incelenmesinden de görüleceği gibi pompa giriş basıncının ve deney zamanının denlemdaki etkinliği çok az olmaktadır. Bu görüşe kesinlik kazandırmak amacıyla oluşturulan ölçü matrisindeki her bir kolonun,

Q kolonu ile ilişkisi ayrıca tekli lineer regresyonlar halinde yeniden ele alınmıştır.

Böylece  $x_1 - Q$ ,  $x_2 - Q$ ,  $x_3 - Q$ ,  $x_4 - Q$  ve  $x_5 - Q$  için yeniden belirlemeler yapılmıştır. Çoklu ve tekli regresyon hesaplarında makina kapasitesi nedeniyle 150 satır girilebilmiştir. Dolayısıyla data matrisi  $6 \times 150$  ölçüsünde oluşturulmuştur. Tekli regresyon sonuçlarında ayrıca (t) testi yapılarak regresyon katsayısının önem derecesine bakılmıştır. Esasen bu konuda ( $r^2$ ) de yeterli bilgiyi verebilmektedir. Hesaplamalar sonunda,

$x_1 - Q$  için,

$$Q = -0,144 + 6,837 x_1 \quad r = 0,217 \quad t = 1,804,$$

$x_2 - Q$  için,

$$Q = 0,086 + 3,392 \cdot 10^{-3} x_2 \quad r = 0,143 \quad t = 1,175,$$

$x_3 - Q$  için,

$$Q = 1,357 + 4,881 \cdot 10^{-3} x_3 \quad r = 0,499 \quad t = 4,688,$$

$x_4 - Q$  için,

$$Q = -0,053 + 0,0144 x_4 \quad r = 0,175 \quad t = 1,428,$$

$x_5 - Q$  için,

$$Q = -5,763 \cdot 10^{-3} + 4,8737 \cdot 10^{-3} x_5 \quad r = 0,9999 \quad t = 496,967$$

şeklinde belirlenmiştir.  $(n - 2) = 148$

serbestlik derecesinde yapılan kontrollarda sadece

$x_5 - Q$  ilişkisi için belirlenen korelasyon katsayısı

(r)'nin önemli olduğu belirlenmiş, öteki ilişkilerde

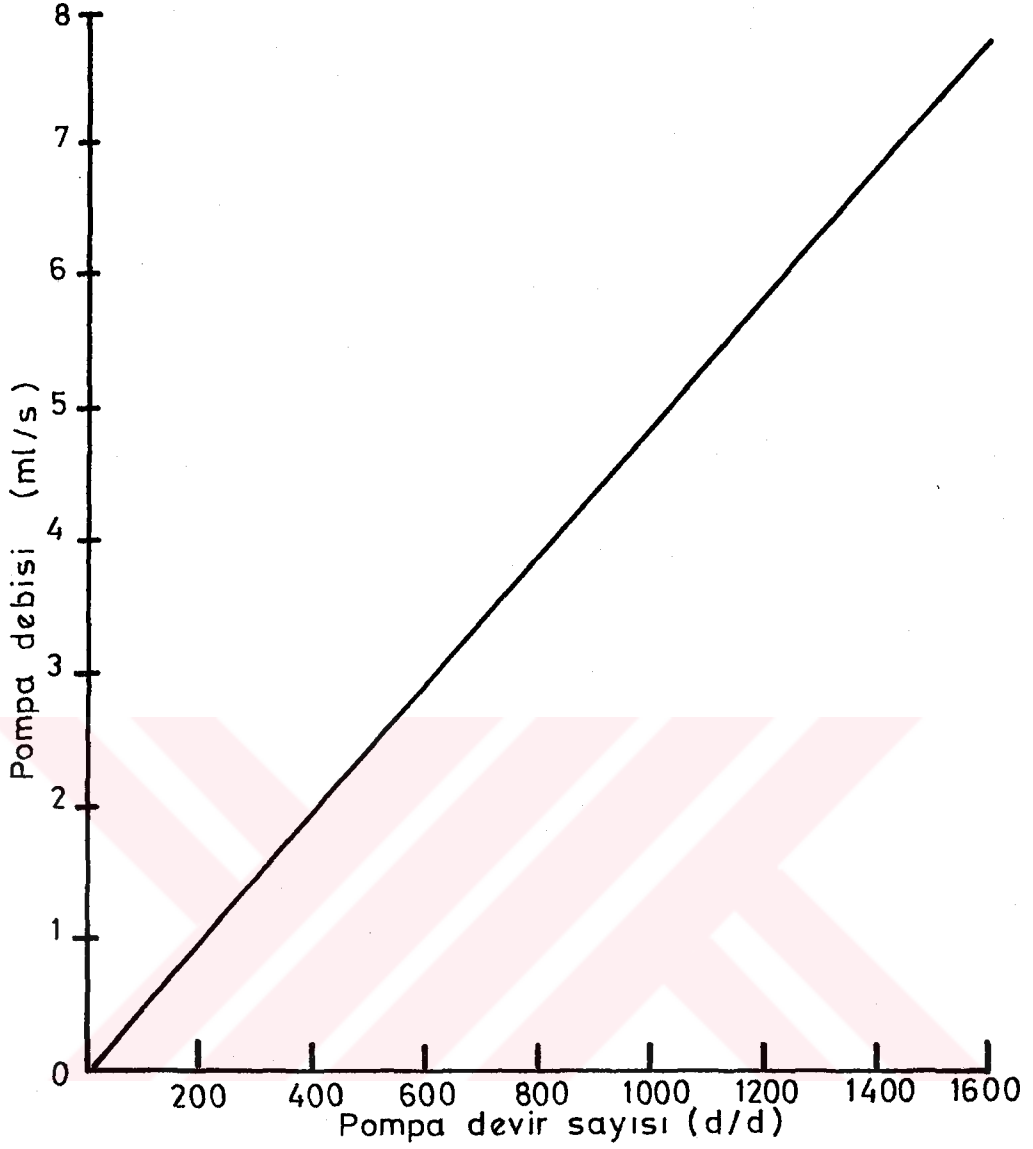
(r) önemsiz bulunmuştur.

Sonuç olarak pompa debisinin giriş basıncı, çalışma ve zamanından bağımsız olarak sadece dakikadaki de-

vir sayısıyla tanımlanabileceği görülmektedir.  $Y=A_0+A_1X$  şeklinde ifade edilen ilişki denkleminde esasen  $A_0$ 'ın sıfır olması beklentisine karşın oluşan geri sızma nedeniyle bu katsayı sıfırdan farklı, ancak oldukça küçük bulunmuştur. Bu katsayının sıfırlanması da mümkün görülmektedir. Bu amaçla çıkış tarafına bir denge borusunun eklenmesi yeterli olmaktadır. Böylece sistemin ve plancerin her iki tarafındaki basınçlar dengeleneceğinden herhangi bir sızma söz konusu olmayacaktır. Bu görüşün doğruluğu için yapılan deneylerde ölçü kaplarının yeter çabuklukla değiştirilemeyeşi sonuç alınmasına imkan vermemiştir. Ancak sızma kayıplarının dengeleme esasına göre sıfırlanması için ayrıca bir çalışma yapılacaktır.

Şekil 3.2. de elde edilen regresyon denklemi  $x_5-Q$  için çizilmiştir. Ancak şekil üzerinde 150 adet test noktası ayrıca gösterilmemiştir. Noktaların dağılımının çok az olduğu korelasyon katsayısının standart hatasından görülmektedir.

Elde edilen pompa karakteristiğinden cihazın, 30-1300 d/d devirlerinde çalışırken  $(30.60.0,304/275)= 2$  KW ve 86 KW gücündeki motorların yakıt tüketimlerinin ölçülmesinde kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.



$$\text{Fonksiyon } y = - 5,763 \cdot 10^{-3} + 4,873 \cdot 10^{-3} \cdot x$$

Şekil 3.2. Akış ölçerde devir-debi ilişkisi

## BÖLÜM IV

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmada volümetrik esaslı bir akış ölçerin dizaynı ve imalinden sonra, çeşitli yük durumları için yakıt çıkışı kontrol edilerek, içten dişli yakıt pompasının debisi, devir sayısına bağlı olarak ölçülmüştür. Buna göre;

a - İçten dişli eksantrik tip yakıt pompasının belirlenen boyutları 1 - 100 BG'deki motorların tükettikleri yakıt miktarını ölçme işleminde yeterli olduğu görülmüştür.

b - Otomobillerde kalorifer motoru olarak bilinen 12 V x 4 A lik D.C. motorunun pompaya yeterli hareketi verebileceği, bilhassa düşük devirlerde ısınmadığı gözlenmiştir.

c - Dişli tip pompa yapımı için diyalog kurulan işletmelerde gerekli hassasiyete ulaşılamamıştır. Amaca ulaşmak için yurt dışında imal edilmiş pompa, sistemde hazır olarak kullanılmıştır. Yurt içinde de amaca uygun hassasiyete ulaşılabilmesi için, pompa gövdesinin en az üç parçalı yapılmasının faydalı sonuçlar verebileceği sonucuna varılmıştır.

d - D.C. motor devirlerinin kontrolü için geliş-

tirilen, hidrolik olayları optik olarak elektriksel verilere dönüştürme ve bu verilerin kullanılması çalışmasında olumlu sonuç elde edilmiştir.

e - Yakıt tüketim değerleri, pompa devrine bağlı olarak grafikten okunacak boyutta kalan bu araştırma, devir sayılarını ifade eden rakamların düzeltme faktörü katsayısı ile çarpılmış sonucunu digital olarak verecek bir elektronik devre ile donatılması halinde daha kullanışlı duruma getirilebilecektir.

f - Prototip düzeyde kalan bu çalışmada çıkış borusuna seri olarak bağlanan bir musluğun açıklık durumu, çeşitli motor yüklerini temsil etme şartına bağlı olarak veriler elde edilmiştir. (e) maddesindeki öneri ile desteklenmiş bir çalışmada, çıkışın benzin motorunda karbüratör girişine, dizel motorunda enjeksiyon pompası girişine bağlanması, motorun dinamometreye bağlanması, çeşitli yük durumlarında çalıştırılması ile yakıt tüketiminin üretilen güç ile ilişkisini gösteren, daha sağlıklı veriler elde edilebilecektir.

Sonuç olarak, daha da geliştirilmeye elverişli prototip düzeyde kalan bu çalışmada, otomobillerde güç düşüklüğüne neden olan arızaların giderilmesi için yapılan harcamaların yerinde olup olmadığını anlamak amacı ile bakım ve onarım çalışmalarından önce ve sonra yapılan ölçümlerde, çabuk, sağlıklı ve güvenilir

sonuçlar elde edebilecek ölçü aletinin üretimi alıř -  
masında, hidrolik ve mekanik olayları, optik kontrol  
ile elektrik ve elektronik değerlere dönüřtürmeden ya-  
rarlanılabileceęi gözlenmiştir.



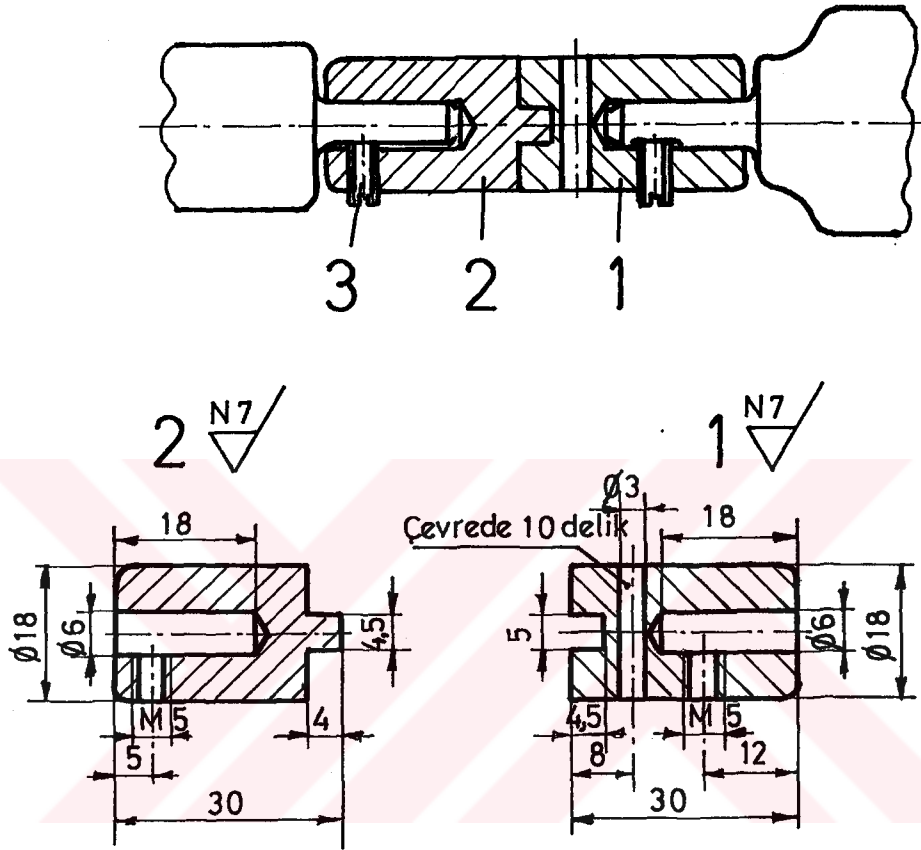
## KAYNAKLAR

- 1 - Bilginperk, H., Dizel Motorları, İstanbul, (1978)
- 2 - Demirtaş, H., Termik Motorlar, A.Ü., Ankara, (1970)
- 3 - Dinçer, H., Tarımsal Kuvvet Makineleri, A.Ü., Ankara, (1981)
- 4 - Erdiller, B., Tarım Arabaları Denemeleri İçin Geliştirilen Elektrohidrolik Titreşim Simulatörü, A.Ü., Ankara, (1982)
- 5 - Flowmetering PLU 100 - PLU 200, Pierburg Luftfahrgerate Union GmbH 4040 Neus Bataverstrasse 80, Deutschland
- 6 - Kanık, İ., 555 li Elektronik Devreler, İstanbul, (1984)
- 7 - Karacan, İ., Endüstriyel Hidrolik, Ankara, (1983)
- 8 - Kutoğlu, H.Y., Uygulamalı Hidrolik ve Hidroloji, İstanbul, (1980)
- 9 - Öz, İ.H., Motorlar, Cilt 1, İTÜ, İstanbul, (1962)
- 10 - Petrolofisi yayınları, Yakıt ve Yağlar, Ankara
- 11 - Sun Service Equipment Technical Data, (1972)

- 12 - Şenel, K., Maden Sanatları El Kitabı, Konya, (1967)
- 13 - Türk Standartlar Enstitüsü yayınları, TS3077 Yay-  
ların Hesap Esasları Eksenel Yüklenmiş, Basınca  
Çalışan, Daire Kesitli Çubuktan veya Telden Yapıl-  
mış, Silindirik Helisel, Ankara, (1978)
- 14 - Yavuzcan, G., Erdiller, B., Tarım Makinelerinde  
Ölçme Tekniği, Ankara, (1981)
- 15 - Zorkun, M.E., Hidrolik Kumanda Sistemleri, İstan-  
bul, (1979)

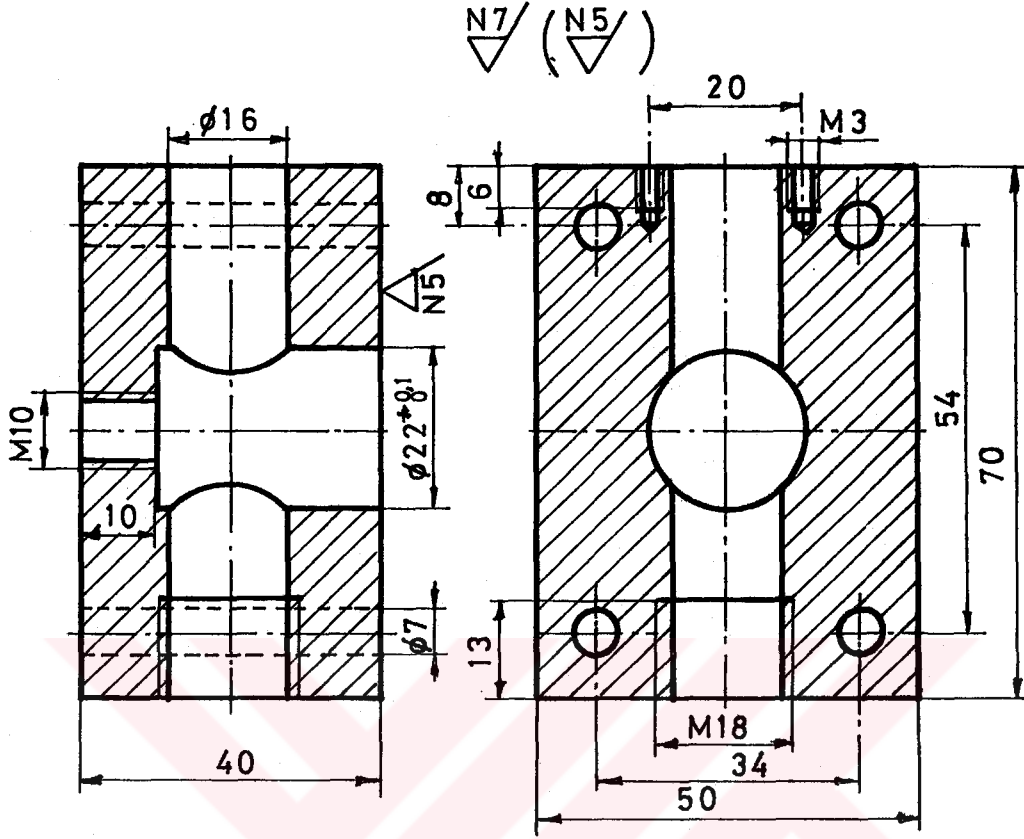
## EKLER

Ek 1. Rijit kaplin sisteminin yapım resmi

Tolerans  $\pm 0,1$ 

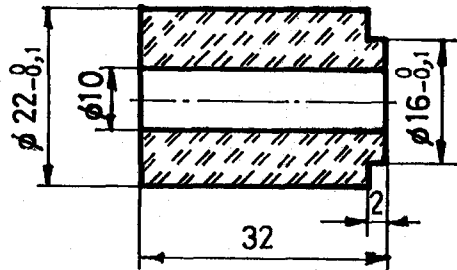
2	Tebit vidası	Ç1030	3	M5*10 TS1024 / 2
1	Pompa kaplini	Ç1040	2	-
1	Motor kaplini	Ç1040	1	-
Sayı	Parça Adı	Gereç	MontajNo	Açıklamalar
Çizen	Cavit Ergelen	Ölçek 1/1	RİJİT KAPLIN	
Tarih	20_04_1987			
Kontrol	Prof.Dr.B.Erdiller		Resim No	1.1.0





Tolerans, verilmemiş ölçülerde  $\pm 0,3$

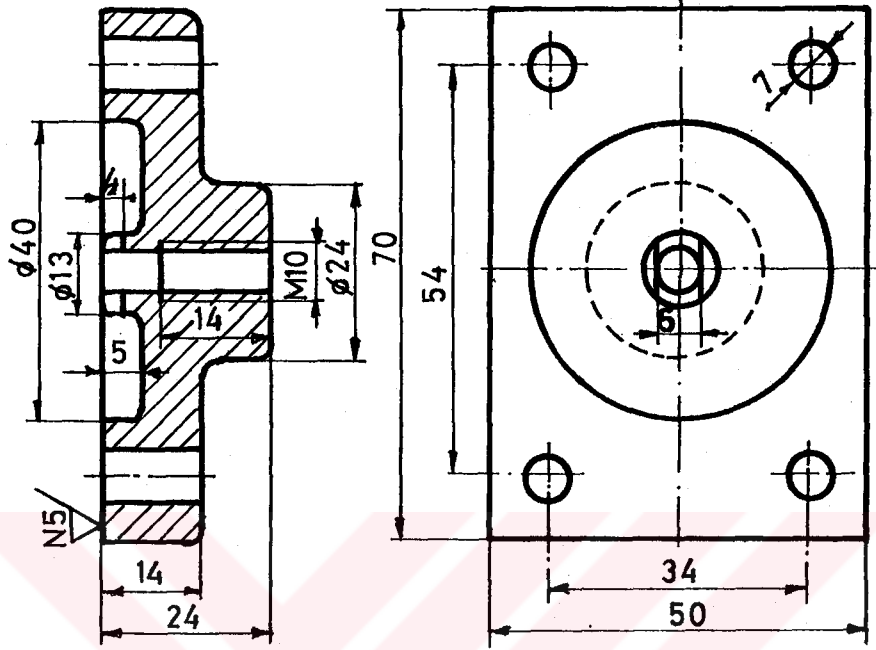
1	Fotokontrol Gövdesi	6	Ç1040	1.2.6	1/1	
Sayı	Parça Adı	Mont. No	Gereç	Resim No	Ölçek	Açıkl.



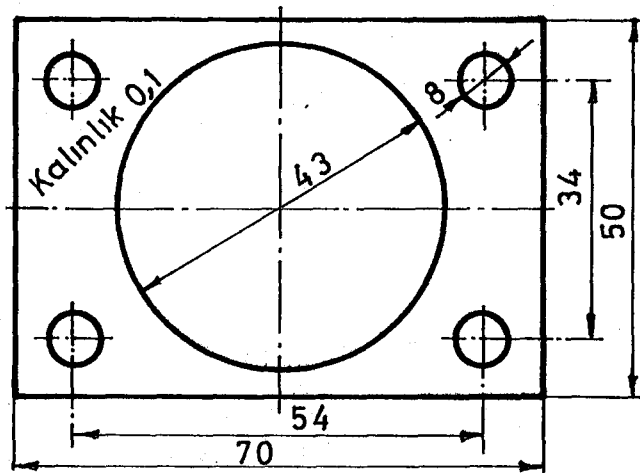
Tolerans, verilmemiş ölçülerde  $\pm 0,3$

1	Şeffaf Silindir	5	Polyester	1.2.5	1/1	
Sayı	Parça Adı	Mont. No	Gereç	Resim No	Ölçek	Açıkl.

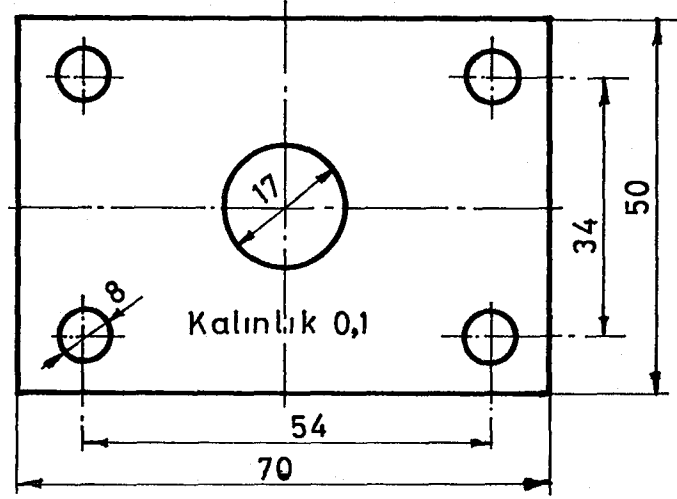
N7/ (N5/)



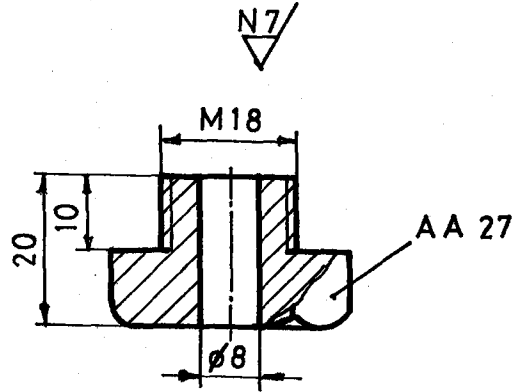
1	Arka Kapak	12	Ç1040	1.2.12	1/1	
Sayı	Parça Adı	Mont. No	Gereç	Resim No	Ölçek	Açıklama



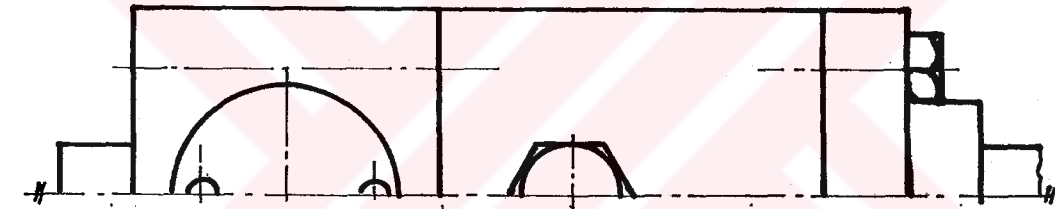
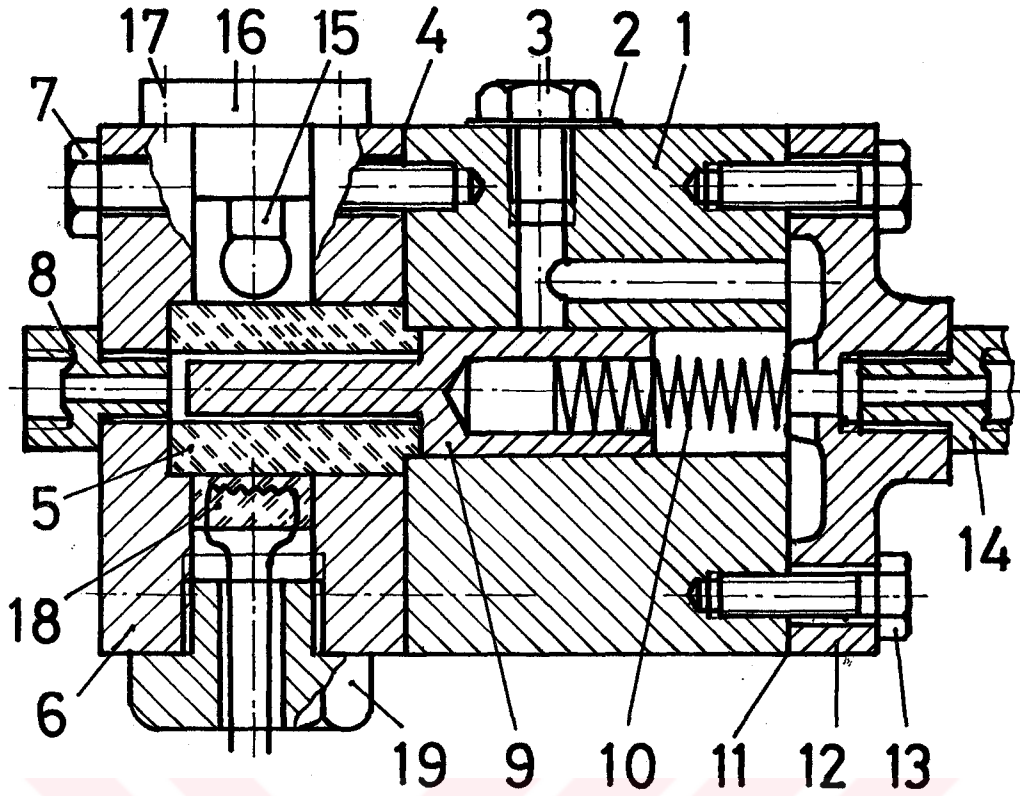
1	Conta	11	Kağıt	1.2.11	1/1	
Sayı	Parça Adı	Mont. No	Gereç	Resim No	Ölçek	Açıklama

Tolerans  $\pm 0,5$ 

1	Conta	4	Kağıt	1.2.4	1/1	
Sayı	Parça Adı	Mont. No	Gereç	Resim No	Ölçek	Açıklamalar

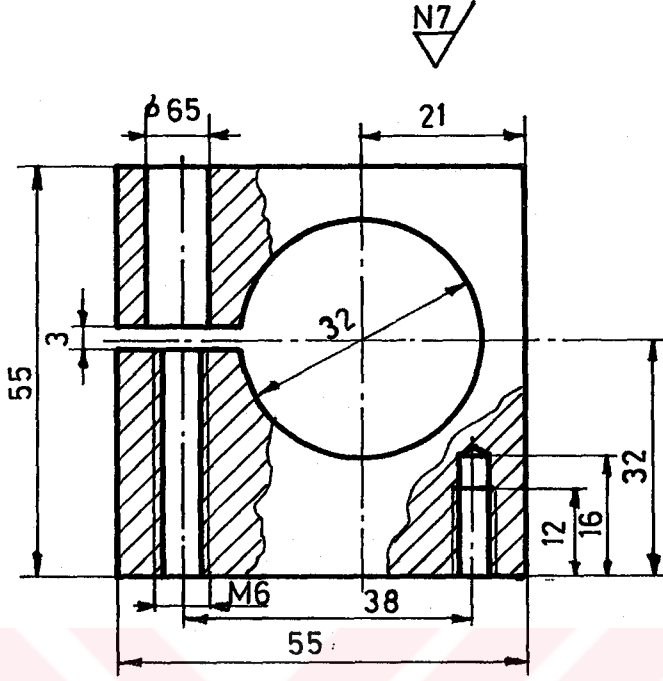
Tolerans  $\pm 0,3$ 

1	Fotodirenç Tesbit Somunu	19	1.2.19	Ç1030	1/1	
Sayı	Parça Adı	Mont. No	Resim No	Gereç	Ölçek	Açıkla.

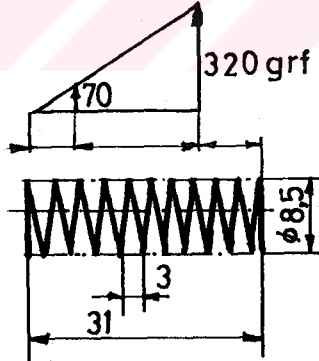


1	Fotodirenç tesbit somunu	19	Ç 1030	1.2.19	
1	Fotodirenç	18	—	Hazır	ø16
1	Minyon Duy Vidası	17	Ç 1030	Hazır	M3*15 TS1021
1	Minyon Duy	16	—	Hazır	E 14
1	Mercek Ampul	15	—	Hazır	22V*0,3A
1	T Çıkış Rekoru	14	G.Pb.Cu25	Hazır	
4	Tesbit Vidası	13	Ç 1030	Hazır	M6*45 TS1021
1	Arka Kapak	12	Ç 1040	1.2.12	
1	Conta	11	Kağıt	1.2.11	Kalınlık 0,1
1	Yay	10	Ç 9245	1.2.10	
1	Piston	9	Ç 1050	1.2.9	
1	Giriş Rekoru	8	G.Pb.Cu25	Hazır	
4	Tesbit Vidası	7	Ç 1030	Hazır	M6*25 TS1021
1	Fotokontrol Gövdesi	6	Ç 1040	1.2.6	
1	Şeffaf Silindir	5	Polyester	1.2.5	
1	Conta	4	Kağıt	1.2.4	Kalınlık 0,1
1	Kör Tapa	3	Ç 1030	Hazır	M8*15 TS1021
1	Sızdırmazlık Pulu	2	AlMg 3	Hazır	M8
1	Gövde	1	Ç 1060	1.2.1	
Sayı	Parça Adı	M.No	Gereç	Res.No	Açıklamalar
Çizen	Cavit Ergelen	Ölçek	AKIŞ ÖLÇER		G.Ü.F.B.E.
Tarih	25_02_1987	1/1	KONTROL VALFİ		
Konrol	Prof.Dr.B.Erdiler		Resim No 1.2.0		

## Ek 3. Pompa bağlama parçasının yapım resmi



1	Pompa bağlama parçası	Ç1020	3	1/1	1.3.0	
Sayı	Parça Adı	Gereç	Mont. No	Ölçek	Resim No	Açıkl.



Tel çapı  $d = 0,5 \text{ mm}$   
 Toplam sarım sayısı  $i_g = 9,5$   
 Malafa çapı  $M_{\phi} = 7,5 \text{ mm}$   
 İç çap  $D_i = 8 \text{ mm}$   
 Tel boyu  $L = 254 \text{ mm}$

1	Yay	Ç9245	10	1/1	1.2.10	
Sayı	Parça Adı	Gereç	Mont.No	Ölçek	Resim No	Açıkl.

## ÖZGEÇMİŞ

1946 yılında Kızılcahamam'da doğdu. İlkokul orta okul ve Motor Meslek Lisesi öğrenimini Ankara'da tamamladı. 1968 yılında Ankara Erkek Teknik Yüksek Öğretmen Okulu (G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi) motor (otomotiv) bölümünden mezun oldu. Denizli Endüstri Meslek Lisesinde 2 yıl öğretmenlik yaptı. 1970-1972 yılları arasında vatani görevini tamamladı. Trabzon Endüstri Meslek Lisesinde 2,5 yıl, Ankara Motor Meslek Lisesinde 8 yıl öğretmenlik ve yöneticilik görevlerinde bulundu. 1982 yılında Endüstriyel Sanatlar Yüksek Öğretmen Okulu (G.Ü. Mesleki Eğitim Fakültesi Teknoloji Eğitimi bölümü) öğretmenliğine atandı. Halen iş ve teknik eğitimi ana bilim dalındaki (öğretim görevlisi) görevine devam etmektedir.

**T. C.**  
**Yükseköğretim Kurulu**  
**Dokümantasyon Merkezi**