

**SÜRGÜLÜ YÖN DENETİM VALFLERİNDE YÜK  
KAYBININ YARATTIĞI ISI MİKTARI**

**DOKTORA TEZİ**

**Y. Müh. Ahmet DİNÇER**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 20 Ocak 1997**

**Tezin Savunulduğu Tarih : 16 Mayıs 1997**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Osman F. GENÇELİ**  
**Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Haluk KARADOĞAN**  
**Doç. Dr. Feridun ÖZGÜÇ**  
**Prof. Dr. İsmail TEKE**  
**Prof. Dr. Hasan HEPERKAN**

26/5/97  
Osman F. Gençeli  
Haluk Karadoğan (26.5.1997)  
Doç. Dr. Feridun Özgüç (26.5.97)  
Prof. Dr. İsmail Teke (26.5.97)  
Prof. Dr. Hasan Heperkan (26.5.97)

**MAYIS 1997**

## ÖNSÖZ

Bu çalışmada, endüstride sıklıkla kullanılan hidrolik devre elemanlarından olan sürgülü yön denetim valflerinde oluşan yük kayıpları ve bunun oluşturduğu ısı miktarı üzerine çalışılmıştır.

Çalışmalarım sırasında sürekli olarak destek ve teşviğini gördüğüm değerli hocam Prof. Dr. Osman F. GENÇELİ'ye; deney tesisatının kurulması sırasında maddi destek sağlayan Rexroth-Hidropar A.Ş.' ye teşekkür ederim.

Bilgisayar programlarındaki yazılımlar geliştikçe ve deneysel çalışmalar ile desteklenen uygulama örnekleri arttıkça, valfdeki geometri değişikliklerinin etkileri, valfler imal edilmeden görülebilecektir.



Ahmet DİNÇER

# İÇİNDEKİLER

|                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------|-----|
| ÖNSÖZ                                                        | ii  |
| SEMBOL LİSTESİ                                               | v   |
| ŞEKİL LİSTESİ                                                | vii |
| TABLO LİSTESİ                                                | x   |
| ÖZET                                                         | xi  |
| SUMMARY                                                      | xii |
| BÖLÜM 1 GİRİŞ                                                | 1   |
| 1.1 Genel                                                    | 1   |
| 1.2 Yön Denetim Valfleri                                     | 4   |
| 1.2.1 Oturtmalı Yön Denetim Valfleri                         | 6   |
| 1.2.2 Sürgülü Yön Denetim Valfleri                           | 6   |
| 1.3 Basınç ve Sıcaklık Farkları                              | 9   |
| BÖLÜM 2 TEORİK ÇALIŞMA                                       | 13  |
| 2.1 Genel                                                    | 13  |
| 2.2 Paket programlardan Yararlanarak Teorik Analiz           | 17  |
| BÖLÜM 3 DENEY TESİSATI                                       | 30  |
| 3.1 Genel                                                    | 32  |
| 3.2 Dijital - Analog Çevirici Elektronik Kart                | 36  |
| 3.3 Debi Ölçer                                               | 38  |
| 3.4 Basınç Ölçer                                             | 39  |
| 3.5 Sıcaklık Ölçer                                           | 40  |
| 3.6 Deneylerde Kullanılan Valfler                            | 40  |
| 3.7 Deneylerin Yapılış Şekli                                 | 41  |
| 3.8 Deney Sonuçlarının Teorik Sonuçlar ile Karşılaştırılması | 42  |
| 3.9 Hata Analizi                                             | 44  |
| BÖLÜM 4 SONUÇ                                                | 47  |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 4.1 Genel                 | 47  |
| 4.2 Geometrik Uygulamalar | 48  |
| 4.3 Sonuç ve Öneriler     | 55  |
| KAYNAKLAR                 | 57  |
| EKLER                     | 59  |
| ÖZGEÇMİŞ                  | 139 |



## SEMBOL LİSTESİ

|               |                                                                                        |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| A             | 1. kullanıcı hattı                                                                     |
| $A_{valf}$    | valfin dış yüzeyi, $m^2$                                                               |
| B             | 2. kullanıcı hattı                                                                     |
| c             | akışkanın özgül ısısı, $J/kgK$                                                         |
| C             | akışkana bağlı boyutsuz sayı                                                           |
| d             | kanal çapı, m                                                                          |
| $d_L$         | iç çap, m                                                                              |
| D             | valfin kabül edilen çapı, m                                                            |
| $D_h$         | geometri ile ilgili boyut                                                              |
| e             | ise akışkana bağlı olan bir katsayı                                                    |
| $e_f$         | sürtünme katsayısı artışı                                                              |
| f             | dalgalı geometride kıvrımın yüksekliği, m                                              |
| F             | geometri ile ilgili boyutsuz sayı                                                      |
| g             | yerçekimi ivmesi, $m^2/s$                                                              |
| G             | açısal oran                                                                            |
| $h_1$         | valfin içindeki akışkan ile gövde arasındaki ısı taşınım katsayısı, $W/m^2K$           |
| $h_2$         | valfin bulunduğu ortam ile valfin gövdesi arasındaki doğal taşınım katsayısı, $W/m^2K$ |
| k             | valf gövdesinin ısı iletim katsayısı, $W/mK$                                           |
| K             | kayıp katsayısı                                                                        |
| $K_{ort}$     | ortalama ısı geçiş katsayısı, $W/m^2K$                                                 |
| L             | dalgalı kanalda her bir kıvrımın genişliği, m                                          |
| $L_t$         | deney parçasının periyodik kıvrımları arasındaki mesafe, m                             |
| $L_1$         | valfin kabul edilen genişliği, m                                                       |
| $L_2$         | valfin gerçek genişliği, m                                                             |
| m             | valfin içinden geçen akışkan miktarı, $kg/s$                                           |
| P             | basınç bağlantısı (pompa bağlantısı)                                                   |
| $P_ç$         | çıkış basıncı, Pa                                                                      |
| $P_g$         | giriş basıncı, Pa                                                                      |
| $\Delta P$    | basınç düşümü, Pa                                                                      |
| $Q_{akışkan}$ | birim zamanda akışkan tarafından alınan ısı miktarı, W                                 |
| $Q_{gerçek}$  | deneysel olarak bulunan ısı miktarı, W                                                 |
| $Q_{taşınım}$ | birim zamanda ortama doğal taşınım ile geçen ısı, W                                    |
| $Q_{teorik}$  | teorik olarak üretilen ısı miktarı, W                                                  |
| $Q_{kayıp}$   | birim zamanda kayıp olan ısı miktarı, W                                                |
| $r_1$         | çekirdeğin yarı çapı, m                                                                |
| $r_2$         | valfin yarı çapı, m                                                                    |
| $r^*$         | halkasal çapların oranı                                                                |
| R             | borunun helisellik çapı, m                                                             |

|                 |                                              |
|-----------------|----------------------------------------------|
| $R_{\Delta P}$  | basınç düşüm oranı $\Delta P/\Delta P_a$     |
| T               | tank bağlantısı                              |
| $t_g$           | giriş sıcaklığı, K                           |
| $t_{\phi}$      | çıkış sıcaklığı, K                           |
| $t_y$           | valfin dış yüzey sıcaklığı, K                |
| $t_{\infty}$    | valfin bulunduğu ortamın sıcaklığı, K        |
| u               | iç enerji, kJ/kg                             |
| T               | akışkanın ısısı, K                           |
| t               | zaman, s                                     |
| $t_{\phi}$      | çıkış sıcaklığı, K                           |
| $t_g$           | giriş sıcaklığı, K                           |
| $t_y$           | yüzey sıcaklığı, K                           |
| $t_{\infty}$    | ortam sıcaklığı, K                           |
| $\Delta t$      | sıcaklık farkı, K                            |
| $\Delta t_o$    | ortam ile yüzey arasındaki sıcaklık farkı, K |
| v               | akışkanın hızı, m/s                          |
| V               | akışkanın debisi, m <sup>3</sup> /s          |
| x y z           | koordinat                                    |
| $\rho$          | akışkanın yoğunluğu, kg/m <sup>3</sup>       |
| $\rho$          | akışkanın yoğunluğu kg/m <sup>3</sup>        |
| $\nu$           | kinematik vizkozite, m <sup>2</sup> /s       |
| $\upsilon$      | akışkanın özgül hacmi m <sup>3</sup> /kg     |
| $\beta$         | ısı genleşme katsayısı, 1/K                  |
| $\phi$          | çap                                          |
| $\alpha$        | ısı yayılma katsayısı, m <sup>2</sup> /s     |
| $\psi_k$        | kayıp ısı, W                                 |
| $\Sigma$        | toplam                                       |
| $\omega$        | frekans, 1/s                                 |
| $\Phi_D$        | Dissapasyon enerjisi                         |
| De              | Dean sayısı                                  |
| Nu              | Nusselt sayısı                               |
| Pr              | Prandtl sayısı                               |
| Ra              | Rayleigh sayısı                              |
| Re              | Reynolds sayısı                              |
| Re <sub>D</sub> | hidrolik çapa bağlı Reynolds sayısı          |

## ALT İNDİSLER

|          |                 |
|----------|-----------------|
| $\phi$   | çıkış sıcaklığı |
| g        | giriş sıcaklığı |
| y        | yüzey sıcaklığı |
| $\infty$ | ortam sıcaklığı |

## ŞEKİL LİSTESİ

|                                                                                                                                                                                | <u>Sayfa No</u> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Şekil 1.1 Sürgülü yön denetim valfi                                                                                                                                            | 6               |
| Şekil 1.2 Yay merkezlemeli, elektrohidrolik uyarılı yön denetim valfi                                                                                                          | 8               |
| Şekil 1.3 J merkez ve T merkez valflerdeki debi geçirgenliğinin basınçla değişimi                                                                                              | 10              |
| Şekil 1.4 E sürgü tipi için NG4-NG102 valflerdeki $\Delta P$ ve performans sınırları                                                                                           | 11              |
| Şekil 1.5 Eskiden ve günümüzde imal edilen iki NG10 valfdeki $\Delta P$ ve performans sınırları                                                                                | 11              |
| Şekil 2.1 NG10 büyüklüğündeki kapalı merkez (E) valfin iç yapısı                                                                                                               | 13              |
| Şekil 2.2 NG10 büyüklüğündeki mevcut NG10E(a) valfin d_phoe20 paket programına tanımlanan geometrisi                                                                           | 19              |
| Şekil 2.3 Çözüm ağı 8x20x38 (xyz)                                                                                                                                              | 19              |
| Şekil 2.4 d_poe20 paket programı kullanılarak NG10 büyüklüğündeki mevcut E(a) valfde 20,6 lt/dak.'lık debide oluşan eş sıcaklık dağılımı ( $n=40$ , $x=1$ )                    | 20              |
| Şekil 2.5 d_poe20 paket programı kullanılarak NG10 büyüklüğündeki mevcut E(a) valfde 20,6 lt/dak.'lık debide oluşan eş basınç dağılımı ( $n=30$ , $\Delta P=0,17$ bar, $x=1$ ) | 21              |
| Şekil 2.6 d_poe20 paket programı kullanılarak NG10 büyüklüğündeki mevcut E(a) valfde 20,6 lt/dak.'lık debide oluşan eş hız dağılımı ( $n=30$ , $\Delta W=0,07$ m/s, $x=1$ )    | 22              |
| Şekil 2.7 d_poe20 paket programı kullanılarak NG10 büyüklüğündeki mevcut E(a) valfde 20,6 lt/dak.'lık debide oluşan vektörel değişimler (oxz eksen, $x=1$ )                    | 23              |

|                                                                                                                                                                                                | <u>Sayfa No</u> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Şekil 2.8 d_poe20 paket programı kullanılarak NG10 büyüklüğündeki mevcut E(a) valfde 20,6 lt/dak.'lık debide oluşan vektörel değişimler (oxy eksen, z=27)                                      | 24              |
| Şekil 3.1 Hidrolik ünitenin devre şeması                                                                                                                                                       | 33              |
| Şekil 3.2 Deney tesisatının fotoğrafı                                                                                                                                                          | 34              |
| Şekil 3.3 Deney tesisatının şeması                                                                                                                                                             | 35              |
| Şekil 3.4 Deneylerde kullanılan valfler                                                                                                                                                        | 35              |
| Şekil 3.5 Deneylerde kullanılan NG10 ve NG6 büyüklüğündeki valf sürgüleri                                                                                                                      | 36              |
| Şekil 3.6 Elektronik kartın prensip şeması                                                                                                                                                     | 37              |
| Şekil 3.7 Analog - dijital çevirici elektronik kart                                                                                                                                            | 38              |
| Şekil 3.8 Türbinli tip debimetre                                                                                                                                                               | 39              |
| Şekil 3.9 Piyazometrik tip basınç ölçer                                                                                                                                                        | 39              |
| Şekil 3.10 NG10E(a) valfde deneysel ve teorik sonuçların karşılaştırılması                                                                                                                     | 43              |
| Şekil 4.1 NG10 büyüklüğündeki geometri değişikliği yapılan NG10E(a) valfin d_phoe20 paket programına tanımlanan modeli                                                                         | 49              |
| Şekil 4.2 Çözüm ağı 8x20x38 (xyz)                                                                                                                                                              | 49              |
| Şekil 4.3 d_poe20 paket programı kullanılarak NG10 büyüklüğündeki geometri değişikliği yapılan E(a) valfde 20,6 lt/dak.'lık debide oluşan eş sıcaklık dağılımı (n=33, x=1)                     | 50              |
| Şekil 4.4 d_poe20 paket programı kullanılarak NG10 büyüklüğündeki geometri değişikliği yapılan E(a) valfde 20,6 lt/dak.'lık debide oluşan eş basınç dağılımı (n=30, $\Delta P=0,16$ bar, x=1). | 51              |
| Şekil 4.5 d_poe20 paket programı kullanılarak NG10 büyüklüğündeki geometri değişikliği yapılan E(a) valfde 20,6 lt/dak.'lık debide oluşan eş hız dağılımı (n=24, $\Delta W=0,08$ m/s, x=1)     | 52              |



- Şekil 4.6 d\_poe20 paket programı kullanılarak NG10 büyüklüğündeki geometri değişikliği yapılan E(a) valfde 20,6 lt/dak.'lık debide oluşan vektörel değişimler (oxz eksen, x=1) 53
- Şekil 4.7 d\_poe20 paket programı kullanılarak NG10 büyüklüğündeki geometri değişikliği yapılan E(a) valfde 20,6 lt/dak.'lık debide oluşan vektörel değişimler (oxy eksen, z=27) 54



## TABLO LİSTESİ

|                                                                                      | <u>Sayfa No</u> |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Tablo 1.1 Çalışma konumları                                                          | 5               |
| Tablo 3.1 Mevcut NG10E(a) valfindeki teorik ve deneysel sonuçların karşılaştırılması | 44              |



## Ö Z E T

Hidrolik, enerji iletiminin giderek yaygınlaşan ve benimsenen vazgeçilmez bir parçasıdır. Bir hidrolik devre elemanı olan ve sunulan çalışmanın konusu olan, sürgülü yön denetim valflerinin önemi her geçen gün daha da artmakta, uygulama alanları gelişmektedir.

İncelenen olayda kullanılan NG6 ve NG10 büyüklüğündeki sürgülü yön denetim valfleri, endüstride kullanılan valflerin sayıca %85'ni oluşturmaktadır. Sürgülü yön denetim valflerinin geometrisi ve akışkanın izlediği yol, şimdiye kadar üzerinde çalışılan basit geometrilere göre oldukça karmaşık ve analitik çözüm yapılamıyacak kadar da zor olduğu için tam bir teorik modeli yoktur. Bu nedenle simülasyonu bilgisayar yardımı ile gerçekleştirilen teorik bir model geliştirilmiştir.

Sürgülü valflerin deneysel olarak incelenmesi pahalı, külfetli ve zaman alıcıdır. Bundan dolayı deneyler, tasarımı özel olarak yapılan dijital - analog çevirici bir elektronik kart ve özel olarak yazılan bilgisayar programı ile hassas olarak yapılmıştır.

Yapılan teorik çalışma ile akışı simule eden bilgisayar programına sadece valfin geometrisi ve akışkanın giriş şartları girilerek, valfin içindeki akış incelenmiştir. Valf sürgüsünde yapılan geometri değişikliği ile sadece bazı valflerde basınç düşümünü ve sıcaklık artımını, düşük seviyede iyileştirici etkisi bulunmuştur. Mevcut ve geometri değişikliği yapılan sürgülü yön denetim valflerinde oluşan ısı ve basınç kaybının büyüklüğü için elde edilen sonuçlar detaylı olarak verilmiştir.

Geliştirilen teorik modelin deneysel çalışma ile uyumlu olduğu görülmüştür. Yeni geliştirilecek olan valflerde, geometri değişiklikleri, bu model sayesinde ucuz, hızlı ve en önemlisi bilgisayar ile simule edilerek yapılabilir.

Böylece çok değişik geometriye sahip valflerde, olabilecek ısı üretimi ve yük kayıpları imalattan önce, valfler imal edilmeden hesaplanabilecektir. Bu şekilde üretilecek olan verimi yüksek valflerin sağladığı ekonomik fayda çok fazla olacaktır.

## SUMMARY

### PRESSURE DROP AND HEAT GENERATION IN SPOOL TYPE VALVES

Experience has shown that hydraulics is now indispensable as a modern method of transferring energy. Hydraulic drives and controls have become more and more important due to automation and mechanization. Today, a very large amount of modern and powerful machinery is controlled either partly or completely by hydraulics. The use of hydraulic systems for control and regulation has made possible important fields for automation. However, in spite of the wide range of application, the knowledge of this specialized field has not yet been circulated to a high enough degree. As a result of this, the application of hydraulic systems has been restricted. Whoever decides to use hydraulics for power transmission and movement, however, is not treading on a new ground.

Examples of application from various sectors of industry can be divided into five sectors. These are Industrial hydraulics, Hydraulics in steelworks with Civil Engineering and Power Generation, Mobile hydraulics, Hydraulics in special technical applications, Hydraulics for marine applications. Naturally, this summary does not include all possibilities of application, since the variety of hydraulically operated machines is too great. However, it can be seen that hydraulics have today made headway in almost all sectors of industry.

Start, stop and direction of flow of a pressure fluid are controlled by means of a spool type directional control valve. In this study, a geometrical model of spool type valve has been made. The data acquisition of the experiments has been done with the help of a special electronic card, software and a PC.

Geometry of the this study is too complicated. Directional spool valves consist of a moving spool which is situated in the valve housing. Depending on the number of flow paths to be controlled, two or more annular channels are formed or casted into a housing made of hydraulic cast iron, spherical graphite cast iron, steel or other suitable materials. These channels run either concentrically or eccentrically around a bore. Hence, control lands are formed in the housing, allowing moving spools to act together with the control spool lands. When the control spool is moved, it connects or separates the annular channels in the housing.

Direct operated directional spool valves imply that they are directional spool valves and they may be operated directly by solenoid, pneumatic / hydraulic

forces or by a mechanically acting device without any intermediate amplification.

In a housing with a central axial bore, radial channels are at fixed distances while in operation. These channels are fed from the outside as line ports. In the main axial bore, a spool with turned control grooves (annular grooves) is set at a predefined position with respect to the housing bore by means of the operating element. This is so that the channels may be isolated from or connected to each other via the annular grooves.

The operating curves, pressure drop differences in the spool type directional valves are given with the accuracy of  $\pm 30\%$  in producers' catalogues.

The new valves have a considerably lower pressure drop than the older design. The main reasons for this are the increase in spool diameter from 16mm to 18mm, longer spool travel of 4,2mm and improvements in the valve design.

The process of energy conversion and transmission involves losses in which mechanical and hydraulic energy is converted into heat. The operating temperature is one of the factors governing the efficiency of a hydraulic system.

Low pressure drop and low heat generation valves mean energy saving and low cost hydraulic system without adding a cooling system.

Heat transfer from rough surfaces and corrugated ducts has received a great deal of attention due to the many practical applications for increasing the effectiveness of heat transfer and the difficulty in obtaining analytical solutions for the temperature, pressure and velocity fields. Laminar flow heat transfer occurs in a variety of engineering problems and is of particular importance where viscous liquids are heated or cooled.

Until now, only for simple geometries' pressure drop and heat generation have been tested, measured and calculated. Spirally fluted annuli, oscillatory wavy-walled-tube, externally enhanced inner tube, corrugated ducts with rounded corners have been studied, and the results have been given by the use of geometrical dimensions.

Subject of this study's spool type valve geometry is too complicated to apply the same models studied earlier. This difficulty has forced us to use special software to simulate the flow. For the simulation, a geometrical model has been used and software the d\_phoe20 has been used for this purpose and outputs are shown in the related chapter.

For the simulation of the flow, below assumptions are made :

- a) the flow is laminar;
- b) the fluid with constant properties is Newtonian and incompressible;
- c) the flow is steady;
- d) inlet and outlet flow is uniform;

Numerical simulation for steady, 3D laminar flow with BFC coordinate system utilizing finite volume procedure was performed. 8x22x64 grids are used in order to assess the sensitivity of the results for Navier-Stokes equations.

The method has proved its accuracy for flows in complex geometries using non-orthogonal body-fitted coordinate systems. The method is based upon standard finite-volume techniques for discretising the governing equations for conservation of mass, momentum, energy etc.

Gear type pump with 24 lpm. and maximum 150 bar oil pressure supply, pressure relief valve, hand operated directional control valve and a pressure gauge are used for the hydraulic unit which is to obtain flow and pressure to test the valves.

Pressure, flow and temperature are always followed up with the help of specially designed electronic card, software and a PC.

Turbine type flow sensor for measuring ranges of 0 ÷ 60 lpm. with direct analogue output 4 ÷ 20 mA was used and for measuring ranges 0 ÷ 50 bar piezo - resistive type pressure transducers were used. Temperature was measured with thermoelements. Digital - analogue - digital electronic card was designed and used to collect all these output pressure, flow, temperature data to evaluate and display on a PC. A 80386 based PC's RS232 output was used for this purpose. This digital - analogue - digital electronic card is also has four voltage outputs for controlling proportional flow and pressure control valves. These voltage outputs are controlled with PC and voltages are monitored on the screen. "C" software program was written for all data acquisition from electronic card and monitoring / controlling on the PC monitor. This software and electronic card are enough for controlling a hydraulic machine with a PC.

Directional spool valves size NG6 and NG10 were used for the experiments because these valves are among the 85% of the total number of the hydraulic valves used in general. Spool positions D, E, G, H, J, M, Q, W for size NG6 valve and D, E, G, H, J, M, Q for size NG10 valve were tested.

The existing spool geometry differences in spool position J size NG6 valve was applied to the other spools for NG6 and NG10 valves. Change in geometry was applied to the spool positions D, E, Q for size NG6 valve and D, E, J, for size NG10 valve. Discs' inner surfaces facing each other



were carved 0,8 mm and 1,2 mm for NG6 and NG10 size valves in respectively. It has a 21° inclination like half conic cave. The annular gap has little effect on the pressure drop and heat generation.

Experimental results for each valve size is defined as below.

New design has made a positive effect for NG6D(a), NG10D, NG10E(a), NG10J(a) valve positions to decrease temperature differences. For the pressure drop, NG6D(a), NG6E(b), NG6Q(a), NG10D, NG10E(a), NG10J(a) valves positions have also made positive effect.

Results of this thesis can be given in four groups.

a) Special digital - analogue - digital electronic card for data acquisition was designed and its software in "C" programming language was developed. Experiments were processed continuously with a PC in high precision.

b) Outlet temperature and pressure were calculated with the d\_phoe20 simulation program by describing the valve model to the software. Temperature, pressure and velocity distribution were also simulated in the valve. With the help of the simulation program and the model, the effect of the model geometry was simulated in the valve. This model will help to reduce high cost of experimental expense and time.

c) The flow was simulated under adiabatic assumption. The effects of adiabatic assumption were calculated and given in the results. In the table below, the results of the existing NG10E(a) valve is given. The simulated results are compared with the experiments.

d) The existing spool geometry differences in spool position J size NG6 valve are applied to the other spools for NG6 and NG10 valves. The changes in geometry made positive effects for some type of valves.

Comparision of theoretical and experimental results are given below :

a) Theoretical results :

| V      | P <sub>g</sub> | t <sub>g</sub> | P <sub>c</sub> | t <sub>c</sub> | ΔP   | Δt   | Q <sub>production</sub> |
|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|------|-------------------------|
| lt/min | bar            | °C             | bar            | °C             | bar  | °C   | W                       |
| 5,06   | 15             | 30,6           | 14,51          | 30,68          | 0,49 | 0,08 | 4,1                     |
| 12,10  | 15             | 30,6           | 12,96          | 30,85          | 2,04 | 0,25 | 41,1                    |
| 20,60  | 15             | 30,6           | 9,77           | 30,90          | 5,23 | 0,30 | 179,6                   |

b) Experimental results :

| V<br>lt/min | P <sub>g</sub><br>bar | t <sub>g</sub><br>°C | P <sub>ç</sub><br>bar | t <sub>ç</sub><br>°C | ΔP<br>bar | Δt<br>°C | Q <sub>production</sub><br>W |
|-------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------|----------|------------------------------|
| 5,06        | 15                    | 30,6                 | 14,53                 | 30,65                | 0,47      | 0,05     | 3,9                          |
| 12,10       | 15                    | 30,6                 | 13,00                 | 30,80                | 2,00      | 0,20     | 40,3                         |
| 20,60       | 15                    | 30,6                 | 9,79                  | 30,85                | 5,21      | 0,25     | 178,9                        |

The present study is in complete agreement with experimental and theoretical study. Maximum experimental and theoretical result differences for the total pressure loss and heat generation are not more than 5%.

Pressure drop and heat transfer in industrial valves are of importance in reducing cost and not having to add a cooling system. Experimental and analytical solutions until now have not been so sufficient. This experimental based, digital - analogue - digital electronic card data acquisition with software and simulation the d\_phoe20 software support study will help valve design be more energy efficient in the future.





# BÖLÜM 1

## GİRİŞ

### 1.1 Genel

Hidrolik, enerji iletiminin giderek yaygınlaşan ve benimsenen vazgeçilmez bir parçası olmuştur. Çağımızın gereği olan mekanizasyon ve otomasyon, hidrolik güce ve hidrolik kumanda sistemlerine daha da büyük önem kazandırmıştır.

Günümüzde modern ve büyük güçler gerektiren makinelerin çoğunda, kısmen ya da tamamen hidrolik kumanda sistemi kullanılmaktadır.

Çok yaygın kullanım alanına rağmen hidrolik konusundaki bilgi alışverişi yeterli düzeye ulaşamamış ve bu nedenle hidroliğin uygulama alanları sınırlı kalmıştır.

Hidrolik sistemlerin kullanım alanları üzerine genel bir fikir verebilmek için uygulama örnekleri beş ana bölümde toplanabilir.

- a) Endüstriyel hidrolik : Plastik enjeksiyon makineleri, presler, takım tezgahları, demir-çelik endüstrisi.
- b) Çelik tesislerinde, inşaat mühendisliğinde ve güç üretim tesislerinde hidrolik : Savak ve bendler, köprü hareketleri, maden makineleri, türbinler,

nükleer reaktörler.

- c) İş makinelerinde hidrolik : Ekskavatör ve vinçler, inşaat ve kazı makinaları, otomotiv endüstrisi.
- d) Gemi yapımında hidrolik : Dümen kontrolleri, sahil vinçleri, baş menfezler, yelken iticiler.
- e) Özel uygulamalarda hidrolik : Teleskop yatakları, anten tahrik sistemleri, sondajlar, uçaklarda kanat ve iniş takımlarının tahriki.

Doğal olarak hidrolik enerjinin sadece bu uygulama alanları ile sınırlı kaldığı söylenemez, kullanıldığı makina sahası çok daha geniştir.

Hidrolik sistemler, enerjinin şeklini değiştiren ve istenilen yerlere iletilmesini sağlayan proseslerdir. Hidrolik sistemlerin en büyük özeliği, enerji değişimini yüksek bir verimle gerçekleştirebilmesidir. Elektrik enerjisi, bir elektrik motoru ve buna bağlı olan bir pompa ile, az bir kayıpla hidrolik enerjiye dönüşür.

Bu enerji dönüşümü sırasında, mekanik ve hidrolik kayıplar ısıya dönüşür. Hidrolik sistemde dolaşan akışkanın sıcaklığı, verimi direkt olarak etkilemektedir. Eğer, akışkanın çalışma sıcaklığı çok düşük ise akıştaki dirençler ve pompa emişindeki zorluk verimi düşürür. Buna karşılık, çalışma sıcaklığı çok yüksek ise kayıplar ve aşınma artar, verim yine düşer.

Hidrolik valfler, borular, bağlantı elemanları ve iç pürüzler basınç kaybı yaratan elemanlardır. Bu tür elemanlardaki basınç kayıpları konu ile ilgili, tablolarda yaklaşık  $\pm\%30$  hassasiyetle verilmektedir. Hidrolik sistemlerin ısınmasına ve dolayısıyla en fazla sistem basıncının düşmesine neden olan elemanların başında, sürgülü yön denetim valfleri gelir. Isınan ve normalden yüksek pompa basıncı ile çalışan sistemler ekonomik değildirler [1]. Hidrolik sistem pompasını, normalde çalışması gereken basınçtan daha yüksek

sistem pompasını, normalde çalışması gereken basınçtan daha yüksek basınçta çalıştırmak için daha büyük elektrik motoru kullanmak gereklidir. Daha yüksek basınç için yüksek basınç pompası da gerekebilir. Normalden fazla ısınan hidrolik sistem için sisteme soğutucu bir eleman eklemek ya da mevcut soğutucu elemanı büyültmek de gerekebilir. Bütün bu işlemler, sisteme ilave bir yatırım gerektirebilir, işletme masraflarını artırabilir.

Hidrolik sistemlerin normal çalışma sıcaklığı  $30 \div 60^{\circ}\text{C}$  değerindedir. Devamlı yüksek sıcaklıkta çalışan sistemlerde, sızdırmazlık elemanı olarak valf ve silindirlerde kullanılan contalar hızla sertleşir ve görevini yerine getiremez hale gelir. Zamanla bozulan contalar yağ kaçaıklarına ve sistem arızalarına sebep olur. Valf ve silindirlerin conta takımları genellikle pahalı olan elemanlardır. Ekonomik değer olarak, conta takımları valf veya silindirin değerinin  $1/3 \div 1/7$ 'si değerindedir. Örnek vermek gerekir ise : NG10 büyüklüğündeki bir valfin değeri  $350 \div 500$  \$ arasındadır. Conta takımının değeri ise  $100 \div 150$  \$ arasında değişmektedir. Ayrıca bu elemanların değiştirilmesi de üretim ve zaman kayıplarına neden olmaktadır.

NG6 ve NG10 büyüklüğündeki sürgülü valfler, pratikte kullanılan valflerin sayıca %85' ini oluşturmaktadır. Bu nedenle sunulan çalışmada esas olarak bu tip sürgülü valfler üzerinde durulmuştur. Bu çalışmanın konusu olan NG6 ve NG10 büyüklüğündeki valfler ile elde edilen sonuçlar ve kullanılan valflerin çekirdeklerinde yapılan geometri değişikliklerine göre elde edilen teorik ve deneysel sonuçlar birbirleri ile ve üretici firmaların verdiği değerler ile karşılaştırılmalı olarak grafikler ve tablolar halinde sunulmuştur.

İncelenen olayda kullanılan sürgülü yön denetim valflerinin geometrik olarak çok karmaşık ve deneysel incelemenin de oldukça pahalı olmasından dolayı, şimdiye kadar, bu valfler içindeki akışı, yük kaybını ve ısı üretimini tam olarak açıklayabilecek bir teorik modele açık literatürde rastlanılamamıştır. Sadece olayı kısmen açıklayan yaklaşımlar ve sınırlı sayıda sonuçlar bulunmaktadır.

Sunulan çalışmada, teorik modelin yanısıra deneysel çalışmalar da yapılarak yön denetim valfleri içindeki akış olayları incelenmeye çalışılmıştır. Ayrıca, valf çekirdeğinde yapılan geometri değişikliği ile sadece bazı valflerde basınç düşümünü ve sıcaklık artımını iyileştirici etkiler de bulunmuştur. Mevcut ve önerilen sürgülü yön denetim valflerinde oluşan ısı ve basınç kaybının büyüklüğü için elde edilen sonuçlar, detaylı olarak Sonuçlar ve Öneriler Bölümü'nde verilmiştir. Sonuçlar, deneysel bağıntılar halinde sunulmuştur. Bu türde yapılan çalışmalar ile valf dizaynında yapılacak olan diğer değişikliklerin, seri üretimde kullanılmasının ekonomik değeri çok büyük olacaktır.

## 1.2 Yön Denetim Valfleri

Basınçlı akışkanın akış hareketinin başlatılması, durdurulması veya yönünün değiştirilmesi ile kullanıcının (silindir veya hidrolik motor) hareket yönünün ve duruş konumunun belirlenmesinde yön denetim valfleri kullanılır.

Yön denetim valfinin tanımı yol (uyarı bağlantıları dışında) ve konum sayısı na göre yapılır.

2 yollu ve 2 konumlu valf, 2/2 bir yön denetim valfleri olarak tanımlanır. 4 yollu ve 3 konumlu bir valfe kısaca 4/3 yön denetim valfi denir. En çok kullanılan valf konumları Tablo 1.1' de harfler ile belirtilmiştir [2,3]. Sürgü tipinin değişmesi ile sembollerde belirtilen değişik çalışma konumları elde edilir [4]. Her kare bir çalışma konumunu gösterir. Çalışma konumunda akış yönleri paralel ve çapraz oklar ile gösterilir. Valfler orta konumlarına göre isimlendirilirler. Örneğin tüm yolları kapalı (E), açık (H) veya bunların kombinasyonları olabilir. Orta konum hidrolik sisteme ve çalışma şekline göre seçilir. Burada,

P = Basınç bağlantısı (Pompa bağlantısı)

T = Tank

A, B = Kullanıcı bağlantıları

anlamlandırılır.

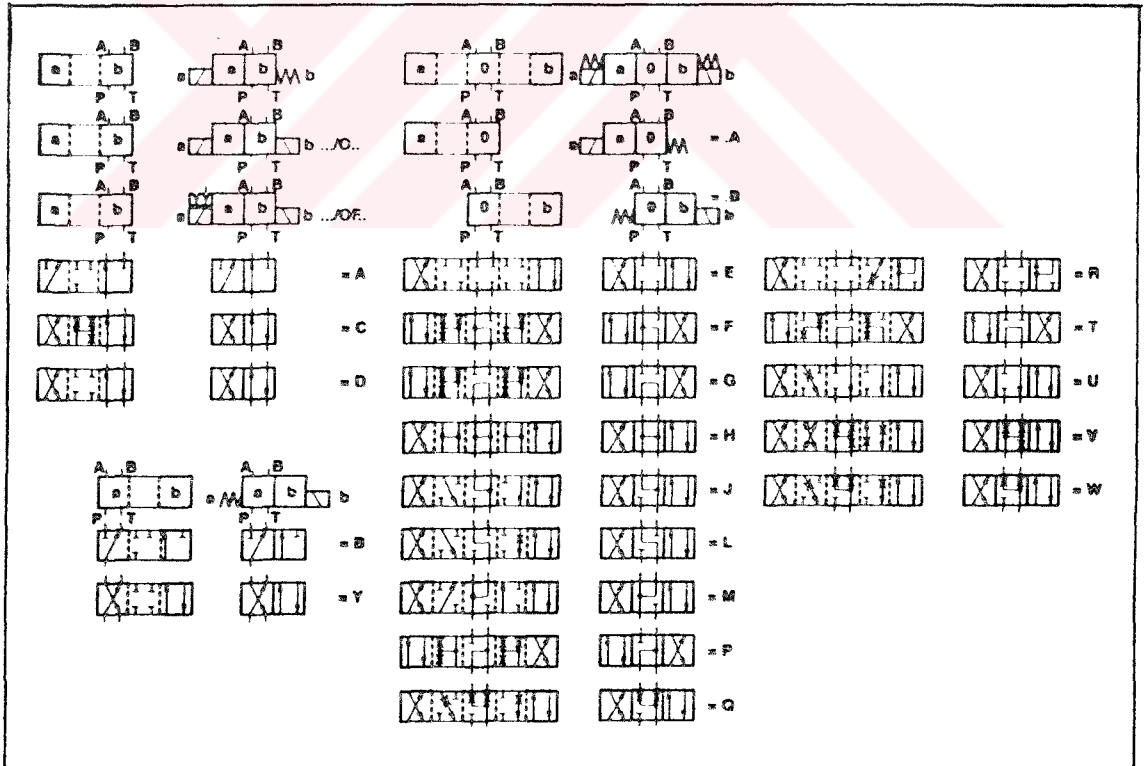
Hidrolik devrelerde bağlantılar valfin normal konumunda belirlenir.

Yön denetim valfleri tasarımlarına göre 2 gruba ayrılır :

- a) Oturtmalı yön denetim valfleri
- b) Sürgülü yön denetim valfleri

Bu valflerin herbiri doğrudan veya ön uyarlı olabilir.

Tablo 1.1 : Valf konumları [2,3].



a, b, o : valf konumları  
A, B, C, D,...V,W : sürgü çeşidi  
A : 1. kullanıcı hattı  
B : 2. kullanıcı hattı

P : pompa hattı  
T : tank hattı  
/O : çift bobinli iki konumlu valf  
/OF : kalmalı valf

Bu valflerin doğrudan veya ön uyarlı olması birinci dereceden tahrik kuvvetinin büyüklüğüne ve dolayısıyla valfin anma ölçüsüne bağlıdır.

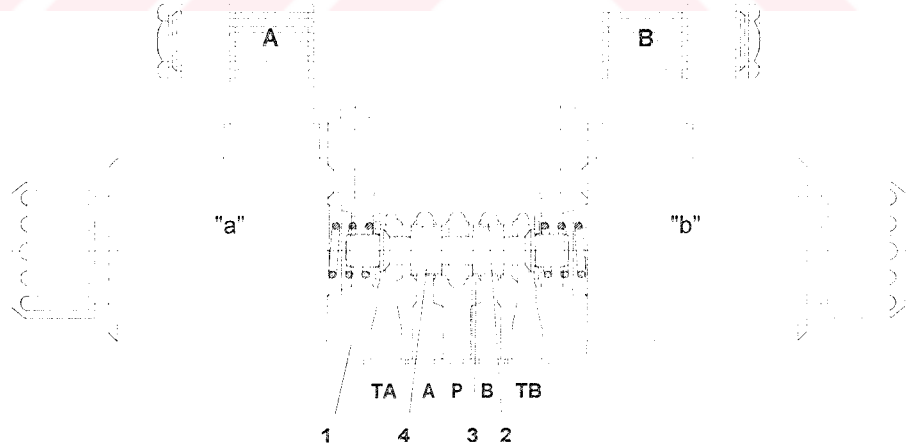
### 1.2.1 Oturtmalı Yön Denetim Valfleri

Bu valflerin sürgülü yön denetim valflerinden farkı devreyi sızdırmaz olarak kapama özeliğidir. Sürgülü yön denetim valflerinde gövde ile sürgü arasındaki oynama aralığı nedeniyle sürekli bir iç sızıntı vardır.

### 1.2.2 Sürgülü Yön Denetim Valfleri

Sürgülü yön denetim valfleri doğrusal ve döner sürgülü olmak üzere iki gruba ayrılırlar.

Uygulamada birçok yararları olması nedeniyle doğrusal sürgülü yön denetim valfleri tercih edilmektedir.



Şekil 1.1 : Sürgülü yön denetim valfi

Bu valflerin yararları :

- a) Daha basit tasarım.
- b) Döner sürgüye oranla çalışma gücü yüksek.
- c) Basınç dengelenmesi çok iyi, dolayısıyla çalıştırma kuvveti düşük.
- d) Kayıplar az.
- e) Denetim fonksiyonları daha fazladır.

Şekil 1.1' de gösterildiği gibi, bir sürgülü yön denetim valfinde, gövde (1) içerisinde boyuna açılmış bir deliğin etrafında halkasal kanallar (2) bulunmaktadır. Genellikle çelik döküm ile şekillendirilen bu halkasal kanallar valf deliğini kesmektedir. Böylece gövdede denetim kenarları (3) oluşur. Valfin deliğinde boyuna hareket edebilen bir sürgü (4) bulunmaktadır.

Sürgünün hareketi ile gövdedeki kanallar birbirine bağlanır. Her bir kanal gövdedeki çıkışlar ile bağlantılıdır. Kanalların bağlanması veya ayrılması eş zamanlı olup işlem sırası tam olarak belirlenebilir.

Sürgüdeki basit değişiklikler ile farklı denetleme işlemleri gerçekleştirilebilir. Genel olarak gövdede bir değişiklik olmaz. Her bir kanalın birbirine göre sızdırmazlığı sürgü ve gövde arasındaki geçme boşluğu üzerinden sağlanır. Oturtmalı tip valflere oranla kesin sızdırmazlık mümkün değildir. Sızdırmazlık etkisi geçme boşluğuna ve kullanılan akışkanın viskozitesine bağlıdır. Bu tür valfler su için kullanıma uygun olmayıp, yağ ile çalışmada yeterli bir sızdırmazlık sağlarlar.

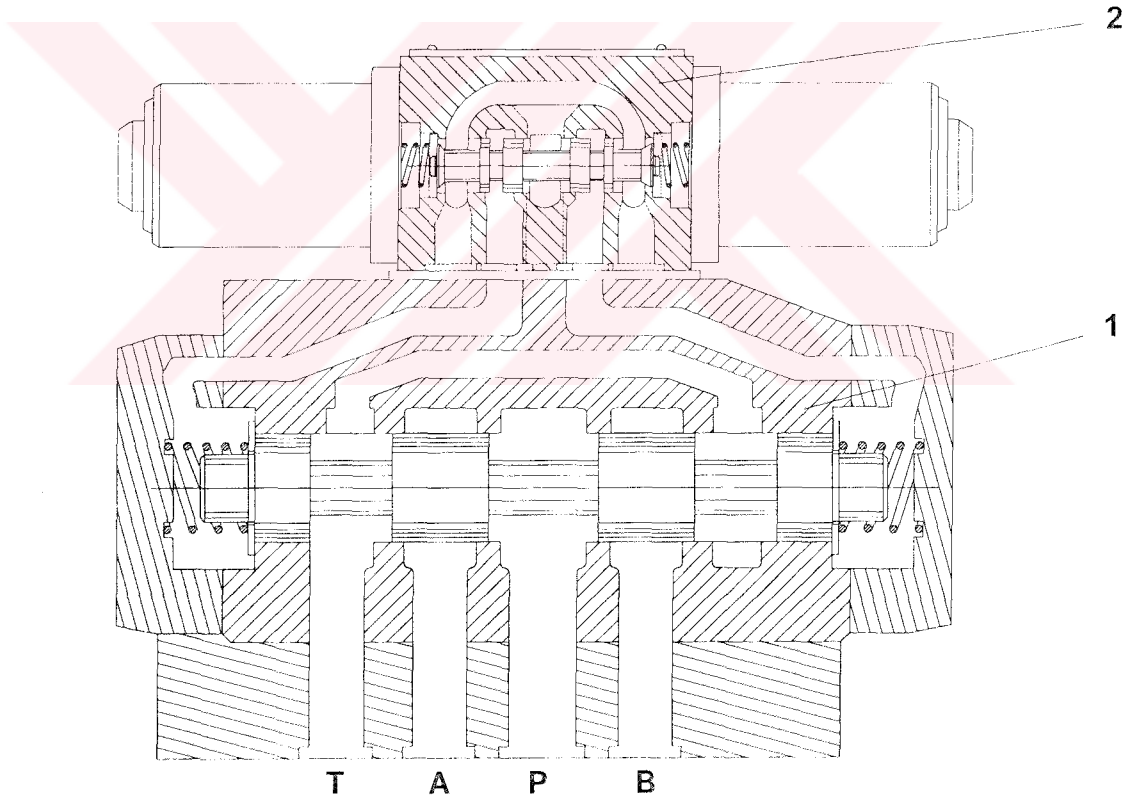
Büyük boyutlu, başka bir deyişle yüksek hidrolik güçlü yön denetim valfleri ön uyarılı olarak kullanılır. Bunun nedeni büyük boyutlu valflerde sürgünün itilmesi için gerekli bobin kuvvetinin yeterli olmayışdır. Bu yüzden kural olarak yön denetim valfleri NG10 büyüklüğüne kadar doğrudan uyarılı, bunun üzerinde ise ön uyarılı olarak tasarlanmaktadır. Ancak NG32 büyüklüğüne



kadar üretilen el uyarılı yön denetim valfleri bu kuralın dışındadır. Burada uyarı kolunun uygun ölçülerde olması gerekir [5].

Şekil 1.2' de gösterildiği gibi, ön uyarılı yön denetim valfi, ana valf (1) ve ön uyarı valfi (2)' den oluşmaktadır. Ön uyarı valfi normal olarak doğrudan elektrik uyarılıdır. Ön uyarı valfinin çalışması ile uyarı sinyali hidrolik kuvvetlendirilerek ana sürgü kaydırılır.

Anma ölçüsü 102 (7000lt/dak. değerine kadar) olan valfin ön uyarı valfi de bir ön uyarı valfidir. Bu tür bir tasarımın nedeni çalışma kuvvetleri olmayıp ön uyarı işlemi için gereksinim duyulan yağ miktarıdır.



Şekil 1.2 : Yay merkezlemeli, elektrohidrolik uyarılı yön denetim valfi.



### 1.3 Basınç ve Sıcaklık Farkları

Yapılan projelere en uygun valfin seçimi için, endüstriyel kataloglardaki basınç düşümü eğrilerinden ve deneysel bağıntılardan faydalanılır.

Kataloglardaki valflerin geçirgenlik eğrileri her iki yönde P (pompadan) A (1. kullanıcı hattına) ve P' den B (2. kullanıcı hattına) olan akışı gösterir. Valfdeki akışın yönünün değiştirilmesi veya valfdeki çıkış hatlarının kapatılması valfdeki basınç düşümünü, akış kuvvetlerini değiştirerek etkiler. Valfin girişindeki basınç artırılarak, valfden geçen akışkanın miktarı artırılabilir.

Bir örnek olmak üzere, NG10' luk bir valflerdeki çalışma basıncına göre, valfin geçirgenliği Şekil 1.3' de gösterilmiştir [5].

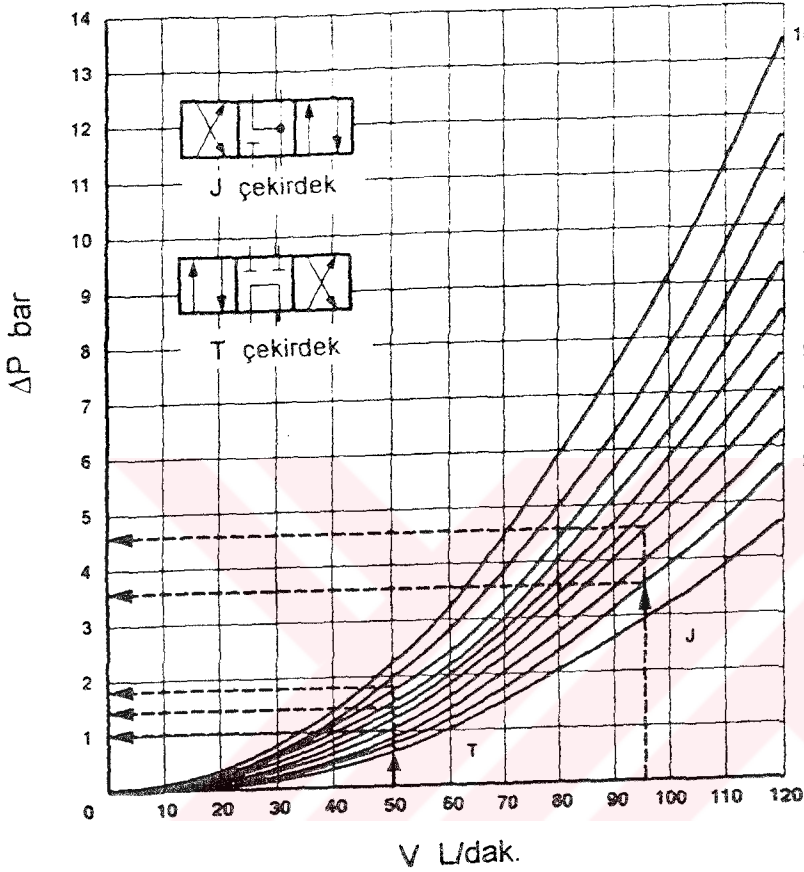
Valfin giriş ve çıkışı arasındaki basınç farkı, valfdeki iç dirençlerden oluşur. Bu basınç farkı, laminar akış bölgesinde cidar ile olan sürtünmeden ve akışta meydana gelen kinetik enerji kaybından meydana gelir. Valfden geçen debi miktarı arttıkça, valfin giriş ve çıkışı arasındaki basınç ve sıcaklık farkı da artmaktadır.

Pratikte, valfdeki basınç kaybı teorik olarak tam doğru bir şekilde hesaplanmamaktadır. Üretici firmalar bu değerleri deneysel olarak vermektedirler. Beklenildiği gibi ve deneysel bağıntılardan da anlaşıldığı gibi, debi arttıkça yük kaybı artmaktadır.

İmalatçı kataloglardaki çalışma eğrileri, valfdeki basınç farkına göre geçebilecek olan debiyi gösterir. Valflere bağlanan pleytlerdeki, modüler valflerdeki ve bağlantı hatlarındaki yük kayıpları, sistemde oluşan toplam yük kaybını hesaplarken dikkate alınmalıdır.

Şekil 1.3' deki örnekte P' den A' ya olan akışta J merkez valf kullanıldığında ve 95 lt/dak.' lik akışkan geçmesi durumunda oluşan basınç kaybı 3,8 bar' dir.

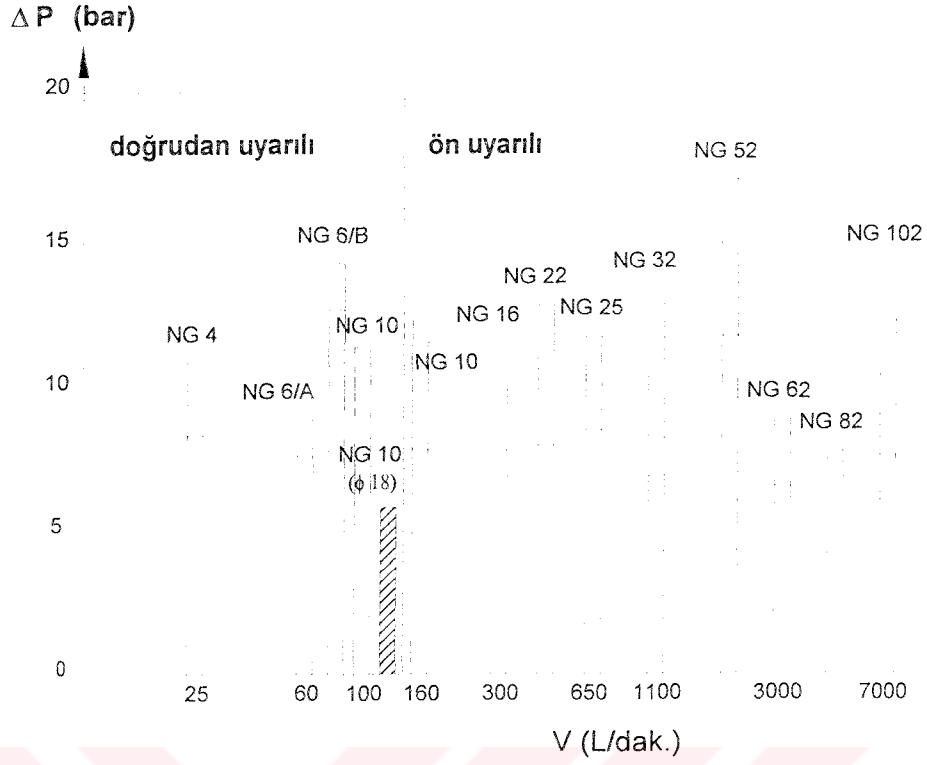
B' den T' ye olan yük kaybı ise 4,6 bar' dır. Aynı büyüklükteki yük kayıpları P' den B' ye ve A' dan T' ye olan akış sırasında da görülür. T tipi olan çekirdekte ise P' den A' ya olan akışta 1 bar; A' den T' ye olan akışta 1,5 bar; B' den T' ye olan akışta ise 1,8 bar yük kaybı görülür.



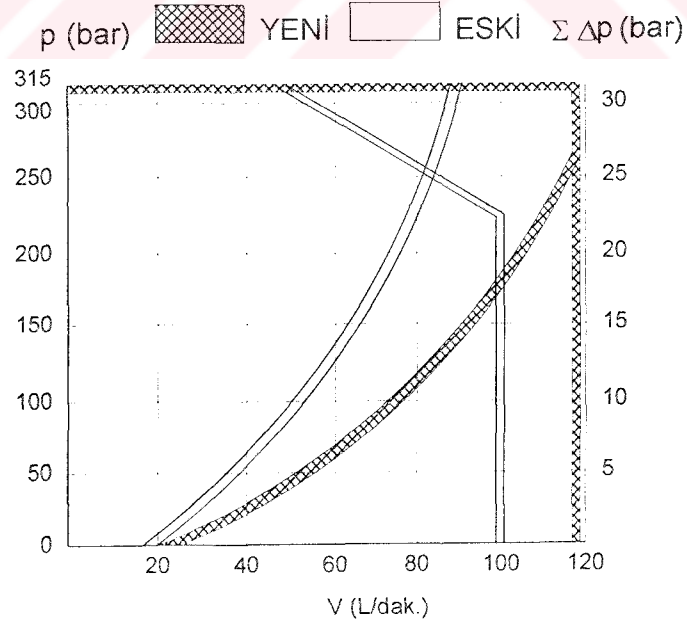
| Sembol          | Akışın yönü |     |     |     |
|-----------------|-------------|-----|-----|-----|
|                 | P→A         | P→B | A→T | B→T |
| A,B             | 4           | 4   | -   | -   |
| C               | 4           | 4   | 5   | 6   |
| D,Y             | 6           | 6   | 7   | 7   |
| E               | 2           | 2   | 5   | 5   |
| F               | 1           | 2   | 6   | 5   |
| G               | 4           | 4   | 7   | 8   |
| H               | 2           | 2   | 7   | 8   |
| J               | 2           | 2   | 4   | 4   |
| L               | 3           | 3   | 4   | 6   |
| M               | 2           | 2   | 5   | 6   |
| P               | 1           | 3   | 6   | 7   |
| Q               | 2           | 3   | 2   | 4   |
| R               | 4           | 7   | 5   | -   |
| T               | 4           | 4   | 7   | 8   |
| U,V             | 3           | 3   | 4   | 4   |
| W               | 3           | 3   | 5   | 6   |
| Orta konum      |             | B→T | A→T | P→T |
| F,P             |             | 9   | 8   | 9   |
| G,T             |             | -   | -   | 10  |
| H               |             | -   | -   | 4   |
| Çekirdek konumu | P→A         | B→A | A→T | P→T |
| R               | -           | 10  | -   | -   |

Şekil 1.3 : J merkez ve T merkez valflerdeki debi geçirgenliğinin basınçla değişimi [5].

NG4...NG102 yapı büyüklüğündeki hidrolik valflerdeki performans sınırları ve  $\Delta P$  basınç düşümü değerleri, Şekil 1.4' de yapı büyüklüğüne bağlı olarak verilmiştir. Bunun için valf çekirdeklerinin çapının örneğin  $\phi 16\text{mm}$ ' den  $18\text{mm}$ ' e artması; bobin kuvvetlerinin artması ve valfin en büyük çalışma basıncının artırılması gibi değişiklikler yapılmıştır [6]. Örnek olarak Şekil 1.5' de, NG6 büyüklüğündeki bir eskiden ve günümüzde imal edilen valfdeki performans değerleri verilmiştir [6].



Şekil 1.4 : E sürgü tipi için NG4 - NG102 valflerdeki  $\Delta P$  ve performans sınırları [6].



Şekil 1.5 : Eskiden ve günümüzde imal edilen iki NG10 valfdeki  $\Delta P$  ve performans sınırları [6].

Bu tezin konusu olan sürgülü yön denetim valflerinin önemi her geçen gün daha da artmakta, uygulama alanları gelişmektedir.

Sürgülü valflerin deneysel olarak incelenmesi pahalı, külfetli ve zaman alıcıdır. Deneylerdeki ölçme külfetlerini ve zamanı azaltmak için tasarımı bu çalışmada için özel olarak yapılan dijital - analog çevirici bir elektronik kart ve özel olarak yazılan bilgisayar programı ile deneylerin hassas ve güvenilir şekilde yapılması sağlanmıştır.

Diğer taraftan, sürgülü yön denetim valflerinin içindeki akışı açıklayan teorik bir modele, açık literatürde rastlanamamıştır. Sunulan bu çalışmada valf içindeki akışı açıklayacak bir akış modeli, d\_phoe20 bilgisayar programı ile simule edilmiştir.

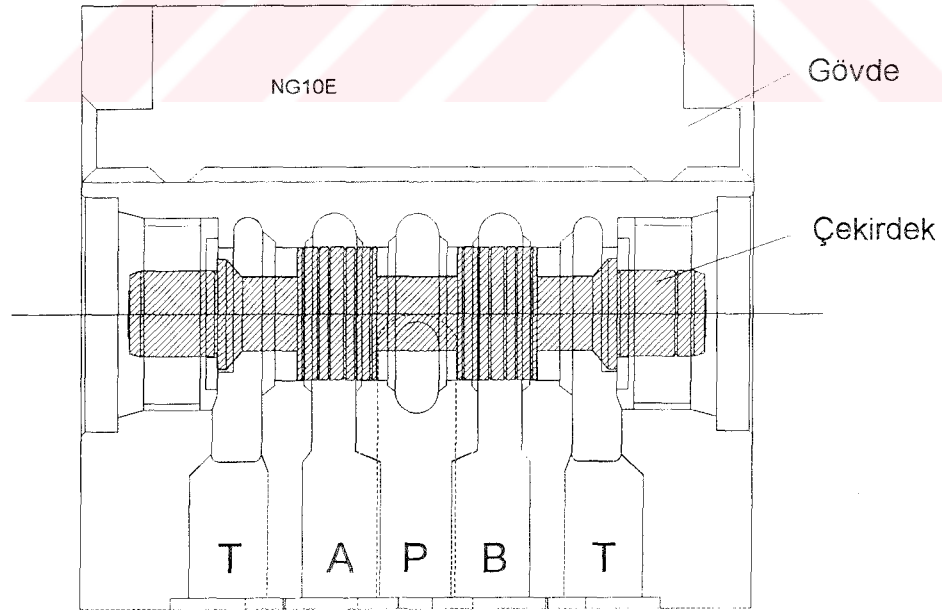
Mevcut ve üzerinde bazı geometri değişikliği yapılan valflerde elde edilen sonuçlar detaylı olarak incelenmiştir. Yeni geliştirilecek olan valflerde, geometri değişiklikleri, sunulan bu çalışmadaki teorik ve deneysel modeller sayesinde ucuz, hızlı ve en önemlisi bilgisayar ile simule edilerek yapılabilecektir.

## BÖLÜM 2

### TEORİK ÇALIŞMA

#### 2.1 Genel

Sürgülü yön denetim valflerinde P (basınç) hattından giren akışkan, valfin A veya B kullanıcı hatlarından ya da T (tank) hattından dışarı çıkar. Akışkan, valfin içinde değişik geometriler izleyerek, sahip olduğu girişteki toplam enerjisinin bir kısmı ısı enerjisine dönüşür.



Şekil 2.1 : NG10 büyüklüğünde, kapalı merkez (E) valfin iç yapısı.

Akışkan valfin ortasına, sürgünün bulunduğu iç bölüme, bir kanaldan geçerek gelir. Burada ani genişleyen ve hemen ardından ani daralan dalgali odacıkları izleyerek dışarıya çıkar. Bu geometrilerde analitik çözüm yapmak çok zordur.

İç yapısı oldukça karmaşık olan sürgülü yön denetim valflerinin sebep olduğu ısı üretimi için, benzer geometriye sahip olayların bazılarında yapılan çalışma\_ ların kısaca gözden geçirilmesi ile, bu valflerin analizleri için önemli ipuçları bu\_ lunabilmektedir. Olayın karmaşıklığı nedeniyle yapılan kabüller ile basitleşen geometriler üzerinde birçok araştırmacı tarafından çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

Dalgali geometrilerin neden olduğu yük kayıpları üzerine çok fazla çalışma vardır. Sürgülü yön denetim valflerinin oluşturduğu karmaşık iç yapıya en fazla uyan çalışmalardan biri A. Agrawal ve A. Sengupta tarafından yapılmıştır [7]. Dalgali ve dalgasız çapların birbirine oranı 0,3 ile 0,5; kanat\_ ların yerleşim sıklığı ise dalgasız çap uzunluğunda 2 ile 5 arasındadır. Bu çalışmaya göre  $Re < 500$  için yük kaybı, içi dalgasız olan boruya göre yük kaybı %50, ısı geçişi ise %20 daha fazladır. Çıkıntının yüksekliğine ve Reynolds sayısına bağlı olarak yük kaybı ve ısı geçişini tanımlamışlardır. Boyutların herhangi birisindeki değişme, akışı ve ısı geçişindeki karakteristikleri değiştirir. Debi ve yük kaybı ölçülerek, kayıp karakteristiği bulunmuştur.  $Re > 1000$  ve Prandtl sayısının 10 olduğu halde ısı geçişi basınç düşümünden hızlı artmak\_ tadır. Geometriden kaynaklanan yük kaybı oranını (2.1) ifadesi ile vermişlerdir.

$$R_{\Delta P} = 1 + 0,000162 Re_D^{0,382} / [(L)^{0,08} (L_i)^{0,42} (1-f)^{7,55} (G)^{2,97}] \quad (2.1)$$

Bu bağıntıda,

$R_{\Delta P}$  : Toplam basınç düşüm oranı,  $\Delta P / \Delta P_a$  ( $\Delta P$  : halka kesitli içi dalgali borudaki basınç düşümü,  $\Delta P_a$  : halka kesitli içi dalgasız borudaki basınç düşümü).

$Re_D$  : Hidrolik çapa bağlı Reynolds sayısı.

- L : Dalgalı kanalda her bir kıvrımın genişliği, m.  
 L<sub>t</sub> : Dalgalı kanalda kıvrımlar arasındaki mesafe, m.  
 f : Kıvrımın yüksekliği, m.  
 G : Açısal oran  $G = 1 - r_1^* / r_2^*$  ( $r_1^*$  : kanalın dalgasız kısmının iç çapı, m ;  
 $r_2^*$  : kanalın dış çapı, m).

anlamlarındadır.

Dalgalı kanallardaki benzer çalışmalar Y. Asako, H. Nakamura ve M. Fagri tarafından, köşeleri yuvarlatılmış kanallardaki ısı geçişi, köşeli kanallardaki ısı geçişi ile aynı başlangıç durumları için karşılaştırılarak yapılmıştır [8]. Bu çalışmada, kanallar arasındaki yük kaybı Prandtl sayısının 0,7, Reynolds sayısının 100 ile 1000 değerleri arasında incelenmiştir. Reynolds sayısı artıkça, yük kaybı artmıştır. Köşeleri yuvarlatılmış kanaldaki yük kaybı, köşeli kanaldaki kaybindan %20 daha azdır. Isı geçişi ise yük kaybına benzer şekilde %35 daha fazladır.

Halka kesitli ve içinde birbirine benzer düzgün kanatlar bulunan borulardaki yük kaybı ve ısı geçişi üzerine de çok fazla çalışma vardır [9]. S. S. Hsieh ve C. C. Lin tarafından yapılan deneysel çalışmada, kanatlar arasındaki mesafenin, kanat yüksekliğine oranı  $4 \div 12$ ; kanat genişliğinin kanat yüksekliğine oranı  $0,14 \div 0,83$  olan geometride  $Re < 3000$  için deneyler yapılmıştır, bir kayıp katsayısı tanımlanmıştır [10]. Yük kaybı, geometrideki karakteristik büyüklükler ve Reynolds sayısı cinsinden tanımlanmıştır. Çıkıntılara bağlı olan, kayıp katsayısı K,

$$K Re = C(x / D_h Re)^m \quad (2.2)$$

şeklinde verilmiştir. Burada, x ve  $D_h$  geometri ile ilgili boyutlar, C ve m ise akışkana bağlı olan bir katsayıdır.

S. Garimella ve R. N. Christensen tarafından yapılan çalışmada, halka kesitli ve içi helisel şekilde kanatlı olan boru içindeki yük kaybı ve geçişi



incelenmiştir [11]. Olay laminar, geçiş ve türbülanslı bölgede analiz edilmiştir.  $310 < Re < 1000$  arası için sürtünme katsayısı tanımlanmıştır. Kaybın, çıkıntının yüksekliğine, genişliğine ve çıkıntının yaptığı açıya bağlı olduğu bulunmuştur. Çıkıntıların neden olduğu, kayıp katsayısı  $K$ ,

$$K = 4[1,7372 \ln [Re / (1,964 \ln (Re) - 3,8215) ]]^2 (1+0,0925r^*)e_f \quad (2.3)$$

şeklinde verilmiştir. Bu bağıntıda,

$r^*$  : Halka kesitli çaplar oranı.

$e_f$  : Sürtünme katsayısı artışı.

anlamlandırılır.

Helisel borulardaki ısı geçişinin, heliselliğin artması ile orantılı olduğu V. Patankar, V. Pratap ve D. B. Spalding tarafından ifade edilmiştir [12]. Burada olayı karakterize eden Dean sayısı aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır.

$$De = Re (0,5 d / R)^{1/2} \quad (2.4)$$

Burada  $d$  borunun yarı çapı,  $R$  borunun helisellik çapı,  $Re$  Reynolds sayısıdır. Helisel borulardaki ısı geçişi, düz borulardan daha fazladır ve heliselliğe bağlıdır.

Boru tesisatındaki herhangi bir elemanda veya valflerdeki basınç kaybı  $L$ . Dodge tarafından aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir [13].

$$\Delta P = 1,8 \cdot 10^{-5} \rho V^2 \sum_i K_i / d_L^4 \quad (2.5)$$

Bu bağıntıda,

$\rho$  : Akışkanın yoğunluğu,  $kg/m^3$

$V$  : Akışkanın hacimsel debisi,  $m^3/s$

$K_i$  : Kayıp katsayısı

$d_L$  : İç çap,  $m$



anlamındadır. Bu bağıntı genel olarak küresel, kelebek vanalar ve çek valfler için uygun sonuçlar verebilmektedir. Açık literatürde sürgülü yön denetim valfleri için yük kaybını veren bir bağıntıya rastlanılmamıştır.

Sürgülü yön denetim valflerinin iç yapısı oldukça karmaşık olduğu için, valfin içindeki yük kaybı, değişik basit geometrilerde meydana gelen kayıpların birleştirilmesi ile bulunabileceği düşünülebilir [14].

Bu geometriler:

- a) Düz borudaki akış
- b) Ani genişleme / ani daralma
- c) Yön değiştirme
- d) Dalgalı boru

Bu geometrilerin her biri için literatürde çok sayıda çalışma vardır [7,15,16]. Yapılan bu çalışmalarda verilen bağıntılar, yalın durumlarda doğru sonuçlar vermekte ise, ardışık kayıplar halinde toplanmaları hatalı sonuçlar verebilmektedir. Literatürde verilen bu bağıntılar kullanılarak NG10E(a) tipi bir yön denetim valfinde 10, 15, 20 lt/dak. debisi için ayrı ayrı alarak yapılan bir hesap ile bulunan yük kaybı değeri, deneysel olarak bulduğumuz sonuçlardan %35 ÷ 50 daha küçük olduğu hesaplanmıştır. Bu nedenle kayıpların tek tek alınıp toplanması yöntemi, valf yük kayıplarının bulunuşu için doğru değildir.

## 2.2 Paket Programlardan Yararlanarak Teorik Analiz

Her kayıp çıkışındaki hız ve sıcaklık dağılımı, bir sonraki kayıp için giriş şartlarını oluşturması nedeniyle, bir valfin toplam yük kaybının, valfin içindeki her bir yerel ve düz boru kayıplarının toplamı olarak hesaplanması, hatalı sonuçlar vermektedir. Bu nedenle gözönüne alınan sistem bir bütün halinde değerlendirilerek çözülmelidir.

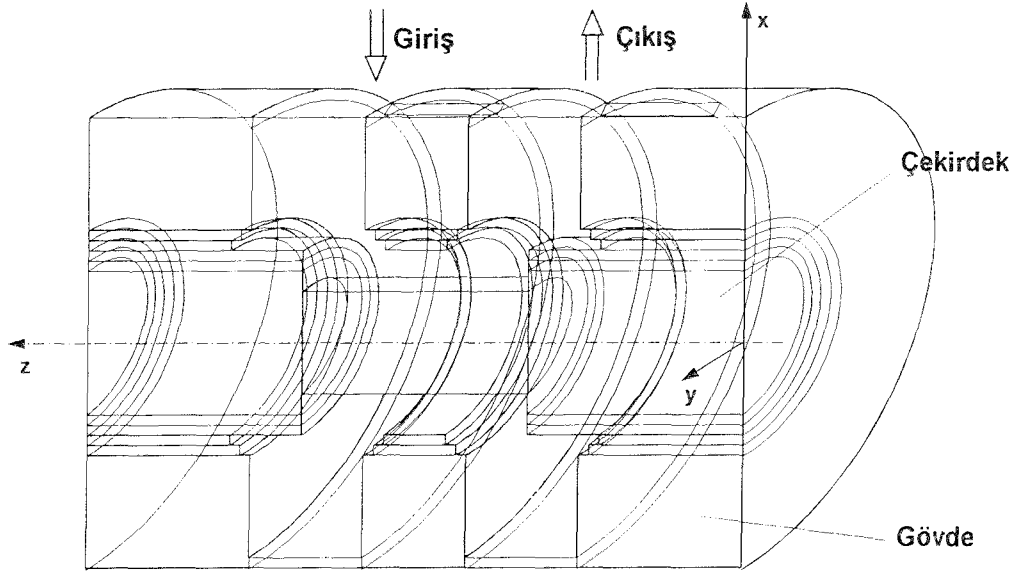
Son zamanlarda böyle karmaşık sistemlerin analizinde hazır paket programlardan yararlanılmaktadır. Sunulan çalışmada da valfin iç yapısının simülasyonu için, bu tip hazır programlardan faydalanılmıştır. Bu konuda yapılmış d\_phoe20 ve Kelvin gibi birkaç paket bilgisayar programları mevcuttur. Sunulan bu çalışmadaki geometri için programlardan en uygunu, kullanımı diğerlerine göre basit ve çalışma süresi kısa olan d\_phoe20 paket programıdır.

Endüstriyel kullanımlarının fazla olması nedeniyle, sunulan bu çalışmada NG10E(a) tipi valflerde oluşan sıcaklık, hız dağılımları, d\_phoe20 programı ile olayın adyabatik kabulü ile çözümü, ayrıntılı olarak incelenmiştir. Mevcut NG10E(a) büyüklüğündeki valfin d\_phoe20 programına tanımlanan modeli Şekil 2.2' de, çözüm ağı Şekil 2.3' de verilmiştir.

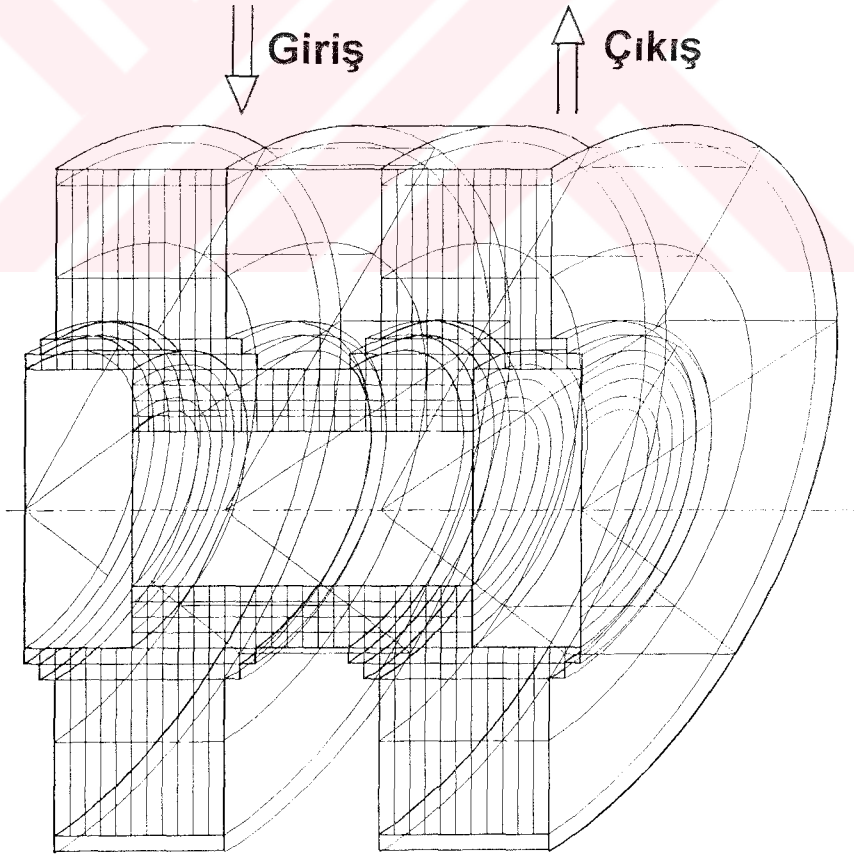
Bu amaçla d\_phoe20 paket programında yazılan geometri tanımlama ve valfin içindeki fiziksel özellikleri tanımlayan program EK A' da, kullanılan mineral esaslı yağın özellikleri EK J' de verilmiştir. 20,60 lt/dak. yağ debisinde; 15 bar giriş basıncında; 30,6°C giriş sıcaklığında hidrolik yağ kullanılması halinde bu valfdeki eş sıcaklık, eş basınç, eş hız eğrileri ve vektörel değişimler Şekil 2.4, 2.5, 2.6, 2.7 ve 2.8' de verilmiştir.

d\_phoe20 paket programı ile valfin iç yapısının simülasyonu için aşağıdaki kabuller ve yöntemler kullanılmıştır.

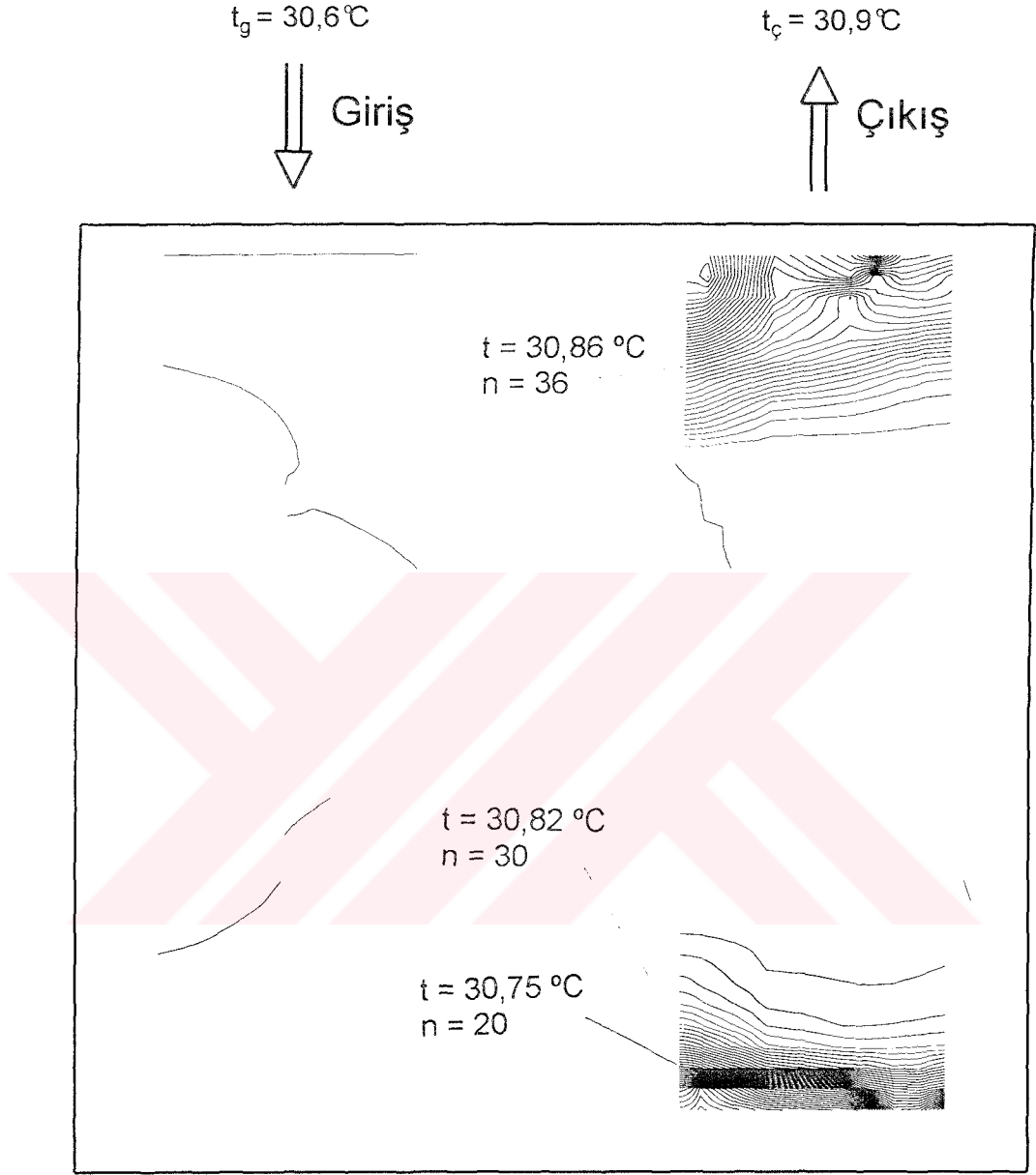
- akışkan sıkıştırılmaz,
- akış zamandan bağımsızdır,
- akış laminardır,
- akışkanın valfe giriş ve çıkış ortalama hızları birbirine eşittir,
- yüzeyi izleyen koordinat sistemi (BFC) kullanılmıştır,
- ortogonal olmayan  $8 \times 22 \times 60$  (x y z) çözüm ağı kullanılmıştır,
- eliptik Navier Stokes eşitlikleri ve sonlu hacimler tekniği yöntemi kullanılmıştır.



Şekil 2.2 : NG10 büyüklüğündeki mevcut NG10E(a) valfin d\_phoe20 paket programına tanımlanan modeli.



Şekil 2.3 : Çözüm ağı  $8 \times 20 \times 38$  (x y z)

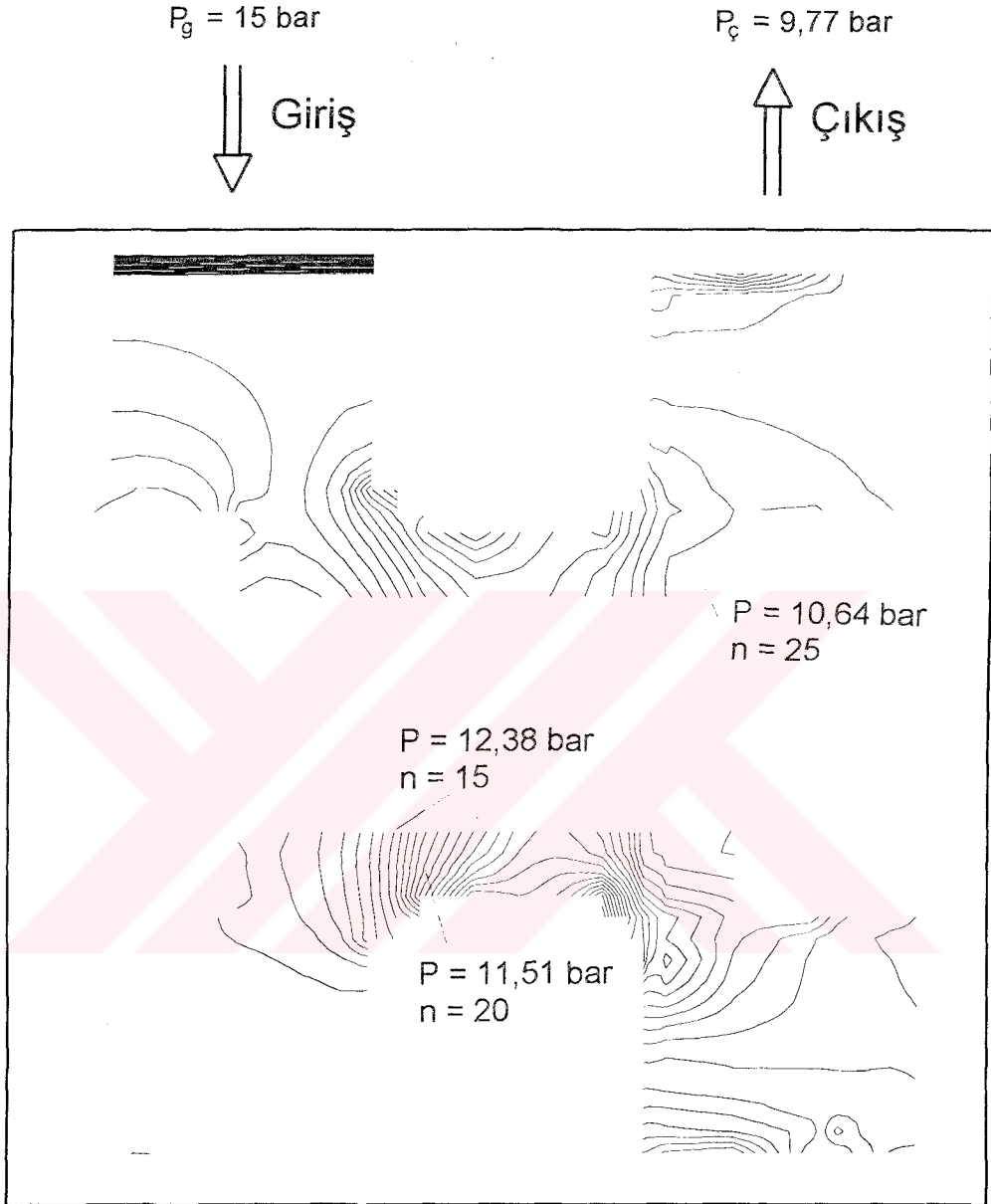


## GİRİŞ ŞARTLARI :

 $V = 20,6 \text{ lt/dak.}$  $t_{\text{ort}} = 18^\circ\text{C}$  $\Delta T = 0,30^\circ\text{C}$  $Q_{\text{üretim}} = 179 \text{ W}$  $t_g = 30,6^\circ\text{C}$  $P_g = 15 \text{ bar}$  $\Delta P = 5,23 \text{ bar}$ 

Kullanılan akışkan : Shell Tellus 46

Şekil 2.4 : d\_phoe20 paket programı kullanılarak NG10 büyüklüğündeki mevcut E(a) valfde 20,6 lt/dak.'lık debide oluşan eş sıcaklık dağılımı ( $n=40$ ,  $x=1$ ).



#### GİRİŞ ŞARTLARI :

$V = 20,6 \text{ lt/dak.}$

$t_{ort} = 18^{\circ}\text{C}$

$\Delta T = 0,30^{\circ}\text{C}$

$Q_{\text{üretim}} = 179 \text{ W}$

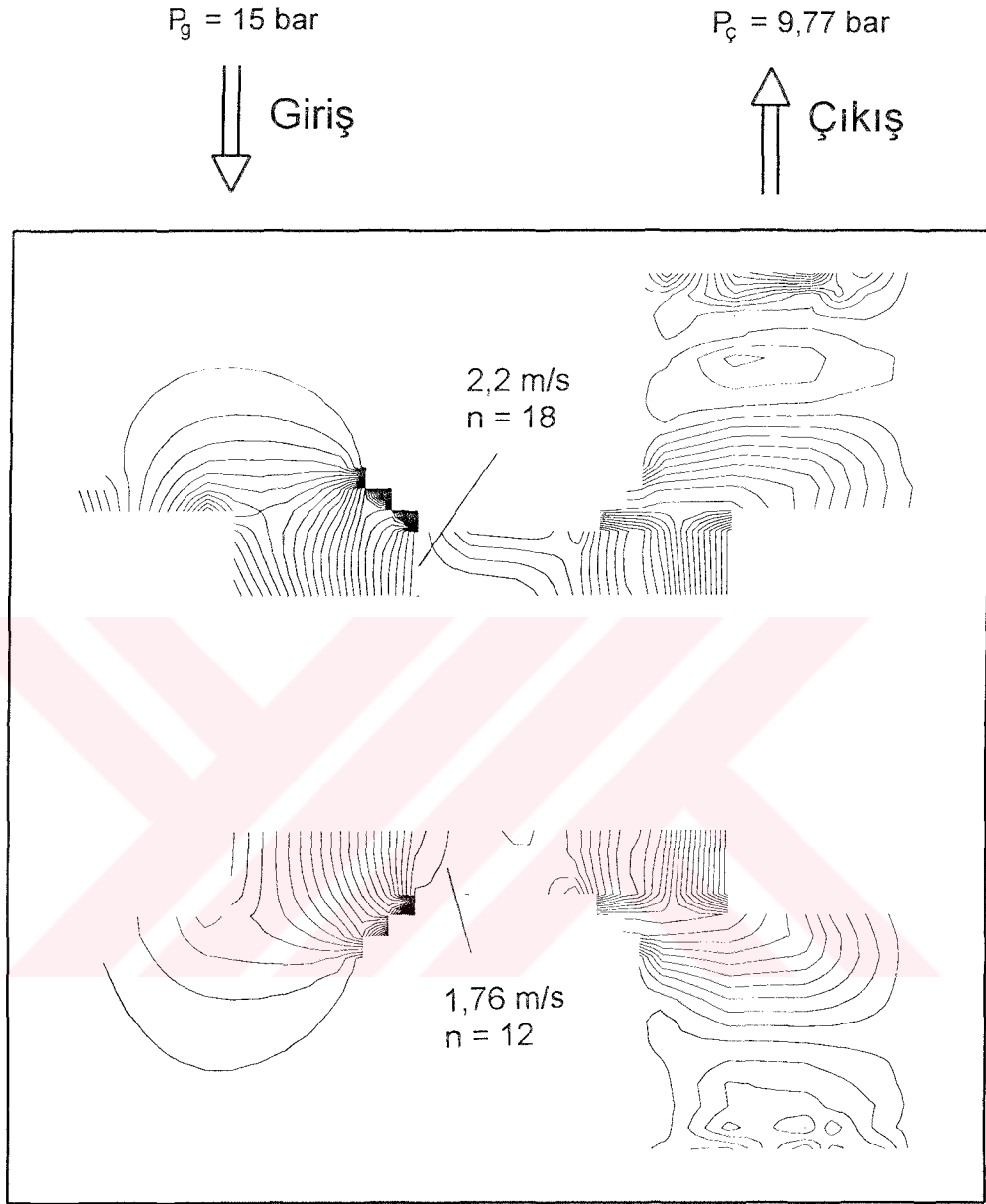
$t_g = 30,6^{\circ}\text{C}$

$P_g = 15 \text{ bar}$

$\Delta P = 5,23 \text{ bar}$

Kullanılan akışkan : Shell Tellus 46

Şekil 2.5 : d\_phoe20 paket programı kullanılarak NG10 büyüklüğündeki mevcut E(a) valfde 20,6 lt/dak.'lık debide oluşan eş basınç dağılımı ( $n=30$ ,  $\Delta P=0,17 \text{ bar}$ ,  $x=1$ ).



#### GİRİŞ ŞARTLARI :

$V = 20,6 \text{ lt/dak.}$

$t_{ort} = 18^{\circ}\text{C}$

$\Delta T = 0,30^{\circ}\text{C}$

$Q_{\text{üretim}} = 179 \text{ W}$

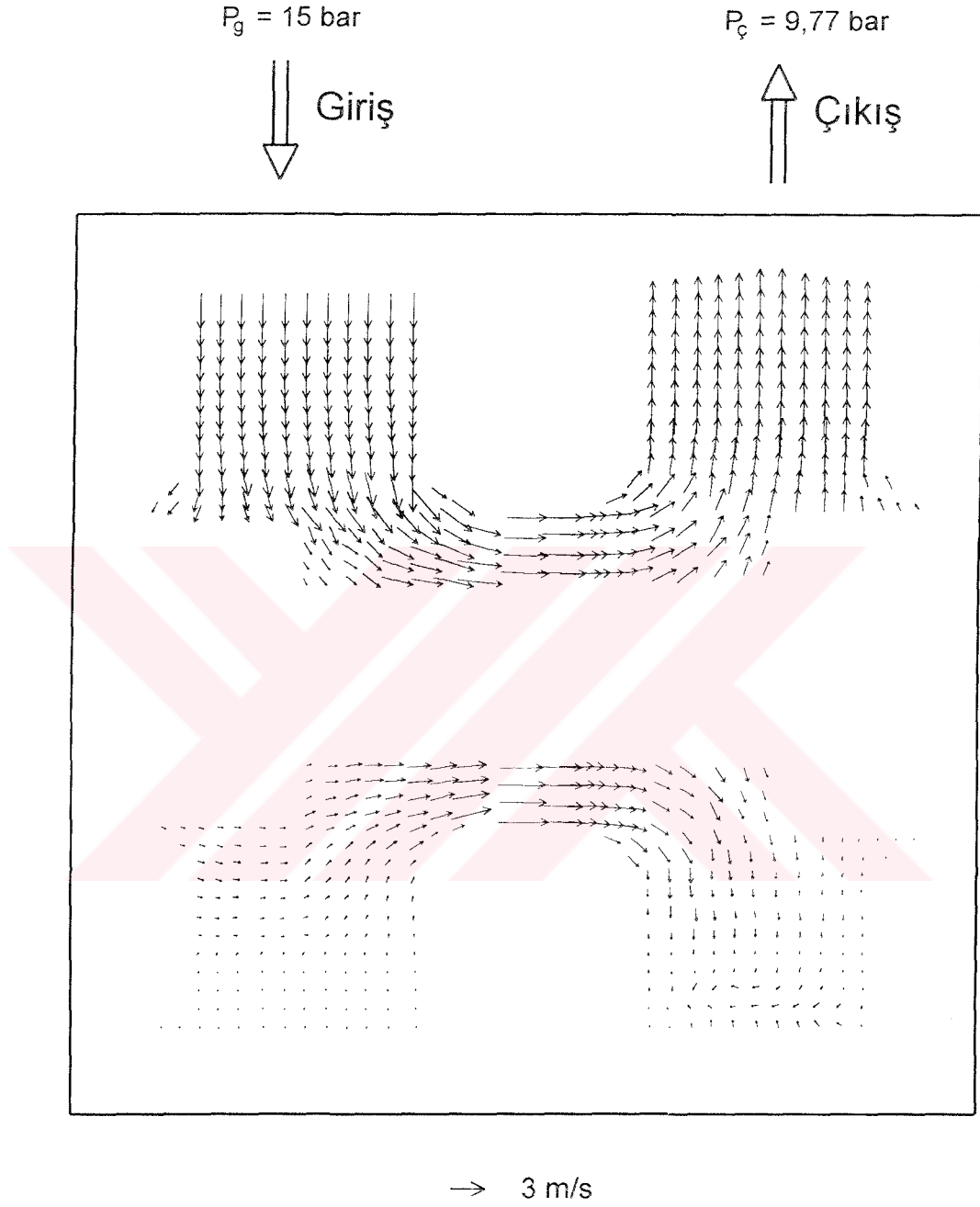
$t_g = 30,6^{\circ}\text{C}$

$P_g = 15 \text{ bar}$

$\Delta P = 5,23 \text{ bar}$

Kullanılan akışkan : Shell Tellus 46

Şekil 2.6 : d\_phoe20 paket programı kullanılarak NG10 büyüklüğündeki mevcut E(a) valfde 20,6 lt/dak.'lık debide oluşan eş hız dağılımı ( $n=30$ ,  $\Delta W=0,07 \text{ m/s}$ ,  $x=1$ ).



#### GİRİŞ ŞARTLARI :

$V = 20,6 \text{ lt/dak.}$

$t_{ort} = 18^{\circ}\text{C}$

$\Delta T = 0,30^{\circ}\text{C}$

$Q_{\text{üretim}} = 179 \text{ W}$

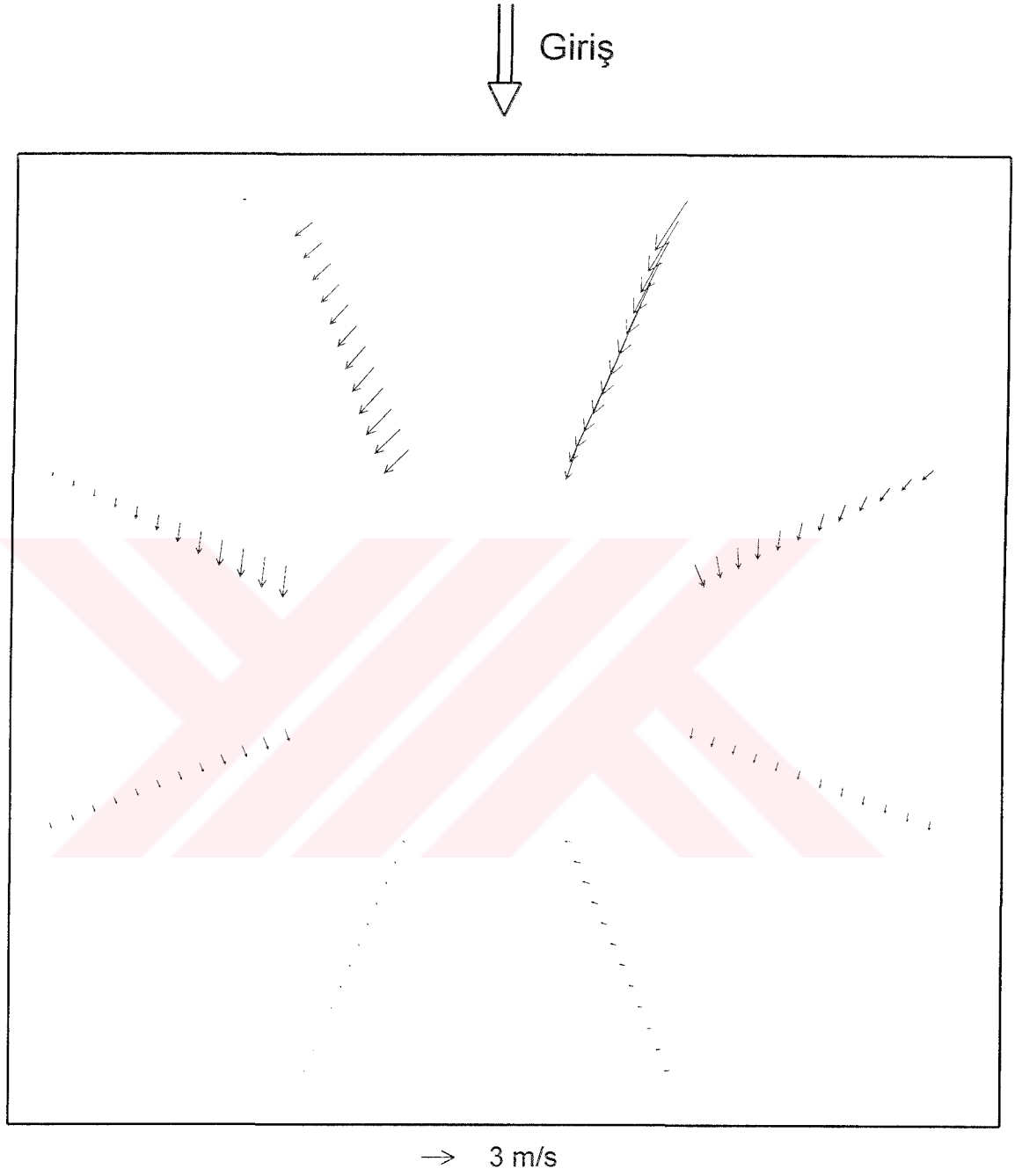
$t_g = 30,6^{\circ}\text{C}$

$P_g = 15 \text{ bar}$

$\Delta P = 5,23 \text{ bar}$

Kullanılan akışkan : Shell Tellus 46

Şekil 2.7 : d\_phoe20 paket programı kullanılarak NG10 büyüklüğündeki mevcut E(a) valfde 20,6 lt/dak.'lık debide oluşan vektörel değişimler (oxz eksen, x=1).



**GİRİŞ ŞARTLARI :**

$V = 20,6 \text{ lt/dak.}$

$t_{\text{ort}} = 18^\circ\text{C}$

$\Delta T = 0,30^\circ\text{C}$

$Q_{\text{üretim}} = 179 \text{ W}$

$t_g = 30,6^\circ\text{C}$

$P_g = 15 \text{ bar}$

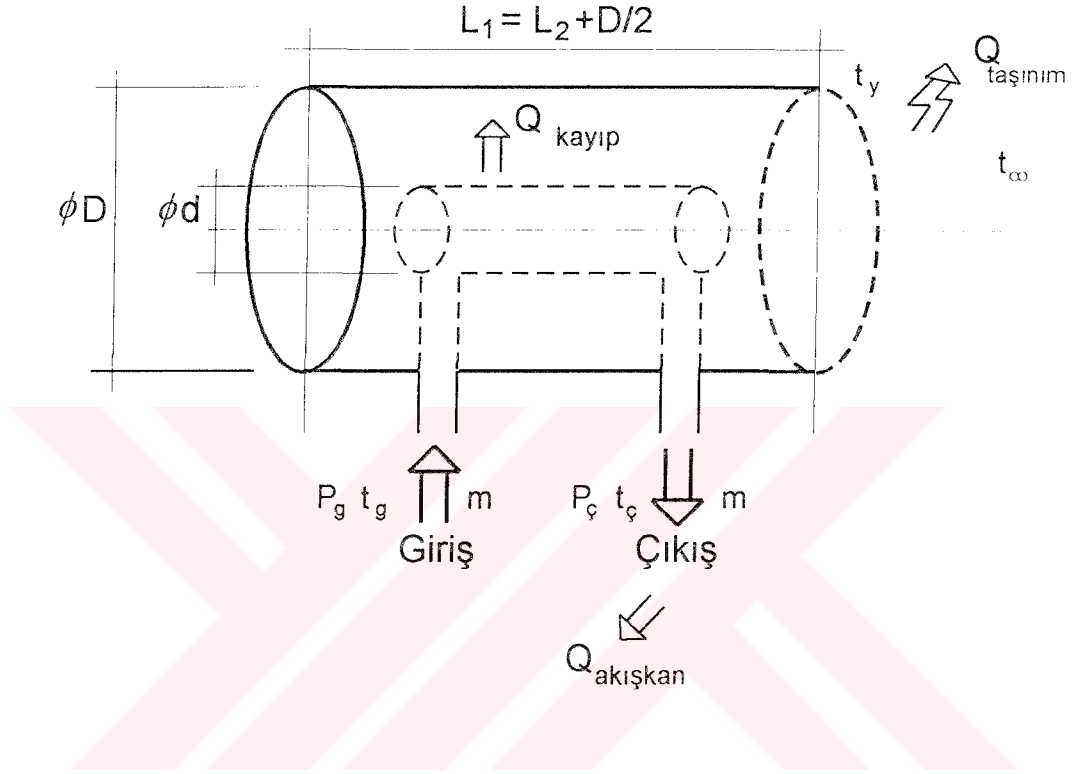
$\Delta P = 5,23 \text{ bar}$

Kullanılan akışkan : Shell Tellus 46

Şekil 2.8 : d\_phoe20 paket programı kullanılarak NG10 büyüklüğündeki mevcut E(a) valfde 20,6 lt/dak.'lık debide oluşan vektörel değişimler (oxy eksen,  $z=27$ ).



d\_phoe20 bilgisayar programı ile yapılan çözümde, olay adyabatik kabul edilerek sonuçlar elde edilmektedir. Sürekli rejimde valf cidarlarından ortama bir miktar ısı kaybı olduğundan, d\_phoe20 programı ile bulunan çıkış sıcaklığının düzeltilmesi gereklidir. Bu hesabın yapılabilmesi için valf, Şekil 2.9' de gösterildiği gibi silindirik bir geometri olarak basitleştirilmiştir.



Şekil 2.9 : Basitleştirilmiş valf geometrisi.

Sürgülü valfin geometrisi, silindirik bir kesit olarak alınmıştır. Burada,

$\phi d$  : Çekirdeğin çapı, m.

$\phi D$  : Valfin kabul edilen çapı, m.

$L_1$  : Valfin kabul edilen genişliği, m.

$L_2$  : Valfin gerçek genişliği, m.

$P_g$  : Akışkanın valfe giriş basıncı, Pa.

$P_\varphi$  : Akışkanın valfden çıkış basıncı, Pa.

$t_g$  : Akışkanın valfe giriş sıcaklığı, K.

$t_\varphi$  : Akışkanın valfden çıkış sıcaklığı, K.

$t_y$  : Valfin dış yüzey sıcaklığı, K.

$t_\infty$  : Valfin bulunduğu ortamın sıcaklığı, K.

$m$  : Valfin içinden geçen akışkan miktarı, kg/s.

olarak alınmıştır. Basitleştirilmesi yapılan geometride :

$$D = 2,5 d \quad (2.6)$$

$$L_1 = L_2 + D / 2 \quad (2.7)$$

olarak alınmıştır.

Valfin içinde üretilen ısı miktarı,

$$(U \cdot \nabla) (\rho c_p T) = \Phi_D + \psi_K + [\nabla \cdot \alpha \nabla (\rho c_p T)] - (\rho c_p T) (\nabla \cdot U) \quad (2.8)$$

şeklinde yazılabilen genel enerji denkleminde bulunabilir. Buradan, sıkıştırılmaz ve sürekli rejimde olduğu kabul edilen akışkanda üretilen ısı miktarı :

$\Phi_D$  = Dissipasyon enerjisi ( $\Phi_D = 0$ )

$\psi_K$  = Kayıp ısı (kayıplar nedeni ile ortaya çıkan ısı)

anlamlandırılır. Şekil 2.9' da verilen basitleştirilen valf geometrisine termodinamiğin birinci kanunu uygulanabilir. Açık bir sisteme giren akışkan kütlelerinin getirdiği enerji ile sistem çeperinden iletilen ısıların toplamının, sistemden çıkan akışkanın kütlelerinin götürdüğü enerji, çevreye karşı yapılan iş ve sistemin enerjisindeki değişimin toplamına eşittir. Termodinamiğin birinci kanunu,

$$\delta Q_{kh.} + (u_g + P_g v_g + v_g^2/2 + gz_g) dm_g = \delta W_{kh.} + (u_\varphi + P_\varphi v_\varphi + v_\varphi^2/2 + gz_\varphi) dm_\varphi + dE_{kh.} \quad (2.9)$$

şeklinde yazılabilir. Burada,

$\delta Q_{k.h.}$  : Sisteme iletilen ısı.

$\delta W_{k.h.}$  : Çevreye iletilen iş.

$dE_{k.h.}$  : Sistemin enerjisindeki artma.

anlamlarındadır. (2.9) ifadesi,

$$\delta Q_{k.h.} - \delta W_{k.h.} + (h_g + v_g^2/2 + gz_g)dm_g - (h_\varphi + v_\varphi^2/2 + gz_\varphi)dm_\varphi = dE_{k.h.} \quad (2.10)$$

şekilde yazılabilir. Şekil 2.9' da verilen yön denetim valfimizde bir giriş ve bir çıkış kanalı vardır,

$$m_g = m_\varphi = m \quad (2.11)$$

$$Q_{k.h.} - W_{k.h.} + [(h_g - h_\varphi) + (v_g^2 - v_\varphi^2)/2 + g(z_g - z_\varphi)] m = 0 \quad (2.12)$$

bulunur. Fakat bu eşitlik kayıpların bulunması için uygun değildir.

Bunun için  $w_{g\varphi}$  işi ile gözönüne alınan sistemin hacim değiştirme işi ile sistemin yüzeyine etki yapan teğetsel kuvvetlerin neden olduğu sürtünme işini ve sistemin bütün kinetik enerjisinin ve potansiyel enerjisinin değişmesine neden olan diğer dış kuvvetlerin işini içerecek şekilde,

$$w_{g\varphi} = q_{k.h.} + (u_g - u_\varphi) + (v_g^2 - v_\varphi^2)/2 + g(z_g - z_\varphi) \quad (2.13)$$

yazılabilir.

Dış kuvvetler tarafından yapılan işin negatif işaret taşımayacağı, sıkıştırıl\_ lamaz ve özgül hacmi sabit olan akışkan gözönünde tutularak,

$$-w_{k.h.} = v(P_\varphi - P_g) + |w_{Rg\varphi}| + (v_\varphi^2 - v_g^2)/2 + g(z_\varphi - z_g) \quad (2.14)$$

yazılabilir.

(2.12) eşitliği ve akışın adyabatik olduğu kabulü ile ( $u_g = u_{\phi}$ )

$$|W_{Rg\phi}| = -q_{k,h} \quad (2.15)$$

elde edilir. Böylece,

$$\psi_K = V \Delta P \quad (2.16)$$

ifadesi ile kayıp ısı miktarı bulunabilir. Akışkanın valfe giriş ve çıkış hızları eşit, potansiyel enerji değişimi olmadığı kabul edilmiştir. Burada,

$\psi_K = Q_{kayıp}$  : Kayıp ısı miktarı, W.

$V$  : Akışkan debisi,  $m^3/s$ .

$\Delta P = P_g - P_{\phi}$  : Valfin içindeki toplam yük kaybı, Pa.

anlamlandırılır.

Valfin içindeki basınç kaybının tamamı ısıya dönüşmektedir. Kayıp ısı, akışkan ve valfin gövdesi tarafından alınmaktadır.

$$Q_{kayıp} = Q_{akışkan} + Q_{taşınım} \quad (2.17)$$

$Q_{akışkan}$  : Akışkan tarafından alınan ısı, W.

$Q_{taşınım}$  : Valfin gövdesi tarafından alınan ısı, W.

Akışkan tarafından alınan ısı, aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$Q_{akışkan} = m c \Delta t \quad (2.18)$$

Bu bağıntıda,

$m$  : Valfin içinden geçen akışkan miktarı, kg/s.

$c$  : Akışkanın özgül ısısı, J/kgK.

$\Delta t = t_{\phi} - t_g$  : Akışkanın giriş ve çıkış sıcaklıkları arasındaki fark, K.

$t_{\phi}$  : Akışkanın çıkış sıcaklığı, K.

$t_g$  : Akışkanın giriş sıcaklığı, K.

anlamlarındadır.

Valfin gövdesi tarafından alınan ısı, ışıınım ihmal edilirse ortama doğal taşı\_nım ile verilir. Bu ısı miktarı aşağıdaki şekilde yazılabilir [17].

$$Q_{\text{taşınım}} = K_{\text{ort}} A_{\text{valf}} \Delta t_o \quad (2.19)$$

Bu bağıntıda,

$K_{\text{ort}}$  : Toplam ısı geçiş katsayısı,  $W/m^2K$ .

$A_{\text{valf}}$  : Valfin dış yüzeyi,  $m^2$ .

$\Delta t_o = t_{\infty} - t_y$  : Yüzey ile ortam arasındaki sıcaklık farkı, K.

olarak alınmıştır.

$K_{\text{ort}}$ , toplam ısı geçiş katsayısı aşağıdaki şekildedir.

$$K_{\text{ort}} = 2 \pi / [ (1 / (r_1 h_1)) + (1 / k) \ln(r_2 / r_1) + (1 / (r_2 h_2)) ] \quad (2.20)$$

Bu bağıntıda,

$h_1$  : Valfin içindeki akışkan ile gövde arasındaki ısı taşınım katsayısı,  $W/m^2K$ .

$h_2$  : Valfin bulunduğu ortam ile valfin gövdesi arasındaki doğal taşınım katsayısı,  $W/m^2K$ .

$k$  : Valf gövdesinin ısı iletim katsayısı,  $W/mK$ .

$r_1$  : Çekirdeğin yarı çapı, m.

$r_2$  : Valfin yarı çapı, m.

anlamlarındadır.

Valfin içindeki  $h_1$  ısı taşınım katsayısı :

$$Nu = (0,35 + 0,56 Re^{0,52}) Pr^{0,3}, \quad 10^{-1} < Re < 10^5 \quad (2.21)$$

ifadesinden bulunabilir [17].

Valfin gövdesi ile ortam arasındaki  $h_2$  ısı taşınım katsayısı :

$Ra = (g\beta\Delta t d^3/\nu^2)(\nu/\alpha)$  Rayleigh sayısı olmak üzere,

$$Nu = f(Ra) \quad (2.22)$$

bağıntısından bulunabilir.

Bu bağıntıda, doğal taşınım ile ısı kaybeden silindirik yapıdaki bir geometrik yapı için :

$$Nu = 0,53 Ra^{1/4}, \quad 10^4 < Ra < 10^9 \quad (2.23)$$

şeklindedir [17].

(2.10) ifadesinden,

$$V \Delta P = m c (t_{\varphi} - t_g) + K_{ort} A_{valf} (t_y - t_{\infty}) \quad (2.24)$$

veya,

$$t_{\varphi} = [1/(mc)] [V \Delta P - [2\pi/((1/(r_1 h_1)) + (1/k) \ln(r_2/r_1) + (1/(r_2 h_2))) ] L_1 \pi D \Delta t_0] + t_g \quad (2.25)$$

ifadesi ile  $t_{\text{ç}}$  çıkış sıcaklığı bulunur.  $t_{\text{ç}}$  sıcaklığı d\_phoe20 bilgisayar programı ile bulunan  $t_{\text{ç}}'$  sıcaklığından küçüktür.  $t_{\text{ç}}'$  sıcaklığı d\_phoe20 tarafından, olay adyabatik kabul edilerek çözüldüğü için  $t_{\text{ç}}' > t_{\text{ç}}$  dir.

d\_phoe20 bilgisayar programı ile NG10 büyüklüğündeki kapalı merkez NG10E(a) valf için çözümler yapılmıştır. Valfin dış yüzeyinden doğal taşıma ile kaybedilen ısı miktarı, valfin içinde üretilen ısı miktarının yaklaşık %1 kadardır. Olayı adyabatik kabul etmenin sonuçlara çok az etkisi olması nedeniyle, teorik incelemede olay adyabatik olarak gözönüne alınmıştır.



## BÖLÜM 3

### DENEY TESİSATI

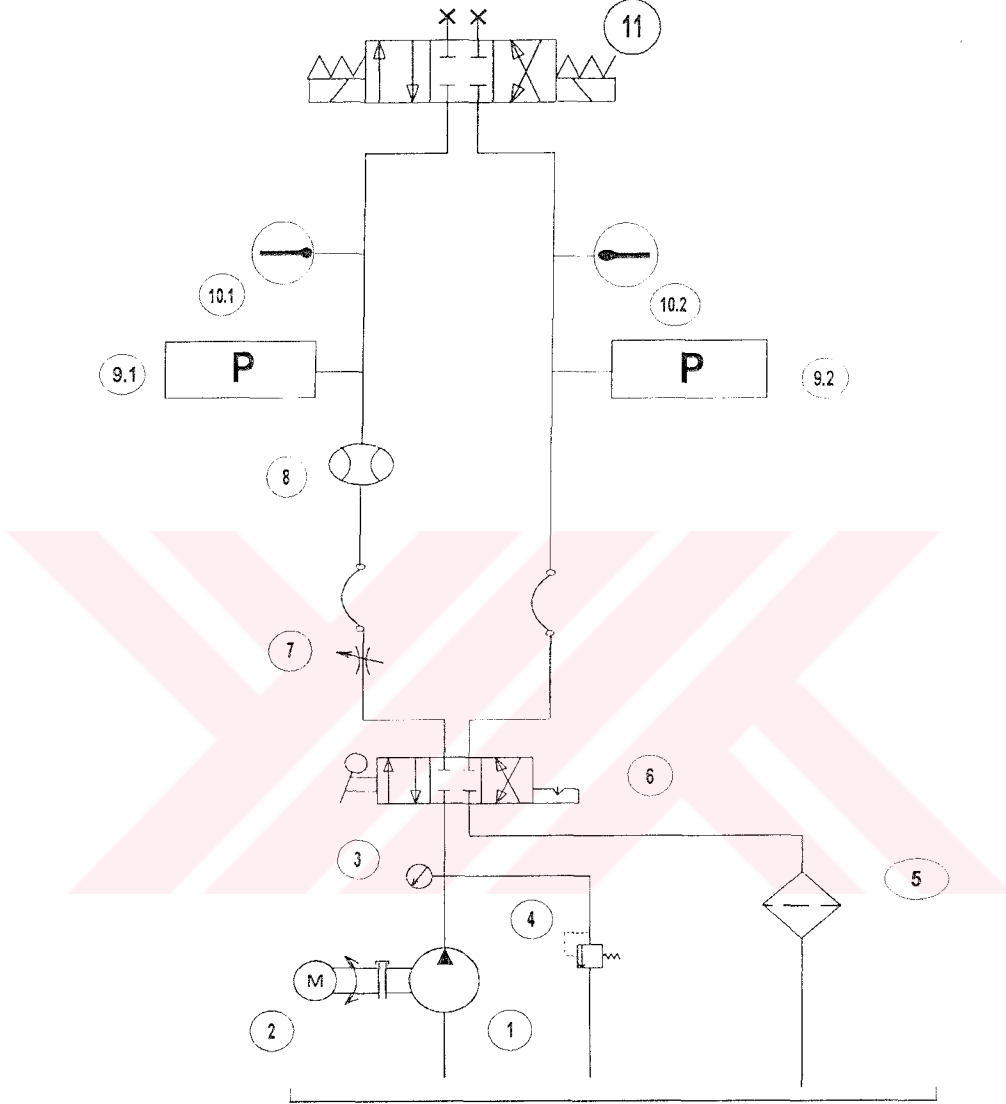
#### 3.1 Genel

Sürgülü yön denetim valflerindeki yük kaybı ve oluşan ısı miktarını bulmak için bir seri deneyler yapılmıştır. Bunun için endüstriyel uygulaması çok fazla olan NG6 ve NG10 büyüklüğündeki valfler seçilmiştir. Valflerin içinden öze\_likleri Ek J' da verilen mineral esaslı hidrolik yağ geçirilerek, valflerde yük kaybı ve sıcaklık artışı sağlanmıştır. Yağın debisi, giriş çıkış basıncı ve sı\_caklığı hassas bir şekilde, bilgisayara bağlı analog - dijital ve aynı zamanda dijital - analog olarak da çalışan, bu çalışma için özel olarak tasarlanmış, elektronik bir kart ile bilgisayara bağlı olarak ölçülmüştür.

Sürgülü yön denetim valflerinin girişinde, istenilen debi ve basıncı sağlaya\_bilmek için hidrolik ünite kullanılmıştır. Bu ünitenin sağlayabildiği debi mik\_tarı 0...24 lt/dak., basınç ise 0...34 bar.' dır. Hidrolik ünite 16cm<sup>3</sup>/dev. (24 lt/dak.)' lık dişli pompa kullanılmıştır. Dişli pompa 1,1kW gücünde monofaze elektrik motoru ile tahrik edilmiştir. Çıkış debisini sabit tutmak ve değişik debilerde deney yapabilmek için hat tipi hız ayar valfi, basıncı sabit tutmak için ise emniyet valfi kullanılmıştır. Hidrolik ünitenin basınç hattına kol ku\_mandalı yön denetim valfi koyularak, hidrolik yağın istenildiği zaman deney tesisatına, gönderilmesi sağlanmıştır. Hidrolik ünitenin çıkışına gliserinli tip manometre eklenerek basıncın sürekli olarak izlenmesi sağlanmıştır.

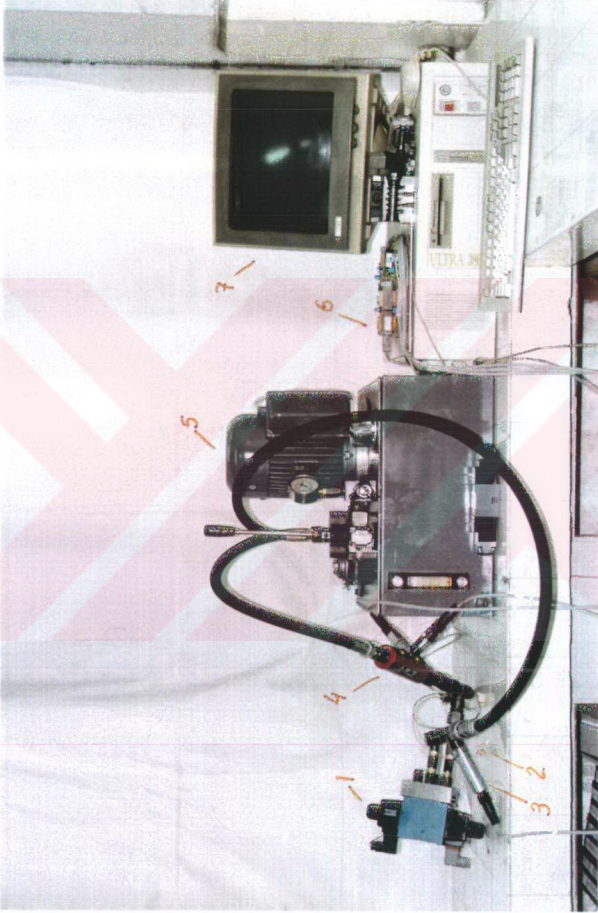


Deney tesisatında kullanılan hidrolik ünitenin devre şeması Şekil 3.1' de, deney tesisatının şeması ve fotoğrafı Şekil 3.2 ve 3.3' de, deneylerde kullanılan valflerin ve sürgülerin fotoğrafı ise Şekil 3.4 ve 3.5' de verilmiştir.



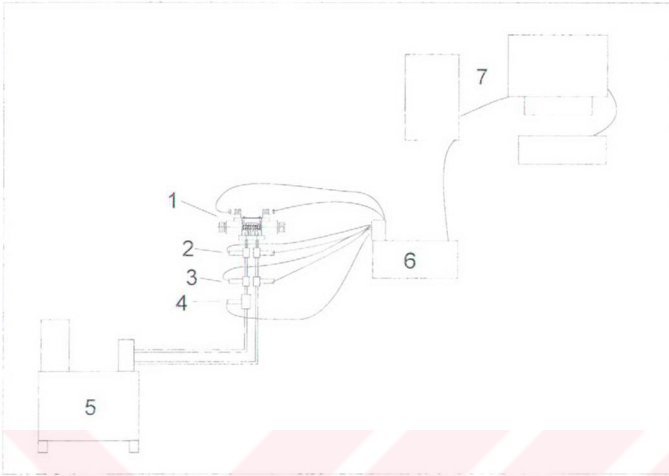
- |                       |                                               |
|-----------------------|-----------------------------------------------|
| 1. Dişli pompa        | 7. Kısma valfi                                |
| 2. Elektrik motoru    | 8. Türbinli tip debi ölçer                    |
| 3. Manometre          | 9. Piyezometrik basınç ölçer                  |
| 4. Emniyet valfi      | 10. Sıcaklık ölçer                            |
| 5. Dönüş filtresi     | 11. Deney parçası (sürgülü yön denetim valfi) |
| 6. Kol kumandalı valf |                                               |

Şekil 3.1 : Hidrolik ünitenin devre şeması.



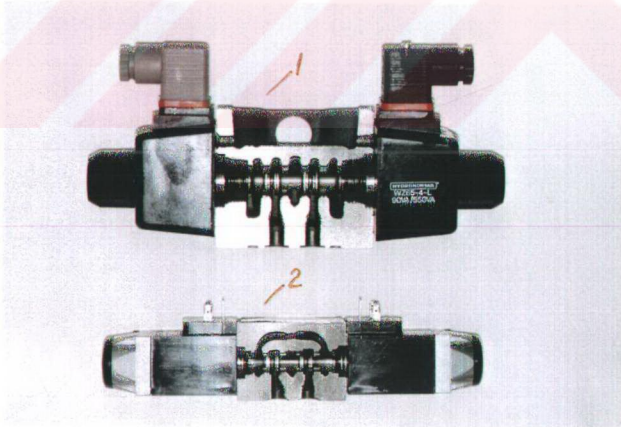
1. Deney parçası
2. Sıcaklık ölçer
3. Piyezometrik basınç ölçer
4. Türbinli tip debi ölçer
5. Hidrolik ünite
6. Dijital analog çevirici
7. Bilgisayar

Sekil 3.2 : Deney tesisatının fotoğrafı



- |                                  |                                              |
|----------------------------------|----------------------------------------------|
| 1. Deney parçası                 | 5. Hidrolik ünite                            |
| 2. Sıcaklık ölçer                | 6. Dijital - analog çevirici elektronik kart |
| 3. Piyezometrik tip basınç ölçer | 7. Bilgisayar                                |
| 4. Türbinli tip debi ölçer       |                                              |

Şekil 3.3 : Deney tesisatının şeması



- |               |              |
|---------------|--------------|
| 1. NG10E valf | 2. NG6E valf |
|---------------|--------------|

Şekil 3.4 : Deneylerde kullanılan valfler.



1. NG10Q sürgüsü
3. NG10D sürgüsü
5. NG6Q sürgüsü
7. NG6E sürgüsü
9. NG6M sürgüsü

2. NG10E sürgüsü
4. NG10M sürgüsü
6. NG6J sürgüsü
8. NG6D sürgüsü

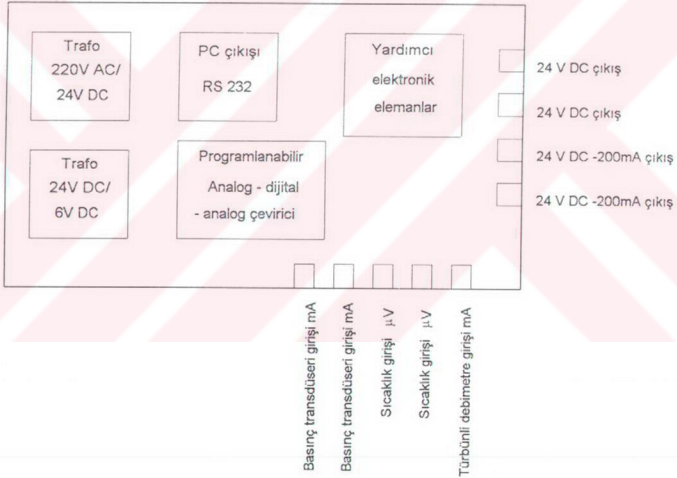
Şekil 3.5 : Deneylerde kullanılan NG10 ve NG6 büyüklüğündeki valf sürgüleri.

### 3.2 Dijital - Analog Çevirici Elektronik Kart :

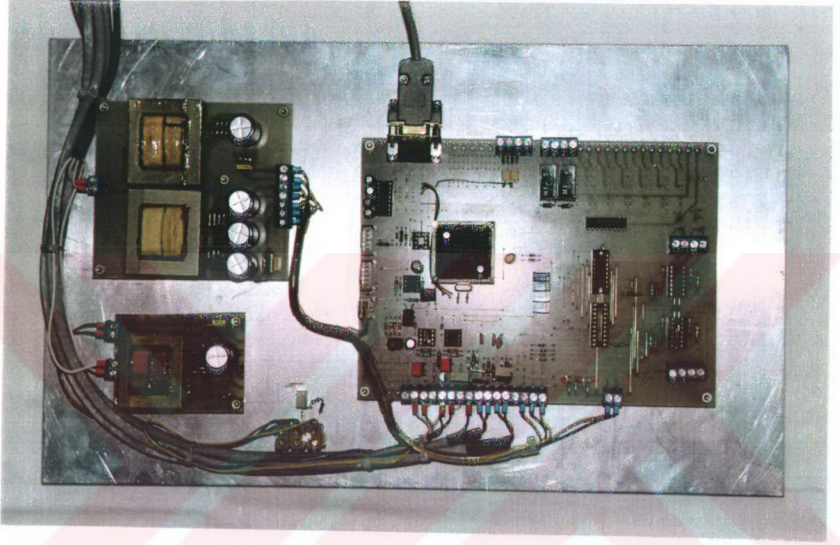
Deneyler sırasında ölçüm değerlerinin bilgisayardan okunabilmesi için, 80386 işlemcili bilgisayarın RS232 çıkışından faydalanılmıştır. Bunun için ölçüm aletleri ile bilgisayar arasına analog-dijital çevirici bir elektronik kart yapılmıştır. Bu kart aynı zamanda dijital-analog çevirici olarak da kullanılabilir. Elektronik kartın prensip şeması Şekil 3.6' da verilmiştir. Bu sayede valfdeki, hidrolik açısından önemli olan basınç, debi ve sıcaklık değerleri bilgisayar ekranından devamlı okunabilmektedir. Özel olarak geliştirilen bilgisayar programı sayesinde, ekrandan hidrolik valfe giriş ve çıkış basınç değerleri; sıcaklık değerleri ve valfe giden akışkanın miktarı okunabilmektedir. Aynı zamanda yukarıda verilen değerlerin grafik olarak zamana bağlı değişimi de izlenmiştir. Bütün bu bilgi okuma işlemleri C programlama

dilinde yazılan bilgisayar programı sayesinde gerçekleştirilmiştir [18]. Bilgisayar programları EK B ve C' de verilmiştir.

Yazılan bilgisayar programı, aynı zamanda günümüzde kullanımı her geçen gün daha çok artan oransal valfler de göz önünde tutularak, analog çıkış olarak bu tür valfleri de kontrol edecek şekilde dört adet çıkışlı tasarlanmıştır. Örneğin, oransal basınç emniyet ve hız ayar valflerini aynı anda kontrol ederek, basınç ve debiyi aynı anda kontrol altında tutmak mümkündür. Hidrolik kumandalı, her türlü robot hareketini yapabilecek makineler de bu kart ile kontrol edilebilir (Şekil 3.7).



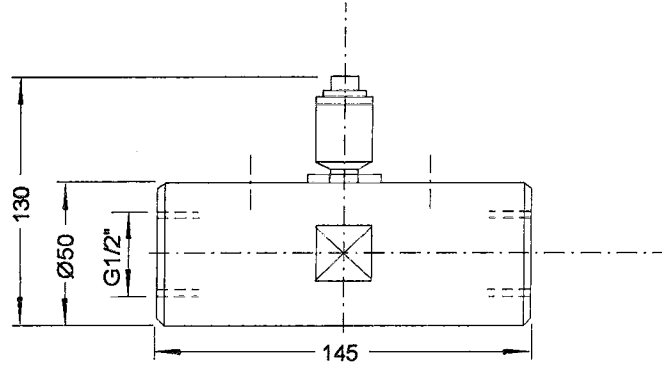
Şekil 3.6 : Elektronik kartın prensip şeması.



Şekil 3.7 : Analog - dijital çevirici elektronik kart.

### 3.3 Debi Ölçer

Hidrolik yağın debisi, alüminyum gövdeli, debi ölçme aralığı 3...60lt/dak., çalışma basınç aralığı 0-600 bar, %  $\pm 1$  hassasiyete sahip türbinli tip, debimetre ile ölçülmüştür. Hydac marka EVS 3000-1 kodlu debimetrenin çıkış, sinyal aralığı 4...20 mA dir.

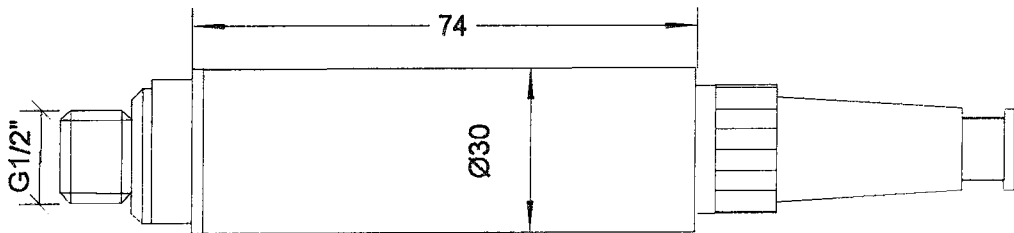


Şekil 3.8 : Türbinli tip debimetre (EVS 3000-1).

Kullanılan debimetrenin, geçirdiği debi miktarına bağlı olarak yaptığı ölçüm hatası, deney sonuçlarında düzeltilerek verilmiştir.

### 3.4 Basınç Ölçer:

Hidrolik valflerin giriş ve çıkışlarındaki basınçları ölçmek için piyezometrik tip basınç transdüserleri kullanılmıştır. Bu transdüserler endüstriyel ve labo\_ratuvar için yeterli hassasiyete sahiptir. Kullanılan basınç ölçerin tipi Hydac marka HDA 3112-2-050-00 dir. Piyezometrik basınç ölçerlerin hassasiyeti  $\pm 0,5\%$ , çıkış değer aralığı 4-20 mA. En yüksek basınç okuma değeri 50 bar' dır. Bu tip basınç transdüserlerinde, basınç ölçmesi silikon hücre ile ya\_pılmakta ve basınçla bu hücrenin elektrik geçirgenliği değişmektedir.



Şekil 3.9 : Piyazometrik tip basınç ölçer (HDA 3112-2-050-00).



### 3.5 Sıcaklık Ölçer:

Hidrolik valflerin giriş ve çıkış sıcaklıklarını ölçmek için Demir-Konstantan tipi termoeleman çiftleri kullanılmıştır. Sıcaklık değişimi sürekli olarak bilgisayara kaydedilmiştir; bilgisayar ekranından ve termometrenin kendi göstergesinde de takip edilmiştir. Kullanılan termo elemanların sıcaklık ölçme hassasiyeti, ölçümlerin yapıldığı sıcaklık aralığında  $\pm 0,3^\circ$  dir. Sistemde kullanılan termoelemanlar  $0,01^\circ\text{C}$  hassasiyetli sertifikalı termometreler ile kalibre edilmiştir.

### 3.6 Deneylerde Kullanılan Valfler:

Deneylerde kullanılan yön denetim valfleri, endüstride kullanılan valflerin sayıca %85' ni oluşturan NG6 ve NG10 büyüklüğündeki valflerdir. EK D ve E' de bu valfler gösterilmiştir. Çeşitli endüstriyel kataloglarda bu tür valflerin seçiminin nasıl yapılacağı belirtilmiştir. Genelde uygulanan yöntem ise valfin kullanılan pozisyonuna göre toplam olarak valfde 3...4 barlık yük kaybına izin verilecek şekilde seçimin yapılmasıdır. Uygulamada NG6' lık bir valfden 20 lt/dak; NG10' luk bir valfden ise 40 lt/dak.' lık hidrolik yağın en fazla geçmesine izin verilir.

Sunulan bu çalışmada yapılan deneylerde kullanılan NG6 ve NG10 valflerden en fazla 24 lt/dak. debi geçirilmiştir. Deneyler iki ana gruba bölünmüştür. Birinci grupta endüstride kullanılan valf sürgüleri; ikinci grupta ise geometri değişikliği yapılan valf sürgüleri kullanılmıştır. Uygulamada sadece NG6J valfinde bulunan geometri değişikliği diğer NG6 ve NG10 büyüklüğündeki valflere de uygulanmıştır. Mevcut NG6J valfindeki bu değişiklik, valf sürgülerinin faturaların karşılıklı iç yüzeylerindedir. Kesik koni şeklindeki girintinin düşeyle yaptığı açı  $21^\circ$  dir. NG6J valfindeki girinti miktarı 0,8mm' dir. Bu değişiklik diğer NG6 valflerinde uygulanmıştır. NG10 valflerde ise girintinin miktarı çap ile orantılı olarak %50 arttırılarak 1,2mm



olarak uygulanmıştır. Geometrik değişiklik, sadece valf çekirdeklerindeki faturaların karşılıklı iç yüzeylerinde yapılmıştır.

#### 1. GRUP VALFLER (NG6 ve NG10 valfler 220V AC bobinli)

NG6 büyüklüğündeki valflerde D, E, G, H, J, M, Q, W merkez valf sürgüleri kullanılmıştır (EK F' da ölçüleri verilmiştir).

NG10 büyüklüğündeki valflerde D, E, G, H, J, M, Q merkez valf sürgüleri kullanılmıştır (EK H' de ölçüleri verilmiştir).

#### 2. GRUP VALFLER (NG6 ve NG10 valfler 220V AC bobinli)

NG6 büyüklüğündeki valflerde D, E, Q merkez valf sürgüleri kullanılmıştır (EK G' de ölçüleri verilmiştir).

NG10 büyüklüğündeki valflerde D, E, J merkez valf sürgüleri kullanılmıştır (EK I' de ölçüleri verilmiştir).

### 3.7 Deneylerin Yapılış Şekli

Deneylerde, hidrolik valflerin P hattından basınçlı yağ verilmiştir. P hattındaki basınçlı yağ, valfin a veya b bobininin enerjilendirilmesi ile valfin A veya B hattından tekrar tanka geri döndürülmüştür.

P hattındaki yağın basıncı, debisi ve sıcaklığı ölçülmüştür. A veya B hattından hangisi kullanılıyor ise, o hattın basıncı ve sıcaklığı ölçülmüştür. Eğer P' den A' ya akış var ise B ve T hatları; P' den B' ye akış var ise A ve T hatları; P' den T' ye akış var ise A ve B hatları körlenmiştir.

NG6' lık ve NG10' luk valfler kendi yapı büyüklüklerine uygun pleytlere bağlanmışlardır. Pleytlerde akışkanın geçtiği hatlara, sıcaklık ölçmek amacıyla akışkan hattına dik kanallar açılmıştır.

Deneylerde NG6 valfler deney standına bağlanıp D, E, H, J, Q, W, merkez valfler için, valfin a veya b bobinine elektrik verilip P' den A' ya ve T' den B' ye olan akış durumlarında ölçümler yapılmıştır. Sadece G merkez valf için, valfin a bobinine elektrik verilip P' den B' ye ve T' den A' ya olan akış; valfin b bobinine elektrik verilip P' den A' ya ve T' den B' ya olan akış vardır.

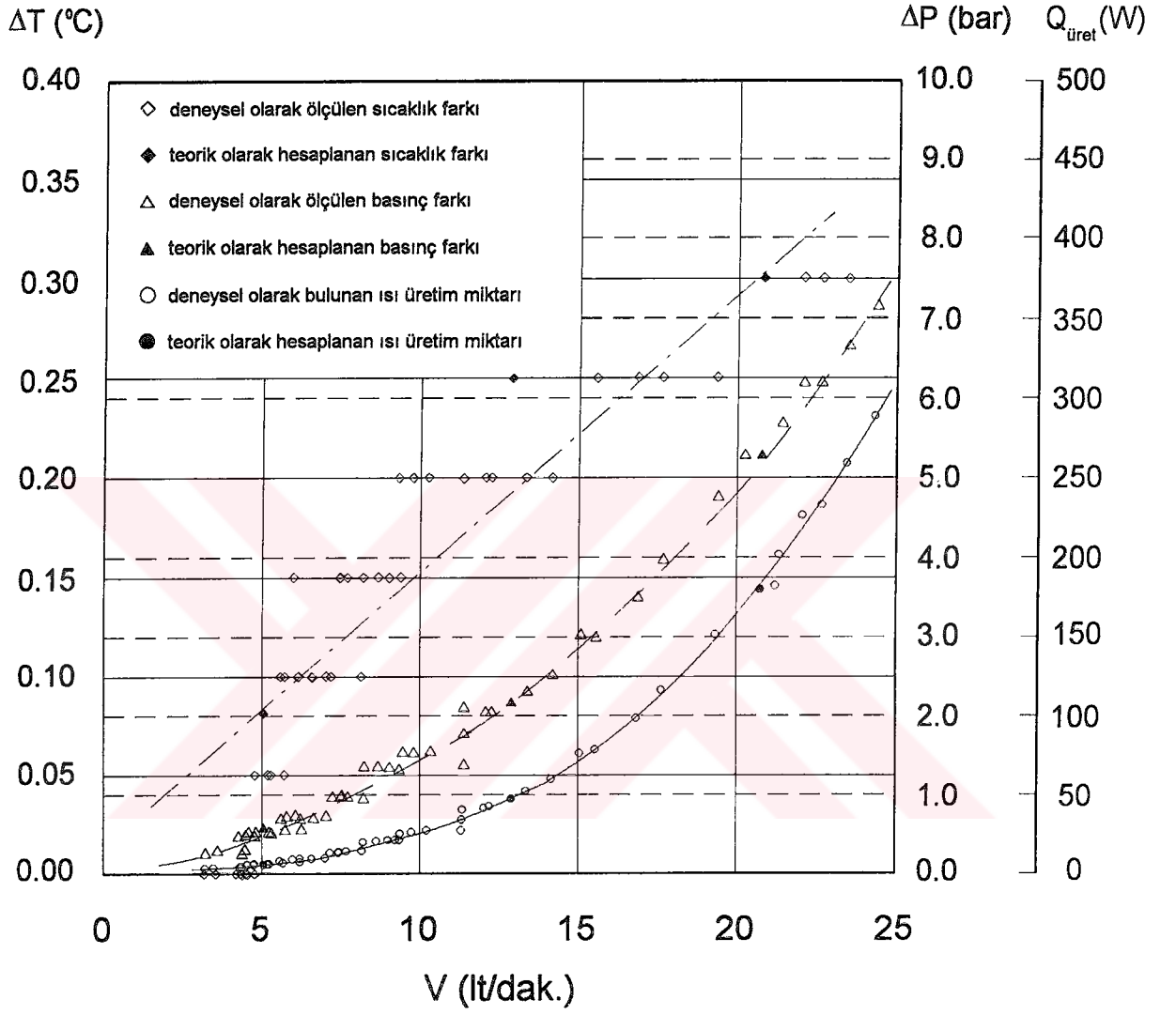
Aynı tür deneyler NG10 valfler ile D, E, H, J, Q merkez valfler için de yapılmıştır. G merkez valfdeki akışın yönü aynen NG6 valfde olduğu gibidir.

Ayrıca, tarafımızdan yapılan geometri değişiklikleri ile tadil edilen NG6 büyüklüğündeki valflerden D, E, Q merkez; NG10 büyüklüğündeki D, E, J, merkez valflerde de aynı deneyler tekrar edilmiştir. Geometri değişikliklerinin etkisi araştırılmıştır.

Yapılan bütün ölçüm sonuçları EK K, L, M, N' de tablolar halinde; EK O' da ise NG10E valf için yük kaybı, sonucu karakterize eden fonksiyon olarak verilmiştir.

### **3.8 Deney Sonuçlarının Teorik Sonuçlar ile Karşılaştırılması**

Mevcut ve geometri değişikliği yapılan valflerde, d\_phoe20 bilgisayar programı oldukça iyi sonuçlar vermiştir. Şekil 3.10' da NG10E(a) mevcut valfde elde edilen deneysel ve teorik sonuçların karşılaştırılması verilmiştir. Mevcut NG10E(a) valfinde elde edilen teorik ve deneysel sonuçların karşılaştırılması Tablo 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.10 : NG10E(a) valfde deneysel ve teorik sonuçların karşılaştırılması.

Tablo 3.1 : NG10E(a) valfindeki teorik ve deneysel sonuçların karşılaştırılması.

## a) Teorik sonuçlar

| V<br>lt/dak | P <sub>g</sub><br>bar | t <sub>g</sub><br>°C | P <sub>ç</sub><br>bar | t <sub>ç</sub><br>°C | ΔP<br>bar | Δt<br>°C | Q <sub>kayıp</sub><br>W |
|-------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------|----------|-------------------------|
| 5,06        | 15                    | 30,6                 | 14,51                 | 30,68                | 0,49      | 0,08     | 4,1                     |
| 12,10       | 15                    | 30,6                 | 12,96                 | 30,85                | 2,04      | 0,25     | 41,1                    |
| 20,60       | 15                    | 30,6                 | 9,77                  | 30,90                | 5,23      | 0,30     | 179,6                   |

## b) Deneysel sonuçlar

| V<br>lt/dak | P <sub>g</sub><br>bar | t <sub>g</sub><br>°C | P <sub>ç</sub><br>bar | t <sub>ç</sub><br>°C | ΔP<br>bar | Δt<br>°C | Q <sub>kayıp</sub><br>W |
|-------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------|----------|-------------------------|
| 5,06        | 15                    | 30,6                 | 14,53                 | 30,65                | 0,47      | 0,05     | 3,9                     |
| 12,10       | 15                    | 30,6                 | 13,00                 | 30,80                | 2,00      | 0,20     | 40,3                    |
| 20,60       | 15                    | 30,6                 | 9,79                  | 30,85                | 5,21      | 0,25     | 178,9                   |

NG10E(a) tipi bir valfde teorik ve deneysel sonuçlar arasında, maksimum olarak ΔP basınç kaybında %4, Q<sub>kayıp</sub> ısı miktarları arasında %5 kadar fark gözlenmiştir.

Analizi yapılan diğer valflerde de teorik ve deneysel sonuçlar arasındaki farklar, verilen bu yüzdelerden fazla olmadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle deneysel ve teorik bulgular arasındaki uyum oldukça iyidir.

### 3.9 Hata Analizi

Ölçme hatalarını en aza indirebilmek için elde edilebilen en hassas aletler ile ölçme yapmaya çalışılmıştır. Fakat ölçümlerde belli bir hassasiyetin altında, daha hassas ölçümler yapmak oldukça pahalıdır.

Deneylerde, çok küçük ihtimalle dahi olsa, ölçme aletlerinin hassasiyet ve hata oranları nedeniyle gerçekleşmiş olabilecek azami hataların hesabını sağlayan yöntem kullanılmıştır [19]. McClintock ise kullanımı basit olan

belirsizlik (uncertainty analysis) yöntemini vermiştir [20]. Bu yöntemle göre hesaplarda kullanılan kayıp ısı ve akışkanın aldığı ısı miktarları için hata oranları ayrı ayrı bulunur ise,

$$Q_{kay} = \Delta P \cdot m / \rho \quad (3.1)$$

şeklinde hesaplanabilir. Hata oranı ise,

$$\omega_{Q_{kay}} = [((\partial(Q_{kay})/\partial\Delta P)\omega_{\Delta P})^2 + ((\partial(Q_{kay})/\partial m)\omega_m)^2 + ((\partial(Q_{kay})/\partial\rho)\omega_\rho)^2]^{1/2} \quad (3.2)$$

şeklindedir. Yukarıda formülü verilen 3.2 ifadesindeki,

$$\partial(Q_{kay}) / \partial\Delta P = m / \rho \quad (3.3)$$

$$\partial(Q_{kay}) / \partial m = \Delta P / \rho \quad (3.4)$$

$$\partial(Q_{kay}) / \partial\rho = -\Delta P \cdot m \cdot \rho^{-2} \quad (3.5)$$

şeklindedir. Bu ifadeler 3.2 formülünde yerine koyulur ise,

$$\omega_{Qa} = [((m / \rho) \omega_{\Delta P})^2 + ((\Delta P / \rho) \omega_m)^2 + ((-\Delta P \cdot m \cdot \rho^{-2}) \omega_\rho)^2]^{1/2} \quad (3.6)$$

bağıntısı ile hata oranı bulunmuş olur.

Sunulan çalışmada hassasiyet  $\Delta P = \%0.5$ ,  $\Delta m = \%1$  ve  $\Delta\rho = \%2$  oranındadır. İncelemesi yapılan NG10E(a) valf için  $Q_{kay}$  deneysel ısı miktarı,  $\%3$  hata oranı ile bulunmuştur.

Aynı hata hesabı akışkanın aldığı ısı miktarı,  $Q_{akış}$  için yapılır ise,

$$Q_{akış} = m \cdot c \cdot \Delta t \quad (3.7)$$

şeklinde hesaplanabilir. Hata oranı ise,

$$\omega_{Q_{akış}} = [((\partial(Q_{akış})/\partial m)\omega_m)^2 + ((\partial(Q_{akış})/\partial c)\omega_c)^2 + ((\partial(Q_{akış})/\partial \Delta t)\omega_{\Delta t})^2]^{1/2} \quad (3.8)$$

şeklindedir.

Sunulan çalışmada hassasiyet  $\Delta m = \%1$ ,  $\Delta c_p = \%1$  ve  $\Delta t = \%0,3$  oranındadır. NG10E(a) valf için  $Q_{akışkan}$  deneysel ısı miktarı, %4 hata oranı ile bulunmuştur.



## BÖLÜM 4

### SONUÇ

#### 4.1 Genel

Bir hidrolik devre elemanı ve sunulan çalışmanın konusu olan, sürgülü yön denetim valflerinde akışkanın izlediği yol, oldukça karmaşık ve analitik çözüm yapılamıyacak kadar da zor olduğu için tam bir teorik modeli yoktur. Bu nedenle simülasyonu bilgisayar yardımı ile gerçekleştirilen teorik bir model geliştirilmiştir. Yapılan teorik çalışma ile akışı simüle eden bilgisayar programına sadece valfin geometrisi ve akışkanın giriş özellikleri girilerek, valfin içindeki akış incelenmiştir. Geliştirilen teorik modelin deneysel çalışma ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Sürgülü valflerin deneysel olarak incelenmesi pahalı, külfetli ve zaman alıcı olduğu için tasarımı bu çalışma için özel olarak yapılan dijital - analog çevirici bir elektronik kart ve özel olarak yazılan bilgisayar programı ile deneylerin hassas ve güvenilir şekilde yapılması sağlanmıştır. Bu elektronik kart yardımı ile 2100 adet deney yapılarak 6300 adet deney sonucu elde edilmiştir. Deneylerde 8 çeşit NG6 büyüklüğünde valf ve 11 adet NG6 valf sürgüsü; 7 çeşit NG10 büyüklüğünde valf ve 10 adet NG10 valf sürgüsü kullanılmıştır.

Teorik ve deneysel analizleri ayrı ayrı yapılan çeşitli valflerde, teorik ve deneysel olarak bulunan yük kaybı, yağın sıcaklığındaki artma ve üretilen ısının değeri arasındaki fark en fazla %5 değerindedir. Böyle bir hata oranı kabulü ile,

pratikteki her türlü sürgülü yön denetim valfi, bu çalışmada önerilen deneysel veya teorik model ile incelenebilir.

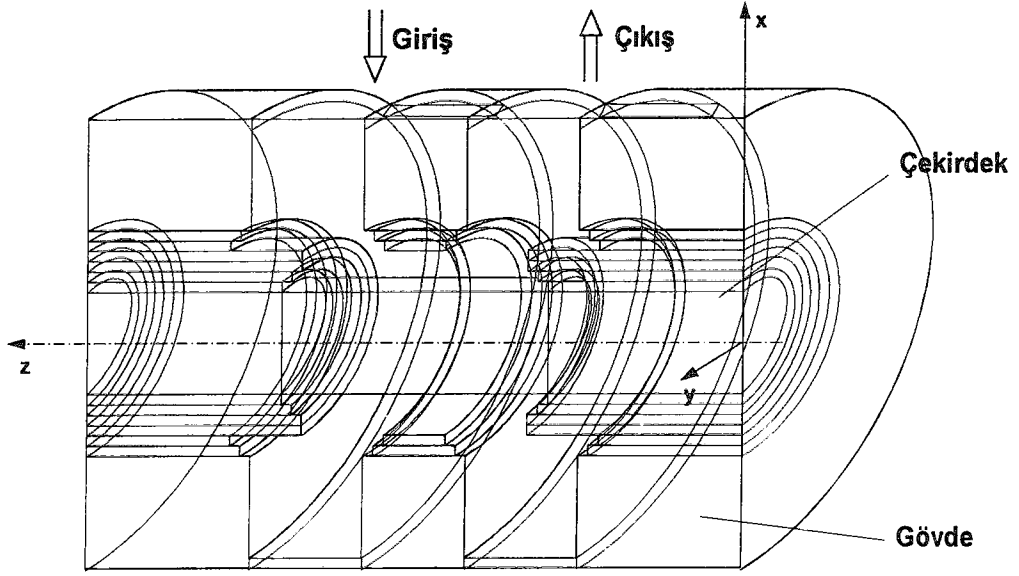
## 4.2 Geometrik Uygulamalar

Sunulan çalışmadaki, sürgü geometrisinde, akışın valf geometrisini daha kolay izleyebilmesi ve dolayısı ile daha az yük kaybı yaratan valfler imal edilebilmesi için değişiklikler yapılmıştır.

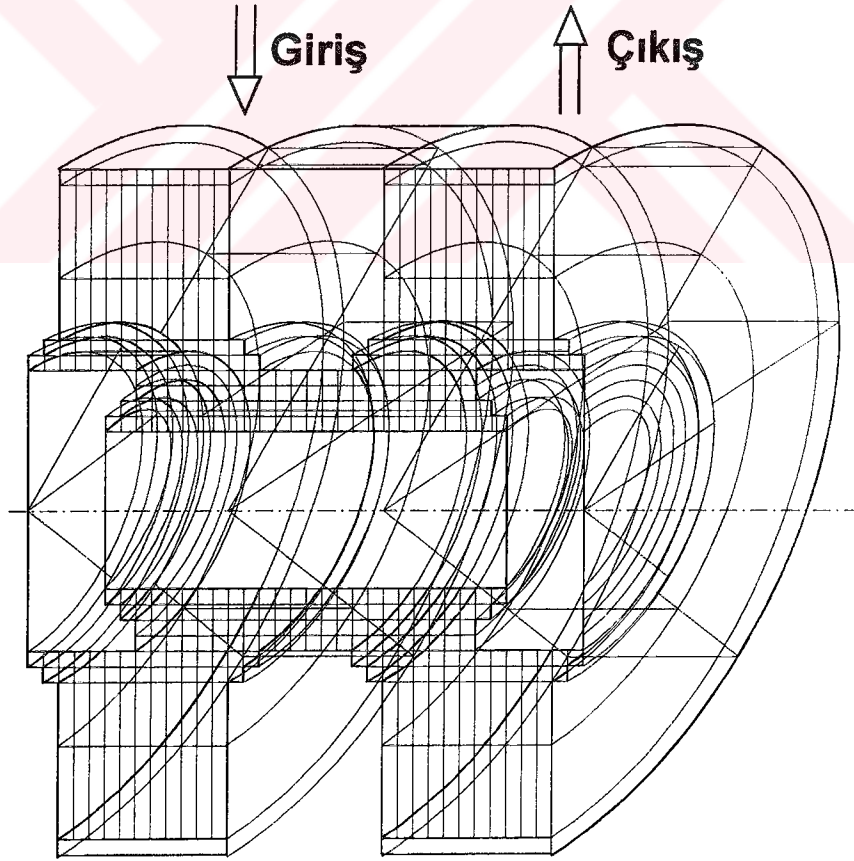
Geometri değişikliği valf sürgülerindeki faturalardan, ortada bulunan iki faturanın içe bakan karşılıklı yüzeylerinde yapılmıştır. Endüstriyel uygulamada sadece NG6J valf sürgüsünde bulunan bu değişiklik diğer NG6 valf sürgülerine de uygulanmıştır. Bu değişiklik NG10 büyüklüğündeki valf sürgülerine uygulanırken, valf sürgülerinin çap oranları dikkate alınmıştır. Sürgülü valf faturaların iç yüzeyindeki girinti düşeyle  $21^\circ$  lik açı yapmaktadır. Kesik koni şeklindeki girinti NG6 valfde 0,8mm, NG10 valfde 1,2mm' dir. Geometri değişikliği yapılan NG6 büyüklüğündeki valfler D, E, Q merkez, NG10 büyüklüğündeki valfler ise D, E, J merkezdir. Valf sürgülerinde yapılan bu değişikliklerin teknik resimleri EK G, ve I' de verilmiştir. d\_phoe20 bilgisayar programı ile NG10E(a) valfindeki akış geometri değişikliği yapılan hal için incelenmiştir. Geometri değişikliği yapılan NG10E(a) valfinin d\_phoe20 programına tanımlanan modeli Şekil 4.1' de, çözüm ağı Şekil 4.2' de verilmiştir.

20,60 lt/dak. yağ debisinde, 15 bar giriş basıncında ve  $30,6^\circ\text{C}$  giriş sıcaklığında hidrolik yağ kullanılması halinde NG10E(a) valfindeki eş sıcaklık, eş basınç, eş hız eğrileri ve vektörel değişimler Şekil 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7' de verilmiştir.

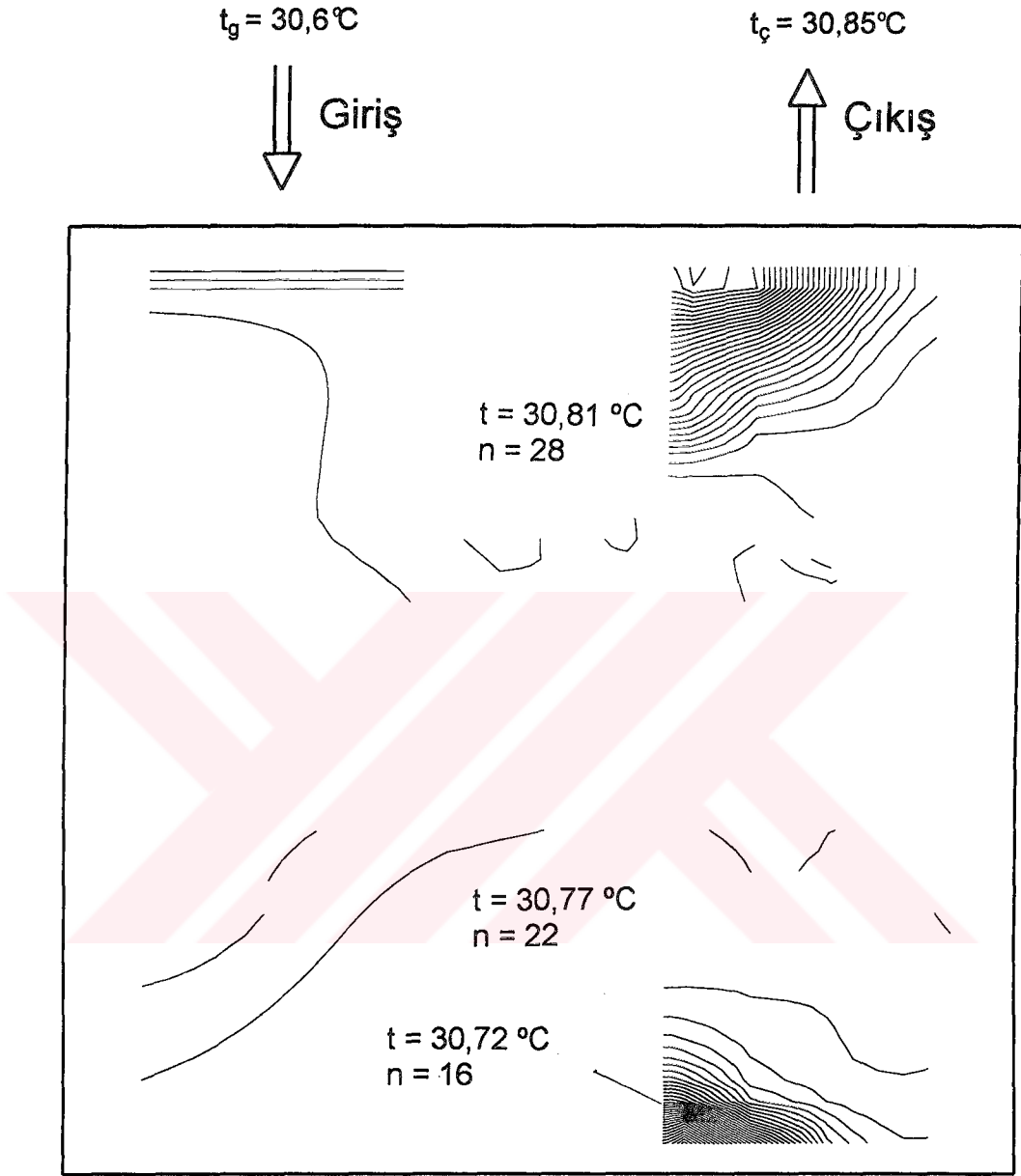




Şekil 4.1 : NG10 büyüklüğündeki geometri değişikliği yapılan NG10E(a) valfin d\_phoe20 paket programına tanımlanan modeli.



Şekil 4.2 : Çözüm ağı  $8 \times 20 \times 38$  (x y z)



**GİRİŞ ŞARTLARI :**

$V = 20,6 \text{ lt/dak.}$

$t_{\text{ort}} = 18^\circ\text{C}$

$\Delta T = 0,25^\circ\text{C}$

$Q_{\text{üretim}} = 167 \text{ W}$

$t_g = 30,6^\circ\text{C}$

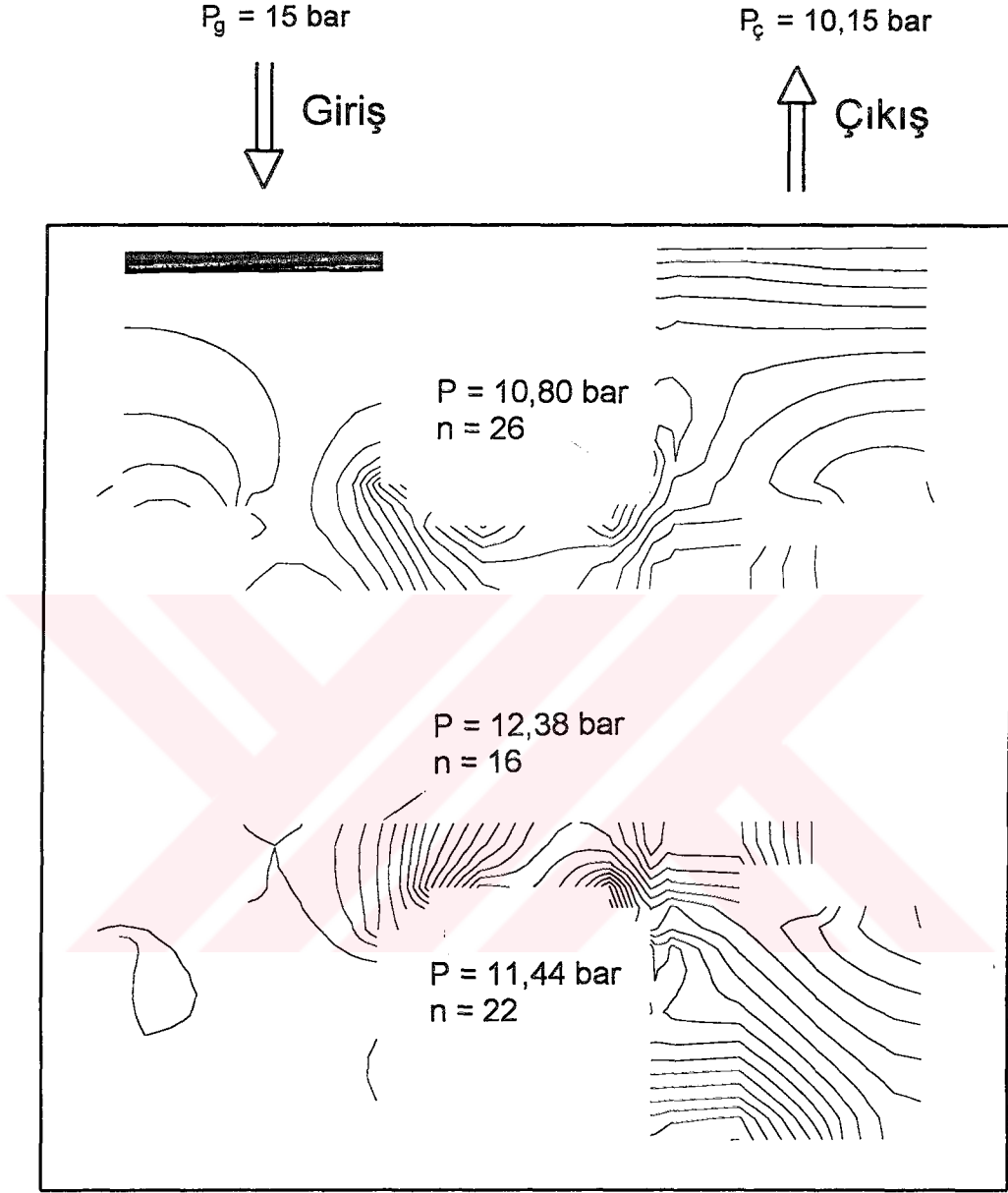
$P_g = 15 \text{ bar}$

$\Delta P = 4,85 \text{ bar}$

Kullanılan akışkan : Shell Tellus 46

Şekil 4.3 : d\_phoe20 paket programı kullanılarak NG10 büyüklüğündeki geometri değişikliği yapılan E(a) valfde 20,6 lt/dak.'lık debide oluşan eş sıcaklık dağılımı ( $n=33$ ,  $x=1$ ).

10.10.2017  
10.10.2017  
10.10.2017



#### GİRİŞ ŞARTLARI :

$V = 20,6 \text{ lt/dak.}$

$t_{\text{ort}} = 18^\circ\text{C}$

$\Delta T = 0,25^\circ\text{C}$

$Q_{\text{üretim}} = 167 \text{ W}$

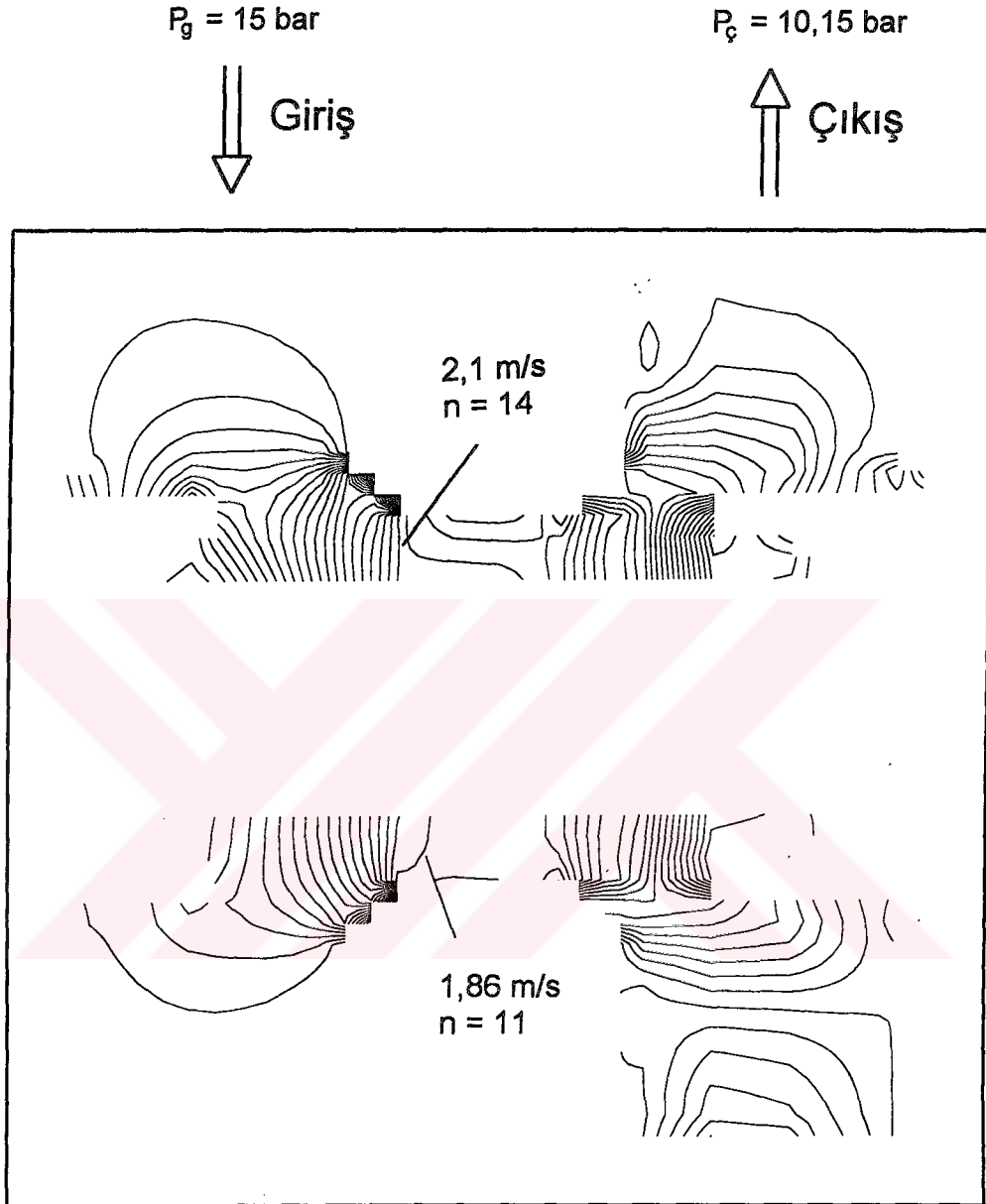
$t_g = 30,6^\circ\text{C}$

$P_g = 15 \text{ bar}$

$\Delta P = 4,85 \text{ bar}$

Kullanılan akışkan : Shell Tellus 46

Şekil 4.4 : d\_phoe20 paket programı kullanılarak NG10 büyüklüğündeki geometri değişikliği yapılan E(a) valfde 20,6 lt/dak.'lık debide oluşan eş basınç dağılımı ( $n=30$ ,  $\Delta P=0,16 \text{ bar}$ ,  $x=1$ ).



#### GİRİŞ ŞARTLARI :

$V = 20,6 \text{ lt/dak.}$

$t_{\text{ort}} = 18^\circ\text{C}$

$\Delta T = 0,25^\circ\text{C}$

$Q_{\text{üretim}} = 167 \text{ W}$

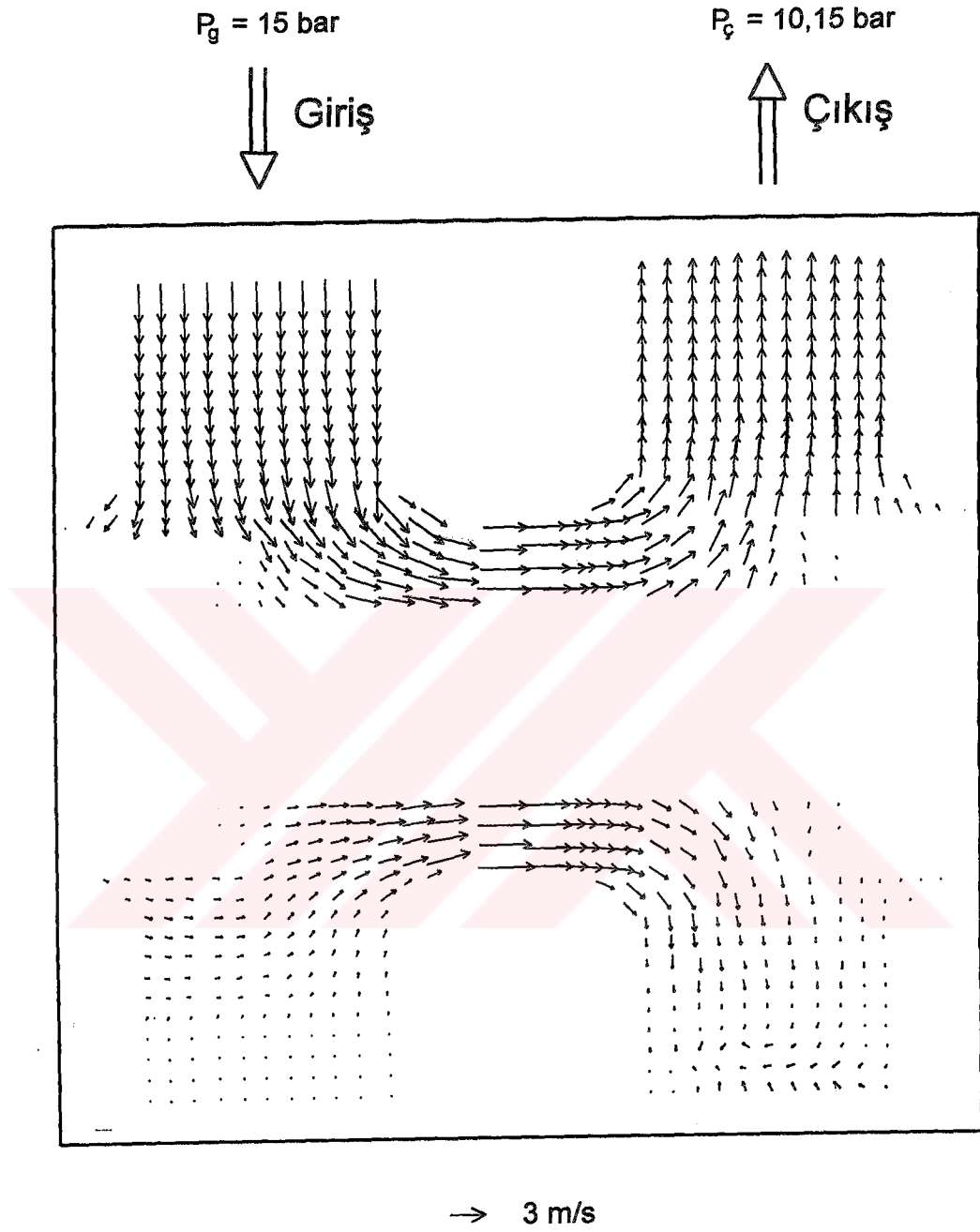
$t_g = 30,6^\circ\text{C}$

$P_g = 15 \text{ bar}$

$\Delta P = 4,85 \text{ bar}$

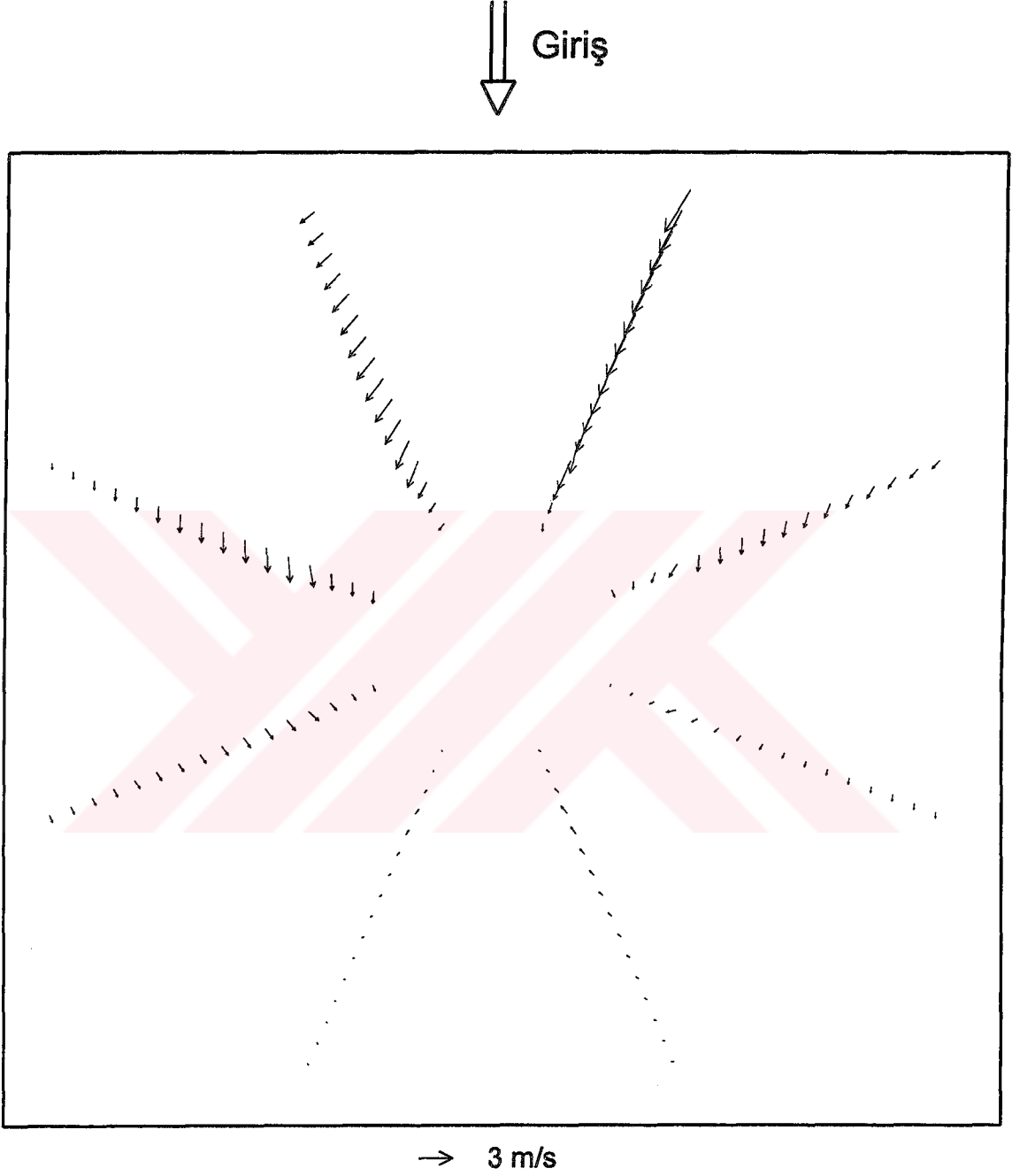
Kullanılan akışkan : Shell Tellus 46

Şekil 4.5 : d\_phoe20 paket programı kullanılarak NG10 büyüklüğündeki geometri değişikliği yapılan E(a) valfde 20,6 lt/dak.'lık debide oluşan eş hız dağılımı ( $n=24$ ,  $\Delta W=0,08 \text{ m/s}$ ,  $x=1$ ).

**GİRİŞ ŞARTLARI :** $V = 20,6 \text{ lt/dak.}$  $t_{\text{ort}} = 18^\circ\text{C}$  $\Delta T = 0,25^\circ\text{C}$  $Q_{\text{üretim}} = 167 \text{ W}$  $t_g = 30,6^\circ\text{C}$  $P_g = 15 \text{ bar}$  $\Delta P = 4,85 \text{ bar}$ 

Kullanılan akışkan : Shell Tellus 46

Şekil 4.6 : d\_phoe20 paket programı kullanılarak NG10 büyüklüğündeki geometri değişikliği yapılan E(a) valfde 20,6 lt/dak.'lık debide oluşan vektörel değişimler (oxz eksen, x=1).



**GİRİŞ ŞARTLARI :**

$V = 20,6 \text{ lt/dak.}$

$t_{\text{ort}} = 18^\circ\text{C}$

$\Delta T = 0,25^\circ\text{C}$

$Q_{\text{üretim}} = 167 \text{ W}$

$t_g = 30,6^\circ\text{C}$

$P_g = 15 \text{ bar}$

$\Delta P = 4,85 \text{ bar}$

Kullanılan akışkan : Shell Tellus 46

Şekil 4.7 : d\_phoe20 paket programı kullanılarak NG10 büyüklüğündeki geometri değişikliği yapılan E(a) valfde 20,6 lt/dak.'lık debide oluşan vektörel değişimler (oxy ekseni, z=27).

### 4.3 Sonuç ve Öneriler

Sunulan çalışmanın konusu olan NG6 ve NG10 büyüklüğündeki sürgülü yön denetim valflerinde elde edilen sonuçlar dört ana başlık altında toplanabilir.

- a) Sürgülü yön denetim valflerindeki basınç düşümü ve ısı üretiminin deney\_ sel olarak ölçülmesinde, özel olarak tasarlanan dijital analog çevirici elek\_ tronik kart ve C dilinde yazılan bilgisayar programı kullanılmıştır. Deney\_ sel çalışma bu şekilde hızlı ve hassas olarak gerçekleştirilmiştir. Deney\_ lerdeki toplam hata oranı  $\pm \%4$  değerinden azdır.
- b) Akışı simüle eden d\_phoe20 bilgisayar programı ile, karmaşık bir geo\_ metriye sahip olan sürgülü yön denetim valflerindeki ısı üretimi, sadece valfin geometrisi ve akışkanın özellikleri girilerek gerçekleştirilmiştir. Valf\_ in içindeki geometri değişikliklerinin ısı üretimine etkileri, böylece deney yapmadan gerçekleştirilebilmektedir. Açığa çıkan ısı ( $Q_{kayıp}$ ) açısından Tablo 3.1’de görüldüğü gibi deneysel ve teorik sonuçlar arasındaki farkın  $\%5$ ’ den daha az olduğu görülmüştür.
- c) d\_phoe20 bilgisayar programı ile yapılan adyabatik kabul edilerek çözü\_ müştür. Sonuçlar, valfin yüzeyinden meydana gelen ısı kaybı gözönüne alınarak düzeltilmiştir. Olayın adyabatik kabulü ile yapılan hesaplarda, aradaki farkın ( $Q_{teorik} - Q_{gercek}$ )  $\%1$ ’den az olduğu görülmüştür. Bu nedenle incelemelerde adyabatik kabul kullanılmıştır.
- d) Uygulamada sadece NG6J valfinde karşılaşılan geometri değişikliği, sunu\_ lan çalışmada diğer NG6 ve NG10 büyüklüğündeki valflere de uygulan\_ mıştır. Deneysel sonuçların, mevcut ve geometri değişikliği yapılan valf\_ lerdeki yük kaybı ve sıcaklık artımı bakımından, karşılaştırmalı olarak, grafik halde EK O ve P’ de verilmiştir.

NG10E(a) valf sürgüsünde geometri değişikliği yapılmadan ve yapıldıktan sonraki teorik ve deneysel bulgular sırasıyla Şekil 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8,

Şekil 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, EK H ve EK I'da görülmektedir. Bu bulguların karşılaştırılması ile sürgüde yapılan değişikliğin olumlu sonuç verdiği kanısına varılmıştır. Şekil 2.6 ve 4.5' den, akışkanın d\_phoe20 programına tanımlanan geometrik modeli içindeki hareketi görülebilmektedir. Değişiklik sonrası yük kaybında yaklaşık %4, yağ sıcaklık değişiminde yaklaşık %5 ve üretilen ısı da yaklaşık %5 azalma olduğu gözlenmiştir.

Valf sürgüsündeki geometri değişikliği, faturaların içeriye doğru kesik koni şeklinde düşeyle  $21^\circ$  lik girinti yapması, laminar akışın, geometriyi daha kolay izleyebilmesini sağlamıştır. Bu da valflerin bir kısmında daha az ısı üretimine ve yük kaybına olanak vermiştir.

Bu şekilde geometri değişikliğinin yapıldığı NG6D(a), NG10D(a), NG10D, NG10E(a) ve NG10J(a) valflerindeki  $\Delta T'$  nin azaltılması yönünde etkisi ( $>\%5$ ); NG10E(b) ve NG10J(b) valflerinde ise az miktarda (%3) olmuştur. Geometri değişikliğinin NG6D(a), NG6E(b), NG6Q(a), NG10D, NG10E(a) ve NG10J(a) valflerindeki  $\Delta P'$  nin azaltılması yönünde fazla etkisi (%4) olmuştur.

Sunulan çalışmadaki hidrolik valflerde oluşan yük kaybından dolayı, çok fazla sıcaklık artışı bekleniyor iken bu artış teorik ve deneysel sonuçlardan da anlaşılacağı gibi gerçekleşmemiştir. Hidrolik sistemde yük kaybını yaratan esas elemanların pompa ve akış kısıtlayıcı valfin olduğu anlaşılmıştır. Deneysel çalışmamızda kullanılan valflerin sürgü pozisyonlarında ara konumların olmayışı, valflerin aç-kapa pozisyonlarında çalışması, yük kaybını önemli ölçüde azaltmıştır. Oransal valfler üzerine yapılacak olan bir çalışmada çok fazla yük kaybı, dolayısı ile valflerde daha fazla ısınma olacaktır.

Bilgisayar programlarındaki yazılımlar geliştikçe ve deneysel çalışmalar ile desteklenen uygulamalar arttıkça, çok değişik geometriye sahip valflerde, olabilecek ısı üretimi ve yük kayıpları imalattan önceden hesaplanabilecektir. Böylece üretilen ısı verimi yüksek valflerin sağladığı ekonomik fayda çok fazla olacaktır.



## KAYNAKLAR

- [1] OSTENDORFF, U., Axial Piston Units, Basic Principles and Components of Fluid Technology, Mannesmann Rexroth, Chapter 6, pp. 94-121, 1978.
- [2] ISO 1219 - 1970 Normu.
- [3] SCHMITT, A., The Hydraulic Trainer, Mannesmann Rexroth, Volume 1, pp. 93-108, 1991
- [4] REXROTH, Standart Valves and Accessories, Mannesmann Rexroth, pp. 90, 1992.
- [5] OPPOLZER, J., Basic Principles and Components of Fluid Technology, Mannesmann Rexroth, pp. 189-211, 1990.
- [6] GEIS, H., New Developments in Directional and Pressure Control Valves, Specialist Seminar Oil Hydraulics and electronics in Steel Works and Rolling Mills, Mannesmann Rexroth, pp. 19-25, 1990.
- [7] AGRAWAL, A., K., SENGUPTA, S., Laminar Flow and Heat Transfer in a Finned Tube Annulus, Int. J. Heat and Fluid Flow, Vol. 11, pp. 54-59, 1990.
- [8] ASAKO, S., NAKAMURA, H., FAGRI, M., Heat Transfer and Pressure Drop Characteristics in a Corrugated Duct with Rounded Corners, Int. J. Heat Mass Transfer, Vol. 31, No.6 pp. 1237-1245, 1988.
- [9] RALPH, M., E., Pressure Drop and Power Dissipation in Oscillatory Wavy - Walled - Tube Flows, J. Fluid Mech., Vol. 187, pp. 573-558, 1988.
- [10] SHOU-SHING, H., CHANG-CHUN, L., An Experimental Study of Laminar Entrance Flow and Heat Transfer in Finned Tube Annuli, Int. J. Heat Mass Transfer, Vol. 36, No.9 pp. 2457-2471, 1993.
- [11] GARIMELLA, S., CHIRSTENSEN, R. N., Heat Transfer and Pressure Drop Characteristics of Spirally Fluted Annuli: Part II-Heat Transfer, Journal of Heat Transfer, Vol. 117, pp. 61-68, 1994.

- [12] PATANKAR, S. V., PRATAP, V., SPALDING, D., B., Prediction of Laminar Flow and Heat Transfer in Helically Coiled Pipes, J. Fluid Mech., Vol. 62, pp. 539-551, 1974.
- [13] DODGE, L., Fluid Mechancis for the Valve Designer, pp. 107-124, 1984.
- [14] ÖZGÜR, C., Deneysel Hidromekanik, İ.T.Ü. Makina Fakültesi, sh. 136-148, 1980.
- [15] AGRAWAL, A., A., SENGUPTA, S., Laminar Fluid Flow and Heat Transfer in an Annulus with an Externally Enhanced Inner tube, Int. J. Heat and Fluid Flow, Vol. 14, pp. 54-63, 1993.
- [16] BRODKEY, S. R., HERSHEY, H., C., Transport Phenomena, pp. 90-128, McGraw-Hill, New York, 1988.
- [17] HOLMAN, J. P., Heat Transfer, pp. 207-269, McGraw-Hill, New York, 1989.
- [18] CAMPBELL, J., C Programmer's Serial Guide to Cummmunications, Sams Publishing, 1993.
- [19] GENÇELİ, F. O., Ölçme Tekniği, Birsen Yayınevi, sh. 84-143, 1995.
- [20] HOLMAN, J. P., Experimental Methods for Engineers, pp. 43-44, McGraw-Hill, New York, 1989.
- [21] DAVIS, D. V. G., Computational Fluid Dynamics, Elsevier, Amsterdam, 1987.
- [22] SHAW, C. T., Using Computational Fluid Dynamics, Prentice Hall, Warwick, 1992.

## EKLER

|                                                                                                               | <u>Sayfa No</u> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| EK A      d_phoe20 İçin Yazılan Geometri Tanıtım Programı                                                     | 60              |
| EK B      C Bilgisayar Dilinde Yazılan Data Toplama Programı                                                  | 68              |
| EK C      C Bilgisayar Dilinde Yazılan Bilgisayar Programı                                                    | 78              |
| EK D      Deneylerde Kullanılan NG6 Valf Kesitleri                                                            | 80              |
| EK E      Deneylerde Kullanılan NG10 Valf Kesitleri                                                           | 92              |
| EK F      Deneylerde kullanılan Mevcut NG6 Valf Sürgüleri                                                     | 102             |
| EK G      Geometrisi Değiştirilen NG6 Valf Sürgüleri                                                          | 106             |
| EK H      Deneylerde Kullanılan Mevcut NG10 Valf Sürgüleri                                                    | 108             |
| EK I      Geometrisi Değiştirilen NG10 Valf Sürgüleri                                                         | 112             |
| EK J      Deneylerde Kullanılan Yağın Özellikleri                                                             | 114             |
| EK K      Mevcut NG6 Valflerdeki Deney Sonuçları                                                              | 115             |
| EK L      Geometrisi değiştirilen NG6 Valflerdeki Deney Sonuçları                                             | 124             |
| EK M      Mevcut NG10 Valflerdeki Deney Sonuçları                                                             | 127             |
| EK N      Geometrisi Değiştirilen NG10 Valflerdeki Deney Sonuçları                                            | 135             |
| EK O      Mevcut NG10E ve NG10M Valflerindeki Deney Sonuçlarının Grafik Olarak Gösterilmesi (V - $\Delta P$ ) | 138             |

## d\_phoe20 İçin Yazılan Geometri Tanıtma Programı

Group 1. Run Title

TEXT(TEZ AHMET DINCER NG10E(a) MEVCUT : 241 )

\*\*\*\*\*

Group 2. Transience

STEADY = T

\*\*\*\*\*

Groups 3, 4, 5 Grid Information

\* Overall number of cells, RSET(M,NX,NY,NZ,tolerance)

RSET(M,8,22,64,1.000E-05)

\* Overall domain extent, RSET(D,name,XULAST,YVLAST,ZWLAST)

RSET(D,CHAM,6.283E+00,2.200E-02,6.400E-02)

\* Set objects: name x0 y0 z0

\* dx dy dz

RSET(B,X1 , 7.853E-01, 0.000E+00, 0.000E+00 , \$  
0.000E+00, 2.200E-02, 3.200E-02)

RSET(B,X2 , 1.571E+00, 0.000E+00, 0.000E+00 , \$  
0.000E+00, 2.200E-02, 3.200E-02)

RSET(B,X3 , 2.356E+00, 0.000E+00, 0.000E+00 , \$  
0.000E+00, 2.200E-02, 3.200E-02)

RSET(B,X4 , 3.141E+00, 0.000E+00, 0.000E+00 , \$  
0.000E+00, 2.200E-02, 3.200E-02)

RSET(B,X5 , 3.926E+00, 0.000E+00, 0.000E+00 , \$  
0.000E+00, 2.200E-02, 3.200E-02)

RSET(B,X6 , 4.712E+00, 0.000E+00, 0.000E+00 , \$  
0.000E+00, 2.200E-02, 3.200E-02)

RSET(B,X7 , 5.497E+00, 0.000E+00, 0.000E+00 , \$  
0.000E+00, 2.200E-02, 3.200E-02)

RSET(B,Y1 , 0.000E+00, 5.000E-03, 0.000E+00 , \$  
6.283E+00, 0.000E+00, 3.200E-02)

RSET(B,Y2 , 0.000E+00, 6.000E-03, 0.000E+00 , \$  
6.283E+00, 0.000E+00, 3.200E-02)

RSET(B,Y3 , 0.000E+00, 7.000E-03, 0.000E+00 , \$  
6.283E+00, 0.000E+00, 3.200E-02)

RSET(B,Y4 , 0.000E+00, 8.000E-03, 0.000E+00 , \$  
6.283E+00, 0.000E+00, 3.200E-02)

RSET(B,Y5 , 0.000E+00, 9.000E-03, 0.000E+00 , \$  
6.283E+00, 0.000E+00, 3.200E-02)

RSET(B,Y6 , 0.000E+00, 1.000E-02, 0.000E+00 , \$  
6.283E+00, 0.000E+00, 3.200E-02)

RSET(B,Y7 , 0.000E+00, 1.100E-02, 0.000E+00 , \$  
6.283E+00, 0.000E+00, 3.200E-02)

RSET(B,Y8 , 0.000E+00, 1.500E-02, 0.000E+00 , \$  
6.283E+00, 0.000E+00, 3.200E-02)

RSET(B,Y9 , 0.000E+00, 2.100E-02, 0.000E+00 , \$

|                                              |      |
|----------------------------------------------|------|
| 6.283E+00, 0.000E+00, 3.200E-02)             |      |
| RSET(B,Z1 , 0.000E+00, 0.000E+00, 1.400E-02  | , \$ |
| 6.283E+00, 2.200E-02, 0.000E+00)             |      |
| RSET(B,Z2 , 0.000E+00, 0.000E+00, 1.500E-02  | , \$ |
| 6.283E+00, 2.200E-02, 0.000E+00)             |      |
| RSET(B,Z3 , 0.000E+00, 0.000E+00, 1.600E-02  | , \$ |
| 6.283E+00, 2.200E-02, 0.000E+00)             |      |
| RSET(B,Z4 , 0.000E+00, 0.000E+00, 1.700E-02  | , \$ |
| 6.283E+00, 2.200E-02, 0.000E+00)             |      |
| RSET(B,Z5 , 0.000E+00, 0.000E+00, 1.800E-02  | , \$ |
| 6.283E+00, 2.200E-02, 0.000E+00)             |      |
| RSET(B,Z6 , 0.000E+00, 0.000E+00, 1.900E-02  | , \$ |
| 6.283E+00, 2.200E-02, 0.000E+00)             |      |
| RSET(B,Z7 , 0.000E+00, 0.000E+00, 2.000E-02  | , \$ |
| 6.283E+00, 2.200E-02, 0.000E+00)             |      |
| RSET(B,Z8 , 0.000E+00, 0.000E+00, 2.100E-02  | , \$ |
| 6.283E+00, 2.200E-02, 0.000E+00)             |      |
| RSET(B,Z9 , 0.000E+00, 0.000E+00, 2.200E-02  | , \$ |
| 6.283E+00, 2.200E-02, 0.000E+00)             |      |
| RSET(B,Z10 , 0.000E+00, 0.000E+00, 2.300E-02 | , \$ |
| 6.283E+00, 2.200E-02, 0.000E+00)             |      |
| RSET(B,Z11 , 0.000E+00, 0.000E+00, 2.400E-02 | , \$ |
| 6.283E+00, 2.200E-02, 0.000E+00)             |      |
| RSET(B,Z12 , 0.000E+00, 0.000E+00, 2.500E-02 | , \$ |
| 6.283E+00, 2.200E-02, 0.000E+00)             |      |
| RSET(B,Z13 , 0.000E+00, 0.000E+00, 2.600E-02 | , \$ |
| 6.283E+00, 2.200E-02, 0.000E+00)             |      |
| RSET(B,Z14 , 0.000E+00, 0.000E+00, 2.700E-02 | , \$ |
| 6.283E+00, 2.200E-02, 0.000E+00)             |      |
| RSET(B,Z15 , 0.000E+00, 0.000E+00, 2.800E-02 | , \$ |
| 6.283E+00, 2.200E-02, 0.000E+00)             |      |
| RSET(B,Z16 , 0.000E+00, 0.000E+00, 2.900E-02 | , \$ |
| 6.283E+00, 2.200E-02, 0.000E+00)             |      |
| RSET(B,Z17 , 0.000E+00, 0.000E+00, 3.000E-02 | , \$ |
| 6.283E+00, 2.200E-02, 0.000E+00)             |      |
| RSET(B,Z18 , 0.000E+00, 0.000E+00, 3.100E-02 | , \$ |
| 6.283E+00, 2.200E-02, 0.000E+00)             |      |
| RSET(B,Z19 , 0.000E+00, 0.000E+00, 3.200E-02 | , \$ |
| 6.283E+00, 2.200E-02, 0.000E+00)             |      |
| RSET(B,Z20 , 0.000E+00, 0.000E+00, 3.300E-02 | , \$ |
| 6.283E+00, 2.200E-02, 0.000E+00)             |      |
| RSET(B,Z21 , 0.000E+00, 0.000E+00, 3.400E-02 | , \$ |
| 6.283E+00, 2.200E-02, 0.000E+00)             |      |
| RSET(B,Z22 , 0.000E+00, 0.000E+00, 3.500E-02 | , \$ |
| 6.283E+00, 2.200E-02, 0.000E+00)             |      |
| RSET(B,Z23 , 0.000E+00, 0.000E+00, 3.600E-02 | , \$ |
| 6.283E+00, 2.200E-02, 0.000E+00)             |      |

RSET(B,Z24 , 0.000E+00, 0.000E+00, 3.700E-02 , \$  
 6.283E+00, 2.200E-02, 0.000E+00)  
 RSET(B,Z25 , 0.000E+00, 0.000E+00, 3.800E-02 , \$  
 6.283E+00, 2.200E-02, 0.000E+00)  
 RSET(B,Z26 , 0.000E+00, 0.000E+00, 3.900E-02 , \$  
 6.283E+00, 2.200E-02, 0.000E+00)  
 RSET(B,Z27 , 0.000E+00, 0.000E+00, 4.000E-02 , \$  
 6.283E+00, 2.200E-02, 0.000E+00)  
 RSET(B,Z28 , 0.000E+00, 0.000E+00, 4.100E-02 , \$  
 6.283E+00, 2.200E-02, 0.000E+00)  
 RSET(B,Z29 , 0.000E+00, 0.000E+00, 4.200E-02 , \$  
 6.283E+00, 2.200E-02, 0.000E+00)  
 RSET(B,Z30 , 0.000E+00, 0.000E+00, 4.300E-02 , \$  
 6.283E+00, 2.200E-02, 0.000E+00)  
 RSET(B,Z31 , 0.000E+00, 0.000E+00, 4.400E-02 , \$  
 6.283E+00, 2.200E-02, 0.000E+00)  
 RSET(B,Z32 , 0.000E+00, 0.000E+00, 4.500E-02 , \$  
 6.283E+00, 2.200E-02, 0.000E+00)  
 RSET(B,Z33 , 0.000E+00, 0.000E+00, 4.600E-02 , \$  
 6.283E+00, 2.200E-02, 0.000E+00)  
 RSET(B,Z34 , 0.000E+00, 0.000E+00, 4.700E-02 , \$  
 6.283E+00, 2.200E-02, 0.000E+00)  
 RSET(B,Z35 , 0.000E+00, 0.000E+00, 4.800E-02 , \$  
 6.283E+00, 2.200E-02, 0.000E+00)  
 RSET(B,Z36 , 0.000E+00, 0.000E+00, 4.900E-02 , \$  
 6.283E+00, 2.200E-02, 0.000E+00)  
 RSET(B,Z37 , 0.000E+00, 0.000E+00, 5.000E-02 , \$  
 6.283E+00, 2.200E-02, 0.000E+00)

\* Modify default grid

RSET(X,1,1,1.000E+00)  
 RSET(X,2,1,1.000E+00)  
 RSET(X,3,1,1.000E+00)  
 RSET(X,4,1,1.000E+00)  
 RSET(X,5,1,1.000E+00)  
 RSET(X,6,1,1.000E+00)  
 RSET(X,7,1,1.000E+00)  
 RSET(X,8,1,1.000E+00)  
 RSET(Y,1,5,1.000E+00)  
 RSET(Y,2,1,1.000E+00)  
 RSET(Y,3,1,1.000E+00)  
 RSET(Y,4,1,1.000E+00)  
 RSET(Y,5,1,1.000E+00)  
 RSET(Y,6,1,1.000E+00)  
 RSET(Y,7,1,1.000E+00)  
 RSET(Y,8,4,1.000E+00)  
 RSET(Y,9,6,1.000E+00)  
 RSET(Y,10,1,1.000E+00)

RSET(Z,1,14,1.000E+00)  
RSET(Z,2,1,1.000E+00)  
RSET(Z,3,1,1.000E+00)  
RSET(Z,4,1,1.000E+00)  
RSET(Z,5,1,1.000E+00)  
RSET(Z,6,1,1.000E+00)  
RSET(Z,7,1,1.000E+00)  
RSET(Z,8,1,1.000E+00)  
RSET(Z,9,1,1.000E+00)  
RSET(Z,10,1,1.000E+00)  
RSET(Z,11,1,1.000E+00)  
RSET(Z,12,1,1.000E+00)  
RSET(Z,13,1,1.000E+00)  
RSET(Z,14,1,1.000E+00)  
RSET(Z,15,1,1.000E+00)  
RSET(Z,16,1,1.000E+00)  
RSET(Z,17,1,1.000E+00)  
RSET(Z,18,1,1.000E+00)  
RSET(Z,19,1,1.000E+00)  
RSET(Z,20,1,1.000E+00)  
RSET(Z,21,1,1.000E+00)  
RSET(Z,22,1,1.000E+00)  
RSET(Z,23,1,1.000E+00)  
RSET(Z,24,1,1.000E+00)  
RSET(Z,25,1,1.000E+00)  
RSET(Z,26,1,1.000E+00)  
RSET(Z,27,1,1.000E+00)  
RSET(Z,28,1,1.000E+00)  
RSET(Z,29,1,1.000E+00)  
RSET(Z,30,1,1.000E+00)  
RSET(Z,31,1,1.000E+00)  
RSET(Z,32,1,1.000E+00)  
RSET(Z,33,1,1.000E+00)  
RSET(Z,34,1,1.000E+00)  
RSET(Z,35,1,1.000E+00)  
RSET(Z,36,1,1.000E+00)  
RSET(Z,37,1,1.000E+00)

    \* Cylindrical-polar grid  
CARTES = F  
\*\*\*\*\*

Group 6. Body-Fitted coordinates  
BFC = T  
\*\*\*\*\*

NONORT = T  
    \* X-cyclic boundaries switched  
XCYIZ( 1, T ) ; XCYIZ( 2, T ) ; XCYIZ( 3, T )  
XCYIZ( 4, T ) ; XCYIZ( 5, T ) ; XCYIZ( 6, T )



```

XCXYZ( 7, T ) ; XCXYZ( 8, T ) ; XCXYZ( 9, T )
XCXYZ( 10, T ) ; XCXYZ( 11, T ) ; XCXYZ( 12, T )
XCXYZ( 13, T ) ; XCXYZ( 14, T ) ; XCXYZ( 15, T )
XCXYZ( 16, T ) ; XCXYZ( 17, T ) ; XCXYZ( 18, T )
XCXYZ( 19, T ) ; XCXYZ( 20, T ) ; XCXYZ( 21, T )
XCXYZ( 22, T ) ; XCXYZ( 23, T ) ; XCXYZ( 24, T )
XCXYZ( 25, T ) ; XCXYZ( 26, T ) ; XCXYZ( 27, T )
XCXYZ( 28, T ) ; XCXYZ( 29, T ) ; XCXYZ( 30, T )
XCXYZ( 31, T ) ; XCXYZ( 32, T ) ; XCXYZ( 33, T )
XCXYZ( 34, T ) ; XCXYZ( 35, T ) ; XCXYZ( 36, T )
XCXYZ( 37, T ) ; XCXYZ( 38, T ) ; XCXYZ( 39, T )
XCXYZ( 40, T ) ; XCXYZ( 41, T ) ; XCXYZ( 42, T )
XCXYZ( 43, T ) ; XCXYZ( 44, T ) ; XCXYZ( 45, T )
XCXYZ( 46, T ) ; XCXYZ( 47, T ) ; XCXYZ( 48, T )
XCXYZ( 49, T ) ; XCXYZ( 50, T ) ; XCXYZ( 51, T )
XCXYZ( 52, T ) ; XCXYZ( 53, T ) ; XCXYZ( 54, T )
XCXYZ( 55, T ) ; XCXYZ( 56, T ) ; XCXYZ( 57, T )
XCXYZ( 58, T ) ; XCXYZ( 59, T ) ; XCXYZ( 60, T )

```

\*\*\*\*\*

Group 7. Variables: STOREd,SOLVEd,NAMED  
ONEPHS = T

\* Non-default variable names

```

NAME(43) =WCRT ; NAME(44) =VCRT
NAME(45) =UCRT ; NAME(46) =HPOR
NAME(47) =NPOR ; NAME(48) =EPOR
NAME(49) =VPOR ; NAME(50) =TEM1

```

\* Solved variables list

```

SOLVE(P1 ,U1 ,V1 ,W1 ,TEM1)

```

\* Stored variables list

```

STORE(VPOR,EPOR,NPOR,HPOR,UCRT,VCRT,WCRT)

```

\* Additional solver options

```

SOLUTN(P1 ,Y,Y,Y,N,N,N)
SOLUTN(U1 ,Y,Y,Y,N,N,N)
SOLUTN(V1 ,Y,Y,Y,N,N,N)
SOLUTN(W1 ,Y,Y,Y,N,N,N)
SOLUTN(TEM1,Y,Y,Y,N,N,N)

```

\*\*\*\*\*

Group 8. Terms & Devices

```

TERMS (TEM1,Y,Y,Y,N,Y,N)

```

```

GALA = T

```

```

ADDDIF = T

```

\*\*\*\*\*

Group 9. Properties

```

RHO1 = .882

```

```

ENUL = 4.050E-04

```

```

PRNDTL(TEM1) = 4.752

```

\*\*\*\*\*



### Group 10. Inter-Phase Transfer Processes

\*\*\*\*\*

### Group 11. Initialise Var/Porosity Fields

FIINIT(HPOR) = 1.000E+00 ; FIINIT(NPOR) = 1.000E+00

FIINIT(EPOR) = 1.000E+00 ; FIINIT(VPOR) = 1.000E+00

CONPOR(+BODY1 , 0.00,VOLUME,#1,#8,#1,#3,#1,#8)

CONPOR(+BODY2 , 0.00,VOLUME,#1,#8,#4,#4,#1,#8)

CONPOR(+BODY3 , 0.00,VOLUME,#1,#8,#5,#5,#1,#8)

CONPOR(+BODY4 , 0.00,VOLUME,#1,#8,#1,#3,#32,#64)

CONPOR(+BODY5 , 0.00,VOLUME,#1,#8,#4,#4,#32,#64)

CONPOR(+BODY6 , 0.00,VOLUME,#1,#8,#5,#5,#32,#64)

CONPOR(+BODY7 , 0.00,VOLUME,#1,#8,#1,#1,#9,#31)

CONPOR(+BODY8 , 0.00,VOLUME,#1,#8,#6,#6,#1,#1)

CONPOR(+BODY9 , 0.00,VOLUME,#1,#8,#7,#7,#1,#2)

CONPOR(+BODY10 , 0.00,VOLUME,#1,#8,#8,#10,#1,#3)

CONPOR(+BODY11 , 0.00,VOLUME,#1,#8,#6,#6,#64,#64)

CONPOR(+BODY12 , 0.00,VOLUME,#1,#8,#7,#7,#23,#24)

CONPOR(+BODY13 , 0.00,VOLUME,#1,#8,#8,#10,#38,#64)

CONPOR(+BODY14 , 0.00,VOLUME,#1,#8,#6,#6,#17,#18)

CONPOR(+BODY15 , 0.00,VOLUME,#1,#8,#7,#7,#16,#23)

CONPOR(+BODY16 , 0.00,VOLUME,#1,#8,#8,#10,#15,#24)

CONPOR(+BODY17 , 0.00,VOLUME,#2,#8,#10,#10,#4,#14)

CONPOR(+BODY18 , 0.00,VOLUME,#1,#7,#10,#10,#25,#36)

RSTGRD = F

INIADD = F

\*\*\*\*\*

### Group 12. Convection and diffusion adjustments

\*\*\*\*\*

Group 13. Boundary & Special Sources

INLET (IN ,LOW ,#1,#1,#10,#10,#4,#15,1,1)  
VALUE (IN ,P1 , 5.210E+00)  
VALUE (IN ,V1 , 3.891E+00)  
VALUE (IN ,TEM1, 3.060E+01)

OUTLET(OUT ,HIGH ,#8,#8,#10,#10,#24,#36,1,1)

PATCH (KESOURCE,PHASEM,1,8,1,22,1,60,1,1)

BFCA = 876  
XCYCLE = T

\*\*\*\*\*

Group 14. Downstream Pressure For PARAB

\*\*\*\*\*

Group 15. Terminate Sweeps

LSWEEP = 200  
RESREF(P1 ) = 1.000E-05 ;RESREF(V1 ) = 1.000E-05  
RESREF(W1 ) = 1.000E-05 ;RESREF(TEM1) = 1.000E-05  
SELREF = T  
RESFAC = .01

\*\*\*\*\*

Group 16. Terminate Iterations

\*\*\*\*\*

Group 17. Relaxation

RELAX(P1 ,LINRLX, 1.000E+00)  
RELAX(V1 ,FALSDT, 4.000E-01)  
RELAX(W1 ,FALSDT, 4.000E-01)

\*\*\*\*\*

Group 18. Limits

\*\*\*\*\*

Group 19. EARTH Calls To GROUND Station

GENK = T

\*\*\*\*\*

Group 20. Preliminary Printout

ECHO = T

\*\*\*\*\*

Group 21. Print-out of Variables

INIFLD = T  
SUBWGR = T  
OUTPUT(HPOR,N,N,N,Y,N,N)  
OUTPUT(NPOR,N,N,N,Y,N,N)  
OUTPUT(EPOR,N,N,N,Y,N,N)  
OUTPUT(VPOR,N,N,N,Y,N,N)

\*\*\*\*\*

## Group 22. Monitor Print-Out

IXMON = 1 ; IYMON = 1 ; IZMON = 4  
 \*\*\*\*\*

## Group 23. Field Print-Out &amp; Plot Control

NPRINT = 20

NPLT = 2

PATCH (ZEQ3 ,PROFIL,1,1,1,5,3,3,1,1)

PATCH (YEQ1 ,PROFIL,1,1,1,1,1,5,1,1)

PATCH (MAP ,CONTUR,1,1,1,5,1,5,1,1)

PLOT(MAP ,P1 , 0.000E+00, 1.000E+01)

PLOT(MAP ,W1 , 0.000E+00, 1.000E+01)

PLOT(MAP ,TEM1, 0.000E+00, 1.000E+01)

\*\*\*\*\*

## Group 24. Dumps For Restarts

NOWIPE = T

\*\*\*\*\*

MENSAV(S,RELX,DEF,6.1681E-05,1.0000E-05,0)

MENSAV(S,PHSPROP,DEF,200,0,9.9820E+02,1.0060E-06)

MENSAV(S,FLPRP,DEF,LAMINAR,CONSTANT)

STOP

## C DİLİNDE YAZILAN DATA TOPLAMA PROGRAMI

```

#include "D:\LWINCLUDE\rs232.h"
#include "d:\LWINCLUDE\analysis.h"
#include "d:\LWINCLUDE\formatio.h"
#include "d:\LWINCLUDE\lwsystem.h"
#include "d:\LWINCLUDE\userint.h"
#include "d:\LWINCLUDE\utility.h"
#include "d:\LW\PLC\hidro.h"

#define OFF 0
#define ON 1

#define FALSE 0
#define TRUE 1
#define MAX_TIME 36000
#define MAX_TEMP 1000

int
int MinTime,MinTemp,MaxTime,MaxTemp;
double min_time,min_temp,max_time,max_temp;
char rx_buff[200];
char komut[10],komut1[50],komut2[50];
char dis_mem[100];
double val,sec,t1,t2,y[8001],x1,x2,yq1,y2,rate,dif[4000],nset;
int fp1,start,hand,save_per,load_per,plot_ch;
double t_p,t_i,t_d,t_pid,t_on,p1,p2,tmp1,tmp2,f1,ch1,ch2,ch3,ch4;
int tch1,tch2,tch3,tch4,smp;
double v1,v2,ca,cb,k,k1,rx1,rx2,temp1,temp2;
double tot,totx,vr,cal_r;

double v1x,v2x,cax,cbx,kx,k1x,p1a,p2a,f1a,p1b,p2b,f1b;
double kat[10];
void main()
{
    MenuPan = LoadMenuBar ("hidro.uir", menu);
    TempPan = LoadPanel ("hidro.uir", tempanl);
    DisplayPanel (TempPan);
    LoadPan = LoadPanel ("hidro.uir", loadpan);
    SavePan = LoadPanel ("hidro.uir", savepan);
    MinTime = LoadPanel ("hidro.uir", mintime);
    MinTemp = LoadPanel ("hidro.uir", mintemp);

```

```

MaxTime = LoadPanel ("hidro.uir", maxtime);
MaxTemp = LoadPanel ("hidro.uir", maxtemp);
CalPan = LoadPanel ("hidro.uir", calpan);
FnPan = LoadPanel ("hidro.uir", fnpan);

port = 2;
vr = 2.5;
cal_r = 120;
p1a = .244;
p2a = .244;
f1a = .0733;
p1b = -50;
p2b = -50;
f1b = -15.018;

OpenComConfig (port, 9600L, 0, 8, 1, 10, 10, 0, 0);
if (rs232err ) {
  FmtOut ("zamting is wrong ");
  exit(0);
}
Fmt(komut,"anlg\r\n");
Fmt(komut1,"ch1:");
Fmt(komut2,"ch2:");
sec = 0;
ss = 0;
min_time = 0;
min_temp = 0;
max_time = MAX_TIME;
max_temp = MAX_TEMP;
start = 0;
save_per = 600;
fp1 = OpenFile ("rtd.kat", 0, 2,1);
ScanFile(fp1,"%4f",kat);
CloseFile (fp1);
k = kat[0];
k1 = kat[1];
kx = kat[2];
k1x = kat[3];
while(1){
  if( start )
  {
    index = 0;
    rx_buff[index] = 0;
    ComWrt (port, komut, 6);
    ComRdTerm (port, rx_buff,10,0x0d);
  }
}

```

```

index = 0;
rx_buff[index] = 0;
ComRdTerm (port, rx_buff, 160, '*');

while(rx_buff[index] != '>' ) index++;

Scan (&rx_buff[index+4], "%f", &f1);
index++;
while(rx_buff[index] != '>' ) index++;
Scan (&rx_buff[index+4], "%f", &p2);
index++;
while(rx_buff[index] != '>' ) index++;
Scan (&rx_buff[index+4], "%f", &tmp1);
index++;
while(rx_buff[index] != '>' ) index++;
Scan (&rx_buff[index+4], "%f", &tmp2);
index++;
while(rx_buff[index] != '>' ) index++;
Scan (&rx_buff[index+4], "%f", &p1);

Fmt(dis_mem, "%f", (p1a*p1+p1b));
SetCtrlVal (TempPan , tempanl_p1, dis_mem);

Fmt(dis_mem, "%f", (p2a*p2+p2b));
SetCtrlVal (TempPan , tempanl_p2, dis_mem);

rx1 = k*tmp1/(vr-k1*tmp1);
rx2 = kx*tmp2/(vr-k1x*tmp2);

Fmt(dis_mem, "%f", (rx1-100)/.385);
SetCtrlVal (TempPan , tempanl_t1, dis_mem);

Fmt(dis_mem, "%f", (rx2-100)/.385);
SetCtrlVal (TempPan , tempanl_t2, dis_mem);

Fmt(dis_mem, "%f", (f1a*f1+f1b));
SetCtrlVal (TempPan , tempanl_f1, dis_mem);

t1 = Timer();
if( ( t1 - t2 ) >= .85)
{
    sec+=1;
    y[ss] = val;

    ss+=1;

```

```

if( ss > save_per )
{
    fp1 = OpenFile ("SIG.DAT", 2, 1, 1);
    for(ss=0;ss<save_per;ss+=1) FmtFile(fp1,"%f\n",y[ss]);
    ss = 0;
    CloseFile(fp1);
    Beep();
};
switch(plot_ch){
case 1:
    PlotPoint (TempPan, tempanl_graph, sec, p1,10, 4);
    break;
case 2:
    PlotPoint (TempPan, tempanl_graph, sec, p2,10, 4);
    break;
case 3:
    PlotPoint (TempPan, tempanl_graph, sec, tmp1,10, 4);
    break;
case 4:
    PlotPoint (TempPan, tempanl_graph, sec, tmp2,10, 4);
    break;
case 5:
    PlotPoint (TempPan, tempanl_graph, sec, f1,10, 4);
    break;
}
/*PlotPoint (TempPan, tempanl_graph, sec, p2,10, 1); */
t2 = t1;
}
};

SetCtrlVal (TempPan , tempanl_Time,TimeStr());

GetActiveCtrl (&hand);
GetGraphCursor (TempPan, hand , 1, &x1, &yq1);
GetGraphCursor (TempPan, hand , 2, &x2, &y2);

SetCtrlVal (TempPan , tempanl_temp1, yq1);
SetCtrlVal (TempPan , tempanl_temp2, y2);
SetCtrlVal (TempPan , tempanl_time1, x1);
SetCtrlVal (TempPan , tempanl_time2, x2);
if( ( x2-x1 ) != 0 ) rate = (y2-yq1)/(x2-x1);
rate *=60;
SetCtrlVal (TempPan , tempanl_time2, x2);
SetCtrlVal (TempPan , tempanl_rate, rate);
GetCtrlVal(TempPan , tempanl_plot_ch,&plot_ch);

```

```

GetCtrlVal(TempPan , tempanl_ch1,&ch1);
GetCtrlVal(TempPan , tempanl_ch2,&ch2);
GetCtrlVal(TempPan , tempanl_ch3,&ch3);
GetCtrlVal(TempPan , tempanl_ch4,&ch4);

```

```

GetUserEvent (0, &handle, &id);
if (handle == MenuPan)

```

```

{
    HidePanel (TempPan);
    switch (id)
    {
        case menu_file_load:
            DisplayPanel (LoadPan);
            GetUserEvent ( 1,&handle ,&id );
            GetCtrlVal(LoadPan,loadpan_period,&load_per);

```

```

            fp1 = OpenFile ("SIG.DAT", 1, 1,1);
            ScanFile(fp1,"%7200f",y);
            CloseFile (fp1);
            Beep();
            HidePanel (LoadPan);
            DisplayPanel (TempPan);
            PlotY (TempPan, tempanl_graph, y, load_per, 4, 1,10, 1, 1);

            break;

```

```

        case menu_file_save:
            DisplayPanel (SavePan);
            HidePanel (SavePan);
            break;

```

```

        case menu_print:
            DisplayPanel (TempPan);
            OutputGraph (0, "", 0, TempPan, tempanl_graph);

            break;

```

```

        case menu_zoomin_temp:
            ConfigureAxes (TempPan, hand , -1, 0, 0, 0, yq1, y2);
            break;

```

```

        case menu_zoomout_temp:
            ConfigureAxes (TempPan, hand, -1, 0,0, 0,min_temp, max_temp);
            break;

```



```

case menu_zoomin_time:
ConfigureAxes (TempPan, hand , 0, x1, x2, -1, 0, 0);
break;

case menu_zoomout_time:
ConfigureAxes (TempPan, hand , 0,min_time, max_time, -1, 0, 0);
break;

case menu_set_cal:

DisplayPanel (CalPan);
smp = 32;

SetCtrlVal (CalPan , calpan_text,"100 ohm tak STEP'e bas");
GetUserEvent (0, &handle, &id);
SetCtrlVal (CalPan , calpan_text,"Wait .....");
tot = 0;
totx = 0;

while( smp ){
smp--;
index = 0;
rx_buff[index] = 0;
ComWrt (port, komut, 6);
ComRdTerm (port, rx_buff,10,0x0d);
index = 0;
rx_buff[index] = 0;
ComRdTerm (port, rx_buff,160,'*');

while(rx_buff[index] != '>' ) index++;

Scan (&rx_buff[index+4],"%f",&f1);
index++;
while(rx_buff[index] != '>' ) index++;
Scan (&rx_buff[index+4],"%f",&p2);
index++;
while(rx_buff[index] != '>' ) index++;
Scan (&rx_buff[index+4],"%f",&tmp1);
index++;
while(rx_buff[index] != '>' ) index++;
Scan (&rx_buff[index+4],"%f",&tmp2);
index++;
while(rx_buff[index] != '>' ) index++;
Scan (&rx_buff[index+4],"%f",&p1);
Fmt(dis_mem,"%f",tmp1);

```

```

SetCtrlVal (CalPan , calpan_t1,dis_mem);
Fmt(dis_mem,"%f",tmp2);
SetCtrlVal (CalPan , calpan_t2,dis_mem);

```

```

tot +=tmp1;
totx +=tmp2;
};
smp = 32;
v1 = tot/smp;
v1x = totx/smp;

```

```

tot = 0;
totx = 0;

```

```

Beep();
SetCtrlVal (CalPan , calpan_text,"120 ohm tak STEP'e bas");
GetUserEvent (0, &handle, &id);
SetCtrlVal (CalPan , calpan_text,"Wait .....");
delay(5);
Beep();

```

```

while( smp){
smp--;
index = 0;
rx_buff[index] = 0;
ComWrt (port, komut, 6);
ComRdTerm (port, rx_buff,10,0x0d);
index = 0;
rx_buff[index] = 0;
ComRdTerm (port, rx_buff,160,'*');

```

```

while(rx_buff[index] != '>' ) index++;

```

```

Scan (&rx_buff[index+4],"%f",&f1);
index++;
while(rx_buff[index] != '>' ) index++;
Scan (&rx_buff[index+4],"%f",&p2);
index++;
while(rx_buff[index] != '>' ) index++;
Scan (&rx_buff[index+4],"%f",&tmp1);
index++;
while(rx_buff[index] != '>' ) index++;
Scan (&rx_buff[index+4],"%f",&tmp2);
index++;
while(rx_buff[index] != '>' ) index++;

```

```

Scan (&rx_buff[index+4], "%f", &p1);

Fmt(dis_mem, "%f", tmp1);
SetCtrlVal (CalPan , calpan_t1, dis_mem);
Fmt(dis_mem, "%f", tmp2);
SetCtrlVal (CalPan , calpan_t2, dis_mem);
tot +=tmp1;
totx +=tmp2;
};
smp = 32;
v2 = tot/smp;
v2x = totx/smp;

ca = 100*vr/v1;
cb = cal_r*vr/v2;
k1= (cb-ca)/(cal_r-100);
k = ca-100*k1;

cax = 100*vr/v1x;
cbx = cal_r*vr/v2x;
k1x= (cbx-cax)/(cal_r-100);
kx = cax-100*k1x;

SetCtrlVal (CalPan , calpan_k, k);
SetCtrlVal (CalPan , calpan_k1, k1);
SetCtrlVal (CalPan , calpan_kt1, kx);
SetCtrlVal (CalPan , calpan_kt2, k1x);
rx1 = k*tmp1/(vr-k1*tmp1);
rx2 = kx*tmp2/(vr-k1x*tmp2);
kat[0] = k;
kat[1] = k1;
kat[2] = kx;
kat[3] = k1x;
fp1 = OpenFile ("rtd.kat", 0, 0, 1);
FmtFile(fp1, "%f\n", kat[0]);
FmtFile(fp1, "%f\n", kat[1]);
FmtFile(fp1, "%f\n", kat[2]);
FmtFile(fp1, "%f\n", kat[3]);
CloseFile(fp1);
Delay(1);
Beep();
Fmt(dis_mem, "%f", rx1);
SetCtrlVal (CalPan , calpan_t1, dis_mem);
Fmt(dis_mem, "%f", rx2);
SetCtrlVal (CalPan , calpan_t2, dis_mem);

```

```

    Delay(2);
    Beep();
    Fmt(dis_mem,"%f",(rx1-100)/.385);
    SetCtrlVal (CalPan , calpan_t1,dis_mem);
    Fmt(dis_mem,"%f",(rx2-100)/.385);
    SetCtrlVal (CalPan , calpan_t2,dis_mem);
    Delay(2);
    Beep();
    HidePanel (CalPan);

    break;

    case menu_set_start:
    start =1;
    break;

    case menu_set_stop:
    start = 0;
    break;

    case menu_set_fn:
    DisplayPanel (FnPan);
    handle = 255;

    while( handle != MenuPan ){

        GetUserEvent (1, &handle, &id);
        GetCtrlVal(FnPan ,fnpan_p1a,&p1a);
        GetCtrlVal(FnPan ,fnpan_p2a,&p2a);
        GetCtrlVal(FnPan ,fnpan_f1a,&f1a);
        GetCtrlVal(FnPan ,fnpan_p1b,&p1b);
        GetCtrlVal(FnPan ,fnpan_p2b,&p2b);
        GetCtrlVal(FnPan ,fnpan_f2b,&f1b);
    };
    HidePanel (FnPan);
    break;

    case menu_quit:
    exit(0);
    break;

    case menu_set_mintime:

    DisplayPanel ( MinTime );
    GetUserEvent ( 1,&handle ,&id );

```

```

    GetCtrlVal(MinTime,mintime_mintime,&min_time);
    HidePanel (MinTime);
    break;

    case menu_set_mintemp:
        DisplayPanel ( MinTemp      );
        GetUserEvent ( 1,&handle ,&id );
        GetCtrlVal(MinTemp,mintemp_mintemp,&min_temp);
        HidePanel (MinTemp);
        break;

    case menu_set_maxtime:
        DisplayPanel ( MaxTime      );
        GetUserEvent ( 1,&handle ,&id );
        GetCtrlVal(MaxTime,maxtime_maxtime,&max_time);
        HidePanel (MaxTime);
        break;

    case menu_set_maxtemp:
        DisplayPanel ( MaxTemp      );
        GetUserEvent ( 1,&handle ,&id );
        GetCtrlVal(MaxTemp,maxtemp_maxtemp,&max_temp);
        HidePanel (MaxTemp);
        break;
    };
    DisplayPanel (TempPan);
}
else
{
    if( id == tempanl_aout1)
    {
        tch1 = (ch1 +10 )*255/20;
        Fmt(&komut1[4],"%d\r\n",tch1);
        ComWrt (port, komut1, 9);
        delay(.2);

        tch2 = (ch2 +10 )*255/20;
        Fmt(&komut2[4],"%d\r\n",tch2);
        ComWrt (port, komut2, 9);
        delay(.2);
    };
};
};
}

```

**C DİLİNDE YAZILAN BİLGİSAYAR PROGRAMI**

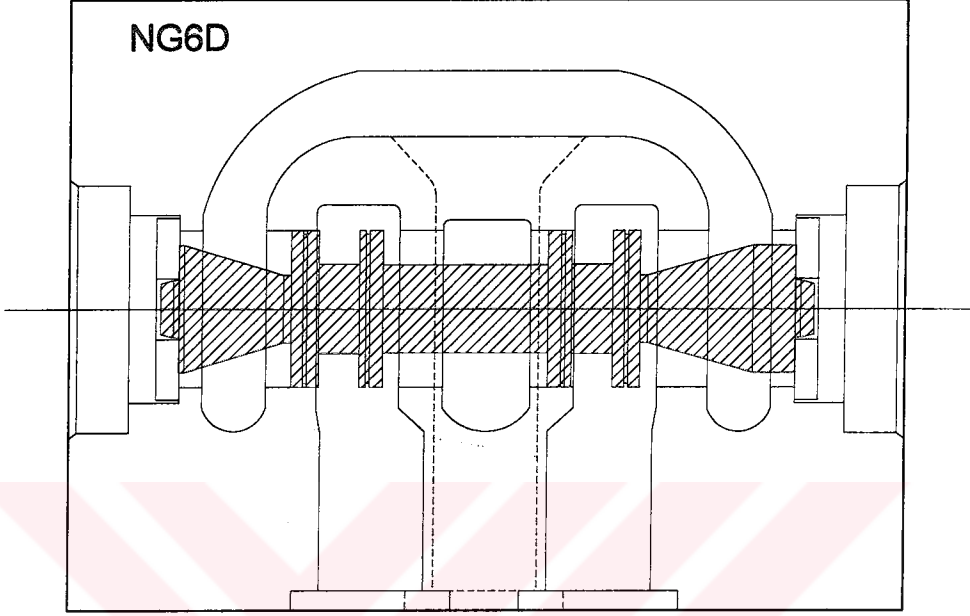
```
/* WARNING: Do not add to, delete from, or otherwise modify the contents */  
/* of this include file. */
```

```
#define menu 0  
#define menu_file 0  
#define menu_file_load 1  
#define menu_file_save 2  
#define menu_file_dir 3  
#define menu_print 256  
#define menu_set 512  
#define menu_set_cal 513  
#define menu_set_start 514  
#define menu_set_stop 515  
#define menu_set_fn 516  
#define menu_set_mintime 517  
#define menu_set_maxtime 518  
#define menu_set_mintemp 519  
#define menu_set_maxtemp 520  
#define menu_zoomin 768  
#define menu_zoomin_time 769  
#define menu_zoomin_temp 770  
#define menu_zoomout 1024  
#define menu_zoomout_time 1025  
#define menu_zoomout_temp 1026  
#define menu_quit 1280
```

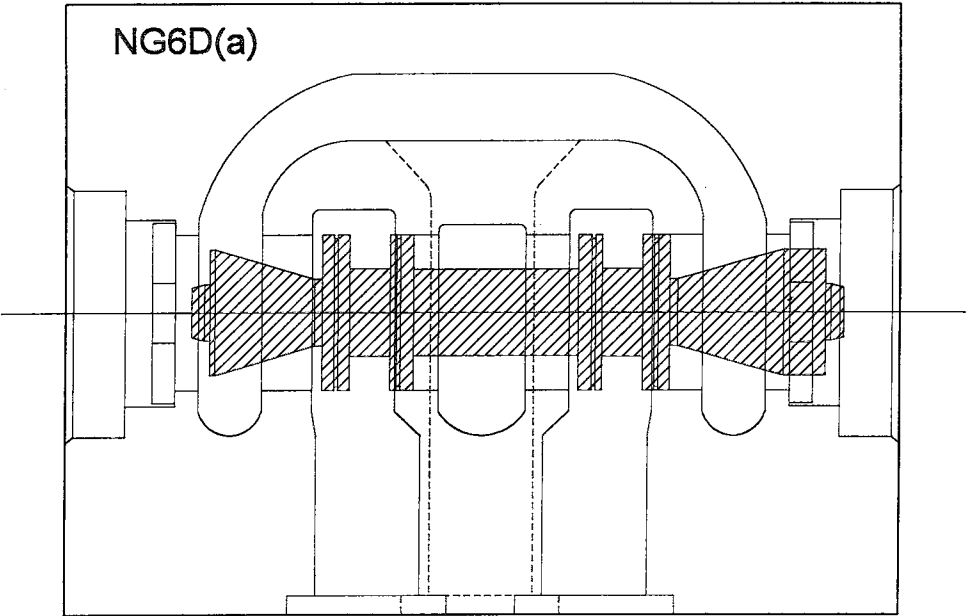
```
#define tempanl 0  
#define tempanl_p1 0  
#define tempanl_Time 1  
#define tempanl_p2 2  
#define tempanl_t1 3  
#define tempanl_graph 4  
#define tempanl_temp1 5  
#define tempanl_temp2 6  
#define tempanl_time1 7  
#define tempanl_time2 8  
#define tempanl_rate 9  
#define tempanl_ch1 10  
#define tempanl_ch2 11
```

```
#define tempanl_ch3 12
#define tempanl_ch4 13
#define tempanl_t2 14
#define tempanl_f1 15
#define tempanl_plot_ch 16
#define tempanl_aout1 17
#define loadpan 1
#define loadpan_files 0
#define loadpan_load 1
#define loadpan_cancel 2
#define loadpan_period 3
#define savepan 2
#define savepan_file_name 0
#define savepan_files 1
#define savepan_save 2
#define savepan_cancel 3
#define savepan_period 4
#define mintime 3
#define mintime_mintime 0
#define mintemp 4
#define mintemp_mintemp 0
#define maxtime 5
#define maxtime_maxtime 0
#define maxtemp 6
#define maxtemp_maxtemp 0
#define calpan 7
#define calpan_t1 0
#define calpan_t2 1
#define calpan_text 2
#define calpan_ok 3
#define calpan_k 4
#define calpan_k1 5
#define calpan_kt1 6
#define calpan_kt2 7

#define fnpan 8
#define fnpan_p1a 0
#define fnpan_p1b 1
#define fnpan_p2a 2
#define fnpan_p2b 3
#define fnpan_f1a 4
#define fnpan_f2b 5
#define fnpan_tx1 6
#define fnpan_tx2 7
#define fnpan_tx3 8
```

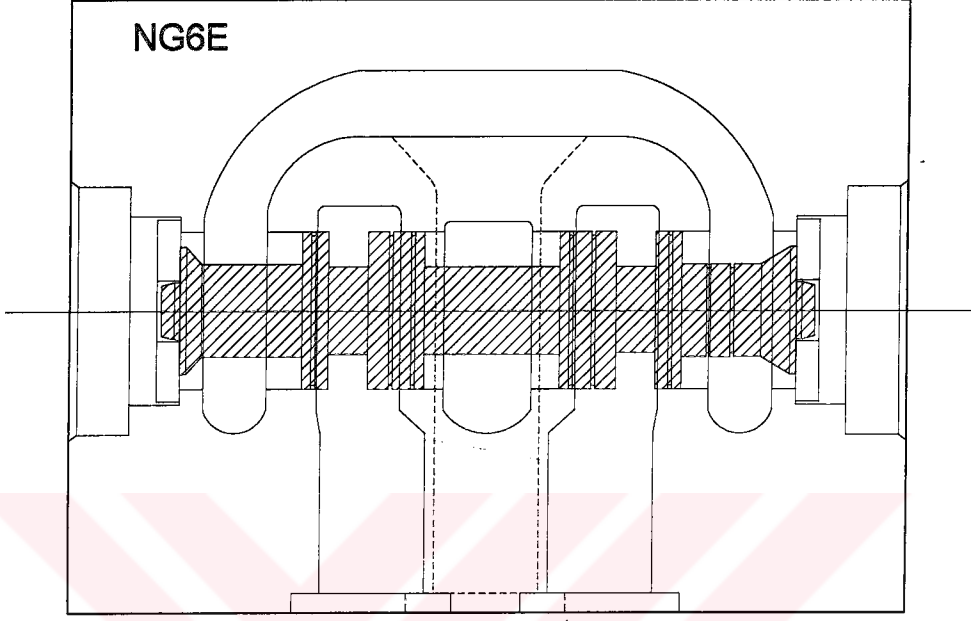


Şekil D.1 : NG6 D merkez valf

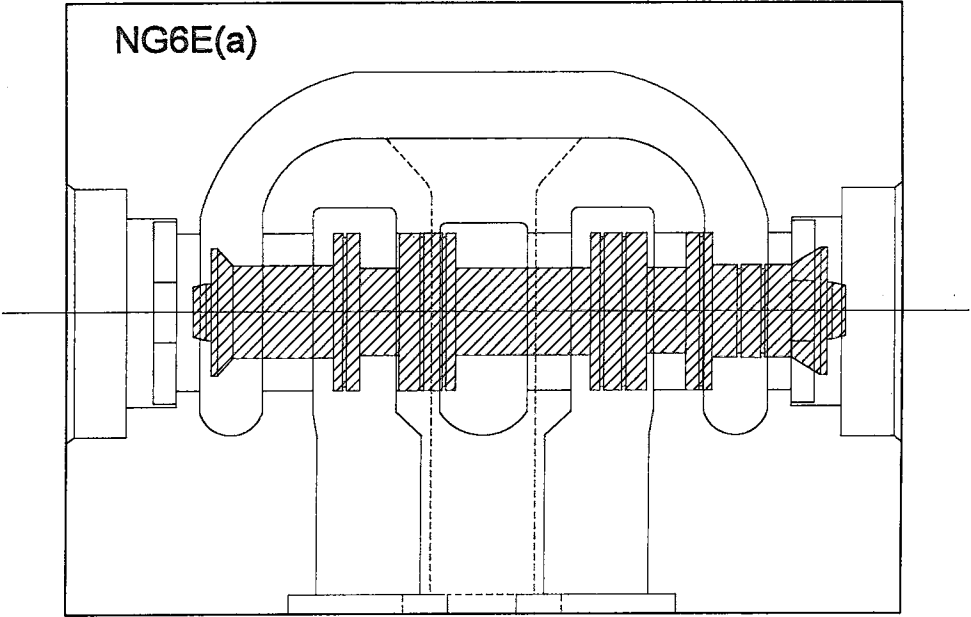


Şekil D.2 : NG6 D merkez valf (a bobini enerjili)

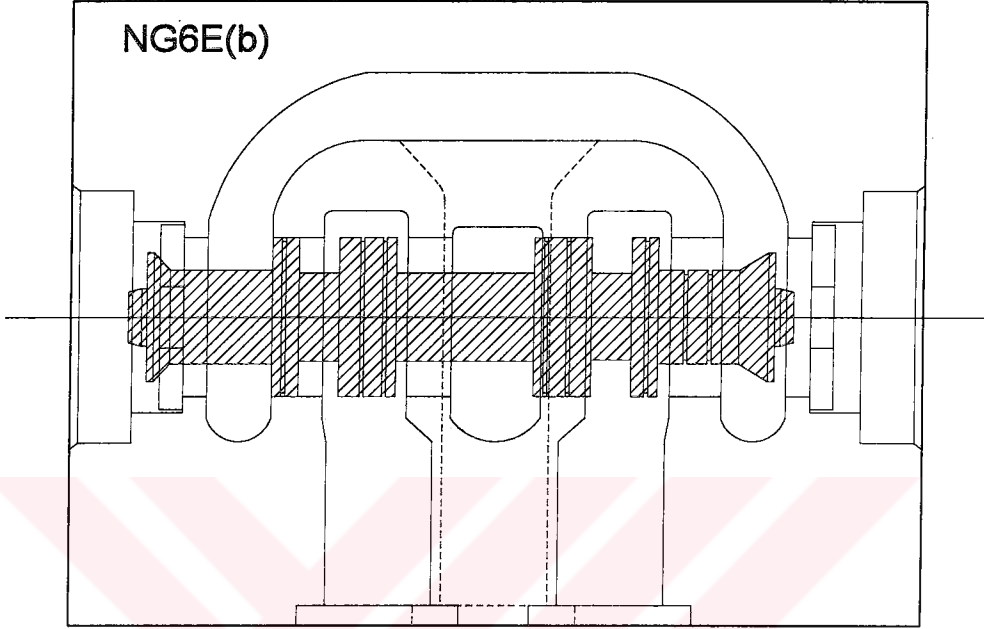




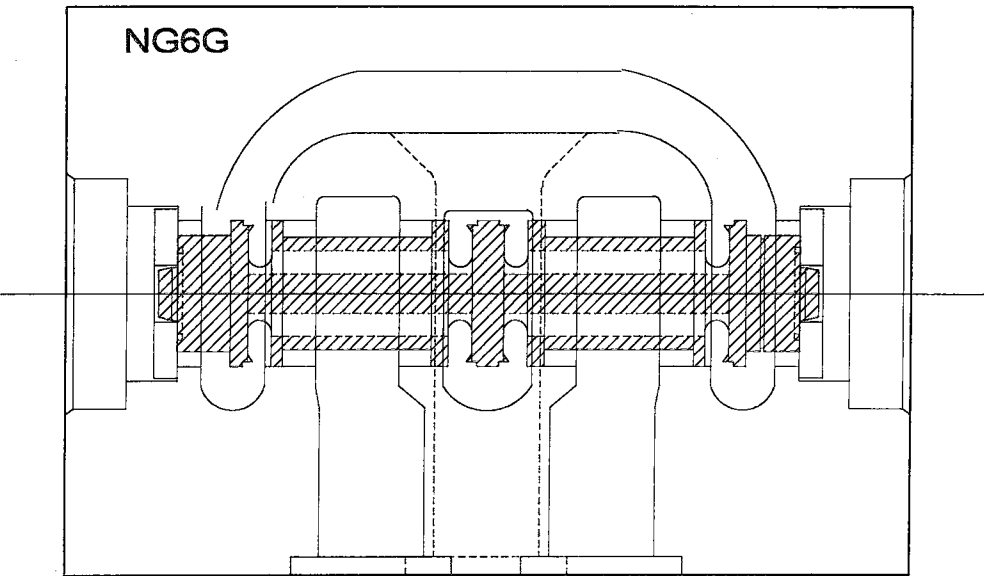
Şekil D.3 : NG6 E merkez valf



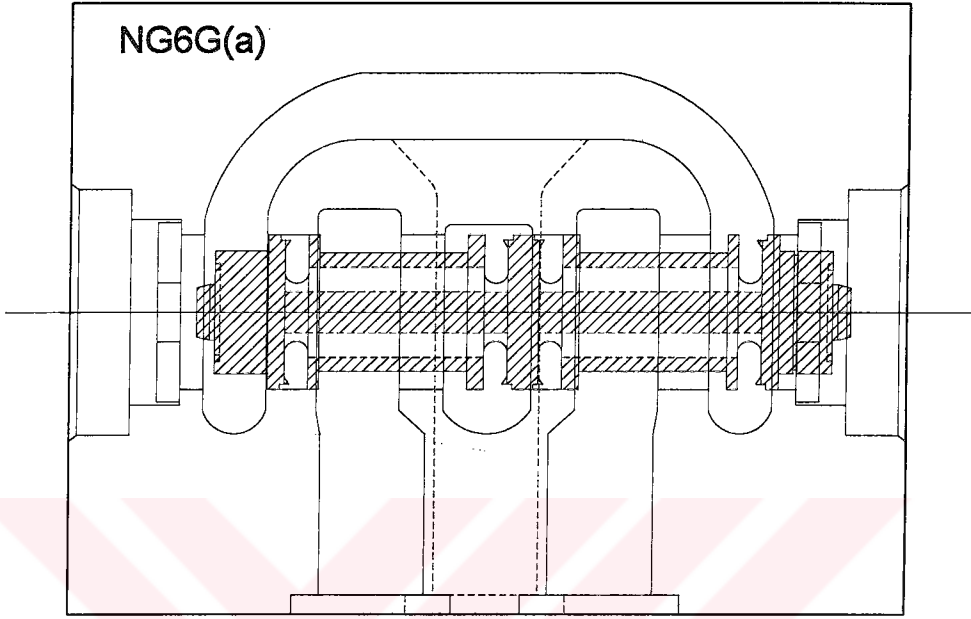
Şekil D.4 : NG6 E merkez valf (a bobini enerjili)



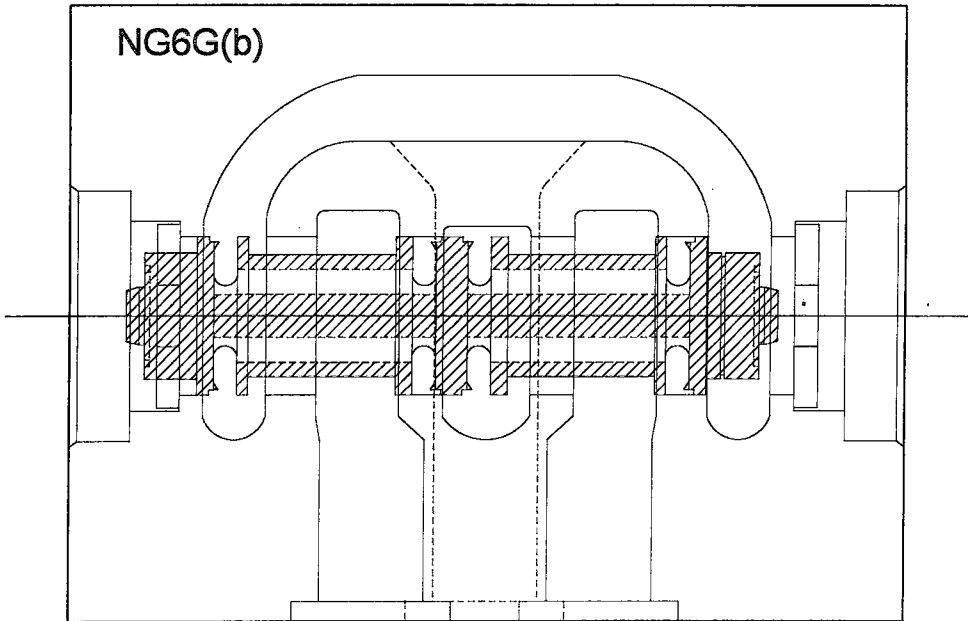
Şekil D.5 : NG6 E merkez valf (b bobini enerjili)



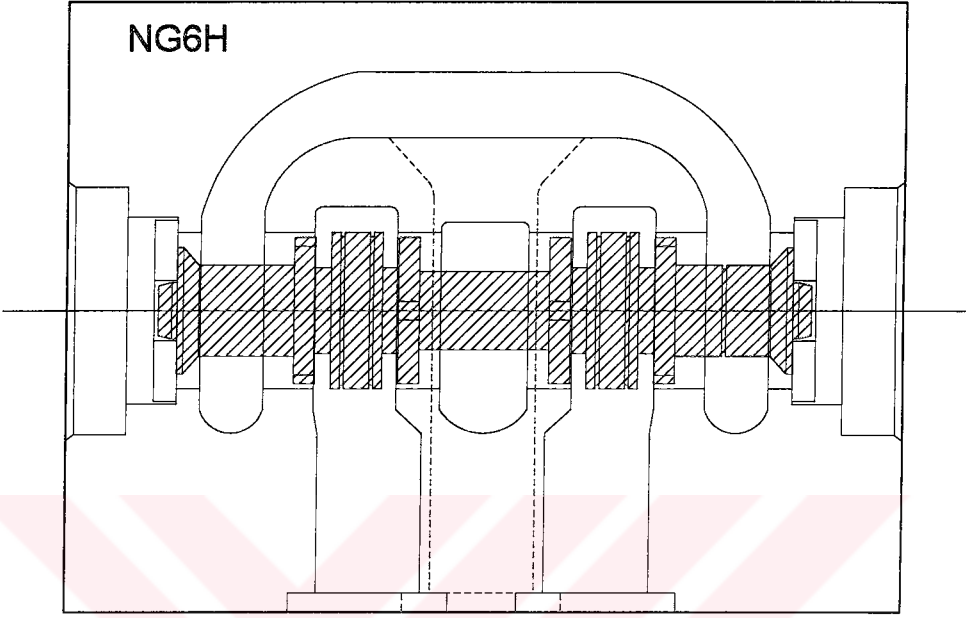
Şekil D.6 : NG6 G merkez valf



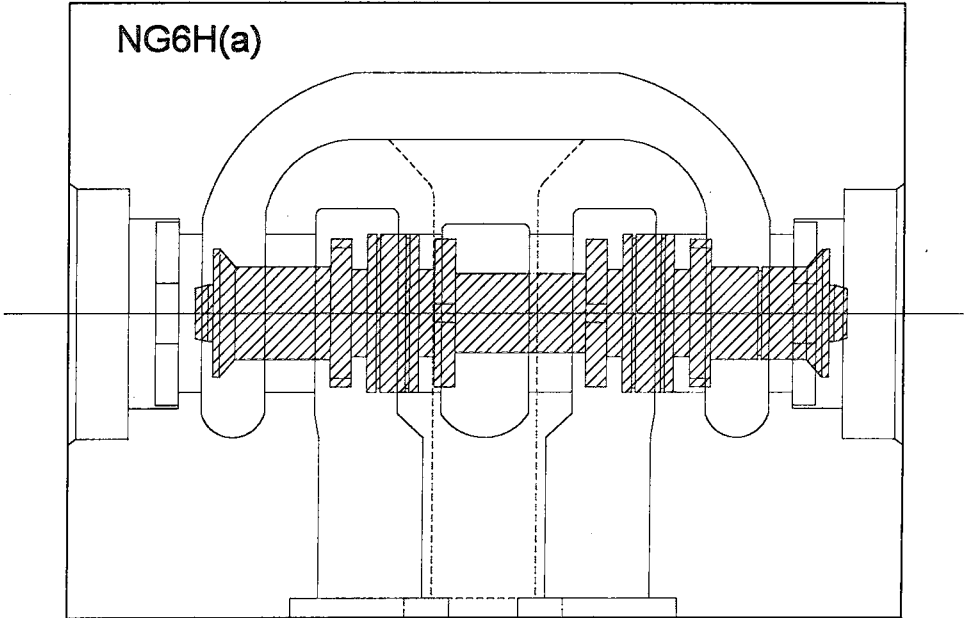
Şekil D.7 : NG 6 G merkez valf (a bobini enerjili)



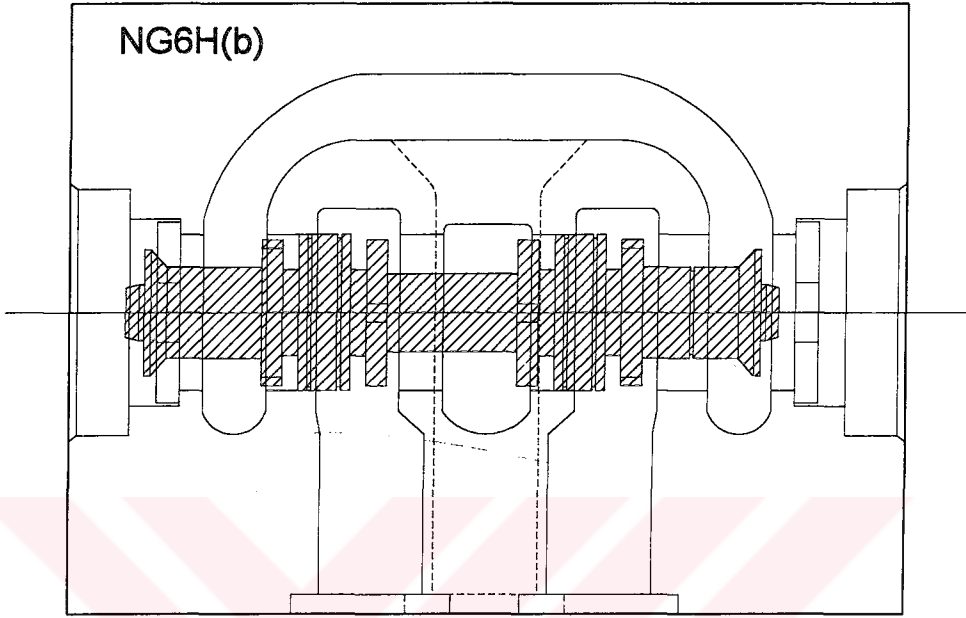
Şekil D.8 : NG 6 G merkez valf (b bobini enerjili)



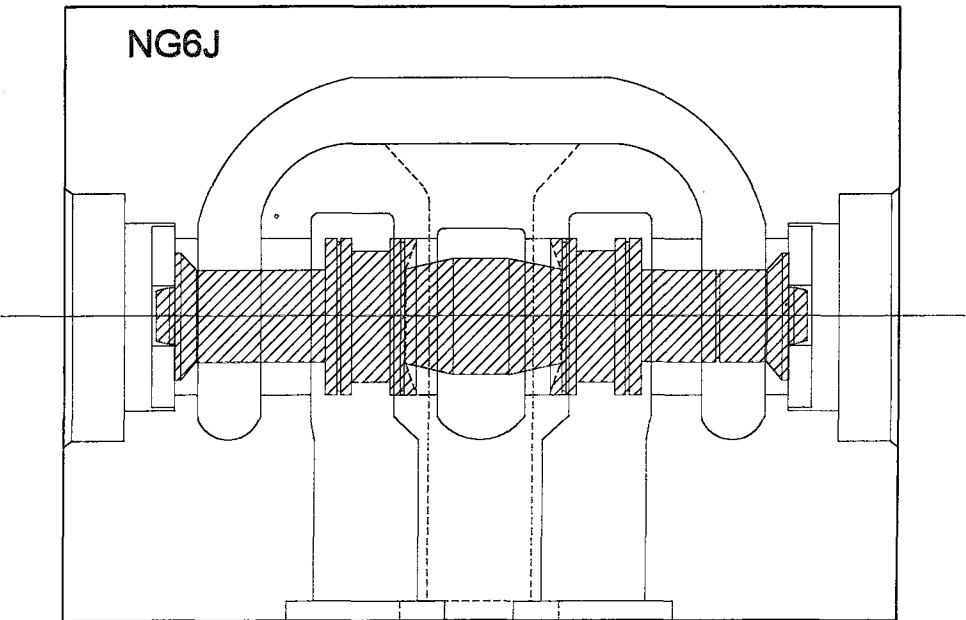
Şekil D.9 : NG6 H merkez valf



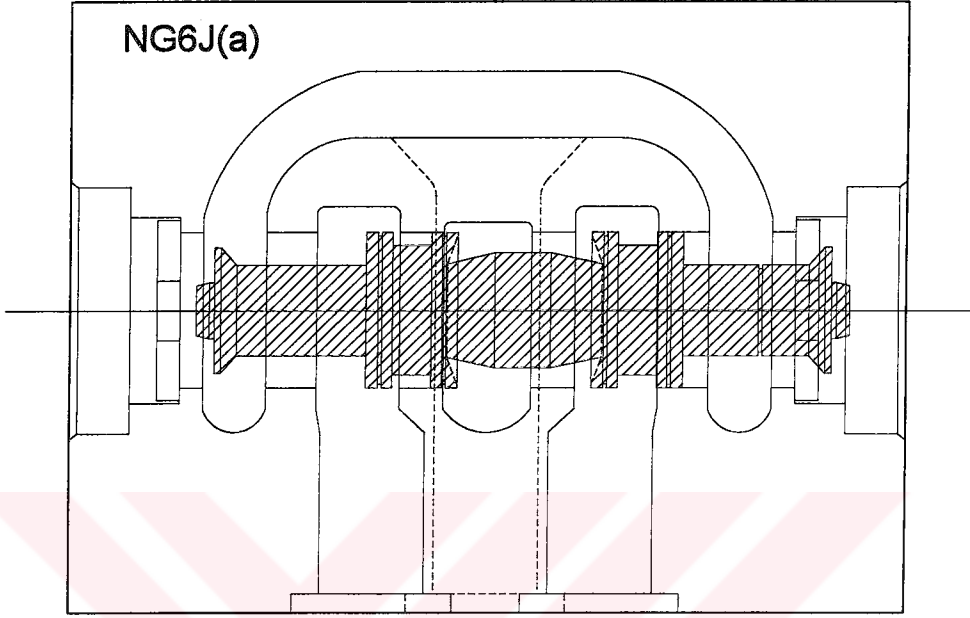
Şekil D.10 : NG6 H merkez valf (a bobini enerjili)



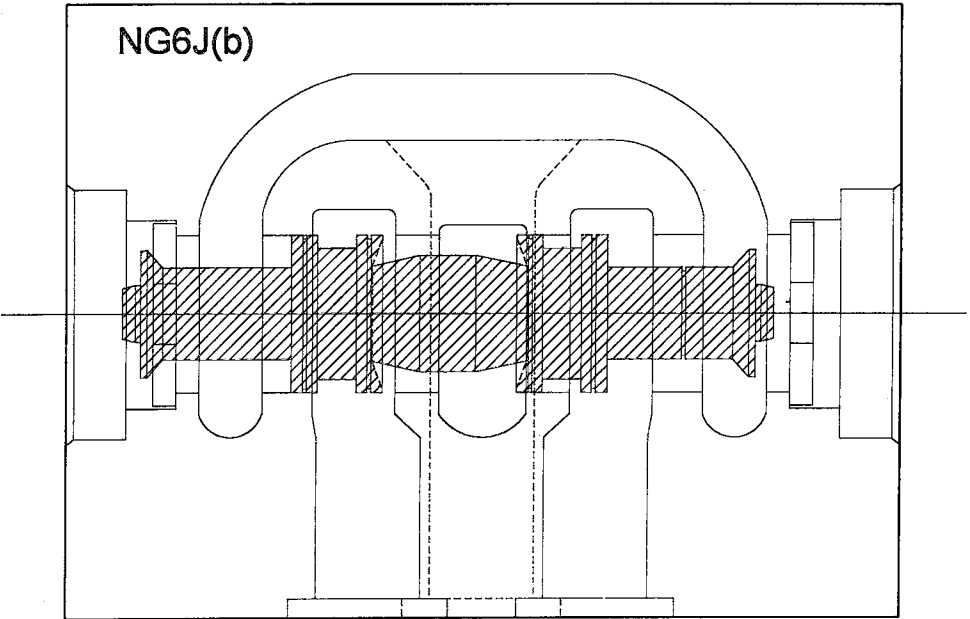
Şekil D.11 : NG6 H merkez valf (b bobini enerjili)



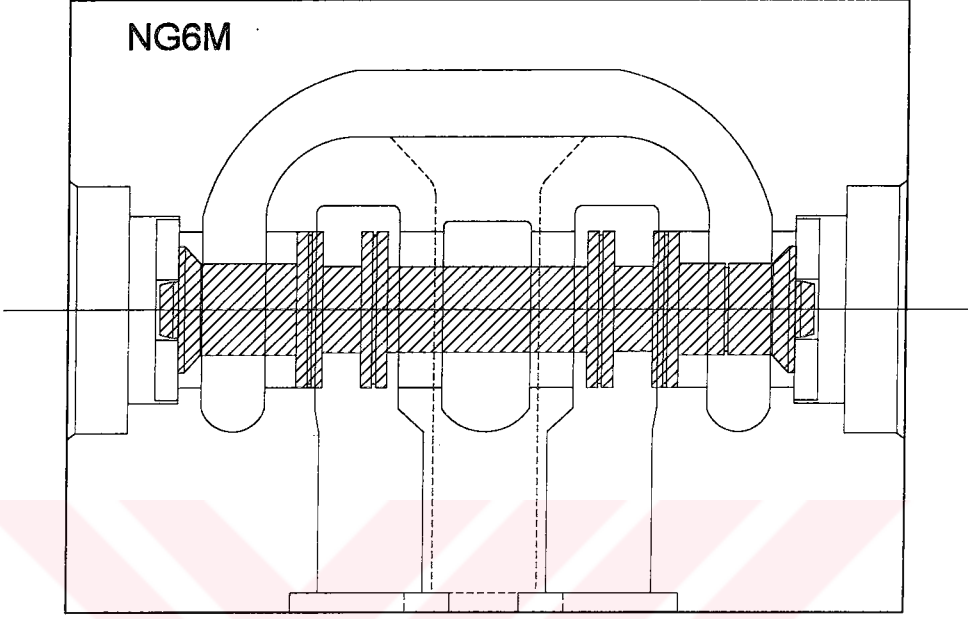
Şekil D.12 : NG6 J merkez valf



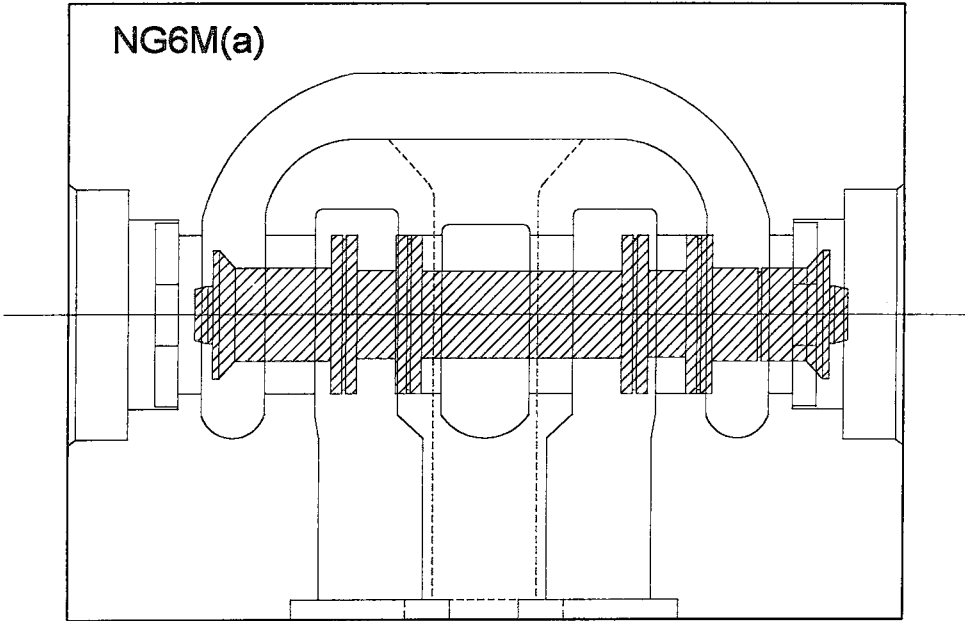
Şekil D.13 : NG6 J merkez valf (a bobini enerjili)



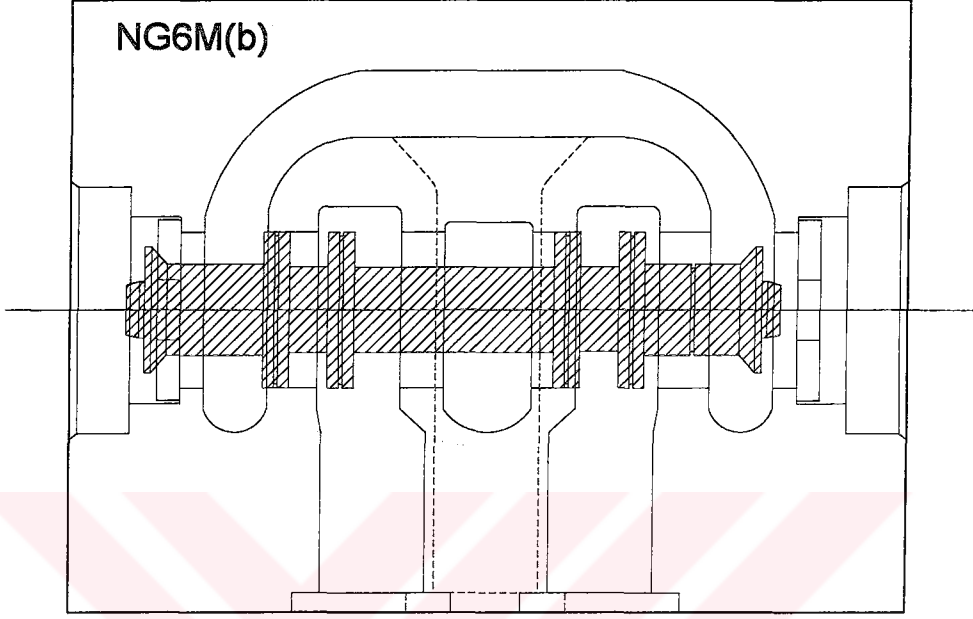
Şekil D.14 : NG6 J merkez valf (b bobini enerjili)



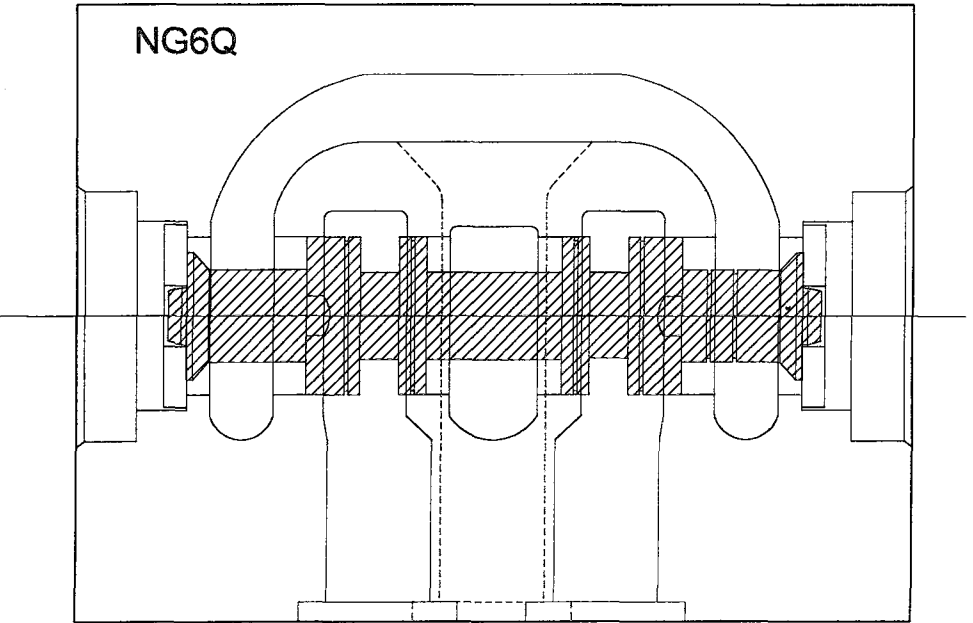
Şekil D.15 : NG6 M merkez valf



Şekil D.16 : NG6 M merkez valf (a bobini enerjili)

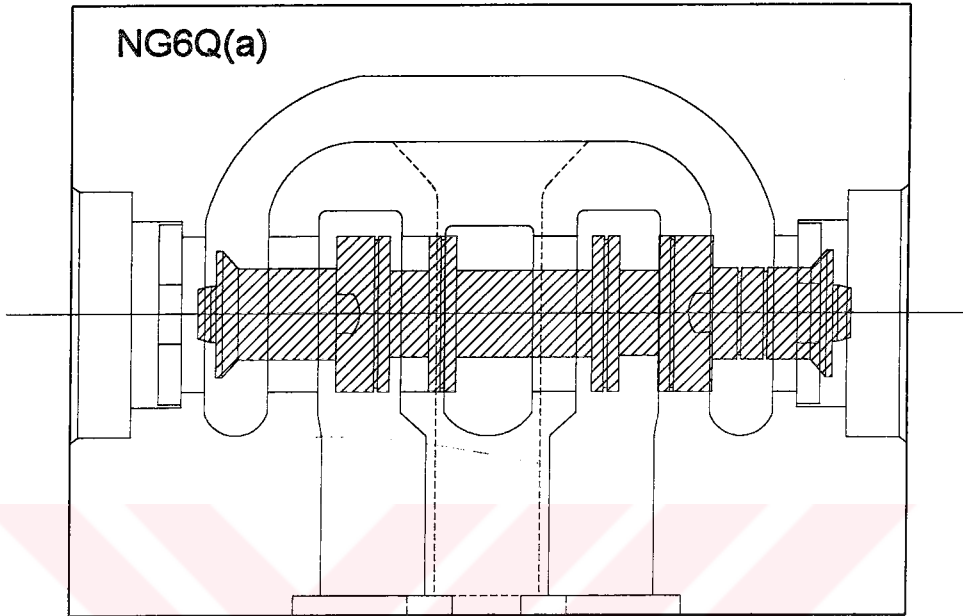


Şekil D.17 : NG6 M merkez valf (b bobini enerjili)

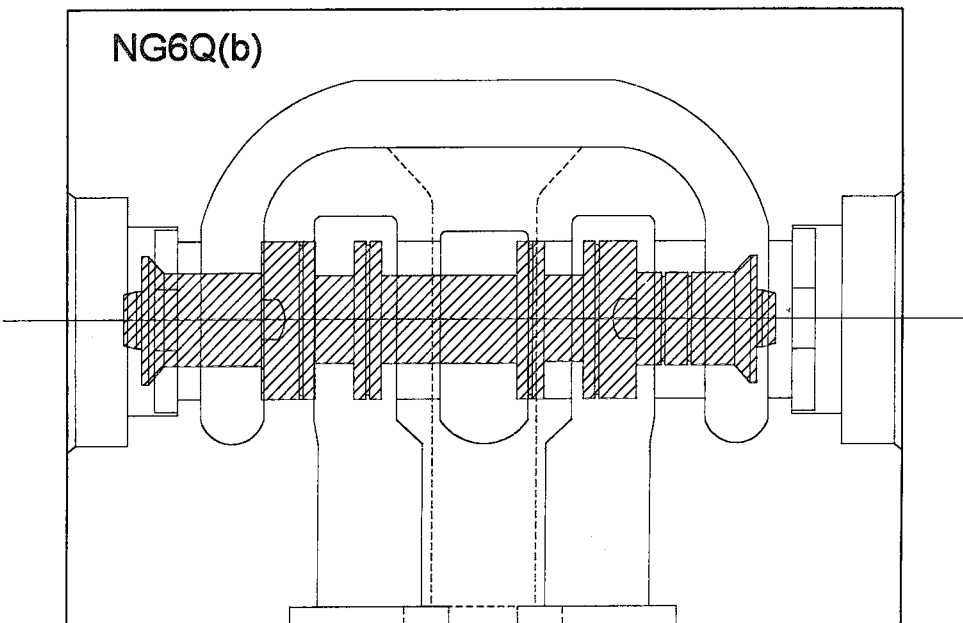


Şekil D.18 : NG6 Q merkez valf

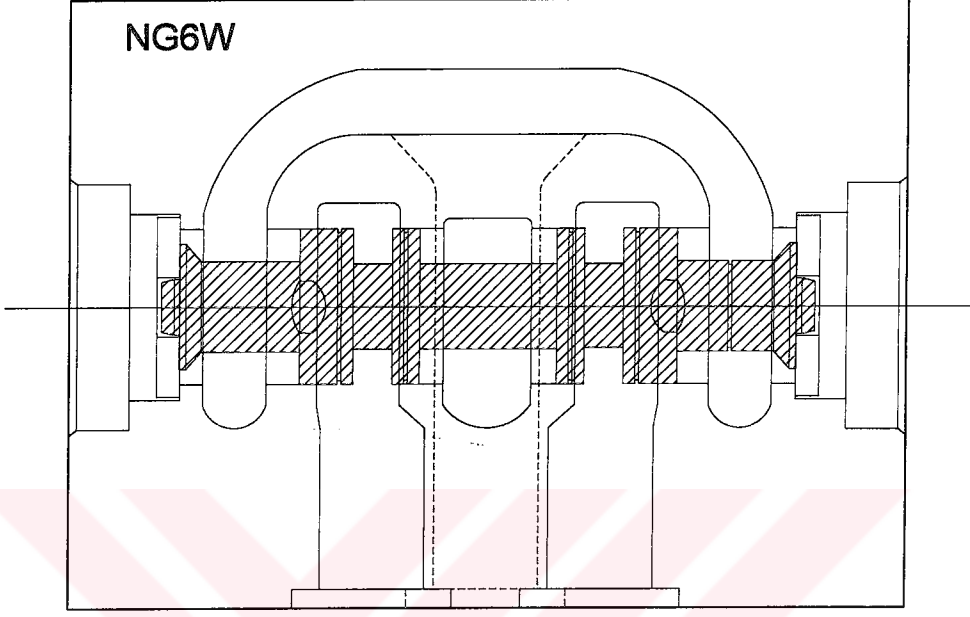




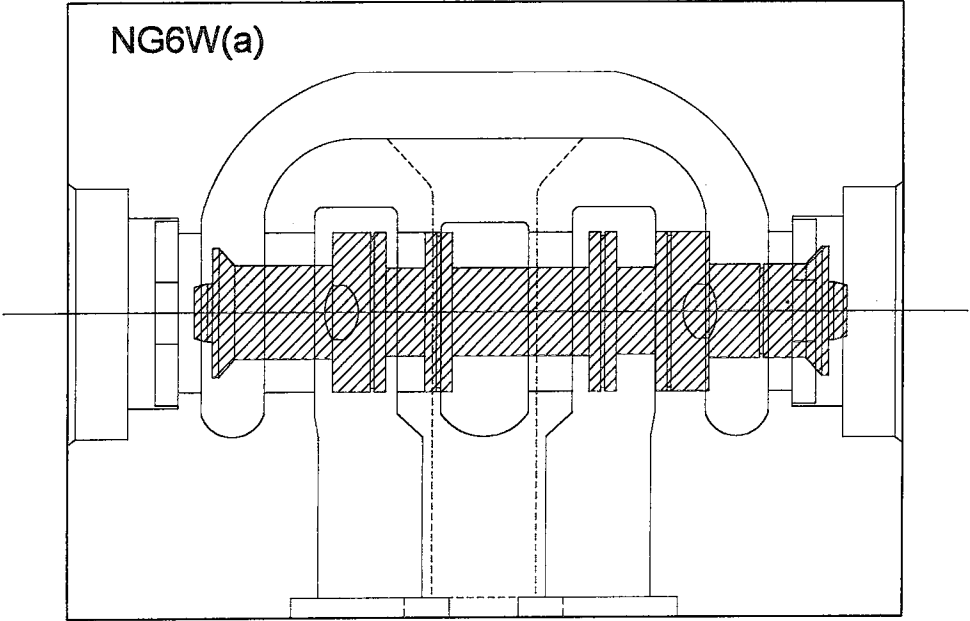
**Şekil D.19 : NG6 Q merkez valf (a bobini enerjili)**



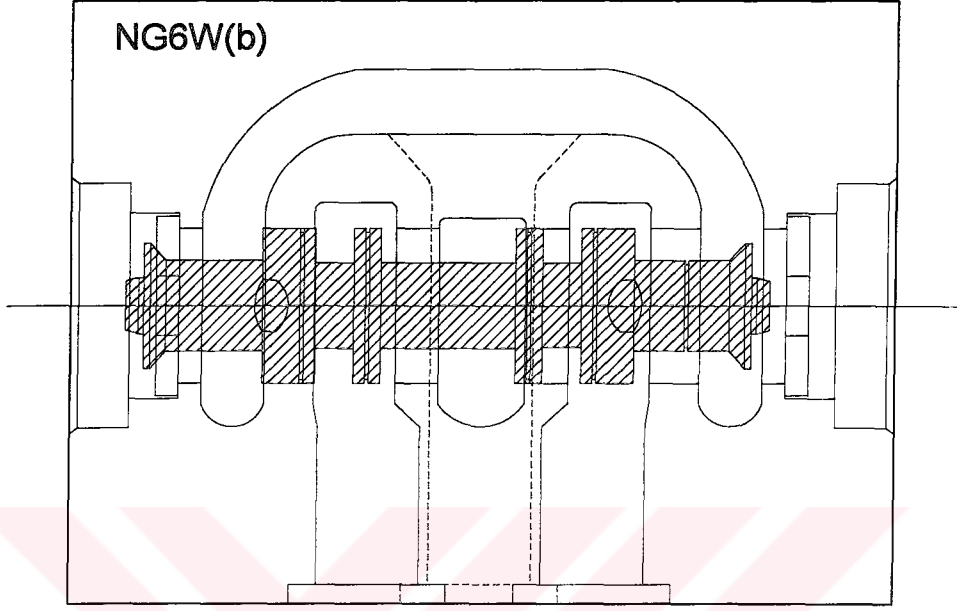
**Şekil D.20 : NG6 Q merkez valf (b bobini enerjili)**



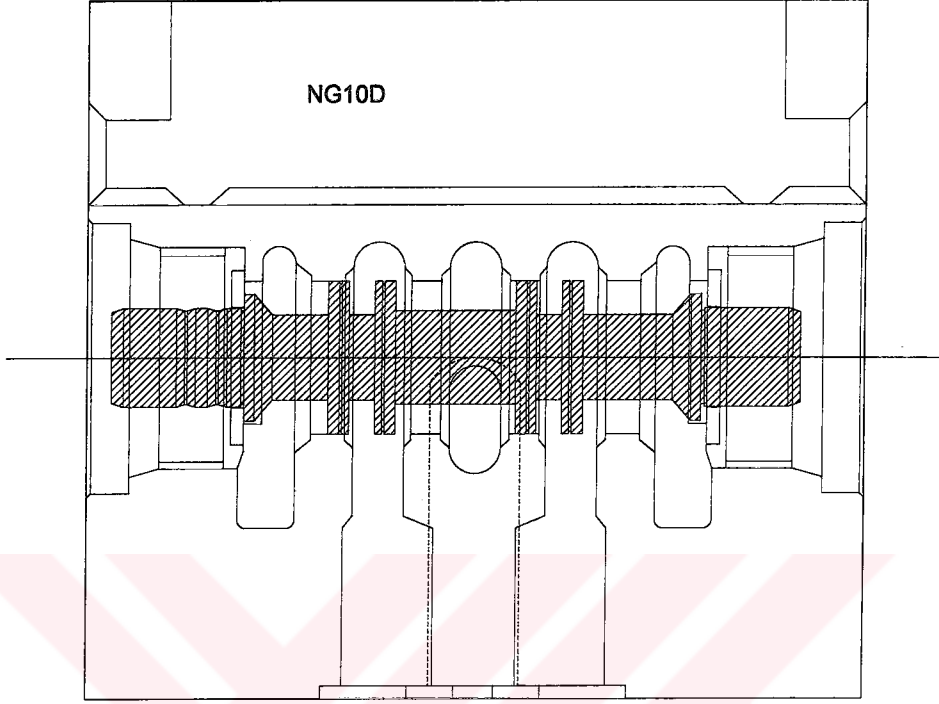
Şekil D.21 : NG6 W merkez valf



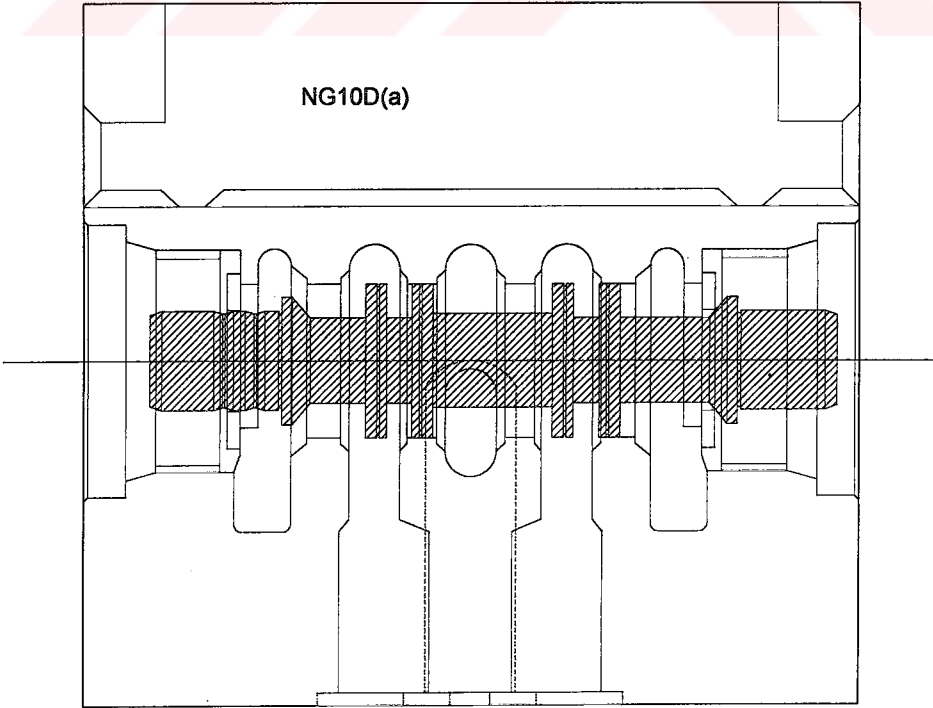
Şekil D.22 : NG6 W merkez valf (a bobini enerjili)



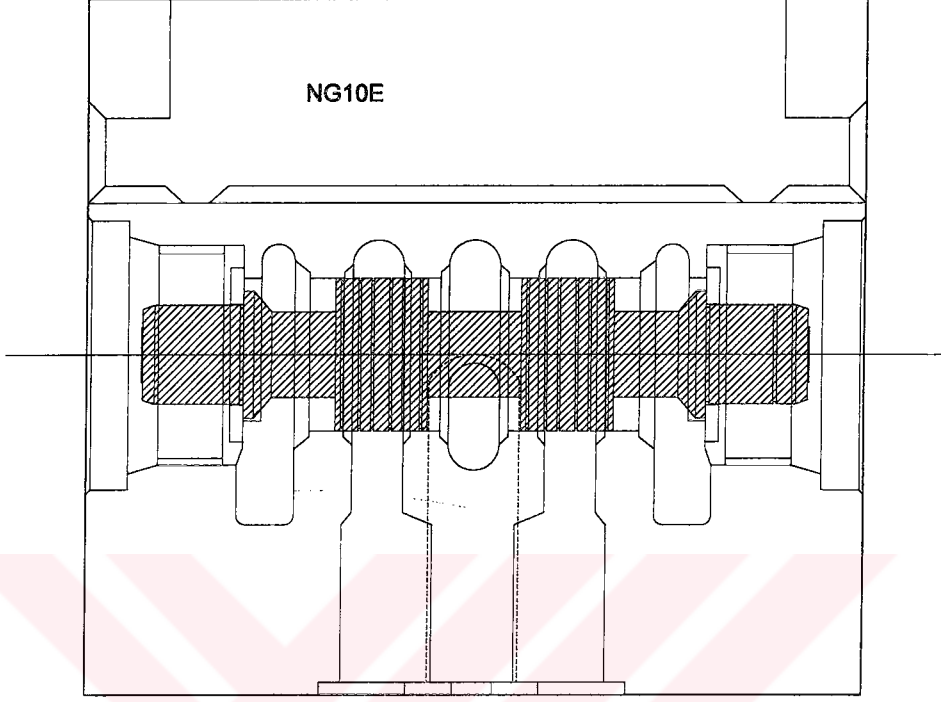
Şekil D.22 : NG6 W merkez valf (b bobini enerjili)



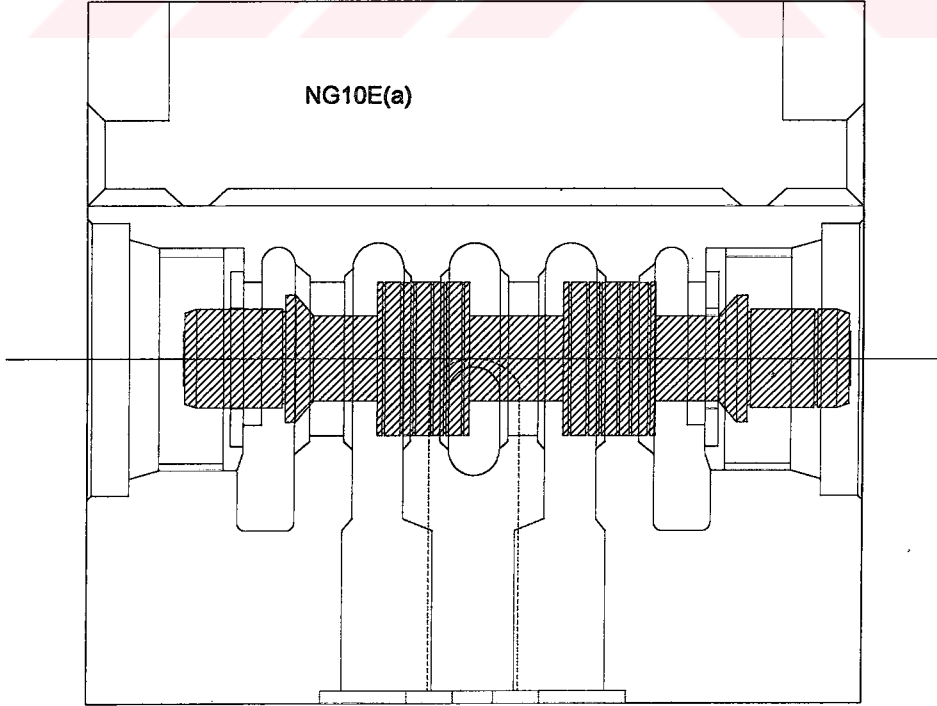
Şekil E.1 : NG10 D merkez valf



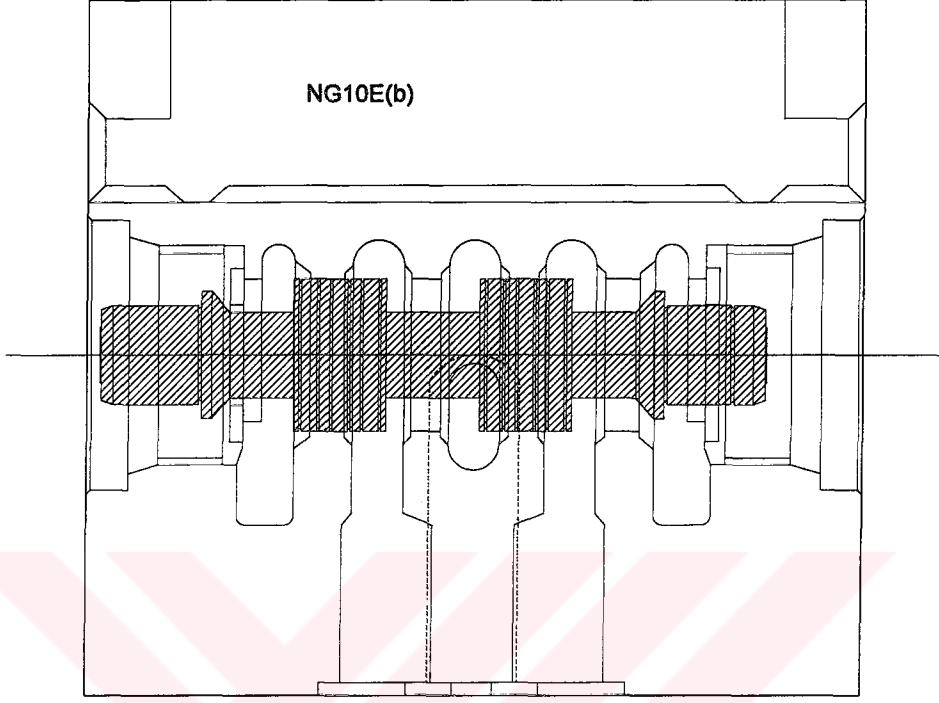
Şekil E.2 : NG10 D merkez valf (a bobini enerjili)



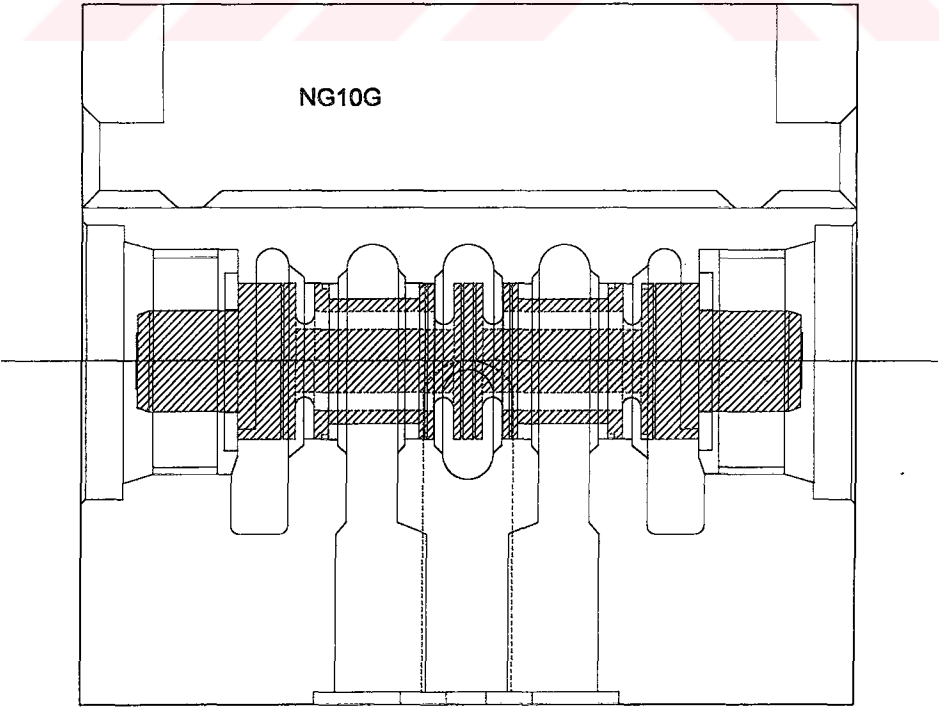
Şekil E.3 : NG10 E merkez valf



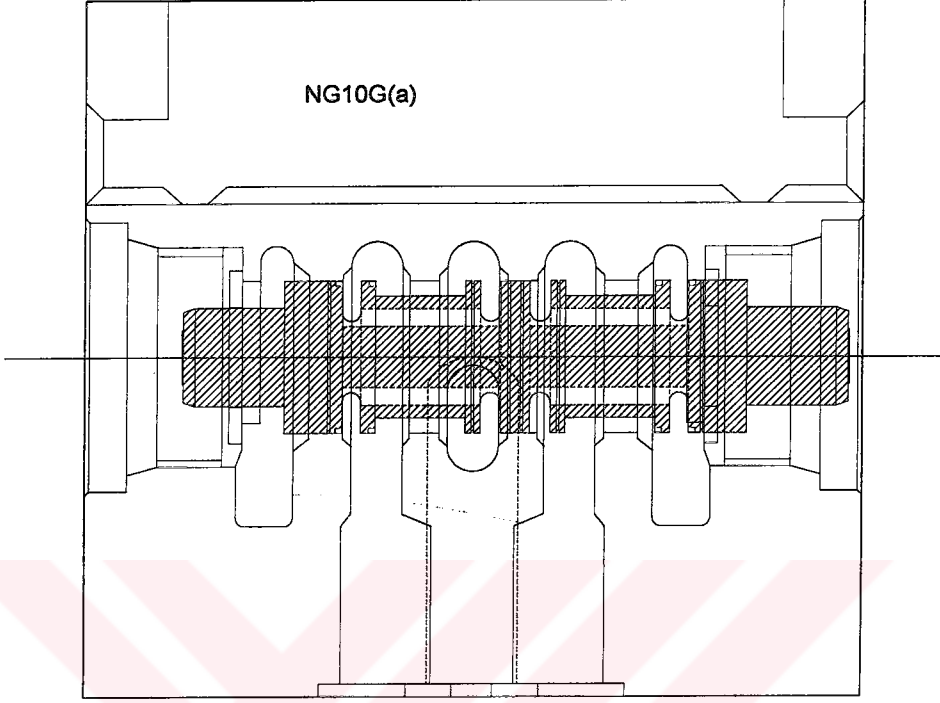
Şekil E.4 : NG10 E merkez valf (a bobini enerjili)



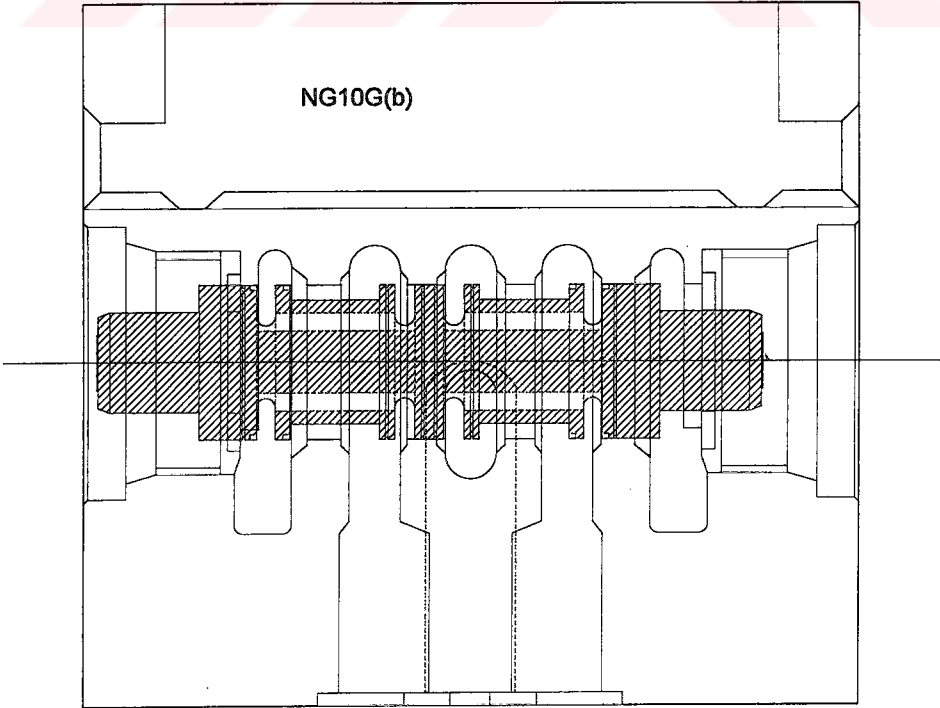
Şekil E.5 : NG10 E merkez valf (b bobini enerjili)



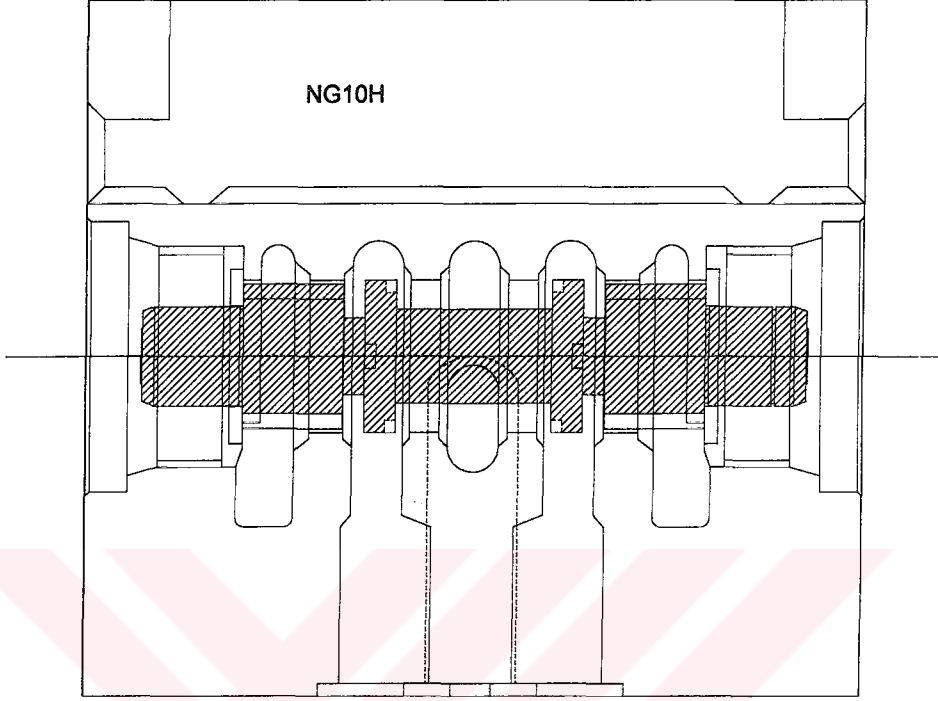
Şekil E.6 : NG10 G merkez valf



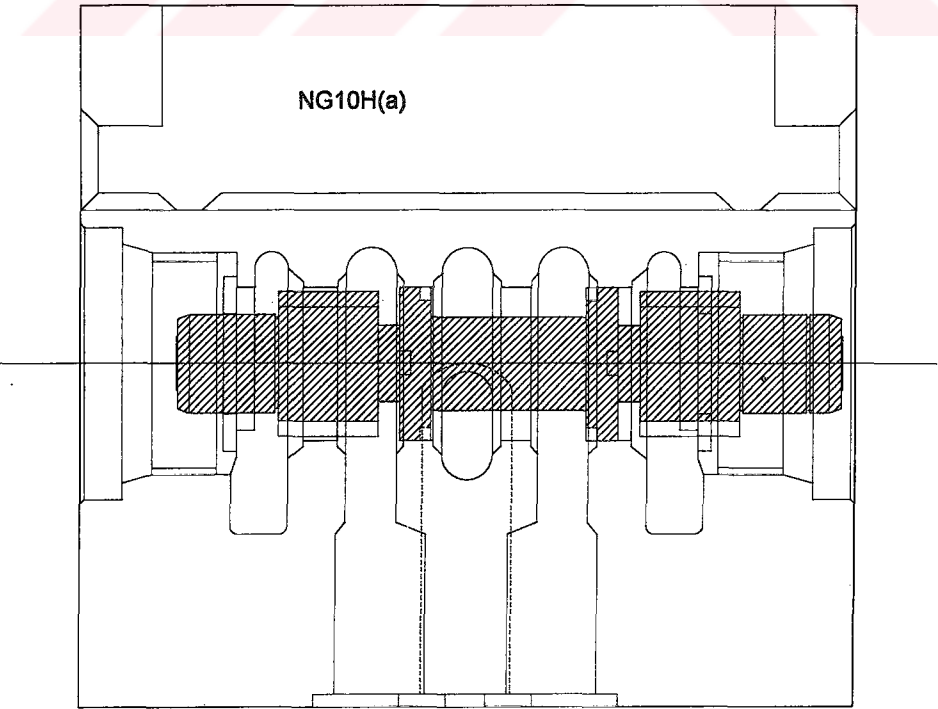
Şekil E.7 : NG10 G merkez valf (a bobini enerjili)



Şekil E.8 : NG10 G merkez valf (b bobini enerjili)

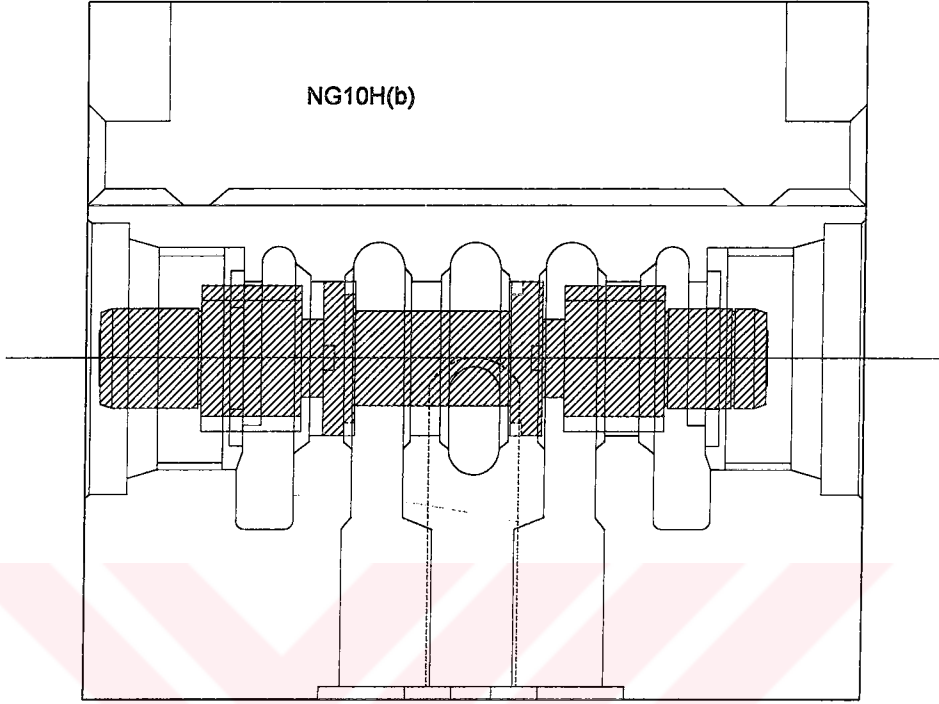


Şekil E.9 : NG10 H merkez valf

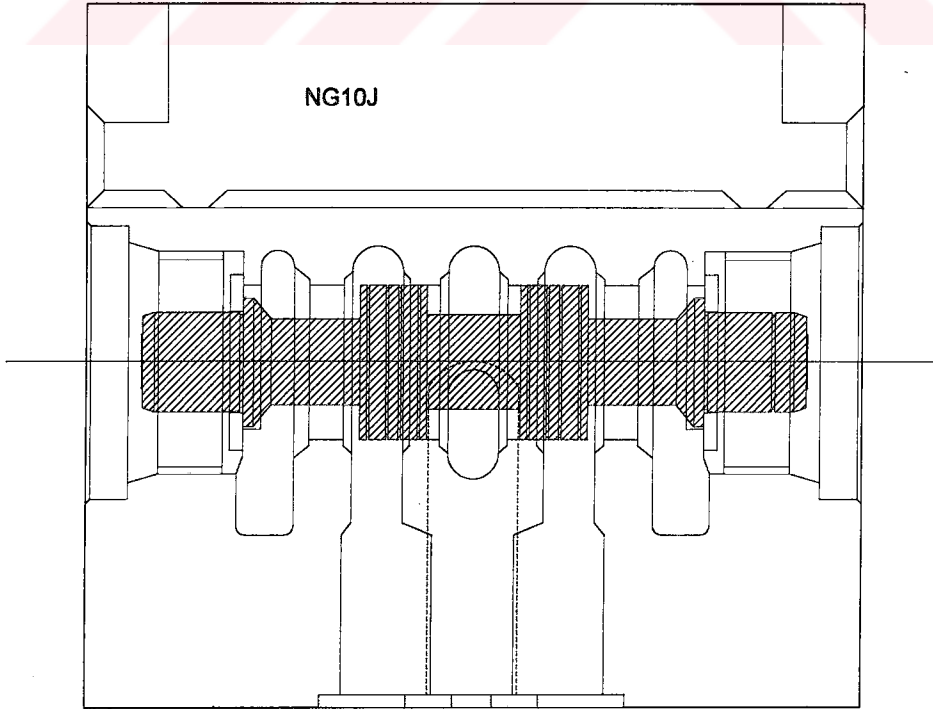


Şekil E.10 : NG10 H merkez valf (a bobini enerjili)

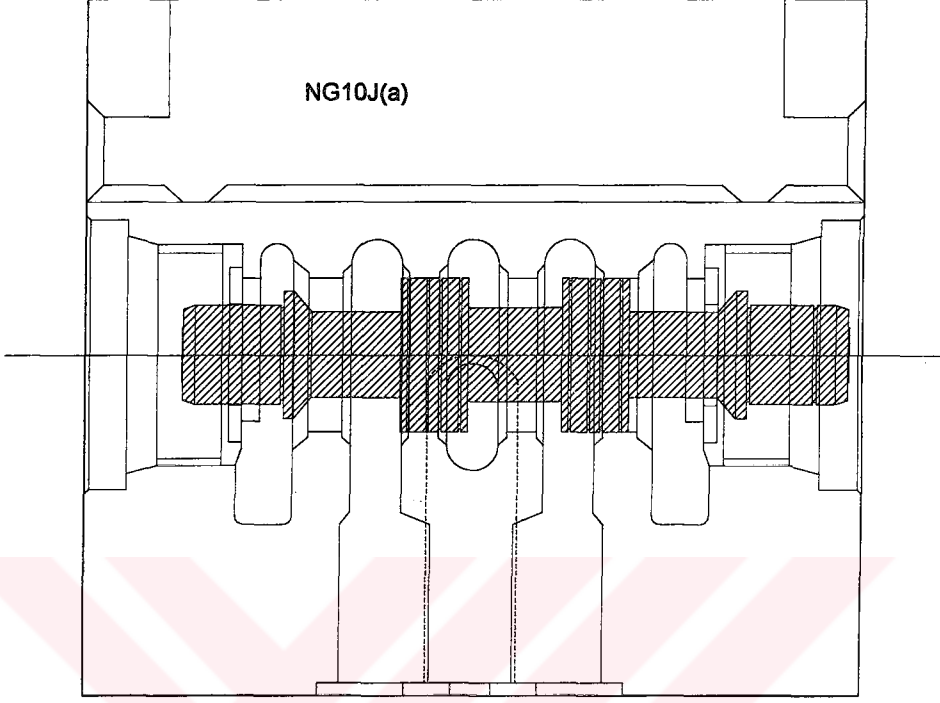




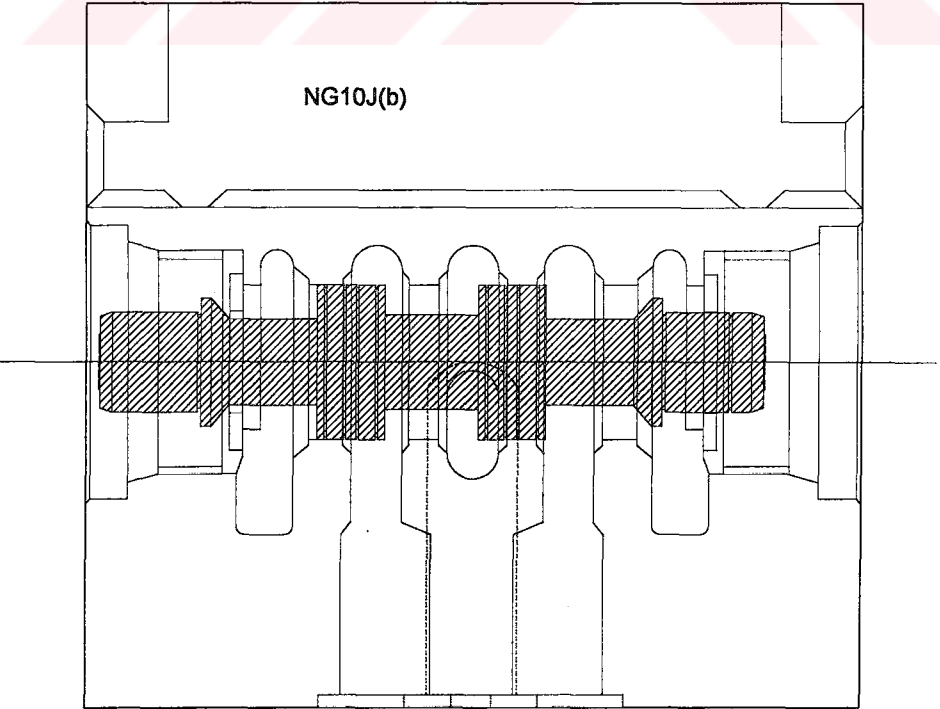
Şekil E.11 : NG10 H merkez valf (b bobini enerjili)



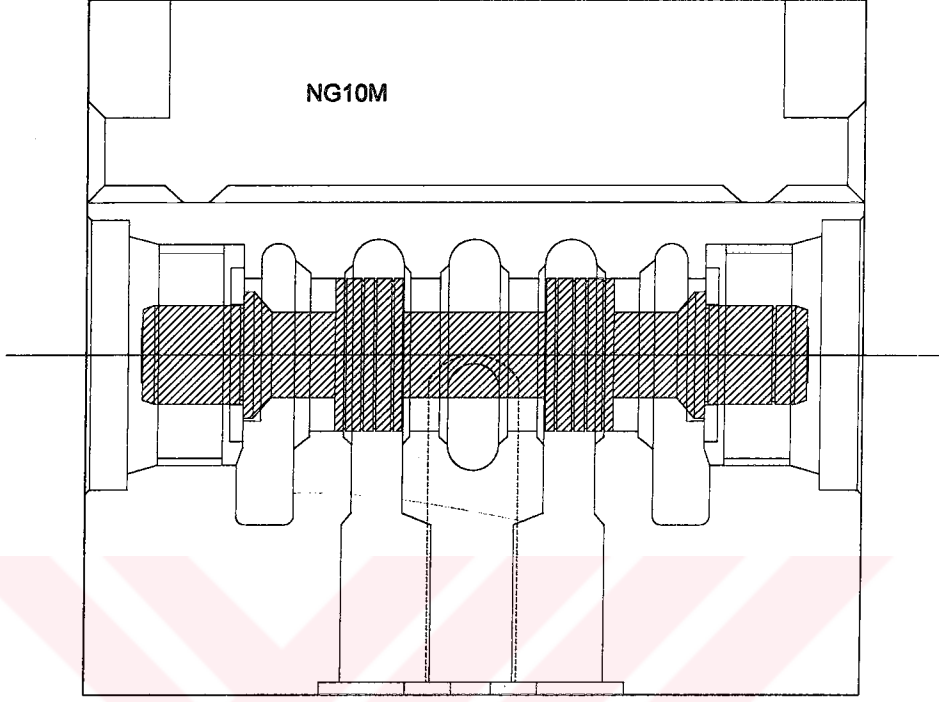
Şekil E.12 : NG10 J merkez valf



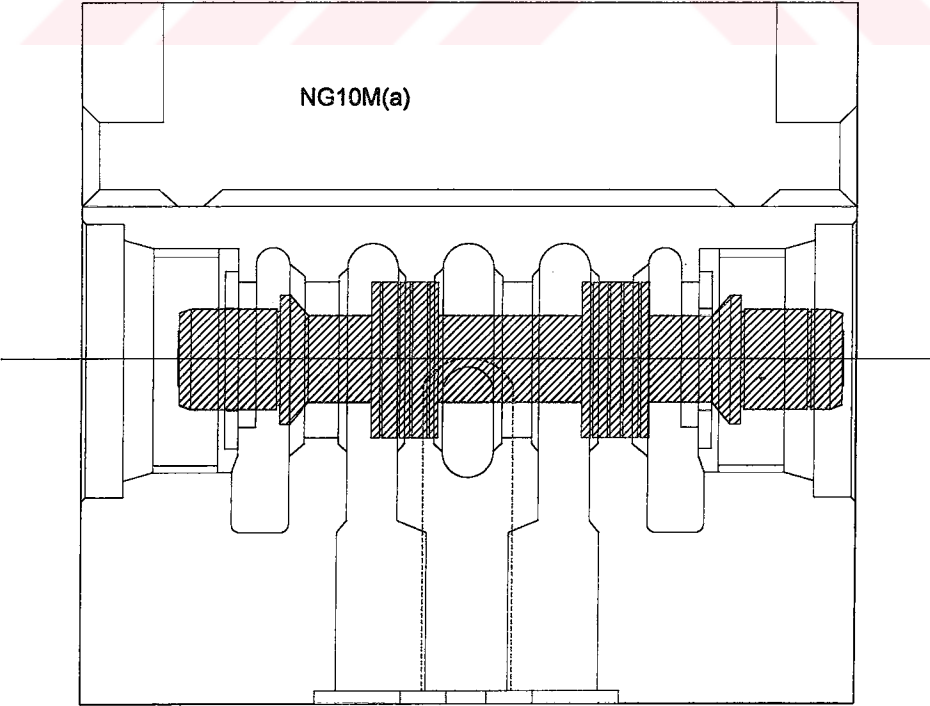
Şekil E.13 : NG10 J merkez valf (a bobini enerjili)



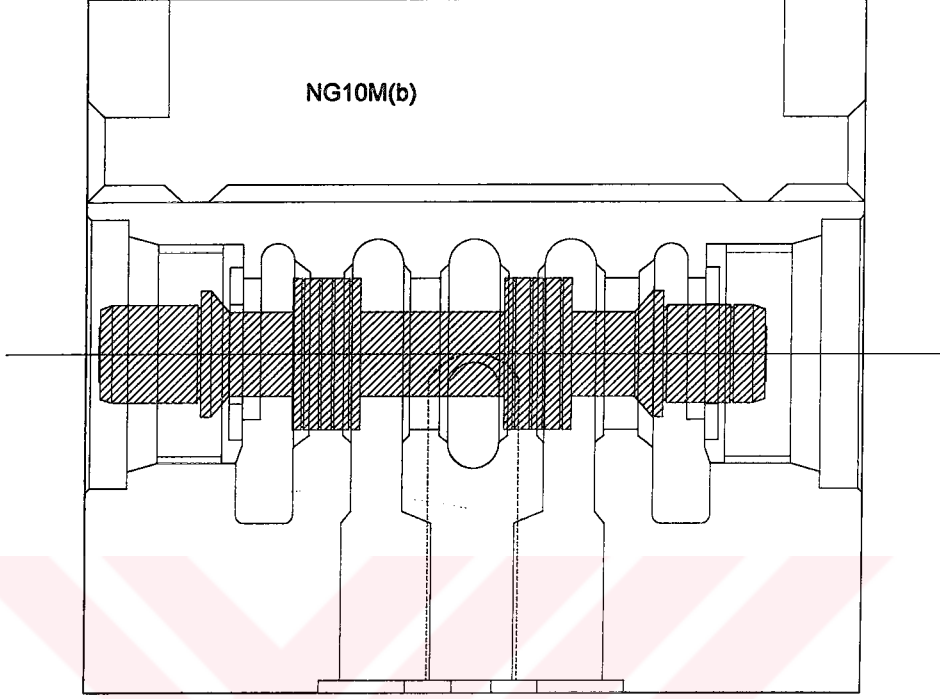
Şekil E.14 : NG10 J merkez valf (b bobini enerjili)



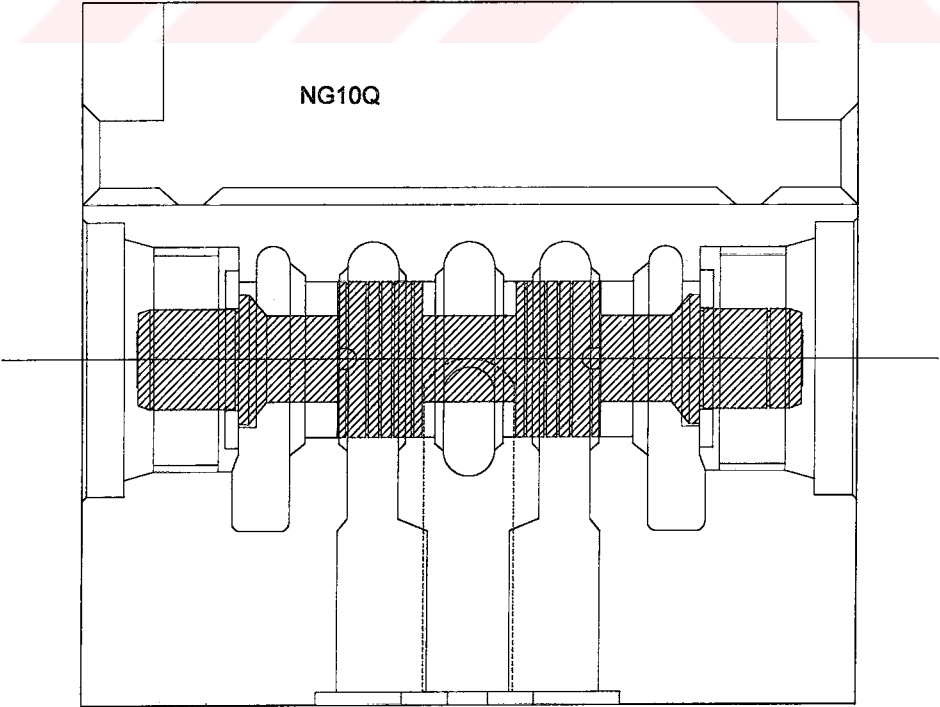
Şekil E.15 : NG10 M merkez valf



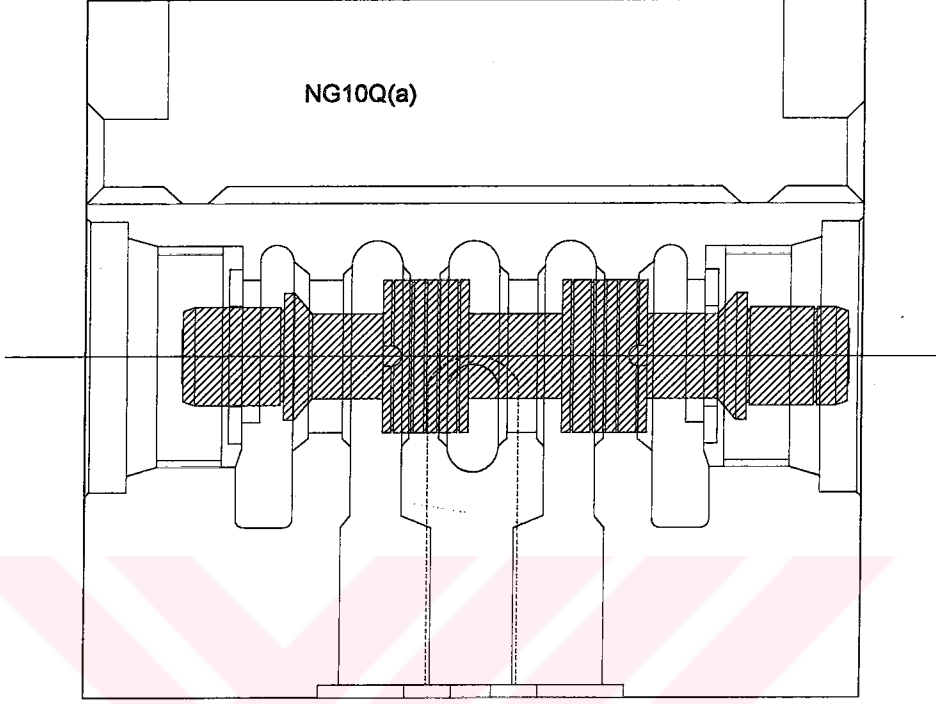
Şekil E.16 : NG10 M merkez valf (a bobini enerjili)



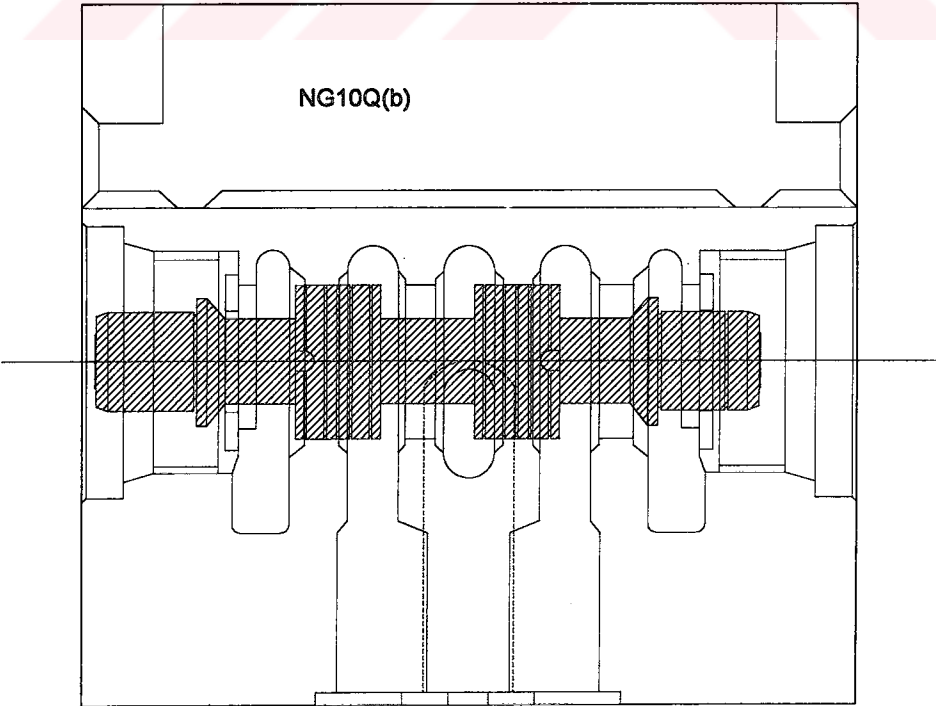
Şekil E.17 : NG10 M merkez valf (b bobini enerjili)



Şekil E.18 : NG10 Q merkez valf

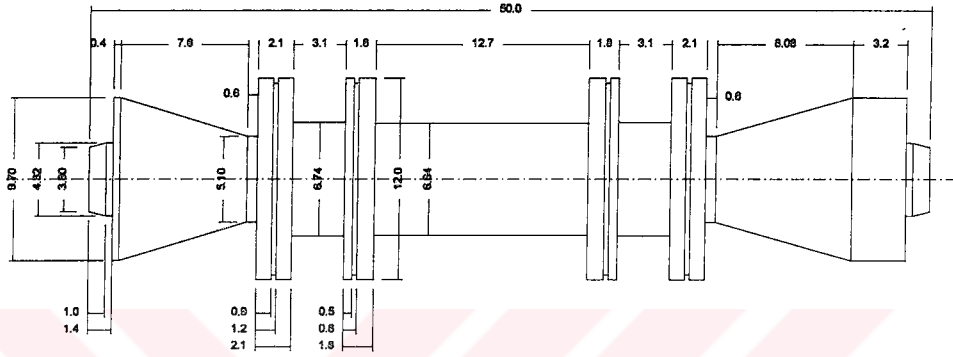


Şekil E.19 : NG10 Q merkez valf (a bobini enerjili)



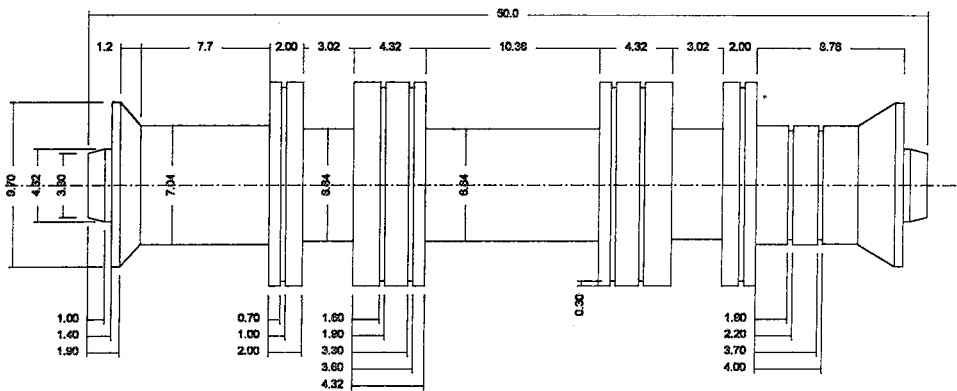
Şekil E.20 : NG10 Q merkez valf (b bobini enerjili)

## NG6D



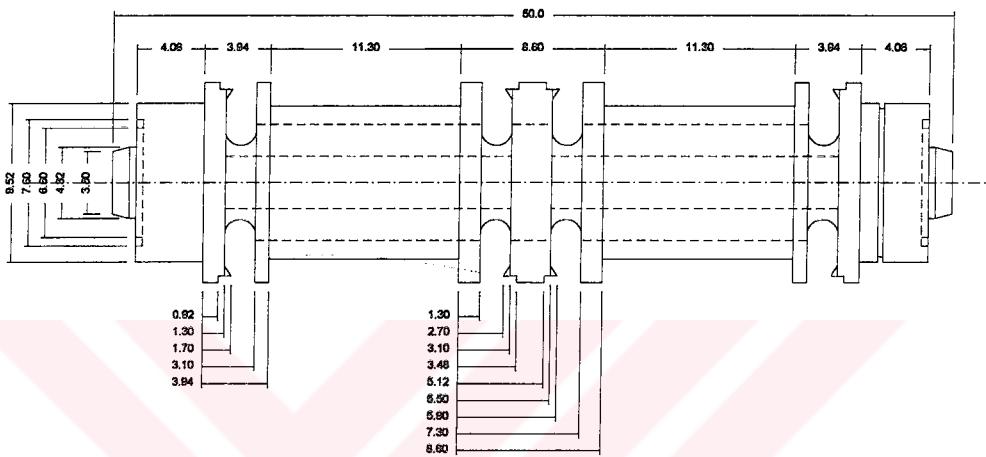
Şekil F.1 : NG6 D merkez valf sürgüsü

## NG6E



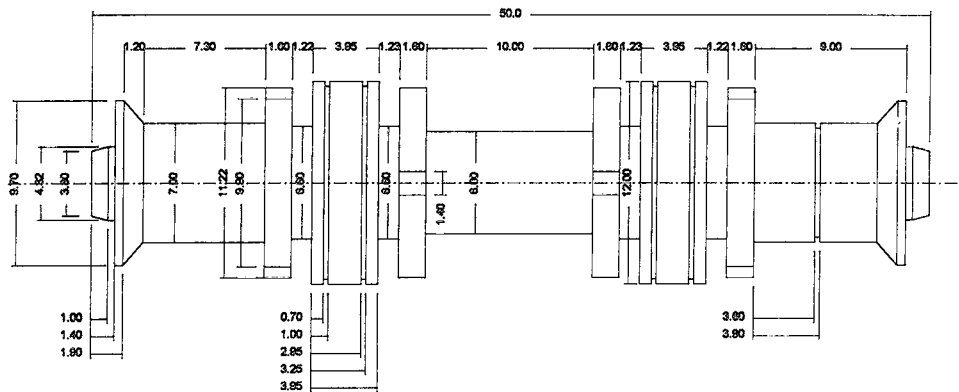
Şekil F.2 : NG6 E merkez valf sürgüsü

NG6G



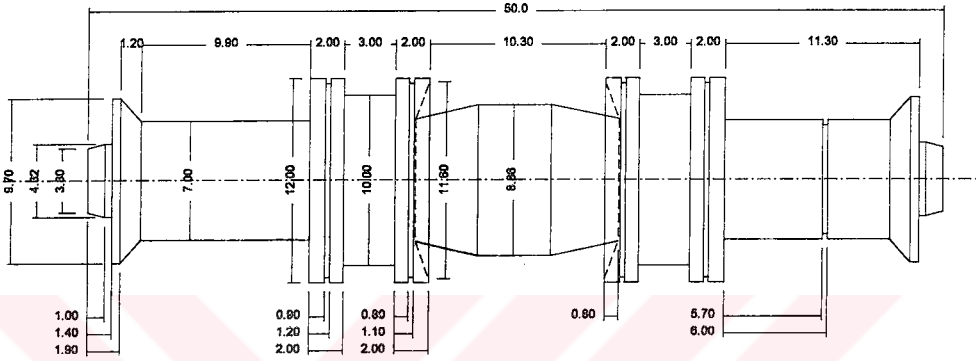
Şekil F.3 : NG6 G merkez valf sürgüsü

NG6H



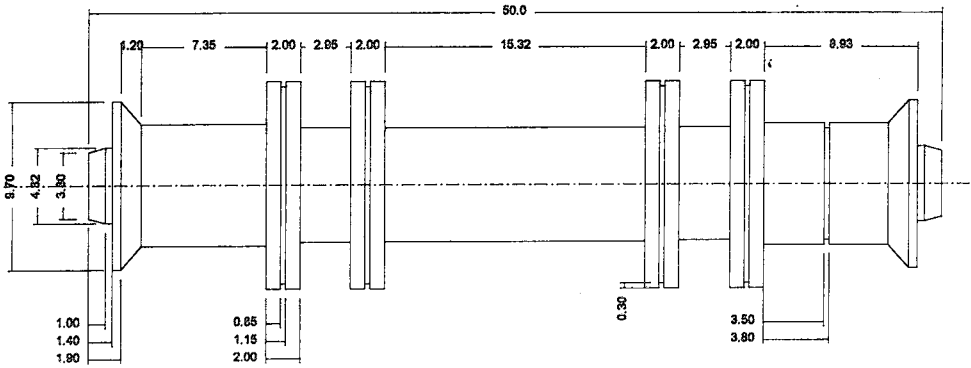
Şekil F.4 : NG6 H merkez valf sürgüsü

## NG6J



Şekil F.5 : NG6 J merkez valf sürgüsü

## NG6M

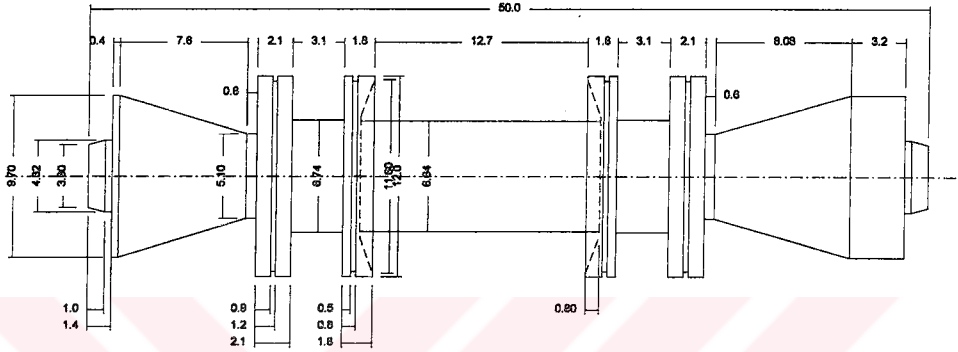


Şekil F.6 : NG6 M merkez valf sürgüsü



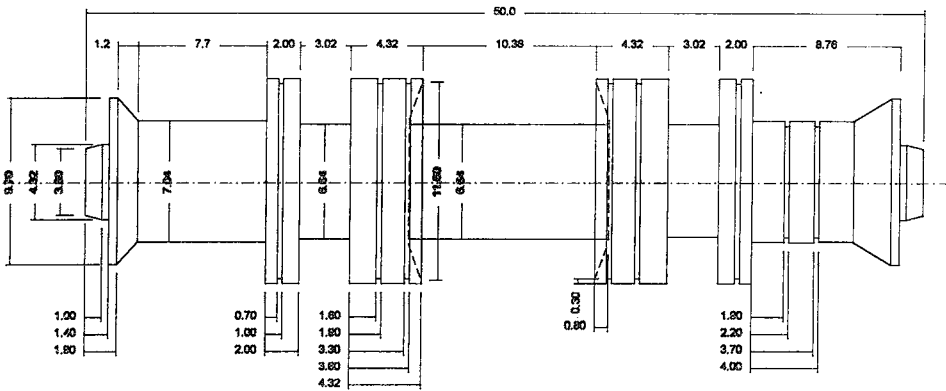


## NG6D



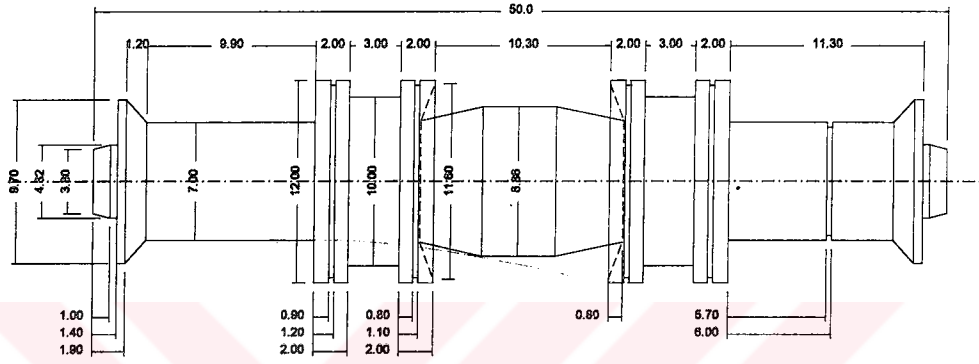
Şekil G.1 : Geometrisi değiştirilen NG6 D merkez valf sürgüsü

## NG6E



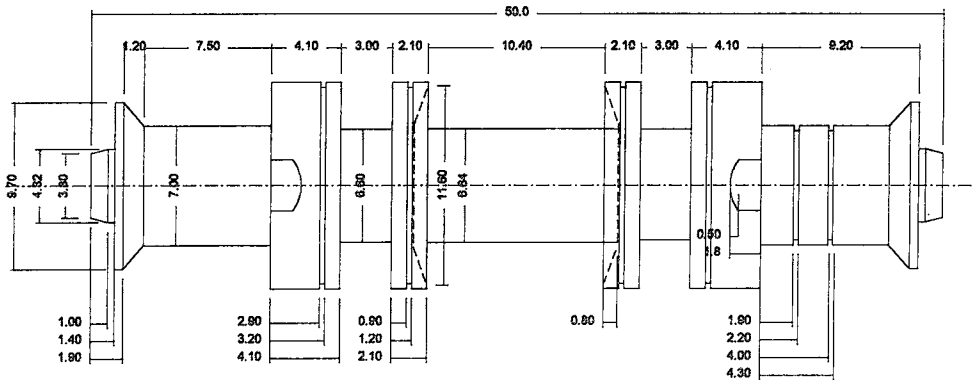
Şekil G.2 : Geometrisi değiştirilen NG6 E merkez valf sürgüsü

## NG6J



Şekil G.3 : NG6 J merkez valf sürgüsü

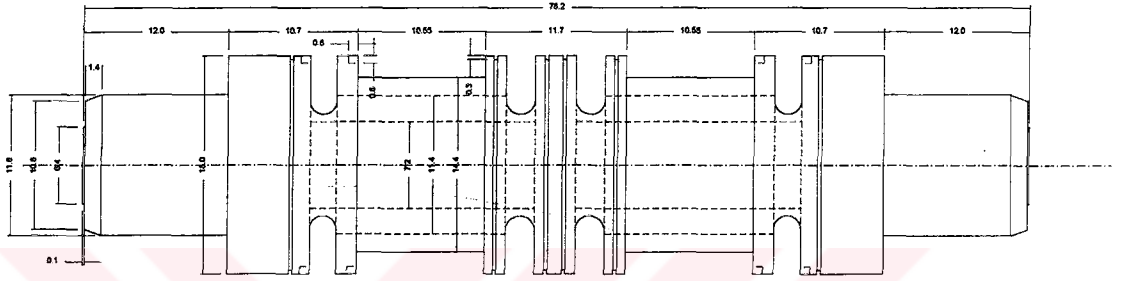
## NG6Q



Şekil G.4 : Geometrisi değiştirilen NG6 Q merkez valf sürgüsü

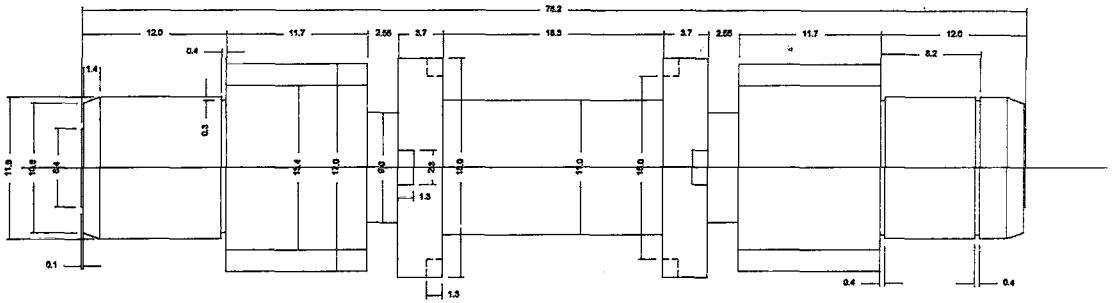


## NG10G



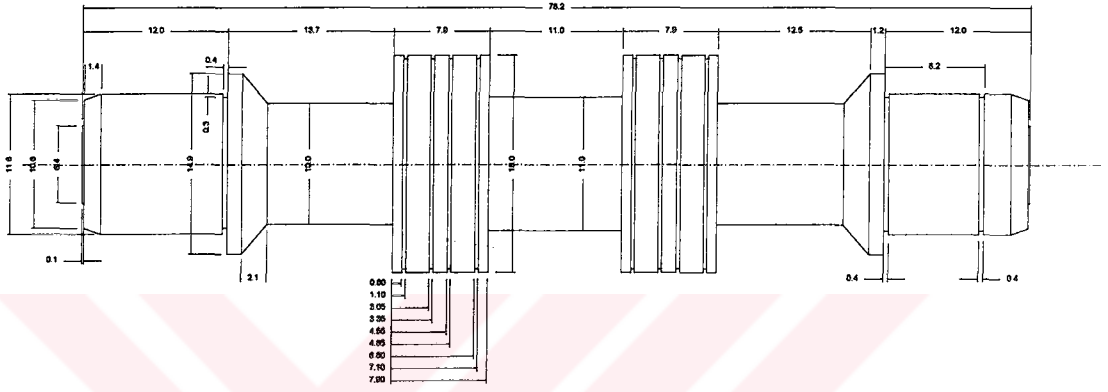
Şekil H.3 : NG10 G merkez valf sürgüsü

## NG10H



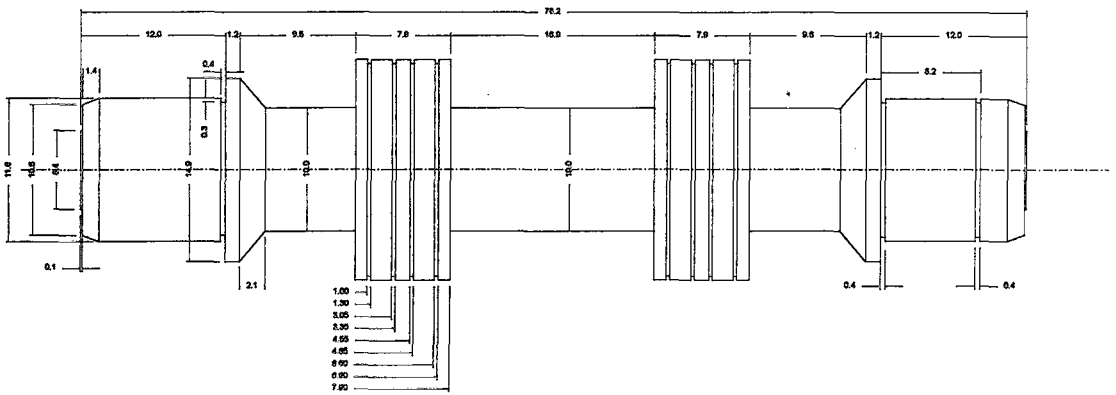
Şekil H.4 : NG10 H merkez valf sürgüsü

## NG10J



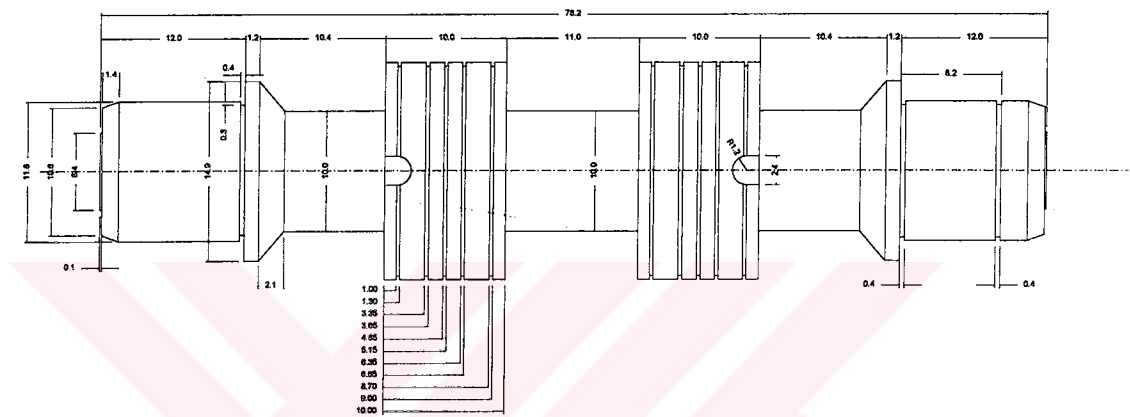
Şekil H.5 : NG10 J merkez valf sürgüsü

## NG10M



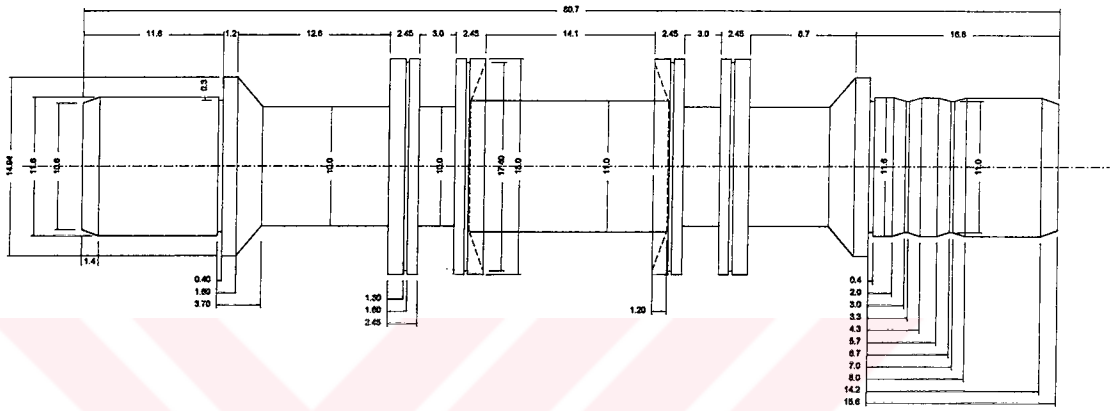
Şekil H.6 : NG10 M merkez valf sürgüsü

## NG10Q



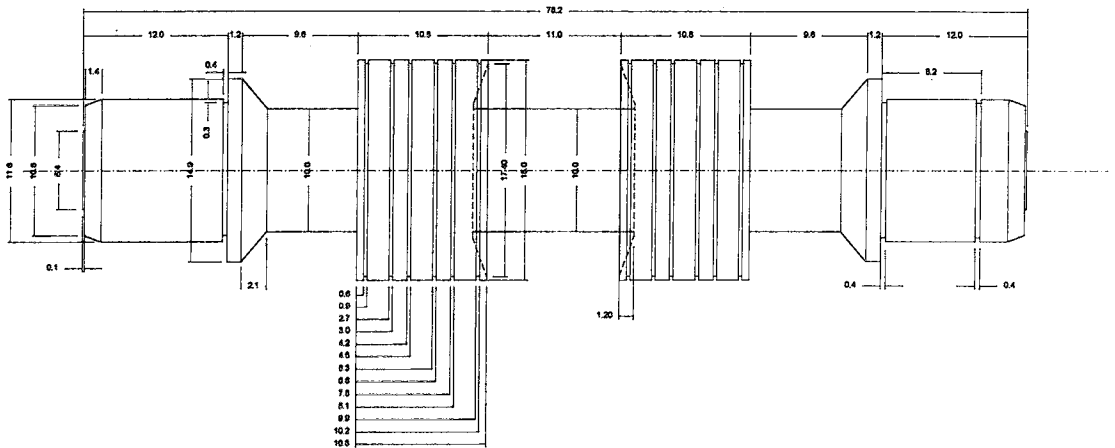
**Şekil H.7 : NG10 Q merkez valf sürgüsü**

## NG10D



Şekil I.1 : Geometrisi değiştirilen NG10 D merkez valf sürgüsü

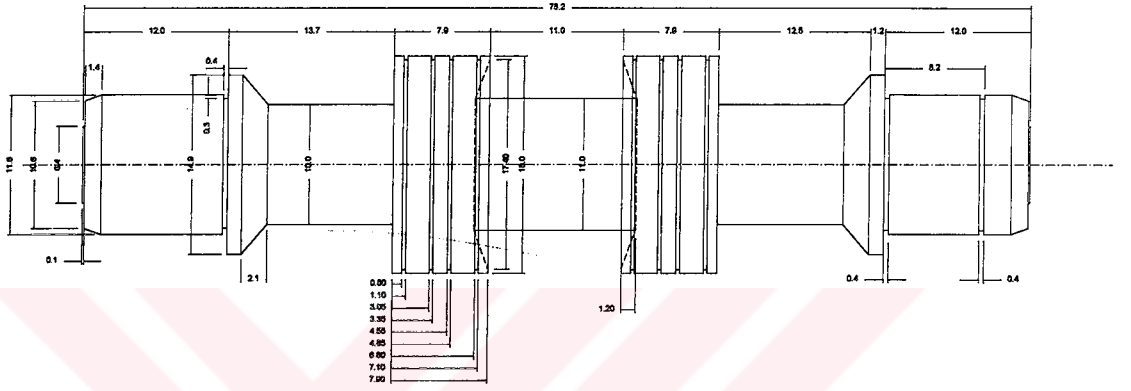
## NG10E



Şekil I.2 : Geometrisi değiştirilen NG10 E merkez valf sürgüsü



## NG10J



Şekil I.3 : Geometrisi değiştirilen NG10 J merkez valf sürgüsü

## Deneylerde Kullanılan Hidrolik Yağ

Yağın Adı : Shell Tellus 46

Genel Özellikleri : Yüksek evsafı parafinik ve naftenik stok yağlarından yapılmış olup, oksidasyonu, pası, köpüğü ve aşınmayı önleyici katıqlarla, yağın sudan ayrılmasını hızlandıran katkıqlar ihtiva eder.

Yoğunluğu  $\rho = 876 \text{ kg/m}^3$  (40°C)

Özgöl ısısı  $c_p = 1964 \text{ J/kgK}$  (40°C)

Viskozite  $\nu = 0.00024 \text{ m}^2/\text{s}$

Isı iletim katsayısı  $k = 0.144 \text{ W/m}^\circ\text{C}$

Isı yayılma katsayısı  $\alpha = 0.834 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$

Tablo K.1 : Mevcut NG6 D Merkez Valfdeki Deney Sonuçları

| NG6 D merkez valf (akış P → B, A → T) |          |          |          |          |          | NG6 D merkez valf (akış P → A, B → T) |          |          |          |          |
|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| NO :                                  | P1 (GİR) | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) | P1 (GİR)                              | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) |
|                                       | BAR      | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   | BAR                                   | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   |
| 1                                     | 0,92     | 0,46     | 0,46     | 0,00     | 3,08     | 1,12                                  | 0,42     | 0,70     | 0,00     | 3,08     |
| 2                                     | 1,18     | 0,51     | 0,67     | 0,00     | 3,45     | 1,16                                  | 0,46     | 0,70     | 0,00     | 3,30     |
| 3                                     | 1,07     | 0,53     | 0,54     | 0,00     | 3,67     | 1,22                                  | 0,52     | 0,70     | 0,00     | 3,52     |
| 4                                     | 1,17     | 0,53     | 0,64     | 0,00     | 3,96     | 1,36                                  | 0,58     | 0,78     | 0,00     | 3,89     |
| 5                                     | 1,22     | 0,58     | 0,64     | 0,00     | 4,18     | 1,46                                  | 0,68     | 0,78     | 0,05     | 4,11     |
| 6                                     | 1,30     | 0,60     | 0,70     | 0,00     | 4,40     | 1,56                                  | 0,70     | 0,86     | 0,05     | 4,33     |
| 7                                     | 1,42     | 0,62     | 0,80     | 0,05     | 5,13     | 1,71                                  | 0,72     | 0,99     | 0,10     | 4,55     |
| 8                                     | 1,46     | 0,70     | 0,76     | 0,05     | 5,13     | 1,74                                  | 0,76     | 0,98     | 0,10     | 5,16     |
| 9                                     | 1,62     | 0,70     | 0,92     | 0,10     | 5,43     | 1,95                                  | 0,80     | 1,15     | 0,10     | 5,43     |
| 10                                    | 1,71     | 0,75     | 0,96     | 0,10     | 5,94     | 2,20                                  | 0,82     | 1,38     | 0,10     | 6,01     |
| 1                                     | 0,98     | 0,46     | 0,52     | 0,00     | 4,18     | 1,14                                  | 0,41     | 0,73     | 0,00     | 4,04     |
| 2                                     | 1,22     | 0,53     | 0,69     | 0,00     | 4,40     | 1,22                                  | 0,46     | 0,76     | 0,00     | 4,25     |
| 3                                     | 1,28     | 0,56     | 0,72     | 0,00     | 4,77     | 1,46                                  | 0,48     | 0,98     | 0,05     | 4,40     |
| 4                                     | 1,42     | 0,58     | 0,84     | 0,05     | 5,13     | 1,46                                  | 0,46     | 1,00     | 0,05     | 4,84     |
| 5                                     | 1,71     | 0,68     | 1,03     | 0,10     | 6,16     | 1,91                                  | 0,66     | 1,25     | 0,10     | 5,50     |
| 6                                     | 1,95     | 0,66     | 1,29     | 0,10     | 6,60     | 1,94                                  | 0,66     | 1,28     | 0,10     | 6,01     |
| 7                                     | 2,15     | 0,66     | 1,49     | 0,10     | 7,11     | 1,95                                  | 0,70     | 1,25     | 0,10     | 6,23     |
| 8                                     | 2,20     | 0,70     | 1,50     | 0,10     | 7,26     | 1,95                                  | 0,72     | 1,23     | 0,10     | 6,45     |
| 9                                     | 2,20     | 0,70     | 1,50     | 0,15     | 7,48     | 2,00                                  | 0,72     | 1,28     | 0,10     | 6,60     |
| 10                                    | 2,44     | 0,75     | 1,69     | 0,15     | 8,07     | 2,22                                  | 0,70     | 1,52     | 0,15     | 9,19     |
| 1                                     | 1,71     | 0,60     | 1,11     | 0,10     | 6,16     | 1,81                                  | 0,60     | 1,21     | 0,10     | 6,09     |
| 2                                     | 1,95     | 0,64     | 1,31     | 0,10     | 6,89     | 1,95                                  | 0,60     | 1,35     | 0,10     | 6,53     |
| 3                                     | 2,18     | 0,66     | 1,52     | 0,10     | 7,26     | 2,10                                  | 0,62     | 1,48     | 0,10     | 6,82     |
| 4                                     | 2,44     | 0,68     | 1,76     | 0,10     | 8,21     | 2,34                                  | 0,62     | 1,72     | 0,10     | 7,48     |
| 5                                     | 2,68     | 0,70     | 1,98     | 0,10     | 8,73     | 2,44                                  | 0,66     | 1,78     | 0,10     | 7,77     |
| 6                                     | 2,93     | 0,90     | 2,03     | 0,10     | 9,09     | 2,44                                  | 0,67     | 1,77     | 0,10     | 8,07     |
| 7                                     | 3,17     | 0,92     | 2,25     | 0,15     | 9,68     | 2,66                                  | 0,70     | 1,96     | 0,10     | 8,21     |
| 8                                     | 3,42     | 0,92     | 2,50     | 0,15     | 10,40    | 2,93                                  | 0,70     | 2,23     | 0,10     | 9,17     |
| 9                                     | 3,66     | 0,95     | 2,71     | 0,15     | 10,70    | 3,42                                  | 0,92     | 2,50     | 0,15     | 9,68     |
| 10                                    | 3,90     | 0,95     | 2,95     | 0,20     | 11,50    | 3,66                                  | 0,95     | 2,71     | 0,15     | 10,40    |
| 1                                     | 2,20     | 0,66     | 1,54     | 0,00     | 8,29     | 2,44                                  | 0,66     | 1,78     | 0,10     | 8,07     |
| 2                                     | 2,31     | 0,68     | 1,63     | 0,10     | 8,51     | 2,93                                  | 0,70     | 2,23     | 0,10     | 8,73     |
| 3                                     | 3,17     | 0,70     | 2,47     | 0,10     | 9,97     | 3,17                                  | 0,85     | 2,32     | 0,15     | 9,46     |
| 4                                     | 3,66     | 0,72     | 2,94     | 0,10     | 10,60    | 3,42                                  | 0,88     | 2,54     | 0,20     | 9,90     |
| 5                                     | 3,90     | 0,95     | 2,95     | 0,15     | 11,40    | 3,62                                  | 0,92     | 2,70     | 0,20     | 10,20    |
| 6                                     | 4,15     | 0,92     | 3,23     | 0,15     | 12,20    | 4,39                                  | 0,95     | 3,44     | 0,20     | 11,80    |
| 7                                     | 4,64     | 1,19     | 3,45     | 0,20     | 13,00    | 4,88                                  | 1,08     | 3,80     | 0,25     | 12,50    |
| 8                                     | 5,37     | 1,19     | 4,18     | 0,20     | 14,10    | 5,12                                  | 1,19     | 3,93     | 0,25     | 13,20    |
| 9                                     | 5,86     | 1,44     | 4,42     | 0,20     | 14,60    | 5,61                                  | 1,44     | 4,17     | 0,30     | 14,00    |
| 10                                    | 6,04     | 1,46     | 4,58     | 0,25     | 15,70    | 6,83                                  | 1,68     | 5,15     | 0,30     | 16,00    |
| 1                                     | 3,90     | 0,95     | 2,95     | 0,20     | 12,10    | 3,42                                  | 0,85     | 2,57     | 0,20     | 10,70    |
| 2                                     | 5,12     | 1,19     | 3,93     | 0,30     | 13,70    | 3,90                                  | 0,95     | 2,95     | 0,20     | 11,30    |
| 3                                     | 5,86     | 1,31     | 4,55     | 0,30     | 15,40    | 4,64                                  | 1,08     | 3,56     | 0,25     | 12,50    |
| 4                                     | 6,83     | 1,38     | 5,45     | 0,35     | 16,50    | 4,88                                  | 1,19     | 3,69     | 0,30     | 13,10    |
| 5                                     | 7,81     | 1,44     | 6,37     | 0,40     | 17,80    | 5,86                                  | 1,44     | 4,42     | 0,30     | 15,60    |
| 6                                     | 9,02     | 1,48     | 7,54     | 0,40     | 19,60    | 6,59                                  | 1,44     | 5,15     | 0,30     | 16,50    |
| 7                                     | 10,02    | 2,17     | 7,85     | 0,40     | 17,80    | 7,08                                  | 0,64     | 6,44     | 0,30     | 16,50    |
| 8                                     | 11,22    | 2,17     | 9,05     | 0,40     | 22,20    | 8,30                                  | 1,68     | 6,62     | 0,30     | 17,80    |
| 9                                     | 12,12    | 2,41     | 9,71     | 0,45     | 23,30    | 8,52                                  | 1,92     | 6,60     | 0,30     | 18,40    |
| 10                                    | 12,62    | 2,47     | 10,15    | 0,40     | 23,70    | 13,12                                 | 2,66     | 9,86     | 0,30     | 23,70    |

Tablo K.2 : Mevcut NG6 E Merkez Valfdeki Deney Sonuçları

| NG6 E merkez valf (akış P → B, A → T) |          |          |          |          |          | NG6 E merkez valf (akış P → A, B → T) |          |          |          |          |
|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| NO :                                  | P1 (GİR) | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) | P1 (GİR)                              | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) |
|                                       | BAR      | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   | BAR                                   | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   |
| 1                                     | 0,49     | 0,22     | 0,27     | 0,00     | 3,08     | 0,49                                  | 0,22     | 0,27     | 0,00     | 3,08     |
| 2                                     | 0,64     | 0,26     | 0,38     | 0,00     | 3,45     | 0,63                                  | 0,22     | 0,41     | 0,00     | 3,45     |
| 3                                     | 0,73     | 0,28     | 0,45     | 0,05     | 3,82     | 0,65                                  | 0,24     | 0,41     | 0,00     | 3,67     |
| 4                                     | 0,76     | 0,30     | 0,46     | 0,05     | 4,11     | 0,70                                  | 0,24     | 0,46     | 0,05     | 3,96     |
| 5                                     | 0,92     | 0,32     | 0,60     | 0,10     | 4,55     | 0,73                                  | 0,25     | 0,48     | 0,10     | 4,18     |
| 6                                     | 0,98     | 0,40     | 0,58     | 0,10     | 5,13     | 0,73                                  | 0,25     | 0,48     | 0,10     | 4,40     |
| 7                                     | 1,14     | 0,42     | 0,72     | 0,10     | 5,35     | 0,73                                  | 0,30     | 0,43     | 0,10     | 4,62     |
| 8                                     | 1,20     | 0,46     | 0,74     | 0,10     | 5,94     | 0,76                                  | 0,32     | 0,44     | 0,10     | 4,77     |
| 9                                     | 1,22     | 0,48     | 0,74     | 0,10     | 5,94     | 0,88                                  | 0,32     | 0,56     | 0,10     | 4,99     |
| 10                                    | 1,24     | 0,52     | 0,72     | 0,15     | 6,38     | 0,98                                  | 0,32     | 0,66     | 0,15     | 5,06     |
| 1                                     | 0,73     | 0,22     | 0,51     | 0,05     | 4,11     | 0,54                                  | 0,22     | 0,32     | 0,05     | 4,11     |
| 2                                     | 0,73     | 0,25     | 0,48     | 0,10     | 4,55     | 0,61                                  | 0,24     | 0,37     | 0,05     | 4,40     |
| 3                                     | 0,88     | 0,27     | 0,61     | 0,10     | 4,84     | 0,72                                  | 0,24     | 0,48     | 0,10     | 4,69     |
| 4                                     | 0,98     | 0,32     | 0,66     | 0,10     | 5,28     | 0,72                                  | 0,26     | 0,46     | 0,10     | 4,84     |
| 5                                     | 1,18     | 0,32     | 0,86     | 0,10     | 5,43     | 0,92                                  | 0,29     | 0,63     | 0,10     | 5,13     |
| 6                                     | 1,22     | 0,35     | 0,87     | 0,15     | 6,09     | 0,92                                  | 0,31     | 0,61     | 0,10     | 5,28     |
| 7                                     | 1,24     | 0,37     | 0,87     | 0,20     | 6,45     | 0,94                                  | 0,33     | 0,61     | 0,15     | 5,50     |
| 8                                     | 1,46     | 0,41     | 1,05     | 0,20     | 7,19     | 1,12                                  | 0,35     | 0,77     | 0,15     | 5,79     |
| 9                                     | 1,71     | 0,46     | 1,25     | 0,25     | 7,41     | 1,22                                  | 0,37     | 0,85     | 0,20     | 6,09     |
| 10                                    | 1,91     | 0,46     | 1,45     | 0,30     | 7,92     | 1,68                                  | 0,46     | 1,22     | 0,20     | 7,41     |
| 1                                     | 1,22     | 0,40     | 0,82     | 0,15     | 6,01     | 1,12                                  | 0,22     | 0,90     | 0,20     | 6,01     |
| 2                                     | 1,22     | 0,41     | 0,81     | 0,20     | 6,53     | 1,17                                  | 0,22     | 0,95     | 0,20     | 6,38     |
| 3                                     | 1,55     | 0,46     | 1,09     | 0,25     | 7,19     | 1,22                                  | 0,28     | 0,94     | 0,20     | 6,75     |
| 4                                     | 1,71     | 0,46     | 1,25     | 0,25     | 7,55     | 1,46                                  | 0,32     | 1,14     | 0,25     | 7,11     |
| 5                                     | 1,71     | 0,46     | 1,25     | 0,25     | 7,77     | 1,46                                  | 0,35     | 1,11     | 0,25     | 7,41     |
| 6                                     | 1,95     | 0,48     | 1,47     | 0,25     | 8,14     | 1,71                                  | 0,38     | 1,33     | 0,30     | 7,77     |
| 7                                     | 2,10     | 0,58     | 1,52     | 0,25     | 8,80     | 1,83                                  | 0,46     | 1,37     | 0,30     | 8,14     |
| 8                                     | 2,20     | 0,68     | 1,52     | 0,30     | 9,17     | 2,20                                  | 0,66     | 1,54     | 0,30     | 9,31     |
| 9                                     | 2,44     | 0,71     | 1,73     | 0,30     | 9,61     | 2,44                                  | 0,70     | 1,74     | 0,30     | 9,63     |
| 10                                    | 2,68     | 0,70     | 1,98     | 0,30     | 10,10    | 2,68                                  | 0,70     | 1,98     | 0,30     | 10,30    |
| 1                                     | 1,71     | 0,46     | 1,25     | 0,25     | 8,07     | 1,71                                  | 0,38     | 1,33     | 0,15     | 8,07     |
| 2                                     | 2,20     | 0,66     | 1,54     | 0,25     | 8,95     | 1,95                                  | 0,40     | 1,55     | 0,15     | 8,58     |
| 3                                     | 2,44     | 0,70     | 1,74     | 0,30     | 9,46     | 1,95                                  | 0,42     | 1,53     | 0,20     | 9,02     |
| 4                                     | 2,50     | 0,70     | 1,80     | 0,30     | 9,83     | 2,44                                  | 0,46     | 1,98     | 0,30     | 9,75     |
| 5                                     | 2,93     | 0,72     | 2,21     | 0,30     | 10,40    | 2,93                                  | 0,52     | 2,41     | 0,35     | 10,70    |
| 6                                     | 2,97     | 0,85     | 2,12     | 0,30     | 11,00    | 3,17                                  | 0,68     | 2,49     | 0,30     | 11,30    |
| 7                                     | 3,42     | 0,90     | 2,52     | 0,30     | 11,50    | 3,42                                  | 0,70     | 2,72     | 0,30     | 12,10    |
| 8                                     | 3,49     | 0,92     | 2,57     | 0,30     | 12,10    | 3,90                                  | 0,95     | 2,95     | 0,30     | 13,10    |
| 9                                     | 3,90     | 0,95     | 2,95     | 0,35     | 12,80    | 4,39                                  | 0,98     | 3,41     | 0,40     | 14,10    |
| 10                                    | 4,15     | 0,95     | 3,20     | 0,35     | 13,40    | 5,12                                  | 1,19     | 3,93     | 0,40     | 15,00    |
| 1                                     | 3,17     | 0,95     | 2,22     | 0,20     | 11,40    | 3,17                                  | 0,70     | 2,47     | 0,30     | 11,50    |
| 2                                     | 4,15     | 1,08     | 3,07     | 0,20     | 13,60    | 4,15                                  | 0,92     | 3,23     | 0,35     | 13,50    |
| 3                                     | 4,88     | 1,12     | 3,76     | 0,25     | 14,50    | 4,64                                  | 0,95     | 3,69     | 0,40     | 14,30    |
| 4                                     | 5,37     | 1,19     | 4,18     | 0,30     | 15,50    | 5,37                                  | 1,19     | 4,18     | 0,40     | 15,40    |
| 5                                     | 5,86     | 1,44     | 4,42     | 0,35     | 16,50    | 6,59                                  | 1,41     | 5,18     | 0,40     | 17,30    |
| 6                                     | 6,59     | 1,44     | 5,15     | 0,40     | 17,30    | 7,08                                  | 1,44     | 5,64     | 0,40     | 18,30    |
| 7                                     | 7,32     | 0,64     | 6,68     | 0,40     | 18,50    | 8,05                                  | 1,68     | 6,37     | 0,45     | 19,50    |
| 8                                     | 8,30     | 1,68     | 6,62     | 0,35     | 19,70    | 8,52                                  | 1,68     | 6,84     | 0,45     | 20,30    |
| 9                                     | 9,92     | 1,92     | 8,00     | 0,35     | 21,80    | 9,72                                  | 1,92     | 7,80     | 0,45     | 21,70    |
| 10                                    | 11,92    | 2,17     | 9,75     | 0,45     | 24,00    | 11,62                                 | 2,17     | 9,45     | 0,45     | 24,00    |

Tablo K.3 : Mevcut NG6 G Merkez Valfdeki Deney Sonuçları

| NG6 G merkez valf (akış P → B, A → T) |          |          |          |          |          | NG6 G merkez valf (akış P → A, B → T) |          |          |          |          |
|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| NO :                                  | P1 (GİR) | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) | P1 (GİR)                              | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) |
|                                       | BAR      | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   | BAR                                   | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   |
| 1                                     | 0,98     | 0,32     | 0,66     | 0,00     | 3,08     | 0,49                                  | 0,24     | 0,25     | 0,00     | 3,30     |
| 2                                     | 1,22     | 0,33     | 0,89     | 0,00     | 3,38     | 0,64                                  | 0,26     | 0,38     | 0,00     | 3,45     |
| 3                                     | 1,24     | 0,36     | 0,88     | 0,00     | 3,82     | 0,67                                  | 0,28     | 0,39     | 0,05     | 3,89     |
| 4                                     | 1,36     | 0,38     | 0,98     | 0,05     | 3,96     | 0,70                                  | 0,30     | 0,40     | 0,10     | 4,11     |
| 5                                     | 1,38     | 0,39     | 0,99     | 0,05     | 4,33     | 0,73                                  | 0,32     | 0,41     | 0,10     | 4,25     |
| 6                                     | 1,44     | 0,41     | 1,03     | 0,10     | 4,91     | 0,73                                  | 0,35     | 0,38     | 0,10     | 4,55     |
| 7                                     | 1,46     | 0,42     | 1,04     | 0,00     | 5,13     | 0,76                                  | 0,37     | 0,39     | 0,15     | 4,77     |
| 8                                     | 1,46     | 0,44     | 1,02     | 0,10     | 5,35     | 0,93                                  | 0,39     | 0,54     | 0,15     | 5,06     |
| 9                                     | 1,48     | 0,46     | 1,02     | 0,10     | 5,50     | 0,98                                  | 0,42     | 0,56     | 0,20     | 5,28     |
| 10                                    | 1,71     | 0,46     | 1,25     | 0,15     | 5,79     | 0,98                                  | 0,44     | 0,54     | 0,20     | 5,50     |
| 1                                     | 0,88     | 0,32     | 0,56     | 0,05     | 4,11     | 0,70                                  | 0,22     | 0,48     | 0,10     | 4,11     |
| 2                                     | 0,90     | 0,34     | 0,56     | 0,10     | 4,25     | 0,73                                  | 0,24     | 0,49     | 0,10     | 4,33     |
| 3                                     | 0,96     | 0,35     | 0,61     | 0,10     | 4,62     | 0,73                                  | 0,25     | 0,48     | 0,15     | 4,47     |
| 4                                     | 0,98     | 0,36     | 0,62     | 0,10     | 4,77     | 0,76                                  | 0,27     | 0,49     | 0,15     | 4,69     |
| 5                                     | 1,20     | 0,37     | 0,83     | 0,15     | 5,06     | 0,96                                  | 0,30     | 0,66     | 0,20     | 5,06     |
| 6                                     | 1,22     | 0,38     | 0,84     | 0,15     | 5,35     | 1,00                                  | 0,41     | 0,59     | 0,25     | 5,21     |
| 7                                     | 1,36     | 0,44     | 0,92     | 0,15     | 6,01     | 1,03                                  | 0,44     | 0,59     | 0,25     | 5,50     |
| 8                                     | 1,46     | 0,46     | 1,00     | 0,20     | 6,31     | 1,22                                  | 0,46     | 0,76     | 0,30     | 6,01     |
| 9                                     | 1,46     | 0,46     | 1,00     | 0,20     | 6,60     | 1,46                                  | 0,48     | 0,98     | 0,30     | 7,04     |
| 10                                    | 1,94     | 0,70     | 1,24     | 0,20     | 7,26     | 1,71                                  | 0,50     | 1,21     | 0,35     | 7,48     |
| 1                                     | 1,22     | 0,32     | 0,90     | 0,10     | 6,16     | 1,22                                  | 0,22     | 1,00     | 0,25     | 6,09     |
| 2                                     | 1,46     | 0,34     | 1,12     | 0,10     | 6,53     | 1,46                                  | 0,35     | 1,11     | 0,25     | 6,82     |
| 3                                     | 1,71     | 0,35     | 1,36     | 0,10     | 7,04     | 1,46                                  | 0,37     | 1,09     | 0,30     | 7,19     |
| 4                                     | 1,71     | 0,38     | 1,33     | 0,10     | 7,55     | 1,66                                  | 0,39     | 1,27     | 0,30     | 7,48     |
| 5                                     | 1,95     | 0,41     | 1,54     | 0,15     | 8,29     | 1,71                                  | 0,41     | 1,30     | 0,30     | 8,14     |
| 6                                     | 2,20     | 0,45     | 1,75     | 0,20     | 9,02     | 1,95                                  | 0,42     | 1,53     | 0,30     | 8,58     |
| 7                                     | 2,68     | 0,68     | 2,00     | 0,20     | 10,10    | 2,20                                  | 0,46     | 1,74     | 0,35     | 9,17     |
| 8                                     | 2,93     | 0,70     | 2,23     | 0,25     | 10,60    | 2,44                                  | 0,46     | 1,98     | 0,35     | 9,53     |
| 9                                     | 3,17     | 0,70     | 2,47     | 0,30     | 11,00    | 2,68                                  | 0,70     | 1,98     | 0,35     | 10,00    |
| 10                                    | 3,90     | 0,95     | 2,95     | 0,35     | 12,30    | 2,93                                  | 0,75     | 2,18     | 0,40     | 10,70    |
| 1                                     | 1,76     | 0,46     | 1,30     | 0,20     | 8,21     | 1,69                                  | 0,42     | 1,27     | 0,30     | 8,07     |
| 2                                     | 1,94     | 0,46     | 1,48     | 0,30     | 8,56     | 1,69                                  | 0,46     | 1,23     | 0,35     | 8,29     |
| 3                                     | 2,44     | 0,72     | 1,72     | 0,35     | 9,75     | 1,95                                  | 0,46     | 1,49     | 0,40     | 8,65     |
| 4                                     | 2,68     | 0,74     | 1,94     | 0,35     | 10,10    | 2,44                                  | 0,70     | 1,74     | 0,40     | 9,68     |
| 5                                     | 3,17     | 0,74     | 2,43     | 0,40     | 10,80    | 2,44                                  | 0,72     | 1,72     | 0,45     | 10,00    |
| 6                                     | 3,42     | 0,95     | 2,47     | 0,40     | 11,70    | 2,68                                  | 0,85     | 1,83     | 0,45     | 10,60    |
| 7                                     | 3,90     | 0,91     | 2,99     | 0,40     | 12,80    | 3,66                                  | 0,90     | 2,76     | 0,45     | 12,30    |
| 8                                     | 4,64     | 0,95     | 3,69     | 0,40     | 14,00    | 4,15                                  | 0,95     | 3,20     | 0,50     | 13,10    |
| 9                                     | 5,12     | 1,17     | 3,95     | 0,40     | 15,00    | 4,64                                  | 0,95     | 3,69     | 0,50     | 14,20    |
| 10                                    | 5,83     | 1,18     | 4,65     | 0,40     | 15,90    | 5,12                                  | 1,18     | 3,94     | 0,50     | 14,80    |
| 1                                     | 3,17     | 0,70     | 2,47     | 0,35     | 11,30    | 3,17                                  | 0,70     | 2,47     | 0,30     | 11,40    |
| 2                                     | 4,15     | 0,97     | 3,18     | 0,40     | 13,60    | 4,88                                  | 1,09     | 3,79     | 0,35     | 14,60    |
| 3                                     | 5,37     | 1,11     | 4,26     | 0,35     | 15,10    | 5,12                                  | 1,14     | 3,98     | 0,35     | 15,30    |
| 4                                     | 5,61     | 1,19     | 4,42     | 0,40     | 15,50    | 5,86                                  | 1,19     | 4,67     | 0,40     | 16,50    |
| 5                                     | 6,59     | 1,44     | 5,15     | 0,45     | 17,00    | 6,59                                  | 1,44     | 5,15     | 0,45     | 17,40    |
| 6                                     | 7,08     | 1,42     | 5,66     | 0,50     | 17,80    | 7,32                                  | 1,45     | 5,87     | 0,45     | 18,20    |
| 7                                     | 7,56     | 1,44     | 6,12     | 0,50     | 18,60    | 8,52                                  | 1,68     | 6,84     | 0,50     | 20,00    |
| 8                                     | 8,05     | 1,68     | 6,37     | 0,50     | 19,20    | 9,92                                  | 1,92     | 8,00     | 0,50     | 21,60    |
| 9                                     | 9,52     | 1,92     | 7,60     | 0,50     | 20,80    | 11,42                                 | 2,17     | 9,25     | 0,50     | 23,30    |
| 10                                    | 10,22    | 1,92     | 8,30     | 0,50     | 21,80    | 11,92                                 | 2,19     | 9,73     | 0,50     | 24,00    |

Tablo K.4 : Mevcut NG6 G Merkez Valfdeki Deney Sonuçları

| NG6 G merkez valf (akış P → T) |          |          |          |          |          |
|--------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| NO :                           | P1 (GİR) | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) |
|                                | BAR      | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   |
| 1                              | 0,94     | 0,22     | 0,72     | 0,00     | 3,01     |
| 2                              | 1,04     | 0,24     | 0,80     | 0,00     | 3,45     |
| 3                              | 1,22     | 0,28     | 0,94     | 0,00     | 3,60     |
| 4                              | 1,46     | 0,31     | 1,15     | 0,00     | 4,04     |
| 5                              | 1,65     | 0,34     | 1,31     | 0,00     | 4,33     |
| 6                              | 1,68     | 0,36     | 1,32     | 0,05     | 4,69     |
| 7                              | 1,71     | 0,39     | 1,32     | 0,05     | 4,84     |
| 8                              | 1,85     | 0,44     | 1,41     | 0,10     | 5,35     |
| 9                              | 1,89     | 0,46     | 1,43     | 0,10     | 5,50     |
| 10                             | 1,95     | 0,46     | 1,49     | 0,10     | 5,72     |
| 1                              | 1,22     | 0,22     | 1,00     | 0,05     | 4,04     |
| 2                              | 1,43     | 0,24     | 1,19     | 0,10     | 4,33     |
| 3                              | 1,46     | 0,31     | 1,15     | 0,10     | 4,62     |
| 4                              | 1,63     | 0,34     | 1,29     | 0,10     | 5,06     |
| 5                              | 1,63     | 0,38     | 1,25     | 0,10     | 5,28     |
| 6                              | 1,73     | 0,41     | 1,32     | 0,10     | 5,57     |
| 7                              | 1,95     | 0,46     | 1,49     | 0,10     | 6,09     |
| 8                              | 1,95     | 0,46     | 1,49     | 0,15     | 6,31     |
| 9                              | 2,44     | 0,48     | 1,96     | 0,15     | 7,33     |
| 10                             | 2,50     | 0,70     | 1,80     | 0,20     | 7,70     |
| 1                              | 1,71     | 0,39     | 1,32     | 0,10     | 6,01     |
| 2                              | 1,95     | 0,40     | 1,55     | 0,15     | 6,38     |
| 3                              | 1,95     | 0,46     | 1,49     | 0,15     | 6,67     |
| 4                              | 2,44     | 0,68     | 1,76     | 0,20     | 7,55     |
| 5                              | 2,66     | 0,70     | 1,96     | 0,20     | 7,99     |
| 6                              | 2,68     | 0,70     | 1,98     | 0,20     | 8,29     |
| 7                              | 2,93     | 0,72     | 2,21     | 0,20     | 8,65     |
| 8                              | 3,17     | 0,70     | 2,47     | 0,20     | 9,24     |
| 9                              | 3,66     | 0,74     | 2,92     | 0,25     | 10,10    |
| 10                             | 4,15     | 0,95     | 3,20     | 0,25     | 11,00    |
| 1                              | 2,44     | 0,70     | 1,74     | 0,25     | 8,07     |
| 2                              | 3,17     | 0,74     | 2,43     | 0,30     | 9,68     |
| 3                              | 3,66     | 0,95     | 2,71     | 0,35     | 10,10    |
| 4                              | 4,15     | 0,95     | 3,20     | 0,35     | 11,20    |
| 5                              | 4,39     | 0,97     | 3,42     | 0,35     | 11,70    |
| 6                              | 5,12     | 1,19     | 3,93     | 0,40     | 12,90    |
| 7                              | 5,61     | 1,19     | 4,42     | 0,40     | 13,70    |
| 8                              | 6,10     | 1,38     | 4,72     | 0,35     | 14,50    |
| 9                              | 6,59     | 1,41     | 5,18     | 0,40     | 15,00    |
| 10                             | 8,05     | 1,44     | 6,61     | 0,40     | 17,00    |
| 1                              | 4,64     | 0,95     | 3,69     | 0,35     | 12,60    |
| 2                              | 5,86     | 1,19     | 4,67     | 0,35     | 13,90    |
| 3                              | 6,59     | 1,19     | 5,40     | 0,40     | 15,10    |
| 4                              | 7,32     | 1,44     | 5,88     | 0,40     | 16,90    |
| 5                              | 8,05     | 1,44     | 6,61     | 0,40     | 17,10    |
| 6                              | 8,72     | 1,68     | 7,04     | 0,40     | 18,20    |
| 7                              | 10,22    | 1,92     | 8,30     | 0,40     | 19,70    |
| 8                              | 10,72    | 1,92     | 8,80     | 0,40     | 20,50    |
| 9                              | 11,42    | 2,39     | 9,03     | 0,45     | 21,20    |
| 10                             | 13,62    | 2,41     | 10,82    | 0,45     | 23,60    |



Tablo K.5 : Mevcut NG6 H Merkez Valfdeki Deney Sonuçları

| NO : | NG6 H merkez valf (akış P → B, A → T) |          |          |          |          | NG6 H merkez valf (akış P → A, B → T) |          |          |          |          |
|------|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
|      | P1 (GİR)                              | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) | P1 (GİR)                              | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) |
|      | BAR                                   | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   | BAR                                   | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   |
| 1    | 0,63                                  | 0,22     | 0,41     | 0,00     | 3,08     | 0,64                                  | 0,22     | 0,42     | 0,00     | 3,08     |
| 2    | 0,73                                  | 0,24     | 0,49     | 0,00     | 3,30     | 0,73                                  | 0,24     | 0,49     | 0,00     | 3,23     |
| 3    | 0,76                                  | 0,26     | 0,50     | 0,00     | 3,52     | 0,76                                  | 0,26     | 0,50     | 0,05     | 3,45     |
| 4    | 0,73                                  | 0,28     | 0,45     | 0,00     | 3,82     | 0,93                                  | 0,27     | 0,66     | 0,05     | 3,74     |
| 5    | 0,94                                  | 0,31     | 0,63     | 0,05     | 4,11     | 0,98                                  | 0,31     | 0,67     | 0,05     | 4,04     |
| 6    | 0,96                                  | 0,31     | 0,65     | 0,05     | 4,62     | 0,98                                  | 0,33     | 0,65     | 0,10     | 4,25     |
| 7    | 0,98                                  | 0,33     | 0,65     | 0,10     | 4,77     | 1,00                                  | 0,35     | 0,65     | 0,10     | 4,55     |
| 8    | 0,98                                  | 0,39     | 0,59     | 0,10     | 4,91     | 1,20                                  | 0,40     | 0,80     | 0,10     | 4,91     |
| 9    | 1,00                                  | 0,41     | 0,59     | 0,10     | 5,06     | 1,22                                  | 0,46     | 0,76     | 0,10     | 5,06     |
| 10   | 1,22                                  | 0,42     | 0,80     | 0,15     | 5,21     | 1,24                                  | 0,46     | 0,78     | 0,15     | 5,35     |
| 1    | 0,63                                  | 0,22     | 0,41     | 0,05     | 4,04     | 0,73                                  | 0,22     | 0,51     | 0,05     | 4,04     |
| 2    | 0,76                                  | 0,22     | 0,54     | 0,05     | 4,33     | 0,98                                  | 0,24     | 0,74     | 0,10     | 4,25     |
| 3    | 0,73                                  | 0,24     | 0,49     | 0,10     | 4,47     | 0,98                                  | 0,22     | 0,76     | 0,10     | 4,55     |
| 4    | 0,93                                  | 0,26     | 0,67     | 0,10     | 4,69     | 1,22                                  | 0,31     | 0,91     | 0,15     | 5,13     |
| 5    | 0,94                                  | 0,28     | 0,66     | 0,10     | 4,91     | 1,22                                  | 0,33     | 0,89     | 0,15     | 5,43     |
| 6    | 0,92                                  | 0,29     | 0,63     | 0,15     | 5,13     | 1,24                                  | 0,35     | 0,89     | 0,20     | 5,72     |
| 7    | 1,22                                  | 0,39     | 0,83     | 0,15     | 6,02     | 1,43                                  | 0,41     | 1,02     | 0,20     | 6,01     |
| 8    | 1,24                                  | 0,41     | 0,83     | 0,20     | 6,16     | 1,46                                  | 0,41     | 1,05     | 0,25     | 6,38     |
| 9    | 1,46                                  | 0,46     | 1,00     | 0,20     | 6,38     | 1,71                                  | 0,46     | 1,25     | 0,25     | 7,11     |
| 10   | 1,71                                  | 0,46     | 1,25     | 0,25     | 7,41     | 1,95                                  | 0,46     | 1,49     | 0,30     | 7,43     |
| 1    | 1,22                                  | 0,42     | 0,80     | 0,10     | 6,01     | 1,43                                  | 0,38     | 1,05     | 0,20     | 6,01     |
| 2    | 1,46                                  | 0,42     | 1,04     | 0,10     | 6,53     | 1,65                                  | 0,43     | 1,22     | 0,25     | 6,89     |
| 3    | 1,46                                  | 0,44     | 1,02     | 0,15     | 6,97     | 1,66                                  | 0,46     | 1,20     | 0,25     | 7,19     |
| 4    | 1,71                                  | 0,46     | 1,25     | 0,15     | 7,70     | 1,71                                  | 0,46     | 1,25     | 0,30     | 7,41     |
| 5    | 1,93                                  | 0,46     | 1,47     | 0,20     | 8,07     | 1,95                                  | 0,46     | 1,49     | 0,30     | 7,70     |
| 6    | 2,20                                  | 0,62     | 1,58     | 0,25     | 8,36     | 1,95                                  | 0,48     | 1,47     | 0,30     | 8,07     |
| 7    | 2,20                                  | 0,63     | 1,57     | 0,25     | 8,80     | 2,20                                  | 0,52     | 1,68     | 0,30     | 8,29     |
| 8    | 2,44                                  | 0,65     | 1,79     | 0,30     | 9,31     | 2,44                                  | 0,68     | 1,76     | 0,30     | 9,09     |
| 9    | 2,68                                  | 0,70     | 1,98     | 0,30     | 9,90     | 2,44                                  | 0,70     | 1,74     | 0,35     | 9,61     |
| 10   | 3,17                                  | 0,70     | 2,47     | 0,30     | 11,00    | 2,93                                  | 0,70     | 2,23     | 0,35     | 10,20    |
| 1    | 1,95                                  | 0,60     | 1,35     | 0,20     | 8,14     | 1,95                                  | 0,46     | 1,49     | 0,20     | 8,07     |
| 2    | 1,95                                  | 0,61     | 1,34     | 0,25     | 8,36     | 2,68                                  | 0,70     | 1,98     | 0,25     | 9,61     |
| 3    | 2,20                                  | 0,64     | 1,56     | 0,30     | 8,87     | 3,17                                  | 0,75     | 2,42     | 0,30     | 10,70    |
| 4    | 2,44                                  | 0,68     | 1,76     | 0,30     | 9,68     | 3,42                                  | 0,90     | 2,52     | 0,30     | 11,40    |
| 5    | 2,68                                  | 0,70     | 1,98     | 0,30     | 10,00    | 3,66                                  | 0,95     | 2,71     | 0,35     | 12,00    |
| 6    | 3,17                                  | 0,95     | 2,22     | 0,30     | 11,40    | 4,15                                  | 0,95     | 3,20     | 0,35     | 12,80    |
| 7    | 3,90                                  | 0,95     | 2,95     | 0,30     | 12,60    | 4,39                                  | 0,97     | 3,42     | 0,35     | 13,10    |
| 8    | 4,39                                  | 0,97     | 3,42     | 0,35     | 13,70    | 4,64                                  | 1,17     | 3,47     | 0,35     | 13,50    |
| 9    | 5,37                                  | 1,11     | 4,26     | 0,40     | 15,40    | 5,12                                  | 1,19     | 3,93     | 0,40     | 14,40    |
| 10   | 5,86                                  | 1,18     | 4,68     | 0,50     | 16,20    | 5,86                                  | 1,19     | 4,67     | 0,40     | 15,60    |
| 1    | 3,17                                  | 0,90     | 2,27     | 0,30     | 11,20    | 3,17                                  | 0,95     | 2,22     | 0,30     | 11,20    |
| 2    | 3,90                                  | 0,92     | 2,98     | 0,35     | 12,90    | 4,64                                  | 1,14     | 3,50     | 0,35     | 13,90    |
| 3    | 4,39                                  | 0,95     | 3,44     | 0,40     | 13,70    | 5,12                                  | 1,15     | 3,97     | 0,35     | 14,50    |
| 4    | 5,37                                  | 1,19     | 4,18     | 0,45     | 15,40    | 5,86                                  | 1,17     | 4,69     | 0,35     | 16,10    |
| 5    | 6,10                                  | 1,44     | 4,66     | 0,45     | 16,50    | 6,59                                  | 1,44     | 5,15     | 0,40     | 16,90    |
| 6    | 6,83                                  | 1,46     | 5,37     | 0,50     | 17,50    | 7,32                                  | 1,44     | 5,88     | 0,40     | 17,40    |
| 7    | 7,81                                  | 1,68     | 6,13     | 0,50     | 19,20    | 8,52                                  | 1,68     | 6,84     | 0,40     | 19,20    |
| 8    | 9,02                                  | 1,92     | 7,10     | 0,60     | 20,70    | 8,72                                  | 1,92     | 6,80     | 0,40     | 20,00    |
| 9    | 10,72                                 | 2,17     | 8,55     | 0,60     | 22,60    | 9,72                                  | 1,92     | 7,80     | 0,40     | 21,10    |
| 10   | 11,62                                 | 2,41     | 9,21     | 0,65     | 24,00    | 11,62                                 | 2,41     | 9,21     | 0,40     | 23,50    |

Tablo K.6 : Mevcut NG6 J Merkez Valfdeki Deney Sonuçları

| NG6 J merkez valf (akış P → B, A → T) |          |          |          |          |          | NG6 J merkez valf (akış P → A, B → T) |          |          |          |          |
|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| NO :                                  | P1 (GİR) | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) | P1 (GİR)                              | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) |
|                                       | BAR      | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   | BAR                                   | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   |
| 1                                     | 1,22     | 0,46     | 0,76     | 0,00     | 3,01     | 0,98                                  | 0,30     | 0,68     | 0,00     | 3,08     |
| 2                                     | 1,36     | 0,48     | 0,88     | 0,00     | 3,30     | 1,20                                  | 0,31     | 0,89     | 0,00     | 3,45     |
| 3                                     | 1,46     | 0,52     | 0,94     | 0,00     | 3,45     | 1,22                                  | 0,33     | 0,89     | 0,00     | 3,82     |
| 4                                     | 1,46     | 0,53     | 0,93     | 0,05     | 3,67     | 1,36                                  | 0,39     | 0,97     | 0,00     | 4,18     |
| 5                                     | 1,51     | 0,55     | 0,96     | 0,05     | 4,04     | 1,43                                  | 0,41     | 1,02     | 0,05     | 4,25     |
| 6                                     | 1,57     | 0,57     | 1,00     | 0,10     | 4,25     | 1,44                                  | 0,42     | 1,02     | 0,05     | 4,40     |
| 7                                     | 1,63     | 0,59     | 1,04     | 0,10     | 4,55     | 1,46                                  | 0,43     | 1,03     | 0,05     | 4,47     |
| 8                                     | 1,73     | 0,61     | 1,12     | 0,10     | 4,77     | 1,63                                  | 0,46     | 1,17     | 0,10     | 4,84     |
| 9                                     | 1,85     | 0,64     | 1,21     | 0,10     | 5,06     | 1,71                                  | 0,46     | 1,25     | 0,10     | 5,21     |
| 10                                    | 2,20     | 0,70     | 1,50     | 0,15     | 5,57     | 1,95                                  | 0,70     | 1,25     | 0,15     | 5,72     |
| 1                                     | 1,22     | 0,41     | 0,81     | 0,00     | 4,04     | 1,02                                  | 0,41     | 0,61     | 0,05     | 4,11     |
| 2                                     | 1,46     | 0,44     | 1,02     | 0,05     | 4,47     | 1,17                                  | 0,41     | 0,76     | 0,05     | 4,40     |
| 3                                     | 1,63     | 0,60     | 1,03     | 0,05     | 4,77     | 1,22                                  | 0,43     | 0,79     | 0,10     | 4,55     |
| 4                                     | 1,68     | 0,64     | 1,04     | 0,10     | 5,21     | 1,43                                  | 0,41     | 1,02     | 0,10     | 4,91     |
| 5                                     | 1,92     | 0,65     | 1,27     | 0,10     | 5,57     | 1,43                                  | 0,41     | 1,02     | 0,10     | 5,13     |
| 6                                     | 1,94     | 0,65     | 1,29     | 0,10     | 5,94     | 1,71                                  | 0,60     | 1,11     | 0,10     | 5,94     |
| 7                                     | 1,94     | 0,67     | 1,27     | 0,10     | 6,23     | 1,92                                  | 0,46     | 1,46     | 0,10     | 6,23     |
| 8                                     | 2,20     | 0,67     | 1,53     | 0,10     | 6,38     | 1,93                                  | 0,46     | 1,47     | 0,15     | 6,45     |
| 9                                     | 2,44     | 0,70     | 1,74     | 0,15     | 6,82     | 1,95                                  | 0,70     | 1,25     | 0,15     | 6,75     |
| 10                                    | 2,50     | 0,70     | 1,80     | 0,15     | 7,26     | 2,20                                  | 0,72     | 1,48     | 0,20     | 7,26     |
| 1                                     | 1,95     | 0,64     | 1,31     | 0,10     | 6,09     | 1,71                                  | 0,46     | 1,25     | 0,10     | 6,09     |
| 2                                     | 2,00     | 0,64     | 1,36     | 0,10     | 6,31     | 1,71                                  | 0,46     | 1,25     | 0,15     | 6,31     |
| 3                                     | 2,20     | 0,65     | 1,55     | 0,10     | 6,60     | 1,93                                  | 0,70     | 1,23     | 0,15     | 6,60     |
| 4                                     | 2,44     | 0,67     | 1,77     | 0,15     | 7,11     | 6,20                                  | 0,66     | 1,54     | 0,20     | 7,55     |
| 5                                     | 2,50     | 0,67     | 1,83     | 0,15     | 7,41     | 2,44                                  | 0,68     | 1,76     | 0,20     | 7,77     |
| 6                                     | 2,68     | 0,68     | 2,00     | 0,20     | 7,70     | 2,44                                  | 0,70     | 1,74     | 0,25     | 8,07     |
| 7                                     | 2,93     | 0,70     | 2,23     | 0,20     | 8,36     | 2,68                                  | 0,70     | 1,98     | 0,30     | 8,87     |
| 8                                     | 3,17     | 0,80     | 2,37     | 0,25     | 8,87     | 2,93                                  | 0,91     | 2,02     | 0,30     | 9,31     |
| 9                                     | 3,42     | 0,95     | 2,47     | 0,25     | 9,31     | 3,42                                  | 0,95     | 2,47     | 0,30     | 10,10    |
| 10                                    | 3,66     | 0,95     | 2,71     | 0,30     | 10,10    | 3,90                                  | 0,95     | 2,95     | 0,30     | 11,00    |
| 1                                     | 2,68     | 0,70     | 1,98     | 0,15     | 8,11     | 2,44                                  | 0,68     | 1,76     | 0,20     | 8,36     |
| 2                                     | 2,93     | 0,70     | 2,23     | 0,20     | 8,58     | 2,68                                  | 0,70     | 1,98     | 0,25     | 8,73     |
| 3                                     | 3,66     | 0,95     | 2,71     | 0,25     | 9,97     | 3,17                                  | 0,91     | 2,26     | 0,25     | 9,75     |
| 4                                     | 4,15     | 1,11     | 3,04     | 0,25     | 11,10    | 3,66                                  | 0,94     | 2,72     | 0,30     | 10,70    |
| 5                                     | 4,39     | 1,15     | 3,24     | 0,25     | 11,60    | 4,15                                  | 0,95     | 3,20     | 0,30     | 11,90    |
| 6                                     | 5,12     | 1,17     | 3,95     | 0,30     | 12,50    | 4,64                                  | 1,19     | 3,45     | 0,30     | 12,60    |
| 7                                     | 5,37     | 1,41     | 3,96     | 0,30     | 13,30    | 5,37                                  | 1,19     | 4,18     | 0,30     | 13,80    |
| 8                                     | 5,86     | 1,41     | 4,45     | 0,30     | 14,00    | 5,86                                  | 0,41     | 5,45     | 0,30     | 14,60    |
| 9                                     | 6,59     | 1,44     | 5,15     | 0,30     | 15,10    | 6,34                                  | 1,44     | 4,90     | 0,30     | 15,60    |
| 10                                    | 7,81     | 1,92     | 5,89     | 0,30     | 16,80    | 7,08                                  | 1,68     | 5,40     | 0,30     | 16,60    |
| 1                                     | 4,39     | 1,11     | 3,28     | 0,25     | 11,80    | 4,15                                  | 0,95     | 3,20     | 0,25     | 12,00    |
| 2                                     | 4,64     | 1,12     | 3,52     | 0,25     | 12,50    | 5,37                                  | 1,19     | 4,18     | 0,30     | 14,00    |
| 3                                     | 5,32     | 1,19     | 4,13     | 0,30     | 13,20    | 6,34                                  | 1,44     | 4,90     | 0,30     | 15,90    |
| 4                                     | 5,86     | 1,44     | 4,42     | 0,30     | 14,30    | 7,08                                  | 1,61     | 5,47     | 0,30     | 16,70    |
| 5                                     | 6,34     | 1,44     | 4,90     | 0,30     | 15,00    | 7,32                                  | 1,68     | 5,64     | 0,30     | 17,40    |
| 6                                     | 7,32     | 1,68     | 5,64     | 0,30     | 16,40    | 8,05                                  | 1,68     | 6,37     | 0,30     | 18,20    |
| 7                                     | 8,05     | 1,92     | 6,13     | 0,30     | 17,60    | 9,22                                  | 1,92     | 7,30     | 0,35     | 19,70    |
| 8                                     | 9,52     | 2,17     | 7,35     | 0,30     | 19,10    | 9,92                                  | 2,17     | 7,75     | 0,35     | 20,80    |
| 9                                     | 10,92    | 2,41     | 8,51     | 0,35     | 21,20    | 10,92                                 | 2,17     | 8,75     | 0,40     | 21,80    |
| 10                                    | 13,12    | 2,66     | 9,86     | 0,35     | 23,60    | 12,62                                 | 2,41     | 10,21    | 0,40     | 23,80    |



Tablo K.7 : Mevcut NG6 M Merkez Valfdeki Deney Sonuçları

| NG6 M merkez valf (akış P → B, A → T) |          |          |          |          |          | NG6 M merkez valf (akış P → A, B → T) |          |          |          |          |
|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| NO :                                  | P1 (GİR) | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) | P1 (GİR)                              | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) |
|                                       | BAR      | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   | BAR                                   | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   |
| 1                                     | 0,49     | 0,22     | 0,27     | 0,00     | 3,08     | 0,64                                  | 0,22     | 0,42     | 0,00     | 3,08     |
| 2                                     | 0,67     | 0,24     | 0,43     | 0,00     | 3,45     | 0,72                                  | 0,24     | 0,48     | 0,00     | 3,16     |
| 3                                     | 0,73     | 0,26     | 0,47     | 0,00     | 3,82     | 0,73                                  | 0,24     | 0,49     | 0,00     | 3,30     |
| 4                                     | 0,76     | 0,30     | 0,46     | 0,05     | 4,11     | 0,73                                  | 0,26     | 0,47     | 0,00     | 3,52     |
| 5                                     | 0,94     | 0,32     | 0,62     | 0,05     | 4,55     | 0,73                                  | 0,26     | 0,47     | 0,00     | 3,60     |
| 6                                     | 0,98     | 0,32     | 0,66     | 0,05     | 5,13     | 0,94                                  | 0,28     | 0,66     | 0,00     | 3,74     |
| 7                                     | 1,00     | 0,32     | 0,68     | 0,10     | 5,35     | 0,96                                  | 0,30     | 0,66     | 0,05     | 3,96     |
| 8                                     | 1,17     | 0,34     | 0,83     | 0,10     | 5,57     | 0,98                                  | 0,30     | 0,68     | 0,05     | 4,41     |
| 9                                     | 1,22     | 0,34     | 0,88     | 0,10     | 5,94     | 1,22                                  | 0,32     | 0,90     | 0,10     | 4,69     |
| 10                                    | 1,24     | 0,35     | 0,89     | 0,15     | 6,38     | 1,46                                  | 0,35     | 1,11     | 0,10     | 5,43     |
| 1                                     | 0,73     | 0,22     | 0,51     | 0,05     | 4,11     | 0,94                                  | 0,22     | 0,72     | 0,00     | 4,11     |
| 2                                     | 0,73     | 0,22     | 0,51     | 0,05     | 4,55     | 0,96                                  | 0,24     | 0,72     | 0,00     | 4,25     |
| 3                                     | 0,94     | 0,24     | 0,70     | 0,10     | 4,84     | 0,98                                  | 0,24     | 0,74     | 0,00     | 4,62     |
| 4                                     | 0,98     | 0,26     | 0,72     | 0,10     | 5,28     | 0,98                                  | 0,26     | 0,72     | 0,05     | 4,77     |
| 5                                     | 1,00     | 0,36     | 0,64     | 0,15     | 5,43     | 1,20                                  | 0,28     | 0,92     | 0,05     | 5,06     |
| 6                                     | 1,34     | 0,44     | 0,90     | 0,15     | 6,45     | 1,22                                  | 0,40     | 0,82     | 0,10     | 5,43     |
| 7                                     | 1,46     | 0,46     | 1,00     | 0,15     | 6,97     | 1,46                                  | 0,42     | 1,04     | 0,10     | 5,79     |
| 8                                     | 1,51     | 0,46     | 1,05     | 0,20     | 7,19     | 1,71                                  | 0,46     | 1,25     | 0,10     | 6,45     |
| 9                                     | 1,71     | 0,48     | 1,23     | 0,20     | 7,41     | 1,71                                  | 0,46     | 1,25     | 0,10     | 6,82     |
| 10                                    | 1,73     | 0,48     | 1,25     | 0,25     | 7,92     | 1,95                                  | 0,49     | 1,46     | 0,15     | 7,19     |
| 1                                     | 1,24     | 0,34     | 0,90     | 0,20     | 6,53     | 1,46                                  | 0,42     | 1,04     | 0,10     | 6,01     |
| 2                                     | 1,46     | 0,34     | 1,12     | 0,20     | 6,89     | 1,71                                  | 0,44     | 1,27     | 0,10     | 6,53     |
| 3                                     | 1,48     | 0,36     | 1,12     | 0,25     | 7,19     | 1,71                                  | 0,46     | 1,25     | 0,10     | 6,89     |
| 4                                     | 1,71     | 0,41     | 1,30     | 0,25     | 7,55     | 1,92                                  | 0,46     | 1,46     | 0,15     | 7,26     |
| 5                                     | 1,83     | 0,42     | 1,41     | 0,25     | 7,77     | 2,20                                  | 0,60     | 1,60     | 0,15     | 8,21     |
| 6                                     | 1,95     | 0,46     | 1,49     | 0,30     | 8,14     | 2,44                                  | 0,64     | 1,80     | 0,20     | 8,58     |
| 7                                     | 2,20     | 0,60     | 1,60     | 0,30     | 8,80     | 2,68                                  | 0,70     | 1,98     | 0,20     | 9,17     |
| 8                                     | 2,24     | 0,70     | 1,54     | 0,30     | 9,17     | 2,68                                  | 0,70     | 1,98     | 0,20     | 9,39     |
| 9                                     | 2,44     | 0,70     | 1,74     | 0,30     | 9,61     | 2,93                                  | 0,72     | 2,21     | 0,20     | 9,75     |
| 10                                    | 2,68     | 0,72     | 1,96     | 0,30     | 10,10    | 3,17                                  | 0,75     | 2,42     | 0,25     | 10,50    |
| 1                                     | 1,71     | 0,46     | 1,25     | 0,25     | 8,07     | 2,20                                  | 0,70     | 1,50     | 0,15     | 8,43     |
| 2                                     | 2,20     | 0,62     | 1,58     | 0,30     | 8,95     | 2,44                                  | 0,72     | 1,72     | 0,20     | 8,85     |
| 3                                     | 2,44     | 0,62     | 1,82     | 0,30     | 9,46     | 2,68                                  | 0,72     | 1,96     | 0,20     | 9,46     |
| 4                                     | 2,50     | 0,64     | 1,86     | 0,30     | 9,83     | 2,93                                  | 0,72     | 2,21     | 0,20     | 10,00    |
| 5                                     | 2,93     | 0,64     | 2,29     | 0,30     | 10,40    | 3,17                                  | 0,74     | 2,43     | 0,20     | 10,50    |
| 6                                     | 2,96     | 0,70     | 2,26     | 0,30     | 11,00    | 3,66                                  | 0,92     | 2,74     | 0,25     | 11,40    |
| 7                                     | 3,42     | 0,90     | 2,52     | 0,35     | 11,50    | 3,90                                  | 0,95     | 2,95     | 0,25     | 11,90    |
| 8                                     | 3,44     | 0,92     | 2,52     | 0,35     | 12,10    | 4,39                                  | 0,95     | 3,44     | 0,30     | 12,90    |
| 9                                     | 3,90     | 0,95     | 2,95     | 0,35     | 12,80    | 4,64                                  | 1,11     | 3,53     | 0,30     | 13,60    |
| 10                                    | 4,15     | 0,95     | 3,20     | 0,40     | 13,40    | 5,12                                  | 1,19     | 3,93     | 0,30     | 14,30    |
| 1                                     | 3,17     | 0,95     | 2,22     | 0,30     | 11,40    | 3,42                                  | 0,92     | 2,50     | 0,25     | 11,00    |
| 2                                     | 4,15     | 1,12     | 3,03     | 0,30     | 13,60    | 4,39                                  | 0,95     | 3,44     | 0,25     | 13,00    |
| 3                                     | 4,88     | 1,14     | 3,74     | 0,30     | 14,50    | 5,12                                  | 1,19     | 3,93     | 0,25     | 14,00    |
| 4                                     | 5,37     | 1,19     | 4,18     | 0,30     | 15,50    | 5,88                                  | 1,44     | 4,44     | 0,25     | 15,60    |
| 5                                     | 5,86     | 1,41     | 4,45     | 0,30     | 16,50    | 6,34                                  | 1,44     | 4,90     | 0,30     | 16,50    |
| 6                                     | 6,59     | 1,44     | 5,15     | 0,35     | 17,30    | 7,56                                  | 1,68     | 5,88     | 0,30     | 18,30    |
| 7                                     | 7,32     | 1,44     | 5,88     | 0,35     | 18,50    | 8,72                                  | 1,68     | 7,04     | 0,30     | 19,40    |
| 8                                     | 8,30     | 1,68     | 6,62     | 0,40     | 19,70    | 9,52                                  | 1,68     | 7,84     | 0,30     | 21,00    |
| 9                                     | 9,92     | 1,92     | 8,00     | 0,40     | 21,80    | 10,42                                 | 2,17     | 8,25     | 0,35     | 21,90    |
| 10                                    | 11,92    | 2,17     | 9,75     | 0,45     | 24,00    | 12,12                                 | 2,41     | 9,71     | 0,35     | 23,70    |

Tablo K.8 : Mevcut NG6 Q Merkez Valfdeki Deney Sonuçları

| NG6 Q merkez valf (akış P → B, A → T) |          |          |          |          |          | NG6 Q merkez valf (akış P → A, B → T) |          |          |          |          |
|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| NO :                                  | P1 (GİR) | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) | P1 (GİR)                              | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) |
|                                       | BAR      | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   | BAR                                   | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   |
| 1                                     | 0,64     | 0,22     | 0,42     | 0,00     | 3,01     | 1,22                                  | 0,32     | 0,90     | 0,00     | 3,01     |
| 2                                     | 0,73     | 0,22     | 0,51     | 0,00     | 3,30     | 1,22                                  | 0,36     | 0,86     | 0,00     | 3,30     |
| 3                                     | 0,73     | 0,24     | 0,49     | 0,00     | 3,67     | 1,22                                  | 0,41     | 0,81     | 0,00     | 3,45     |
| 4                                     | 0,94     | 0,30     | 0,64     | 0,00     | 4,04     | 1,46                                  | 0,41     | 1,05     | 0,00     | 3,74     |
| 5                                     | 0,98     | 0,32     | 0,66     | 0,00     | 4,40     | 1,46                                  | 0,42     | 1,04     | 0,00     | 3,96     |
| 6                                     | 1,20     | 0,34     | 0,86     | 0,00     | 4,84     | 1,46                                  | 0,42     | 1,04     | 0,00     | 4,11     |
| 7                                     | 1,22     | 0,36     | 0,86     | 0,05     | 5,06     | 1,46                                  | 0,45     | 1,01     | 0,00     | 4,25     |
| 8                                     | 1,22     | 0,40     | 0,82     | 0,05     | 5,28     | 1,46                                  | 0,46     | 1,00     | 0,00     | 4,47     |
| 9                                     | 1,46     | 0,46     | 1,00     | 0,10     | 5,87     | 1,46                                  | 0,46     | 1,00     | 0,05     | 5,06     |
| 10                                    | 1,46     | 0,46     | 1,00     | 0,10     | 6,31     | 1,71                                  | 0,46     | 1,25     | 0,05     | 5,06     |
| 1                                     | 0,73     | 0,22     | 0,51     | 0,00     | 4,11     | 1,22                                  | 0,32     | 0,90     | 0,00     | 4,18     |
| 2                                     | 0,94     | 0,30     | 0,64     | 0,05     | 4,40     | 1,22                                  | 0,32     | 0,90     | 0,00     | 4,25     |
| 3                                     | 1,22     | 0,46     | 0,76     | 0,05     | 5,43     | 1,22                                  | 0,34     | 0,88     | 0,00     | 4,47     |
| 4                                     | 1,46     | 0,46     | 1,00     | 0,10     | 6,09     | 1,46                                  | 0,42     | 1,04     | 0,00     | 4,77     |
| 5                                     | 1,71     | 0,60     | 1,11     | 0,10     | 6,97     | 1,46                                  | 0,46     | 1,00     | 0,05     | 5,21     |
| 6                                     | 1,71     | 0,62     | 1,09     | 0,10     | 7,14     | 1,71                                  | 0,48     | 1,23     | 0,05     | 5,57     |
| 7                                     | 1,95     | 0,66     | 1,29     | 0,10     | 7,55     | 1,95                                  | 0,60     | 1,35     | 0,05     | 6,01     |
| 8                                     | 1,95     | 0,70     | 1,25     | 0,15     | 7,92     | 1,95                                  | 0,70     | 1,25     | 0,10     | 6,23     |
| 9                                     | 2,20     | 0,70     | 1,50     | 0,15     | 8,29     | 1,95                                  | 0,70     | 1,25     | 0,10     | 6,38     |
| 10                                    | 2,20     | 0,72     | 1,48     | 0,20     | 8,51     | 1,95                                  | 0,72     | 1,23     | 0,10     | 6,53     |
| 1                                     | 1,22     | 0,30     | 0,92     | 0,10     | 6,01     | 1,71                                  | 0,60     | 1,11     | 0,05     | 6,01     |
| 2                                     | 1,46     | 0,32     | 1,14     | 0,10     | 6,31     | 1,95                                  | 0,62     | 1,33     | 0,10     | 6,23     |
| 3                                     | 1,46     | 0,36     | 1,10     | 0,15     | 6,67     | 2,20                                  | 0,70     | 1,50     | 0,10     | 7,04     |
| 4                                     | 1,71     | 0,46     | 1,25     | 0,15     | 7,55     | 2,20                                  | 0,70     | 1,50     | 0,10     | 7,41     |
| 5                                     | 1,93     | 0,46     | 1,47     | 0,20     | 7,92     | 2,20                                  | 0,70     | 1,50     | 0,10     | 7,63     |
| 6                                     | 1,95     | 0,60     | 1,35     | 0,20     | 8,21     | 2,44                                  | 0,72     | 1,72     | 0,10     | 8,07     |
| 7                                     | 2,44     | 0,62     | 1,82     | 0,20     | 8,87     | 2,68                                  | 0,72     | 1,96     | 0,10     | 8,43     |
| 8                                     | 2,44     | 0,70     | 1,74     | 0,20     | 9,39     | 2,93                                  | 0,91     | 2,02     | 0,10     | 8,80     |
| 9                                     | 2,68     | 0,70     | 1,98     | 0,25     | 9,97     | 3,17                                  | 0,95     | 2,22     | 0,15     | 9,17     |
| 10                                    | 2,93     | 0,72     | 2,21     | 0,25     | 10,60    | 3,42                                  | 0,95     | 2,47     | 0,15     | 10,00    |
| 1                                     | 1,95     | 0,46     | 1,49     | 0,20     | 8,07     | 2,44                                  | 0,60     | 1,84     | 0,10     | 8,07     |
| 2                                     | 2,20     | 0,60     | 1,60     | 0,20     | 8,58     | 2,68                                  | 0,70     | 1,98     | 0,10     | 8,43     |
| 3                                     | 2,20     | 0,70     | 1,50     | 0,20     | 9,02     | 2,44                                  | 0,70     | 1,74     | 0,10     | 8,73     |
| 4                                     | 2,88     | 0,72     | 2,16     | 0,20     | 10,10    | 3,17                                  | 0,91     | 2,26     | 0,15     | 9,53     |
| 5                                     | 3,42     | 0,91     | 2,51     | 0,25     | 11,30    | 3,42                                  | 0,92     | 2,50     | 0,15     | 10,10    |
| 6                                     | 3,90     | 0,95     | 2,95     | 0,25     | 12,30    | 3,66                                  | 0,95     | 2,71     | 0,20     | 10,40    |
| 7                                     | 4,15     | 0,95     | 3,20     | 0,25     | 12,70    | 3,90                                  | 0,95     | 2,95     | 0,20     | 11,00    |
| 8                                     | 4,39     | 0,97     | 3,42     | 0,25     | 13,60    | 4,15                                  | 0,95     | 3,20     | 0,20     | 11,30    |
| 9                                     | 4,88     | 1,11     | 3,77     | 0,30     | 14,00    | 4,39                                  | 0,97     | 3,42     | 0,20     | 12,10    |
| 10                                    | 5,37     | 1,19     | 4,18     | 0,30     | 15,00    | 5,12                                  | 1,19     | 3,93     | 0,25     | 13,20    |
| 1                                     | 3,90     | 0,95     | 2,95     | 0,30     | 12,70    | 3,17                                  | 0,95     | 2,22     | 0,15     | 10,60    |
| 2                                     | 4,39     | 0,97     | 3,42     | 0,30     | 13,60    | 4,15                                  | 0,95     | 3,20     | 0,20     | 11,70    |
| 3                                     | 4,64     | 1,12     | 3,52     | 0,30     | 14,20    | 5,12                                  | 1,19     | 3,93     | 0,20     | 13,30    |
| 4                                     | 5,02     | 1,19     | 3,83     | 0,35     | 14,80    | 5,86                                  | 1,44     | 4,42     | 0,20     | 14,40    |
| 5                                     | 5,37     | 1,19     | 4,18     | 0,35     | 15,40    | 6,59                                  | 1,44     | 5,15     | 0,25     | 15,60    |
| 6                                     | 5,86     | 1,44     | 4,42     | 0,35     | 16,20    | 7,32                                  | 1,62     | 5,70     | 0,25     | 16,70    |
| 7                                     | 7,32     | 1,62     | 5,70     | 0,35     | 18,30    | 8,05                                  | 1,68     | 6,37     | 0,30     | 17,60    |
| 8                                     | 8,05     | 1,68     | 6,37     | 0,35     | 19,20    | 8,52                                  | 1,92     | 6,60     | 0,30     | 18,60    |
| 9                                     | 8,72     | 1,92     | 6,80     | 0,35     | 20,60    | 10,72                                 | 2,17     | 8,55     | 0,30     | 21,00    |
| 10                                    | 11,92    | 2,41     | 9,51     | 0,40     | 24,00    | 13,12                                 | 2,66     | 10,46    | 0,35     | 23,70    |

Tablo K.9 : Mevcut NG6 W Merkez Valfdeki Deney Sonuçları

| NG6 W merkez valf (akış P → B, A → T) |          |          |          |          |          | NG6 W merkez valf (akış P → A, B → T) |          |          |          |          |
|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| NO :                                  | P1 (GİR) | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) | P1 (GİR)                              | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) |
|                                       | BAR      | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   | BAR                                   | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   |
| 1                                     | 0,54     | 0,22     | 0,32     | 0,00     | 3,08     | 0,92                                  | 0,30     | 0,62     | 0,00     | 3,08     |
| 2                                     | 0,66     | 0,23     | 0,43     | 0,00     | 3,30     | 1,02                                  | 0,38     | 0,64     | 0,00     | 3,38     |
| 3                                     | 0,73     | 0,24     | 0,49     | 0,00     | 3,52     | 1,07                                  | 0,41     | 0,66     | 0,00     | 3,52     |
| 4                                     | 0,73     | 0,26     | 0,47     | 0,00     | 3,74     | 1,22                                  | 0,41     | 0,81     | 0,00     | 3,82     |
| 5                                     | 0,73     | 0,26     | 0,47     | 0,05     | 3,96     | 1,46                                  | 0,44     | 1,02     | 0,05     | 4,11     |
| 6                                     | 0,76     | 0,29     | 0,47     | 0,05     | 4,18     | 1,46                                  | 0,44     | 1,02     | 0,05     | 4,25     |
| 7                                     | 0,94     | 0,36     | 0,58     | 0,05     | 4,47     | 1,46                                  | 0,46     | 1,00     | 0,05     | 4,47     |
| 8                                     | 0,98     | 0,42     | 0,56     | 0,10     | 4,69     | 1,53                                  | 0,46     | 1,07     | 0,10     | 4,84     |
| 9                                     | 0,98     | 0,42     | 0,56     | 0,10     | 4,84     | 1,71                                  | 0,48     | 1,23     | 0,10     | 4,91     |
| 10                                    | 1,04     | 0,46     | 0,58     | 0,10     | 5,06     | 1,71                                  | 0,48     | 1,23     | 0,10     | 4,94     |
| 1                                     | 0,71     | 0,32     | 0,39     | 0,00     | 4,11     | 1,12                                  | 0,32     | 0,80     | 0,05     | 4,11     |
| 2                                     | 0,98     | 0,38     | 0,60     | 0,05     | 4,84     | 1,22                                  | 0,36     | 0,86     | 0,10     | 4,62     |
| 3                                     | 0,98     | 0,40     | 0,58     | 0,05     | 4,91     | 1,46                                  | 0,41     | 1,05     | 0,10     | 4,91     |
| 4                                     | 1,00     | 0,42     | 0,58     | 0,10     | 5,06     | 1,46                                  | 0,44     | 1,02     | 0,10     | 5,06     |
| 5                                     | 0,98     | 0,42     | 0,56     | 0,10     | 5,28     | 1,44                                  | 0,46     | 0,98     | 0,10     | 5,21     |
| 6                                     | 1,22     | 0,46     | 0,76     | 0,10     | 6,16     | 1,46                                  | 0,46     | 1,00     | 0,10     | 5,43     |
| 7                                     | 1,22     | 0,46     | 0,76     | 0,10     | 6,31     | 1,63                                  | 0,48     | 1,15     | 0,10     | 5,50     |
| 8                                     | 1,43     | 0,48     | 0,95     | 0,10     | 6,82     | 1,63                                  | 0,46     | 1,17     | 0,10     | 5,79     |
| 9                                     | 1,46     | 0,46     | 1,00     | 0,15     | 7,11     | 1,71                                  | 0,46     | 1,25     | 0,15     | 6,01     |
| 10                                    | 1,71     | 0,54     | 1,17     | 0,15     | 7,48     | 1,95                                  | 0,70     | 1,25     | 0,15     | 6,75     |
| 1                                     | 1,22     | 0,42     | 0,80     | 0,05     | 6,09     | 1,62                                  | 0,46     | 1,16     | 0,10     | 6,01     |
| 2                                     | 1,46     | 0,42     | 1,04     | 0,05     | 6,53     | 1,64                                  | 0,46     | 1,18     | 0,15     | 6,23     |
| 3                                     | 1,46     | 0,44     | 1,02     | 0,10     | 6,75     | 1,95                                  | 0,64     | 1,31     | 0,15     | 6,53     |
| 4                                     | 1,46     | 0,46     | 1,00     | 0,10     | 7,19     | 1,93                                  | 0,64     | 1,29     | 0,15     | 6,75     |
| 5                                     | 1,71     | 0,46     | 1,25     | 0,10     | 7,70     | 2,20                                  | 0,66     | 1,54     | 0,15     | 7,04     |
| 6                                     | 1,93     | 0,60     | 1,33     | 0,15     | 8,07     | 2,24                                  | 0,64     | 1,60     | 0,20     | 7,26     |
| 7                                     | 1,95     | 0,70     | 1,25     | 0,15     | 8,65     | 2,44                                  | 0,70     | 1,74     | 0,20     | 8,14     |
| 8                                     | 2,44     | 0,72     | 1,72     | 0,20     | 9,75     | 2,68                                  | 0,72     | 1,96     | 0,20     | 8,51     |
| 9                                     | 2,68     | 0,72     | 1,96     | 0,20     | 10,20    | 2,93                                  | 0,70     | 2,23     | 0,20     | 9,09     |
| 10                                    | 3,17     | 0,78     | 2,39     | 0,25     | 11,00    | 3,42                                  | 0,95     | 2,47     | 0,25     | 10,20    |
| 1                                     | 1,95     | 0,60     | 1,35     | 0,15     | 8,21     | 2,44                                  | 0,64     | 1,80     | 0,15     | 8,07     |
| 2                                     | 2,20     | 0,70     | 1,50     | 0,15     | 8,80     | 2,68                                  | 0,66     | 2,02     | 0,15     | 8,36     |
| 3                                     | 2,20     | 0,72     | 1,48     | 0,20     | 9,17     | 2,93                                  | 0,70     | 2,23     | 0,15     | 9,09     |
| 4                                     | 2,68     | 0,76     | 1,92     | 0,20     | 10,10    | 3,42                                  | 0,94     | 2,48     | 0,20     | 10,00    |
| 5                                     | 3,17     | 0,91     | 2,26     | 0,25     | 11,20    | 3,66                                  | 0,95     | 2,71     | 0,20     | 10,40    |
| 6                                     | 3,66     | 0,95     | 2,71     | 0,25     | 12,20    | 3,90                                  | 0,95     | 2,95     | 0,20     | 11,20    |
| 7                                     | 3,90     | 0,95     | 2,95     | 0,30     | 12,80    | 4,39                                  | 1,11     | 3,28     | 0,25     | 12,20    |
| 8                                     | 4,39     | 0,97     | 3,42     | 0,30     | 13,80    | 4,88                                  | 1,11     | 3,77     | 0,25     | 12,80    |
| 9                                     | 5,12     | 1,02     | 4,10     | 0,30     | 14,80    | 5,37                                  | 1,19     | 4,18     | 0,30     | 13,70    |
| 10                                    | 5,86     | 1,19     | 4,67     | 0,35     | 16,10    | 5,86                                  | 1,44     | 4,42     | 0,30     | 14,50    |
| 1                                     | 4,15     | 0,97     | 3,18     | 0,25     | 13,20    | 3,90                                  | 0,95     | 2,95     | 0,25     | 11,20    |
| 2                                     | 4,64     | 1,11     | 3,53     | 0,30     | 14,10    | 4,39                                  | 0,95     | 3,44     | 0,25     | 12,10    |
| 3                                     | 5,12     | 1,15     | 3,97     | 0,30     | 15,20    | 4,64                                  | 1,15     | 3,49     | 0,30     | 12,60    |
| 4                                     | 6,10     | 1,41     | 4,69     | 0,35     | 16,70    | 5,12                                  | 1,19     | 3,93     | 0,30     | 13,70    |
| 5                                     | 7,32     | 1,46     | 5,86     | 0,35     | 18,40    | 5,86                                  | 1,44     | 4,42     | 0,30     | 14,60    |
| 6                                     | 8,30     | 1,68     | 6,62     | 0,40     | 19,60    | 6,34                                  | 1,44     | 4,90     | 0,30     | 15,40    |
| 7                                     | 9,22     | 1,92     | 7,30     | 0,40     | 20,90    | 6,83                                  | 1,48     | 5,35     | 0,35     | 16,40    |
| 8                                     | 10,22    | 1,20     | 9,02     | 0,45     | 22,30    | 8,05                                  | 1,68     | 6,37     | 0,35     | 17,80    |
| 9                                     | 11,42    | 2,17     | 9,25     | 0,50     | 23,60    | 9,72                                  | 2,17     | 7,55     | 0,40     | 20,50    |
| 10                                    | 11,62    | 2,17     | 9,45     | 0,50     | 24,00    | 12,92                                 | 2,66     | 9,12     | 0,40     | 23,60    |

Tablo L.1 : Geometrisi Değiştirilen NG6 D Merkez Valfdeki Deney Sonuçları

| NO : | NG6 D merkez valf (akış P → B, A → T) |          |          |          |          | NG6 D merkez valf (akış P → A, B → T) |          |          |          |          |
|------|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
|      | P1 (GİR)                              | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) | P1 (GİR)                              | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) |
|      | BAR                                   | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   | BAR                                   | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   |
| 1    | 0,70                                  | 0,32     | 0,38     | 0,00     | 3,01     | 0,76                                  | 0,36     | 0,40     | 0,00     | 3,08     |
| 2    | 0,73                                  | 0,35     | 0,38     | 0,00     | 3,19     | 0,98                                  | 0,44     | 0,54     | 0,00     | 3,30     |
| 3    | 0,77                                  | 0,37     | 0,40     | 0,00     | 3,23     | 1,12                                  | 0,46     | 0,66     | 0,00     | 3,52     |
| 4    | 0,93                                  | 0,39     | 0,54     | 0,00     | 3,58     | 1,22                                  | 0,48     | 0,74     | 0,00     | 3,89     |
| 5    | 0,98                                  | 0,44     | 0,54     | 0,00     | 3,94     | 1,36                                  | 0,60     | 0,76     | 0,05     | 4,11     |
| 6    | 1,00                                  | 0,46     | 0,54     | 0,00     | 4,11     | 1,38                                  | 0,64     | 0,74     | 0,05     | 4,33     |
| 7    | 1,22                                  | 0,46     | 0,76     | 0,00     | 4,40     | 1,63                                  | 0,70     | 0,93     | 0,05     | 4,91     |
| 8    | 1,29                                  | 0,60     | 0,69     | 0,00     | 5,15     | 1,71                                  | 0,70     | 1,01     | 0,10     | 5,16     |
| 9    | 1,43                                  | 0,68     | 0,75     | 0,05     | 5,26     | 1,55                                  | 0,72     | 0,83     | 0,10     | 5,43     |
| 10   | 1,71                                  | 0,72     | 0,99     | 0,05     | 5,91     | 1,95                                  | 0,72     | 1,23     | 0,10     | 6,01     |
| 1    | 0,73                                  | 0,36     | 0,37     | 0,00     | 4,11     | 0,98                                  | 0,46     | 0,52     | 0,00     | 4,04     |
| 2    | 0,98                                  | 0,42     | 0,56     | 0,00     | 4,41     | 1,14                                  | 0,46     | 0,68     | 0,05     | 4,25     |
| 3    | 0,98                                  | 0,46     | 0,52     | 0,00     | 4,71     | 1,22                                  | 0,46     | 0,76     | 0,05     | 4,40     |
| 4    | 1,23                                  | 0,46     | 0,77     | 0,05     | 5,11     | 1,44                                  | 0,46     | 0,98     | 0,05     | 4,84     |
| 5    | 1,29                                  | 0,60     | 0,69     | 0,05     | 5,79     | 1,46                                  | 0,62     | 0,84     | 0,10     | 5,13     |
| 6    | 1,46                                  | 0,66     | 0,80     | 0,05     | 6,71     | 1,71                                  | 0,65     | 1,06     | 0,10     | 6,01     |
| 7    | 1,66                                  | 0,68     | 0,98     | 0,10     | 7,15     | 1,86                                  | 0,67     | 1,19     | 0,10     | 6,23     |
| 8    | 1,95                                  | 0,70     | 1,25     | 0,10     | 7,51     | 1,88                                  | 0,68     | 1,20     | 0,10     | 6,45     |
| 9    | 2,14                                  | 0,72     | 1,42     | 0,10     | 8,01     | 2,00                                  | 0,70     | 1,30     | 0,10     | 6,60     |
| 10   | 2,20                                  | 0,75     | 1,45     | 0,15     | 8,21     | 2,14                                  | 0,72     | 1,42     | 0,15     | 9,19     |
| 1    | 1,36                                  | 0,62     | 0,74     | 0,05     | 6,11     | 1,55                                  | 0,46     | 1,09     | 0,10     | 6,09     |
| 2    | 1,46                                  | 0,68     | 0,78     | 0,05     | 6,84     | 1,71                                  | 0,55     | 1,16     | 0,10     | 6,53     |
| 3    | 1,66                                  | 0,70     | 0,96     | 0,10     | 7,21     | 1,95                                  | 0,59     | 1,36     | 0,10     | 6,82     |
| 4    | 1,95                                  | 0,72     | 1,23     | 0,10     | 8,21     | 2,20                                  | 0,64     | 1,56     | 0,10     | 7,48     |
| 5    | 2,44                                  | 0,85     | 1,59     | 0,10     | 8,74     | 2,34                                  | 0,65     | 1,69     | 0,10     | 7,77     |
| 6    | 2,87                                  | 0,91     | 1,96     | 0,10     | 9,11     | 2,44                                  | 0,68     | 1,76     | 0,10     | 8,07     |
| 7    | 2,93                                  | 0,92     | 2,01     | 0,10     | 9,71     | 2,66                                  | 0,68     | 1,98     | 0,10     | 8,21     |
| 8    | 3,17                                  | 0,95     | 2,22     | 0,10     | 10,80    | 2,93                                  | 0,70     | 2,23     | 0,15     | 9,17     |
| 9    | 3,42                                  | 0,95     | 2,47     | 0,15     | 10,90    | 3,36                                  | 0,70     | 2,66     | 0,15     | 9,68     |
| 10   | 3,66                                  | 0,97     | 2,69     | 0,15     | 11,90    | 3,42                                  | 0,75     | 2,67     | 0,20     | 10,40    |
| 1    | 1,66                                  | 0,64     | 1,02     | 0,05     | 8,31     | 2,20                                  | 0,66     | 1,54     | 0,10     | 8,07     |
| 2    | 1,95                                  | 0,66     | 1,29     | 0,05     | 8,61     | 2,66                                  | 0,70     | 1,96     | 0,10     | 8,73     |
| 3    | 2,93                                  | 0,70     | 2,23     | 0,05     | 9,99     | 2,93                                  | 0,72     | 2,21     | 0,15     | 9,46     |
| 4    | 3,17                                  | 0,70     | 2,47     | 0,10     | 10,70    | 3,20                                  | 0,95     | 2,25     | 0,15     | 9,90     |
| 5    | 3,66                                  | 0,95     | 2,71     | 0,10     | 11,60    | 3,42                                  | 0,91     | 2,51     | 0,15     | 10,20    |
| 6    | 3,90                                  | 0,95     | 2,95     | 0,10     | 12,50    | 4,39                                  | 0,97     | 3,42     | 0,20     | 11,80    |
| 7    | 4,15                                  | 1,19     | 2,96     | 0,10     | 13,10    | 4,88                                  | 1,11     | 3,77     | 0,20     | 12,50    |
| 8    | 4,64                                  | 1,41     | 3,23     | 0,15     | 14,20    | 5,12                                  | 1,19     | 3,93     | 0,25     | 13,20    |
| 9    | 5,37                                  | 1,44     | 3,93     | 0,15     | 14,80    | 5,61                                  | 1,41     | 4,20     | 0,30     | 14,00    |
| 10   | 5,86                                  | 0,46     | 5,40     | 0,20     | 15,90    | 6,59                                  | 1,44     | 5,15     | 0,30     | 16,00    |
| 1    | 2,93                                  | 0,91     | 2,02     | 0,10     | 10,80    | 3,64                                  | 0,89     | 2,75     | 0,20     | 11,30    |
| 2    | 3,66                                  | 0,95     | 2,71     | 0,15     | 13,80    | 4,60                                  | 0,95     | 3,65     | 0,20     | 12,50    |
| 3    | 3,90                                  | 1,19     | 2,71     | 0,15     | 15,60    | 4,88                                  | 1,12     | 3,76     | 0,25     | 13,10    |
| 4    | 5,86                                  | 1,41     | 4,45     | 0,20     | 16,80    | 5,37                                  | 1,19     | 4,18     | 0,25     | 14,50    |
| 5    | 6,70                                  | 1,44     | 5,26     | 0,20     | 17,90    | 5,86                                  | 1,42     | 4,44     | 0,25     | 15,60    |
| 6    | 9,02                                  | 1,46     | 7,56     | 0,25     | 19,90    | 6,59                                  | 1,43     | 5,16     | 0,30     | 16,50    |
| 7    | 10,02                                 | 2,11     | 7,91     | 0,25     | 20,10    | 7,08                                  | 1,62     | 5,46     | 0,30     | 16,50    |
| 8    | 11,22                                 | 2,15     | 9,07     | 0,30     | 22,30    | 7,64                                  | 1,68     | 5,96     | 0,30     | 17,80    |
| 9    | 12,12                                 | 2,17     | 9,95     | 0,30     | 23,50    | 8,30                                  | 1,92     | 6,38     | 0,30     | 18,40    |
| 10   | 12,12                                 | 2,41     | 9,71     | 0,35     | 23,60    | 10,72                                 | 1,92     | 8,80     | 0,35     | 23,70    |



Tablo L.2 : Geometrisi Değiştirilen NG6 E Merkez Valfdeki Deney Sonuçları

| NO : | NG6 E merkez valf (akış P → B, A → T) |          |          |          |          | NG6 E merkez valf (akış P → A, B → T) |          |          |          |          |
|------|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
|      | P1 (GİR)                              | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) | P1 (GİR)                              | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) |
|      | BAR                                   | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   | BAR                                   | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   |
| 1    | 0,43                                  | 0,22     | 0,21     | 0,00     | 3,08     | 0,39                                  | 0,22     | 0,17     | 0,00     | 3,08     |
| 2    | 0,45                                  | 0,22     | 0,23     | 0,00     | 3,45     | 0,41                                  | 0,24     | 0,17     | 0,00     | 3,45     |
| 3    | 0,49                                  | 0,24     | 0,25     | 0,00     | 3,82     | 0,43                                  | 0,25     | 0,18     | 0,00     | 3,67     |
| 4    | 0,64                                  | 0,26     | 0,38     | 0,05     | 4,11     | 0,49                                  | 0,28     | 0,21     | 0,05     | 3,96     |
| 5    | 0,73                                  | 0,28     | 0,45     | 0,05     | 4,55     | 0,64                                  | 0,30     | 0,34     | 0,05     | 4,18     |
| 6    | 0,75                                  | 0,32     | 0,43     | 0,10     | 5,13     | 0,67                                  | 0,32     | 0,35     | 0,10     | 4,40     |
| 7    | 0,93                                  | 0,32     | 0,61     | 0,10     | 5,35     | 0,72                                  | 0,34     | 0,38     | 0,10     | 4,62     |
| 8    | 0,98                                  | 0,38     | 0,60     | 0,10     | 5,94     | 0,73                                  | 0,38     | 0,35     | 0,10     | 4,77     |
| 9    | 1,22                                  | 0,40     | 0,82     | 0,10     | 6,23     | 0,73                                  | 0,38     | 0,35     | 0,10     | 4,99     |
| 10   | 1,24                                  | 0,46     | 0,78     | 0,10     | 6,38     | 0,93                                  | 0,41     | 0,52     | 0,10     | 5,06     |
| 1    | 0,44                                  | 0,22     | 0,22     | 0,00     | 4,11     | 0,43                                  | 0,22     | 0,21     | 0,05     | 4,11     |
| 2    | 0,64                                  | 0,28     | 0,36     | 0,05     | 4,84     | 0,66                                  | 0,22     | 0,44     | 0,05     | 4,69     |
| 3    | 0,76                                  | 0,32     | 0,44     | 0,05     | 5,28     | 0,73                                  | 0,25     | 0,48     | 0,10     | 4,84     |
| 4    | 0,94                                  | 0,34     | 0,60     | 0,10     | 5,43     | 0,73                                  | 0,28     | 0,45     | 0,10     | 5,13     |
| 5    | 0,96                                  | 0,36     | 0,60     | 0,10     | 6,09     | 0,94                                  | 0,28     | 0,66     | 0,10     | 5,28     |
| 6    | 1,22                                  | 0,42     | 0,80     | 0,15     | 6,45     | 0,98                                  | 0,32     | 0,66     | 0,10     | 5,50     |
| 7    | 1,24                                  | 0,44     | 0,80     | 0,15     | 6,97     | 0,98                                  | 0,35     | 0,63     | 0,15     | 5,79     |
| 8    | 1,44                                  | 0,46     | 0,98     | 0,20     | 7,19     | 1,17                                  | 0,38     | 0,79     | 0,15     | 6,09     |
| 9    | 1,46                                  | 0,46     | 1,00     | 0,25     | 7,41     | 1,20                                  | 0,39     | 0,81     | 0,20     | 6,23     |
| 10   | 1,48                                  | 0,48     | 1,00     | 0,30     | 7,92     | 1,22                                  | 0,46     | 0,76     | 0,20     | 7,41     |
| 1    | 0,98                                  | 0,38     | 0,60     | 0,10     | 6,01     | 0,95                                  | 0,22     | 0,73     | 0,15     | 6,01     |
| 2    | 1,20                                  | 0,39     | 0,81     | 0,15     | 6,53     | 0,98                                  | 0,26     | 0,72     | 0,20     | 6,38     |
| 3    | 1,42                                  | 0,42     | 1,00     | 0,20     | 7,19     | 1,18                                  | 0,22     | 0,96     | 0,20     | 6,75     |
| 4    | 1,44                                  | 0,44     | 1,00     | 0,25     | 7,55     | 1,22                                  | 0,42     | 0,80     | 0,25     | 7,11     |
| 5    | 1,71                                  | 0,46     | 1,25     | 0,25     | 7,77     | 1,46                                  | 0,44     | 1,02     | 0,25     | 7,41     |
| 6    | 1,71                                  | 0,46     | 1,25     | 0,25     | 8,14     | 1,46                                  | 0,46     | 1,00     | 0,30     | 7,77     |
| 7    | 1,93                                  | 0,48     | 1,45     | 0,30     | 8,80     | 1,71                                  | 0,46     | 1,25     | 0,30     | 8,14     |
| 8    | 1,94                                  | 0,60     | 1,34     | 0,30     | 9,17     | 2,20                                  | 0,46     | 1,74     | 0,30     | 9,31     |
| 9    | 2,20                                  | 0,70     | 1,50     | 0,30     | 9,61     | 2,44                                  | 0,68     | 1,76     | 0,30     | 9,63     |
| 10   | 2,44                                  | 0,72     | 1,72     | 0,30     | 10,10    | 2,46                                  | 0,70     | 1,76     | 0,35     | 10,30    |
| 1    | 1,46                                  | 0,46     | 1,00     | 0,15     | 8,07     | 1,46                                  | 0,22     | 1,24     | 0,15     | 8,07     |
| 2    | 1,71                                  | 0,60     | 1,11     | 0,20     | 8,95     | 1,63                                  | 0,42     | 1,21     | 0,20     | 8,58     |
| 3    | 1,95                                  | 0,64     | 1,31     | 0,25     | 9,46     | 1,71                                  | 0,46     | 1,25     | 0,20     | 9,02     |
| 4    | 2,20                                  | 0,65     | 1,55     | 0,25     | 9,83     | 2,20                                  | 0,68     | 1,52     | 0,25     | 10,10    |
| 5    | 2,53                                  | 0,70     | 1,83     | 0,30     | 10,40    | 2,46                                  | 0,68     | 1,78     | 0,30     | 10,70    |
| 6    | 2,66                                  | 0,70     | 1,96     | 0,30     | 11,00    | 2,53                                  | 0,70     | 1,83     | 0,30     | 11,30    |
| 7    | 3,16                                  | 0,85     | 2,31     | 0,30     | 11,50    | 2,93                                  | 0,70     | 2,23     | 0,30     | 12,10    |
| 8    | 3,42                                  | 0,91     | 2,51     | 0,30     | 12,10    | 3,44                                  | 0,91     | 2,53     | 0,35     | 13,10    |
| 9    | 3,42                                  | 0,95     | 2,47     | 0,35     | 12,80    | 3,73                                  | 0,94     | 2,79     | 0,35     | 14,10    |
| 10   | 3,63                                  | 0,97     | 2,66     | 0,35     | 13,40    | 4,46                                  | 0,95     | 3,51     | 0,40     | 15,00    |
| 1    | 3,17                                  | 0,95     | 2,22     | 0,30     | 11,40    | 2,53                                  | 0,46     | 2,07     | 0,30     | 11,50    |
| 2    | 4,15                                  | 1,08     | 3,07     | 0,30     | 13,60    | 2,93                                  | 0,70     | 2,23     | 0,35     | 12,90    |
| 3    | 4,88                                  | 1,11     | 3,77     | 0,35     | 14,50    | 3,73                                  | 0,95     | 2,78     | 0,35     | 14,30    |
| 4    | 5,37                                  | 1,19     | 4,18     | 0,35     | 15,50    | 4,46                                  | 1,19     | 3,27     | 0,40     | 15,40    |
| 5    | 5,86                                  | 1,42     | 4,44     | 0,40     | 16,50    | 5,03                                  | 1,44     | 3,59     | 0,40     | 17,30    |
| 6    | 7,32                                  | 1,44     | 5,88     | 0,40     | 17,30    | 5,63                                  | 1,44     | 4,19     | 0,40     | 18,30    |
| 7    | 8,72                                  | 1,44     | 7,28     | 0,40     | 18,50    | 6,54                                  | 1,68     | 4,86     | 0,45     | 19,50    |
| 8    | 9,62                                  | 1,68     | 7,94     | 0,45     | 19,70    | 8,03                                  | 1,68     | 6,35     | 0,45     | 20,30    |
| 9    | 10,42                                 | 1,92     | 8,50     | 0,45     | 21,80    | 8,92                                  | 1,90     | 7,02     | 0,50     | 21,70    |
| 10   | 10,42                                 | 1,92     | 8,50     | 0,50     | 24,00    | 10,62                                 | 1,92     | 8,70     | 0,50     | 24,00    |

Tablo L.3 : Geometrisi Değiştirilen NG6 Q Merkez Valfdeki Deney Sonuçları

| NO : | NG6 Q merkez valf (akış P → B, A → T) |          |          |          |          | NG6 Q merkez valf (akış P → A, B → T) |          |          |          |          |
|------|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
|      | P1 (GİR)                              | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) | P1 (GİR)                              | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) |
|      | BAR                                   | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   | BAR                                   | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   |
| 1    | 0,46                                  | 0,24     | 0,22     | 0,00     | 3,01     | 0,94                                  | 0,34     | 0,60     | 0,00     | 3,30     |
| 2    | 0,71                                  | 0,26     | 0,45     | 0,00     | 3,67     | 1,12                                  | 0,38     | 0,74     | 0,00     | 3,45     |
| 3    | 0,73                                  | 0,30     | 0,43     | 0,00     | 4,04     | 1,14                                  | 0,41     | 0,73     | 0,00     | 3,74     |
| 4    | 0,76                                  | 0,38     | 0,38     | 0,00     | 4,40     | 1,16                                  | 0,42     | 0,74     | 0,00     | 3,96     |
| 5    | 1,14                                  | 0,42     | 0,72     | 0,00     | 4,84     | 1,22                                  | 0,42     | 0,80     | 0,00     | 4,11     |
| 6    | 1,16                                  | 0,44     | 0,72     | 0,05     | 5,06     | 1,43                                  | 0,44     | 0,99     | 0,00     | 4,25     |
| 7    | 1,18                                  | 0,46     | 0,72     | 0,05     | 5,28     | 1,43                                  | 0,44     | 0,99     | 0,00     | 4,47     |
| 8    | 1,22                                  | 0,46     | 0,76     | 0,05     | 5,50     | 1,46                                  | 0,46     | 1,00     | 0,00     | 5,06     |
| 9    | 1,22                                  | 0,46     | 0,76     | 0,10     | 5,87     | 1,48                                  | 0,46     | 1,02     | 0,05     | 5,06     |
| 10   | 1,46                                  | 0,46     | 1,00     | 0,10     | 6,31     | 1,50                                  | 0,46     | 1,04     | 0,05     | 5,28     |
| 1    | 0,46                                  | 0,22     | 0,24     | 0,00     | 4,11     | 0,94                                  | 0,34     | 0,60     | 0,00     | 4,18     |
| 2    | 0,71                                  | 0,24     | 0,47     | 0,00     | 4,40     | 0,98                                  | 0,35     | 0,63     | 0,00     | 4,25     |
| 3    | 0,73                                  | 0,28     | 0,45     | 0,05     | 4,69     | 1,14                                  | 0,37     | 0,77     | 0,00     | 4,47     |
| 4    | 0,76                                  | 0,32     | 0,44     | 0,05     | 6,09     | 1,46                                  | 0,41     | 1,05     | 0,00     | 4,77     |
| 5    | 1,00                                  | 0,38     | 0,62     | 0,10     | 6,97     | 1,46                                  | 0,42     | 1,04     | 0,00     | 5,21     |
| 6    | 1,53                                  | 0,46     | 1,07     | 0,10     | 7,14     | 1,65                                  | 0,44     | 1,21     | 0,00     | 5,57     |
| 7    | 1,53                                  | 0,46     | 1,07     | 0,10     | 7,55     | 1,68                                  | 0,46     | 1,22     | 0,05     | 6,01     |
| 8    | 1,65                                  | 0,62     | 1,03     | 0,15     | 7,92     | 1,74                                  | 0,66     | 1,08     | 0,10     | 6,23     |
| 9    | 1,73                                  | 0,68     | 1,05     | 0,15     | 8,29     | 1,95                                  | 0,70     | 1,25     | 0,10     | 6,38     |
| 10   | 1,93                                  | 0,70     | 1,23     | 0,20     | 8,51     | 2,20                                  | 0,72     | 1,48     | 0,10     | 6,53     |
| 1    | 0,64                                  | 0,22     | 0,42     | 0,05     | 6,01     | 1,14                                  | 0,46     | 0,68     | 0,05     | 6,01     |
| 2    | 1,14                                  | 0,32     | 0,82     | 0,10     | 6,67     | 1,65                                  | 0,62     | 1,03     | 0,05     | 6,60     |
| 3    | 1,22                                  | 0,34     | 0,88     | 0,10     | 7,11     | 1,95                                  | 0,64     | 1,31     | 0,05     | 7,04     |
| 4    | 1,46                                  | 0,36     | 1,10     | 0,15     | 7,55     | 2,20                                  | 0,66     | 1,54     | 0,10     | 7,41     |
| 5    | 1,71                                  | 0,41     | 1,30     | 0,20     | 7,92     | 2,20                                  | 0,68     | 1,52     | 0,10     | 7,63     |
| 6    | 1,72                                  | 0,46     | 1,26     | 0,20     | 8,21     | 2,44                                  | 0,70     | 1,74     | 0,10     | 8,07     |
| 7    | 1,95                                  | 0,60     | 1,35     | 0,25     | 8,87     | 2,53                                  | 0,70     | 1,83     | 0,10     | 8,43     |
| 8    | 2,22                                  | 0,64     | 1,58     | 0,25     | 9,39     | 2,93                                  | 0,91     | 2,02     | 0,10     | 8,80     |
| 9    | 2,46                                  | 0,66     | 1,80     | 0,25     | 9,97     | 3,17                                  | 0,92     | 2,25     | 0,15     | 9,17     |
| 10   | 2,53                                  | 0,70     | 1,83     | 0,30     | 10,60    | 3,17                                  | 0,95     | 2,22     | 0,15     | 10,00    |
| 1    | 1,95                                  | 0,46     | 1,49     | 0,10     | 8,07     | 2,15                                  | 0,60     | 1,55     | 0,10     | 8,43     |
| 2    | 2,06                                  | 0,62     | 1,44     | 0,10     | 8,58     | 2,46                                  | 0,62     | 1,84     | 0,10     | 8,73     |
| 3    | 2,20                                  | 0,70     | 1,50     | 0,15     | 9,02     | 2,44                                  | 0,64     | 1,80     | 0,10     | 9,17     |
| 4    | 2,53                                  | 0,72     | 1,81     | 0,15     | 10,10    | 3,17                                  | 0,70     | 2,47     | 0,10     | 9,53     |
| 5    | 3,00                                  | 0,91     | 2,09     | 0,20     | 11,30    | 3,42                                  | 0,91     | 2,51     | 0,15     | 10,10    |
| 6    | 3,53                                  | 0,92     | 2,61     | 0,20     | 12,30    | 3,66                                  | 0,92     | 2,74     | 0,20     | 10,40    |
| 7    | 3,73                                  | 0,95     | 2,78     | 0,25     | 12,70    | 3,90                                  | 0,95     | 2,95     | 0,20     | 11,00    |
| 8    | 4,10                                  | 0,95     | 3,15     | 0,25     | 13,60    | 3,93                                  | 0,95     | 2,98     | 0,20     | 11,30    |
| 9    | 4,53                                  | 1,12     | 3,41     | 0,30     | 14,00    | 4,20                                  | 0,95     | 3,25     | 0,20     | 12,10    |
| 10   | 5,08                                  | 1,19     | 3,89     | 0,35     | 15,00    | 4,62                                  | 0,97     | 3,65     | 0,25     | 13,20    |
| 1    | 2,93                                  | 0,70     | 2,23     | 0,25     | 11,20    | 2,46                                  | 0,70     | 1,76     | 0,15     | 10,60    |
| 2    | 3,53                                  | 0,95     | 2,58     | 0,30     | 12,70    | 3,17                                  | 0,95     | 2,22     | 0,15     | 12,70    |
| 3    | 4,17                                  | 1,14     | 3,03     | 0,30     | 14,20    | 4,72                                  | 1,19     | 3,53     | 0,20     | 13,30    |
| 4    | 4,53                                  | 1,19     | 3,34     | 0,30     | 14,80    | 5,73                                  | 1,44     | 4,29     | 0,20     | 14,40    |
| 5    | 5,00                                  | 1,19     | 3,81     | 0,35     | 15,40    | 6,50                                  | 1,44     | 5,06     | 0,25     | 15,60    |
| 6    | 5,53                                  | 1,44     | 4,09     | 0,35     | 16,20    | 7,12                                  | 1,68     | 5,44     | 0,30     | 16,70    |
| 7    | 6,08                                  | 1,64     | 4,44     | 0,40     | 18,30    | 7,73                                  | 1,68     | 6,05     | 0,30     | 17,60    |
| 8    | 6,63                                  | 1,68     | 4,95     | 0,40     | 19,20    | 8,22                                  | 1,92     | 6,30     | 0,30     | 18,60    |
| 9    | 7,77                                  | 1,92     | 5,85     | 0,40     | 20,60    | 10,02                                 | 2,17     | 7,85     | 0,30     | 21,00    |
| 10   | 11,02                                 | 1,92     | 9,10     | 0,40     | 24,00    | 11,02                                 | 2,41     | 8,61     | 0,35     | 23,70    |

Tablo M.1 : Mevcut NG10 D Merkez Valfdeki Deney Sonuçları

| NG10 D merkez valf (akış P → B, A → T) |          |          |          |          |          | NG10 D merkez valf (akış P → A, B → T) |          |          |          |          |
|----------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| NO :                                   | P1 (GİR) | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) | P1 (GİR)                               | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) |
|                                        | BAR      | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   | BAR                                    | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   |
| 1                                      | 0,34     | 0,22     | 0,12     | 0,00     | 3,01     | 0,73                                   | 0,22     | 0,51     | 0,00     | 3,01     |
| 2                                      | 0,41     | 0,24     | 0,17     | 0,00     | 3,30     | 0,76                                   | 0,24     | 0,52     | 0,00     | 3,30     |
| 3                                      | 0,43     | 0,27     | 0,16     | 0,00     | 3,45     | 0,94                                   | 0,26     | 0,68     | 0,00     | 3,60     |
| 4                                      | 0,49     | 0,31     | 0,18     | 0,00     | 3,60     | 1,22                                   | 0,28     | 0,94     | 0,00     | 4,33     |
| 5                                      | 0,64     | 0,32     | 0,32     | 0,05     | 3,82     | 1,24                                   | 0,32     | 0,92     | 0,00     | 4,62     |
| 6                                      | 0,69     | 0,32     | 0,37     | 0,05     | 4,04     | 1,22                                   | 0,36     | 0,86     | 0,00     | 4,91     |
| 7                                      | 0,73     | 0,35     | 0,38     | 0,10     | 4,40     | 1,43                                   | 0,41     | 1,02     | 0,05     | 5,13     |
| 8                                      | 0,73     | 0,37     | 0,36     | 0,10     | 4,69     | 1,46                                   | 0,44     | 1,02     | 0,05     | 5,35     |
| 9                                      | 0,76     | 0,37     | 0,39     | 0,10     | 4,91     | 1,46                                   | 0,46     | 1,00     | 0,05     | 5,50     |
| 10                                     | 0,98     | 0,39     | 0,59     | 0,15     | 5,50     | 1,50                                   | 0,46     | 1,04     | 0,10     | 5,72     |
| 1                                      | 0,49     | 0,22     | 0,27     | 0,05     | 4,04     | 0,76                                   | 0,22     | 0,54     | 0,00     | 4,04     |
| 2                                      | 0,61     | 0,24     | 0,37     | 0,10     | 4,33     | 0,80                                   | 0,24     | 0,56     | 0,00     | 4,18     |
| 3                                      | 0,64     | 0,27     | 0,37     | 0,10     | 4,69     | 0,98                                   | 0,28     | 0,70     | 0,00     | 4,40     |
| 4                                      | 0,67     | 0,27     | 0,40     | 0,10     | 5,13     | 0,98                                   | 0,32     | 0,66     | 0,00     | 4,62     |
| 5                                      | 0,69     | 0,29     | 0,40     | 0,10     | 5,43     | 1,22                                   | 0,36     | 0,86     | 0,00     | 4,91     |
| 6                                      | 0,73     | 0,30     | 0,43     | 0,10     | 5,72     | 1,28                                   | 0,42     | 0,86     | 0,05     | 5,43     |
| 7                                      | 0,94     | 0,31     | 0,63     | 0,10     | 6,09     | 1,43                                   | 0,44     | 0,99     | 0,10     | 6,09     |
| 8                                      | 0,98     | 0,32     | 0,66     | 0,15     | 6,67     | 1,46                                   | 0,46     | 1,00     | 0,10     | 6,38     |
| 9                                      | 1,22     | 0,33     | 0,89     | 0,15     | 6,89     | 1,65                                   | 0,46     | 1,19     | 0,10     | 6,75     |
| 10                                     | 1,22     | 0,33     | 0,89     | 0,15     | 7,55     | 1,71                                   | 0,46     | 1,25     | 0,10     | 7,55     |
| 1                                      | 0,98     | 0,24     | 0,74     | 0,10     | 6,60     | 1,22                                   | 0,38     | 0,84     | 0,05     | 6,09     |
| 2                                      | 1,22     | 0,26     | 0,96     | 0,10     | 6,75     | 1,46                                   | 0,40     | 1,06     | 0,10     | 6,60     |
| 3                                      | 1,24     | 0,28     | 0,96     | 0,10     | 7,11     | 1,65                                   | 0,42     | 1,23     | 0,10     | 6,97     |
| 4                                      | 1,43     | 0,32     | 1,11     | 0,15     | 7,55     | 1,68                                   | 0,44     | 1,24     | 0,10     | 7,26     |
| 5                                      | 1,46     | 0,34     | 1,12     | 0,15     | 8,07     | 1,68                                   | 0,46     | 1,22     | 0,10     | 7,55     |
| 6                                      | 1,46     | 0,36     | 1,10     | 0,15     | 8,58     | 1,93                                   | 0,46     | 1,47     | 0,10     | 8,14     |
| 7                                      | 1,71     | 0,41     | 1,30     | 0,15     | 9,17     | 2,20                                   | 0,68     | 1,52     | 0,10     | 8,87     |
| 8                                      | 1,95     | 0,46     | 1,49     | 0,15     | 9,68     | 2,20                                   | 0,70     | 1,50     | 0,15     | 9,46     |
| 9                                      | 2,20     | 0,70     | 1,50     | 0,20     | 10,50    | 2,68                                   | 0,70     | 1,98     | 0,15     | 10,10    |
| 10                                     | 2,44     | 0,72     | 1,72     | 0,20     | 11,30    | 3,17                                   | 0,95     | 2,22     | 0,20     | 11,50    |
| 1                                      | 1,22     | 0,38     | 0,84     | 0,15     | 8,07     | 1,65                                   | 0,46     | 1,19     | 0,10     | 8,07     |
| 2                                      | 1,46     | 0,42     | 1,04     | 0,15     | 8,65     | 1,95                                   | 0,64     | 1,31     | 0,10     | 9,17     |
| 3                                      | 1,71     | 0,44     | 1,27     | 0,15     | 8,80     | 2,20                                   | 0,68     | 1,52     | 0,10     | 9,46     |
| 4                                      | 1,95     | 0,46     | 1,49     | 0,15     | 9,17     | 2,68                                   | 0,70     | 1,98     | 0,15     | 10,20    |
| 5                                      | 1,95     | 0,46     | 1,49     | 0,15     | 9,68     | 2,93                                   | 0,70     | 2,23     | 0,15     | 10,90    |
| 6                                      | 2,20     | 0,68     | 1,52     | 0,15     | 11,00    | 3,17                                   | 0,91     | 2,26     | 0,15     | 11,70    |
| 7                                      | 2,68     | 0,72     | 1,96     | 0,20     | 12,30    | 3,42                                   | 0,95     | 2,47     | 0,20     | 12,60    |
| 8                                      | 3,66     | 0,95     | 2,71     | 0,20     | 14,60    | 3,90                                   | 0,95     | 2,95     | 0,20     | 13,30    |
| 9                                      | 4,39     | 1,09     | 3,30     | 0,25     | 16,20    | 4,39                                   | 1,19     | 3,20     | 0,20     | 14,30    |
| 10                                     | 4,88     | 1,19     | 3,69     | 0,25     | 17,40    | 5,61                                   | 1,44     | 4,17     | 0,20     | 17,00    |
| 1                                      | 2,68     | 0,70     | 1,98     | 0,15     | 12,00    | 3,90                                   | 0,95     | 2,95     | 0,20     | 13,40    |
| 2                                      | 3,90     | 0,97     | 2,93     | 0,20     | 15,20    | 4,15                                   | 1,08     | 3,07     | 0,20     | 14,40    |
| 3                                      | 4,39     | 1,19     | 3,20     | 0,25     | 16,40    | 4,88                                   | 1,19     | 3,69     | 0,25     | 15,30    |
| 4                                      | 5,12     | 1,24     | 3,88     | 0,25     | 17,70    | 5,61                                   | 1,42     | 4,19     | 0,25     | 16,80    |
| 5                                      | 5,61     | 1,44     | 4,17     | 0,25     | 18,70    | 6,34                                   | 1,62     | 4,72     | 0,25     | 18,20    |
| 6                                      | 6,34     | 1,44     | 4,90     | 0,25     | 19,50    | 7,32                                   | 1,68     | 5,64     | 0,25     | 20,00    |
| 7                                      | 6,59     | 1,62     | 4,97     | 0,30     | 20,60    | 8,05                                   | 1,92     | 6,13     | 0,25     | 21,30    |
| 8                                      | 7,32     | 1,68     | 5,64     | 0,30     | 21,40    | 8,52                                   | 2,17     | 6,35     | 0,30     | 22,00    |
| 9                                      | 8,05     | 1,92     | 6,13     | 0,30     | 22,80    | 9,22                                   | 2,17     | 7,05     | 0,30     | 22,90    |
| 10                                     | 9,02     | 1,92     | 7,10     | 0,30     | 24,30    | 9,72                                   | 2,41     | 7,31     | 0,30     | 23,90    |

Tablo M.2 : Mevcut NG10 E Merkez Valfdeki Deney Sonuçları

| NG10 E merkez valf (akış P → B, A → T) |          |          |          |          |          | NG10 E merkez valf (akış P → A, B → T) |          |          |          |          |
|----------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| NO :                                   | P1 (GİR) | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) | P1 (GİR)                               | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) |
|                                        | BAR      | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   | BAR                                    | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   |
| 1                                      | 0,43     | 0,22     | 0,21     | 0,00     | 3,01     | 0,73                                   | 0,26     | 0,47     | 0,00     | 3,08     |
| 2                                      | 0,49     | 0,24     | 0,25     | 0,00     | 3,38     | 0,76                                   | 0,26     | 0,50     | 0,00     | 3,38     |
| 3                                      | 0,66     | 0,24     | 0,42     | 0,00     | 4,04     | 0,98                                   | 0,29     | 0,69     | 0,00     | 3,60     |
| 4                                      | 0,68     | 0,24     | 0,44     | 0,00     | 4,33     | 0,98                                   | 0,31     | 0,67     | 0,00     | 3,74     |
| 5                                      | 0,68     | 0,26     | 0,42     | 0,00     | 4,62     | 1,14                                   | 0,41     | 0,73     | 0,00     | 3,96     |
| 6                                      | 0,73     | 0,26     | 0,47     | 0,05     | 5,06     | 1,16                                   | 0,41     | 0,75     | 0,00     | 4,11     |
| 7                                      | 0,73     | 0,27     | 0,46     | 0,05     | 5,13     | 1,18                                   | 0,42     | 0,76     | 0,05     | 4,52     |
| 8                                      | 0,93     | 0,29     | 0,64     | 0,10     | 5,43     | 1,22                                   | 0,44     | 0,78     | 0,05     | 4,84     |
| 9                                      | 0,98     | 0,29     | 0,69     | 0,10     | 5,57     | 1,22                                   | 0,44     | 0,78     | 0,10     | 5,13     |
| 10                                     | 0,98     | 0,29     | 0,69     | 0,15     | 5,87     | 1,46                                   | 0,46     | 1,00     | 0,10     | 5,72     |
| 1                                      | 0,43     | 0,24     | 0,19     | 0,00     | 4,18     | 0,74                                   | 0,32     | 0,42     | 0,00     | 4,04     |
| 2                                      | 0,49     | 0,24     | 0,25     | 0,00     | 4,25     | 0,78                                   | 0,34     | 0,44     | 0,05     | 4,18     |
| 3                                      | 0,73     | 0,26     | 0,47     | 0,00     | 4,40     | 1,14                                   | 0,38     | 0,76     | 0,05     | 4,91     |
| 4                                      | 0,74     | 0,26     | 0,48     | 0,05     | 4,62     | 1,16                                   | 0,38     | 0,78     | 0,10     | 5,35     |
| 5                                      | 0,77     | 0,28     | 0,49     | 0,05     | 5,57     | 1,18                                   | 0,41     | 0,77     | 0,10     | 5,72     |
| 6                                      | 0,92     | 0,28     | 0,64     | 0,10     | 6,01     | 1,43                                   | 0,41     | 1,02     | 0,10     | 6,09     |
| 7                                      | 0,94     | 0,28     | 0,66     | 0,10     | 6,45     | 1,46                                   | 0,44     | 1,02     | 0,10     | 6,23     |
| 8                                      | 0,98     | 0,30     | 0,68     | 0,10     | 6,89     | 1,46                                   | 0,44     | 1,02     | 0,10     | 7,04     |
| 9                                      | 1,22     | 0,30     | 0,92     | 0,15     | 7,33     | 1,71                                   | 0,46     | 1,25     | 0,10     | 7,04     |
| 10                                     | 1,22     | 0,30     | 0,92     | 0,15     | 7,55     | 1,93                                   | 0,46     | 1,47     | 0,15     | 7,70     |
| 1                                      | 0,73     | 0,22     | 0,51     | 0,10     | 6,09     | 1,43                                   | 0,38     | 1,05     | 0,10     | 6,45     |
| 2                                      | 0,98     | 0,26     | 0,72     | 0,10     | 6,45     | 1,43                                   | 0,40     | 1,03     | 0,10     | 6,67     |
| 3                                      | 1,22     | 0,29     | 0,93     | 0,10     | 7,04     | 1,71                                   | 0,40     | 1,31     | 0,10     | 7,19     |
| 4                                      | 1,24     | 0,30     | 0,94     | 0,15     | 7,33     | 1,71                                   | 0,44     | 1,27     | 0,10     | 7,77     |
| 5                                      | 1,67     | 0,36     | 1,31     | 0,15     | 8,07     | 1,93                                   | 0,44     | 1,49     | 0,10     | 8,07     |
| 6                                      | 1,71     | 0,42     | 1,29     | 0,15     | 8,51     | 1,95                                   | 0,62     | 1,33     | 0,10     | 8,65     |
| 7                                      | 1,71     | 0,46     | 1,25     | 0,20     | 9,17     | 2,20                                   | 0,64     | 1,56     | 0,15     | 8,87     |
| 8                                      | 1,95     | 0,46     | 1,49     | 0,20     | 9,61     | 2,20                                   | 0,68     | 1,52     | 0,15     | 9,31     |
| 9                                      | 2,20     | 0,70     | 1,50     | 0,20     | 10,10    | 2,44                                   | 0,70     | 1,74     | 0,15     | 9,61     |
| 10                                     | 2,44     | 0,72     | 1,72     | 0,20     | 11,20    | 5,17                                   | 0,91     | 2,26     | 0,20     | 11,60    |
| 1                                      | 1,22     | 0,32     | 0,90     | 0,10     | 8,07     | 1,71                                   | 0,40     | 1,31     | 0,10     | 8,07     |
| 2                                      | 1,71     | 0,42     | 1,29     | 0,15     | 8,87     | 1,95                                   | 0,46     | 1,49     | 0,10     | 8,65     |
| 3                                      | 1,95     | 0,46     | 1,49     | 0,15     | 9,24     | 2,20                                   | 0,60     | 1,60     | 0,15     | 9,02     |
| 4                                      | 1,95     | 0,60     | 1,35     | 0,20     | 11,20    | 2,44                                   | 0,64     | 1,80     | 0,15     | 9,61     |
| 5                                      | 2,68     | 0,62     | 2,06     | 0,20     | 11,20    | 2,68                                   | 0,72     | 1,96     | 0,15     | 10,40    |
| 6                                      | 2,68     | 0,68     | 2,00     | 0,20     | 12,10    | 2,93                                   | 0,91     | 2,02     | 0,20     | 11,00    |
| 7                                      | 3,17     | 0,91     | 2,26     | 0,20     | 13,20    | 3,17                                   | 0,95     | 2,22     | 0,20     | 11,70    |
| 8                                      | 3,42     | 0,95     | 2,47     | 0,20     | 14,00    | 3,42                                   | 0,95     | 2,47     | 0,20     | 12,30    |
| 9                                      | 3,90     | 0,95     | 2,95     | 0,25     | 15,40    | 3,66                                   | 0,97     | 2,69     | 0,20     | 13,10    |
| 10                                     | 4,64     | 1,19     | 3,45     | 0,25     | 16,70    | 5,37                                   | 1,44     | 3,93     | 0,25     | 16,40    |
| 1                                      | 2,68     | 0,70     | 1,98     | 0,20     | 11,90    | 2,93                                   | 0,91     | 2,02     | 0,20     | 11,40    |
| 2                                      | 3,90     | 0,92     | 2,98     | 0,20     | 14,90    | 4,15                                   | 0,97     | 3,18     | 0,20     | 14,10    |
| 3                                      | 5,12     | 1,18     | 3,94     | 0,25     | 17,50    | 5,12                                   | 1,44     | 3,68     | 0,20     | 16,00    |
| 4                                      | 6,10     | 1,44     | 4,66     | 0,25     | 19,20    | 6,10                                   | 1,44     | 4,66     | 0,25     | 17,70    |
| 5                                      | 6,83     | 1,62     | 5,21     | 0,25     | 20,60    | 6,83                                   | 1,68     | 5,15     | 0,25     | 19,00    |
| 6                                      | 7,32     | 1,68     | 5,64     | 0,25     | 21,20    | 7,56                                   | 1,92     | 5,64     | 0,25     | 20,30    |
| 7                                      | 7,81     | 1,68     | 6,13     | 0,30     | 21,90    | 8,30                                   | 2,11     | 6,19     | 0,30     | 21,40    |
| 8                                      | 8,05     | 1,91     | 6,14     | 0,30     | 22,50    | 9,02                                   | 2,17     | 6,85     | 0,30     | 22,40    |
| 9                                      | 8,52     | 1,92     | 6,60     | 0,30     | 23,30    | 9,52                                   | 2,17     | 7,35     | 0,30     | 23,30    |
| 10                                     | 9,02     | 1,92     | 7,10     | 0,30     | 24,20    | 9,72                                   | 2,41     | 7,31     | 0,30     | 23,90    |



Tablo M.3 : Mevcut NG10 G Merkez Valfdeki Deney Sonuçları

| NG10 G merkez valf (akış P → B, A → T) |          |          |          |          |          | NG10 G merkez valf (akış P → A, B → T) |          |          |          |          |
|----------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| NO :                                   | P1 (GİR) | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) | P1 (GİR)                               | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) |
|                                        | BAR      | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   | BAR                                    | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   |
| 1                                      | 0,73     | 0,22     | 0,51     | 0,00     | 3,08     | 0,40                                   | 0,22     | 0,18     | 0,00     | 3,45     |
| 2                                      | 0,76     | 0,22     | 0,54     | 0,00     | 3,30     | 0,43                                   | 0,22     | 0,21     | 0,00     | 3,67     |
| 3                                      | 0,96     | 0,22     | 0,74     | 0,00     | 3,52     | 0,49                                   | 0,24     | 0,25     | 0,05     | 3,89     |
| 4                                      | 0,98     | 0,24     | 0,74     | 0,00     | 4,04     | 0,60                                   | 0,24     | 0,36     | 0,05     | 4,11     |
| 5                                      | 1,14     | 0,29     | 0,85     | 0,00     | 4,25     | 0,64                                   | 0,26     | 0,38     | 0,05     | 4,25     |
| 6                                      | 1,16     | 0,32     | 0,84     | 0,00     | 4,62     | 0,70                                   | 0,29     | 0,41     | 0,10     | 4,40     |
| 7                                      | 1,20     | 0,38     | 0,82     | 0,00     | 4,91     | 0,73                                   | 0,29     | 0,44     | 0,10     | 4,55     |
| 8                                      | 1,22     | 0,42     | 0,80     | 0,05     | 5,21     | 0,73                                   | 0,30     | 0,43     | 0,10     | 4,77     |
| 9                                      | 1,36     | 0,46     | 0,90     | 0,05     | 5,43     | 0,74                                   | 0,30     | 0,44     | 0,10     | 4,91     |
| 10                                     | 1,46     | 0,46     | 1,00     | 0,05     | 5,79     | 1,04                                   | 0,32     | 0,72     | 0,10     | 5,13     |
| 1                                      | 0,80     | 0,24     | 0,56     | 0,00     | 4,33     | 0,49                                   | 0,22     | 0,27     | 0,10     | 4,47     |
| 2                                      | 0,84     | 0,28     | 0,56     | 0,00     | 4,55     | 0,53                                   | 0,25     | 0,28     | 0,10     | 4,62     |
| 3                                      | 0,98     | 0,32     | 0,66     | 0,00     | 4,77     | 0,63                                   | 0,25     | 0,38     | 0,10     | 4,77     |
| 4                                      | 1,14     | 0,38     | 0,76     | 0,00     | 4,99     | 0,67                                   | 0,27     | 0,40     | 0,10     | 4,99     |
| 5                                      | 1,16     | 0,42     | 0,74     | 0,05     | 5,28     | 0,69                                   | 0,29     | 0,40     | 0,10     | 5,13     |
| 6                                      | 1,22     | 0,44     | 0,78     | 0,05     | 5,57     | 0,71                                   | 0,29     | 0,42     | 0,10     | 5,35     |
| 7                                      | 1,43     | 0,46     | 0,97     | 0,05     | 6,01     | 0,94                                   | 0,31     | 0,63     | 0,10     | 5,72     |
| 8                                      | 1,43     | 0,46     | 0,97     | 0,10     | 6,31     | 0,96                                   | 0,31     | 0,65     | 0,10     | 5,94     |
| 9                                      | 1,46     | 0,46     | 1,00     | 0,10     | 6,75     | 0,98                                   | 0,33     | 0,65     | 0,15     | 6,16     |
| 10                                     | 1,63     | 0,46     | 1,17     | 0,10     | 7,48     | 1,22                                   | 0,35     | 0,87     | 0,15     | 7,04     |
| 1                                      | 1,36     | 0,42     | 0,94     | 0,10     | 6,38     | 0,73                                   | 0,22     | 0,51     | 0,10     | 6,01     |
| 2                                      | 1,46     | 0,44     | 1,02     | 0,10     | 6,67     | 0,94                                   | 0,28     | 0,66     | 0,15     | 6,45     |
| 3                                      | 1,55     | 0,44     | 1,11     | 0,10     | 6,97     | 0,98                                   | 0,33     | 0,65     | 0,15     | 6,97     |
| 4                                      | 1,63     | 0,46     | 1,17     | 0,10     | 7,19     | 1,22                                   | 0,37     | 0,85     | 0,20     | 7,19     |
| 5                                      | 1,71     | 0,46     | 1,25     | 0,10     | 7,48     | 1,24                                   | 0,41     | 0,83     | 0,20     | 7,63     |
| 6                                      | 1,93     | 0,46     | 1,47     | 0,10     | 8,07     | 1,46                                   | 0,42     | 1,04     | 0,20     | 8,07     |
| 7                                      | 1,94     | 0,62     | 1,32     | 0,15     | 8,21     | 1,63                                   | 0,44     | 1,19     | 0,20     | 8,43     |
| 8                                      | 2,20     | 0,64     | 1,56     | 0,15     | 9,24     | 1,63                                   | 0,46     | 1,17     | 0,30     | 8,80     |
| 9                                      | 2,68     | 0,70     | 1,98     | 0,15     | 11,30    | 1,95                                   | 0,46     | 1,49     | 0,30     | 9,61     |
| 10                                     | 3,42     | 0,95     | 2,47     | 0,20     | 11,90    | 2,20                                   | 0,70     | 1,50     | 0,30     | 10,80    |
| 1                                      | 1,71     | 0,46     | 1,25     | 0,10     | 8,07     | 1,46                                   | 0,46     | 1,00     | 0,20     | 8,07     |
| 2                                      | 2,20     | 0,62     | 1,58     | 0,10     | 8,95     | 1,46                                   | 0,46     | 1,00     | 0,25     | 8,87     |
| 3                                      | 2,20     | 0,64     | 1,56     | 0,10     | 9,31     | 1,71                                   | 0,46     | 1,25     | 0,25     | 9,17     |
| 4                                      | 2,44     | 0,66     | 1,78     | 0,10     | 9,75     | 1,95                                   | 0,46     | 1,49     | 0,30     | 9,46     |
| 5                                      | 2,44     | 0,70     | 1,74     | 0,15     | 10,30    | 2,20                                   | 0,46     | 1,74     | 0,30     | 9,75     |
| 6                                      | 2,68     | 0,70     | 1,98     | 0,15     | 10,80    | 2,20                                   | 0,46     | 1,74     | 0,30     | 10,40    |
| 7                                      | 2,93     | 0,70     | 2,23     | 0,15     | 11,40    | 2,68                                   | 0,70     | 1,98     | 0,30     | 12,10    |
| 8                                      | 3,90     | 0,95     | 2,95     | 0,20     | 13,10    | 3,17                                   | 0,70     | 2,47     | 0,35     | 13,20    |
| 9                                      | 4,39     | 1,19     | 3,20     | 0,20     | 14,60    | 3,66                                   | 0,91     | 2,75     | 0,35     | 14,40    |
| 10                                     | 5,86     | 1,44     | 4,42     | 0,20     | 17,30    | 4,39                                   | 1,11     | 3,28     | 0,35     | 16,20    |
| 1                                      | 2,93     | 0,68     | 2,25     | 0,15     | 11,30    | 2,68                                   | 0,70     | 1,98     | 0,30     | 12,00    |
| 2                                      | 3,90     | 0,97     | 2,93     | 0,15     | 13,70    | 3,42                                   | 0,95     | 2,47     | 0,30     | 14,00    |
| 3                                      | 5,12     | 1,11     | 4,01     | 0,15     | 15,60    | 3,90                                   | 0,95     | 2,95     | 0,30     | 15,10    |
| 4                                      | 6,10     | 1,44     | 4,66     | 0,20     | 17,80    | 4,15                                   | 1,19     | 2,96     | 0,35     | 16,00    |
| 5                                      | 7,32     | 1,64     | 5,68     | 0,20     | 19,70    | 4,88                                   | 1,19     | 3,69     | 0,35     | 17,30    |
| 6                                      | 8,05     | 1,92     | 6,13     | 0,20     | 20,90    | 5,86                                   | 1,44     | 4,42     | 0,35     | 18,90    |
| 7                                      | 8,30     | 1,92     | 6,38     | 0,20     | 21,20    | 6,34                                   | 1,64     | 4,70     | 0,40     | 20,00    |
| 8                                      | 9,22     | 2,02     | 7,20     | 0,20     | 22,60    | 7,32                                   | 1,64     | 5,68     | 0,40     | 21,90    |
| 9                                      | 9,92     | 2,17     | 7,75     | 0,25     | 23,60    | 8,30                                   | 1,92     | 6,38     | 0,40     | 23,00    |
| 10                                     | 10,22    | 2,17     | 8,05     | 0,25     | 24,00    | 8,72                                   | 1,92     | 6,80     | 0,40     | 24,20    |

Tablo M.4 : Mevcut NG10 G Merkez Valfdeki Deney Sonuçları

| NG10 G merkez valf (akış P → T) |          |          |          |          |          |
|---------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| NO :                            | P1 (GİR) | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) |
|                                 | BAR      | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   |
| 1                               | 0,39     | 0,22     | 0,17     | 0,00     | 3,01     |
| 2                               | 0,41     | 0,22     | 0,19     | 0,00     | 3,38     |
| 3                               | 0,47     | 0,22     | 0,25     | 0,00     | 3,60     |
| 4                               | 0,54     | 0,25     | 0,29     | 0,00     | 3,89     |
| 5                               | 0,57     | 0,25     | 0,32     | 0,00     | 4,04     |
| 6                               | 0,60     | 0,28     | 0,32     | 0,05     | 4,25     |
| 7                               | 0,62     | 0,31     | 0,31     | 0,05     | 4,55     |
| 8                               | 0,70     | 0,29     | 0,41     | 0,05     | 5,01     |
| 9                               | 0,73     | 0,31     | 0,42     | 0,05     | 5,13     |
| 10                              | 0,98     | 0,34     | 0,64     | 0,10     | 5,79     |
| 1                               | 0,34     | 0,22     | 0,12     | 0,00     | 4,04     |
| 2                               | 0,57     | 0,24     | 0,33     | 0,05     | 4,55     |
| 3                               | 0,62     | 0,24     | 0,38     | 0,05     | 4,99     |
| 4                               | 0,66     | 0,28     | 0,38     | 0,10     | 5,06     |
| 5                               | 0,68     | 0,28     | 0,40     | 0,10     | 5,35     |
| 6                               | 0,73     | 0,29     | 0,44     | 0,15     | 5,65     |
| 7                               | 0,94     | 0,30     | 0,64     | 0,15     | 6,09     |
| 8                               | 0,98     | 0,31     | 0,67     | 0,20     | 6,31     |
| 9                               | 0,98     | 0,32     | 0,66     | 0,20     | 6,75     |
| 10                              | 1,20     | 0,34     | 0,86     | 0,20     | 7,26     |
| 1                               | 0,73     | 0,24     | 0,49     | 0,15     | 6,01     |
| 2                               | 0,98     | 0,28     | 0,70     | 0,20     | 6,38     |
| 3                               | 1,20     | 0,35     | 0,85     | 0,20     | 7,11     |
| 4                               | 1,20     | 0,35     | 0,85     | 0,20     | 7,48     |
| 5                               | 1,22     | 0,41     | 0,81     | 0,25     | 7,77     |
| 6                               | 1,46     | 0,42     | 1,04     | 0,25     | 8,14     |
| 7                               | 1,46     | 0,46     | 1,00     | 0,30     | 8,58     |
| 8                               | 1,71     | 0,46     | 1,25     | 0,30     | 9,02     |
| 9                               | 1,95     | 0,60     | 1,35     | 0,30     | 9,83     |
| 10                              | 2,20     | 0,70     | 1,50     | 0,35     | 11,00    |
| 1                               | 1,22     | 0,46     | 0,76     | 0,25     | 8,07     |
| 2                               | 1,71     | 0,52     | 1,19     | 0,30     | 9,17     |
| 3                               | 1,95     | 0,58     | 1,37     | 0,30     | 9,90     |
| 4                               | 1,95     | 0,64     | 1,31     | 0,30     | 10,40    |
| 5                               | 2,20     | 0,70     | 1,50     | 0,30     | 11,20    |
| 6                               | 2,44     | 0,70     | 1,74     | 0,35     | 12,00    |
| 7                               | 2,93     | 0,72     | 2,21     | 0,35     | 13,00    |
| 8                               | 3,17     | 0,88     | 2,29     | 0,40     | 13,60    |
| 9                               | 3,66     | 0,91     | 2,75     | 0,40     | 14,80    |
| 10                              | 4,39     | 1,18     | 3,21     | 0,45     | 17,00    |
| 1                               | 2,44     | 0,66     | 1,78     | 0,35     | 12,00    |
| 2                               | 3,17     | 0,91     | 2,26     | 0,35     | 14,00    |
| 3                               | 3,66     | 0,95     | 2,71     | 0,40     | 15,20    |
| 4                               | 4,39     | 1,08     | 3,31     | 0,40     | 16,50    |
| 5                               | 4,64     | 1,19     | 3,45     | 0,40     | 17,70    |
| 6                               | 5,37     | 1,44     | 3,93     | 0,45     | 18,90    |
| 7                               | 6,10     | 1,64     | 4,46     | 0,45     | 20,20    |
| 8                               | 6,83     | 1,64     | 5,19     | 0,45     | 21,80    |
| 9                               | 7,56     | 1,92     | 5,64     | 0,45     | 22,90    |
| 10                              | 8,30     | 2,17     | 6,13     | 0,45     | 24,20    |

Tablo M.5 : Mevcut NG10 H Merkez Valfdeki Deney Sonuçları

| NG10 H merkez valf (akış P → B, A → T) |          |          |          |          |          | NG10 H merkez valf (akış P → A, B → T) |          |          |          |          |
|----------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| NO :                                   | P1 (GİR) | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) | P1 (GİR)                               | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) |
|                                        | BAR      | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   | BAR                                    | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   |
| 1                                      | 0,43     | 0,22     | 0,21     | 0,00     | 3,08     | 0,24                                   | 0,22     | 0,12     | 0,00     | 3,05     |
| 2                                      | 0,45     | 0,22     | 0,23     | 0,00     | 3,45     | 0,39                                   | 0,22     | 0,17     | 0,00     | 3,30     |
| 3                                      | 0,45     | 0,22     | 0,23     | 0,00     | 3,67     | 0,41                                   | 0,22     | 0,19     | 0,00     | 3,60     |
| 4                                      | 0,52     | 0,24     | 0,28     | 0,00     | 4,11     | 0,45                                   | 0,22     | 0,23     | 0,00     | 3,82     |
| 5                                      | 0,54     | 0,24     | 0,30     | 0,00     | 4,25     | 0,45                                   | 0,25     | 0,20     | 0,00     | 4,04     |
| 6                                      | 0,57     | 0,25     | 0,32     | 0,00     | 4,47     | 0,49                                   | 0,27     | 0,22     | 0,00     | 4,25     |
| 7                                      | 0,57     | 0,27     | 0,30     | 0,00     | 4,69     | 0,49                                   | 0,27     | 0,22     | 0,05     | 4,40     |
| 8                                      | 0,64     | 0,27     | 0,37     | 0,05     | 4,91     | 0,60                                   | 0,29     | 0,31     | 0,05     | 4,62     |
| 9                                      | 0,68     | 0,28     | 0,40     | 0,05     | 5,35     | 0,64                                   | 0,31     | 0,33     | 0,10     | 4,77     |
| 10                                     | 0,77     | 0,32     | 0,45     | 0,10     | 5,50     | 0,73                                   | 0,33     | 0,40     | 0,10     | 5,06     |
| 1                                      | 0,45     | 0,22     | 0,23     | 0,00     | 4,04     | 0,49                                   | 0,22     | 0,27     | 0,05     | 4,04     |
| 2                                      | 0,47     | 0,22     | 0,25     | 0,00     | 4,18     | 0,57                                   | 0,22     | 0,35     | 0,10     | 4,47     |
| 3                                      | 0,49     | 0,24     | 0,25     | 0,00     | 4,40     | 0,59                                   | 0,25     | 0,34     | 0,10     | 4,62     |
| 4                                      | 0,57     | 0,26     | 0,31     | 0,00     | 4,62     | 0,64                                   | 0,25     | 0,39     | 0,10     | 4,84     |
| 5                                      | 0,59     | 0,26     | 0,33     | 0,05     | 4,84     | 0,70                                   | 0,27     | 0,43     | 0,10     | 5,13     |
| 6                                      | 0,64     | 0,28     | 0,36     | 0,05     | 5,06     | 0,73                                   | 0,27     | 0,46     | 0,15     | 5,35     |
| 7                                      | 0,71     | 0,32     | 0,39     | 0,10     | 5,57     | 0,80                                   | 0,31     | 0,49     | 0,15     | 6,01     |
| 8                                      | 0,88     | 0,32     | 0,56     | 0,10     | 5,79     | 0,98                                   | 0,34     | 0,64     | 0,20     | 6,38     |
| 9                                      | 0,88     | 0,35     | 0,53     | 0,10     | 6,45     | 0,98                                   | 0,34     | 0,64     | 0,20     | 6,67     |
| 10                                     | 0,98     | 0,38     | 0,60     | 0,15     | 7,04     | 0,98                                   | 0,36     | 0,62     | 0,20     | 7,11     |
| 1                                      | 0,73     | 0,22     | 0,51     | 0,10     | 6,01     | 0,98                                   | 0,33     | 0,65     | 0,20     | 6,75     |
| 2                                      | 0,94     | 0,26     | 0,68     | 0,10     | 6,31     | 1,22                                   | 0,39     | 0,83     | 0,20     | 7,11     |
| 3                                      | 1,16     | 0,41     | 0,75     | 0,15     | 7,26     | 1,22                                   | 0,41     | 0,81     | 0,20     | 7,55     |
| 4                                      | 1,18     | 0,41     | 0,77     | 0,15     | 7,63     | 1,36                                   | 0,41     | 0,95     | 0,20     | 7,85     |
| 5                                      | 1,22     | 0,44     | 0,78     | 0,15     | 8,14     | 1,46                                   | 0,42     | 1,04     | 0,20     | 8,29     |
| 6                                      | 1,46     | 0,46     | 1,00     | 0,20     | 8,65     | 1,46                                   | 0,44     | 1,02     | 0,25     | 8,65     |
| 7                                      | 1,71     | 0,46     | 1,25     | 0,20     | 9,68     | 1,71                                   | 0,46     | 1,25     | 0,25     | 9,39     |
| 8                                      | 1,95     | 0,62     | 1,33     | 0,20     | 10,40    | 1,71                                   | 0,46     | 1,25     | 0,25     | 9,61     |
| 9                                      | 2,20     | 0,70     | 1,50     | 0,20     | 11,10    | 1,95                                   | 0,46     | 1,49     | 0,25     | 10,00    |
| 10                                     | 2,44     | 0,70     | 1,74     | 0,20     | 11,50    | 2,20                                   | 0,62     | 1,58     | 0,25     | 10,90    |
| 1                                      | 1,22     | 0,41     | 0,81     | 0,15     | 8,07     | 1,22                                   | 0,41     | 0,81     | 0,20     | 8,07     |
| 2                                      | 1,46     | 0,46     | 1,00     | 0,15     | 8,51     | 1,46                                   | 0,41     | 1,05     | 0,20     | 8,29     |
| 3                                      | 1,71     | 0,48     | 1,23     | 0,20     | 9,02     | 1,46                                   | 0,44     | 1,02     | 0,20     | 8,58     |
| 4                                      | 1,77     | 0,46     | 1,31     | 0,20     | 9,53     | 1,71                                   | 0,44     | 1,27     | 0,25     | 9,09     |
| 5                                      | 1,77     | 0,51     | 1,26     | 0,20     | 9,68     | 1,71                                   | 0,46     | 1,25     | 0,30     | 9,39     |
| 6                                      | 1,95     | 0,46     | 1,49     | 0,25     | 10,00    | 1,95                                   | 0,66     | 1,29     | 0,30     | 10,40    |
| 7                                      | 1,95     | 0,62     | 1,33     | 0,25     | 10,40    | 2,20                                   | 0,66     | 1,54     | 0,35     | 11,00    |
| 8                                      | 3,17     | 0,95     | 2,22     | 0,30     | 13,70    | 2,93                                   | 0,70     | 2,23     | 0,35     | 13,00    |
| 9                                      | 3,66     | 0,95     | 2,71     | 0,30     | 14,50    | 3,42                                   | 0,85     | 2,57     | 0,40     | 14,50    |
| 10                                     | 4,64     | 1,11     | 3,53     | 0,30     | 17,10    | 3,90                                   | 0,95     | 2,95     | 0,40     | 15,40    |
| 1                                      | 2,68     | 0,70     | 1,98     | 0,25     | 12,60    | 2,44                                   | 0,70     | 1,74     | 0,35     | 12,10    |
| 2                                      | 3,42     | 0,95     | 2,47     | 0,25     | 14,00    | 2,93                                   | 0,91     | 2,02     | 0,35     | 13,50    |
| 3                                      | 3,90     | 0,95     | 2,95     | 0,30     | 15,10    | 3,80                                   | 0,95     | 2,85     | 0,40     | 15,30    |
| 4                                      | 4,39     | 1,19     | 3,20     | 0,30     | 16,30    | 4,39                                   | 1,08     | 3,31     | 0,40     | 16,10    |
| 5                                      | 5,37     | 1,19     | 4,18     | 0,30     | 18,40    | 4,64                                   | 1,19     | 3,45     | 0,40     | 17,00    |
| 6                                      | 5,61     | 1,44     | 4,17     | 0,30     | 19,00    | 5,12                                   | 1,44     | 3,68     | 0,45     | 18,10    |
| 7                                      | 6,34     | 1,44     | 4,90     | 0,30     | 20,30    | 5,86                                   | 1,44     | 4,42     | 0,45     | 19,40    |
| 8                                      | 7,83     | 1,68     | 6,15     | 0,30     | 21,30    | 6,34                                   | 1,68     | 4,66     | 0,45     | 20,60    |
| 9                                      | 7,81     | 1,68     | 6,13     | 0,30     | 22,60    | 7,81                                   | 1,92     | 5,89     | 0,45     | 22,70    |
| 10                                     | 8,72     | 1,92     | 6,80     | 0,35     | 24,30    | 8,72                                   | 2,17     | 6,55     | 0,45     | 24,20    |

Tablo M.6 : Mevcut NG10 J Merkez Valfdeki Deney Sonuçları

| NG10 J merkez valf (akış P → B, A → T) |          |          |          |          |          | NG10 J merkez valf (akış P → A, B → T) |          |          |          |          |
|----------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| NO :                                   | P1 (GİR) | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) | P1 (GİR)                               | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) |
|                                        | BAR      | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   | BAR                                    | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   |
| 1                                      | 0,42     | 0,22     | 0,20     | 0,00     | 3,08     | 0,74                                   | 0,24     | 0,50     | 0,00     | 3,01     |
| 2                                      | 0,45     | 0,22     | 0,23     | 0,00     | 3,52     | 0,76                                   | 0,26     | 0,50     | 0,00     | 3,38     |
| 3                                      | 0,49     | 0,24     | 0,25     | 0,00     | 3,74     | 0,94                                   | 0,26     | 0,68     | 0,00     | 3,52     |
| 4                                      | 0,49     | 0,24     | 0,25     | 0,00     | 3,89     | 0,98                                   | 0,31     | 0,67     | 0,00     | 4,11     |
| 5                                      | 0,53     | 0,26     | 0,27     | 0,00     | 4,11     | 1,13                                   | 0,35     | 0,78     | 0,00     | 4,25     |
| 6                                      | 0,53     | 0,26     | 0,27     | 0,00     | 4,33     | 1,15                                   | 0,37     | 0,78     | 0,00     | 4,47     |
| 7                                      | 0,57     | 0,26     | 0,31     | 0,00     | 4,55     | 1,18                                   | 0,35     | 0,83     | 0,00     | 4,62     |
| 8                                      | 0,63     | 0,26     | 0,37     | 0,00     | 4,77     | 1,18                                   | 0,41     | 0,77     | 0,05     | 4,77     |
| 9                                      | 0,72     | 0,27     | 0,45     | 0,05     | 4,99     | 1,22                                   | 0,42     | 0,80     | 0,05     | 5,06     |
| 10                                     | 0,72     | 0,29     | 0,43     | 0,05     | 5,43     | 1,44                                   | 0,46     | 0,98     | 0,10     | 5,50     |
| 1                                      | 0,49     | 0,22     | 0,27     | 0,00     | 4,04     | 0,93                                   | 0,26     | 0,67     | 0,00     | 4,04     |
| 2                                      | 0,57     | 0,24     | 0,33     | 0,05     | 4,47     | 0,94                                   | 0,28     | 0,66     | 0,00     | 4,47     |
| 3                                      | 0,61     | 0,28     | 0,33     | 0,05     | 4,69     | 0,98                                   | 0,32     | 0,66     | 0,05     | 4,69     |
| 4                                      | 0,63     | 0,28     | 0,35     | 0,10     | 5,06     | 1,14                                   | 0,38     | 0,76     | 0,05     | 5,06     |
| 5                                      | 0,63     | 0,28     | 0,35     | 0,10     | 5,21     | 1,16                                   | 0,40     | 0,76     | 0,05     | 5,21     |
| 6                                      | 0,68     | 0,31     | 0,37     | 0,10     | 5,50     | 1,18                                   | 0,42     | 0,76     | 0,10     | 5,35     |
| 7                                      | 0,73     | 0,31     | 0,42     | 0,10     | 5,72     | 1,18                                   | 0,42     | 0,76     | 0,10     | 5,65     |
| 8                                      | 0,94     | 0,31     | 0,63     | 0,10     | 6,16     | 1,22                                   | 0,44     | 0,78     | 0,10     | 6,01     |
| 9                                      | 0,98     | 0,33     | 0,65     | 0,10     | 6,31     | 1,46                                   | 0,46     | 1,00     | 0,10     | 6,60     |
| 10                                     | 1,22     | 0,37     | 0,85     | 0,15     | 7,04     | 1,63                                   | 0,46     | 1,17     | 0,15     | 7,41     |
| 1                                      | 0,73     | 0,24     | 0,49     | 0,10     | 6,45     | 1,22                                   | 0,46     | 0,76     | 0,10     | 6,01     |
| 2                                      | 0,98     | 0,26     | 0,72     | 0,10     | 6,60     | 1,46                                   | 0,46     | 1,00     | 0,10     | 6,38     |
| 3                                      | 1,14     | 0,28     | 0,86     | 0,10     | 7,04     | 1,48                                   | 0,46     | 1,02     | 0,10     | 6,60     |
| 4                                      | 1,16     | 0,28     | 0,88     | 0,10     | 7,55     | 1,71                                   | 0,46     | 1,25     | 0,10     | 6,89     |
| 5                                      | 1,22     | 0,31     | 0,91     | 0,15     | 8,14     | 1,71                                   | 0,46     | 1,25     | 0,15     | 7,55     |
| 6                                      | 1,46     | 0,31     | 1,15     | 0,15     | 8,58     | 1,71                                   | 0,46     | 1,25     | 0,15     | 7,55     |
| 7                                      | 1,71     | 0,32     | 1,39     | 0,15     | 9,17     | 1,95                                   | 0,46     | 1,49     | 0,20     | 8,21     |
| 8                                      | 1,95     | 0,35     | 1,60     | 0,15     | 9,75     | 2,20                                   | 0,70     | 1,50     | 0,20     | 9,17     |
| 9                                      | 2,20     | 0,62     | 1,58     | 0,20     | 10,40    | 2,44                                   | 0,70     | 1,74     | 0,20     | 9,68     |
| 10                                     | 2,44     | 0,70     | 1,74     | 0,20     | 11,30    | 2,93                                   | 0,95     | 1,98     | 0,20     | 10,90    |
| 1                                      | 1,46     | 0,41     | 1,05     | 0,15     | 8,80     | 2,20                                   | 0,64     | 1,56     | 0,15     | 8,87     |
| 2                                      | 1,71     | 0,44     | 1,27     | 0,15     | 9,24     | 2,44                                   | 0,66     | 1,78     | 0,20     | 9,90     |
| 3                                      | 1,95     | 0,46     | 1,49     | 0,20     | 10,00    | 2,68                                   | 0,70     | 1,98     | 0,20     | 10,40    |
| 4                                      | 2,44     | 0,62     | 1,82     | 0,20     | 10,90    | 2,93                                   | 0,91     | 2,02     | 0,20     | 11,20    |
| 5                                      | 2,44     | 0,70     | 1,74     | 0,20     | 12,10    | 3,17                                   | 0,93     | 2,24     | 0,20     | 12,10    |
| 6                                      | 2,93     | 0,70     | 2,23     | 0,25     | 13,10    | 3,66                                   | 0,95     | 2,71     | 0,20     | 12,90    |
| 7                                      | 3,42     | 0,91     | 2,51     | 0,25     | 14,00    | 3,90                                   | 1,19     | 2,71     | 0,20     | 13,40    |
| 8                                      | 3,90     | 0,95     | 2,95     | 0,30     | 15,40    | 4,15                                   | 1,19     | 2,96     | 0,20     | 14,00    |
| 9                                      | 4,39     | 1,19     | 3,20     | 0,30     | 16,20    | 4,39                                   | 1,32     | 3,07     | 0,25     | 14,80    |
| 10                                     | 4,64     | 1,19     | 3,45     | 0,30     | 17,00    | 4,88                                   | 1,44     | 3,44     | 0,25     | 16,00    |
| 1                                      | 3,17     | 0,93     | 2,24     | 0,25     | 13,50    | 3,17                                   | 0,86     | 2,31     | 0,20     | 12,60    |
| 2                                      | 3,90     | 0,93     | 2,97     | 0,25     | 15,40    | 3,90                                   | 0,95     | 2,95     | 0,20     | 13,50    |
| 3                                      | 4,39     | 1,08     | 3,31     | 0,30     | 16,20    | 4,15                                   | 1,04     | 3,11     | 0,20     | 14,50    |
| 4                                      | 5,12     | 1,18     | 3,94     | 0,30     | 18,20    | 4,64                                   | 1,14     | 3,50     | 0,20     | 15,60    |
| 5                                      | 5,86     | 1,41     | 4,45     | 0,30     | 19,20    | 5,37                                   | 1,30     | 4,07     | 0,25     | 16,50    |
| 6                                      | 6,34     | 1,41     | 4,93     | 0,30     | 20,30    | 5,86                                   | 1,44     | 4,42     | 0,25     | 18,00    |
| 7                                      | 7,08     | 1,64     | 5,44     | 0,30     | 21,40    | 6,59                                   | 1,64     | 4,95     | 0,30     | 19,60    |
| 8                                      | 7,32     | 1,64     | 5,68     | 0,30     | 21,90    | 7,32                                   | 1,92     | 5,40     | 0,30     | 20,40    |
| 9                                      | 8,05     | 1,88     | 6,17     | 0,30     | 22,80    | 8,52                                   | 2,17     | 6,35     | 0,30     | 21,90    |
| 10                                     | 8,72     | 1,94     | 6,78     | 0,35     | 24,30    | 9,92                                   | 2,41     | 7,51     | 0,30     | 24,10    |



Tablo M.7 : Mevcut NG10 M Merkez Valfdeki Deney Sonuçları

| NO : | NG10 M merkez valf (akış P → B, A → T) |          |          |          |          | NG10 M merkez valf (akış P → A, B → T) |          |          |          |          |
|------|----------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
|      | P1 (GİR)                               | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) | P1 (GİR)                               | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) |
|      | BAR                                    | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   | BAR                                    | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   |
| 1    | 0,73                                   | 0,22     | 0,51     | 0,00     | 3,01     | 0,33                                   | 0,22     | 0,11     | 0,00     | 2,94     |
| 2    | 0,74                                   | 0,22     | 0,52     | 0,00     | 3,38     | 0,33                                   | 0,22     | 0,11     | 0,00     | 3,23     |
| 3    | 0,76                                   | 0,24     | 0,52     | 0,00     | 3,67     | 0,35                                   | 0,22     | 0,13     | 0,00     | 3,45     |
| 4    | 0,76                                   | 0,32     | 0,44     | 0,00     | 3,89     | 0,39                                   | 0,24     | 0,15     | 0,00     | 3,52     |
| 5    | 0,96                                   | 0,42     | 0,54     | 0,00     | 4,11     | 0,39                                   | 0,24     | 0,15     | 0,00     | 3,60     |
| 6    | 1,18                                   | 0,44     | 0,74     | 0,00     | 4,55     | 0,43                                   | 0,26     | 0,17     | 0,00     | 3,74     |
| 7    | 1,22                                   | 0,46     | 0,76     | 0,00     | 4,77     | 0,49                                   | 0,24     | 0,25     | 0,05     | 3,96     |
| 8    | 1,22                                   | 0,46     | 0,76     | 0,00     | 5,06     | 0,49                                   | 0,28     | 0,21     | 0,05     | 4,04     |
| 9    | 1,40                                   | 0,48     | 0,92     | 0,00     | 5,21     | 0,64                                   | 0,28     | 0,36     | 0,10     | 4,11     |
| 10   | 1,50                                   | 0,48     | 1,02     | 0,05     | 5,50     | 0,73                                   | 0,29     | 0,44     | 0,10     | 4,18     |
| 1    | 0,73                                   | 0,22     | 0,51     | 0,00     | 4,04     | 0,49                                   | 0,22     | 0,27     | 0,10     | 4,25     |
| 2    | 0,98                                   | 0,28     | 0,70     | 0,00     | 4,25     | 0,57                                   | 0,24     | 0,33     | 0,10     | 4,47     |
| 3    | 1,18                                   | 0,32     | 0,86     | 0,00     | 4,40     | 0,64                                   | 0,24     | 0,40     | 0,15     | 4,77     |
| 4    | 1,18                                   | 0,38     | 0,80     | 0,00     | 4,55     | 0,70                                   | 0,25     | 0,45     | 0,15     | 5,21     |
| 5    | 1,20                                   | 0,42     | 0,78     | 0,00     | 4,77     | 0,72                                   | 0,27     | 0,45     | 0,20     | 5,21     |
| 6    | 1,22                                   | 0,42     | 0,80     | 0,00     | 5,06     | 0,98                                   | 0,27     | 0,71     | 0,20     | 6,07     |
| 7    | 1,24                                   | 0,44     | 0,80     | 0,05     | 5,28     | 0,98                                   | 0,29     | 0,69     | 0,20     | 6,31     |
| 8    | 1,26                                   | 0,44     | 0,82     | 0,05     | 5,72     | 0,98                                   | 0,30     | 0,68     | 0,20     | 6,67     |
| 9    | 1,46                                   | 0,46     | 1,00     | 0,05     | 6,09     | 1,14                                   | 0,30     | 0,84     | 0,25     | 7,04     |
| 10   | 1,56                                   | 0,46     | 1,10     | 0,05     | 6,53     | 1,22                                   | 0,34     | 0,88     | 0,25     | 7,41     |
| 1    | 1,46                                   | 0,38     | 1,08     | 0,00     | 6,01     | 0,98                                   | 0,24     | 0,74     | 0,20     | 6,60     |
| 2    | 1,53                                   | 0,40     | 1,13     | 0,00     | 6,60     | 1,00                                   | 0,25     | 0,75     | 0,20     | 6,89     |
| 3    | 1,83                                   | 0,42     | 1,41     | 0,05     | 6,82     | 1,18                                   | 0,27     | 0,91     | 0,25     | 7,11     |
| 4    | 1,95                                   | 0,42     | 1,53     | 0,05     | 7,11     | 1,22                                   | 0,29     | 0,93     | 0,25     | 7,41     |
| 5    | 1,95                                   | 0,44     | 1,51     | 0,10     | 7,48     | 1,22                                   | 0,30     | 0,92     | 0,30     | 7,77     |
| 6    | 2,44                                   | 0,46     | 1,98     | 0,10     | 7,92     | 1,46                                   | 0,32     | 1,14     | 0,30     | 8,21     |
| 7    | 2,44                                   | 0,62     | 1,82     | 0,10     | 8,36     | 1,61                                   | 0,35     | 1,26     | 0,30     | 8,51     |
| 8    | 2,44                                   | 0,64     | 1,80     | 0,10     | 8,80     | 1,71                                   | 0,37     | 1,34     | 0,30     | 9,46     |
| 9    | 2,68                                   | 0,70     | 1,98     | 0,10     | 9,61     | 1,95                                   | 0,42     | 1,53     | 0,35     | 10,00    |
| 10   | 2,93                                   | 0,95     | 1,98     | 0,15     | 11,00    | 2,44                                   | 0,66     | 1,78     | 0,35     | 11,20    |
| 1    | 1,71                                   | 0,46     | 1,25     | 0,10     | 8,07     | 1,36                                   | 0,40     | 0,96     | 0,30     | 8,07     |
| 2    | 2,20                                   | 0,52     | 1,68     | 0,10     | 8,58     | 1,46                                   | 0,42     | 1,04     | 0,30     | 8,80     |
| 3    | 2,44                                   | 0,66     | 1,78     | 0,10     | 9,24     | 1,71                                   | 0,44     | 1,27     | 0,30     | 9,17     |
| 4    | 2,68                                   | 0,68     | 2,00     | 0,10     | 9,75     | 1,95                                   | 0,44     | 1,51     | 0,30     | 10,20    |
| 5    | 2,68                                   | 0,70     | 1,98     | 0,10     | 10,30    | 2,20                                   | 0,64     | 1,56     | 0,35     | 10,70    |
| 6    | 2,93                                   | 0,70     | 2,23     | 0,10     | 11,00    | 2,20                                   | 0,66     | 1,54     | 0,35     | 11,20    |
| 7    | 3,42                                   | 0,91     | 2,51     | 0,10     | 12,10    | 2,93                                   | 0,68     | 2,25     | 0,35     | 12,80    |
| 8    | 3,90                                   | 0,95     | 2,95     | 0,15     | 13,20    | 3,17                                   | 0,70     | 2,47     | 0,40     | 13,30    |
| 9    | 4,64                                   | 1,19     | 3,45     | 0,15     | 14,50    | 3,66                                   | 0,95     | 2,71     | 0,40     | 14,80    |
| 10   | 6,10                                   | 1,41     | 4,69     | 0,20     | 17,10    | 4,39                                   | 1,17     | 3,22     | 0,45     | 16,10    |
| 1    | 2,93                                   | 0,70     | 2,23     | 0,10     | 11,20    | 3,42                                   | 0,89     | 2,53     | 0,40     | 14,10    |
| 2    | 3,66                                   | 0,95     | 2,71     | 0,15     | 13,20    | 3,90                                   | 0,95     | 2,95     | 0,40     | 15,10    |
| 3    | 4,15                                   | 1,19     | 2,96     | 0,15     | 14,20    | 4,15                                   | 1,19     | 2,96     | 0,45     | 16,20    |
| 4    | 4,88                                   | 1,19     | 3,69     | 0,15     | 15,20    | 4,64                                   | 1,19     | 3,45     | 0,45     | 17,00    |
| 5    | 5,61                                   | 1,44     | 4,17     | 0,20     | 16,40    | 5,61                                   | 1,41     | 4,20     | 0,45     | 18,90    |
| 6    | 6,34                                   | 1,68     | 4,66     | 0,20     | 17,80    | 6,34                                   | 1,44     | 4,90     | 0,50     | 20,00    |
| 7    | 7,56                                   | 1,88     | 5,68     | 0,20     | 19,70    | 6,83                                   | 1,58     | 5,25     | 0,50     | 20,80    |
| 8    | 8,05                                   | 1,92     | 6,13     | 0,25     | 20,60    | 7,32                                   | 1,62     | 5,70     | 0,50     | 21,70    |
| 9    | 8,72                                   | 2,17     | 6,55     | 0,25     | 21,70    | 7,56                                   | 1,92     | 5,64     | 0,55     | 22,50    |
| 10   | 9,92                                   | 2,41     | 7,51     | 0,30     | 23,60    | 8,72                                   | 1,92     | 6,80     | 0,60     | 24,20    |

Tablo M.8 : Mevcut NG10 Q Merkez Valfdeki Deney Sonuçları

| NG10 Q merkez valf (akış P → B, A → T) |          |          |          |          |          | NG10 Q merkez valf (akış P → A, B → T) |          |          |          |          |
|----------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| NO :                                   | P1 (GİR) | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) | P1 (GİR)                               | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) |
|                                        | BAR      | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   | BAR                                    | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   |
| 1                                      | 0,40     | 0,22     | 0,18     | 0,00     | 3,01     | 0,74                                   | 0,22     | 0,52     | 0,00     | 3,01     |
| 2                                      | 0,43     | 0,22     | 0,21     | 0,00     | 3,23     | 0,76                                   | 0,24     | 0,52     | 0,00     | 3,45     |
| 3                                      | 0,49     | 0,22     | 0,27     | 0,00     | 3,45     | 0,84                                   | 0,28     | 0,56     | 0,00     | 3,60     |
| 4                                      | 0,49     | 0,24     | 0,25     | 0,00     | 3,82     | 0,98                                   | 0,30     | 0,68     | 0,00     | 3,89     |
| 5                                      | 0,60     | 0,24     | 0,36     | 0,00     | 4,40     | 1,22                                   | 0,42     | 0,80     | 0,00     | 4,55     |
| 6                                      | 0,61     | 0,25     | 0,36     | 0,00     | 4,47     | 1,22                                   | 0,42     | 0,80     | 0,00     | 4,91     |
| 7                                      | 0,67     | 0,29     | 0,38     | 0,00     | 5,06     | 1,36                                   | 0,44     | 0,92     | 0,00     | 5,13     |
| 8                                      | 0,73     | 0,29     | 0,44     | 0,00     | 5,21     | 1,42                                   | 0,46     | 0,96     | 0,05     | 5,28     |
| 9                                      | 0,98     | 0,30     | 0,68     | 0,05     | 5,43     | 1,46                                   | 0,46     | 1,00     | 0,05     | 5,50     |
| 10                                     | 0,98     | 0,30     | 0,68     | 0,05     | 5,79     | 1,46                                   | 0,46     | 1,00     | 0,05     | 5,72     |
| 1                                      | 0,49     | 0,22     | 0,27     | 0,00     | 4,04     | 1,28                                   | 0,24     | 1,04     | 0,00     | 4,04     |
| 2                                      | 0,51     | 0,24     | 0,27     | 0,00     | 4,25     | 0,76                                   | 0,28     | 0,48     | 0,00     | 4,33     |
| 3                                      | 0,64     | 0,24     | 0,40     | 0,00     | 4,62     | 0,94                                   | 0,31     | 0,63     | 0,00     | 4,47     |
| 4                                      | 0,66     | 0,25     | 0,41     | 0,00     | 4,91     | 0,98                                   | 0,32     | 0,66     | 0,00     | 4,62     |
| 5                                      | 0,73     | 0,26     | 0,47     | 0,00     | 5,13     | 0,98                                   | 0,34     | 0,64     | 0,00     | 4,84     |
| 6                                      | 0,98     | 0,27     | 0,71     | 0,05     | 5,94     | 1,22                                   | 0,36     | 0,86     | 0,05     | 5,06     |
| 7                                      | 0,98     | 0,27     | 0,71     | 0,05     | 6,45     | 1,26                                   | 0,42     | 0,84     | 0,05     | 5,28     |
| 8                                      | 1,22     | 0,28     | 0,94     | 0,10     | 6,97     | 1,46                                   | 0,46     | 1,00     | 0,10     | 6,23     |
| 9                                      | 1,22     | 0,29     | 0,93     | 0,10     | 7,26     | 1,71                                   | 0,46     | 1,25     | 0,10     | 6,67     |
| 10                                     | 1,40     | 0,29     | 1,11     | 0,10     | 7,70     | 1,71                                   | 0,46     | 1,25     | 0,15     | 7,41     |
| 1                                      | 0,98     | 0,22     | 0,76     | 0,05     | 6,01     | 1,46                                   | 0,42     | 1,04     | 0,05     | 6,60     |
| 2                                      | 0,98     | 0,22     | 0,76     | 0,05     | 6,53     | 1,46                                   | 0,44     | 1,02     | 0,05     | 6,82     |
| 3                                      | 1,22     | 0,24     | 0,98     | 0,10     | 6,97     | 1,67                                   | 0,44     | 1,23     | 0,10     | 7,19     |
| 4                                      | 1,22     | 0,26     | 0,96     | 0,10     | 7,48     | 1,67                                   | 0,46     | 1,21     | 0,10     | 7,55     |
| 5                                      | 1,46     | 0,38     | 1,08     | 0,15     | 8,29     | 1,95                                   | 0,46     | 1,49     | 0,10     | 8,07     |
| 6                                      | 1,71     | 0,42     | 1,29     | 0,15     | 9,02     | 2,20                                   | 0,62     | 1,58     | 0,15     | 8,51     |
| 7                                      | 1,71     | 0,44     | 1,27     | 0,20     | 9,02     | 2,44                                   | 0,64     | 1,80     | 0,15     | 8,80     |
| 8                                      | 1,95     | 0,46     | 1,49     | 0,20     | 9,46     | 2,44                                   | 0,64     | 1,80     | 0,15     | 9,31     |
| 9                                      | 1,95     | 0,46     | 1,49     | 0,20     | 9,90     | 2,46                                   | 0,68     | 1,78     | 0,20     | 9,53     |
| 10                                     | 2,44     | 0,70     | 1,74     | 0,20     | 11,00    | 2,93                                   | 0,70     | 2,23     | 0,20     | 10,70    |
| 1                                      | 1,46     | 0,41     | 1,05     | 0,10     | 8,07     | 1,71                                   | 0,46     | 1,25     | 0,10     | 8,07     |
| 2                                      | 1,46     | 0,42     | 1,04     | 0,15     | 8,73     | 1,95                                   | 0,48     | 1,47     | 0,10     | 8,36     |
| 3                                      | 1,71     | 0,44     | 1,27     | 0,15     | 9,39     | 2,20                                   | 0,68     | 1,52     | 0,10     | 9,02     |
| 4                                      | 1,95     | 0,44     | 1,51     | 0,20     | 10,00    | 2,45                                   | 0,68     | 1,77     | 0,15     | 9,39     |
| 5                                      | 2,20     | 0,46     | 1,74     | 0,20     | 10,40    | 2,68                                   | 0,70     | 1,98     | 0,15     | 10,00    |
| 6                                      | 2,44     | 0,68     | 1,76     | 0,25     | 11,10    | 2,93                                   | 0,70     | 2,23     | 0,15     | 10,70    |
| 7                                      | 2,68     | 0,70     | 1,98     | 0,25     | 12,30    | 3,17                                   | 0,91     | 2,26     | 0,15     | 11,60    |
| 8                                      | 3,15     | 0,95     | 2,20     | 0,30     | 13,20    | 3,66                                   | 0,95     | 2,71     | 0,20     | 12,80    |
| 9                                      | 3,42     | 0,95     | 2,47     | 0,30     | 14,00    | 3,66                                   | 0,95     | 2,71     | 0,20     | 13,90    |
| 10                                     | 5,12     | 1,19     | 3,93     | 0,30     | 17,20    | 5,37                                   | 1,42     | 3,95     | 0,20     | 16,50    |
| 1                                      | 2,68     | 0,70     | 1,98     | 0,20     | 11,90    | 3,42                                   | 0,95     | 2,47     | 0,15     | 12,70    |
| 2                                      | 2,68     | 0,70     | 1,98     | 0,20     | 12,70    | 4,15                                   | 0,95     | 3,20     | 0,20     | 14,00    |
| 3                                      | 3,66     | 0,95     | 2,71     | 0,25     | 14,60    | 5,12                                   | 1,44     | 3,68     | 0,20     | 16,00    |
| 4                                      | 4,39     | 1,17     | 3,22     | 0,25     | 16,10    | 5,61                                   | 1,44     | 4,17     | 0,20     | 17,00    |
| 5                                      | 5,12     | 1,17     | 3,95     | 0,30     | 17,30    | 6,34                                   | 1,68     | 4,66     | 0,25     | 18,20    |
| 6                                      | 6,10     | 1,44     | 4,66     | 0,30     | 19,20    | 6,83                                   | 1,68     | 5,15     | 0,25     | 19,30    |
| 7                                      | 7,08     | 1,68     | 5,40     | 0,30     | 21,10    | 7,81                                   | 1,92     | 5,89     | 0,30     | 20,80    |
| 8                                      | 7,56     | 1,68     | 5,88     | 0,30     | 21,90    | 8,30                                   | 1,92     | 6,38     | 0,30     | 21,60    |
| 9                                      | 8,05     | 1,92     | 6,13     | 0,30     | 22,50    | 8,72                                   | 2,17     | 6,55     | 0,35     | 22,40    |
| 10                                     | 9,02     | 2,17     | 6,85     | 0,35     | 24,20    | 9,72                                   | 2,41     | 7,31     | 0,35     | 23,90    |

Tablo N.1 : Geometrisi Değiştirilen NG10 D Merkez Valfdeki Deney Sonuçları

| NO : | NG10 D merkez valf (akış P → B, A → T) |          |          |          |          | NG10 D merkez valf (akış P → A, B → T) |          |          |          |          |
|------|----------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
|      | P1 (GİR)                               | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) | P1 (GİR)                               | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) |
|      | BAR                                    | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   | BAR                                    | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   |
| 1    | 0,39                                   | 0,22     | 0,17     | 0,00     | 3,04     | 0,53                                   | 0,22     | 0,31     | 0,00     | 3,01     |
| 2    | 0,41                                   | 0,22     | 0,19     | 0,00     | 3,33     | 0,53                                   | 0,22     | 0,31     | 0,00     | 3,30     |
| 3    | 0,43                                   | 0,24     | 0,19     | 0,00     | 3,45     | 0,73                                   | 0,22     | 0,51     | 0,00     | 4,04     |
| 4    | 0,49                                   | 0,24     | 0,25     | 0,00     | 3,60     | 0,90                                   | 0,24     | 0,66     | 0,00     | 4,30     |
| 5    | 0,49                                   | 0,24     | 0,25     | 0,00     | 3,82     | 0,98                                   | 0,28     | 0,70     | 0,00     | 4,50     |
| 6    | 0,54                                   | 0,26     | 0,28     | 0,00     | 4,04     | 1,22                                   | 0,34     | 0,88     | 0,00     | 4,91     |
| 7    | 0,63                                   | 0,26     | 0,37     | 0,05     | 4,40     | 1,22                                   | 0,36     | 0,86     | 0,00     | 4,01     |
| 8    | 0,68                                   | 0,28     | 0,40     | 0,05     | 4,69     | 1,46                                   | 0,42     | 1,04     | 0,00     | 5,35     |
| 9    | 0,73                                   | 0,30     | 0,43     | 0,05     | 4,91     | 1,36                                   | 0,46     | 0,90     | 0,05     | 5,50     |
| 10   | 0,73                                   | 0,30     | 0,43     | 0,10     | 5,56     | 1,46                                   | 0,46     | 1,00     | 0,05     | 5,62     |
| 1    | 0,49                                   | 0,22     | 0,27     | 0,00     | 4,08     | 0,70                                   | 0,22     | 0,48     | 0,00     | 4,01     |
| 2    | 0,51                                   | 0,24     | 0,27     | 0,00     | 4,25     | 0,71                                   | 0,22     | 0,49     | 0,00     | 4,18     |
| 3    | 0,55                                   | 0,24     | 0,31     | 0,00     | 4,37     | 0,72                                   | 0,24     | 0,48     | 0,00     | 4,40     |
| 4    | 0,64                                   | 0,26     | 0,38     | 0,00     | 4,69     | 0,98                                   | 0,28     | 0,70     | 0,00     | 4,62     |
| 5    | 0,67                                   | 0,28     | 0,39     | 0,00     | 5,13     | 0,98                                   | 0,32     | 0,66     | 0,00     | 4,91     |
| 6    | 0,71                                   | 0,28     | 0,43     | 0,05     | 5,48     | 1,18                                   | 0,34     | 0,84     | 0,00     | 5,13     |
| 7    | 0,73                                   | 0,28     | 0,45     | 0,05     | 6,09     | 1,46                                   | 0,44     | 1,02     | 0,05     | 6,09     |
| 8    | 0,98                                   | 0,28     | 0,70     | 0,10     | 6,67     | 1,42                                   | 0,46     | 0,96     | 0,05     | 6,38     |
| 9    | 1,22                                   | 0,30     | 0,92     | 0,10     | 6,89     | 1,46                                   | 0,46     | 1,00     | 0,05     | 6,75     |
| 10   | 0,98                                   | 0,32     | 0,66     | 0,10     | 7,66     | 1,46                                   | 0,46     | 1,00     | 0,10     | 7,58     |
| 1    | 0,73                                   | 0,28     | 0,45     | 0,00     | 6,67     | 0,91                                   | 0,42     | 0,49     | 0,00     | 6,02     |
| 2    | 0,98                                   | 0,28     | 0,70     | 0,00     | 6,82     | 1,22                                   | 0,44     | 0,78     | 0,00     | 6,97     |
| 3    | 1,22                                   | 0,28     | 0,94     | 0,00     | 7,11     | 1,22                                   | 0,46     | 0,76     | 0,00     | 7,26     |
| 4    | 1,46                                   | 0,40     | 1,06     | 0,00     | 7,55     | 1,71                                   | 0,46     | 1,25     | 0,05     | 7,55     |
| 5    | 1,46                                   | 0,42     | 1,04     | 0,05     | 8,07     | 1,95                                   | 0,46     | 1,49     | 0,05     | 8,14     |
| 6    | 1,46                                   | 0,44     | 1,02     | 0,05     | 8,67     | 1,95                                   | 0,68     | 1,27     | 0,05     | 8,46     |
| 7    | 1,71                                   | 0,46     | 1,25     | 0,10     | 9,17     | 1,95                                   | 0,70     | 1,25     | 0,10     | 8,89     |
| 8    | 1,95                                   | 0,46     | 1,49     | 0,10     | 9,68     | 2,20                                   | 0,70     | 1,50     | 0,10     | 9,46     |
| 9    | 2,20                                   | 0,68     | 1,52     | 0,15     | 10,61    | 2,68                                   | 0,72     | 1,96     | 0,10     | 10,10    |
| 10   | 2,20                                   | 0,70     | 1,50     | 0,15     | 11,30    | 2,68                                   | 0,95     | 1,73     | 0,15     | 10,90    |
| 1    | 0,98                                   | 0,32     | 0,66     | 0,00     | 8,07     | 1,22                                   | 0,46     | 0,76     | 0,00     | 8,02     |
| 2    | 1,46                                   | 0,36     | 1,10     | 0,00     | 8,65     | 1,63                                   | 0,46     | 1,17     | 0,05     | 8,80     |
| 3    | 1,71                                   | 0,36     | 1,35     | 0,05     | 8,80     | 2,20                                   | 0,68     | 1,52     | 0,05     | 9,52     |
| 4    | 1,95                                   | 0,41     | 1,54     | 0,05     | 9,17     | 2,68                                   | 0,70     | 1,98     | 0,05     | 10,20    |
| 5    | 1,95                                   | 0,41     | 1,54     | 0,10     | 9,78     | 2,93                                   | 0,70     | 2,23     | 0,10     | 10,90    |
| 6    | 1,95                                   | 0,42     | 1,53     | 0,10     | 10,10    | 3,17                                   | 0,70     | 2,47     | 0,10     | 11,70    |
| 7    | 2,68                                   | 0,70     | 1,98     | 0,10     | 12,30    | 3,42                                   | 0,95     | 2,47     | 0,10     | 12,60    |
| 8    | 3,66                                   | 0,95     | 2,71     | 0,15     | 14,60    | 3,90                                   | 0,95     | 2,95     | 0,15     | 13,30    |
| 9    | 4,39                                   | 0,95     | 3,44     | 0,15     | 16,20    | 4,39                                   | 1,11     | 3,28     | 0,15     | 14,30    |
| 10   | 4,73                                   | 1,19     | 3,54     | 0,20     | 17,00    | 4,88                                   | 1,19     | 3,69     | 0,20     | 17,00    |
| 1    | 2,68                                   | 0,70     | 1,98     | 0,05     | 12,00    | 2,56                                   | 0,70     | 1,86     | 0,10     | 11,00    |
| 2    | 3,66                                   | 0,95     | 2,71     | 0,05     | 15,20    | 2,93                                   | 0,95     | 1,98     | 0,10     | 12,90    |
| 3    | 4,39                                   | 1,19     | 3,20     | 0,10     | 16,40    | 3,17                                   | 1,17     | 2,00     | 0,10     | 14,40    |
| 4    | 5,12                                   | 1,19     | 3,93     | 0,10     | 17,70    | 5,61                                   | 1,44     | 4,17     | 0,10     | 16,80    |
| 5    | 5,61                                   | 1,42     | 4,19     | 0,15     | 18,70    | 5,94                                   | 1,68     | 4,26     | 0,15     | 18,50    |
| 6    | 6,34                                   | 1,44     | 4,90     | 0,15     | 19,50    | 7,15                                   | 1,68     | 5,47     | 0,15     | 20,00    |
| 7    | 6,59                                   | 1,62     | 4,97     | 0,20     | 20,60    | 8,03                                   | 1,92     | 6,11     | 0,20     | 21,30    |
| 8    | 7,32                                   | 1,64     | 5,68     | 0,20     | 21,40    | 8,02                                   | 2,17     | 5,85     | 0,20     | 22,00    |
| 9    | 8,05                                   | 1,68     | 6,37     | 0,25     | 22,80    | 8,62                                   | 2,17     | 6,45     | 0,25     | 22,80    |
| 10   | 8,05                                   | 1,68     | 6,37     | 0,25     | 24,00    | 9,16                                   | 2,17     | 6,99     | 0,25     | 23,70    |

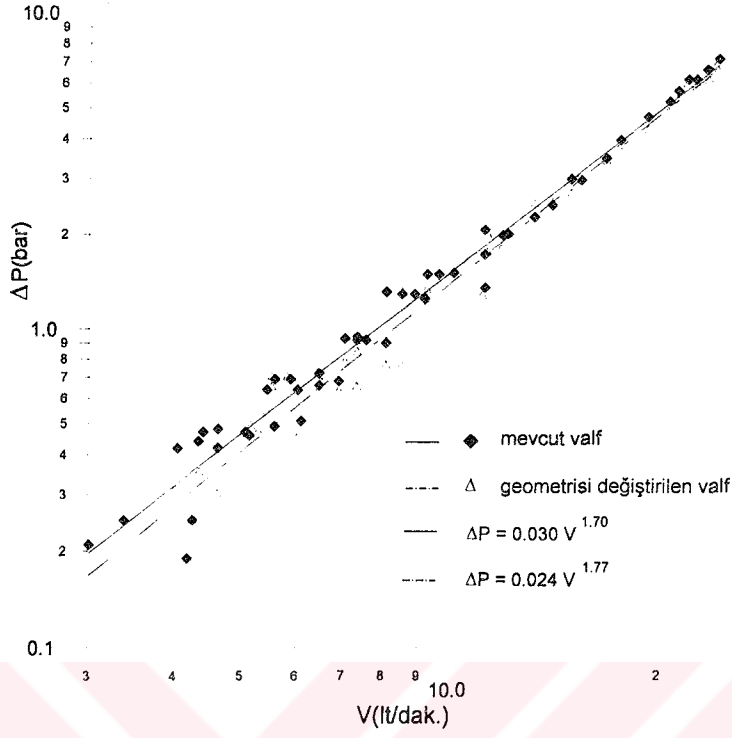
Tablo N.2 : Geometrisi Değiştirilen NG10 E Merkez Valfdeki Deney Sonuçları

| NG10 E merkez valf (akış P → B, A → T) |          |          |          |          |          | NG10 E merkez valf (akış P → A, B → T) |          |          |          |          |
|----------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| NO :                                   | P1 (GİR) | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) | P1 (GİR)                               | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) |
|                                        | BAR      | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   | BAR                                    | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   |
| 1                                      | 0,43     | 0,22     | 0,21     | 0,00     | 3,01     | 0,73                                   | 0,46     | 0,27     | 0,00     | 3,08     |
| 2                                      | 0,53     | 0,22     | 0,31     | 0,00     | 4,01     | 0,76                                   | 0,46     | 0,30     | 0,00     | 3,41     |
| 3                                      | 0,57     | 0,22     | 0,35     | 0,00     | 4,34     | 0,92                                   | 0,48     | 0,44     | 0,00     | 3,60     |
| 4                                      | 0,63     | 0,23     | 0,40     | 0,05     | 4,62     | 0,94                                   | 0,48     | 0,46     | 0,00     | 3,81     |
| 5                                      | 0,69     | 0,24     | 0,45     | 0,05     | 5,06     | 0,98                                   | 0,46     | 0,52     | 0,00     | 3,96     |
| 6                                      | 0,73     | 0,24     | 0,49     | 0,10     | 5,15     | 0,98                                   | 0,48     | 0,50     | 0,00     | 4,11     |
| 7                                      | 0,73     | 0,26     | 0,47     | 0,10     | 5,28     | 1,14                                   | 0,50     | 0,64     | 0,05     | 4,65     |
| 8                                      | 0,82     | 0,28     | 0,54     | 0,10     | 5,43     | 1,16                                   | 0,51     | 0,65     | 0,05     | 4,84     |
| 9                                      | 0,98     | 0,28     | 0,70     | 0,10     | 5,51     | 1,20                                   | 0,52     | 0,68     | 0,10     | 5,13     |
| 10                                     | 0,98     | 0,28     | 0,70     | 0,10     | 5,81     | 1,22                                   | 0,52     | 0,70     | 0,10     | 5,44     |
| 1                                      | 0,46     | 0,24     | 0,22     | 0,00     | 4,18     | 0,73                                   | 0,46     | 0,27     | 0,00     | 4,01     |
| 2                                      | 0,49     | 0,24     | 0,25     | 0,00     | 4,25     | 0,94                                   | 0,46     | 0,48     | 0,05     | 4,21     |
| 3                                      | 0,49     | 0,26     | 0,23     | 0,00     | 4,40     | 0,98                                   | 0,49     | 0,49     | 0,15     | 4,91     |
| 4                                      | 0,56     | 0,26     | 0,30     | 0,05     | 4,62     | 1,18                                   | 0,50     | 0,68     | 0,10     | 5,35     |
| 5                                      | 0,62     | 0,27     | 0,35     | 0,05     | 5,53     | 1,18                                   | 0,52     | 0,66     | 0,10     | 5,72     |
| 6                                      | 0,73     | 0,28     | 0,45     | 0,10     | 6,01     | 1,22                                   | 0,53     | 0,69     | 0,10     | 6,08     |
| 7                                      | 0,93     | 0,29     | 0,64     | 0,10     | 6,45     | 1,43                                   | 0,54     | 0,89     | 0,10     | 6,26     |
| 8                                      | 0,94     | 0,31     | 0,63     | 0,10     | 6,89     | 1,46                                   | 0,52     | 0,94     | 0,10     | 7,04     |
| 9                                      | 0,98     | 0,33     | 0,65     | 0,10     | 7,31     | 1,46                                   | 0,54     | 0,92     | 0,15     | 7,21     |
| 10                                     | 0,98     | 0,33     | 0,65     | 0,10     | 5,51     | 1,83                                   | 0,54     | 1,29     | 0,15     | 7,71     |
| 1                                      | 0,92     | 0,25     | 0,67     | 0,05     | 6,51     | 0,98                                   | 0,46     | 0,52     | 0,05     | 6,45     |
| 2                                      | 1,04     | 0,26     | 0,78     | 0,05     | 7,04     | 1,22                                   | 0,52     | 0,70     | 0,05     | 6,67     |
| 3                                      | 1,12     | 0,28     | 0,84     | 0,10     | 7,33     | 1,46                                   | 0,52     | 0,94     | 0,10     | 7,15     |
| 4                                      | 1,22     | 0,31     | 0,91     | 0,10     | 7,48     | 1,55                                   | 0,54     | 1,01     | 0,10     | 7,77     |
| 5                                      | 1,22     | 0,31     | 0,91     | 0,10     | 8,07     | 1,71                                   | 0,62     | 1,09     | 0,10     | 8,07     |
| 6                                      | 1,71     | 0,41     | 1,30     | 0,10     | 8,51     | 1,95                                   | 0,64     | 1,31     | 0,10     | 8,65     |
| 7                                      | 1,71     | 0,44     | 1,27     | 0,10     | 9,17     | 2,20                                   | 0,70     | 1,50     | 0,10     | 8,87     |
| 8                                      | 1,95     | 0,46     | 1,49     | 0,15     | 9,61     | 2,20                                   | 0,70     | 1,50     | 0,15     | 9,31     |
| 9                                      | 2,20     | 0,46     | 1,74     | 0,20     | 9,99     | 2,44                                   | 0,72     | 1,72     | 0,15     | 9,61     |
| 10                                     | 2,20     | 0,46     | 1,74     | 0,20     | 11,30    | 2,93                                   | 0,95     | 1,98     | 0,15     | 11,90    |
| 1                                      | 1,22     | 0,46     | 0,76     | 0,10     | 8,07     | 1,46                                   | 0,46     | 1,00     | 0,10     | 8,08     |
| 2                                      | 1,22     | 0,46     | 0,76     | 0,10     | 8,52     | 1,65                                   | 0,46     | 1,19     | 0,10     | 8,65     |
| 3                                      | 1,95     | 0,62     | 1,33     | 0,15     | 9,23     | 1,85                                   | 0,46     | 1,39     | 0,10     | 9,03     |
| 4                                      | 1,95     | 0,68     | 1,27     | 0,15     | 11,10    | 2,44                                   | 0,70     | 1,74     | 0,15     | 10,10    |
| 5                                      | 2,68     | 0,70     | 1,98     | 0,15     | 11,30    | 2,68                                   | 0,70     | 1,98     | 0,15     | 10,40    |
| 6                                      | 2,68     | 0,70     | 1,98     | 0,15     | 12,10    | 2,68                                   | 0,95     | 1,73     | 0,15     | 11,00    |
| 7                                      | 3,17     | 0,70     | 2,47     | 0,20     | 13,20    | 3,17                                   | 0,95     | 2,22     | 0,20     | 11,80    |
| 8                                      | 3,42     | 0,91     | 2,51     | 0,20     | 14,00    | 3,42                                   | 0,95     | 2,47     | 0,20     | 12,30    |
| 9                                      | 3,90     | 0,95     | 2,95     | 0,20     | 15,20    | 3,66                                   | 0,95     | 2,71     | 0,20     | 13,30    |
| 10                                     | 4,32     | 0,95     | 3,37     | 0,20     | 16,70    | 5,13                                   | 1,44     | 3,69     | 0,20     | 16,50    |
| 1                                      | 2,48     | 0,70     | 1,78     | 0,15     | 11,80    | 2,93                                   | 0,92     | 2,01     | 0,15     | 12,30    |
| 2                                      | 3,63     | 0,95     | 2,68     | 0,15     | 14,90    | 3,71                                   | 0,95     | 2,76     | 0,15     | 14,10    |
| 3                                      | 4,79     | 1,10     | 3,69     | 0,15     | 17,40    | 5,12                                   | 1,44     | 3,68     | 0,15     | 16,00    |
| 4                                      | 5,62     | 1,38     | 4,24     | 0,20     | 19,20    | 6,10                                   | 1,44     | 4,66     | 0,20     | 17,80    |
| 5                                      | 6,41     | 1,58     | 4,83     | 0,20     | 20,50    | 6,83                                   | 1,68     | 5,15     | 0,20     | 19,10    |
| 6                                      | 6,88     | 1,61     | 5,27     | 0,20     | 21,10    | 7,56                                   | 1,92     | 5,64     | 0,25     | 20,30    |
| 7                                      | 7,53     | 1,62     | 5,91     | 0,20     | 21,80    | 8,30                                   | 2,17     | 6,13     | 0,25     | 21,40    |
| 8                                      | 7,57     | 1,68     | 5,89     | 0,20     | 22,50    | 8,72                                   | 2,11     | 6,61     | 0,25     | 22,40    |
| 9                                      | 8,02     | 1,92     | 6,10     | 0,20     | 23,40    | 9,02                                   | 2,17     | 6,85     | 0,30     | 23,30    |
| 10                                     | 8,62     | 1,92     | 6,70     | 0,25     | 23,90    | 9,32                                   | 2,17     | 7,15     | 0,30     | 23,80    |

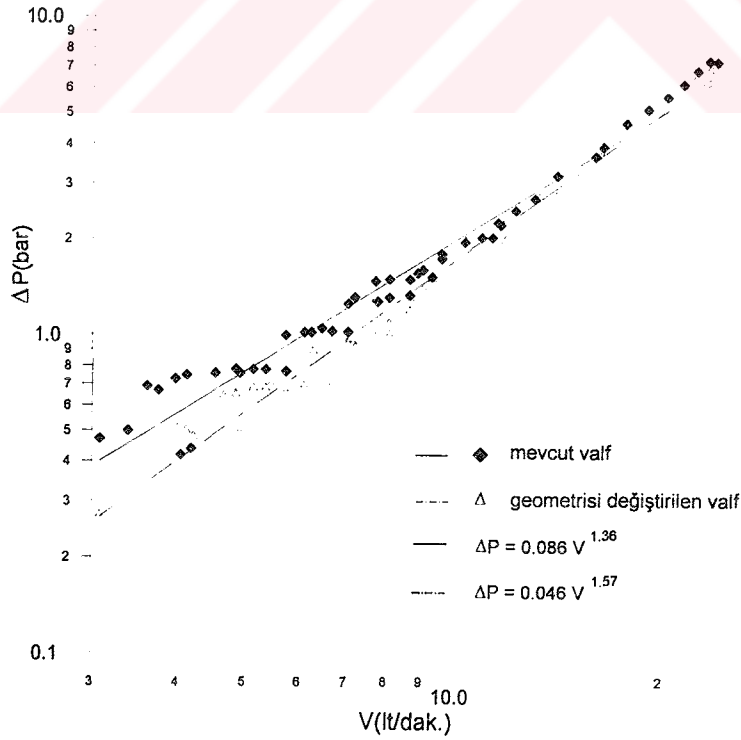


Tablo N.3 : Geometrisi Değiştirilen NG10 J Merkez Valfdeki Deney Sonuçları

| NG10 J merkez valf (akış P → B, A → T) |          |          |          |          |          | NG10 J merkez valf (akış P → A, B → T) |          |          |          |          |
|----------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| NO :                                   | P1 (GİR) | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) | P1 (GİR)                               | P2 (ÇIK) | ΔP(FARK) | ΔT(FARK) | V (DEBİ) |
|                                        | BAR      | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   | BAR                                    | BAR      | BAR      | ΔT (°C)  | L/DAK.   |
| 1                                      | 0,33     | 0,22     | 0,11     | 0,00     | 3,01     | 0,73                                   | 0,22     | 0,51     | 0,00     | 3,01     |
| 2                                      | 0,35     | 0,22     | 0,13     | 0,00     | 3,08     | 0,76                                   | 0,24     | 0,52     | 0,00     | 3,34     |
| 3                                      | 0,39     | 0,22     | 0,17     | 0,00     | 3,56     | 0,76                                   | 0,28     | 0,48     | 0,00     | 3,52     |
| 4                                      | 0,43     | 0,24     | 0,19     | 0,00     | 3,74     | 0,98                                   | 0,38     | 0,60     | 0,00     | 4,09     |
| 5                                      | 0,49     | 0,24     | 0,25     | 0,00     | 4,01     | 0,98                                   | 0,42     | 0,56     | 0,00     | 4,25     |
| 6                                      | 0,49     | 0,24     | 0,25     | 0,00     | 4,33     | 1,18                                   | 0,44     | 0,74     | 0,00     | 4,48     |
| 7                                      | 0,61     | 0,26     | 0,35     | 0,00     | 4,56     | 1,20                                   | 0,46     | 0,74     | 0,00     | 4,62     |
| 8                                      | 0,69     | 0,26     | 0,43     | 0,00     | 4,81     | 1,22                                   | 0,46     | 0,76     | 0,05     | 4,78     |
| 9                                      | 0,73     | 0,26     | 0,47     | 0,05     | 5,01     | 1,22                                   | 0,46     | 0,76     | 0,05     | 5,06     |
| 10                                     | 0,73     | 0,26     | 0,47     | 0,05     | 5,55     | 1,46                                   | 0,46     | 1,00     | 0,05     | 5,51     |
| 1                                      | 0,43     | 0,22     | 0,21     | 0,00     | 4,01     | 0,73                                   | 0,22     | 0,51     | 0,00     | 4,01     |
| 2                                      | 0,45     | 0,22     | 0,23     | 0,05     | 4,19     | 0,92                                   | 0,22     | 0,70     | 0,00     | 4,47     |
| 3                                      | 0,49     | 0,24     | 0,25     | 0,05     | 4,70     | 0,94                                   | 0,28     | 0,66     | 0,00     | 4,71     |
| 4                                      | 0,59     | 0,26     | 0,33     | 0,05     | 5,01     | 0,98                                   | 0,42     | 0,56     | 0,00     | 4,84     |
| 5                                      | 0,64     | 0,24     | 0,40     | 0,05     | 5,21     | 0,98                                   | 0,42     | 0,56     | 0,05     | 5,07     |
| 6                                      | 0,69     | 0,28     | 0,41     | 0,10     | 5,51     | 1,16                                   | 0,44     | 0,72     | 0,05     | 5,23     |
| 7                                      | 0,73     | 0,28     | 0,45     | 0,10     | 5,72     | 1,18                                   | 0,44     | 0,74     | 0,10     | 5,38     |
| 8                                      | 0,73     | 0,30     | 0,43     | 0,10     | 6,16     | 1,20                                   | 0,46     | 0,74     | 0,10     | 5,65     |
| 9                                      | 0,94     | 0,32     | 0,62     | 0,10     | 6,61     | 1,22                                   | 0,46     | 0,76     | 0,10     | 6,61     |
| 10                                     | 0,98     | 0,32     | 0,66     | 0,15     | 7,01     | 1,53                                   | 0,48     | 1,05     | 0,15     | 7,43     |
| 1                                      | 0,49     | 0,24     | 0,25     | 0,05     | 6,01     | 1,22                                   | 0,32     | 0,90     | 0,05     | 6,01     |
| 2                                      | 0,49     | 0,24     | 0,25     | 0,05     | 6,46     | 1,22                                   | 0,34     | 0,88     | 0,10     | 6,51     |
| 3                                      | 0,98     | 0,22     | 0,76     | 0,10     | 7,05     | 1,48                                   | 0,36     | 1,12     | 0,10     | 6,60     |
| 4                                      | 1,22     | 0,40     | 0,82     | 0,10     | 7,55     | 1,48                                   | 0,38     | 1,10     | 0,10     | 6,88     |
| 5                                      | 1,22     | 0,42     | 0,80     | 0,10     | 8,14     | 1,71                                   | 0,40     | 1,31     | 0,10     | 7,55     |
| 6                                      | 1,22     | 0,44     | 0,78     | 0,10     | 8,61     | 1,71                                   | 0,42     | 1,29     | 0,15     | 8,01     |
| 7                                      | 1,46     | 0,46     | 1,00     | 0,15     | 9,16     | 1,95                                   | 0,46     | 1,49     | 0,15     | 8,21     |
| 8                                      | 1,66     | 0,46     | 1,20     | 0,15     | 9,75     | 2,20                                   | 0,46     | 1,74     | 0,15     | 9,17     |
| 9                                      | 1,95     | 0,46     | 1,49     | 0,15     | 10,30    | 2,44                                   | 0,70     | 1,74     | 0,20     | 9,68     |
| 10                                     | 2,20     | 0,60     | 1,60     | 0,20     | 11,40    | 2,44                                   | 0,91     | 1,53     | 0,20     | 10,80    |
| 1                                      | 1,22     | 0,46     | 0,76     | 0,10     | 8,01     | 1,71                                   | 0,46     | 1,25     | 0,10     | 8,04     |
| 2                                      | 1,22     | 0,46     | 0,76     | 0,10     | 8,81     | 2,20                                   | 0,70     | 1,50     | 0,10     | 9,90     |
| 3                                      | 1,46     | 0,56     | 0,90     | 0,15     | 9,24     | 2,43                                   | 0,72     | 1,71     | 0,15     | 10,60    |
| 4                                      | 1,95     | 0,58     | 1,37     | 0,15     | 10,90    | 2,53                                   | 0,91     | 1,62     | 0,15     | 11,20    |
| 5                                      | 2,20     | 0,70     | 1,50     | 0,20     | 12,20    | 3,17                                   | 0,95     | 2,22     | 0,20     | 11,90    |
| 6                                      | 2,53     | 0,72     | 1,81     | 0,20     | 13,10    | 3,66                                   | 0,95     | 2,71     | 0,20     | 12,90    |
| 7                                      | 2,93     | 0,72     | 2,21     | 0,20     | 14,10    | 3,90                                   | 1,08     | 2,82     | 0,20     | 13,50    |
| 8                                      | 3,53     | 0,95     | 2,58     | 0,20     | 15,40    | 4,15                                   | 1,19     | 2,96     | 0,20     | 14,00    |
| 9                                      | 3,90     | 0,95     | 2,95     | 0,25     | 16,30    | 4,39                                   | 0,95     | 3,44     | 0,20     | 14,90    |
| 10                                     | 4,64     | 1,17     | 3,47     | 0,25     | 17,10    | 4,53                                   | 1,44     | 3,09     | 0,25     | 16,00    |
| 1                                      | 2,93     | 0,95     | 1,98     | 0,15     | 13,60    | 2,93                                   | 0,70     | 2,23     | 0,15     | 11,40    |
| 2                                      | 3,83     | 0,97     | 2,86     | 0,15     | 15,50    | 3,90                                   | 0,70     | 3,20     | 0,20     | 13,50    |
| 3                                      | 4,39     | 1,19     | 3,20     | 0,20     | 16,20    | 4,15                                   | 0,95     | 3,20     | 0,20     | 14,50    |
| 4                                      | 5,12     | 1,19     | 3,93     | 0,20     | 18,30    | 5,13                                   | 1,19     | 3,94     | 0,20     | 15,60    |
| 5                                      | 5,86     | 1,44     | 4,42     | 0,20     | 19,50    | 5,37                                   | 1,42     | 3,95     | 0,20     | 16,50    |
| 6                                      | 6,34     | 1,44     | 4,90     | 2,00     | 20,40    | 5,86                                   | 1,44     | 4,42     | 0,25     | 18,10    |
| 7                                      | 7,08     | 1,68     | 5,40     | 0,25     | 21,60    | 6,62                                   | 1,68     | 4,94     | 0,25     | 19,60    |
| 8                                      | 7,39     | 1,68     | 5,71     | 0,25     | 21,90    | 7,32                                   | 1,92     | 5,40     | 0,30     | 20,40    |
| 9                                      | 8,05     | 1,92     | 6,13     | 0,25     | 22,80    | 8,32                                   | 2,11     | 6,21     | 0,30     | 22,00    |
| 10                                     | 8,50     | 1,68     | 6,82     | 0,30     | 24,20    | 9,62                                   | 2,17     | 7,45     | 0,35     | 24,20    |



Şekil O.1 : NG10E(a) valfde geometri değişikliğinin basınç düşümüne etkisi.



Şekil O.2 : NG10E(b) valfde geometri değişikliğinin basınç düşümüne etkisi.

## ÖZGEÇMİŞ

Ahmet DİNÇER, 1966 yılında Çorlu' da doğdu. İlk, Orta ve Lise öğrenimini İstanbul Küçükçekmece Lisesi' nde tamamlayarak 1983 yılında İ.T.Ü. Makina Fakültesine girdi. 1987 yılında lisans eğitimini tamamladı. 1989 yılında "Yatay Borularda Doğal Taşınım" adlı tezini vererek Enerji Anabilim Dalında Yüksek Lisans Diplomasını aldı. 1989-1990 yılları arasında Atğm. olarak askerlik görevini yaptı. 1990-1992 yılları arasında Hidropres A.Ş.' de Hidrolik ve Pnömatik sistemler üzerine Proje Mühendisi olarak çalıştı. 1992 yılında Rexroth Hidropar A.Ş.' ye girdi. Halen aynı şirkette Satış Departmanı yöneticisi olarak çalışmaktadır.

