

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TRAKTÖRLERDE KULLANILAN HİDROLİK YAĞ ÇALIŞMA BASINCININ  
DÜŞÜRÜLMESİNİN YAKIT TASARRUFUNA ETKİSİNİN DENEYSEL VE  
TEORİK ANALİZİ

SAMET NAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI  
PROF. DR. SEMİHA ÖZTUNA

EDİRNE 2019

Samet NAK'in hazırladığı "Traktörlerde Kullanılan Hidrolik Yağ Çalışma Basıncının Düşürülmesinin Yakıt Tasarrufuna Etkisinin Deneysel ve Teorik Analizi" başlıklı bu tez, tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından Makina Mühendisliği Anabilim Dalında bir **Yüksek lisans** olarak kabul edilmiştir.

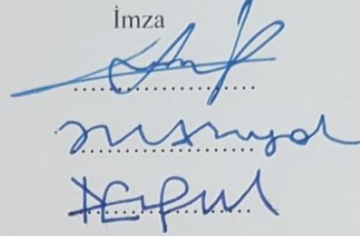
Jüri Üyeleri :

Prof.Dr. Semiha ÖZTUNA

Doç.Dr. Uğur AKYOL

Doç.Dr. Doğan ERYENER

İmza

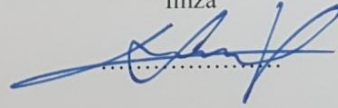


Tez Savunma Tarihi:  
21/11/2019

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.

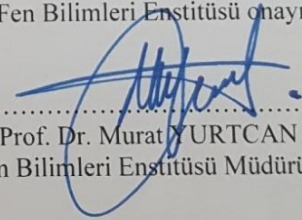
İmza

Prof.Dr. Semiha ÖZTUNA



Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü onayı

Prof. Dr. Murat YURTCAN  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



**T.Ü.FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

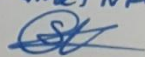
**DOĞRULUK BEYANI**

Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada, tüm verilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini, kullanılan verilerde tahrifat yapılmadığını, tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını, kullanılan tüm literatür bilgilerinin bilimsel normlara uygun bir şekilde kaynak gösterilerek ilgili tezde yer aldığını ve bu tezin tamamı ya da herhangi bir bölümünün daha önceden Trakya Üniversitesi ya da farklı bir üniversitede tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

21. / 11. / 2019

Ad Soyad

İmza

Sema + Nak  


Yüksek Lisans Tezi

Traktörlerde Kullanılan Hidrolik Yağ Çalışma Basıncının Düşürülmesinin Yakıt Tasarrufuna Etkisinin Deneysel Ve Teorik Analizi.

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı

## ÖZET

Traktörlerin hidrolik kaldırıcılarında kullanılan kontrol valfleri, hidrolik kaldırıcıya bağlanan ekipmanları kaldırıp indirmede ve sürüm esnasında istenilen hareketlerin kontrollü bir şekilde yapılmasını sağlamaktadır. Kontrol valfleri pompada gönderilen hidrolik yağ enerjisi ile hidrolik kaldırıcıda bulunan silindir veya silindirlere istenildiği kadar yağ dolmasını, boşaltılmasını veya yağın hapsedilmesini sağlayarak, bu sayede hidrolik kaldırıcının istenilen hareketleri yapması sağlamaktadır. Hidrolik kaldırıcıların istenilen hareketleri yapması kontrol valfi tarafından dengeli, hassas veya sert tepkili olacak şekilde istenebilir. Ayrıca kontrol valfleri tasarımları gereği sistemde dolaşan hidrolik yağın kontrol valfinde kullanımı sırasında, belirli bir basınç kaybına yol açmaktadırlar. Bu basınç kaybı pompadan gönderilen hidrolik yağ enerjisini arttırmakta ve traktörün daha fazla yakıt harcamasına yol açmaktadır. Bu çalışmada, kontrol valflerinde kullanılan hidrolik yağ yön veren ana sürgünün, mevcut tasarım ve yeni tasarım ana sürgülü modellerin çalışma anında traktörlerin pompasından çektiği hidrolik yağ enerjisini azaltılmasına yönelik, deneysel ve teorik olarak analizleri yapılmıştır. Yapılan bu çalışma sonucunda, traktörün tarla sürüm işlemi esnasında çalışma basıncının 50 bar ve pompa debisinin 20 lt/dk olması durumunda yeni tasarım ana sürgü ile % 61 yakıt tasarrufu sağlanabilmektedir.

**Yıl** : 2019

**Sayfa Sayısı** : 64

**Anahtar Kelimeler** : Hidrolik kaldırıcı, Kontrol valfi, Traktör, Yakıt Tasarrufu,

Master's Thesis

Experimental And Theoretical Analysis Of The Effect Of Reducing Hydraulic Oil  
Working Pressure Used In Tractors On Fuel Savings.

Trakya University Institute of Natural Sciences

Department of Mechanical Engineering

## **ABSTRACT**

The control valves used in the hydraulic lifts of the tractors ensure that the desired movements are carried out in a controlled manner during lifting and lowering of the equipment connected to the hydraulic lift. With the hydraulic oil energy sent to the pump, the control valves ensure that the cylinder or cylinders in the hydraulic lifter fill, discharge or trap the oil as much as desired, thus enabling the hydraulic lift to perform the desired movements. Hydraulic lifts can be requested by the control valve to be balanced, precise or hard response. In addition, the control valves, due to their design, cause a certain pressure loss during the use of the circulating hydraulic oil in the control valve. This pressure loss increases the hydraulic oil energy delivered from the pump and causes the tractor to spend more fuel. In this study, experimental and theoretical analysis of the hydraulic oil directing main slide used in the control valves to reduce the hydraulic oil energy drawn from the pump of the tractors by the current design and new design main spools models were carried out. As a result of this study, if the working pressure of the tractor is 50 bar and the pump flow rate is 20 lt / min during the field release process, 61% fuel can be saved with new main spool.

**Year** : 2019

**Number of Pages** : 64

**Key Words** : Hydraulic lift(HL), Control Valve. Tractor, Fuel Oil,Saving

## ÖNSÖZ

Hazırlanan bu çalışmada traktörlerde kullanılan hidrolik yağ çalışma basıncının düşürülmesinin yakıt tasarrufuna etkisinin deneysel ve teorik analiz edilmesi hedeflenmiştir.

Yüksek Lisans tezi danışmanlığımı üstlenerek gerek çalışmalarımın yürütülmesi, gerekse konu seçimi sırasında bilgisinden desteğinden mahrum bırakmayan hocam sayın Prof. Dr. Semiha ÖZTUNA'a teşekkür ederim.

Yüksek lisans yapmakta olduğum Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nın öğretim üyelerine de ders aldığım süre boyunca sağladıkları katkılardan dolayı teşekkür ederim.

En başından itibaren bu çalışmayı destekleyen ve her türlü yazılım ve test desteğini esirgemeyen şirketim Hema Endüstri' ye ve çok değerli çalışma arkadaşlarıma teşekkürü borç bilirim.

2019-Kasım

Samet NAK

## İÇİNDEKİLER

|                                                                              |           |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| ÖZET.....                                                                    | iv        |
| ABSTRACT.....                                                                | v         |
| ÖNSÖZ .....                                                                  | vi        |
| İÇİNDEKİLER.....                                                             | vii       |
| ŞEKİLLER DİZİNİ.....                                                         | x         |
| ÇİZELGELER DİZİNİ .....                                                      | xiii      |
| <b>GİRİŞ.....</b>                                                            | <b>1</b>  |
| <b>TRAKTÖRLERDE HİDROLİK KALDIRICILAR VE</b>                                 |           |
| <b>KONTROL VALFLERİ.....</b>                                                 | <b>3</b>  |
| 2.1. Hidrolik Kaldırıcılar.....                                              | 4         |
| 2.1.1. Hidrolik Kaldırıcı Orta Kol Çeki Hassasiyet Sistemi.....              | 7         |
| 2.1.2. Hidrolik Kaldırıcı Alt Askı Kolundan Çeki Hassasiyet Sistemi .....    | 7         |
| 2.2. Kontrol Valfleri.....                                                   | 8         |
| 2.2.1. Kontrol Valflerinin Çalışma Anındaki Konumları ve Devre Şemaları..... | 10        |
| 2.2.1.1. Nötr Konumu.....                                                    | 10        |
| 2.2.1.2. Kaldırma Konumu.....                                                | 11        |
| 2.2.1.3. İndirme Konumu.....                                                 | 12        |
| <b>LİTARATÜR TARAMASI .....</b>                                              | <b>14</b> |
| <b>MATERYAL VE METOD.....</b>                                                | <b>15</b> |
| 4.1.1. Autodesk CFD Uygulaması.....                                          | 18        |
| 4.1.2. Deney Tezgahı.....                                                    | 18        |

|                                                                                              |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.2. METOD.....                                                                              | 19        |
| 4.2.1. Traktör Hidrolik Devre Bağlantıları.....                                              | 19        |
| 4.2.2. Traktör Pompa Debi Hesabı.....                                                        | 21        |
| 4.2.3. Traktör Transmisyonlarında Kullanılan Yağlar.....                                     | 23        |
| <b>TEORİK ANALİZLER.....</b>                                                                 | <b>24</b> |
| 5.1. CFD ile Mevcut Tasarım Ana Sürgü Analizi.....                                           | 25        |
| 5.1.1. Pompa debisi 10 lt/dk CFD Mevcut Tasarım Ana Sürgü Analizi Sonucu.....                | 27        |
| 5.1.2. Pompa debisi 20 lt/dk CFD Mevcut Tasarım Ana Sürgü Analizi Sonucu.....                | 27        |
| 5.1.3. Pompa debisi 30 lt/dk CFD Mevcut Tasarım Ana Sürgü Analizi Sonucu.....                | 28        |
| 5.1.4. Pompa debisi 40 lt/dk CFD Mevcut Tasarım Ana Sürgü Analizi Sonucu.....                | 29        |
| 5.1.5. Pompa debisi 50 lt/dk CFD Mevcut Tasarım Ana Sürgü Analizi Sonucu.....                | 29        |
| 5.2. CFD ile Yeni Tasarım Ana Sürgü Analizi.....                                             | 30        |
| 5.2.1. Pompa debisi 10 lt/dk CFD Yeni Tasarım Ana Sürgü Analizi Sonucu.....                  | 32        |
| 5.2.2. Pompa debisi 20 lt/dk CFD Yeni Tasarım Ana Sürgü Analizi Sonucu.....                  | 32        |
| 5.2.3. Pompa debisi 30 lt/dk CFD Yeni Tasarım Ana Sürgü Analizi Sonucu.....                  | 33        |
| 5.2.4. Pompa debisi 40 lt/dk CFD Yeni Tasarım Ana Sürgü Analizi Sonucu.....                  | 34        |
| 5.2.5. Pompa debisi 50 lt/dk CFD Yeni Tasarım Ana Sürgü Analizi Sonucu.....                  | 34        |
| 5.3. CFD ile Mevcut ve Yeni Tasarım Ana Sürgülerin Analizi Sonuçlarının<br>Kıyaslanması..... | 35        |
| <b>DENEYSEL ANALİZLER.....</b>                                                               | <b>37</b> |
| a) Mevcut Tasarım Ana Sürgü.....                                                             | 37        |
| b) Yeni Tasarım Ana Sürgü.....                                                               | 37        |
| 6.1 Kontrol Valfi Montajı .....                                                              | 38        |
| 6.2. Deney Şartları.....                                                                     | 38        |
| 6.3. Deney Düzenneği.....                                                                    | 39        |

|                                                              |           |
|--------------------------------------------------------------|-----------|
| 6.4. Deneylerin Yapılışı.....                                | 39        |
| 6.5. Deneysel Bulgular.....                                  | 40        |
| 6.5.1. Mevcut Tasarım Ana Sürgü Deney Sonuçları.....         | 40        |
| 6.5.1.1. Pompa debisi 10 lt/dk Deney Sonuçları.....          | 40        |
| 6.5.1.2. Pompa Debisi 20 lt/dk Deney Sonuçları.....          | 42        |
| 6.5.1.3. Pompa Debisi 30 l/dk Test Sonuçları.....            | 43        |
| 6.5.1.4. Pompa Debisi 40 l/dk Test Sonuçları.....            | 44        |
| 6.5.1.5. Pompa Debisi 50 l/dk Test sonuçları.....            | 47        |
| 6.5.2. Yeni Tasarım Ana Sürgü Deney Sonuçları.....           | 48        |
| 6.5.2.1. Pompa debisi 10 lt/dk Deney Sonuçları.....          | 48        |
| 6.5.2.2. Pompa debisi 20 lt/dk Deney Sonuçları .....         | 50        |
| 6.5.2.3. Pompa debisi 30 lt/dk Deney Sonuçları.....          | 51        |
| 6.5.2.4. Pompa debisi 40 lt/dk Deney Sonuçları.....          | 53        |
| 6.5.2.5. Pompa debisi 50 lt/dk Deney Sonuçları .....         | 54        |
| 6.6. CFD Analiz ve Deney Sonuçlarının Karşılaştırılması..... | 56        |
| <b>SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>                                | <b>58</b> |
| <b>KAYNAKLAR.....</b>                                        | <b>62</b> |
| <b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>                                         | <b>64</b> |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa  
No

|                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2.1. Bir Traktörün Önemli Yapı Elemanları .....                                             | 3  |
| Şekil 2.2. Traktörlerde Elemanları Dağınık Biçimde Yerleştirilmiş Hidrolik Kaldırma Sistemi ..... | 4  |
| Şekil 2.3. Hidrolik Kaldırıcı ve Ekipman.....                                                     | 5  |
| Şekil 2.4. Farklı Tasarımlarda Hidrolik Kaldırıcılar .....                                        | 5  |
| Şekil 2.5. Hidrolik Kaldırıcı İç Mekanizmaları.....                                               | 6  |
| Şekil 2.6. İçten ve Dıştan Silindirli Hidrolik Kaldırıcı modelleri.....                           | 6  |
| Şekil 2.7. Çeki Kuvvetini Orta Koldan Hisseden Mekanizma .....                                    | 7  |
| Şekil 2.8. Çeki Kuvvetini Alt Noktadan Hisseden Mekanizma .....                                   | 7  |
| Şekil 2.9 Hidrolik Kaldırıcı Kontrol Valfi Sistem Elemanları.....                                 | 9  |
| Şekil 2.10. Farklı Tasarımlarda Kontrol Valfileri.....                                            | 9  |
| Şekil 2.11. Kontrol Valfi Nötr Konumu Devre Şeması.....                                           | 11 |
| Şekil 2.12. Kontrol Valfi Kaldırma Konumu Devre Şeması.....                                       | 12 |
| Şekil 2.13. Kontrol Valfi İndirme Konumu Şeması.....                                              | 13 |
| Şekil 4.1. Hidrolik Kaldırıcı Kontrol Valfi Kesiti.....                                           | 17 |
| Şekil 4.2. Hema Endüstri Deney Tezgahı.....                                                       | 18 |
| Şekil 4.3. Traktör Hidrolik Sistem Şeması.....                                                    | 19 |
| Şekil 4.4. Hidrolik Kaldırıcı Kontrol Valf Şeması.....                                            | 20 |
| Şekil 4.5. Hidrolik Yağ Sıcaklık Viskosite Değişim Değerleri.....                                 | 23 |

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 5.1. Kontrol Valfi CFD Analiz Bölgesi.....                                   | 24 |
| Şekil 5.2. CFD Analiz Yağ Giriş ve Çıkışları.....                                  | 25 |
| Şekil 5.3. Mevcut Tasarım Ana Sürgü Yağ Geçiş Kanalları.....                       | 25 |
| Şekil 5.4. Mevcut Tasarım Ana Sürgü CFD Analiz Modeli.....                         | 26 |
| Şekil 5.5. Mevcut Tasarım Ana Sürgü Yağ Geçiş Kanalları<br>CFD Mesh Görüntüsü..... | 26 |
| Şekil 5.6. Pompa Debisi 10lt/dk Mevcut Ana Sürgü CFD Analiz Görüntüsü.....         | 27 |
| Şekil 5.7. Pompa Debisi 20lt/dk Mevcut Ana Sürgü CFD Analiz Görüntüsü.....         | 27 |
| Şekil 5.8. Pompa Debisi 30lt/dk Mevcut Ana Sürgü CFD Analiz Görüntüsü.....         | 28 |
| Şekil 5.9. Pompa Debisi 40lt/dk Mevcut Ana Sürgü CFD Analiz Görüntüsü.....         | 29 |
| Şekil 5.10. Pompa Debisi 50lt/dk Mevcut Ana Sürgü CFD Analiz Görüntüsü.....        | 30 |
| Şekil 5.11. Yeni Tasarım Ana Sürgü Yağ Geçiş Kanalları.....                        | 30 |
| Şekil 5.12. Yeni Tasarım Ana Sürgü CFD Analiz Modeli.....                          | 31 |
| Şekil 5.13. Yeni Tasarım Ana Sürgü CFD Mesh Görüntüsü.....                         | 31 |
| Şekil 5.14. Pompa Debisi 10lt/dk Yeni Ana Sürgü CFD Analiz Görüntüsü.....          | 32 |
| Şekil 5.15. Pompa Debisi 20lt/dk Yeni Ana Sürgü CFD Analiz Görüntüsü.....          | 32 |
| Şekil 5.16. Pompa Debisi 30lt/dk Yeni Ana Sürgü CFD Analiz Görüntüsü.....          | 33 |
| Şekil 5.17. Pompa Debisi 40lt/dk Yeni Ana Sürgü CFD Analiz Görüntüsü.....          | 34 |
| Şekil 5.18. Pompa Debisi 50lt/dk Yeni Ana Sürgü CFD Analiz Görüntüsü.....          | 35 |
| Şekil 6.1. Mevcut Tasarım Ana Sürgü.....                                           | 37 |
| Şekil 6.2. Yeni Tasarım Ana Sürgü.....                                             | 38 |
| Şekil 6.3. Kontrol Valfi ve Ana Sürgü Montajı.....                                 | 38 |
| Şekil 6.4. Kontrol Valfi Test Düzenegi.....                                        | 39 |
| Şekil 6.5. Mevcut Sürgü Pompa Debisi 10 lt/dk Basınç Değerlerinin Değişimi.....    | 41 |
| Şekil 6.6. Mevcut Sürgü Pompa Debisi 10 lt/dk Silindir Hattı Debi Değişimi.....    | 42 |

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 6.7. Mevcut Sürgü Pompa Debisi 20 lt/dk Basınç Değerlerinin Değişimi.....   | 43 |
| Şekil 6.8. Mevcut Sürgü Pompa Debisi 20 lt/dk Silindir Hattı Debi Değişimi.....   | 43 |
| Şekil 6.9. Mevcut Sürgü Pompa Debisi 30 lt/dk Basınç Değerlerinin Değişimi.....   | 44 |
| Şekil 6.10. Mevcut Sürgü Pompa Debisi 30 lt/dk Silindir Hattı Debi Değişimi ..... | 45 |
| Şekil 6.11. Mevcut Sürgü Pompa Debisi 40 lt/dk Basınç Değerlerinin Değişimi ..... | 46 |
| Şekil 6.12. Mevcut Sürgü Pompa Debisi 40 lt/dk Silindir Hattı Debi Değişimi ..... | 46 |
| Şekil 6.13. Mevcut Sürgü Pompa Debisi 50 lt/dk Basınç Değerlerinin Değişimi ..... | 47 |
| Şekil 6.14. Mevcut Sürgü Pompa Debisi 50 lt/dk Silindir Hattı Debi Değişimi ..... | 48 |
| Şekil 6.15. Yeni Sürgü Pompa Debisi 10 lt/dk Basınç Değerlerinin Değişimi .....   | 49 |
| Şekil 6.16. Yeni Sürgü Pompa Debisi 10 lt/dk Silindir Hattı Debi Değişimi.....    | 49 |
| Şekil 6.17. Yeni Sürgü Pompa Debisi 20 lt/dk Basınç Değerlerinin Değişimi .....   | 50 |
| Şekil 6.18. Yeni Sürgü Pompa Debisi 20 lt/dk Silindir Hattı Debi Değişimi .....   | 51 |
| Şekil 6.19. Yeni Sürgü Pompa Debisi 30 lt/dk Basınç Değerlerinin Değişimi.....    | 52 |
| Şekil 6.20. Yeni Sürgü Pompa Debisi 30 lt/dk Silindir Hattı Debi Değişimi.....    | 52 |
| Şekil 6.21. Yeni Sürgü Pompa Debisi 40 lt/dk Basınç Değerlerinin Değişimi.....    | 53 |
| Şekil 6.22. Yeni Sürgü Pompa Debisi 40 lt/dk Silindir Hattı Debi Değişimi .....   | 54 |
| Şekil 6.23. Yeni Sürgü Pompa Debisi 50 lt/dk Basınç Değerlerinin Değişimi.....    | 55 |
| Şekil 6.24. Yeni Sürgü Pompa Debisi 50 lt/dk Silindir Hattı Debi Değişimi.....    | 56 |

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa  
No

|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 4.1. Motor Devrine Göre 1. Yağ Debisi.....                                  | 22 |
| Çizelge 4.2. Motor Devrine Göre 2. Yağ Debisi.....                                  | 22 |
| Çizelge 5.1. Mevcut ve Yeni tasarım Ana Sürgü Basınç Değişim Değerleri.....         | 36 |
| Çizelge 6.1. Mevcut ve Yeni Sürgü Silindir Hattı Basıncı 0 Bar Karşılaştırması..... | 57 |
| Çizelge 7.1. Mevcut ve Yeni Sürgülerin Traktör Saatlik Yakıt Tüketimi.....          | 60 |

# BÖLÜM 1

## GİRİŞ

Tarihte tarım üzerinde insan iş gücünün azaltılması için bilim adamlarının buluşları ve gelişen teknoloji ile iş gücünün azaltılması hedeflenmiş ve sürekli geliştirilerek tarımın daha kolay yapılabilmesine neden olmuştur.

Tarımda teknoloji ile birlikte iş gücünün azaltılmasına ve zamana karşı büyük adımlar atılmıştır. Atılan bu adımlar her geçen gün yeniliklerle ve kolaylıklar ile sürekli gelişmektedir. Tarımda kullanılan traktörler ve traktörlere bağlanan ekipmanlar sayesinde doğa koşullarına bağlı olan zorlukları ortadan kaldırmakta veya etkilerini azaltılmaktadır. Dünyamız sürekli değişmekte ve iklim koşulları her geçen gün daha da kötü ye gitmektedir. Bu sebepten teknolojik gelişmeler eğer traktör ve ekipmanlarda da olmazsa bu çok ciddi maddi zararlara yol açabilir.

Teknolojide gelişmiş olan ülkeler, öncelikli olarak tarımlarını geliştirmektedir. Ülkemizde bu gelişmeleri takip etmeli ve tarımsal ekipmanlarımızı tarımda daha fazla kullanılabilir hale getirmeliyiz. Her geçen yılda, internet çağı ile birlikte görünen o tarımda ekipman satışlarının yanında traktör satışlarında da ciddi artışlar gözlenmektedir. Bu artışlar sayesinde ülkemizin gelişmekte olan ülkelere oranla daha hızlı geliştiğini ortaya koymuştur.

Traktörler ilk üretildiklerinde, sadece traktör çeki demirine bağlanan ekipmanları tarlada kullanılmaktadır. Bağlanan bu ekipmanlar traktörden çok fazla güç çekmekte ve traktör ömrünü azaltmaktadır. Gelişen teknoloji ile traktörlerde Hidrolik kaldırıcı tasarlanmış ve yeni bir devrin başlamasına neden olmuştur. (Erdoğan 2005)

Traktörün motorundan üretilen güç; traktörün hidrolik sisteminde, PTO ( kuyruk mili) veya Traktör çeki bağlama milinde kullanılmaktadır. Traktörde hareketin çekme

kuvvetini, hidrolik kaldırıcı ve traktör çeki bağlama mili ile yapılmaktadır. Traktör motorunda üretilen güç hidrolik kaldırıcı ve çeki bağlama milinde , tekerlekler ve dişli sistemi tarafından çekme kuvvetine dönüştürülür. Hidrolik kaldırıcılar traktörden almış olduğu güç sayesinde Hidrolik kaldırıcıya bağlanan ekipmanı kaldırmaya veya tarlada traktörün tutunmasını sağlayarak rahat sürüş konforu sağlamaya yaramaktadır. (Baştaban, 1994)

Traktörlerde kullanılan ekipmanların toprak işleme sırasında traktörden çekeceği gücü bilinmeli ve traktör gücüne uygun ekipman kullanılmalıdır. Genellikle traktör seçimleri yapılırken kullanıcının o traktör ile ne kadar bir alanı işleyebileceğini ve ne kadar faydalanabileceğini traktör üreticisinden öğrenmesi gerekmektedir.

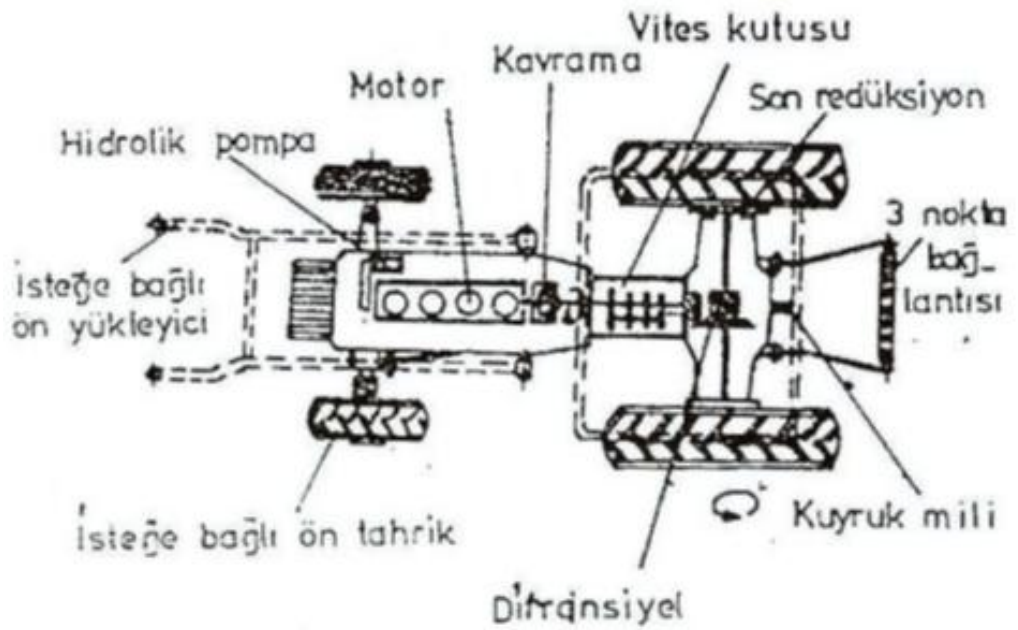
Traktörlerin toprak işleme sisteminin yanında, tarlada çekme kuvveti bütün traktör firmaları tarafından sürekli olarak incelenmekte ve araştırılmaktadır. Traktörlerin gücü ve tasarımları her geçen yıl değişmekte ve ilgi görebilecek hale getirilmektedir. Traktör üreticileri mevcut traktörlerini geliştirmek için çalışmalar yapmaktadır. Yapılan çalışmada, gerçek çalışma koşullarını simule edebilecek gibi sürekli deneysel ve teorik olarak çalışmaktadır. (Sümer, 2005)

Bu çalışmada traktör hidrolik kaldırıcısında bulunan kontrol valfinin, tarla sürüm esnasında topraktan gelen tepkiler ile traktörün pompasında ihtiyaç duyulan hidrolik çalışma basıncını ve bu basıncın sağlanabilmesi için kullanılan yakıt miktarı incelenmiştir.

## BÖLÜM 2

### TRAKTÖRLERDE HİDROLİK KALDIRICILAR VE KONTROL VALFLERİ

Traktörlerin temel yapı elemanları; Hidrolik pompa, motor, kavrama, vites kutusu, son redüksiyon, 3 nokta askı sistemi, kuyruk mili, diferansiyel ve isteğe bağlı ön tahrik sisteminden oluşmaktadır. Traktörün genel yapı elemanları Şekil 2.1.' de gösterilmiştir.

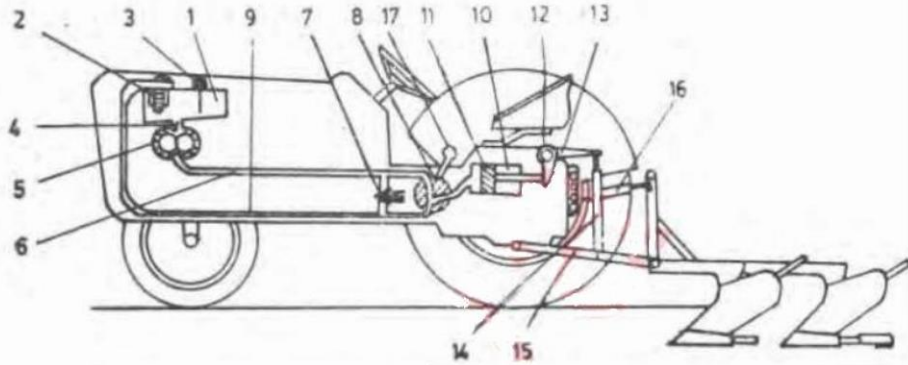


Şekil 2.1. Bir Traktörün Önemli Yapı Elemanları (Fatih 2013)

Traktörlerde bulunan üç nokta askı sistemi ve bu sistemi çalıştıran hidrolik kaldırıcı sayesinde, traktörlere tarım makinaları bağlanabilmekte ve traktörlerin üretmiş olduğu gücü toprağın işlenmesinde kullanılabilmektedir.

## 2.1 Hidrolik Kaldırıcılar

Hidrolik kaldırma sisteminde temel prensip; bir pompa tarafından hareketlendirilen yağın, kaldırma silindrine dolarak kaldırma işlemini yapmasına dayanmaktadır. Bu görevin yapılabilmesi için; sistemin elemanları, Şekil 2.2.' de olduğu gibi traktörün değişik yerlerine dağınık biçimde bağlı veya bir arada bulunabilirler. Bu yapıda yer alan başlıca elemanlar; yağ deposu, hidrolik yağ filtresi, havalandırma kapağı ve ölçü çubuğu, emme borusu, hidrolik pompa, basma borusu, yüksek basınç emniyet sübapı, Hidrolik kontrol valfi, geri dönüş borusu, hidrolik silindir (kaldırma silindiri), hidrolik piston, kaldırma mili, kaldırma kolları, yan askı kolları, alt bağlantı kolları, orta askı bağlantı kolu, hidrolik komuta kolundan oluşmaktadır.



**Şekil 2.2.** Traktörlerde Elemanları Dağınık Biçimde Yerleştirilmiş Hidrolik Kaldırma Sistemi (Fatih 2013)

- |                                        |                                  |
|----------------------------------------|----------------------------------|
| 1. Depo,                               | 5. Hidrolik pompa,               |
| 2. Hidrolik yağ filtresi               | 6. Basma borusu                  |
| 3. Havalandırma kapağı ve Ölçü çubuğu, | 7. Yüksek basınç emniyet supabı, |
| 4. Emme borusu                         | 8. Hidrolik Kontrol valfi,       |

9. Geri dönüş borusu,

10. Hidrolik silindir,

11. Hidrolik pistonu,

12. Kaldırma mili,

13. Kaldırma kolları,

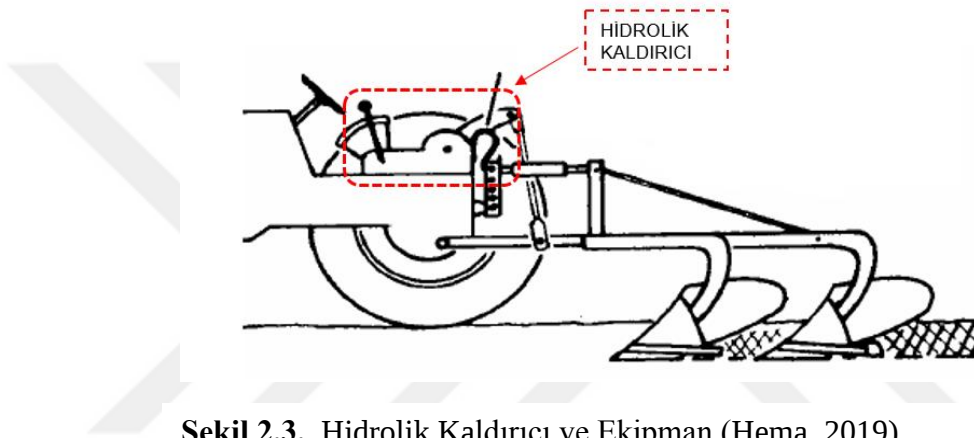
14. Yan askı kolları,

15. Alt bağlantı kolları,

16. Orta askı bağlantı kolu,

17. Hidrolik komuta kolu.

Hidrolik kaldırıcı traktörün arka kısmında Şekil 2.3.' de gösterildiği gibi, diferansiyel üzerine monte edilmiştir.



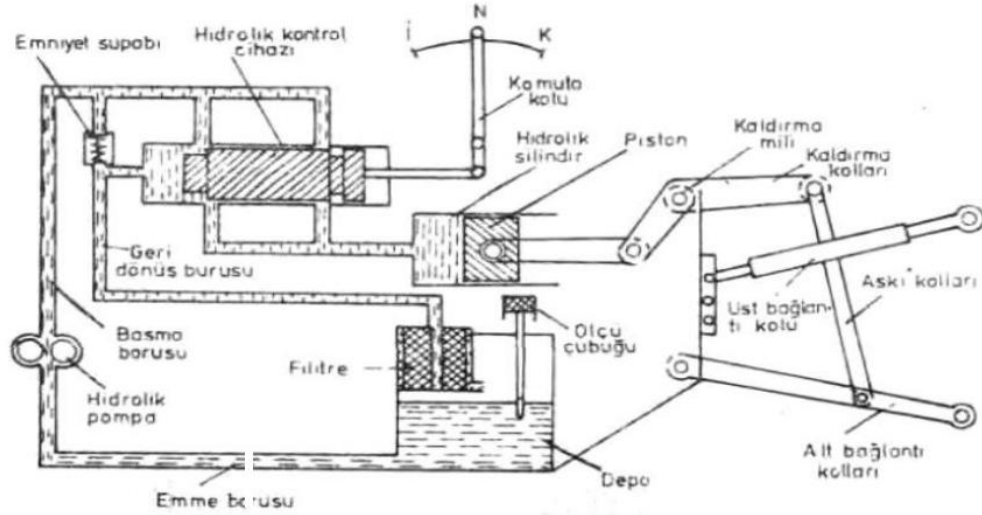
**Şekil 2.3.** Hidrolik Kaldırıcı ve Ekipman (Hema 2019)

Hidrolik Kaldırıcılar Şekil 2.4.'te gösterildiği gibi traktör firmalarının hidrolik kaldırıcı tasarımlarına göre değişiklik gösterebilir.



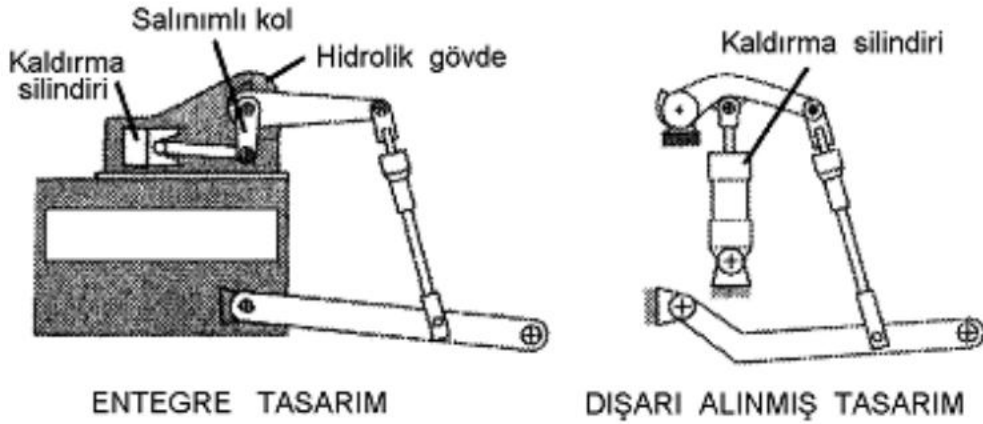
**Şekil 2.4.** Farklı Tasarımlarda Hidrolik Kaldırıcılar (Hema 2019)

Hidrolik kaldırıcılar Şekil 2.5.'de gösterildiği gibi bir gövde, iki adet kaldırma kolu, krank kolu, kaldırma mil, piston kolu, piston, silindir ve kontrol valfinden meydana gelen devre elemanlarında oluşmaktadır. Ekipmanlar hidrolik kaldırıcıya 3 nokta askı sistemi yardımı ile bağlanır ve kumanda kolları ile istenen pozisyona kalkması veya inmesi sağlanır. (Hema 2019 )



**Şekil 2.5.** Hidrolik Kaldırıcı İç Mekanizmaları (Fatih 2013)

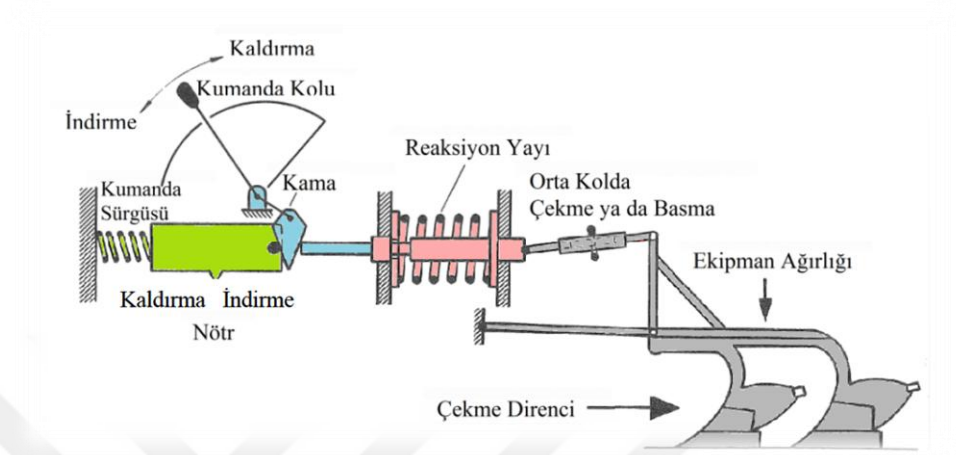
Hidrolik kaldırıcılar Şekil 2.6.'de gösterildiği gibi içten ve dıştan silindirli olarak tasarlanabilirler. Tasarımlarında diğer bir farklılıkta toprak hassasiyet sistemleridir. Hidrolik kaldırıcıların toprak hassasiyet sistemleri orta koldan veya alt çeki kolundan olacak şekilde tasarlanırlar.



**Şekil 2.6.** İçten ve Dıştan Silindirli Hidrolik Kaldırıcı Modelleri (Fatih 2013)

### 2.1.1. Hidrolik Kaldırıcı Orta Kol Çeki Hassasiyet Sistemi

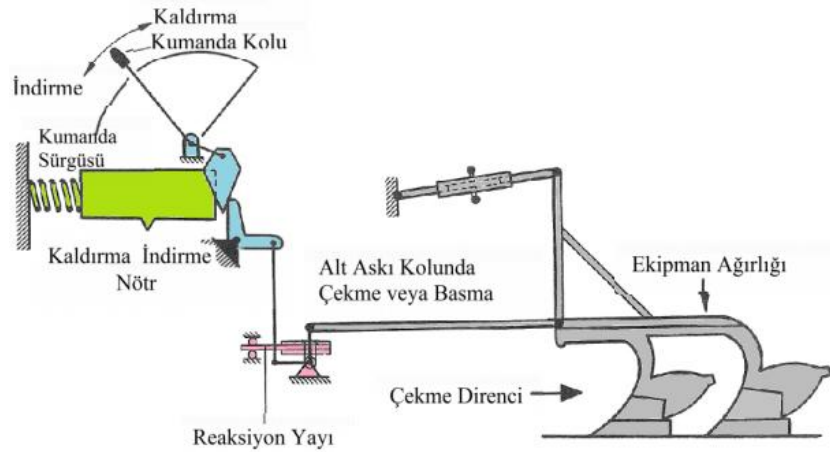
Şekil 2.7.' de gösterildiği gibi topraktan hissettiği tepkiyi ortakol ile Hidrolik kaldırıcı üzerinde bulunan reaksiyon yayına iletilen tiptir.



Şekil 2.7. Çeki Kuvvetini Orta Koldan Hisseden Mekanizma ( Lift 1992 )

### 2.1.2. Hidrolik Kaldırıcı Alt Askı Kolundan Çeki Hassasiyet Sistemi

Şekil 2.8.' de gösterildiği gibi topraktan hissettiği tepkiyi gösterildiği gibi alt askı kolunda bulunan mekanizmalar sayesinde hidrolik kaldırıcıya ileten modeldir.



Şekil 2.8. Çeki Kuvvetini Alt Noktadan Hisseden Mekanizma ( Lift 1992 )

Hidrolik kaldırırcılar fonksiyonel özelliklerinden bir tanesi de çeki hassasiyet sistemi özelliğinin olmasıdır. Bu özellikler sayesinde, traktörün hidrolik kaldırırcı ile toprak işleme sırasında, topraktan gelen çekme direncini orta kol veya alt askı kolu sistemleri ile hidrolik kaldırırcıda bulunan mekanizmalara iletilir. Şekil 2.7. ve Şekil 2.8.' de gösterildiğı gibi mekanizmalar orta kol ve alt askı kolundan almış olduğı bu hareketleri kontrol valfine iletilir. Kontrol valfine iletilen bu hareketler, pompadan gönderilen yağı hidrolik kaldırırcı içinde bulunan silindire gönderir ve ekipmanı yukarıya doğru hareket ettirerek çeki direncini azaltmaya yaramaktadır.

## **2.2. Kontrol Valfleri**

Traktörlerde istenen özelliklerden bir tanesi hidrolik kaldırırcının hareketlerinin rahat bir şekilde kontrol edilebilmesi, hidrolik kaldırırcının ani hareketlerin engellenmesi, bağlanan ekipmanın şekline ve ekipmanın ağırlığına bağlı kalmadan kullanım esnasında traktörü sarsmasının engellenmesi ve hassas bir şekilde hidrolik kaldırırcının hareketleri hidrolik kontrol valfleri ile sağlamaktadır.

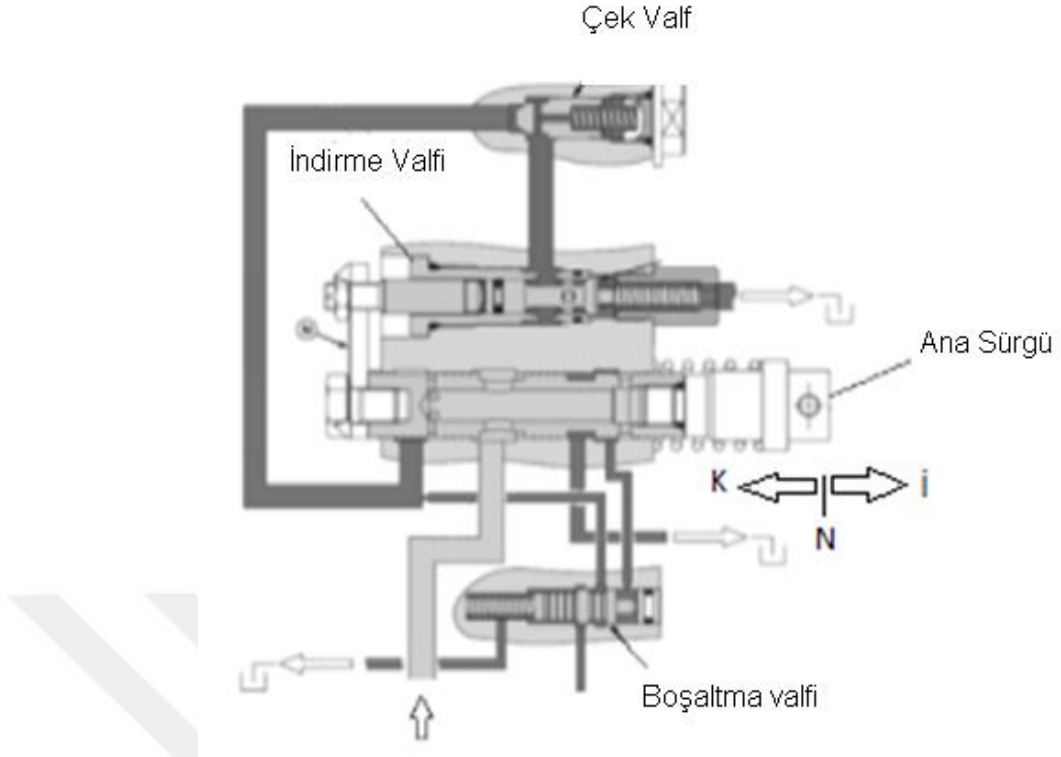
İstenen bu özelliklerin sağlanabilmesi için hidrolik kontrol valfleri Şekil 2.9.' de gösterildiğı gibi parçalardan oluşmaktadır. Bu parçalar; ana sürgü, boşaltma valfi, çek valf ve indirme valfleridir.

Ana sürgü: Hidrolik pompadan gelen yağı yönlendiren bir devre elemanıdır.

Boşaltma valfi: Ana sürgüden talimatla yağı tank hattına gönderir veya yağın tank hattına gönderilmesini engelleyen devre elemanıdır.

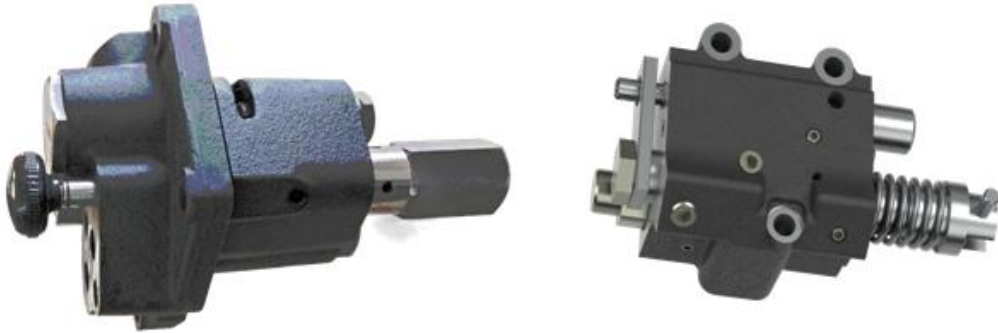
Çek valf: Ana sürgüden gelen yağın tekrardan ana sürgü üzerine gönderilmesini engeller.

İndirme valfi: Ana sürgüden aldığı tahrik ile Hidrolik kaldırırcı silindiri için deki yağın boşaltılmasını sağlar.



**Şekil 2.9.** Hidrolik Kaldırıcı Kontrol Valfi Sistem Elemanları (Gökay 2008)

Şekil 2.10.' de gösterildiği gibi hidrolik kontrol valfleri hidrolik liftlerin kaldırma kapasitelerine bağlı kalmaksızın, Traktör sisteminde istenen çalışma basınçlara uygun olacak şekilde farklı boyutlarda tasarlanabilirler. Bu çalışma basınçları traktör üreticileri tarafından belirlenir ve genelde 190 bar olarak kabul edilir. Çalışma basınçları traktör üreticilerine göre değişkenlik gösterebilir( Hema 2019 )



**Şekil 2.10.** Farklı Tasarımlarda Kontrol Valfleri ( Hema 2019)

Hidrolik kaldırıcı kontrol valfleri farklı tasarımlara sahip olsa da çalışma sistemleri aynıdır. Hidrolik kaldırıcı kontrol valfleri pompadan gönderilen hidrolik yağ enerjisini traktörün hidrolik kaldırıcısının kullanılmadığı pozisyonda nötr konumda konumlanmaktadır. Kontrol valfi Şekil 2.9.'de gösterildiği gibi Nötr ( N ) konumdan Kaldırma ( K ) konumuna doğru veya İndirme ( İ ) konumuna doğru hidrolik kaldırıcıda bulunan mekanizmalar ile hareket ettirilerek pompadan gönderilen yağa yön verirler.

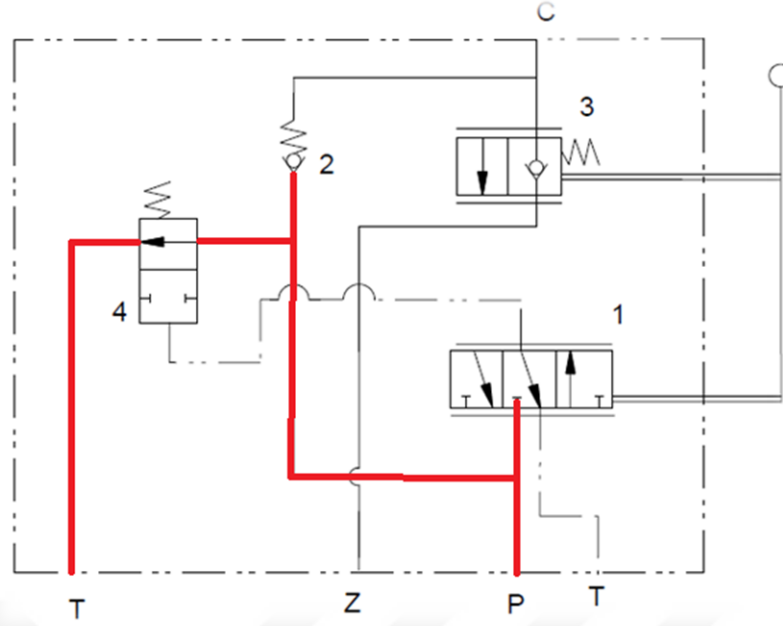
### **2.2.1. Kontrol Valflerinin Çalışma Anındaki Konumları ve Devre Şemaları**

Kontrol valfleri tasarımları ve istenilen özellikleri sağlayabilmesi için üç farklı konumda çalışırlar,

1. Nötr ( N ) konumu
2. Kaldırma ( K ) Konumu
3. İndirme ( İ ) Konumu

#### **2.2.1.1. Nötr Konumu**

Kontrol valfi nötr konumunda iken Şekil 2.11.' deki devre şemasında Hidrolik pompadan gelen yağ herhangi bir devre elemanı kullanılmıyorsa, kontrol valfi üzerinden yağı tank hattına göndermektedir. Valfin nötr konumda demek; Ana sürgü üzerinden yağa herhangi bir yön verilmemesi pompadan gelen yağın boşaltma valfi üzerinde tank a gönderilmesi demektir.



**Şekil 2.11.** Kontrol Valfi Nötr Konumu Devre Şeması (Samet 2018)

P. Pompa

T. Tank

Z. Silindir hattı tankı

C. Silindir hattı

1. Ana Sürgü

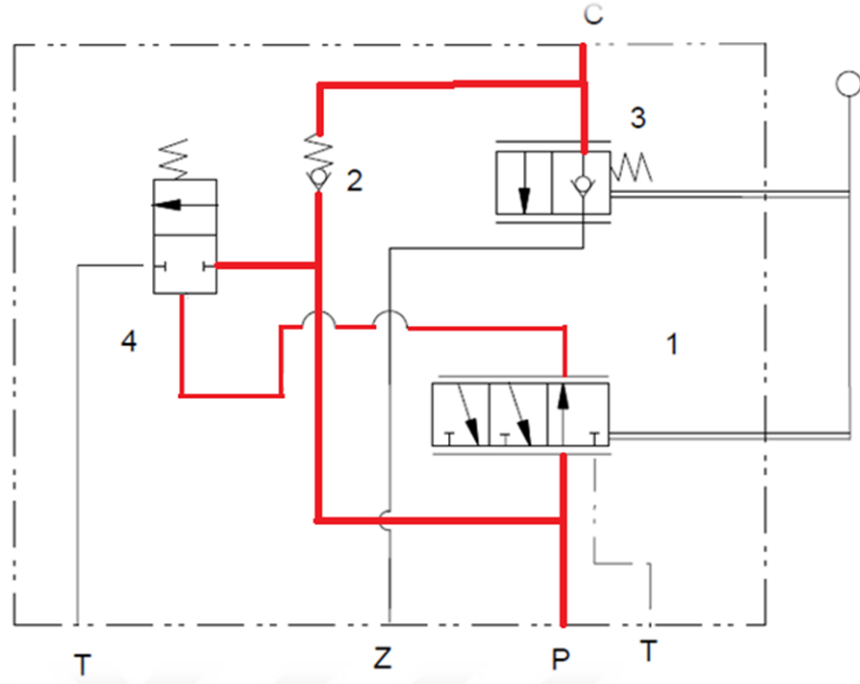
2. Çek valf

3. İndirme valfi

4. Boşaltma valfi

#### 2.2.1.2. Kaldırma Konumu

Şekil 2.12.' de gösterildiği gibi kontrol valfine pompadan gelen yağı ana sürgü üzerinde bulunan galeriler ile boşaltma valfinin arka kısmına göndermekte ve boşaltma valfinde bulunan yay ile yağ tank hattı kapalı konuma getirmektedir. Boşaltma valfi tarafından kapanan tank hattı yağı silindir hattına doğru yönlendirmektedir. Silindir hattına gönderilen yağ lift kollarını yukarı doğru hareket etmesini sağlamaktadır.



**Şekil 2.12.** Kontrol Valfi Kaldırma Konumu Devre Şeması (Samet 2018)

P. Pompa

T. Tank

Z. Silindir hattı tankı

C. Silindir hattı

1. Ana Sürgü

2. Çek valf

3. İndirme valfi

4. Boşaltma valfi

### 2.2.1.3. İndirme Konumu

Şekil 2.13.' te gösterildiği gibi kontrol valfi indirme konumunda iken pompadan gelen yağ ana sürgünün konumundan dolayı yağı boşaltma valfi üzerinden tanka göndermektedir. Ayrıca hidrolik kaldırıcı silindirin de bulunun yağı indirme valfi üzerinden tahliye etmekte ve hidrolik kaldırıcı kolları aşağı yönde hareket etmesini sağlamaktadır.



## BÖLÜM 3

### LİTARATÜR TARAMASI

Traktör hidrolik kaldırıcıları ve üç nokta askı sistemi ile ilgili yapılmış olan bazı çalışmaların özetleri ve kaynak özetleri aşağıda verilmiştir.

Acar, Öztürk ve Güner (2011) tarafından hazırlanan çalışmada, traktörler ile ilgili bilgiler verilerek, tarım işlemede önemli yer tutan toprak işleme, dikim, ekim, ilaçlama, gübreleme, harman, hasat, ve sulama işlemlerinde kullanılan alet, makine ve ekipmanların kullanımına ait bilgiler verilmiştir.

Ivan (2011) tarafından hazırlanan, Design of hydraulic systems for lift trucks adlı çalışmada; dişli pompa hesaplarının nasıl yapıldığı ve hesaplamalarda dikkat edilecek hususlar ele alınmıştır.

Akçasu (1963) çalışında üç nokta askısının toplam veriminden bahsetmiştir. Bu verimi 445 modeli Türk Traktöründe % 79 bulunmuştur.

Baştaban (1994) tarafından hazırlanan çalışmada, dört gövdeli kültür form tipi bir pullukla toprak işleme yaklaşık 18 cm derinlikte yapılmıştır. Sürüm hızları 7.5 km/h, 35 km/h, seçilmiştir. Bu ilerleme hızlarında yakıt tüketimi ve pulluk çeki kuvveti değeri ölçülmüştür. Maksimum çeki kuvveti 13.3 kN' la 7.5 km/h' lık sürüm hızında, en düşük çeki kuvveti ise 9.4 kN' la 35 km/h' lık sürüm hızında elde edilmiştir.

Burak ve Turgay (2018) tarafından hazırlanan makalede, traktörlerin Hidrolik pompasında 19 bar basınç oluşturabilmek traktör motorunun 0.56 kW enerji üretmesi

gerektiği elde edilmiştir. 100 HP gücünde bir traktör bu enerjiyi üretebilmesi için 0.18 litre/saat yakıt tüketimi yaptığı bulunmuştur.

Fatih (2013) tarafından hazırlanan yüksek lisans tezinde, Hidrolik kaldırıcı kaldırma kapasitesi ve dış kol tasarımı incelenmiştir. Dış kol bilgisayar destekli tasarım 3d model programları ile modellenmiştir. Dış kol çeki kuvveti ve kaldırma kuvveti göz önüne alınarak analiz edilmiştir.

Gökay (2008) tarafından hazırlanan V. Hpkon İzmir Kongresinde bir kontrol valfinin çalışma prensibi anlatılmıştır.

Havva ve İsmail (2012) tarafından hazırlanan Arazi Toplulaştırmasının Kırsal Alanda Yakıt Tüketimi ve Karbondioksit Salınımına Etkisinin Belirlenmesi adlı makalede; traktörler farklı toprak işleme koşullarında kullandıkları yakıt miktarı ve bu yakıt miktarlarına karşılık gelen karbondioksit salınım miktarı incelenmiştir.

ISO 730-1 (1994) Tarım traktörleri ve traktörlerde kullanılan 3 nokta askı sisteminin tasarımı konusunda bilgi verilmiştir. 3 nokta askı kol sisteminin bileşenlerinin boyutlarına ve tasarımına sınırlamalar getirerek bileşenleri boyutlandırmıştır.

Kaya, Akdemir ve Dalmış (2013) tarafından yapılan çalışmada ülkemizde yaygın olarak kullanılan çapa traktörleri için tork ve çeki kuvveti ölçüm düzeneği geliştirmişlerdir.

Keçecioğlu ve Gülsoylu (2003) tarafından III. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresinde “Traktör ve Tarım Makinaları Hidroliği” başlıklı makalesinde, entegre ve ayrılmış yapıya sahip kaldırma mekanizmalarının yapısı incelenmiş, kaldırma mekanizmasının işlevi ve traktör arkasında yer alan üç nokta kaldırma mekanizması için geçerli olan standartlardan bahsedilmiştir.

Keçecioğlu ve Gülsoylu (2005) çalışmalarında traktörün temel yapısı, traktörün temel mekanizmaları, traktörlerin mekanik özellikleri, Fren traktörün hidrolik yapısı, traktör direksiyon sistemi, traktör tekerlekleri, jantlar, traktörlerin beklenmedik anlarda devrilmeleri, Traktör kuyruk mili ve bağlama elemanları, traktör testleri konuları açıklanmıştır.

Michael ve Judy (2000) araştırmalarında, traktör hidrolik kaldırıcı kollarındaki gerilim analizleri için sanal gerçeklik teknikleri uygulaması yapmışlardır.

Saral (1997) tarafından yapılan çalışmada, traktörlerin anlatımı ve traktörlerin işlevleri ve kendi içinde ayırt edici özellikleri ve traktörlerin sahip olduğu sistemlere yer verilmiştir.

Sümer (2005) tarafından hazırlanan “Değişik Lastik ve Tekerlek Düzenlemelerinin Traktör Çeki Verimine Etkileri Üzerinde Bir Araştırma” başlıklı araştırmada, iki farklı tasarımda lastik modelinin traktör verimi üzerindeki etkileri, deneysel yöntemlerle incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Tarla ve beton zemin denemelerinde sabit patinaj değeri (%15), maksimum çeki kuvveti, traktör özgül yakıt sarfıyatı, traktörün maksimum çeki gücü ve genel verimi üzerindeki etkileri ele alınmıştır.

TS 660 (1986) tekerlekli tarım traktörlerinde hidrolik kaldırıcı düzenini tarif eder. Bu standartta, hidrolik kaldırıcı düzeninin parçalarını, birbirleri ile montajını Şekilsel ve sayısal değerler olarak verilmiştir. Üç nokta askı düzeninin malzemesini, uygulanan muayene ve deneylerini içerir. Kaldırma kapasitesinin belirlenmesi ve ölçüm yöntemini de içermektedir.

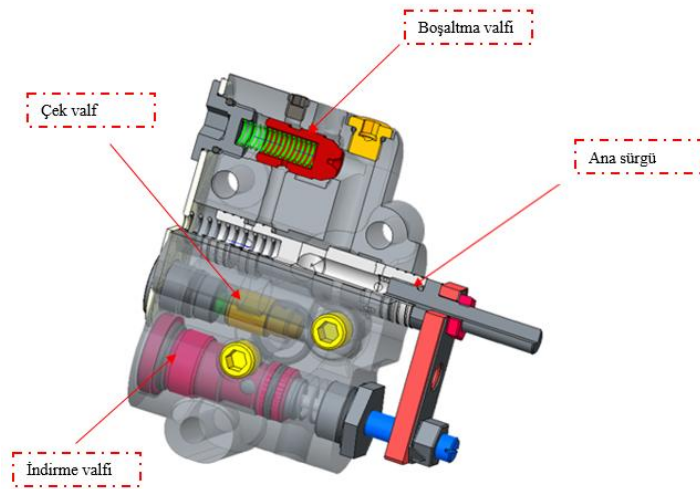
Ülger, Güzel, Eker, Pınar, Kayışoğlu, Akdemir, Bayhan ve Sağlam (2002) tarafından hazırlanan çalışmada, bir traktörün yapı elemanları ve üç nokta askı düzeni incelenmiştir.

## BÖLÜM 4

### MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada yararlanılan kontrol valfi aşağıda Şekil 4.1.' de gösterilmiştir. Kontrol valfi üzerinde ana sürgü, boşaltma valfi, çek valf, indirme valfi ve bazı bağlantı parçaları yer almaktadır. Bu çalışmada kullanılan kontrol valfi nötr konumdan itibaren 8 mm kaldırma konumunda ve 4 mm de indirme konumunda hareket etmektedir.

Çalışmada kullanılan kontrol valfi incelendiğinde toprak hassasiyet sistemi ile sadece 0-2 mm arası nötr den kaldırma konumuna hareket ettiği tespit edilmiştir.



Şekil 4.1. Hidrolik Kaldırı Kontrol Valfi Kesiti (Samet 2018)

#### 4.1.1. Autodesk CFD Uygulaması

Autodesk CFD 2016 (Computational Fluid Dynamics) programı Autodesk in programları arasında olup akış, basınç, sıcaklık ve bunlara benzer analizler yapılabilmektedir. Bu program yardımı ile ürün tasarım aşamasında iken oluşabilecek hataları analizler ile ortaya çıkarmakta ve yeni ürünlerin hızlı bir şekilde doğrulanmasını sağlamaktadır. Bu program sadece hidrolik yağ basınç kayıpları değil, bunun yanında hava ve farklı malzemelerde analizlerde yapabilmeyi mümkün kılmaktadır.

Program kullanım şekli olarak anlaşılır bir ara yüze sahip olup, kullanımında bi o kadar kolaydır. Tasarlanan bir ürünün yağ veya hava geçiş kanalları, Solid 3d model programlarında hazırlanan modelleri Parasolid formatında kayıt ederek, bu programa yüklemek gerekmektedir. Analiz yapmak istediğiniz datayı programa yüklediğinizde istediğiniz akış analizini kolay bir şekilde analiz yapabilirsiniz.

#### 4.1.2. Deney Tezgahı

Şekil 4.2.' de yer alan deney tezgahı Hema Endüstri A.Ş. bünyesinde PL71 diye adlandırılan deney tezgahıdır. Deney tezgahı 1 adet Bilgisayar, Labview programı, VG32 hidrolik yağ, hidrolik debimetre, hidrolik Pompa, Basınç Manometreleri, Hidrolik debi ayar cihazı, v.b. ekipmanlardan oluşmaktadır.



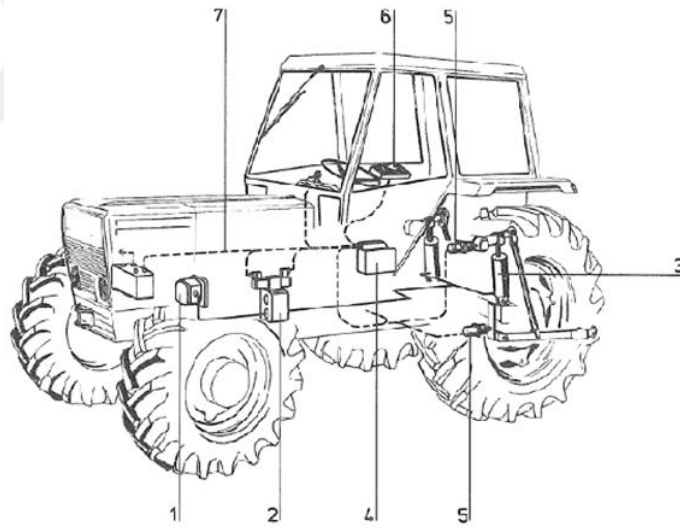
Şekil 4.2. Hema Endüstri Deney Tezgahı ( Hema 2019)

## 4.2 METOD

Çalışmada gerçek koşulları simule edebilmek için oluşturulmuş olan deney düzeneğinde; Traktörler hidrolik devre bağlantıları, traktörlerde kullanılan pompanın debisini ve traktör transmisyonlarında kullanılan yağın özelliklerini karşılaması gerekmektedir.

### 4.2.1. Traktör Hidrolik Devre Bağlantıları.

Çalışmada kullanılan deney düzeneğini traktörlerde kullanılan sistemlerden yararlanılarak simule edilmiştir. Traktörlerin hidrolik devreleri traktör üretici firmaların tasarımlarına göre değişiklikler gösterebilmektedir. Şekil 4.3.' de gösterilen devre basit bir hidrolik devresidir.



**Şekil 4.3.** Traktör Hidrolik Sistem Şeması (Lift 1992)

1: Hidrolik pompa,

2: Kontrol valfi,

3: Kaldırıcı silindiri,

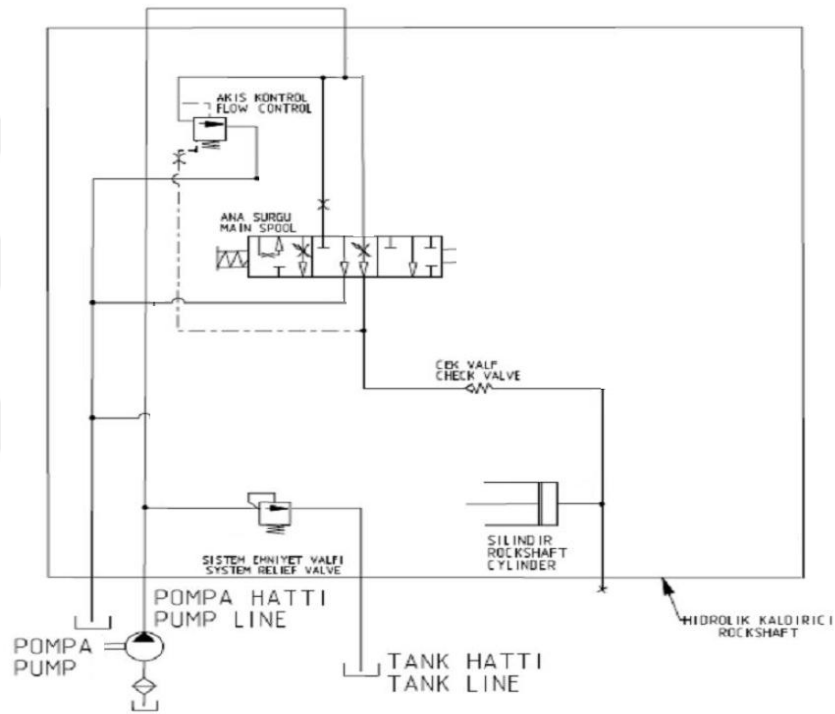
4: Hidrolik dağıtım merkezi

5: Alt askı kolu güç kontrol iletim merkezi

6: Kontrol merkezi

7: Hidrolik borulama

Şekil 4.3.' deki devrede Traktör motoruna bağlanan pompa, motordan almış olduğu tahrik ile mekanik enerjiyi hidrolik enerjiye çevirmektedir. Hidrolik enerjiye sahip yağ, sistemde bulunan hortumlar ile hidrolik dağıtım merkezine oradan da hidrolik kontrol valfi içinde bulunan kontrol valfine iletilmektedir. Kontrol valfine ulaşan yağ burada istenen komutlar ile yağı tanka veya hidrolik kaldırıcıda bulunan silindirlere göndermektedir. Traktör üreticilerine göre hidrolik devre şemaları değişiklik gösterebilir, Şekil 4.4.' de farklı bir traktöre ait devre şeması bulunmaktadır.



**Şekil 4.4.** Hidrolik Kaldırıcı Kontrol Valf Şeması (Samet 2018)

Sistemde bulunan pompanın ve hortumların yüksek basınçlardan zarar görmesini engellemek için Şekil 4.4.' de gösterildiği gibi bir tane de pompadan hemen sonra gelecek şekilde 1 adet sistem emniyet valfi konumlandırılmaktadır. Bu valf sistemin aşırı basınçlardan korumakta ve sistemin maksimum basıncını sabit bir değerde tutmaktadır. Günümüzde üretilen traktörlerin maksimum çalışma basınçları genellikle 190 bar (traktör üreticilerine göre değişiklik gösterebilir) olarak bir valf ile ayarlanmaktadır (Erkunt 2019).

#### 4.2.2. Traktör Pompa Debi Hesabı

Traktörlerde pompa seçimleri traktör üreticileri tarafından yapılmaktadır. Tasarladıkları traktörün ihtiyacı olan hidrolik yağ debisini üretebilecek bir pompa seçimi yaparlar. (Hema 2019)

Traktörler kullanılan motorun çalışma devri marka ve modeline göre değişkenlik gösterebilir. Traktör motorları genelde minimum 500 devir/dk ve maksimum 2200 ile 2500 devir/dk aralığında değişmektedir (Perkins 2019). Bu çalışma devirlerinde motordan tahrik alan pompa sisteme devire ve tahvil oranına bağlı olarak belirli debide yağ göndermektedir.

Tahvil oranı(TO); traktör üreticilerinin traktörlerde kullandıkları motorun pompa bağlantı noktasındaki dişli ile pompa dişlisinin oranıdır. Örneğin motor dakikada 1000 devir yaptığında pompanın 1200 devir yapması tahvil oranını  $1200/1000=1.2$  olarak belirlendiği değerdir.

Traktör üreticileri pompa debi hesabı yaparken aşağıda formülü verilen pompa hesabından yararlanırlar. (Ivan 2011) Bu formül;

$$Q=V.n.\mu_v.10^{-5} \quad [1]$$

Q : Debi (lt/dk)

V: hacim (cm<sup>3</sup>/dev)

n: Pompa devri (dev/dk)

$\mu_v$  : Hacimsel verim (%)

Yukarıda verilen formülde pompa devrini bulabilmek için motor devrini(MD) tahvil oranını ile çarpılarak traktör motorunun devirlerinde pompada üretilen hidrolik yağ debisini bulunur.

$$n=MD \times TO$$

Bu çalışmada kullanılacak veriler için 1 numaralı formül kullanılarak, Hema Endüstri pompa kataloglarında pompa verimleri %95 olarak verilmiş ve aşağıda hesaplanan örneklerde yararlanılmıştır.

**Örnek 1.** 1.2 tahvil oranına olan 12 cm<sup>3</sup> /dev pompaya sahip bir traktör pompa verimi %95 alınması durumunda pompadan sağlayacağı debi farklı devirlerde Çizelge 4.1.' de gösterildiği gibi hesaplanmıştır.

**Çizelge 4.1.** Motor Devrine Göre 1.Yağ Debisi

| MD (dev/dk) | Q (lt/dk) |
|-------------|-----------|
| 500         | 6,8       |
| 1000        | 13,6      |
| 1500        | 20,5      |
| 2000        | 27,3      |
| 2200        | 30,0      |
| 2500        | 34,0      |

**Örnek 2.** 1.3 tahvil oranına olan 16 cm<sup>3</sup>/dev pompaya sahip bir traktör pompa verimi %95 alınması durumunda pompadan sağlayacağı debi farklı devirlerde Çizelge 4.2.' de gösterildiği gibi hesaplanmıştır.

**Çizelge 4.2.** Motor Devrine Göre 2. Yağ Debisi

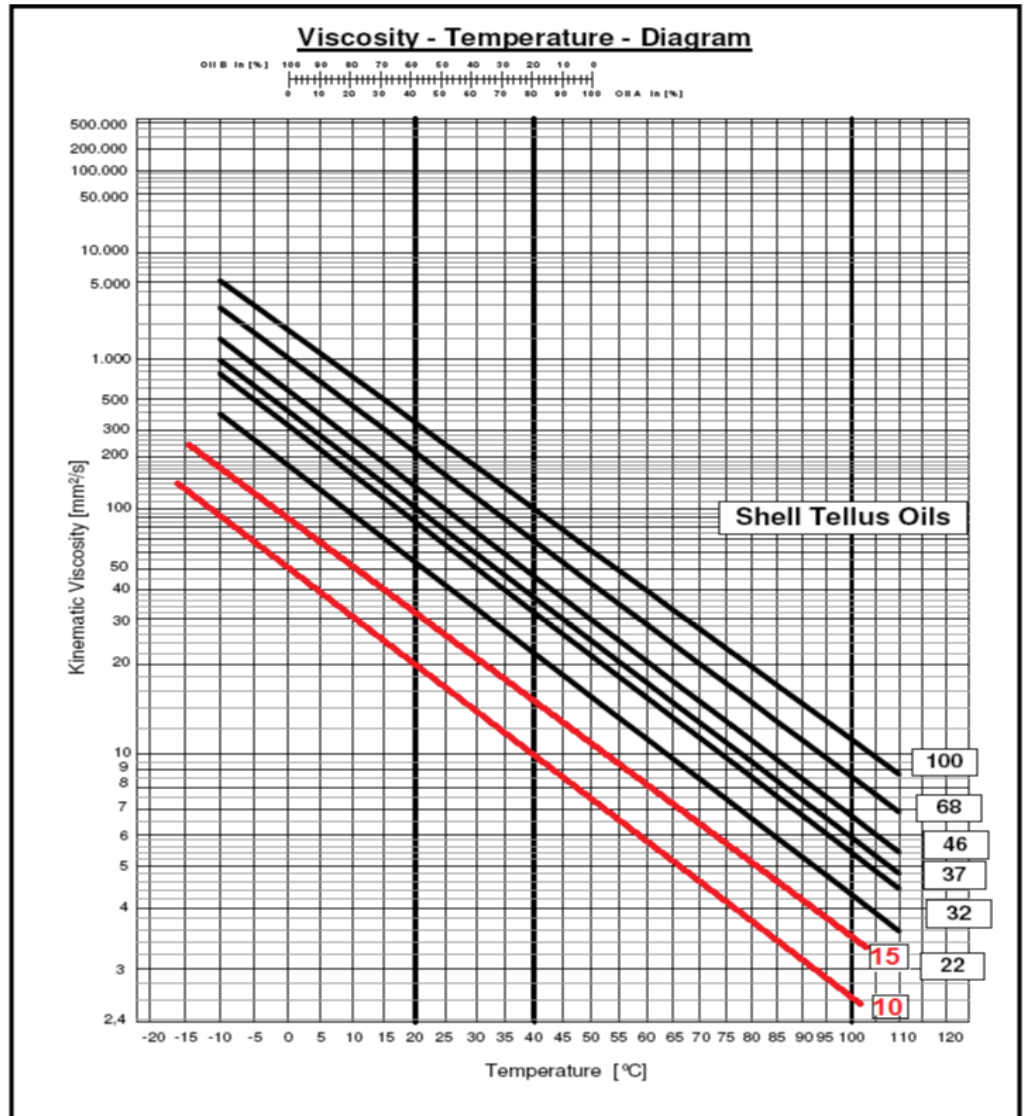
| MD (dev/dk) | Q (lt/dk) |
|-------------|-----------|
| 500         | 9,8       |
| 1000        | 19,7      |
| 1500        | 29,6      |
| 2000        | 39,5      |
| 2200        | 43,4      |
| 2500        | 49,4      |

Örnek 1' de hesaplanan pompa debisi minimum 6,8 lt/dk ve maksimum 34 lt/dk yağ akışı sağlayabilmektedir. Örnek 2' de ise minimum 9,8 lt/dk ve maksimum 49,4 lt/dk yağ akışı sağlayabilmektedir. Traktör üreticilerinin kullanmış olduğu motor ve hidrolik sistemin yağ ihtiyacına göre pompa debileri değişkenlik gösterebilir. Bu sebepten yapılan bu çalışmada yaklaşık olarak 10, 20, 30, 40, 50 lt/dk debiler kabul edilerek deneysel ve teorik analizler yapılmıştır.

#### 4.2.3. Traktör Transmisyonlarında Kullanılan Yağlar

Traktörlerde bulunan hidrolik pompalar genellikle yağ tankı olarak traktörün transmisyonunu kullanırlar. Transmisyon içerisinde bulunan hidrolik yağ pompa tarafından hidrolik kaldırıcıya gönderilmektedir.

Çalışmada traktör üreticilerin transmisyonlarında kullandıkları yağ ile aynı değerlere sahip yağ kullanılmıştır. Şekil 4.5.' de traktör üreticilerinin kullandıkları yağın deneylerde kullanılan yağın viskozite değerlerini, sıcaklık ve yağ cinslerine bağlı olarak yer almaktadır.

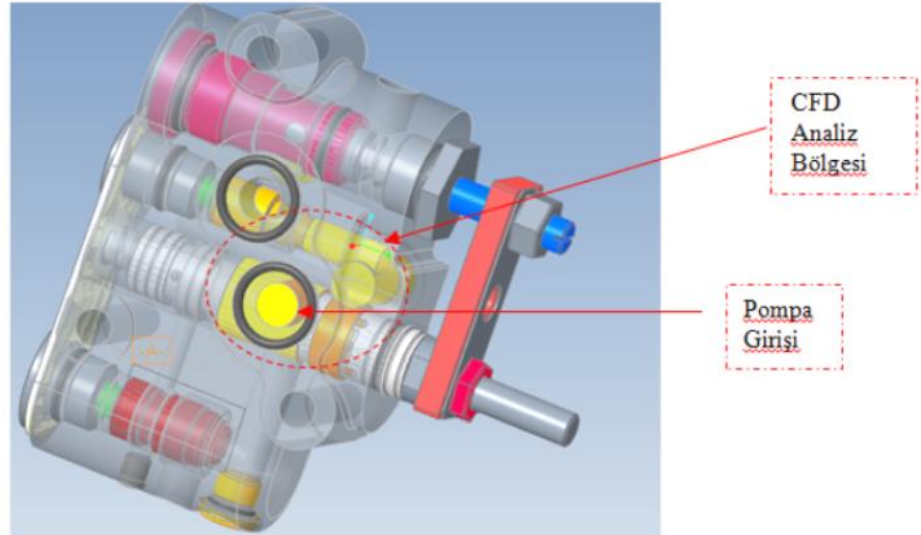


Şekil 4.5. Hidrolik Yağ Sıcaklık Viskosite Değişim Değerleri (Shell 2019)

## BÖLÜM 5

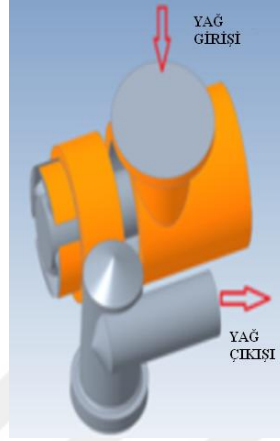
### TEORİK ANALİZLER

Bu çalışmada mevcut tasarım ana sürgü ve yeni tasarım ana sürgü, kontrol valfi üzerinde toprak hassasiyet sisteminin çalışma aralığı olan, 0-2 mm değerleri arasında ortalama 1 mm kaldırma konumunda hareket ettirilerek incelenmiştir. Çalışmada traktör hidrolik pompasının yağ debi değerleri 10, 20, 30, 40, 50 lt/dk olan çalışma değerleri alınmış olup, valf üzerindeki basınç kayıplarını görebilmek için ana sürgü üzerinden yağ çıkış noktası basıncı 0 bar kabul edilmiş ve CFD analiz programı kullanılarak incelenmiştir.



Şekil 5.1. Kontrol Valfi CFD Analiz Bölgesi

CFD programına ana sürgü 3d yağ geçiş kanalları kontrol valfinin çalışma prensibi gereği sadece basınçlandığı alanlar Şekil 5.1.' de gösterildiği gibi belirlenmiş ve sadece o bölgede oluşan basınç kayıpları incelenmiştir.

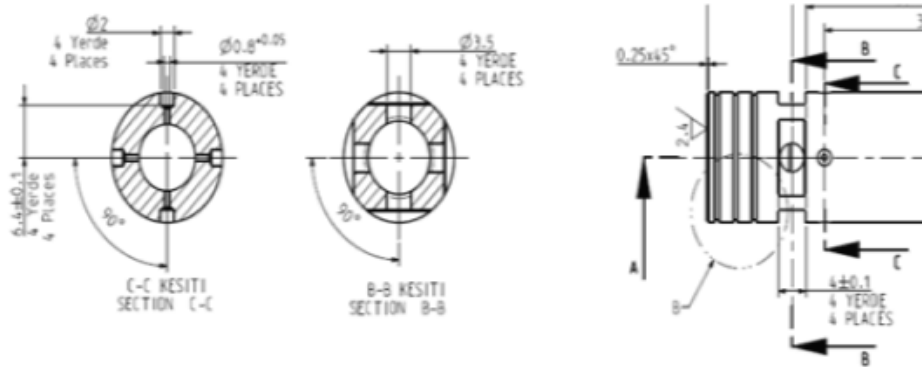


Şekil 5.2. CFD Analiz Yağ Giriş ve Çıkışları

Autodesk CFD programına yüklenilen üç boyutlu model Şekil 5.2.'de gösterildiği gibi yağ giriş ve çıkış kanalları, kontrol valfinin çalışma prensibine göre belirlenmiştir.

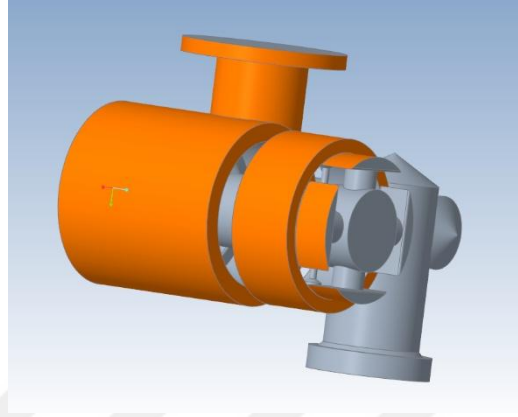
### 5.1. CFD ile Mevcut Tasarım Ana Sürgü Analizi

Çalışmada kullanılan mevcut tasarım ana sürgü yağ geçiş kanalları Şekil 5.3.' de gösterildiği gibi olup 4 adet 0.8 mm delik, 4 adet 3.5 mm delik ve 4 adet boşaltma kanalları bulunmaktadır.



Şekil 5.3. Mevcut Tasarım Ana Sürgü Yağ Geçiş Kanalları.

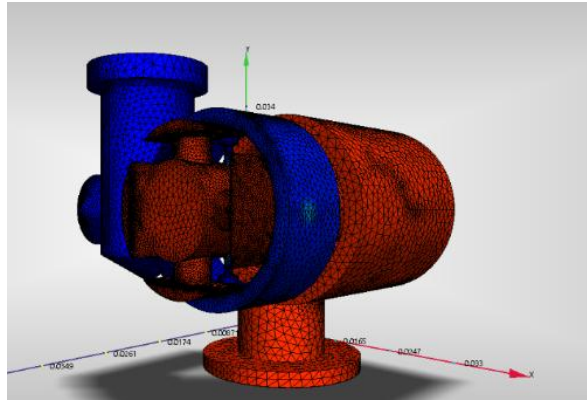
Kontrol valfinin mevcut tasarım ana sürgü yağ geçiş kanallarını analiz programı CFD de inceleyebilmek için analiz datası Şekil 5.4.'deki gibi ana sürgünün yağ geçiş kanalları Creo programında Cut Out komutu ile oluşturulmuştur.



**Şekil 5.4.** Mevcut Tasarım Ana Sürgü CFD Analiz Modeli.

Kontrol valfinin mevcut tasarım ana sürgü yağ geçiş kanalları CFD programına aktarılır. CFD programına girilen sınır şartları aşağıdaki gibidir;

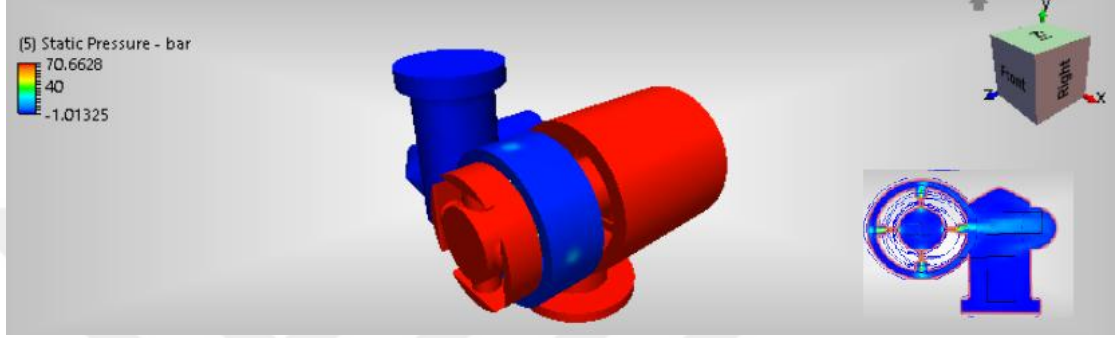
- Pompa girişi yağ debileri; 10,20,30,40,50 lt/dk
- Yağ kanallarında geçtikten sonraki nokta 0 Bar
- Uygulanacak hexahedral ve quadrilateral mesh adeti 1,250,000 (Şekil 5.5.)
- Programın analizi 500 denemeden sonra sonlandırmaktadır.
- Analiz yaklaşık 2-3 saat' de tamamlanmıştır.



**Şekil 5.5.** Mevcut Tasarım Ana Sürgü Yağ Geçiş Kanalları CFD Mesh Görüntüsü

### 5.1.1. Pompa debisi 10 lt/dk CFD Mevcut Tasarım Ana Sürgü Analizi Sonucu

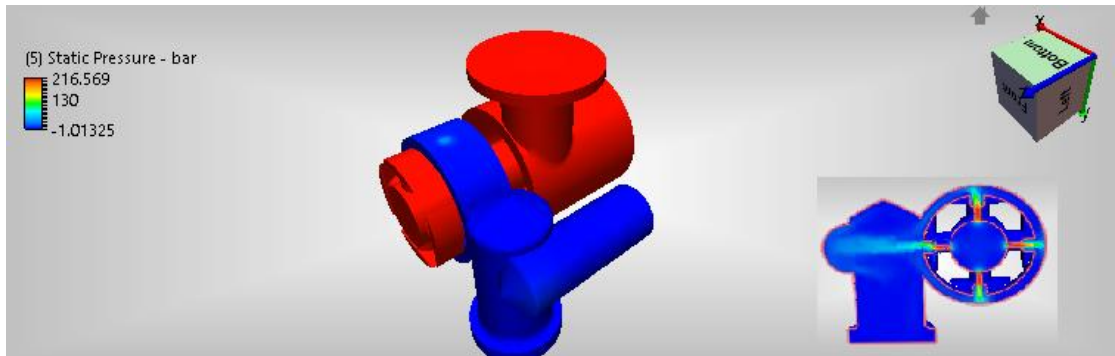
CFD analiz programında mevcut tasarım ana sürgü analizi tamamlandığında programın 10 lt/dk pompa debisinde ana sürgü 1 mm kaldırma yönünde yağ geçişine izin vermesi durumunda pompa giriş basıncı 70.6 bar a ulaşacağı Şekil 5.6.' de görülmektedir.



Şekil 5.6. Pompa Debisi 10lt/dk Mevcut Ana Sürgü CFD Analiz Görüntüsü

### 5.1.2. Pompa debisi 20 lt/dk CFD Mevcut Tasarım Ana Sürgü Analizi Sonucu

CFD analiz programında mevcut tasarımın ana sürgü analizi tamamlandığında programın 20 lt/dk pompa debisinde ana sürgü 1 mm kaldırma konumunda hareket ettiğinde pompa giriş basıncı maksimum 216,5 bar a kadar ulaştığı Şekil 5.7.' de görüldüğü gibi basınçlanmanın sadece pompa yağ girişi kanallarında olduğu analiz ile elde edilmiştir.

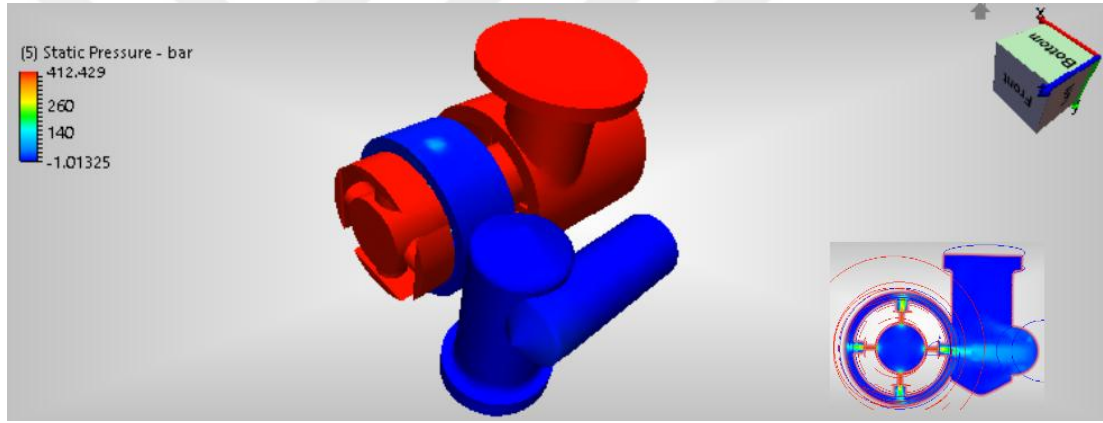


Şekil 5.7. Pompa Debisi 20lt/dk Mevcut Ana Sürgü CFD Analiz Görüntüsü

Traktörlerin hidrolik devre basınçları maksimum 190 bar a ayarlandığı modellerde, traktör hidrolik devresinde bulunan emniyet valfinin mevcut tasarım ana sürgünün 1mm kaldırma konumunda oluşturduğu basınç ile devreye girip sistemde bulunan 190 bar üzeri basıncı tahliye edeceği gözlemlenmektedir.

### 5.1.3. Pompa debisi 30 lt/dk CFD Mevcut Tasarım Ana Sürgü Analizi Sonucu

CFD analiz programında mevcut tasarım ana sürgü analizi tamamlandığında programın 30 lt/dk pompa debisinde ana sürgü 1 mm kaldırma konumunda hareket ettiğinde pompa giriş basıncı maksimum 412,4 bar a kadar ulaştığı Şekil 5.8.' de görüldüğü gibi basınçlanmanın sadece pompa yağ girişi kanallarında olduğu analiz ile elde edilmiştir.

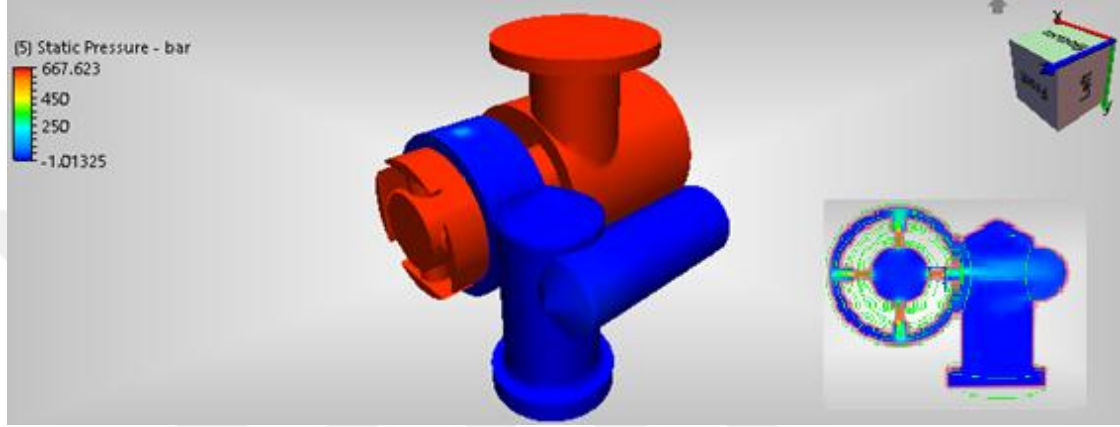


**Şekil 5.8.** Pompa Debisi 30lt/dk Mevcut Ana Sürgü CFD Analiz Görüntüsü

Traktörlerin hidrolik devre basınçları maksimum 190 bar a ayarlandığı modellerde, traktör hidrolik devresinde bulunan emniyet valfinin mevcut tasarım ana sürgünün 1mm kaldırma konumunda oluşturduğu basınç ile devreye girip sistemde bulunan 190 bar üzeri basıncı tahliye edeceği gözlemlenmektedir.

#### 5.1.4. Pompa debisi 40 lt/dk CFD Mevcut Tasarım Ana Sürgü Analizi Sonucu

CFD analiz programında mevcut tasarım analizi tamamlandığında programın 40 lt/dk pompa debisinde ana sürgü 1 mm kaldırma yönünde hareket ettiğinde pompa giriş basıncı maksimum 667,623 bar a kadar ulaştığı Şekil 5.9.' de görüldüğü gibi basınçlanmanın sadece pompa yağ girişi kanallarında olduğu analiz ile elde edilmiştir.

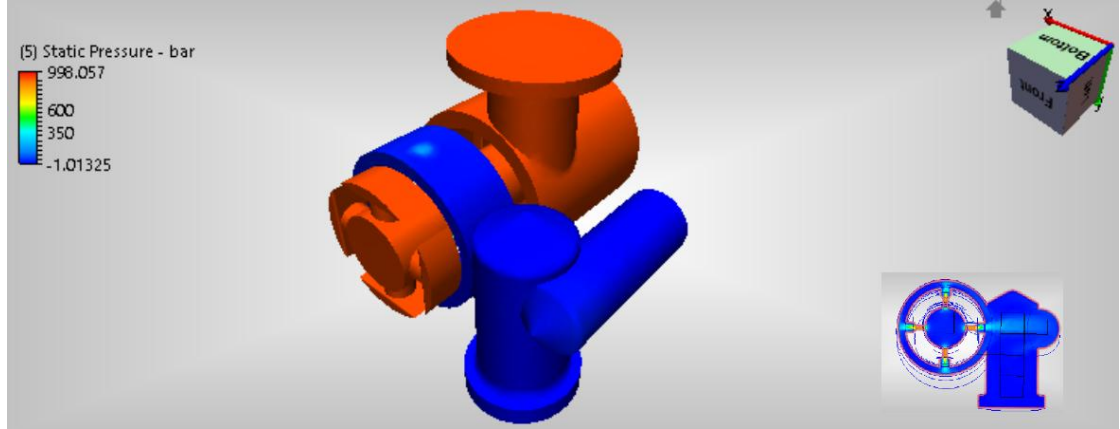


Şekil 5.9. Pompa Debisi 40lt/dk Mevcut Ana Sürgü CFD Analiz Görüntüsü

Traktörlerin hidrolik devre basınçları maksimum 190 bar a ayarlandığı modellerde, traktör hidrolik devresinde bulunan emniyet valfinin mevcut tasarım ana sürgünün 1mm kaldırma konumunda oluşturduğu basınç ile devreye girip sistemde bulunan 190 bar üzeri basıncı tahliye edeceği gözlemlenmektedir.

#### 5.1.5. Pompa debisi 50 lt/dk CFD Mevcut Tasarım Ana Sürgü Analizi Sonucu

CFD analiz programında mevcut tasarım ana sürgü analizi tamamlandığında programın 50 lt/dk pompa debisinde ana sürgü 1 mm kaldırma yönünde hareket ettiğinde pompa giriş basıncı maksimum 996 bar a kadar ulaştığı Şekil 5.10.' de görüldüğü gibi basınçlanmanın sadece pompa yağ girişi kanallarında olduğu analiz ile elde edilmiştir.

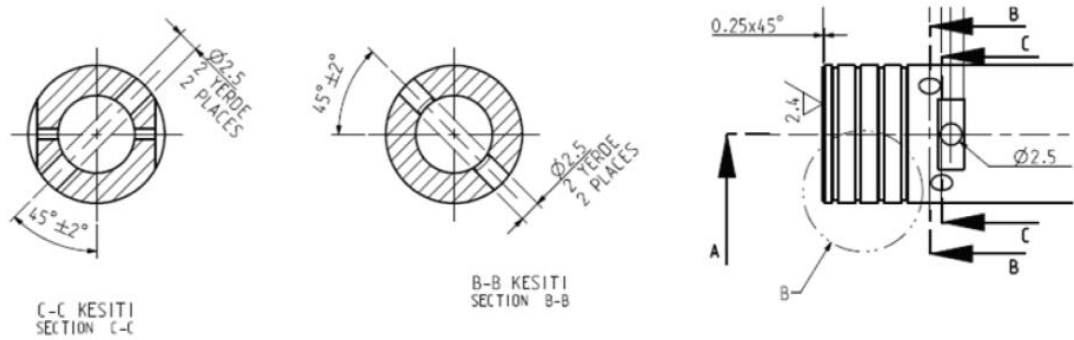


**Şekil 5.10.** Pompa Debisi 50lt/dk Mevcut Ana Sürgü CFD Analiz Görüntüsü

Traktörlerin hidrolik devre basınçları maksimum 190 bar a ayarlandığı modellerde, traktör hidrolik devresinde bulunan emniyet valfinin mevcut tasarım ana sürgününün 1mm kaldırma konumunda oluşturduğu basınç ile devreye girip sistemde bulunan 190 bar üzeri basıncı tahliye edeceği gözlemlenmektedir.

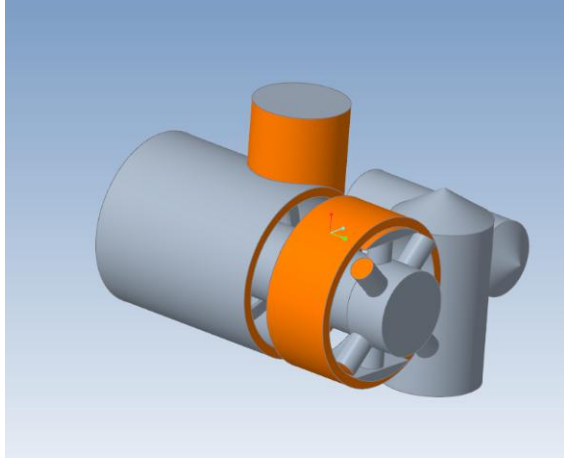
## 5.2. CFD ile Yeni Tasarım Ana Sürgü Analizi

Çalışmada kullanılan yeni tasarım ana sürgü yağ geçiş kanalları Şekil 5.11.' de gösterildiği gibi olup 6 adet 2.5 mm delik ve 2 adet boşaltma kanalları olacak şekilde tasarlanmıştır.



**Şekil 5.11.** Yeni Tasarım Ana Sürgü Yağ Geçiş Kanalları.

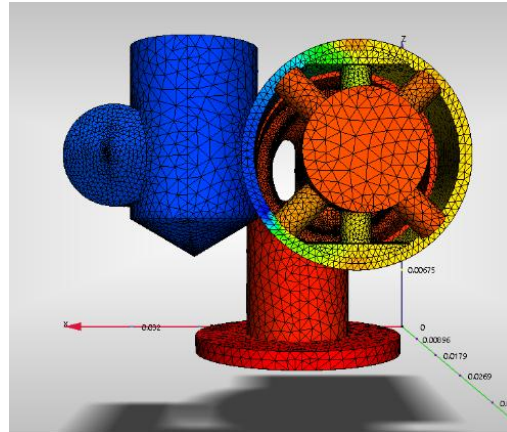
Kontrol valfinin yeni tasarım ana sürgü analiz programı CFD de inceleye bilmek için analiz datası aşağıdaki Şekil 5.12.'deki gibi ana sürgü yağ geçiş kanalları Creo programında Cut Out komutu ile oluşturulmuştur.



**Şekil 5.12.** Yeni Tasarım Ana Sürgü CFD Analiz Modeli

Kontrol valfinin yeni tasarımı ana sürgüye ait yağ geçiş kanalları CFD programına aktarılır. CFD programına girilen sınır şartları aşağıdaki gibidir;

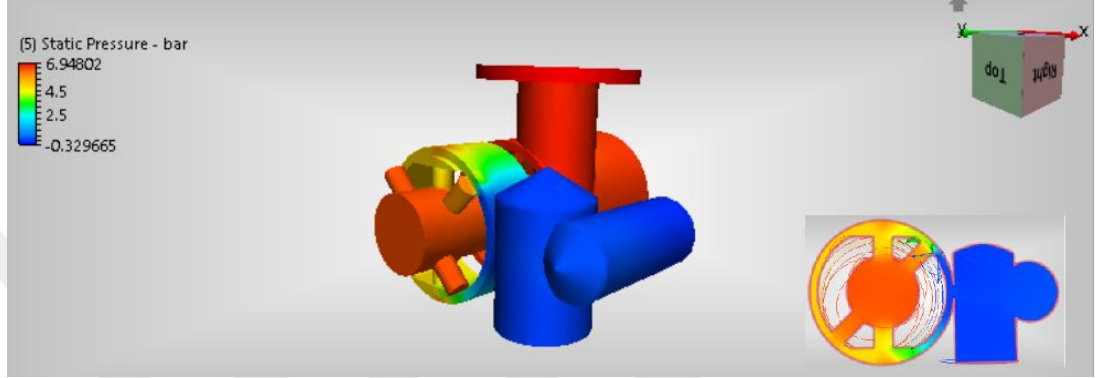
- Pompa girişi yağ debileri; 10,20,30,40,50 lt/dk
- Yağ kanallarında geçtikten sonraki nokta 0 Bar
- Uygulanacak hexahedral ve quadrilateral mesh adeti 1,250,000 (Şekil 5.13.)
- Programın analizi 500 denemeden sonra sonlandırmaktadır.
- Analiz yaklaşık 2-3 saat' de tamamlanmıştır.



**Şekil 5.13.** Yeni Tasarım Ana Sürgü CFD Mesh Görüntüsü

### 5.2.1. Pompa debisi 10 lt/dk CFD Yeni Tasarım Ana Sürgü Analizi Sonucu

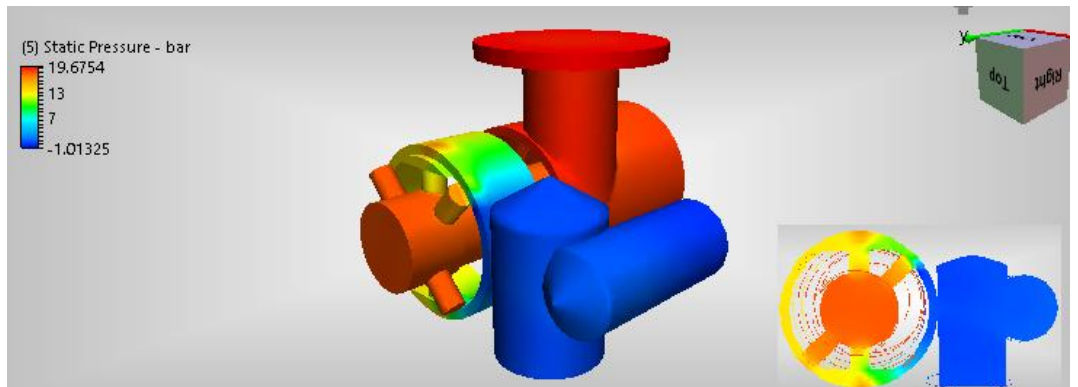
CFD analiz programında yeni tasarım ana sürgü analizi tamamlandığında programın 10 lt/dk pompa debisinde ana sürgünün 1 mm kaldırma konumunda yağ geçişine izin vermesi durumunda pompa giriş basıncı 6,9 bar a ulaşacağı Şekil 5.14.' de görülmektedir.



Şekil 5.14. Pompa Debisi 10lt/dk Yeni Ana Sürgü CFD Analiz Görüntüsü

### 5.2.2. Pompa debisi 20 lt/dk CFD Yeni Tasarım Ana Sürgü Analizi Sonucu

CFD analiz programında yeni tasarım ana sürgü analizi tamamlandığında programın 20 lt/dk pompa debisinde ana sürgü 1 mm kaldırma konumunda hareket ettiğinde pompa girişi basıncı maksimum 19,6 bar a kadar ulaştığı Şekil 5.15.' de görüldüğü gibi basınçlanmanın sadece yağ giriş kanallarının olduğu analiz ile elde edilmiştir.

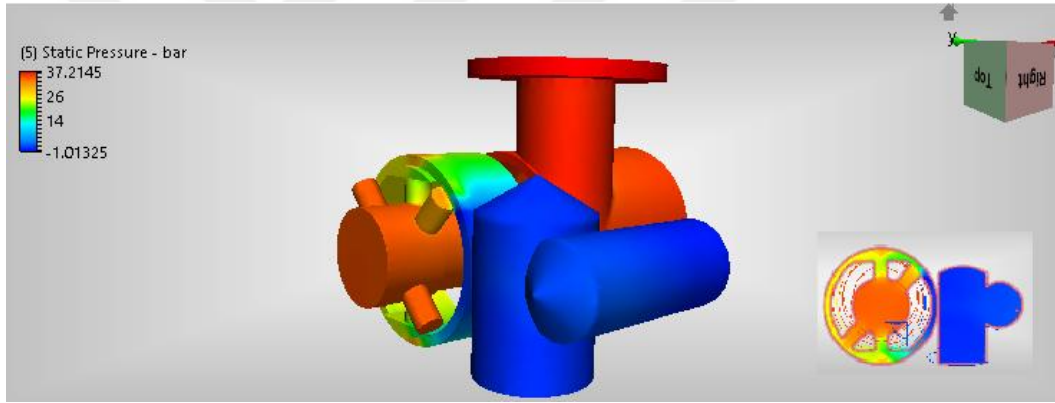


Şekil 5.15. Pompa Debisi 20lt/dk Yeni Ana Sürgü CFD Analiz Görüntüsü

Traktörlerin hidrolik devre basınçları maksimum 190 bar a ayarlandığı modellerde, traktör hidrolik devresinde bulunan emniyet valfinin yeni tasarım ana sürgünün 1mm kaldırma konumunda oluşturduğu basınç ile herhangi bir yağ tahliyesi yapacağı gözlemlenmemektedir.

### 5.2.3. Pompa debisi 30 lt/dk CFD Yeni Tasarım Ana Sürgü Analizi Sonucu

CFD analiz programında yeni tasarım ana sürgü analizi tamamlandığında programın 30 lt/dk pompa debisinde ana sürgü 1 mm kaldırma konumunda hareket ettiğinde pompa girişi basıncı maksimum 37,2 bar kadar ulaştığı Şekil 5.16.' de görüldüğü gibi basınçlanmanın sadece yağ giriş kanallarının olduğu analiz ile elde edilmiştir.



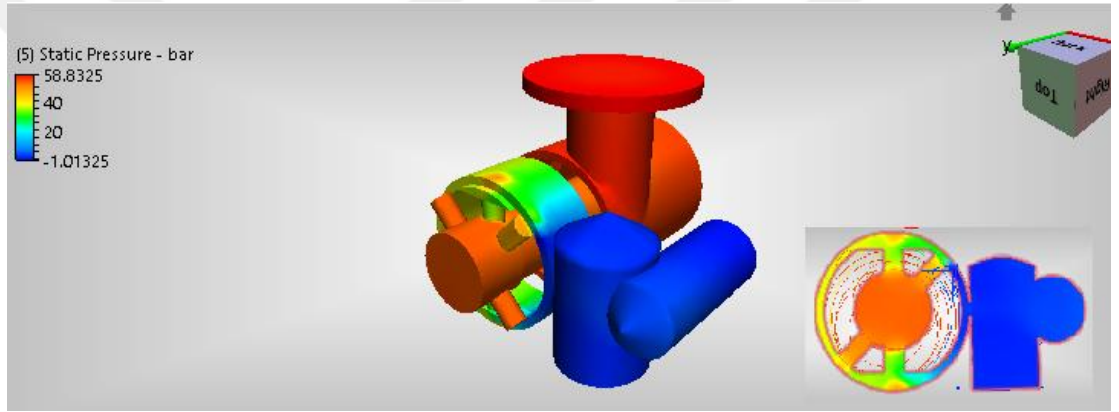
**Şekil 5.16.** Pompa Debisi 30lt/dk Yeni Ana Sürgü CFD Analiz Görüntüsü

Traktörlerin hidrolik devre basınçları maksimum 190 bar a ayarlandığı modellerde, traktör hidrolik devresinde bulunan emniyet valfinin yeni tasarım ana sürgünün 1mm kaldırma konumunda oluşturduğu basınç ile herhangi bir yağ tahliyesi yapacağı gözlemlenmemektedir.

#### 5.2.4. Pompa debisi 40 lt/dk CFD Yeni Tasarım Ana Sürgü Analizi Sonucu

CFD analiz programında yeni tasarım ana sürgü analizi tamamlandığında programın 40 lt/dk pompa debisinde 1 mm kaldırma yönünde hareket ettiğinde sistemin maksimum 58,8 bar a kadar ulaştığı Şekil 5.17.' de görüldüğü gibi basınçlanmanın sadece yağ geçiş kanallarının olduğu analiz ile elde edilmiştir.

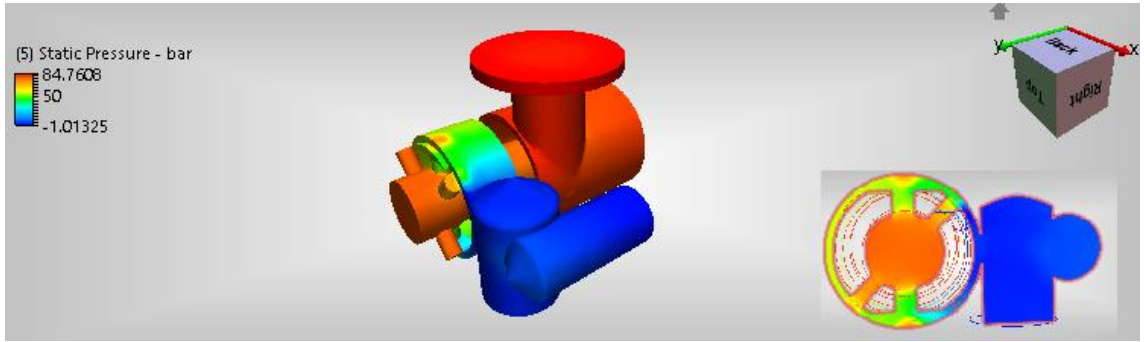
Traktörlerin hidrolik devre basınçları maksimum 190 bar a ayarlandığı modellerde, traktör hidrolik devresinde bulunan emniyet valfinin yeni tasarım ana sürgünün 1mm kaldırma konumunda oluşturduğu basınç ile herhangi bir yağ tahliyesi yapacağı gözlemlenmemektedir.



Şekil 5.17. Pompa Debisi 40lt/dk Yeni Ana Sürgü CFD Analiz Görüntüsü

#### 5.2.5. Pompa debisi 50 lt/dk CFD Yeni Tasarım Ana Sürgü Analizi Sonucu

CFD analiz programında yeni tasarım ana sürgü analizi tamamlandığında programın 50 lt/dk pompa debisinde 1 mm kaldırma yönünde hareket ettiğinde sistemin maksimum 84,7 bar a kadar ulaştığı Şekil 5.18.' de görüldüğü gibi basınçlanmanın sadece yağ geçiş kanallarının olduğu analiz ile elde edilmiştir.



**Şekil 5.18.** Pompa Debisi 50lt/dk Yeni Ana Sürgü CFD Analiz Görüntüsü

Traktörlerin hidrolik devre basınçları maksimum 190 bar a ayarlandığı modellerde, traktör hidrolik devresinde bulunan emniyet valfinin yeni tasarım ana sürgünün 1mm kaldırma konumunda oluşturduğu basınç ile herhangi bir yağ tahliyesi yapacağı gözlemlenmemektedir.

### 5.3. CFD ile Mevcut ve Yeni Tasarım Ana Sürgü Analizi Sonuçlarının Kıyaslanması

CFD ile yapılan analiz sonuçlarında mevcut tasarım ile yeni tasarım ana sürgüler kıyaslaması yapıldığında, mevcut tasarımdaki ana sürgünün sistemi 10lt/dk pompa debisinin dışındaki pompa debilerinde sistemde bulunan emniyet valfi hidrolik yağ tahliye ayar basıncının üzerine çıkardığı gözlemlenmiştir. Yeni tasarım ana sürgünün analizde kullanılan pompa debilerinde sistemde bulunan emniyet valfi hidrolik yağ tahliye ayar basıncının üzerine çıkarmadığı gözlemlenmiştir.

Mevcut ve yeni tasarım ana sürgü modellerinin oluşturduğu pompa giriş hattı basınçları incelendiğinde, yağ çıkış basıncı 0 bar olduğunda yeni tasarım ana sürgünün mevcut tasarıma oranını hesaplayacak olursak;

$$\text{İyileşme oranı} = \frac{(\text{Mevcut Tasarım Sistem Basıncı}) - (\text{Yeni Tasarım Sistem Basıncı})}{\text{Mevcut Tasarım Sistem Basıncı}}$$

Çizelge 5.1.' de gösterildiği gibi 50 lt/dk pompa debisinde mevcut tasarım sistem basıncını yeni tasarım sistem basıncına kıyaslayacak olursak, %92'ye kadar iyileşme olacağı gözlemlenmiştir.

**Çizelge 5.1.** Mevcut ve Yeni Tasarım Ana Sürğü Basınç Değişim Değerleri

| Pompa<br>Debisi<br>(lt/dk) | Mevcut Tasarım<br>Sistem Basıncı<br>(bar) | Yeni Tasarım<br>Sistem Basıncı<br>(bar) | Yeni Tasarımın<br>Mevcut Tasarıma<br>Oranla İyileşme<br>Miktarı<br>(%) |
|----------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 10                         | 70,6                                      | 6,9                                     | 90                                                                     |
| 20                         | 216,5                                     | 19,6                                    | 91                                                                     |
| 30                         | 412,4                                     | 37,2                                    | 91                                                                     |
| 40                         | 667,6                                     | 58,8                                    | 91                                                                     |
| 50                         | 998                                       | 84,7                                    | 92                                                                     |

CFD analizleri sonuçlarına göre yeni tasarım ana sürğü mevcut tasarım ana sürğü ye kıyasla sistemin aşırı basınçlanmasını engelleyeceği, sistemde bulunan devre elemanlarının da aşırı basınçlanmalarının önüne geçeceği öngörülebilir.

## BÖLÜM 6

### DENEYSEL ANALİZLER

Yapılan CFD analizlerinde mevcut tasarım ana sürgünün yeni tasarım ana sürgüye kıyasla sisteme daha fazla basınç oluşturduğu gözlemlenmiş olup, deney ortamında test edilmek üzere mevcut ve yeni ana sürgülerin imalatı yapılmıştır.

#### a) Mevcut Tasarım Ana Sürgü

Şekil 6.1.' de verilen mevcut tasarım ana sürgü CFD programında analiz sonuçları yapıldıktan sonra gerçekte sistem içinde etkilerini görmek için mevcut olduğundan, ölçümleri yapılarak kontrol valfinin içine montajlanmıştır.



**Şekil 6.1.** Mevcut Tasarım Ana Sürgü Görüntüsü

#### b) Yeni Tasarım Ana Sürgü

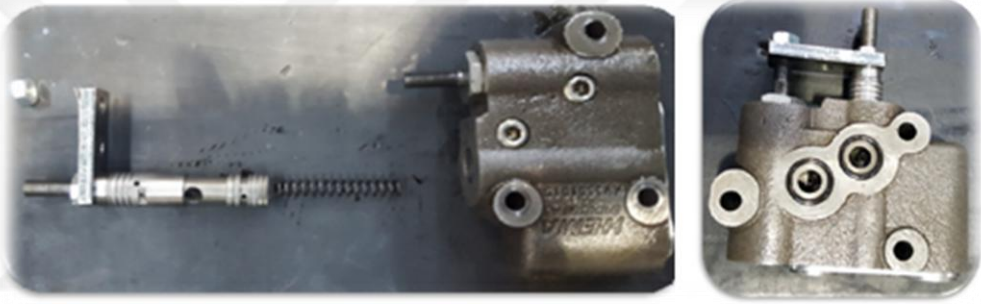
Şekil 6.2.' de verilen yeni tasarım ana sürgü torna, freze ve delik delme işlemleri ile imalatı Hema Endüstri A.Ş. de yapılarak test edilmek üzere kontrol valfi üzerine montajı yapılmış ve test tezgâhına bağlanmıştır.



**Şekil 6.2.** Yeni Tasarım Ana Sürgü Görüntüsü

### 6.1 Kontrol Valfi Montajı

İmalatı yapılan ana sürgüler Şekil 6.3.' de gösterildiği gibi kontrol valfine montajı yapılarak, test aparatına bağlanmıştır.



**Şekil 6.3.** Kontrol Valfi ve Ana Sürgü Montajı

### 6.2. Deney Şartları

Mevcut ve yeni tasarım ana sürgüler aşağıda verilen deney şartlarında ayrı ayrı test edilmiştir.

**Pompa Debileri;** 10lt/dk, 20lt/dk, 30lt/dk, 40lt/dk, 50lt/dk,

**Yağ Viskositesi;** 23Cst

**Yağ;** ISO VG32

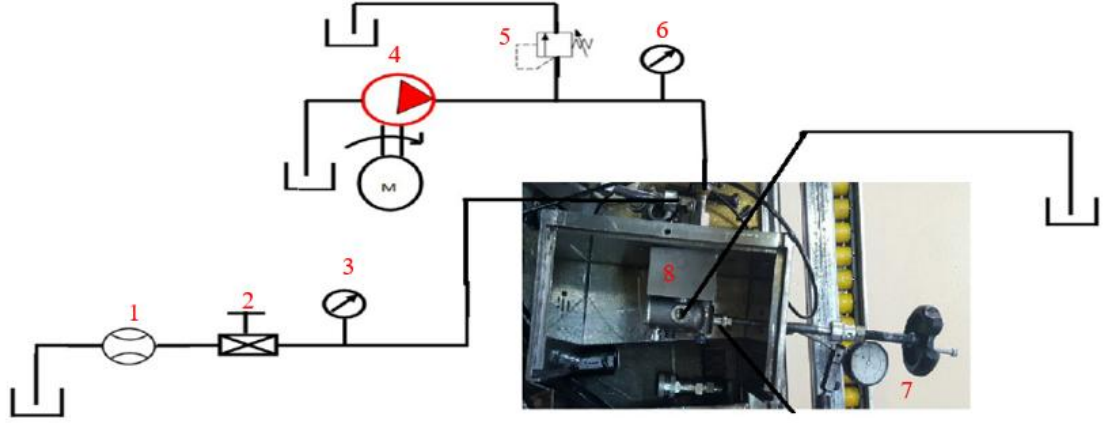
**Silindir Hattı Basıncı;** 0 bar, 50 bar, 100 bar, 150 bar

**Ana Sürgü Test Konumları:** nötr, 1,2,3,4,5,6,7,8 mm kaldırma konumunda.

**Emniyet Valfi Açma Basıncı;** 190 Bar

### 6.3 Deney Düzenegi

Mevcut ve yeni tasarım ana sürgüler Şekil 6.4.' de gösterilen deney düzeneginde test edilmiştir.



Şekil 6.4. Kontrol Valfi Test Düzenegi

- 1- Debi Ölçer
- 2- Küresel Vana
- 3- Silindir çıkış hattı manometresi
- 4- Pompa
- 5- Emniyet Valfi,
- 6- Pompa Giriş hattı manometre
- 7- Mesafe Ölçer
- 8- Kontrol valfi Test aparatı

### 6.4 Deneylerin Yapılışı

Şekil 6.4.' deki düzenek için Hema Endüstri A.Ş. test atölyesinde bulunan PL71 Deney tezgâhına Kontrol valfi bir aparat yardımı ile bağlanır. Deney şartları sağlanarak istenen debi ve basınçlar ayarlanır ve aparat yardımı ile ana sürgü boyu değiştirilir.

Pompa basınçları ve silindir basınçları her bir ana sürgü konumunda manuel olarak kaydedilir. Yapılan bu deneyler aynı gövde üzerinde sadece mevcut ve yeni tasarlanmış olan ana sürgüleri değiştirilerek test değerleri alınmıştır.

## **6.5. DeneySEL Bulgular**

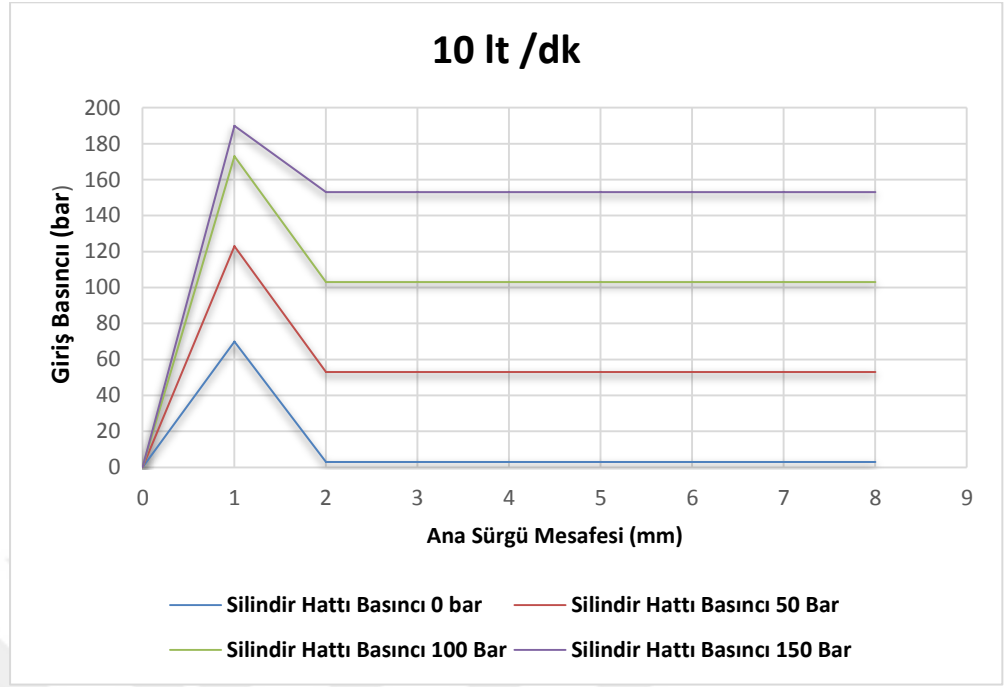
Yapılan deneyler ile mevcut tasarım ve yeni tasarım ana sürgü sonuçları ayrı ayrı belirlenmiştir.

### **6.5.1. Mevcut Tasarım Ana Sürgü Deney Sonuçları**

Yapılan deneyler sayesinde kontrol valfinin dizayn ve çalışma prensipleri sayısal verileri elde edilmiştir. Kontrol valfi üzerinden ölçülen debi ve basınç değerlerinin grafikleri verilmiştir.

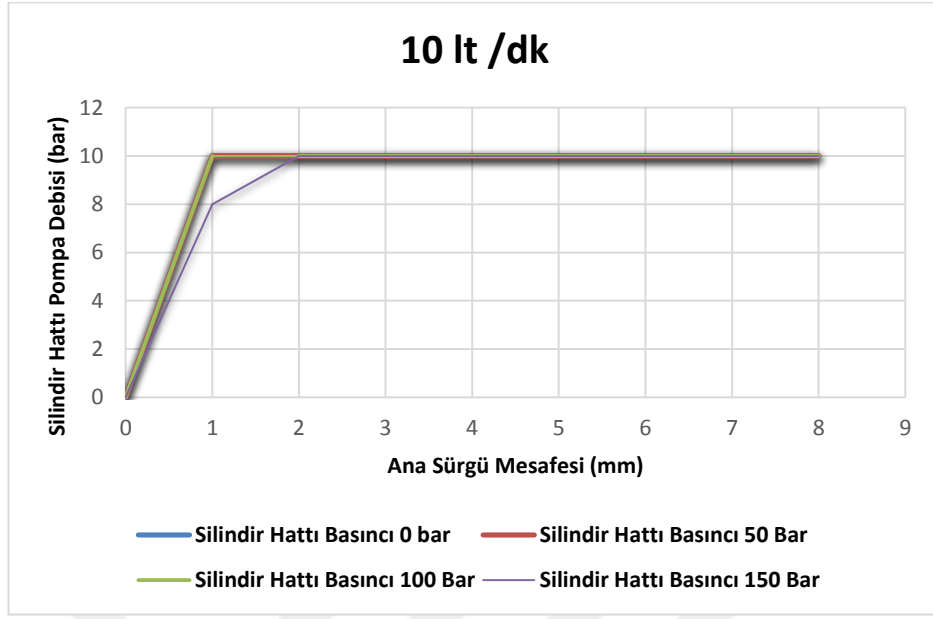
#### **6.5.1.1. Pompa debisi 10 lt/dk Deney Sonuçları**

Şekil 6.5.' de gösterildiği gibi pompa debisinin 10 lt/dk olan deney koşulunda, kontrol valfi ana sürgüsünün 1 mm kaldırma konumunda ve silindir hattı basıncı 0 bar olması durumunda, pompaya 71 bar basınç oluşturduğu elde edilmiştir. Sistemin 10 lt/dk yağ debisinde herhangi bir zorlanmalara aşırı yüklemelere sebebiyet verilmediği, sadece silindir hattı basıncı 150 bar olduğunda sistemin 190 bar çalışma basıncının üzerine çıkaracağı elde edilmiştir.



**Şekil 6.5.** Mevcut Sürgü Pompa Debisi 10 lt/dk Basınç Değerlerinin Değişimi

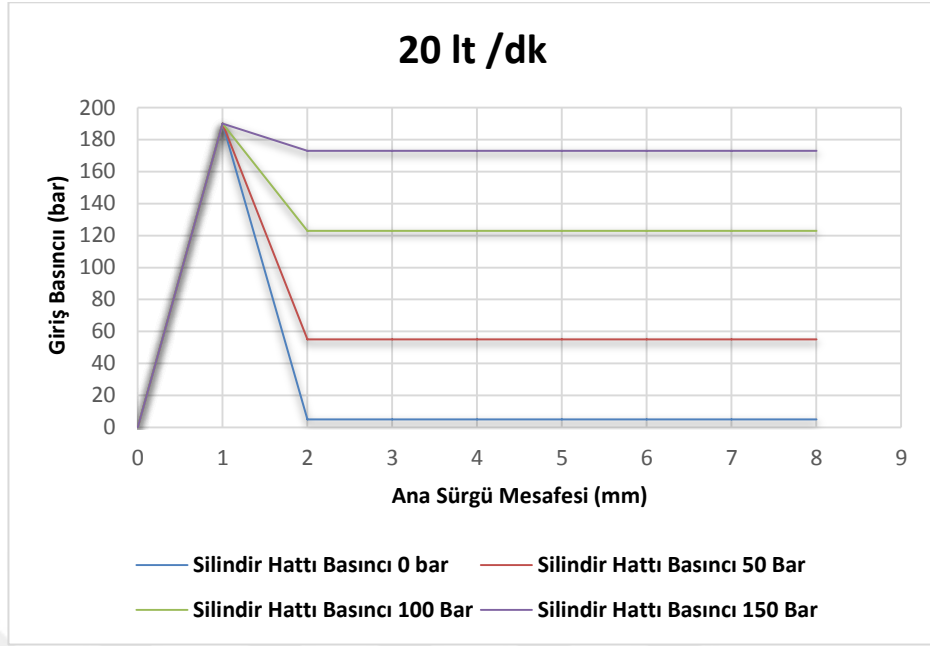
Şekil 6.6.' de gösterildiği gibi pompa debisinin 10 lt/dk olan deney koşulunda, kontrol valfi ana sürgüsünün 1 mm kaldırma konumunda ve silindir hattı basıncı 0 bar olması durumunda traktör pompasından 10 lt/dk debi gönderildiğinde, bu debinin kontrol valfi tarafından debi kaybı yaşatmayacağı ve sistemin sorunsuz bir şekilde çalıştığı elde edilmiştir. Silindir hattı basıncının 150 bar üzerinde olduğunda, pompadan sisteme gönderilen 10 lt/dk debinin 2 litresi deneyde kullanılan emniyet valfi üzerinden tahliye olduğu elde edilmiştir.



**Şekil 6.6.** Mevcut Sürgü Pompa Debisi 10 lt/dk Silindir Hattı Debi Değişimi

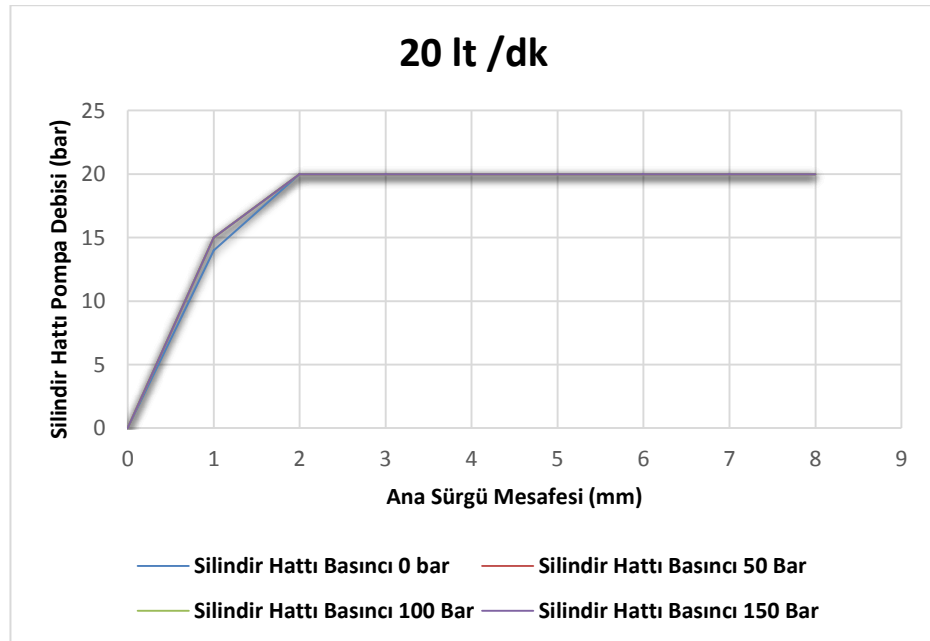
#### 6.5.1.2. Pompa Debisi 20 lt/dk Deney Sonuçları

Şekil 6.7.' de gösterildiği gibi pompa debisinin 20 lt/dk olan deney koşulunda, kontrol valfi ana sürgüsünün 1 mm kaldırma konumunda ve silindir hattı basıncı 0 bar olması durumunda, pompaya 190 bar basınç(emniyet valfi ayar basıncı) oluşturduğu elde edilmiştir. Sistemin 20 lt/dk yağ debisinde deneyde kullanılan emniyet valfi devreye girerek aşırı basıncı tahliye ettiği elde edilmiştir.



**Şekil 6.7.** Mevcut Sürgü Pompa Debisi 20 lt/dk Basınç Değerlerinin Değişimi

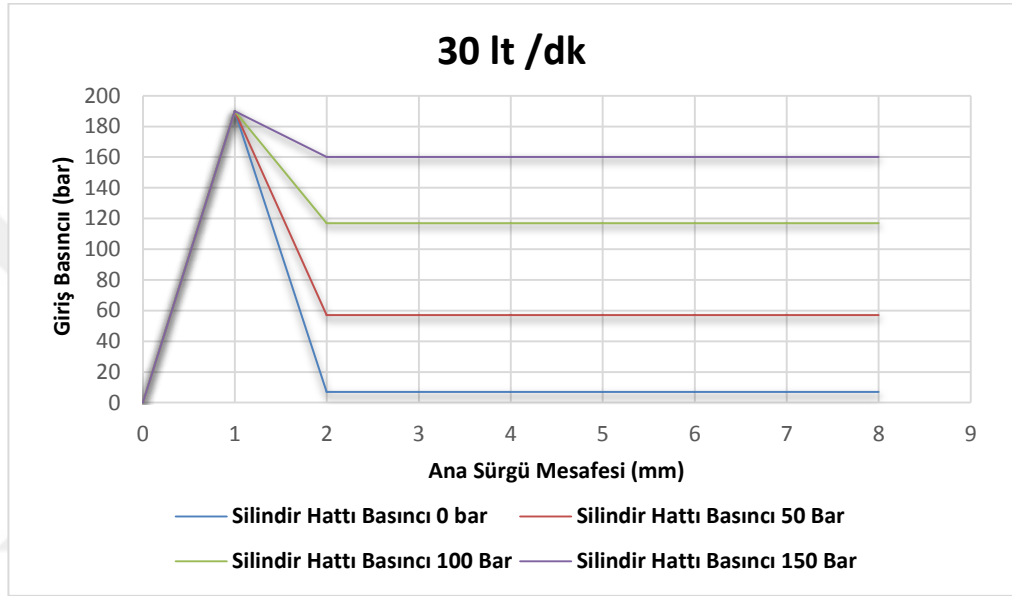
Şekil 6.8.' de gösterildiği gibi pompa debisinin 20 lt/dk olması durumunda kontrol valfi ana sürgüsünün 1 mm kaldırma konumunda silindir hattından 14 lt/dk ya kadar yağ geçtiği ve geriye kalan 6 lt/dk deneyde kullanılan emniyet valfi üzerinden tank hattına gönderdiği elde edilmiştir.



**Şekil 6.8.** Mevcut Sürgü Pompa Debisi 20 lt/dk Silindir Hattı Debi Değişimi

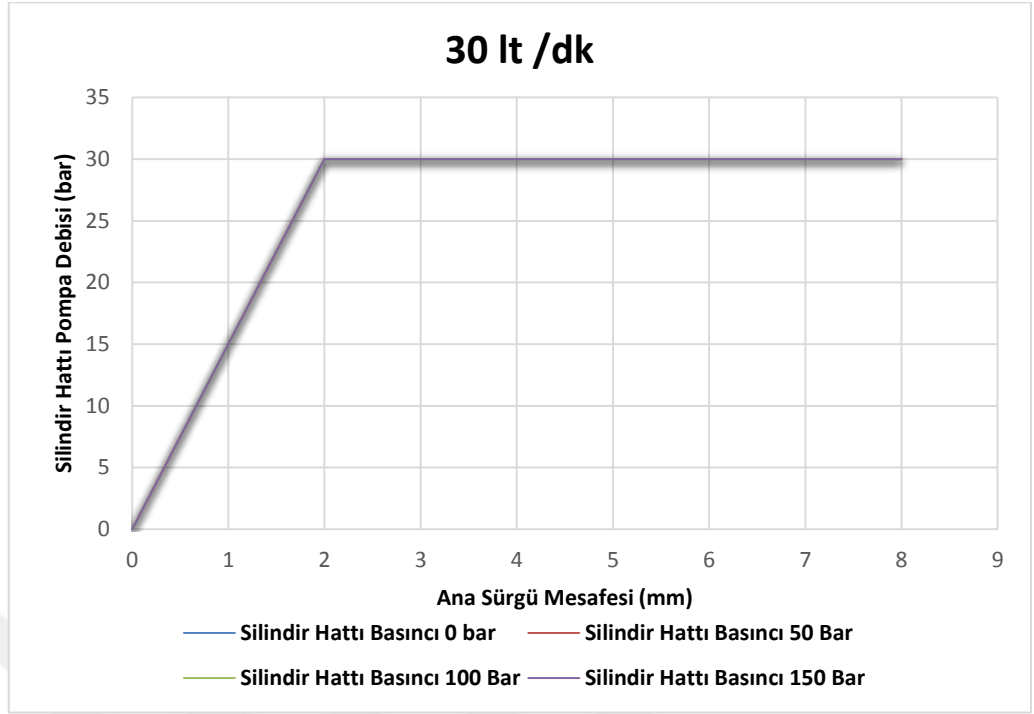
### 6.5.1.3. Pompa Debisi 30 lt/dk Test Sonuçları

Şekil 6.9.' de gösterildiği gibi pompa debisinin 30 lt/dk olan deney koşulunda, kontrol valfi ana sürgüsünün 1 mm kaldırma konumunda ve silindir hattı basıncı 0 bar olması durumunda, pompaya 190 bar basınç(emniyet valfi ayar basıncı) oluşturduğu elde edilmiştir. Sistemin 30 lt/dk deneyde kullanılan emniyet valfi devreye girerek aşırı basıncı tahliye ettiği elde edilmiştir.



Şekil 6.9. Mevcut Sürgü Pompa Debisi 30 lt/dk Basınç Değerlerinin Değişimi

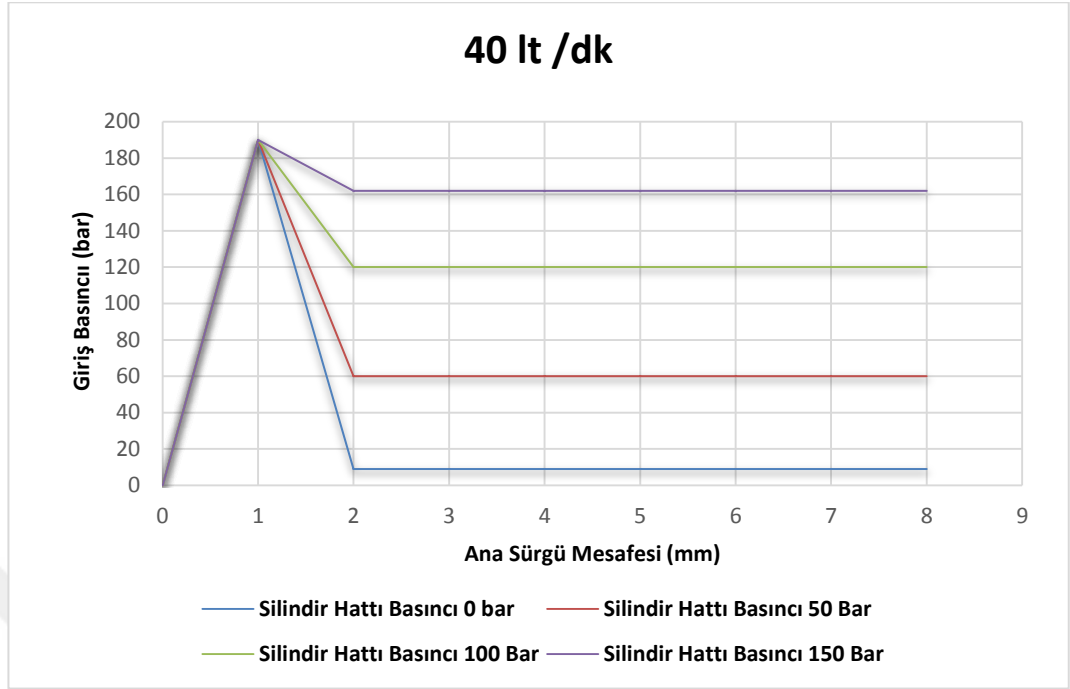
Şekil 6.10.' de gösterildiği gibi pompa debisinin 30 lt/dk olması durumunda kontrol valfi ana sürgüsünün 1 mm kaldırma konumunda silindir hattından 14,5 lt/dk ya kadar yağ geçtiği ve geriye kalan 15,5 lt/dk deneyde kullanılan emniyet valfi üzerinden tank hattına gönderdiği elde edilmiştir.



**Şekil 6.10.** Mevcut Sürgü Pompa Debisi 30 lt/dk Silindir Hattı Debi Değişimi

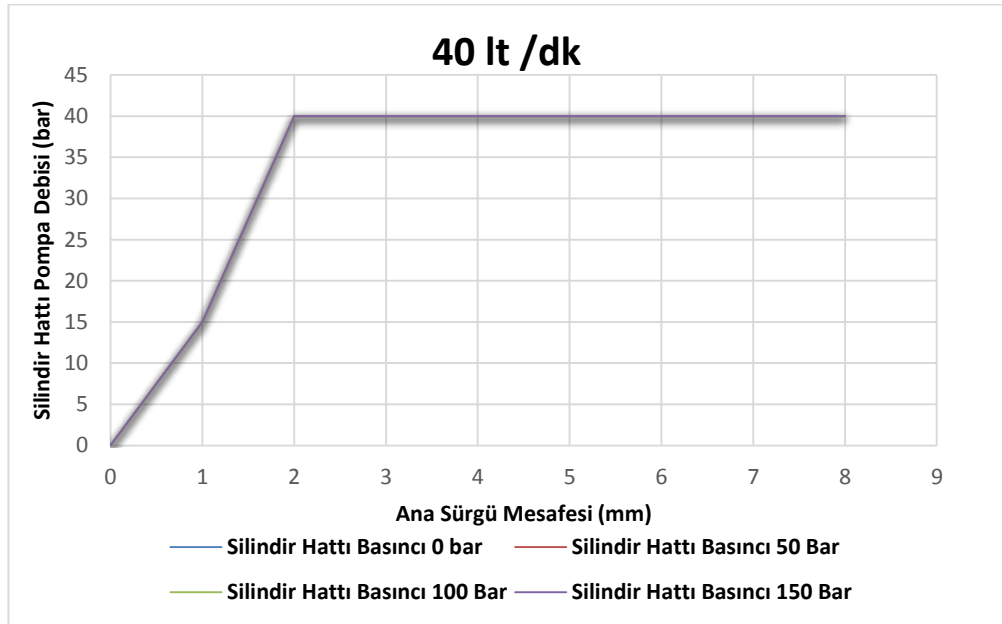
#### 6.5.1.4. Pompa Debisi 40 l/dk Test Sonuçları

Şekil 6.11.' de gösterildiği gibi pompa debisinin 40 lt/dk olan deney koşulunda, kontrol valfi ana sürgüsünün 1 mm kaldırma konumunda ve silindir hattı basıncı 0 bar olması durumunda, pompaya 190 bar basınç(emniyet valfi ayar basıncı) oluşturduğu elde edilmiştir. Sistemin 40 lt/dk yağ debisinde deneyde kullanılan emniyet valfi devreye girerek aşırı basıncı tahliye ettiği elde edilmiştir.



**Şekil 6.11.** Mevcut Sürgü Pompa Debisi 40 lt/dk Basınç Değerlerinin Değişimi

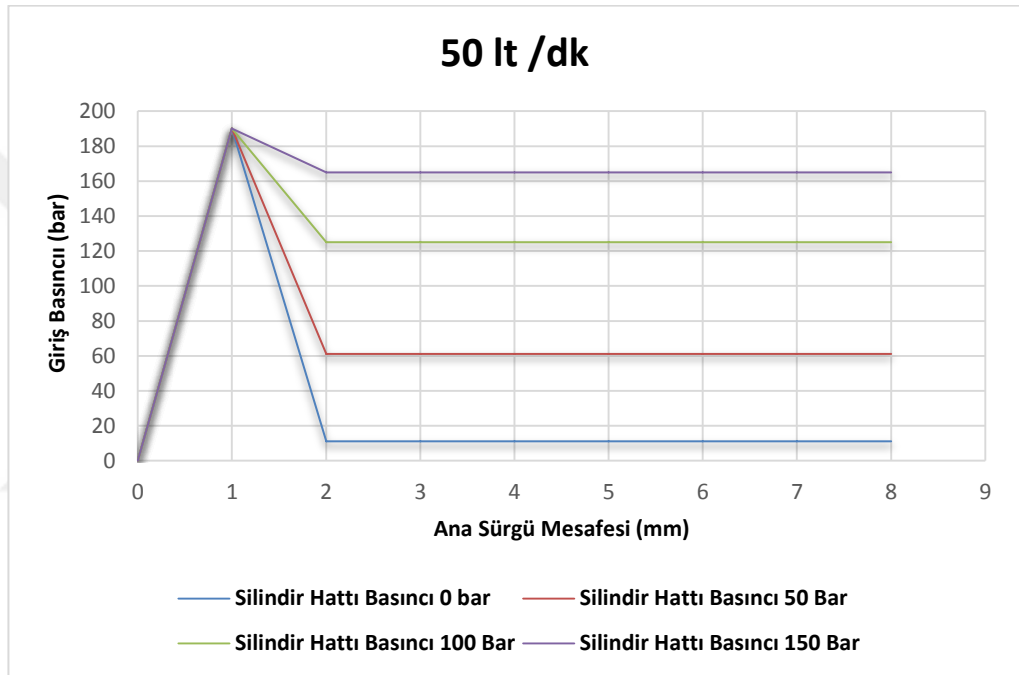
Şekil 6.12.' de gösterildiği gibi pompa debisinin 40 lt/dk olması durumunda kontrol valfi ana sürgüsünün 1 mm kaldırma konumunda silindir hattından 15,5 lt/dk ya kadar yağ geçtiği ve geriye kalan 24,5 lt/dk deneyde kullanılan emniyet valfi üzerinden tank hattına gönderdiği elde edilmiştir.



**Şekil 6.12.** Mevcut Sürgü Pompa Debisi 40 lt/dk Silindir Hattı Debi Değişimi

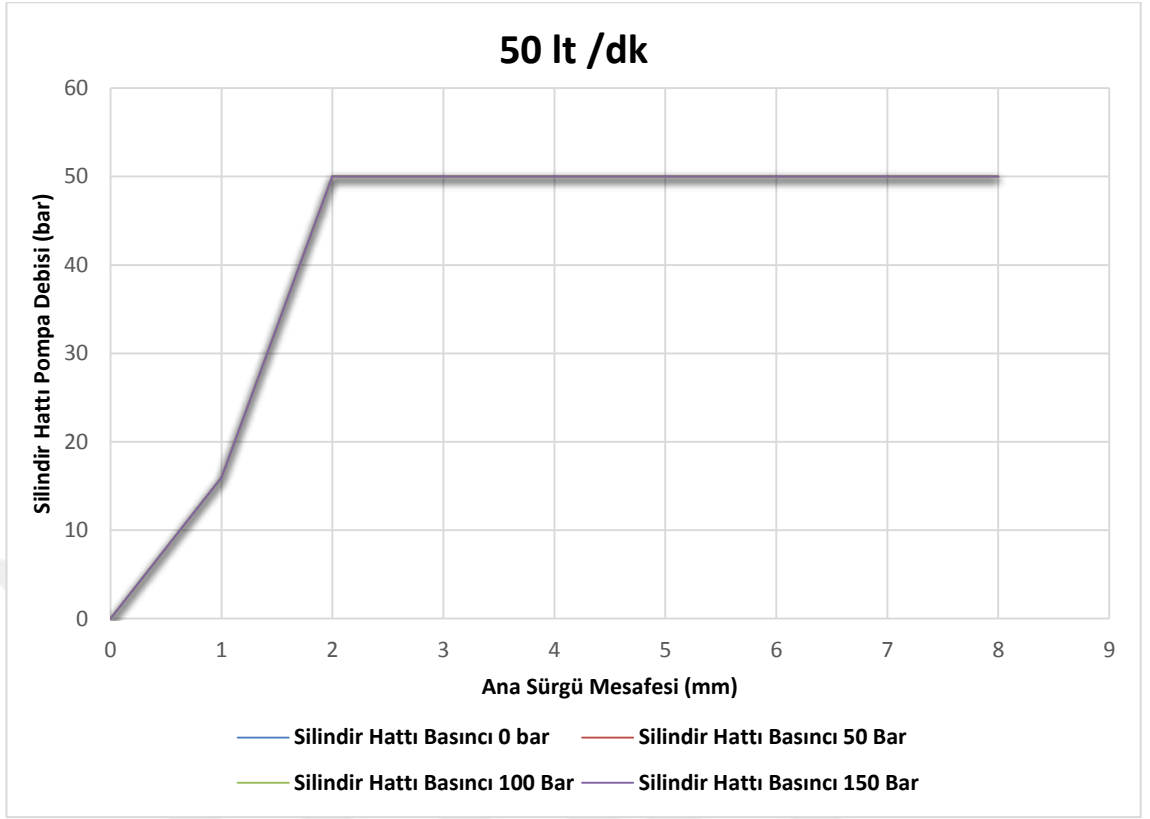
#### 6.5.1.5. Pompa Debisi 50 lt/dk Test sonuçları

Şekil 6.13.' de gösterildiği gibi pompa debisinin 50 lt/dk olan deney koşulunda, kontrol valfi ana sürgüsünün 1 mm kaldırma konumunda ve silindir hattı basıncı 0 bar olması durumunda, pompaya 190 bar basınç(emniyet valfi ayar basıncı) oluşturduğu elde edilmiştir. Sistemin 50 lt/dk yağ debisinde deneyde kullanılan emniyet valfi devreye girerek aşırı basıncı tahliye ettiği elde edilmiştir.



Şekil 6.13. Mevcut Sürgü Pompa Debisi 50 lt/dk Basınç Değerlerinin Değişimi

Şekil 6.14.' de gösterildiği gibi pompa debisinin 50 lt/dk olması durumunda kontrol valfi ana sürgüsünün 1 mm kaldırma konumunda silindir hattından 16 lt/dk ya kadar yağ geçtiği ve geriye kalan 34 lt/dk deneyde kullanılan emniyet valfi üzerinden tank hattına gönderdiği elde edilmiştir.



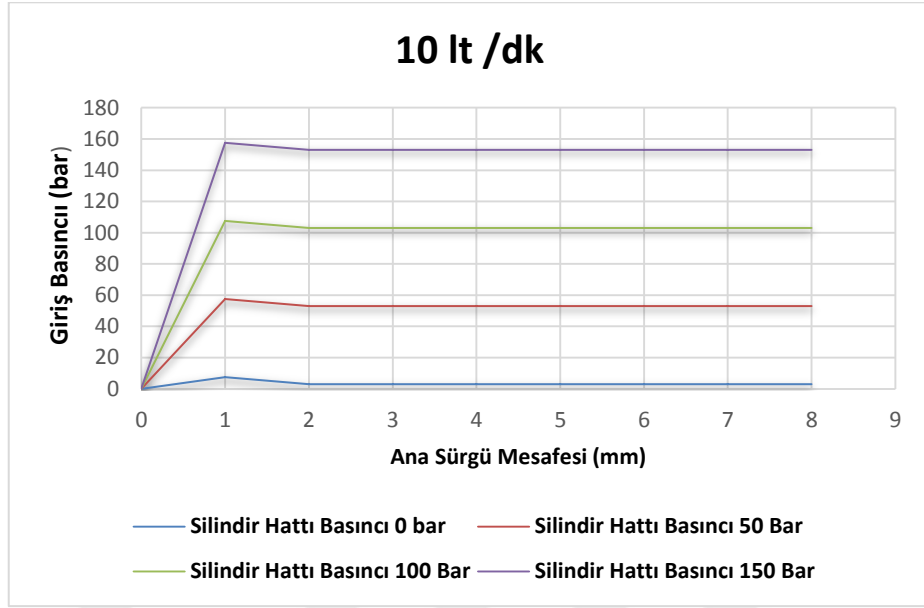
**Şekil 6.14.** Mevcut Sürgü Pompa Debi 50 lt/dk Silindir Hattı Debi Değişimi

### 6.5.2. Yeni Tasarım Ana Sürgü Deney Sonuçları

Yapılan deneyler sayesinde kontrol valfinin dizayn ve çalışma prensipleri sayısal verileri elde edilmiştir. Kontrol valfi üzerinden ölçülen debi ve basınç değerlerinin grafikleri verilmiştir.

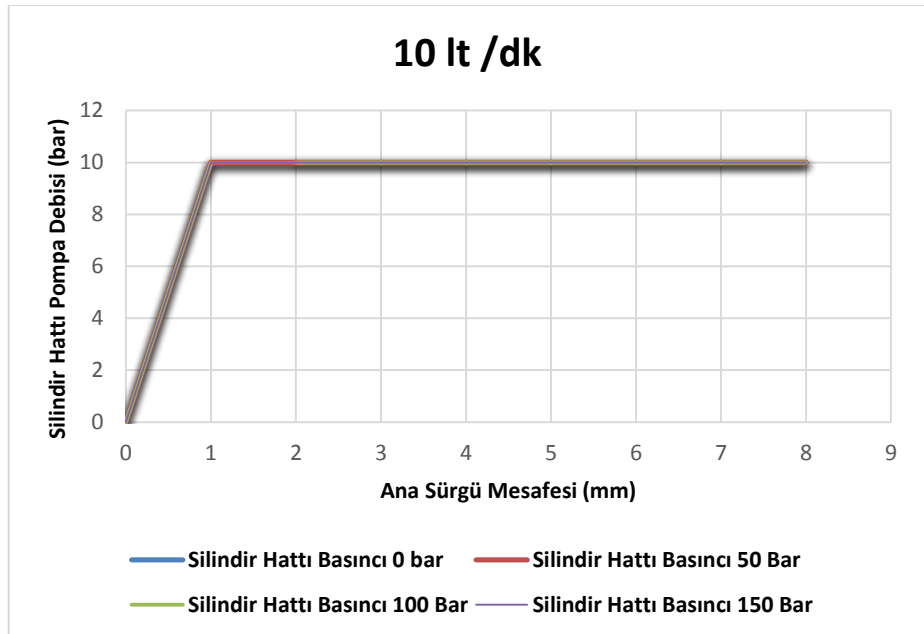
#### 6.5.2.1. Pompa debisi 10 lt/dk Deney Sonuçları

Şekil 6.15.' de gösterildiği gibi pompa debisinin 10 lt/dk olan deney koşulunda, kontrol valfi ana sürgüsünün 1 mm kaldırma konumunda ve silindir hattı basıncı 0 bar olması durumunda, pompaya 7,5 bar basınç oluşturduğu elde edilmiştir. Sistemin 10 lt/dk yağ debisinde deneyde kullanılan emniyet valfi üzerinden yağ tahliyesi yapmadığı gözlemlenmiştir.



**Şekil 6.15.** Yeni Sürgü Pompa Debisi 10 lt/dk Basınc Değerlerinin Değişimi

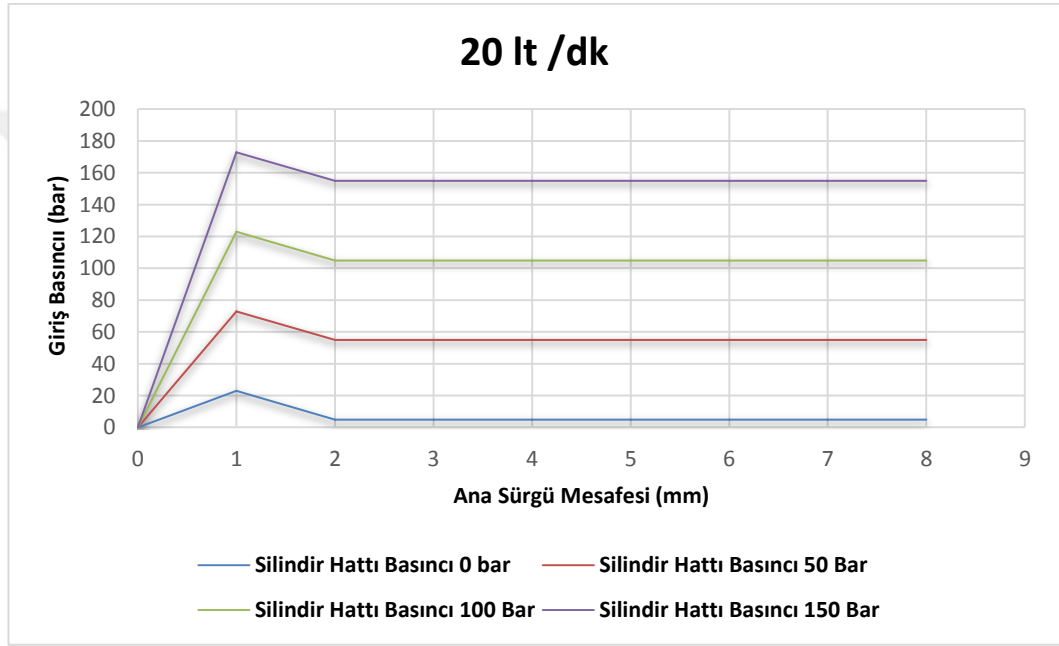
Şekil 6.16.' de gösterildiği gibi pompa debisinin 10 lt/dk olan deney koşulunda, kontrol valfi ana sürgüsünün 1 mm kaldırma konumunda ve silindir hattı basıncı 0 bar olması durumunda traktör pompasından 10 lt/dk debi gönderdiğinde, bu debinin kontrol valfi tarafından debi kaybı yaşatmayacağı ve sistemin sorunsuz bir şekilde çalıştığı elde edilmiştir.



**Şekil 6.16.** Yeni Sürgü Pompa Debisi 10 lt/dk Silindir Hattı Debi Değişimi

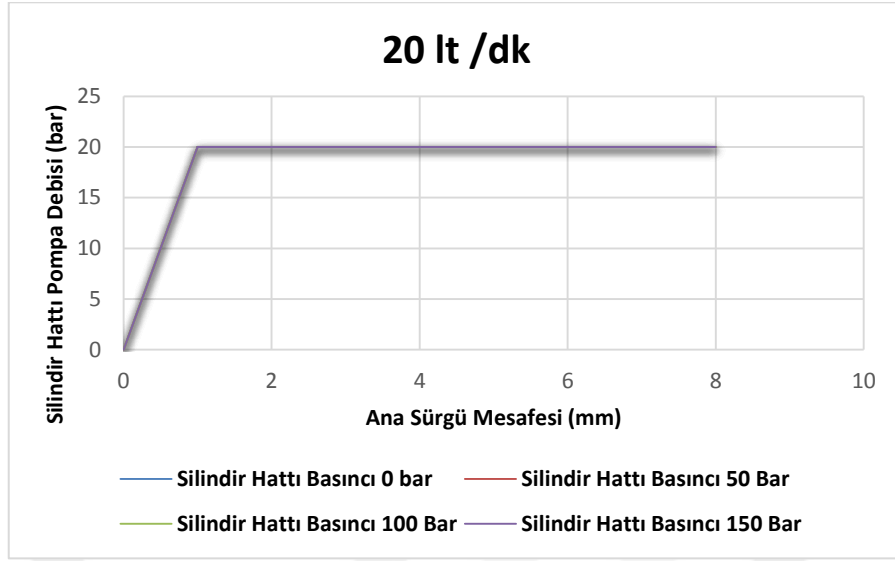
### 6.5.2.2. Pompa debisi 20 lt/dk Deney Sonuçları

Şekil 6.17.' de gösterildiği gibi pompa debisinin 20 lt/dk olan deney koşulunda, kontrol valfi ana sürgüsünün 1 mm kaldırma konumunda ve silindir hattı basıncı 0 bar olması durumunda, pompaya 23,5 bar basınç oluşturduğu elde edilmiştir. Sistemin 20 lt/dk yağ debisinde deneyde kullanılan emniyet valfi üzerinden yağ tahliyesi yapmadığı gözlemlenmiştir.



Şekil 6.17. Yeni Sürgü Pompa Debisi 20 lt/dk Basınç Değerlerinin Değişimi

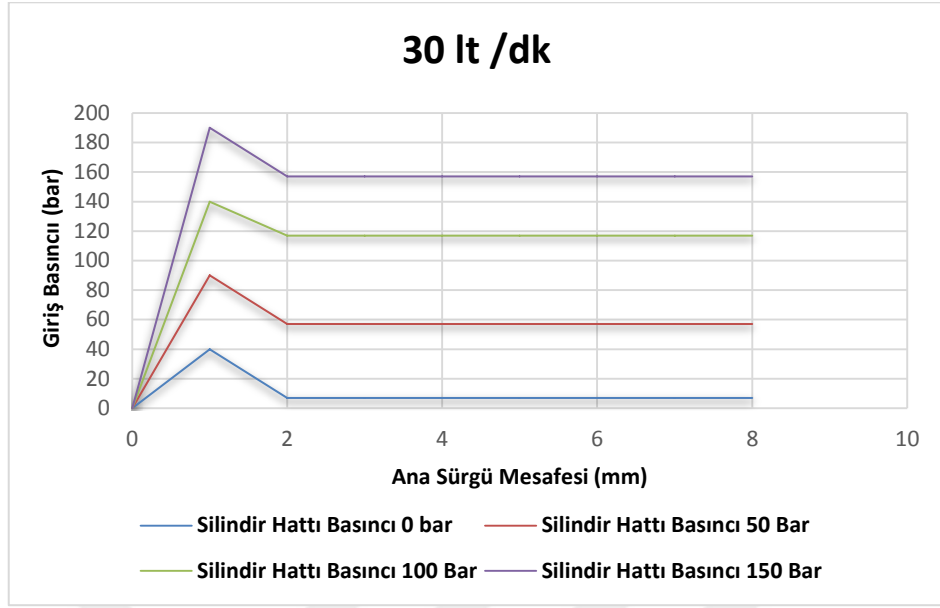
Şekil 6.18.' de gösterildiği gibi pompa debisinin 20 lt/dk olan deney koşulunda, kontrol valfi ana sürgüsünün 1 mm kaldırma konumunda ve silindir hattı basıncı 0 bar olması durumunda traktör pompasından 20 lt/dk debi gönderdiğinde, bu debinin kontrol valfi tarafından debi kaybı yaşatmayacağı ve sistemin sorunsuz bir şekilde çalıştığı elde edilmiştir.



**Şekil 6.18.** Yeni Sürgü Pompa Debisi 20 lt/dk Silindir Hattı Debi Değişimi

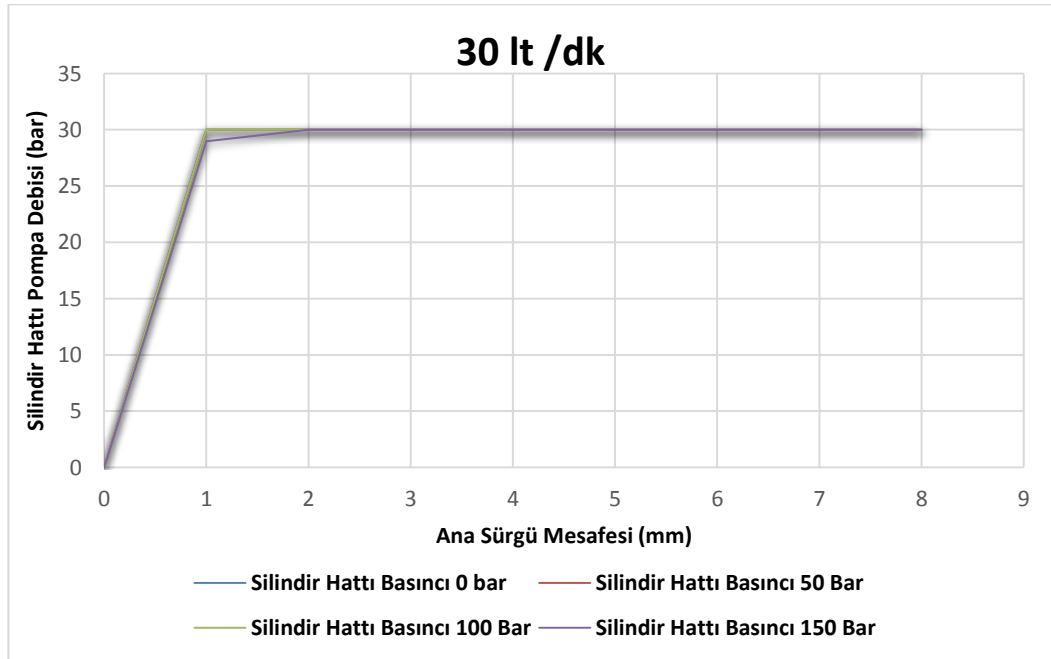
#### **6.5.2.3. Pompa debisi 30 lt/dk Deney Sonuçları**

Şekil 6.19. de gösterildiği gibi pompa debisinin 30 lt/dk olan deney koşulunda, kontrol valfi ana sürgüsünün 1 mm kaldırma konumunda ve silindir hattı basıncı 0 bar olması durumunda, pompaya 40,3 bar basınç oluşturduğu elde edilmiştir. Sistemin 30 lt/dk yağ debisinde deneyde kullanılan emniyet valfi üzerinden yağ tahliyesi yapmadığı gözlemlenmiştir. Sadece silindir hattı basıncı 150 bar üzeri olduğunda sistemin emniyet valfi çalışma basıncı 190 bar üzerine çıkacağı elde edilmiştir.



**Şekil 6.19.** Yeni Sürgü Pompa Debisi 30 lt/dk Basınç Değerlerinin Değişimi

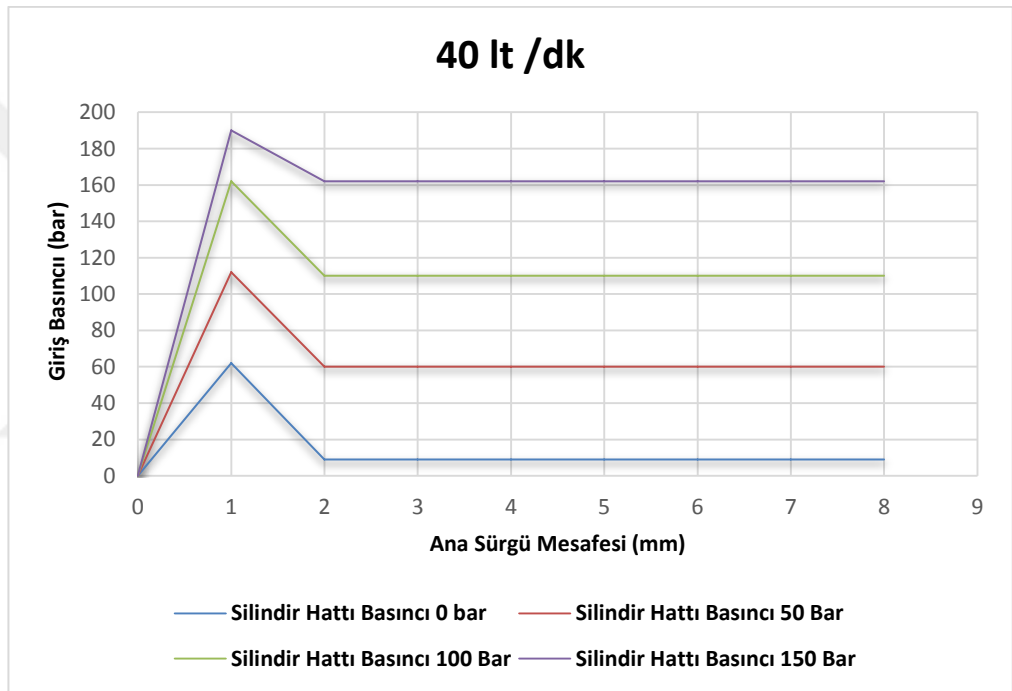
Şekil 6.20. de gösterildiği gibi pompa debisinin 30 lt/dk olan deney koşulunda, kontrol valfi ana sürgüsünün 1 mm kaldırma konumunda ve silindir hattı basıncı 0 bar olması durumunda traktör pompasından 30 lt/dk debi gönderdiğinde, bu debinin kontrol valfi tarafından debi kaybı yaşatmayacağı ve sistemin sorunsuz bir şekilde çalıştığı elde edilmiştir.



**Şekil 6.20.** Yeni Sürgü Pompa Debisi 30 lt/dk Silindir Hattı Debi Değişimi

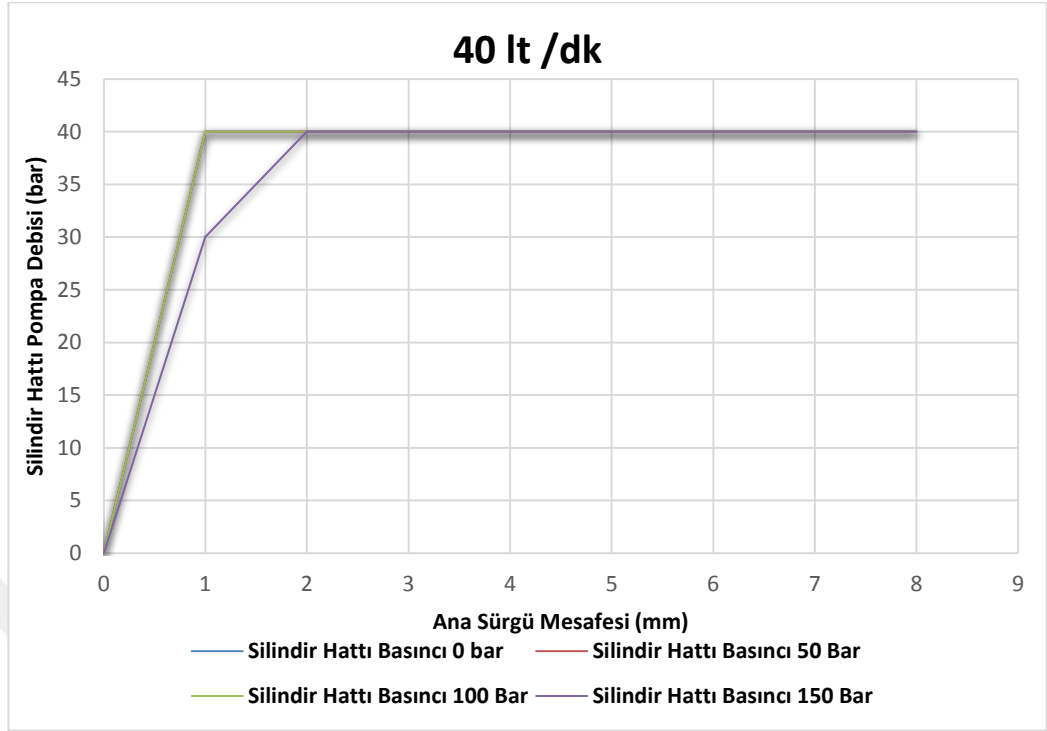
#### 6.5.2.4. Pompa debisi 40 lt/dk Deney Sonuçları

Şekil 6.21.' de gösterildiği gibi pompa debisinin 40 lt/dk olan deney koşulunda, kontrol valfi ana sürgüsünün 1 mm kaldırma konumunda ve silindir hattı basıncı 0 bar olması durumunda, pompaya 62,4 bar basınç oluşturduğu elde edilmiştir. Sistemin 40 lt/dk yağ debisinde deneyde kullanılan emniyet valfi üzerinden yağ tahliyesi yapmadığı gözlemlenmiştir. Silindir hattı basıncı 128 bar ve üzeri olduğunda sistemin emniyet valfi çalışma basıncı 190 bar üzerine çıkacağı elde edilmiştir.



Şekil 6.21. Yeni Sürgü Pompa Debisi 40 lt/dk Basınç Değerlerinin Değişimi

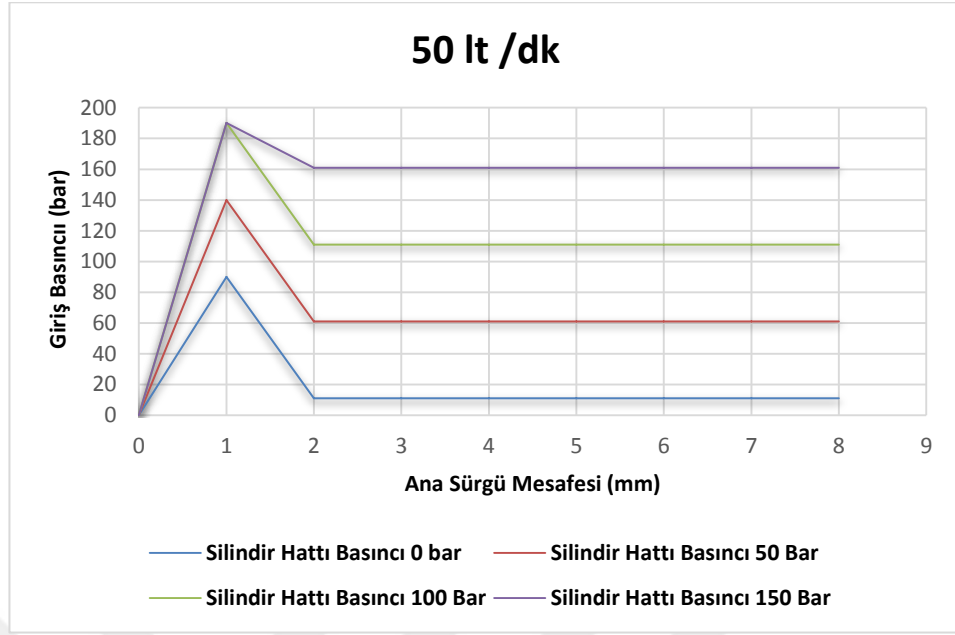
Şekil 6.22.' de gösterildiği gibi pompa debisinin 40 lt/dk olan deney koşulunda, kontrol valfi ana sürgüsünün 1 mm kaldırma konumunda ve silindir hattı basıncı 0 bar olması durumunda traktör pompasından 40 lt/dk gönderdiğinde, bu debinin kontrol valfi tarafından debi kaybı yaşatmayacağı ve sistemin sorunsuz bir şekilde çalıştığı elde edilmiştir. Silindir hattı basıncının 150 bar olduğunda, pompadan sisteme gönderilen 40 lt/dk debinin 10 lt/dk'sı deneyde bulunan emniyet valfi üzerinden tahliye olduğu gözlemlenmiştir.



**Şekil 6.22.** Yeni Sürgü Pompa Debisi 40 lt/dk Silindir Hattı Debi Değişimi

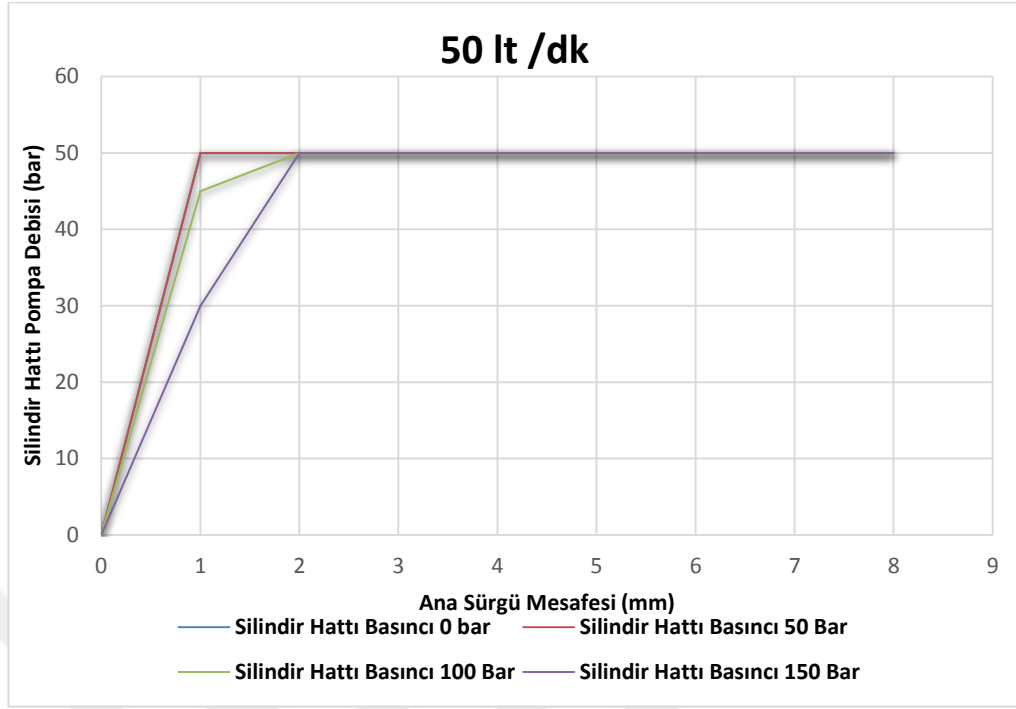
#### 6.5.2.5. Pompa debisi 50 lt/dk Deney Sonuçları

Şekil 6.23.' de gösterildiği gibi pompa debisinin 50 lt/dk olan deney koşulunda, kontrol valfi ana sürgüsünün 1 mm kaldırma konumunda ve silindir hattı basıncı 0 bar olması durumunda, pompaya 89,4 bar basınç oluşturduğu elde edilmiştir. Sistemin 50 lt/dk yağ debisinde deneyde kullanılan emniyet valfi üzerinden yağ tahliyesi yapmadığı gözlemlenmiştir. Sadece silindir hattı basıncı 100 bar üzeri olduğunda sistemin emniyet valfi çalışma basıncı 190 bar üzerine çıkacağı elde edilmiştir.



**Şekil 6.23.** Yeni Sürgü Pompa Debisi 50 lt/dk Basınç Değerlerinin Değişimi

Şekil 6.24.' de gösterildiği gibi pompa debisinin 50 lt/dk olan deney koşulunda, kontrol valfi ana sürgüsünün 1 mm kaldırma konumunda ve silindir hattı basıncı 0 bar olması durumunda traktör pompasından 50 lt/dk debi gönderdiğinde, bu debinin kontrol valfi tarafından debi kaybı yaşatmayacağı ve sistemin sorunsuz bir şekilde çalıştığı elde edilmiştir. Silindir hattı basıncının 100 bar olduğunda, pompadan sisteme gönderilen 50 lt/dk debinin 5 lt/dk'sını, 150 bar olduğunda ise 20 lt/dk'sı deneyde bulunan emniyet valfi üzerinden tahliye olduğu gözlemlenmiştir.



**Şekil 6.24.** Yeni Sürgü Pompa Debisi 50 lt/dk Silindir Hattı Debi Değişimi

## 6.6 CFD Analiz ve Deney Sonuçlarının Karşılaştırılması.

Mevcut ve yeni tasarım ana sürgünün 1 mm kaldırma konumunda yapılan CFD analiz ve Deney sonuçlarını değerlendirmiş; CFD analiz sonuçlarının vermiş olduğu değerler ile deney koşullarında da elde edilen değerlerin örtüştüğü ve yapılan CFD analiz çalışmalarının gerçek koşullara yakın sonuçlar ile elde edilebileceğini kanıtlamıştır.

Mevcut tasarım ve yeni tasarım ana sürgülerin CFD analiz programında pompa girişinden sisteme 10 lt/dk debisinde yağ gönderildiğinde silindir hattı (yağ çıkışı) basıncı 0 bar olduğunda sistemin emniyet valfi açma basıncına ulaşmadığı analiz sonucunda elde edilmişti. Aynı koşullarda pompa girişinden sisteme 20, 30, 40, 50 lt/dk debilerinde yağ gönderildiğinde silindir hattı (yağ çıkışı) basıncı 0 bar olduğunda sistemde bulunan emniyet valfi açma basıncına mevcut tasarım sürgü ile ulaşılacağı, yeni tasarım sürgü ile ulaşılmayacağı analizler sonucu ortaya çıkmıştı. Mevcut tasarım ve yeni tasarım ana sürgünün deney koşullarında da pompa girişinden sisteme 10 lt/dk debisinde yağ gönderildiğinde silindir hattı (yağ çıkışı) basıncı 0 bar olduğunda sistemin

emniyet valfi açma basıncına ulaşmadığı deneylerde elde edilmiştir. Aynı koşullarda pompa girişinden kontrol valfine 20, 30, 40, 50 lt/dk debilerinde yağ gönderildiğinde silindir hattı (yağ çıkışı) basıncı 0 bar olduğunda sistemde bulunan emniyet valfi açma basıncına mevcut tasarım ana sürgü ile ulaşılacağı, yeni tasarım ile ulaşılmadığına deney sonuçlarında elde edilmiştir.

Kontrol valfi üzerinde yapılan mevcut ve yeni tasarım sürgülerin CFD ve deney sonuçları karşılaştırması Çizelge 6.1.' de verildiği gibidir. Silindir hattı basıncı 0 bar olan deney sonuçları, kontrol valfindeki diğer montaj parçalarının ve sistemde bulunan bağlantı elemanlarında oluşan basınç kayıpları ile birlikte minimum 0,5 bar ile maksimum 5 bar arasında fark olduğunu ortaya çıkarmıştır. Deney sonuçları ile CFD analiz sonuçlarında çıkan basınç farkını diğer devre elemanlarından kaynaklandığı göz önünde bulundurulursa, CFD analizleri ile deney sonuçlarında yaklaşık aynı sonuçlar elde edilmiştir.

**Çizelge 6.1.** Mevcut ve Yeni Sürgü Silindir Hattı Basıncı 0 Bar Karşılaştırması

| Pompa Giriş<br>Debisi (lt/dk) | Mevcut Tasarım<br>Ana Sürgü<br>Pompa Giriş<br>Basıncı CFD<br>Analizi (Bar) | Mevcut Tasarım Ana<br>Sürgü Pompa Giriş<br>Basıncı Deney Sonucu<br>(Bar) | Yeni Tasarım<br>Ana Sürgü<br>Pompa Giriş<br>Basıncı CFD<br>Analizi (Bar) | Yeni Tasarım<br>Ana Sürgü<br>Pompa Giriş<br>Basıncı Deney<br>Sonucu (Bar) |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 10                            | 70,6                                                                       | 71                                                                       | 6,9                                                                      | 7,5                                                                       |
| 20                            | 216,5                                                                      | 190 (Max Sistem<br>Basıncı)                                              | 19,6                                                                     | 23,5                                                                      |
| 30                            | 412,4                                                                      | 190 (Max Sistem<br>Basıncı)                                              | 37,2                                                                     | 40,3                                                                      |
| 40                            | 667,6                                                                      | 190 (Max Sistem<br>Basıncı)                                              | 58,8                                                                     | 62,4                                                                      |
| 50                            | 998                                                                        | 190 (Max Sistem<br>Basıncı)                                              | 84,7                                                                     | 89,4                                                                      |

## BÖLÜM 7

### SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, traktörlerde kullanılan kontrol valflerinin ana sürgülerinin tasarımları ve çalışma fonksiyonları simule edilmiş olup, traktörlerde kullanılan kontrol valflerinin ana sürgülerinin tasarımlarının çalışma basınçlarına ne kadar etkilediği gözlemlenmiştir.

Mevcut tasarımlı ana sürgüye sahip bir kontrol valfi, traktör pompa debisi 10 lt/dk ve yağ çıkış hattındaki basıncı 120 bar 'ı geçmediği takdirde herhangi bir basınç kaybına yol açmayacağı elde edilmiştir. Ancak traktörlerde kullanılan pompalar çalışmada da tespit edildiği gibi tasarımları ve çalışma prensipleri gereği 10 lt/dk ile 50lt/dk ya kadar çalışma devrine bağlı olarak debi sağlayabilirler. (Traktör üreticilerinin tasarımlarına bağlı olarak maksimum 50 lt/dk hidrolik yağ debisinin üstünde pompa seçimi yapılabilir).

Traktörler tarla sürüm esnasında güç kontrol sistem ile topraktan aldığı tepkimeyi hidrolik kaldırıcıya ileten mekanizmalardan oluşmaktadır. Traktör hidrolik kaldırıcısında bulunan mekanizmalar kontrol valfini kaldırma konumunda 1 mm hareket etmesi durumunda yapılan bu çalışmada görüldü ki; Kontrol valfinde bulunan ana sürgünün mevcut tasarım ile 14 ile 50 lt/dk pompa yağ debileri arasında 0 ile 1 mm arasında ana sürgü kaldırma konumundaki hareketi ile sistemde bulunan emniyet valfinin hidrolik yağı tahliye edeceği elde edilmiştir. Mevcut tasarım kontrol valfi ana sürgüsü ile traktör tarla sürüm esnasında motor devri ve traktörler üreticilerinin tasarımlarında kullandıkları pompa seçimlerine göre, pompadan gönderilen yağ debisi 14 lt/dk ile 50 lt/dk arasında olmasın durumunda, emniyet valfinin maksimum çalışma

basıncını pompanın motordan çekeceği güç, emniyet valfinin açması ile maksimuma çıkacağı saptanmaktadır.

Yeni tasarım ana sürgünün 30, 40, 50 lt/dk yağ debilerinde ve 150 bar ve üzeri basınçlarda yakıt tasarrufuna etkisinin olmadığı elde edilmiştir. Yeni tasarım ana sürgülü modeli 30 lt/dk yağ debisinin üzerindeki uygulamalarda kullanılmasının yakıt tasarrufuna etkisi yoktur.

Motorlar tasarımları gereği istenen güçte göre yakıt tüketirler. Pompaların maksimum basınçlarda çalışması için, motorunda pompanın ihtiyacına göre güç üretmesi anlamına gelir. Motor üreteceği bu gücü yakıttan sağlayacağından, pompanın sisteme göndereceği basınç traktöre yakıt olarak yansımakta ve yakıt sarfiyatını arttırabilmektedir.

Motorun ürettiği güç ve bu güçte karşılık gelen yakıt tüketimi geçmişte yapılan deneyler ile belirlenmiş günümüze aktarılmıştır. 100HP gücündeki bir traktör 19 bar basınç sağlaması için 0,56 kW enerji çekmesi ve buna karşılık 0,18 litre/saat yakıt kullanması gerekeceği Burak ve Turgay (2018)' nun araştırmalarında ortaya çıkmıştır. Bu hesaba göre 190 bar emniyet valfi açma basıncı anında 5,6 kW enerji ve 1,8 litre/saat yakıt harcanması demektir. Çizelge 7.1.' de kontrol valfinin mevcut ve yeni tasarım ana sürgülerin, pompadan ihtiyaç duyulan hidrolik yağ basınçlarının sağlanması için, pompanın motordan çektiği yakıt bilgilerini içermektedir.

**Çizelge 7.1.** Mevcut ve Yeni Sürgülerin Traktör Saatlik Yakıt Tüketimi

| Silindir Hattı Basıncı (bar) | Pompa yağ Debisi (lt/dk) | Mevcut Tasarım Ana Sürgünün Pompa Basıncı (bar) | Yeni Tasarım Ana Sürgünün Pompa Basıncı (bar) | Mevcut Tasarım Ana Sürgünün Yakıt Tüketimi (lt/saat) | Yeni Tasarım Ana Sürgünün Yakıt Tüketimi (lt/saat) | Mevcut Tasarım ile yeni tasarım arasındaki Yakıt Farkı (lt/saat) | Yeni Tasarımın Mevcut Tasarıma göre Yakıt Tasarrufu oranı (%) |
|------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 50                           | 10                       | 121                                             | 57,5                                          | 1,15                                                 | 0,54                                               | 0,60                                                             | 52                                                            |
|                              | 20                       | 190                                             | 73,5                                          | 1,8                                                  | 0,70                                               | 1,10                                                             | 61                                                            |
|                              | 30                       | 190                                             | 90,3                                          | 1,8                                                  | 0,86                                               | 0,94                                                             | 52                                                            |
|                              | 40                       | 190                                             | 112,4                                         | 1,8                                                  | 1,06                                               | 0,74                                                             | 41                                                            |
|                              | 50                       | 190                                             | 139,4                                         | 1,8                                                  | 1,32                                               | 0,48                                                             | 27                                                            |
| 100                          | 10                       | 171                                             | 107,5                                         | 1,62                                                 | 1,02                                               | 0,60                                                             | 37                                                            |
|                              | 20                       | 190                                             | 123,5                                         | 1,8                                                  | 1,17                                               | 0,63                                                             | 35                                                            |
|                              | 30                       | 190                                             | 140,3                                         | 1,8                                                  | 1,33                                               | 0,47                                                             | 26                                                            |
|                              | 40                       | 190                                             | 162,4                                         | 1,8                                                  | 1,54                                               | 0,26                                                             | 15                                                            |
|                              | 50                       | 190                                             | 189,4                                         | 1,8                                                  | 1,79                                               | 0,01                                                             | 0                                                             |
| 150                          | 10                       | 171                                             | 157,5                                         | 1,62                                                 | 1,49                                               | 0,13                                                             | 8                                                             |
|                              | 20                       | 190                                             | 173,5                                         | 1,8                                                  | 1,64                                               | 0,16                                                             | 9                                                             |
|                              | 30                       | 190                                             | 190                                           | 1,8                                                  | 1,80                                               | 0,00                                                             | 0                                                             |
|                              | 40                       | 190                                             | 190                                           | 1,8                                                  | 1,80                                               | 0,00                                                             | 0                                                             |
|                              | 50                       | 190                                             | 190                                           | 1,8                                                  | 1,80                                               | 0,00                                                             | 0                                                             |

Yapılmış olan bu çalışma ile yeni kontrol valfi ana sürgünün mevcut sürgüye kıyasla traktörün tarla sürüm işleminde hidrolik kaldırıcı da bulunan toprak hassasiyet mekanizmalarının topraktan gelen tepkimeye bağlı olarak; kontrol valfini 1 mm kaldırma konumunda hareket ettirmesiyle hidrolik kaldırıcının silindir basıncı 50 bar ve pompa yağ debisi 20 lt/dk olması durumunda mevcut tasarım ana sürgü ile 1,8 litre/saat yakıt tüketirken, yeni tasarım ana sürgü ile 0,7 litre/saat yakıt tüketeceği hesaplanmıştır.

$$\text{Yüzde Tasarruf} = \frac{(\text{Mevcut Ana Sürgü Yakıt Miktarı}) - (\text{Yeni Ana Sürgü Yakıt Miktarı})}{\text{Mevcut Ana Sürgü Yakıt Miktarı}}$$

Yukarıdaki formül ile yakıt tasarrufu en fazla 20 lt/dk yağ debisinde ve 50 bar silindir hattı basıncı olduğu durumda %61'e varan yakıt tasarrufu sağlanmaktadır.

Traktör üreticileri yakıt tasarrufu konusunda sadece transmisyon ve motor modellerini geliştirmenin yanında birde hidrolik sistemlerini de yakıt tasarrufu sağlayabilecek şekilde tasarlayabilirler.

Traktörlerde kullanılan pompalar alüminyum gövdeli olup çelik dişli pompalardır. Bu tip pompaların ömürleri çalışma basınçlarına göre kısalmaktadır. Her zaman maksimum basınçta çalışan bir pompanın ömrü minimum basınçta çalışan pompaya kıyasla daha kısa olmaktadır. Traktör üreticileri hidrolik devre tasarımlarında yapacakları iyileştirmeler ile birlikte pompalarının da ömürlerini arttırabilirler.

Traktörler bilindiği üzere motorin yakıtı ile çalışmaktadır. Motorin yakıtı benzin yakıtına oranla daha fazla çevreye zehirli gaz salınımı yapmaktadır. Havva ve İsmail (2012)'nin yapmış oldukları Arazi Toplulaştırmasının Kırsal Alanda Yakıt Tüketimi ve Karbondioksit Salınımına Etkisinin Belirlenmesi çalışması ile; Traktörlerin tarla sürümünde kullanılan motorin yakıtının 1 litresi yakılmasından çevreye 2.66 kg karbondioksit salınımı yapıldığı elde edilmiştir. Hidrolik kaldırıcı kontrol valfinde yeni tasarım ana sürgünün 20 lt/dk pompa debisi ve 50 bar silindir basıncında 1.10 lt/saat yakıt tasarrufu elde edileceğinden, çevreye de 2.92 kg karbondioksit salınımının önüne geçilebilecektir.

## KAYNAKLAR

- Acar, A.İ. .Öztürk, R., Güner, M. (2011). *Tarım Alet ve Makinaları. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi* Yayın No:1351, 65s. Eskişehir.
- Akçasu, S. (1963) . *Traktörlerde Hidrolik Kaldırıcılar. Mühendis ve Makina*, Sayı 77, 5s. Ankara.
- Baştaban, S. (1994) . *Toprak İşlemede Farklı ilerleme Hızlarının Pulluk Çeki Kuvvetine ve Yakıt Tüketimine Etkileri Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 25 (2), 202s- 209s.
- Burak, Y., Turgay, K. (2018). V. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi, *Enerji Tasarrufu Sağlayan Transmisyon Kontrol Valfi Tasarım. İzmir.*
- Erdoğan, D. (2005). *Tarım Makinaları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi* Yayın No:1548 Kitap No: 501s, 23s,30s-35s. Ankara.
- Erkunt, (2019, 10 Kasım). 55-65 HP Traktör kataloğu, erişim.  
[https://erkunttraktor.com.tr/assets/model\\_dosyalar/pdfs/65L2WDPMT.pdf](https://erkunttraktor.com.tr/assets/model_dosyalar/pdfs/65L2WDPMT.pdf).
- Fatih, K. (2013). *Traktörler Hidrolik Kaldırıcılarında Üç Nokta Askı Sisteminin Kaldırma Kapasitesi Hesabı ve Alt Kolların Tasarımının İncelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Namık Kemal Üniversitesi/Makine Mühendisliği Anabilim Dalı. Tekirdağ.*
- Gökay, U. (2008). V. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi, *Traktörlerde Hidrolik Kaldırıcı Ve Mobil Yön Kontrol Valfini aynı Anda Kullanmaya Olanak Sağlayan Yüke Duyarlı (Ls) Kontrol Valfinin tasarım Süreci. İzmir.*
- Havva, E. P., İsmail, D. M. (2012) . *Arazi Toplulaştırmasının Kırsal Alanda Yakıt Tüketimi ve Karbondioksit Salınımına Etkisinin Belirlenmesi. Ankara.*
- Hema, E. (2019, 09 Kasım ). Hema Endüstri A.Ş. erişim.  
<http://www.hemaendustri.com/tr/>.
- ISO 730-1 (1994). *Agricultural wheeled tractors-Rear -mounted three-point linkage*
- Ivan, G. (2011). *Design of Hydraulic System for Lift Trucks Second Edition. Sofia, Bulgaristan.*

Kaya, K., Akdemir, B., Dalmış, İ.S. (2013) . *Çapa traktörleri için tork ve çeki kuvveti ölçüm düzeneğinin geliştirilmesi*, Journal of Tekirdağ Agriculture Faculty, Vol. 10, No 1, pp. 11-20.

Keçecioğlu, G., Gülsoylu E. (2003). Traktör ve Tarım Makinaları Hidroliği. III. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongre ve Sergisi, 61s-62s. İzmir. 58

Keçecioğlu, G, Gülsoylu E, (2005). *Tarım Traktörleri*. Ege Üniversitesi Yayınları Ziraat Fakültesi Yayın No:565, 241s. İzmir.

Lift H. (1992). *Hydraulik in der Landtechnik, Grundlagen, Anwendungen, Fehlersuche*, Würzburg, Almanya.

Michael, J. R., Judy, M. V., (2000). *Applying virtual reality technique to the interactive stress analysis of a tractor lift arm*, Finite Elements in Analysis and Design 35, 141-155

Perkins, (2019, 09 Kasım). Perkins motorları çalışma özellikleri.

[https://www.perkins.com/en\\_GB/products/new/perkins/industrial.html](https://www.perkins.com/en_GB/products/new/perkins/industrial.html)

Samet, N. (2018) VIII. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi, *Traktörler İçin Açık Merkezli, Hidrolik Kaldırıcı Kontrol Valfinin Sürgü Boyu İle Debi Eğrilerinin Simüle Edilmesi*. İzmir.

Saral, A. (1997). *Tarım Traktörleri*. Ankara Üniversitesi Yayınları Ziraat Fakültesi Yayın No:1471, 104s,105s, 241s. Ankara.

Shell (2019, 10 Kasım). *Transmisyonlar için Shell hidrolik yağ özellikleri*.

<https://www.enerplus.com.my/industry-hydraulicoil.html>

Sümer, S. K, (2005). *Değişik Lastik ve Tekerlek Düzenlemelerinin Traktör Çeki Verimine Etkileri Üzerinde Bir Araştırma*. Doktora Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı. Adana.

TS 660 (1986). *Üç Nokta Askı Düzeni-Tekerlekli Tarım Traktörlerinde, Hidrolik Kumandalı*. Ankara.

Ülger, P., Güzel, E., Eker, B., Pınar, Y., Kayışoğlu, B., Akdemir, B., Bayhan, Y., Sağlam, C. (2002). *Tarım Makinaları ilkeleri*. N.K.U Tekirdağ Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No:29, 1-3s, 45-46s, 53-53s. Tekirdağ.

## **ÖZGEÇMİŞ**

### **Samet NAK**

1988 yılı Çorlu doğumludur. 2005 yılında Sakarya Üniversitesi Akyazı Meslek Yüksek Okulu İklimlendirme Soğutma Bölümünden mezun olmuştur. 2013 yılında Niğde Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. 2014 yılında Hema Endüstri A.Ş. de Ar-Ge Ürün Geliştirme Mühendisi olarak işe başlamış olup hala da Hidrolik Kaldırıcı ve Kontrol valfleri tasarım Şefi olarak çalışmaktadır.