

T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

MOTORLU ARAÇLAR TEKNOLOJİSİ

ARAÇLARDA HİDROLİK PRENSİPLER

Ankara, 2014

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. HİDROLİK.....	3
1.1. Temel Tanımlar.....	3
1.1.1. Kütle	3
1.1.2. Kuvvet	3
1.1.3. Basınç	3
1.1.4. Alan	4
1.1.5. İtme Kuvveti, Basınç ve Alan Arasındaki İlişkiler.....	4
1.2. Hidroliğin Tanımı Endüstrideki Yeri ve Önemi	4
1.2.1. Endüstrideki Yeri ve Önemi	4
1.2.2. Hidroliğin Uygulama Alanları.....	5
1.3. Hidrolik Sistemlerin Üstünlükleri ve Olumsuz Yönleri.....	6
1.4. Hidrolik Sistemlerde Kullanılan Birimler	7
1.4.1. Basınç birimleri	7
1.4.2. Kuvvet Birimleri.....	7
1.4.3. İş birimleri	7
1.4.4. Güç Birimleri.....	8
1.4.5. Hacim Birimleri.....	8
UYGULAMA FAALİYETİ	9
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	10
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	11
2. HİDROLİK PRENSİPLER.....	11
2.1. Hidrostatik Prensipler	11
2.1.1. Prensip 1	11
2.1.2. Prensip 2	12
2.1.3. Hidrolik Kuvvet İletimi	14
2.1.4. Hidrolik Basınç Yükseltme.....	15
2.1.5. İş ve Güç.....	16
2.1.6. Hidrolik Güç İletimi	17
UYGULAMA FAALİYETİ	18
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	19
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	20
3. HİDRODİNAMİK PRENSİPLER.....	20
3.1. Süreklilik Denklemi	20
3.1.1. Tanımı ve Formülü	20
3.1.2. Örnek Problem.....	21
3.2. Bernoulli Denklemi (Enerjinin Korunumu Prensibi).....	22
3.2.1. Tanımı.....	22
3.2.2. Örnek Problem.....	23
3.2.3. Sürtünmeler	23
UYGULAMA FAALİYETİ	25
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	27
ÖĞRENME FAALİYETİ-4	28
4. HİDROLİK AKIŞKANLAR VE YAĞLAR.....	28

4.1. Hidrolik Yağın Görevleri	28
4.2. Hidrolik Yağda Aranılan Özellikler	28
4.3. Yağların Karakteristik Özellikleri	29
4.3.1. Viskozite	29
4.3.2. Yağlama Yeteneği	30
4.3.3. Film Dayanımı	30
4.3.4. Köpüklenme	30
4.3.5. Polimerleşme	31
4.3.6. Oksidasyon	31
4.3.7. Akma Noktası	31
4.3.8. Isıl Genleşme	31
4.3.9. Alev Alma Noktası	32
4.3.10. Özgül Ağırlık	32
4.4. Hidrolik Yağ Çeşitleri	32
4.4.1. Madeni Yağlar (Mineral)	32
4.4.2. Ateşe dayanıklı yağlar	33
UYGULAMA FAALİYETİ	35
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	36
ÖĞRENME FAALİYETİ-5	37
5. HİDROLİK DEVRELERDE KULLANILAN SEMBOLLER	37
5.1. Hidrolik Devre Çiziminde Kullanılan Hatların Sembolleri	37
5.2. Hidrolik Devre Yardımcı Elemanlarının Sembolleri	38
5.3. Hidrolik Devre Elemanları Sembolleri	39
5.3.1. Hidrolik Pompa Sembolleri	39
5.3.2. Hidrolik Motor Sembolleri	39
5.3.3. Hidrolik Silindir Sembolleri	39
5.3.4. Hidrolik Valfler ve Kumanda Şekli Sembolleri	40
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	44
ÖĞRENME FAALİYETİ-6	45
6. HİDROLİK DEVRELER	45
6.1. Hidrolik devre çeşitleri	45
6.1.1. Açık Hidrolik Devreler	45
6.1.2. Kapalı Hidrolik Devreler	46
6.1.3. Yarı Kapalı Hidrolik Devreler	47
6.1.4. Açık ve Kapalı Devrelerin Karşılaştırılması	47
6.2. Hidrolik Devre Üzerindeki Hatlar	48
6.2.1. Emiş Hattı	48
6.2.2. Basınç Hattı	49
6.2.3. Geri Dönüş Hattı	49
6.2.4. Nötr Hat	50
6.2.5. Pilot Hat	50
6.2.6. Sızıntı Hatları	50
6.3. Hidrolik Devrelerin Ana Kısımları	51
UYGULAMA FAALİYETİ	53
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	54
MODÜL DEĞERLENDİRME	55

CEVAP ANAHTARLARI.....	57
KAYNAKÇA.....	59

AÇIKLAMALAR

ALAN	Motorlu Araçlar Teknolojisi
DAL/MESLEK	Alan Ortak
MODÜLÜN ADI	Araçlarda Hidrolik Prensipler
MODÜLÜN TANIMI	Hidrolik sistemleri tanıma, hesaplarını yapma; elemanlarını tanıma ve bakım onarımını yapma; sembolleri tanıma ve şema çizimlerini yapma bilgi ve becerilerinin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/16
ÖN KOŞUL	Bu modülün ön koşulu yoktur.
YETERLİK	Motorlu araçlarda hidrolik sistemler ile ilgili işlem ve hesaplamaları yapmak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Hidrolik terimleri açıklayabilecek, hidrolik hesaplamaları yapabilecek, hidrolik sembolleri öğrenip hidrolik devre çizimlerini yapabileceksiniz. Amaçlar 1. Kütle, kuvvet ve basınç ile ilgili hesapları yapabileceksiniz. 2. Hidrostatik ile ilgili hesaplamaları yapabileceksiniz. 3. Hidrodinamik ile ilgili hesaplamaları yapabileceksiniz. 4. Hidrolik sistemlerde uygun hidrolik yağ seçimi yapabileceksiniz. 5. Hidrolik sembollerini öğrenecek ve kullanabileceksiniz. 6. Hidrolik devre çizebileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Hidrolik pnömatik laboratuvarı Donanım: Hidrolik pnömatik setler, maketler, devre elemanları
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Öğrenmek üzere almış olduğunuz bu modül ile yaşamın içerisinde hidrolik kontrol sistemlerinin nasıl yer aldığını öğreneceksiniz. Bunu öğrenirken hidroliğin temel prensipleri, çalışma sistemleri ve parçaları hakkında gerekli bilgilere ulaşacak ve bu bilgileri kullanabilecek seviyeye ulaşacaksınız.

Endüstrinin sürekli gelişmesi yeni bilgi ve becerileri gerektirmektedir. Öğrenilmesi gereken bilgi ve teknolojiler arasında hidrolik önemi azımsanamayacak bir yer tutmaktadır. Hidrolik sistemlerin imalatının ekonomik olması ve az yer kaplamasından ötürü önemi daha da artmaktadır. Kullanım alanları da hızla yaygınlaştırmaktadır. Motorlu araçlar hiç şüphesiz ki kişilerin gelir gruplarının değişmesi ile hemen hemen herkesin ulaşabildiği bir obje hâline gelmiştir. Motorlu araçlar yaşamına getirdiği yeniliklerle tanışan bireyler onunla bütünleşerek onu hayatının ayrılmaz birer parçası hâline getirmiştir. İhtiyaçlarına cevap verilebildiği oranda bu bağın daha da güçlendiği görülmektedir. Teknolojik çalışmalar insan hayatını kolaylaştırmak üzere yapılmaktadır.

Hidrolik sistemler, mekanik olarak kumanda edilen sistemlere göre çok daha az güç ve enerji harcanarak kumanda edilebilen sistemlerdir. İnsanlar ihtiyaçlarını karşılarken ekonomik, konforlu, çabuk ve kolay olarak karşıladıkları sistemleri tercih etmektedir. Gelecekte hidrolik sistemler hayatın birçok alanında kullanılacak. Bu modülü tamamladığınızda hidrolik sistemlerin temelini oluşturan hidrolik prensiplerin neler olduğunu öğrenecek ve temel hidrolik hesaplamaları yapabileceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Hidrolik terimleri açıklayabilecek; kütle, kuvvet ve basınç ile ilgili hesaplamaları yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Hidrolik sistemlerin ortaya çıkmasına katkıda bulunan kişileri öğreniniz.

1. HİDROLİK

1.1. Temel Tanımlar

1.1.1. Kütle

Bir cismi meydana getiren madde miktarına kütle denir. Kütle, ağırlığın bir sebebidir. Yer çekiminin kütleyle olan etkisine de ağırlık denir. Mesela ağırlık yer çekimine göre değişen bir büyüklük olduğu hâlde kütle değişmez. Kütle birimleri gram, kilogram ve tondur

1.1.2. Kuvvet

Kuvvet bir cisim üzerine uygulanan çekme veya basma işlemidir. Kuvvet bir cismin hareket etmesine, durmasına, hızını veya yönünü değiştirmesine sebep olabilir.

Newton Kanunu'na göre kuvvet = kütle x ivme => $F=m.a$ 'dır.

Kütle "m" ile gösterilir ve birimi kg'dır.

Yer çekimi ivmesi "a" ile gösterilir ve birimi m/sn^2 dir.

Metrik sistem standartlarına göre kuvvet birimi Newton (N) dur.

1 Newton 1 kg kütleyle 1 saniyede 1 m/ sn^2 lik ivme verebilen kuvvettir.

1 N = 1 kg.m/ sn^2

1.1.3. Basınç

Maddenin üç hâlde bulunmasından dolayı üç farklı tanımı vardır:

Katıların basıncı: Katı cisimlerin üzerinde durdukları yüzeye, ağırlıklarından dolayı uyguladıkları kuvvete basınç denir. Katılar basıncı iletmezler.

Sıvıların basıncı: Sıvılar ağırlıklarından ötürü, içinde buldukları kaba bir kuvvet uygular. Bu kuvvete basınç denir. Sıvıların basıncı içinde buldukları kabın şekline bağlı değildir.

Gazların basıncı: Maddelerin gaz hâlinde bulunmasının nedeni, moleküllerinin her tarafa doğru hareket ediyor olmasıdır. Bu nedenle gazlar içinde buldukları kabın çeperlerine çarpar. Bu çarpma sonucu yüzeye uygulanan etkiye basınç denir.

1.1.4. Alan

Basıncın uygulandığı alanı ifade eder. Kapalı kabın tabanı, basıncın oluşturulduğu piston yüzeyi veya basıncın uygulandığı piston yüzey olarak ifade edebiliriz. Alanın büyüklüğüne göre basınç ve kuvvet artırılıp azaltılabilir.

1.1.5. İtme Kuvveti, Basınç ve Alan Arasındaki İlişkiler

Kapalı kap içindeki sıvıya, belirli bir kesit alanına sahip pistonun piston kolu yardımı ile itme kuvveti uygulandığında sıvının basıncı artar. İtme kuvveti arttıkça basınç artar, Piston kesit alanı arttıkça basınç azalır.

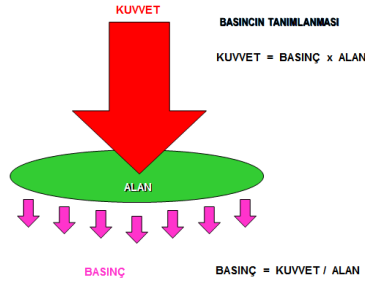
Kapalı kap içine basınçlı bir akışkan gönderdiğimizde kaba bağlı olan piston kolundan elde edeceğimiz kuvvet piston alanına bağlı olarak değişir. Alan arttıkça kuvvet artar, alan azaldıkça kuvvet azalır.

$$P = \frac{F}{A}$$

P: İtme kuvveti sonucu kap içinde oluşan basınçkg/ cm²

F: Piston itme kuvveti.....kg

A: Piston kesit alanı.....cm²



Şekil 1.1: Kuvvet basınç ve alan arasındaki ilişki

1.2. Hidroliğin Tanımı Endüstrideki Yeri ve Önemi

1.2.1. Endüstrideki Yeri ve Önemi

Hidrolik akışkanlar bir kap içinde hareketsiz durdukları gibi bir boru içinde hareket halinde olabilirler. Hidrolik akışkanları inceleyen bilim dallarını hidrostatik ve hidrodinamik olarak adlandırabiliriz.

Hidrostatik durgun sıvıları hidrodinamik ise hareketli sıvıları inceleyen bilim dallarıdır.

Hidrolik sistemlerin uygulama alanı olarak taşıtların fren ve direksiyonları, yağlama istasyonları, hidrolik kaldıraçlar, damperli kamyonlar ve iş makineleri örnek gösterilebilir.

Hidrolik sistemler pek çok endüstriyel tesiste yaygın olarak kullanılmaktadır.

Krikolar, asansörler, vinçler, takım tezgâhları, vites kutuları, test cihazları, sanayi tipi robotlar gibi pek çok uygulama alanı vardır. Son dönemde elektroniğin hızla gelişmesine paralel olarak uygulama alanları çok hızlı bir şekilde genişlemiştir ve buna bağlı olarak yeni makineler geliştirilmiştir.

Metal endüstrisinde tüm makinelerde hidrolik sistemler uygulanmaya başlanmıştır. Hidrolik sistemlerde güç iletimi kolaylaştığından tercih nedeni olmuştur. Hidrolik kontrollü makineler düzgün ve titreşimsiz çalışmakta olup kontrol edilmesi çok kolaydır. Dairesel ve doğrusal hareketler ile otomatik ve mekanik hareketler, hidrolik sistemle kolay bir şekilde elde edilmektedir.

Hidrolik sistemler kontrol kolaylığı, ekonomik olması ve az yer kaplamalarından dolayı geniş bir uygulama alanı bulmuştur.

1.2.2. Hidroliğin Uygulama Alanları

- Deniz ve havacılıkta
 - Gemi güverte vinçlerinde
 - Gemilerin yük doldurma ve boşaltma işlerinde
 - Gemi yön kontrol sistemlerinde
 - Uzay teleskoplarında
 - Uçak yön kontrol sistemlerinde
 - Uçakların iniş kalkış sistemlerinde
- Endüstriyel üretim alanlarında
 - İş tezgâhlarında
 - Preslerde
 - Enjeksiyon preslerinde
 - Kaldırma araçlarında
 - Ağır sanayi makinelerinde
- Enerji üretim alanlarında
 - Barajların kapaklarının açılıp kapatılmasında
 - Türbinlerde
 - Nükleer santrallerde
 - Maden üretiminde
 - Demir ve çelik üretiminde
 - Hareketli mobil alanlarda
 - Taşıtlarda
 - Tarım makinelerinde
 - İş makinelerinde
 - Vinçlerde

1.3. Hidrolik Sistemlerin Üstünlükleri ve Olumsuz Yönleri

- Hidrolik sistemlerin üstünlükleri
 - Diğer sistemlere göre sessiz ve gürültüsüz çalışırlar.
 - Hidrolik enerjinin elde edilmesi, denetimi ve kontrolü kolaydır.
 - Uzaktan kontrol edilebilir.
 - Bakımı, tamiri ve onarımı kolaydır.
 - Ani basınç yükselmelerinde devre otomatik olarak durur sonra yeniden normal çalışmasına devam eder.
 - Küçük basınçlarla büyük güçler elde edilebilir.
 - Sistem durdurulmadan yön değişimi sağlanabilir.
 - Sistem çalışma sırasında kendi kendini yağlar.
 - Parça ömrü uzun olduğundan ekonomiktir.
 - Hatlarda dolaşan hidrolik akışkan ısıyı dağıtır ve devre elemanlarının soğutulması sağlanmış olur.
 - Sistem durmadan hız kontrolü yapılabilir.
 - Otomatik kumanda sistemi ile tek merkezden kontrol edilebilir.
 - Elektrikli ve elektronik kontrol sistemleri ile yeni makineler tasarlanabilir.
 - Daha az yer kaplar.

- Hidrolik sistemlerin olumsuz yönleri
 - Sıvıların yüksek ısılarla ulaşması sonucu sızıntı yağ kaçaqları miktarı artacağından verim düşer.
 - Bağlantı ve rakorlarda yüksek basınçtan kaynaklanan kaçak ve sızıntı oluşabilir.
 - Arıza durumunda yağ sarfiyatı olur ve atık yağlar doğaya zarar verir.
 - Bazı elemanlar yüksek basınç ve ısılarda özelliklerini kaybedebilir. Bu da sistemin çalışamaz hâle gelmesine neden olur.
 - Isı ayarlayıcıların (eşanjör) devreye bağlanmaları gerekmektedir.
 - Sistem montajı sırasında borularda fazla kıvrım verilirse verim düşer.
 - Elemanlar iyi seçilmez, sistem iyi monte edilmez ise verimi düşer.

1.4. Hidrolik Sistemlerde Kullanılan Birimler

Ülkemizde hidrolik sistemlerde yapılacak hesaplamalarda MKS birim sistemi kullanılmaktadır.

ADI	Sembol	Birim	
Basınç Kuvveti	F	N	kg
Yüzey (Alan)	A	m ²	cm ²
Basınç	P	N/m ²	kg/ cm ²

Tablo 1.1: Türkiye’de hidrolikte kullanılan birim sistemleri

1.4.1. Basınç birimleri

Basınç birimi olarak Pascal(N/m²), Bar(kg/cm²)

1 Pa(Pascal) = 1 N/m²(Newton/m²)

1 bar = 10⁵ Pa = 10⁵ N/m²

1 bar = 1.02 kg/cm²(yaklaşık 1 kg/cm²alabiliriz)

1 bar = 14,5 PSI veya Libre/inç²

1 bar = 10 Newton/cm²

1 kg/cm² = 0,981 Bar

1 atm = 76 cm-Hg = 760 mm-Hg

1.4.2. Kuvvet Birimleri

1 Newton = 0,1 kgf

1 kgf = 10 N

1 daN= 10 N

1 N=1 kgm/sn.²

1.4.3. İş birimleri

İş = Kuvvet x Yol olduğundan iş birimleri de kuvvet birimleri ile yol (uzunluk) birimlerinin çarpımına eşittir.

1 joul (jul)= 1 Nm = 0,102 kgm

1 kgm = 10 joul

1.4.4. Güç Birimleri

1 W(Watt)= 0,00135 HP (Horse Power) veya BG (Beygir Gücü)

1 HP = 735,5 W

1 HP = 75 kgm/sn.

1 kW = 1000 W

1 W = 1 Nm/sn.

1.4.5. Hacim Birimleri

1 litre = 1 dm³ = 1000 cm³

1 litre = 0,264 Galon (Galon: Amerikan birim sisteminde hacim ölçüsü)

1 galon = 3,785 litre

UYGULAMA FAALİYETİ

Hidrolik terimleri açıklayınız, kütle, kuvvet ve basınç ile ilgili hesaplamaları yapınız.

Uygulama:

Aşağıda verilen birimleri dönüştürünüz.

$$10 \text{ kgf} = \dots\dots\dots \text{N}$$

$$5 \text{ bar} = \dots\dots\dots \text{Pa}$$

$$10 \text{ kgf.m} = \dots\dots\dots \text{Joule}$$

$$10 \text{ HP} = \dots\dots\dots \text{kgm/sn.}$$

$$10 \text{ litre} = \dots\dots\dots \text{cm}^3$$

Çözüm:

$$10 \text{ kgf} = 100 \text{ N}$$

$$5 \text{ bar} = 500\,000 \text{ Pa}$$

$$10 \text{ kgf.m} = 100 \text{ Joule}$$

$$10 \text{ HP} = 750 \text{ kgm/sn.}$$

$$10 \text{ litre} = 10\,000 \text{ cm}^3$$

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi basınç birimlerinden birisi değildir?
A) PSI
B) Newton
C) Bar
D) Pascal
2. Hareketli akışkanları inceleyen bilim dalı aşağıdakilerden hangisidir?
A) Hidroelektrik
B) Hidrostatik
C) Hidrodinamik
D) Mekanik
3. Aşağıdakilerden hangisi hidroliğin uygulama alanlarından birisi değildir?
A) İş makineleri
B) Mekanik kontrol mekanizmaları
C) Ağır sanayi
D) Otomotiv sanayi
4. Aşağıdakilerden hangisi hidrolik sistemin üstünlüklerinden biri değildir?
A) Diğer sistemlere göre sessiz ve gürültüsüz çalışır.
B) Sistem çalışma sırasında kendi kendini yağlar.
C) Uzaktan kontrol edilebilir.
D) Parça ömrü kısadır.
5. Aşağıdakilerden hangisi hidrolik sistemlerde kullanılan kuvvet birimlerinden değildir?
A) Atm
B) Newton
C) daN
D) kgf

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Hidrostatik ve Pascal Kanunu ile ilgili hesaplamaları yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Sıvıların kaldırma kuvvetini inceleyiniz.

2. HİDROLİK PRENSİPLER

Hidrolik prensipler, hidrostatik ve hidrodinamik prensipler olarak iki ana başlık altında toplanmaktadır.

2.1. Hidrostatik Prensipler

Kapalı bir kaptaki durgun sıvılara ait prensip ve kanunlardır.

2.1.1. Prensip 1

Herhangi bir kapta bulunan sıvılar kabın tabanına basınç uygular. Bu uygulanan basınç kabın şekline bağlı değildir.

Sıvının kabın tabanına uyguladıkları basınç sıvının yüksekliğine ve yoğunluğuna bağlı olarak değişir. Farklı sıvıların yoğunlukları da farklıdır.

Örneğin özdeş iki kabın birine yağ birine de su konulsa yağın yoğunluğu az olduğundan dolayı kabın tabanına uyguladığı basınç suya göre azdır.

Bu basınç, sıvı sütununun yüksekliğine (h), yoğunluğuna (ρ) ve yerçekimi ivmesine (g) bağlıdır.

$$p = \rho \times g \times h$$

Şekil 2.1'de gösterilen kapların hepsinde aynı sıvı varsa ve yükseklikleri eşit ise tabanlarındaki basınçlar da eşittir.

$$P_1 = P_2 = P_3 = P_4$$

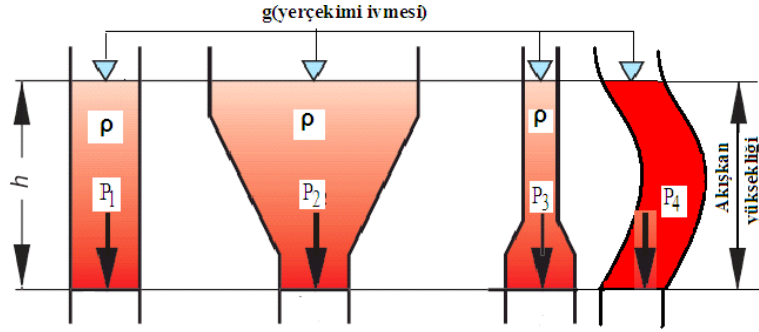
$$P = \rho \times h \times g$$

P = Sıvının kabın tabanına yaptığı basınç (kg/cm²)

h = Sıvı yüksekliği (m)

ρ = Yoğunluk (kg/m³)

g = Yer çekimi ivmesi (m/sn.²) sabittir ve $\approx 9,81$



Şekil 2.1: Değişik biçimli kaplarda hidrostatik basınç

Örnek: 1 m yüksekliğindeki kapta bulunan hidrolik yağ sütunu kabın tabanına ne kadar basınç uygular? (hidrolik yağ yoğunluğu $0,90 \text{ g/cm}^3$ ve yer çekimi ivmesi 9.81 m/sn.^2)

Verilenler:

$$p = \rho \cdot g \cdot h$$

$$\rho = 0.90 \text{ g/cm}^3$$

$$g = 9.81 \text{ m/sn.}^2$$

$$h = 1 \text{ metre} = 100 \text{ cm}$$

Çözüm:

$$p = 0.90 \text{ g/cm}^3 \times 9.81 \text{ m/sn.}^2 \times 100 \text{ cm}$$

$$p = 883 \text{ g.cm.m/cm}^3.\text{sn.}^2$$

Eşitliği 1000'e bölersek gram kilograma çevrilir.

$$p = 0.883 \text{ kgm/sn}^2.\text{cm}^2 = 0.883 \text{ N/cm}^2$$

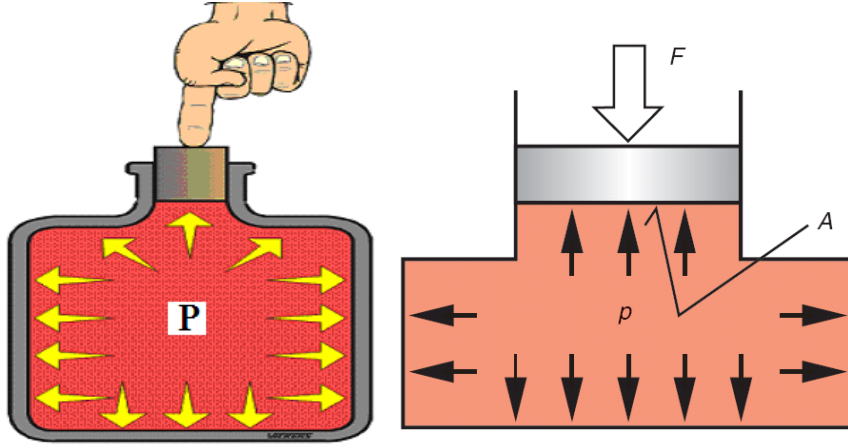
$$p = 0.0883 \text{ bar} \cong 0.09 \text{ kg/cm}^2$$

2.1.2. Prensip 2

Hidrostatik prensiplerden ikincisine Pascal Kanunu da denir.

Pascal Kanunu'na göre sıvı dolu bir kaba uygulanan kuvvet sonucu meydana gelen basınç, sıvı tarafından kabın bütün yüzeylerine aynen iletilir.

Burada yer çekimi kuvveti ihmal edilmektedir. Bu prensiplerden yararlanılarak hidrolik sistemler ve hidrolik sistemlerle çalışan makineler geliştirilmiştir.

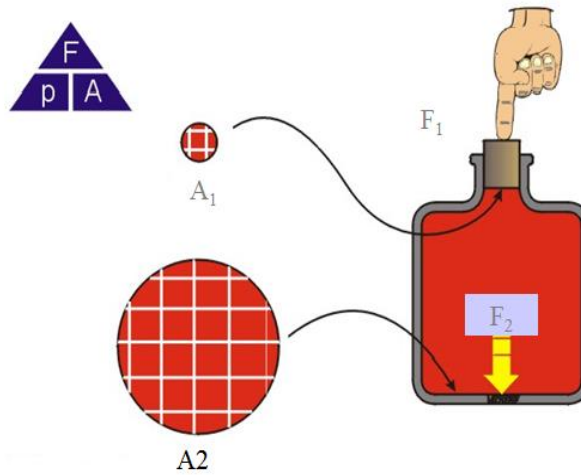


Şekil 2.2: Dış kuvvetlerin oluşturduğu basınç

Bu prensiplerin en önemli özelliği ise sisteme uygulanan küçük bir kuvvetin büyük kuvvetlere dönüşmesidir.

Bu noktada, hidrolik sistem basınçlarının nasıl oluştuğuna kısaca değinelim. Böyle bir sistemde basıncı belirleyen faktör, karşı dirençtir. Basit olarak bu direncin bir silindirin kaldıracağı yük olduğunu düşünelim. Burada yükün hareket edebilmesi için sistem basıncının yük ve piston alanı kadar yükselmesi gerekir. Yük azalır ise sistem basıncı da kendiliğinden azalacaktır. Basıncın gerekli değer kadar yükselmesi, dış etkenlerle sağlanır ki hidrolik sistemlerde bu bir pompadır.

PASKAL KANUNU



Şekil 2.3: Pascal Kanunu

Paskal Kanunu'na göre kuvvet uygulanan kapta meydana gelen basınç, kuvvetin şiddeti ile doğru kuvvetin uygulandığı pistonun yüzey alanı ile ters orantılıdır.

$$P = \frac{F}{A} \quad Pa = \frac{N}{m^2} = \text{veya} \quad \text{kg/cm}^2 \text{ (Bar)} = \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

Örnek:

Taban alanı 2 cm² olan bir şişe kapağına 10 kg'lık bir kuvvet uygulanmaktadır. Şişenin tabanına etki eden basınç ne kadardır?

Verilenler

Şişe taban alanı (A) = 2 cm²

Uygulanan kuvvet (F) = 10 kg

Şişe tabanına etki eden basınç (P) = ?

Çözüm:

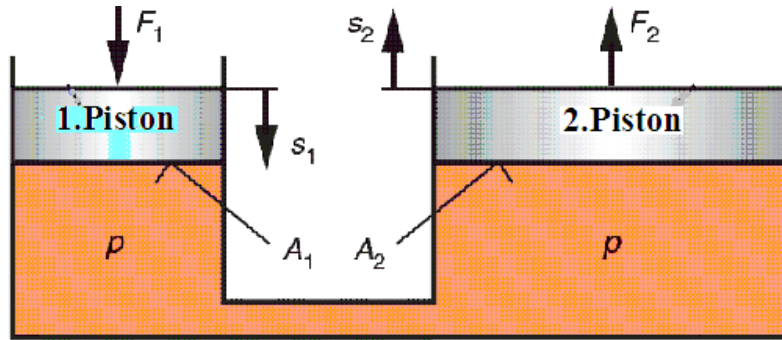
$$P = \frac{F}{A} \quad \text{ise } P = \frac{10}{2} = 5 \text{ kg/cm}^2 \text{ dir.}$$

2.1.3. Hidrolik Kuvvet İletimi

Şekil 2.4'te basit bir hidrolik pres görülmektedir. A alanına uygulanan F kuvveti, kapalı hacim içinde $P = \frac{F}{A}$ oranında bir basınç oluşturur. Bu basınç aynen A₂ alanına da uygulanacaktır.

$P_1 = P_2$ olacağından her iki eşitliği bir birine eşitlersek

$$F_1 \cdot A_1 = F_2 \cdot A_2 \quad \text{veya} \quad \frac{F_1}{F_2} = \frac{A_2}{A_1} \text{ yazabiliriz.}$$



Şekil 2.4: Hidrolik kuvvet iletimi

F_2 ile elde edilen kuvvet, alanla orantılı olacaktır. Küçük pistonun aşağı inerken süpürdüğü hacimdeki akışkan, büyük pistonu yukarı itecektir.

Birinci pistonunda etki eden F_1 nedeniyle sıvı kap içinde hareket eder. Sıvılar sıkıştırılmayacağı için sıvı hacmi ($V=V_1=V_2$) aynı kalarak $V_1=S_1A_1$ aynı hacimde sıvı $V_2=S_2 A_2$ ikinci kabın olduğu pistonu hareket ettirir. Buna göre;

$$S_1 \cdot A_1 = S_2 \cdot A_2 \quad \text{veya} \quad \frac{S_1}{S_2} = \frac{A_2}{A_1} \quad \text{şeklinde de yazabiliriz.}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{A_2}{A_1} \quad \text{ve} \quad \frac{S_1}{S_2} = \frac{A_2}{A_1} \quad \text{Her iki eşitlikteki benzer terimleri birbirine eşitlersek.}$$

Kuvvet ve pistonların aldığı mesafe arasındaki eşitlik bulunur.

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{S_1}{S_2}$$

Örnek:

Şekil 2.4'teki hidrolik liftin ikinci pistonu üzerinde bir yükü kaldırmak istiyoruz. Birinci silindire 150 kg'lık yük uyguluyoruz. Birinci silindir piston çapı 5 cm ve ikinci silindir piston çapı 10 cm olduğuna göre yükü kaldıracak ikinci silindirdeki kuvveti bulunuz.

Verilenler:

$$F_1 = 150 \text{ kg}$$

$$d_1 = 5 \text{ cm}$$

$$d_2 = 10 \text{ cm}$$

İstenenler:

$$A_1 = ?$$

$$A_2 = ?$$

$$F_2 = ?$$

Çözüm:

$$A_1 = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 5^2}{4} = 19,62 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = \frac{\pi \cdot d_2^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 10^2}{4} = 78,5 \text{ cm}^2$$

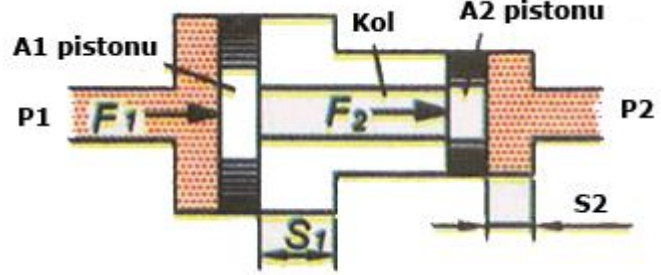
$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{A_2}{A_1} \quad \frac{150}{F_2} = \frac{78,5}{19,62} \quad F_2 = 37,49 \text{ kg}$$

2.1.4. Hidrolik Basınç Yükseltme

Kesit ölçüleri farklı iki piston kullanarak akışkanların basıncını artırma işlemine “hidrolik basınç yükseltme” adı verilir.

Hidrolik basınç yükseltme prensibi araçların hidrolikle çalışan fren sistemlerinde ve direksiyon sistemlerinde, asansörlerde, kaldırma ve iletme araçlarında, iş makinelerinin hidrolik sistemlerinde kullanılmaktadır.

$F_1 = F_2$ olduğundan
 $F_1 = P_1 \times A_1$
 $F_2 = P_2 \times A_2$ buradan
 $P_1 \times A_1 = P_2 \times A_2$
 şeklinde ifade edilir.



Şekil 2.5: Hidrolik basınç yükseltme

Örnek: Bir iş makinesinde kullanılan hidrolik basınç yükselticinin kesit alanı 80 cm^2 olan birinci pistonuna 10 kg/cm^2 basınç uygulanmaktadır, ikinci pistonun kesit alanı 20 cm^2 olduğuna göre ikinci pistonda ne kadarlık basınç meydana gelir?

Verilenler:

$$P_1 = 10 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_1 = 80 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = 20 \text{ cm}^2$$

İstenenler:

$$P_2 = ?$$

Çözüm:

$$P_1 \times A_1 = P_2 \times A_2$$

$$10 \times 80 = P_2 \times 20$$

$$P_2 = 40 \text{ kg/cm}^2$$

2.1.5. İş ve Güç

Bir mesafe boyunca sarf edilen kuvvet, yapılan işi belirtir.

$$\text{İş} = \text{Kuvvet} \times \text{Yol}$$

$$W = F \times L$$

İş birimi olarak genellikle kgf.m kullanılır. Örneğin 10 kg 'lık bir yükü 10 metre yükseğe kaldırırsak yapılan iş 100 kgf.m 'dir.

Yukarıdaki hesaplamada bu işin ne kadar sürede yapıldığı göz önüne alınmamıştır. Bu güç ile belirtilir. Güç, birim zamanda yapılan iştir.

$$\text{Güç} = \frac{\text{İş}}{\text{Zaman}} \text{ veya } \text{Güç} = \frac{\text{Kuvvet} \times \text{Yol}}{\text{Zaman}}$$

$$N = \frac{W}{t} \text{ veya } N = \frac{F \times L}{t} \text{ veya } N = F \times V \quad (V = \text{hız})$$

Gücü daha iyi tanıyabilmek için şöyle bir örnek verebiliriz. Beş katlı bir binanın en üst katına merdivenlerden çıkılırsa yapılan iş vücut ağırlığı ile en üst katın yüksekliğinin çarpımıdır. İster yürüyerek ister koşarak yapılsın yapılan her iki iş de aynıdır.

Aynı ağırlığa sahip iki kişiden yaşlı olan bu işi yürüyerek yapar, genç olan ise koşarak yapar. Burada koşarak veya yürüyerek yapmada önemli olan zamandır. Aynı işi daha kısa sürede yapan kişi daha güçlüdür.

Güç birimi olarak “Beygir Gücü (HP)” veya “Kilowatt (kW)” kullanılır.
1 HP = 75 kgf.m/sn. = 0.746 kW

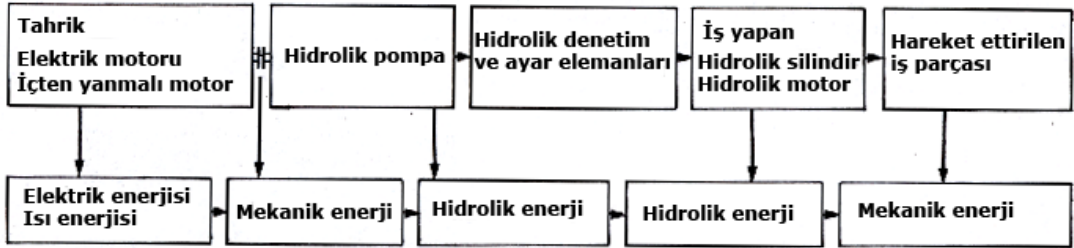
Hidrolik sistemde güç; basınç, debi ve hidrolik pompa verimine bağlıdır. Buradan hidrolik sistemin gücü;

$$N = \frac{P \times Q}{600 \times \eta_m} \text{ olacaktır.}$$

Buradaki verim ifadesi, sistemlere ve elemanlara göre değişiklik gösterebilir. Örneğin dişi pompa ve motorların verimleri % 75-90, pistonlu pompa ve motorların verimleri ise % 90-95 civarındadır.

2.1.6. Hidrolik Güç İletimi

Hidrolik, kapalı bir hacimdeki sıvıyı iterek sağlanan bir güç iletim metodu olarak da tanımlanabilir. Sistemin başlangıç elemanı bir pompa, son elemanı ise silindir veya hidrolik motor gibi bir alıcıdır. Hidrolik sistemlerde güç iletimi ve enerji değişimi Şekil 2.6’da görülmektedir. Şekilden de anlaşılacağı gibi hidrolik sistemin kendisi bir güç kaynağı değildir. Güç kaynağı olarak bir elektrik motoru veya içten yanmalı bir motor kullanılmaktadır.



Şekil 2.6: Hidrolik sistemlerde güç iletimi ve enerji değişimi

UYGULAMA FAALİYETİ

Hidrostatik terimleri açıklayınız, Pascal Kanunu ile ilgili hesaplamaları yapınız.

Uygulama 1:

Bir hidrolik depoda bulunan hidrolik akışkan yağın yoğunluğu 900 kg/m^3 , yağın depodaki seviyesi (yüksekliği) 80 cm ise yağın depo tabanına yapmış olduğu basıncı hesaplayınız.

Çözüm 1:

Verilenler

$$\rho = 900 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9.81 \text{ m/sn}^2$$

$$h = 80 \text{ cm} = 0,8 \text{ m}$$

$$P = \rho \times h \times g$$

$$P = 900 \times 9,81 \times 0,8 \text{ (kg/m}^3 \text{ m/sn}^2\text{m)} \quad P = 7063,2 \text{ kgm/sn}^2\text{.m}$$

$$P = 7063,2 \text{ N/m}^2$$

İstenilen

$$P = ?$$

$$P = 7063,2 = \text{Pa}$$

$$= 7063,2 \text{ Pa} = 0,07 \text{ bar}$$

Uygulama 2:

Kapalı bir kaptaki pistonu uygulanan kuvvet 40 N ve piston kesit alanı 5 cm^2 dir. Uygulanan kuvvet sonucu oluşan basıncı hesaplayınız.

Çözüm 2:

Verilenler:

$$F = 40 \text{ N}$$

$$A = 5 \text{ cm}^2 = 0,0005 \text{ m}^2$$

İstenen:

$$P = ?$$

Çözüm:

$$P = \frac{F}{A} \text{ ise } P = \frac{40}{0,0005} = 80.000 \text{ Pa (N/m}^2\text{)}$$

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Hidrostatik basıncın değeri aşağıdakilerden hangisine bağlı değildir?
A) Yer çekimi ivmesi
B) Sıvının ağırlığı
C) Sıvının yoğunluğu
D) Sıvının yüksekliği
2. Durgun sıvı hareketlerini inceleyen hidrolik prensibi aşağıdakilerden hangisidir?
A) Hidrostatik
B) Hidrodinamik
C) Hidroelektrik
D) Jeoloji
3. “Sıvı dolu bir kaba uygulanan kuvvet sonucu meydana gelen basınç sıvı tarafından kabın bütün yüzeylerine aynen iletilir.” prensibi aşağıdakilerden hangisidir?
A) Bernoulli
B) Newton
C) Pascal
D) Arşimet
4. Bir mesafe boyunca sarf edilen kuvvet aşağıdakilerden hangisini belirtir?
A) Basınç
B) Ağırlık
C) Güç
D) İş
5. Güç birimi aşağıdakilerden hangisidir?
A) Joule
B) Watt
C) Bar
D) Pascal

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Hidrodinamik ile ilgili hesaplamaları yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Bernoulli kimdir? Çeşitli kaynaklardan araştırarak hidrolik bilimine katkılarını öğreniniz.

3. HİDRODİNAMİK PRENSİPLER

Hareket hâlindeki (boru, kanal, hortum vb. içinden akan) akışkanlara ait prensip ve kanunlardır.

3.1. Süreklilik Denklemi

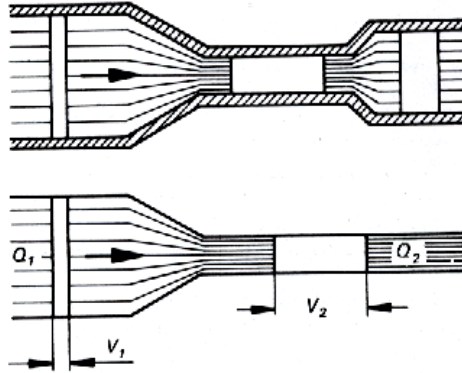
3.1.1. Tanımı ve Formülü

- **Debi**

Belirli bir kesitten birim zamanda (1 dakikada, 1 saniyede vb.) geçen akışkan miktarına debi denir.

- **Süreklilik denklemi**

Farklı kesitlerden oluşan bir boru içinden akan akışkanın debisi, borunun her noktasında aynı değerdedir. Debinin sabit kaldığını düşünürsek küçük kesitlerde büyük kesitlere oranla daha hızlı akar.



Şekil 3.1: Daralan kesitlerde akış

Şekil 4.1’de daralan kesitte akış hızının arttığı açıktır.

$$Q_1 = Q_2$$

$$Q = \frac{\text{Hacim}}{\text{Zaman}} = \frac{v}{t} \quad \text{ve} \quad v = A \times S \quad \text{ise} \quad Q = \frac{A \times S}{t}$$

$$V = \frac{S}{t} \quad \text{olduğundan} \quad Q = A \times V$$

Burada;

Q = Debi

v = Akışkanın hacim

A = Borunun kesit alanı

S = Akışkanın aldığı yol

V = hız

t = zaman

Sonuç olarak şunu yazabiliriz:

$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2 \quad (\text{süreklilik denklemi})$$

Formülden de görülebileceği gibi daralan kesitlerdeki akışkanın akış hızı, kesitlerin oranı nispetinde artmaktadır. Kesit küçüldükçe akışkan hızı artmaktadır ancak debi sabit kalmaktadır.

3.1.2. Örnek Problem

Hidrolik devrede bulunan bir borunun kesit alanı 0,2 cm² ve kesitten akan sıvının hızı 4 m/sn.² bir darbe sonucu boru çap daralarak 0,008 cm²’ye düşmekte ve akışkan hızı da 100 m/sn. çıkmaktadır. Borudan geçen akışkanın debisini hesaplayınız.

Verilenler:

$$V_1 = 4 \text{ m/sn.}$$

$$V_2 = 100 \text{ m/sn.}$$

$$A_1 = 0,2 \text{ cm}^2 = 0,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_2 = 0,008 \text{ cm}^2 = 0,008 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

İstenilenler:

$$Q = ?$$

Çözüm:

$$Q = A \times V$$

$$Q_1 = A_1 \times V_1 = (0,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2) \cdot 4 \text{ m/sn.} = 0,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{sn.}$$

$$Q_2 = A_2 \times V_2 = (0,008 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2) \cdot 100 \text{ m/sn.} = 0,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{sn.}$$

$$A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2 \quad Q = Q_1 = Q_2 = 0,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{sn.}$$

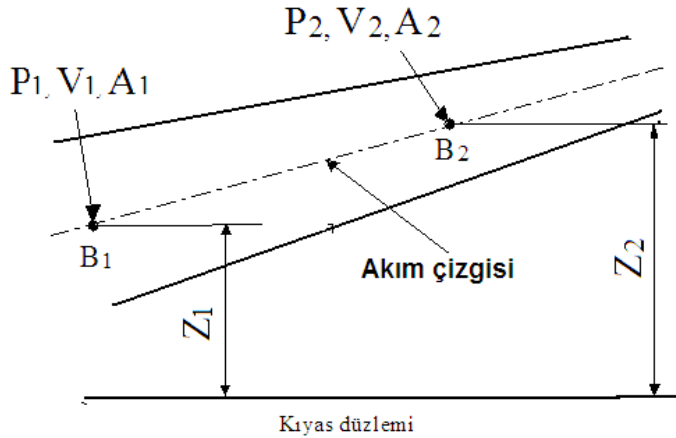
3.2. Bernoulli Denklemi (Enerjinin Korunumu Prensibi)

3.2.1. Tanımı

Bir borudan sürekli akan akışkanın toplam enerjisi akım çizgisi boyunca her noktada aynıdır. Bu prensibe “Enerjinin Korunumu Prensibi” ve bu prensibe göre elde edilen denklemde bulunan kişinin ismi “Bernoulli Denklemi” denilmiştir. Akım çizgisi akışkanın aktığı boru veya kanalın tam ortasından geçtiği varsayılan bir nevi eksen çizgisidir.

Kinetik enerji akışkanın hızından dolayı sahip olduğu enerjidir. Potansiyel enerji ise akışkanın basıncından dolayı sahip olduğu enerjidir.

Akışkanın enerjisi ise akışkanın kinetik enerjisi ve potansiyel enerjilerinin toplamıdır.



Şekil 3.2: Bernoulli Prensibi

$$\frac{P}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} + Z = Q = \text{sabit}$$

P= Basınç (Pascal)

V= Akış hızı (m/sn.)

A= Boru kesit alanı (m²)

Z= Mutlak yükseklik (m)

γ= Özgül ağırlık (kg/m³)

g= Yerçekimi ivmesi (m/ sn.²)

Güç = Basınç x Debi

W = P x Q

Birimi Watt = Pa .m³/sn.= (Nm/sn.)

SürekliDenklemi ve Bernoulli Denklemi dikkate alındığında; akışkanın aktığı boru çapı küçülürse ya da büyürse toplam enerji değişmez, akım çizgisi boyunca her noktada aynıdır. Ancak boru çapı küçülürse akışkanın basıncı azalır, hızı artar; boru çapı büyürse akışkanın basıncı artar, hızı azalır. Sıkılan bir bahçe sulama hortumunu buna örnek olarak düşünebiliriz.

3.2.2. Örnek Problem

Örnek 1:

Çapı 3 cm olan borudan geçen hidrolik akışkanın ortalama hızı 3 m/sn.dir. Aynı sistem içinde akışkan 6 cm'lik boru çapından geçerken hızı ne olur?

Verilenler:

$$d_1 = 3 \text{ cm} = 0,03 \text{ m}$$

$$d_2 = 6 \text{ cm} = 0,06 \text{ m}$$

$$V_1 = 3 \text{ m/sn.}$$

İstenilenler:

$$V_2 = ?$$

Çözüm:

$$A_1 = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} = \frac{3,14 \times 0,03^2}{4} \quad A_1 = 0,000706 \text{ m}^2$$

$$A_2 = \frac{\pi \cdot d_2^2}{4} = \frac{3,14 \times 0,06^2}{4} \quad A_2 = 0,00282 \text{ m}^2$$

$$A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2 \text{ ise } V_2 = \frac{A_1 \times V_1}{A_2} \text{ olur.}$$

$$V_2 = \frac{0,000706 \times 3}{0,00282} \quad V_2 = 0.75 \text{ m/sn.}$$

3.2.3. Sürtünmeler

Eğer akışkan hareket etmiyorsa devredeki bir daralma noktasının önünde, arkasında, içinde veya devrenin herhangi bir yerindeki basınç aynıdır.

Akışkan akmaya başlayınca sürtünme nedeniyle ısı oluşur. Böylece akışkanın sahip olduğu enerjinin bir bölümü ısı enerjisi şeklinde kaybolur.

Hidrolik enerji kayıpsız iletilemez. Önemli olan bu kayıpların minimuma indirilmesidir. Sürtünme kayıplarının büyüklüğü;

- Boru uzunluğu,
- Borunun yüzey düzgünlüğü,
- Borunun malzemesi
- Kıvrım ve dönüş sayısı,
- Boru çapı,

- Akışkanın cinsi,
- Akışkanın vizkozitesi
- Sistem sıcaklığı,

gibi da birçok etkene bağlıdır.

Bu etkenler kontrol altında tutulup standartlara yaklaştırıldığı oranda sürtünme azalır, sistemin verimi artar.

Örnek :

Çapı 3 cm olan borudan geçen hidrolik akışkanın ortalama hızı 3 m/sn.dir. Aynı sistem içinde akışkan 6 cm'lik boru çapından geçerken hızı ne olur?

Verilenler:

$$d_1 = 3 \text{ cm} = 0,03 \text{ m}$$

$$d_2 = 6 \text{ cm} = 0,06 \text{ m}$$

$$V_1 = 3 \text{ m/sn.}$$

İstenilenler:

$$V_2 = ?$$

Çözüm:

$$A_1 = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} = \frac{3,14 \times 0,03^2}{4} \quad A_1 = 0,000706 \text{ m}^2$$

$$A_2 = \frac{\pi \cdot d_2^2}{4} = \frac{3,14 \times 0,06^2}{4} \quad A_2 = 0,00282 \text{ m}^2$$

$$A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2 \text{ ise } V_2 = \frac{A_1 \times V_1}{A_2} \text{ olur.}$$

$$V_2 = \frac{0,000706 \times 3}{0,00282} \quad V_2 = 0.75 \text{ m/sn.}$$

UYGULAMA FAALİYETİ

Süreklilik Denklemi ve Bernoulli Prensibi ile ilgili hesaplamaları yapınız.

Uygulama 1:

Bir su borusundaki su, çapı 12,5 mm'den 9 mm'ye inen daralma parçasında akmaktadır. Suyun geniş tarafındaki hızı 0,9 m/sn. ise dar uçtaki hızı ne olur?

Çözüm 1:

Verilenler

$$\begin{aligned}d_1 &= 12,5 \text{ mm} = 0,0125 \text{ m} \\d_2 &= 9 \text{ mm} = 0,009 \text{ m} \\V_1 &= 0,9 \text{ m/sn.} \\A_1 &= 0,785 \cdot d_1^2 = 0,0098125 \text{ m}^2 \\A_2 &= 0,785 \cdot d_2^2 = 0,007065 \text{ m}^2\end{aligned}$$

İstenilen

$$V_2 = ?$$

Süreklilik Denklemi'nden $A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2$ ise

$$V_2 = \frac{A_1 \times V_1}{A_2} = V_2 = \frac{0,0098125 \times 0,9}{0,007065} = 1,15 \text{ m}^2/\text{sn.}$$

Uygulama 2:

Farklı çapları $d_1 = 15 \text{ cm}$ $d_2 = 5 \text{ cm}$ $d_3 = 13 \text{ cm}$ olan bir borudan geçen akışkanın debisi 5 litre/dk.dır. Farklı çaplara göre akışkanın hızları ne olur?

Çözüm 2:

Verilenler

$$\begin{aligned}d_1 &= 15 \text{ cm} = 0,15 \text{ m} \\d_2 &= 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m} \\d_3 &= 13 \text{ cm} = 0,13 \text{ m}\end{aligned}$$

İstenilen

$$\begin{aligned}V_1 &= ? \\V_2 &= ? \\V_3 &= ?\end{aligned}$$

$$Q = 5 \text{ l/dk.} = 5 \text{ dm}^3/\text{dk.} = \frac{5}{100 \times 60} = 8,3 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{sn.}$$

$$A_1 = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} = A_1 = \frac{3,14 \cdot 0,15^2}{4} = 0,017 \text{ m}^2$$

$$A_2 = \frac{\pi \cdot d_2^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,05^2}{4} = 0,0019 \text{ m}^2$$

$$A_3 = \frac{\pi \cdot d_3^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,13^2}{4} \quad A_3 = 0,013 \text{ m}^2$$

$A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2 = A_3 \times V_3 = Q$ sabit debi formülü esas alınarak

$$A_1 \times V_1 = Q \text{ ise } V_1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{8,3 \times 10^{-5}}{0,017} = 0,0048 \text{ m}^2/\text{sn.}$$

$$A_2 \times V_2 = Q \text{ ise } V_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{8,3 \times 10^{-5}}{0,0019} = 0,043 \text{ m}^2/\text{sn.}$$

$$A_3 \times V_3 = Q \text{ ise } V_3 = \frac{Q}{A_3} = \frac{8,3 \times 10^{-5}}{0,013} = 0,0063 \text{ m}^2/\text{sn.}$$

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. “Farklı kesitlerden oluşan bir boru içinden akan akışkanın debisi, borunun her noktasında aynı değerdedir.” prensibi aşağıdakilerinden hangisini ifade eder?
 - A) Süreklilik Denklemi
 - B) Hidrostatik basınç
 - C) Hidrodinamik basınç
 - D) Pascal Kanunu
2. “Belirli bir kesitten birim zamanda (1 dakikada, 1 saniyede vb.) geçen akışkan miktarıdır.” olarak ifade edilen hidrolik terim aşağıdakilerden hangisidir?
 - A) Hız
 - B) Hacim
 - C) Basınç
 - D) Debi
3. Akım çizgisi boyunca boru çapı küçültülürse akışkanın basınç ve hız nasıl değişir?
 - A) Basıncı artar-Hızı azalır
 - B) Basıncı azalır-Hızı azalır
 - C) Basıncı azalır-Hızı artar
 - D) Basınç artar-Hız artar
4. Enerjinin korunumu prensibini bulan kişi aşağıdakilerden hangisidir?
 - A) Newton
 - B) Bernoulli
 - C) Pascal
 - D) Toricelli
5. Sürtünme kayıplarının büyüklüğü aşağıdakilerden hangisine bağlı değildir?
 - A) Boru uzunluğu
 - B) Boru çapı
 - C) Akış hızı
 - D) Boru sayısı

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-4

AMAÇ

Hidrolik sistemlerde kullanılacak yağın özelliklerini öğrenecek, hidrolik yağ seçimi yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Hidrolik sistemlerde kullanılan yağlarda aranan özellikleri çeşitli kaynaklardan öğreniniz.

4. HİDROLİK AKIŞKANLAR VE YAĞLAR

4.1. Hidrolik Yağın Görevleri

Hidrolik devrelerde kullanılan sıvılardır. Hidrolik enerjinin çalışan elemanlara iletilmesinde kullanılan sıvıların hidrolik akışkan olabilmesi için birtakım özelliklerinin olması gerekir. Hidrolik sistemlerde verimin alınabilmesi ve çalışan elemanların ekonomik ömrünün uzun olması için hidrolik yağlar kullanılır.

Hidrolik yağın görevleri şunlardır:

- Güç iletmelidir.
- Yağlama yapmalıdır.
- Sistemi soğutmalıdır.
- Sızdırmazlık sağlamalıdır.
- Paslanmayı önlemelidir.
- Aşınmayı azaltmalıdır.
- Sistemi temizlemelidir.

4.2. Hidrolik Yağda Aranılan Özellikler

Hidrolik yağlarda bazı özelliklerin bulunması şarttır. Rastgele yağların kullanılması sistemde olumsuzluklar meydana gelmesine neden olur. Hidrolik devrenin veriminin yüksek olması için hidrolik yağların bazı özelliklere sahip olması gerekir.

Hidrolik yağları özelliklerini genel olarak aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

- Devre elemanları ve çalışan kısımlarda film tabakası oluşturarak yağlama özelliği bulunmalıdır.
- Sistem ısındığında soğutma yapmalıdır.
- Yapışkanlık özelliğinden ötürü sızdırmazlık sağlamalıdır.
- Çalışan elemanlarda paslanma sorun olduğundan paslanmaya karşı koruyucu olmalıdır.

- Yağların oksijenle birleşmesi yağın ekonomik ömrünü kısaltır. Bu yüzden oksijenle birleşmeye karşı direnci yüksek olmalıdır.
- Yağlar, içindeki hava ve suyu kolayca dışarı atabilmelidir (Su paslanmaya neden olur. Hava kabarcıkları ise kavitasyon oluşturur. Sistemin düzensiz çalışmasına neden olur.).
- Yüksek basınçlara ve ısılara karşı özelliklerini kaybetmemelidir.
- Güç kaybına neden olmamalıdır.
- Çalışma şartlarından ötürü sistemin içine girebilecek pislikleri süzme özelliği olmalıdır.
- Temas ettiği devre elemanlarını içine katılan katıklar sayesinde temizlemelidir.

4.3. Yağların Karakteristik Özellikleri

Genel olarak bütün yağların yapılarından kaynaklanan karakteristik özellikleri vardır. Bu özellikler hidrolik yağlar içinde geçerlidir.

- Viskozite
- Yağlama yeteneği
- Film dayanımı
- Köpüklenme
- Polimerleşme
- Oksidasyon
- Akma noktası
- Isıl genleşme
- Alev alma noktası
- Özgül ağırlık

4.3.1. Viskozite

Akışkanların akmaya karşı göstermiş olduğu dirence **viskozite** denir. Yağların viskozitesi çalıştıkları ortamın sıcaklığına göre değişir. Isı yükseldikçe viskozitesi azalır. Yaz ve kış ortamına göre çalışabilecek viskozitesi uygun hidrolik yağlar tercih edilmelidir.

Soğuk havalarda hidrolik sistem yağlarının viskozitesi artar. Yağın viskozitesinin sıcaklığa bağlı olarak değişmesine viskozite indeksi denir. Yağların viskozitesi, viskozitemetre ile ölçülür. Örnek olarak kış yağları için SAE 5W,SAE 10W yaz yağları için SAE 20W,SAE 30W,SAE 40W,SAE 50W söylenebilir.

Yağların viskozitelerinin yüksek ve düşük oluşları hidrolik devrelerin çalıştıkları ortamda sorun çıkarır.

- Yağın viskozitesi yüksek olursa aşağıdaki sakıncalar oluşur:
 - Sürtünmeler artar
 - Yağ hidrolik sistemden üzerine aldığı pislikleri filtrelelere bırakamaz.
 - Hidrolik alıcıların hızları azalır dolayısı ile hareket yavaşlar.
 - Verim azalır.

- Güç kaybı olur.
 - Gürültü artar.
 - Sıcaklık artar.
 - Filtre ömrü azalır.
- Yağın viskozitesi düşük olursa aşağıdaki sakıncalar oluşur:
- Hidrolik devre elemanları iç kaçak ve sızıntıları artar.
 - Bağlantı elemanlarından kaçaklar artar.
 - Yağlama iyi olmaz ve aşınmalar artar.
 - Hidrolik sistem ısısı artar.
 - Hidrolik pompa verimi düşer.
 - Hidrolik sistem verimi düşer.

4.3.2. Yağlama Yeteneği

Yapışkanlık ve moleküller arası çekim sonucu metal yüzeylere yapışan yağ birkaç molekül kalınlığında bir katman oluşturur. Böylece ayrı bir yağlamaya gerek kalmadan hareket eden parçaların mekanik sürtünmesi ve aşınma sorunları en aza indirilir.

Hidrolik devreler için iyi bir yağ, çalışan parçaları yağlamalıdır. Yağlama yeteneğinin iyi olması hareket eden parçalar arasında yağ filmi tabakası oluşturulmasıdır. Böylece çalışan parçaların hareketini rahatlatır, aşınmalar azalır, güç kaybını azaltır. Hidrolik yağlarda aranan bu nitelikler; yağın viskozitesine, akıcılığına, viskozite indeksine ve içinde yabancı madde barındırmamasına bağlıdır.

4.3.3. Film Dayanımı

Yağın çalışan parçalara yapışma ve katman oluşturma özelliğidir. Hidrolik devrelerde birbiri ile çalışan parçalar arasında aşınma olmaması için yağ filmi tabakası meydana getirilir. Yağların film dayanımının iyi olması, çabuk yırtılmadan basınç sıcaklık ve zorlamalara dayanabilmesi demektir.

4.3.4. Köpüklenme

Hidrolik devrelerde yağın içine hava karışmasıyla meydana gelen ve kesinlikle istenmeyen bir durumdur. Yağın ısınmasına, çok gürültü oluşmasına ve basıncın düşmesine neden olur. Köpüklenme, sistemin verimsiz ve titreşimli çalışmasına sebebiyet verir. Sistemin basıncı da azalır. Yağlara köpük önleyen katkıları ilave edilmektedir. Buna karşı depodaki yağın üzerinde köpük varsa pompa bir yerden hava alıyor demektir. Sistem derhâl durdurulup gerekli onarım yapılmalıdır.

Boruların kıvrım biçimi de köpüklenme nedeni olabilir. Bu olumsuzluğu ortadan kaldırmak için borular keskin (90°) köşeli bükülmemelidir. Büyük kavislerle bükülmelidir. Kesitleri birdenbire daraltılmamalı, iç yüzeyleri düzgün olmalıdır. Depo içinde sisteme uygun filtre seçilmeli, emiş ve dönüş hattı arasına ara perde (deflektör) konularak çalkalanmalara izin verilmemelidir.

4.3.5. Polimerleşme

Hidrolik devrelerde, yüksek basınç ve ısıda yağ özelliğini korumalı ve moleküllerine ayrılmamalıdır. Yağ bu olumsuz şartlarda bozulmuyor ve moleküllerine ayrılmıyorsa polimerleşme özelliği iyidir. Yağın polimer yapısı bozulan polimerleşme özelliğini (molekülleri bir arada tutamama) kaybeden yağ koyulaşır yağlama özelliğini yitirir içinden ayrılan asitler parçalara zarar verir. Ayrışma neticesinde ortaya çıkan su ve su buharları metal yüzeylerde pas oluşturabilir.

4.3.6. Oksidasyon

Yağın bileşenlerinin oksijenle kimyasal tepkimeye girerek bazıları erimeyen türden kimyasal bileşikler oluşturması olayıdır. Polimerleşme nedeni ile oluşan olumsuz durum, hidrolik devre elemanlarında oksit ve paslanma oluşturur. Ayrıca yağın içindeki suyun da ayrışması veya çeşitli bölgelerden içeri giren oksijen, metal kısımların oksitlenmesine neden olur. Oksidasyon sonucu oluşan çamur veya sakız yapısındaki bileşikler yapışkanlığı artırır, ayrıca pompa ve valflerdeki küçük delikleri tıkayarak kesikli çalışmaya neden olur. Aynı şekilde açığa çıkan asidik maddeler, sızdırmazlık elemanlarının bozulmasına ve metal yüzeylerde korozyona neden olur. Bunun için hava ve suyun hidrolik devreden dışarıya atılması gerekir.

Bir kimyasal tepkimede diğer tüm unsurlar sabit kalmak koşuluyla her 5.5 °C'lik sıcaklık artışı tepkime hızını iki katına çıkarır.

Oksidasyon da kimyasal tepkimedir ve 50 °C'ye kadar hızı çok yavaştır. Bu değerden sonra hızı çok artar. O yüzden hidrolik sistemlerde yağ sıcaklığı yaklaşık 35 °C – 50 °C arasında olmalı, kesinlikle 70 °C'nin üstüne çıkılmamalıdır. Gerekirse soğutucu kullanılmalıdır.

4.3.7. Akma Noktası

Hidrolik devre yağlarının akıcılık özelliğini kaybedip katılaşmaya başladığı ısıya "akma noktası" denir. Hidrolik devrelerde yağın çalışma sıcaklığı -50°C ila +100°C arasındadır. Çalışma ısıları düştükçe yağın viskozitesi artar yani akıcılığı azalır. Böyle durumlarda sistemin verimi de azalır. Yağların akma noktası ve özellikleri üretici firmalar tarafından belirtilir. Hidrolik akışkanların içinde su olması, akma noktasının düşmesine yağların donmasına neden olur. Bu nedenlerle devrelerde soğutucu ve ısıtıcılar bulunmalıdır

4.3.8. Isıl Genleşme

Hidrolik devrelerde yağın ısısının artması ile yağda ısıl genleşmeler meydana gelir. Isıl genleşme neticesinde yağın hacmi artar. Hacmi artan yağ, sistemde sıkışma oluşmasına neden olur. Bu nedenle depoya doldurulacak yağ miktarı, ısıl genleşme sonucu hacminin artacağı hesaplanarak doldurulmalıdır. Yağ, 1 °C sıcaklıkta bulunduğu hacminin 0,0007 katı oranında artış gösterir. Artış şu formül ile hesaplanır:

$$\Delta t = t_2 - t_1, \quad V = V_0 \times \Delta t \times \alpha, \quad V = V_0 + V_1$$

Δt = Yağın ısı sonucu artma miktarı °C

t_2 = Son sıcaklık °C

t_1 = İlk sıcaklık °C

V_1 = Yağın hacim olarak artışı (l)

V_0 = Yağın ilk hacmi (l)

V = Yağın son hacmi (l)

α = Yağın genleşme oranı

4.3.9. Alev Alma Noktası

Yağların toz hâlinde püskürtüldüğü zaman yanmaya başladığı sıcaklık derecesidir. Hidrolik sistem yağları 160°C - 200°C arasındaki ısılarda toz hâlinde püskürtüldükleri zaman yanmaya başlar.

4.3.10. Özgül Ağırlık

Hidrolik yağların 20°C ısıda birim hacminin ağırlığına özgül ağırlık denir. Özgül ağırlık N/dm³ veya kgf/dm³ birimleri ile ölçülür. Genel olarak hidrolik yağların özgül ağırlıkları 0,90 - 0,95 N/ dm³ arasında değişir.

4.4. Hidrolik Yağ Çeşitleri

Hidrolik sistemlerde kullanılan sıvının bazı temel ödevleri yerine getirebilmesi gereklidir. Bu ödevler; başlıca işlevi olan güç iletimini gerçekleştirmek, sızdırmazlık sağlamak, soğutma ve yağlama yapmaktır. Bugün hidrolikte kullanılan yağlar iki ana sınıfa ayrılmaktadır:

- Standart madenî (Mineral) yağlar
- Ateşe dayanıklı yağlar.

4.4.1. Madenî Yağlar (Mineral)

Petrol kökenli standart madenî yağlar en çok kullanılan yağlardır. Madenî yağların özellikleri üç faktöre bağlıdır:

- Hem petrolün kalitesi
- Rafineri metodu ve derecesi
- Kullanılan katıklar

Madenî yağların bir sakıncası yanabilmeleridir. Isıl işlem, kaynak, döküm gibi ateşin tehlikeli olabileceği ortamlar için yanmaz yağlar kullanılmalıdır.

Özelliklerine göre şöyle gruplandırabiliriz:

- HL: Korozyona ve yaşlanmaya (oksidasyona) karşı katkı maddeli
- HLP: HL+sürtünme aşınmasına karşı katkı maddeli
- HLP-D: HLP+aktif yayılma ve deterjan katkılı (Hava su ayrışımına ihtiyaç duymaz.)

4.4.2. Ateşe dayanıklı yağlar

Üç temel tip ateşe dayanıklı hidrolik akışkan vardır:

- Su-glikol çözeltisi
- Su-yağ karışımları (emülsiyonları)
- Sentetik yağlar

Yukarıda genel olarak gruplandırdığımız ateşe dayanıklı yağlar aşağıdaki karışım oranları ile elde edilmektedir.

- HFA:% 10 katkı (yağ...vb) + % 90 su
- HFA-V: % 20 konsantrasyon+% 80 su
- HFB: % 60 yağ + % 40 su
- HFC (Su glikol) %40 su+%60 glikol
- HFD-R (fosfat ester)

➤ **Su-glikol çözeltisi:**

Yanmaya karşı koymak için % 35 - 40 su-glikol; yapışkanlığı iyileştirmek için suda çözülebilir; kalınlaştırıcı, ayrıca köpüklenme, korozyon ve yağlamayı iyileştirici katıklar içerir.

Akışkanın özgül ağırlığı yağdan daha büyük olduğu için pompa emişinde daha yüksek bir vakum yaratabilir. Çinko, kadmiyum ve magnezyum gibi malzeme su-glikol çözeltisi ile reaksiyona girdiği için koruyucu boya ve kaplama ile birlikte kullanılmaktadır.

Bu tür bir akışkanın sakıncaları:

- Gerekli yapışkanlığı korumak için buharlaşma nedeniyle eksilen su miktarını sürekli ölçmek gerekir.
- Buharlaşma bazı katıkların kaybolmasına, sonuçta yağın ve malzemenin ömrünün azalmasına neden olur.
- Çalışma sıcaklığı düşük tutulmalıdır. Su-glikol çözeltileri, ayrıca ucuz olmaları nedeniyle büyük hacimli sistemlerde kullanılır.

➤ **Su-yağ karışımları**

Pahalı olan ateşe dayanıklı akışkanlardır. İçlerinde iki akışkanı bir arada tutmak için katıklar içerirler.

Yağ-su (su içinde yağ) ve su-yağ (yağ içinde su) olmak üzere iki tip emülsiyon vardır. Yağ-su emülsiyonu, su içinde yayılmış yağ damlacıkları (özel rafine edilmiş) içerir.

Yaygın olarak kullanılan emülsiyon su-yağ emülsiyonudur. Bu emülsiyonların avantajları ateşe dayanıklı olmaları, mükemmel soğuma karakteristiği sağlamalarıdır. Bu tür akışkanların filtrelenmesine ayrı bir özen gösterilmelidir.

➤ **Sentetik yağlar:**

Ateşe dayanıklı sentetik akışkanlar, kimyasal yollar ile elde edilirler.

- Fosfat esterli,
- Klorlu hidrokarbonlar,
- Sentetik esaslı akışkanlar

olarak üç tipte incelenir.

Sentetik yağlar su içermedikleri için su-yağ emülsiyonlarına göre daha yüksek sıcaklıkta çalışabilirler. Hatta ateşe dayanıklı sentetik yağlar düşük sıcaklıkta pek verimli olmadıkları için soğuk ortamlarda bir parça ısıtılmaları gerekebilir. Ayrıca bu tip akışkanlar diğerlerine göre en yüksek özgül ağırlığa sahiptir.

Sentetik yağlar akışkanlar içinde en pahalı olanıdır.

Su-glikol ve su-yağ çözeltileri yeni sentetik esaslı keçe malzemeleri ile uygun çalışır. Sentetik yağlar çoğunlukta kullanılan nitrile (buna) ve neoprene keçeler ile uygun çalışmaz. Bu tür yağ ile uygun çalışacak keçeler (viton, teflon) kullanılmalıdır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Hidrolik sistemlerde uygun hidrolik yağ seçimi yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Hidrolik sistem kataloğundan sistemde kullanılan yağın özelliklerini belirleyiniz.	➤ Katalogları inceleyerek yağ özelliklerini öğreniniz.
➤ Hidrolik yağ kataloğundan sisteme uygun yağ seçimi yapınız.	➤ Sistemin çalışma özelliklerini öğreniniz. ➤ Sisteme uygun yağ seçimi yapmayı öğreniniz.
➤ Hidrolik yağ kutusu üzerindeki özellikler ile katalogdan belirlenen özellikleri karşılaştırınız.	➤ Hidrolik yağ kutularındaki özellikleri kataloglarla karşılaştırınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi hidrolik yağların görevlerinden değildir?
 - A) Güç taşıma
 - B) Aşındırma
 - C) Pasa karşı koruma
 - D) Soğutma
2. Aşağıdakilerden hangisi yağlarda aranan özelliklerden değildir?
 - A) Viskozite
 - B) Oksidasyon
 - C) Sertleşme
 - D) Polimerleşme
3. Sıvıların akmaya karşı göstermiş olduğu dirence ne ad verilir?
 - A) Viskozite
 - B) Polimerleşme
 - C) Oksidasyon
 - D) Köpüklenme
4. Hidrolik borular 90° kıvrılırsa ne gibi sorun meydana gelir?
 - A) Viskozite artar.
 - B) Yağ yanar.
 - C) Oksitlenme olur.
 - D) Yağda köpük oluşur.
5. Yüksek basınç ve ısıda yağın özelliğini korumasına ne denir?
 - A) Viskozite
 - B) Köpüklenme
 - C) Oksidasyon
 - D) Polimerleşme

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-5

AMAÇ

Hidrolik sembollerini öğrenecek ve kullanabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Araçlarda kullanılan hidrolik devre şemalarını araştırınız.

5. HİDROLİK DEVRELERDE KULLANILAN SEMBOLLER




Hidrolik devrenin çiziminde kullanılan semboller standarttır. Bu standartlarının tam karşılığı ve daha detaylı standartlar TS 1306, ISO-1219, DIN 24 300'de bulunmaktadır. Dünyada üretilen tüm makinelerin hidrolik devre projelerinde kullanılan hidrolik devre elemanı sembolleri aynıdır.

Bu nedenle farklı bir hidrolik devre geldiğinde aşağıdaki sembollerin bilinmesi, ilgili hidrolik devrenin okunabilmesini sağlar. Hidrolik devrelerin okunabilmesine, kontrollerinin yapılabilmesine ve arızalarının tespit edilebilmesine olanak sağlar.

Hidrolik devre çiziminde kullanılan sembolleri; yardımcı eleman sembolleri, kumanda kontrol elemanı sembolleri ve hidrolik devre elemanları sembolleri olarak üç ana grupta toplamak mümkündür.

5.1. Hidrolik Devre Çiziminde Kullanılan Hatların Sembolleri

Hidrolik devrelerde bağlantı elemanları ve yardımcı eleman sembolleri bu grupta incelenmektedir.

Sembolü	Eleman adı	Sembolü	Eleman adı
————	Çalışma hattı		Eleman sınırı
-----	Uyarı hattı		Dönüş yönü
-----	Sızıntı hattı		Ayarlanabilir – Değişkenlik

	Elektrik hattı		Kör tapa
	Bükülebilir hat		Dışarıdan bağlantı yapılabilir hat
	Kesişen hatlar		Çabuk bağlantı elemanı
	Kesişmeyen hatlar		Kısma (viskoziteden bağımsız)
	Havalandırma noktası		Kısma (viskoziteye bağlı)
	Yay		Akış yönü

Tablo 5.1: Hidrolik devre çiziminde kullanılan yardımcı eleman sembolleri

5.2. Hidrolik Devre Yardımcı Elemanlarının Sembolleri

Hidrolik devre yardımcı devre elemanları olarak mekanik enerji kaynağı, yağı temizleyen, depolayan, ısıtan, soğutan, basıncını ve sıcaklığını ölçen devre elemanları bu grupta yer alır.

Sembolü	Eleman adı	Sembolü	Eleman adı
	İçten yanmalı motor		Elektrik motoru
	Açma kapama vanası		Basınç anahtarı
	Hidrolik tank		Basınç uygulanmış hidrolik tank
	Isıtıcı		Soğutucu
	Filtre		Hidrolik akümülatör
	Basınç ölçer (manometre)		Sıcaklık ölçer (termometre)





Tablo 5.2: Hidrolik devre yardımcı elemanlarının sembolleri

5.3. Hidrolik Devre Elemanları Sembolleri

Hidrolik pompalar, hidrolik motorlar, hidrolik silindirler, hidrolik valfler ve kumanda şekillerine göre valfler olarak gruplandırabiliriz.

5.3.1. Hidrolik Pompa Sembolleri





Hidrolik pompaların sembolleri aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

	Tek yönlü, sabit debili pompa		Tek yönlü, değişken debili pompa
	Çift yönlü, sabit debili pompa		Çift yönlü, değişken debili pompa

Tablo 5.3: Hidrolik pompaların sembolleri

5.3.2. Hidrolik Motor Sembolleri


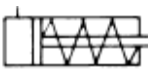
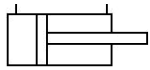
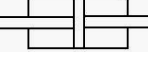
Hidrolik motorların sembolleri aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

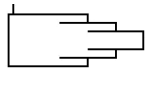
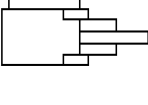
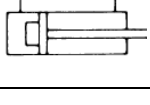
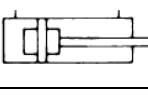
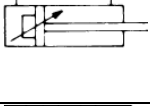
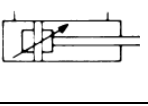

	Tek yönlü, sabit devirli motor		Çift yönlü, sabit devirli motor
	Tek yönlü, değişken devirli motor		Çift yönlü, değişken devirli motor

Tablo 5.4: Hidrolik motor sembolleri

5.3.3. Hidrolik Silindir Sembolleri

Hidrolik silindirin sembolleri aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

	Tek etkili hidrolik silindir		Tek etkili hidrolik silindir (Geri dönüşü yaylı)
	Çift etkili hidrolik silindir		Çift etkili, çift milli hidrolik silindir

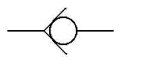
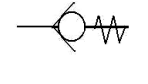
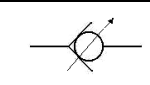
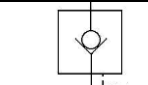
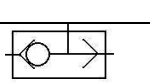
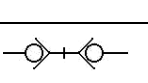
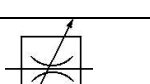
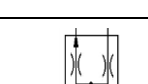

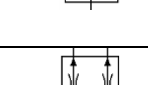
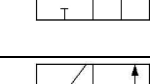
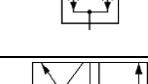
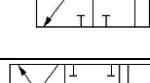
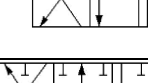
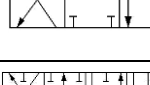
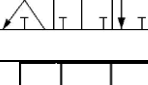
	Tek etkili teleskopik silindir		Çift etkili teleskopik silindir
	Tek yönde yastıklı silindir		Çift yönlü yastıklı silindir
	Tek yönde ayarlanabilir yastıklı silindir		Çift yönlü ayarlanabilir yastıklı silindir
	Tandem silindir		

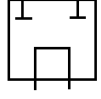

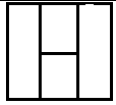
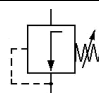
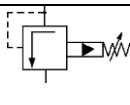
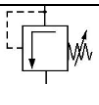
Tablo 5.5: Hidrolik silindir sembolleri

5.3.4. Hidrolik Valfler ve Kumanda Şekli Sembolleri

5.3.4.1. Hidrolik Valf Sembolleri

Hidrolik valflerin sembolleri aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

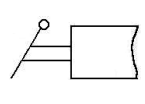
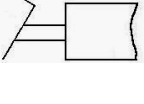
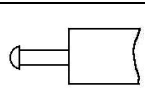
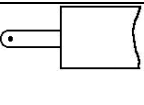
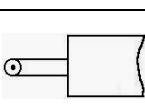
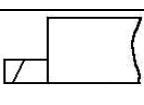
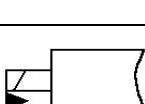
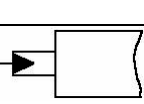
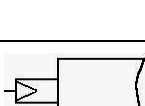
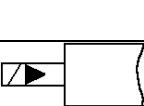
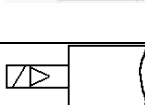
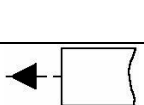
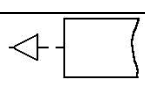
	Basit çek valf		Yaylı çek valf
	Ayarlı çek valf		Pilot kumandalı çek valf
	Veya valfi		Çek valfli çabuk bağlantı
	Ayarlanabilir akış denetim valfi		Tek yönlü akış bölücü valf
	2 yollu, 2 konumlu yön denetim valfi		İki yönlü akış bölücü valf
	3 yollu, 2 konumlu yön denetim valfi		4 yollu, 2 konumlu yön denetim valfi
	4 yollu, 3 konumlu yön denetim valfi		6 yollu, 3 konumlu yön denetim valfi
	6 yollu, 4 konumlu yön denetim valfi		Valf konumları

	Açık merkez		Kapılı merkez
	H merkez		Normalde açık basınç denetim valfi
	Pilot kumandalı basınç denetim valfi		Basınç denetim valfi

Tablo 5.6: Hidrolik valf sembolleri

5.3.4.2. Hidrolik Yön Kontrol Valflerinin Kumanda Şekillerinin Sembolleri

Hidrolik yön kontrol valflerinin kumanda şekillerinin sembolleri aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.


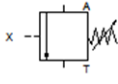


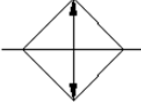


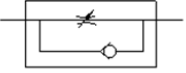
	El ile kumandalı		Pedal ile kumandalı
	Düğme ile kumandalı		Pim ile kumandalı
	Makara ile kumandalı		Elektrik (solenoid) kumandalı
	Elektrik ve hidrolik kumandalı		Hidrolik kumandalı
	Pnömatik (hava) ile kumandalı		Elektro hidrolik kumandalı
	Elektro pnömatik kumandalı		Hidrolik basıncın düşürülmesiyle tahrikli
	Pnömatik basıncın düşürülmesiyle tahrikli		

Tablo 5.7: Hidrolik yön kontrol valflerinin kumanda şekillerinin sembolleri

UYGULAMA FAALİYETİ

Uygulama 1:

Aşağıdaki devre sembollerinin isimlerini yazınız.

Uygulama 2:

Aşağıda isimleri verilen hidrolik devre elemanlarının sembollerini çiziniz.

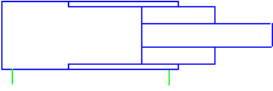
➤ Çift kollu çift etkili hidrolik silindir.	
➤ 4/2 Yön kontrol valfi	
➤ Filtre	
➤ 5/3 Yön kontrol valfi	
➤ Yaylı çekvalf	
➤ Birbirine bağlı olmayan çapraz geçen ayrı iki boru hattı	


DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

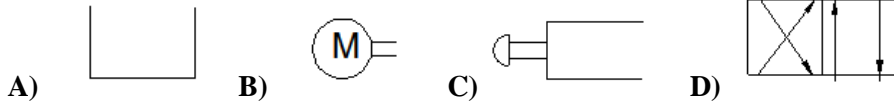
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

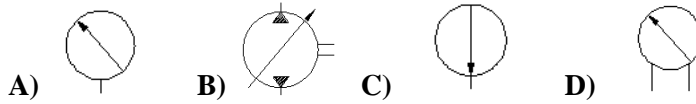
1.  sembolü hangi parçayı ifade eder?
- A) Tek etkili silindir
B) Çift etkili silindir
C) Teleskopik silindir
D) Tandem silindir

2.  sembolü hangi parçayı ifade eder?
- A) Hidrolik silindir
B) Hidrolik Pompa
C) Hidrolik motor
D) Akış kontrol valfi

3. Aşağıdakilerden hangisi bir yön kontrol valfi sembolüdür?



4. Aşağıdakilerden hangisi bir ölçme cihazı sembolü değildir?



5. Kör tapa sembolü aşağıdakilerden hangisidir?



DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-6

AMAÇ

Hidrolik devre çizebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Araçlarda kullanılan hidrolik devre çeşitlerini öğreniniz.

6. HİDROLİK DEVRELER

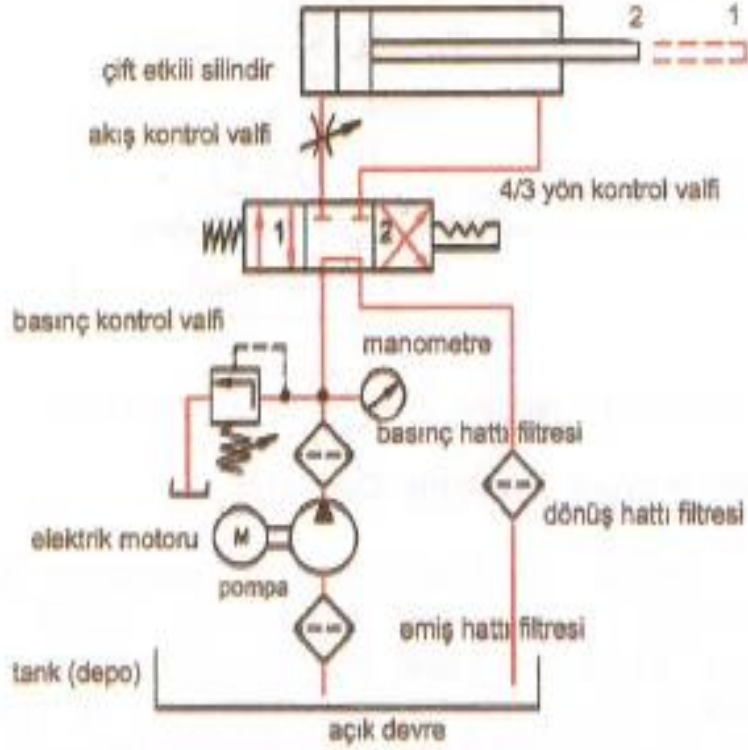
6.1. Hidrolik devre çeşitleri

Hidrolik devreler üç şekilde incelenebilir:

- Açık hidrolik devreler
- Kapalı hidrolik devreler
- Yarı kapalı hidrolik devreler

6.1.1. Açık Hidrolik Devreler

Hidrolik silindirlerden çıkan sıvı doğrudan depoya döner ya da ikinci bir silindiri veya motoru (alıcıyı) çalıştırmak için kullanılırsa böyle devrelere açık hidrolik devreler denir. Akışkanın sistem içinde dolaşması sırasında ısısı artar. Devre sürekli açık olduğu için ısısı artan sıvının depoda soğutulması sağlanır. Sistem çalışmasa bile devre sürekli açık kalır. Şekil 6.1'de görülen açık devrede elektrik motorunun çalışması ile pompa, sıvıyı sisteme gönderir. Devreye basınç kontrol (emniyet valfi) valfi konulduğu için basınç ayarlanır. Gerekli zaman basınç ayarlaması akışkan depoya gönderilerek yapılır. Yön kontrol valfine giren akışkan, valf nötr konumda olduğu için depoya döner. Yön kontrol valfi çalıştırılıp 1. veya 2. konuma getirilirse akışkan silindire girerek iş yapmış olur. Hidrolik devreli doğrusal hareket ile çalışan takım tezgâhları açık devreli tezgâhlardır.



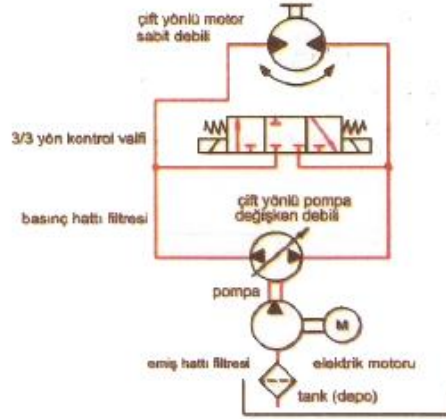
Şekil 6.1: Açık hidrolik devre çizimi

6.1.2. Kapalı Hidrolik Devreler

Bir hidrolik sistemde pompanın alıcılara (silindir-hidrolik motor) gönderdiği basınçlı akışkan alıcıdan çıktıktan sonra sıvının tamamı ya da bir bölümü tekrar pompaya girip oradan tekrar alıcılara dönerek çalışan devrelere denir.

Hidrolik motorların çalıştırılmasında başarılıdır. Silindirden çıkan sıvı tekrar depoya dönmediği için yağ gereksinimi düşüktür. Açık sisteme göre daha küçük bir depo sistem için yeterli olur.

Şekil 6.2’de pompadan çıkan basınçlı sıvı bir motora hareket vermektedir. Hidrolik motordan çıkan sıvı 3/3'lük yön kontrol valfinden geçerek yeniden başka bir hidrolik motoru çalıştırabilme özelliğine sahiptir. Bu sistemde akışkan sürekli devrettiğinden sıvının ısı artabilir.

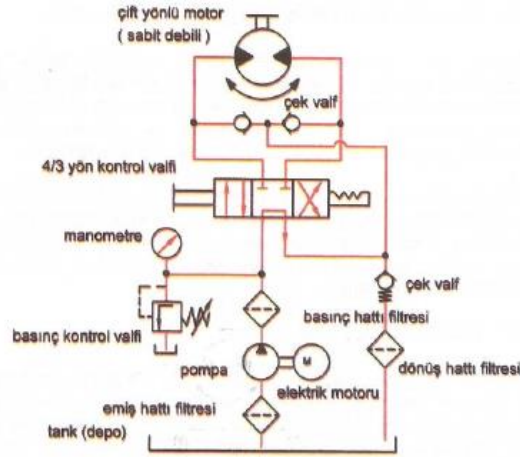


Şekil 6.2: Kapalı hidrolik devre çizimi

6.1.3. Yarı Kapalı Hidrolik Devreler

Hidrolik silindirlere dönen sıvının bir bölümü depoya dönerken diğer bir bölümü de tekrar silindirlere gönderiliyorsa buna yarı kapalı hidrolik devre denir.

Yarı kapalı devreli sistemlerde bir pompadan üretilen sıvıya birden fazla iş yaptırılabilir. Bu nedenle yarı kapalı devrelerin uygulama alanları yaygındır (Şekil 6.3).



Şekil 6.3: Yarı kapalı devre çizimi

6.1.4. Açık ve Kapalı Devrelerin Karşılaştırılması

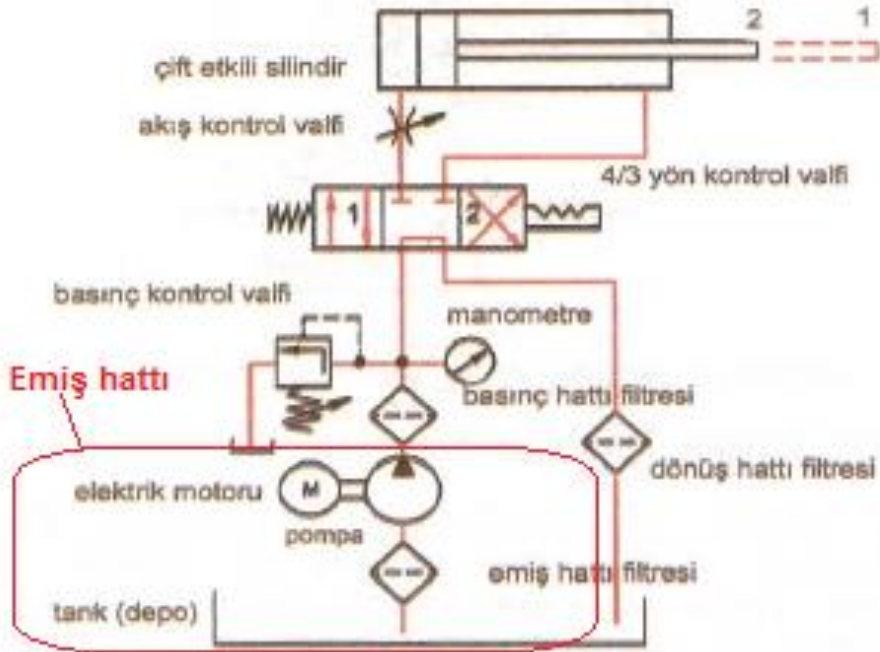
- Açık devrelerin deposu büyük, kapalı devrelerinki küçüktür. Bundan ötürü kapalı devreler taşıtlarda başarı ile uygulanır.
- Açık devrelerde yağın depoya dönmesi ile sıvının temizlenmesi, dinlenmesi ve soğutulması sağlanır.

- Açık devrelerde iletilen kuvvet büyüktür.
- Açık devrelerde kontrol basınç hattından, kapalı devrelerde ise dönüş hattından alınan sinyallerle sağlanır.
- Açık devrelerde ilk çalışma anında sisteme hava girer. Kapalı devrelerde bu durum söz konusu değildir.
- Kapalı devrelerin açık devreye göre ısısı çabuk artar.
- Kapalı devrelerde sıvı çabuk kirlenir.
- Kapalı devrelerde devrenin çalıştırılması için az sayıda devre elemanı gerekmektedir.
- Kapalı devrelerde motorların yön ve hız kontrol ayarları en hassas değerlerde ayarlanabilir.
- Kapalı devrelerde silindirden çıkan sıvı ile diğer elemanların kontrolü gerçekleştirilebilir.

6.2. Hidrolik Devre Üzerindeki Hatlar

6.2.1. Emiş Hattı

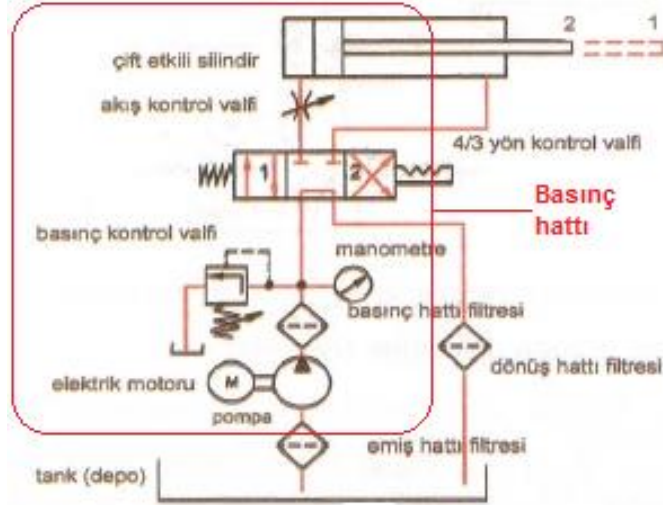
Hidrolik sistemde yağ deposu ile hidrolik pompa arasındaki hidrolik hatta denir. Bu hat üzerinde emiş filtresi ve ısıtıcı bulunmaktadır.



Şekil 6.4: Emiş hattı

6.2.2. Basınç Hattı

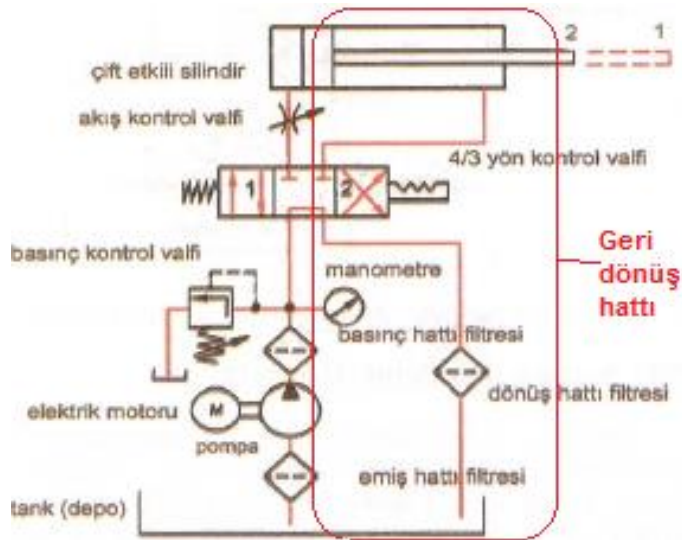
Hidrolik pompa ile alıcı (silindir/motor) arasındaki hatta denir. Bu hat üzerinde emniyet valfi, yön kontrol valfi, akış kontrol valfi, çek valf, manometre gibi bulunur.



Şekil 6.5: Basınç hattı

6.2.3. Geri Dönüş Hattı

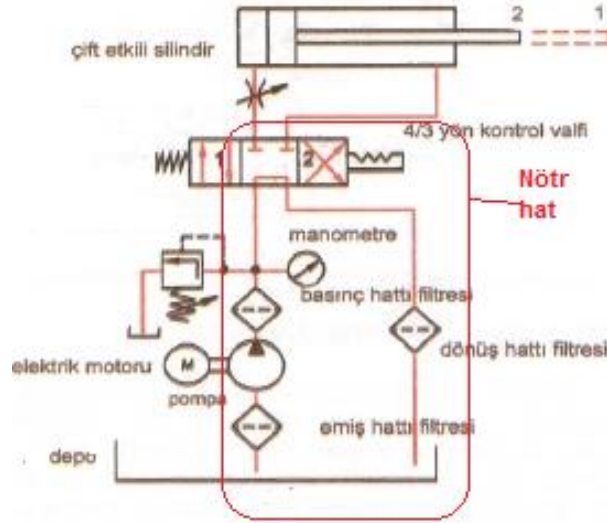
Hidrolik pompadan çıkan akışkanın alıcıda iş yaptıktan sonra veya diğer hidrolik devre elemanlarından çıkan örneğin emniyet valfinden depoya dönmesini sağlayan hatta denir. Bu hat üzerinde geri dönüş filtresi ve soğutucu bulunmaktadır.



Şekil 6.6: Geri dönüş hattı

6.2.4. Nötr Hat

Hidrolik pompanın ürettiği basıncın alıcıya gitmeden yön kontrol valfinden depoya geri döndüğü hattır.



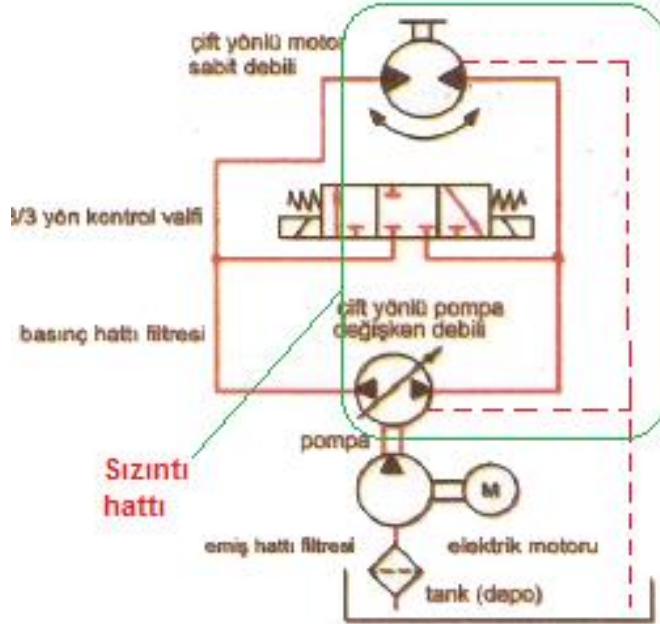
Şekil 6.7: Nötr hat

6.2.5. Pilot Hat

Basınç hattı üzerinde bulunan valflerin yüksek basınç ile kontrolü sağlanmadığı durumlarda valfleri çalıştıran hidrolik hattır. Yüksek basınca kumanda eden yön kontrol valflerine düşük bir pilot basıncı ile elektrohidrolik olarak kumanda edildiği hattır.

6.2.6. Sızıntı Hatları

Hidrolik devre elemanları üzerinde akışkanın iş yaptıktan sonra elemanın parçaları arasında sızıntı yoluyla oluşan yağın depoya döndüğü hattır. Sızıntı hattındaki akışkan miktarının normalden çok olması hidrolik devre elemanlarının aşınma miktarları hakkında ipucu verir. Sızıntı hattı basıncı çok düşük ve diğer hatlara oranla daha küçük çaplı bağlantı elemanları kullanılır.

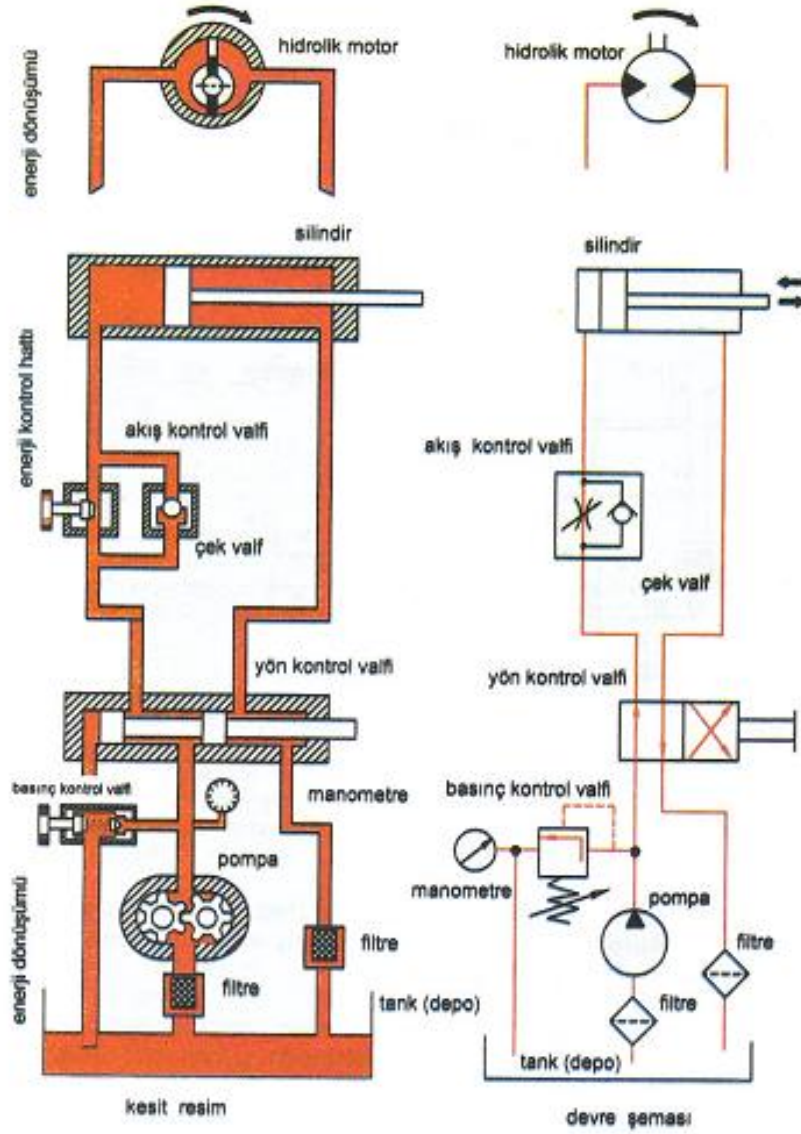


Şekil 6.8: Sızıntı hat

6.3. Hidrolik Devrelerin Ana Kısımları

Hidrolik devrenin ana kısımları şunlardır:

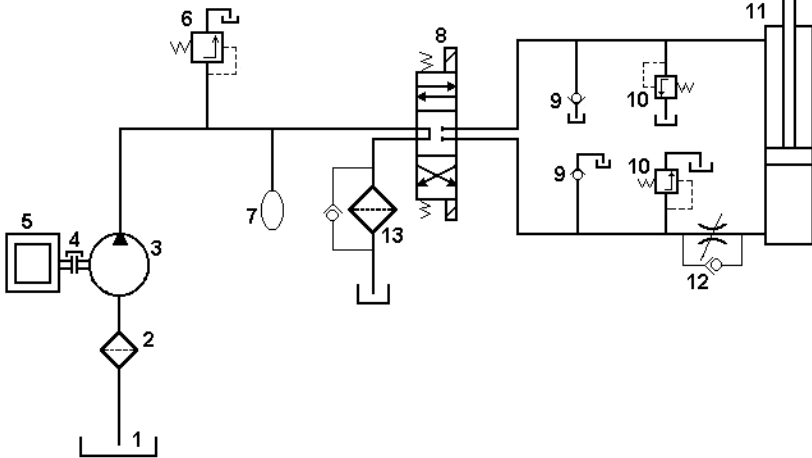
- Yağ deposu
- Hidrolik pompalar
- Hidrolik silindirler
- Hidrolik motorlar
- Hidrolik valfler
 - Yön kontrol valfleri
 - Emniyet ve basınç düşürme valfleri
 - Akış kontrol valfleri
 - Çek valfler
- Hidrolik akümülatörler
- Bağlantı elemanları
- Sızdırmazlık elemanları
- Manometreler
- Filtreler



Şekil 6.9: Hidrolik devre elemanlarının kesit ve sembole gösterilmesi

UYGULAMA FAALİYETİ

Hidrolik devre çiziniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Hidrolik devre hatlarını tespit ediniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Her devrede hangi elemanların bulunduğunu öğreniniz. ➤ Hidrolik devre elemanlarını belirleyiniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Hidrolik devreyi okuyunuz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Hidrolik devre elemanlarının sembollerini öğreniniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Depo, hidrolik pompa, emiş filtresi emniyet valfi, manometre 4/3 yön kontrol valfi akış kontrol valfi, çift etkili tek kollu hidrolik silindir, dönüş filtresinden oluşan çalışacak bir hidrolik devre çizimi yapınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ayrı hatlar için farklı kalınlıkta HB kalem bulunuz. ➤ Devre eleman sembollerini öğreniniz. ➤ Elemanların devredeki yeri ve görevlerini öğreniniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi hidrolik devre çeşidi değildir?
 - A) Açık hidrolik devreler
 - B) Kapalı hidrolik devreler
 - C) Yarı açık hidrolik devreler
 - D) Yarı kapalı hidrolik devreler
2. Hidrolik silindirlerden çıkan sıvı doğrudan depoya döner ya da 2. bir silindiri çalıştırmak üzere yola devam ederse bu tür devrelerin adı nedir?
 - A) Açık hidrolik devreler
 - B) Kapalı hidrolik devreler
 - C) Yarı kapalı hidrolik devreler
 - D) Hiçbiri
3. Hidrolik pompanın pompaladığı sıvı, alıcıdan çıktıktan sonra sıvının tamamı ya da bir bölümü tekrar pompaya girip oradan alıcılara giderek çalışan devrenin adı nedir?
 - A) Açık hidrolik devreler
 - B) Kapalı hidrolik devreler
 - C) Yarı kapalı hidrolik devreler
 - D) Hiçbiri
4. Hidrolik alıcıdan dönen sıvının bir bölümü depoya dönerken diğer bir bölümü de tekrar alıcıya gönderiliyorsa bu devrenin adı nedir?
 - A) Açık hidrolik devreler
 - B) Kapalı hidrolik devreler
 - C) Yarı kapalı hidrolik devreler
 - D) Hiçbiri

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi bir basınç birimidir?
 - A) Gram
 - B) Ons
 - C) Newton/Metrekare
 - D) Kilogram
2. Aşağıdakilerden hangisi bir hacim birimidir?
 - A) Bar
 - B) Pascal
 - C) Joule
 - D) Litre
3. Hidrolik fren sisteminin çalışma prensibi aşağıdaki kanunlardan hangisine dayanır?
 - A) Süreklilik Denklemi
 - B) Bernoulli Denklemi
 - C) Pascal Kanunu
 - D) Toricelli
4. $A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2$ formülü neyi ifade eder?
 - A) Pascal Kanunu
 - B) Süreklilik Denklemi
 - C) Hidrostatik prensipler
 - D) Hidrodinamik prensipler
5. Aşağıdakilerden hangisi yağın görevlerinden biri değildir?
 - A) Güç taşıma
 - B) Yağlama
 - C) Aşındırma
 - D) Sızdırmazlık
6. Aşağıdakilerden hangisi hidrolik yağın köpürmesinin nedenlerinden değildir?
 - A) Dik boru bağlantısı
 - B) Sisteme hava girişi
 - C) Dış ve iç kirleticiler
 - D) Kalitesiz yağ

7. Yağın bileşenlerinin oksijenle kimyasal tepkimeye girerek bazılarının erimeyen türden kimyasal bileşikler oluşturması olayına ne ad verilir?
- A) Viskozite
 - B) Polimerleşme
 - C) Oksidasyon
 - D) Isıl genleşme
8. Standart yağların alevlenme sıcaklığı kaç °C'dir?
- A) 160-210
 - B) 60-80
 - C) 120-150
 - D) 45-90
9. Aşağıdakilerden hangisi ateşe dayanıklı hidrolik yağlardan değildir?
- A) Su-glikol çözeltisi
 - B) Su-yağ karışımları
 - C) Doğal yağlar
 - D) Madenî yağlar
10. Aşağıdakilerden hangisi hidrolik devre çeşidi değildir?
- A) Açık hidrolik devreler
 - B) Kapalı hidrolik devreler
 - C) Yarı açık hidrolik devreler
 - D) Yarı kapalı hidrolik devreler

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	C
3	B
4	D
5	A

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	A
3	C
4	D
5	B

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	D
3	C
4	B
5	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	C
3	A
4	D
5	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-5'İNİN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	B
3	D
4	B
5	A

ÖĞRENME FAALİYETİ-6'NİN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	A
3	B
4	C

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	D
3	C
4	B
5	C
6	A
7	C
8	A
9	D
10	C

KAYNAKÇA

- KARTAL Faruk, **Hidrolik ve Pnömatik**, Birsen Yayınları, 1998.
- KÜÇÜK Mehmet, **Hidrolik ve Pnömatik**, MEB Yayınları, 2003.
- MEB Yayınları, **Hidrolik Arıza Arama Becerisini Geliştirme**, 1994.