

Hidrolik ve Pnömatik Sistemler

Doç. Dr. Davut KARAYEL

Hidrolik ve pnömatik sistemler her geçen gün uygulama alanını genişletmektedir. Günümüzde en az elektronik ve bilgisayar kadar endüstride yerini almıştır. Batılı ülkelerde bu alanda çok sayıda kitap, dergi ve makaleler yayınlanırken, ülkemizde son yıllarda bu alanda aylık dergi, eğitim amaçlı çok sayıda kitap yayınlanmış ve özel firmaların eğitim programları önemli bir boşluğu doldurmuştur.

Hidrolik Pnömatik Sistemler dersi hidrolik ve pnömatikle ilgili temel bilgilerin eğitimi için verilmektedir. Ders temel olarak

Hidrolik Sistemler ve Pnömatik Sistemler

olarak iki temel kısımdan oluşmaktadır.

DERSİN İÇERİĞİ

HİDROLİĞE GİRİŞ

HİDROLİĞİN UYGULAMA ALANLARI

HİDROLİK PRENSİPLER

Hidrostatik prensipler

Hidrodinamik prensipler

HİDROLİK SİSTEMLERİN TANITIMI

HİDROSTATİK SİSTEMLERİN ÇALIŞMA PRENSİBİ

HİDROLİK SİSTEMLERİN GÜÇLÜ ve ZAYIF YÖNLERİ

HİDROLİK DEVRE ELEMANLARI

Yağ deposu, Filtreler, Hidrolik pompalar, Hidrolik motorlar, Hidrolik silindirler, Valfler, Hidrolik akümülatörler, Bağlantı elemanları, Sızdırmazlık elemanları, Hidrolik akışkan

HİDROLİK DEVRE TASARIMI

TARIM MAKİNALARINDA KULLANILAN HİDROLİK SİSTEM ÖRNEKLERİ

DERSİN İÇERİĞİ

PNÖMATİK

PNÖMATİĞE GİRİŞ

PNÖMATİĞİN UYGULAMA ALANLARI

PNÖMATİK SİSTEMLERİN GÜÇLÜ ve ZAYIF YÖNLERİ

PNÖMATİK DEVRE ELEMANLARI YAPISI VE ÇALIŞMA PRENSİBİ

Kompresörler, Boru ve hortum malzemeleri, Bağlantı elemanları, Filtreler, Regülatör, Yağlayıcılar, Pnömatik Silindirler, Pnömatik motor, valfler, Zaman rölesi

TARIM MAKİNALARINDA KULLANILAN PNÖMATİK SİSTEM ÖRNEKLERİ

Ders için Kaynak Materyaller

Hidrolik + Pnömatik
Yazar: Dr. İsmail KARACAN

Hidrolik Pnömatik
Yazar: Kemal Demirel

<http://cygm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/elektrik/moduller/hidroliksistemler.pdf>

http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/modul_pdf/523EO0072.pdf

Proje Ödevi

Herhangi bir hidrolik veya pnömatik sistem elemanlarının fotoğraflar ile tanıtımını içeren sunu.

Teslim tarihi: 30 Nisan 2011

Adres: dkarayel@akdeniz.edu.tr

Enerji Türleri ve Karşılaştırılmaları

	HİDROLİK	ELEKTRİK	PNOMATİK
Enerji iletimi	100 m kadar akışkan hızı $V=2-6$ m/s sinyal hızı 1000m/s	Sınırsız	1000 m kadar akışkan hızı $V=20-40$ m/s sinyal hızı 20-40 m/s
Enerji depolama	Sınırlı	Kolay	Kolay
Enerji maliyeti	Pahalı	Ucuz	Pahalı
Sıcaklık etkileşimi	Duyarlı	Etkilenmiyor	Duyarlı
Doğrusal hareket	Silindirde kolay, hız ayarlanabiliyor.	Zor	Silindirde kolay, hız ayarlanabiliyor.
Döner hareket	Güçlü	Güçlü	Güçsüz, yüksek devirli
Konumlama hassasiyeti	$\pm 1\mu\text{m}$ kadar ayarlanabilir.	$\pm 1\mu\text{m}$ kadar ayarlanabilir.	1/10 mm kadar ayarlanabilir.
Kuvvetler	Aşırı yüke karşı emniyetli yüksek kuvvetler elde edilebilir.	Aşırı yüklenemez yüksek kuvvetler elde edilebilir.	Aşırı yüke karşı emniyetli, sınırlı kuvvetler elde edilebilir.
Çalışma hızı	$V=0,5$ m/s	-	$V=1,5$ m/s

I. Bölüm

HİDROLİĞE GİRİŞ

AMAÇLAR :

- Akışkanlar Mekaniği, Hidrostatik ve Hidrodinamik konularında temel kavramlar ve ilkelerin bilinmesi,
- Hidrolik sistemlerin çalışması ve Kontrol sistemleri devrelerinin kavranması ve
- Hidrolik sistem devrelerin tasarlanması, kurulması ve çalıştırılmasıdır.

Hidrolik kelimesi “Su” anlamına gelen “Hydro” ile “Boru” anlamına gelen “Aulos” terimlerinden meydana gelmiştir. Buradan hareket ederek hidroliğin tanımı; **Sıkıştırılamaz özellikteki akışkanların kullanıldığı, akışkanın basıncının, debisinin ve yönünün kontrol edilebildiği ve elde edilen bu enerji ile doğrusal, dairesel ve açısal hareketlerin üretildiği sistemlere hidrolik sistemler denir.**

İlk dönemlerde boru içindeki suyun davranışlarını belirlemek için kullanılmıştır.

Hidrolik akışkanların mekanik hareketlerini inceleyen bilim alanıdır.

HİDROLİĞİN UYGULAMA ALANLARI

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
- d-Hareketli mobil alanlarda
- Taşıtlarda
- **Tarım makinelerinde**
- İş makinelerinde
- Vinçlerde

HİDROLİK PRENSİPLER

Akışkanların sahip oldukları prensipler iki başlık altında incelenebilir.

Hidrostatik prensipler

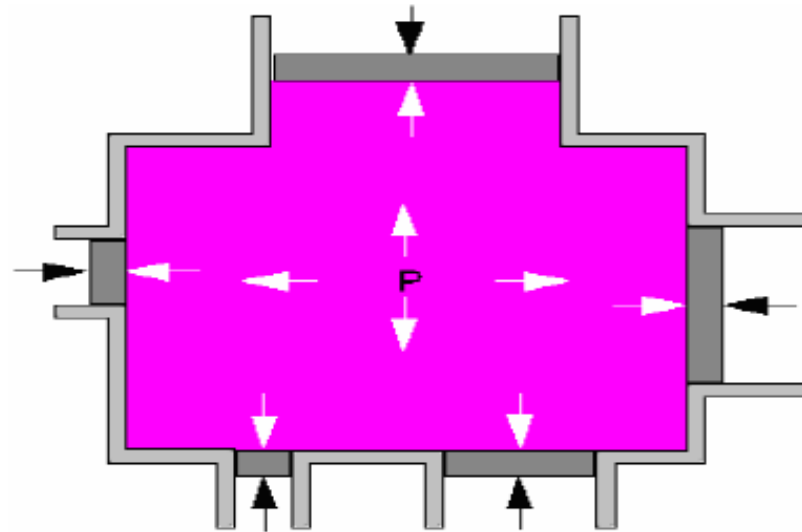
Hidrodinamik prensipler

Not: Bu başlıklar altındaki konular akışkanlar mekaniği dersinde de detaylı olarak verildiği için bu kısımda sadece temel prensipler ve uygulamaları anlatılacaktır.

- **Debi:** Hidrolik veya pnomatik sistemde belirli bir akış kesitinden belirli bir sürede geçen akışkan miktarı **debi** olarak tanımlanır. Debinin birimi litre/dakika veya $\text{cm}^3/\text{saniye}$ olarak belirtilir.
- **Basınç:** Belirli bir kesitte sıkıştırılan akışkan Paskal prensibine göre, içinde bulunduğu kapalı bir kabın bütün çeperlerindeki her birim kesite aynı değerde bir kuvvet uygular ve buna **basınç** denir. Birimi bar'dır.

$$1 \text{ bar} = 1 \text{ kg/cm}^2$$

- **Efektif Basınç:** Manometrede okunan basınç değerine denir.
- **Mutlak Basınç:** Manometrede okunan basınç değerine bir atmosfer basıncı ilave edildiğinde meydana gelen basınç değeridir.



Şekil 1.1: Basınç yayılımı

HİDROSTATİK

Hidrostatik durgun sıvıların mekaniğini inceler. Durgun haldeki sıvıların denge durumunu ve katı cisimler üzerinde yarattığı basınç etkisini inceler. Örneğin, depodaki sıvı durağan, hareketsiz durumda olduğu için üzerine etkiyen hiçbir dış kuvvet yoktur. Sadece yerçekimi kuvvetinin etkisi altındadır. Bu kuvvet etkisi ile basınç kuvvetleri doğmaktadır.

Hidrostatik Üç Temel Kuralı

Sıvıların denge durumlarını anlamak için üç temel kural ortaya konmuştur. Bu kurallar sıvı mekaniğinin de anlaşılmasında yardımcı olmaktadır.

1- Hareketsiz sıvıların bulundukları kabın, yada sıvı içerisine batırılmış herhangi bir konumdaki bir cismin yüzeylerine yaptığı basınç her noktada bu yüzeylere dik doğrultudadır.

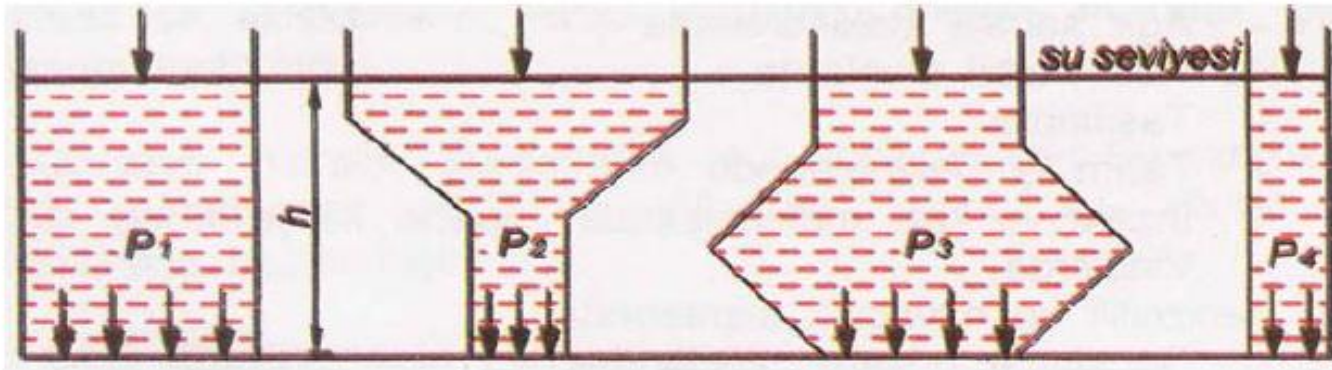
2- Hareketsiz bir sıvının herhangi bir noktasındaki basınç kuvveti değeri bu noktadan geçen her doğrultuda aynıdır.

3- Hareketsiz bir sıvıda yalnız düşey yönde basınç değişimi vardır. Yatay yönde aynı düzleme kalmak şartı ile basınç değişimi yoktur.

Hidrostatik basınç sıvının ağırlığının yarattığı basınçtır. Bir yüzeye etkisen hidrostatik basınç, o yüzey üzerindeki sıvının yüksekliğine ve sıvının özgül ağırlığına bağlıdır.

Basınç

Bir kapta bulunan durgun sıvının,kabın tabanına yaptığı basınç kabın yüksekliği ve sıvının yoğunluğu ile doğru orantılıdır. Şekil 1.1 de görülmektedir.



Şekil 1.1:Değişik Biçimli Kaplarda Hidrostatik Basınç

$P_1=P_2=P_3=P_4$ diye belirtilir.

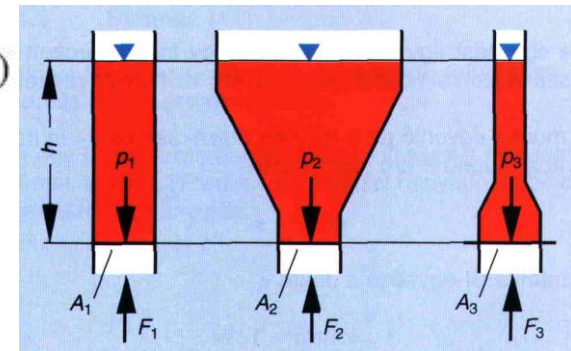
$$P = \rho \times h \times g$$

P =Sıvının kabın tabanına yaptığı basınç (N/cm^2)

h =Sıvı yüksekliği (m)

ρ =Özgül kütle (kg/m^3)

g =Yerçekimi ivmesi (m/s^2)



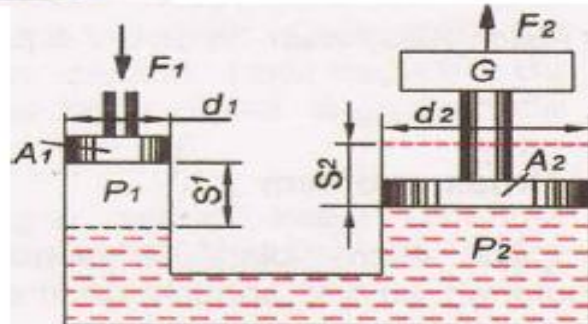
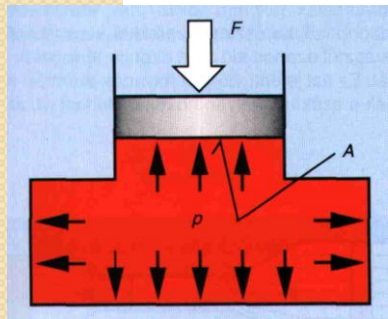
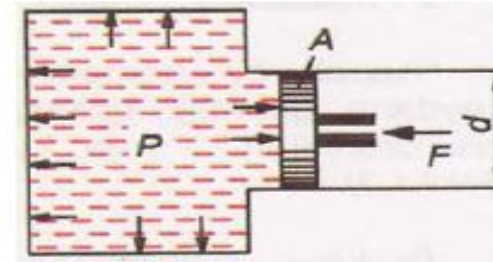
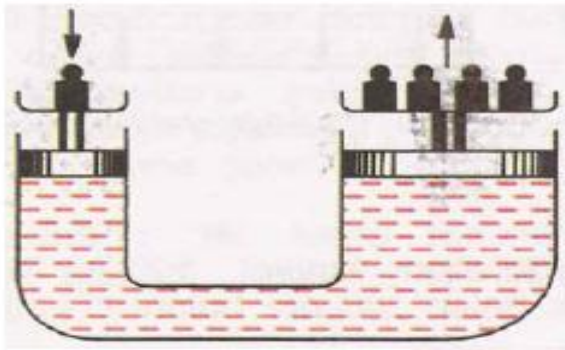
Kuvvet Yükseltici (Pascal Kanunu)

Tanımı: Sıvı dolu bir kaba uygulanan kuvvet sonucu meydana gelen basınç sıvı tarafından kabın bütün yüzeylerine aynen iletilir.

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

Bu prensiplerin en önemli özelliği ise sisteme uygulanan küçük bir kuvvetin büyük kuvvetlere dönüşmesi olarak tanımlanmasıdır.

$$P = \frac{N}{m^2} = Pa \quad A = \frac{\pi \times d^2}{4} = 0,785 \times d^2$$



$$(F_1/A_1) = (F_2/A_2)$$

Hidrostatik Prensiplerinin Uygulama Örnekleri

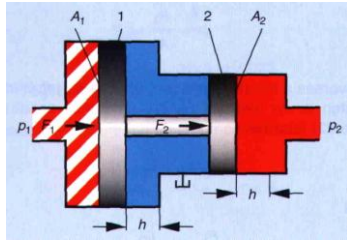
Basınç Yükseltici

Hidrolik basınç yükselticiler hidrostatik kuralına göre çalışırlar ve çapları birbirinden farklı birleştirilmiş iki silindirden meydana gelir.

Şekilde de görüldüğü gibi büyük (A_1) alanına sahip piston üzerine görece daha düşük bir basınç (p_1) etki etmektedir.

Bu basınç burada örneğin sıkıştırılmış hava ile sağlanmıştır. Birinci piston üzerinde oluşan (F_1) kuvveti bir kol yardımıyla birbirine bağlı olan ikinci pistona iletilir.

İkinci piston daha küçük olan (A_2) alanı sayesinde görece giriştekenden daha yüksek olan (p_2) basıncını oluşturur. Böylece basınç yükseltilir. Fren düzeneklerinde benzeri bir yükseltici kullanılmaktadır.



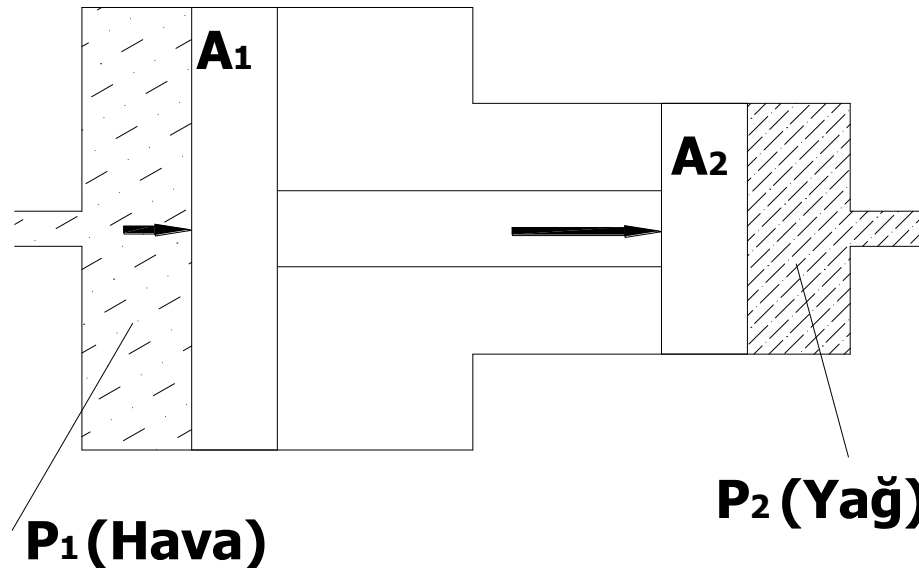
$$F_1 = P_1 A_1$$

$$F_2 = P_2 A_2$$

$$F_1 = F_2 \text{ olduğu için}$$

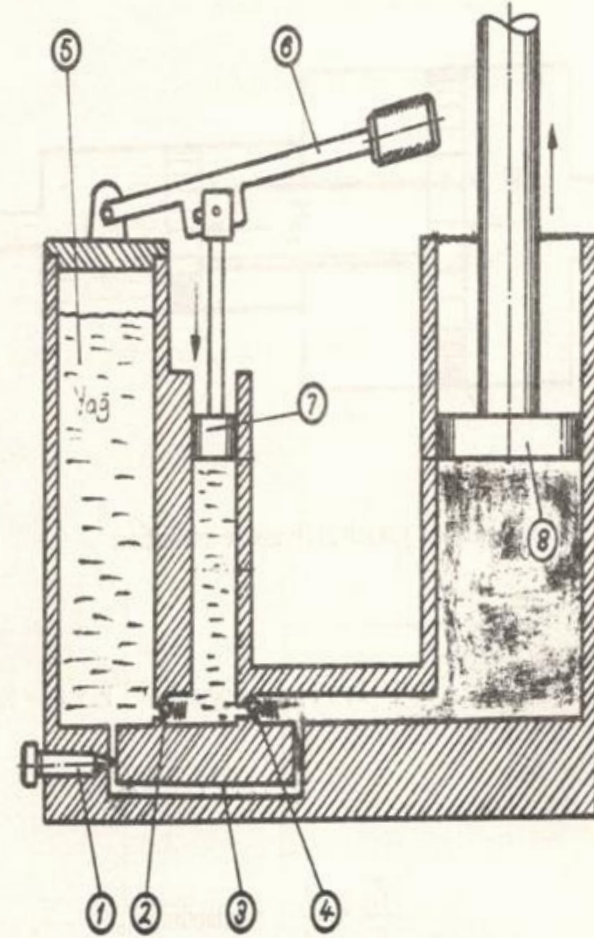
$$P_1 A_1 = P_2 A_2$$

$$(P_1/P_2) = (A_2/A_1)$$



Basit Presler (Krikolar)

Basit presler (krikolar) hidrostatik kurallara göre çalışır. Kuvvet ve iş silindiri olarak iki tane silindir, emme ve basma çek valfleri ile yağ deposundan meydana gelir. Kuvvetin uygulandığı kuvvet silindirinin çapı küçük, işin üretildiği silindirin çapı ise büyüktür. Bu preslerde hidrolik pompa yoktur ve emme basma prensibine göre çalışırlar. Bu işlem iki adet çek valf yardımıyla yapılır. Presin kolu aşağı yukarı hareket ettikçe emme ve basma işlemi devam eder. Yükü aşağıya indirmek için iş silindirinde bulunan akışkanın yağ haznesine geri dönüşü sağlanmalıdır.



Şekil 1.4 Basit el presi: 1. Yükün belli bir noktada durmasını veya aşağıya inmesini ve yağın depoya dönmesini sağlayan akış kontrol valfi 2.Emme çek valfi 3.Yağın depoya dönüş hattı 4.Basma işlevini yapan çek valf 5.Yağ deposu 6. Pres kolu 7.Kuvvetin uygulandığı kuvvet silindiri 8.İşin üretildiği iş silindiri

HİDRODİNAMİK

Hidrodinamik; hareket halindeki sıvıları inceler. Sıvı üzerine etki eden kuvvetleri, bu kuvvetlerin oluşturduğu hız ve ivmeyi ve sıvının yer değiştirmesi sırasındaki enerji değişimlerini inceler.

Hidrostatik sistemlerde boru içerisinde yağın akışının düzenli olduğu ve tabakalı bir akış karakterinde olduğu varsayılır.

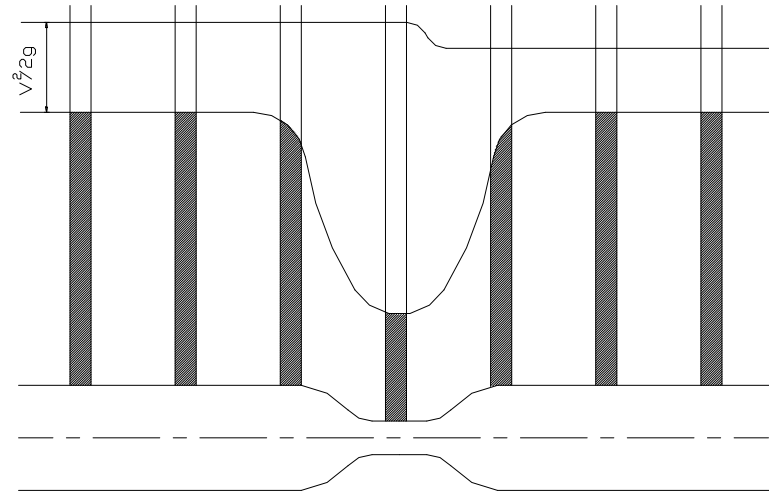
Sıvı, boru içerisinde hareket ettikçe boru ile sıvı arasında ve sıvının molekülleri arasında sürtünme oluşur. Sürtünmeler sıvının viskozitesine (akıcılık özelliğine), sıvının hızına bağlıdır. Viskozitesi ve hızı yükseldikçe sürtünmelerde artmaktadır. Özellikle hızın artışı sürtünmeleri hızın karesiyle doğru orantılı olarak artırmaktadır. Buda akışın boru içerisinde sağlandığı koşullarda akışkan hızlarının çok yüksek tutulmasının yanlış olduğunu göstermektedir.

Akışkanın hareketini sağlayan enerji için Bernoulli eşitliği kullanılır. Bu eşitlik üç terimden oluşur.

Birincisi (Z) akışkanın konum yükünü,
ikincisi (P/γ) basınç yükünü ve
üçüncüsü de ($V^2/2g$) hız yükünü ifade eder. Akışkanın toplam enerjisi bu üç yükün toplamıdır.

$$H = Z + P/\gamma + V^2/2g$$

Bernoulli eşitliği.



Buradan iki sonuç çıkarılabilir. Birincisi boru içerisinde hareket eden sıvının hızıyla basıncı arasındaki ilişkidir. Boru içerisinde sıvı hızının yükseldiği dar geçitlerde, basınç azalması görülür. Sıvının toplam enerjisi sabit kalacağı için bu sonuç kaçınılmazdır. Borunun çapının daraldığı, kesitin küçüldüğü yerlerde hız artar ve basınç düşer. Borunun çapının genişlediği yerlerde ise hız azalacak ve basınç yükselecektir.

Akışkanın taşındığı boru içerisinde hız ile kesit alanı arasındaki ilişki de önemlidir. Süreklilik denklemi taşınan akışkan miktarının (Q) hız (V) ile kesit alanın (A) çarpımına eşit olduğunu gösterir. Bir boru içerisinde akan akışkan farklı kesitlerden geçerken akışkan miktarı sabit kalacağından hız değişimine uğrar. Kesitin daraldığı yerde hız artar kesitin genişlediği yerde hız azalır. Ancak hız alan çarpımı sabittir.

$$Q = A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2 = \text{sabit}$$

İkinci sonuç sürtünme kayıplarıyla ilgilidir. Bernoulli eşitliği sıvının (1) noktasından (2) noktasına hareketi sonucu bir enerji kaybı olacağı dikkate alınarak yeniden düzenlenirse;

$$Z_1 + P_1/\gamma + V_1^2/2g - H_L = Z_2 + P_2/\gamma + V_2^2/2g$$

Hidrolik Güç (N_h , Watt-W)

- Hidrolik güç = Basınç x Debi

$$N_h = P \cdot Q$$

N_h = Hidrolik güç (Nm/s, W)

P = Basınç (N/m²)

Q = Debi (m³/s)



$$Q = A \cdot v$$

Q = Debi (m³/s)

A = Boru kesit alanı (m²)

v = Akışkan hızı (m/s)

$$1 \text{ kW} = 1.341 \text{ HP}$$

$$1 \text{ HP} = 0.768 \text{ kW}$$

$$1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$$

$$1 \text{ W} = 1 \text{ Nm/s}$$

$$1 \text{ Bar} = 10^5 \text{ Pa} = 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

Enerji (E, kilowatt-saat, kW-h)

- İş yapmak veya gücü kullanmak için enerji tüketilmektedir.
- **Enerjinin Korunumu Kanunu**; enerjinin yaratılamayacağını veya yok edilemeyeceğini, sadece dönüştürülebileceğini belirtir.
- Enerjinin tamamı iş yapmak üzere kullanılmaz. İş yaparken belirli bir miktar enerji sürtünmeyi yenmek için harcanır. Bu enerji kaybolmamış, ısı enerjisine **dönüştürmüştür**.
- **Hidrolik Sistemlerde Kullanılan Enerji Çeşitleri :**
 - Elektrik Enerjisi : Hidrolik motorun çalıştırılması için gereklidir.
 - Hidrolik Enerji : Pompa tarafından üretilir.
 - Kinetik Enerji : Pistonun hareketi ile oluşur.
 - Potansiyel Enerji : Pistonun, bir nesneye yükseklik kazandırması ile oluşur.
 - Isı Enerjisi : Motor, pompa, piston ve hidrolik akışkan içerisindeki sürtünme ile oluşur.

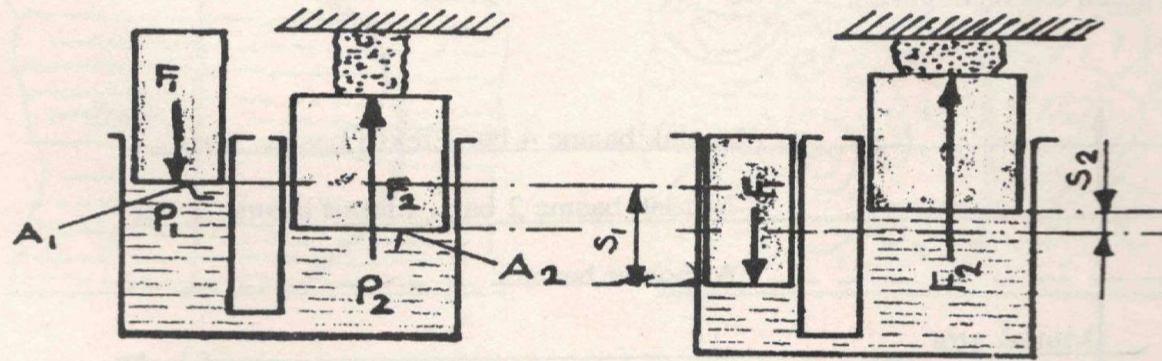
Soru 1

Bir akış hattında 10 cm^2 'lik kesitten geçen akışkanın ortalama hızının 20 cm/s olduğu tespit edilmiştir. Aynı akış hattında 2 cm^2 'lik kesitten geçecek olan akışkanın hızı ne kadar olur ?

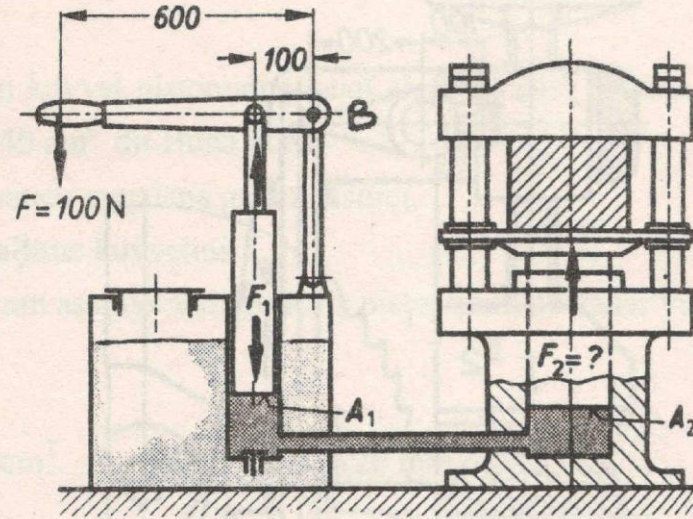
Soru 2

Basit bir hidrolik presin kuvvet pistonunun kesit alanı 10 cm^2 , pistona uygulanan kuvvet 80 N 'dur pistonunun kesit alanı 40 cm^2 dir.Buna göre;

- Uygulanan kuvvet sonucu meydana gelen basıncı,
- İş pistonunda üretilen itme kuvvetini,
- Kuvvet pistonu 120 mm aşağıya indiğinde, iş pistonunun ne kadar yukarıya kalkacağını hesaplayın



Soru 3



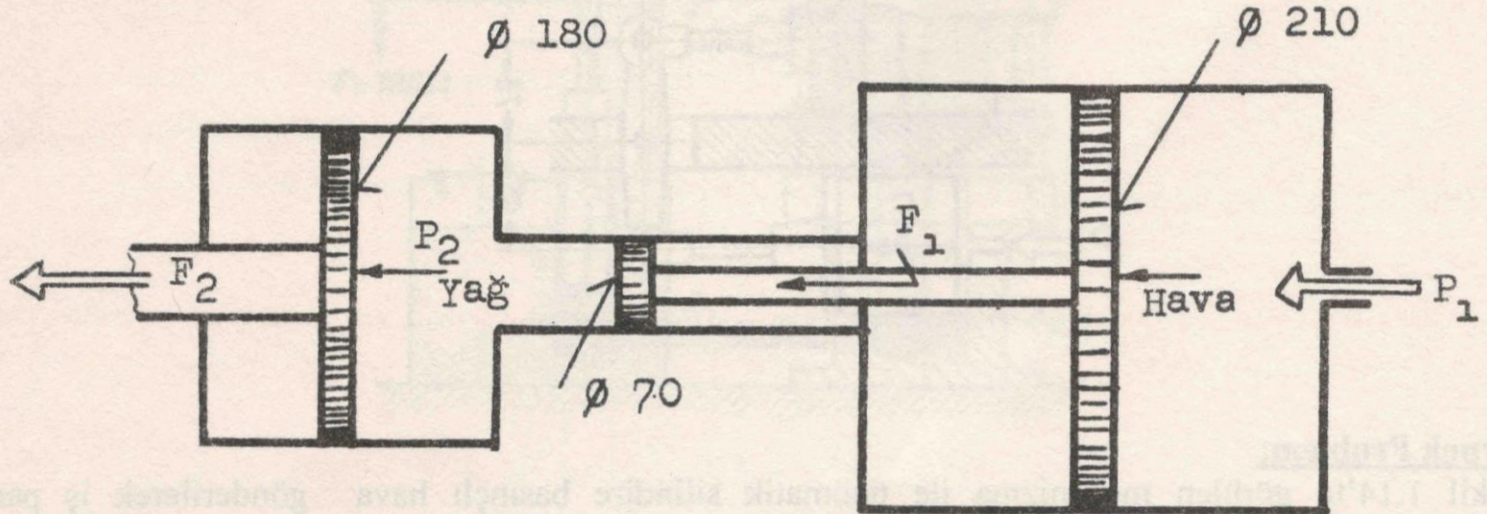
Şekil 1.13

Örnek Problem:

Şekil 1.13 te görülen el presinde kuvvet pistonunu aşağı iten manivela koluna 100 Newton'luk bir kuvvet uygulanmakta ve sıkıştırma işlemi yapılmaktadır. Kuvvet pistonunun kesit alanı 25 cm^2 ve iş pistonunun kesit alanı 125 cm^2 dir. Buna göre;

- Kuvvet pistonunu iten (F_1) kuvvetini,
- Etki eden kuvvet sonucu haznedeki yağın basıncını,
- İş sıkıştırıran (F_2) kuvvetini,
- İş pistonunun yükü 52 mm yukarıya kaldırabilmesi için kuvvet pistonunun ne kadar aşağıya inmesi gerekir? Hesaplayınız.

Soru 4



Şekil 1.16

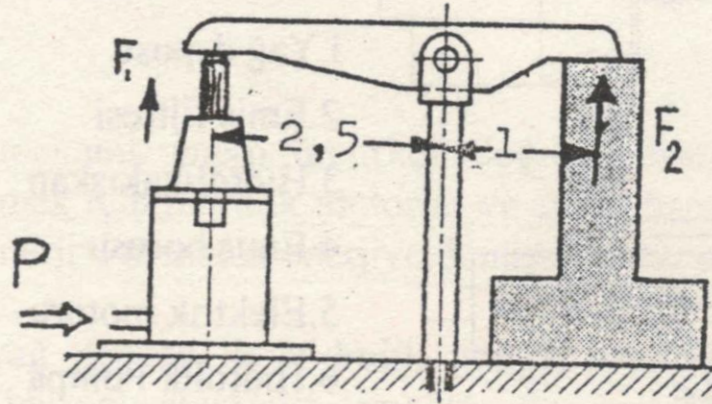
Örnek Problem:

Şekil 1.16'da görülen basınç yükseltici silindirin büyük piston yüzeyine 6 bar basıncında hava etkilendirilmekte ve içinde yağ bulunan küçük çaplı silindirin basıncı yükseltilmektedir. Bu basınç yükselticide Pnömatik silindirin verimi % 90 olduğuna göre,

- Büyük çaplı pnömatik silindirde üretilen (F_1) kuvvetini,
- İçinde yağ bulunan hidrolik silindirdeki (P_2) yağın basıncını,
- Çıkışta elde edilecek pistonun itme (F_2) kuvvetini hesaplayınız.

$$\eta = 0.90$$

Soru 5



Şekil 1.17

Çözülecek Problem :

Şekil 1.17’de görülen bir sıkma düzeninde tek etkili bir silindir ile iş parçası sıkılmaktadır. Tek etkili silindirin pistonunun kesit alanı 100 cm^2 ve gönderilen akışkanın basıncı 20 bar’dır. Bu şekildeki bir sıkma düzeninde iş parçasını sıkan (F_2) kuvvetini hesaplayınız.