

Okan Üniversitesi MYO

MMAK212

HİDROLİK ve PNÖMATİK SİSTEMLER

Ders Yürütücüsü:

Öğr. Gör. Eren Kayaoğlu

[eren.kayaoglu@okan.edu.tr](mailto:eren.kayaoglu@okan.edu.tr)

DERS 8

# MMAK212 – Hidrolik ve Pnömatik Sistemler

Ders Videoları + Sunumlar (.pdf) + Kaynaklar

<http://olearn.okan.edu.tr>

Blackboard *O'LEARN* ders sayfası

<http://okanuni.eren.xyz>

Web sayfası

# MMAK212 – Hidrolik ve Pnömatik Sistemler

## HİDROLİK SİLİNDİRLER



# Hidrolik ve Pnömatik Sistemler

## Hidrolik Devre Elemanları:

### Hidrolik Silindirler (Doğrusal Hareketlendiriciler)

## Hidrolik Silindirler

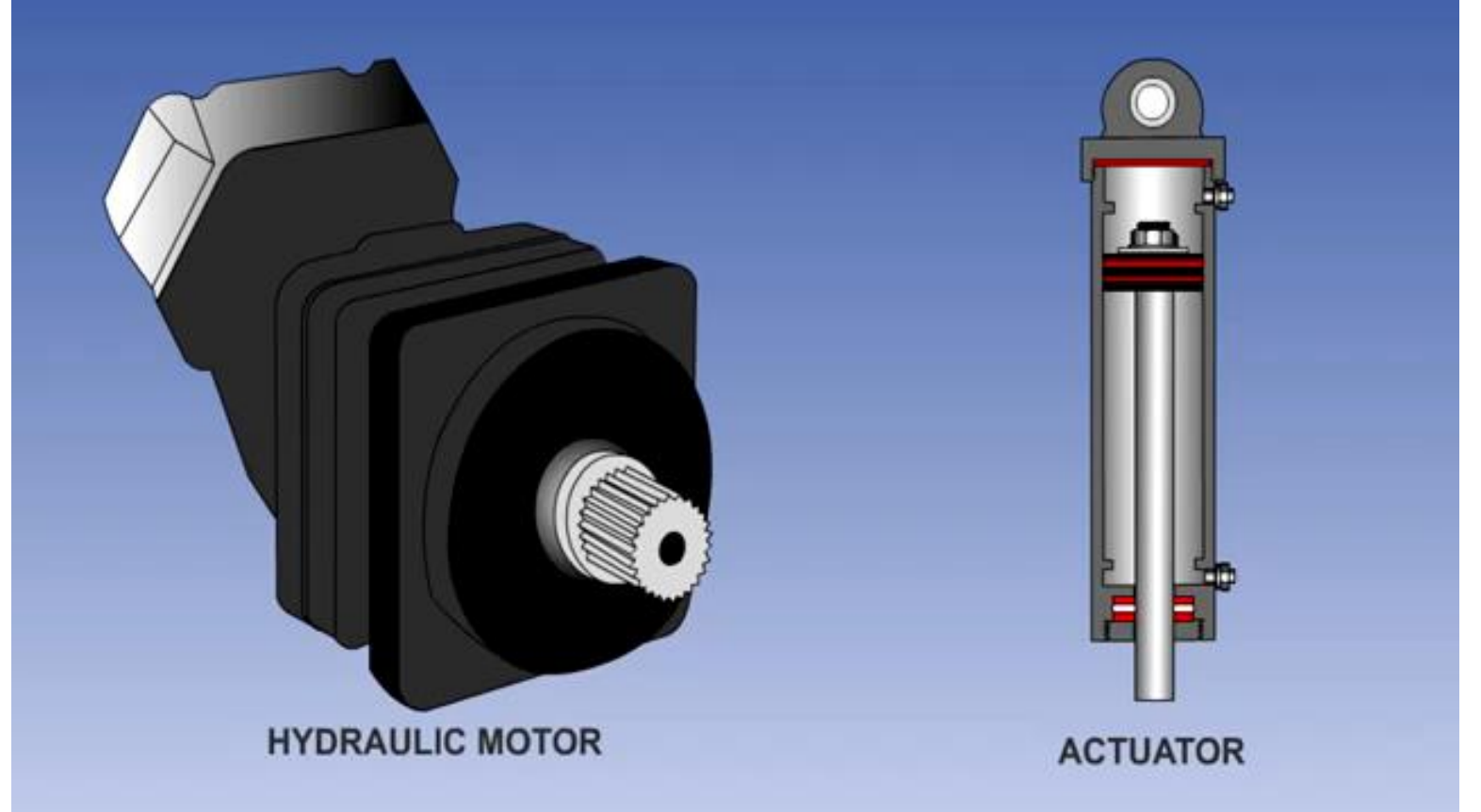
- **Hidrolik Hareketlendiriciler**
- **Hidrolik Silindiri Oluşturan Parçalar**
- **Yataklama Kavramı**
- **Sızdırmazlık Kavramı**
- **Hidrolik Silindir Çeşitleri**

# Hidrolik Silindirler

- Hidrolik silindirler, hidrolik devrede **hidrolik enerjiyi mekanik enerjiye çeviren, doğrusal hareket (öteleme)** ve kuvvet elde edilen devre elemanlarıdır.
- Hidrolik silindir tipleri:
  - Tek etkili, çift etkili, tandem, teleskobik, tek milli (kollu), çift milli vb.
- Piyasada hidrolik silindir için piston ve benzeri birçok farklı isimlendirme kullanılmasına karşın **akışkan gücü terminolojisinde ‘Hidrolik Silindir’** adı kullanılmaktadır.

# Silindir ve Hidromotor (*Linear & Rotary Actuators*)

- *Örnek Animasyon:*  
Hidrolik  
Hareketlendiriciler  
(*hydraulic actuators*)
  - Hidromotor (Hidrolik Motor / Döner Aktüatör / *Hydraulic Motor / Rotary Actuator*)
  - Silindir (Hidrolik Silindir / Doğrusal Aktüatör / *Hydraulic Cylinder / Linear Actuator*)



# Hidrolik Silindirler

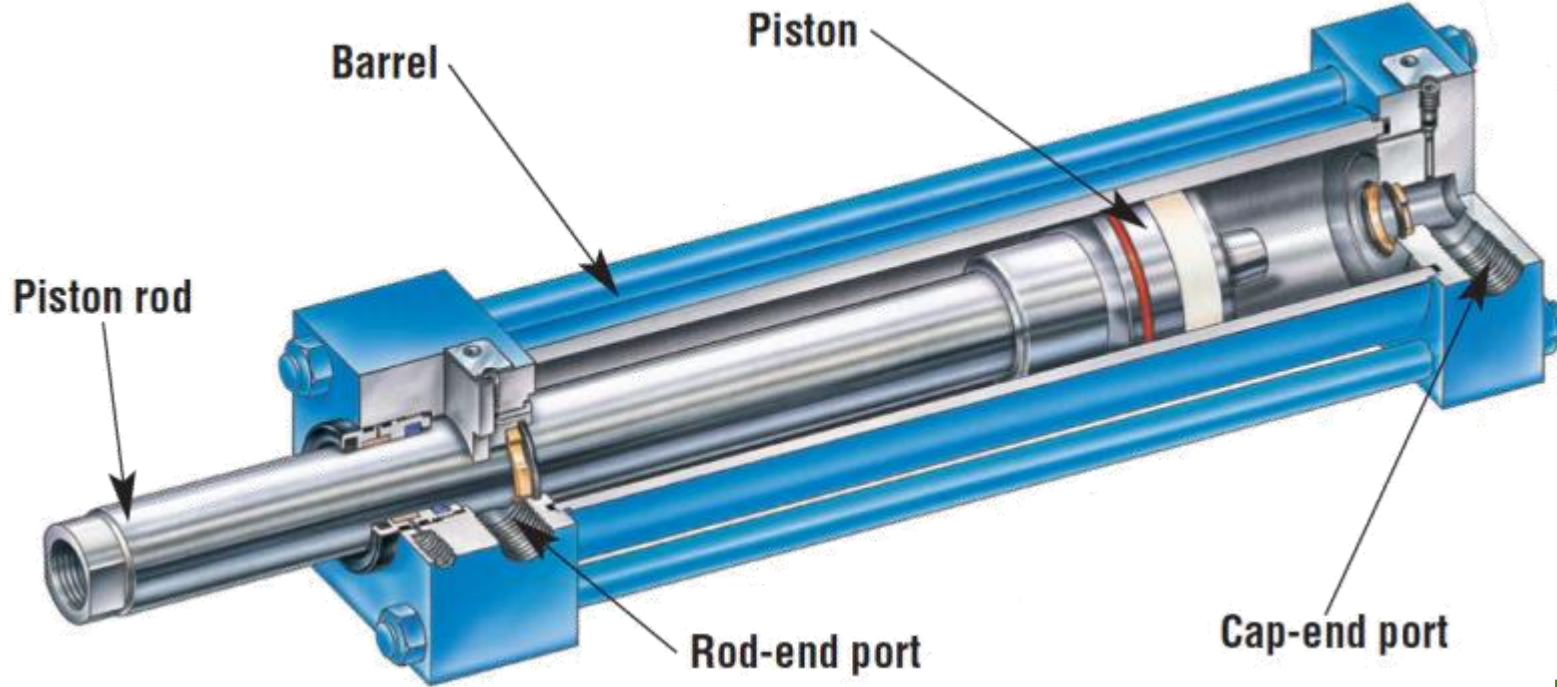


Hidrolik Silindir Devre Sembolü



- Çift etkili tek milli hidrolik silindir
- Piyasada en çok karşılaşılan hidrolik silindir tipi **çift etkili tek milli silindirlerdir**.

# Hidrolik Silindirler



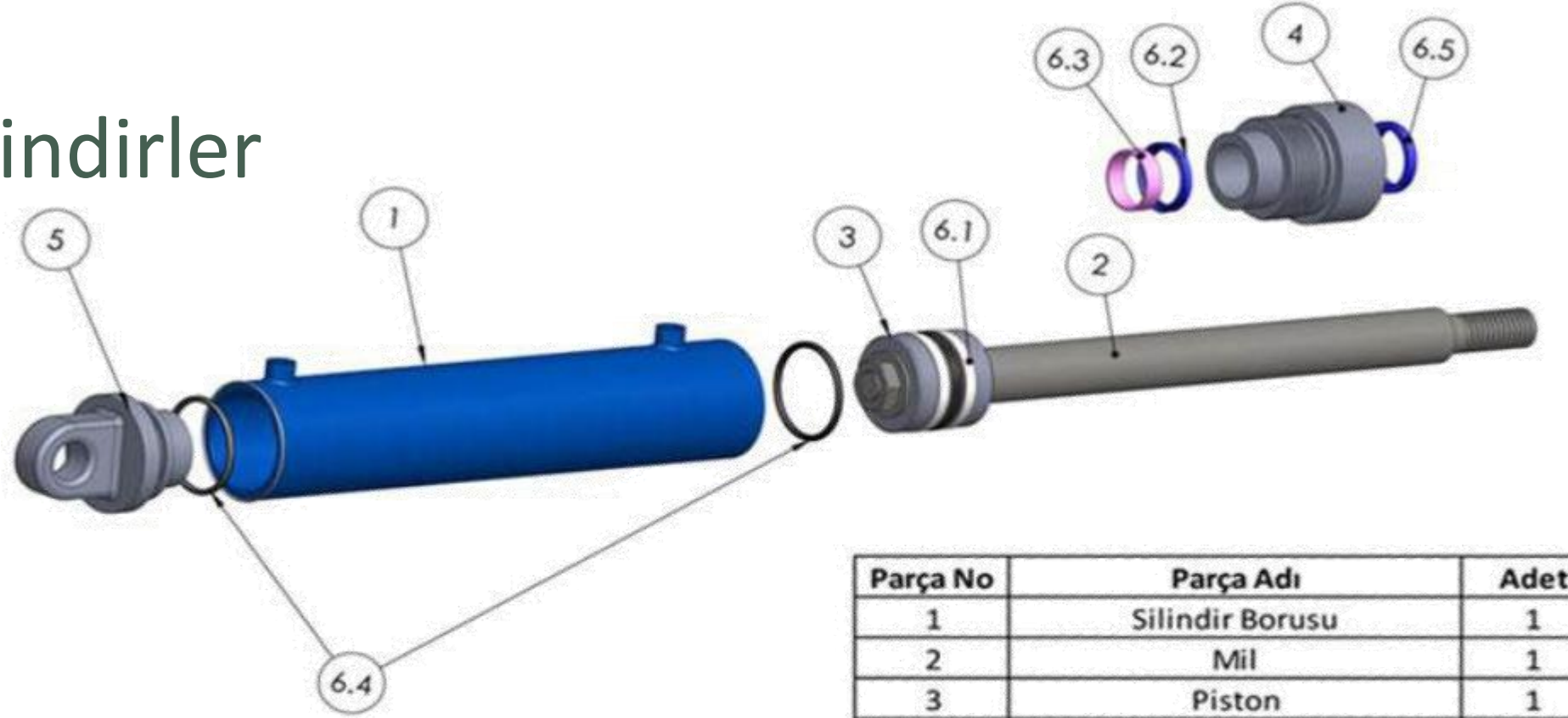
## • Çift Etkili Silindir

- *Barrel*: Kovan / Silindir
- *Piston Rod*: Piston Mili
- *Rod-end Port*: Mil tarafı delik / giriş
- *Cap-end Port*: Kapak tarafı delik / giriş

# Hidrolik Silindirler

- Bir hidrolik silindirin görevini yerine getirebilmesi, mutlaka içinde basınçlı yağın hapsedilmesine bağlıdır.
- İç ya da dış kaçaklar sonucu silindirde basınç kaybının kritik bir değere ulaşması halinde, bu kayıpların etkisiyle silindir görevini yapamaz hale gelebilir.
- Hidrolik silindirde oluşabilecek kaçakları engellemek için çeşitli bölgelerde **sızdırmazlık elemanları** kullanılır. Çok sayıda ve tipte malzemedan üretilen sızdırmazlık elemanlarının seçimi hidrolik silindirin konstrüksiyonuna ve çalışma koşullarına göre yapılır.

# Hidrolik Silindirler



- Hidrolik silindiri oluşturan elemanlar
  - Silindir borusu, mil, piston, boğaz, taban,
  - Sızdırmazlık elemanları (o-ring, keçe), yataklar

Parça No	Parça Adı	Adet
1	Silindir Borusu	1
2	Mil	1
3	Piston	1
4	Boğaz	1
5	Taban	1
6.1	Piston Sızdırmazlık elemanı	1
6.2	Boğaz sızdırmazlık elemanı	1
6.3	Boğaz yataklaması	1
6.4	O-Ring	2
6.5	Toz keçesi (sıyırıcı)	1

# Hidrolik Silindirler

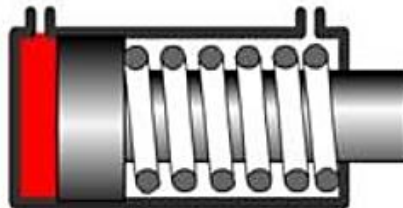
## ÇİFT ETKİLİ HİDROLİK SİLİNDİRLER

- A-) Tek milli silindirler
- B-) Çift milli silindirler



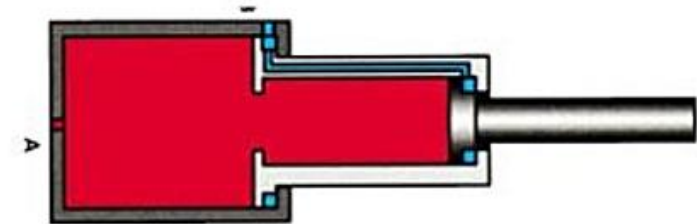
## TEK ETKİLİ HİDROLİK SİLİNDİRLER

- A-) Dalma tipi( plunger ) silindirler
- B-) Yay geri dönüşlü silindirler

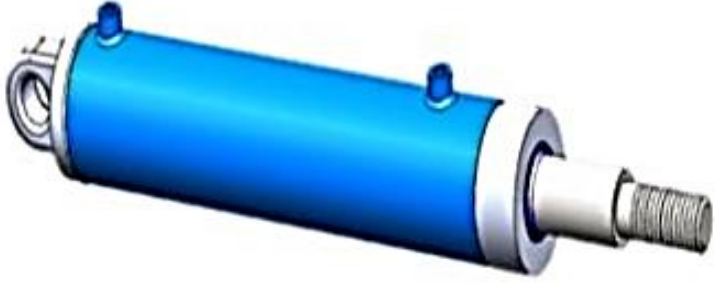


## ÖZEL HİDROLİK SİLİNDİRLER

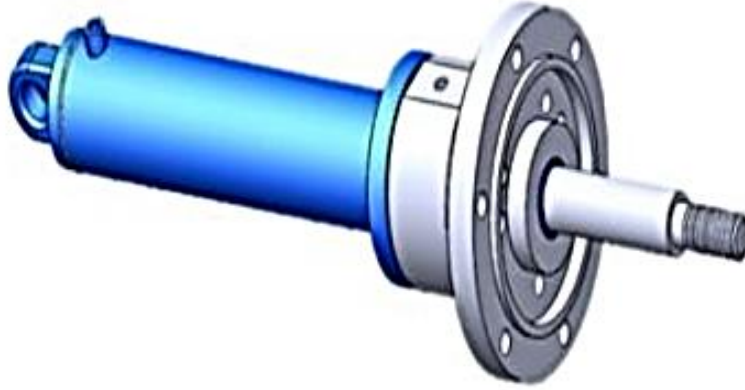
- A-) Teleskopik silindirler
- B-) Tandem silindirler
- C-) Hızlı ilerleme silindirleri
- D-) Servo Silindirler



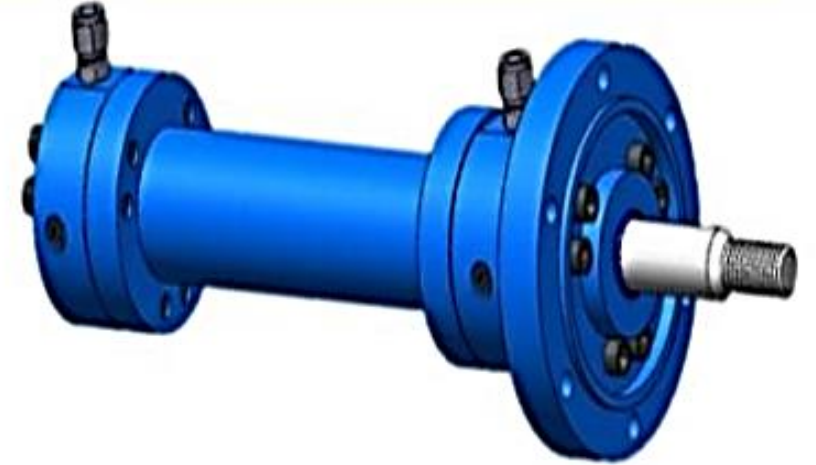
# Hidrolik Silindirler



Hafif hizmet tasarım örneği



Orta hizmet tasarım örneği



Ağır hizmet tasarım örneği

- *Örnek Görsel:* Hafif, Orta ve Ağır hizmet tipi hidrolik silindir örnekleri

# Hidrolik Silindirler



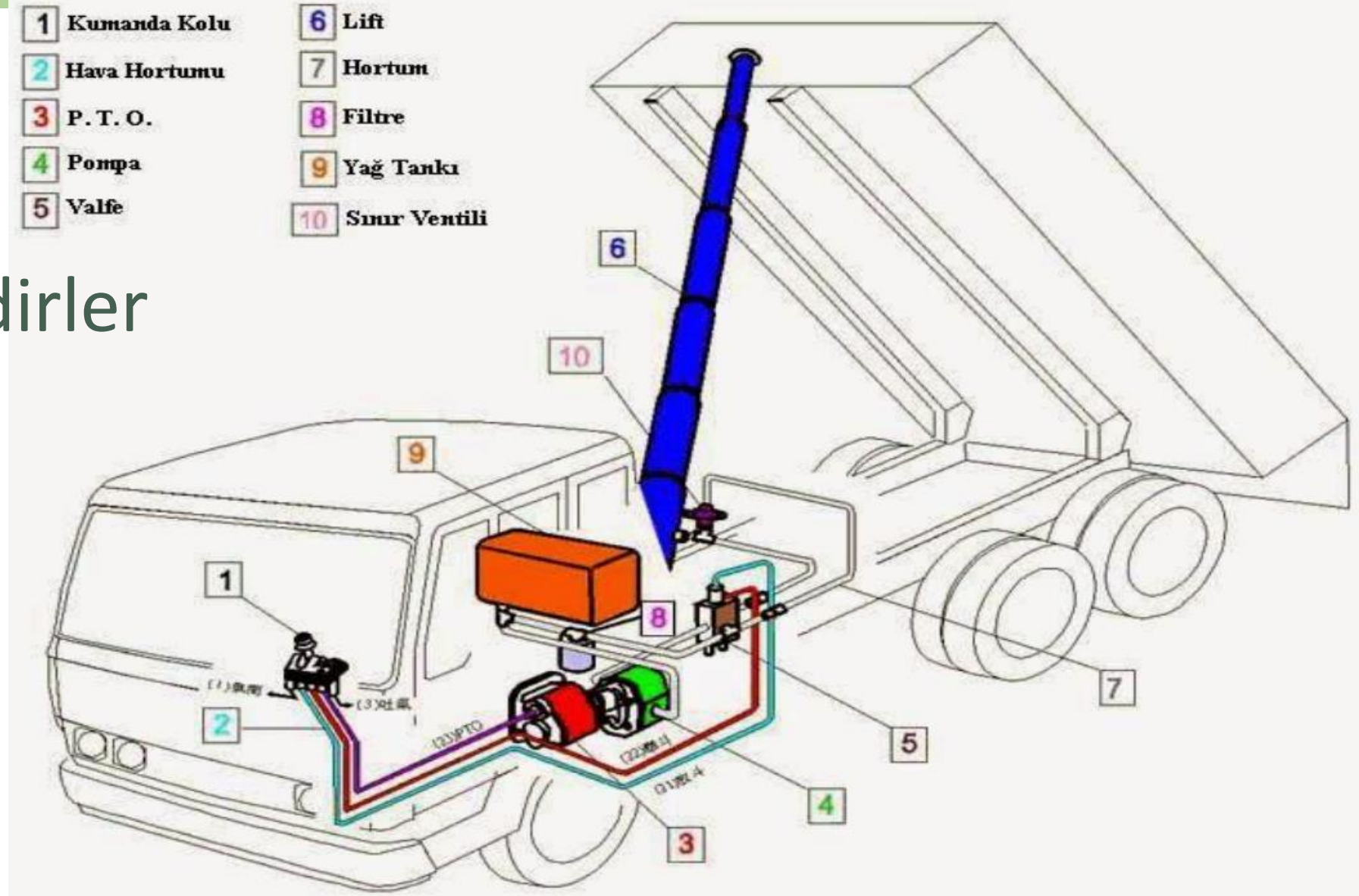
(a) Kapak kendinden vidalı



(b) Kapakta cıvatalı

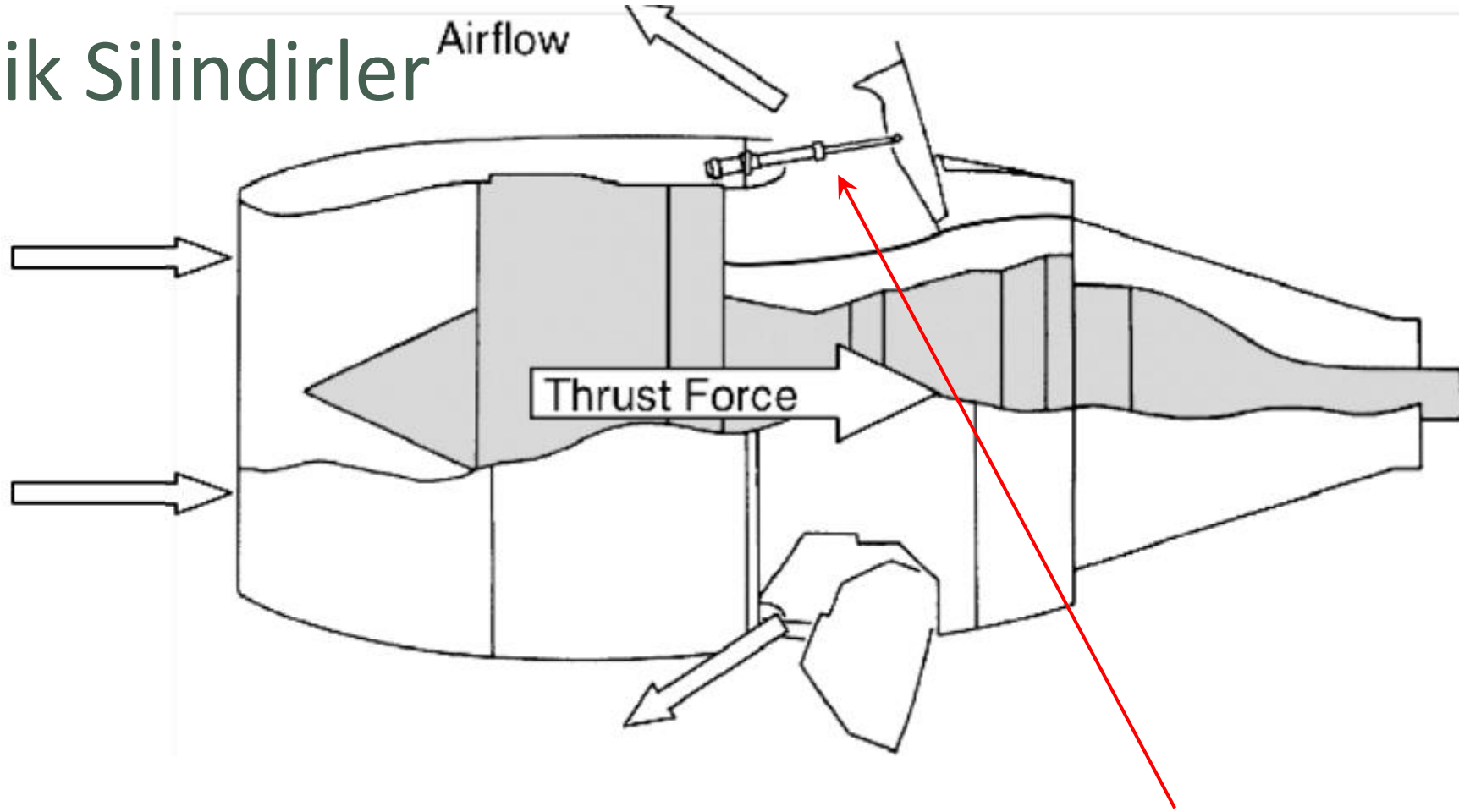
- Silindir konstrüksiyon örnekleri

# Hidrolik Silindirler



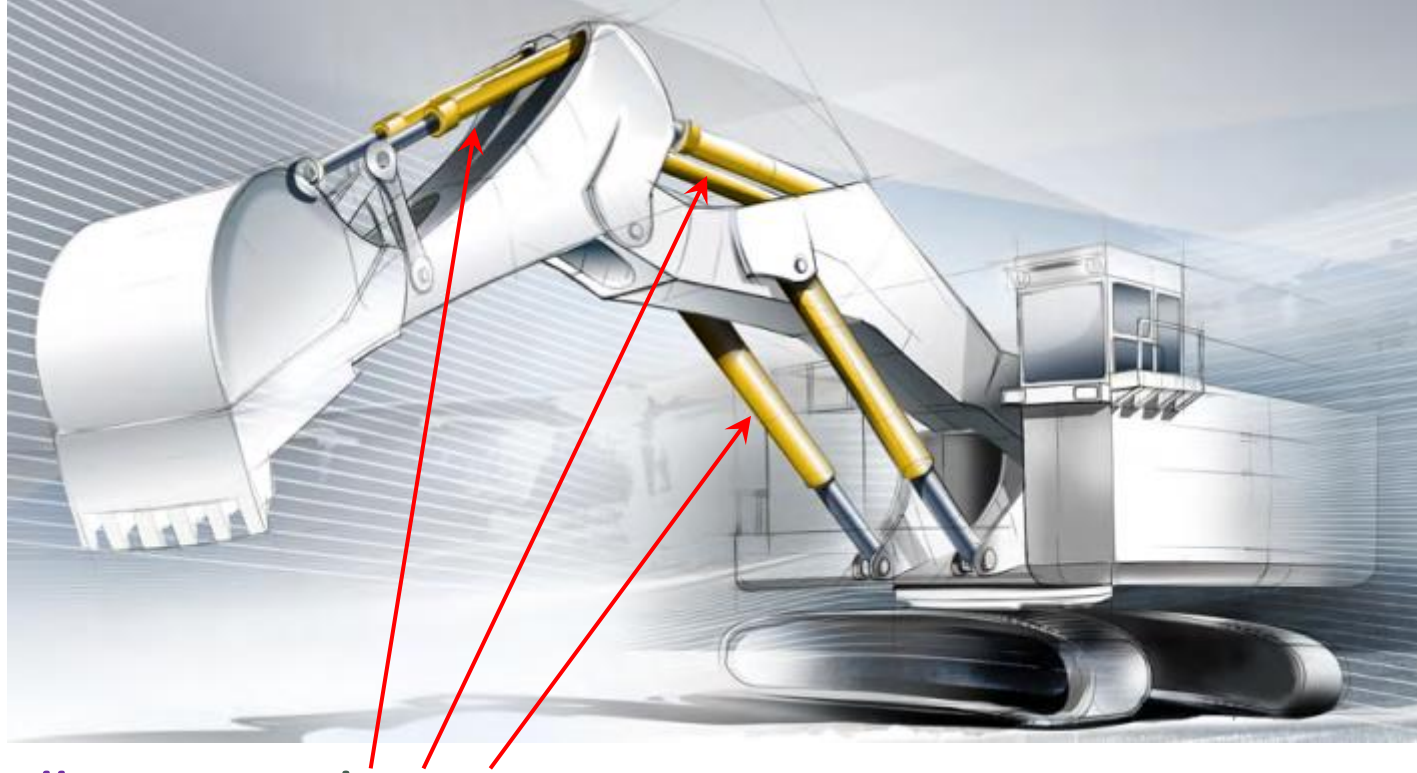
- *Kullanım Örnekleri:* Damperli kamyonlar (teleskobik silindir)

## Hidrolik Silindirler



- *Kullanım Örnekleri:* Uçaklar motorlarında ters itki (thrust reverser) sistemleri

# Hidrolik Silindirler



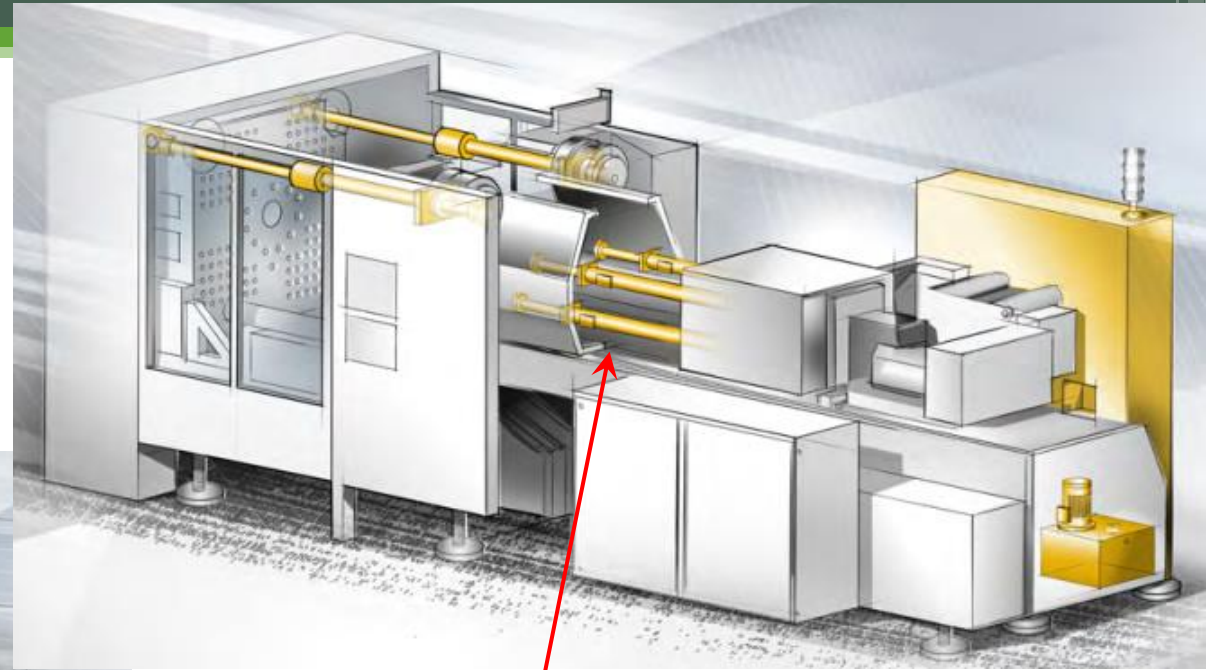
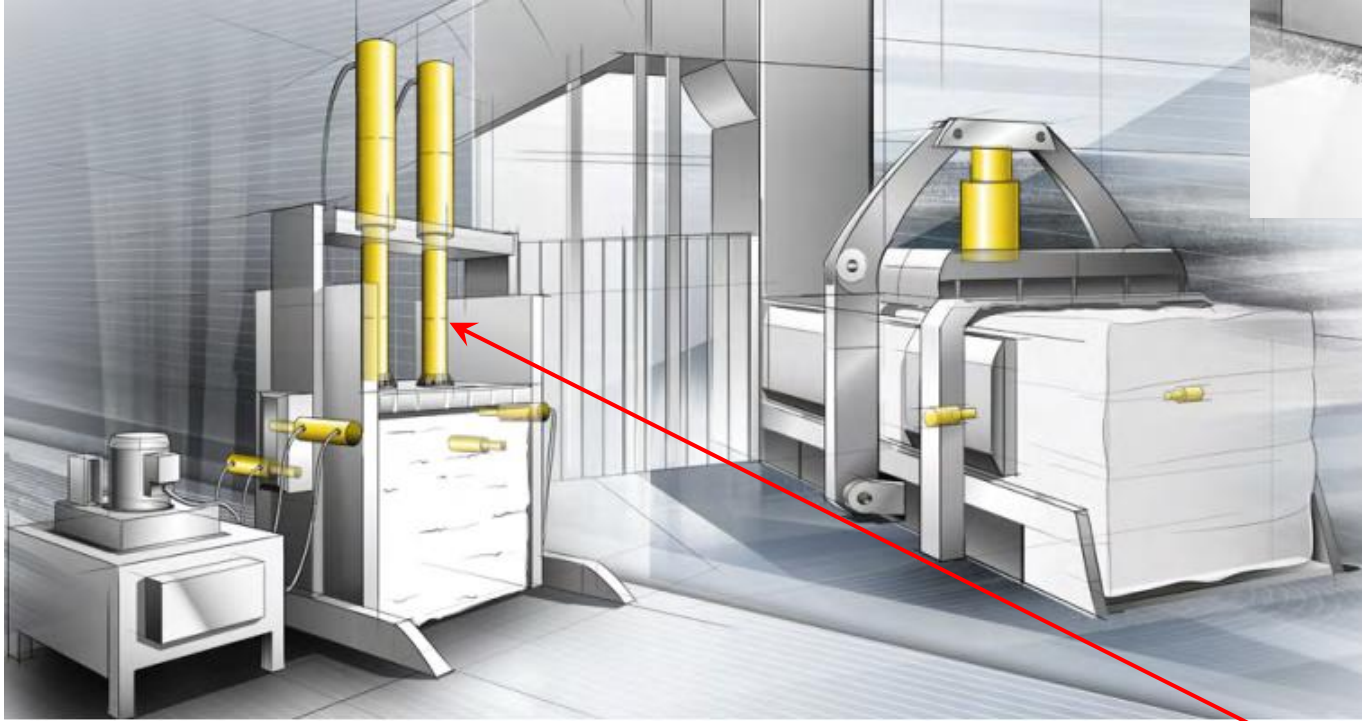
- *Kullanım Örnekleri:* İş makineleri, uzuvların hareketi (çift etkili silindir)

# Hidrolik Silindirler



- *Kullanım Örnekleri:* Şok emiciler, amortisör

# Hidrolik Silindirler



- *Kullanım Örnekleri:* İmalat tezgahları, presler, plastik enjeksiyon presleri vb.

# Hidrolik Silindir Nasıl Çalışır?

- *Örnek Video:*

Hidrolik silindir tasarımı. Hidrolik silindir nasıl çalışır?

<https://www.youtube.com/watch?v=OhgwRhjcLZ8>

(01:46 – 03:41)

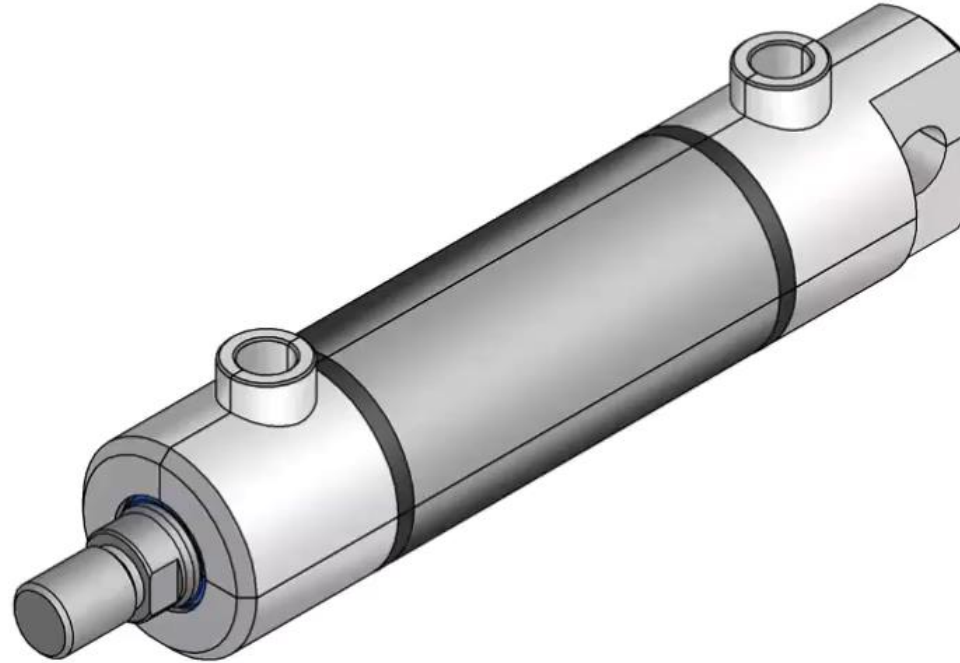
Hydraulic cylinder design. How does the hydraulic cylinder work?

# Hidrolik Silindir Nasıl Çalışır?

## *Video*

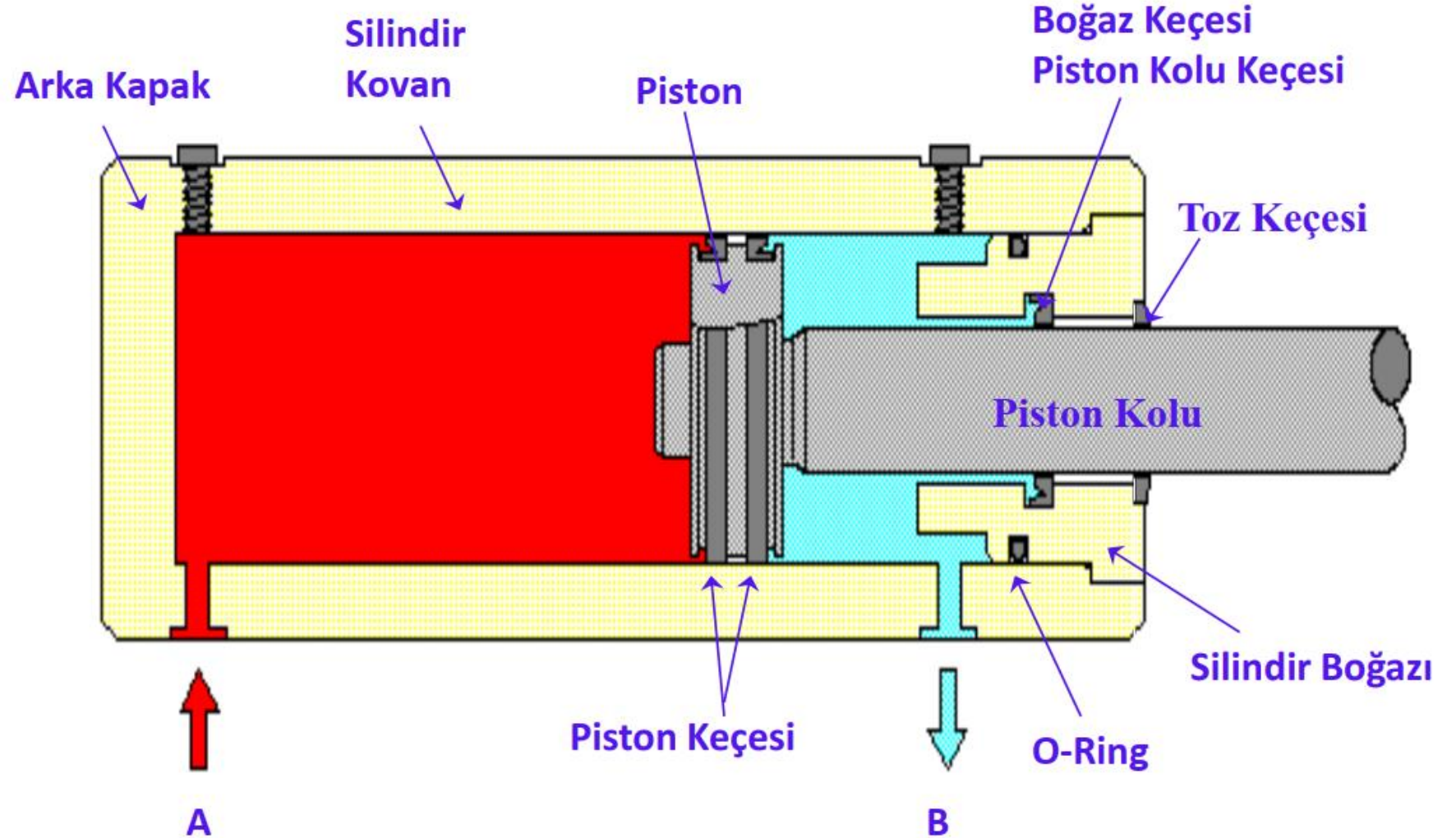
Hydraulic cylinder design. How does the hydraulic cylinder work?  
(01:46 – 03:41)

## Hydraulic cylinders



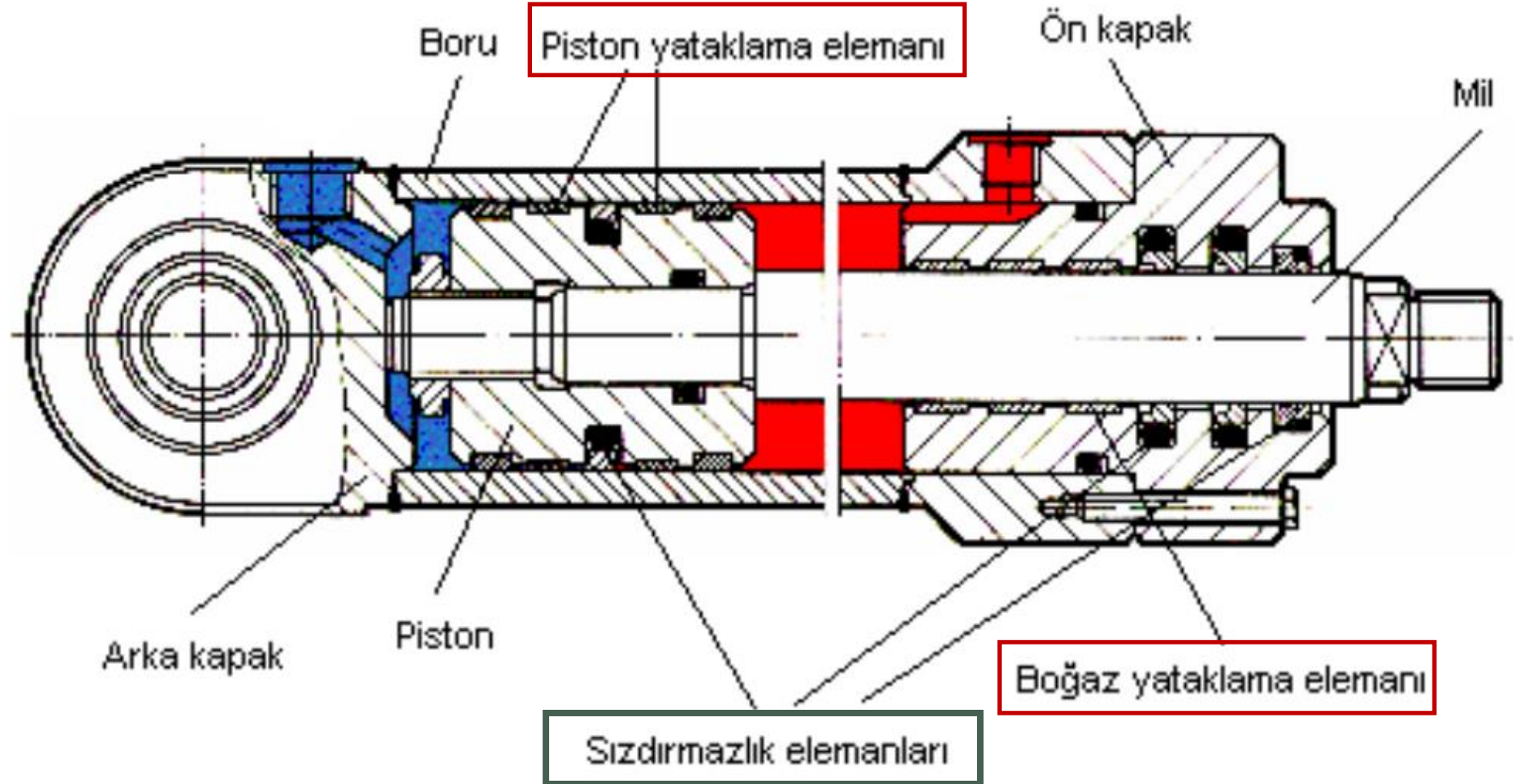
# Hidrolik Silindiri Oluşturan Elemanlar

- Silindir kovanı
- Piston
- Piston kolu
- Silindir boğazı
- Arka kapak
- Piston keçesi
- Boğaz keçesi
- Piston kolu keçesi
- Toz keçesi (izafi hareket var)
- O – Ring (statik)



# Hidrolik Silindiri Oluşturan Elemanlar

- **Yataklama elemanları**
- **Sızdırmazlık elemanları**



# Yataklar / **Yataklama**

- **Yatak** (İngilizce: *bearing*), birbirleriyle temas eden ve izafi hareket yapan iki makine elemanı arasındaki bağlantıyı ve izafi hareketi minimum sürtünme kaybıyla sağlayan, kendisine etki eden kuvvet ya da kuvvetlerin doğrultusundaki izafi hareketlere müsaade etmeyen ve bu kuvvetlerin gövdeye iletilmesini sağlayan makine elemanlarıdır.
- Üzerine herhangi bir yük gelmeyen yataklara **kılavuz yatak** adı verilir.

# Yataklar / Yataklama

## Yatak Çeşitleri:

- İzafi hareketin türüne göre
  - İki makine elemanı arasındaki izafi hareket bir dönme hareketiyse, **yatak**, izafi hareket doğrusal ise 'kayıt' ismini alır.
- Konstrüksiyonuna göre
  - Yataklar, konstrüksiyonuna göre kaymalı, yuvarlanmalı yataklar ve manyetik yataklar olmak üzere başlıca üç çeşitte sınıflandırılabilir.
- Etki eden kuvvetin yönüne göre
  - Yatağa etki eden kuvvetin yönü, yatak merkezine doğru olan yataklara radyal yataklar, yatağın eksenine doğrultusunda olan yataklara aksel yataklar denilir.

# Sızdırmazlık / Sızdırmazlık Elemanları

- **Sızdırmazlık Kavramı** (İngilizce: *sealing*): Sızdırmazlık problemi en genel halde ortak bir sınırı bulunan, iki farklı ortam arasındaki akışkan akışının kontrol edilebilmesi olarak tarif edilebilir.
- Dinamik uygulamalarda sınır yüzeyin önemli bir izafi hareketi söz konusuysen, statik halde böyle bir hareket söz konusu değildir.
- “Fonksiyonel boşluğu azaltmak” sızdırmazlık çözümlerinden biri olarak karşımıza çıkabilir. Bu çok hassas toleranslarda bir işleme gerektirir ve maliyeti yüksektir.
- Bu boşlukları azaltmak için kullanılan ayrı elemanlara “**sızdırmazlık elemanı**” denir.

# Sızdırmazlık / Sızdırmazlık Elemanları

- Ne kadar küçük boyutta olursa olsun, fonksiyon yüzeyleri arasındaki bir aralık daima akışkan moleküllerinin bu bölgeden geçişine (sızıntı) olanak tanır. Bu nedenle sızdırmazlık kesin olarak moleküler akışın durdurulması olarak düşünülemez. Bunun yerine, bu akışın makul seviyede tutulması anlamında kullanılması daha doğru olur.
- Sızdırma veya kaçak normal durumda sızdırmazlık elemanından geçerek **sistem dışına doğru akan akışkan** miktarı olarak tarif edilir. Bununla beraber, bazı hallerde **sistem dışındaki akışkanın makine içine doğru akışı** da sızdırma veya kaçak olarak tarif edilebilir.

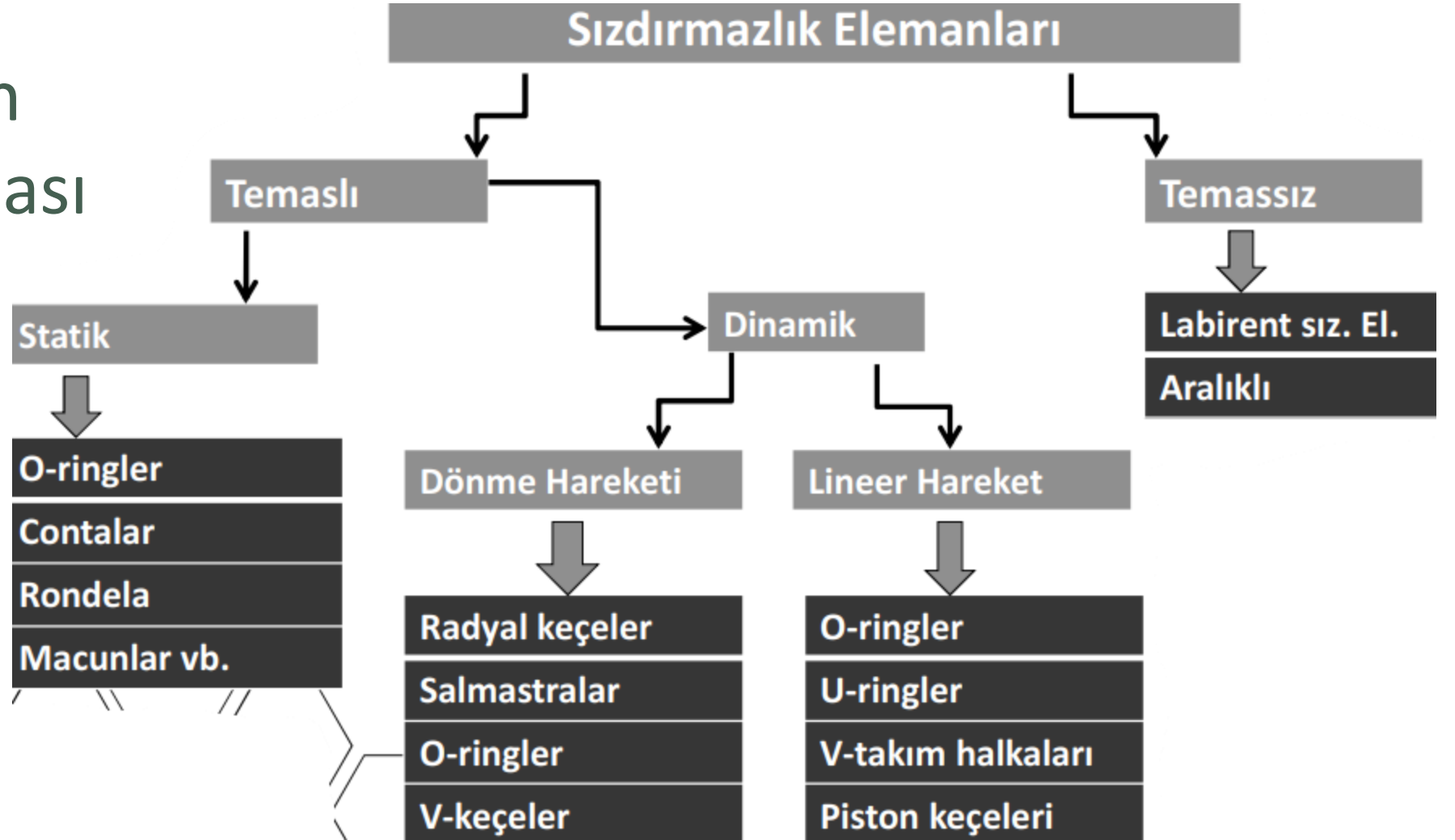


# Sızdırmazlık / Kaçak Türleri

- **Difüzyon:** Boyutsal olarak bir nanometreden küçük gaz veya buhar moleküllerinin, sızdırmazlık elemanı olmasına rağmen sistemde var olan küçük boşluklardan difüzyon yolu ile sistem dışına çıkmasıdır.
- **Konveksiyon:** Sistemde sızdırmazlık elemanının hareketi nedeni ile meydana gelen akışkan transferi sonucunda ortaya çıkar. Bazı hallerde dönen sızdırmazlık elemanı, geometrisi nedeni ile akışkanı sistem içine veya sistem dışına transfer edebilir. Aktif sızdırmazlık uygulamalarında (özellikle temassız sızdırmazlık sistemlerinde) bu özellikten faydalanılır.
- **Basınç farkından dolayı akış:** Uygulamalarda ve özellikle **hidrolik - pnömatik sistemlerde** en sık görülen akışkan kaçağı türüdür. Basınç farkından dolayı oluşabilecek sıvı fazdaki yağ kaçaqları, damlama ile veya normal sıvı akışı ile karşımıza çıkar. Basınç farkı ile meydana gelen akışta, başka bir parametre değişmedikçe yağ kaçağı oranı basınç gradyanı ile birlikte artar ve akışkanın viskozitesi ile birlikte azalır.

# Sızdırmazlık Elemanlarının Sınıflandırılması

Keçe  
Conta  
O-ring  
Seal



# Sızdırmazlık / Sızdırmazlık Elemanları

- Keçe , conta, o-ring , seal gibi kavramları birbirinden ayırmak gerekir. Temelde hepsi bir akışkanın istenmeyen yönde akışını kesmek için üretilirler. Kendi içlerinde çalıştıkları, maruz kaldıkları basınç, akışkan cinsine göre üretildikleri malzeme ve formları değişir.
- En basit **o-ring veya conta hareketsiz iki yüzey arasında sıkıştırılarak sızıntıyı kesmek** üzere dizayn edilmişlerdir. **Hareketli nesnelere arasında farklı tip dudaklı çift dudaklı ya da dudaksız keçeler** kullanılır. Türkçede keçe diye ve İngilizcede genellikle 'seal' olarak adlandırılırlar. Otomatik bir şanzıman içinde çelik malzemedeki üretilebildikleri gibi iş makineleri hidrolik silindirlerinde polietilen başta olmak üzere farklı polimer/plastik türlerinden olabilir. Motor ön arka boğazlarında kullanılan dudaklı keçeler ayrıca yeterli sıkma basıncını sağlamak için metal yaylar içerirler.
- **Bir hidrolik silindir boğazında 3 takım keçe** vardır. En dıştaki toz keçesinin dudağı dışa bakarken (dışarıdan toz girmemesi için) yağ keçesinin dudağı içe bakar.
- Salmastra ise eski teknoloji bir sızdırmazlık elemanı olup şerit şeklinde istenilen boyda kesilip dönen şaftlara sarılarak ve sonrasında sıkıştırılarak kullanılır.

# Hidrolik Silindir Çeşitleri

## ➤ Tek Etkili

- Yay Geri Dönüslü
- Kuvvet Geri Dönüslü
- Dalma Tip

## ➤ Çift Etkili

- Tek Pistonlu
- Yastıklamalı

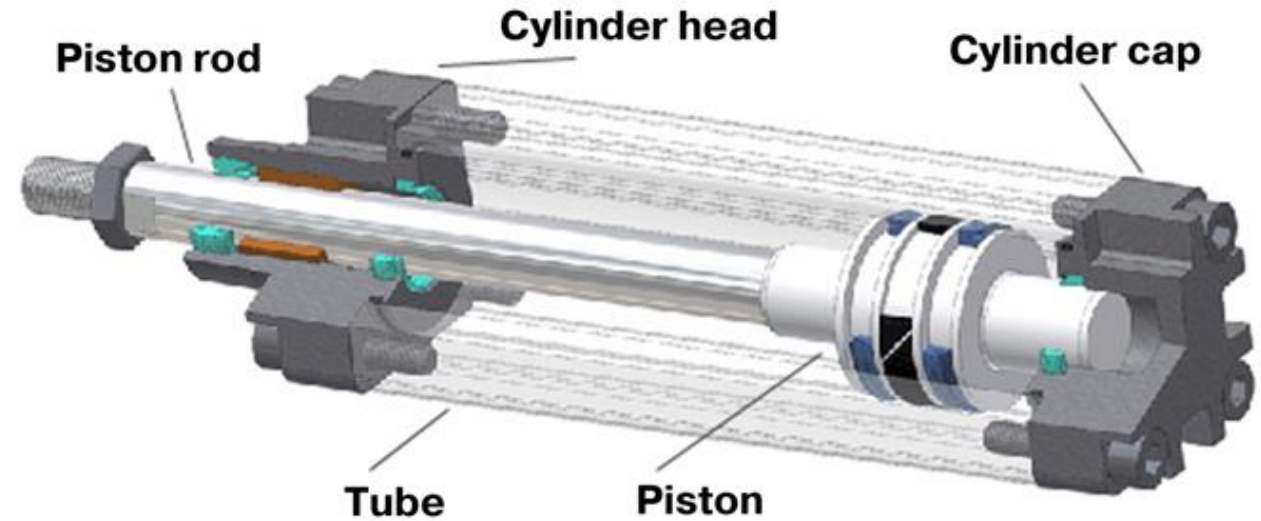
## ➤ Teleskobik

## ➤ Tandem

## ➤ Çift Kollu

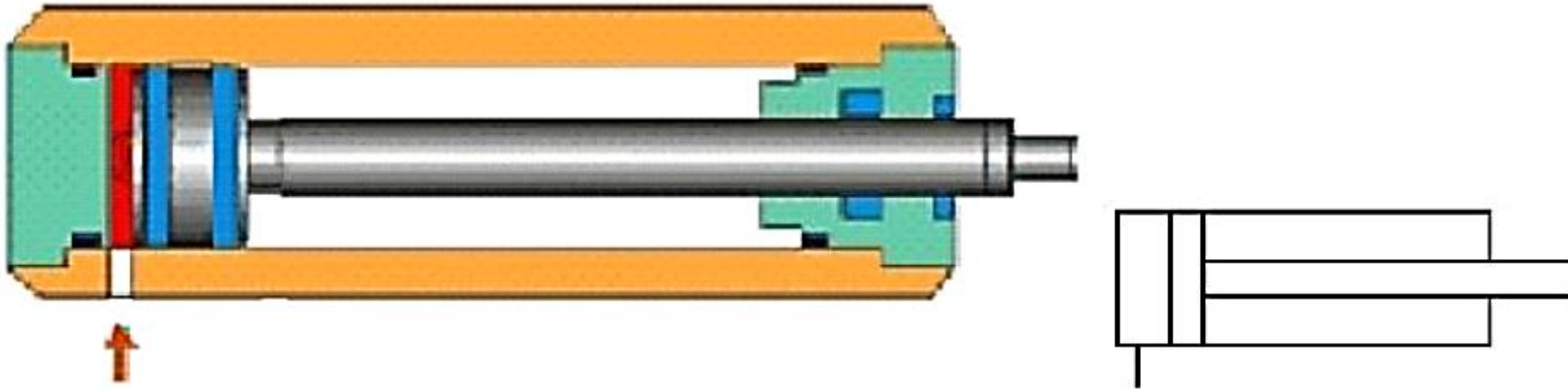
## ➤ Döner

Components of a piston rod cylinder:



## Tek Etkili Silindirler

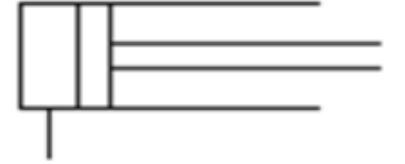
- Bu silindirlerde hidrolik akışkanın etkisiyle tek yönlü hareket sağlanır.
- Silindirin ilk konumuna dönüşü ya dış yüklerin etkisiyle ya da yay baskısıyla gerçekleşir.



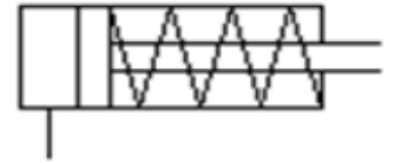
# Tek Etkili Silindirler

- Silindirin tek yönde hareketinin hidrolik yağ basıncı ile sağlandığı geri dönüşünün ise yük etkisiyle kendiliğinden ya da silindir içerisine yerleştirilen bir yay sayesinde sağlandığı hidrolik silindirler tek etkili silindir grubuna dahil edilir.
- Bu tip silindirler, sadece tek yönde iş yapabilirler, geri dönüş hareketi sırasında üretilen kuvvet sadece silindirin başlangıç pozisyonuna dönmesine yetecek kadardır.

**Dış kuvvet geri getirmeli**



**Yay geri getirmeli**

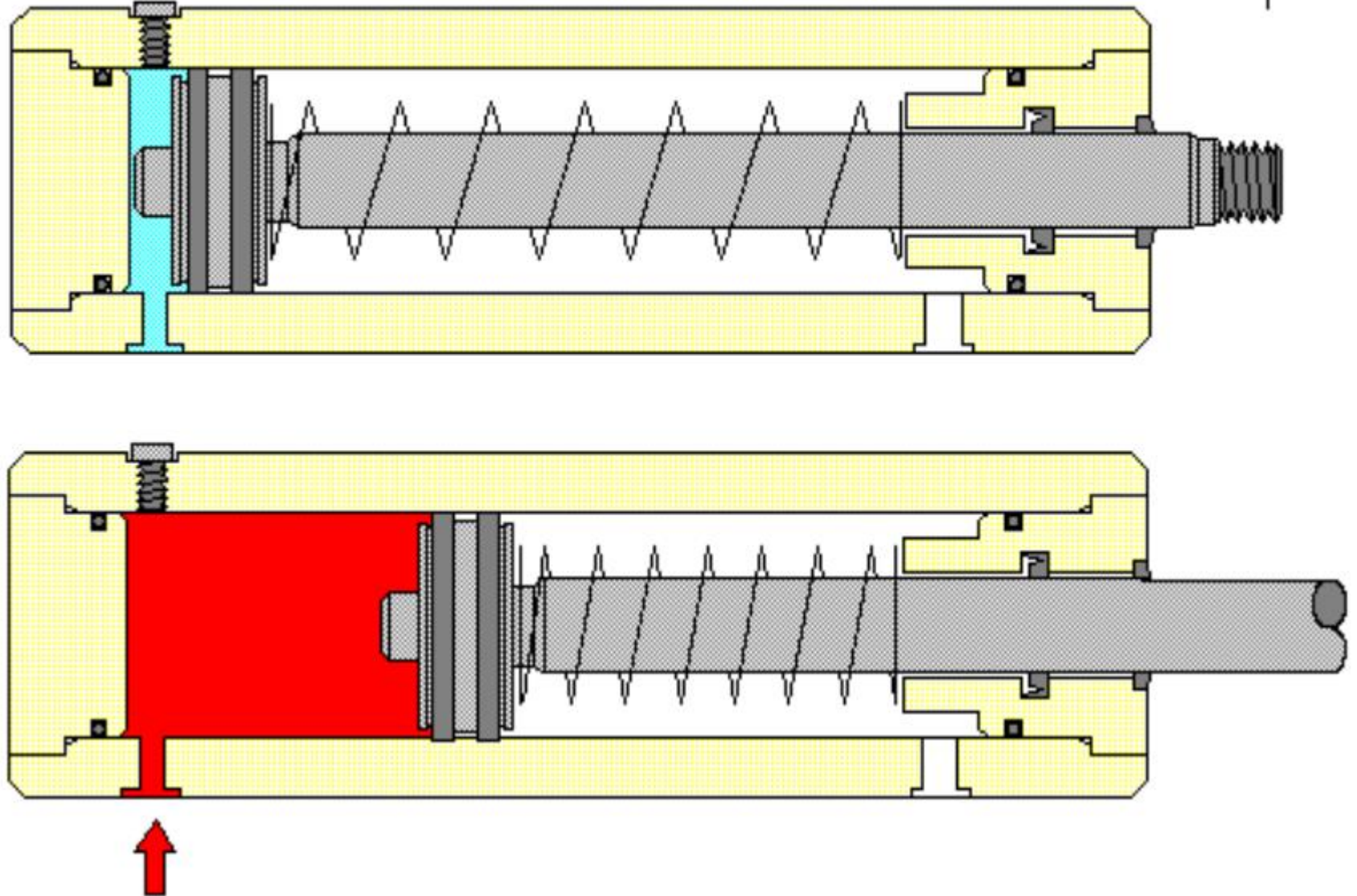


**Teleskopik silindir**



# Tek Etkili Silindir

- **Yay Geri Dönümlü**

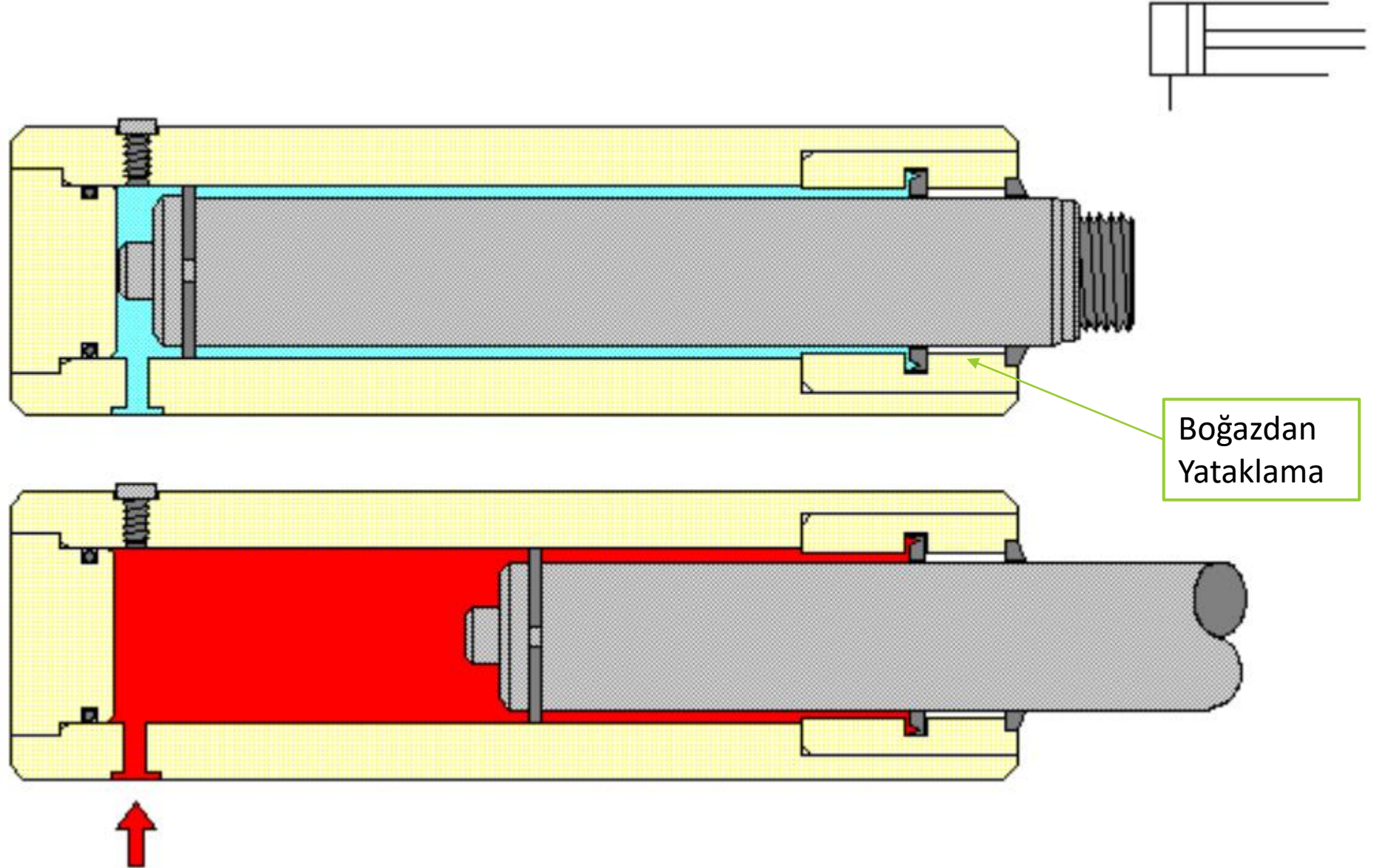


# Tek Etkili Silindirler

- **Dalma tip** ya da plunger (plancer) tip tek etkili hidrolik silindirleri hem endüstride hem de mobil araçlarda;
  - Özellikle **kaldırma operasyonlarında** sıklıkla görmek mümkündür.
  - Silindirin geri hareketi için ağırlık etkisi gerektiğinden dolayı yatay montajı mümkün değildir.
  - Dalma tip tek etkili silindirlerin en önemli dezavantajı pistonu olmaması sebebiyle yükü taşıyan milinin sadece boğaz bölgesinden yataklanmasıdır.
  - Bazı uygulamalarda çift etkili silindirlerin de tek etkili olarak kullanıldığını görmek mümkündür.

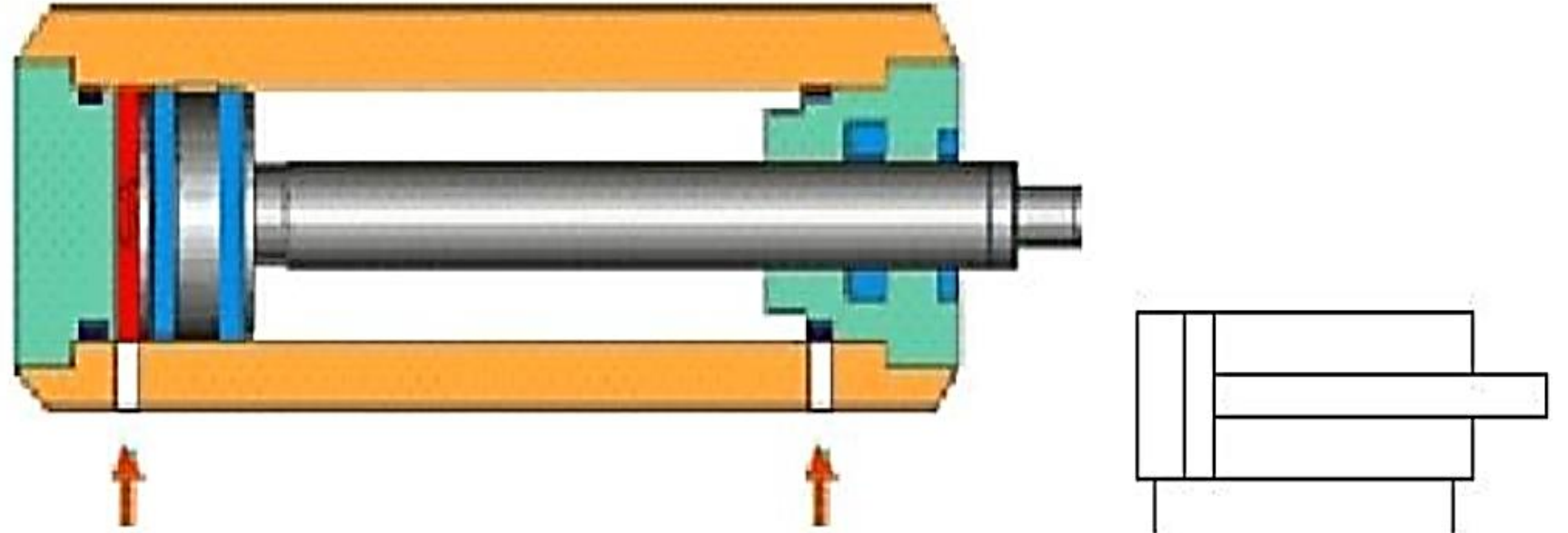
# Tek Etkili Silindir

- **Kuvvet Geri Dönümlü**
  - **Dalma Tip (plancer)**



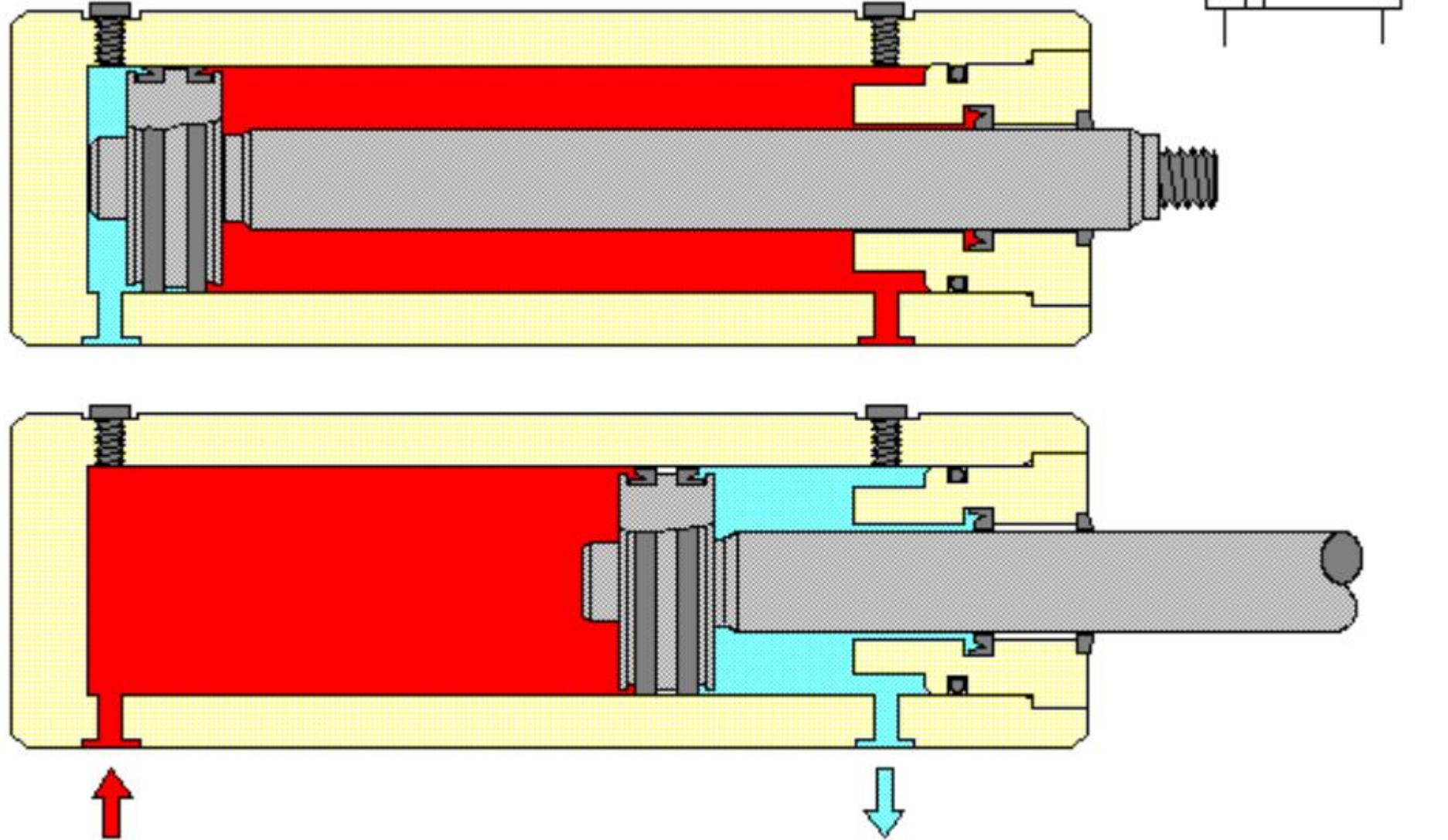
## Çift Etkili Silindirler

- Bu silindirlerde hidrolik akışkanın etkisiyle çift yönlü hareket sağlanır.
- Silindirin ilk konumuna dönüşü basınçlı hidrolik akışkanın etkisiyle gerçekleşir.



# Çift Etkili Silindirler

- Tek piston kollu çift etkili silindir



# Çift Etkili Silindirler

- Çift etkili silindirlerin hidrolik devre sembolleri

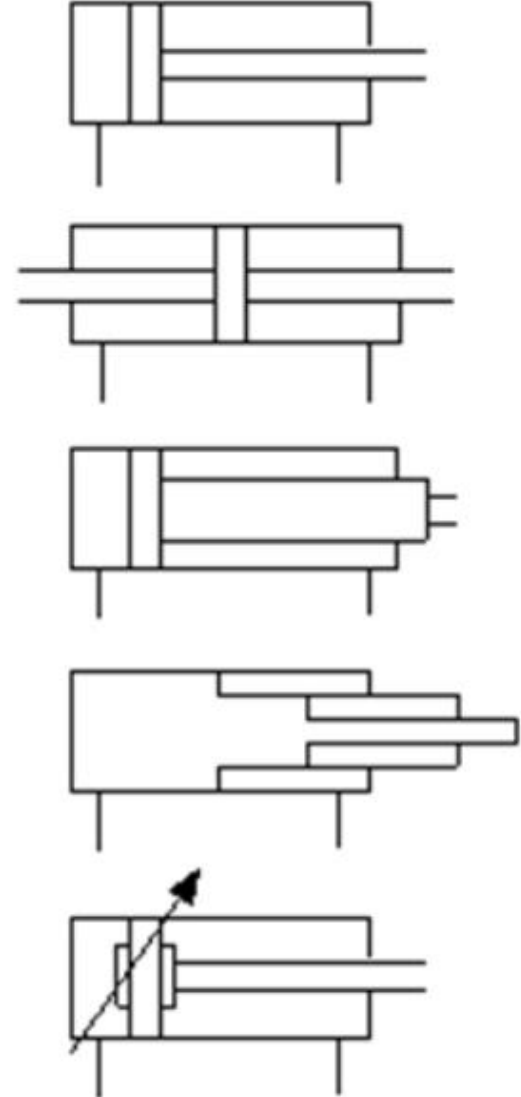
Tek piston kolu

Çift piston kolu

Diferansiyel silindir

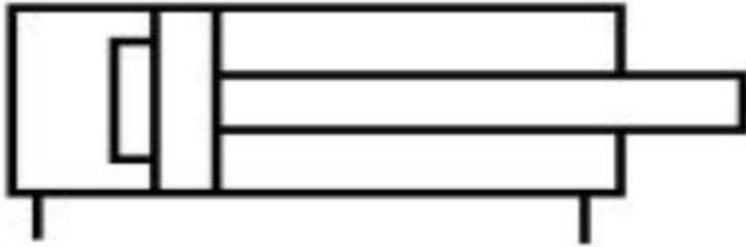
Teleskopik silindir

Çift taraflı ayarlanabilir son konum yastıklamalı



## Çift Etkili Silindirler (Yastıklı)

- Silindir pistonları hareketleri sırasında strok sonuna kadar maksimum hıza ulaşırlar.
- Piston yük altındayken, silindir strokunun sonuna yaklaşırken oluşacak darbeleri azaltmak amacıyla **yastıklı**/yastıklamalı silindirler kullanılır.



**tek tarafı yastıklı**

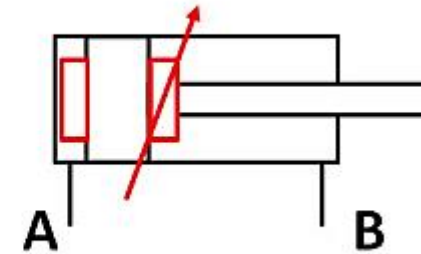
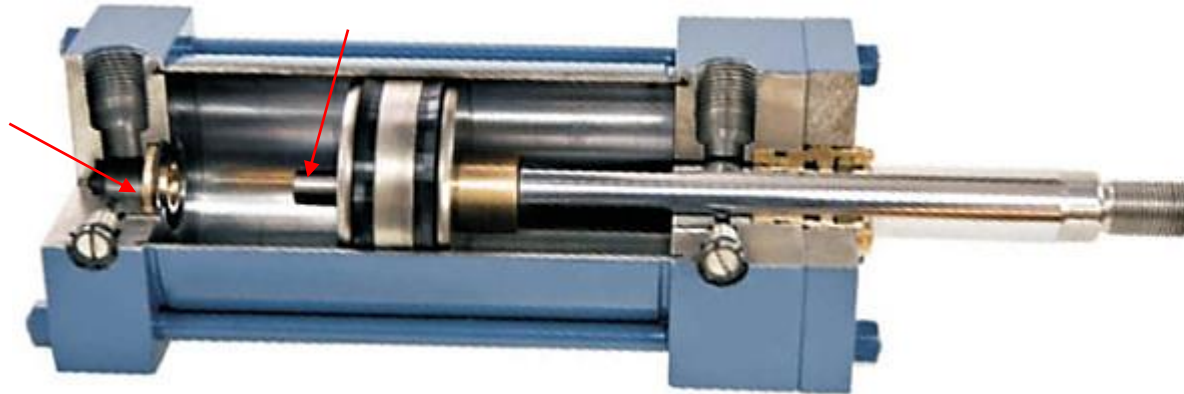


**çift tarafı yastıklı**

# Çift Etkili Silindirler (Yastıklı)

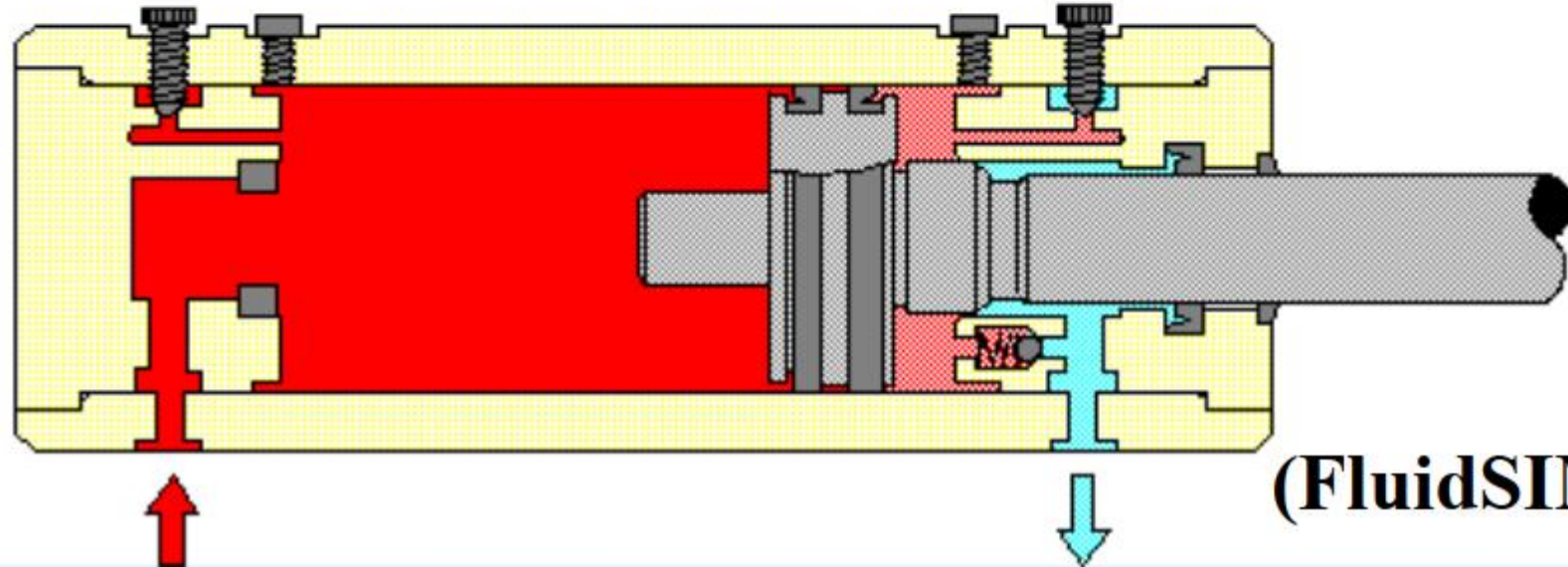
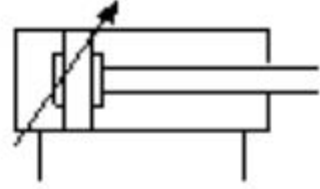
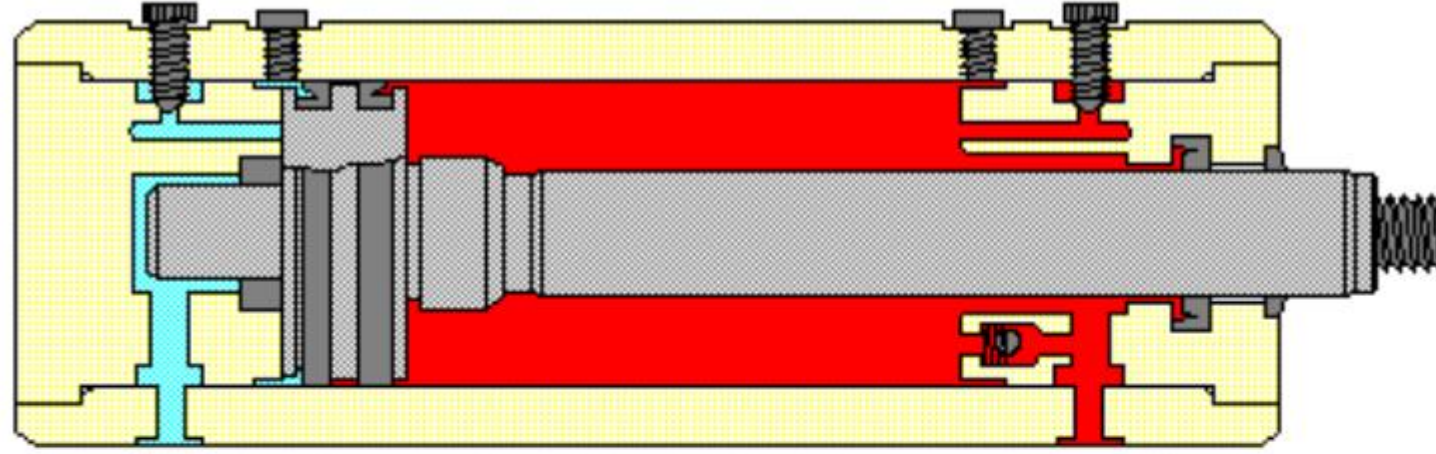
## Yastıklı Silindir

- **Yastıklama**, pistonun aniden durması sonucu oluşan mekanik ya da hidrolik darbeleri azaltır.
- Silindir elemanlarında oluşabilecek aşınmaları en aza indirir.



# Çift Etkili Silindirler

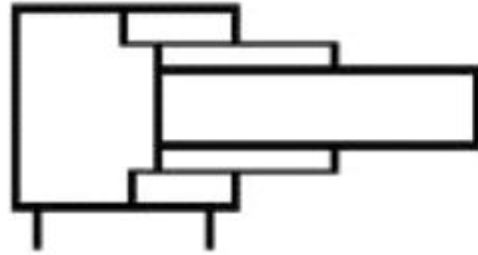
- Yastıklamalı



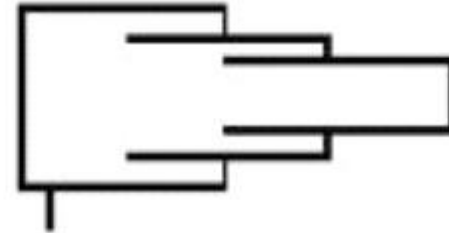
**(FluidSIM-H-9)**

# Teleskobik Silindirler

- Dar montaj alanı ve büyük kurs boylarının istendiği yerlerde teleskopik silindirler kullanılır.
- Bu silindirlerde dezavantaj açılma esnasında giderek küçülen silindir çaplarından dolayı açılma hızının artmasıdır. Bu ise kapsamlı devreler ile önlenebilir.

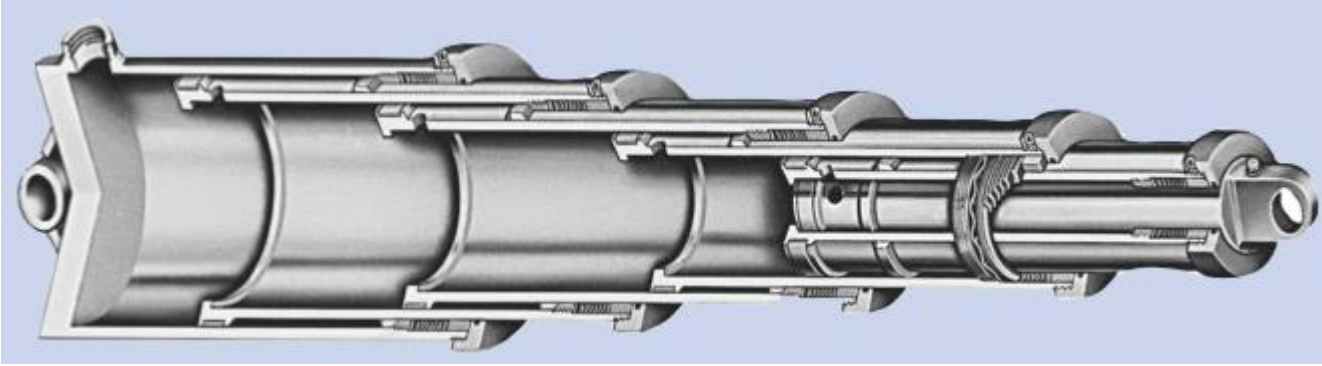


**İleri ve geri dönüşlü**



**Geri dönüşü dış kuvvetle**

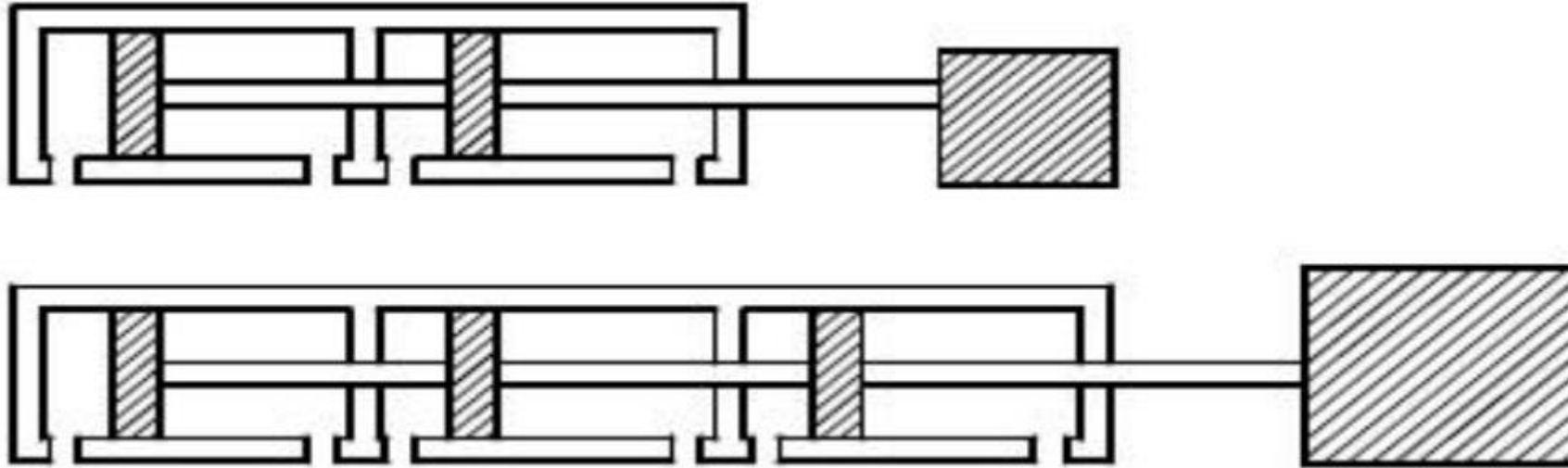
# Teleskobik Hidrolik Silindirler



- Teleskobik Silindir

# Tandem Silindirler

- Hidrolik sistemlerde itme kuvvetinin büyük olması ve silindirin konulacağı yerin küçük olması gereken durumlarda tandem silindirler kullanılır. Piston çapı büyütülmeden, itme kuvvetinin büyümesi sağlanır.
- Hidrolik devrelerde kuvvetin artırılması, piston çapının ya da pompa kapasitesinin büyütülmesiyle mümkündür.

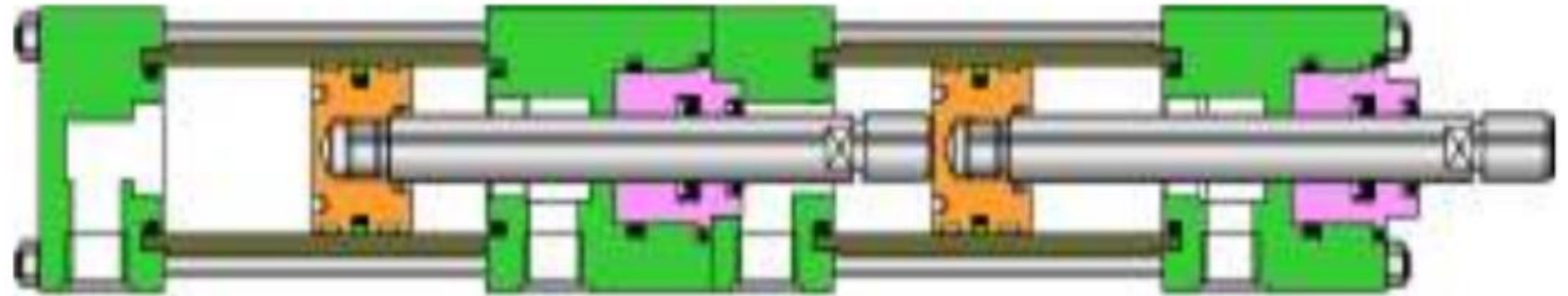


# Tandem Silindirler

- **Tandem silindir:** Mevcut bir hidrolik devrede bir silindirin itme kuvvetini önemli oranda arttırabilmek için silindir çapı ya da basıncını yükseltilmesinden başka seçenek yoktur. Basıncın arttırılması pompanın değiştirilmesini gerektirir. Silindir çapının büyütülmesi ise boyutlarını arttıracacağı için yer sorunu yaratır.

Silindirlerin itme kuvvetlerini arttırmak için tandem silindir adı verilen özel bir silindir türü kullanılır. Bu silindirler, kursları eşit birden fazla silindirin uç uca eklenmesiyle oluşturulur. Silindir sayısına bağlı olarak giriş ve çıkış sayısı ve itme kuvveti artar. Aşağıda Şekil'de tandem silindirin kesit resmi görülmektedir.

- Hidrolik devrelerde basıncın artırılması, piston çapının ya da pompa kapasitesinin büyütülmesiyle mümkündür.

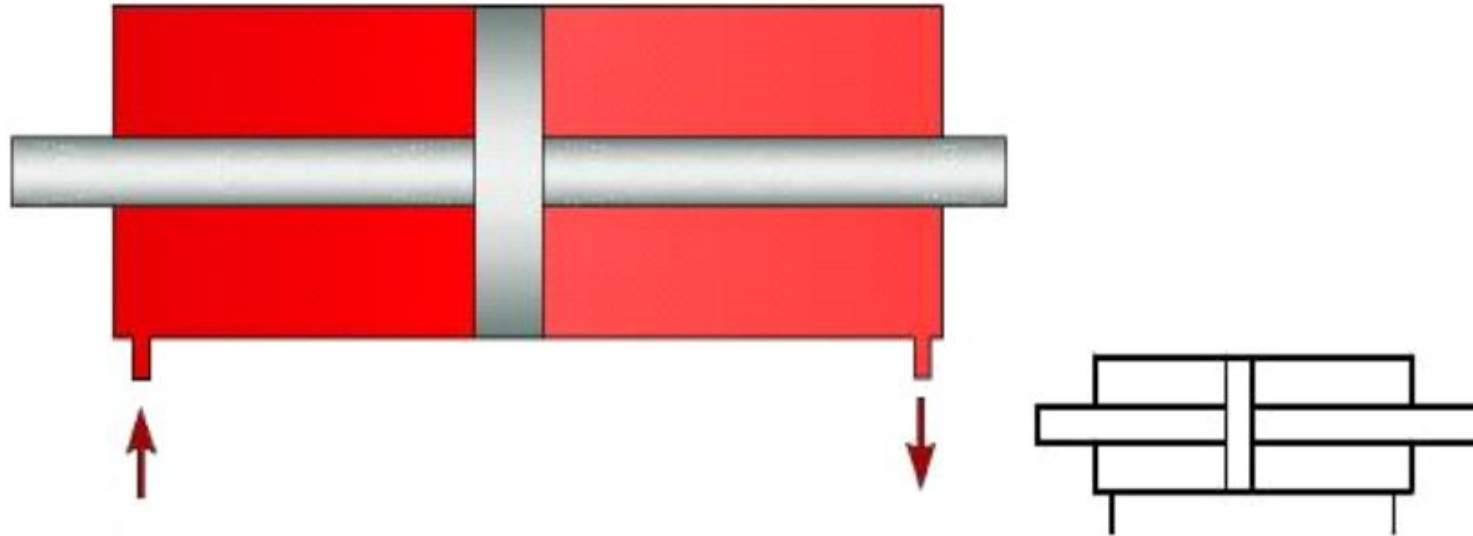


**Tandem silindirler**

I. silindirin itme kuvvetine  $F_1$ , II. silindirin itme kuvvetine  $F_2$  dersek; tandem silindirin itme kuvveti,  $F_{TOPLAM} = F_1 + F_2$  olur. Bu da gösteriyor ki silindir çapı ve basınç değiştirilmeden silindirin itme kuvveti önemli oranda arttırılmıştır.

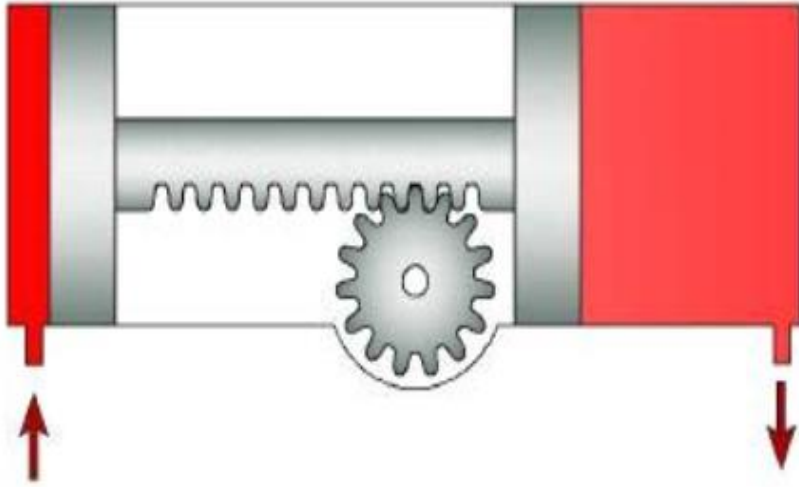
## Çift Kollu Silindirler

- Pistonun iki tarafında da piston kolu vardır.
- Akışkanın etki ettiği piston kesit alanları her iki tarafta da eşit olduğundan ileri-geri hızları ve kuvvetleri eşittir.

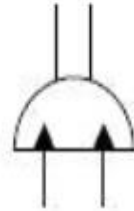


# Dönerli Silindirler

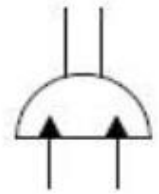
- Bazı hidrolik sistemlerde belli açılarda dönme hareketi istenir. İki tipte dönerli silindir vardır.



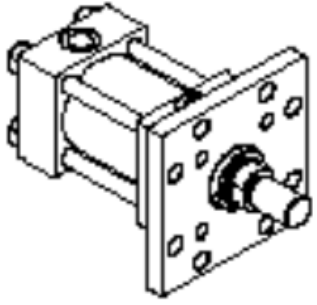
\* Kremayerli



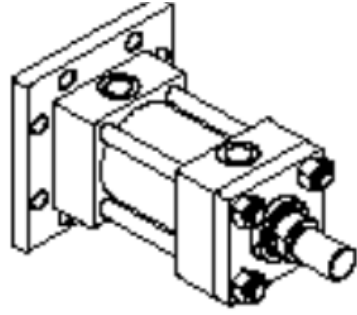
\* Kanatlı Tip



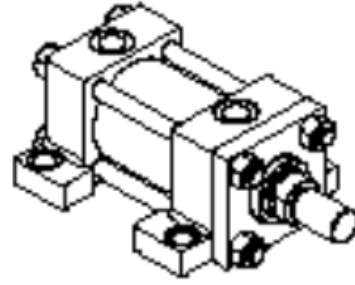
# Hidrolik Silindir Bağlantı Tipleri



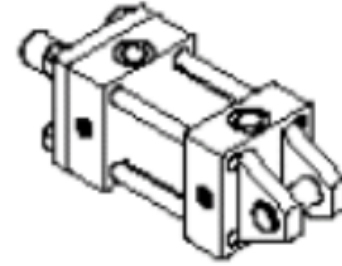
Kafadan flanslı



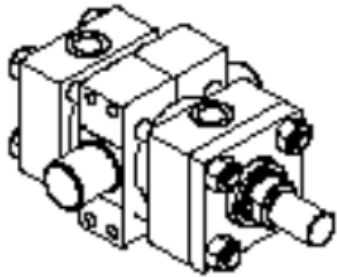
Tabandan flanslı



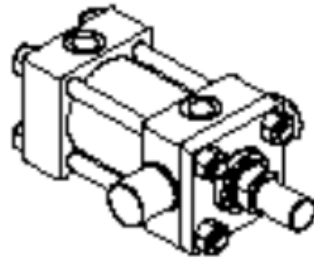
Ayak yer bağlantı



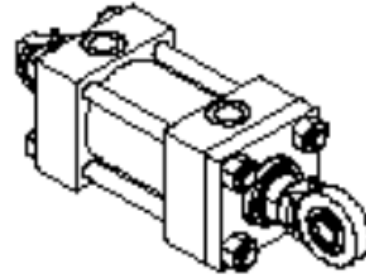
Arka mafsal bağlantı



Orta eklem bağlantı



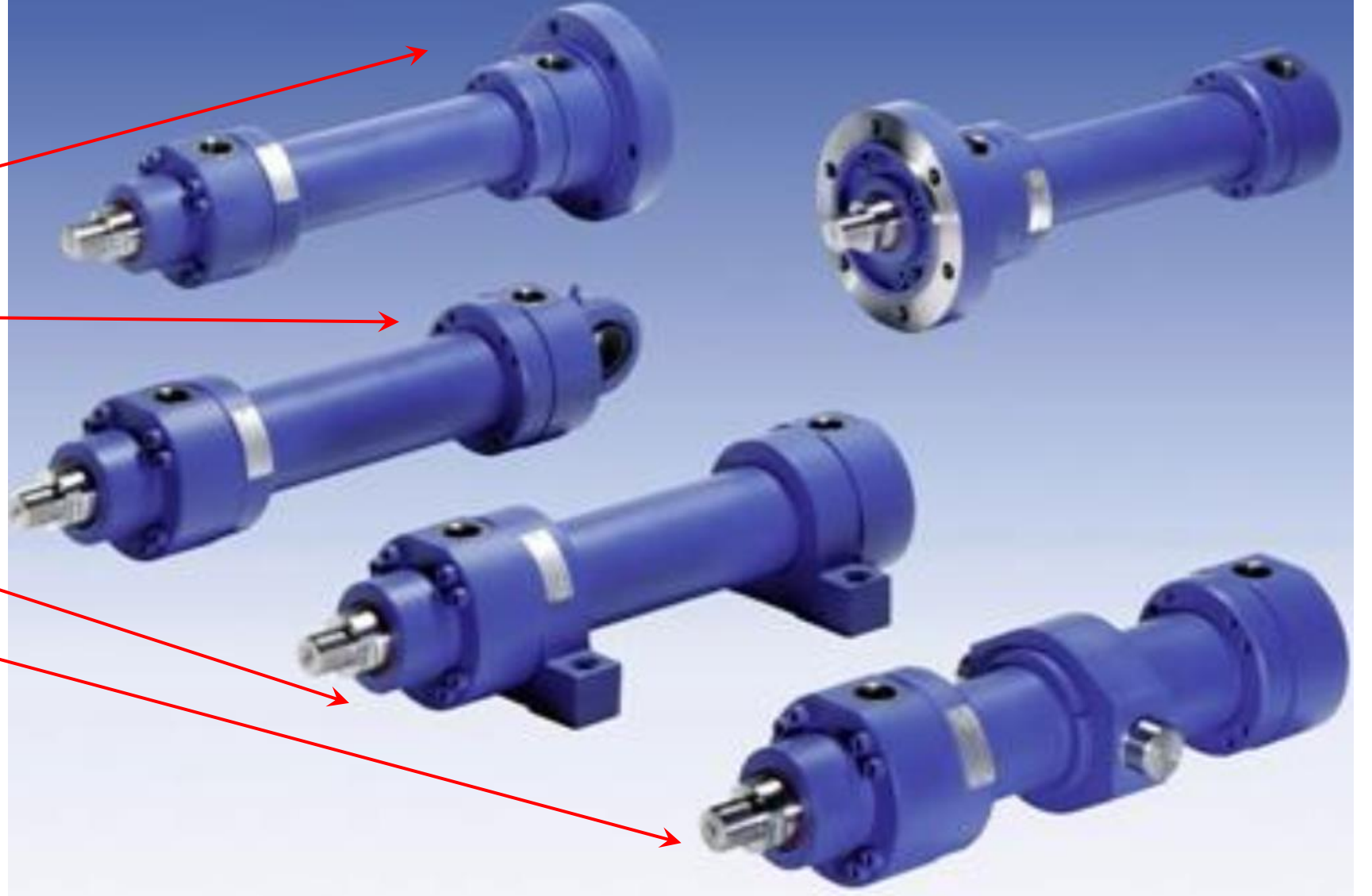
Ön eklem bağlantı



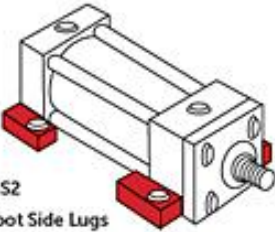
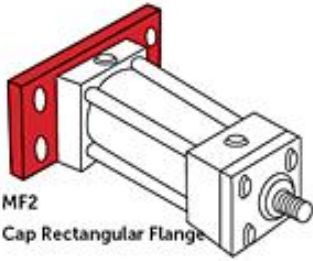
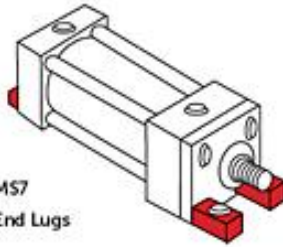
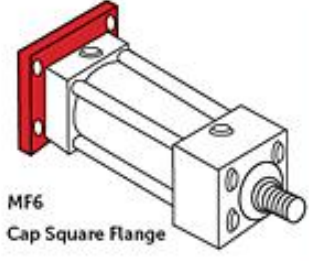
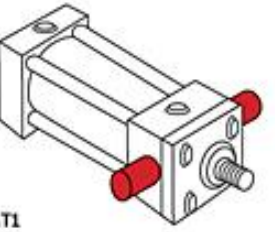
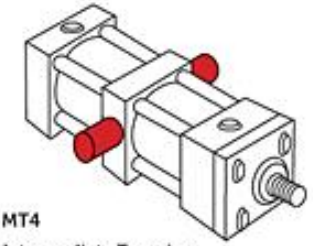
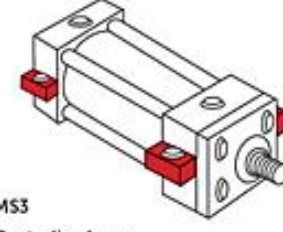
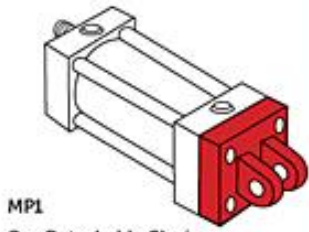
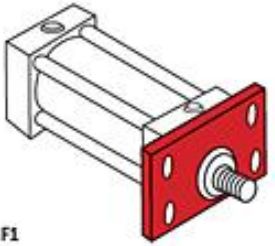
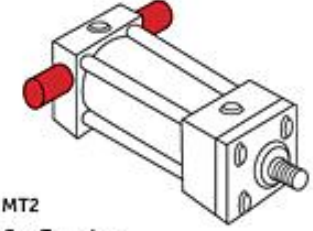
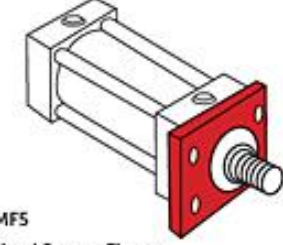
Arka oynak mafsal bağlantı

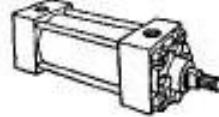
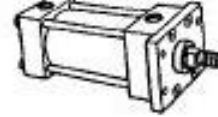
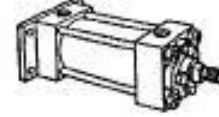
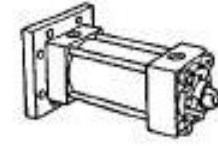
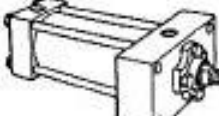
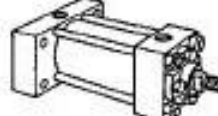
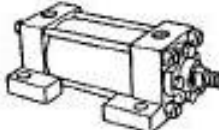
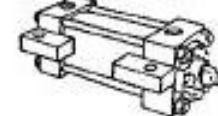
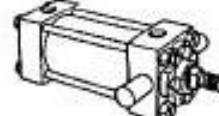

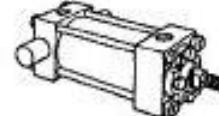
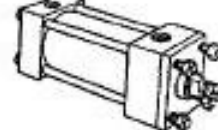
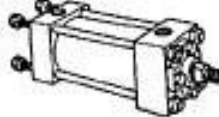
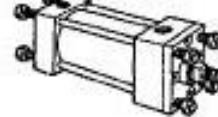
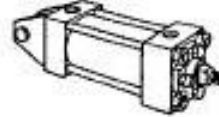
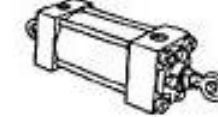
# Hidrolik Silindir Bağlantı Tipleri

- Flanşlı
- Oynak mafsallı
- Ayaklı
- Eklemlili



# Hidrolik Silindir Bağlantı Tipleri

 <p>MS2 Foot Side Lugs</p>	 <p>MF2 Cap Rectangular Flange</p>	 <p>MS7 End Lugs</p>	 <p>MF6 Cap Square Flange</p>
 <p>MT1 Head Trunnion</p>	 <p>MT4 Intermediate Trunnion</p>	 <p>MS3 Centerline Lugs</p>	 <p>MP1 Cap Detachable Clevis</p>
 <p>MF1 Head Rectangular Flange</p>	 <p>MT2 Cap Trunnion</p>	 <p>MF5 Head Square Flange</p>	<p><i>There are a variety of NFPA-approved cylinder mounting styles; pictured here are 11 of the most common designs, used especially on mobile machines.</i></p>

 <p>Tapped mount</p>	 <p>Rectangular flange mount—rod end</p>	 <p>Rectangular flange mount—blind end</p>	 <p>Square flange mount—blind end</p>
 <p>Solid flange mount—rod end</p>	 <p>Solid flange mount—blind end</p>	 <p>Side lug mount (foot mount)</p>	 <p>Centerline lug mount</p>
 <p>Trunnion mount—rod end</p>	 <p>Trunnion mount—intermediate</p>	 <p>Trunnion mount—blind end</p>	 <p>Extended tie rod mount—rod end</p>
 <p>Extended tie rod mount—blind end</p>	 <p>Extended tie rod mount—both ends</p>	 <p>Clevis mount</p>	 <p>Clevis mount with spherical bearings</p>

# Hidrolik Silindir Standart Ölçüleri

## BS:5785 1980 STANDART METRİK SİLİNDİRLERİ TAVSİYE EDİLEN ÖLÇÜLERİ

Piston Çapı (mm)		40	50	63	80	100	125	140	160	180	200	220	250	280	320
Piston Kolu Çapı (mm)	Büyük	20	28	36	45	56	70	90	100	110	125	140	160	180	200
	Küçük	28	36	45	56	70	90	100	110	125	140	160	180	200	220

# Kaynaklar: (MEGEP)

- **Hidrolik Devreler / MEGEP (.pdf)\***
  - [http://www.megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Hidrolik%20Devreler.pdf](http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Hidrolik%20Devreler.pdf)
- **Pnömatik Devreler / MEGEP (.pdf)\***
  - [http://megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Pn%C3%B6matik%20Devreler.pdf](http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Pn%C3%B6matik%20Devreler.pdf)
- **Hidrolik Sistemler / MEGEP (.pdf)\***
  - [http://www.megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Hidrolik%20Sistemler.pdf](http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Hidrolik%20Sistemler.pdf)
- **Pnömatik Sistemler / MEGEP (.pdf)\***
  - [http://www.megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Pn%C3%B6matik%20Sistemler.pdf](http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Pn%C3%B6matik%20Sistemler.pdf)
- **Pompalar / MEGEP (.pdf)\***
  - [http://megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Pompalar.pdf](http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Pompalar.pdf)
- **Kompresörler / MEGEP (.pdf)\***
  - [http://megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Kompres%C3%B6rler.pdf](http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Kompres%C3%B6rler.pdf)

# Kaynakça:

- <http://web.hitit.edu.tr/seyfisevik/dersmateryalleri/21417> - Doç. Dr. Seyfi Şevik – Hitit Üniversitesi
- [https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-540-73619-6\\_8](https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-540-73619-6_8)
- <http://www.akder.org/tr/makale/307-hidrolik-silindirlerde-yast-klama#.YGz2DD-hmUk>
- <https://www.liebherr.com/en/int/products/components/hydraulics/hydraulic-cylinders/hydraulic-cylinders-mobile-applications/hydraulic-cylinders-mobile-applications.html>
- <https://www.liebherr.com/shared/media/components/documents/hydraulics/hydraulic-cylinders/liebherr-hydraulic-cylinders.pdf>
- <https://www.liebherr.com/shared/media/components/documents/hydraulics/hydraulic-cylinders/liebherr-hydraulic-cylinders-260-bar-series-production-range-product-brochure-en-web.pdf>
- [https://tr.wikipedia.org/wiki/Yatak\\_\(makine\\_eleman%C4%B1\)](https://tr.wikipedia.org/wiki/Yatak_(makine_eleman%C4%B1))
- <https://web.itu.edu.tr/temizv/Sunular/Sizdirmazlik.pdf>
- <https://www.pneumatictips.com/what-are-single-acting-pneumatic-cylinders/>