

# Mekanizma Tekniği

---

**DR. ÖĞR. ÜYESİ NURDAN BİLGİN**

# Ders Politikası

---

**Öğretim Üyesi:** Dr. Öğr. Üyesi Nurdan Bilgin, Oda No: 309, e-mail:nurdan.bilgin@omu.edu.tr

**Ders Kitabı:** Mekanizma Tekniği, Prof. Dr. Eres Söylemez

**Web Sayfası:**<http://otomatikkontrol.omu.edu.tr/dersler/>

## References:

J.E. Shigley and J.J. Uicker, “**Theory of Machines and Mechanisms**”, 2nd Edition, McGraw-Hill, 1995.

R.L. Norton “**Design of Machinery**”, 2nd Edition, McGraw-Hill, 1999

K.J. Waldron, G. L. Kinzel “**Kinematics, Dynamics and Design of Machinery**”, John Wiley, 2004

**Değerlendirme Sistemi:** Kısa Sınavlar %20, Ara Sınav %20, Final %60

**Derse Katılım:** Finale katılma koşulu, derse %70 devamdır.

# Mekanizmaların Serbestlik Derecesi

---

**Bir mekanizmanın serbestlik derecesi**, bir mekanizmada bulunan tüm uzuvların konumunu belirlemek için gerekli olan parametre sayısıdır.

Mekanizmaların serbestlik derecesi, **uzuv sayısına**, **mafsal sayısına** ve **mafsal serbestlik derecesine** bağlıdır, uzuv boyutuna bağlı değildir.

**Mekanizmaların serbestlik derecesi**, mekanizmada bulunan mafsallların serbestlik derecesi, mafsal sayısı, uzuv sayısını içeren **aşağıdaki bağlantı** ile bulunabilir.

**Mekanizma serbestlik derecesi denklemi:**

$$F = \lambda(l - j - 1) + \sum_{i=1}^j f_i$$

# Mekanizmaların Serbestlik Derecesi

---

Matematiksel olarak olaya bakmak için aşağıda verilmiş olan parametreleri tanımlayalım:

$\lambda$ =Uzay Serbestlik Derecesi

$\lambda$ = 3 düzlemsel uzaylar için

$\lambda$ = 6 genel uzay için

$l$ = Mekanizmada uzuv sayısı (sabit uzuv dahil)

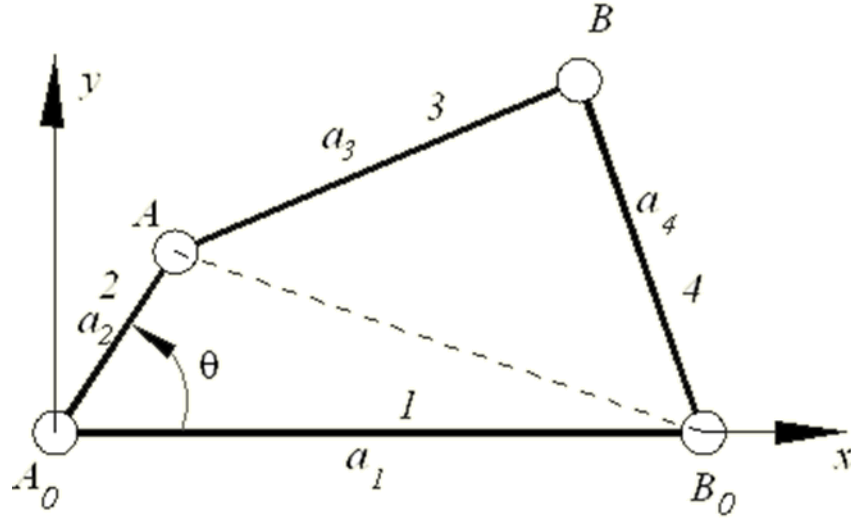
$j$  = Mekanizmada mafsal sayısı

$f_i$  =  $i$  mafsalının serbestlik derecesi

$F$  = Mekanizma serbestlik derecesi

$$F = \lambda(l - j - 1) + \sum_{i=1}^j f_i$$

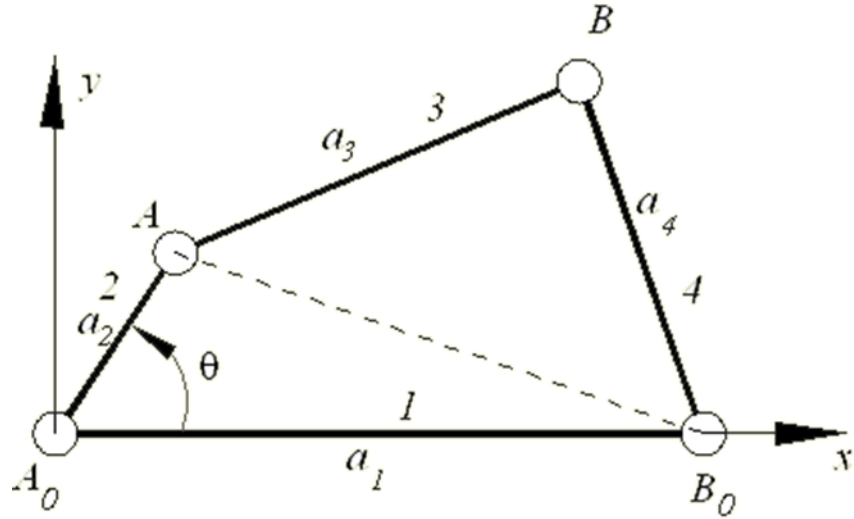
# Mekanizmaların Serbestlik Derecesi



**Bir mekanizmanın serbestlik derecesi**, bir mekanizmada bulunan tüm uzuvların konumunu belirlemek için gerekli olan parametre sayısıdır.

- ✓ Dört döner mafsalla bağlı
- ✓ Dört uzuvdan oluşuyor
- ✓ Düzlemde hareket ediyor, Bu nedenle uzay serbestlik derecesi üç
- ✓ Mekanizmanın adı dört-çubuk mekanizması
- ✓ Uzuvların uzunlukları bilindiğine göre sadece  $\theta$  açısını bilsen mekanizma üzerindeki tüm noktaların konumunu bulabilir miyim?

# Mekanizmaların Serbestlik Derecesi

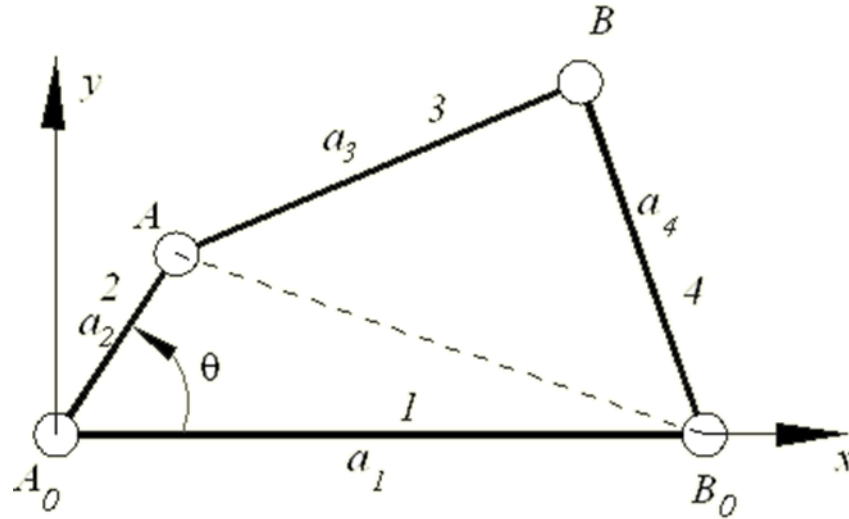


$\theta$  açısı değeri verildiğinde her bir uzuv üzerinde iki noktanın konumu ( $A_0B_0$  (1 uzvu),  $A_0A$  (2 uzvu),  $AB$  (3 uzvu) ve  $BB_0$  (4 uzvu)) bulunabildiğine göre,

bu mekanizmada bulunan tüm uzuvların konumunu belirlemek için sadece bir parametre gerekmektedir.

Öyle ise, **dört-çubuk mekanizmasının serbestlik derecesi 1' dir.**

# Mekanizmaların Serbestlik Derecesi



$$F = \lambda(l - j - 1) + \sum_{i=1}^j f_i$$

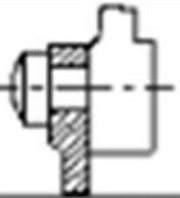



$\lambda = 3$  Düzlemsel uzaylar için

$l = 4$  Mekanizmada uzuv sayısı (sabit uzuv dahil)

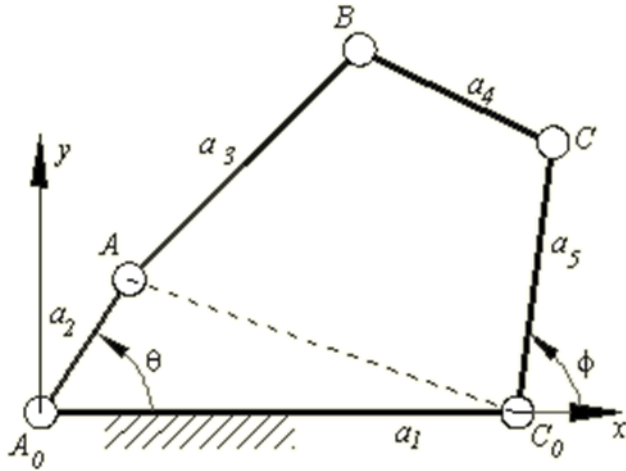
$j = 4$  Döner mafsall

$f_i = 4 \times 1 = 4$

$$F = 3(4 - 4 - 1) + 4 = 1$$

$l$	$1$	$0$	<i>Döner çift</i>		
	$0$	$1$	<i>Kayar çift</i>		

# Mekanizmaların Serbestlik Derecesi



**Bir mekanizmanın serbestlik derecesi**, bir mekanizmada bulunan tüm uzuvların konumunu belirlemek için gerekli olan parametre sayısıdır.

- ✓ Beş döner mafsalla bağlı
- ✓ Beş uzuvdan oluşuyor
- ✓ Düzlemde hareket ediyor, Bu nedenle uzay serbestlik derecesi üç
- ✓ Mekanizmanın adı beş-çubuk mekanizması
- ✓ Sadece  $\theta$  açısını bilmem yeterli değil  $\phi$  açısını da bilmeliyim.

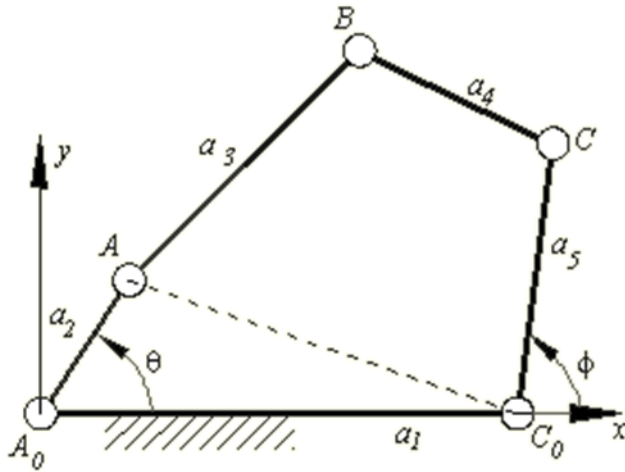


# Mekanizmaların Serbestlik Derecesi

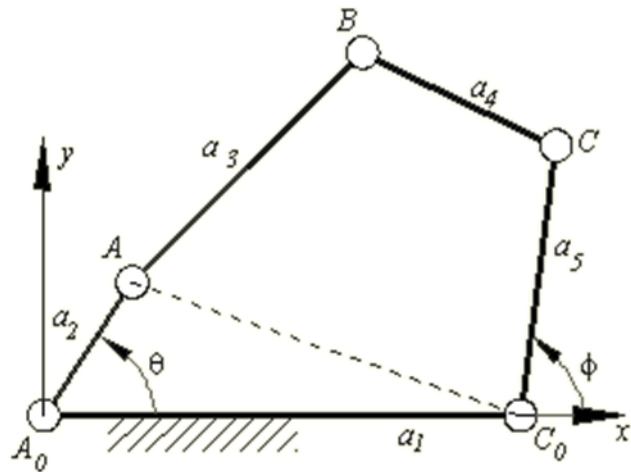
$\theta$  tanımladığımızda  $A_0AC_0$  üçgeni ile ilgili gerekli bilgiyi ediniriz

Ancak kalan kısım  $ABCC_0$  bir dörtgen olup bu kısmın belirlenebilmesi için bir yeni parametre ( $\phi$  açısı) gerekecektir.

Bu durumda beş çubuk mekanizmasının tüm uzuvlarının konumunu belirlemek için gereken parametre sayısı 2 olduğundan, **serbestlik derecesi 2' dir.**



# Mekanizmaların Serbestlik Derecesi



$$F = \lambda(l - j - 1) + \sum_{i=1}^j f_i$$

$\lambda = 3$  Düzlemsel uzaylar için

$l = 5$  Mekanizmada uzuv sayısı (sabit uzuv dahil)

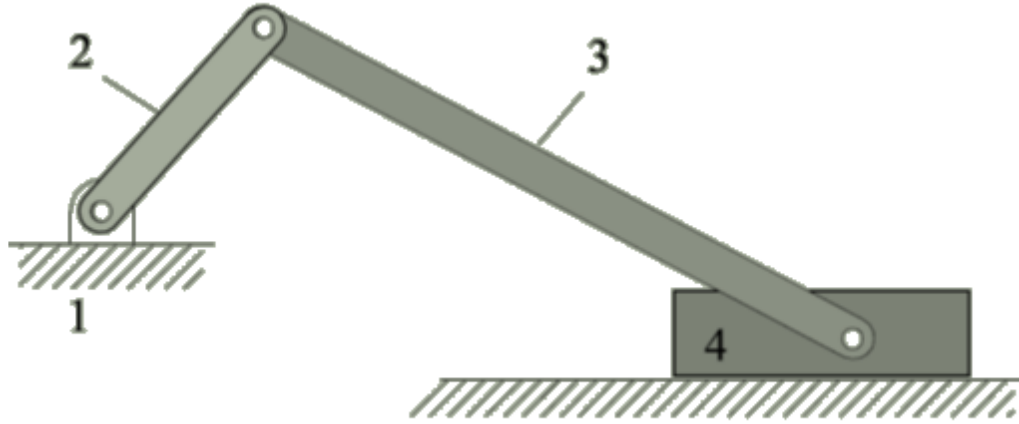
$j = 5$  Döner mafsalsal

$$f_i = 5 \times 1 = 5$$

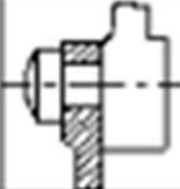



$$F = 3(5 - 5 - 1) + 5 = 2$$

1	1	0	Döner çift		
	0	1	Kayar çift		

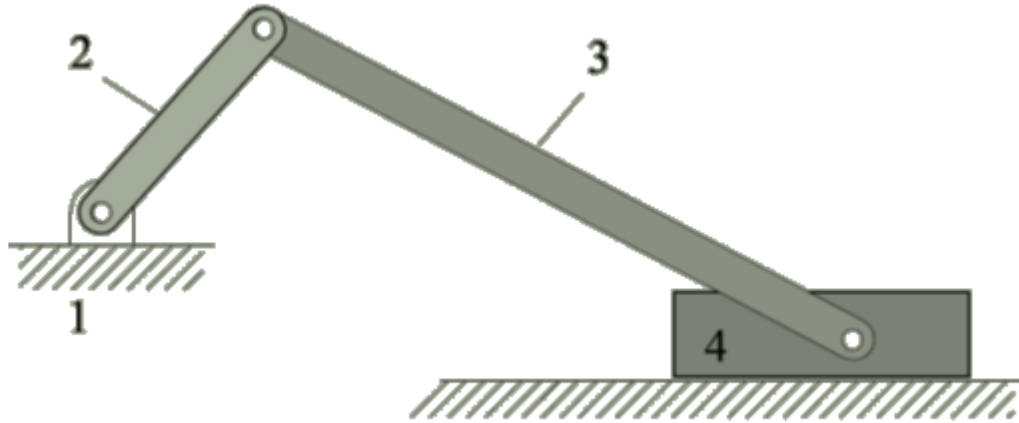
# Mekanizmaların Serbestlik Derecesi



- ✓ Üç döner mafsall + Bir kayar mafsalla bağlı
- ✓ Dört uzuvdan oluşuyor
- ✓ Düzlemde hareket ediyor, Bu nedenle uzay serbestlik derecesi üç
- ✓ Mekanizmanın adı **krank-biyel** mekanizması

1	1	0	<i>Döner çift</i>		
	0	1	<i>Kayar çift</i>		

# Mekanizmaların Serbestlik Derecesi



$$F = \lambda(l - j - 1) + \sum_{i=1}^j f_i$$

$\lambda = 3$  Düzlemsel uzaylar için

$l = 4$  Mekanizmada uzuv sayısı (sabit uzuv dahil)

$j = 3$  Döner mafsalsal + 1 Kayar mafsalsal = 4

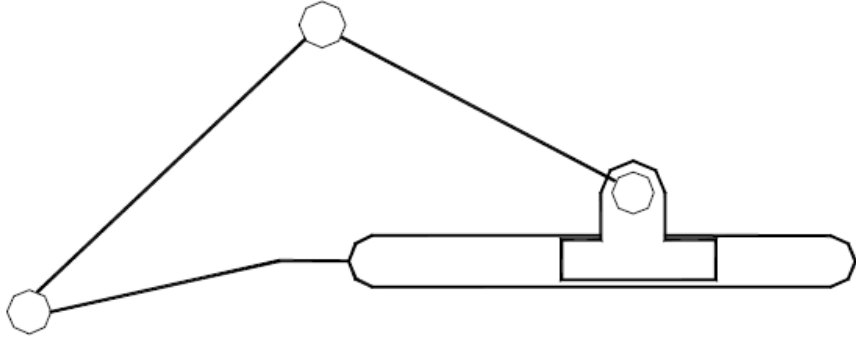
$$f_i = 3 \times 1 + 1 \times 1 = 4$$

$$F = 3(4 - 4 - 1) + 4 = 1$$

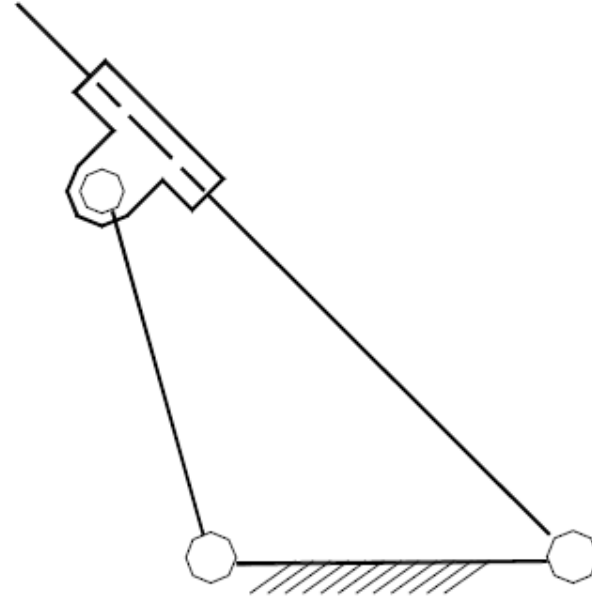
1	1	0	Döner çift		
	0	1	Kayar çift		

# Mekanizmaların Serbestlik Derecesi

ÜÇ DÖNER MAFSAL + BİR KAYAR MAFSAL  
MEKANİZMALARI

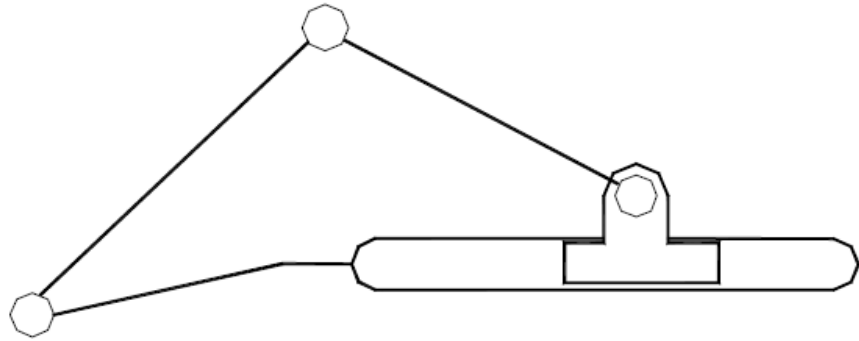


TERS KIZAK VEYA HIZLI DÖNÜŞ MEKANİZMASI

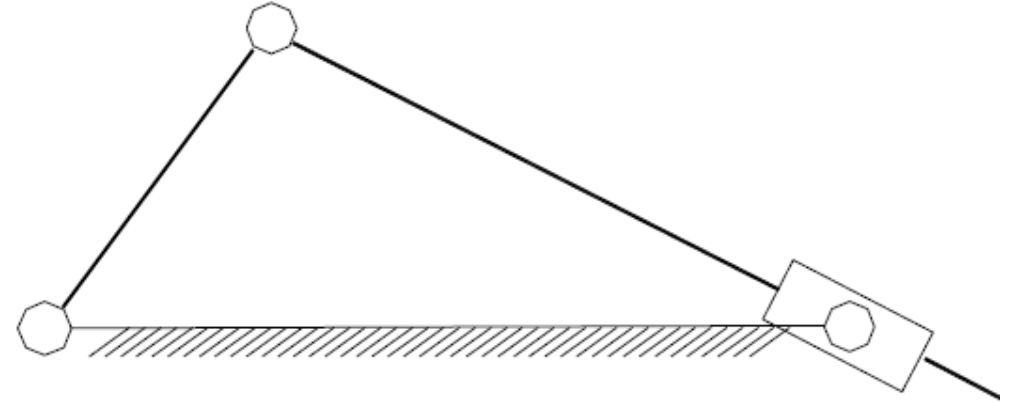


# Mekanizmaların Serbestlik Derecesi

ÜÇ DÖNER MAFSAL + BİR KAYAR MAFSAL  
MEKANİZMALARI

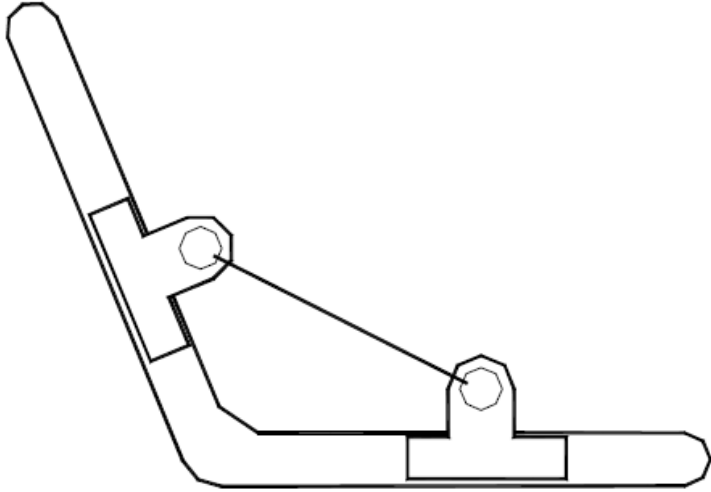


SALLANAN BLOK MEKANİZMASI



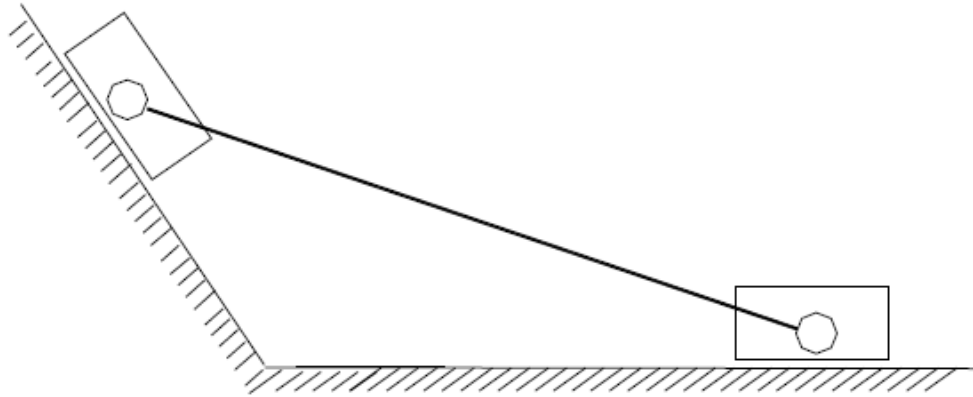
# Mekanizmaların Serbestlik Derecesi

---



- ✓ İki döner mafsall + İki kayar mafsalla bağlı
- ✓ Dört uzuvdan oluşuyor
- ✓ Düzlemde hareket ediyor, Bu nedenle uzay serbestlik derecesi üç

# Mekanizmaların Serbestlik Derecesi

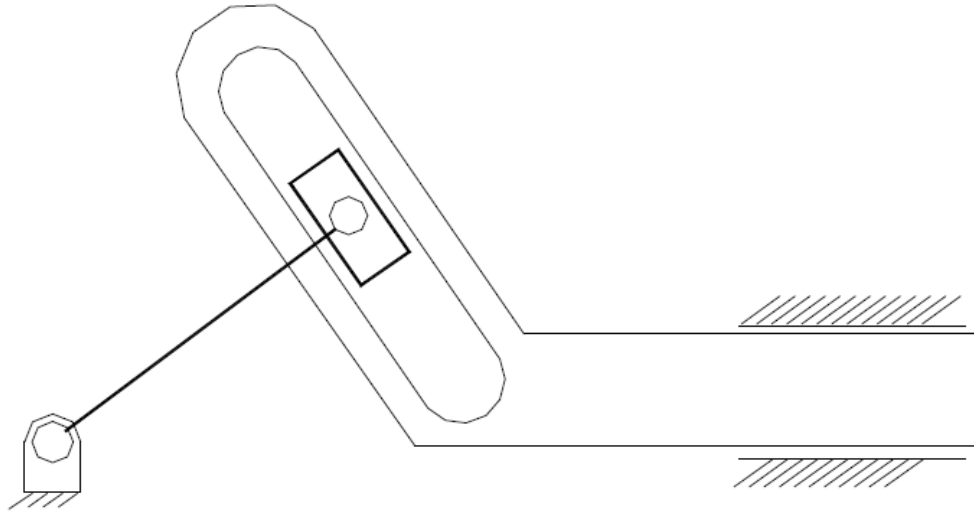


- ✓ İki döner mafsall + İki kayar mafsalla bağlı
- ✓ Dört uzuvdan oluşuyor
- ✓ Düzlemde hareket ediyor, Bu nedenle uzay serbestlik derecesi üç
- ✓ Mekanizmanın adı **Çift Kızak** mekanizması

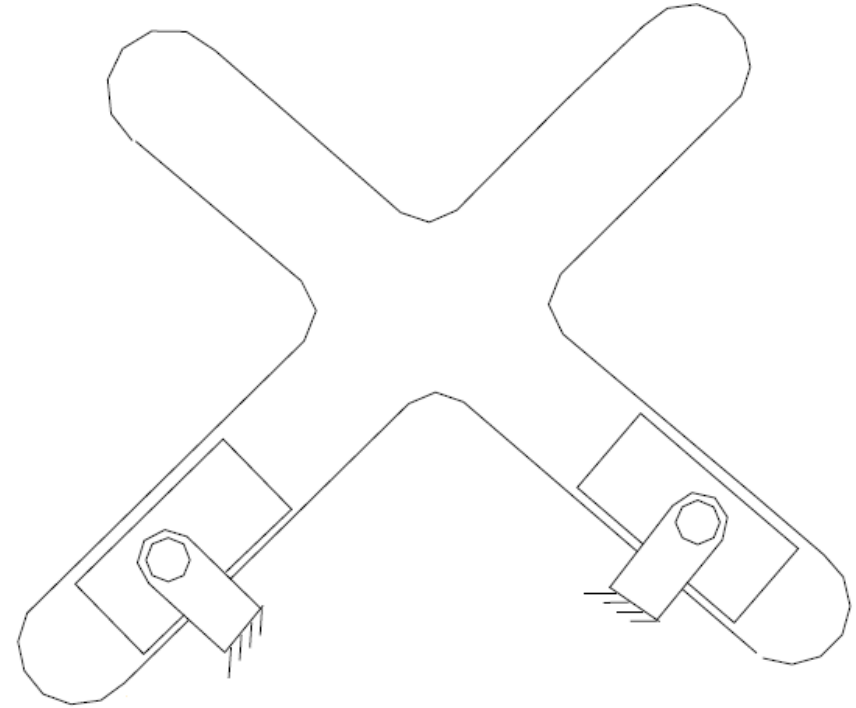


# Mekanizmaların Serbestlik Derecesi

İSKOÇ (SCOTCH-YOKE ) MEKANİZMASI

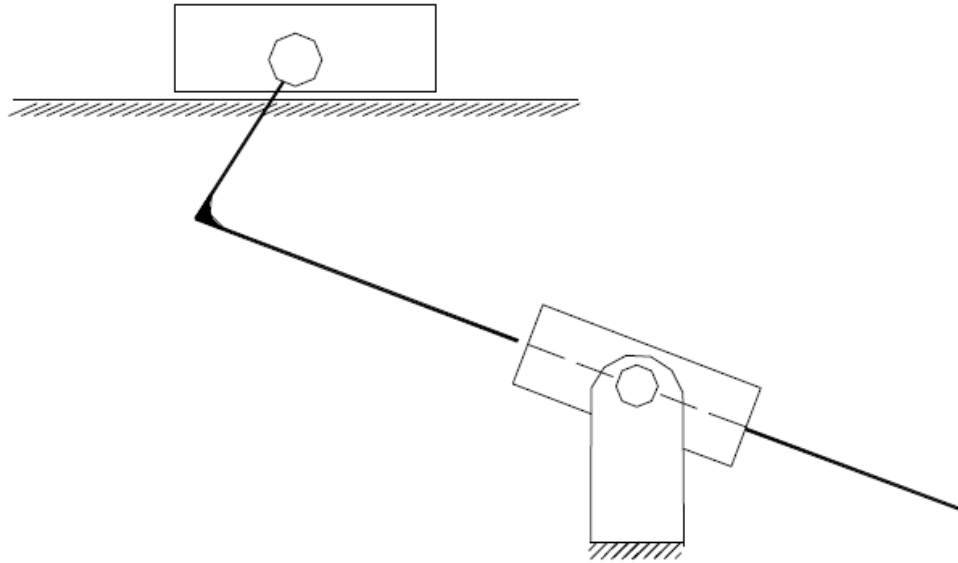


OLDHAM KAVRAMASI



# Mekanizmaların Serbestlik Derecesi

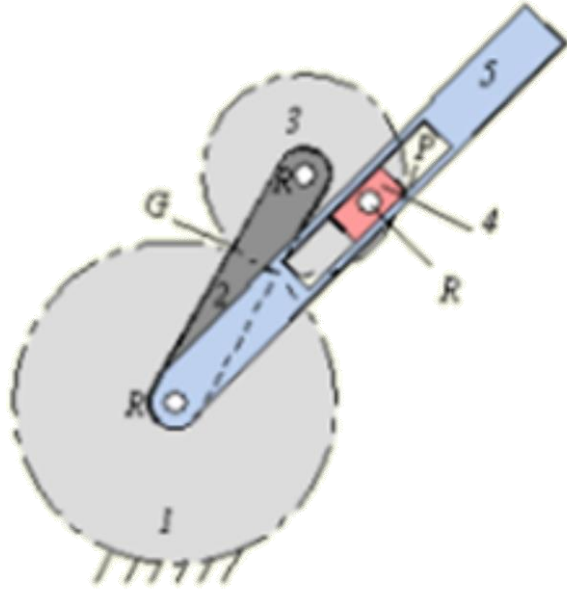
KONKOİDAL (CONCHOİDAL) SALYANGOZ KABUĞU ŞEKLİ HAREKETİ MEKANİZMASI



$D+K+D+K$

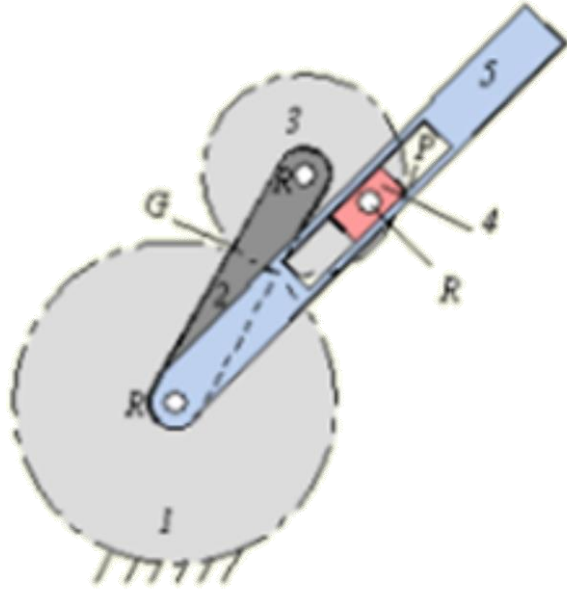
- ✓ döner kayar + döner kayar mafsalla bağlı
- ✓ Dört uzuvdan oluşuyor
- ✓ Düzlemde hareket ediyor, Bu nedenle uzay serbestlik derecesi üç
- ✓ Mekanizmanın adı **Konkoidal Hareket** mekanizması

# Mekanizmaların Serbestlik Derecesi



- ✓ Düzlemde hareket ediyor, Bu nedenle uzay serbestlik derecesi üç
- ✓ Mekanizmanın adı **Planet Dişli-Kamalı Kol** mekanizması
- ✓ Mekanizmanın uzuvları 5 adet;
  - ✓ Yere bağlı güneş dişli
  - ✓ Güneş ile planeti bağlayan kol
  - ✓ Planet dişli
  - ✓ Planete bağlı kama
  - ✓ Kanal açılmış kol

# Mekanizmaların Serbestlik Derecesi



## ✓ Mafsallar

### ✓ Döner Mafsallar

- ✓ (1,2 ve 5) arasında,

Hatırlatma: Geçen ders gördüğümüz mafsal derecesi kavramını hatırlayalım, mafsal üç uzvu birbirine bağlıyorsa iki derecelidir. Bu durumda bu uzvlar arasında sanki iki mafsal varmış gibi hesap yapacağız.

- ✓ 2 ve 3 arasında

- ✓ 3 ve 4 arasında

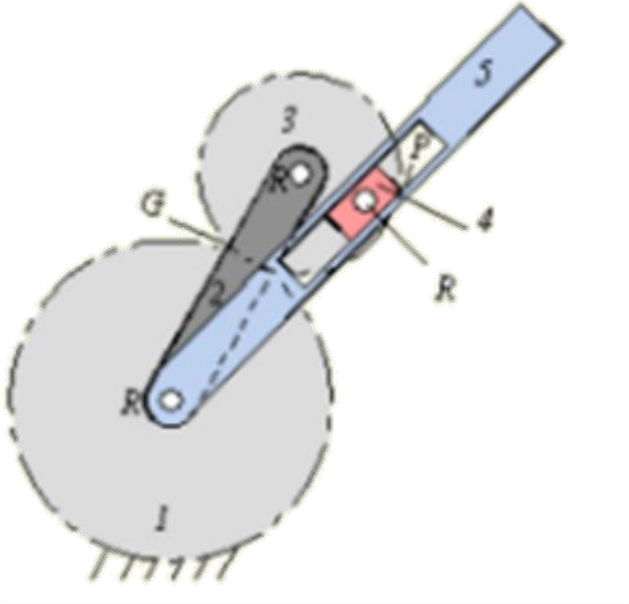
### ✓ Kayar Mafsal

- ✓ 4-5 arasında

### ✓ Dişli Çifti

$$4D+1K+1DÇ=6 \text{ mafsal}$$

# Mekanizmaların Serbestlik Derecesi



$$F = \lambda(l - j - 1) + \sum_{i=1}^j f_i$$

$\lambda = 3$  Düzlemsel uzaylar için

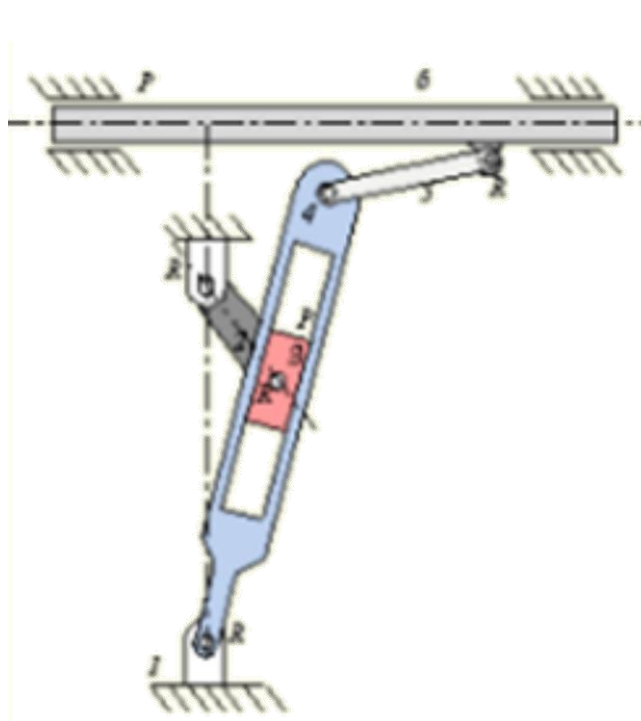
$l = 5$  Mekanizmada uzuv sayısı (sabit uzuv dahil)

$j = 4$  Döner + 1 Kayar + 1 Dişli çifti = 6

$$f_i = 4 \times 1 + 1 \times 1 + 1 \times 2 = 7$$

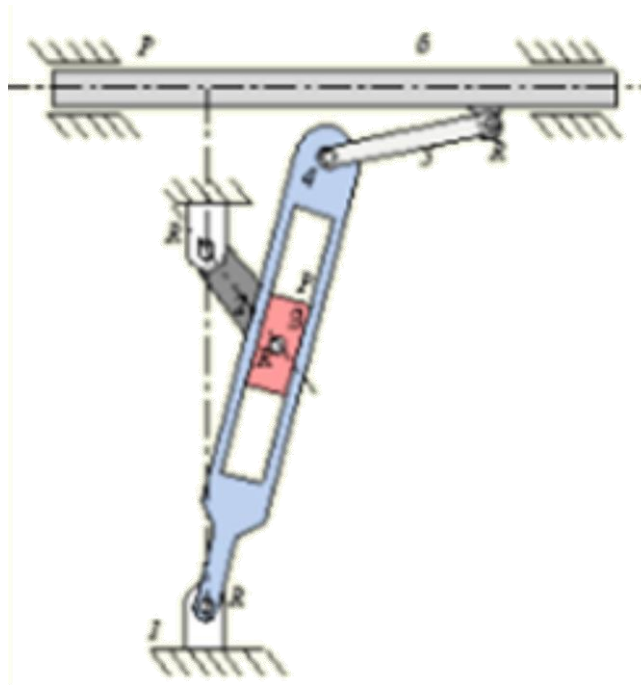
$$F = 3(5 - 6 - 1) + 7 = 1$$

# Mekanizmaların Serbestlik Derecesi



- ✓ Düzlemde hareket ediyor, Bu nedenle uzay serbestlik derecesi üç
- ✓ Mekanizmanın adı **Vargel** mekanizması
- ✓ Mekanizmanın uzuvları 6 adet;
  - ✓ Yere bağlı kamalar
  - ✓ Kamaya döner eklemlerle bağlı kol
  - ✓ Kola döner eklemlerle bağlı kayan uzuv
  - ✓ Kayan uzvun içinde hareket ettiği kanal açılmış kol
  - ✓ Kanal açılmış kola bağlı açık gri kol
  - ✓ Açık gri kolün bağlı olduğu kayan uzuv

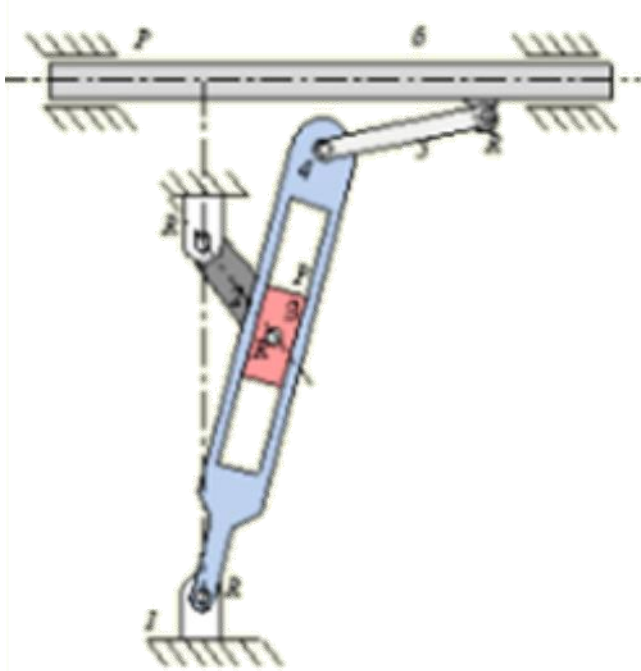
# Mekanizmaların Serbestlik Derecesi



- ✓ Mafsallar
- ✓ Döner Mafsallar
  - ✓ (1,4) arasında,
  - ✓ (1,2) arasında
  - ✓ (2,3) arasında
  - ✓ (4,5) arasında
  - ✓ (5,6) arasında
- ✓ Kayar Mafsal
  - ✓ 3-4 arasında
  - ✓ 1-6 arasında

$$5D+2K=7 \text{ mafsal}$$

# Mekanizmaların Serbestlik Derecesi



$$F = \lambda(l - j - 1) + \sum_{i=1}^j f_i$$

$\lambda = 3$  Düzlemsel uzaylar için

$l = 6$  Mekanizmada uzuv sayısı (sabit uzuv dahil)

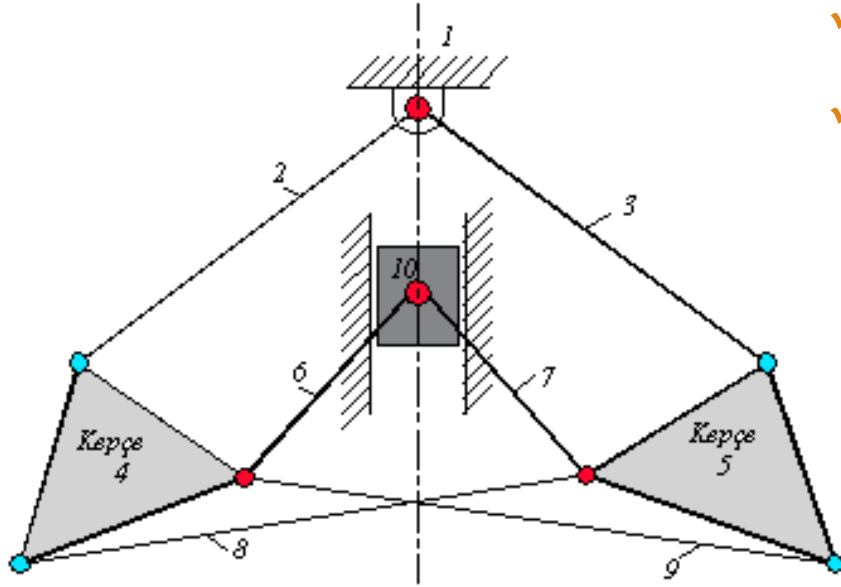
$j = 5$  Döner + 2 Kayar = 7

$$f_i = 5 \times 1 + 2 \times 1 = 7$$

$$F = 3(6 - 7 - 1) + 7 = 1$$

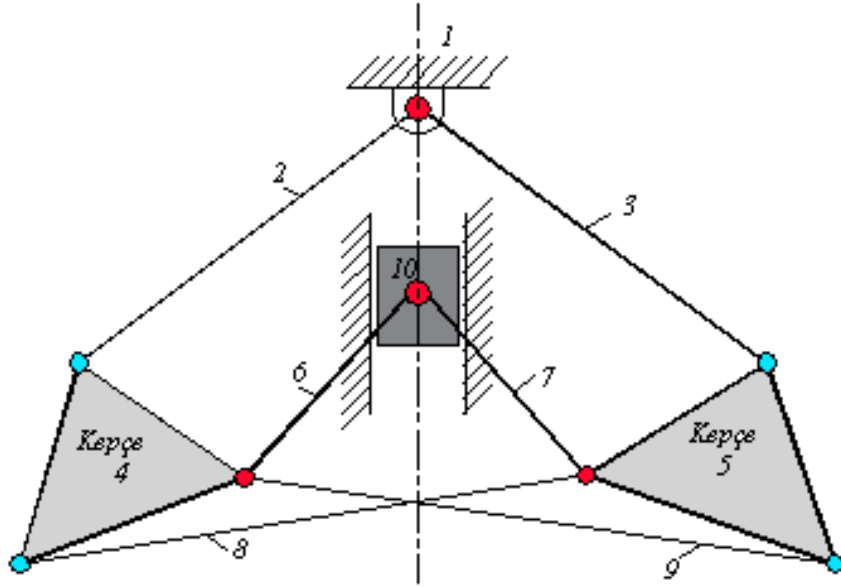


# Mekanizmaların Serbestlik Derecesi



- ✓ Düzlemde hareket ediyor, Bu nedenle uzay serbestlik derecesi üç
- ✓ Mekanizmanın adı **Kepçe** mekanizması
- ✓ Mekanizmanın uzuvları 6 adet;
  - ✓ Yere bağlı kama ve yataklar (1)
  - ✓ Kamaya döner eklemlle bağlı kollar (2 ve 3)
  - ✓ Kollara döner eklemlle bağlı Kepçe parçaları (4 ve 5)
  - ✓ Kepçelerin ucu ile kayar uzvu bağlayan kollar (6 ve 7)
  - ✓ Kepçeleri çapraz birbirine bağlayan kollar (8 ve 9)
  - ✓ Ortadaki kayan uzuv (10)

# Mekanizmaların Serbestlik Derecesi



## ✓ Mafsallar

### ✓ Döner Mafsallar

- ✓ (1,2,3) arasında, bunu 2 mafsal sayacağız
- ✓ (2,4) arasında
- ✓ (4,8) arasında
- ✓ (4,6,9) arasında, bunu 2 mafsal sayacağız
- ✓ (3,5) arasında
- ✓ (5,9) arasında
- ✓ (5,7,8) arasında, bunu 2 mafsal sayacağız
- ✓ (6,7,10) arasında, bunu 2 mafsal sayacağız

### ✓ Kayar Mafsall

- ✓ 1-10 arasında

$$12D+1K=13 \text{ mafsal}$$

# Mekanizmaların Serbestlik Derecesi

$$F = \lambda(l - j - 1) + \sum_{i=1}^j f_i$$

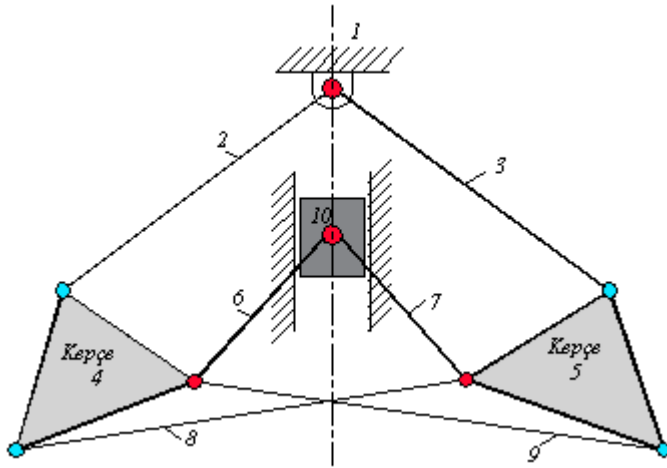
$\lambda = 3$  Düzlemsel uzaylar için

$l = 10$  Mekanizmada uzuv sayısı (sabit uzuv dahil)

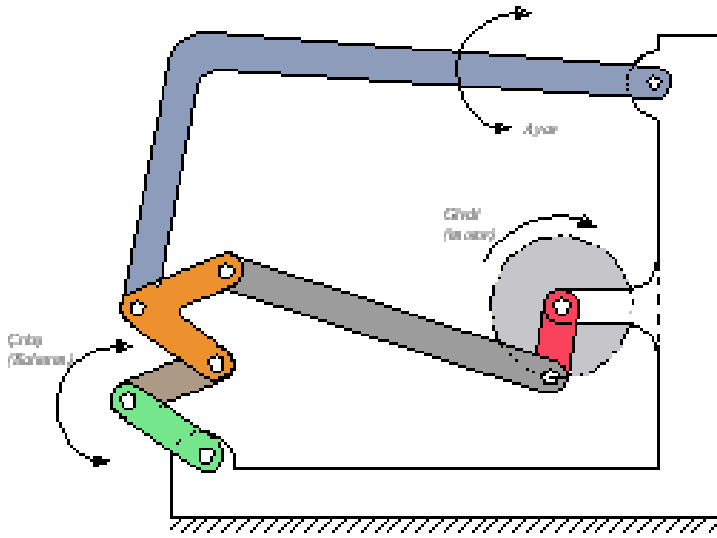
$j = 12$  Döner + 1 Kayar = 13

$f_i = 12 \times 1 + 1 \times 1 = 13$

$$F = 3(10 - 13 - 1) + 13 = 1$$



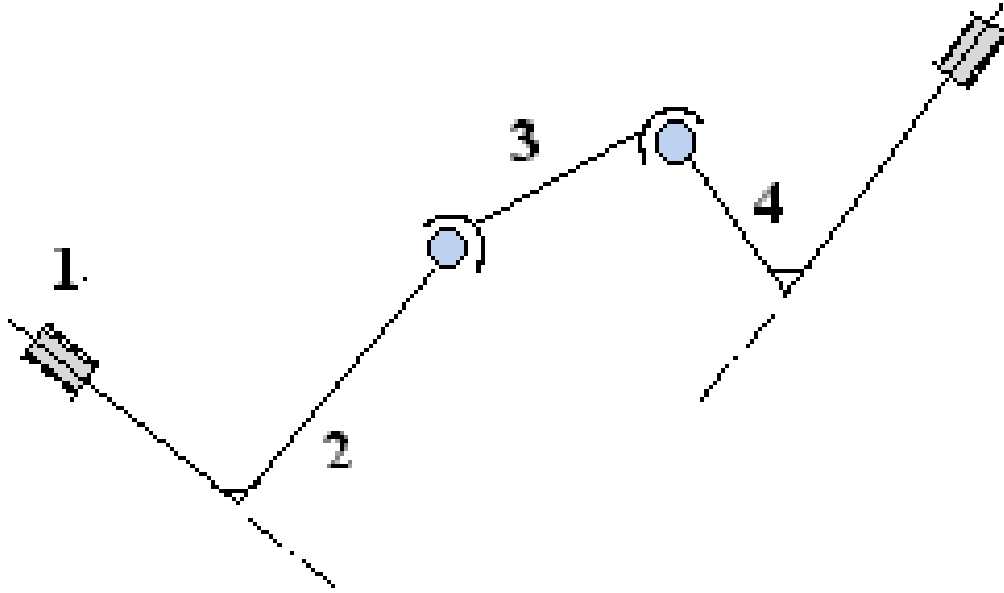
# Mekanizmaların Serbestlik Derecesi



- ✓ Düzlemde hareket ediyor, Bu nedenle uzay serbestlik derecesi üç
- ✓ Mekanizmanın adı **Ayarlı Tahrik** mekanizması
- ✓ Mekanizmanın uzuvları 7 adet;
  - ✓ Sabit Tabla
  - ✓ Birbirlerine döner eklemlerle bağlı 6 adet kol
- ✓ Döner mafsalsal 8 adet

$$F = \lambda(l - j - 1) + \sum_{i=1}^j f_i$$
$$F = 3(7 - 8 - 1) + 8 = 2$$

# Mekanizmaların Serbestlik Derecesi



- ✓ Uzayda hareket ediyor, Bu nedenle uzay serbestlik derecesi altı
- ✓ Mekanizmanın adı **Uzaysal dört çubuk** mekanizması
- ✓ Mekanizmanın uzuvları 4 adet;
  - ✓ Yere bağlı dönme yuvaları (1)
  - ✓ Bir ucu dönme yuvasında bir ucu küresel eklemden oluşan kol (2)
  - ✓ İki küresel eklemin arasındaki kol (3)
  - ✓ Bir ucu dönme yuvasında bir ucu küresel eklemden oluşan diğer kol (4)
- ✓ Küresel mafsalsal 2 adet
- ✓ Döner mafsalsal 2 adet

$$\sum_{i=1}^j f_i = 2 \times 3 + 2 \times 1 = 8$$

$$F = \lambda(l - j - 1) + \sum_{i=1}^j f_i$$

$$F = 6(4 - 4 - 1) + 8 = 2$$

# Kinematik Açıdan Hareketi Belirli Mekanizmalar

---

Belirlenmiş (verilen) parametre sayısı, serbestlik derecesine eşit mekanizmalar kinematik açıdan hareketi belirli mekanizmalardır.

Diğer bir deyişle, bağımsız parametre değerleri belirlendiği takdirde, mekanizmada bulunan uzuvların konumu bulunabilir.

**Kinematik açıdan hareketi belirli mekanizma" iki değişik şekilde olabilir:**

1. Serbestlik derecesi bir olan ( $F = 1$ ) mekanizmalar.
2. Serbestlik derecesi birden fazla olan, ancak kontrol veya tahrik edilen parameter sayısının mekanizma serbestlik derecesine eşit olan mekanizmalar.

# Kinematik açıdan hareketi belirsiz mekanizmalar

---

Belirlenmiş (verilen) parametre sayısı, mekanizma serbestlik derecesinden az olduğu durumda mekanizmanın hareketi kinematik açıdan belirsizdir.

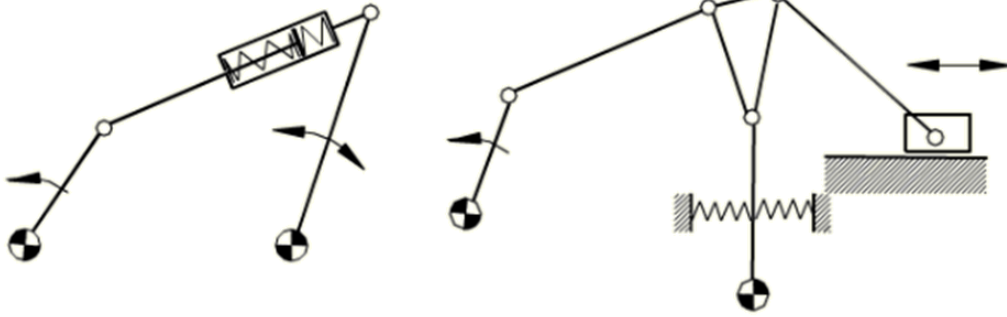
Bu durumda mekanizmada bulunan uzuvların hareketi sadece kinematik olarak değil, etki eden dış kuvvetler ve sistem dinamiği ile belirlenecektir.

Bu tür mekanizmalar uygun tasarlandığı takdirde kinematik belirli bir mekanizma gibi hareketi incelenebilir.

Buna en tipik örnek taşıtlarda kullanılan diferansiyel sistemidir. Virajlarda iki tahrik tekerinin farklı hızlarda dönmesi için sistem iki serbestlik derecelidir.

İki tekere etki eden moment değerine göre mekanizmanın hareketi belirlenecektir.

# Kinematik açıdan hareketi belirsiz mekanizma örnekleri



Genellikle bu mekanizmalarda serbestliklerden birisi mekanizmanın motor ile tahrik edilmesidir.

Diğer serbestlik ise bir yay ve mandal mekanizması ile kontrol edilir ve mekanizmaya etki eden kuvvet ve momentler belirli bir değerin üstünde olduğunda mekanizma çıkış uzvu sabit kalacak şekilde hareket eder.

Paketleme makinalarında ve preslerde bu tür mekanizmalar çoğunlukla kullanılır.



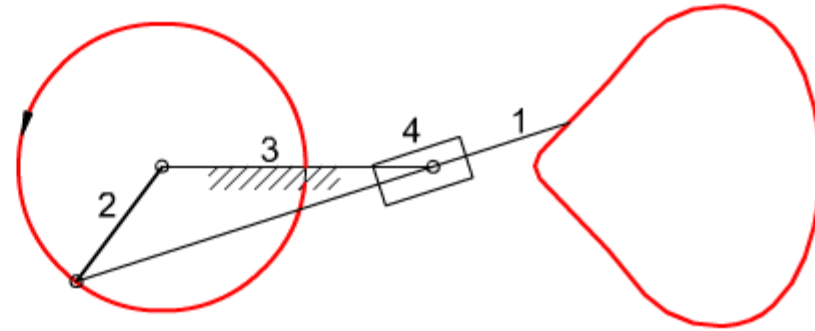
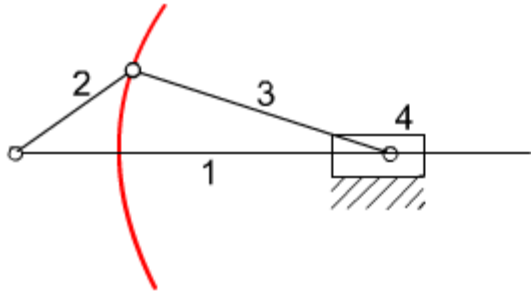
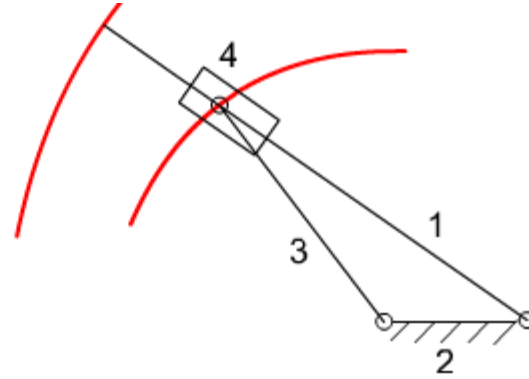
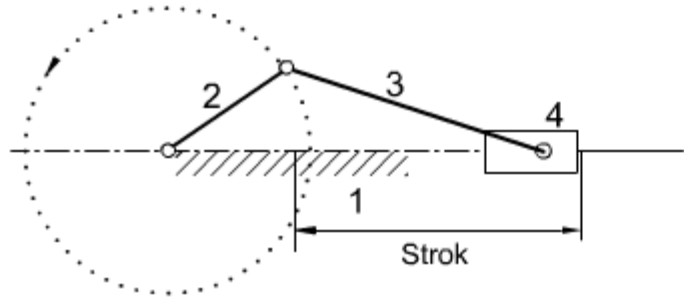
# Kinematik Yer Değişim

---

**Kinematik yer değişim** (kinematik mübadele, kinematik inversiyon), mekanizmayı oluşturan kinematik zincir içinde farklı uzuvların sabit olmasını sağlamak veya sabit olduğunu varsayarak diğer uzuvların bu sabit olduğu varsayılan uzva göre bağıl hareketlerini incelemek için yapılan işlemdir.

Bu yöntem bağıl hareket incelemede çok yararlı olduğu gibi (bu yöntem uygulanarak mekanizmaların analizi ve sentezi yapılabilmektedir), aynı zincirden farklı mekanizmaların türetilmesi içinde kullanılan yararlı bir yöntemdir.

# Kinematik Yer Değişim



Şekiller, üç döner ve bir kayar mafsala sahip düzlemsel dört uzuvlu bir zincirden kinematik yer değişim ile elde edilebilecek dört farklı mekanizmayı göstermektedir.

# Mekanizmaların Sınıflandırılması

---

Mekanizma tekniği konularını bir bilim dalı olarak ele alan Reuleaux'ya göre mekanizmalar 6 temel grupta sınıflandırılabilirler

Vida Mekanizmaları

Çark mekanizmaları (dişli çarklar, sürtünme çarkları)

Kam mekanizmaları

Kol mekanizmaları

Kayış-kasnak mekanizmaları

Cırcır veya mandal mekanizmaları (Malta Haçı mekanizması dahil)

# Mekanizmaların Sınıflandırılması

---

Günümüzde ise mekanizmalar topolojik özelliklerine göre sınıflandırılırlar:

Mekanizmanın çalıştığı uzay serbestlik derecesi (düzlemsel, küresel, genel uzay)

Mekanizma serbestlik derecesi (genel serbestlik derecesine göre veya kritik boyutlara göre)

Mekanizma uzuv sayısı

Mekanizmada mafsal sayısı

Mekanizmada bulunan mafsal tipleri

Bir mekanizmanın tanımı için yukarıda verilen tüm parametreler geçerlidir ve mekanizmaları sınıflandırmak için kullanılabilir.