

Mekanizma Tekniği

Doç. Dr. Cihan Demir

Mekanizma Tekniği 1

cdemir@yildiz.edu.tr
A-Blok 509

Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği

Dersin İçeriği

Mekanizma Tekniğinde Ana Kavramlar, Eleman Çiftleri, Kinematik Zincirler, Serbestlik Derecesi, Mecburi Hareketlilik, Üç Çubuk Mekanizmaları ve Grashoff Teoremi, Bağlama Açıları, Krank Biyel Mekanizmaları, Biyel Eğrileri, Genel Düzlemsel Mekanizmalarda Hız ve İvme Analizi.

Dersin Amacı : Genel ve özel mekanizmaların konstrüksiyonuna yönelik olarak problemlerin çözümlenmesi.

Dersin Kazandıracığı Bilgi ve Beceriler : Karşılaşılan mekanizma problemlerini analiz edebilme, Mekanizma problemlerini temel prensiplere dayalı çözebilme, Mekanizma imal edebilme.

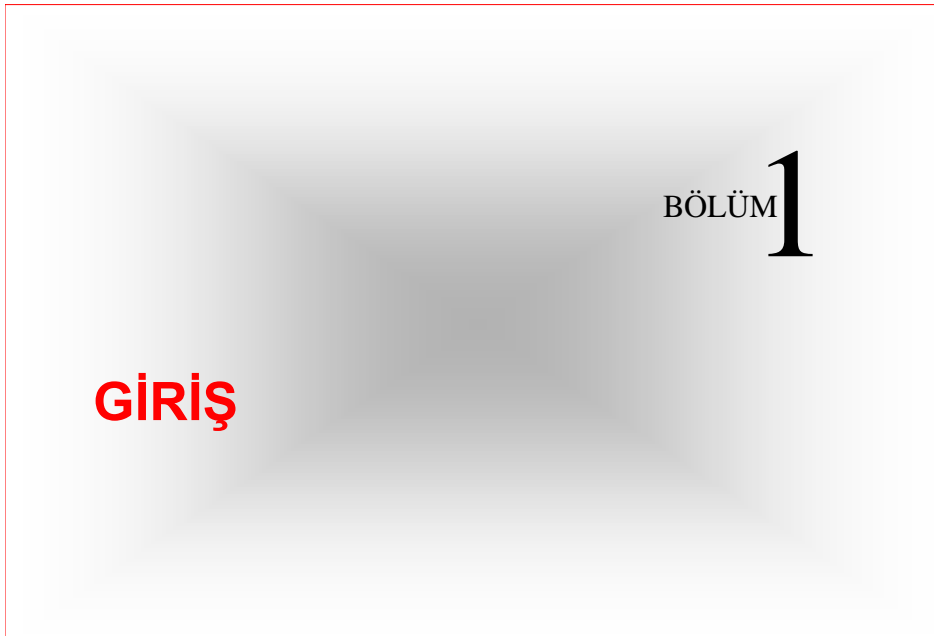
Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği

- Design of Machinery, Robert L. NORTON
- Mekanizma Tekniği 1, 2, 3 , Prof. Dr. Bekir Dizioğlu, Prof. Dr. Fuat Pasin.
- Mekanizma Tekniği Ders Notları, Prof. Necati Tahrah, Yrd.Doç.Dr. Cihan Demir, YTU.
- Mekanizma Tekniği Ders Notları, Prof.Fuat Pasin, Prof.Dr.Metin Gurgöze. İTU.
- Mekanizma Tekniği, Prof.Dr. Eres SÖYLEMEZ, Birsen Yayınevi,2000.
- Mechanism in Modern Engineering Design, I,II,III, I. I. Artobolevsky, Mir Publisher,1976.
- *Kinematics, Dynamics and Design of Machinery* K.J. Waldron and G.L. Kinzel,John Wiley & Sons 2004.

Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği



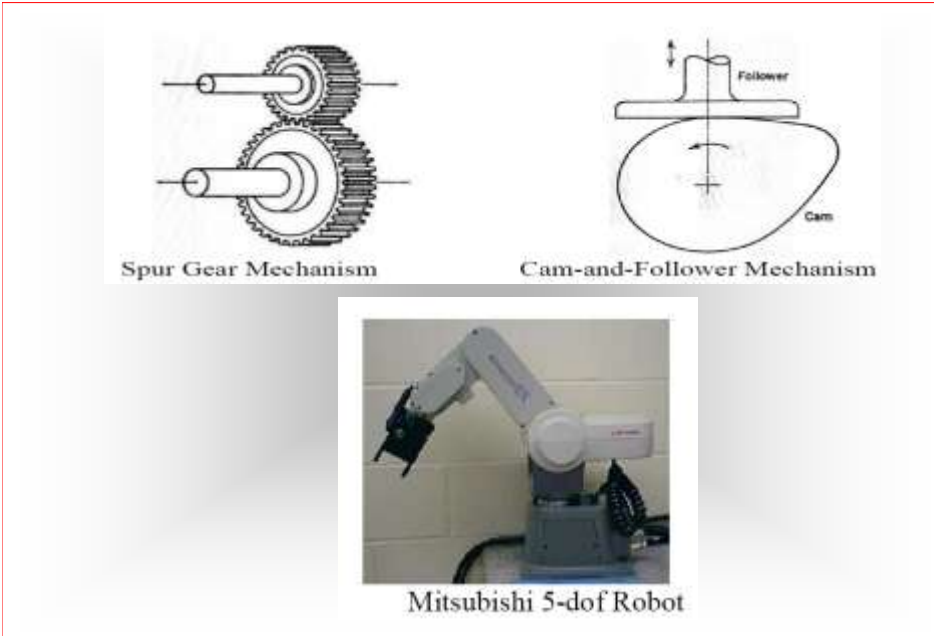
Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği



Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği



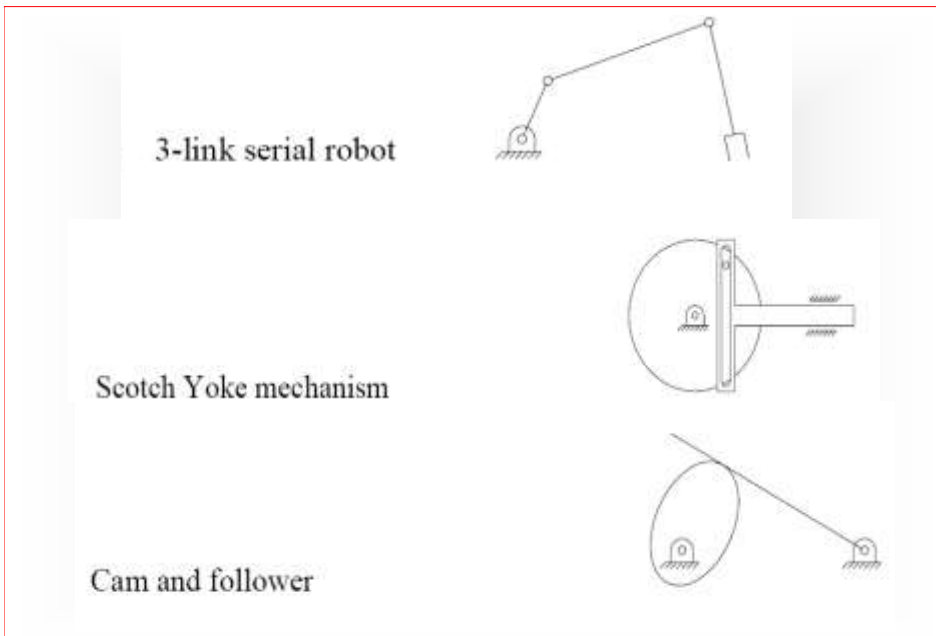
Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği



Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği



Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği

Applications of Mechanisms (linkages, cams, gear drives):

•Automation and Inspection Equipment:

- pick and place robots
- welding and painting robots
- assembly robots
- assembly line mechanisms
- conveyor systems
- clamping and testing fixtures and jigs
- mobile robots (e.g., walking robots and exploratory robots)

Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği

Automotive:

suspension linkages and CV joints
steering mechanisms
cam shaft
crankshaft, connecting rod, and piston slider-crank

Consumer Electronics:

CD and DVD player loading mechanism
computer CD-ROM and HD mechanisms

Heavy Equipment:

airplane control surface linkages, landing gear, hatch hinges, folding steps, seats, etc.!

farm equipment (e.g., harvester, thrasher)

- construction equipment (e.g., crane)

Home Appliances, Furniture, etc.

Office Equipment:

Toys and Baby Stuff:

Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği

Tablo 1 Dizayn Süreci

- 1 İhtiyaçların Belirlenmesi
- 2 Arka plan araştırması
- 3 Amaç belirlenmesi
- 4 Performans özellikleri
- 5 Fikir ve buluş
- 6 Analiz
- 7 Seçim
- 8 Dizaynın detaylandırılması
- 9 Prototip üretimi ve test
- 10 Üretim

Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği

Mekanizma Tekniği

Mekanizma, hareket ve kuvvet iletmek veya dönüştürmek veya mukavim cisme ait bir noktanın belirli bir yörünge üzerinde hareket etmesini sağlamak amacıyla birbirlerine mafsallanmış uzuvlardan oluşan mekanik düzenlerdir.

Mekanizmaların Analizi

Kinematik büyüklükleri bilinen bir mekanizmanın, hareketi ve mekanizmaya etki eden kuvvetler sebebiyle, kinematiği, dinamiği ve yapısı açısından da sistematiki araştırılır.

Mekanizmaların Sentezi

Makineler içinde belirli bir görevi yapmak için ön görülen ve verilen ön şartlara uygun mekanizmaların yapımı işini üstlenmiştir.

Makine: Kendi mekanik kuvvetleri vasıtasıyla tahrik edilebilecek ve belirli hareketlerle belirli tesirleri ortaya koymasına tarzda düzenlenmiş mukavim cisimler topluluğudur.

Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği

Mekanik, hareket olaylarını inceleyen bilim dalıdır.

Statik ve Dinamik olarak ele alınmaktadır.

Mekanizmalarda dinamik durum Makine Mühendisliği'nin temel konuları arasındadır.

Dinamik konuları, kinetik ve kinematik olarak incelenmektedir.

Kinetik , cismin kütlesi göz önüne alınarak cisme tesir eden kuvvetler , momentler ve meydana gelen hareket hareket arasındaki bağıntıları inceler.

Kinematik, kinematiği kuran ve ona bu adı veren Amper'e göre, hareketi doğuran sebepleri, kuvvetleri veya momentleri, kütleleri gözönüne almaksızın yalnız hareketin incelenmesidir. Hareket eden maddesel noktaların veya katı cisimlerin geometrik özelliklerinin değişme tarzını inceleyen bilim dalıdır.

Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği

Kinematikde belirlenmesi gerekenler, her an noktanın veya katı cismin yeri(yörüngesi) hız ve ivmesidir.

Mekanizma, bir fonksiyonu yerine getiren eleman çiftlerinin meydana getirdiği katı cisimler zinciridir.

Makine, en az bir mekanizmadan oluşan katı cisimler zinciridir.

Mekanizmaların kinematik analizlerinde, çoğunlukla uzuvların (elemanların) hareketleri bazı bilgilerle verildikten sonra her an geometrik yer üzerinde hızların ve ivmelerin bulunması istenmektedir.

Cihan DEMİR

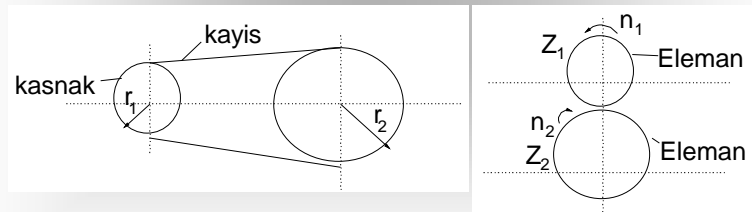
Mekanizma Tekniği

MEKANİZMALARIN SINIFLANDIRILMASI

Düzgün Çevrimli Mekanizmalar:

i çevrim oranı sabitse bu şekildeki çevrim hareketine, düzgün çevrimli hareketler denir.

$$i_{12} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{r_2}{r_1} = \text{sabit}$$

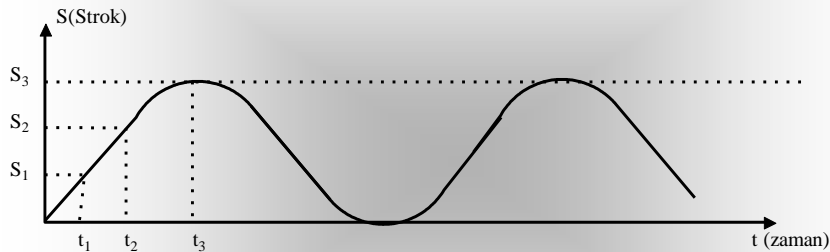


Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği

i çevrim oranı zamana bağlı olarak değişiyorsa bu türdeki harekete periyodik çevrimli hareket denir. Strokun belli zaman aralıklarında aynen tekrarlanır.

$i_{12} = i(t) = f(t)$; t: zaman



Periyodik hareket harmonik olarak da düşünülebilir.

Bu tür mekanizmalara örnek vericek olursak ;

- Kol mekanizmaları
- Kam (yürek) mekanizmaları
- Şalt mekanizmaları (Kumanda mekanizmaları)

Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği

Kinematik Őema

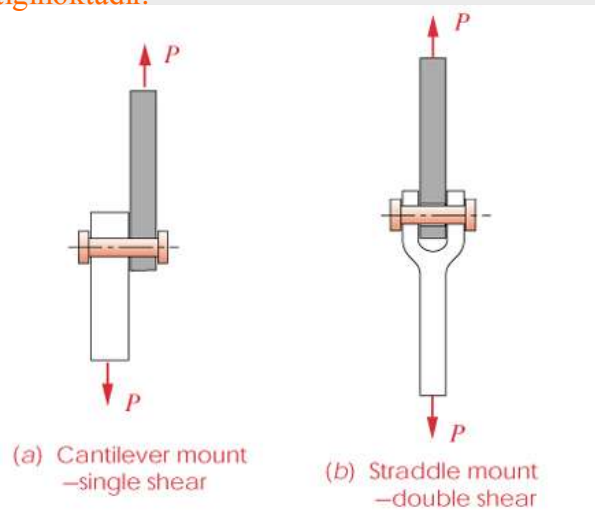
Mekanizmaların yapımında uzuvlar ve mafsallar gelişigüzel sıralanmayıp, bunların bir araya getirilmesi esnasında belirli yapım kuralları takip edilmektedir. Herhangi bir mekanizmanın yapımı sırasında bu mekanizmanın kaç uzuvdan oluşacağı, hangi uzvun hangi uzuvla nasıl mafsallanacağı iyice düşünülmelidir. Kinematik boyutlar yani mekanizmanın hareketine doğrudan etkili büyüklükler önemlidir. Bunlar sabit mafsal eksenleri arasındaki mesafeler, kesişen eksenler arasındaki açılar vb. dir.

Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği

Kinematik eleman:

Bir uzvun diğer uzva bağlandığı, temas ettiği veya diğer uzva hareket ilettiğinoktadır.

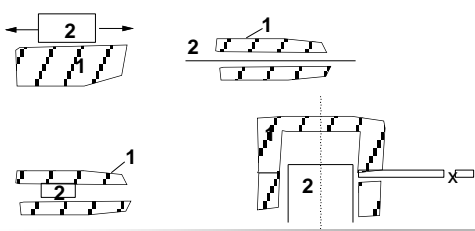


Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği

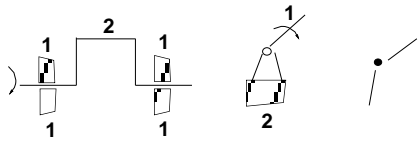
Eleman Çiftleri

1) **Kayar Çift** : Bir düzlem üzerinde elemanın sağa veya sola hareket etmesi demektir.

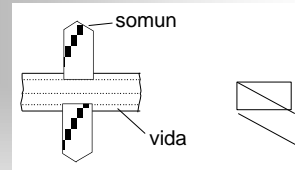


Kayar çiftin gösterilişı ise $(12)_\infty$ dir.

2) **Döner Çift**:



3) **Vida Somun Çifti** :

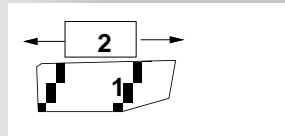


Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği

A) Adi Eleman Çiftleri (AEC):

Eleman çiftlerinin hareketi bir düzlem üzerinde temas ederek gerçekleşiyorsa adi eleman çiftidir (Yüzey teması olan çiftler)
 $e_1 = 1$; I indisi adi eleman çiftleri için verilen indis.

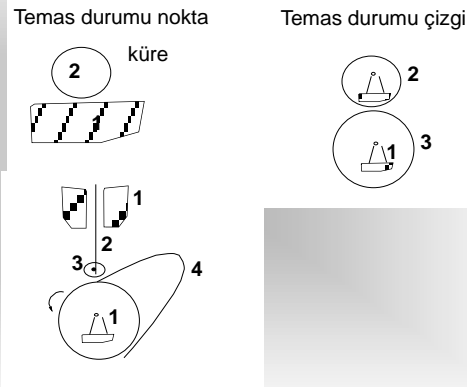


Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği

B)Yüksek Eleman Çifti

Eleman çiftlerinin teması bir nokta veya doğru boyunca gerçekleşiyorsa buna yüksek eleman çifti denir.
 $e_{ii} = 1$ şeklinde gösterilir, II indisi yüksek eleman çiftini göstermektedir.



Şekilden de görüleceği gibi adi eleman çiftleri temasın düzlemde olması nedeniyle büyük yükleri taşıyabilmektedir. Yüksek eleman çiftleri ise yüksek hızlarda büyük yüklerin taşınmasında kullanılır.

Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği

Kinematik eleman çifti (mafsal bağlantı): İki kinematik elemanın birleştiği uzuvların bağlanarak hareket ilettiği bağlantı noktasıdır. Mafsal noktaları iki uzuv arasında bağıl harekete olanak sağlayan noktadır

KİNEMATİK ZİNCİR

Kinematik eleman çiftlerinin (mafsallar) birleştiği uzuvlar kinematik zinciri oluşturur. Kinematik zincir mekanizmanın çalışıp çalışmayacağını, bağlantıların ne tip olduğun, mekanizmanın zorunlu hareketinin olup olmadığı hakkında bilgi verir.

Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği

Kinematik Zincir

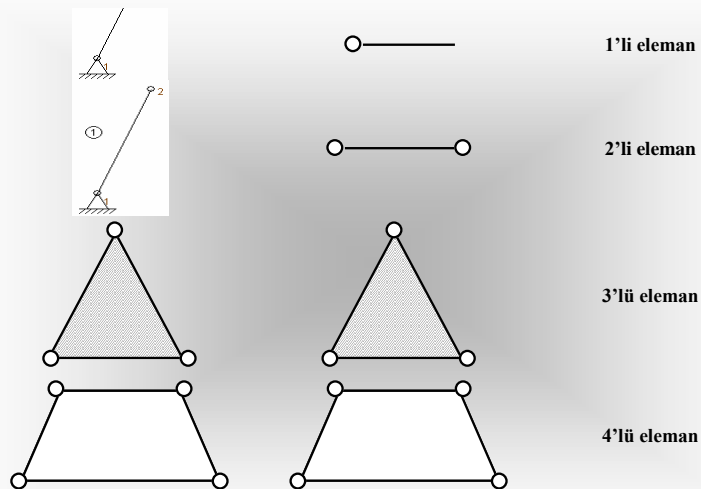
Eleman çiftleri vasıtasıyla karşılıklı olarak hareket serbestlikleri sınırlandırılmış rijit cisimlerden oluşan hareketli uzuvların hareket akışını belirten ve uzuvlar topluluğunu gösteren şemadır. Yapım şekilleri ve kinematik boyutlar hiç göz önüne alınmaz. Kinematik şemanın ilkelidir.

Mekanizmaların kinematik şemasından mekanizmanın kaç uzuv olduğu, mafsall sayısı ve mafsalların türü hakkında bilgi edinilebilir. Herhangi bir düzlemsel mekanizmanın kurgusal yapısını ve mekanizmanın mecburi hareketliliğini araştırmada mekanizmanın kinematik zincirinden faydalanılır.

Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği

Eleman Çiftlerinin Gösterilişi

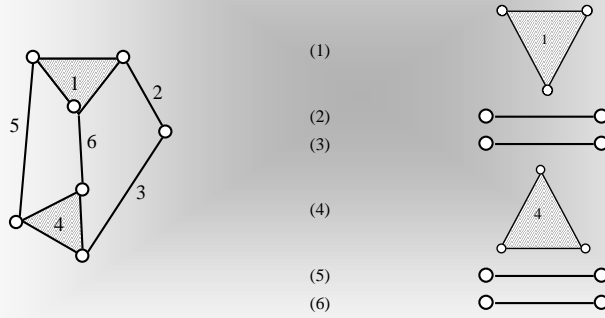


Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği

Kapalı Kinematik Zincir

Bütün eleman çiftleri tek bir uzvun hareket ettirilmesi halinde tüm uzuvlar kendi yapabileceği hareketi kazanabiliyorsa kapalı kinematik zincirdir.

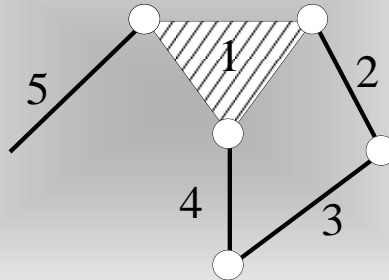


Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği

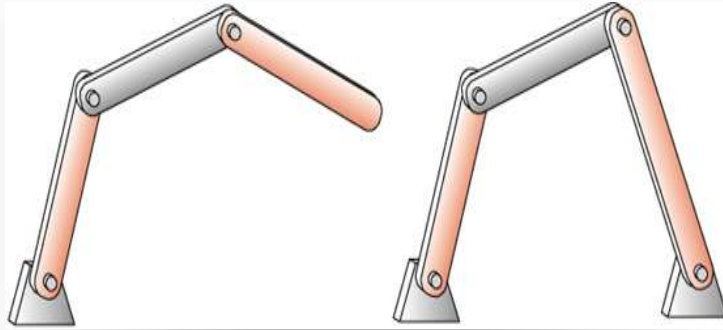
Açık Kinematik Zincir

Tek bir uzvun hareket ettirilmesi tüm uzuvlar kendi yapabileceği hareketi kazanamıyorsa açık kinematik zincirdir.



Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği



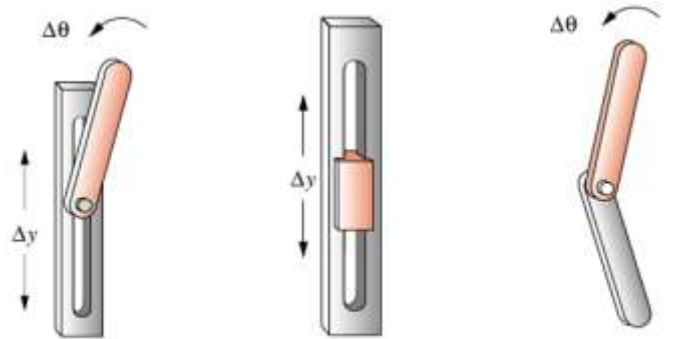
a) Açık zincir

b) Kapalı zincir

Mekanizma Zincirleri

Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği



(c) Half joint

(b) Slider joint

(a) Pin joint

Değişik mafsallama çeşitleri ve Hareket Tipleri

Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği

Kapalı Kinematik Zincir
Bir uzvun tespit edilmesi
Mekanizma
F tane uzvun tahriki
Yönlendirilmiş Mekanizma
Belli bir iş için kullanılması
Makina

Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği

BÖLÜM 2

KİNEMATİK TEMELLER

Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği

Mekanizma denilince akla katı oldukları varsayılan uzuvlar, uzuvları birbirlerine göre izafi hareket yapabilecek ve devamlı temasta kalacak tarzda bağlayan mafsallar ve diğer organlar akla gelir. Herhangi bir mekanizmada birisi sabit uzuv olmak üzere en az üç uzuv bulunur.

MAFSALLAR

Mekanizma uzuvlarının hareketli bağlantı yerlerine genel olarak mafsal adı verilir. Birbirlerine bağlı parçaların yalnızca izafi hareket yapmalarını sağlamaktır.

Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği

Serbestlik Derecesi

Herhangi bir cismin hareketi dönme ve öteleme elemanter hareketlerinin birleşimi tarzındadır. Üç boyutlu uzayda bir cismin yapabileceği elemanter hareketlerinin sayısı o cismin serbestlik derecesi olarak tanımlanır.

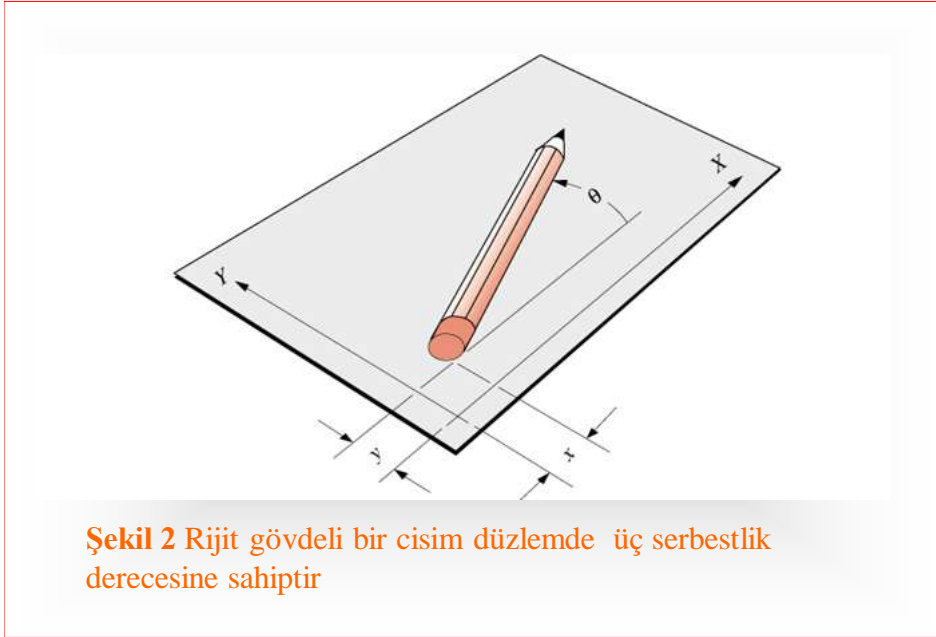
Mafsal Serbestlik Derecesi: Üç boyutlu uzayda, mafsalın müsade ettiği elemanter hareketlerin sayısı o mafsalın serbestlik derecesi olarak tanımlanır.

$$F=0$$

$$F=6$$

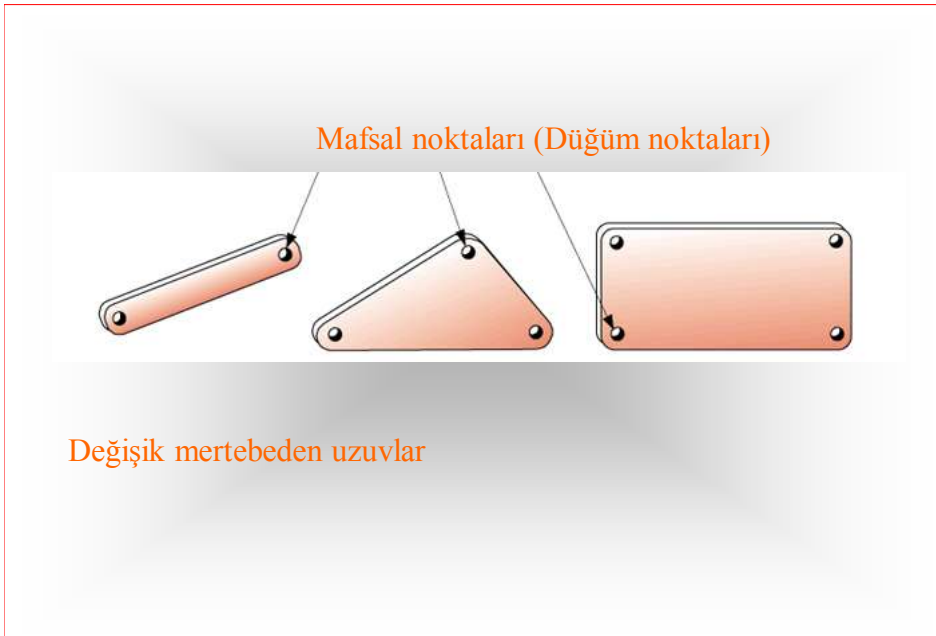
Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği



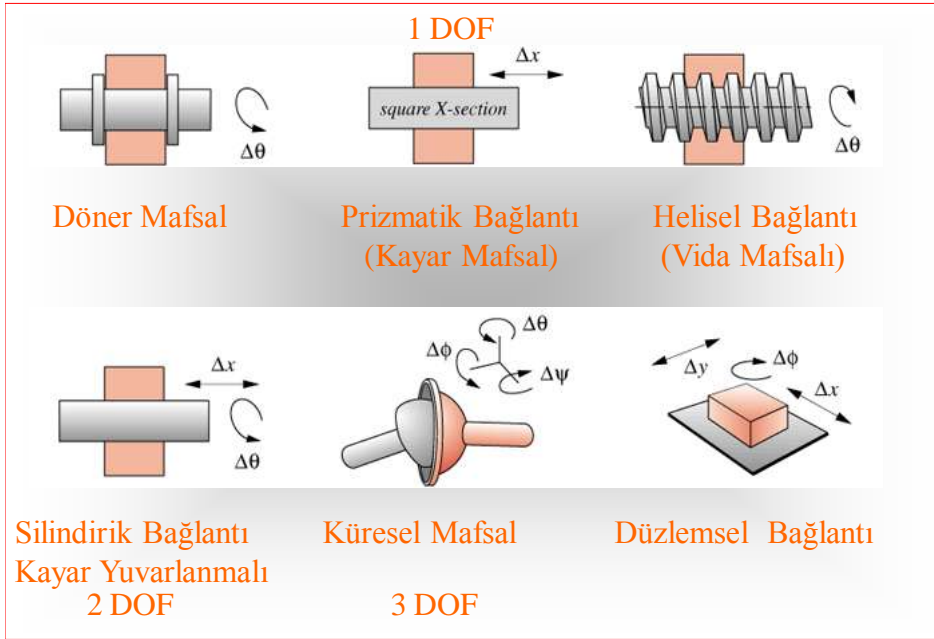
Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği



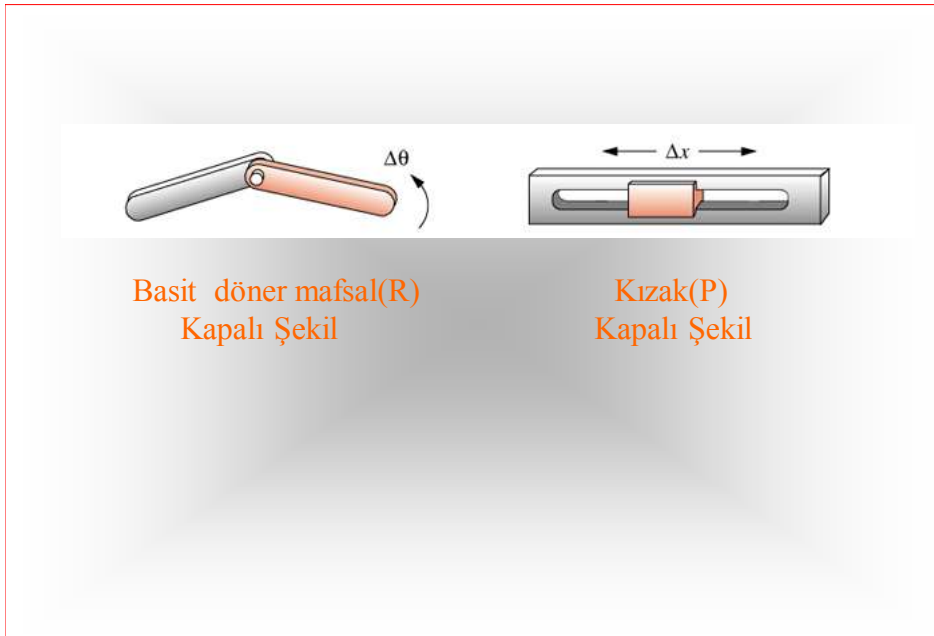
Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği



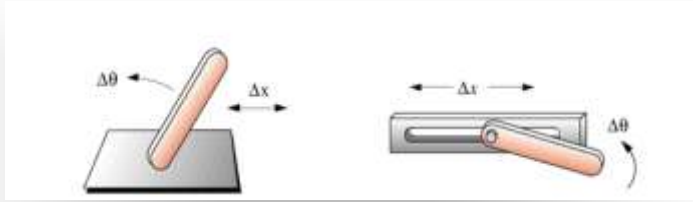
Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği



Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği

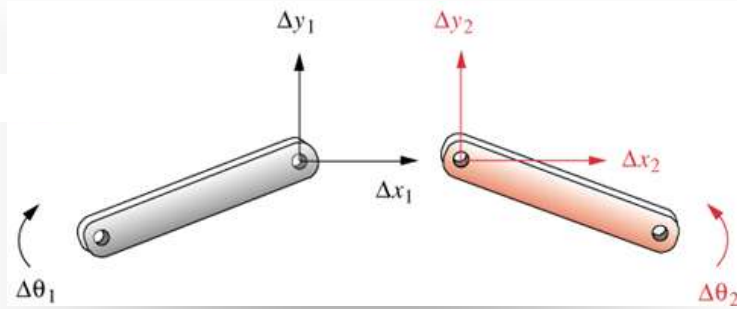


Düzleme Karşı
Hareketli Çubuk
kuvvet kapalı

Slot İçerisinde
Mafsal
Kapalı Şekil

Cihan DEMİR

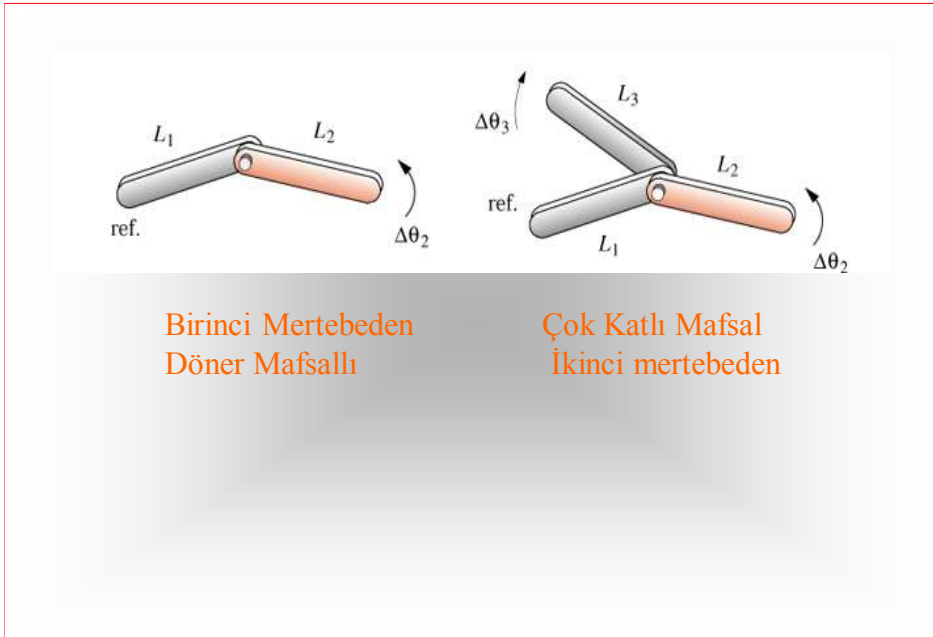
Mekanizma Tekniği



İki birbirinden bağımsız uzuv 6 serbestlik derecesine sahiptir. $DOF=6$

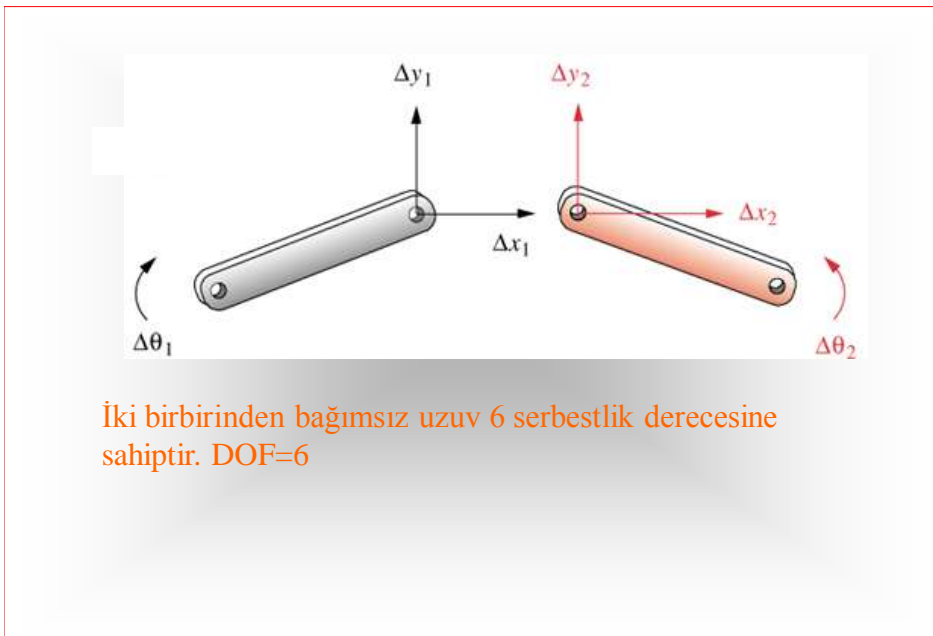
Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği



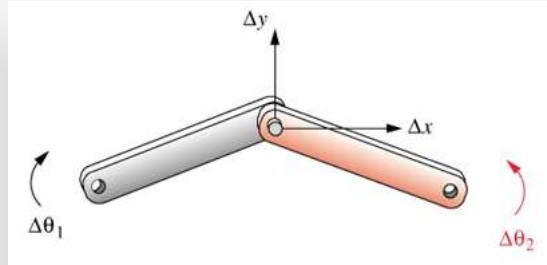
Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği



Cihan DEMİR

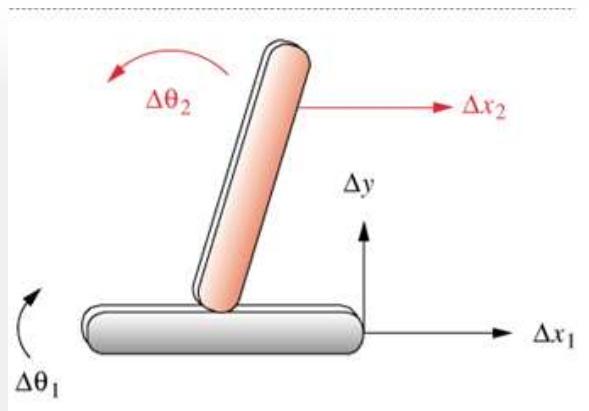
Mekanizma Tekniği



Tam bağlantı ile mesnetlenmiş ikili uzuv 4 serbestlik derecesine sahiptir. $DOF=4$
Bağlantılar serbestlik derecesini kaldırmaktadır.

Cihan DEMİR

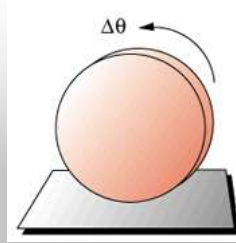
Mekanizma Tekniği



Birbirlerine Dönme ve Kayma bağlantısıyla bağlanmış iki uzuv $DOF=5$

Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği



Sürtünmeye bağlı olarak sadece Dönme, sadece Kayma veya Kayma ve Dönmeyi beraber yapabilir.
Yüksek Eleman Çifti(2 Serbestlik dereceli)

Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği

Tablo 1. Mafsalların Sınıflandırılması

1	Eleman çiftlerinin izafi hareketlerine göre	Döner, Ötelemeli ve bunların birleşimi
2	Mafsal elemanlarının temas noktalarındaki hareketlerine göre	Kaymalı, yuvarlanmalı ve kaymalı yuvarlanmalı
3	Mafsal serbestlik derecesine göre	F=1,2,3,4,5
4	Eleman çiftlerinin temas tarzlarına göre	Nokta, çizgi ve yüzeysel temaslı
5	Kapalılıklarına göre	Kuvvet kapalı, şekil kapalı
6	Belirliliklerine	Statik belirli ve belirsiz

Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği

Mecburi Hareketlilik

-Mecburi Hareketli Sistem

Kartezyen koordinatlardaki eksen takımı için üç dönme ve üç öteleme hareketi mevcuttur. Bu durumda katı cismin serbestlik derecesi altıdır. Eğer serbestlik derecesi $F = 1$ ise mecburi hareketli sistemdir. Bütün eleman çiftleri tek bir uzvun hareket ettirilmesi halinde bütün uzuvlar kendi hareketini yapmak mecburiyetinde kalıyorsa bu sistem mecburi hareketlidir.

Mekanizma sistemlerinin hareketini, mekanizmayı temsil eden kinematik zincirler üzerinden ifade ederek açıklamak uygun olmaktadır.

Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği

Grübler Hareketlilik kriteri (Mecburi Hareketlilik Kriteri)

$$2(e_I + \frac{e_{II}}{2}) - 3n + 4 = 0$$

n	:	uzuv adedi
e_I	:	adi eleman çifti
e_{II}	:	yüksek eleman çifti

Eğer bu eşitlik sağlanıyorsa mecburi hareketlilik söz konusudur. Sağlanmıyorsa serbest hareketlilik vardır.

Not: Kinematik zincirin kapalı olması mecburi hareketlilik var olduğu anlamına gelmemektedir.

Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği

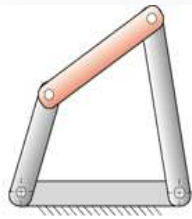
Alt Kriteri

$$F = 3(n - 1) - 2e_1 - e_2$$

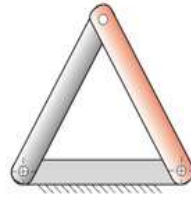
$F < 0$	Statik belirsiz konstrüksiyon	Konstrüksiyonlar
$F = 0$	Statik belirli konstrüksiyon	
$F = 1$	Zorunlu hareketli mekanizma	Mekanizmalar
$F > 1$	Çok serbestlik dereceli mekanizma	

Cihan DEMİR

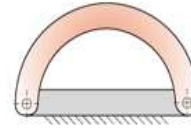
Mekanizma Tekniği



(a) Mechanism— $DOF = +1$



(b) Structure— $DOF = 0$



(c) Preloaded structure— $DOF = -1$

Cihan DEMİR

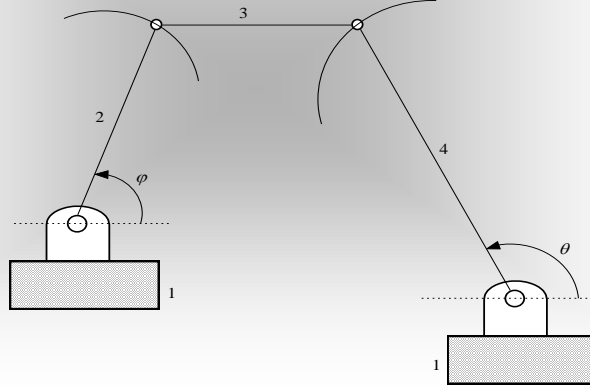
Mekanizma Tekniği

Üç Çubuk Mekanizmaları

Eğer mekanizma bir parametreye bağlı olarak hareket yapabiliyorsa mecburi hareketli mekanizmadır ve parametresi φ dir.

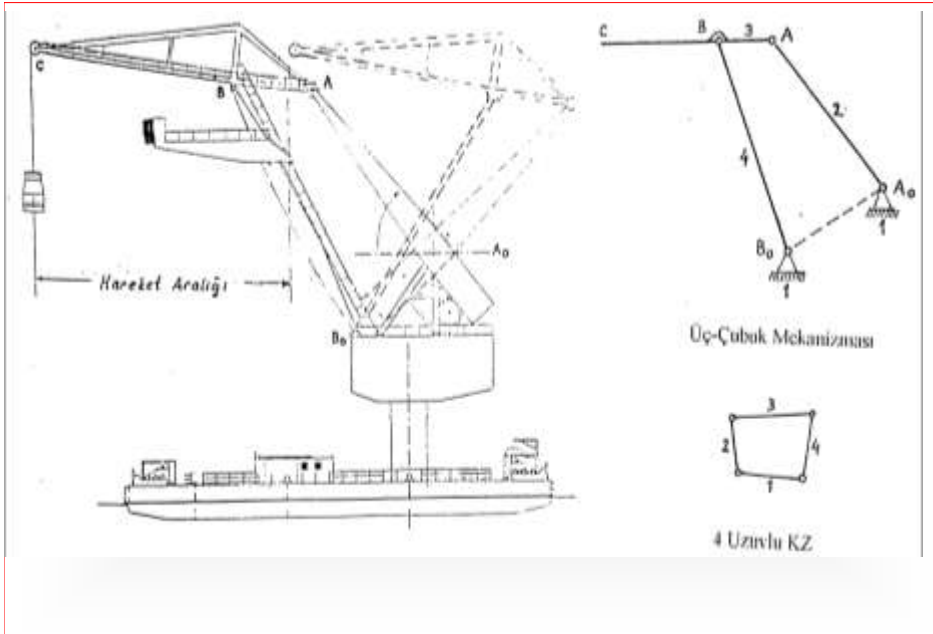
Hareket (2) uzvundan veriliyorsa θ açısı ve φ ye bağlı olarak değişir.

$\theta = f(\varphi)$ dir.



Cihan DEMİR

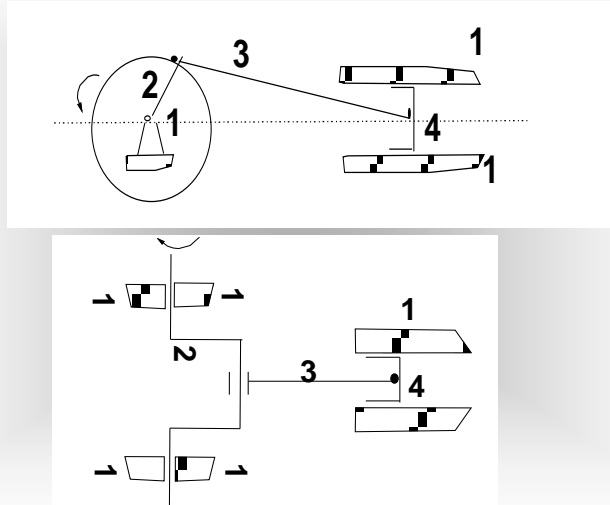
Mekanizma Tekniği



Cihan DEMİR

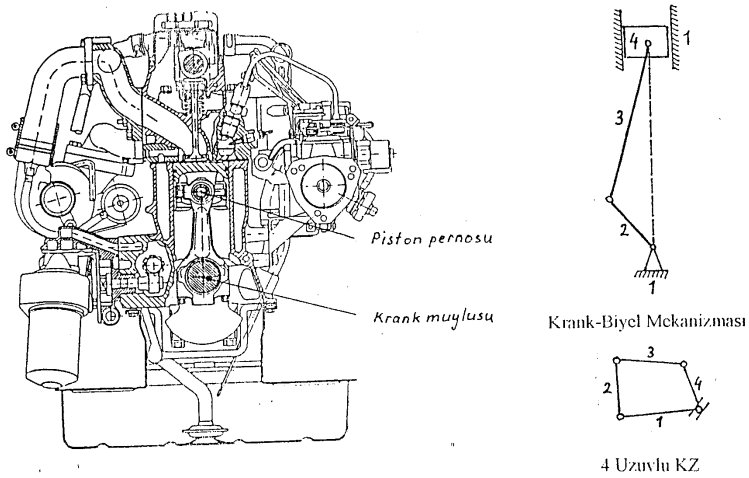
Mekanizma Tekniği

2- Krank-Biyel Mekanizması



Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği



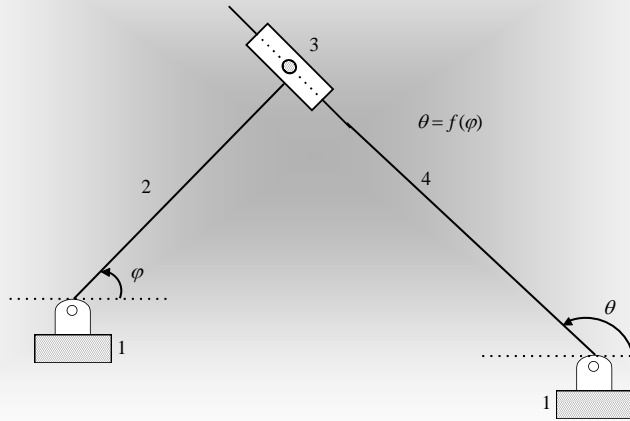
(a) İten Yanmalı Motor

Şekil 1.1 Bazı Makinalar ve Yapılarındaki Ana Mekanizmalar

Cihan DEMİR

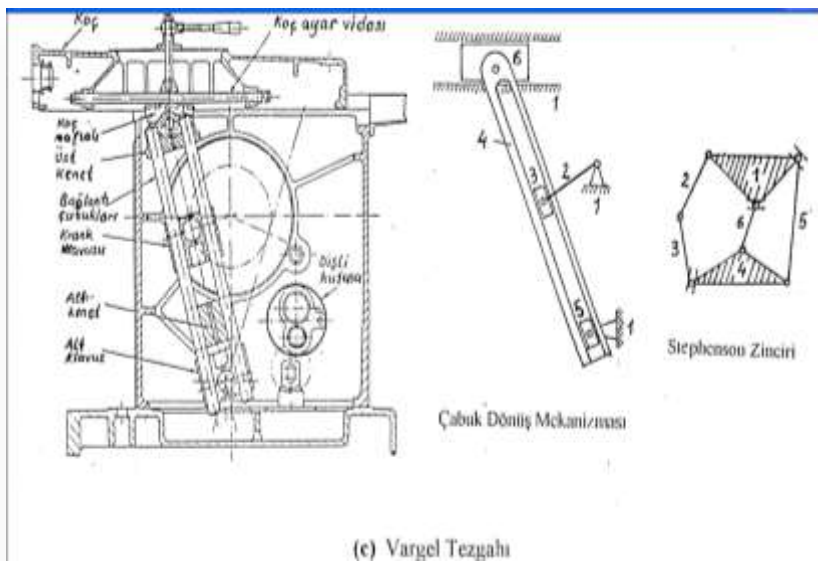
Mekanizma Tekniği

3- Kol Kızak Mekanizması



Cihan DEMİR

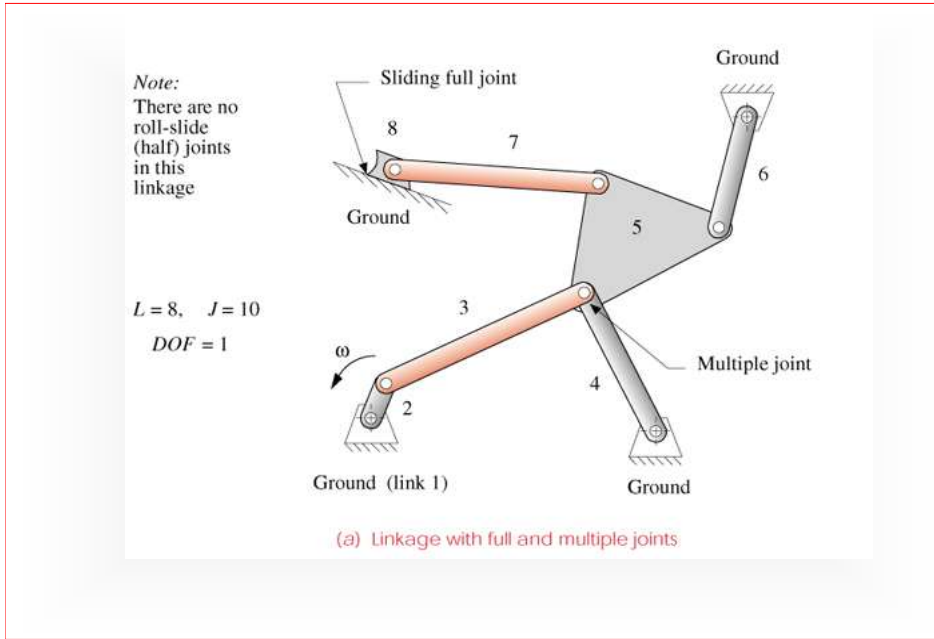
Mekanizma Tekniği



(c) Vargel Tezgahı

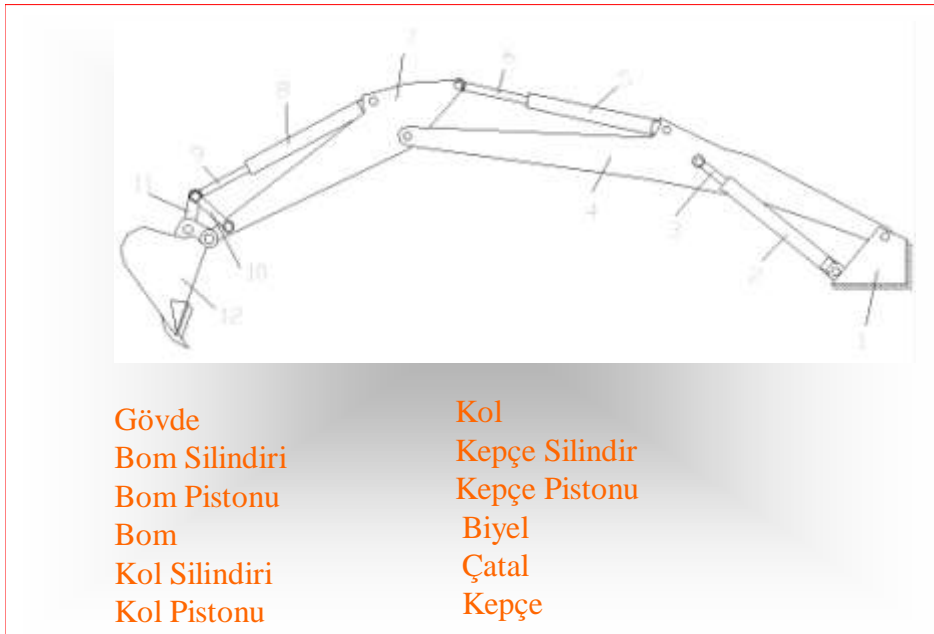
Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği



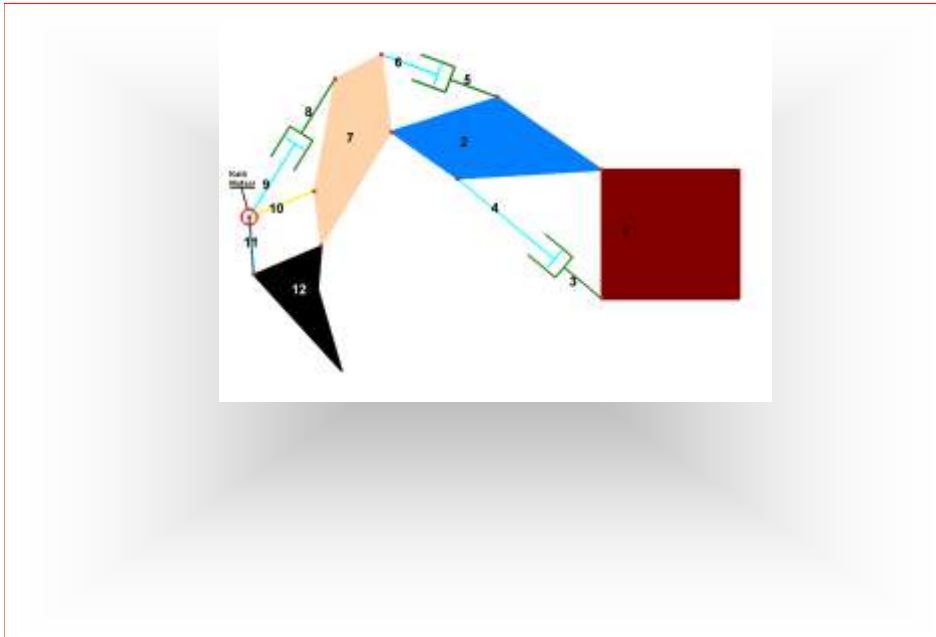
Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği



Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği



Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği

El. No.	El Çifti	Gösteriliği			
1	12 23	12 — ① — 23	8	78 89 _⊥	78 — ③ — 89 _⊥
2	12 24 25 27	24 — ② — 25 12 — 27	9	89 _⊥ 910 _⊥ 911	910 _⊥ 911 — ④ — 89 _⊥
3	13 34 _⊥	13 — ③ — 34 _⊥	10	710 910	710 — ⑤ — 910
4	24 34 _⊥	24 — ④ — 34 _⊥	11	911 1112	911 — ⑥ — 1112
5	25 56 _⊥	25 — ⑤ — 56 _⊥	12	712 1112	711 — ⑦ — 1112
6	56 _⊥ 67	67 — ⑥ — 56 _⊥			
7	27 67 78 710 712	67 — ⑦ — 78 27 — 710 712			

$e_1 = 15$
 $e_{11} = 0$
 $n = 12$, bu durumda;
 $F = 3 \cdot 12 - (2 \cdot 15 + 0) - 3 = 3$

Cihan DEMİR

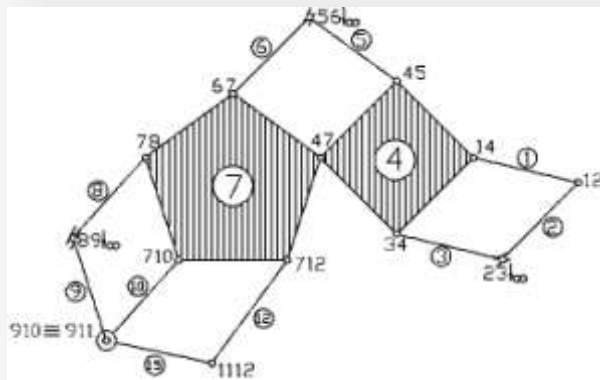
Mekanizma Tekniği

Sistemin üç serbestlik derecesi olması mantıksız gelebilir. Eğer üç serbestlik derecesi varsa kepçe buma göre uzayda kontrolsüz şekilde hareket eder gibi düşünülebilir. Aslen üç serbestlik derecesi kavramından çıkarılan sonuç ise, sistemi kontrol etmek için en az üç adet hareket iletim elemanın gerekliliğidir. Ekskavatörde bulunan dört hidrolik pistonun bum – gövde arasında bulunan ikisinin eş zamanlı çalışmaları bilindiğine göre ekskavatörde de üç adet hareket iletim veya kontrol elemanı vardır. Bu elemanların ancak hepsinin hareketinin kilitlenmesi ile ekskavatör kepçesi belli bir konumda sabitlenebilir ve serbestlik derecesi sıfır olur. Bunu anlamak için 3 – 4, 5 – 6 ve 8 – 9 eleman çiftleri, yani pistonlar yerine tek bir çubuk koyalım. Eğer bir piston hareket ettirilmeyip sabit bir şekilde tutulursa bir çubuk gibi davranacaktır. Yani sistemin serbestlik derecesi sıfırdır ve sistem hareket etmez.

Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği

Mekanizmanın Kinematik Zinciri



Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği

$$n = 9$$

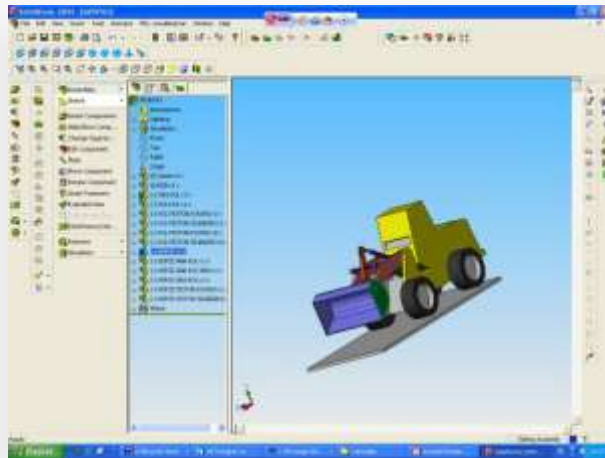
$$e_I = 24/2 = 12$$

$$e_{II} = 0$$

$$F = 3 \times 9 - (2 \times 12 + 0) - 3 = 0$$

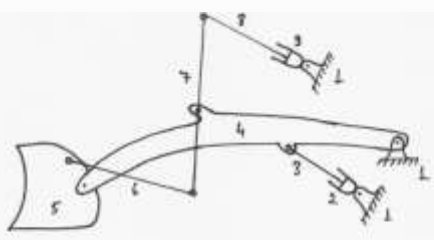
Cihan DEMİR

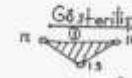



Mekanizma Tekniği



Cihan DEMİR

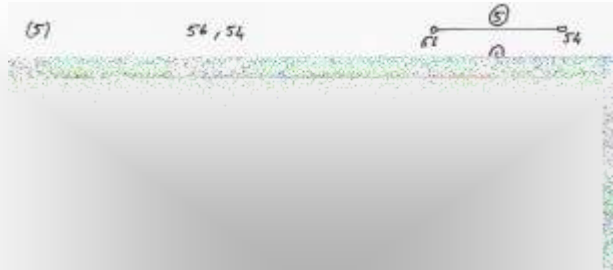
Mekanizma Tekniği




<u>El. No</u>	<u>El. Gitt</u>	<u>Gösterilgi</u>
(1)	12, 14, 15	
(2)	$(23) \frac{1}{2}$, 12	$(23) \frac{1}{2}$ H 
(3)	$(32) \frac{1}{2}$, 34	$(32) \frac{1}{2}$ H 
(4)	41, 42, 43, 45	

Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği



(5) 54, 54 

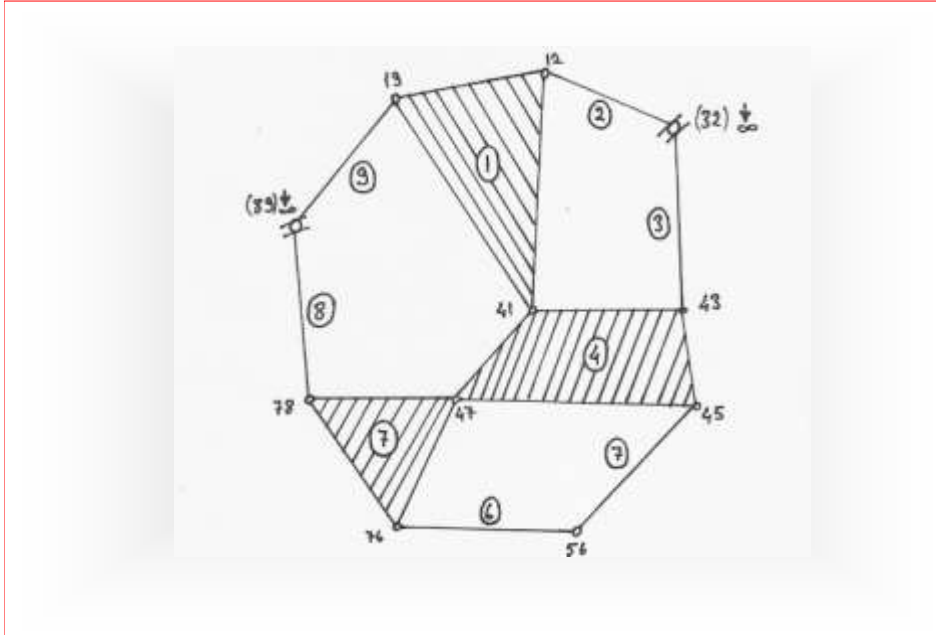
$$e_I = \frac{32}{2} = 11 \quad e_{II} = 0$$

$$F_n = 3n - (2e_I + e_{II}) - 3$$

$$F_n = 3 \cdot 9 - (2 \cdot 11 + 0) - 3 = 27 - 25 = 2 \quad \text{MH DEĞİLİ}$$

Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği

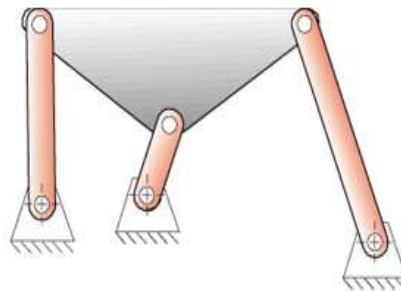


Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği

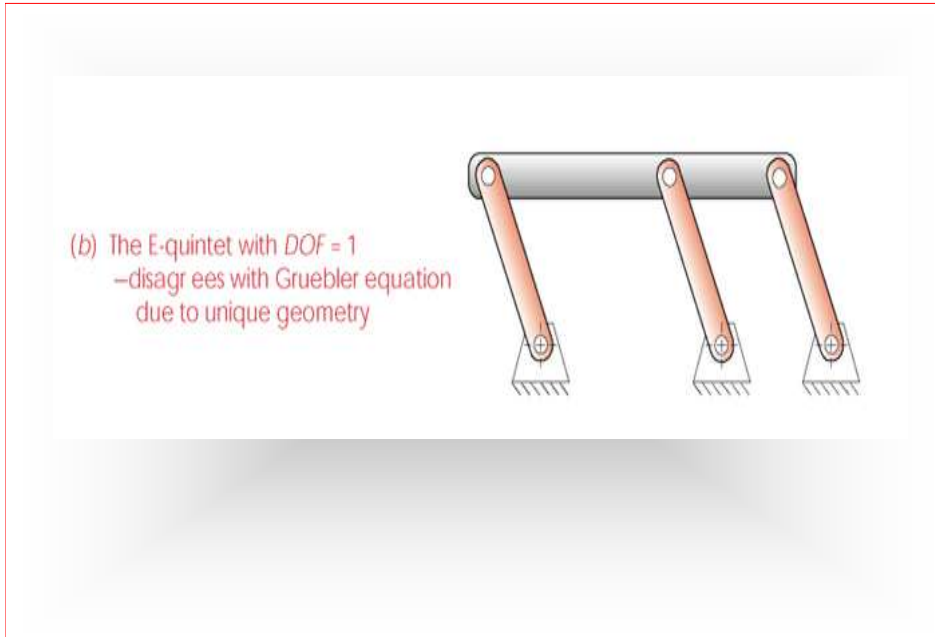
Grubler Kriteri Özel Durumlar

(a) The E-quintet with $DOF = 0$
—agrees with Gruebler equation



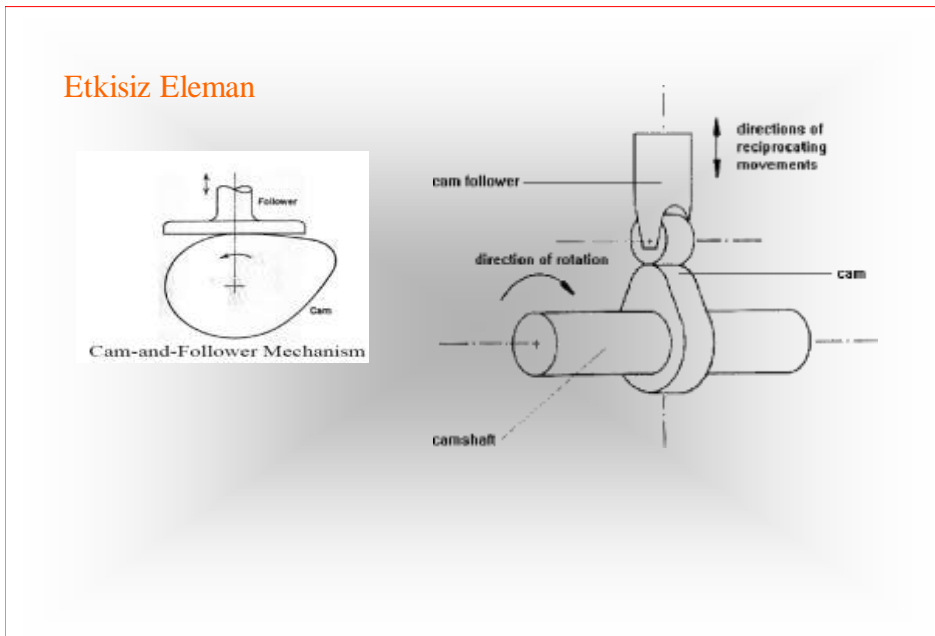
Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği



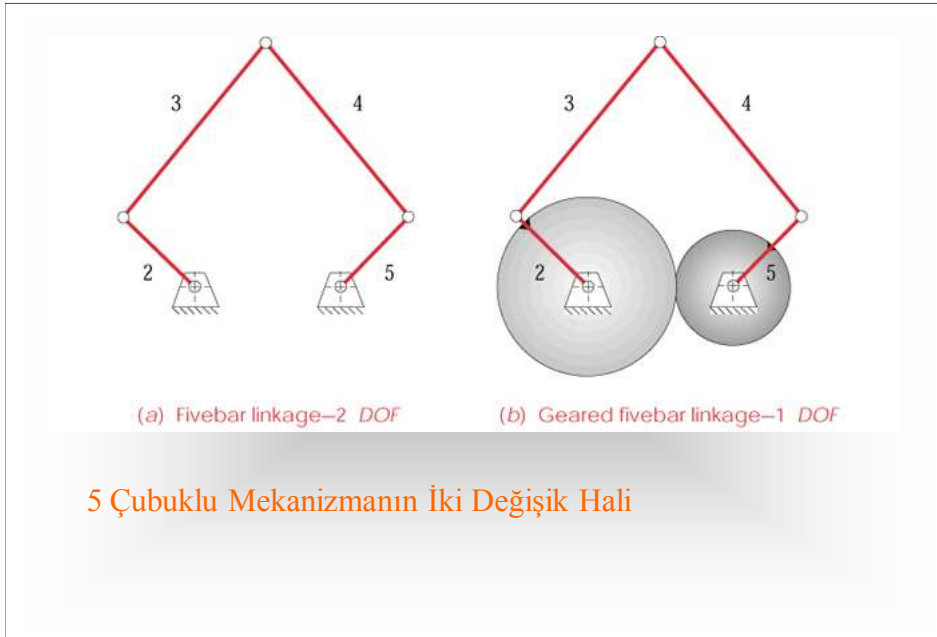
Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği



Cihan DEMİR

Mekanizma Tekniği



Cihan DEMİR