**MAKİNA DİNAMİĞİ**

**1. GİRİŞ**

* 1. **Konunun Amaç ve Kapsamı**

Makina Dinamiği, uygulamalı mekaniğin bir bölümünü meydana getirir. Burada makina parçalarının hareket kanunları, makinanın çalışması esnasında meydana gelen kuvvetler ve bu kuvvetlerin makinanın kendisine ve makinaya bağlı olan diğer cisimlere veya makinalara olan etkilerinin incelenmesi söz konusudur. Bu inceleme, konunun alanının genişliği nedeniyle “**Makina Kinematiği**” ve “**Makina Dinamiği**” başlıkları altında bölünerek yapılır.

Makina Kinematiğinde makinayı meydana getiren parçaların veya bileşenlerinin hareketleri incelenir. Yani hareketli parçaların, yer değiştirmesi, hız ve ivmesi araştırma konusudur. Makina Dinamiğinde ise makina parçalarına etki eden kuvvetlerle birlikte ilgili hareket bağıntıları araştırılır. Burada problem ya verilmiş kuvvetlerin sebep olacağı hareketi bulmak, ya da verilmiş veya istenilen bir hareketi meydana getirmek için gerekli olan kuvveti bulmaktır. Bir makina tasarımı yapılırken öncelikle yukarıda belirtilen dinamik incelemenin yapılması gerekir. Bütün hareket ve kuvvet durumları tespit edildikten sonra ancak gerekli olan malzeme seçimi, mukavemet hesapları ve boyutlandırma yapılabilir.

* 1. **Temel Kavramlar**

**Makina**: Belirli bir görevi (hareket ve/veya enerji iletme, dönüştürme, iş yapma gibi) yerine getirmek amacıyla tasarlanmış olan bir mekanizma veya mekanizmalar grubudur. Bir makinada bir den çok sayıda mekanizma bulunabilir. Makina ile mekanizma arasında yakın bir ilişki vardır. Bu ilişki aşağıdaki tanımlamalarla açıklanacaktır.

**Mekanizma**: Hareket ve kuvvet iletmek ve/veya dönüştürmek amacıyla birbirine bağlanmış katı cisim elemanlarının bir düzenlenmesi veya topluluğudur. Makina tanımıyla karşılaştırılacak olursa mekanizma kavramı daha genel bir anlam taşır. Yani mekanizmanın görevi daha genel olmaktadır. Makinalarda çalışma amacına uygun olarak, değişik tip ve şekillerde mekanizmalar bulunmaktadır. Kol mekanizmaları, Dişli çark mekanizmaları, Kam mekanizmaları, Kayış-kasnak mekanizmaları gibi…

**Mekanizma uzvu (uzuv)**: Mekanizma hareket ve enerji ileten (veya nakleden) bir tertibat (düzenek) olduğundan bir takım parçalarından meydana gelir. Katı cisim olarak göz önüne alınan bu mekanizma parçalarına “uzuv” adı verilir. Mekanizmaların bazı uzuvları (Şekil 1.1 b deki 4 nolu uzuv gibi) bir den çok bağlantıya sahip olabilir. Buna göre uzuv iki bağlantıya sahipse ikili uzuv, üç bağlantıya sahipse üçlü uzuv, …, olarak adlandırılır. Mekanizma uzuvları birbirlerine göre bağıl hareket yapabilme özelliğine sahip olup dolayısıyla hareketli bağlantılara sahiptirler.



**Şekil 1.1. (a)** 1 serbestlik derecesine sahip mekanizma (aynı anda bir tek uzuvdan tahrik edilebilir)

 **(b)** 3 serbestlik derecesine sahip mekanizma (aynı anda üç ayrı uzuvdan tahrik edilebilir)

**Kinematik çift (eleman çifti, mafsal)**: Bir mekanizmanın komşu olan uzuvlarını uygun biçimde birbirine bağlayan ve yine bu uzuvların birer parçası olan temas veya bağlantı yerlerine kinematik çift veya kısa adıyla mafsal adı verilir. Kinematik çiftler ikiye ayrılır.

1. **Adi kinematik çift**: Aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi kinematik elemanlar arasında yüzeysel temas vardır. Adi eleman çiftlerinde öteleme ve dönme hareketleri aynı anda birlikte olamaz, ayrı ayrı olurlar. Yani, adi eleman çiftleri bir tek harekete izin verdiklerinden bir serbestlik derecesine (f=1) sahiptirler.

 

1. (b)

**Şekil 1.2.** Adi kinematik çift **(a)** Kayar çift **(b)** Döner çift

1. **Yüksek kinematik çift**: Kinematik çifti oluşturan elemanlar ya bir nokta yada bir çizgi boyunca temas halindedirler. Yüksek eleman çiftlerinde öteleme ve dönme (kayma ve yuvarlanma) hareketleri aynı anda birlikte olabilirler. Yani, yüksek eleman çiftleri aynı anda iki hareket çeşidine izin verdiklerinden iki serbestlik derecesine (f=2) sahiptirler.



**Şekil 1.3.** Yüksek kinematik çift **(a)** Düz dişli çifti **(b)** Kam çifti

**Kinematik zincir**: Birbirlerine kinematik çiftlerle bağlanmış uzuvlar topluluğuna kinematik zincir denir. Kinematik zinciri oluşturan uzuvlardan biri sabitlenip diğeri hareketlendirildiğinde mekanizma elde edilir.



**Şekil 1.4.** **(a)** Kinematik zincir **(b)** Mekanizma

**Mekanizmaların serbestlik derecesi**: Bir mekanizmanın serbestlik derecesi, mekanizmanın hareketli uzuvlarının konumlarını (sabit uzva göre) tanımlamak (belirlemek) için gerekli olan bir birinden bağımsız parametre sayısıdır. Diğer bir deyişle, mekanizmaların çıkış uzvunun istenilen yörüngedeki hareketini sağlamak için gerekli olan, tek hareketli giriş uzvu sayısına serbestlik derecesi denir.

**Düzlemsel Mekanizmalar**: Uzuvları aynı düzlemde veya birbirine paralel düzlemlerde hareket eden mekanizmalardır.

**Düzlemsel mekanizmalar için serbestlik derecesi**: Bu mekanizmalardaki uzuvlar için üç çeşit hareket söz konusudur. Bunlar x ekseninde öteleme hareketi, y ekseninde öteleme hareketi ve xy düzleminde dönme hareketidir.

Kayar ve döner eleman çiftlerine sahip bir düzlemsel mekanizmanın serbestlik derecesi aşağıdaki ifadeyle verilir.

 F = 3n – 3 – 2j

Burada:

 F: serbestlik derecesi

 n: uzuv sayısı

 j: mafsal sayısı

dır. Buna göre bir mekanizmanın serbestlik derecesi uzuv sayısına, mafsal sayısına ve mafsal çeşidine bağlı olup, uzuv uzunluklarından bağımsızdır. Ancak uzuv uzunluklarının farklı seçimi mekanizmadan elde edilebilecek olan çıkış hareketinin özelliklerini değiştirir.

F=1 için “mecburi hareketli mekanizma” elde edilir. Bu durumda ifade

 2j – 3n + 4 = 0

olur. Bu eşitlik “**Grübler mecburi hareketlilik eşitliği**” dir. Kullanılmakta olan makinalardaki mekanizmaların büyük bir çoğunluğu mecburi hareketli düzlemsel mekanizmalardır.

 Bir mekanizmada sabit uzvun ve tahrik edilecek olan uzvun seçimine bağlı olarak farklı işleyiş özelliklerine sahip olan mekanizmalar elde edilebilir. Buna göre belirli bir uzvu tahrik edilmiş olan mecburi hareketli bir mekanizma “yönlendirilmiş mekanizma” olarak adlandırılır. Bu tanıma göre de makina tanımını aşağıdaki şekilde yapmak mümkündür. Bir makina belirli bir görevi (enerji iletme, dönüştürme ve iş yapma) yerine getirmek amacıyla tasarlanmış olan bir yönlendirilmiş mekanizmadır.

* 1. **Basit Kol Mekanizmaları**
		1. **Dört Çubuk Mekanizması**

Bu mekanizma makina ve düzeneklerde en yaygın bir şekilde kullanılan veya karşılaşılan bir mekanizmadır.

 

**Şekil 1.5.** Dört çubuk mekanizması

Bu mekanizmada her bir uzva düşen görevler aşağıda sıralanmıştır.

**Sabit uzuv**: Gövde görevini yapar, bütün diğer uzuvların hareketleri bu uzuv referans alınarak tanımlanır.

**Tahrik eden uzuv veya tahrik uzvu (giriş uzvu)**: Mekanizma bu uzuvdan tahrik edilir. Giriş hareketinin verildiği uzuvdur.

**Nakil uzvu (biyel)**: Tahrik eden uzuv ile tahrik edilen uzvu bağlayan uzuvdur. Hareketi nakleder.

**Tahrik edilen uzuv (çıkış uzvu)**: İstenilen çıkış hareketini yerine getirin uzuvdur.

Burada sabit uzva komşu olan uzuvların hareketliliği için iki olanak vardır (iki durum söz konusudur).

**a-)** Uzuv tam bir dönme hareketi yapabilir. Bu durumda bu uzva **kol** veya **krank** adı verilir.

**b-)** Uzuv ancak iki sınır konum (ölü konum) arasında ileri – geri gidip gelebilir, yani salınım yapabilir. Salınım yapan uzva **sarkaç kol** adı verilir.

Yukarıda bahsedilen uzuvların hareketlilik durumuna göre aşağıda açıklanan üç farklı işleyiş özelliğine sahip mekanizma söz konusudur. Bu mekanizmalar için gerek ve yeter şart; Grasshof Teoremi’ne göre uzunluğu en kısa olan uzuvla en uzun olan uzvun uzunluklarının toplamı diğer iki uzvun uzunlukları toplamından küçük olmalıdır.

**1-)** **Çift kol mekanizması:** Uzunluğu en kısa olan uzuv sabit uzuv yapılır. Bu uzva komşu iki uzuv (2 ve 4) tam dönüş yapar.

 

 **Şekil 1.6.** Çift kol mekanizması

**2-) Kol-sarkaç kol mekanizması:** Uzunluğu en kısa olan uzva komşu bir uzuv sabit tutulur ve en kısa uzuv tahrik edilir. Bu durumda 2 uzvu tam dönüş ve 4 uzvu ise sarkaç hareketi yapar.

 

**Şekil 1.7.** Kol-sarkaç kol mekanizması

**3-) Çift sarkaç kol mekanizması:** En kısa olan uzvun karşısındaki uzuv sabit tutulur. Bu durumda 2 ve 4 uzuvları salınım hareketi yaparlar.

 

**Şekil 1.8.** Çift sarkaç kol mekanizması

* + 1. **Krank – biyel mekanizması**

Krank – biyel mekanizması pistonlu motorlarda ve pistonlu kompresörlerde kullanılan ana mekanizmadır. Motor durumunda pistonun gidip-gelme hareketi kolda bir dönme hareketine çevrilir. Kompresör durumunda ise kolun dönme hareketi pistonda bir gidip-gelme hareketine çevrilir.

 

**Şekil 1.9.** Krank – biyel mekanizması

Burada pistonun hareket doğrultusu krank ekseni ile çakışırsa merkezi krank biyel mekanizması olur. Aksi durumda eksantrik krank biyel mekanizması söz konusu olur.

 Pistonun Alt Ölü Nokta (A.Ö.N.) ve Üst Ölü Nokta (Ü.Ö.N.) arasındaki hareket uzunluğu **strok** olarak adlandırılır. Krank yarıçapı r olmak üzere

 s = 2r

bağıntısı geçerlidir. Ayrıca biyel uzunluğu  olmak üzere,

l = r / 

oranı mekanizmanın kullanım alanına göre pratikten seçilerek, verilen bir **s** stroğu için uzuv uzunlukları (r vedeğerleri) hesaplanır.