**2. MEKANİZMALARDA HIZ VE İVME ANALİZİ**

* 1. **Hız Analizi**
		1. **Düzlemsel Hareket Çeşitleri**

Bir katı cismin hareketinde katı cisme ait bütün maddesel noktaları birbirine paralel düzlemler içerisinde kalıyorsa bu katı cismin hareketi “düzlemsel hareket” olarak tanımlanır.

Düzlemsel hareket de, öteleme hareketi, dönme hareketi ve genel düzlemsel hareket olarak çeşitlere ayrılır. Bu düzlemsel hareket çeşitleri aşağıdaki tabloda örnekleri ile birlikte gösterilmiştir.

**Tablo 2.1.**



* + 1. **Bağıl Hız Eşitliği**

Bir katı cismin genel düzlemsel hareketini bir öteleme hareketi ile bir dönme hareketinin toplamı şeklinde tanımlamak mümkündür. Bu durum aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



**Şekil 2.1.** Bağıl hız

Buna göre bağıl hız eşitliği:



şeklinde yazılır. Burada  bağıl hız olarak adlandırılır. Bağıl hızın sayısal (skalar) değeri



bağıntısından bulunur. Burada  (rad/s) açısal hızı temsil etmektedir. Bağıl hızın daima dönme noktası “B” ile hızı bulunmak istenilen “A” noktasını birleştiren doğruya yani AB doğrusuna dik olacağını belirtmek gerekir. Bu özellikten faydalanılarak hız problemlerinin grafik yöntemle çözümü yapılabilir.

* + - 1. **Dört Çubuk Mekanizmasının Bağıl Hız Yardımıyla Hız Analizi**

**Örnek 1:** Bir dört çubuk mekanizması aşağıdaki şekilde gösterilen ölçüleri ile verilmektedir. Kol (2 nolu uzuv) 95 rad/s’lik sabit bir açısal hıza sahiptir. Mekanizmanın verilen konumu için C mafsal noktasının hızını ve 3 ile 4 nolu uzuvların açısal hızlarını bağıl hız bağıntısını kullanarak çizim yöntemiyle bulunuz.

Verilenler:

= 100 mm = 50 mm = 151 mm = 111 mm

 = 120o = 95 rad/s

 

Çözüm:

 Önce mekanizma belirli bir ölçekle çizilerek diğer 3 ve 4 uzuvlarının açısal konumları belirlenir. Bağıl hız eşitliği yazılarak, eşitlikte doğrultu ve büyüklükleri bilinen bileşenler işaretlenir.



Bu vektör eşitliği aşağıda sıralanan işlem adımları yapılarak çözülür.

1. 2 uzvu O2 mafsal noktasına göre bir dönme yaptığına göre

= 50 \* 95 = 4750 mm/s (4.75 m/s)

 olup yönü bilinmektedir. ( saat ibreleri ters yönünde dönmektedir) Bu hız vektörü sabit uzuv doğrultusu referans alınarak belirli bir ölçekle çizilir. Bu hız büyüklük ve yön olarak bilinmektedir. Bu durumda  hız ölçeği şu şekilde belirlenir.



Yani 50 mm/s’ lik hız değeri şekil üzerinde 1mm’lik uzunlukla gösterilmektedir.

1. C mafsal noktasının bağıl hızı  olup nin ucundan geçen BC doğrultusuna dik olan bir doğru çizilir. Yani  hızının sadece doğrultusu bilinmektedir.
2. C mafsal noktasının mutlak hızı (O4 mafsal noktasına göre dönme yapmaktadır)  olacaktır. Yani hızının da sadece doğrultusu bilinmektedir. nin başlangıç noktasından geçen ve  ‘ye dik bir doğru çizilir. Buna göre  ve doğrularının kesim noktası aranan hız üçgenini belirler.

 

 Hız diyagramı

1. Hız üçgeninden ölçüm yapılarak ve ölçekle de çarpılarak hızlar bulunur.

 

 

 Açısal hızlar için;

 

 

* + - 1. **Krank Biyel Mekanizmasının Bağıl Hız Yardımıyla Hız Analizi**

**Örnek 2:** Bir krank-biyel mekanizması aşağıdaki şekilde gösterilen ölçüleriyle verilmektedir. Kol (uzuv 2) 314 rad/s ‘lik sabit bir açısal hıza sahiptir. Mekanizmanın verilen konumu için C pistonunun hızını ve BC biyelinin açısal hızını, bağıl hız bağıntısını kullanarak çizim yöntemiyle bulunuz.

Verilenler:

= 51 mm = 200 mm  = 60o = 314 rad/s



Çözüm:

Problem örnek 1’de açıklandığı şekilde sıralanan işlem adımları yapılarak çözülür. Mekanizma belirli bir ölçekle çizilerek biyelin açısal konumu belirlenir. Bağıl hız eşitliği yazılarak eşitlikte doğrultu ve büyüklükleri bilinen bileşenler işaretlenir.



1. = 51 \* 314 = 16014 mm/s hesaplanır.

Hız ölçeği



olarak seçilerek  olacak şekilde belirli bir ölçekle çizilir.

1. C mafsal noktasının bağıl hızı doğrultusundadır.  hızının ucundan ‘ye dik bir doğru çizilir. bağıl hızı bu doğru üzerinde bulunmaktadır.
2. Piston öteleme hareketi yaptığından C mafsal noktasının mutlak hızı yatay doğrultu üzerinde bulunmaktadır (Yatay doğrultu referans doğrultusu olarak seçilmiştir). Buna göre biyelin bağıl hızı ’nin doğrultusunun pistonun mutlak hızı ’nin doğrultusu ile kesişme noktası aranan hız üçgenini belirler.
3. Hız üçgeninden ölçüm yapılarak ve ölçekle de çarpılarak hızlar bulunur.

 156.5 \* 100 = 15650 mm/s  83 \* 100 = 8300 mm/s

 15.7 m/s  8.3 m/s

olarak bulunur. Biyelin açısal hızı

 

 

 Hız diyagramı

* 1. **İvme Analizi**
		1. **Bağıl İvme Eşitliği**

Bağıl hız eşitliğinden türev alınarak bağıl ivme eşitliği elde edilir. Yani,





şeklinde yazılır. Burada  bağıl ivme olarak adlandırılır. Bu eşitliğe göre genel düzlemsel hareket yapan bir katı cismin bir noktasının ivmesi yine katı cisim üzerinde seçilecek olan uygun bir referans noktasına göre olan bağıl ivmesi ile bu referans noktasının mutlak ivmesinin toplamına eşittir. Bu durum aşağıdaki şekil üzerinde açıklanmıştır.



 **Şekil 2.2.** Bağıl İvme

Bağıl ivme normal ve teğetsel bileşenlerine ayrılabileceğinden, bağıl ivme eşitliği aşağıdaki şekilde yazılabilir.



Burada bağıl ivmenin normal ve teğetsel bileşenlerinin skalar değerleri aşağıdaki bağıntılardan hesaplanır.

= 



Burada (rad/s) açısal hız ve (rad/s2) açısal ivmedir.

* + - 1. **Dört Çubuk Mekanizmasının Bağıl İvme Yardımıyla İvme Analizi**

**Örnek 3:** Örnek 1’de verilen dört çubuk mekanizmasının verilen konumu için;

1. C mafsal noktasının ivmesini,
2. 3 ve 4 uzuvlarının açısal ivmelerini,
3. 3 ve 4 uzuvlarının kütle merkezlerinin ( ve ) ivmelerini,

bağıl ivme eşitliğini kullanarak çizim yoluyla bulunuz.

Verilenler:

= 100 mm = 50 mm = 151 mm = 111 mm

= 75.5 mm = 55.5 mm

 = 120o = 95 rad/s = 0 rad/s2

(Not: = 20.86 rad/s ve = 49.55 rad/s örnek 1’de hesaplandı)

 

Çözüm:

a) Bağıl ivme bağıntısı yazılır;





Eşitlikte büyüklük ve doğrultuları bilinen bileşenler işaretlenir.

1. 2 uzvu O2 mafsal noktasına göre bir dönme yaptığına göre

 = 50 \* 952 = 451250 mm/s2

 = 0

 elde edilir. Bu bileşen sabit bir referans doğrultusu alınarak belirli bir ölçekle çizilir.

 Bu durumda  ivme ölçeği şu şekilde belirlenir.

 

 Buna göre normal bileşeni  doğrultusunda B den O2 ye yönlenmiş şekilde

  çizilir.

1. = 151 \* (20.86)2 = 65706 mm/s2

 Bu ivme bileşeni nin ucundan BC doğrultusunda çizilir.

 (65706 / 3000 = 21.9 mm22 mm)

1. = 111 \* (49.55)2 = 272527 mm/s2

 Bu ivme bileşeni  başlangıç noktasından başlamak üzere doğrultusunda çizilir.

 (272527 / 3000 = 91 mm)

1. Kalan iki ivme bileşeninin doğrultuları bilinmektedir. Bunlardan  nin doğrultusu  in ucundan dik bir doğru olarak çizilir. Diğer kalan bileşen  nin doğrultusu olarak ta  nin ucundan dik bir doğru çizilir. Bu iki doğrunun kesim noktası aranılan ivme bileşenlerinin uçlarını ve dolayısıyla büyüklüklerini belirler.
2. İvme diyagramından ölçüm yapılarak ve ölçekle de çarpılarak aranılan ivme büyüklükleri bulunur. Buna göre:

 = (100).(3000) = 300000 mm/s2 = 300 m/s2

  = (50.4).(3000) = 151200 mm/s2 = 151.2 m/s2

  = (41.5).(3000) = 124500 mm/s2 = 124.5 m/s2

b) Buradan açısal ivmeler için;

 

 

bulunur.



 İvme diyagramı

c)  kütle merkezinin ivmesi için benzer şekilde bağıl ivme eşitliği yazılarak;

 

  = 75.5 \* (20.86)2 = 32853 mm/s2

 (32853 / 3000 = 11 mm)

 =75.5 \* (1001.3) = 75598 mm/s2

 (75598 / 3000 = 25.2 mm)

 buna göre yapılan çizimden ölçüm alınarak;

 = 124.5 \* 3000 = 373500 mm/s2 = 373.5 m/s2 , 

 olarak bulunur.

  kütle merkezinin ivmesi için;

 

  = 55.5 \* (49.55)2 = 136263 mm/s2 = 136.26 m/s2

 (136263 / 3000 = 45.42 mm45.5 mm)

  = 55.5 \* 1121.6 = 62249 mm/s2 = 62.25 m/s2

(62249 / 3000 = 20.75 mm)

 Aynı ölçekle çizim yapılarak = 50 mm ölçülür.

Buna göre;

 =50 \* 3000 = 150000 mm/s2 = 150 m/s2 ,  olarak bulunur.

|  |
| --- |
| Analitik: |

 

* + - 1. **Krank-Biyel Mekanizmasının Bağıl İvme Yardımıyla İvme Analizi**

**Örnek 4:** Örnek 2’de verilen krank-biyel mekanizmasının verilen konumu için;

1. Pistonun ivmesini ve biyelin açısal ivmesini
2. Biyelin G3 kütle merkezinin ivmesini

bağıl ivme bağıntısını kullanarak çizim yöntemiyle bulunuz.

Verilenler:

= 51 mm = 200 mm  = 60o = 314 rad/s

= 0  = 51 mm

(Not: = 41.5 rad/s örnek 2’de hesaplandı)



Çözüm:

1. Pistonun ivmesi ve biyelin açısal ivmesi:

Bağıl ivme bağıntısı yazılır.



Eşitlikte doğrultu ve büyüklükleri bilinen ivme bileşenleri işaretlenir.



Problem örnek 3’de sıralanan işlem adımları takip edilerek benzer şekilde çözülür.

1.  = 51 \* (314)2 = 5028396 mm/s2 5028 m/s2

 = 0

Bu ivme bileşeni  ivme ölçeği  seçilerek çizilir.

Yani 40 m/s2’ lik ivme değeri şekil üzerinde 1 mm’lik uzunlukla gösterilmektedir.

 doğrultusunda ve O2’ ye yönlenmiş olarak çizilir.

= 0 verildiğinden ’nin teğetsel bileşeni olur.

1.  = 200 \* (41.5)2 = 344450 mm/s2 345 m/s2,

()

Bu ivme bileşeni ’nin ucundan doğrultusunda ve B’ye yönlenmiş olarak çizilir.

1. Kalan iki ivme bileşeninin sadece doğrultuları bilinmektedir. Bu bileşenlerden ’nin doğrultusu BC’ye diktir. ’in ucundan BC’ye dik bir doğru çizilir. ‘nin doğrultusu da piston yatay doğrultuda hareket ettiğinden bu doğrultu üzerinde bulunacaktır. Buna göre ’in yatay doğrultu ile kesim noktası aranılan ivme diyagramını belirler.
2. İvme diyagramından ölçüm yapılarak istenen ivme büyüklükleri bulunur.

 \*

 = 47 \* 40 = 1880 m/s2

Biyelin açısal ivmesi:

 

1. G3 kütle merkezinin ivmesi için;



bağıl ivme eşitliği yazılarak, ivme bileşenlerinin bilinen büyüklük ve doğrultuları işaretlenir.



eşitliğin sağ tarafının tamamen bilindiği görülür.

 = 51 \* (41.5)2 = 87834.8 mm/s287.83 m/s2, (87.83/40=2.2 mm)

 = 51 \* 22000 = 1122000 mm/s2 =1122 m/s2 , (1122/40=28 mm)

Buna göre çizim tamamlanırsa

= 100 \* 40 = 4000 m/s2

bulunur. Grafikten ölçümle vektörünün O noktasından 234o eğimle geçtiği bulunur. Buradan x ve y bileşenleri;



elde edilir.



 İvme diyagramı