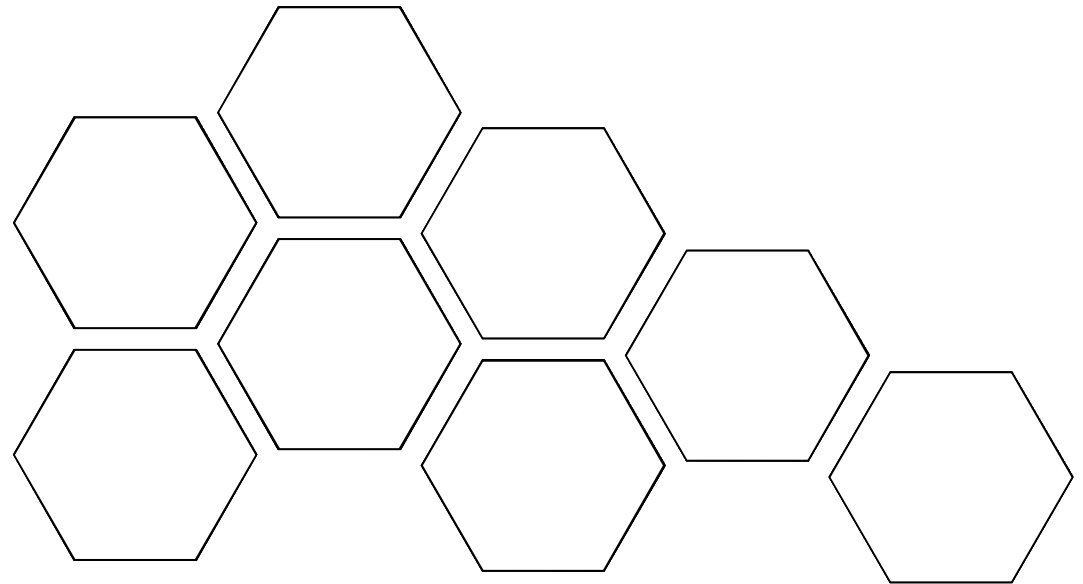
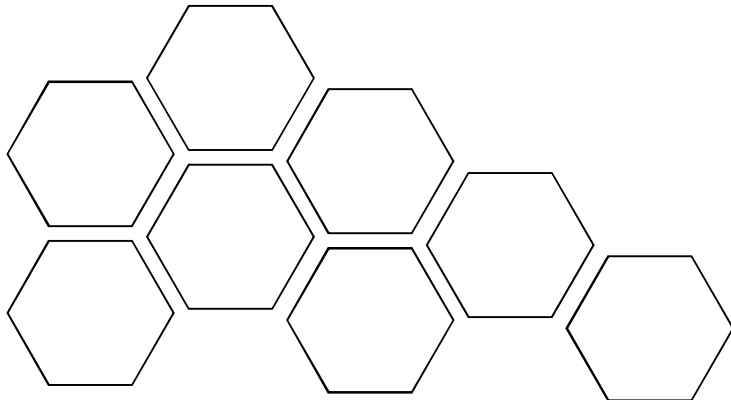
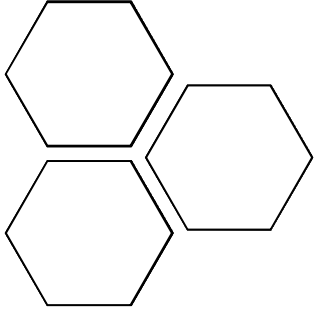


Planet Mekanizmaları

Vedat Temiz



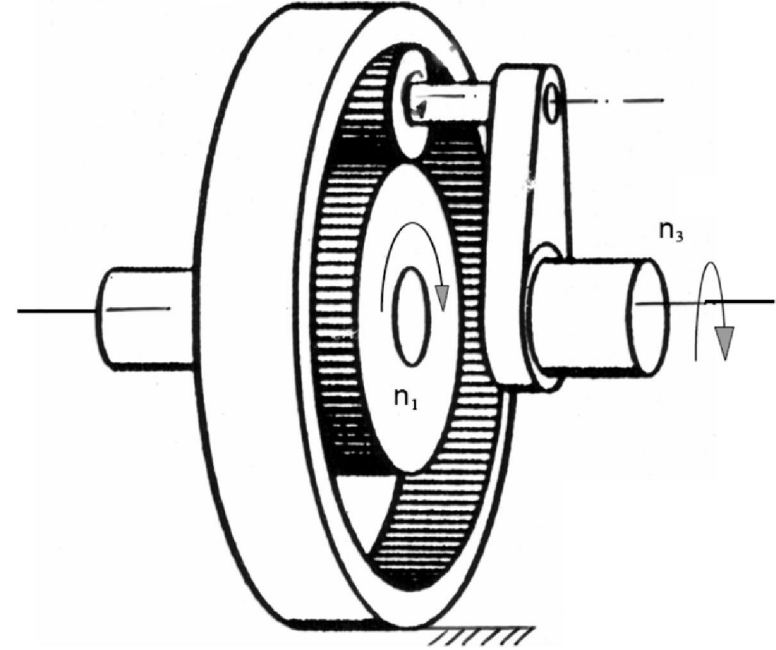
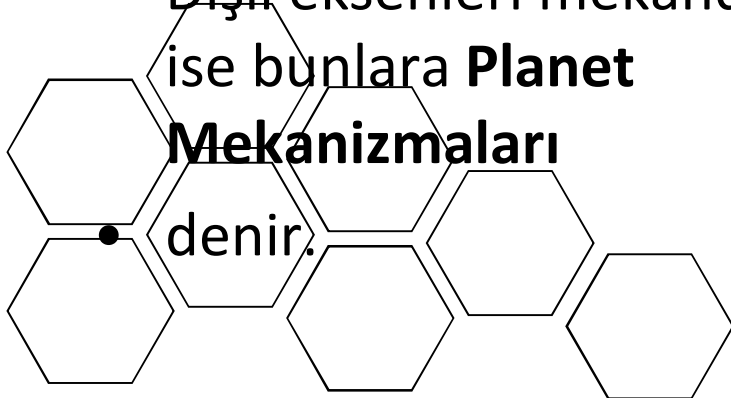


Planet Mekanizmaları

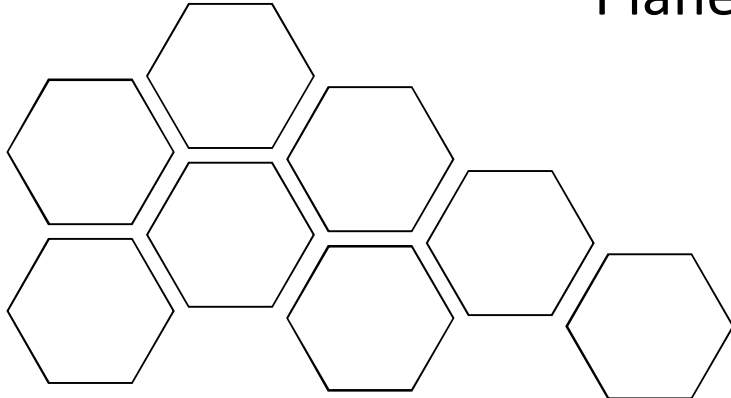
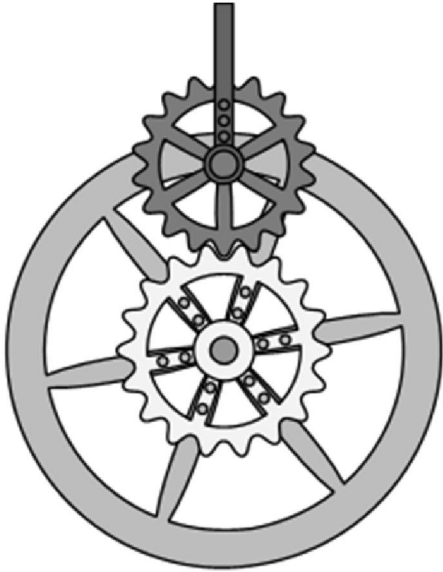
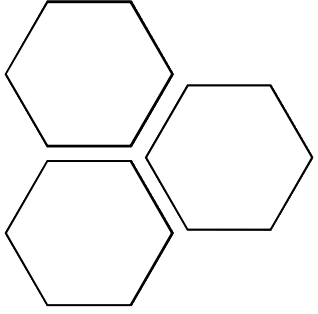
- Dişli çark mekanizmalarını eksenlerinin mekanda hareketli olup, olmamasına göre de sınıflandırmak mümkündür.

- Bir dişli mekanizmasında, dişli eksenleri mekanda sabit ise bu tip mekanizmalara **Adi Dişli Mekanizmaları**,

- Dişli eksenleri mekanda hareketli ise bunlara **Planet Mekanizmaları** denir.



Temel Tarifler

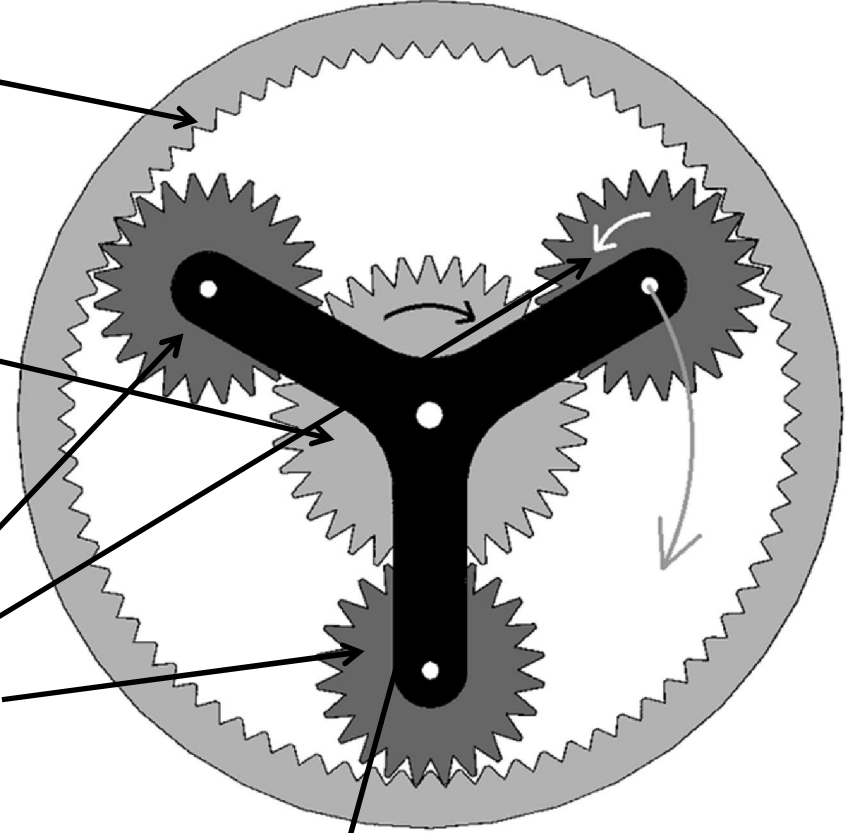


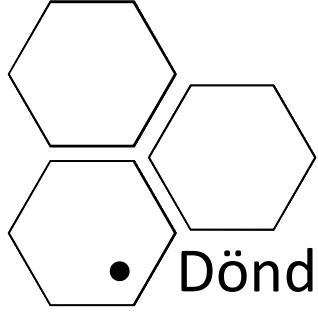
Dış güneş dişli

İç güneş dişli

Planet dişlileri

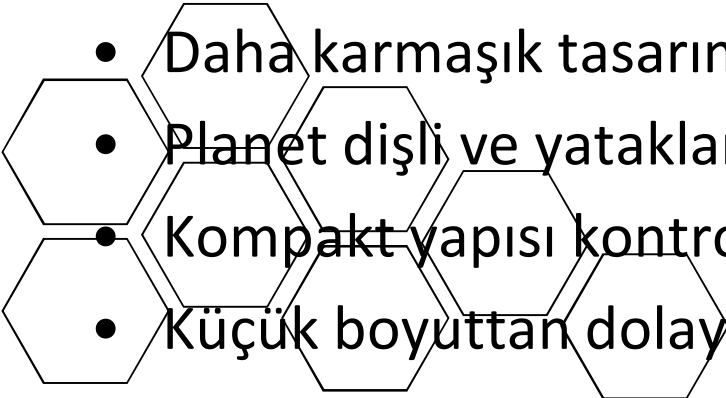
Planet taşıyıcı

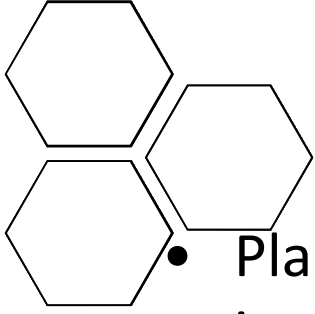




Avantajları ve Dezavantajları

- Döndüren ve döndürülen mil eksenleri üst üstedir.
- 100.000 d/dak dönme hızına çıkabilecek mekanizmalar yapılabilir.
- Kuvvet planet dişlileri arasında bölündüğü için, zorlanmalar az, boyutlar küçük ve gürültü azdır.
- Çok yüksek çevrim oranları elde edilebilir.
- İzafi olarak adi dişli mekanizmalarına göre yüksek verim.
- Tasarımın dönel simetrisi dolayısı ile makinalara daha kolay adapte edilebilir.
- Daha karmaşık tasarım gerektirir.
- Planet dişli ve yataklarına kayda değer merkezkaç kuvvet etkisi.
- Kompakt yapısı kontrol ve bakımı zorlaştırır.
- Küçük boyuttan dolayı yağlayıcı azdır, daha sık değişim gerekir.





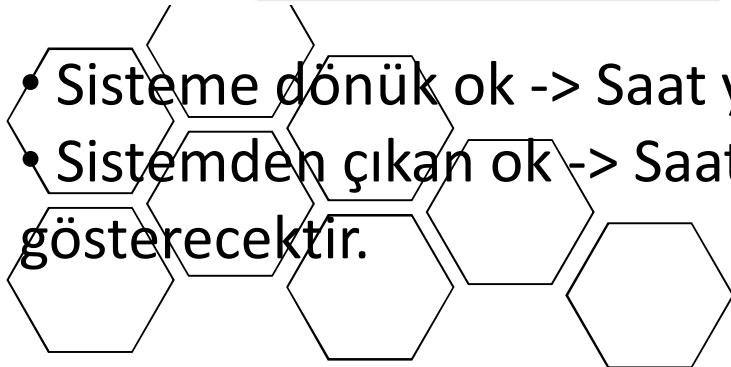
Gösterim ve İşaret Kuralları

- Planet mekanizmalarının incelenmesinde her büyüklüğü işaretli olarak ifade etmek çok büyük kolaylıklar sağlar ve hata yapma ihtimalini en aza indirir. Bu nedenle ilk etapta bir işaret kabulü yapılacaktır.

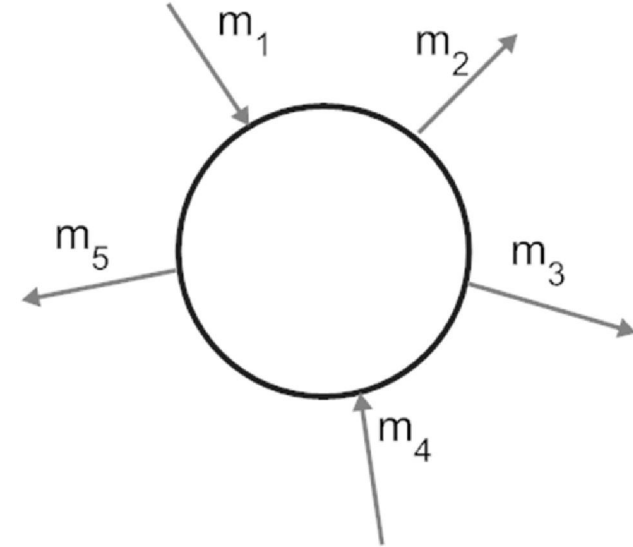
Adi dişli mekanizması

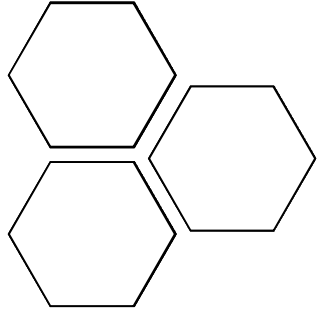


- Sisteme dönük ok -> Saat yönü
- Sistemden çıkan ok -> Saatin tersi yönü gösterecektir.



Planet mekanizması

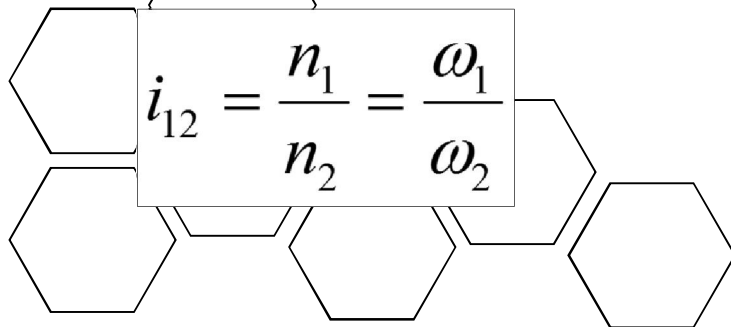




Adi dişli mekanizması

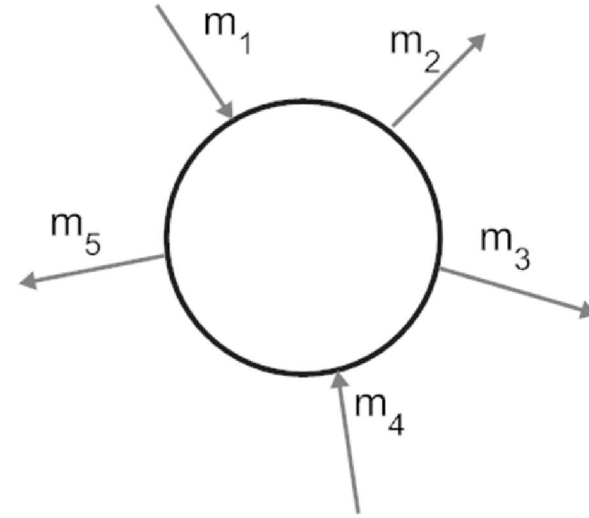


Çevrim oranı i ile hızlar ise n ile gösterilir. Hızların yönünün ifade edilmesi hesapları değiştirmez.



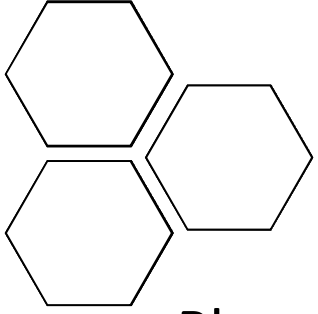
Gösterim ve İşaret Kuralları

Planet mekanizması



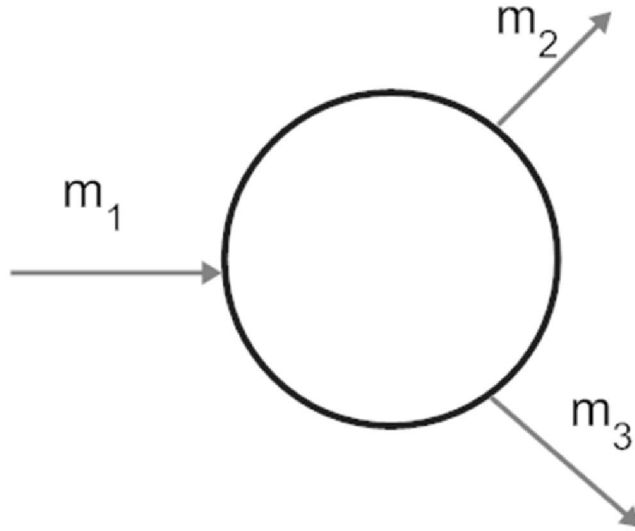
Çevrim oranı k ile hızlar ise m ile gösterilir. Hızların yönünün ifade edilmesi çok önemlidir.

$$k_{12} = -\frac{m_1}{m_2}; k_{54} = -\frac{m_5}{m_4}; k_{23} = \frac{m_2}{m_3}$$



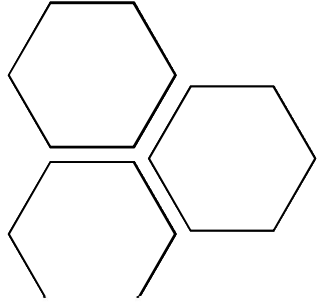
Gösterim ve İşaret Kuralları

Planet mekanizmaları genelde 3 milli (eksenli) olduğundan, aşağıdaki gösterim daha gerçekçidir.

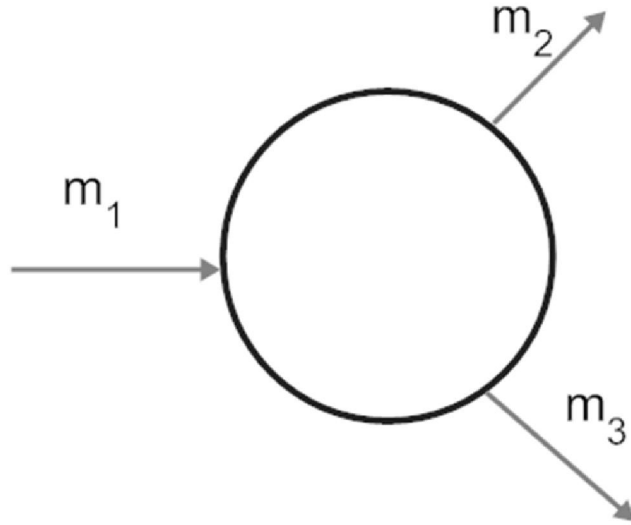


Dönme yönleri aynı ise çevrim oranı (+), ters yönlü ise (-) olmaktadır.

$$k_{12} = -\frac{m_1}{m_2}; k_{13} = -\frac{m_1}{m_3}; k_{23} = \frac{m_2}{m_3}$$



Gösterim ve İşaret Kuralları

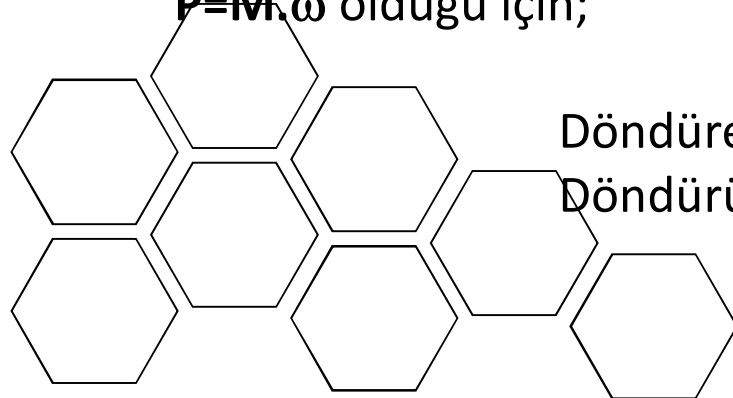


Momentler de işaretli olarak düşünülecektir.

Temel Kural:

Bir milde, dönme hızı ile momentin işareti aynı ise o mil döndüren, işareti ters ise o mil döndürülendir.

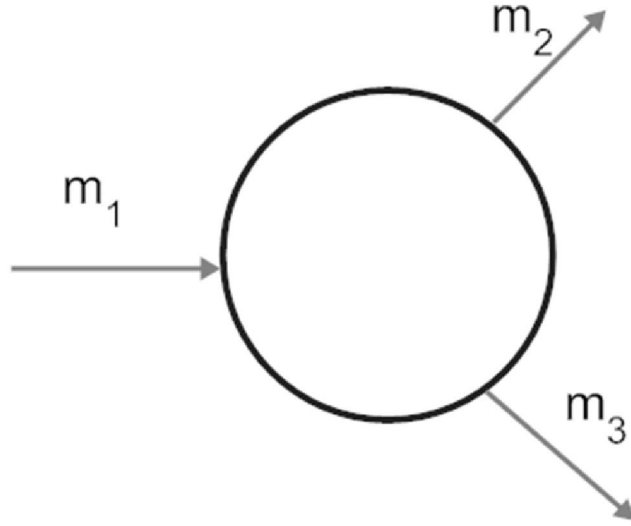
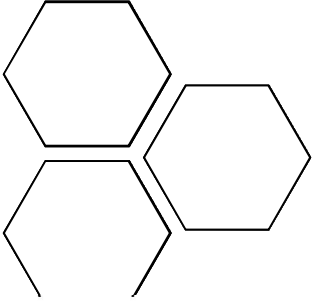
$P=M \cdot \omega$ olduğu için;



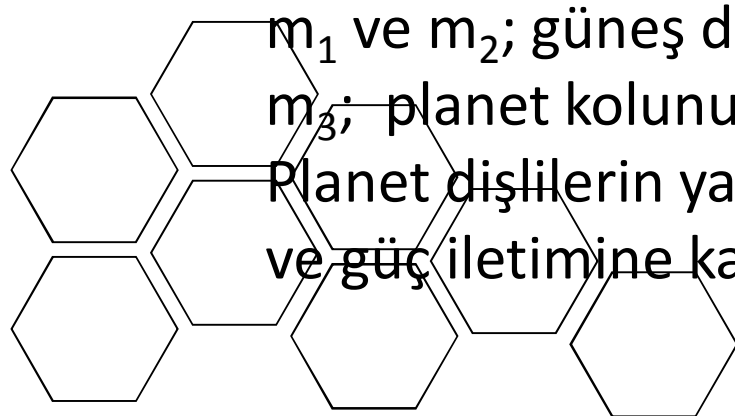
Döndüren milde P; (+) işaretli

Döndürülen milde P; (-) işaretlidir.

Gösterim ve İşaret Kuralları



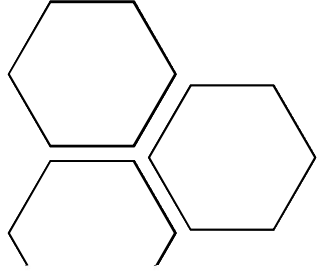
Millerin numaralandırmasında kesin bir kural olmamakla birlikte, burada 1 ve 2 rakamları güneş dişlileri, 3 rakamı ise her zaman planet kolunu (taşıyıcısını) temsil edecektir.



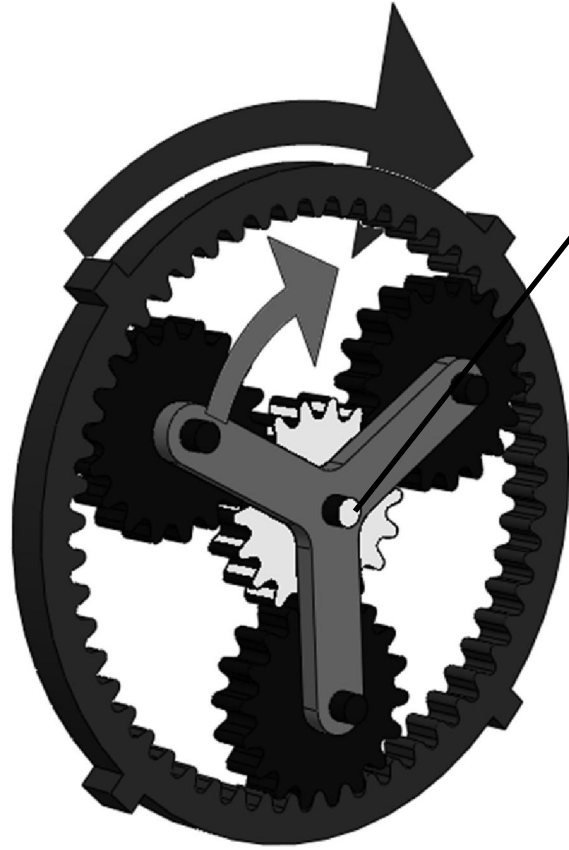
m_1 ve m_2 ; güneş dişlilerin dönme hızları

m_3 ; planet kolunun dönme hızı

Planet dişlilerin yataklandığı elemanlar ise birer akstır ve güç iletimine katılmazlar.



Gösterim ve İşaret Kuralları

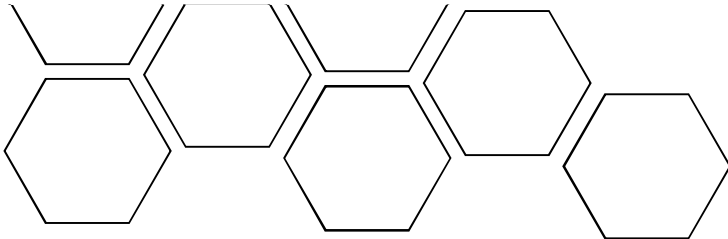


Asal eksen

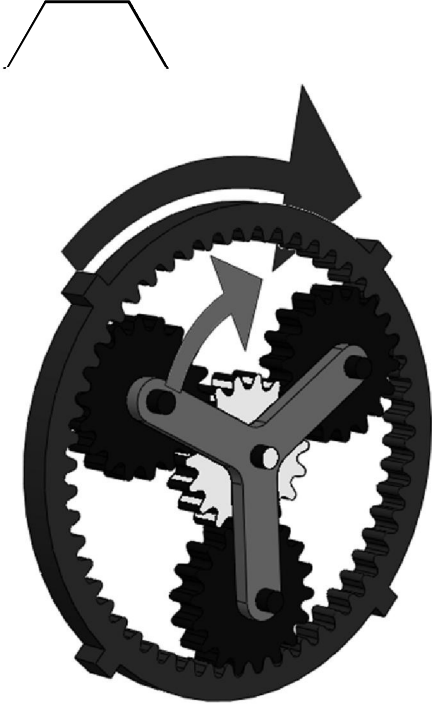
Bir planet mekanizmasında asal eksene göre tariflenen momentlerin toplamı sıfır olmak zorundadır.

$$M_1 + M_2 + M_3 = 0$$

- Momenti, diğer iki mildeki momentlerin toplamına eşit olan mile **toplayıcı mil**,
- Diğer iki mile ise **bölücü miller** denir.



Gösterim ve İşaret Kuralları

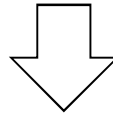


Üç milli bir mekanizmada, 3 dış gücün toplamı.

$$P_1 + P_2 + P_3 + P_v = 0$$

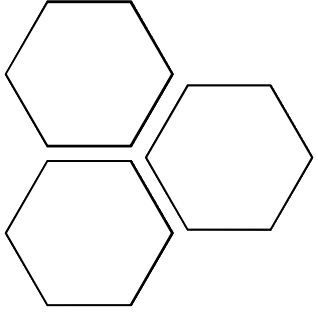
Burada P_v kayıp güçtür ve işareti her zaman (-) dir.

3 güçten ikisinin işareti aynı ise, üçüncünün işareti ters olmak zorundadır.

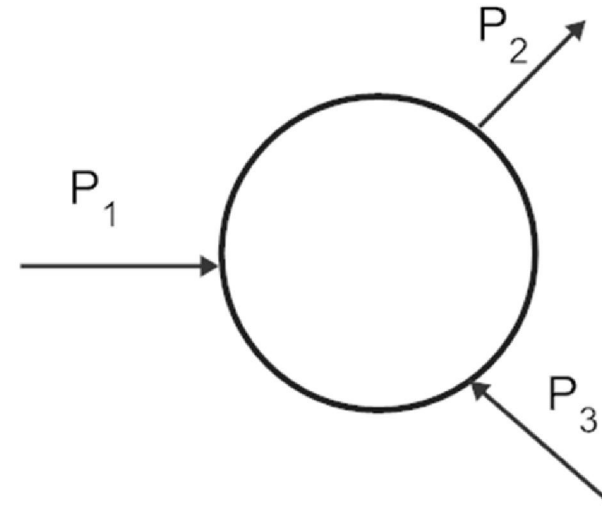
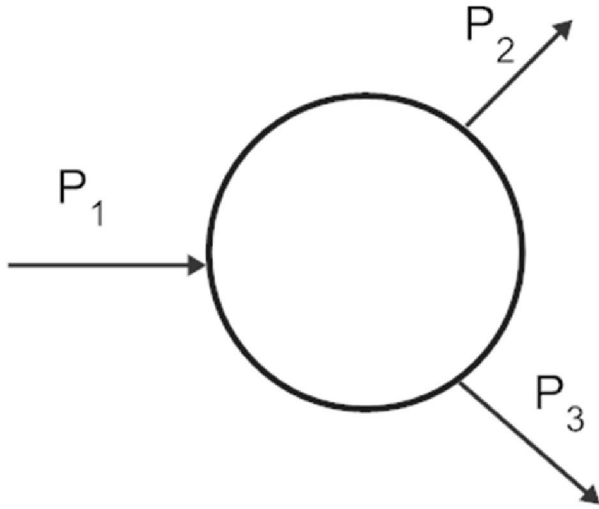


1) Eğer, herhangi 2 milin işareti (+), üçüncünün ki (-) ise bu mekanizmaya **toplayıcı (entegral) mekanizma**,

2) Eğer, herhangi 2 milin işareti (-), üçüncünün ki (+) ise bu mekanizmaya **bölücü (diferansiyel) mekanizma** denir.



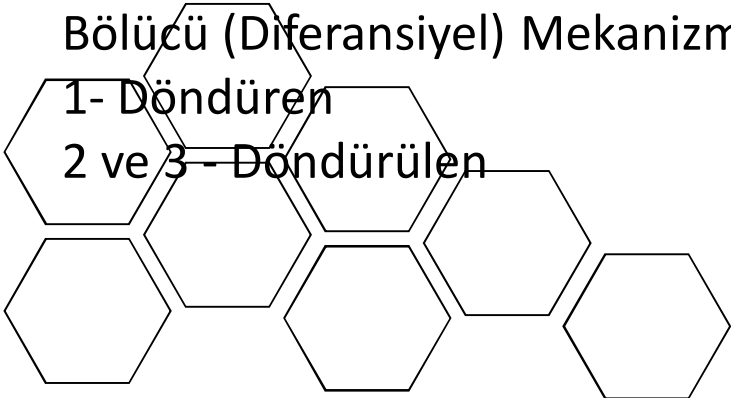
Bölücü ve Toplayıcı Mekanizmalar



Bölücü (Diferansiyel) Mekanizma

1- Döndüren

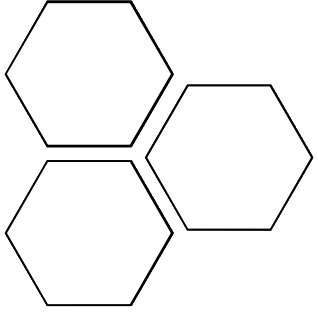
2 ve 3 - Döndürülen



Toplayıcı (Entegral) Mekanizma

1 ve 3 - Döndüren

2 - Döndürülen



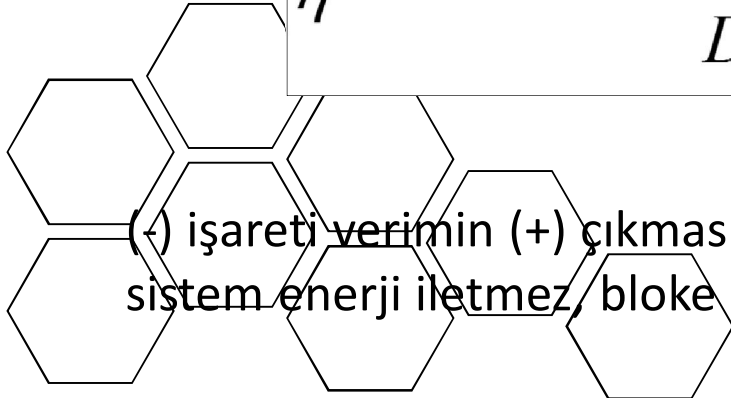
Verim

- Entegral Mekanizma Hali

$$\eta = - \frac{\text{Döndürülen mildeki güç}}{\text{Döndüren millerdeki güçler toplamı}}$$

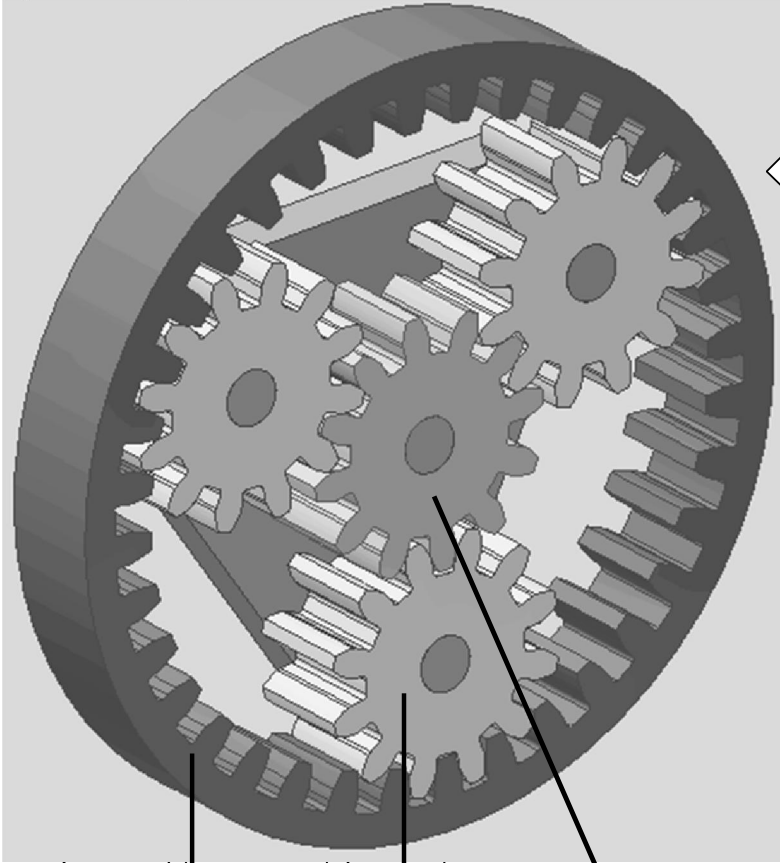
- Diferansiyel Mekanizma Hali

$$\eta = - \frac{\text{Döndürülen millerdeki güçler toplamı}}{\text{Döndüren mildeki güç}}$$



(-) işareti verimin (+) çıkması içindir. Eğer verim "0" veya "-" çıkarsa, sistem enerji iletmez, bloke olur.

Temel Çevrim Oranı [i_0]

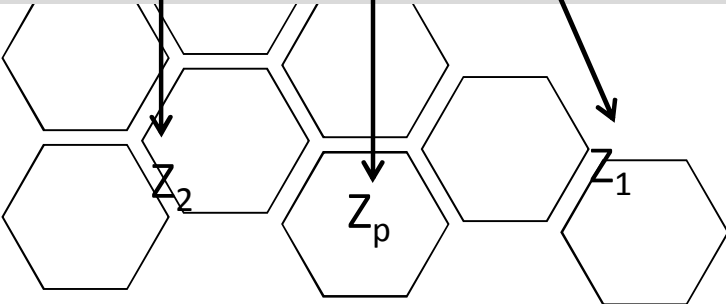
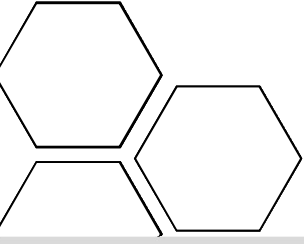


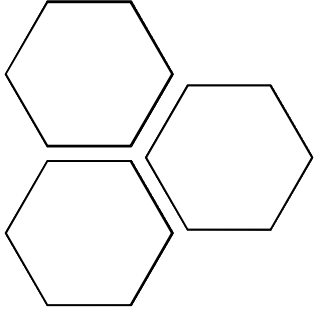
Planet mekanizmasında planet taşıyıcı mili tespit edilirse (tutulursa) sistemin planet hali ortadan kalkar.

Buna, mekanizmanın adi dişli hali denir. Bu haldeki çevrim oranı temel çevrim oranı olarak adlandırılır ve i_0 ile gösterilir.

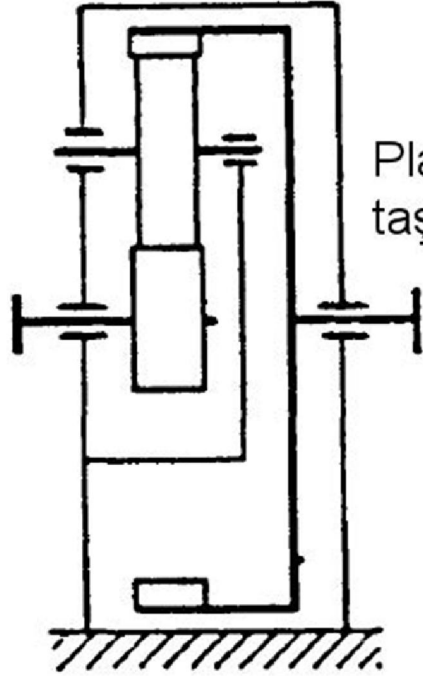
Şekildeki mekanizma için

$$i_0 = -\frac{z_2}{z_1}$$

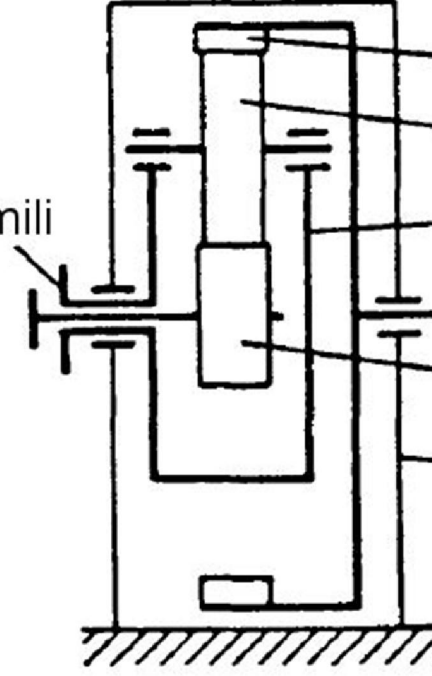




(-) Mekanizmaya dönüşüm



Planet taşıyıcı mili



Dış güneş dişli

Planet dişlisi

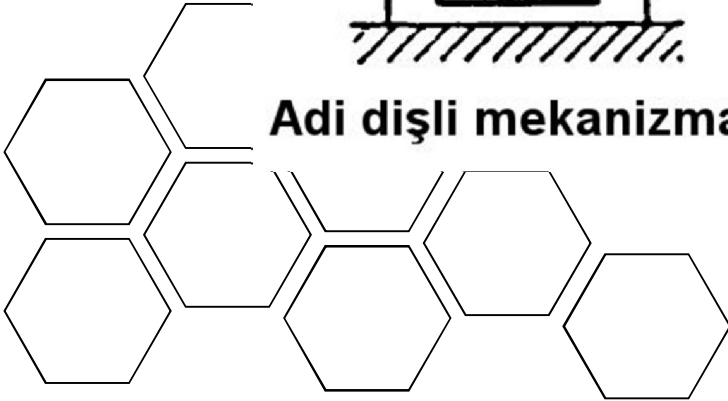
Planet taşıyıcı

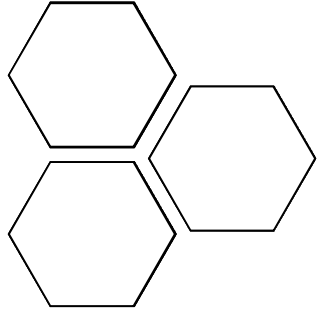
İç güneş dişli

Moment etkisi gelmeyen gövde

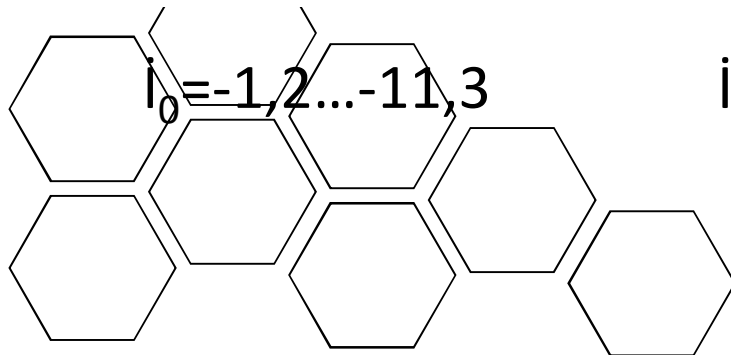
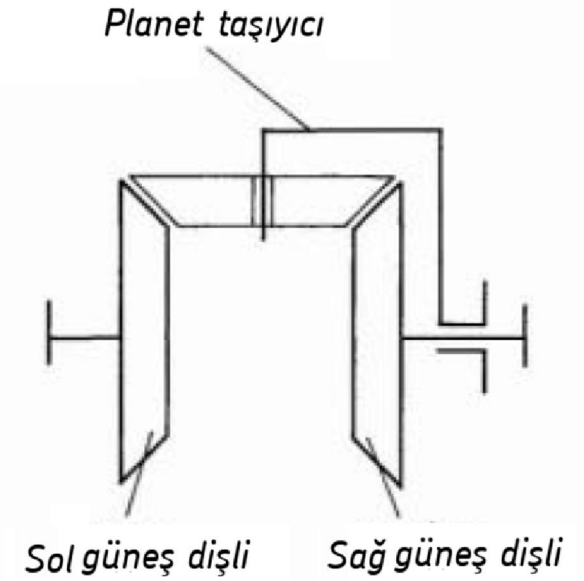
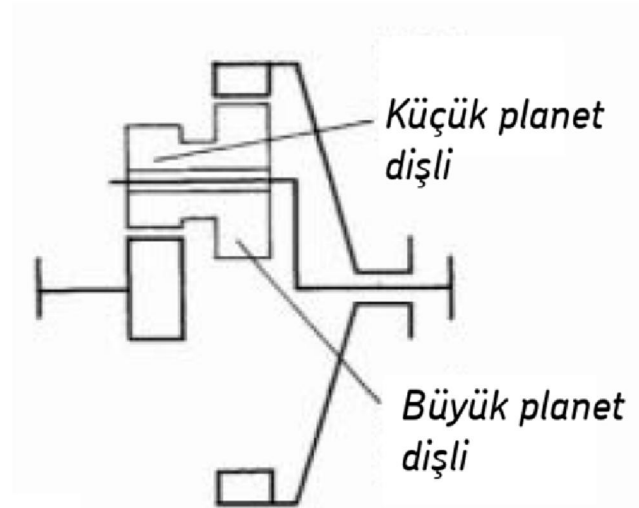
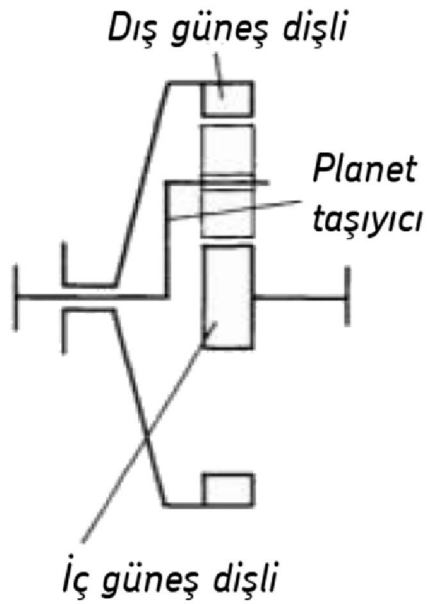
Adi dişli mekanizması

- Planet mekanizması



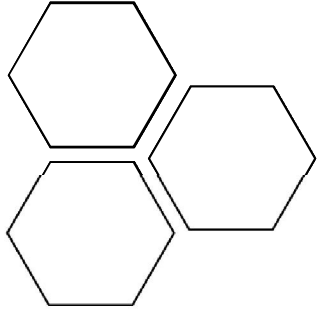


(-) Mekanizmalar [$i_0 < 0$]

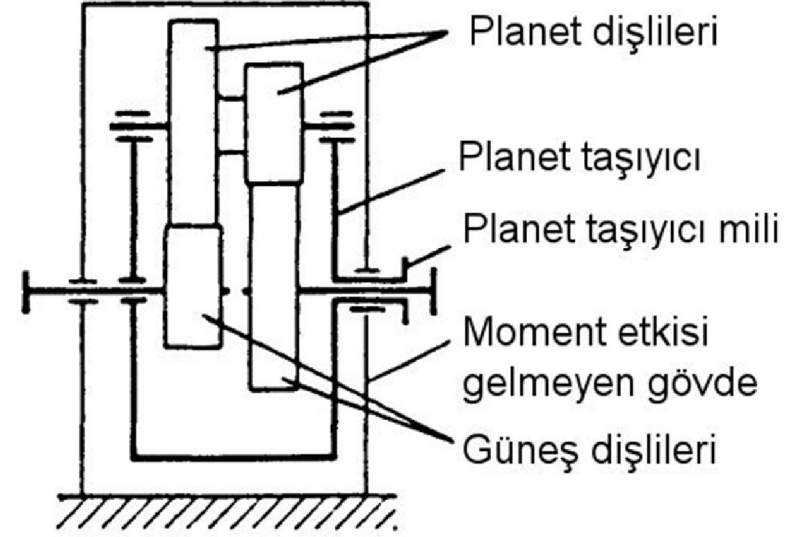
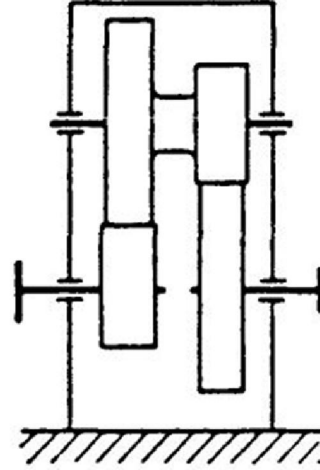


$$i_0 = -1, 2 \dots -11, 3$$

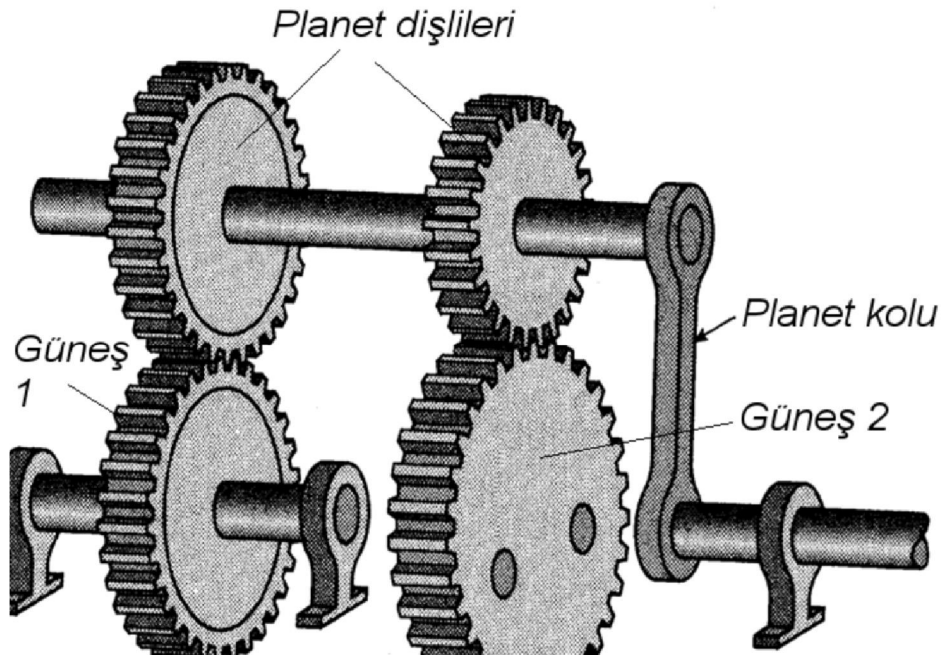
$$i_0 = -0, 22 \dots -11, 3$$

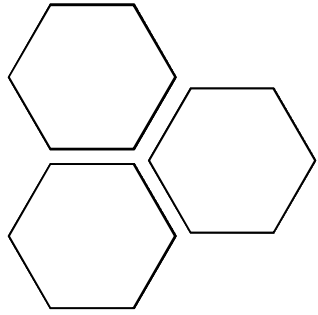


(+) Mekanizmaya dönüşüm

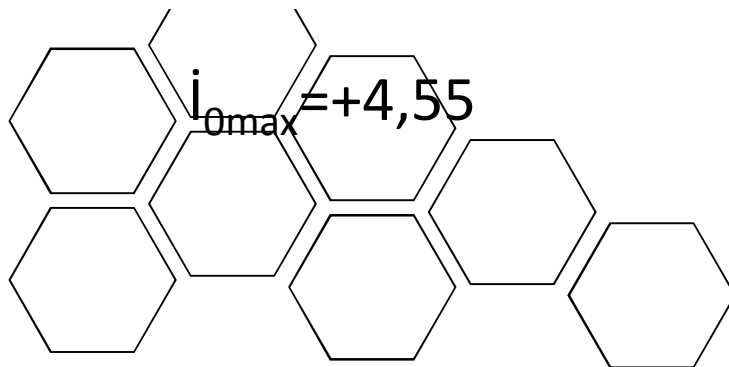
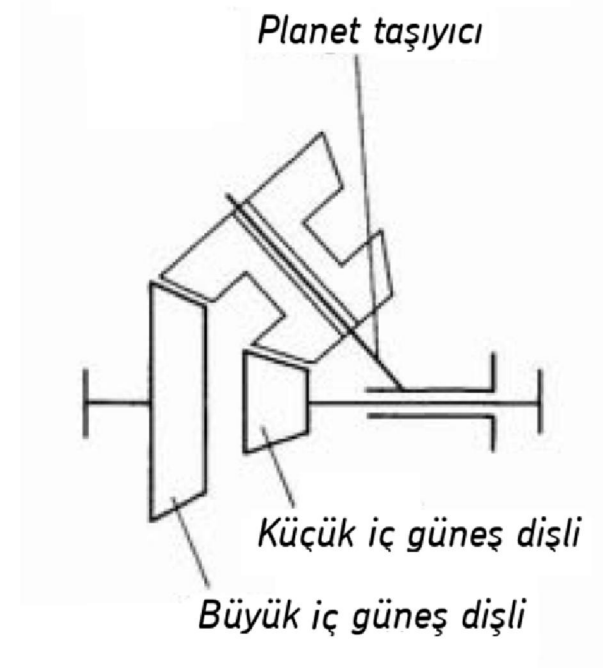
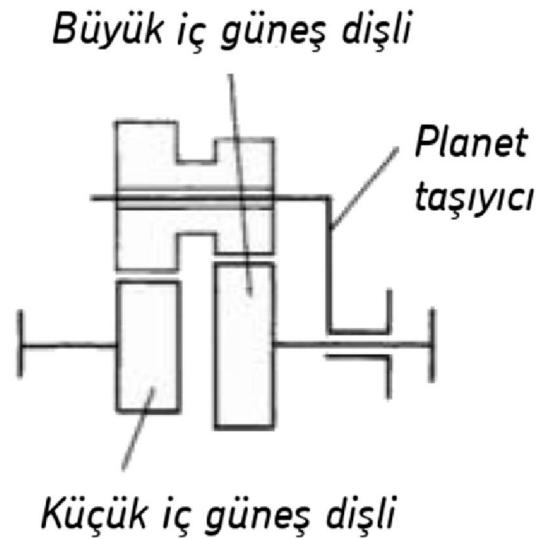
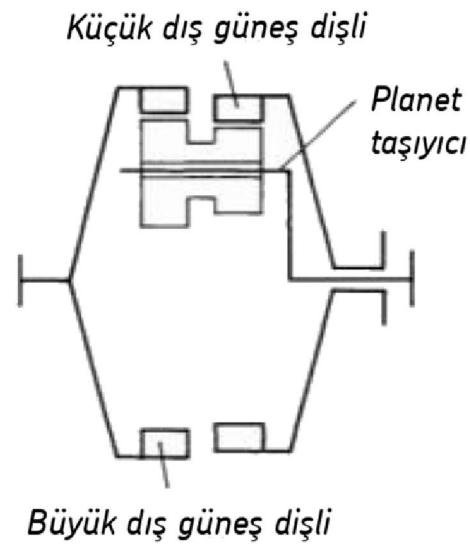


+ Planet mekanizması

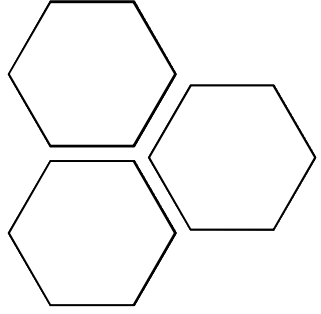




(+) Mekanizmalar [$i_0 > 0$]

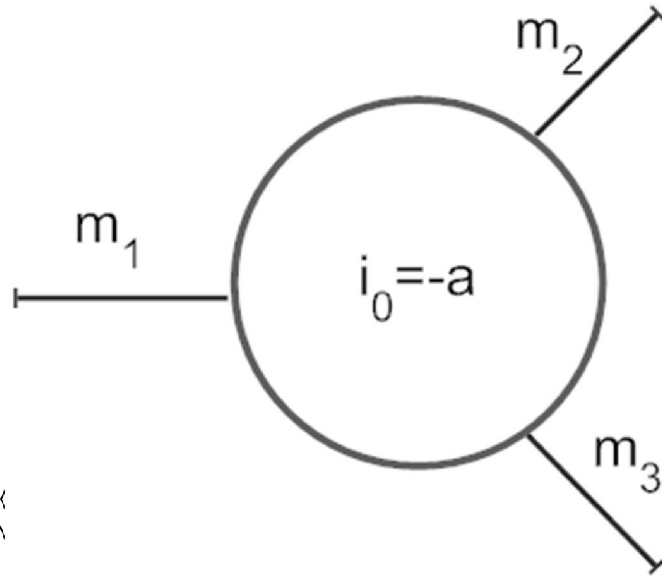


$i_{0max} = +13,2$



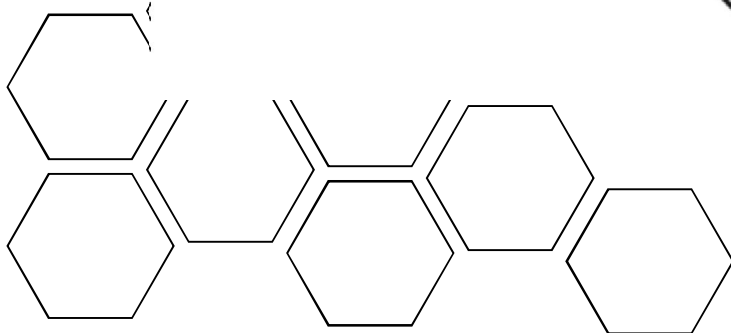
Gösterim ve İşaret Kuralları

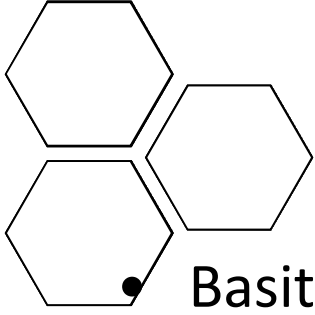
- Bu bilgiler ışığında basit bir planet mekanizmasının temel gösterimi aşağıdaki gibi olur.



m_1 ve m_2 ; güneş dişlilerin dönme hızları

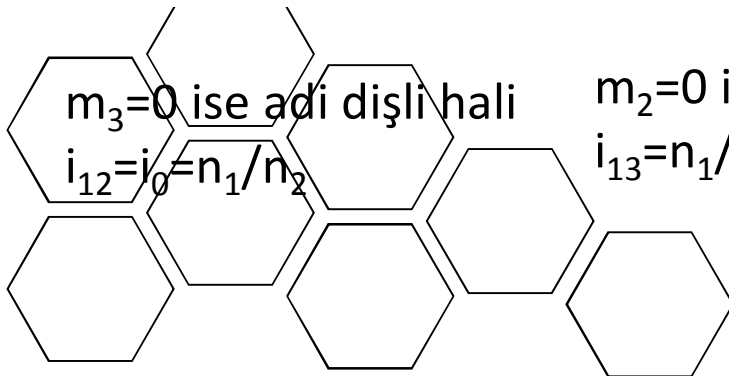
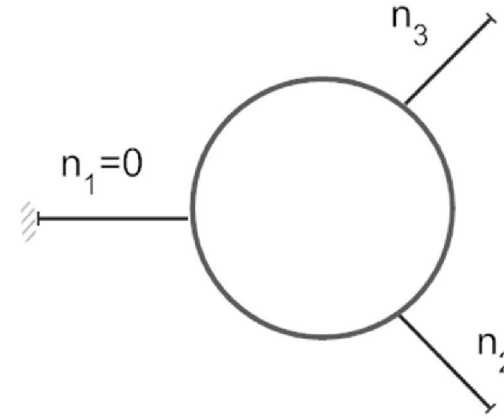
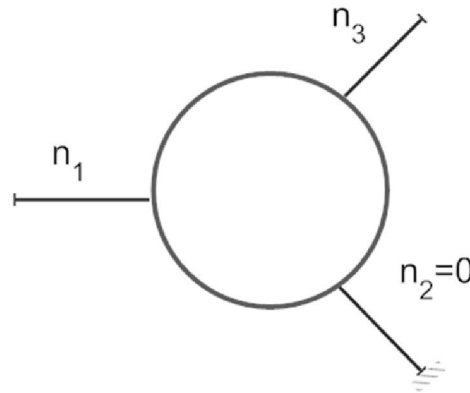
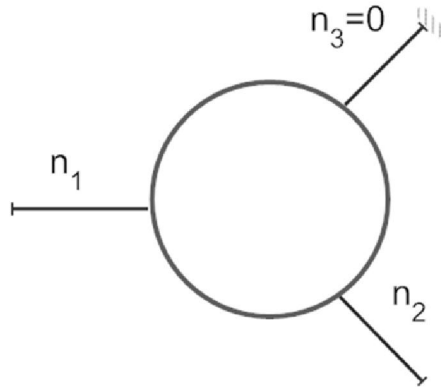
m_3 ; planet kolunun dönme hızı





Çalışma halleri

Basit planet mekanizmaları kinematik açıdan 2 serbestlik dereceli olduğu için, 2 veya 3 milli çalışma durumu söz konusudur. 2 milli çalışma halinde, millerden biri tutularak, serbestlik derecesi bire indirilir.



$m_3=0$ ise adi dişli hali

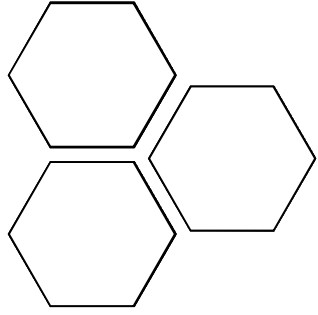
$$i_{12}=i_0=n_1/n_2$$

$m_2=0$ ise

$$i_{13}=n_1/n_3; i_{31}=n_3/n_1$$

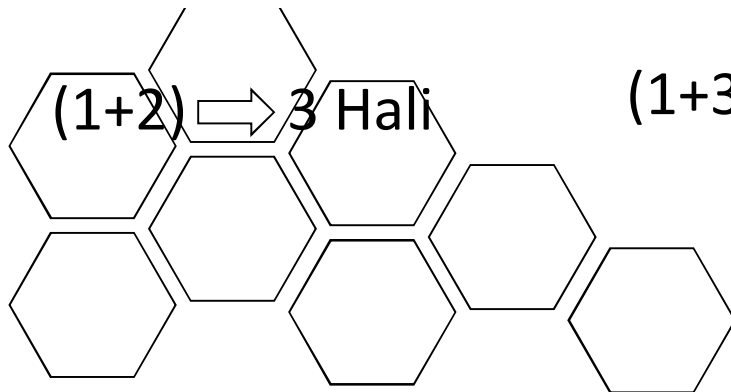
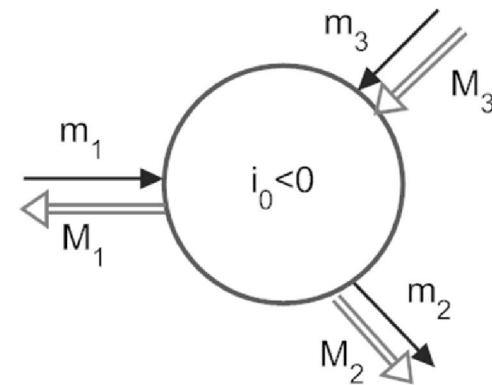
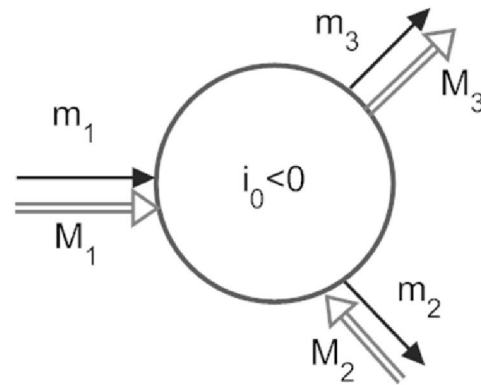
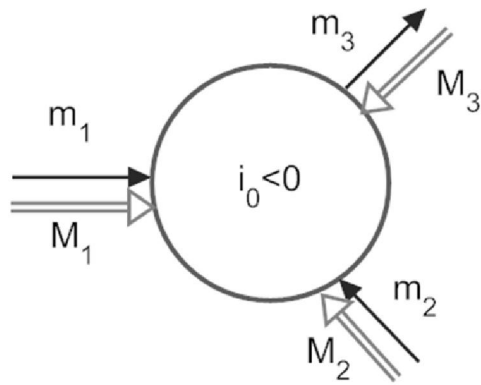
$m_1=0$ ise

$$i_{23}=n_2/n_3; i_{32}=n_3/n_2$$



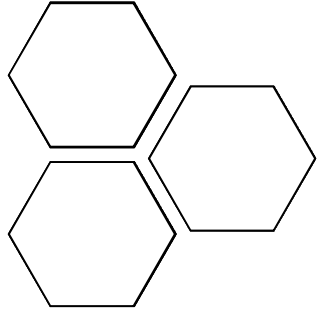
3 milli çalışma - Entegral

- 3 milli çalışma halleri, diferansiyel veya entegral mekanizma halinde iki farklı şekilde olabilir.



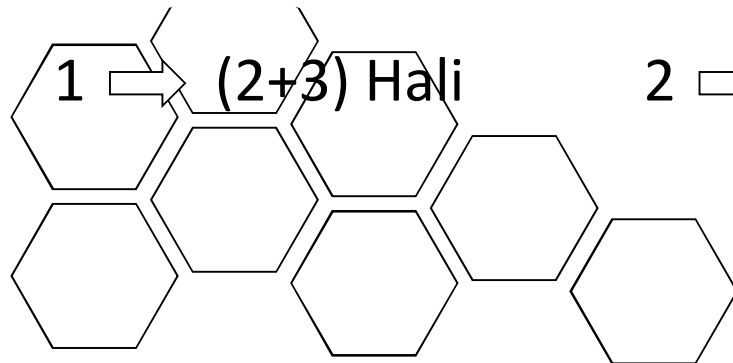
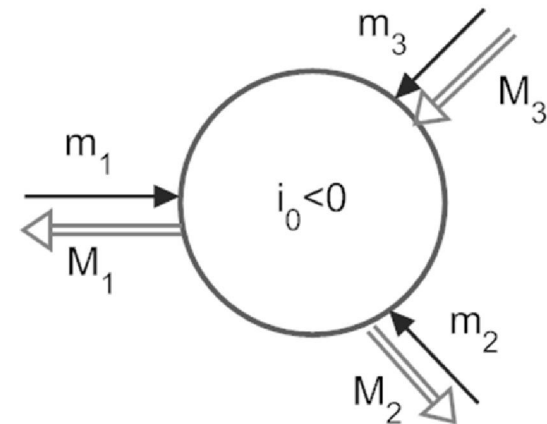
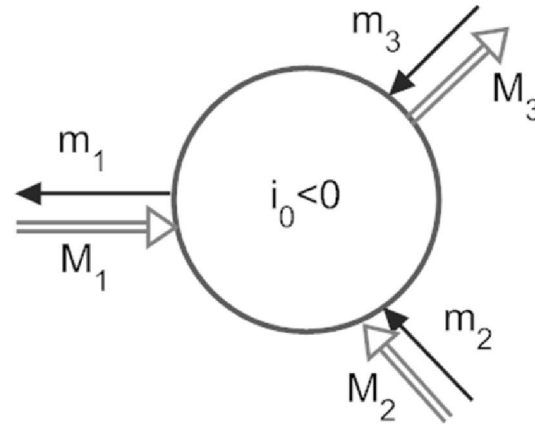
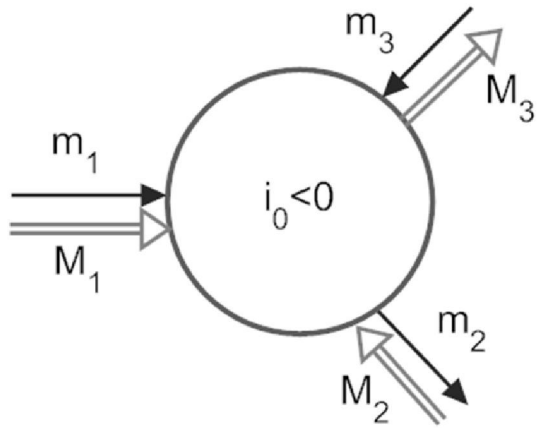
$(1+3) \Rightarrow 2$ Hali

$(2+3) \Rightarrow 1$ Hali



3 milli çalışma - Diferansiyel

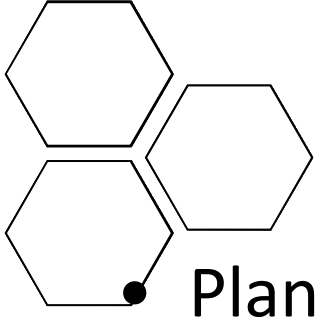
- 3 milli çalışma halleri, diferansiyel veya entegral mekanizma halinde iki farklı şekilde olabilir.



1 \Rightarrow (2+3) Hali

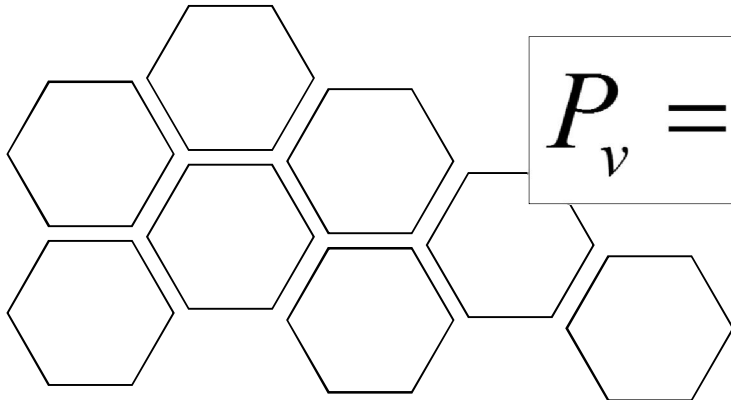
2 \Rightarrow (1+3) Hali

3 \Rightarrow (1+2) Hali



Mekanizmanın Temel Verimi

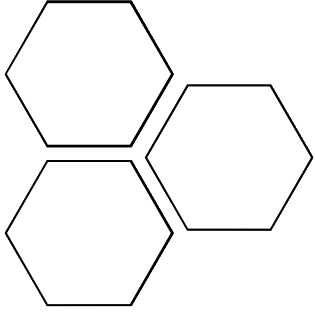
- Planet mekanizmalarında hız-moment dönüşümü hesabı yapabilmek için gerekli olan iki büyüklük temel çevrim oranı (i_0) ve temel verim (η_0) dir.
- Temel verim olarak, planet kolunun tutulduğu, yani mekanizmanın adi dişli olarak çalıştığı haldeki verim alınacaktır.
- Mekanizmadaki kayıpları en genel halde ikiye ayırmak mümkündür. Bunlar;



$$P_v = P_{vz} + P_{vb}$$

Yüke bağlı, dişli
sürtünmesi kayıpları

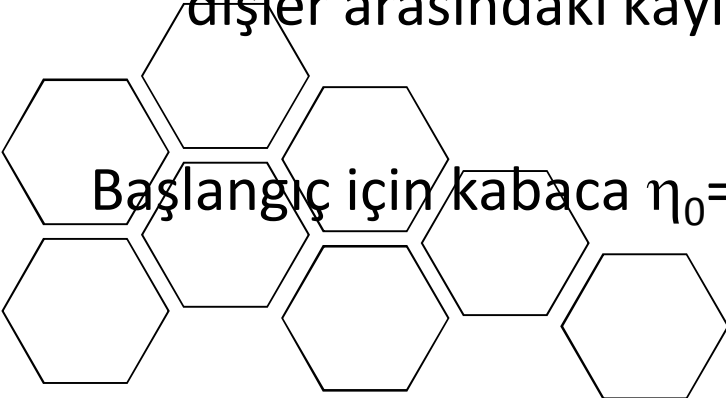
Yükten bağımsız, boşta
dönme kayıpları



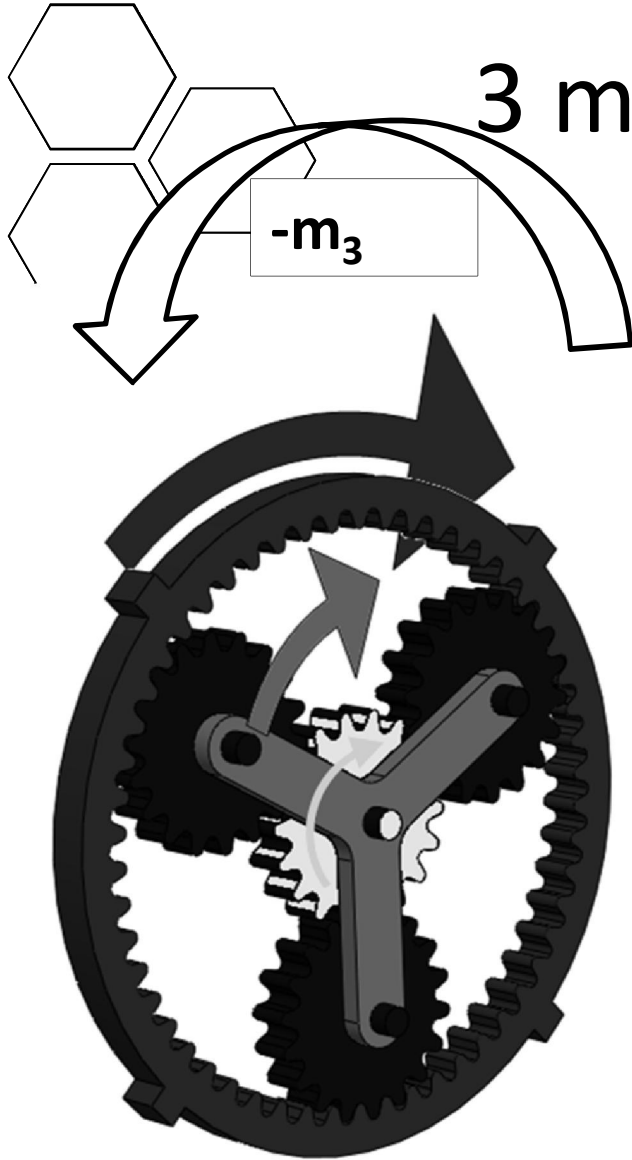
Mekanizmanın Temel Verimi

- Bu çok parametrelili hesaplamalarla, hassas bir verim hesabı mümkün değildir. Bu nedenle temel verim tarifinde aşağıdaki kabuller yapılır;
 1. Temel verim (η_0) olarak mekanizmanın en büyük yük ve en düşük hız seviyesindeki verimi alınır.
 2. İmal edilmiş mekanizmada en düşük hız olarak, yuvarlanma dairesinde 10 m/sn alınmıştır.
 3. Temel verimin teorik bir ön hesaplaması için sadece eş çalışan dişler arasındaki kayıplar (P_{vz}) göz önüne alınmıştır.

Başlangıç için kabaca $\eta_0 = 0,98 \dots 0,99$ aralığında alınabilir.



3 milli çalışma halinde hızlar



- Bütün miller saat ibreleri yönünde (+ yön) dönsün. Dönme hızları

m_1

m_2

m_3

Sanal olarak tüm sisteme $-m_3$ kadar dönme verilsin.

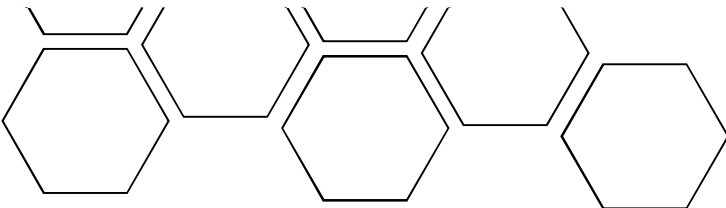
$m_1 - m_3$

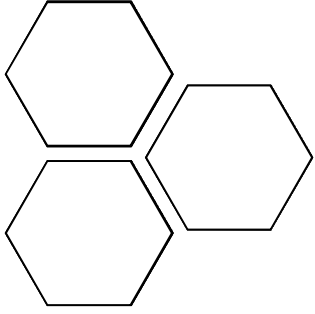
$m_2 - m_3$

$m_3 - m_3$

Bu durumda sistem bir adi dişli mekanizmasına dönüşür ve bu haldeki çevrim oranı, temel çevrim oranıdır;

$$i_0 = \frac{m_1 - m_3}{m_2 - m_3}$$





3 milli çalışma halinde hızlar

- 3 milli çalışma halinde çevrim oranı için genel denklem;

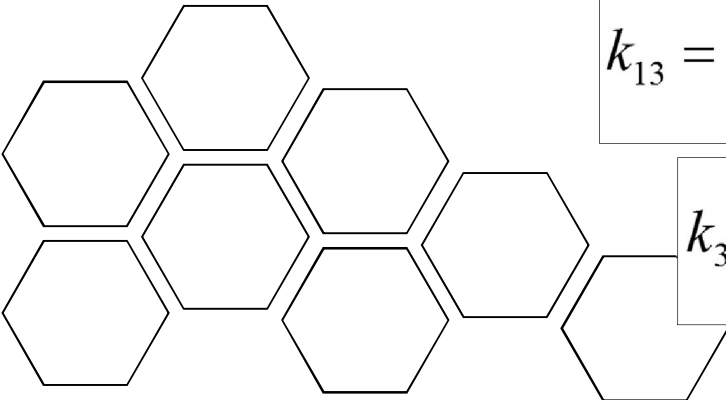
$$m_1 - i_0 \cdot m_2 - (1 - i_0) \cdot m_3 = 0$$

Denklem çıkarılırken m_1 , m_2 , m_3 ve i_0 in pozitif kabul edildiği unutulmamalıdır.
Denklem değişik şekillerde düzenlenirse;

$$k_{12} = \frac{m_1}{m_2} = i_0 + (1 - i_0) \cdot k_{32}$$

$$k_{13} = \frac{m_1}{m_3} = (1 - i_0) + i_0 \cdot k_{23}$$

$$k_{32} = \frac{m_3}{m_2} = \frac{i_0 - k_{12}}{i_0 - 1}$$



Mekanizmanın kavrama hali

$$k_{12} = \frac{m_1}{m_2} = i_0 + (1 - i_0) \cdot k_{32}$$

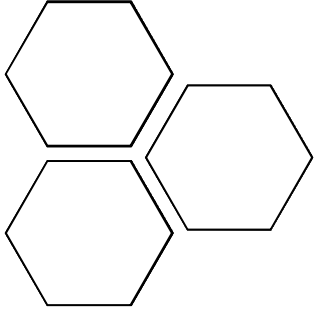
$$k_{13} = \frac{m_1}{m_3} = (1 - i_0) + i_0 \cdot k_{23}$$

$$k_{32} = \frac{m_3}{m_2} = \frac{i_0 - k_{12}}{i_0 - 1}$$

Yukarıdaki denklemlerden görüleceği gibi herhangi bir **k** değeri 1 olduğu takdirde, diğeri de 1 olmaktadır. Yani mekanizmada bütün hızlar eşitlenmekte ve sistem bir kavramaya dönüşmektedir. Buna 3 milli mekanizmanın **kavrama noktası** denir.

Sistem kavrama halinde çalışırken, çalkantı ve viskoz sürtünme gibi kayıplar ihmal edilirse, pratik olarak kayıpsız güç aktarılır.



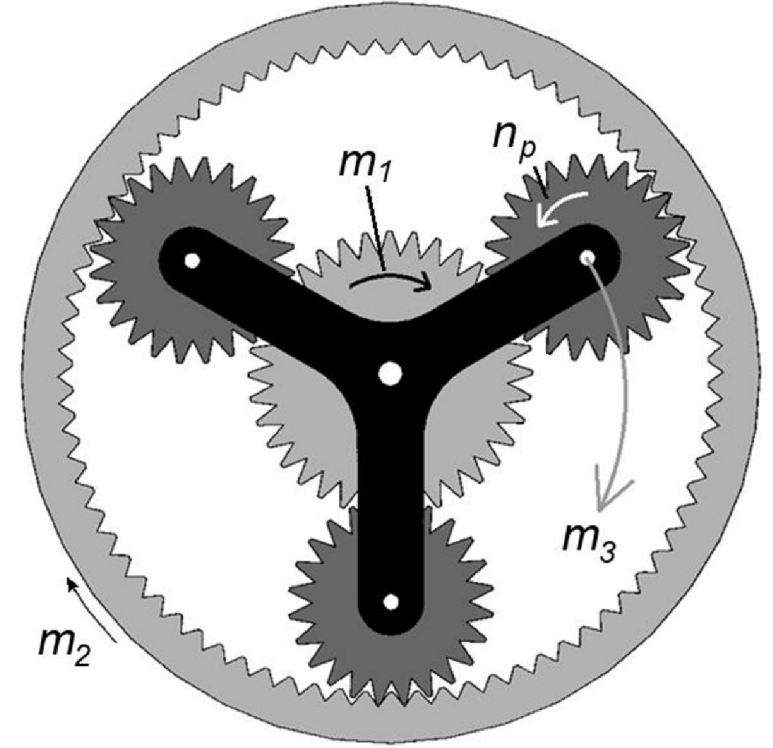


Planetlerin izafi hızları

- 1 veya 2 milinin 3 miline göre izafi hızları

$$m_1 - m_3, \quad m_2 - m_3$$

Bu durumda planet dişlisinin kendi eksenini etrafında dönme hızları aşağıdaki şekilde yazılabilir:

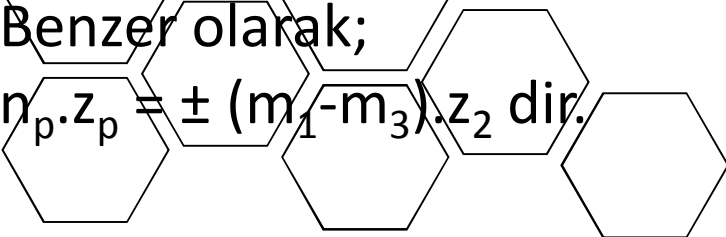


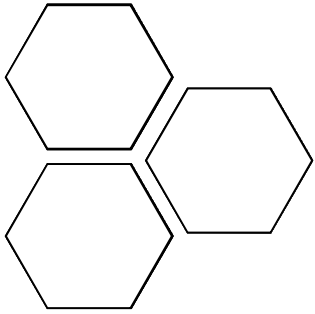
$$n_p \cdot z_p = (m_1 - m_3) \cdot z_1 \quad (\text{Biri iç, diğeri dış dişli olan hal})$$

$$n_p \cdot z_p = - (m_1 - m_3) \cdot z_1 \quad (\text{Her ikisi de dış dişli olan hal})$$

Benzer olarak;

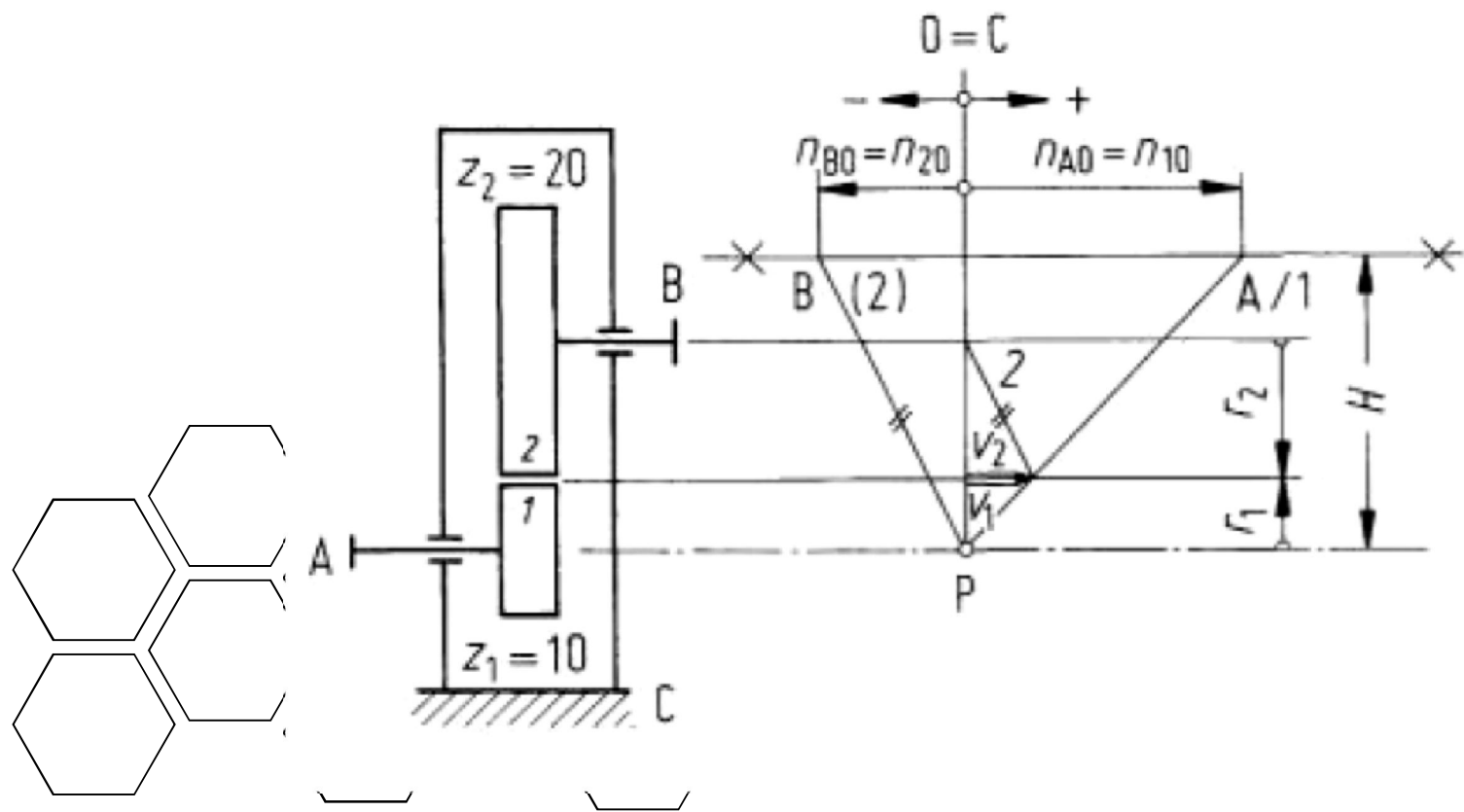
$$n_p \cdot z_p = \pm (m_1 - m_3) \cdot z_2 \quad \text{dir.}$$

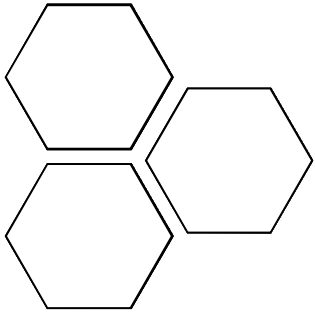




Mekanizmalarda hız planı

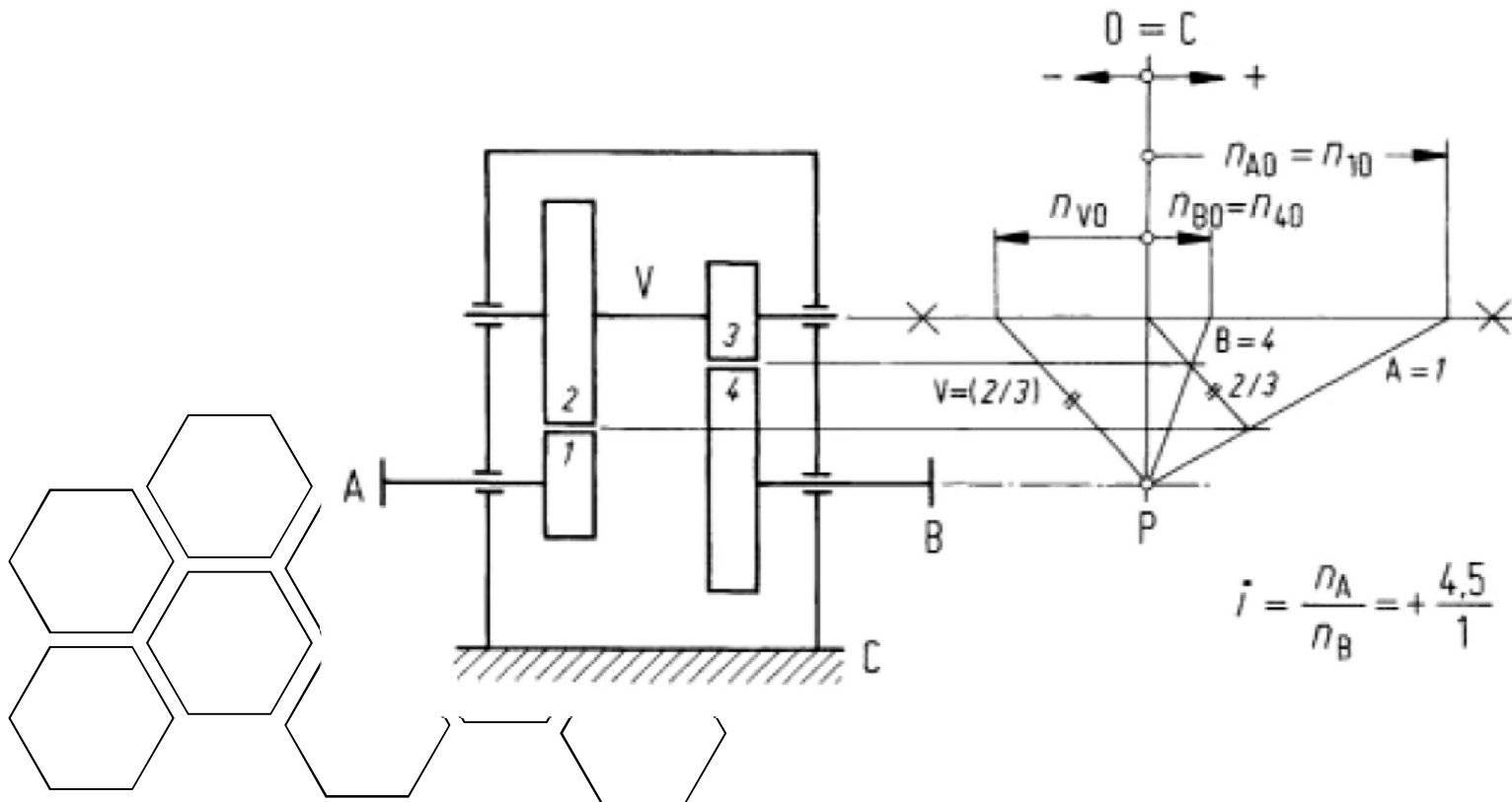
- Örnek: Tek kademeli adi dişli mekanizma ($z_1=10$, $z_2=20$), $i=-(z_2/z_1)=-(n_A/n_B=-2)$

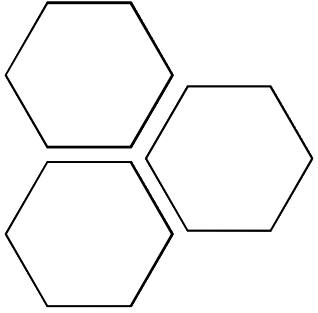




Mekanizmalarda hız planı - 2

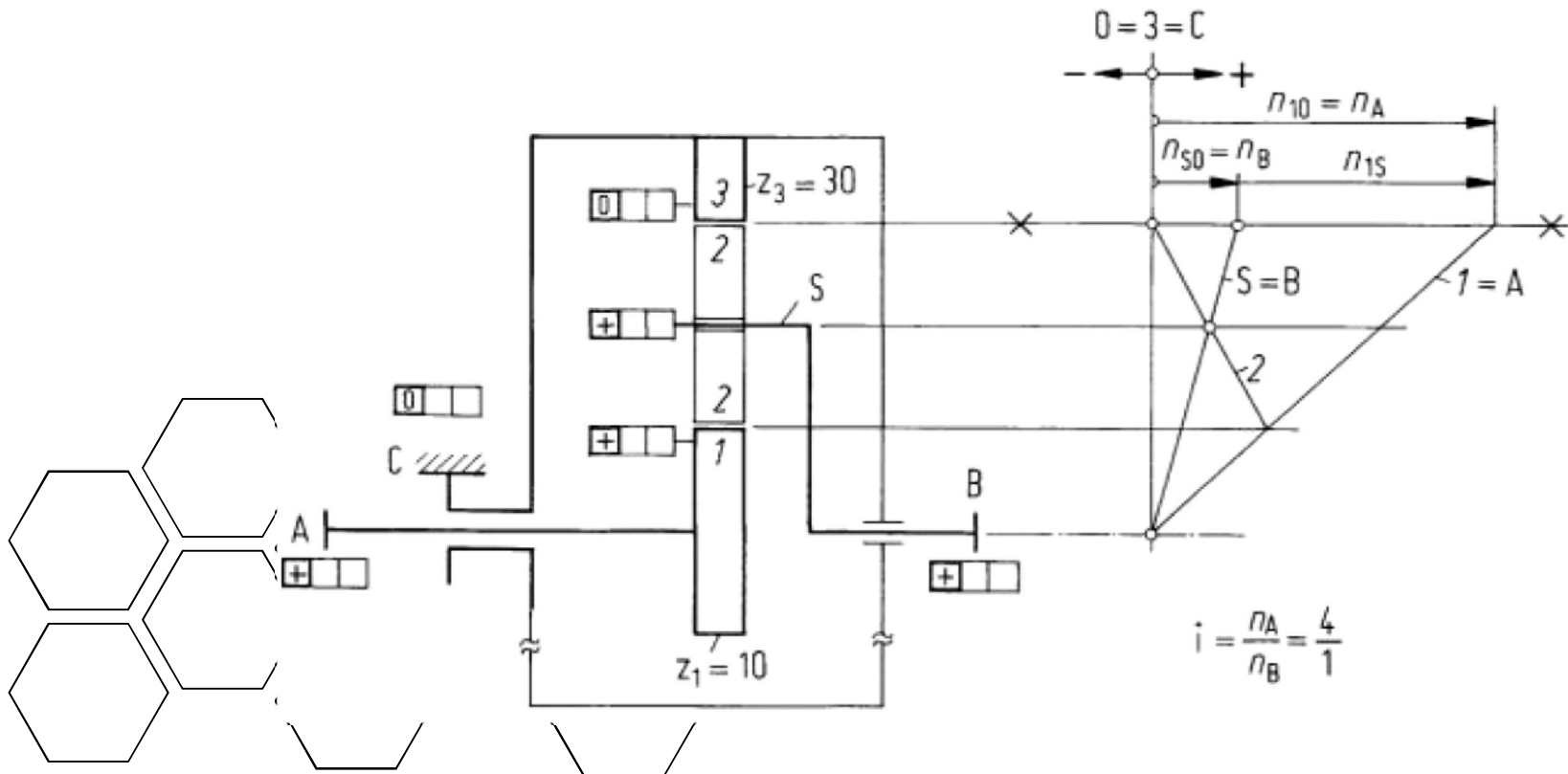
- Örnek: İki kademeli adi dişli mekanizma,
 $i = +(n_A/n_B = +4,5)$



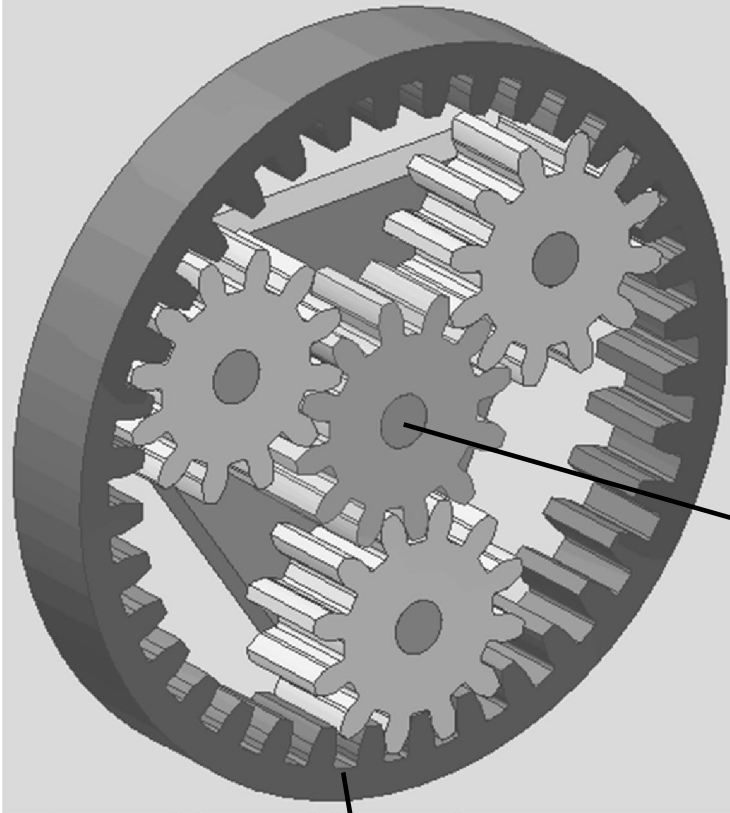
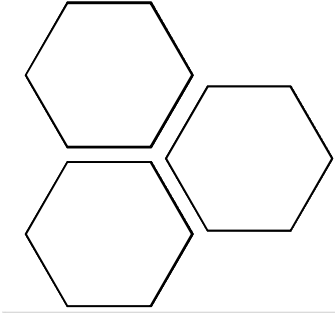


Mekanizmalarda hız planı - 3

- Örnek: Dış güneş dişlisi sabit sisteme bağlı, (-) planet mekanizma $i = +(n_A/n_B = +4)$



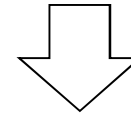
Basit Planet Mekanizmasında Momentler



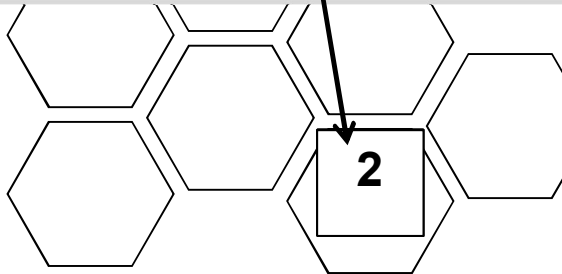
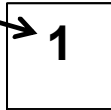
- Bir planet mekanizmasında temel çevrim oranı (i_0) ve temel verin (η_0) biliniyorsa, adi dişli hali için;

$$\eta_0 \cdot M_1 \cdot n_1 + M_2 \cdot n_2 = 0$$

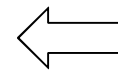
(Enerji akış yönü 1 den 2 ye)



$$\left(\frac{M_2}{M_1} \right)_{1-2} = -i_0 \cdot \eta_{0(1-2)}$$

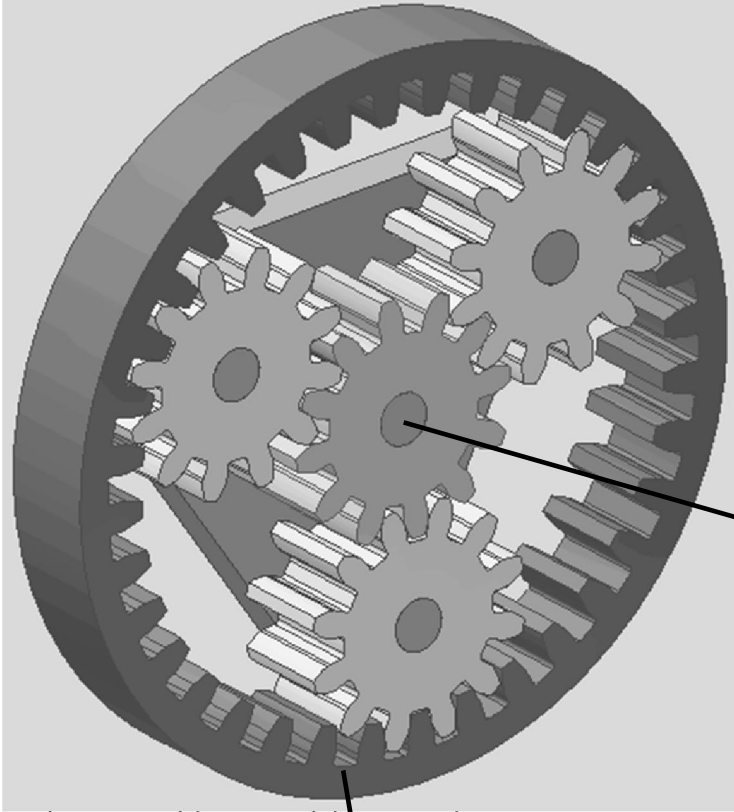
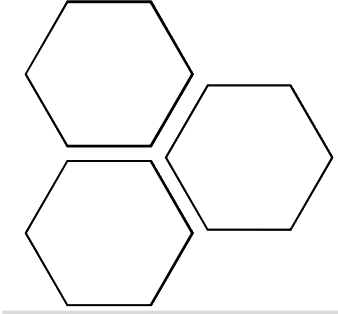


$$\left(\frac{M_2}{M_1} \right)_{2-1} = -i_0 \cdot \eta_{0(1-2)}^{-1}$$



Enerji akış yönü
2 den 1 e ise

Basit Planet Mekanizmasında Momentler



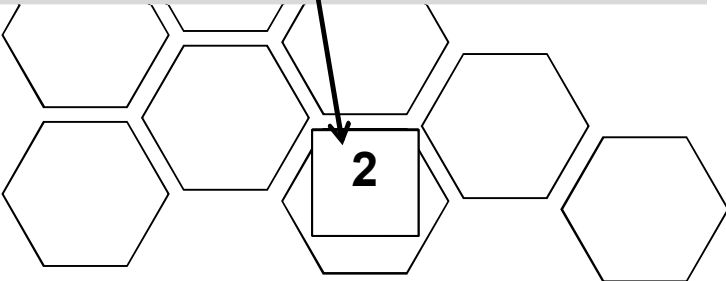
- Adi dişli mekanizmaları için;

$$\eta_{0(1-2)} \approx \eta_{0(2-1)}$$

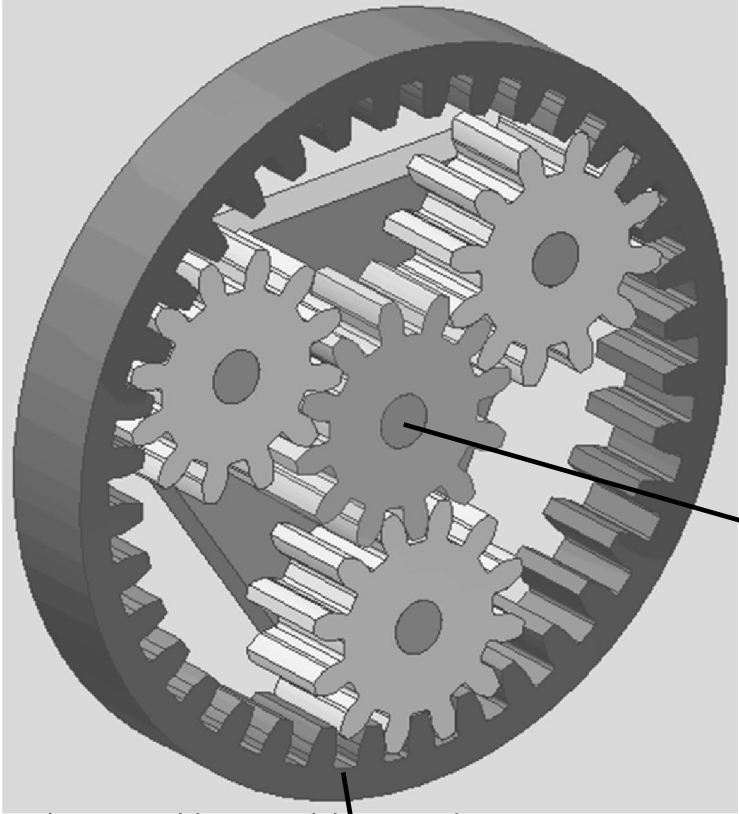
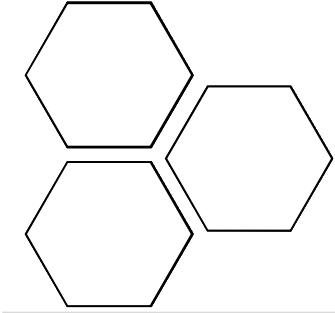
Adi dişli halinde sisteme giren dış güç, sistem içinde dişlilerin birbiri üzerinde yuvarlanması ile tekrar dış sisteme aktarılmaktadır.

Mekanizmaya giren dış güç P_1 veya P_2 ile gösterilirse, bu durumda

1 den 2 ye enerji akışı için $P_1 = P_{w1}$
2 den 1 e enerji akışı için $P_2 = P_{w2}$



Basit Planet Mekanizmasında Momentler



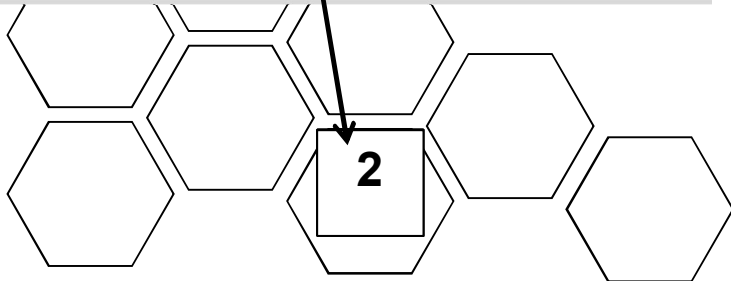
- Moment denklemi yeniden düzenlenirse;

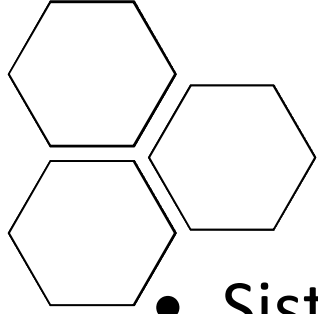
$$\left(\frac{M_2}{M_1} \right) = -i_0 \cdot \eta_0^w$$

1

1 den 2 ye enerji akışı için $w=+1$
2 den 1 e enerji akışı için $w=-1$

$$\eta_0 \approx \eta_{0(1-2)} \approx \eta_{0(2-1)}$$



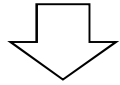


Basit Planet Mekanizmasında Momentler

- Sistemin tümüne $-m_3$ kadar bir dönme vermek momentlerde bir değişime neden olmaz; Yani

$$M_1 + M_2 + M_3 = 0$$

Önceki denklemlerle birlikte düzenleme yapılırsa



$$\left(\frac{M_2}{M_1} \right) = -i_0 \cdot \eta_0^w$$

$$\left(\frac{M_3}{M_1} \right) = i_0 \cdot \eta_0^w - 1$$

$$\left(\frac{M_3}{M_2} \right) = \frac{1}{i_0 \cdot \eta_0^w} - 1$$

Moment oranları sadece i_0 ve η_0 a bağlıdır. Verim yaklaşık 1 kabul edilirse; *“Bir planet mekanizmasının milleri arasındaki moment oranlarının, sürtünmenin ihmal edilmesi halinde sadece i_0 bağlı, hızlardan bağımsız olduğu”* söylenebilir.

$$\left(\frac{M_2}{M_1} \right) = -i_0 \cdot \eta_0^w$$

$$\left(\frac{M_3}{M_1} \right) = i_0 \cdot \eta_0^w - 1$$

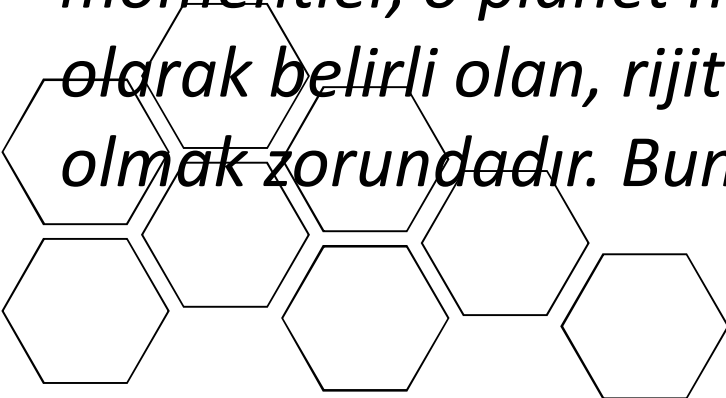
$$\left(\frac{M_3}{M_2} \right) = \frac{1}{i_0 \cdot \eta_0^w} - 1$$

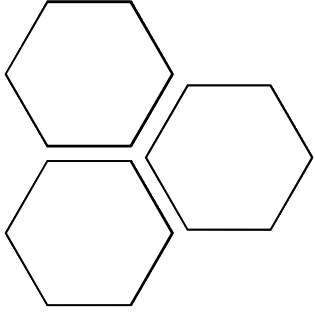
Basit Planet Mekanizmasında Momentler

- 3 milli bir mekanizmada millerden birinin momenti sıfır olursa, diğer momentler de sıfır olur.

TEMEL KURAL:

“Bir planet mekanizmasının üç miline etkiyen dış momentler, o planet mekanizması için i_0 ve η_0 a bağlı olarak belirli olan, rijitleşmiş bir moment sistemine uygun olmak zorundadır. Bunun aksi mümkün değildir”.





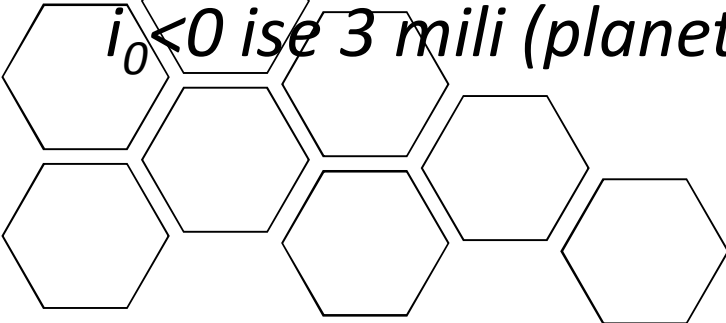
Toplayıcı milin tespiti

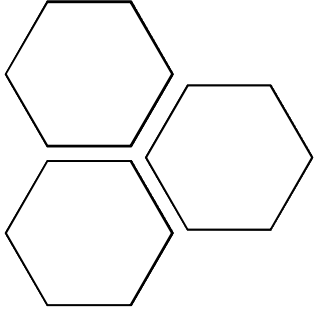
- 3 milli mekanizmada $\Sigma M=0$ denkleminin sonucu olarak, 3 momentten ikisinin yönü aynı, diğeri terstir.
- $i_0 < 0$ mekanizması için

$$\left(\frac{M_2}{M_1}\right) = -i_0 \cdot \eta_0^w, \left(\frac{M_2}{M_1}\right) = -(-i_0) \cdot \eta_0^w > 0$$

Bunun anlamı M_1 ile M_2 aynı işaretlidir, M_3 ise ters işaretlidir.

$i_0 < 0$ ise 3 mili (planet kolu) her zaman toplayıcı mildir.





Toplayıcı milin tespiti

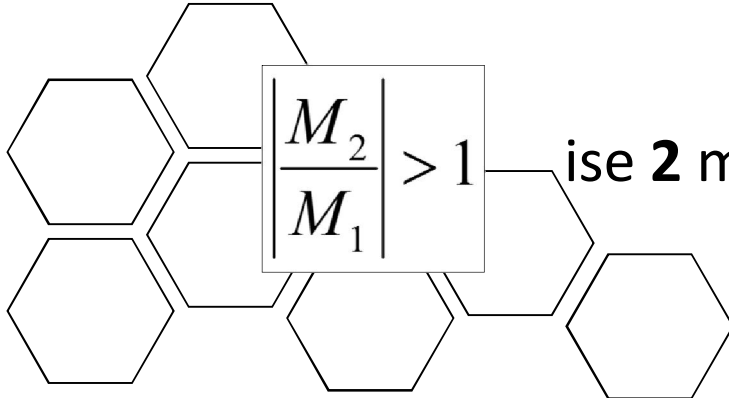
- $i_0 > 0$ mekanizması için

$$\left(\frac{M_2}{M_1}\right) = -i_0 \cdot \eta_0^w, \left(\frac{M_2}{M_1}\right) = -(+i_0) \cdot \eta_0^w < 0$$

Bu durumda iki seçenek mevcuttur.

$$\left|\frac{M_2}{M_1}\right| < 1$$

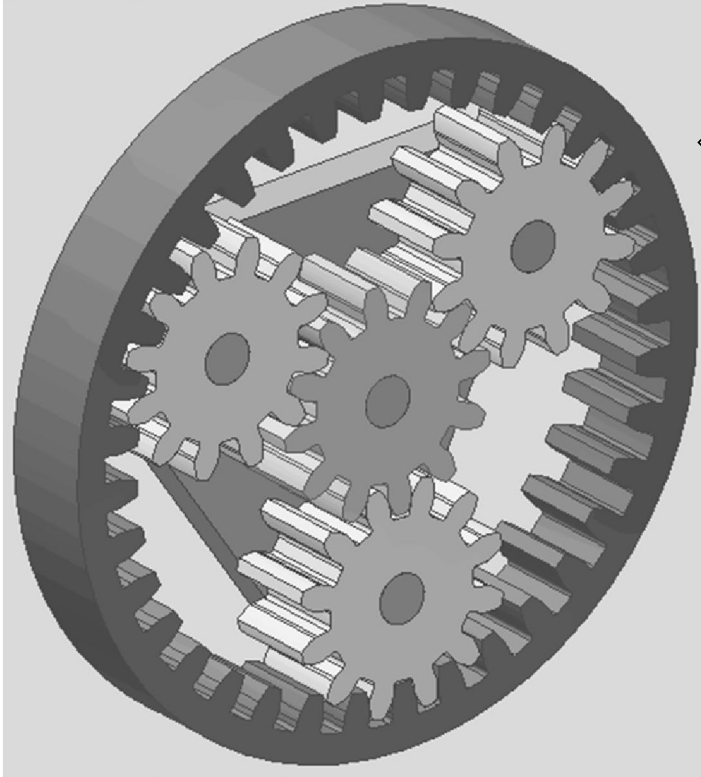
ise **1** mili toplayıcı



$$\left|\frac{M_2}{M_1}\right| > 1$$

ise **2** mili toplayıcıdır.

Planet Mekanizmasında Güç Akışı



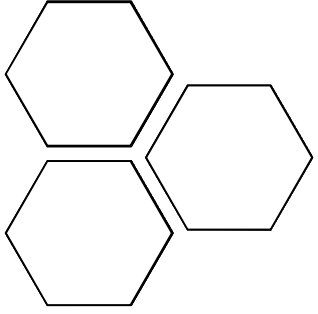
- Mekanizmada planet taşıyıcı tutulduğu durumda (adi dişli hali) bir planet hareketi yoktur. Bu durumda güç 1 ve 2 milleri arasında dişlilerin bir biri üzerinde yuvarlanması ile aktarılır. Bu durumda güçler

$$P_{w1} = M_1 \cdot (m_1 - m_3)$$

$$P_{w2} = M_2 \cdot (m_2 - m_3)$$

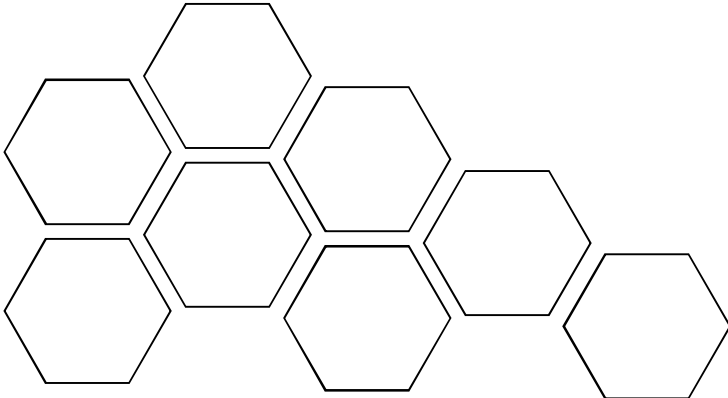
$$P_{w3} = 0$$

Bir planet mekanizmasında yuvarlanma gücü sadece 1 ve 2 milleri (güneş dişlilerin milleri) arasında akabilir. Güç akış yönü millerin hangisinin döndüren olduğuna göre değişir.



Planet Mekanizmasında Güç Akışı

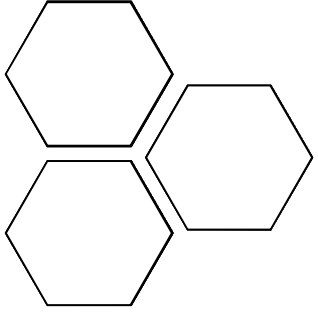
- Eğer bir planet mekanizmasında $m_1=m_2=m_3$ ise sistem bir kavramaya dönüşür ve dişliler arasında bir yuvarlanma kalmaz.
- Bu durumda yatak ve ventilasyon kayıpları ihmal edilirse sistem kayıpsız olarak çalışır. Bu şekilde iletilen güce «kavrama gücü» denir ve P_k ile gösterilir.



$$P_{k1} = M_1 \cdot m_3$$

$$P_{k2} = M_2 \cdot m_3$$

$$P_{k3} = M_3 \cdot m_3$$



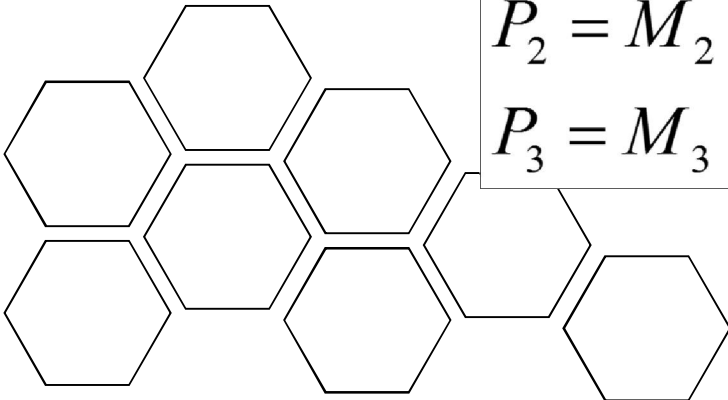
Planet Mekanizmasında Güç Akışı

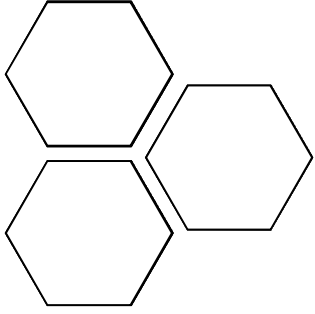
- Sistemin planet çalışması halinde $m_1 \neq m_3$ ve $m_2 \neq m_3$ ise sistem içinde akan gücün bir kısmı yuvarlanma, bir diğer kısmı da kavrama gücü olacaktır.
- Bu durumda millere ait güçler en genel halde aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$P_1 = M_1 \cdot (m_1 - m_3) + M_1 \cdot m_3$$

$$P_2 = M_2 \cdot (m_2 - m_3) + M_2 \cdot m_3$$

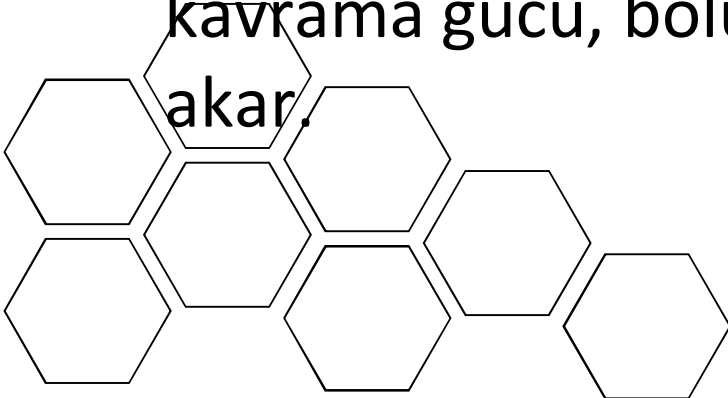
$$P_3 = M_3 \cdot m_3$$

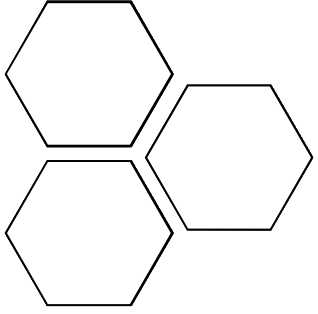




Güç Akış Kuralları

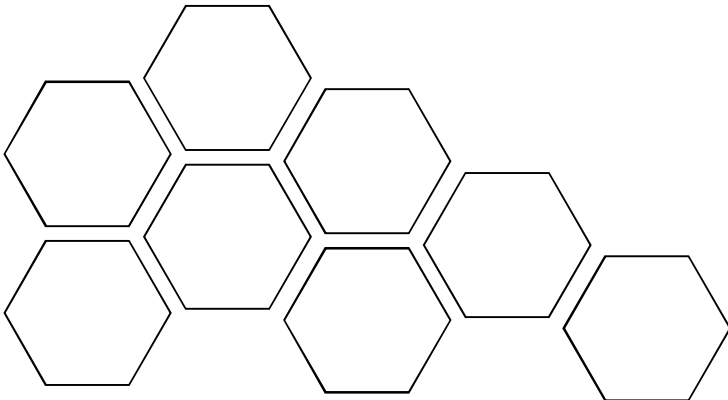
- Toplayıcı mildeki kavrama gücü, daima bölücü millerdeki kavrama güçlerinin toplamına eşit olacaktır.
- Toplayıcı mildeki kavrama gücünün işareti (+) ise kavrama gücü, toplayıcı milden bölücü millere doğru akar.
- Toplayıcı mildeki kavrama gücünün işareti (-) ise kavrama gücü, bölücü millerden toplayıcı mile doğru akar.

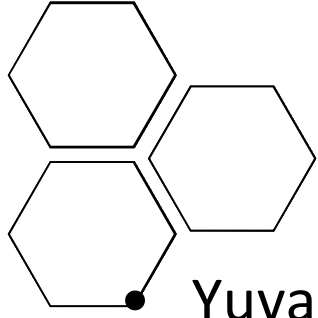




Temel Güç Akış Kuralı

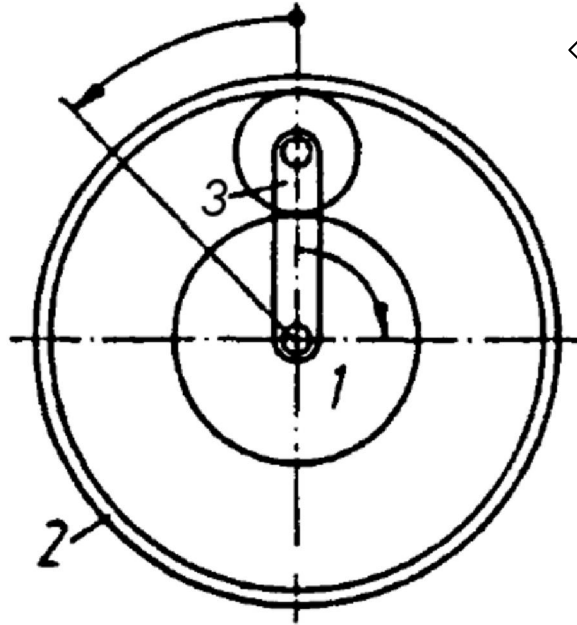
- *Bir planet mekanizmasının iç güç akış planında yuvarlanma gücü sadece 1 ve 2 milleri (güneş dişli milleri) arasında akar. Kavrama güçleri akımı ise daima toplayıcı melle, bölücü miller arasındadır.*





Yuvarlanma Gücü Akışı - 1

Yuvarlanma gücünün akışı, hızlara bağlı olarak ortaya çıkar. Örnek olarak $i_0 < 0$ olan mekanizmalar ele alınsın.



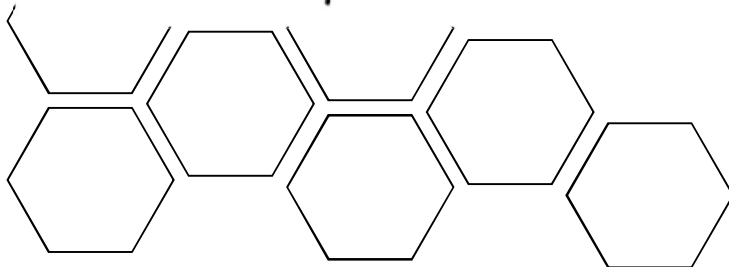
← 1 mili sabit m_1 hızı ile döndürülsün.

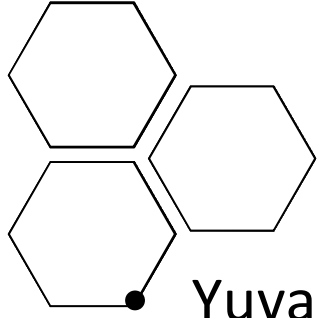
$m_3=0$ ise 1 mili saat yönünde m_1 hızı ile dönerse, 2 mili buna ters yönde $m_2 = -\frac{m_1}{i_0}$ hızı ile döner.

Bu durumda sisteme giren P_1 gücünün tümü yuvarlanma gücü olarak 2 miline geçer



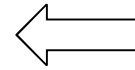
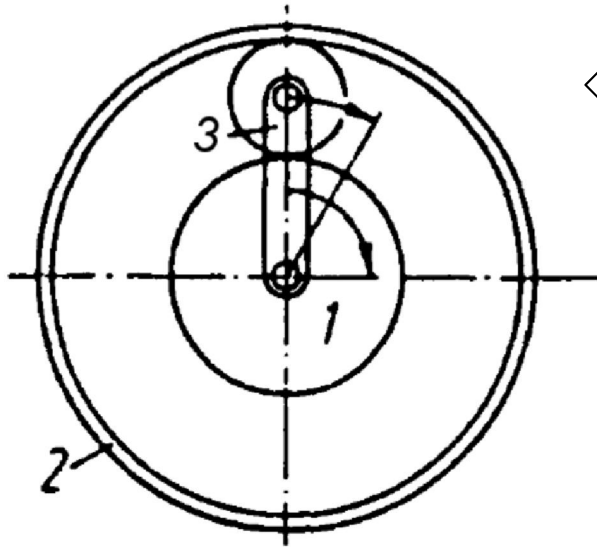
$$P_1 = P_{w1}, P_{k1} = 0$$





Yuvarlanma Gücü Akışı - 2

Yuvarlanma gücünün akışı, hızlara bağlı olarak ortaya çıkar. Örnek olarak $i_0 < 0$ olan mekanizmalar ele alınsın.



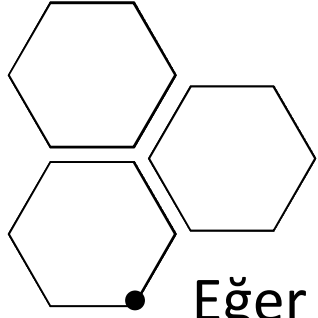
3 mili, 1 mili ile aynı yönde m_3 hızı ile dönsün. 3 miline göre izafi hız $m_1 - m_3 = \Delta m_{13}$ dür.

$$P_{w1} = M_1 \cdot (m_1 - m_3) = M_1 \cdot \Delta m_{13}$$

Δm_{13} küçüldükçe, P_{w1} gücü de küçülür. P_1 dış gücü ile P_{w1} arasındaki fark kavrama gücü tarafından karşılanır



$$P_1 = M_1 \cdot \Delta m_{13} + P_{k1} = M_1 \cdot \Delta m_{13} + M_1 \cdot m_3$$

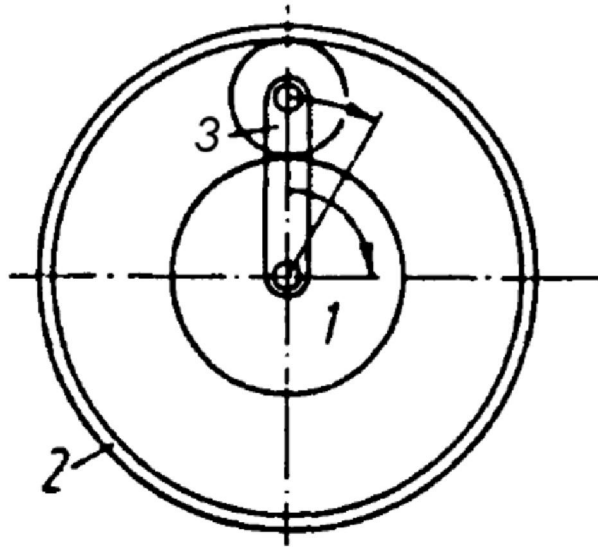


Yuvarlanma Gücü Akışı - 3

Eğer $\Delta m_{13} > 0$ ise, $P_{w1} > 0$, $P_{k1} > 0$ olur.

← $i_0 < 0$ olan 3 milli mekanizmada,

$$k_{21} = \frac{k_{31} \cdot (i_0 + 1) - 1}{i_0}$$

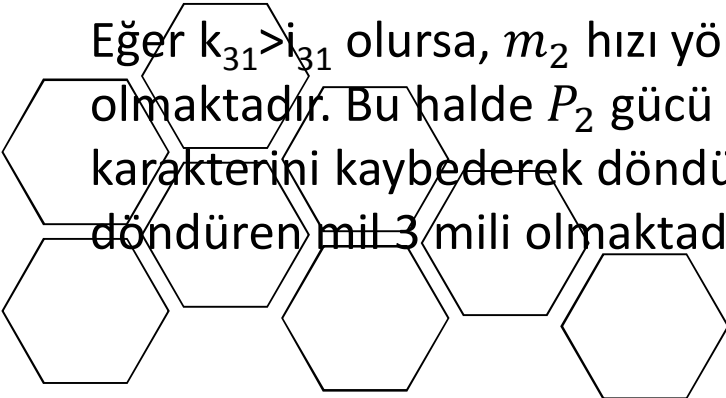


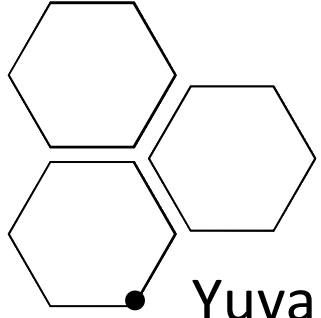
$m_2 = 0$ veya $\frac{m_2}{m_1} = k_{21} = 0$ halinde $k_{31} = \frac{1}{1+i_0}$ olur.

Benzer şekilde 2 milli mekanizmada da $i_{31} = \frac{1}{1+i_0}$ dir.

m_3 hızının artması ve $k_{31} = i_{31}$ olması halinde $m_2 = 0$ olmaktadır.

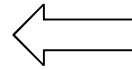
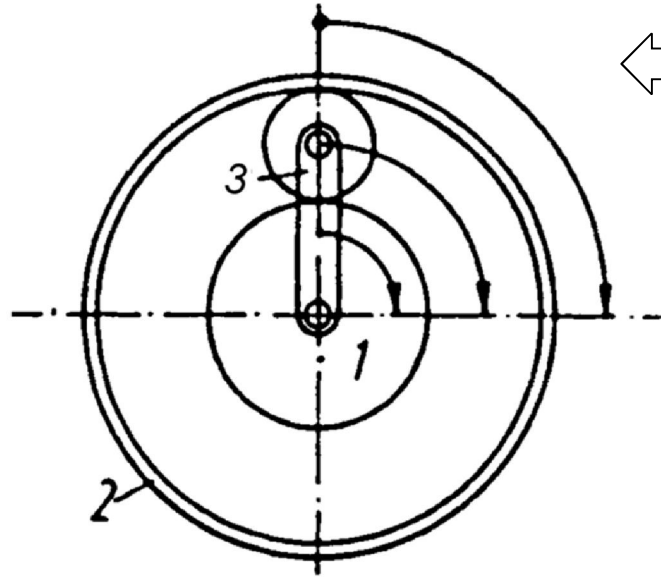
Eğer $k_{31} > i_{31}$ olursa, m_2 hızı yön değiştirmekte ve m_1, m_3 ile aynı yönlü olmaktadır. Bu halde P_2 gücü de işaret değiştirerek, daha önceki döndürülen mil karakterini kaybederek döndüren mil durumuna geçmekte ve sistemde tek döndüren mil 3 mili olmaktadır.





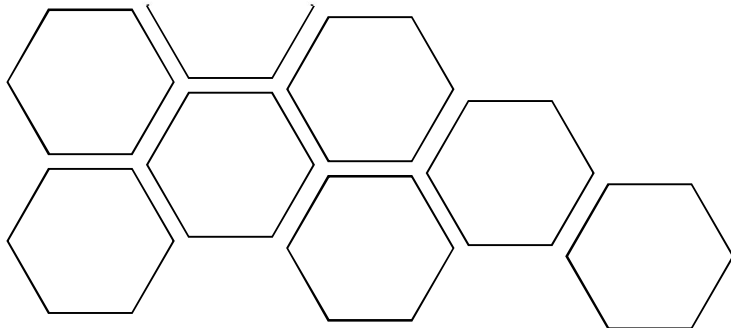
Yuvarlanma Gücü Akışı - 4

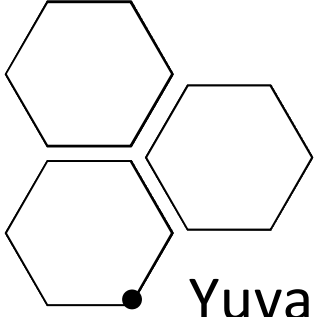
Yuvarlanma gücünün akışı, hızlara bağlı olarak ortaya çıkar. Örnek olarak $i_0 < 0$ olan mekanizmalar ele alınsın.



m_3 hızı daha da büyütülsün. Öyle ki $m_3 = m_1$ olsun. Bu durumda $m_1 - m_3 = 0$, yani $P_{w1} = 0$ olur.

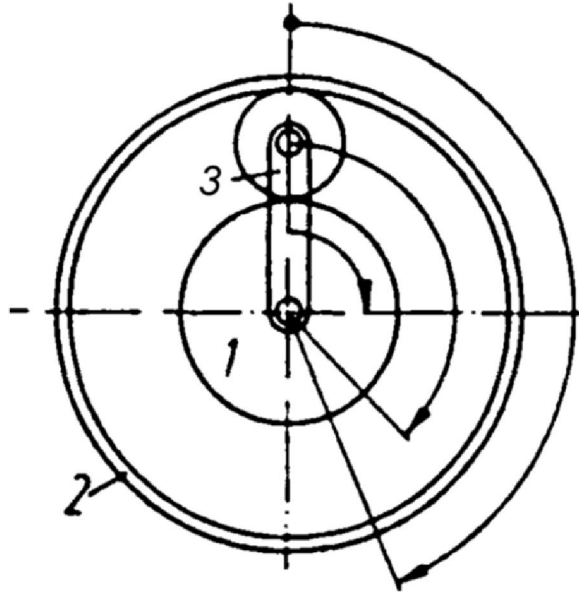
1 milinden giren güç $P_1 = P_{k1}$ olup, sistem tümüyle bir kavrama şeklide çalışacaktır. Yani bu durumda $m_1 = m_2 = m_3$ olur. Buna 3 milli mekanizmanın «kavrama hali» denir.





Yuvarlanma Gücü Akışı - 5

Yuvarlanma gücünün akışı, hızlara bağlı olarak ortaya çıkar. Örnek olarak $i_0 < 0$ olan mekanizmalar ele alınsın.

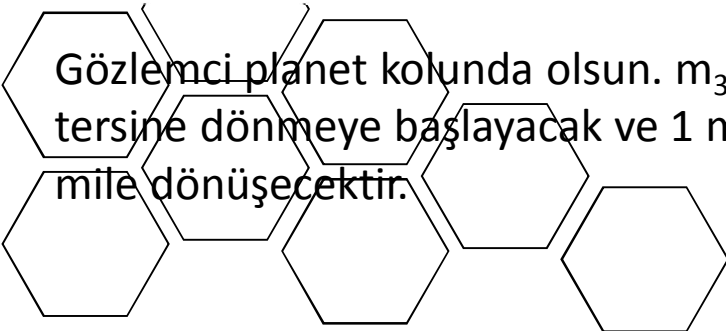


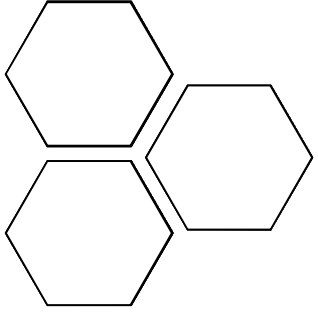
$m_3 > m_1$ halinde $m_1 - m_3 < 0$ olup, $P_{w1} < 0$ olur.

$P_1 = P_{w1} + P_{k1}$ ifadesinde, $P_{w1} < 0$ olması halinde $P_{k1} = M_1 \cdot m_3 > 0$ olmalıdır.

Başka bir ifade ile, 1 milinde kavrama gücü döndüren, yuvarlanma gücü döndürülen güce dönüşür ve bu iki kısmi güç birbirine karşı yönde akar.

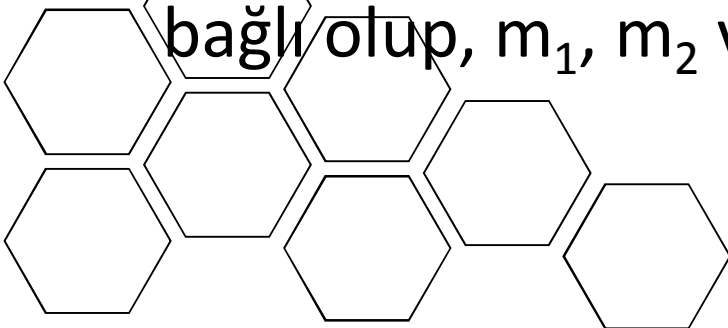
Gözlemci planet kolunda olsun. $m_3 > m_1$ halinde gözlemciye göre 1 mili 3 milinin tersine dönmeye başlayacak ve 1 mili yuvarlanma gücü yönünden döndürülen mile dönüşecektir.

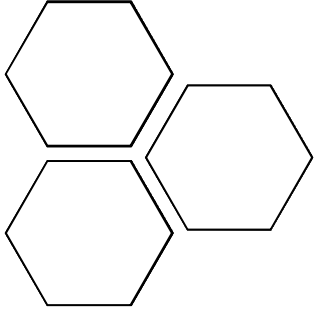




Tespitler – 1

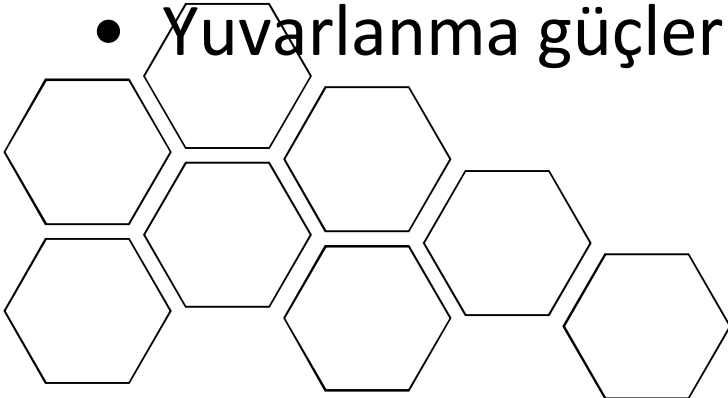
- Dış gücün diferansiyel bir mekanizmada bir milden diğer iki mile bölünmesi veya entegral mekanizmada bir milde toplanması ancak **kavrama gücü akımı ile** tariflenebilir.
- Zira, 3 milli mekanizmada her 3 milde de mevcut olan güç, sadece **kavrama gücüdür**.
- Kavrama güçlerinin oranı, aynı momentlerin oranı gibidir ve sadece sistem büyüklükleri olan i_0 ve η_0 a bağlı olup, m_1 , m_2 ve m_3 hızlarından bağımsızdır.

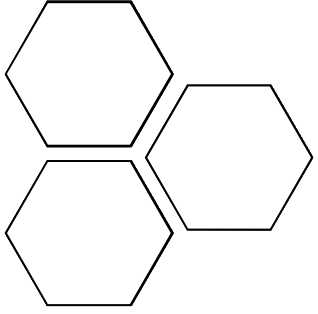




Tespitler – 2

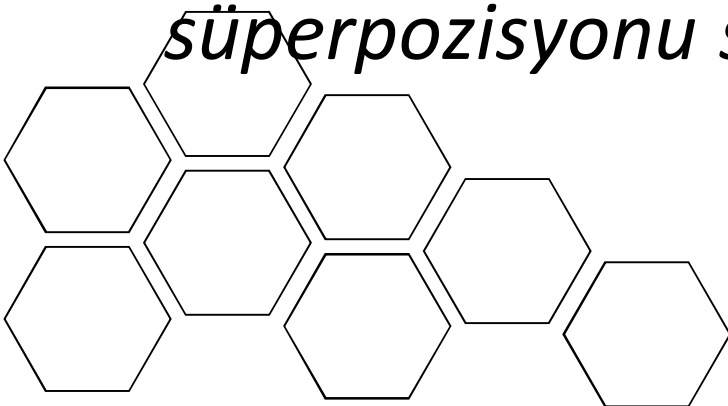
- Yuvarlanma gücü ise, sadece 1 ve 3 milleri (güneş dişli milleri) arasında akar ve büyüklüğü $(m_1 - m_3)$, $(m_2 - m_3)$ izafi hızları ile orantılıdır.
- Yuvarlanma gücü sabit kalan bir m_3 hızında, m_1 ve m_2 hızlarının büyüklük ve işaret değişimine bağlı olarak, büyüklüğünü ve akış yönünü değiştirir.
- Özetle, i_0 ve η_0 belli ise $P_{k1} : P_{k2} : P_{k3}$ oranları bellidir.
- Yuvarlanma güçleri m_1 ve m_2 hızlarına bağlıdır.

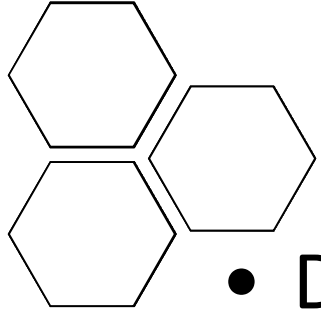




SONUÇ

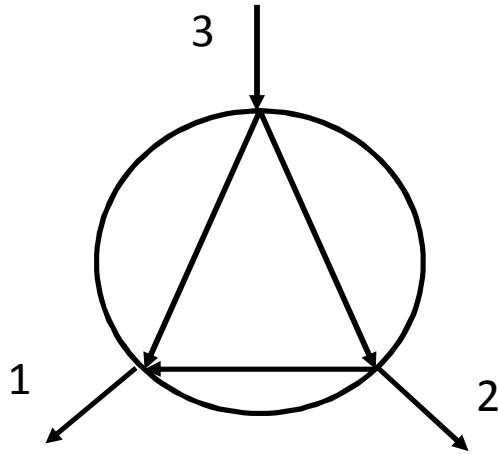
- *«Arzu edilen herhangi bir güç akım düzeni, sisteme bağlı rijitleşmiş bir iç kavrama güçleri akımı ile, izafi hızların büyüklük ve yönüne göre değişebilen yuvarlanma gücü akımının süperpozisyonu sonucu elde edilebilir.»*



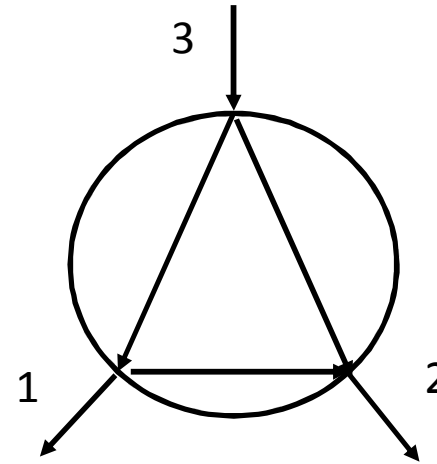


İç Güç Akış Planı, $i_0 < 0$

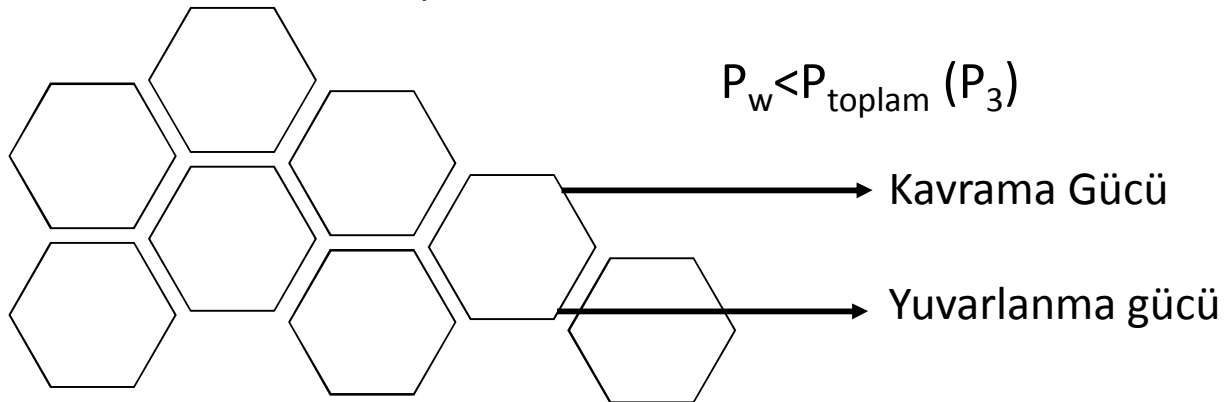
- Diferansiyel mekanizma

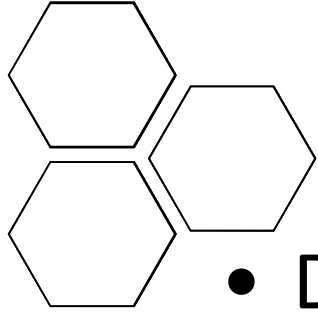


3/12 hali



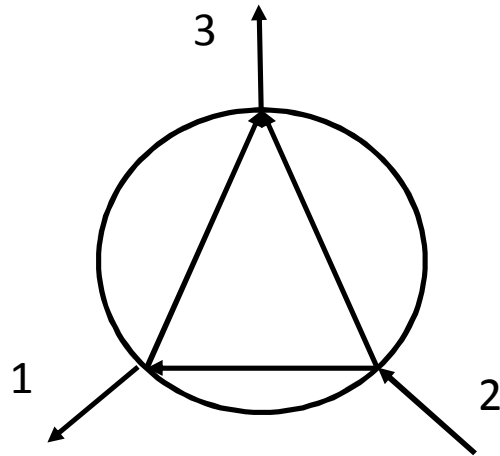
3/12 hali



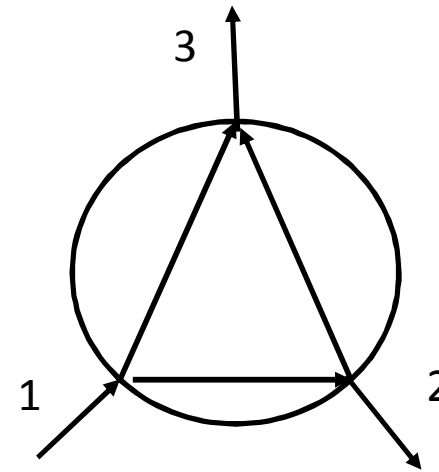


İç Güç Akış Planı, $i_0 < 0$

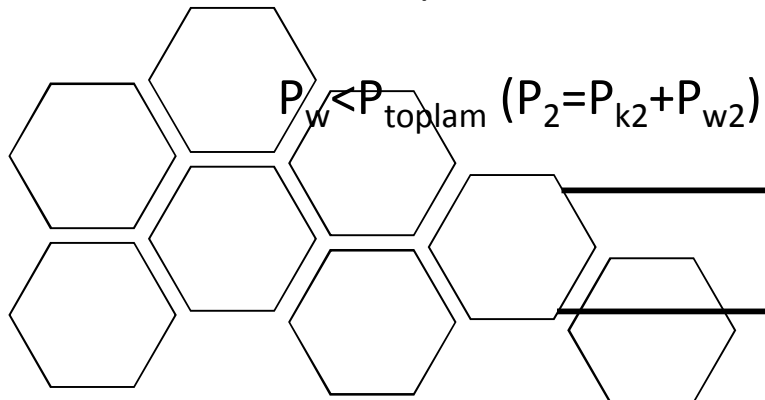
- Diferansiyel mekanizma



2/13 hali



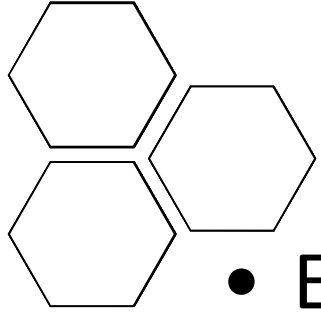
1/23 hali



Kavrama Gücü

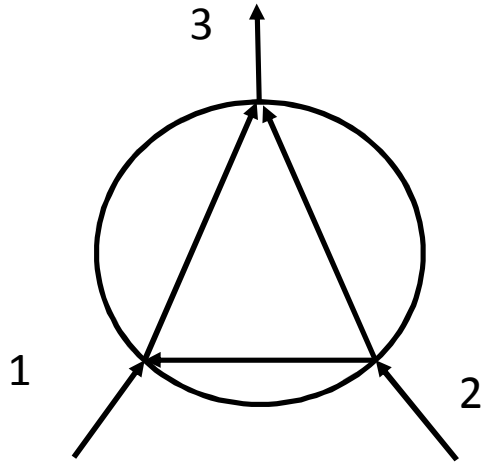
Yuvarlanma gücü

$$P_w < P_{\text{toplam}} \quad (P_1 = P_{k1} + P_{w1})$$

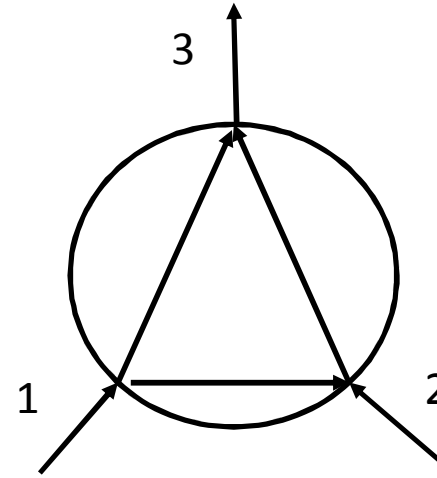


İç Güç Akış Planı, $i_0 < 0$

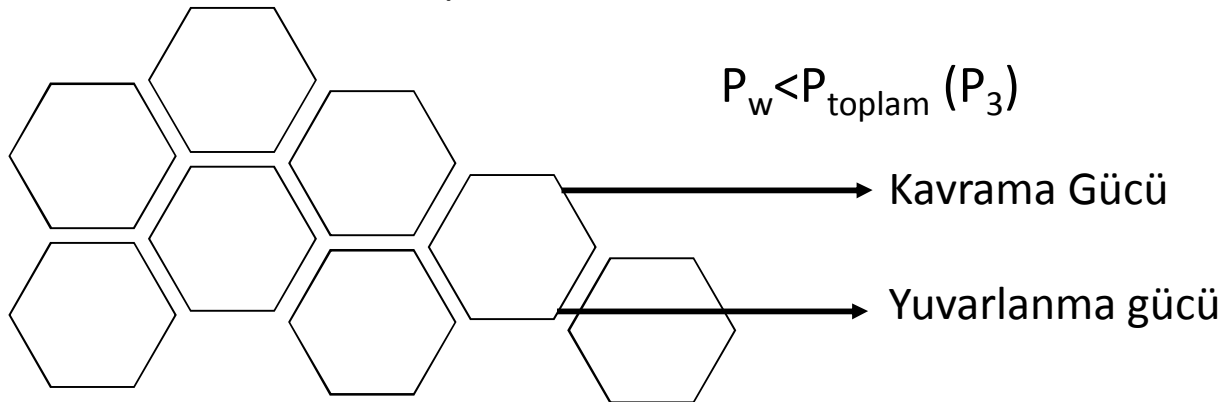
- Entegral mekanizma

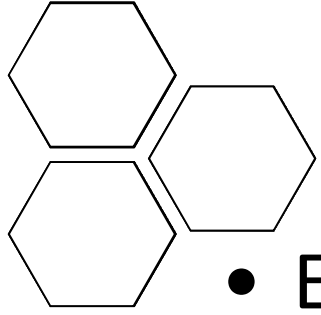


12/3 hali



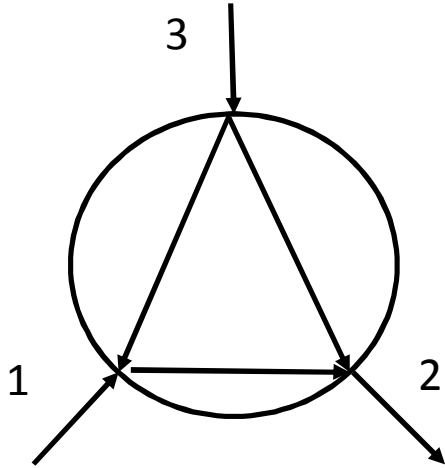
12/3 hali



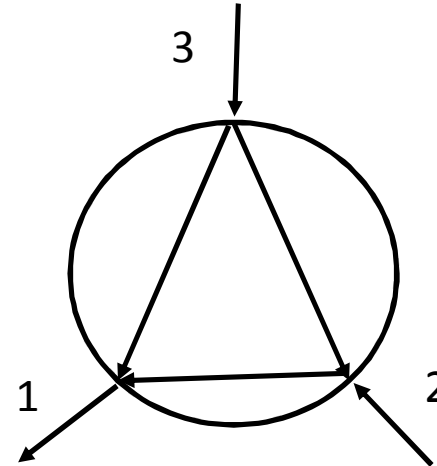


İç Güç Akış Planı, $i_0 < 0$

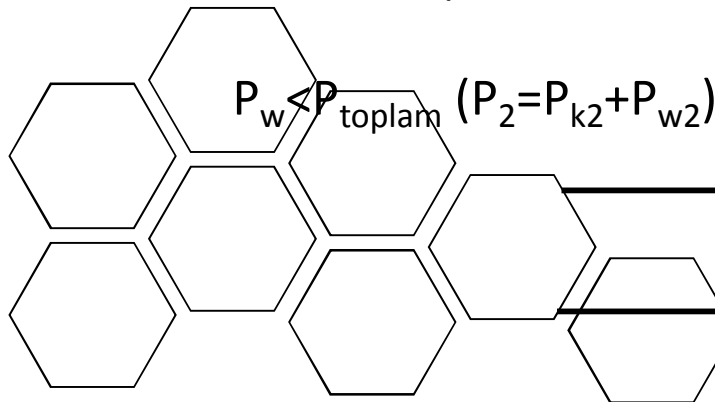
- Entegral mekanizma



13/2 hali



23/1 hali

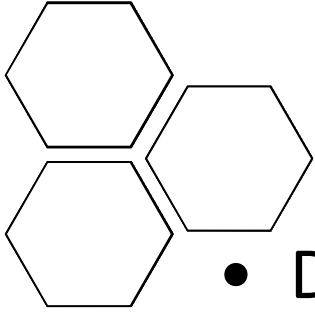


$$P_w < P_{\text{toplam}} \quad (P_1 = P_{k1} + P_{w1})$$

Kavrama Gücü

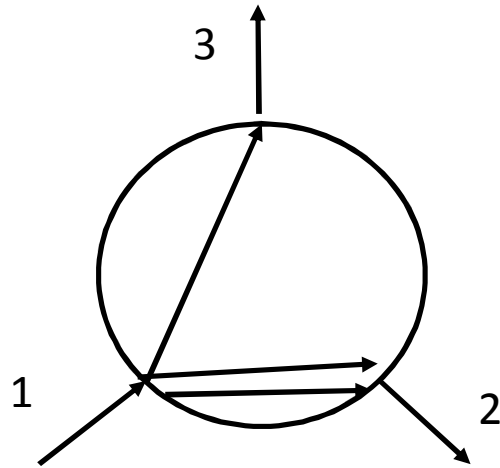
Yuvarlanma gücü



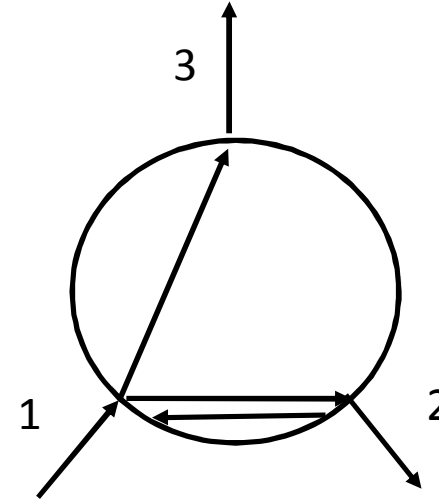


İç Güç Akış Planı, $i_0 > 0$

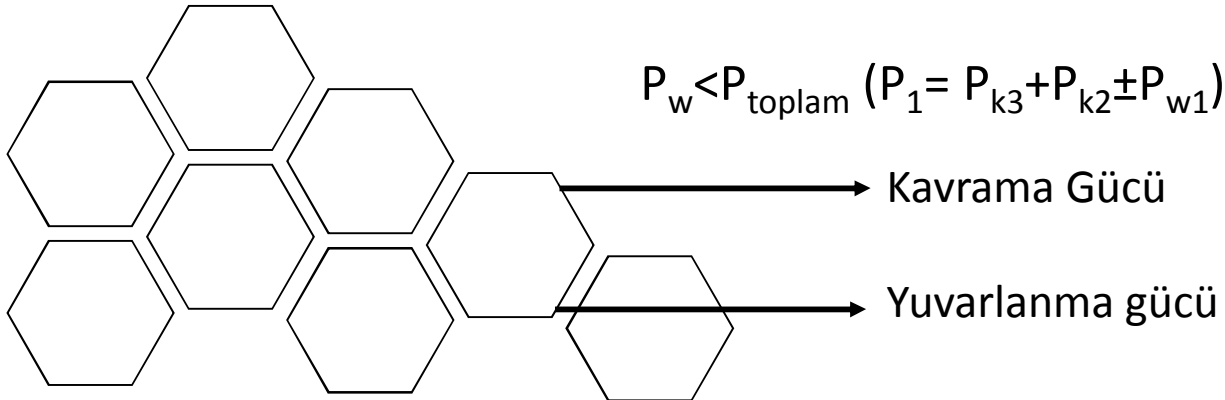
- Diferansiyel mekanizma (Toplayıcı mil 1 olsun)

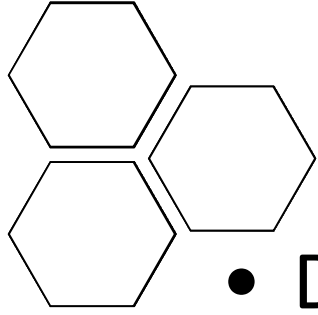


1/23 hali



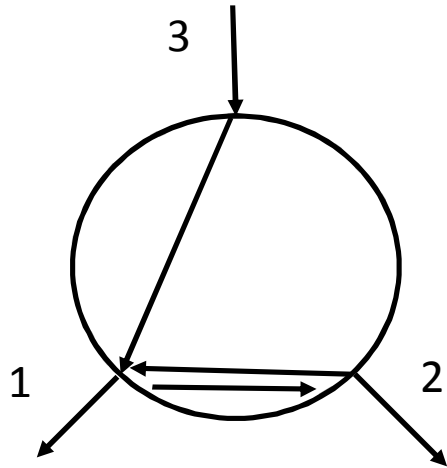
1/23 hali



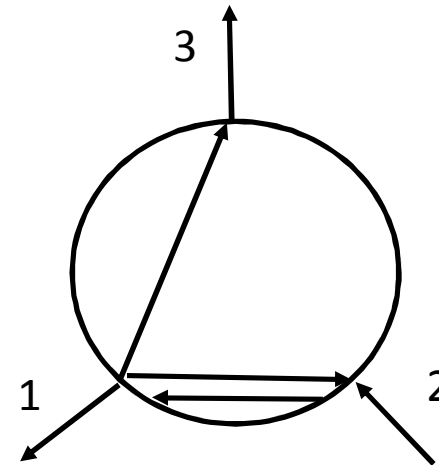


İç Güç Akış Planı, $i_0 > 0$

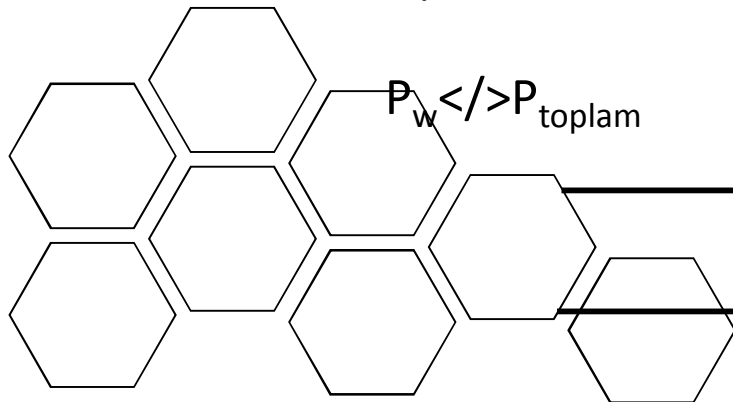
- Diferansiyel mekanizma (1 toplayıcı)



3/12 hali



2/13 hali

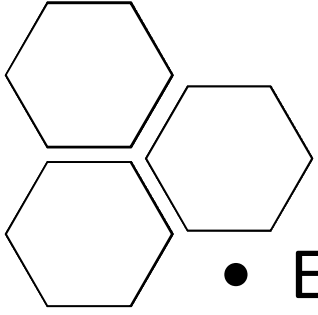


$$P_w < / > P_{\text{toplam}}$$

$$P_w > P_{\text{toplam}} \quad (P_2 = P_{w2} - P_{k2})$$

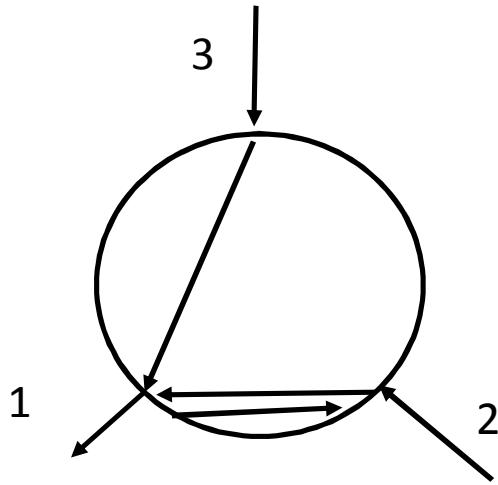
Kavrama Gücü

Yuvarlanma gücü

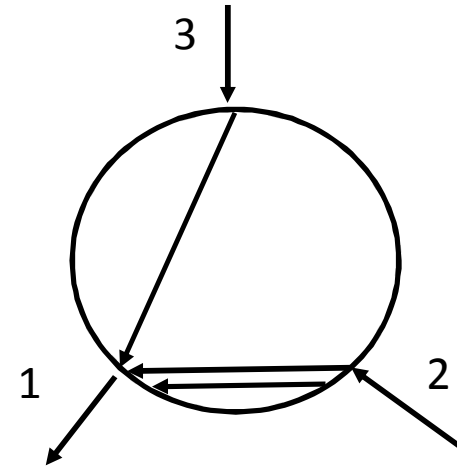


İç Güç Akış Planı, $i_0 > 0$

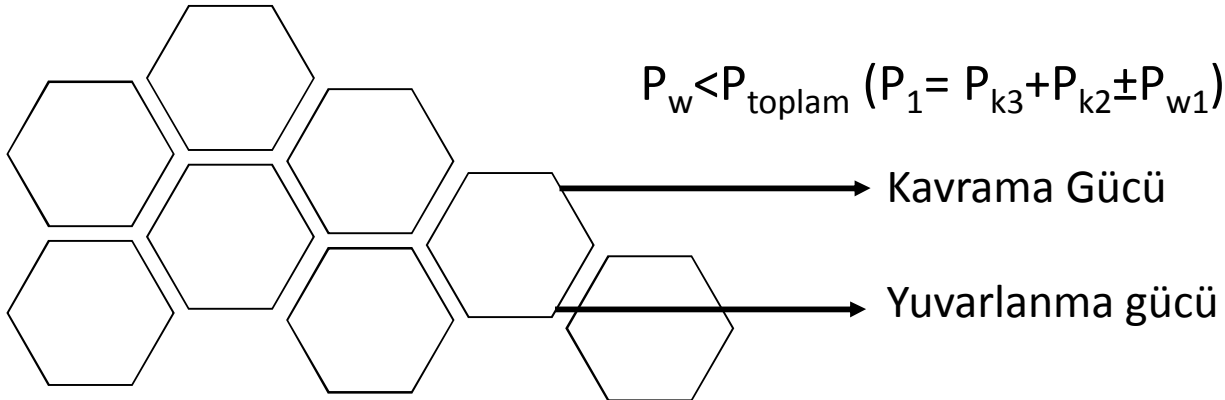
- Entegral mekanizma (Toplayıcı mil 1 olsun)

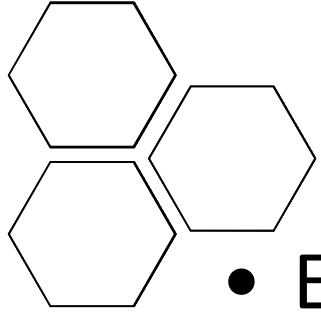


23/1 hali



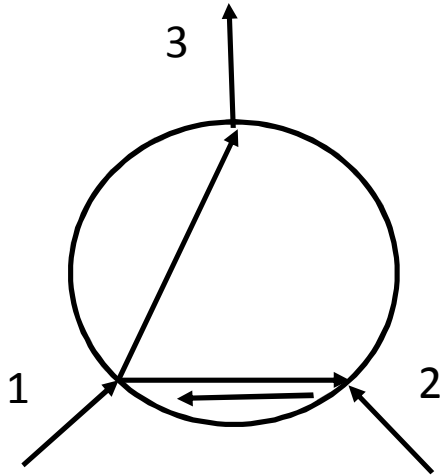
23/1 hali



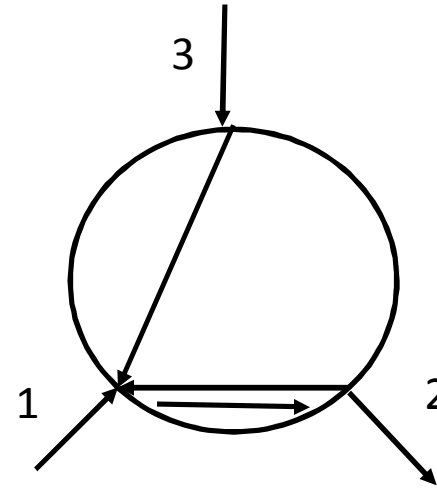


İç Güç Akış Planı, $i_0 > 0$

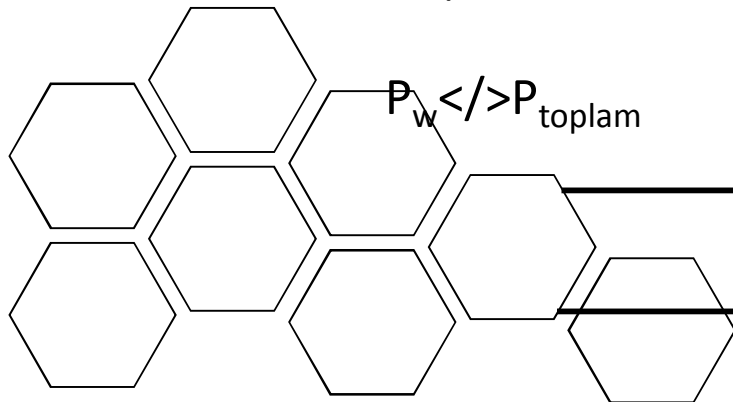
- Entegral mekanizma (1 toplayıcı)



12/3 hali



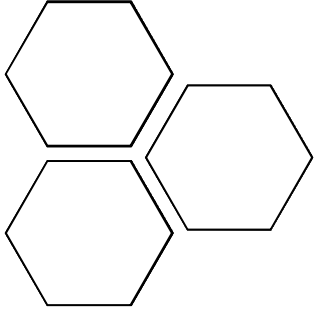
13/2 hali



Kavrama Gücü

Yuvarlanma gücü

$$P_w > P_{\text{toplam}} \quad (P_2 = P_{w2} - P_{k2})$$



Planet Mekanizmasının Verimi

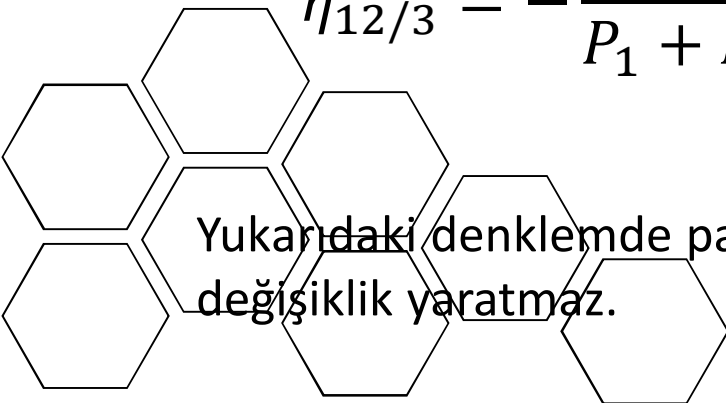
Tarif olarak bir planet mekanizmasının verimi

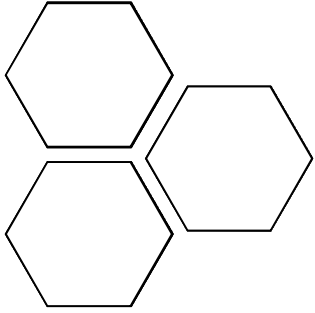
$$\Rightarrow \eta = - \frac{\sum P_{döndürülen}}{\sum P_{döndüren}}$$

Örnek olarak 3 milli entegral mekanizmada 12/3 durumu ele alınsın (1 ve 2 milleri döndüren, 3 mili döndürülen)

$$\eta_{12/3} = - \frac{P_3}{P_1 + P_2} = - \frac{M_3 \cdot m_3}{M_1 \cdot m_1 + M_2 \cdot M_2}$$

Yukarıdaki denklemde pay ve paydayı $M_1 \cdot m_1$ e bölmek bir değişiklik yaratmaz.





Planet Mekanizmasının Verimi

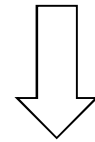
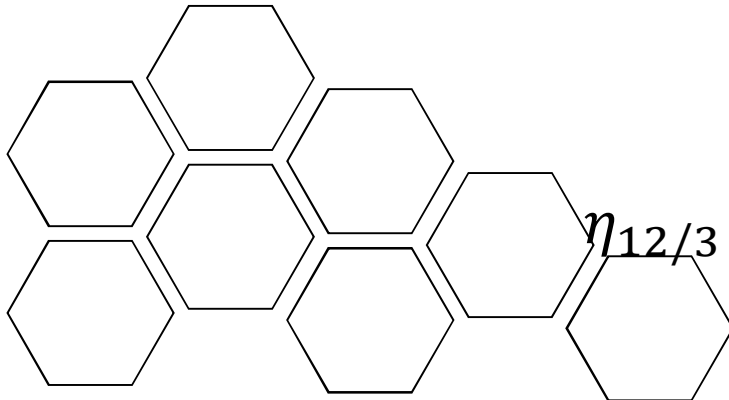
$$\frac{\frac{M_3 \cdot m_3}{M_1 \cdot m_1}}{+ \frac{M_2 \cdot m_2}{M_1 \cdot m_1}} \rightarrow \begin{matrix} k_{31} \\ k_{21} \end{matrix}$$

Aşağıda v

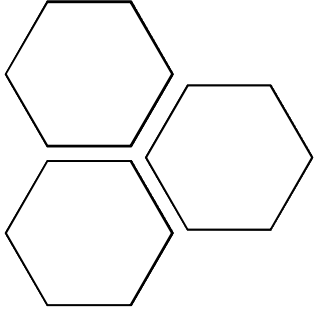
$$\left(\frac{M_3}{M_1} \right) = i_0 \cdot \eta_0^w - 1$$

aki denklemde yerine konabilir.

$$\left(\frac{M_2}{M_1} \right) = -i_0 \cdot \eta_0^w$$



$$\eta_{12/3} = \frac{k_{31} \cdot (1 - i_0 \cdot \eta_0^w)}{1 - i_0 \cdot \eta_0^w \cdot k_{21}}$$



Planet Mekanizmasının Verimi

$$\eta_{12/3} = \frac{k_{31} \cdot (1 - i_0 \cdot \eta_0^W)}{1 - i_0 \cdot \eta_0^W \cdot k_{21}}$$

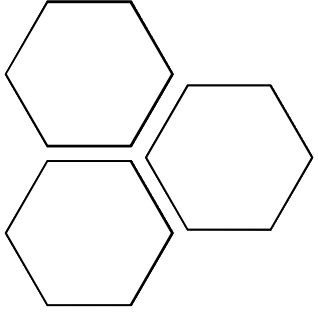
k_{31} ve k_{21} i bir birine bağlamak için $k_{31} = \frac{k_{21} \cdot i_0 - 1}{i_0 - 1}$

$$\eta_{12/3} = \frac{(i_0 \cdot k_{21} - 1) \cdot (1 - i_0 \cdot \eta_0^W)}{(i_0 - 1) \cdot (1 - i_0 \cdot \eta_0^W \cdot k_{21})}$$

Bu şekilde düzenlenmiş verimler tablolar halinde çeşitli mekanizma tipleri için mevcuttur.

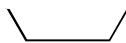
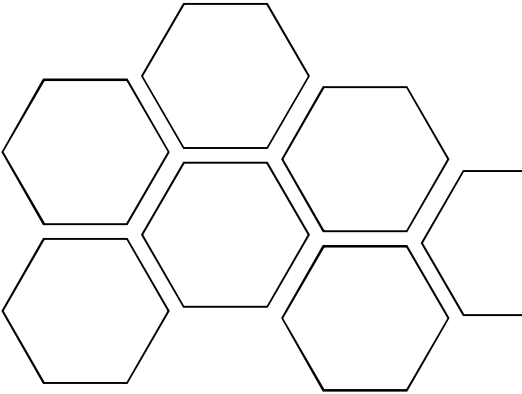
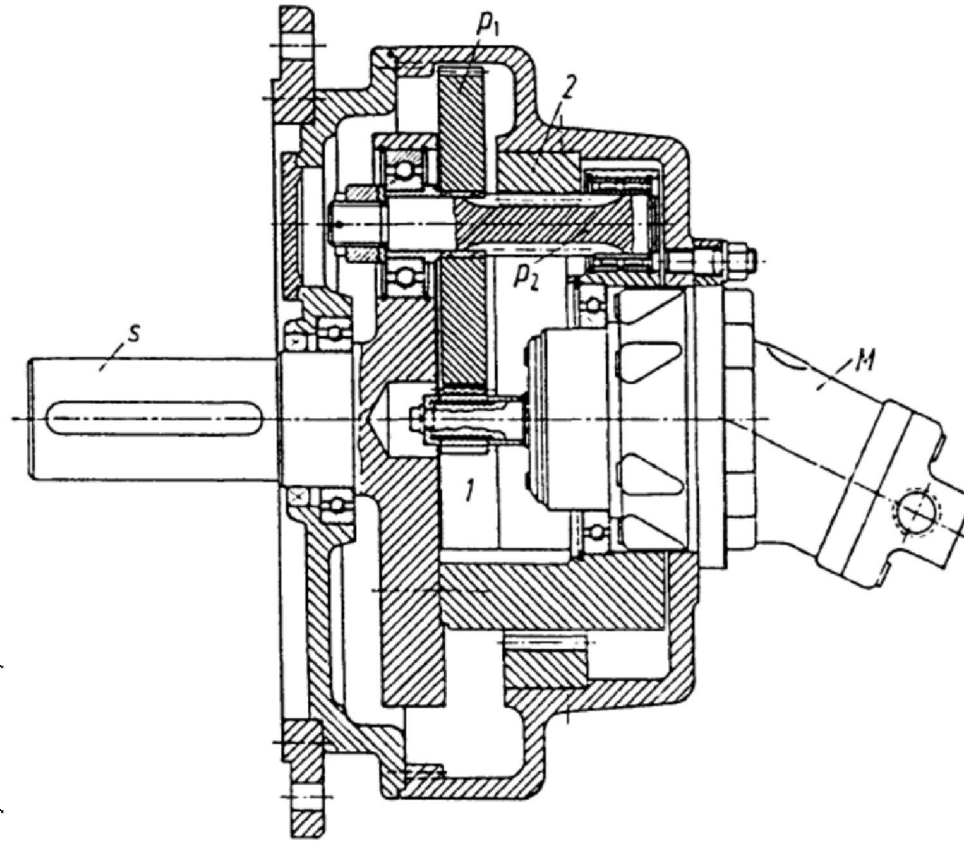
Hesaplanan verimin 0 veya (-) çıkması halinde mekanizmada bir kilitleme durumu mevcuttur. Sistem bu şartlar altında güç iletemez.

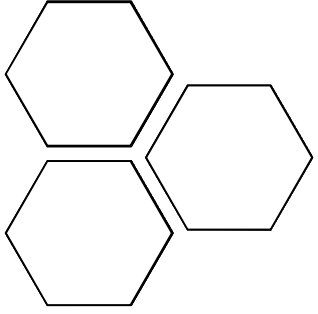




Konstrüksiyon örnekleri - 1

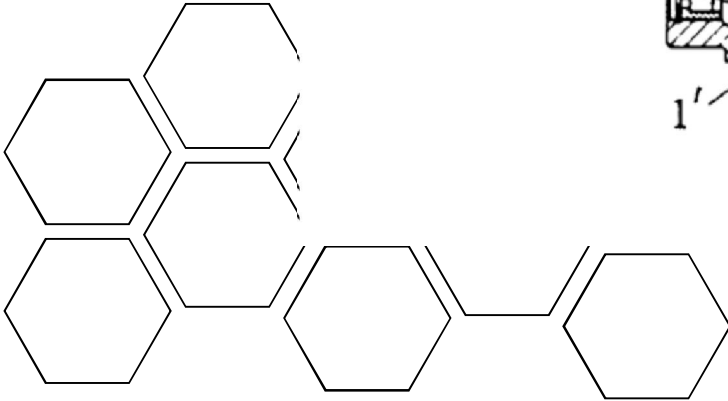
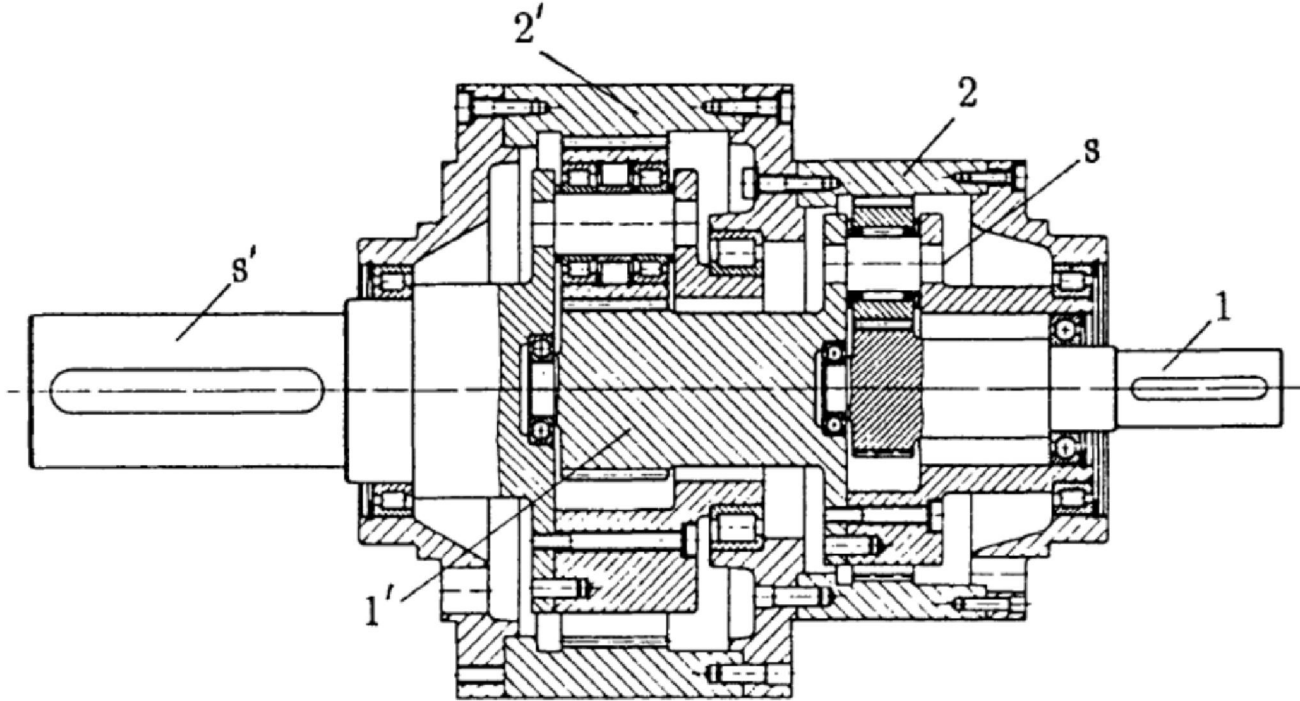
- Aksenal pistonlu hidromotor için kullanılan -49,3 temel çevrim oranına sahip (-) mekanizma. Maksimum moment = 4.500 Nm.

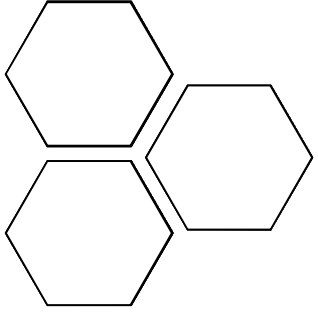




Konstrüksiyon örnekleri - 2

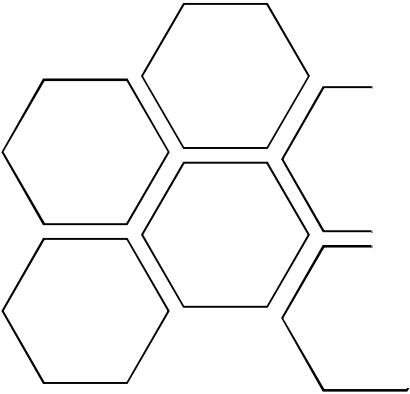
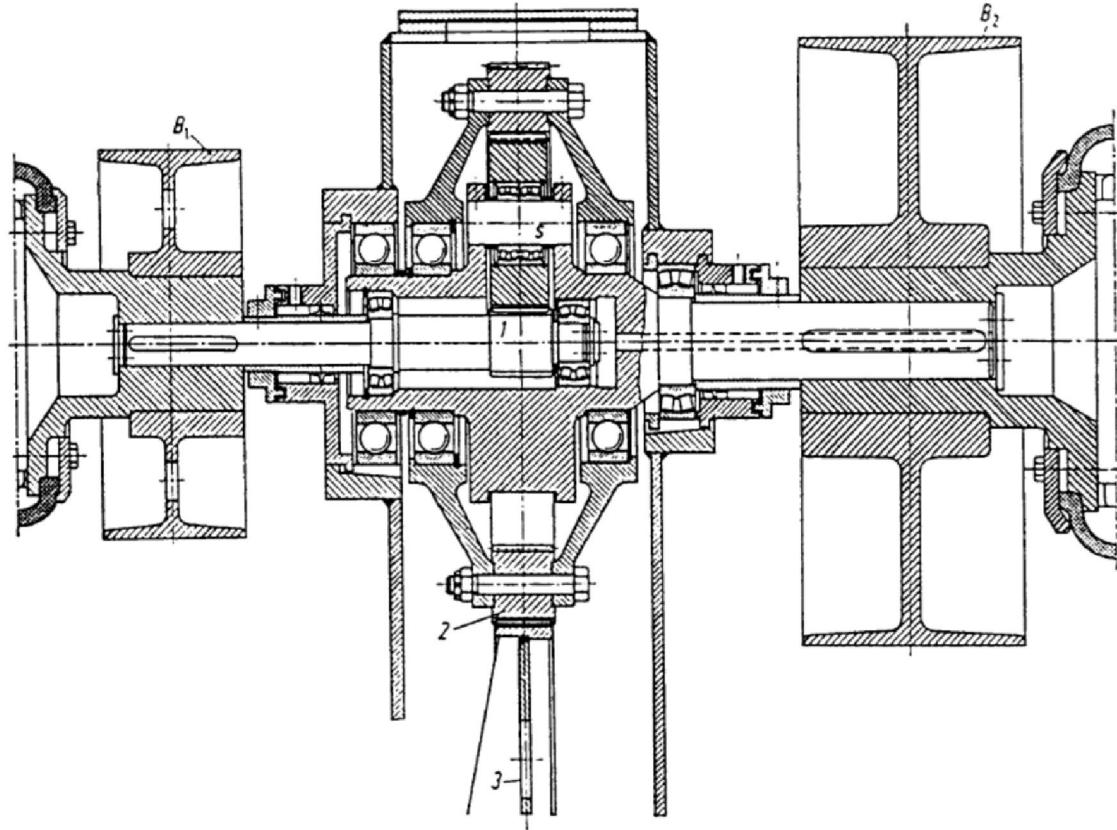
- İki kademeli, 100 çevrim oranına sahip mekanizma. Güç = 315 kW.

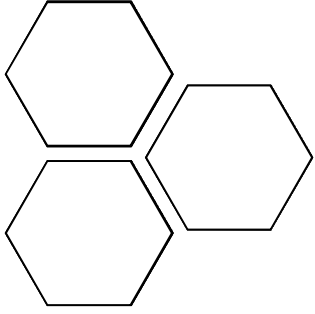




Konstrüksiyon örnekleri - 3

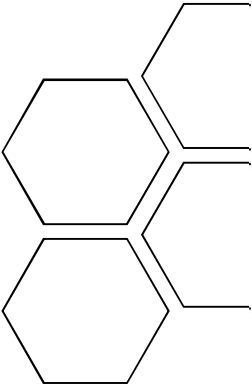
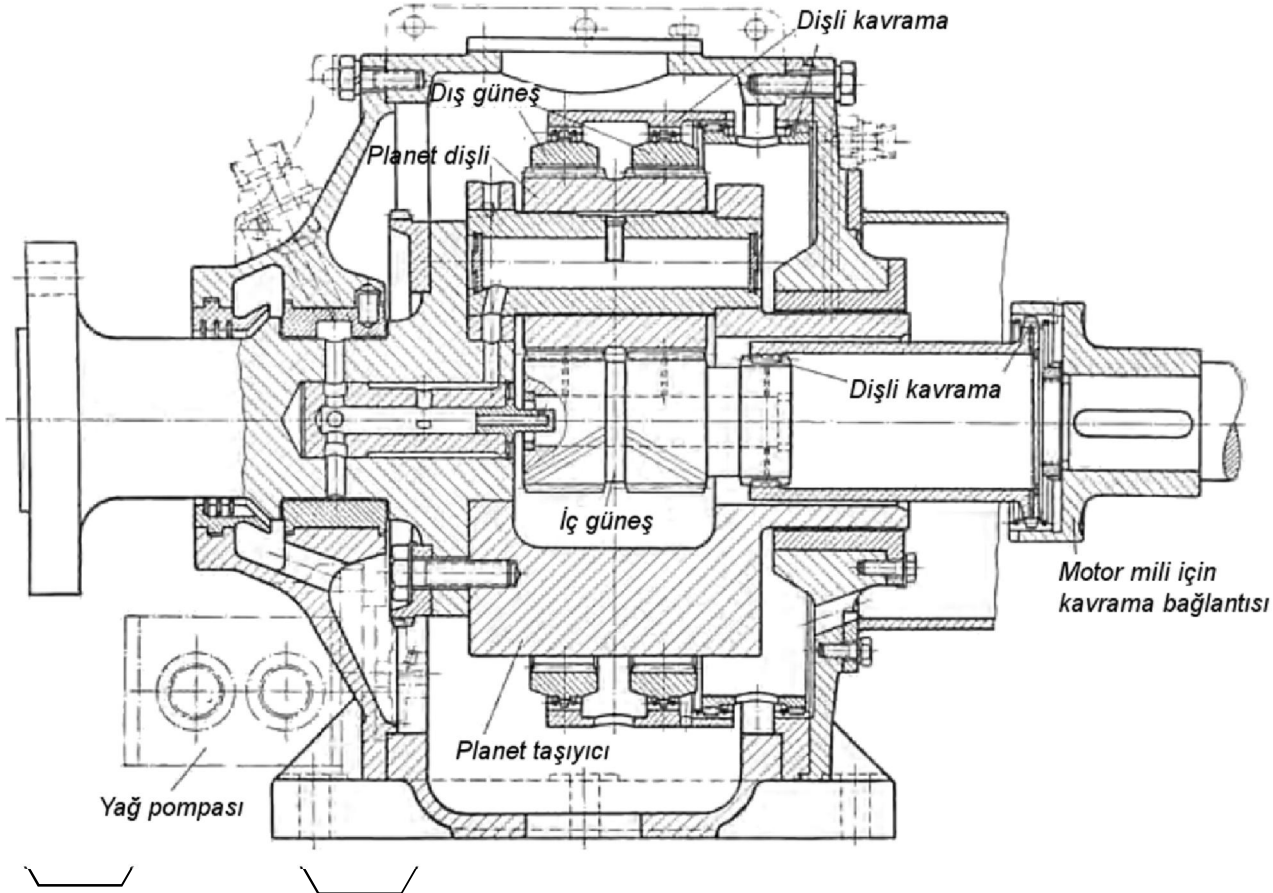
- İç güneş dişlisi, bir senkron motor tarafından tahrik edilen planet dişli kutusu

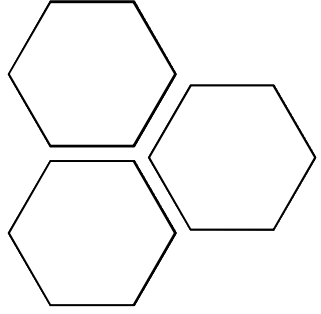




Konstrüksiyon örnekleri - 4

- İç güneş dişliden, dişli kavramalar yolu ile tahrik alan, 3 planetli, bir türbin planet dişli kutusu





Konstrüksiyon örnekleri - 5

- 6 ileri vitesli bir otomatik planet vites kutusu, ZF

