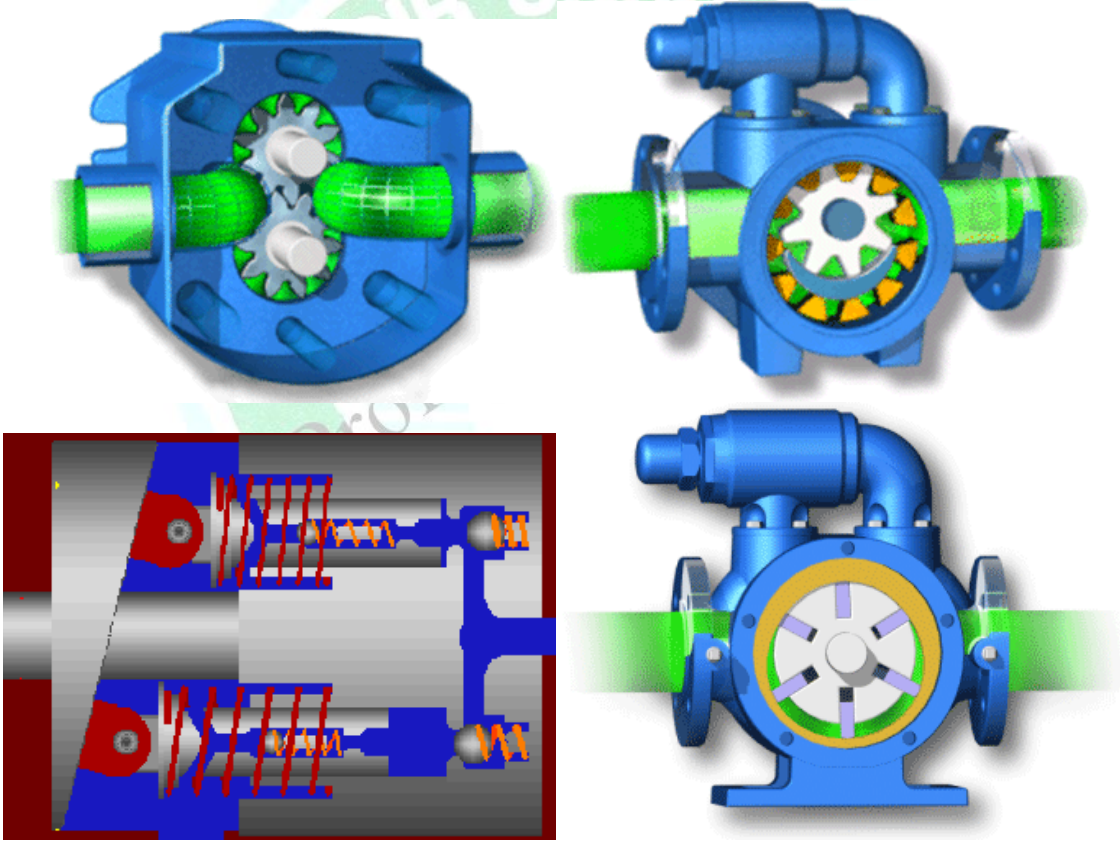


4.BÖLÜM

4.1 HİDROLİK POMPALAR



Pompalar çalıştıklarında iki temel görevi yerine getirirler.

- Vakum yaratmak, akışkanı emmek (10.5 m'den sonra problemlidir)
- Akışkanı sisteme basmak

Emilen akışkan içerisinde yaklaşık %10 (hacimsel olarak) hava çözünmüş halde bulunur. Emme esnasındaki vakum basıncı, akışkanın buharlaşma basıncını geçtiği anda hava erimiş halden kurtulup buhar haline geçer. Baloncuk oluşturur. Pompanın basma tarafındaki yüksek basınca maruz kalınca erozyona, aşınmaya neden olan KAVİTASYON'a sebebiyet verir.

Bunun için;

- Ya depo yüksekte yar almalı, vakum basıncı olmamalı.
- Ya emme yüksekliği en az seviyeden düşük olmalıdır.

Sisteme karışan hava da pompalar için problem teşkil eder. Emme esnasında yetersiz bağlantı yapılması nedeniyle boru içine giren hava, pompa çıkışında sıkıştırıldığında bir hava yastığı oluşturur. Akışkan köpürür, sistem ısınır, piston-silindir hareketinde kontrol kaybolur.

Pompalar üreticiler tarafından;

- En yüksek çalışma basıncı (kPa veya Bar)
- Pompa devri (dev/dak)
- Bastığı debi Q (lt/dak)
- Bastığı hacim V (lt, m³.....)

Parametreleri tespit edilerek üretilirler. Bu parametreler belirlendikten sonra, aşımaları halinde pompanın ömrü kısalmış, hasar görmeler başlar.

POMPA SEÇERKEN DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR

- En yüksek sistem basıncı nedir?
- Sistemde AKÜMÜLATÖR varken, ortalama akış nedir?
- Pompanın performansı nasıldır?
- Çalışma güvenilirliği, bakımı nasıldır?
- Pompa gürültüsü var mı? Alış fiyatı ne kadardır?
- Sabit debili mi yoksa değişken debili pompa mı gereklidir?

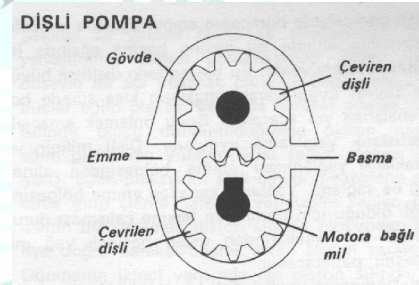
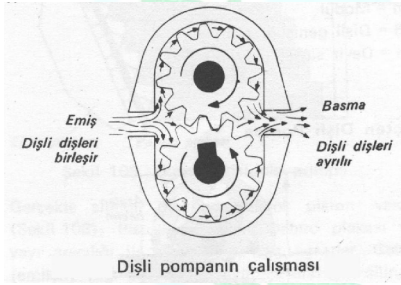
Pompa Esasları	Basınç (bar) P_{max}	Hız (d/dak)		Q_{max} (l/dak)	Basınç Dalgalan-ması	Gürültü Seviyesi (dB)	Toplam Verim	Filtre- lenme dak.
		d_{min}	d_{max}					
Dişli	40 - 100	500	3000	300	darbeli	90	50-80	100
Dişli Hidr. dengelemeli	100 - 200	500	6000	200	darbeli	90	80-90	50
İçten Dişli (Gerotor)	50 - 70	500	2000	100	düşük darbeli	85	60-80	100
İçten Dişli (Hilal)	150 - 300	500	2000	50	düşük darbeli	65	70-90	50
Vidalı	50 - 140	500	3000	100	darbesiz	75	60-80	50
Kanatlı	50 - 100	500	3000	100	düşük darbeli	80	65-80	50
Kanatlı Hidr. dengelemeli	140 - 175	500	3000	300	düşük darbeli	85	70-90	50
Değişken kanatlı	40 - 100	1000	2000	200	düşük darbeli	80	70-80	50
Sabit kanatlı	100 - 140	500	2000	100	düşük darbeli	80	70-85	50
Kamlı	30 - 50	-	-	200	düşük darbeli	-	-	-
Eksenel Pist. (MH)	200 - 250	200	2000	3000	darbeli	90	80-90	25
Eksenel Pist.(MZ)	250 - 350	200	2000	500	darbeli	90	80-90	25
Radyal Pist.	350 - 650	200	2000	100	darbeli	90	80-90	50
Sıralı Pist.	350 - 500	50	1000	300	darbeli	-	-	50

4.2 SABİT DEBİLİ POMPA-DEĞİŞKEN DEBİLİ POMPA

Sabit debili pompadan kasıt; pompanın her devri için (düşük, orta, yüksek) geçen akış miktarı (Q) sabittir. Yani, akışkanın geçtiği alanda bir değişme olmaz. Ancak pompa düşük devirde farz edelim 10 lt/dak akışkan gönderiyorsa, yüksek devirlerde 150 lt/dak akışkan gönderir. Yani hız artarsa pompa debisi ancak artar (dişli pompalar).

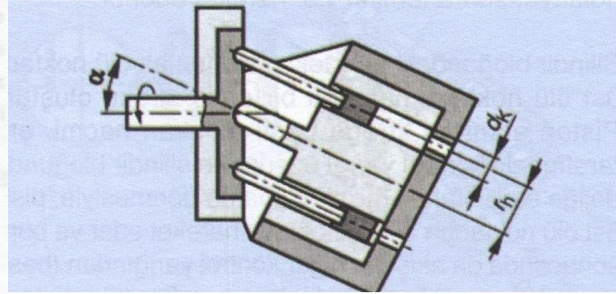
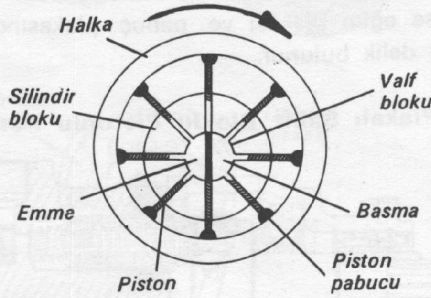
Değişken debili pompadan kasıt; hidrolik sistemin (devrenin) ihtiyacına göre, akışkanın geçtiği alan hemen değişebilir.

SABİT DEBİLİ POMPA



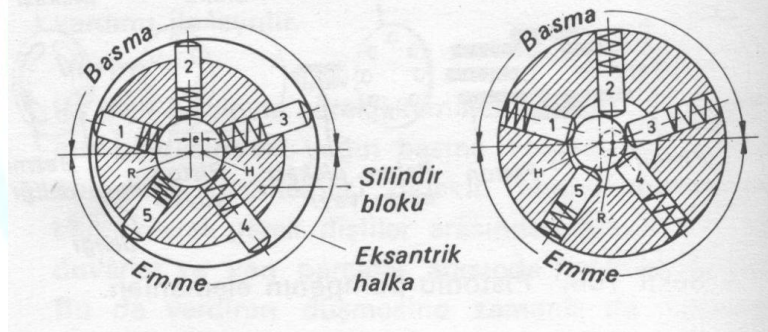
DEĞİŞKEN DEBİLİ POMPA

Döner Bloklü Merkezci Pistonlu Pompa



EĞİK EKSEN PRENSİPLİ EKSENEL PİSTONLU POMPALAR

Sabit Bloklü Merkezci Pistonlu Pompa



4.2.1 Pompalarda Verim

Pompalar çalışırken, emiş hattındaki yetersiz bağlanmalardan dolayı vakum yaratmayabilir. Akışkan basarken, çıkıştaki kaçaklar ve kaymalar nedeniyle debisi ilk emdiği debiden düşük olabilir. Tüm bunlar pompaların verim ifadesi kapsamındadır. Bahsedilen verim debi azalması ile ilgili olduğundan HACIMSAL VERİM ile adlandırılır.

$$\eta_v = \frac{\text{GerçekDebi} \times 100}{\text{TeorikDebi}} \quad (\%) \text{ formülü ile bulunur.}$$

Ayrıca MEKANİK VERİM ifadesi de mevcuttur. Sürtünme kayıplarını içerir. η_{hm} (hidrolik mekanik verim) ile gösterilir. Toplam verim $\eta_o = \eta_v + \eta_{hm}$ olarak belirtilir.

Toplam verim:

$$\eta_{top} = \frac{\text{ÇıkışGücü} \times 100}{\text{GirisGücü}} \quad (\%)$$

olarak bulunur. Hesaplamalarda (η_{top}) esas alınır.

4.3 POMPALARIN SINIFLANDIRILMASI

Endüstride kullanılan pompaların tamamı ‘‘POZİTİF YÖN DEĞİŞTİRMELİ’’ yani teorik olarak pompaya çekilen akışkanın tamamı, çıkıştan tahliye olmalıdır.

Endüstride kullanılan pompalar POMPALAMA MEKANİZMALARINA göre;

- Dişli Pompalar (Sabit Debili)
- Kanatlı Pompalar (Sabit-Değişken Debili)
- Pistonlu pompalar (Sabit-Değişken Debili)

şeklinde gruplara ayrılırlar.

4.3.1 Dişli Pompalar

Şekilde görülen bir dişli pompa basit olarak üzerinde giriş ve çıkış delikleri bulunan gövde, biri tahrik motoruna bağlı çeviren dişli, diğeri çevrilen dişliden oluşur.

Motor çeviren dişliyi döndürdüğünde, diğeri de alarak diş boşlukları ile gövde arasına giren akışkan, her iki taraftan taşınarak basma bölgesinde toplanır. Yağı sisteme basarlar. Dişler her iki dişlinin dışında olduğundan DIŞTAN DIŞLİ POMPA olarak adlandırılır.

Dişli tipleri düz, helisel ve V-tipi olabilir. Pompa çıkışında akışkan herhangi bir nedenle engellenirse basınç artar, dişleri dıştan çapraz bir şekilde pompa girişine doğru zorlar. Böyle bir durumda basınç, kuvvet dengesizliği daha büyük oranda olur. Bu dengesizlik sürtünmeyi ve dişli yataklarına gelen yükü artırır.

Avantajları :

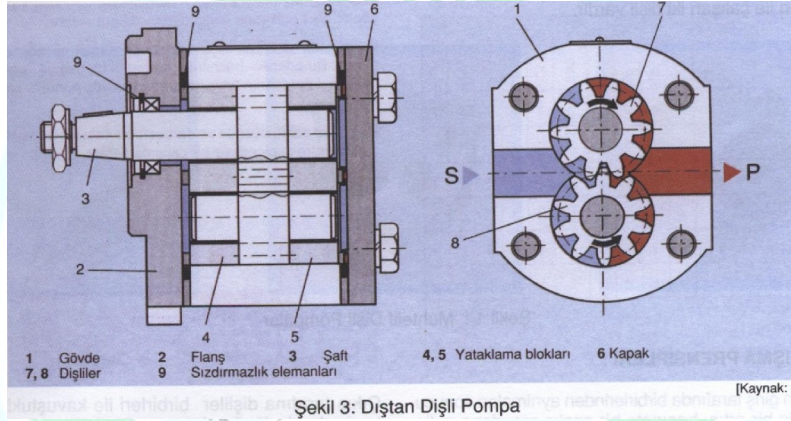
- * Hızları yüksektir, normal basınca sahiptirler,
- * Nisbeten normal seste çalışırlar
- * Tasarımda malzeme kısıtlaması yoktur.

Dezavantajları :

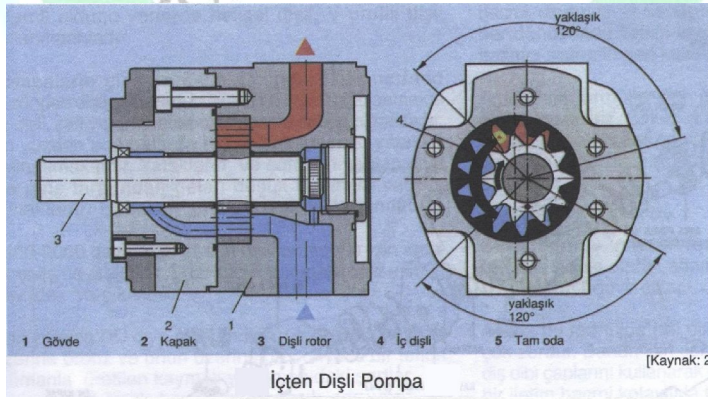
- * Sıvının nakledildiği alanda 4 yatak gereklidir,
- * Yüksek yoğunluklu maddeleri basamazlar,
- * Boşluk gerektiren değerleri sabitlik gerektirirler.

Uygulama alanları :

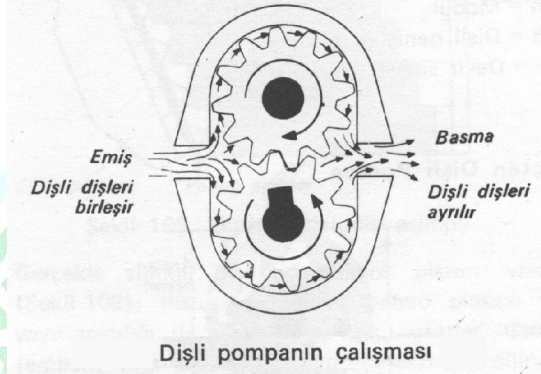
- * Çeşitli yakıt ve madeni yağların taşınmasında,
- * Kimyasal katkı ve polimerlerin aktarılmasında,
- * Asit ve kostiklerin taşınmasında,
- * Düşük hacimlerin naklinde



Şekil 3: Dıştan Dişli Pompa



İçten Dişli Pompa



Dişli pompanın çalışması

Eğer:

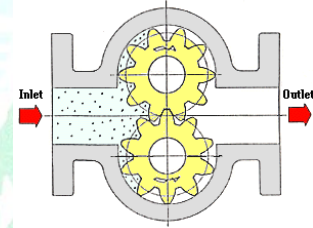
dt: Taksimat daireesi çapı (cm)

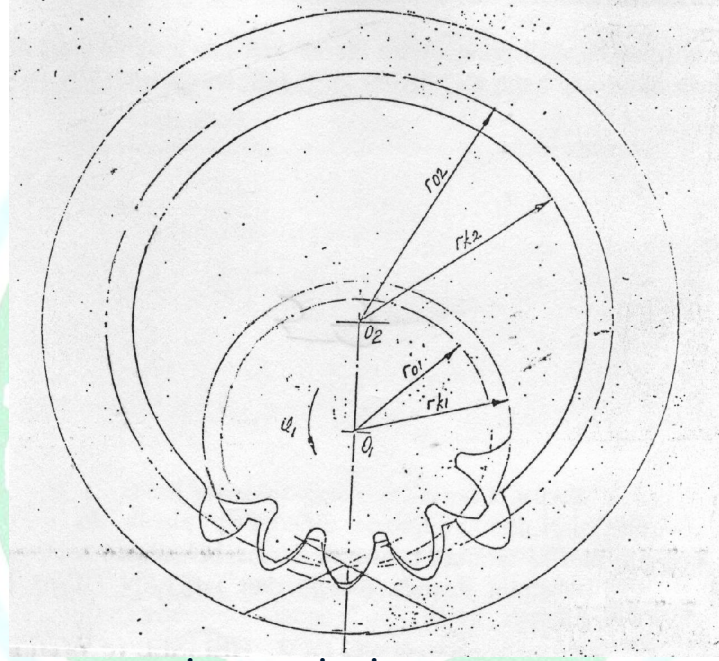
m: Modül

B: Diş genişliği (cm)

n: Devir sayısı (dev/dak) alınırsa, dişli pompanın debisi (Q) pratik olarak:

$$Q = \frac{\pi \cdot dt \cdot 2m \cdot B \cdot n}{1000} \text{ (lt/dak) bulunur.}$$





İÇTEN DİŞLİ POMPA

Eğer:

ro1: 1. dişlinin taksimat dairesi yarıçapı

ro2: 2. dişlinin taksimat dairesi yarıçapı

rk1: 1. dişlinin diş üstü dairesi yarıçapı

rk2: 2. dişlinin diş üstü dairesi yarıçapı

rg1 ve rg2: Yuvarlanma daireleri yarıçapları olarak alınır;

φ: Dönme açısına bağlı olarak, B: diş genişliği

Veri ifadesi(Φ) (cm³/rad)

$$\phi = \frac{dv}{d\phi} = \frac{B}{2} \left[r_{k1}^2 - r_{o1}^2 + \frac{r_{g1}}{r_{g2}} (r_{k2}^2 - r_{o2}^2) \right] - \frac{B \cdot r_{g1}^3}{2} \left(\frac{1}{r_{g1}} + \frac{1}{r_{g2}} \right) \cdot \phi^2$$

Bu ifade farklı çaplardaki dişliler için parabolik bir eğridir.

Şayet dişli çapları aynı ise;

Yani:

ro1= ro2

rk1= rk2

rg1= rg2 ise

Φ=B(rk²- ro²)-Brg²φ² olur.

$$r_{o1} = r_{o2}$$

$$r_{k1} = r_{k2}$$

$$r_{g1} = r_{g2} \text{ ise}$$

$$\phi = B \cdot (r_{k2} - r_{o2}) - B r_{g2} \cdot \phi^2 \text{ olur.}$$

Bu ifadenin $(-\pi/z)$ ile $(+\pi/z)$ arasındaki ortalaması alınırsa (ϕ_m) :

$$\phi_m = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi/z}^{\pi/z} [B(r_k^2 - r_0^2) - B.r_g^2 . \varphi^2] d\varphi$$

$$\phi_m = \frac{1}{2\pi} \left[B(r_k^2 - r_0^2) . \frac{2\pi}{z} - \frac{B.r_g^2}{3} \left(\frac{\pi^3}{z^3} + \frac{\pi^3}{z^3} \right) \right]$$

$$\phi_m = B(r_k^2 - r_0^2) - \frac{B}{3} \left(\frac{\pi.r_g}{z} \right)^2 \left[\frac{cm^3}{rad} \right] \text{ olur.}$$

Ortalama Debi:

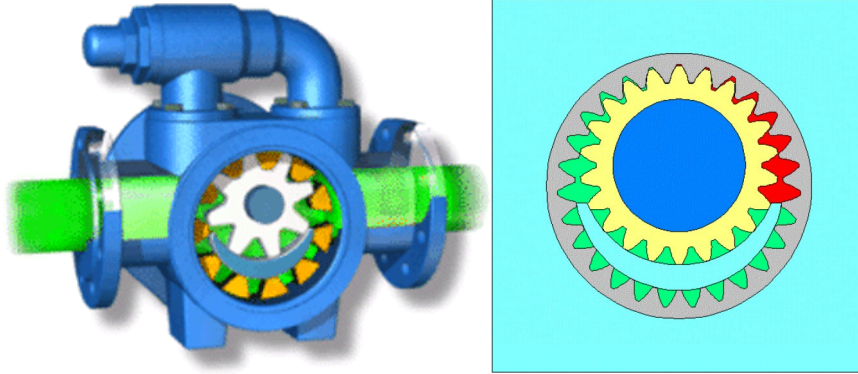
$$Q_m = \Phi_m . \omega$$

Devir Başına Basılan Hacim:

$$V = 2\pi . \Phi_m \text{ olur.}$$

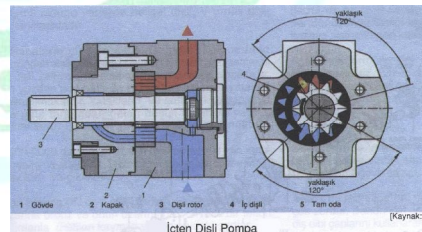
HİLAL TİPİ VE GEROTOR TİPİ İÇTEN DİŞLİ POMPALAR:

Aynı debiyi vermesine karşılık, dıştan dişliden daha küçüktür. Yüksek basınçta en az gürültülü çalışması olan pompalardır. Pompanın elektrik motoru pinyon dişlisini döndürür. Pinyon dişli, iç ayna dişlisini (rotorun aynası) tahrik eder.



Akışkan dönen diş ve sabit hilalin oluşturduğu boşlukları doldurur. Hem dış ayna dişli hem pinyon dişli birlikte çalışarak akışkanı pompa içinden sevk ederler.

Hilalin görevi, düşük basınçlı pompa girişini yüksek basınçlı pompa çıkışından ayırmaktır. Bu pompaların giriş çıkış alanları uzun olduğundan akış hızları düşer, bu durum gürültünün azalmasına ve pompanın emiş kapasitesinin artmasına sebep olur.



HİLAL TİPİ İÇTEN DİŞLİ POMPALAR

Avantajları :

- * Tek yönde iyi çalışırlar,
- * Montajları kolaydır, sessiz çalışırlar
- * Yüksek viskoziteli sıvılar için mükemmeldirler

Dezavantajları :

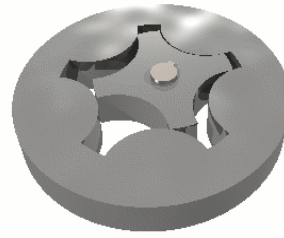
- * Genellikle orta hızlarda çalışırlar,
- * Basınçları orta seviyenin üzerindedir,
- * Ürün pompalanırken tek yatak çalışır.

Uygulama alanları :

- * Her çeşit yakıtların taşınmasında,
- * Reçineler ve sıvı polimerler,
- * Asfalt ve katran'ın taşınmasında,
- * Çikolata, fıstık ezmesi ve glikoz taşınmasında

GEROTOR TİPİ İÇTEN DİŞLİ POMPALAR:

Gerotor tipi içten dişli pompalar hilal tiplerine çalışma bakımından benzerler. Pompa mili iç rotora kamalıdır. Rotor ile rotor aynası aynı yöne dönerler.



Avantajları :

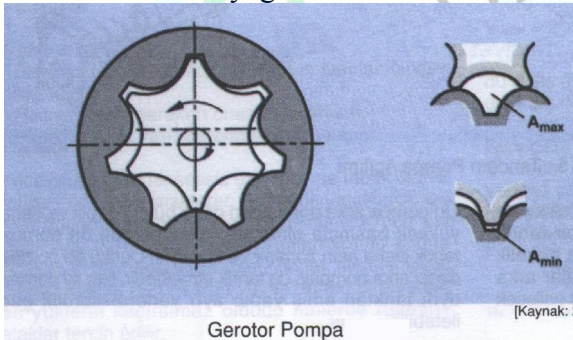
- * Yüksek hızlarda çalışma,
- * Yalnızca 2 parçadan oluşması,
- * Sessiz çalışması ve her yönde çalışmasının iyi olması

Dezavantajları :

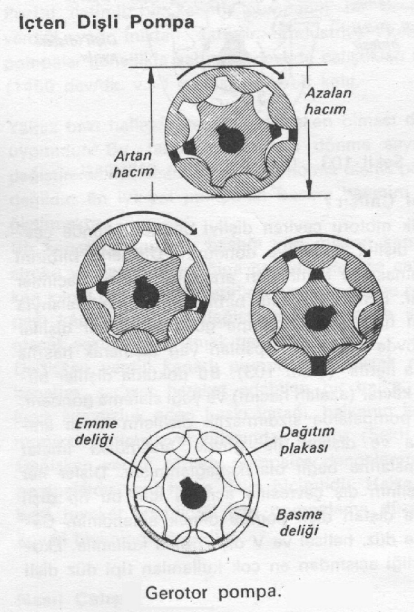
- * Katı maddeleri basamazlar
- * Basınçları orta seviyelerdedir,
- * Ürün pompalanırken tek yatak çalışır.

Uygulama alanları :

- * Hafif yakıtların taşınmasında,
- * Madeni yağlar ve yiyecek yağların taşınmasında
- * Hidrolik sıvı ve yağların nakillerinde



Gerotor Pompa



Gerotor pompa.

İç rotorun, rotor aynasından 1 (bir) eksik sayıda dişi vardır. Bu sayede boşluk oluşur. Giriş tarafında yavaş yavaş boşluklar açılır. Çıkış tarafından da yavaş yavaş kapanarak basma gerçekleştirilir.

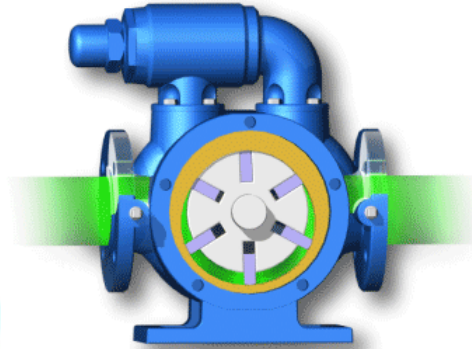
İçten dişli pompanın (ϕ) veri formülü, dıştan dişli pompanın veri formülündeki (r_{g2}) yerine ($-r_{g2}$) konmakla elde edilir.

$$\phi = \frac{dv}{d\phi} = \frac{B}{2} \left[r_{k1}^2 - r_{o1}^2 + \frac{r_{g1}}{(-r_{g2})} (r_o^2 - r_{k2}^2) \right] - B \cdot \frac{r_{g1}^3}{2} \left(\frac{1}{r_{g1}} + \frac{1}{r_{g2}} \right) \cdot \phi^2$$



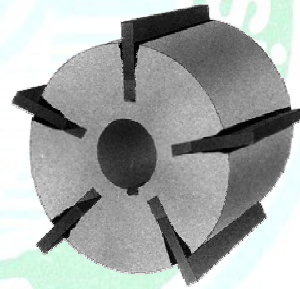
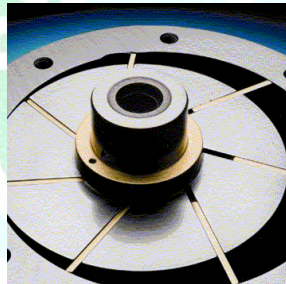
4.3.2 Kanatlı Pompalar

Kanatlı pompa, kanatları bir halka boyunca hareket ettirerek pompalama hareketi yaratır. Kanatlı pompada rotor, kanatlar, halka ve üzerinde fasulye şeklinde giriş ve çıkış delikleri bulunan dağıtım plakası bulunur.



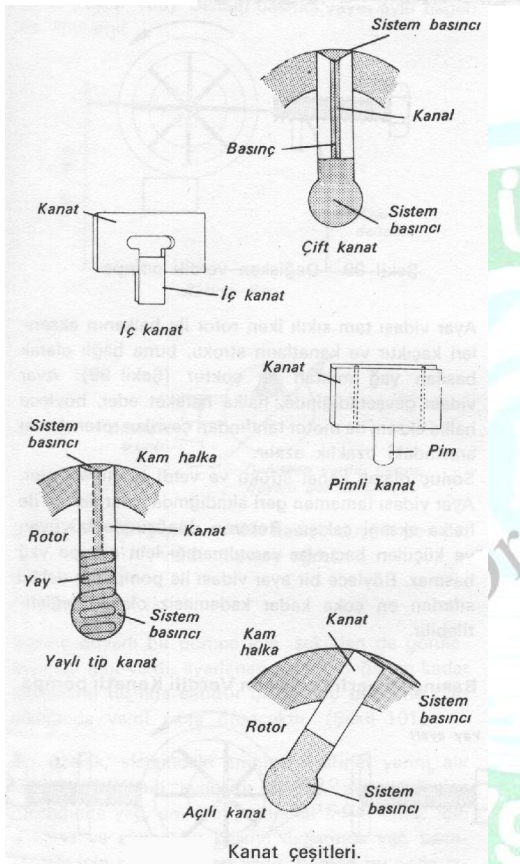
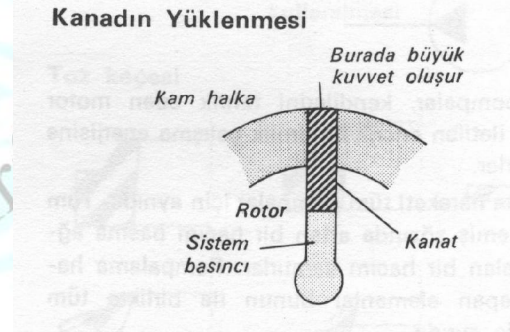
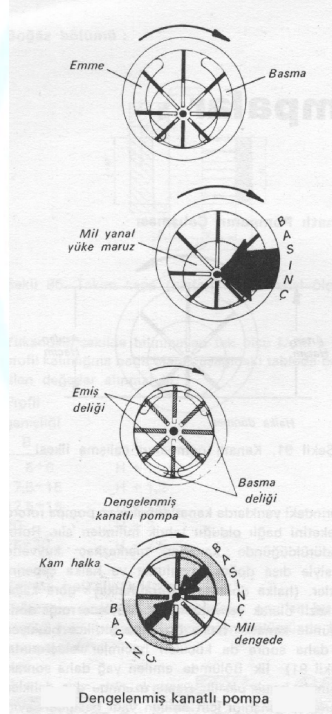
Rotor, elektrik motoru tarafından döndürülür. Bu esnada kanatlar merkezkaç kuvvetinin etkisiyle açılır. Halka ile temasa geçer. Halka sabittir, dönmez. Rotor döndükçe önce büyük sonra küçülen hacimler oluşur. Yani emilir ve basılır.

Sabit debili dengelenmemiş pompa demek; şekilde görülen pompada basınca maruz kalan bütün pompalama boşluğu rotorun yüzünde olduğu için dengelenmemiştir. Ön görülen basıncın üzerinde çalıştırılırsa ilave yan yük, pompa mil yatağının vaktinden önce aşınmasına neden olabilir.

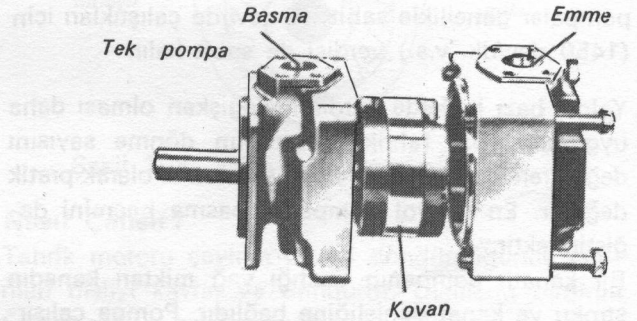


Sabit debili dengelenmiş pompa demek; dengelenmemiş pompada görülen dairesel kam yörünge bileziği yerine eliptik bir yörünge bileziği kullanılıncaya ikişer adet giriş ve çıkış ağız oluşur. Pompa çıkışları rotor mili yatağındaki radyal basınç yükünü ortadan kaldırır.

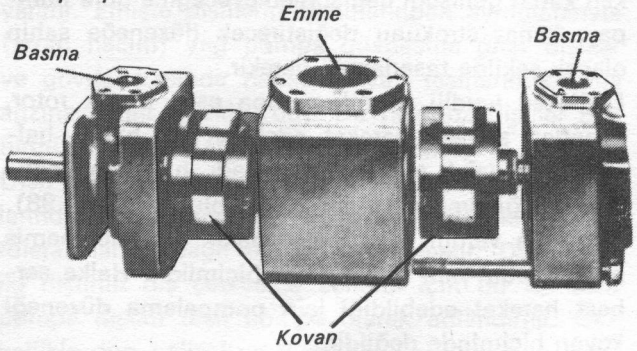
Değişken debili kanatlı pompa ise; kuvvetli bir basınç kontrol yayı, hareketli dairesel yörünge bileziğini en sağ uç noktaya doğru iter. Bu esnada eksantriklik maksimum olur. Tabii ki bu eksantrikliğin miktarınca debi değişir. Bu tip kanatlı pompalar basıncı dengelenmemiştir. Bu nedenle, düşük basınçlı sistemlerde bu pompalar az kullanılır.



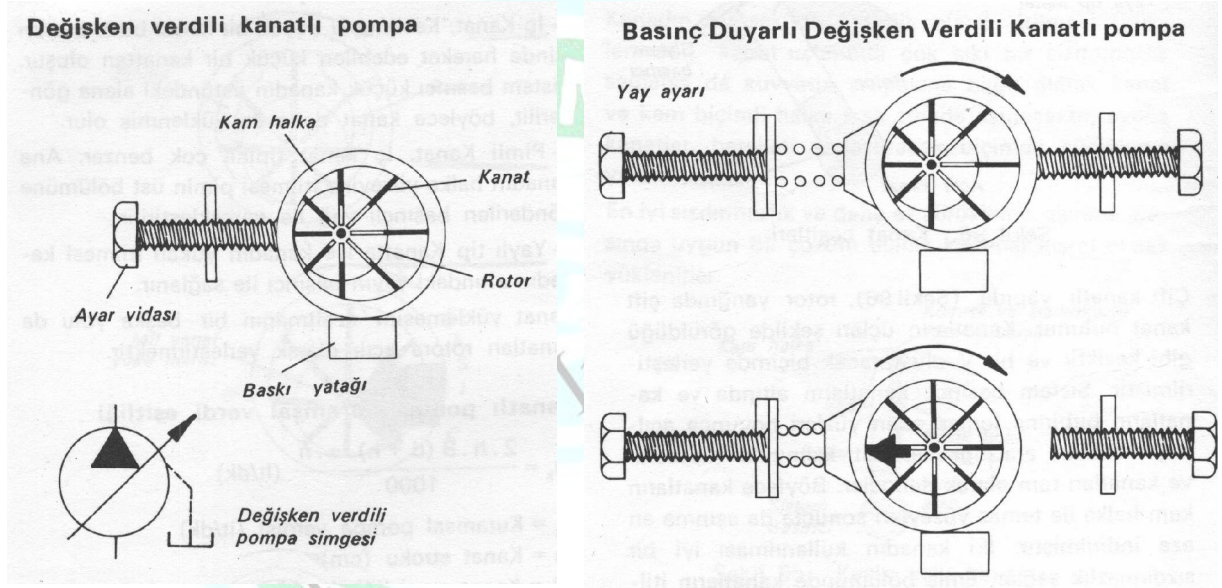
İkili Pompa



İkili pompa



Tek ve çift pompa.



Avantajları :

- * Nisbeten yüksek hızlarda çalışma,
- * Kanat aşınmaları makul seviyelerdedir,
- * İyi vakum yaratırlar.

Dezavantajları :

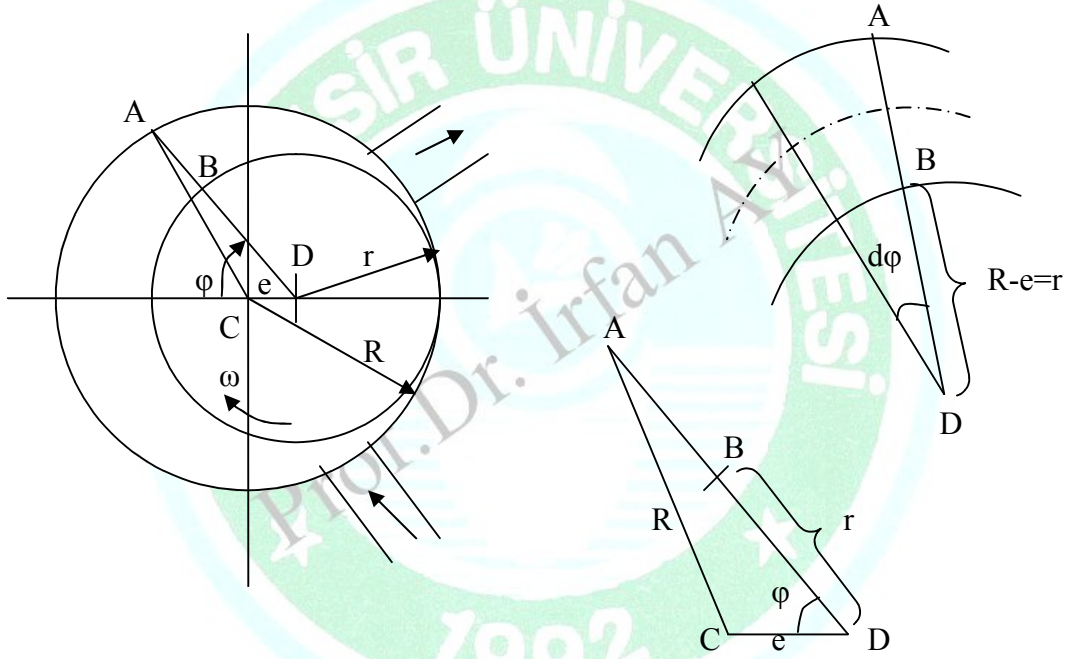
- * Gövde ve diğer parçaları daha karışık,
- * Yüksek basınçlar için uygun değil,
- * Yüksek viskoziteli sıvılar için uygun değil

Uygulama alanları :

- * LPG ve Amonyak (NH₃) taşınmasında,
- * Alkollerin transferinde,
- * Çözücülerin taşınmasında
- * Soğutucu sıvı ve gaz'ların taşınmasında.

DEBİSİ DEĞİŞEN KANATLI POMPALARDA HİDROSTATİK BAĞINTILAR

Şekildeki pompada kanat yüzeyi (ABxb) açıya bağlı olarak değişmektedir.



AB uzunluğunu hesaplayalım.

$$AD + e^2 - 2AD \cdot e \cdot \cos \varphi = R^2$$

Bu ifadede kenarları eşit olmayan bir üçgende kenarların bulunması formülüdür. Bu bir matematik denklemdir. Çözülürken:

$$AD = e \cdot \cos \varphi + \sqrt{e^2 \cdot \cos^2 \varphi - e^2 + R^2} \text{ olur.}$$

Doğru olup olmadığının kontrolü için;

$$(AD - e \cdot \cos \varphi)^2 = (\sqrt{e^2 \cos^2 \varphi - e^2 + R^2})^2$$

Her iki tarafın karesini alalım.

$$AD^2 + e^2 \cos^2 \varphi - 2AD \cdot e \cdot \cos \varphi = e^2 \cos^2 \varphi - e^2 + R^2$$

$$AD^2 - 2AD \cdot e \cdot \cos \varphi = R^2 - e^2$$

$$AD = e \cdot \cos \varphi + \sqrt{e^2 (\cos^2 \varphi - 1) + R^2}$$

yazılır.

Şimdi

$$AB = AD - r$$

$$AB = e \cdot \cos \varphi + \sqrt{-e^2 \cdot \sin^2 \varphi + R^2} - R + e$$

$$AB = e(1 + \cos \varphi) - R + \sqrt{R^2 - e^2 \sin^2 \varphi}$$

(R²) 'nin yanında e²sin²φ ihmal edilebilir büyüklükte olduğundan,

$$AB = e(1 + \cos \varphi) - R + R$$

$$AB = e(1 + \cos \varphi)$$

halini alır.

AB kanadının yan kenarının taradığı alanın ortalama yarıçapı (g) ise;

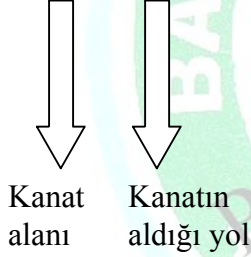
$$g = \frac{AB}{2} + R - e$$

$$g = \frac{e(1 + \cos \varphi)}{2} + R - e$$

$$g = \frac{e}{2} + \frac{e \cdot \cos \varphi}{2} + R - e$$

(φ) açısına bağlı olarak basılan hacim

$$dV = (b \cdot AB) \cdot (g \cdot d\varphi)$$



$$dV = b \cdot e(1 + \cos \varphi) \cdot \left[R + \frac{e}{2}(\cos \varphi - 1) \right] \cdot d\varphi$$

Veri(ϕ): Dönüdeki hacim olduğundan

$$\phi = b \cdot e \left[R(1 + \cos \varphi) - \frac{e}{2}(1 - \cos^2 \varphi) \right]$$

$$\phi = b \cdot e \cdot R(1 + \cos \varphi) - \frac{b \cdot e^2}{2} \cdot \sin^2 \varphi$$

olarak bulunur.

DİĞER HİDROSTATİK BAĞINTILAR İSE:

Pompanın momenti $M = P \cdot \phi$

Pompanın debisi $Q = \omega \cdot \phi$

Pompanın gücü $N = P \cdot \omega \cdot \phi$

Yukarıdaki ifadelerin hepsi (ϕ)'ye bağlıdır.

Ortalama veri (ϕ_m) ise;

$$\phi_m = \frac{1}{\pi} \int_0^\pi b \cdot e \cdot R(1 + \cos \varphi) \cdot d\varphi - \frac{b \cdot e^2}{2\pi} \int_0^\pi \sin^2 \varphi \cdot d\varphi$$

Çözülürse

$$\phi_m = b \cdot e \cdot R - \frac{b \cdot e^2}{4\pi} \int_0^\pi (1 - \cos^2 \varphi) \cdot d\varphi$$

$$\phi_m = b \cdot e \cdot R - \frac{b \cdot e^2}{4} \text{ bulunur.}$$

Basılan hacim

$$V = \phi_m \cdot 2\pi$$

$$V = 2 \cdot \pi \cdot b \cdot e \cdot R - \frac{\pi \cdot b \cdot e^2}{2} \text{ olur.}$$

(z) adet kanat olursa

$$V = 4 \cdot b \cdot e \cdot R \cdot z \cdot \sin \frac{\pi}{z} - 2 \cdot b \cdot s \cdot z \cdot \cos \frac{\pi}{z} \text{ olur.}$$

Burada

b: Kanat genişliği

s: Kanat kalınlığı

z: Kanat sayısı

4.3.3 Pistonlu Pompalar

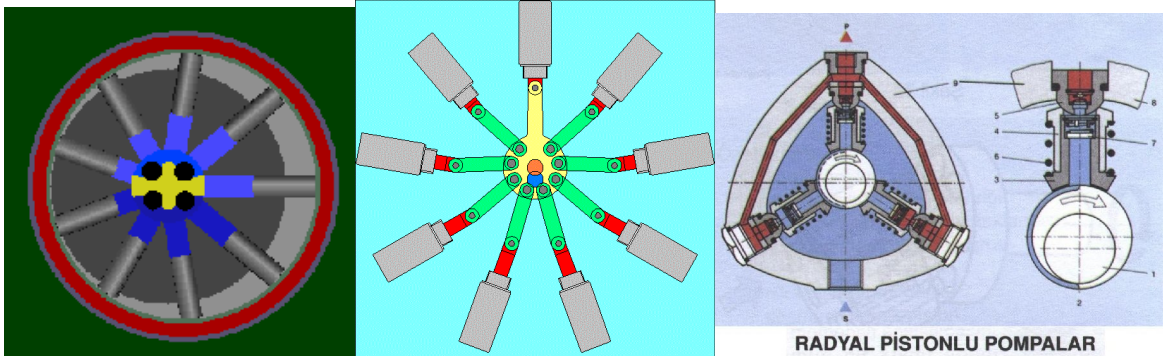
Kanatlı dişli pompalar 15-20 Mpa'lık basınç düzeylerine ulaşırken eksenel pistonlu pompaların radyal tipleri 65 Mpa'ya kadar rahatça çıkabilirler. Verimleri de %95 civarındadır.

Pistonlu pompalar pistonların diziliş şekillerine göre

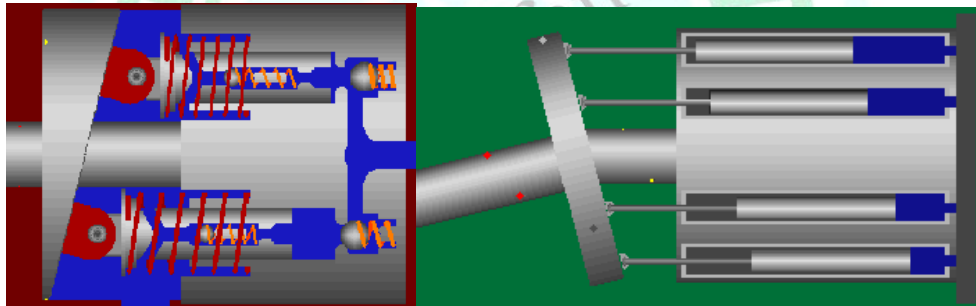
- Eksenel pistonlu pompa
- Radyal pistonlu pompa

Olarak sınıflandırılırlar.

Eksenel pistonlu pompalarda pistonlar pompa eksenine paralel yerleştirilmişlerdir. Radyal pistonlu pompalarda ise pistonlar, eksenleri birbirleri ile çakışacak şekilde yerleştirilmişlerdir.



Radyal pistonlu pompa



Eksenel pistonlu pompa
(MH)

Eksenel pistonlu pompa
(MZ)

4.3.3.1 Eksenel Pistonlu Pompalar

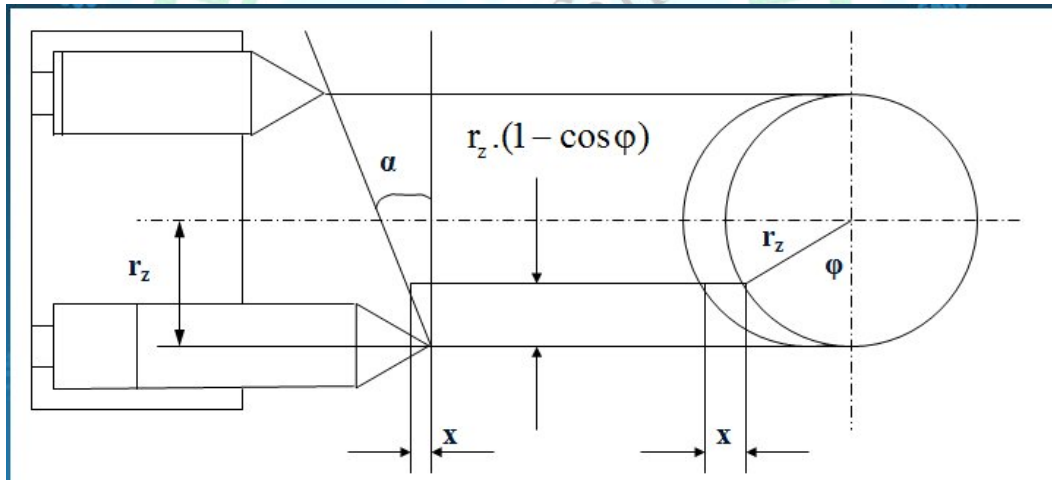
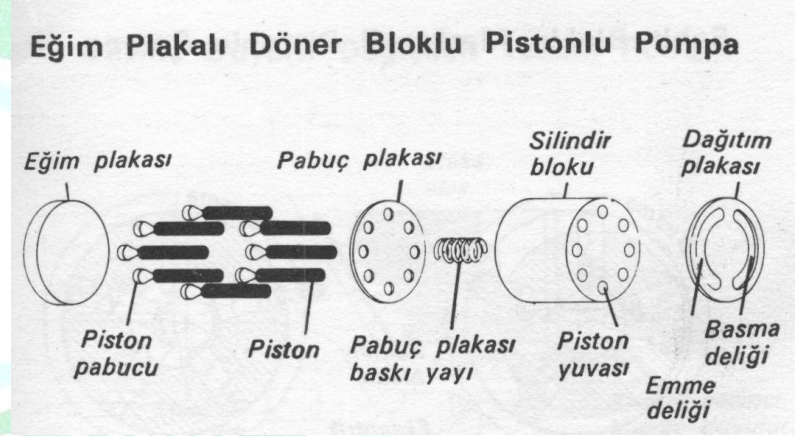
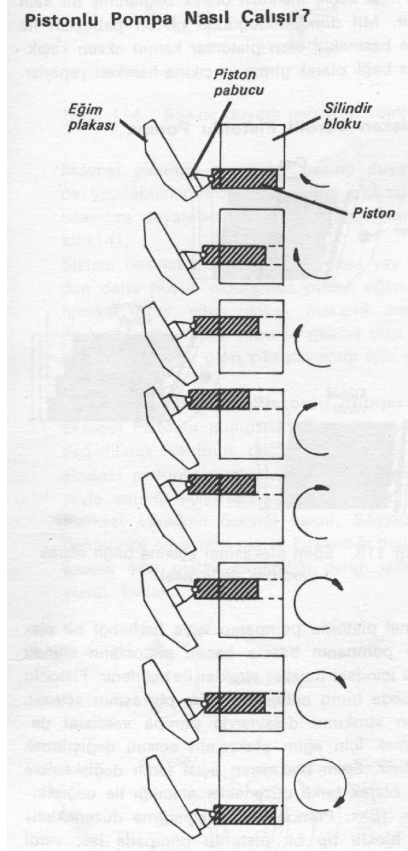
Pistonlar, pompa eksenine paralel şekilde yerleştirilmişlerdir. Pompalama mekanizması esas olarak silindir bloğu, pistonlar, piston pabuçları, eğim plakası, pabuç plakası, baskı yayı ve dağıtım plakasından meydana gelmiştir.

Pistonlu bir pompanın nasıl çalıştığı şekilde görülmektedir. Şekilde silindir bloğu ve silindirlerden birbirine yerleştirilmiş piston plakası düşeyle bir açı yapacak şekilde bağlanmıştır. Silindir bloğu döndürüldüğünde, piston pabuçu, eğim plakasının yüzeyini izler. Eğim plakasının sabit ve eğimli oluşu, pistonların silindir içine girip çıkma hareketi yapmasını sağlar.

Eksenel pistonların yapı türüne göre,

1. Bloğu dönen, plakası sabit (MZ Pompaları)
2. Bloğu sabit, plakası dönen (MH Pompaları)

Çeşitleri vardır.



MZ Pompasının Şematik Gösterimi

1. MZ Pompaları

Bu pompanın bloğu dönmektedir. Eğim plakası sabit ve belli bir açıda durmalıdır.

MZ Pompasında Hidrostatik Bağlımlar

1) Katedilen yol ifadesi

$$X_{MZ} = (r_z - r_z \cdot \cos \varphi) \cdot \tan \alpha$$

$$X_{MZ} = r_z (1 - \cos \varphi) \cdot \tan \alpha$$

2) Basılan hacim ifadesi

$$V_{MZ} = \left(\frac{\pi \cdot d^2}{4} \right) \cdot r_z \cdot (1 - \cos \varphi) \cdot \tan \alpha$$

3) Basılan veri (Φ_{MZ}) ifadesi

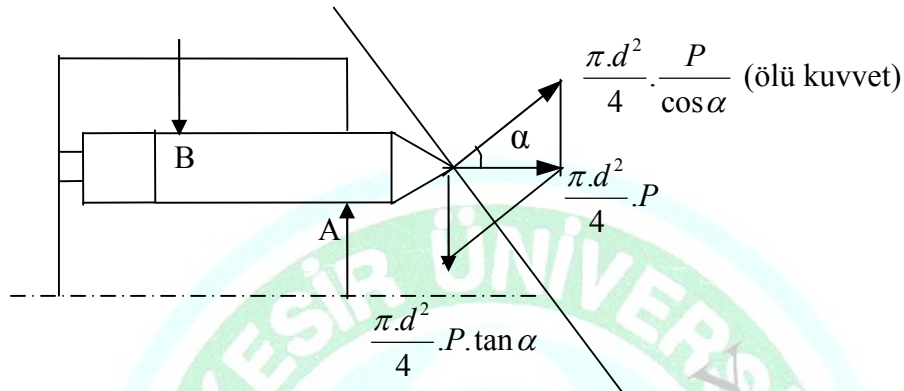
$$\phi_{MZ} = \frac{dv}{d\varphi} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot r_z \cdot \sin \varphi \cdot \tan \alpha$$

4) Basılan debi (Q) ifadesi

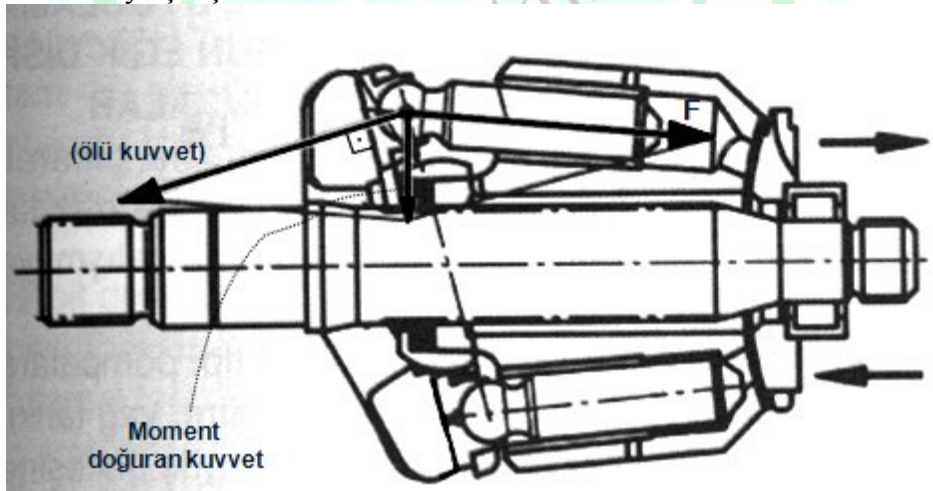
$$Q_{MZ} = A \times \frac{dx}{dt} = \left(\frac{dx}{d\varphi} \cdot \frac{d\varphi}{dt} \right) \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$Q_{MZ} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot (r_z \cdot \sin \varphi \cdot \tan \alpha) \cdot \omega$$

5) Etkili olan kuvvetler ise



Dikkat edilirse A ve B noktalarında ters yönde etkili olan kuvvetler, pistonu silindirden sürtmeye çalışırlar.



Yukarıdaki ifadeler tek bir (n) piston için yapılmıştı. Çok pistonlu eksenel pompalarda

a) Tek Sayılı Pistonlu Eksenel Pompalarda

$$\phi_{2n+1} = \frac{\frac{\pi.d^2}{4} . r_z . \sin \varphi . \tan \alpha}{2 . \sin \frac{\pi}{2.z}}$$

b) Çift Sayılı Pistonlu Eksenel Pompalarda

$$\phi_{2n} = \frac{\frac{\pi.d^2}{4} . r_z . \sin \varphi . \tan \alpha}{\sin \frac{\pi}{z}}$$

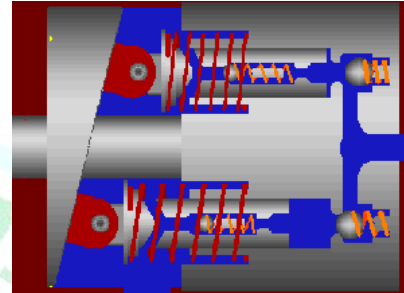
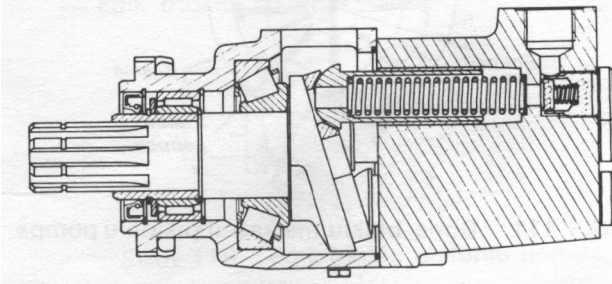
Devir başına bastıkları toplam hacim

$$V_{TMZ} = z . \frac{\pi.d^2}{4} . 2.r_z . \tan \alpha \quad (\text{cm}^3/\text{devir}) \text{ olur.}$$

2. MH Pompaları

Bu pompaların plakası dönmektedir. Silindir bloğu sabit olup, pistonlar silindir içine girip çıkmaktadırlar.

Eğim Plakalı Sabit Bloklü Pistonlu Pompa



MH Pompasında Hidrostatik Bağlımlar

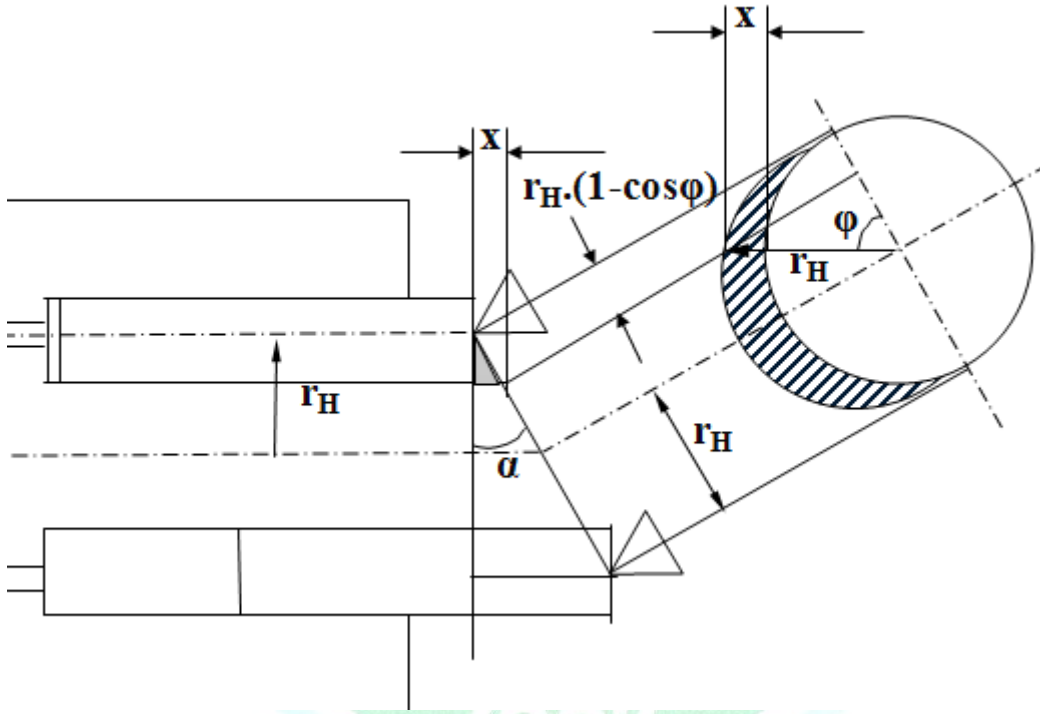
1) Katedilen yol ifadesi

$$X_{MH} = (r_{MH} - r_{MH} . \cos \varphi) . \sin \alpha$$

$$X_{MH} = r_{MH} (1 - \cos \varphi) . \sin \alpha$$

2) Basılan hacim ifadesi

$$V_{MH} = \left(\frac{\pi.d^2}{4} \right) . r_{MH} . (1 - \cos \varphi) . \sin \alpha$$



1) Basılan veri (Φ_{MH}) ifadesi

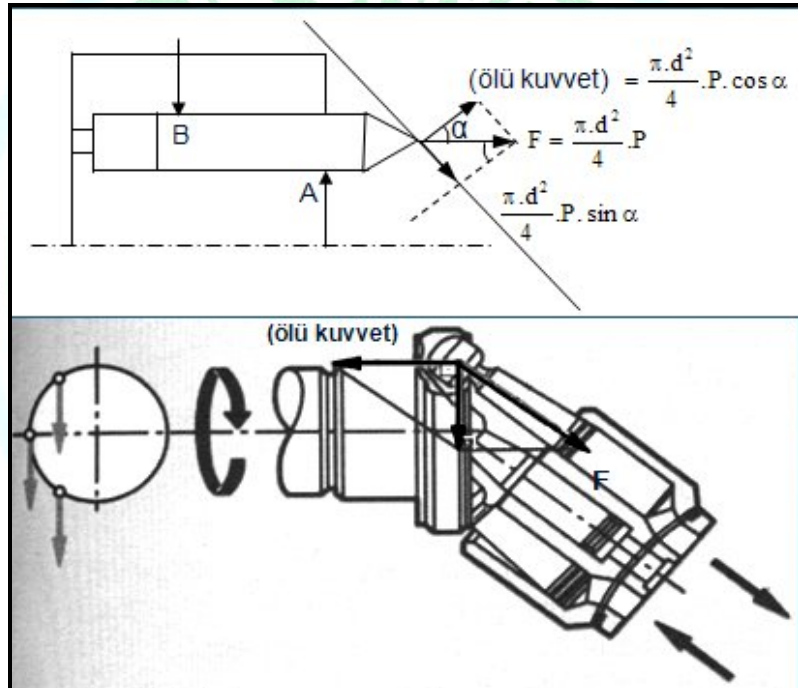
$$\phi_{MH} = \frac{dv}{d\phi} = \left(\frac{\pi \cdot d^2}{4} \right) \cdot r_H \cdot \sin \alpha \cdot \sin \phi$$

2) Basılan debi (Q) ifadesi

$$Q_{MH} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \frac{dx}{dt} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \left(\frac{dx}{d\phi} \cdot \frac{d\phi}{dt} \right)$$

$$Q_{MH} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot r_H \cdot \sin \alpha \cdot \sin \phi \cdot \omega$$

3) Etkili olan kuvvetler ise



Pistonu silindire sürtmek için çekmeye çalışarak, silindire zarar vermeye çalışır. Yukarıdaki ifadeler tek bir pistonlu eksenel pompalar için geçerliydi. Çok sayıda pistonlu pompalar için;

a) Tek Sayılı MH Pompalarında Veri

$$\phi_{2n+1} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot r_H \cdot \sin \varphi \cdot \sin \alpha \cdot \frac{2 \cdot \sin \frac{\pi}{2 \cdot z}}{2 \cdot z}$$

b) Çift Sayılı MH Pompalarında Veri

$$\phi_{2n} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot r_H \cdot \sin \varphi \cdot \sin \alpha \cdot \frac{\sin \frac{\pi}{z}}{z}$$

Devir başına bastıkları toplam hacim

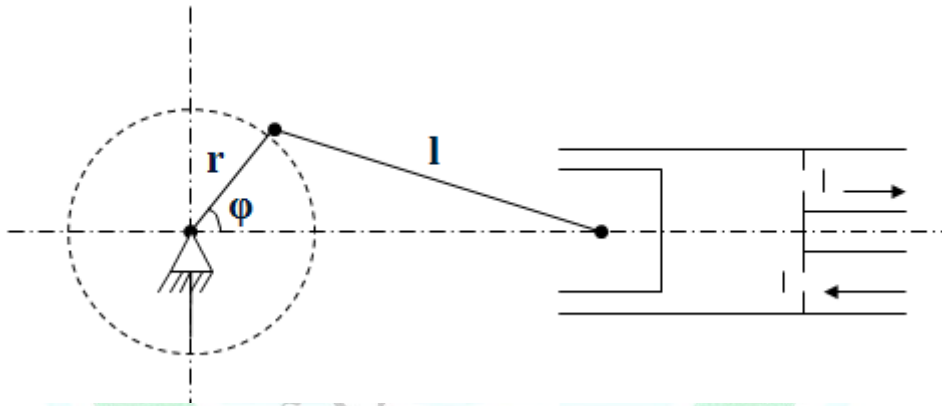
$$V_{TMH} = z \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot 2 \cdot r_H \cdot \sin \alpha \quad (\text{cm}^3/\text{devir}) \text{ olur.}$$

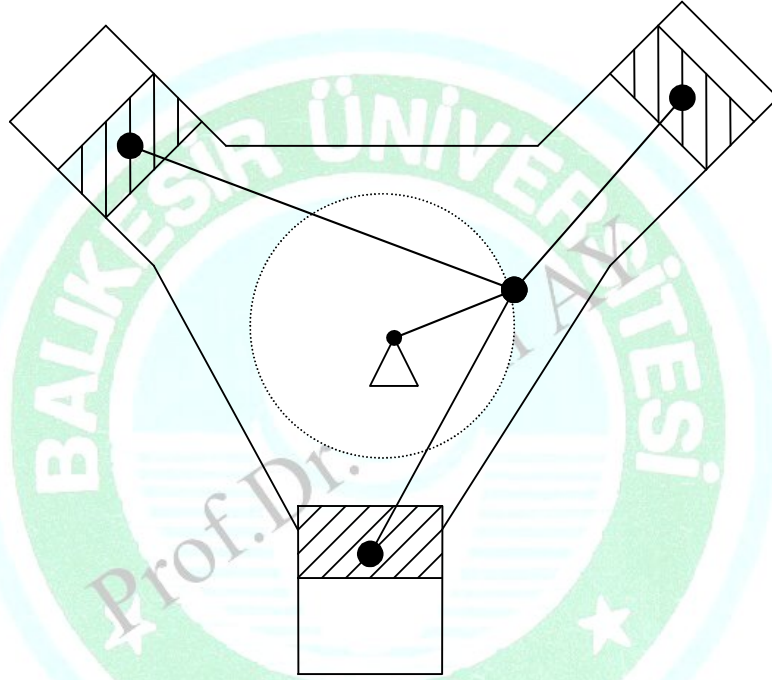
3.4 TEK VE ÇOK ELEMANLI POMPALARDA VERİ DÜZGÜNSÜZLÜĞÜ

Pistonlu, kanatlı, dişli vs. pompalarda piston sayısının, kanat sayısının ve diş sayısının çok olması halinde dönme açısına bağlı olarak düzgünlük kısmen giderilmiş olur.

1) Krank Biyel'li Pistonlu Pompalarda

$$\text{Veri ifadesi: } \phi = \left[r \cdot \sin \varphi + \frac{r^2 \sin 2\varphi}{2\sqrt{L^2 - r^2 \sin^2 \varphi}} \right] \left(\frac{\pi \cdot d^2}{4} \right) \text{ şeklindeydi}$$



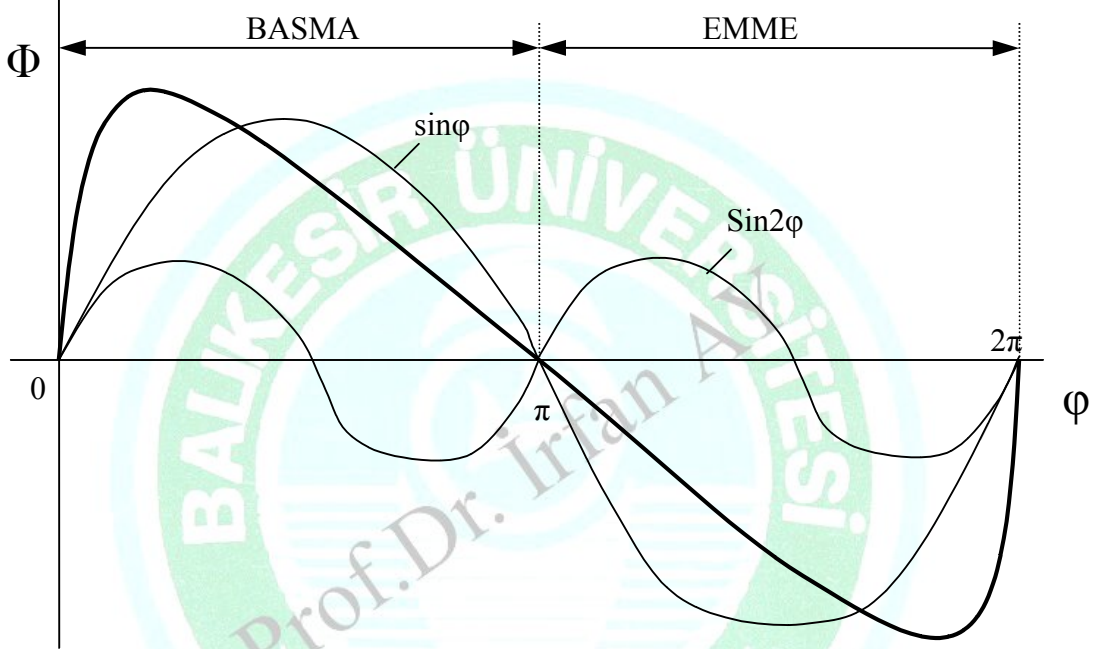


a)Çok pistonlu (krank-biyelli) pompa

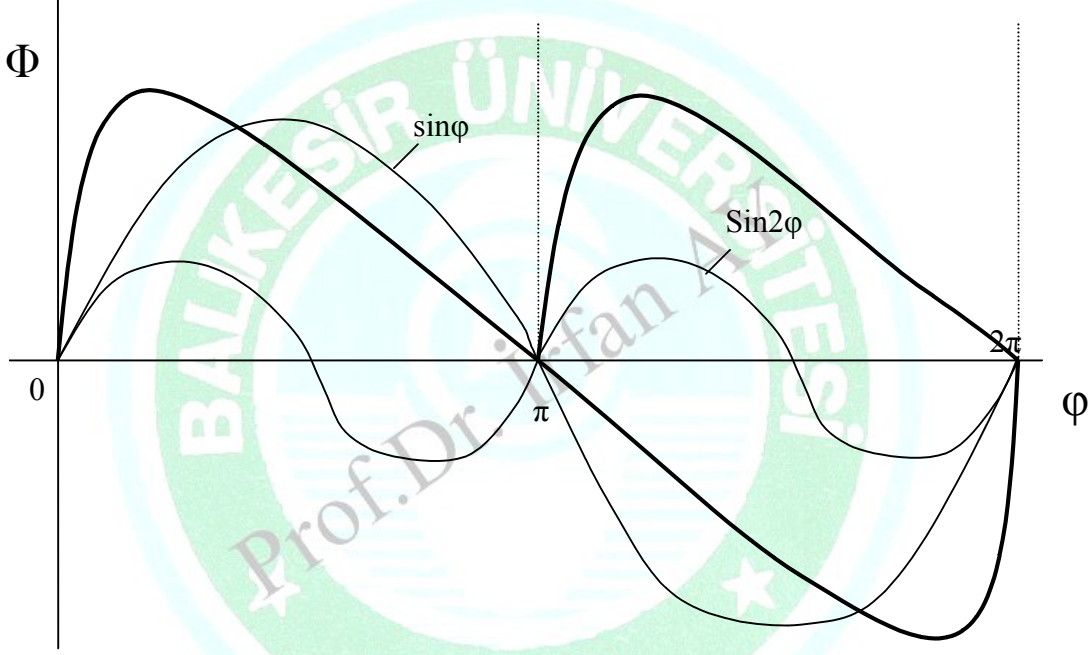
$l \gg r \cdot \sin \varphi$ $\frac{r}{l} = \lambda$ yazılırsa,

$\phi \cong \left(\frac{\pi \cdot d^2}{4} \right) \cdot r \cdot \left[\sin \varphi + \frac{\lambda}{2} \cdot \sin 2\varphi \right]$ şeklini alır.

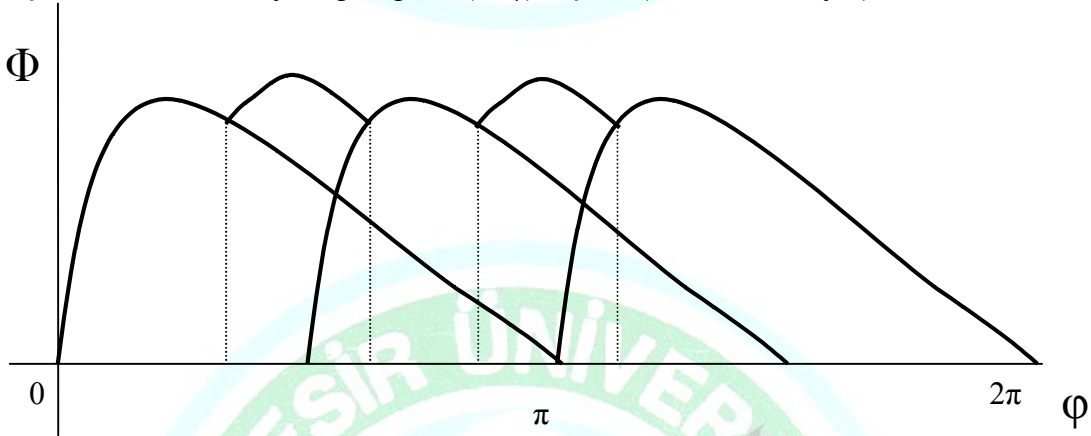
Bu ifade tek bir silindir içindir. Φ ile φ açısı arasındaki ilişki (2π 360°) faz farkıyla;



b) İki silindirli krank-biyelli pompada (Φ - ϕ) ilişkisi (180° faz farkıyla)



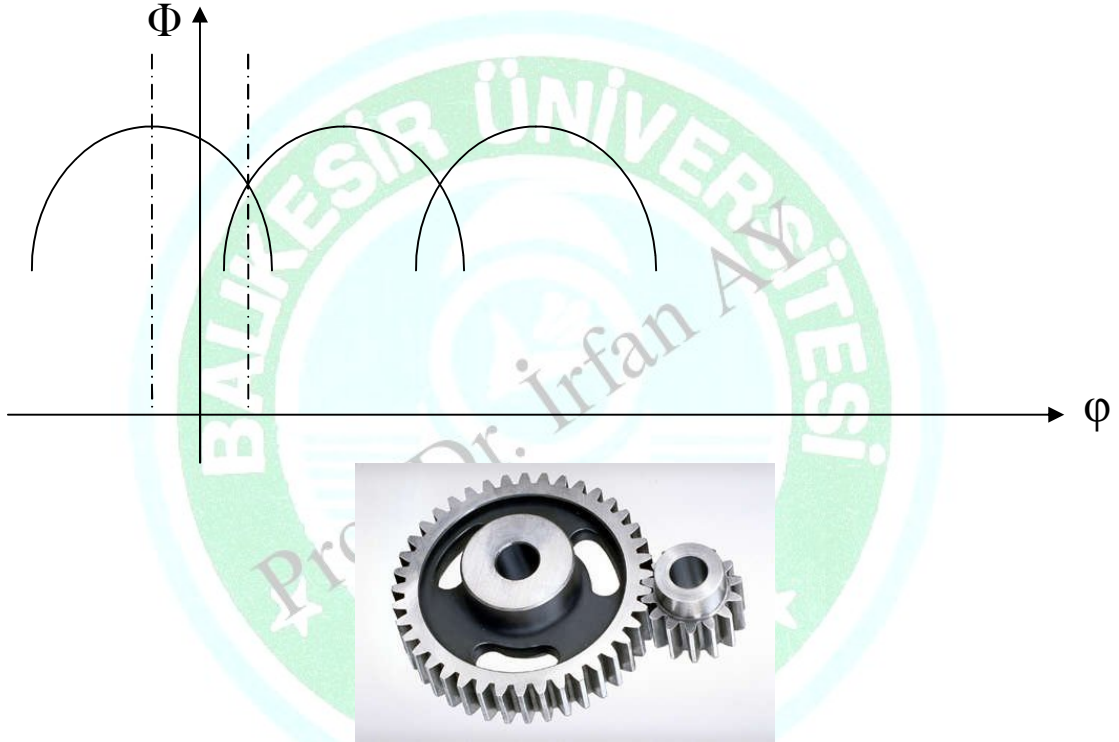
c) Üç silindirli krank-biyelli pompada (Φ - ϕ) ilişkisi (120° faz farkıyla)



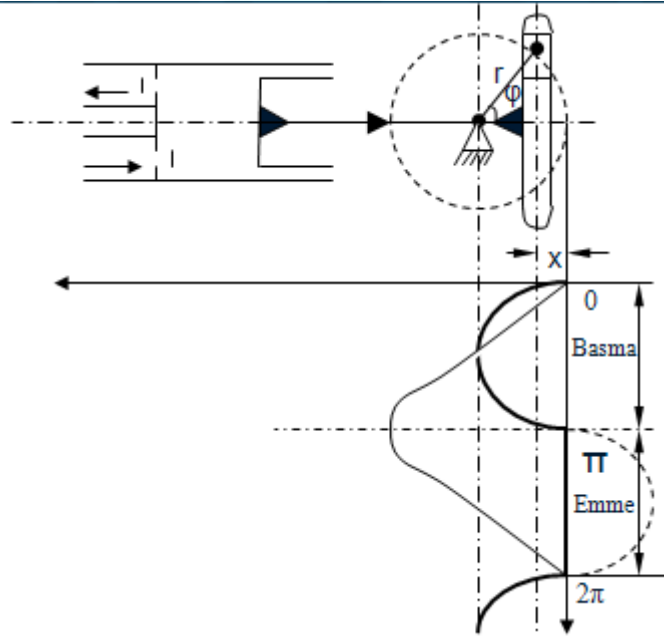
Kesikli basmadan kurtulmuş, dolu dolu basma başlamış ve veri düzgünsüzlüğü ortadan kalkmıştır.

2) Dişli Pompalarda Veri Düzgünsüzlüğü

Dişli sayısı ne kadar çok olursa (Φ - ϕ) açılı ilişkisi o kadar düzgün olmaktadır.

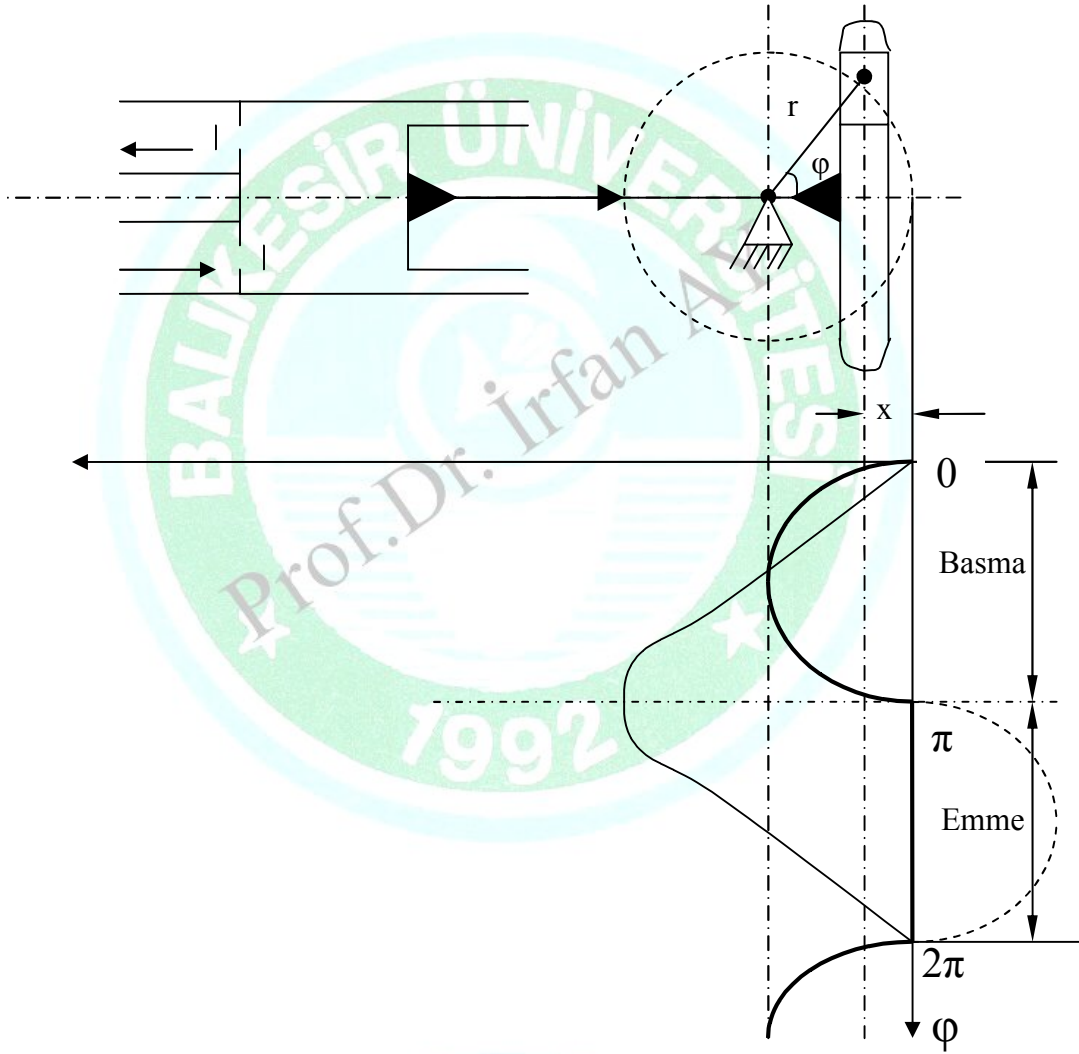


3) Cros-Head Mekanizmalı Tek Ve Çok Piston Silindirli Pompalarda Veri Düzgünsüzlüğü



a) Tek piston silindirli cros-head mekanizmasında veri düzgünsüzlüğü ifadesi:

$$\delta = \frac{\phi_{MAX} - \phi_{MIN}}{\phi_{ORT}} = \frac{\left(\frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot r\right) - (0)}{\frac{d^2 \cdot r}{4}} = \pi = 3.14$$



Yol İfadesi

$$x = r.(1 - \cos \varphi)$$

Hacim İfadesi

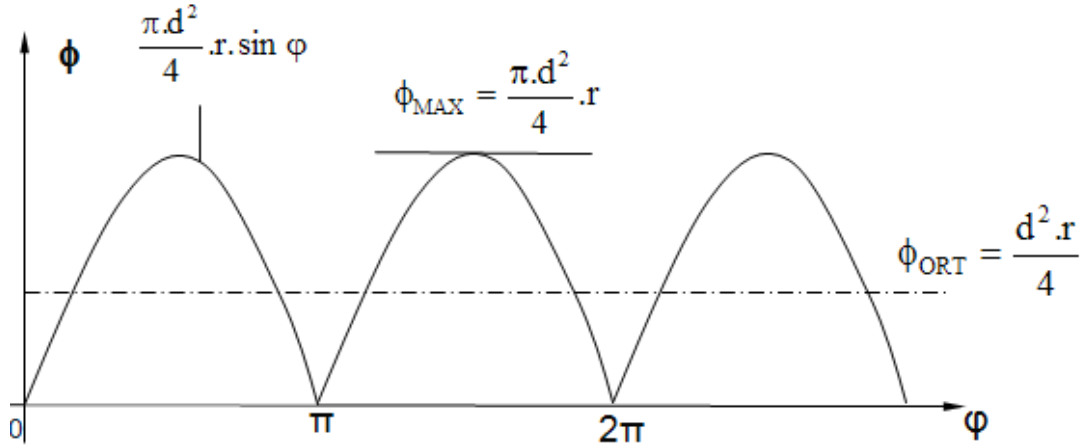
$$V = \frac{\pi.d^2}{4} .x = \frac{\pi.d^2}{4} .r.(1 - \cos \varphi)$$

Veri İfadesi

$$\phi = \frac{dV}{d\varphi} = \frac{\pi.d^2}{4} .r.\sin \varphi$$

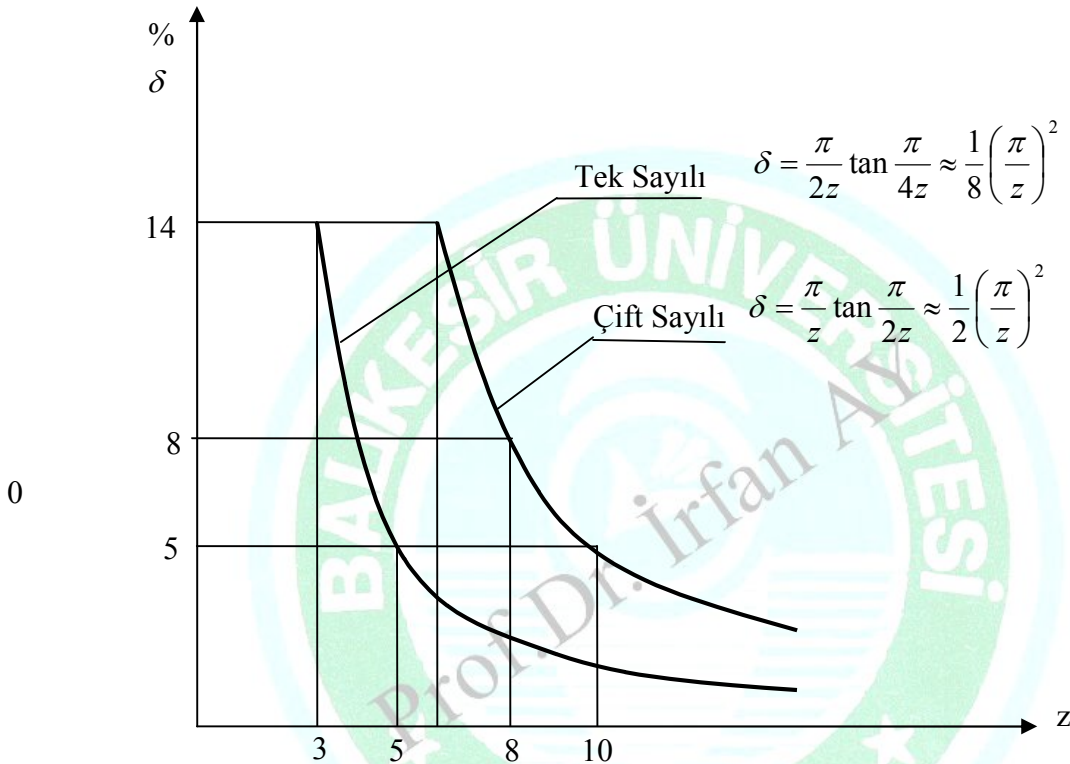
$$\phi_M = \frac{\pi.d^2}{4} .2r = \frac{d^2.r}{4}$$

b) Çift sayıda piston-silindirli cross-head mekanizmasında (Φ - ϕ) ilişkisi:



$$\delta = \frac{\Phi_{MAX} - \Phi_{MIN}}{\Phi_{ORT}} = \frac{\left(\frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot r\right) - (0)}{\frac{d^2 \cdot r}{4}} = \pi = 3.14$$

c) Çok sayıda piston-silindirli cross-head mekanizmalarında veri düzensizliği ifadesi



KONU İLE İLGİLİ PROBLEMLER

- Krank-biyel mekanizmasında konuma bağlı (Φ) veri denkleminin 1 tam periyottaki ortalama değeri integral yoluyla hesaplayınız
- Cros-head piston silindir mekanizmasında konuma bağlı (Φ) veri ve (Q) debi denklemlerini bulun. Ortalamalarını hesaplayınız.
- Salınlı piston silindir mekanizmasında konuma bağlı (Φ) veri ve (Q) debi denklemlerini bulun. Ortalamalarını hesaplayınız.
- Krank-biyel mekanizmalı bir pistonlu pompada $\phi \cong AB \cdot \left(\frac{\pi \cdot d^2}{4} \right)$ olduğunu gösteriniz.
- Dönel yüzeyi değişen bir paletli pompanın makine hacmini daire alanlarını birbirinden çıkartarak hesaplayın ve palet (kanat) boyu ile hesaplamayla karşılaştırınız.
- Modülü $m=2$, diş sayısı $z_1=15$, $\alpha=20^\circ$ eni $b=10\text{mm}$ $\frac{h_K}{m} = 1$ olan bir dişli pompanın devir başına bastığı hacim nedir?
- İç dişli bir pompanın ortalama verisini (Φ_m) ortalama debisini (Q_m) ve bir dönüşte bastığı hacmi hesaplayınız.
- Çok silindirli bir pompada tek ve çift piston sayısına göre integral yoluyla ortalama veriyi (Φ_m), max. ve min. veriyi (Φ_{\max} , Φ_{\min}) ve düzgünsüzlükleri hesaplayınız.
- Bir hidrolik devre üzerinde tek silindirli bir pistonlu pompa mevcuttur. Bu pistonlu pompada silindir çapı 60mm, piston kursu 90mm, pompa devri 750 dev/dak dır. Dönme açısı 450° , 90° ve 135° olduğu zamanlarda (Q) debi ne olur?
- MH pompasında verinin zamana bağlı ifadesini çıkarın. $\Phi=0$, $\varphi=\pi/2$ ve $\varphi=\pi$ değerlerindeki (Q) ve (Φ) ifadelerini sırasıyla yazınız.
- MZ pompasının statik yapısında (M_d) momentini etkileyen kuvvetlerden yararlanarak bulunuz.