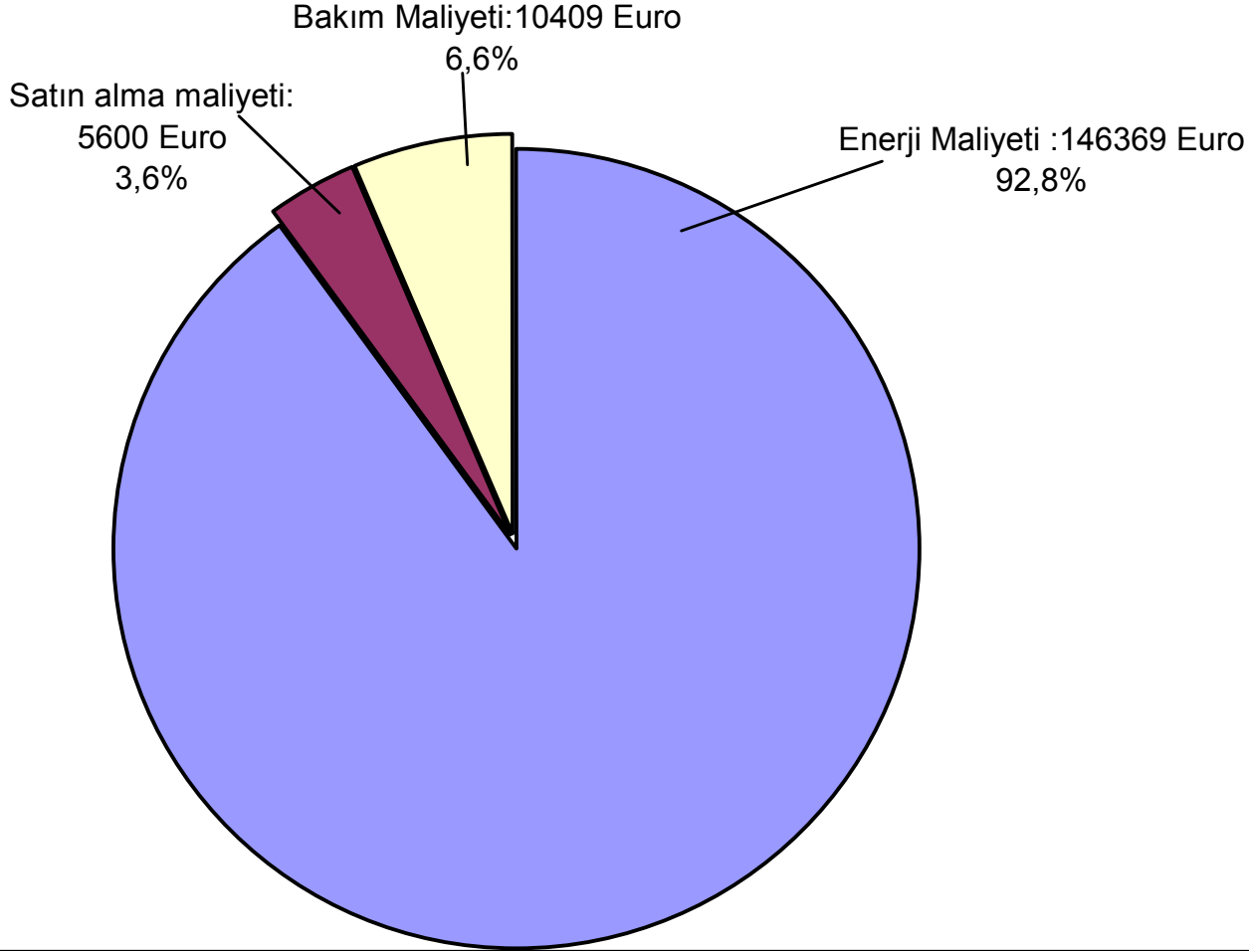




## NEDEN ENERJİ TASARRUFU ?



# Bir Pompanın Ömür Boyu Maliyeti İçinde Enerjinin Payı



Kaynak:  
Europump &  
Hydraulic  
Institute  
Çalışmaları



# SANTRİFÜJ POMPA SİSTEMLERİNDE ENERJİ TASARRUFU İÇİN NELERYAPILMALI



- 1- H ve Q hesaplanırken emniyet payları büyük tutulmamalı, aksi takdirde pompa max. verimli noktalarda çalışamaz
- 2- Pompa şartnamelerinde gereksiz sınırlamalar koyarak imalatçıların max. verimli pompalar seçmesi engellenmemeli

Aşağıdaki sınırlamalardan kaçınılmalıdır;

- Maksimum çark çapının %95'ine kadar pompa seçimi
- Maksimum verimli noktanın solunda pompa seçilmesi şartı
- Pompa hızının sınırlanması



# SANTRİFÜJ POMPA SİSTEMLERİNDE ENERJİ TASARRUFU İÇİN NELERYAPILMALI



- 3- Kapasite ihtiyacının değişken olduğu sistemlerde, mümkün olduğu kadar pompa sayısı artırılmalı ve paralel çalışma enerji tasarrufu sağlayabilir
- 4- Yüksek devirli pompalar genellikle daha yüksek verime sahiptir, istisnaları ; çamur pompaları veya düşük NPSHr gerektiği durumlar olabilir
- 5- Değişken devirli pompa kullanımı özellikle statik basma yüksekliğinin küçük olduğu sistemlerde enerji tasarrufu sağlayabilir



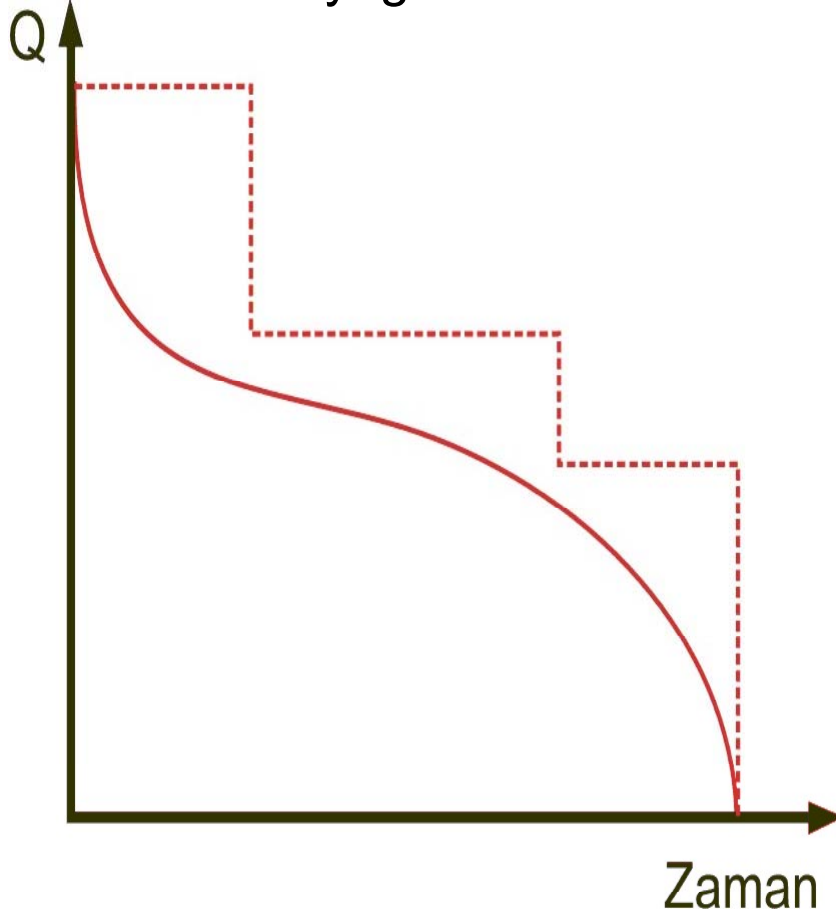
# SANTRİFÜJ POMPA SİSTEMLERİNDE ENERJİ TASARRUFU İÇİN NELERYAPILMALI



- 6- Pompa ufak dahi olsa pompa verimi ilk satın almada dikkate alınmalıdır
- 7-Büyük seçilmiş pompaların düşük kapasitelerde çalıştırılmasından kaçınılmalıdır,
- 8- Geniş bir aralıkta çalışacak pompaların maksimum verimli bölgesinin geniş aralıkta olmasına dikkat edilmelidir
- 9- Eskiyen pompaların iç yüzeylerinin kaplanması ve elden geçirilmesi verimde 1-2% artış sağlar
- 10-Sistem maksimum kapasiteyi karşılayacak şekilde seçilmeli, fakat sistemin zamanın çoğunda hangi kapasitede çalışacağı bilinmelidir. Bu analizden sonra boru sistemi dizayn edilebilir. Eğer maksimum kapasitede sadece kısa süre çalışacaksa, büyük çaplı boruya gerek yoktur veya tersi durum geçerlidir.



İki farklı pompa için debi ve zaman diyagramı

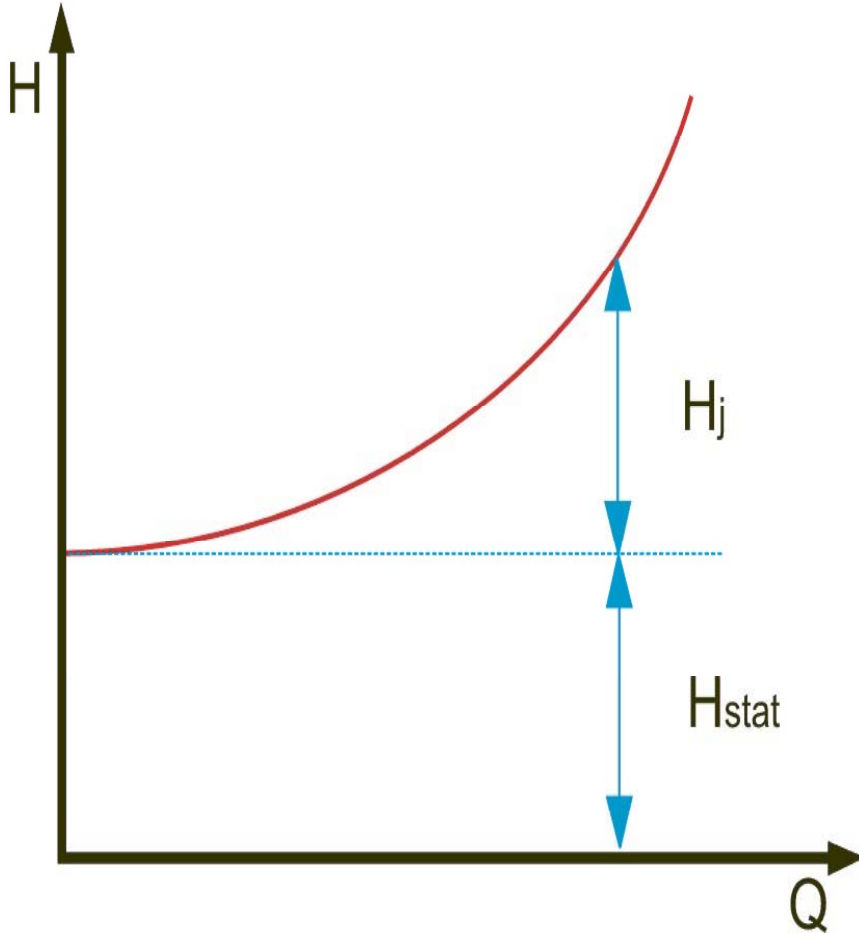


## KAPASİTE İHTİYACI

- Maksimum ihtiyaç belirlenmeli
- Zaman kapasite ihtiyaç eğrisi çizilmeli
- Boru çapı bu eğri dikkate alınarak tayin edilmeli
- Boru sistemi dizayn edilirken sistem eğrisi de çizilmelidir.



## Sistem eğrisi



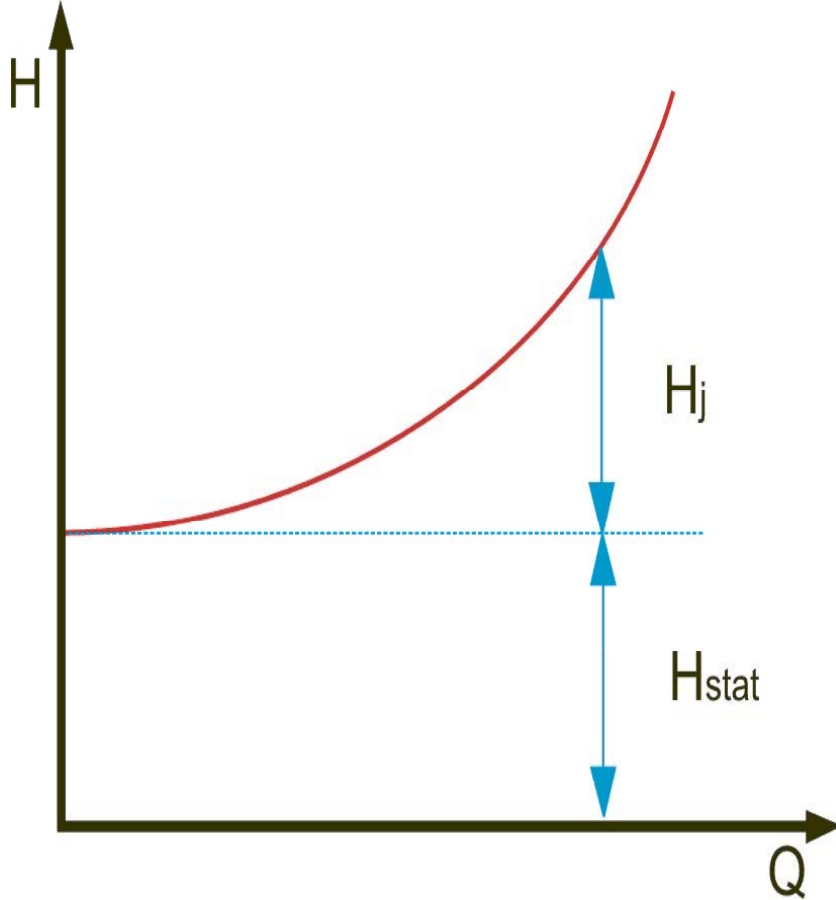
## Sistem eğrisi nedir?

- Sistem eğrisi pompanın istenen bir kapasiteyi pompa sistemi boyunca vermesi için, ne kadar basma yüksekliği (basınç) gerekli olduğunu gösterir.

## Basma Yüksekliği nedir?

Basma yüksekliği= $H_{statik}+H_{dinamik}$

- Statik Basma Yüksekliği, kapasiteden bağımsız- kot farkı veya basınçlı bir tanka basılıyor ise fark basınçtır.

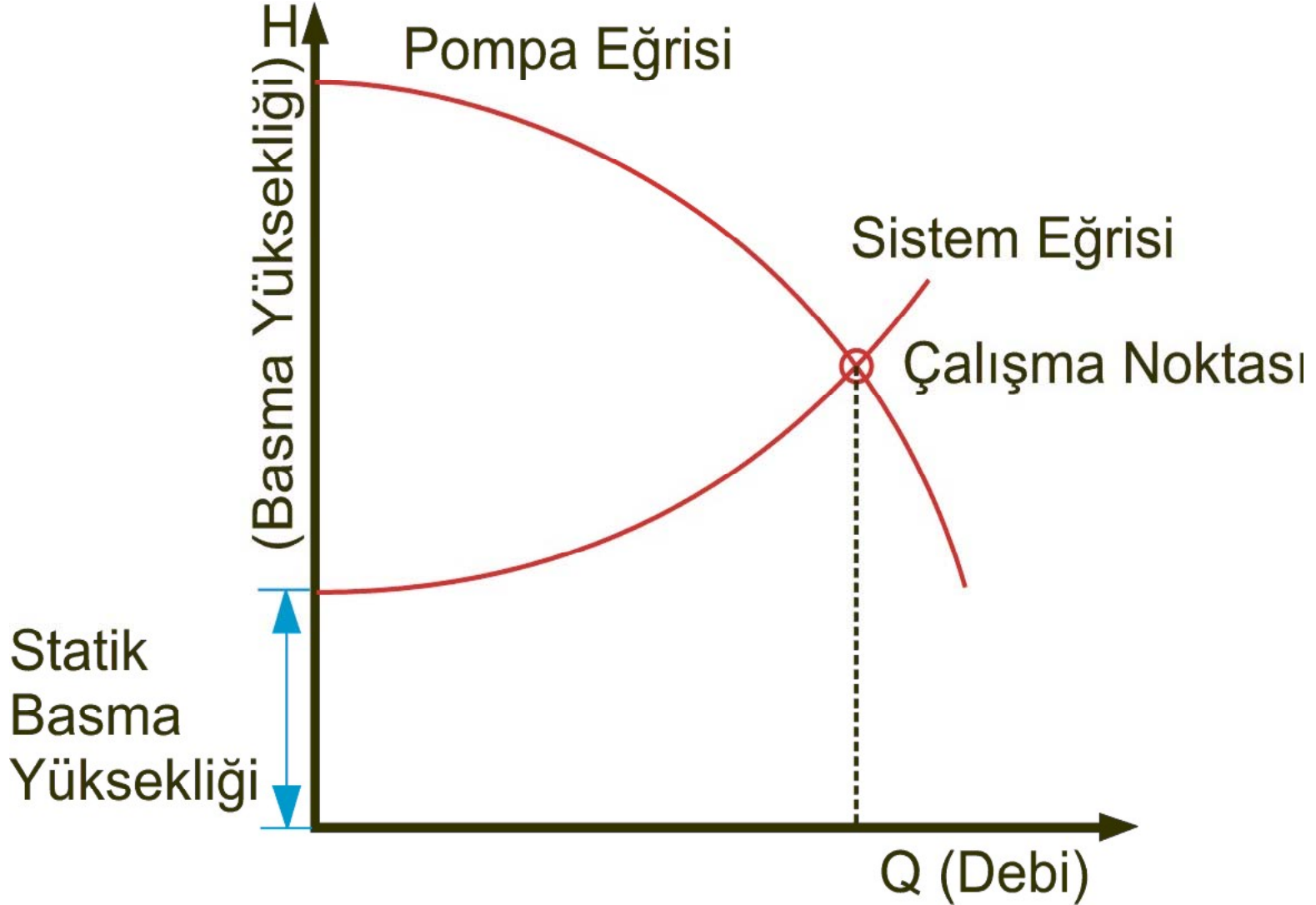


- Dinamik Basma Yüksekliği Tesisat sistemindeki sürtünme kayıplarından oluşur ve kapasite değişiminin karesi ile orantılı olarak artar veya azalır.



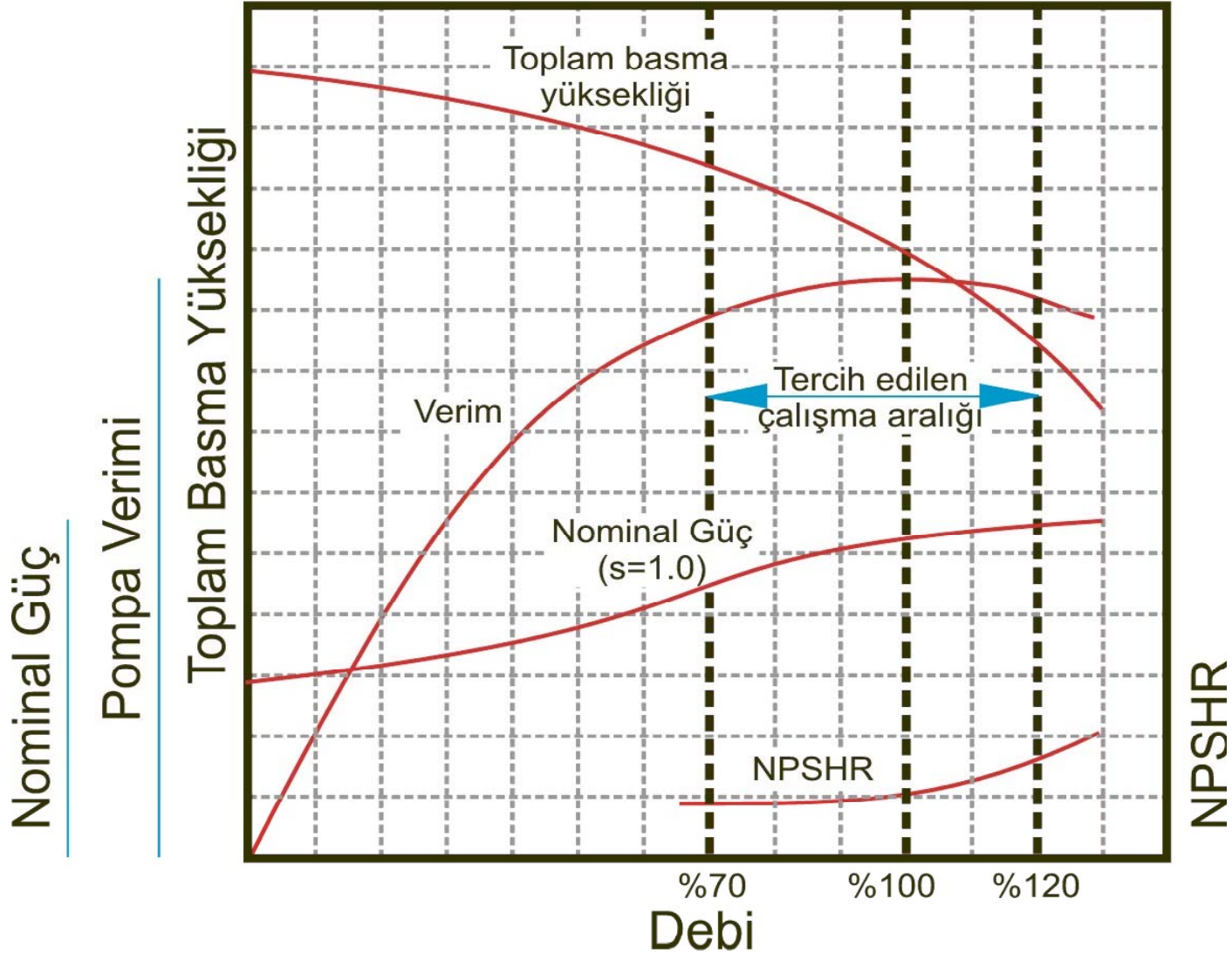


# POMPA ÇALIŞMA NOKTASININ BULUNMASI





# SANTRİFÜJ POMPALARIN İDEAL ÇALIŞMA ARALIĞI ve POMPA SEÇİMİ

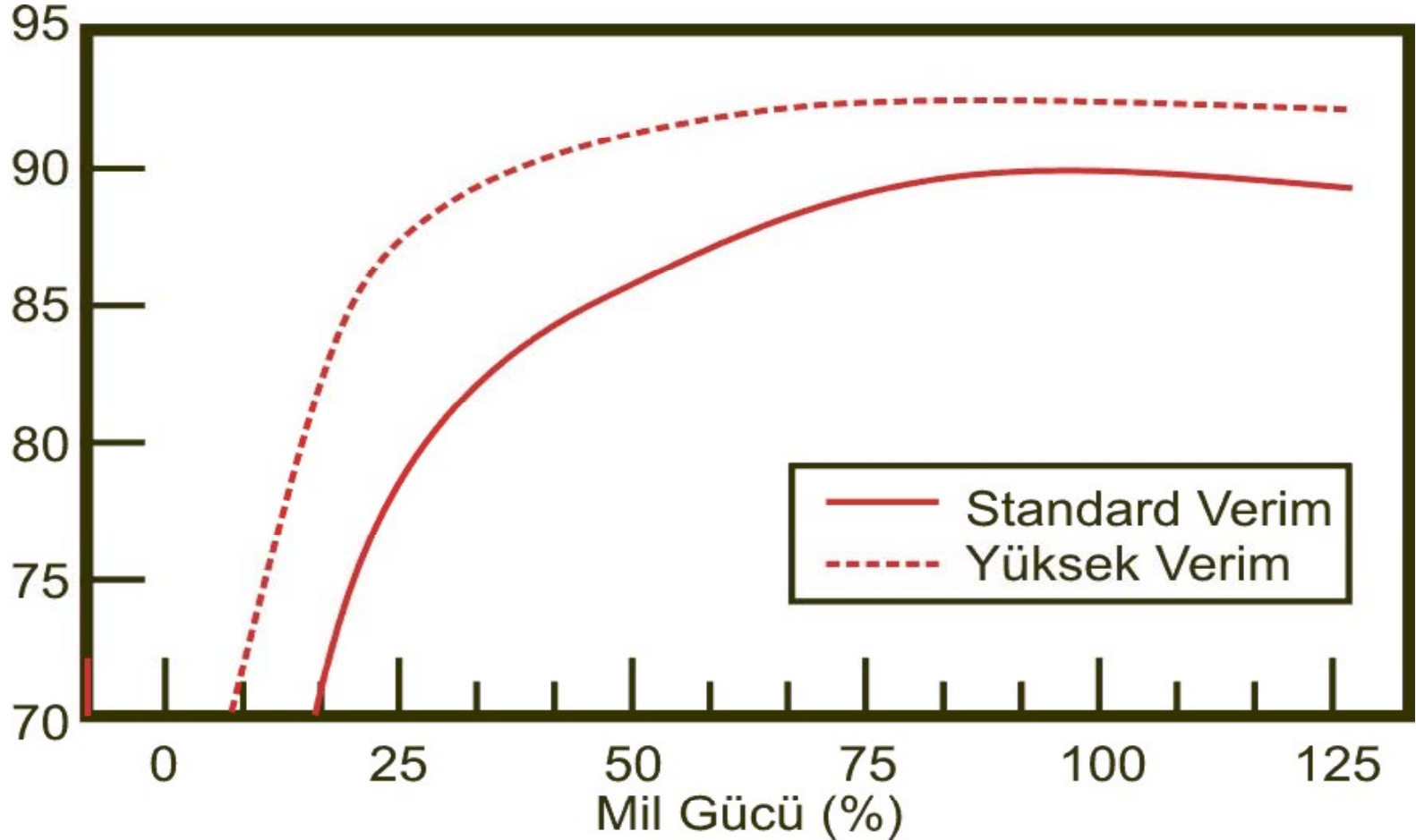




# ELEKTRİK MOTORU SEÇİMİ



4 kutuplu 30 kw gücündeki "Standart Verimli" motor ile "Yüksek verimli" elektrik motorlarının değişik yüklerdeki verimlilik kıyaslaması





# ELEKTRİK MOTORU SEÇİMİ



N



- Elektrik motorları tam yüke yakın değerlerde çalıştırılmalıdır
- Aşırı büyük seçilmiş motor, direkt kayıplara ve aynı zamanda reaktif gücü etkilediği için indirekt kayıplara neden olur
- Motorun çektiği güç/ etiket değerleri arasındaki oran = 0,4 veya altında ise bu sistem incelenmelidir.



# MOTOR YÜKÜNÜN KONTROLÜ



## Örnek :

Mevcut durum: Pompaya akuple edilmiş 30 kw gücündeki motor 30% yükte çalışıyor .

Tam yükte verim : 90%

30% yükte verim : 83%

Verim düşümü : 7%

Saatteki yaklaşık enerji kaybı : 2 kwh

Yıllık çalışma saati : 8000 saat/yıl

30 kw gücündeki çıkartılıp yerine 11 kw gücünde motor takılıyor.

11 kw motor maliyeti = 260 Euro

Yıllık enerji tasarrufu : 16000 kwh'yıl

Elektrik birim fiyatı = 0,075 Euro

Yıllık enerji tasarruf = 1200 Euro/yıl

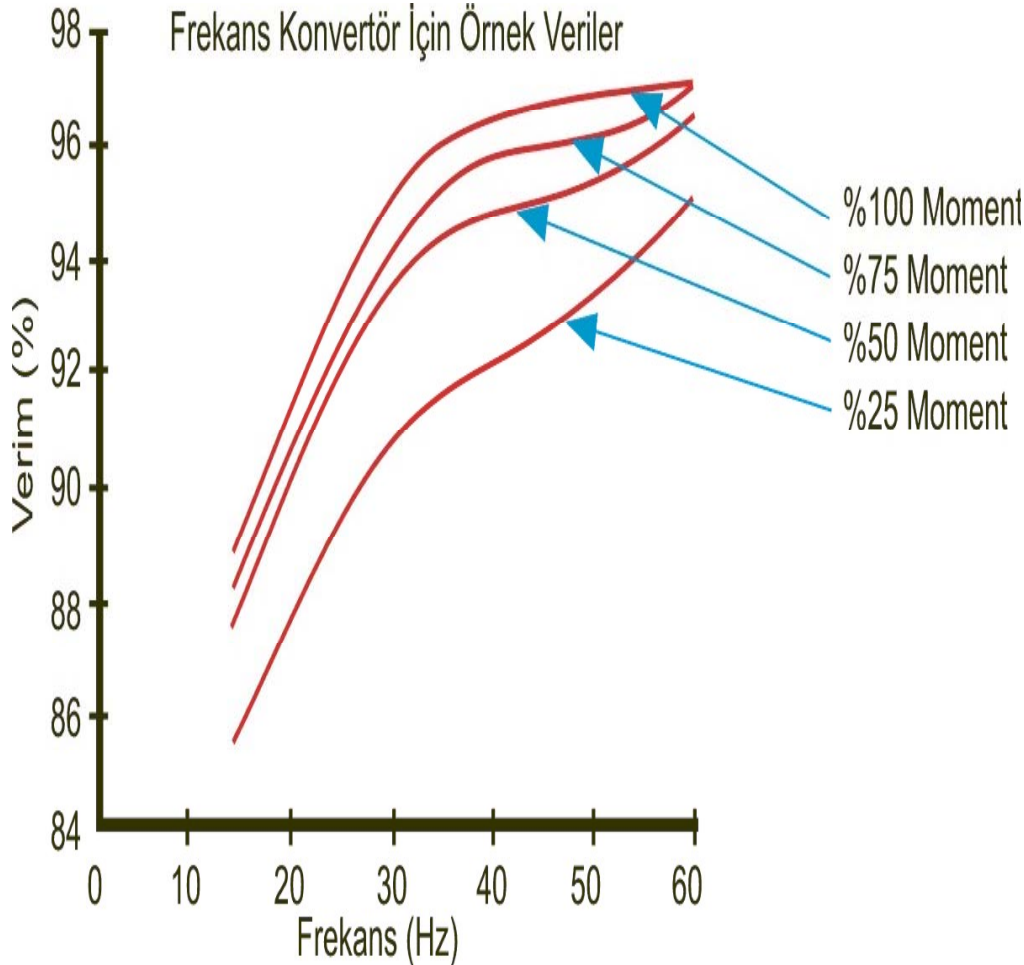
10 yıllık enerji tasarrufu = 12000 Euro/yıl



# FREKANS KONVERTÖRLERİN KULLANIMI



## Frekans Konvertör Verim Eğrisi



- Frekans konvertör cihazları %2 ila %6 arasında güç harcar
- Motor hızı düştükçe kayıplar artar
- Özellikle değişken yükte çalışan sistemler vana ile kısma yapılması yerine FK kullanılması bu kayıpları telafi edecek tasarruf sağlar



- Vana, çekvalf seçimlerinde kayıp katsayılarına dikkat edilmelidir
- Sıvı soğutmalı, qeunch vb uygulamalardan mümkünse daha iyi bir salmastra ve dizayna sahip pompa seçilerek kaçınılmalıdır
- Bypass hatlarından kaçınılmalıdır





Değişken debili bir pompa sistemi elde etmek;

- Pompayı ihtiyaç zamanlarında çalıştırmak (kesintili çalışma)
- Bypass sistemi- akışkanın bir kısmı depoya geri döner
- Sistemi bir depodan besleyerek pompayı depo seviyesine göre kesintili çalıştırmak
- Pompa çıkışındaki debi kontrol vanası ile sistem eğrisini değiştirerek debiyi ayarlamak
- Sabit devirli elektrik motoru ile pompa arasına hidrolik veya elektrikli kavrama koyarak pompa devrini debi veya basınç ihtiyacına göre ayarlamak
- Kayış kasnak sistemi ile pompa devrini değiştirmek





# DEĞİŞKEN DEBİLİ POMPA SİSTEMLERİ

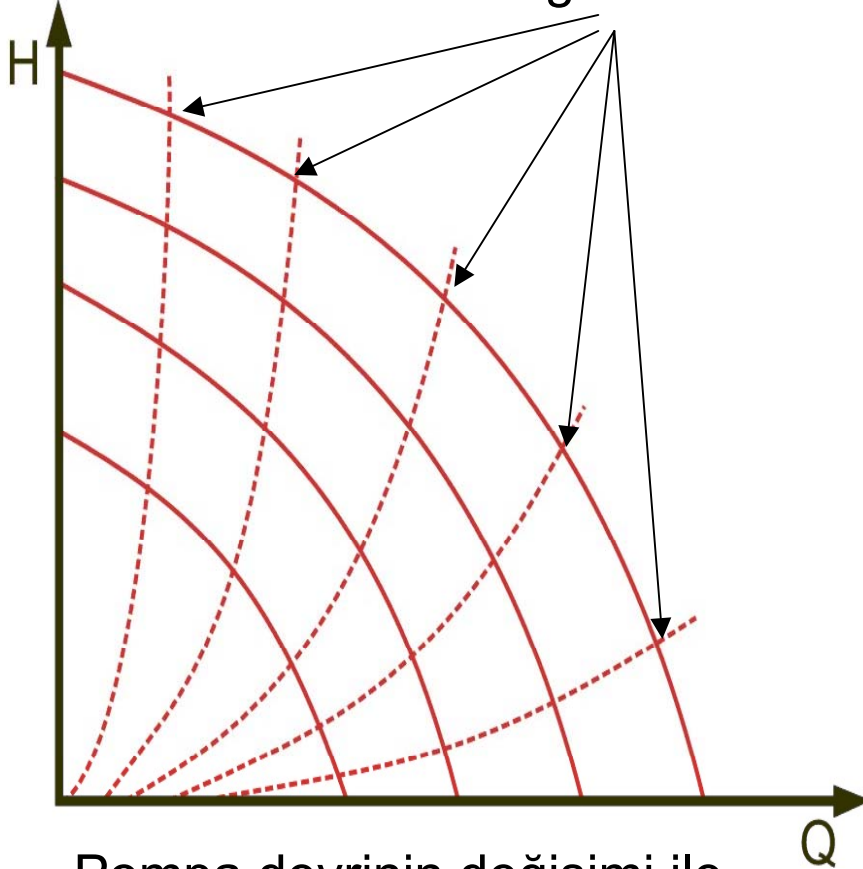


- Paralel çalışan pompa sistemi kurmak
- Frekans konvertör cihazı yardımı ile frekansı değiştirerek pompanın
- Pompanın sistem gereksinimini karşılayacak **devirde dönmesini sağlamak**



## Benzeşim Kanunları

Verim eğrileri



Pompa devrinin değişimi ile performans eğrisi değişimi

$$Q1/Q2 = n1/n2$$

$$H1/H2 = (n1)^2/(n2)^2$$

$$P1/P2 = (n1)^3/(n2)^3$$

**n** = Pompa devri - d/dak

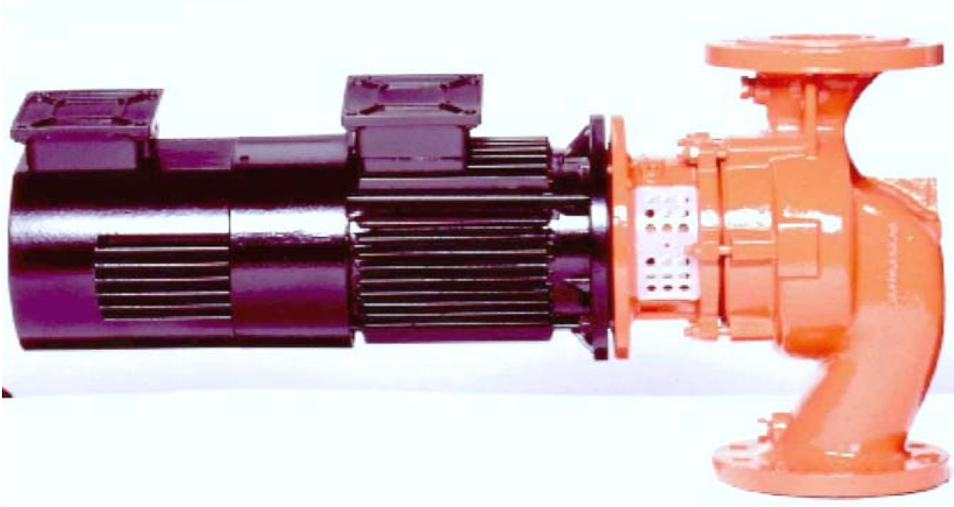
**Q** = Kapasite

**H** = Basma yüksekliği

**P** = Pompa nominal gücü



# FREKANS KONVERTÖRLÜ POMPA SİSTEMLERİ

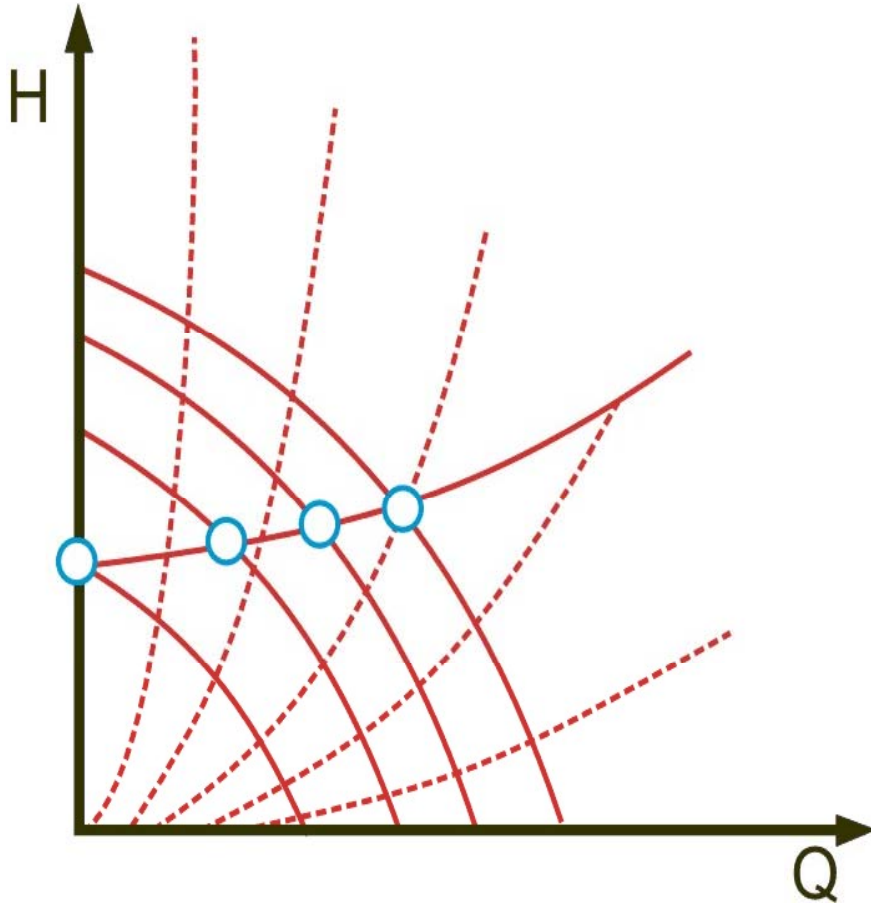


Frekans konvertörlü pompa

- Pompa devrinin değiştirilmesi ile 1 pompadan çok sayıda pompa yaratılmış olmaktadır.
- Pompa verimliliği genellikle değişmemektedir, fakat santrifüj pompalarda pompanın nominal debisinin %60 altına düşülmesi durumunda, çark içindeki akış düzeni değişmektedir ve pompada titreşim artışı ve verim düşüşü yaşanmaktadır.



Statik basma yüksekliğinin olduğu sistemde , hız değişimi



## Statik basma yüksekliğinin olduğu sistemlerde

- Hız azaldıkça pompa verimi düşer
- Pompanın devri, basma yüksekliği =  $H_{\text{statik}}$  noktasına kadar düşürüldüğünde pompa (0) debi verir.
- Pompa min. çalışma noktasındaki debisi nominal kapasitenin %60 altına düşerse, pompa tehlikeli bir bölgede çalışmış olacaktır **ve** verim düşümü, titreşim başlayacaktır.



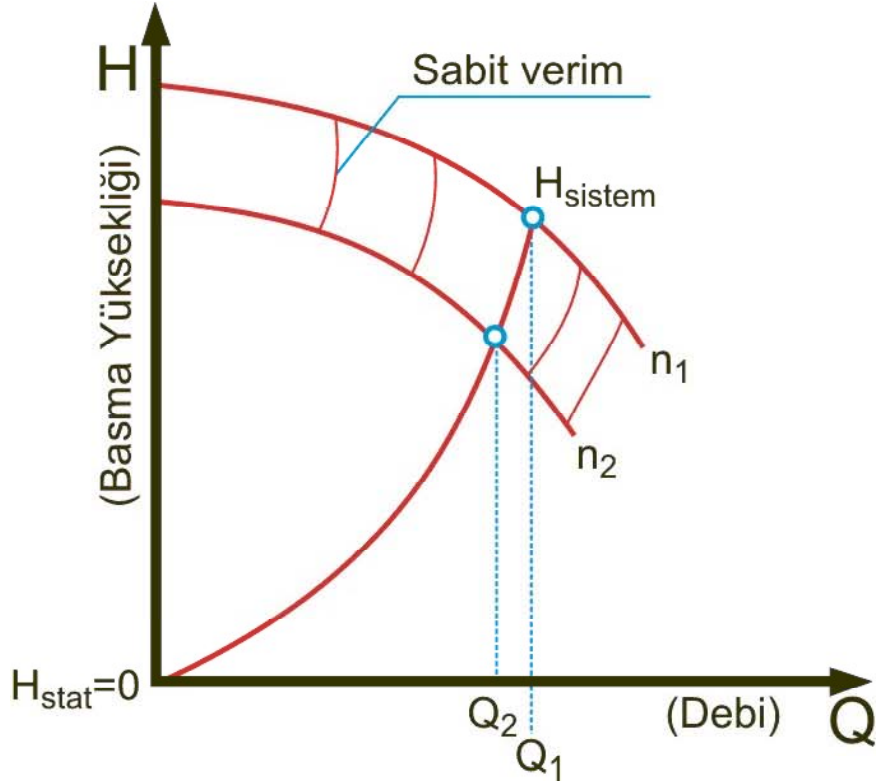
# FREKANS KONVERTÖRLÜ POMPA SİSTEMLERİ



Statik basma yüksekliğinin olmadığı sistemde, hız değişimi

Statik basma yüksekliğinin olmadığı sistemlerde, hız değişimi

- Sistem eğrisi sabit verim eğrisini takip eder
- Hız düşümü ile pompa veriminde düşüş yaşanmaz
- Kötü çalışma noktalarında çalışmayı önlemek için ,hızın %60'dan daha fazla düşürülmemesi tavsiye edilir,
- Özellikle değişken kapasite talep eğrisine sahip sistemlerde, büyük enerji tasarrufları sağlayabilir.





## Frekans Konvertörlü Pompalarda Minimum Çalışma Hızı

Pompa performans eğrisi hızın düşmesi ile aşağı doğru yer değiştirecektir, pompa performans eğrisinin 0 (sıfır) debi noktasındaki basma yüksekliği ( $H_0$ )= $H_{\text{statik}}$  olduğunda ki hız değeri o pompa için minimum çalışma hız değeridir.

Benzeşim kanunlarından faydalanarak minimum çalışma hız değerini bulabiliriz.

### Şekil 9'dan

$H_{\text{statik}} = 10 \text{ m}$

$H_1 = 20 \text{ m}$  ise ( 0 (sıfır) debideki basma yüksekliği - 2900 d/dak=  $n_1$  hız değerinde)

$n_1 = 2900 \text{ d/dak}$

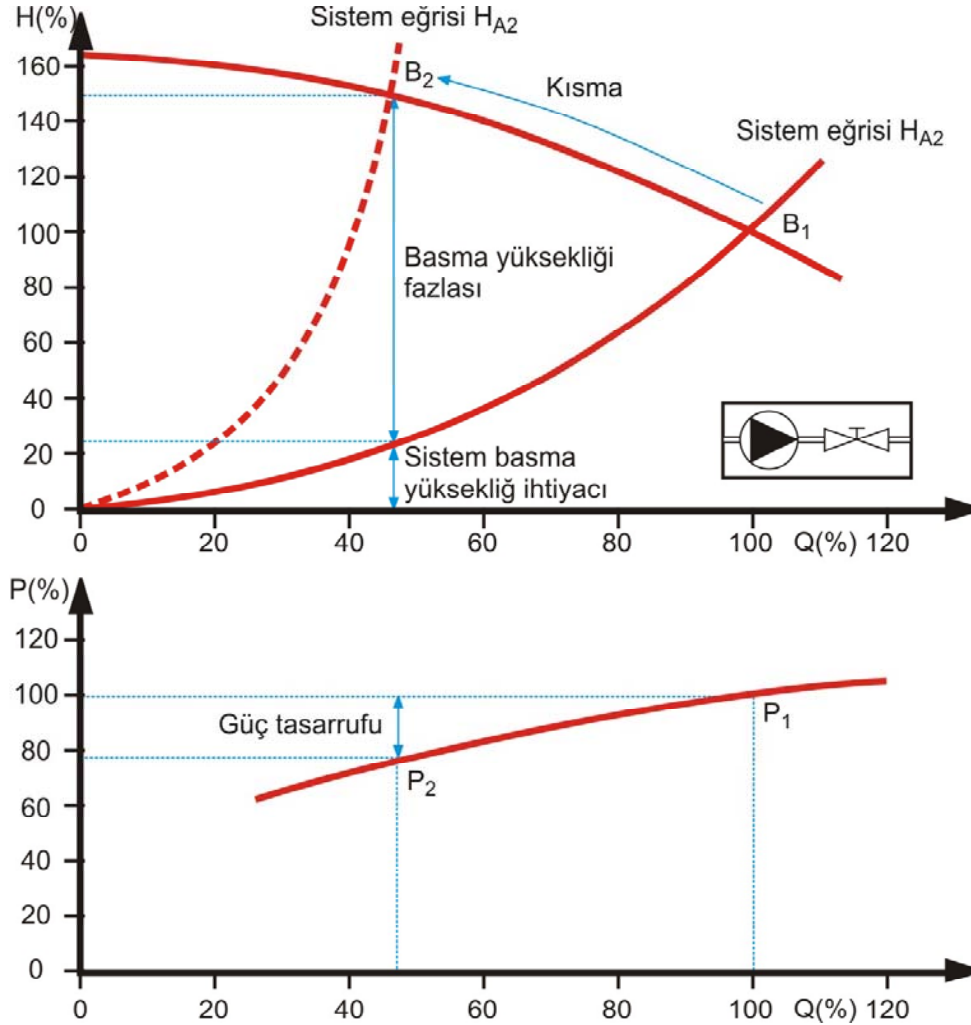
$n_4$  nedir?

$n_4 = n_1 \sqrt{(H_4/H_1)} = 2900 \sqrt{(10/20)} = 2050 \text{ d/dak}$

Yukarıdaki pompanın 2050 d/dak hızda çalışması durumunda pompa 0 (sıfır) debi verecektir. Fakat pompaların 0 (sıfır) debi değerinde uzun süre çalışmasına izin verilemez, sadece anlık çalışmalara izin verilebilir. 0 (sıfır) debi değerinde pompanın uzun süre çalıştırılması, pompanın kısa sürede tahrip olmasına neden olabilir.

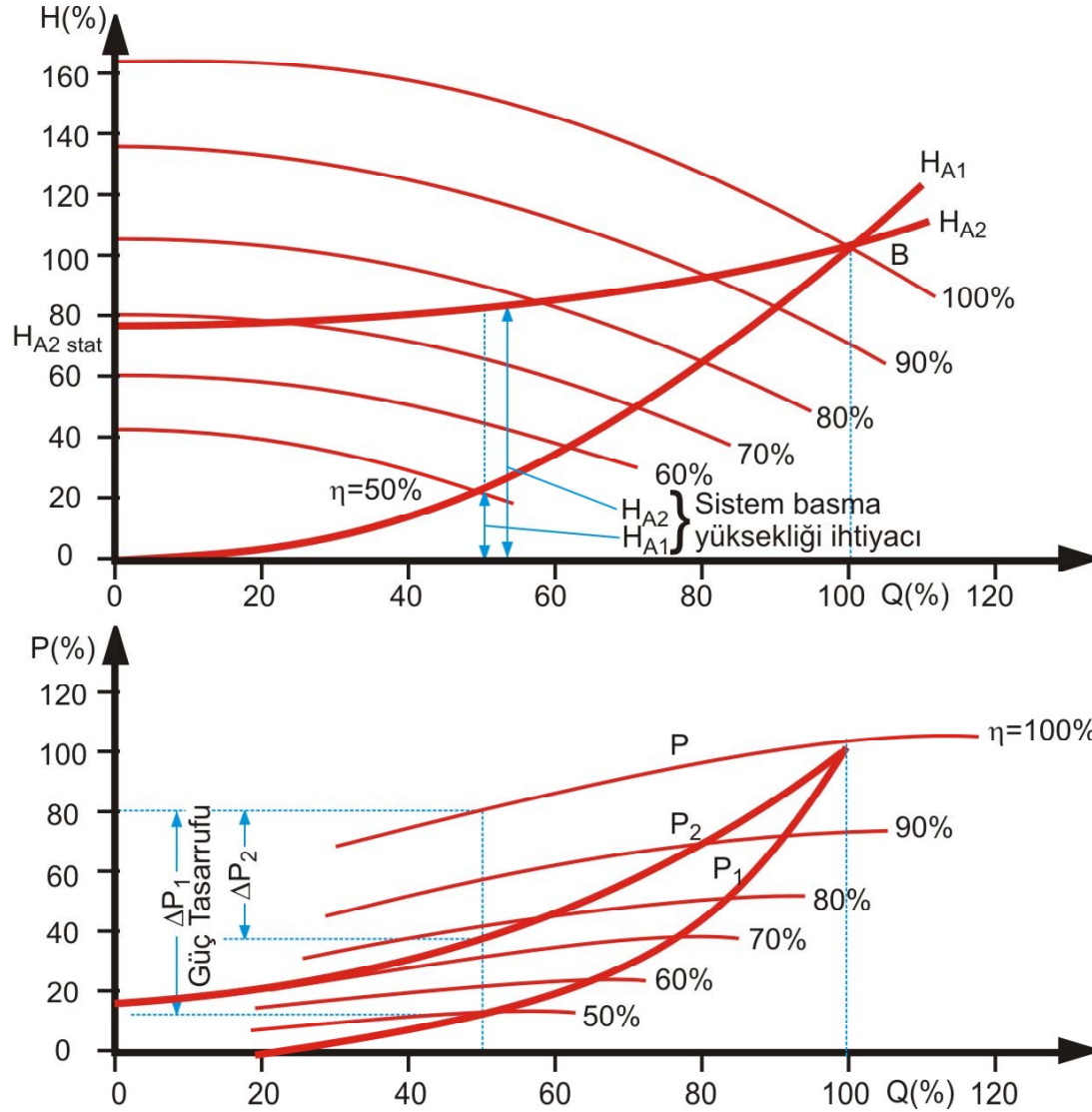


# KONTROL VANASI ile DEBİ KONTROLÜ





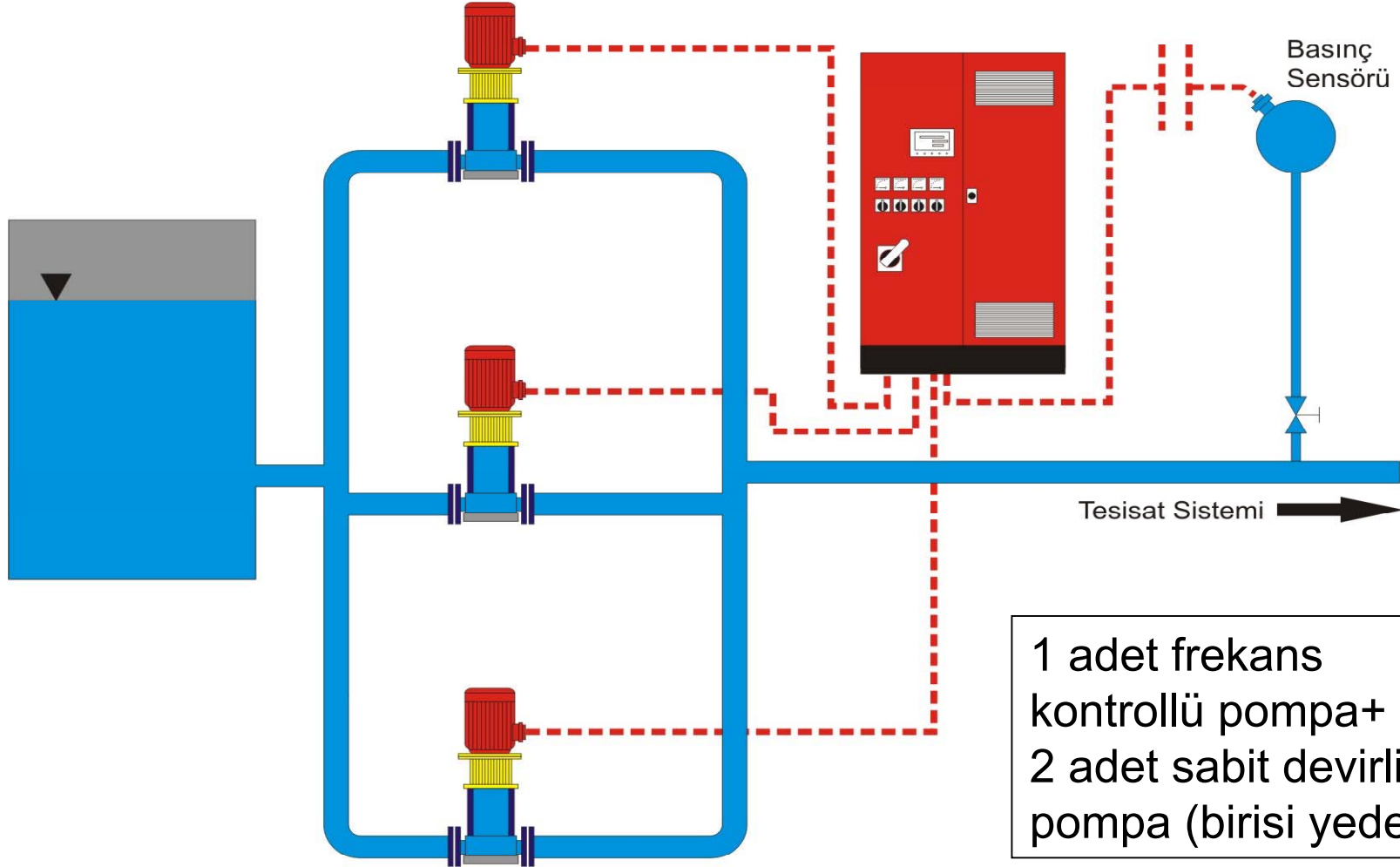
# FREKANS KONVERTÖRLÜ SİSTEMDE DEBİ KONTROLÜ







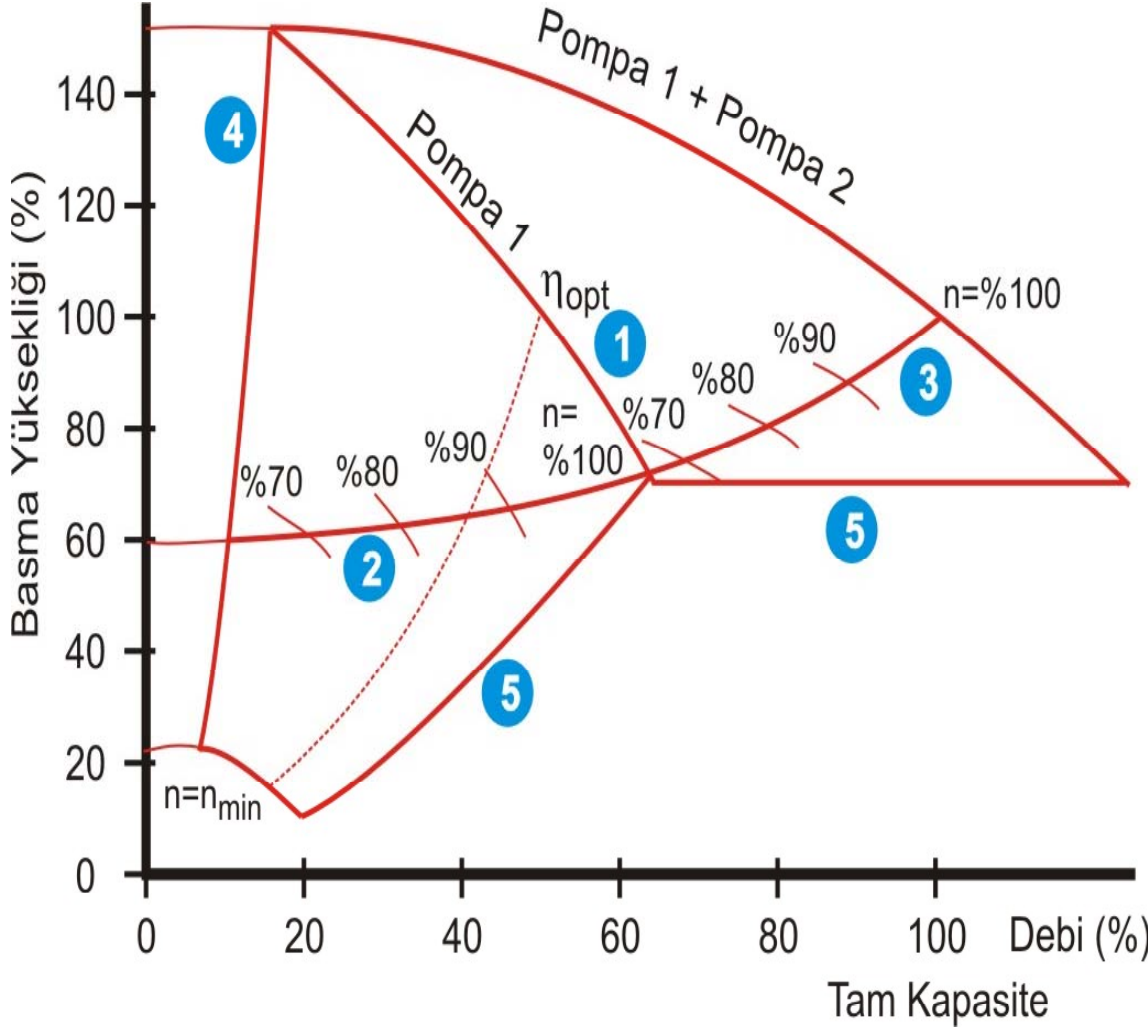
# Su Temini için Frekans Kontrollü Hidrofor Sistemi



1 adet frekans kontrollü pompa+  
2 adet sabit devirli pompa (birisi yedek)



# PARALEL ÇALIŞMA EĞRİSİ



- Pompa sayısı artırılarak motor güçleri azaltılmıştır
- Düşük kapasitelerde çalışırken verimlilik, tam kapasiteye göre daha yüksektir.

1-100% devir eğrisi

2-FK pompa eğrisi

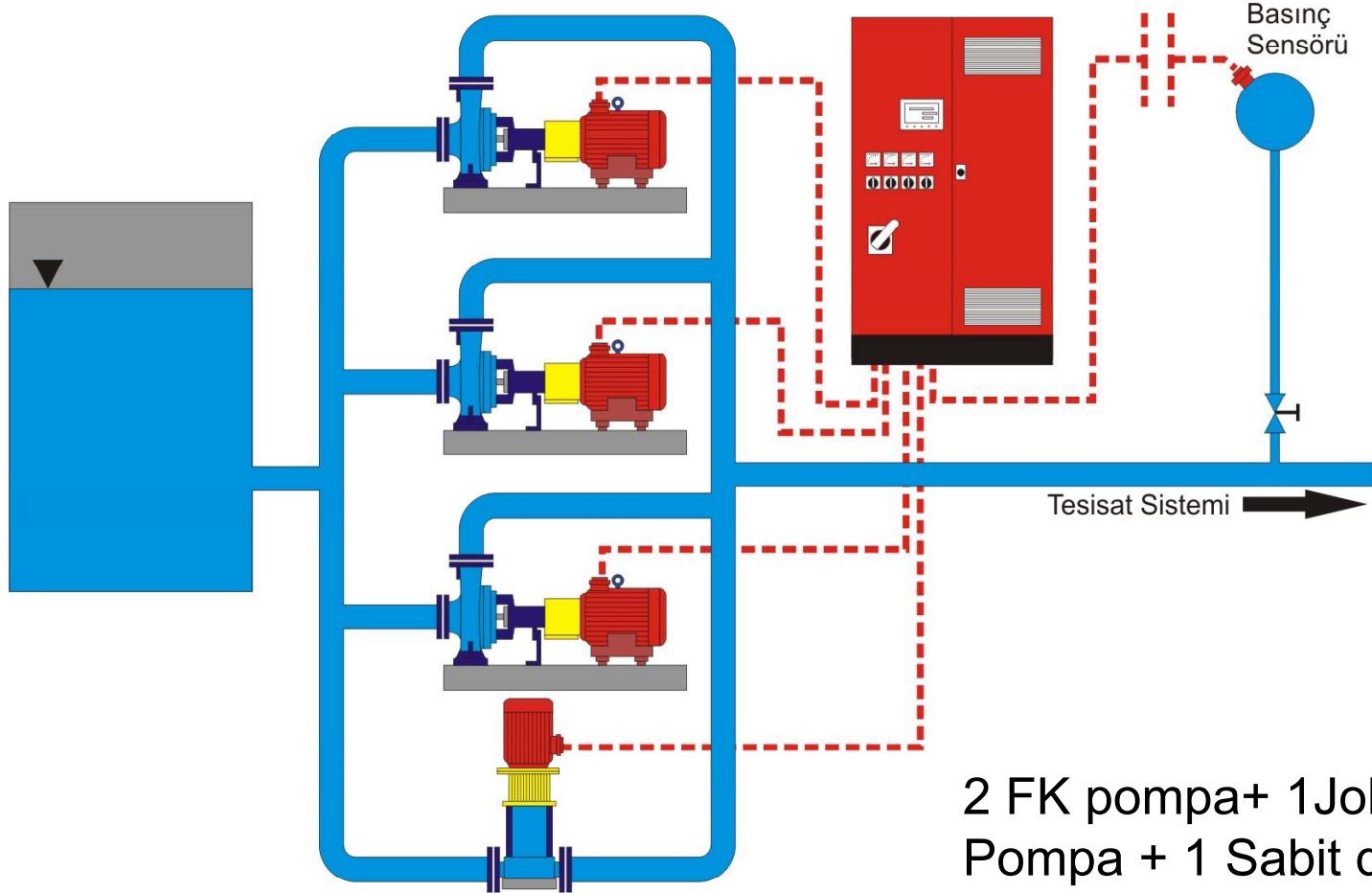
3-1 FK+1 Sabit devirli eğrisi

4-Min. sınır değer

5-Max. sınır değer



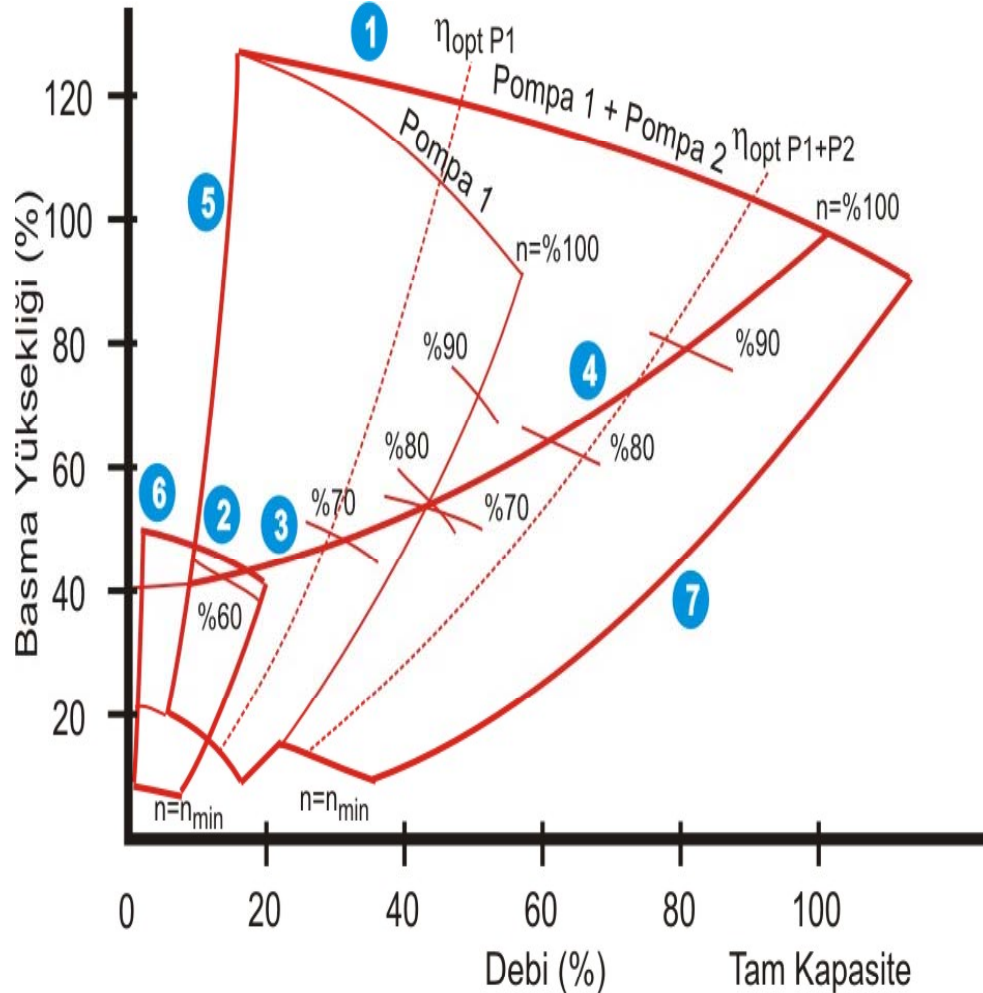
# Su Temini için Frekans Kontrollü Hidrofor Sistemi



2 FK pompa+ 1Jokey  
Pompa + 1 Sabit devirli  
yedek pompa



# PARALEL ÇALIŞMA EĞRİSİ



- 1- 100% devirde ana pompa
- 2-100% devirde jokey pompa
- 3-FK ana pompa eğrisi
- 4-2 FK ana pompa paralel çalışma
- 5-Min. sınır değer (ana pompa)
- 6-Min.Sınır değer (jokey pompa)
- 7-Çalışma max. sınır değer



# FREKANS KONVERTÖRLÜ POMPA SEÇİMİ



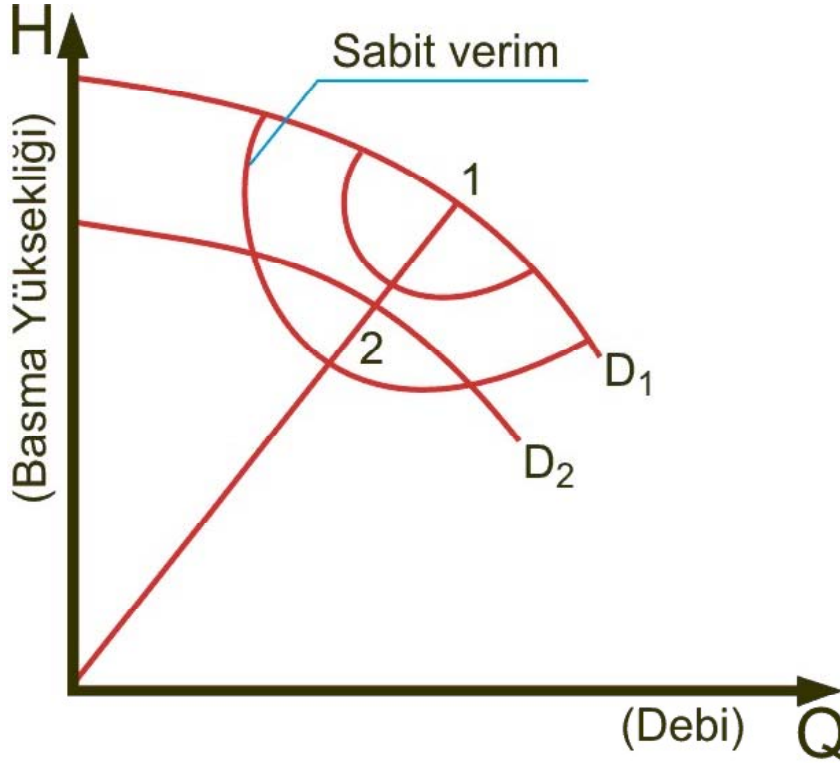
- **Sistem iyi analiz edilip min. ve max. kapasite ihtiyacı belirlenmelidir**
- **Kapasite talebinin zamana bağlı eğrisi çıkartılmalıdır**
- **Pompalar min. kapasite ihtiyacını ve max. kapasite ihtiyacını karşılayacak şekilde seçilmelidir**



# MEVCUT POMPA SİSTEMİNDE YAPILABİLECEK DEĞİŞİKLİKLER

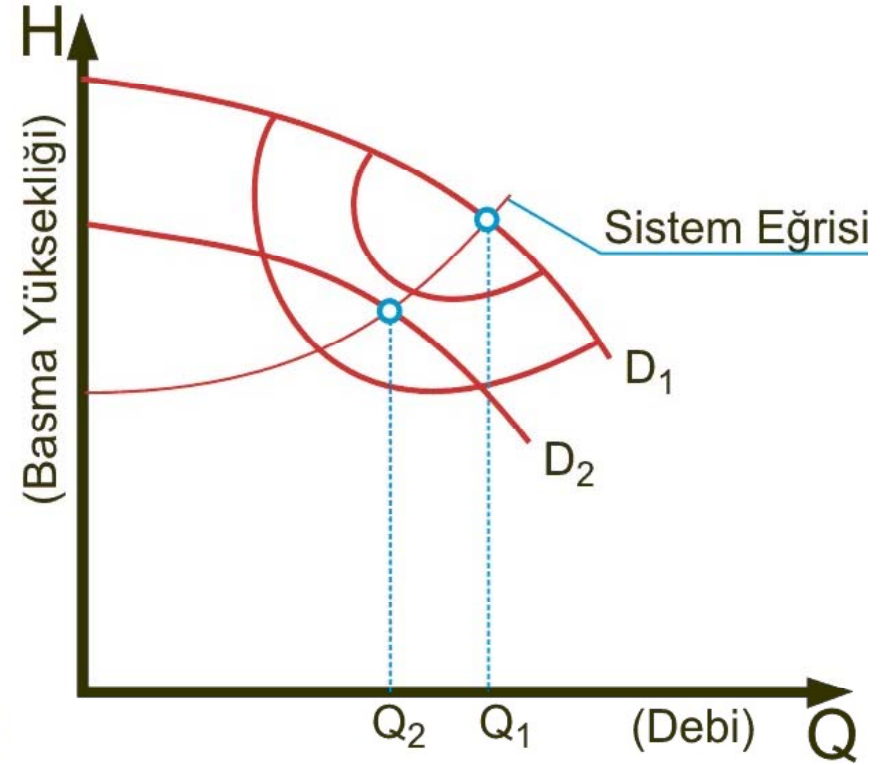


## Çark Çapının Değişimi



Statik basma yüksekliğinin olmadığı sistemlerde çark çapının pompa performansına etkisi

$$Q_1/Q_2 \approx H_1/H_2 \approx (D_1/D_2)^2$$



Statik basma yüksekliğinin olduğu sistemlerde çark çapının pompa performansına etkisi



## İLERİ DERECEDE İNCELEME İÇİN MEVCUT POMPALARIN ÖN ELEME SİNİN YAPILMASI

- Motor boyutuna ve çalışma süresine göre ön eleme yapınız
- Karmaşık sistemlerin incelenmesini en sona bırakınız
- Vanaların kısılması yöntemi ile akışın kontrol edildiği sistemlere bakınız
- Bypass hatlarının ve minimum akış vanalarının olduğu sistemler (%5'i geçiyor ise inceleyiniz)
- Paralel çalışan pompa sistemlerinde- özellikle çalışan pompanın nadiren değiştiği sistemler
- Pompa ve vanalardan aşırı kavitasyon sesinin geldiği sistemler



# MEVCUT POMPA SİSTEMLERİNİN ENERJİ TASARRUFU YÖNÜNDEN ANALİZİ



- **Prosesteki kapasite ihtiyacının çok değişken olduğu veya mevsimsel değişikliklerin gerektiği sistemler**
- **Kapasite arttırımı neticesinde pompa sayısının arttırıldığı sistemler**
- **Sistemin ihtiyacından daha fazla kapasitenin transfer edildiği sistemler**
- **Statik basma yüksekliğinin toplam basma yüksekliğinin çoğunluğunu oluşturduğu pompa sistemlerinde frekans konvertörlü pompalar kullanılıyor ise**





# VAKA 5: KAZAN BESİ SUYU POMPASI-İZMİT-TÜRKİYE



## Pompa etiket değerleri:

Pompa tipi: Multitec D 50/12 12 kademeli kazan besli suyu pompası

Kapasite: 4,2 l/s, Basma Yük.: 455, 6 m

Motor Gücü : 37 kw

Proje Ömrü: 15 yıl

## Pompanın çalıştığı sistem:

Pompa çalışma basıncı : 45 bar, Akışkan : 100 oC Su,

Yoğunluk: 0,958 kg/dm<sup>3</sup>

31 Bar çalışma basıncına sahip bir kazan sistemine su basmaktadır. Su seviyesinden sinyal alan kontrol vanası genelde 30-35% açıklıkla çalışmakta ve su akışını kontrol etmektedir.



# VAKA 5: KAZAN BESİ SUYU POMPASI-İZMİT-TÜRKİYE



## Gözlem sonrası pompa imalatçısının önerisi:

31 bar basınçta çalışan kazan ve hatlardaki basınç kaybı düşünüldüğünde, yaklaşık 36-37 bar basınçlık bir pompa yeterli olacaktır. 12 kademeli pompanın 2 kademesi kör kademeye çevrilerek pompanın basıncı 37,5 bar'a düşürülmüştür.

Pompa 45 bar'da çalışırken çektiği güç: 36 kwh iken,

Pompa 37,5 bar'da çalışırken çektiği güç : 30 kwh olmuştur.



# VAKA 5: KAZAN BEŞİ SUYU POMPASI-İZMİT-TÜRKİYE



SİSTEM	Yıllık Enerji Tüketimi MWh	Yıllık Enerji Maliyeti Euro	15 Yıllık Enerji Maliyeti Euro	Fan azaltma maliyeti -Euro	Ömür Boyu Toplam Maliyet Euro
Mevcut durum	259	20720	310800	-	<b>310800</b>
2 kademeli azaltılmış pompa	216	17280	259200	1300	<b>260500</b>



## **Pompa etiket değerleri:**

Soğutma kulesi pompaları : RDL 700-590, 960 d/dak

Kapasite : 5600 m<sup>3</sup>/h Basma yük.: 30 m

Motor gücü: 660 kw

## **Mevcut Sistem :**

Pompa basıncı proje aşamasında yüksek hesaplanmıştır. Pompa sisteme ihtiyacından daha fazla 7500 m<sup>3</sup>/debi vermekte ve 22 m değerinde çalışmaktadır (as kısık vana ile). Pompa 22 m değerlerinde çalıştığında, NPSH<sub>r</sub> değeri arttığından ve pompa kavitasyona girdiğinden pompa çarkı 1,5 yıl gibi bir zamanda aşınmıştır.

Bu kavitasyonu ve sesi önlemek için pompa çıkış vanası 50% kadar kısalmış ve pompa çalışma noktası 28 m değerine taşınmıştır. Bu durumda pompa gerekli debiyi vermiş, fakat vananın yaratmış olduğu yaklaşık 13 m'lik sürtünme kaybı nedeni ile aşırı miktarda enerji kaybı yaşanmaktadır.



**Pompaların basma  
yüksekliği 30 m olduğu  
halde, 5600 m<sup>3</sup>/h debi için**

**H<sub>toplam</sub>= 15 m**

**H<sub>statik</sub>=12 m**

**H<sub>dinamik</sub>= 3 m**

**Değerleri yaklaşık olarak  
bulunmuştur.**



# VAKA6: Enerji Santrali-Türkiye

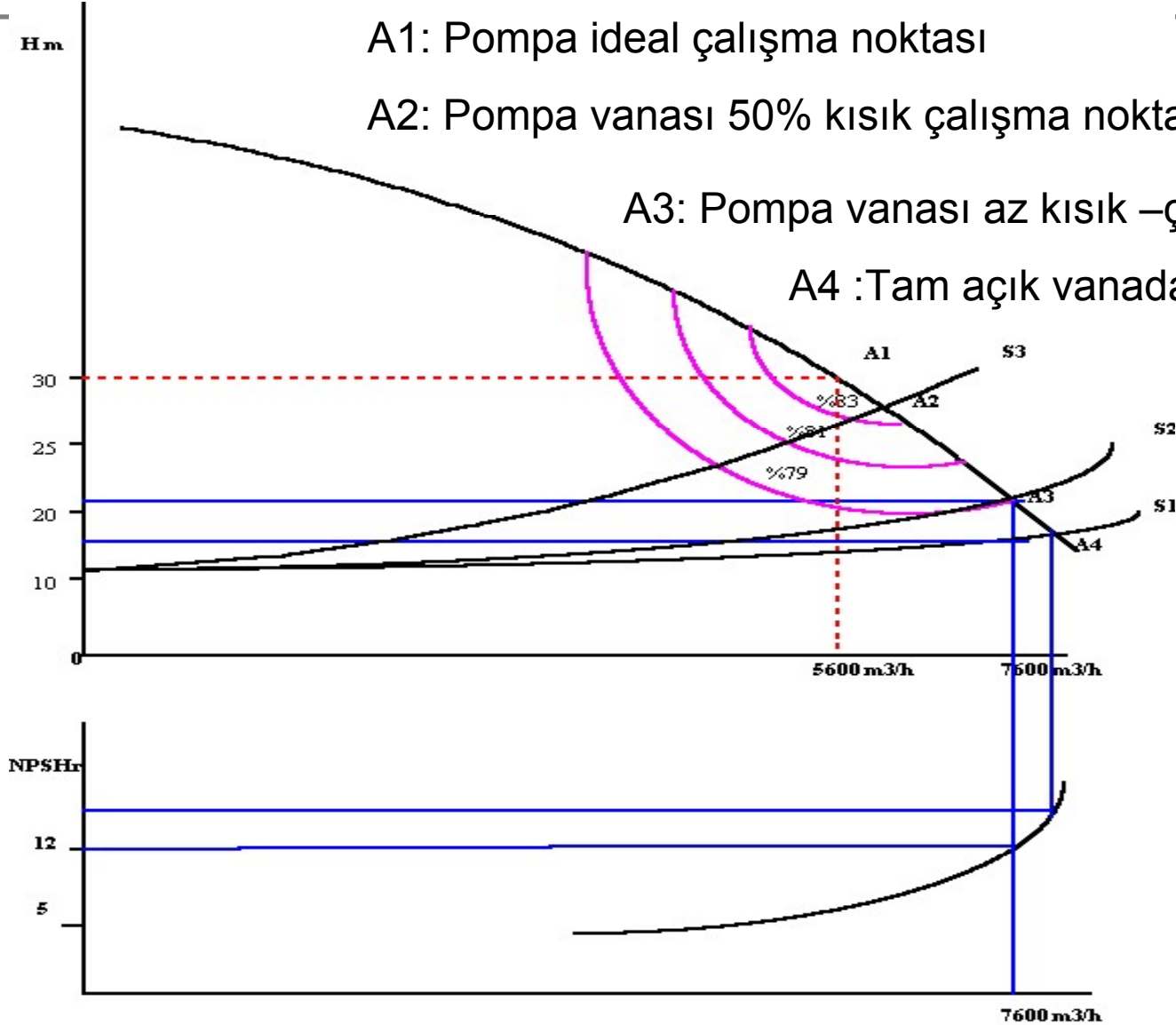


A1: Pompa ideal çalışma noktası

A2: Pompa vanası 50% kısık çalışma noktası

A3: Pompa vanası az kısık – çalışma noktası

A4 : Tam açık vanada çalışma noktası





**Pompa A3 noktasında çalıştırıldığında çektiği güç: 590 kwh**

**Pompa A2 noktasında çalıştırıldığında çektiği güç: 550 kwh**

**Pompa İmalatçısının Önerisi:**

**Pompa çarkının aynı pompa kullanılarak farklı hidrolik yapıya sahip bir çark ile değiştirilip 5600 m<sup>3</sup>/h, 15 m şartlarında çalıştırılması.**

**Bu durumda pompanın 5600 m<sup>3</sup>/h , 15 m'de çektiği güç: 285 kw olacaktır.**



# VAKA6: Enerji Santrali-Türkiye



SİSTEM	Yıllık Enerji Tüketimi MWh	Yıllık Enerji Maliyeti Euro	20 Yıllık Enerji Maliyeti Euro	Çark değiştirme maliyeti - Euro	Ömür Boyu Toplam Maliyet Euro
Mevcut durum-50% kısık vana-A2	<b>4345</b>	<b>347600</b>	<b>6952000</b>	-	<b>6952000</b>
Yeni hidrolığe sahip çark-5600 m <sup>3</sup> /h-15 m	<b>2252</b>	<b>180080</b>	<b>3601600</b>	<b>20000</b>	<b>3601600</b>

15 yıllık dönemde : 3.350.400 Euro enerji tasarrufu yapılacaktır.







**Ursan Pompa Armatür ve Endüstriyel Ürünler San. Tic. Ltd. Sti.**

Güzeller Mah. Bağdat Cad. No: 169/A 41400 Gebze / KOCAELI  
**Tel:** (0.262) 642 05 60 - 641 84 15 - 641 82 60 **Fax:** (0.262) 642 39 79  
e-mail: [kocaeli@ksb.com.tr](mailto:kocaeli@ksb.com.tr) - [ursan@ursanpompa.com](mailto:ursan@ursanpompa.com)  
[www.ursanpompa.com](http://www.ursanpompa.com)