

# Pompaların Paralel Çalıştırılması

Pompalama sistemlerinde, hedeflenen amaçları sağlayacak biçimde, pompalar tekil, seri, veya paralel çalışacak şekilde monte edilirler. Bunlardan paralel çalışma en yaygın kullanılandır. Bu tip yaklaşımda, **Şekil 1**'de gösterildiği üzere, istasyonda, pompalar yan yana dizilerek aynı basma kollektörüne bağlanırlar.

Pompaların paralel çalıştırılmasının ana amaçları, yüksek debi sağlamak ve değişken debi ihtiyacını daha ekonomik işletme giderleri ile karşılamaktır.

Bir işletmenin pompalama sisteminin enerji giderleri sadece yüksek verimli pompa ve motor kullanarak azaltılmaz.

## Enerji tasarrufu için öncelikle:

### Boru hattı ile ilgili olarak,

- Düşük yersel hidrodinamik kayıp karakteristiklerine sahip bağlantı elemanları (vana, çekvalf, dirsek, vb) tercih edilmelidir.
- Emme ve basma boru hattının tasarımı

mında enerji kayıplarını azaltmaya yönelik çözümler (boru boyunun kısaltılması, yersel kayıp elemanlarının sayılarının azaltılması, vb) düşünülmelidir.

- En büyük enerji kaybının, akışkanın boru çeperlerine sürtünmesi nedeni ile boru hattı boyunca olduğu ve değerinin akış hızının karesi ile orantılı olduğu göz önünde tutularak boru çapı titizlikle belirlenmelidir. Akışkanın boru içindeki hızının 2 m/sn civarında seçilmesi literatürde kabul gören yaygın bir yaklaşımdır. Yüksek hız ve küçük boru çapı yüksek enerji (işletme) gideridir. En doğru yaklaşım boru çapına bağlı olarak işletme giderleri ve yatırım maliyeti fonksiyonlarının bulunması bunların toplamını minimum kılacak boru çapının belirlenmesidir (**Şekil 2**).
- Boru hattının, amaçlanan debi değerindeki enerji kaybı değeri ya da karakteristik eğrisi doğru olarak hesaplanmalı, anlamsız emniyet faktörlerinden kaçınılmalıdır.
- Emme boru hattının işletme koşulların-

Ufuk KALMANOĞLU

Makine Mühendisi,  
TÜRBOSAN A.Ş. Genel Müdürü

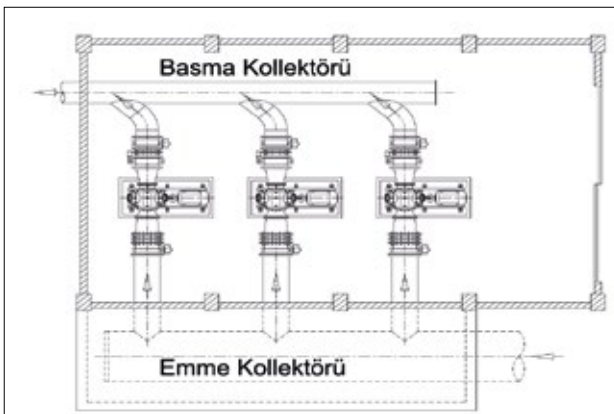
daki NPSHav değeri doğru olarak hesaplanmalı ve bu değeri azaltacak çözümler (klape kullanmaktan kaçınmak, emme boru çapını artırmak, emme yüksekliğinin azaltılması, boyunu kısa tutmak vb) düşünülmelidir.

### Pompa istasyonu ile ilgili olarak,

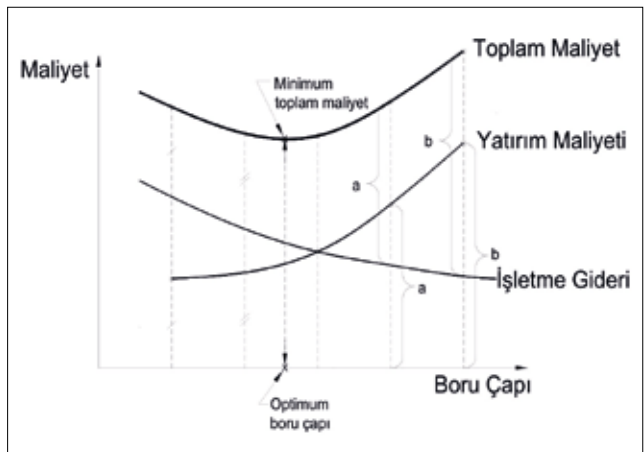
- Pompa seçimi ve sayısı işletmenin kullanım senaryosuna uygun belirlenmelidir.
- Frekans kontrolüne ihtiyaç olup olmadığı, pompalama sistemindeki debi ve basınç değişimlerine ve ihtiyacına göre belirlenmesi

### Boru hattı karakteristiği eğrisi

Boru hattı karakteristiği, bir pompalama sistemindeki toplam yük kaybını debiye göre değişimini veren eğridir. Boru hattı karakteristik eğrisi ( $KQ^2$ ) şeklinde ifade



**Şekil 1.** Bir pompa istasyonunda paralel bağlı pompaların yerleşim resmi



**Şekil 2.** Optimum boru çapının belirlenmesi

edilir. Boru hattı karakteristik eğrisine, emme ve basma depoları arasındaki yükseklik ( $H_g$ ) farkı ilave edilerek “depo + boru hattı” karakteristiği eğrisi elde edilir. Bu grafiksel olarak **Şekil 3**'de gösterilmiştir.

$KQ^2$  eğrisi, boru çapının, boru içindeki hızın, sürekli yük kaybı katsayısının, boru boyunun, yersel kayıp elemanlarının (vana, çekvalf, emme süzgeci, dirsek..v.b) kayıp katsayılarının bir fonksiyonudur.

### Aynı pompaların paralel bağlı olarak çalıştırılması

Bir pompalama sistemi, pompa karakteristik eğrisi ile depo + boru hattı karakteristik eğrisinin kesiştiği noktada çalışır. Başka bir deyişle pompalar sisteme, karakteristik eğrilerin kesiştiği noktadaki debiyi basar (**Şekil 4**).

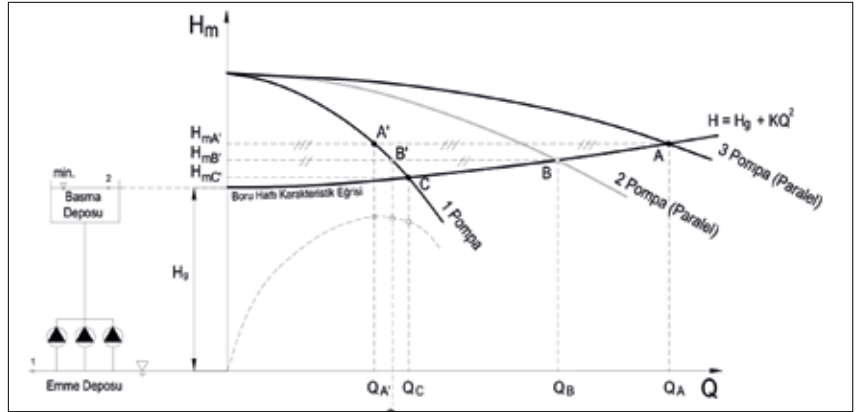
Pompalama sisteminde birden fazla pompanın paralel bağlı olarak çalıştırılması durumunda, pompa sisteminin toplam karakteristik eğrisi, debi ( $Q$ ) ekseninde, bir pompanın  $H_m$ - $Q$  karakteristik eğrisi pompa adedi kadar sağa kaydırılarak elde edilir. Bir pompalı, iki pompalı ve üç pompalı sistemin karakteristik eğrisi **Şekil 4**'de gösterilmiştir.

Toplam pompa karakteristiği ile depo + boru hattı karakteristiğinin kesişme noktası (A), pompa sistemi ve depo + boru hattının ortak çalışma noktası olup analitik olarak  $H_m = H_g + KQ^2$  biçiminde ifade edilir. Ortak çalışma noktasının debi değeri ( $Q_A$ ) sistemden geçen toplam debiyi eşittir. (A) noktasının yük değeri ( $H_m$ ) ise boru hattında oluşan kayıplar ile emme ve basma depoları arasındaki seviye farkının ( $H_g$ ) toplamına eşittir.

Pompaların her birinin çalışma noktasını bulmak için, ortak (A) çalışma noktasından geçen ve debi ( $Q$ ) eksenine paralel



**Şekil 3.** Depo ve Boru hattı karakteristik eğrisi



**Şekil 4.** Aynı üç pompanın paralel çalışması hali

olan bir doğru çizilir. Bu doğrunun tek bir pompaya ait olan  $H_m$ - $Q$  karakteristik eğrisini kestiği noktaya karşılık gelen  $Q_A$  ve  $H_{mA}$  değerleri her bir pompanın çalışma noktasıdır. Bu örnekte aynı pompalar paralel bağlı olduklarında, her bir pompa için aynı  $H_{mA}$  ve  $Q_A$  değerleri elde edilir. Üç pompanın paralel çalışması halinde toplam debi  $Q_A = 3Q_A$  olacaktır.

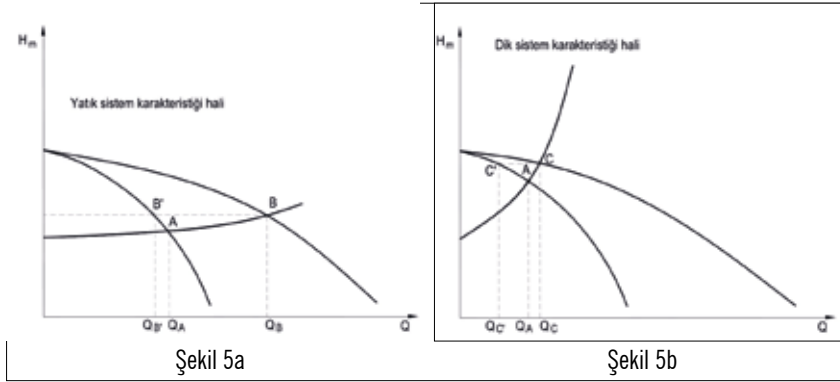
Üç pompadan ikisinin çalıştırılması halinde iki pompanın, yukarıda anlatıldığı biçimde elde edilen pompa sisteminin toplam karakteristik eğrisi ile depo + boru hattının karakteristik eğrisinin kesiştiği nokta (B) olacaktır. Her bir pompa B' noktasında çalışarak  $Q_B$  debisini  $H_{mB'}$  basma yüksekliği değerinde basacaktır. İki pompanın paralel çalışması halinde toplam debi  $Q_B = 2Q_B$  olacaktır.

Aynı tesisatta tek pompanın çalıştırılması söz konusu ise tek pompanın karakteristik

eğrisi ile depo + boru hattı karakteristik eğrisi (C) noktasında kesişecek ve pompanın çalışma noktası da (C) olacaktır. Bir pompanın çalışması halinde debi  $Q_C$  olacaktır.

Pompaları tahrik eden elektrik motorlarının seçiminde, tasarlanan pompa istasyonunun tüm bu çalışma koşulları göz önünde bulundurulmalıdır. Dolayısıyla en kritik durum tek pompanın çalışma halidir (C noktası). Bu durumda pompa en büyük güç değerinde çalışacak olup, elektrik motoru  $Q_C$  ve  $H_{mC}$  değerlerine göre seçilmelidir.

Örneğin **Şekil 4**'de üç pompanın paralel çalışması halinde, her bir pompanın A' noktasında mil gücü 95 kW iken tek pompa (C) noktasında çalışırken mil gücü 107 kW'dır. Bu nedenle 110 kW'lık motor yerine 132 kW'lık motor kullanılmalıdır.



**Şekil 5a - Şekil 5b.** Paralel bağlı pompalarda depo+boru hattı karakteristik eğrisini biçiminin çalışma koşullarına etkisi

### Paralel bağlama ile ilgili bazı önemli hususlar

Pompaların paralel bağlanması durumunda, beklenen debi artışı pompa sayısı ile doğru orantılı olmayabilir. Başka bir deyişle, pompaların paralel bağlanması halinde, sistem debisinin, tek pompanın sağladığı debinin otomatik olarak pompa sayısı kadar artacağı düşünülmemelidir.

Debi artışını depo+boru hattının karakteristiği belirler. **Şekil 5a**'da yatay (az yük kayıplı) depo+boru hattı karakteristiğine sahip pompalama sisteminde, iki pompanın paralel bağlanması, tek pompaya göre sistem debisini yaklaşık olarak iki kat artırmakta iken ( $Q_B \approx 2 Q_A$ ), **Şekil 5b**'deki dik depo+boru hattı karakteristiği neredeyse hiç artırmamaktadır ( $Q_C \approx Q_A$ ).

Dik "depo+boru hattı" karakteristiğinin sebep olduğu bu durum,

- Mevcut debiden daha büyük debili yeni pompa seçilerek,
- Mevcut boru hattına paralel yeni bir hat çekilerek,
- Boru hattı karakteristiği, yük kayıplarını azaltacak değişikliklere gidilerek yeniden tasarlanıp (boru çapı büyütülmeli, yersel kayıp elemanları değiştirilmeli vb.) yatık hale getirilerek giderilebilir.

### Kaynakça

- Prof. Dr. Kaya Baysal, *Tam Santrifüj Pompalar*, 1988
- Prof. Dr. Cahit Özgür, *Su Makinaları Dersleri*, 1983
- Prof. Dr. Erkan Ayder, *Türbosan Pompa El Kitabı*, 2011 ■