

## **KOZLU ANA KAT POMPALARININ YÜKSEK VERİMLİ POMPALAR İLE YENİLENMESİ PROJESİ**

### **THE RENOVATION PROJECT OF KOZLU MINE'S MAIN-GATE PUMPS WITH MORE EFFICIENT PUMPS**

**Halim BULTAN**, *Türkiye Taşkömürü Kurumu, Zonguldak*  
**İzzet KURTMAN**, *Türkiye Taşkömürü Kurumu, Zonguldak*  
**Tuncer ÖZKAN**, *Bartın*

#### **ÖZET**

Elli yılı aşkın süredir çalışan ancak günümüz teknolojisine göre oldukça eski ve verimsiz kalan Kozlu ana kat pompalarının yeni teknoloji ürünü, yüksek verimli pompalar ile değiştirilmesi amacı ile yapılan çalışmanın sonuçlarını içeren bir projedir. Projede pompa istasyonlarının ve su havuzlarının fiziki konumları dikkate alınarak bu şartlara uygun ideal pompa seçilmesine çalışılmıştır. Bir yıl süresince katlardaki ocak su gelirleri ölçülerek değerlendirilmiş ve kullanılacak pompanın debileri tespit edilerek şartlarımıza en uygun olan yüksek verimli dik milli su pompaları tercih edilmiştir. Kurulacak yeni tip yüksek verimli pompalardan sonra sadece elektrik enerjisinde yılda 2207520 kWh tasarruf sağlanmış olacaktır.

#### **ABSTRACT**

This Project covers the consequences of the work of replacement Kozlu Mine's technologically too old and inefficient main-gate pumps, which have been working over fifty years, with high efficient new technology product ones. In Project considering the existing situations of the pump stations and pools, it was studied to choose ideal pumps comply with these conditions. Along a year the amount of water incoming from the main level was surveyed, then as the most suitable pumps for our situations, high performance water pumps with vertical shaft was preferred. By this way 2207520 kWh electrical energy is going to be saved per annum.

## 1. GİRİŞ

Enerji verimliliği, yaşam kalitemizden ve üretimimizden ödün vermeden enerjiyi tasarruflu kullanmaktır. Tasarruf edebileceğimiz enerji, bedeli diğerlerinden daha ucuz olan ve öncelikle başvurmamız gereken yerli ve temiz bir enerji kaynağıdır.

Elektrik enerjisi, ekonomik ve sosyal refahın sağlanabilmesi, sürdürülebilmesi ve geliştirilebilmesi yönünde çok önemli işlevler yüklenmekte, birçok sınai ve ticari faaliyetin gerçekleşmesinde vazgeçilmez niteliklere sahip, temel bir öge olarak öne çıkmaktadır. Kurumumuzda üretim faaliyetlerinin sürdürülmesinde en etken faktörlerden biri de elektrik enerjisidir.

Ülke Enerji sistemlerinin daha ekonomik kullanılması, doğal kaynaklarının daha verimli tüketilmesi gerektiği için enerji kullanımındaki verimlilik stratejik ve ekonomik bir önem taşımaktadır. Bu nedenle enerji tüketiminin azaltılması konusunda alınacak önlemlerin başında da enerji tasarrufu çalışmaları gelmektedir.

Enerji tasarrufu deyince, enerjiyi hiç kullanmamak veya enerji arz hizmetlerinin azaltılması ve kısıtlanması şeklinde düşünülmemelidir. İhtiyacımız olan enerjiyi verimli ve tasarruf ederek yeterince kullanmak zorundayız. Enerji tasarrufu, kullanılan enerji miktarının değil ürün başına tüketilen enerjinin (özgül enerji) azaltılmasıdır.

Bu çalışma, TTK Kozlu Taşkömürü İşletme Müessesesi Müdürlüğümüzün yer altı su atım tesislerinde tasarruf edilebilecek enerji miktarı ile karşılığındaki mali değerinin hesabı için yapılan çalışmalar ve sonuçlarını içermektedir. Bu yöntemlerin başında ise verimsiz ve ekonomik ömrünü doldurmuş pompaların yenilenmesi gelmektedir. Proje sonunda enerji verimliliği dışında eleman tasarrufu da sağlanacaktır. Ancak buradan tasarruf edilen elemanlar açık olan kadrolara aktarılacağından ilk etapta maddi kazanç gözükmesine de işgücü kazancı sağlanmış olacaktır. Bu nedenle eleman tasarrufu, uzun vadede kendini göstereceğinden burada hesaplarımıza konmamıştır.

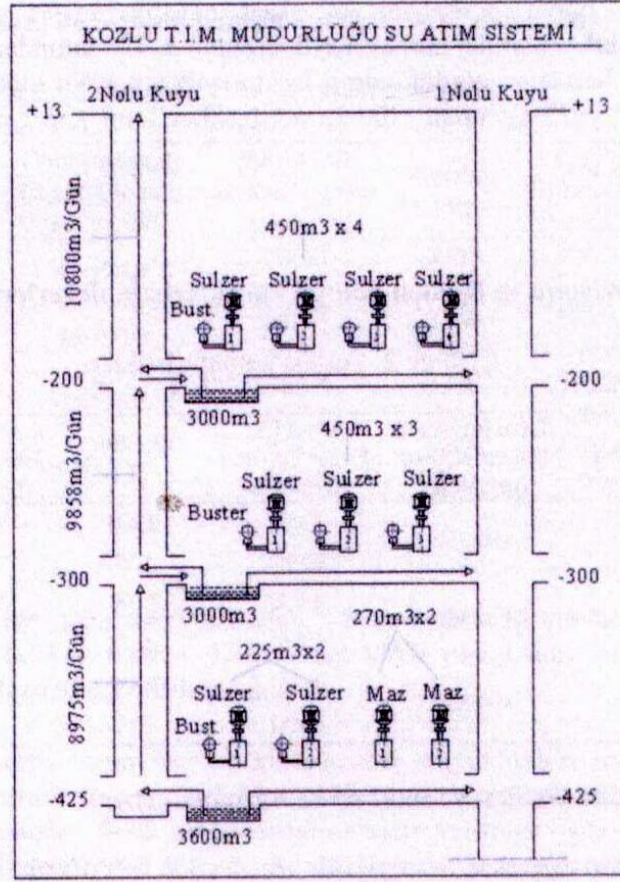
## 2. MEVCUT DURUM

Yenilenmesini düşündüğümüz ve şu anda inceleme konusu olan pompalar -425, -300, -200 katları pompa istasyonlarındaki pompalardır. -425 katı altında kalan (-485, -560, -630) katlardan çeşitli desendreler vasıtası ile gelen sular -425 su havuzunda toplanarak buradan -300 katı su havuzuna basılır. -300 su kat geliri ile birlikte bu toplanan sular buradan -200 katına, -200 katından da yerüstüne (+13) basılarak ocak sularının boşaltılması sağlanır.

## 3. GÜNLÜK KATLARDAN BASILAN SU MİKTARI

Kozlu Müessesesinde katlardaki pompaların günlük çalışma saatleri, ayrı ayrı bastıkları su miktarları ve çektikleri enerjinin son 10 yıllık süreci kapsayan ölçüm değerleri incelenerek aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Mevcut durumda yeraltından sular Şekil 1'de görüleceği gibi 3 kademedede basılmaktadır.



Şekil 1. Kat pompa istasyonları.

### 3.1. 425 Katı

#### 3.1.1. Pompa istasyonu ve ölçülen pompa karakteristik değerleri

Çizelge 1. Pompa karakteristikleri.

POMPA	Debi [m <sup>3</sup> /saat] Etiket/Ölçülen (ortalama)	Akım [ A] Etiket/Ölçülen (ortalama)	Gerilim [V]	Güç [kW] Etiket/Ölçülen (hesaplanan)
1a	225/157	27.5/19.5	3.300	150/98.5
1b		20/17	550	18/14.5
2a	225/157	27.5/19.5	3.300	150/98.5
2b		20/17	550	18/14.5

#### 3.2.2. 425 Katından basılan su miktarı ve harcanan enerji

Son 10 yıllık ölçüm değerleri istatistiği ile son 1 yılda fiili olarak deney amaçlı ölçülen ve hesaplara girmesi için kaydedilen ölçüm değerleri sonucu -425 katından -300 katına günlük ortalama basılan su miktarı 8975 m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır. Yine son 1 yıllık

ölçüm sırasında hangi pompanın kaç saat çalıştığı tespit edilerek bu pompa motorlarından çekilen akımlar sürekli kaydedilmiş ve -425 katından -300 katına basılan su için ortalama harcanan günlük enerji miktarı 4806.8 kWh olarak bulunmuştur. Bu ölçümler sonucu; -425 katından -300 katına basılan 1 m<sup>3</sup> için gerekli enerji ortalama **0.54 kWh** tir.

### 3.2. 300 Katı

#### 3.2.1. Pompa istasyonu ve ölçülen pompa karakteristik değerleri

Çizelge 2. Pompa karakteristikleri.

POMPA	Debi [m <sup>3</sup> /saat] Etiket/Ölçülen (ortalama)	Akım [A] Etiket/Ölçülen (ortalama)	Gerilim [V]	Güç [kW] Etiket/Ölçülen (hesaplanan)
1a	450/350	43/32	3300	177/161
1b		65/52	550	60/44
2a	450/350	43/32	3300	177/161
2b		65/52	550	60/44
3a	450/350	43/32	3300	177/161
3b		65/51	550	60/43

#### 3.2.2. 300 Katından basılan su miktarı ve harcanan enerji

Son 10 yıllık ölçüm değerleri istatistiği ile son 1 yılda fiili olarak deney amaçlı ölçülen ve hesaplara girmesi için kaydedilen ölçüm değerleri sonucu -300 katından günlük ortalama basılan su miktarı 9858 m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır. Yine son 1 yıllık ölçüm sırasında hangi pompanın kaç saat çalıştığı tespit edilerek bu pompa motorlarından çekilen akımlar sürekli kaydedilmiş ve -300 katından basılan su için ortalama harcanan günlük enerji miktarı 5774.5 kWh olarak bulunmuştur.

Bu ölçümler sonucu; -300 katından -200 katına basılan 1 m<sup>3</sup> için gerekli enerji ortalama **0.60 kWh** tir.

### 3.3. 200 Katı

#### 3.3.1. 200 katından basılan su miktarı ve harcanan enerji

Son 10 yıllık ölçüm değerleri istatistiği ile son 1 yılda fiili olarak deney amaçlı ölçülen ve hesaplara girmesi için kaydedilen ölçüm değerleri sonucu -200 katından yerüstüne (+13) günlük ortalama basılan su miktarı 10800 m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır. Yine son 1 yıllık ölçüm sırasında hangi pompanın kaç saat çalıştığı tespit edilerek bu pompa motorlarından çekilen akımlar sürekli kaydedilmiş ve -200 katından yerüstüne (+13) basılan su için ortalama harcanan günlük enerji miktarı 12528 kWh olarak bulunmuştur.

Bu ölçümler sonucu; -200 katından +13 katına basılan 1 m<sup>3</sup> için gerekli olan enerji ortalama **1.16 kWh**'tir.

### 3.3.2. Pompa istasyonu ve ölçülen pompa karakteristik değerleri

Çizelge 3. Pompa karakteristikleri.

POMPA	Debi [m <sup>3</sup> /saat] Etiket/Ölçülen (ortalama)	Akım [A] Etiket/Ölçülen (ortalama)	Gerilim [V]	Güç [kW] Etiket/Ölçülen (hesaplanan)
1a	450/310	88/63	3300	370/317.6
1b		65/51	550	60/43
2a	450/310	88/63	3300	370/317.6
2b		65/51	550	60/43
3a	450/290	88/58	3300	370/292.4
3b		65/52	550	60/43.7
4a	450/331	88/65	3300	370/327.7
4b		88/50	550	60/42

### 3.4. Sonuç

Mevcut durumda 1 m<sup>3</sup> suyun -425 katından 3 kademede +13 yeryüzüne atılması için gerekli olan enerji **0.54 + 0.60 + 1.16 = 2.3 kWh** olmaktadır. Başka bir deyişle, uygulamadaki özgül enerji **2.3 kWh/m<sup>3</sup>** dur.

Tablolardan, kat pompalarının ölçülen karakteristik büyüklükleri incelenecek olursa, pompaların genel verimlerinin  $\eta_g = \%33 - \%48$  arasında değiştikleri kolayca görülür. Günümüz teknolojisinde **%82** değerlerine varan verimler göz önüne alınırsa, pompalardaki enerji kayıplarının ne kadar büyük boyutlarda olduğu ortaya çıkmaktadır.

### 3.5. Yeni Su Atım Seçeneklerinin İncelenmesi

#### 3.5.1. Tüm suların 425 katında toplanarak buradan direk yerüstüne atılması.

Dışarı atılan su miktarının yaklaşık 10800 m<sup>3</sup>/gün ( $Q = 450$  m<sup>3</sup>/h) olarak hesaplanmıştır.

-Geometrik yükseklik  $H_g = 13 + 425 + 9$  (havuz derinliği) = 447 mSS

-Manometrik basma yüksekliği  $H_m = H_g + H_{ke} + H_{kb}$

Formülünde emme ve basma borusundaki kayıplar hesaplanırsa

$H_m = 447 + 0.52 + 5 = 453$  mSS (Yaklaşık) bulunur. Buradan da  $H_m = 460$  mSS olarak kabul edilmiştir.

$H_m = 460$  mSS,  $Q = 450$  m<sup>3</sup>/h,  $\eta_g = 0.76$  (min.) karakteristik değerlerinde bir pompa (emme yüksekliği 9 m. olduğuna göre, yatay dalgiç veya derin kuyu pompası) seçilirse;

$$N_e = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_m}{75 \cdot \eta_g} = \frac{1 \cdot 450 \cdot 460}{3.6 \cdot 75 \cdot 0.76} = 1009 \text{ BG} = 743 \text{ kW (pompa gücü) olur.}$$

-Elektrik motorunun gücü ise;

$N_m = \alpha \cdot N_e = (1.05 \dots 1.1) \cdot N_e = (1.05..1.1) \cdot 743 = 850 \text{ kW}$  (seçilen) olacaktır.

Seçilen yaklaşık 16 kademeli (1450 d/d) dalgıç veya derin kuyu pompası ile elektrik motorunun toplam boyu elimizdeki bilgilere göre yaklaşık 10 metre civarında olacaktır.

-425 katı pompa dairesi incelenecek olursa;

-Düşey dalgıç pompa montajında pompa üzerinde en az 0.5 m su bulunması gerektiğinden havuz yüksekliği buna imkan vermeyecektir.

-Yatay dalgıç pompa ise 10 m olan pompa sisteminin mevcut şartlardaki havuza indirilebilmesi havuz boyutlarından dolayı mümkün değildir.

-Derin kuyu pompa sisteminde ise havuz yüksekliği yeterli ancak havuz üstü pompa dairesi yüksekliği bu kademe ve güçteki elektrik motoru olan pompa için yeterli değildir.

Bu seçenekte önerilen -425/+13 arası direk su basma uygulamasının imkansızlığı nedeni ile "özgül enerji" hesabı yapılmamıştır.

### 3.5.2. Suyun 425 Katından Yerüstüne (+13) 3 Kademede Boşaltılması.

Her üç kattaki pompa istasyonlarındaki havuz derinliği ve galeri yükseklikleri pompa sisteminin montajı için yeterli olduğundan "özgül enerji" hesabı yapılmıştır.

$$\begin{array}{l} \text{-425/-300} \quad \frac{1 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 140 \text{ mSS}}{3.6 \cdot 75 \cdot 0.76} = 0.7 \text{ BG (yaklaşık)} \\ \text{-300/-200} \quad \frac{1 \cdot 120}{3.6 \cdot 75 \cdot 0.76} = 0.6 \text{ BG (yaklaşık)} \\ \text{-200/+13} \quad \frac{1 \cdot 240}{3.6 \cdot 75 \cdot 0.76} = 1.17 \text{ BG (yaklaşık)} \end{array}$$

$$\text{Toplam} = 2.47 \text{ BG} = 1.82 \text{ kW}$$

Özgül enerji = 1.82 kWh/m<sup>3</sup> olarak elde edilir.

### 3.5.3. Suyun 425 ile yerüstü (+13) arasında iki kademede boşaltılması

Bu seçenekte -300 katı iptal edilerek su, -425 katından -200 katına, oradan da yerüstüne (+13) olmak üzere iki kademede basılacaktır. -300 kat sularının bir kısmı desendrelere doğal akışı ile -425 katına inmekte geri kalan kısmı ise -300 kat havuzuna dolmaktadır. Kat havuzunda biriken sular ise belli seviyeye geldiğinde sifon yaptırılarak mevcut boru ile -425 havuzuna aktarılacaktır. Yaptığımız araştırmalara göre, her iki katta da (-425, -200) havuz derinlikleri ve pompa istasyonu galeri boyutları düşündüğümüz pompa sisteminin montajı için yeterli olmaktadır. Düşünülen ve önerilen pompa sistemi;

Hm = 240 mSS (hesaplandı)

Q = 450 m<sup>3</sup>/h (10800 m<sup>3</sup>/gün suyun 24 saatte basılacağı hesabı ile kabul edilmiştir.)

ηg = %76 (min.)

karakteristik değerlerine sahip “**DERİN KUYU POMPA SİSTEMİ**” dir. Sistemin en büyük avantajı, havuz tabanından 300mm’ye kadar su emebilmesidir.

Önerilen bu sistem için özgül enerjiyi hesaplayalım.

$$\begin{array}{l} -425/-200 \quad \frac{1 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 240 \text{ mSS}}{3.6 \cdot 75 \cdot 0.76} = 1.17 \text{ BG (yaklaşık)} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} -200/+13 \quad \frac{1 \cdot 240}{3.6 \cdot 75 \cdot 0.76} = 1.17 \text{ BG (yaklaşık)} \end{array}$$

$$\text{Toplam} = 2.34 \text{ BG} = 1.72 \text{ kW}$$

Özgül enerji = 1.72 kWh/ m<sup>3</sup> olarak hesaplanır.

**Şu halde;** -425/+13 katları arasında iki kademede yüksek verimli (min. %76) yeni derin kuyu pompaları ile pompalanan suyun bize olan enerji maliyeti 1.72 kWh/ m<sup>3</sup> olacaktır.

#### **Seçeneklerin irdelenmesi:**

İncelediğimiz üç sistemdeki özgül enerji değerleri

-Mevcut sistem = 2.3 kWh/ m<sup>3</sup>

-Üç kademe ile pompalama = 1.82 kWh/m<sup>3</sup>

-İki kademe ile pompalama = 1.72 kWh/m<sup>3</sup>

**Değerleri göz önüne alınırsa; iki kademede pompalamanın mevcut sisteme göre en avantajlı bir seçenek olduğu görülmektedir.** Bu seçenekte enerji tasarrufu (işçilik, tamir ve bakım giderleri hariç) 2.3 kWh/m<sup>3</sup> - 1.72 kWh/m<sup>3</sup> = 0.58 kWh/m<sup>3</sup> olmaktadır. Günde ortalama 10800 m<sup>3</sup> atılacağı varsayımı ile 365 günde öngörülen enerji tasarrufu ise 0.58 · 10800 · 365 = 2.3 milyon kWh/yıl olacaktır.

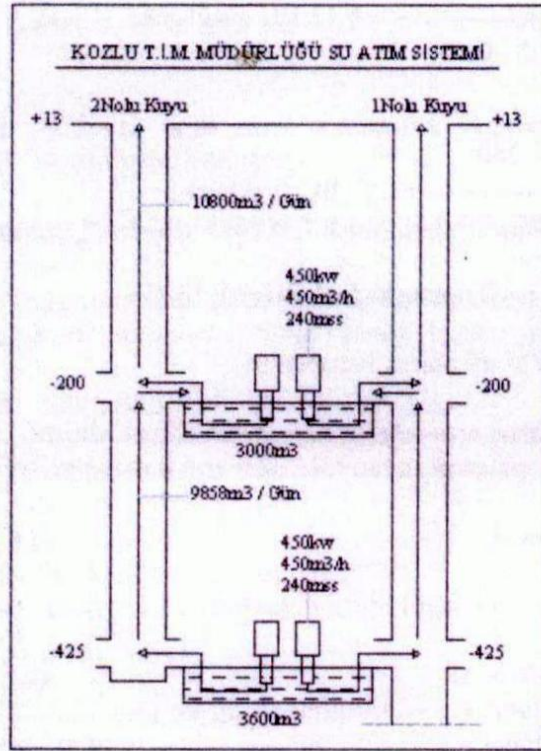
#### **3.6. Önerilen Durum**

Yenileme projesinde günlük ortalama 425 havuzundan basılacak su miktarı 9858 m<sup>3</sup> tür. -200 kat geliri ile birlikte -200 kat havuzundan günlük ortalama basılacak su miktarı da 10800 m<sup>3</sup> olarak tespit edilmiştir. Seçilecek pompa tipi için -425 ve -200 kat havuzlarında 24 saatte birikecek ortalama suyun miktarı göz önüne alınarak debi hesabı yapılacaktır.

## 4. YENİ POMPA SEÇİMİ

### 4.1. Katlar İtibari ile Basılacak Günlük Ortalama Su Miktarı

-425 kat havuzlarında toplanan su miktarının (daha alt katlardan ve -300 den gelenlerle birlikte) 9858 m<sup>3</sup>/gün, -200 kat havuzlarında toplanan su miktarının ise (-425 katından basılan sularla birlikte) 10800 m<sup>3</sup>/gün olarak tespit edilmiştir. Toplanan su miktarları mevsimlere göre değişmekte olup alınan değerler bir yılın ortalamasıdır. Bu değerlerde +/- 300 m<sup>3</sup>/gün değişimler olabilmektedir. Pompa seçiminde ve debi hesaplamalarında günlük genel ortalama değerler alınmıştır.



Şekil 2. Su atım sisteminin son şekli.

### 4.2. Debi ve Hm (Basma yüksekliği) Hesaplanması

-425 su havuzu 2 adet 1800 m<sup>3</sup> olmak üzere 3600 m<sup>3</sup> havuz kapasitesine, -200 su havuzu da 2 adet 1500 m<sup>3</sup> olmak üzere 3000 m<sup>3</sup> havuz kapasitesine sahiptir. Yüksek irtifa ve yüksek basınçlı pompalarda sık sık yol verilip stop edilmesi tavsiye edilmeyen bir olaydır. Bu nedenle seçilecek pompanın debisi, atılacak suyun bir saatlik miktarına eşit veya yakın olması düşünülerek  $10800 \text{ m}^3/24\text{saat}=450 \text{ m}^3/\text{saat}$  olarak hesaplanmıştır. Her iki katta da 2 adet pompa düşünülmüş olup bir tanesi sürekli çalışacak, su geliri arttığı takdirde diğer yedeği kısa bir süre devreye girerek havuzlardaki su dengesini sağlayacaktır. Belirli aralıklarla 2 pompanın çalışma şekilleri değiştirilerek (aktif pompa yedeğe, yedekteki de aktif hale getirilerek) her iki pompanın eşit çalışması sağlanmış olacaktır.



Pompa istasyonlarının konumları itibari ile çalışacak pompaların basma yükseklikleri birbirine yakın olduğu görülmektedir. Bu nedenle her iki kata seçilecek pompaların ideal çalışmada basma yüksekliği 240 mSS olarak tespit edilmiştir. Boru güzergahlarının farklı olmasından dolayı meydana gelecek kayıpların farklı olması durumunda pompa çıkışına konan vanadan ideal Hm ayarı yapılabilecektir.

### 4.3. Seçilecek Pompanın İşletme Karakteristikleri

Seçilecek derin kuyu (düşey milli) pompanın çalışma koşulları ve bu koşulların proje işletme karakteristik büyüklükleri üzerindeki etkisini ele alalım.

#### 4.3.1. Emme derinliği ve kavitasyon

Pompaların emme derinliği, genellikle işletme karakteristikleri ile birlikte ön şart olarak istenir. Emme derinliğini sınırlayan en büyük etkenin kavitasyon olduğu bilinmektedir. Bir sıvı akımında mutlak basınç, sıvının maksimum buharlaşma basıncının (doymuş buhar basıncını) altına düşerse sıvı içerisinde küçük gaz kabarcıkları oluşmaya başlar. Oluşan bu gaz kabarcıkları su akımı tarafından sürüklenerek basıncın yeterince yüksek olduğu bir bölgeye gelince, yaklaşık 0.003 saniyeden kısa bir süre içinde patlayarak yok olurlar. İçlerindeki sıvı buharı yoğunlaşır, hava ve diğer gazlar da yeniden sıvı içinde erir. Bu olaya "kavitasyon" adı verilir ve yalnız sıvı akımlarında meydana gelebilir. Gaz kabarcıklarının hemen hemen ani olarak birbirinin ardından patlamaları ve bunlardan boşalan hacimlerin aynı hızla sıvı tarafından doldurulması, basıncın yer yer yüzlerce bar gibi son derece yüksek değerlere erişebilmesine ve sıvının sıkışabilme özelliğinin de karıştığı basınç titreşimlerine neden olurlar.

#### 4.3.2. Buharlaşma basıncı

Buharlaşma basıncı, sıvının buharlaştığı ve kendi buharıyla dengede olduğu basınç olup su için bu basınç değerleri, sıcaklığın bir fonksiyonudur.

#### 4.3.3. Emmedeki net pozitif yükseklik (ENPY)

Pompaların, kavitasyon olayına karşı duyarlılığı incelenirken, emmedeki net pozitif yük (ENPY) karakteristik büyüklüğünün ele alınması gerekir.

(ENPY) mevcut ---- Tesisata ait ENPY  
(ENPY) pompa ----- Pompaya ait ENPY

Olmak üzere (ENPY) mevcut değeri;

**Pozitif emme yüksekliğinde** (pompa su seviyesinin üstünde olması durumunda),  
(ENPY)mevcut =  $H_a - H_{smax} - H_v - H_{ke}$

**Negatif emme yüksekliğinde** (pompa su seviyesinin altında olması durumunda), şekil.3  
(ENPY)mevcut =  $H_a + H_{smin} - H_v - H_{ke}$  bağlantılarından bulunabilir.

Ayrıca,  $\sigma_{mevcut}$  --- tesisata ait mevcut THOMA kavitasyon faktörü

$\sigma_{kr}$  ---- Pompaya ait kritik THOMA kavitasyon faktörü tanımlarıyla,

$$\sigma_{mevcut} = \frac{H_a \pm H_s - H_v - H_{ke}}{H_{m1}} = \frac{(ENPY)_{mevcut}}{H_{m1}}$$

Pompanın kavitasyonsuz çalışabilmesi için,  $\sigma_{mevcut} > \sigma_{kr}$  olmalıdır.

Kavitasyon emniyeti bakımından  $\sigma_{mevcut} = 1.1 \sigma_{kr}$  olmasında fayda vardır.

$(ENPY)_{mevcut} = \sigma_{mevcut} \times H_{m1}$  gibi,

$(ENPY)_{pompa} = \sigma_{kr} \times H_{m1}$  olarak tanımlanırsa, kavitasyon olayının zararlı etkilerinden kaçınmak için;

**$(ENPY)_{mevcut} > (ENPY)_{pompa}$  olmalıdır.**

Bu nedenle, kavitasyon kontrolünün sağlıklı yapılabilmesinde imalatçı firmadan mutlaka diğer karakteristik eğrilerin yanında  $(ENPY)_{pompa}$  eğrisinin de istenmesi gerekmektedir.

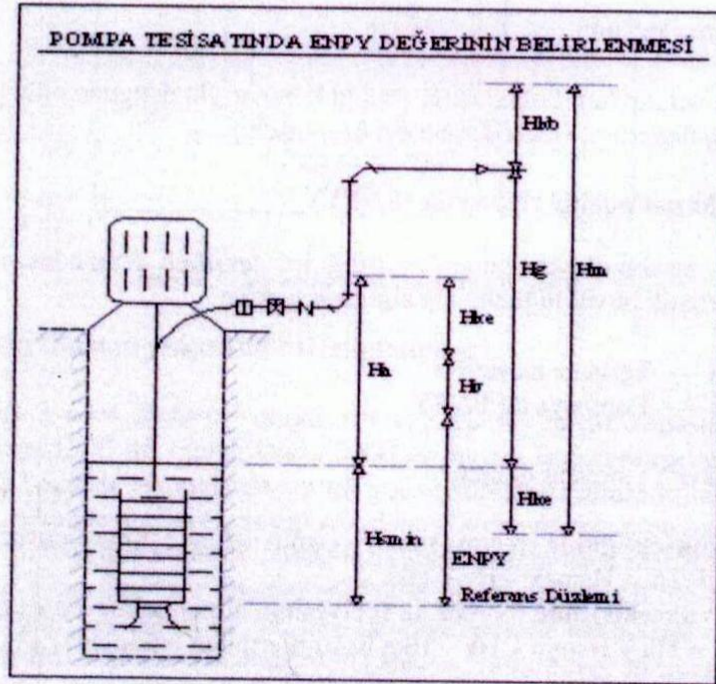
$H_a$ - Pompanın bulunduğu kottaki atmosfer basıncı

$H_s$ - Pompanın emme derinliği

$H_v$ - Suyun o sıcaklıktaki buharlaşma basıncı

$H_{ke}$ - Emmedeki toplam kayıplar

$H_{m1}$ - Kademe başına manometrik basma yüksekliği

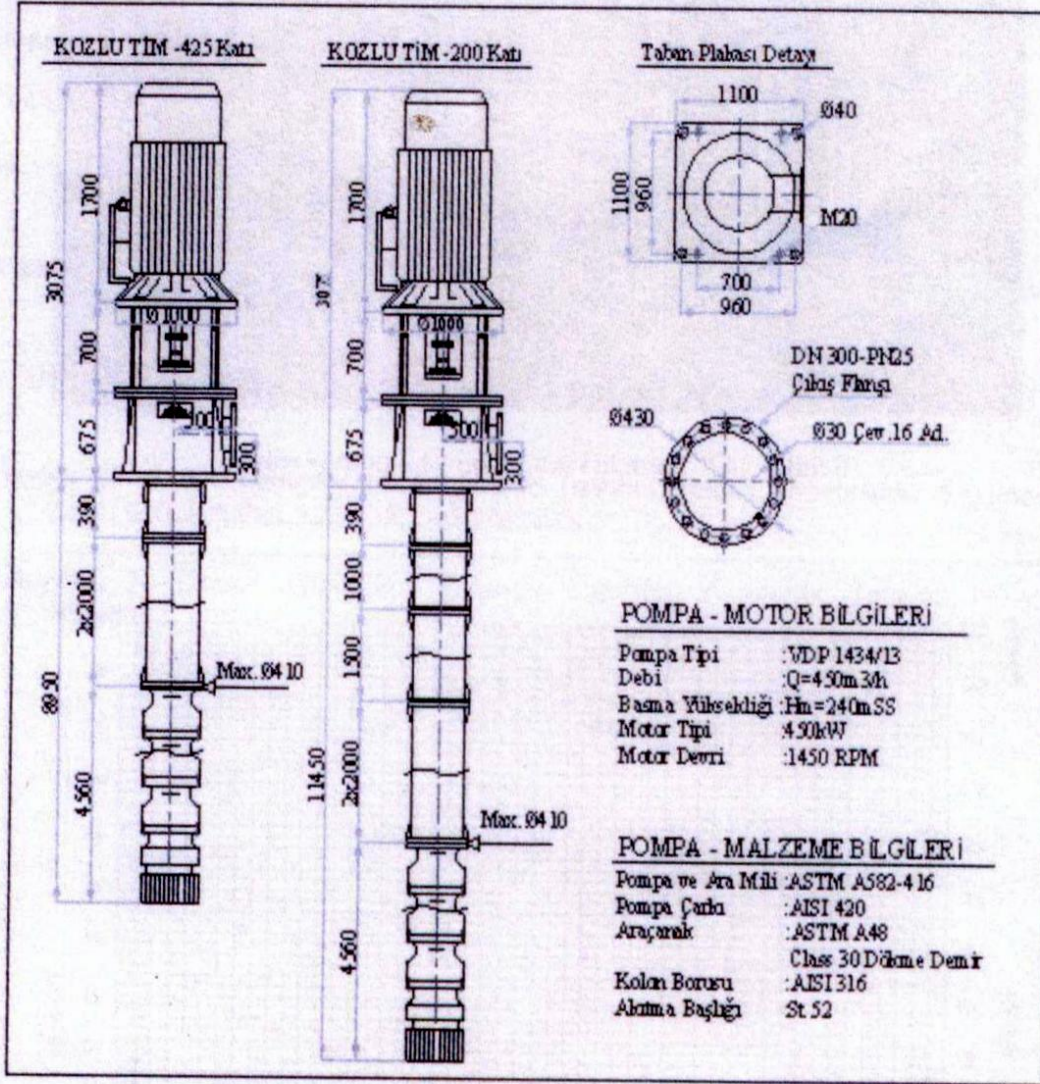


Şekil 3. Pompanın ENPY değerinin belirlenmesi.

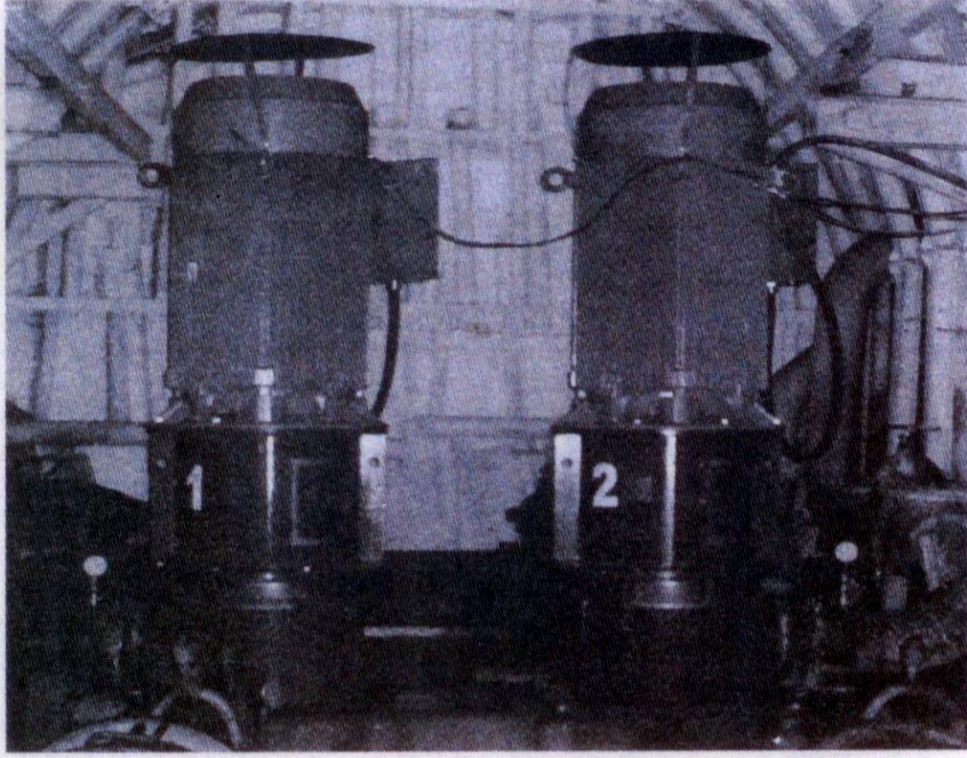
Sabit dönme hızında çalışan bir santrifüj pompanın geometrik emme yüksekliği kritik bir değerin altında kaldığı sürece, bu yüksekliğin değiştirilmesi ile pompanın performansında herhangi bir değişiklik gözlenmez. Ama pompa bu kritik değeri aşan bir emme yüksekliğine yerleştirilirse, performans eğrilerinde ani düşmeler olur ve aynı anda "kavitasyon" olayı baş gösterir.

#### 4.3.4. Seçilecek pompa tipi ve detay resmi

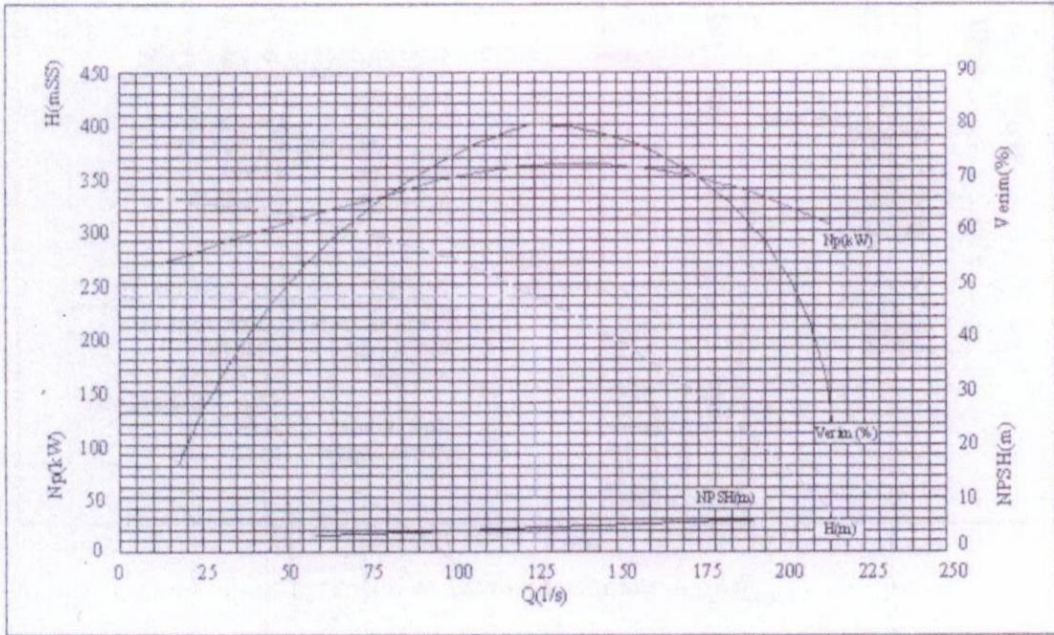
Pompalar ile ilgili ayrıntılar Şekil 4 - 6'da verilmektedir.



Şekil 4. Pompaların detay resimleri .



Şekil 5. -425 katında kurulan iki yeni pompa resmi.



Şekil 6. Pompaların karakteristik eğrileri.

## 5. SONUÇ

Bu çalışmalar sonucu alınan 4 adet 450 m<sup>3</sup>/h, 240 mSS ve 450 kW dik pompalardan 2 adeti -425 katına, 2 adeti de -200 katına konarak çalıştırılmıştır. Daha öncede belirttiğimiz gibi yıllık elektrik tasarrufumuz 2.3 milyon kW tır. Bu tahmini bir değer olup pompalar çalıştığında şebekemizin yeni olması ve tesisatı yaparken direnç noktalarının az olmasına dikkat edilmesi sonucu, kayıplar tahminlerimizin altında çıktığından pompa istenen debinin biraz daha üstünde debi ile su basmakta, böyle olunca da pompaların günlük çalışma süreleri daha az olmaktadır. Yıl sonu itibarı ile gerçek tasarruf miktarı ortaya çıkacaktır. Tasarruf edilen enerjinin parasal karşılığı, yedek parça ve bakım giderleri göz önüne alındığında yapılan tasarruf miktarı pompaları bir yılda amorti etmektedir.

## KAYNAKLAR

- Baysal, K.** (1975) *Tam Santrifüj Pompalar*, İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 7-9; 68-82.
- Yazıcı, H.S.** (1983) *Su Makinaları Problemleri*, İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 44-62; 325-448.
- Ergin, A.** (1968) *Santrifüj Tulumba Soru ve Cevapları*, İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları, Sayı: 507, İstanbul, 56-75.
- Özgür, C.** (1966) *DeneySEL Hidromekanik*, İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları, Sayı: 660, İstanbul, 125-135; 190-196; 223.
- Köprülü, K.** (2006) *Akışkanlar Mekaniği*, Literatür Yayıncılık, İstanbul, 39-40; 892-893.