

# POMPALARDA ENERJİ TASARRUFU

Bora Nalbantođlu  
Elektrik Yüksek Mühendisi  
Alarko Carrier Sanayi ve Ticaret A.Ş.

## ABSTRAKT

When we ask anybody about his idea about 21. Century on these last days of 20. Century he will mention that we will face the problem of lack of energy.

The human being consumes the energy capital that was established by the nature for millions of years and it seems that there will be no alternative source for this capital in the near future. For this reason we have to provide the most economical and pure usage system for these present energy sources, to increase the productivity of all the apparatuses and machines and to give importance to the energy saving.

When the historical process of the energy consumption is examined, with the removal of transportation problems and using of gas instead of petroleum and coal, a new energy kind is produced that has the easiest treatment operation and is the most clear one. Besides in the near future electric energy will be more used than gas and the next age will be electricity age as the past was a petroleum age. For this reason while we are providing the energy we should take consider firstly the electricity energy.

Most of the electricity energy is consumed in the pump and for applications at the buildings and industry. In the pump and fan applications, the pump and fan type is adjusted according to the highest air or water capacity. The changing of the capacity within a day is not considered. However, in applications where water or air changing is very high within a day this situation and energy consumption should be taken in to consideration: In our study the selection of a pump that will provide energy saving in the changing capacity system will be explained and a selection be made for a sample system, on the other hand a correctly selected pump may not be sufficient for some applications, for example for the ones that have very variable water consumption within a day. For such applications systems that put the energy consumption at the below levels by getting use of the Power Electronics and Automation are being planned. The design principles and elements for such a system will be introduced.

## 1. GİRİŞ

20.yy'ın sonlarına geldiğimiz şu günlerde enerji ile ilgilenen her hangi birisine 21.yy ile ilgili fikrini sorduğumuzda, oldukça isabetli bir tahminle 21.yy'da büyük bir enerji darboğazı yaşanacağını söyleyecektir.

İnsanlığımız halen doğanın milyonlarca yılda oluşturduğu enerji sermayesini tüketmekte ve yakın bir gelecekte bu sermayeye alternatif bir kaynak yaratılamayacak gibi gözüküyor. Bu durumda bizlere düşen en önemli görev mevcut enerji kaynaklarının en ekonomik ve temiz kullanımını sağlamak, enerji ile ilgili tüm cihazların ve makinelerin verimliliğini artırmak ve enerji tasarrufuna önem vermektir.

Enerji tüketiminin tarihsel süreci incelendiğinde petrolün, kömürü geçmesi; taşıma problemlerinin giderilmesi ile gazın petrolün yerine geçmesi; işlenmesi en kolay ve en temiz olan enerji türünün bir öncekinin yerine geçmesi şektindedir. Bu bağlamda en son olarak elektrik enerjisinin gazın önüne geçeceğini ve geçtiğimiz çağın petrol çağı olduğu gibi önümüzdeki çağda elektrik çağı olacağını

söyleye biliriz. Bu nedenle enerji tasarrufu sağlarken öncelikle elektrik enerjisinde tasarruf sağlamak gerekir.

Günümüzde binalarda ve endüstride elektrik enerjisi tüketiminin büyük bir bölümü pompa ve fan uygulamalarında gerçekleşmektedir. Pompa ve fan uygulamalarında, pompa veya fan tipi, ihtiyaç duyulan en yüksek hava veya su debisine göre belirlenir . Bu debinin gün içerisindeki değişimi göz önüne alınmaz. Oysa gün içerisinde hava veya su debisi değişiminin oldukça fazla olduğu uygulamalarda değişimin enerji sarfiyatı bakımından incelenmesi gerekir.

Dalgıç pompa uygulamalarında enerji tasarrufu iki şekilde gerçekleştirilmektedir:

## 2. DALGIÇ POMPA SEÇİMİ VE ENERJİ TASARRUFU

### 2.1 Dalgıç Pompa Seçimindeki Temel Kriterler:

Dalgıç pompa seçimi yapılırken aşağıdaki faktörlerin göz önünde bulundurulması gerekir.

#### 2.1.1 Pompa Çapı - Kuyu Çapı:

Pompa çapının ortalama olarak kuyu çapından 2'' daha küçük seçilmesi montaj ve demontaj açısından oldukça faydalı olur.

#### 2.1.2 Pompa Debisi - Kuyu Debisi:

Kuyu derinliğine ve kuyunun yeraltı sularından beslenme miktarına uygun olarak kuyudan alınabilen su miktarı kuyu debisidir. Kuyu açıldıktan sonra temizlenip kuyu debisi belirlenir. Pompa debisinin fazla seçilmesi kuyunun su seviyesinin aşırı düşürüp kuyunun kum çekmesini sağlar.

#### 2.1.3 Manometrik Yükseklik:

Kuyunun dinamik seviyesi, suyun basılacağı kod, pompadan suyun suyun akıtıldığı yere kadar olan boru tesisatındaki kayıpların ( mSS olarak ) toplamı manometrik yükseklik olarak tanımlanır.

#### 2.1.4 Statik Su Seviyesi:

Açılan sondaj kuyusundan herhangi bir su almadan önceki kuyu ağız ile su arasındaki mesafedir.

#### 2.1.5 Dinamik Su Seviyesi:

Kuyu debisinden daha fazla su almamak koşuluyla belli bir süre içinde sabit debi ile kuyudan su çekilirken suyun düştüğü en son seviyedir.

### 2.2 Pompa Seçiminde Enerji Tasarrufu:

Yukarıda kısaca özetlenen pompa seçimi kriterlerine ilave olarak, seçilen pompa tipi istenilen debi ve basınç için en verimli çalıştığı nokta olmasına dikkat edilmelidir. Bu durumu bir örnek üzerinde inceleyelim. 198m<sup>3</sup>/h ve 115mSS su ihtiyacı olan bir sistem için Q,Hm eğrilerinden pompa tipini belirleyerek enerji tüketimi bakımından en uygun pompayı belirleyelim.

	Q	H	$\eta_p$	$\eta_m$	$\eta_s$	$P_1$	
A seçimi:	198m <sup>3</sup> /h	115mSS	%62	%80	%49,6	119,24kW	10150/8A
B seçimi:	198m <sup>3</sup> /h	115mSS	%72	%80	%57,2	108,4kW	10200/5A

$$P_{1A} = \frac{QH}{3,6.102.\eta_s} = \frac{198m^3 / h.115mSS}{3,6.102.0,496} = 125,02kW \quad (1)$$

$$P_{1B} = \frac{QH}{3,6.102.\eta_s} = \frac{198m^3 / h.115mSS}{3,6.102.0,572} = 108,4kW \quad (2)$$

$$\Delta P = P_{1A} - P_{1B} = 125,02kW - 108,4kW = 16,62kW \quad (3)$$

Pompaların çalışma süresi ( t ) = 3000h

Elektriğin birim fiyatı ( p ) = 0.06\$/kWh

$$\Delta E = \Delta P \cdot t = 16,62kW \cdot 3000h = 49.859,3kWh \quad (4)$$

$$\Delta EM = \Delta E \cdot p = 49.859,3kWh \cdot 0.06\$ / kWh = 2991.6\$ \quad (5)$$

Yukarıdaki incelemeden’de görüldüğü gibi A seçimindeki 10150/8A pompa, B seçimindeki 10200/5A tipine göre yılda 49.859,3kWh daha fazla enerji tüketmektedir. Bu ise işletmecinin işletme masraflarına yılda yaklaşık olarak 3000\$ ek maliyet getirmektedir. A seçimindeki 10150/8a pompanın yatırım maliyeti 7.960\$, B seçimindeki 10200/5a pompanın ise 6.450\$’dır. Aşağıdaki tablodan’da görüleceği gibi yanlış secim sonucu oluşan yüksek işletme masrafları 2.5 yıl gibi kısa sürede yatırım masrafı kadar ek işletme masrafı yaratmaktadır.

	10150/8a	10200/5a
Yatırım Maliyeti	\$ 7.960	\$ 6.450
Hatalı Secim İşletme Masrafları	\$ 2.991	-
Yatırım Maliyeti/İşletme Masrafları	2,661317285	

Sekil 1: Hatalı seçilen pompanın geri dönüş maliyeti.

### 3. POMPA UYGULAMALARINDA FREKANS KONTROLÜ UYGULAYARAK ENERJİ TASARRUFU:

#### 3.1 Pompa Kontrolünde Neden Frekans Çeviricisi Kullanılmalıdır:

Pompa ve fan uygulamalarında devir hızı ( n ) ile toplam yük arasındaki karesel bağıntı nedeni ile frekans çeviricisi kullanıyor olmak, aşağıdaki yararları sağlamaktadır. Aşağıdaki grafikten’de görüleceği gibi pompanın debi ve basıncı fanın devir hızı ile değiştirilerek istenilen düzeye ayarlanabilmektedir.

$Q_N$  : Pompanın anma debisi

$Q$  : Pompadan istenen debi

$H_N$  : Pompanın anma basıncı

$H$  : Pompadan istenen basınç

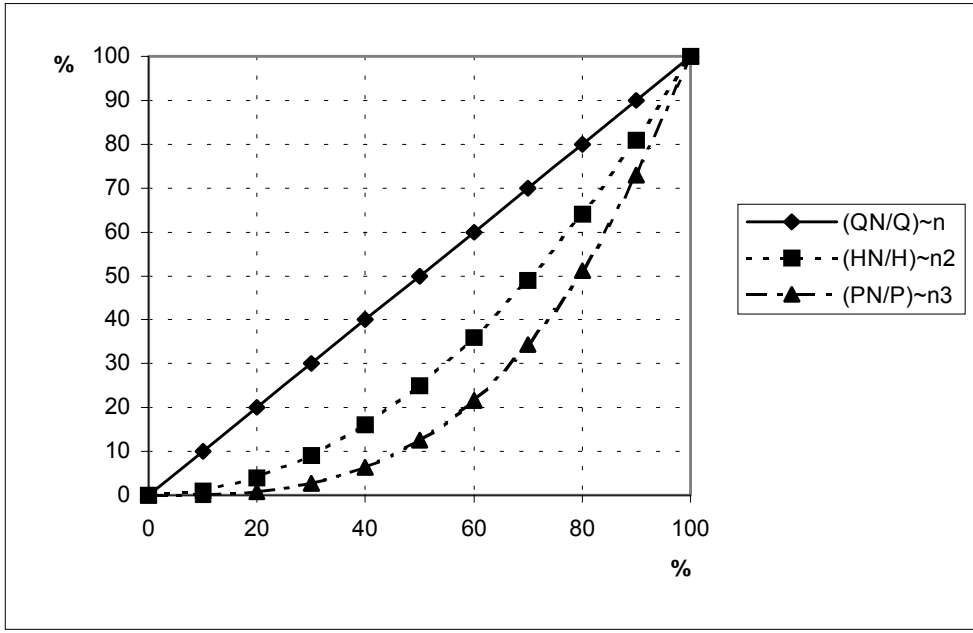
$P_N$  : Pompanın anma gücü

$P$  : Pompanın güç

$n_N$  : Pompanın anma devir hızı

$n$  : Pompanın devir hızı

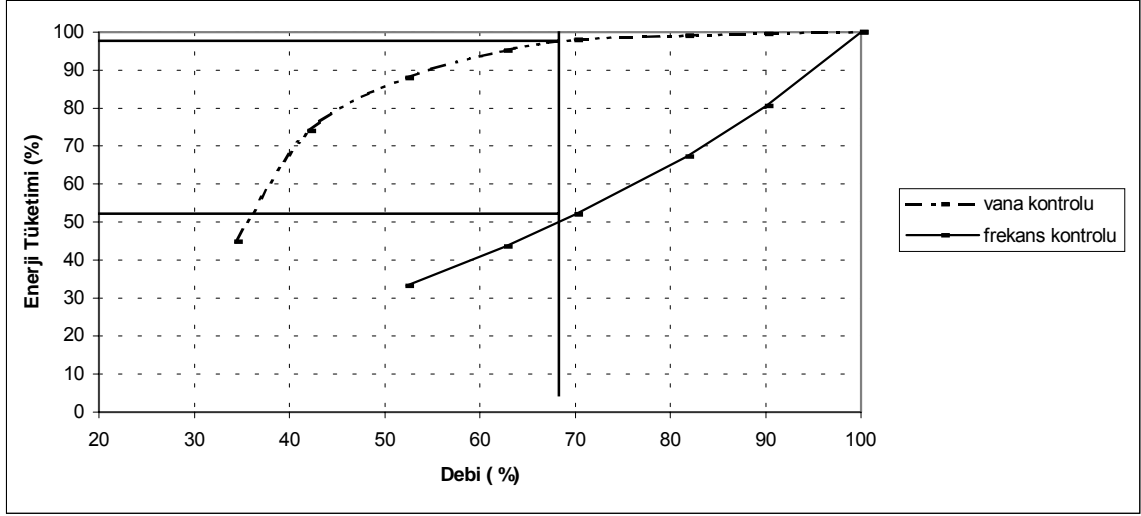
$$\frac{Q_N}{Q} = \frac{n_N}{n}, \quad \frac{H_N}{H} = \left( \frac{n_N}{n} \right)^2, \quad \frac{P_N}{P} = \left( \frac{n_N}{n} \right)^3 \quad (6)$$



Şekil 2. Debi, basınç ve toplam yükün devir hızı ile değişimi.

Yukardaki eğrilerden'de görüldüğü gibi pompanın devir hızını %30 düşürdüğümüzde debisi ve basıncı %30 ve %51 azalırken şebekeden çektiği güç yaklaşık olarak %66 oranında azalmaktadır.

Bazı pompa ve fan uygulamalarında değişken debi ihtiyacı olabilmektedir. Değişken debi ihtiyacının karşılanması için uygulanan klasik kontrol yöntemi vana ayarıdır. Modern kontrol yöntemi ise frekans çeviricisi ile pompanın devir hızının değiştirilmesidir. Frekans çeviricisi ile hız kontrolü ile debi kontrolü yapmak ilk yatırım masrafları bakımından pahalı bir çözüm olmasına rağmen enerji tüketimi ve işletme masraflarının düşük olması nedeni ile bazı uygulamalar için tercih edilebilmektedir.



Şekil 3. Vana ve frekans dönüştürücü kullanarak elektrik enerjisinde yapılan tasarruf.

Danfoss firmasının VLT 3500 HVAC tipi frekans dönüştürücü ve vana kontrolü ile yapmış olduğu testte debide %30'luk bir azaltmanın vana kontrolü ile pompanın elektrik tüketiminde %2, frekans kontrolü ile ise %48 enerji tasarrufu sağladığını tesbit etmiş.

### 3.2 Örnek Bir Uygulama:

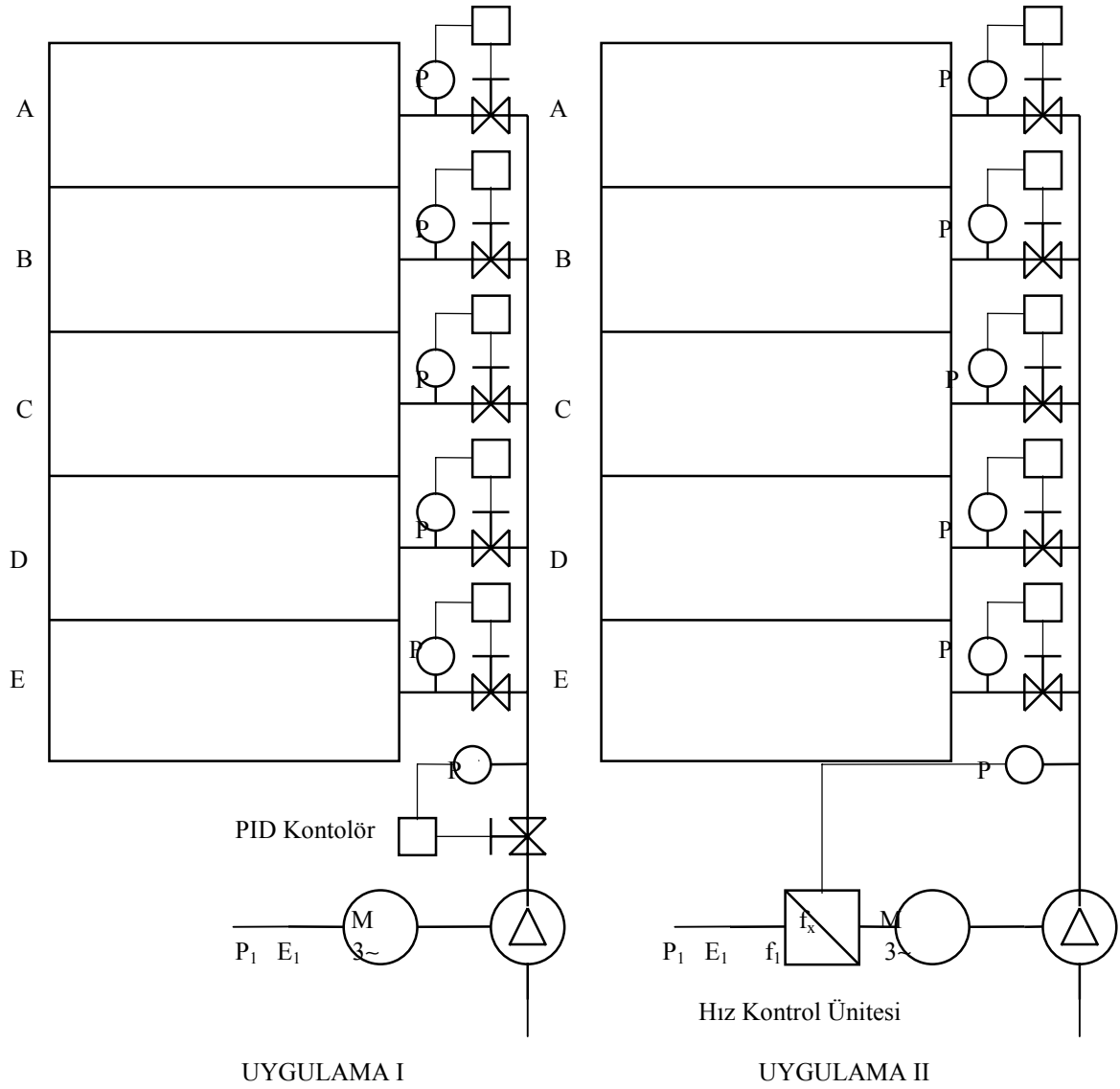
Şekil 4'te boyutları belirtilen arazinin beş farklı bölgesinden yılda iki kez ürün alınabilmektedir. Şekil 5 ve 5'de bu ürünlerin aylara göre su ihtiyacı görülmektedir. Buna göre arazinin sulanması için gerekli olan su debisi ihtiyacı  $325\text{m}^3/\text{h}$ 'dır. Pompa basıncı ise aşağıdaki hesaplara belirlenerek pompanın tipi şekil 7'deki pompa eğrilerinden 14350/4 olarak belirlenir.

$$H_m = \text{Kuyu dinamik su seviyesi} + \text{Ana borudaki kayıplar} + \text{Laterellerdeki kayıplar} + \text{Armatür kayıpları} \quad (7)$$

$$H_m = 110\text{mSS} \quad (8)$$

Şekil 4'te görüldüğü gibi arazi beş farklı bölgeye bölünmüştür. Herbir arazi bölgesinde yetiştirilen ürünlerin sulama dönemlerinin ayarlanması için el kontrollü vanalar yerleştirilmiştir. Bu vanalar yetiştirilen ürünün sulama dönemine bağlı olarak açılıp kapanmaktadır. Şekil 6'daki grafiklerden de görüldüğü gibi arazinin sulanması için ihtiyaç duyulan su debisi aylara göre değişken olmaktadır. Bu değişken debi ihtiyacının karşılanabilmesi için iki farklı yöntem uygulanabilmektedir.

Uygulama 1'de sistemin sabit basınçtaki değişken debi ihtiyacı basınç algılayıcısı, PID kontrolör ve motorlu vana üzerinden karşılanmaktadır. Sistemdeki basınç bilgisi algılayıcı tarafından algılanıp PID kontrolöre iletilmektedir. PID kontrolörde bu basınç bilgisine göre en uygun vana pozisyonunu tesbit ederek motorlu vanayı ayarlayarak sistemin değişken debi ihtiyacını karşılamaktadır.

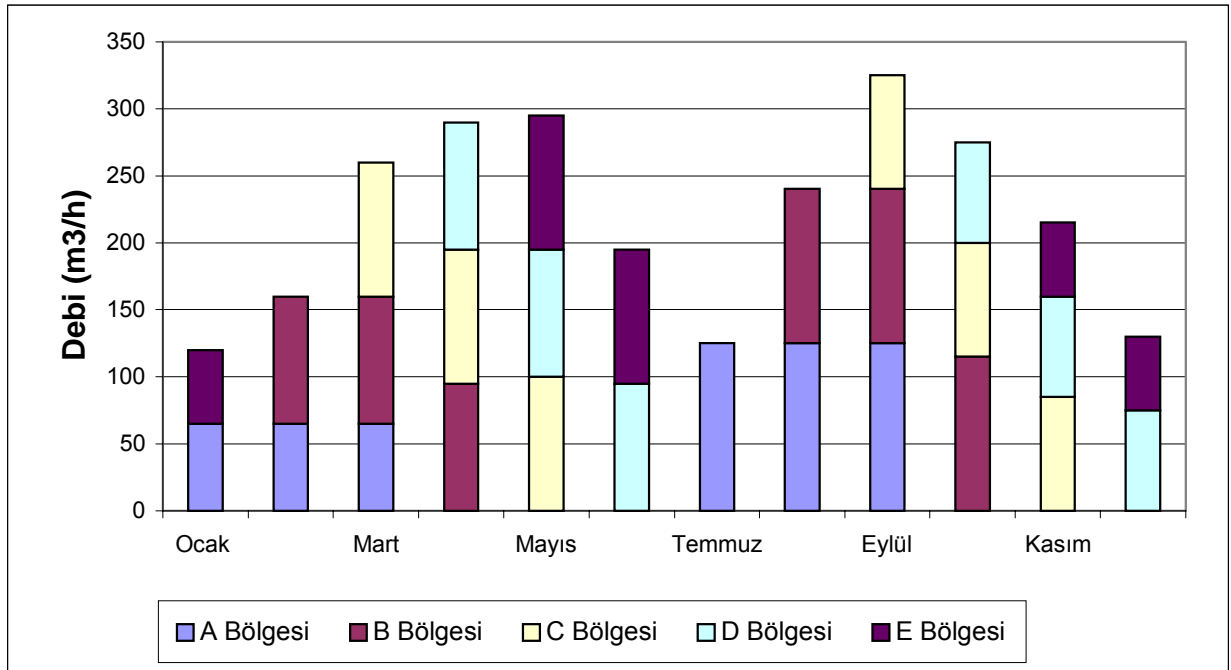


Şekil 4 . Klasik ve moderin kontrol yöntemi ile sulama uygulaması.

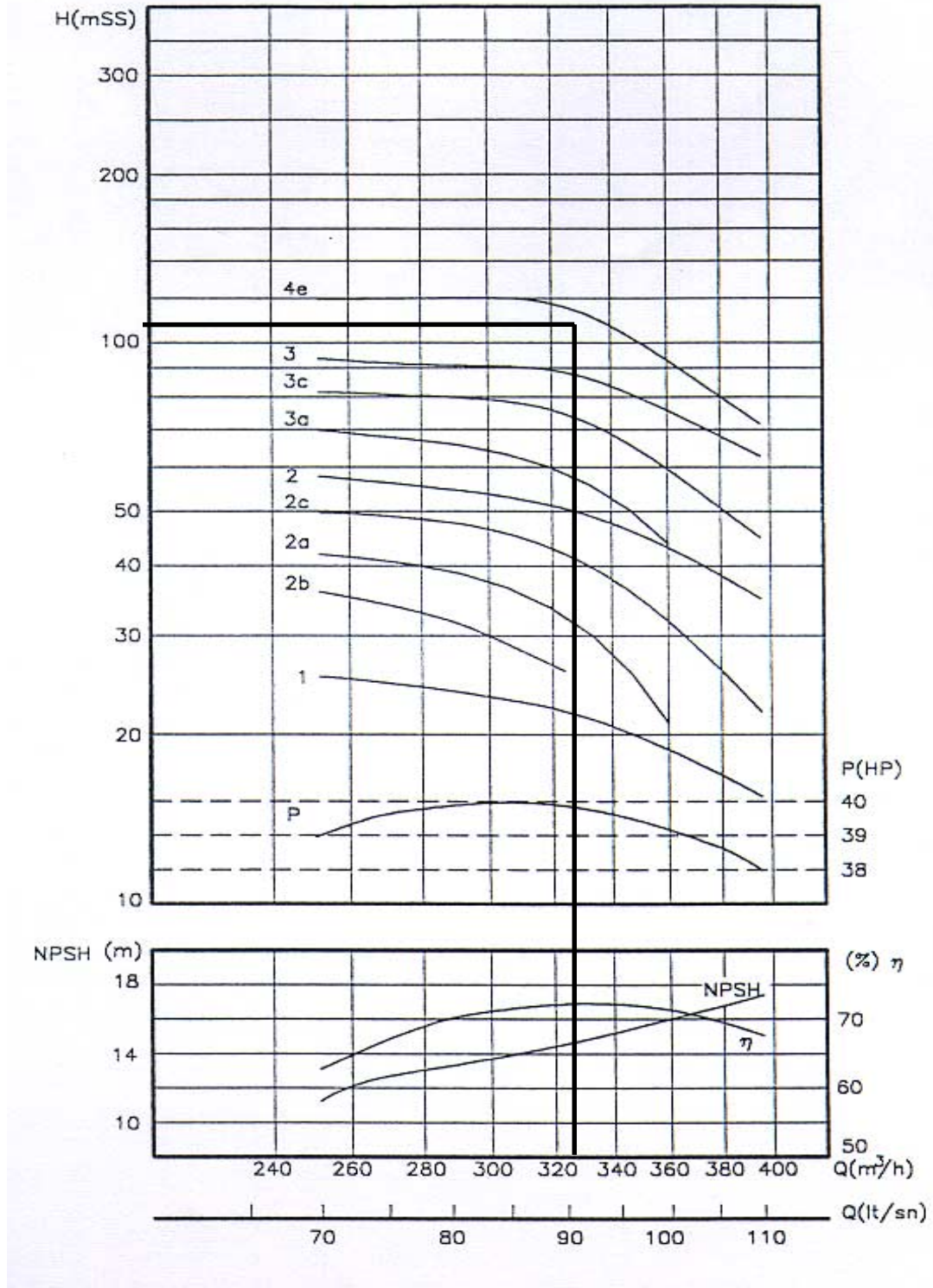
Uygulama 2’de ise sistemin değişen debi ihtiyacı basınç algılayıcısı ve motor hız kontrol ünitesi üzerinden karşılanmaktadır. Sistemin basınç değeri algılanarak hız kontrol ünitesine iletilmektedir. Hız kontrol ünitesi üzerinde bulunan PID kontrolör, hız kontrol ünitesi aracılığı ile motorun hızını değiştirerek sistemin değişen debi ihtiyacı karşılanmaktadır.

	A Bölgesi	B Bölgesi	C Bölgesi	D Bölgesi	E Bölgesi	Toplam Debi
Ocak	65m <sup>3</sup> /h	0	0	0	55m <sup>3</sup> /h	120m <sup>3</sup> /h
Şubat	65m <sup>3</sup> /h	95m <sup>3</sup> /h	0	0	0	160m <sup>3</sup> /h
Mart	65m <sup>3</sup> /h	95m <sup>3</sup> /h	100m <sup>3</sup> /h	0	0	260m <sup>3</sup> /h
Nisan	0	95m <sup>3</sup> /h	100m <sup>3</sup> /h	95m <sup>3</sup> /h	0	290m <sup>3</sup> /h
Mayıs	0	0	100m <sup>3</sup> /h	95m <sup>3</sup> /h	100m <sup>3</sup> /h	295m <sup>3</sup> /h
Haziran	0	0	0	95m <sup>3</sup> /h	100m <sup>3</sup> /h	195m <sup>3</sup> /h
Temmuz	125m <sup>3</sup> /h	0	0	0	100m <sup>3</sup> /h	225m <sup>3</sup> /h
Ağustos	125m <sup>3</sup> /h	115m <sup>3</sup> /h	0	0	0	240m <sup>3</sup> /h
Eylül	125m <sup>3</sup> /h	115m <sup>3</sup> /h	85m <sup>3</sup> /h	0	0	325m <sup>3</sup> /h
Ekim	0	115m <sup>3</sup> /h	85m <sup>3</sup> /h	75m <sup>3</sup> /h	0	275m <sup>3</sup> /h
Kasım	0	0	85m <sup>3</sup> /h	75m <sup>3</sup> /h	55m <sup>3</sup> /h	215m <sup>3</sup> /h
Aralık	0	0	0	75m <sup>3</sup> /h	55m <sup>3</sup> /h	130m <sup>3</sup> /h

Şekil 5. Sulanacak arazinin bir yıllık sulama profili.

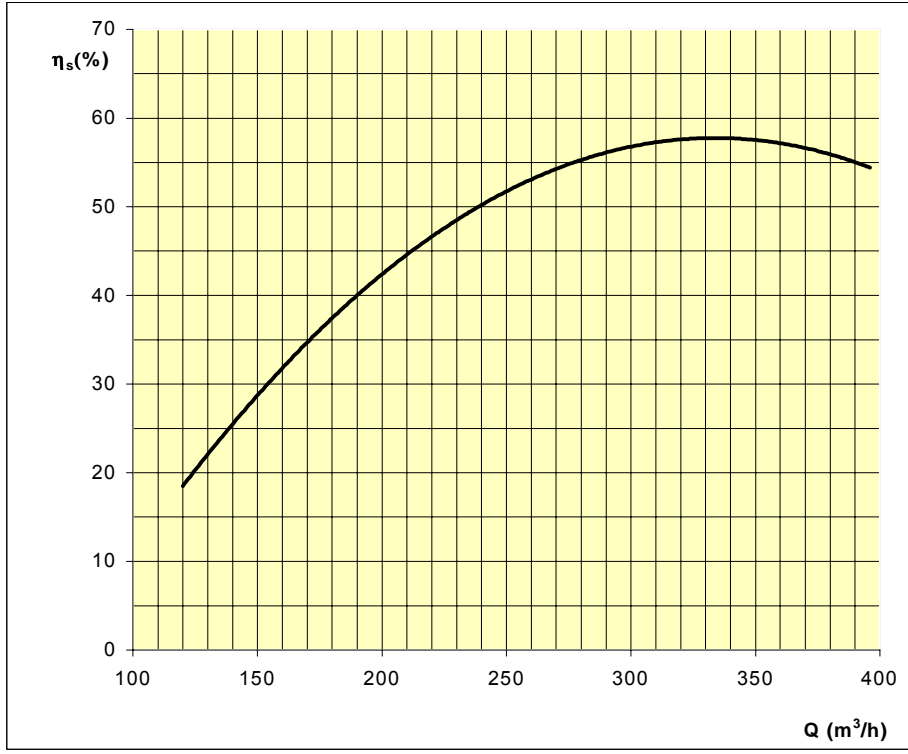


Şekil 6. Sulanacak arazinin bir yıllık debi ihtiyacı eğrisi.

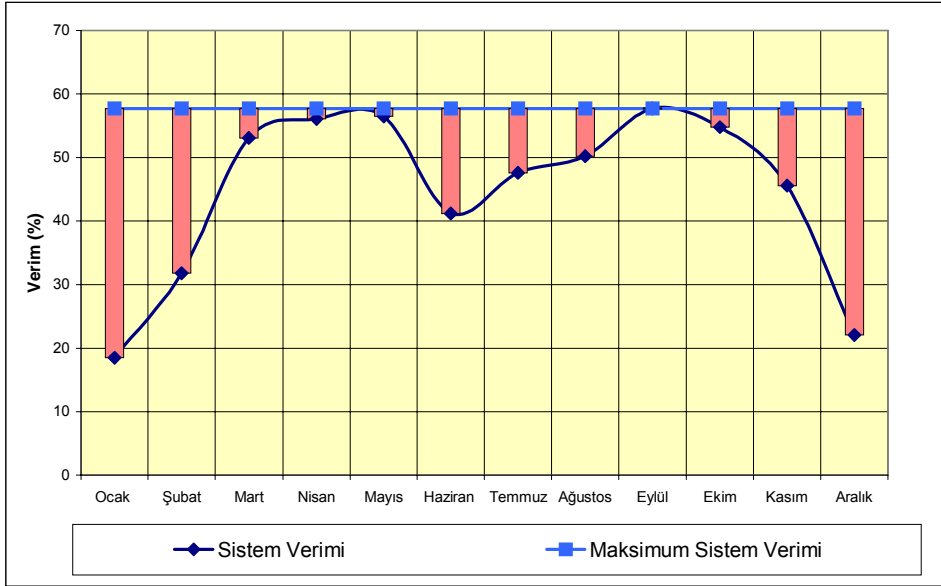


Şekil 7 : 14350 / 4e pompanın karakteristik eğrileri.





Şekil 8.14350 / 4e dalgıç pompa sistem veriminin debiye göre değişimi.



Şekil 9. Örnek uygulamal'deki sistemin aylara göre verimi.

Şekil 9'den de görüldüğü gibi uygulamal'deki sistem bazı aylarda oldukça düşük sistem veriminde çalışmaktadır. Sistem veriminin düşük olmasının enerji maliyeti açısından ne anlam içerdiğini açıklamak için basitçe bir hesap yapmakta fayda vardır.

	Sistem Verimi	Kayıp Enerji (kWh)	Kayıp Enerjinin Maliyeti (\$)
Ocak	18,5	12936	\$ 776
Şubat	31,8	8547	\$ 513
Mart	53,1	1518	\$ 91
Nisan	56,1	528	\$ 32
Mayıs	56,5	396	\$ 24
Haziran	41,2	5445	\$ 327
Temmuz	47,6	3333	\$ 200
Ağustos	50,2	2475	\$ 149
Eylül	57,7	0	\$ -
Ekim	54,8	957	\$ 57
Kasım	45,6	3993	\$ 240
Aralık	22,1	11748	\$ 705
Toplam		51876	\$ 3.113

Şekil 10. Kayıp enerji ve kayıp enerji maliyeti.

Şekil 10'daki tablodan'da görüldüğü gibi uygulamal'deki sistem yıllık 52.000kWh enerji boşa harcanırken kullanıcıya \$ 3.113 ilave masraf getirmektedir. 14350/4e pompanın yatırım masrafları \$ 8150 olduğuna göre yatırımcı her 2.5 senede bir pompa kadar fazladan işletme masrafı harcamaktadır.

Uygulama 1' ilk yatırım masrafları bakımından uygun bir çözüm olmasına rağmen enerji tüketimi dolayısıyla işletme masrafları bakımından uygun bir çözüm değildir. Enerji tasarrufunun oldukça önem kazandığı günümüz koşullarında, bilinçli tüketicilerin işletme masraflarının düşük olacağını göz önünde bulundurarak enerji tasarrufu sağlayan sistemleri tercih etmelidirler.

**Özet:** Bu incelememizde değişken debili sistemde enerji tasarrufu sağlayacak pompanın seçimi açıklanacak ve örnek bir sistem için seçim yapılacaktır. Diğer yandan seçimi doğru yapılmış pompa bazı uygulamalar örneğin gün içerisindeki su tüketimi oldukça değişken olanlar için yeterli olmamaktadır. Bu türdeki uygulamalar için Güç Elektroniği ve Otomasyon teknolojisinin olanaklarından faydalanarak enerji tüketimini en alt seviyelerde tutan sistemler tasarlanabilmektedir. Böyle bir sistemin tasarım prensipleri ve elemanları tanıtılacaktır.

**Öz geçmişi:** 1969'da Lefkoşa Kıbrıs'ta doğdu. 1995 yılında İ.T.Ü.'den Elektrik Yüksek Mühendisi olarak mezun oldu. O tarihten beri Alarko Carrier Sanayi ve Ticaret A.Ş. Alpom Fabrikasında görevini sürdürmektedir.