



www.ziraat.selcuk.edu.tr/dergi

Selçuk Üniversitesi  
Ziraat Fakültesi Dergisi 22 (44): (2008) 29-32  
ISSN:1300-5774



## SULAMA POMPAJ TESİSLERİNDE ENERJİ TÜKETİMİ

Sedat ÇALIŞIR<sup>1,2</sup>

Haydar HACİSEFEROĞULLARI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri Bölümü, Konya/Türkiye

(Geliş Tarihi: 08.11.2007, Kabul Tarihi: 26.12.2007)

### ÖZET

Bitkisel üretimin artırılmasında sulamanın katkısı çok büyüktür. Ancak su kullanımı da etkin yapılmalıdır. Bunun için basınçlı sulama sistemlerine dolayısıyla pompaj tesislerine gereksinim vardır. Pompaj tesisleri bir enerji dönüşüm sistemi olduğundan hem su hem de enerjinin etkin kullanılması gerekmektedir.

Orta Anadolu Bölgesinde kullanılan sulama pompaj tesislerinin özgül enerji tüketimi ortalama 1.01- 6.33 Mj m<sup>-3</sup> gibi çok geniş aralıkta ve çok yüksek seviyelerde değişmektedir. Enerji tüketimini artıran en önemli etkenlerin başında tesis veriminin düşük ve toplam dinamik yüksekliğin büyük olması gelmektedir. Toplam dinamik yüksekliği de artıran önemli unsurlar basınçlı sulama sistemleri ve yeraltı su kaynaklarıdır.

Suyun etkin kullanımı sağlamak için basınçlı sulama sistemleri tercih edilmeli ve çiftçilerimizin gelir düzeyini artırmak için de sulamadaki özgül enerji tüketimini azaltmak gerekmektedir. Bunun için sulama pompaj tesisi verimleri ve çiftçilerin satın alma gücü artırılmalı, enerji girdi maliyetleri ise azaltulmalıdır.

**Anahtar kelimeler:** Sulama pompaj tesisleri, özgül enerji tüketimi, verim

### ENERGY CONSUMPTIONS IN IRRIGATION PUMPING PLANTS

#### ABSTRACT

The contribution of irrigation is very important in the increase agricultural production. But, irrigation water should be used effectively. Therefore, it is required to use pressured irrigation system or pumping plants. It requires effectively usage of water and energy because the pumping plant is an energy conversion system.

The specific energy consumption of irrigation pumping plants used in Middle Anatolia Region is approximately 1.01- 6.33 Mj m<sup>-3</sup>. This value changes in wide range and very high levels. The major factor that increases energy consumption is lower efficiency of plants and higher of total dynamic level. Pressured irrigation system and underground water sources are the most important factors that increase the total dynamic level.

The pressured irrigation system should be chosen to use water effectively, and the specific energy consumption should be decreased to increase the economic level of our farmers. So, the efficiency of irrigation pumping plants and the farmers' power of purchasing should be increased and input energy cost should be decreased.

**Key word:** Irrigation pumping plants, specific energy consumption, efficiency

### GİRİŞ

Türkiye su zengini bir ülke değildir. Küresel ısınma sonucu ortaya çıkan kuraklık tehlikesi nedeniyle tarımda suyun daha etkin kullanılması gerekmektedir. Suyun etkin kullanılabilmesi için basınçlı sulama sistemlerine dolayısıyla pompaj tesislerine gereksinim vardır. Pompaj sulama tesisleri ise yüksek yatırım maliyeti ve işletme enerjisi istemektedir.

Türkiye'de ekonomik olarak sulanabilir nitelikteki 8,5 milyon ha tarım alanının 2006 yılı sonu itibarıyla ancak% 50'si sulanabilmiştir. Sulanan alanların sadece %8-10'nunda basınçlı sulama sistemleri kullanılmıştır. Geri kalan %90-92'lik kısmı ise yüzey sulama sistemleri ile yapılmıştır (Anonim, 2006).

Sulama pompaj tesislerinin enerji tüketimleri; su kaynağı, pompa tipi, büyüklüğü ve verimine; sulama sistemi; güç kaynağı tipi, büyüklüğü ve verimi ile enerji kaynağına bağlı olarak önemli değişiklikler göstermektedir.

<sup>2</sup>Sorumlu Yazar:scalisir@selcu.edu.tr

Orta Anadolu bölgesindeki tarımsal sulama uygulamalarında motopomplar, traktör kuyruk mili (PTO) ve alternatif akımlı (AC) elektrik motorları ile tahrik edilen yatay milli santrifüj pompa, düşey milli ve dalgıç tip derin kuyu pompaları yaygın şekilde kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, Orta Anadolu bölgesinde kullanılan sulama pompaj tesislerinin özgül enerji tüketimleri ve buna etki eden faktörler analiz edilmiştir.

### MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada, Çalışır ve ark., 2005a, 2005b, 2005c ve Çalışır 2007; tarafından Orta Anadolu bölgesinde yaygın kullanılan sulama pompaj tesisleri ile ilgili olarak yapılan 4 ayrı yayımda yer alan bilgiler materyal olarak kullanılmıştır. Bu yayımlarda değerlendirilen sulama pompaj tesislerine ait genel özellikler Tablo 1'de verilmiştir.

Çalışmada, Tablo 1'de genel özellikleri verilen sulama pompaj tesislerinin, özgül enerji tüketim (Mj m<sup>-3</sup>) değerleri esas alınarak, pompaj tesislerinde enerji tüketimine etki eden unsurlar analiz edilmiş ve enerji

tüketimini azaltmak için göz önünde bulundurulması gereken etmenler belirlenmiştir.

### BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada ele alınan sulama pompaj tesislerinde saptanan özgül enerji tüketim değerleri Tablo 2’de bir araya getirilmiştir. Tablo 2’de verilen özgül enerji

Tablo 1. Ele Alınan Pompaj Sulama Tesislerinin Genel Özellikleri

Pompaj tesisi	Güç kaynağı/büyükülüğü	Genel özellikleri
<b>Motopomp</b> (Çalışır ve ark. 2005a)	Dizel Motorlu	Çalışma 2001 yılında, Konya Çumra bölgesinde yürütülmüştür. Çalışmada incelenen motopomp markaları ve oranları sırasıyla Lombardini (%38), Pancar motor (%43), Süperstar (%12) ve diğerleri (%7)dir. Motopompların, %28’i 11.5 BG; %50’si 13 BG ve %22’si de 17 BG gücündedir. Motopomplar yağmurlama sulama sistemlerinde çalışmaktadır. Araştırma arazi ve çiftçi koşullarında yürütülmüştür.
<b>Santrifüj pompa</b> (Çalışır ve ark. 2005b)	Traktör kuyruk mili (PTO)	DN 75 mm DN 100 mm DN 125 mm DN 150 mm
	Elektrik motoru (AC)	DN 75 mm DN 100 mm DN 125 mm DN 150 mm
<b>Düşey milli tip derin kuyu pompası</b> (Çalışır ve ark. 2005c)	Traktör kuyruk mili (PTO)	Araştırma Konya/Çumra ve Karapınar yöresinde arazi ve çiftçi koşullarında yürütülmüştür. Tesislerin hepsi derin kuyudan yağmurlama sulama yapmaktadır. Kullanılan traktörler MF 240, Steyr 5033, Türk Fiat 5546, Ford 6610 ve U530 markalardan oluşmaktadır. Elektrik enerjisi ile çalışan bazı tesislerde ise dik türbin tipi içi boş milli -VHS- elektrik motorları kullanılmıştır. Pompalar yağ ve su ile soğutmalı, 4”, 5”, 6” ve 8” anma çaplı düşey milli derin kuyu pompalarıdır.
	Elektrik motoru (AC -VHS)	
<b>Dalgıç tip derin kuyu pompası</b> (Çalışır 2007)	Dalgıç elektrik motorları (AC)	22 kW (%12)
		30 kW (%31)
		37 kW (%32)
		45 kW (%26)
		55 kW (%9)

— Pompa debisi, toplam verimi ve pompa anma çapı arttıkça, özgül enerji tüketimi değerleri azalmaktadır.

— Tesisin motor gücü ve toplam dinamik yüksekliği arttıkça, özgül enerji tüketimi değerleri yükselmektedir.

— Yağmurlama sulama sistemleri ve yeraltı su kaynakları ile çalışan sulama pompaj tesislerinde, özgül enerji tüketimi değerleri daha yüksek olmaktadır.

— Özgül enerji tüketimi, elektrik motorunun kullanıldığı tesislerde, dizel motoru ve traktör PTO kullanılan tesislerden daha küçük olmaktadır.

Türkiye’de bitkisel üretimde enerji bilânçolarının belirlenmesine yönelik yapılan bir çalışmada sulama suyu enerji girdisi eşdeğeri 0.63 Mj m<sup>-3</sup> referans olarak alınmıştır (Yaldız ve ark., 1990). Bu literatürde verilen

tüketim değerlerindeki değişimlerin nedenleri şu şekilde özetlenebilir;

—Sulama pompaj tesislerinde tüketilen toplam enerjinin % 80’inden daha fazlasını direkt (dolaysız) enerji tüketimi oluşturmaktadır. Bu oran, elektrik motorlu tesislerde, traktör PTO ve dizel motorlu tesislerden daha yüksek olmaktadır.

0.63 Mj m<sup>-3</sup> değeri sadece yer çekimi ivmesi etkisiyle ve basit sulama yapılarıyla uygulanan basınçsız sulama sistemleri için geçerli olabileceği söylenebilir. Sanayi tipi domates yetiştiriciliğinde enerji bilânçosunun saptanması amacıyla yapılan bir başka çalışmada ise sulama suyu enerji girdisi eşdeğeri olarak 9 Mj m<sup>-3</sup> değeri kullanılmıştır (Önal ve Tozan, 1986). Bu literatürden de anlaşılıyor ki, su kullanımının etkinliğini artırmak için teknolojiye, teknoloji için ise enerjiye gereksinim duyulmaktadır. Artan özgül enerji tüketim değeri, bitkisel üretim enerji bilânçolarında, sulama enerji girdisinin toplam enerji girdisi içindeki oranını artırmakta ve buna bağlı olarak da çiftçilerin gelir düzeyi azalmaktadır.

Sulama pompaj tesislerindeki bu yüksek özgül enerji tüketiminin nedenleri şu şekilde analiz edilebilir;

—Direkt (dolaysız) enerji olarak ifade edilen enerji bileşeni, esas olarak tesiste kullanılan yakıt ya da elektrik enerjisi tüketiminden kaynaklanmaktadır. Hem traktör ve dizel motorlu hem de elektrik motorlu sistemlerde direkt enerji bileşeninin toplam enerjiye oranı % 80'nin üzerinde bulunmaktadır. Bu oran, elektrik motorlu sistemlerde %95'lik kısmını oluşturmaktadır. Direkt enerji bileşeninin etkisi, tesisin yıllık

çalışma süresine bağlı olarak artmaktadır. Pompaj tesislerinin yıllık çalışma süresi, ülkemizde 1000–2000 saat arasında olup bazı durumlarda 3000 saate varabilmektedir (Çalışır ve ark. 2002, Çalışır ve ark. 2004). Pompaj tesislerinin yıllık çalışma süresini - aynı büyüklükteki sulama alanında- azaltabilmek için; bitkilere gereksinim duyduğu kadar su vermek, suyu en etkin kullanan sulama sistemini tercih etmek ve sulama sistemini otomatik denetleyebilmek gerekmektedir.

Tablo 2. Pompaj Sulama Tesislerinin Enerji Tüketim Değerleri

Pompaj tesisi	Güç kaynağı tipi	Ortalama Özgül Enerji Tüketimi Mj m <sup>-3</sup> (kWh m <sup>-3</sup> )	
<b>Motopomp</b> (Çalışır ve ark. 2005a)	<b>Dizel</b>	<b>2.85±0.16(0.79)</b>	
<b>Santrifüj pompa</b> (Çalışır ve ark. 2005b)	Traktör kuyruk mili (PTO)	DN 75 mm	1.62 (0.45)
		DN 100 mm	1.38 (0.38)
		DN 125 mm	1.21 (0.34)
		DN 150 mm	0.90 (0.25)
	<b>PTO ortalaması</b>	<b>1.28±0.07 (0.36)</b>	
Elektrik motoru	DN 75 mm	1.14 (0.32)	
	DN 100 mm	1.13 (0.31)	
	DN 125 mm	1.02 (0.28)	
	DN 150 mm	0.78 (0.22)	
<b>AC ortalaması</b>	<b>1.01±0.05 (0.28)</b>		
<b>Düşey milli tip derin kuyu pompası</b> (Çalışır ve ark. 2005c)	Traktör kuyruk mili (PTO)	<b>6.33±0.69 (1.76)</b>	
	Elektrik motoru (VHS)	<b>1.86±0.16 (0.52)</b>	
<b>Dalgıç tip derin kuyu pompası</b> (Çalışır 2007)	Dalgıç elekt- rik motorları	Motor gücü 22 kW	1.77±0.17 (0.49)
		Motor gücü 30 kW	2.48±0.13 (0.69)
		Motor gücü 37 kW	2.84±0.14 (0.79)
		Motor gücü 45 kW	2.95±0.19 (0.82)
		Motor gücü 55 kW	4.52±0.36 (1.26)
		<b>Dalgıç pompaların genel ortalaması</b>	<b>2.93±0.10 (0.81)</b>

— Özgül enerji tüketimini azaltmak için, tesis verimi yüksek ve büyük debili tesisleri tercih etmek gerekmektedir. Büyük debili pompaların anma çapları da genellikle büyük olmaktadır. Tesis veriminin büyük olabilmesi için, sistemde kullanılacak pompa, motor gibi enerji dönüştürme elemanlarının işletme noktasındaki verimlerinin yüksek olması gerekmektedir. Bunun yanında iyi bir sistem tasarımı ve doğru bir bakım ile işletme yönetimi yapılmalıdır. Ülkemizde bunu gerçekleştirebilecek teknik bilgi, teknik eleman ve teknoloji potansiyeli bulunmaktadır. Ancak, çiftçilerin satın alma gücünün iyileştirilmesi, eğitim düzeyinin artırılması ile pompa imalatçıları arasında görülen ve mevzuatsızlıktan kaynaklandığı düşünülen haksız rekabet koşullarının ortadan kaldırılması gerekmektedir.

— Sulama pompaj tesislerinin kurulu motor gücü; debi, toplam dinamik yükseklik ve pompa veriminin bir fonksiyonudur. Pompaj tesisi debisi de; sulanacak alan, bitki cinsi, toprak ve iklim özellikleri ile sulama yöntemi gibi unsurlara bağlıdır. Toplam dinamik yük-

seklğin önemli bir kısmını geometrik yüksekliğin oluşturduğu sulama pompaj tesisi projelerinde, mühendisin yapabileceği çok fazla bir şey yoktur. Sadece uygun mühendislik tasarımı ve eleman seçimi ile yük kayıpları en aza indirilebilir. Yağmurlama, basınçlı bir sulama sistemidir. Basınç, hidrolik gücün bir bileşeni olup, basıncın sağlanabilmesi için mutlaka bir enerjiye gereksinim duyulmaktadır. Yeraltı su kaynaklarından yararlanmak için derin kuyulardan faydalanılmaktadır. Bunun doğal sonucu olarak da tesisin dinamik seviyesi, dolayısıyla da enerji gereksinimi artmaktadır. Çiftçilerin basınçlı sulama sistemini tercih edebilmesi için önemli düzeyde parasal ilk yatırım ve enerji tüketim tutarını göze alabilmesi veya karşılayabilir gelir düzeyinin bulunması gerekmektedir.

— Sulama pompaj tesislerinde elektrik motoru mu yoksa dizel motor mu kullanılmalıdır? Bu sorunun yanıtı, ABD'de iseniz dizel motor, Türkiye'de iseniz elektrik motoru kullanılmalıdır şeklinde verilebilir. Çünkü 1 l dizel yakıtının enerji eşdeğeri yaklaşık 12 kWh/l (42 MJ/l) civarındadır. Bu durumda 1 l dizel

yakıtı ile 12 kWh'lik bir iş yapılabilir. Başka bir deyişle 1 l dizel yakıtı, 1 kWh elektrik enerjisinden başlangıçta 12 kat yüksektir. Ancak biz bu enerjilerden yararlanabilmek için, motor kullanmaktayız. Dizel yakıtı için dizel motor, elektrik enerjisi için elektrik motoru gereklidir. Günümüzde ortalama olarak dizel motoru verimi %30, elektrik motoru verimi ise %90 kabul edilmektedir. Motor çıkışlarındaki enerjileri karşılaştırdığımızda, dizel yakıtı elektrik enerjisine göre hala 4 kat avantajlı durumunu korumaktadır. Ancak, enerjilerin satın alma bedeli devreye girdiğinde, ABD ve Türkiye için durum önemli düzeyde farklılaşmaktadır. Şöyle ki 2007 yılı sonu itibarıyla, ABD'de dizel yakıtı ve elektrik enerjisi satın alma fiyatları sırasıyla 0.3 YTL/l -70 cent/galon- ve 0.15 YTL/kWh; Türkiye'de bu değerler sırasıyla 2.5 YTL/l ve 0.15 YTL/kWh düzeyindedir. Kısacası, ABD'de birim dizel yakıtı, birim elektrik enerjisinden sadece 2 kat pahalı iken, bu pahalılık Türkiye'de yaklaşık 16 kat olmaktadır. Türkiye'de, 2008 yılı başında yürürlüğe girecek %10-15 düzeyindeki elektrik enerjisi zamları da bu oranları çok fazla değiştirmeyecektir. Sonuç olarak, ABD'de birim dizel yakıtı birim elektrik enerjisinden 2 kat daha fazla iş yapabileceği kapasitesini korurken, Türkiye'de dizel yakıtının aksine elektrik enerjisinin iş kapasitesi 4 kat elverişli duruma gelmektedir (Çalışır 2008). Bunun sonucunda da son yıllarda Türk çiftçisi dizel yakıtlı pompaj tesislerini kullanmaktan vazgeçmiştir. Böylece hem eski tesisler atıl hale getirilmiş hem de elektrik enerji hatlarının yeniden tesisi için büyük yatırımlar yapmak zorunda bırakılmıştır. Enerji satın alma bedelinin yarattığı bu olumsuzluklar, uygun ve gerçekçi politikalar ile iyileştirilebilir. Türkiye'deki elektrik enerjisinin satış bedeli gerçekçi bir maliyet hesabına dayanıyorsa, enerji eşdeğeri esas alındığında birim dizel yakıtının satın alma bedeli (0.15 veya 0.165) YTL/kWh\*12 kWh/l dizel = 1.8 veya 2.0 YTL/l dizel değerinde olabilir. Bu durumda bile, elektrik enerjisinin dizel yakıtı üstünlüğü 3 kata indirilmiş olabilecektir.

### SONUÇ VE ÖNERİLER

Kurak ve yarı kurak iklim kuşağında yer alan Orta Anadolu bölgesinde, yüzey sulama sistemlerinin, basınçlı sulama sistemlerine oranla yaygın olması, sulama girdi enerjisinin toplam girdi enerjisi içindeki oranının yüksek olmasına bağlanabilir. Bundan dolayı da çiftçiler basınçlı sulama sistemleri yerine yüzey sulama sistemlerini tercih etmektedir.

Bölgede kullanılan sulama pompaj tesislerinin özgül enerji tüketim değeri ortalama olarak 1.01- 6.33 Mj m<sup>-3</sup> yüksek değerlerde ve geniş aralıklarda değişmektedir. Bu değerler kesinlikle iyileştirilmeye çalışılmalıdır.

Sulama suyunun etkin kullanılması için pompaj tesisine; pompaj tesisi de enerjiye gereksinim gösterir. Pompaj tesislerinde, enerjinin etkin kullanılması da verimi yüksek tesis elemanlarının seçimi, zamanında

bakım ve doğru yönetimle sağlanabilir. Tüm bu işlemlerin gerçekleştirilmesi için de Türk çiftçisinin satın alma gücünün artırılması ve enerji bedelinin azaltılması gerekmektedir.

### KAYNAKLAR

- Anonim, 2006. <http://dsi.gov.tr>, 52.Yıl. Ankara
- Çalışır, S., T. Marakoğlu, M.U. Yıldız. 2002. Konya ili Çumra ilçesindeki derin kuyu sulama pompaj tesislerinin yıllık kullanımı. S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 16 (30): 84-87.
- Çalışır, S., C. Sungur, H. Haciseferoğulları, M.U. Yıldız. 2004. Pompaj tesislerinde enerji etkinliğini iyileştirme yöntemleri. II. Ulusal Ege Enerji Sempozyumu. 26-28 Mayıs 2004, Kütahya.
- Çalışır, S., Topak, R. Ve Acaroğlu, M. 2005a. Specific energy consumption of motopumps in irrigation. 9<sup>th</sup> International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture&27<sup>th</sup> International Conference of CIGR Section IV: The efficiency of electricity and renewable energy sources. (27-29 September 2005). S: 276-280. İzmir. Turkey.
- Çalışır, S., Acaroğlu, M. ve Haciseferoğulları, H. 2005b. Determination of specific energy consumption of the centrifugal pumps used in irrigation. 4<sup>rd</sup> International Advanced Technologies Symposium September 28-30, 2005. Cilt1. s:527-533. Konya. Turkey.
- Çalışır, S., Haciseferoğulları, H. ve Gezer, İ. 2005c. Specific energy consumption at vertical turbine deep well irrigation pumping plants. 9<sup>th</sup> International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture&27<sup>th</sup> International Conference of CIGR Section IV: The efficiency of electricity and renewable energy sources. (27-29 September 2005). S:270-275. İzmir. Turkey.
- Çalışır, S., 2007. The evaluation of performance and energy usage in submersible deep well irrigation pumping plants. Agricultural Mechanization in Asia, Africa, and Latin Amerika (AMA). Vol. 38 No.1 s. 9-17.
- Çalışır, S., 2008. Sulamada Pompaj Tesisleri. 14.Bölüm. Tarım Makineleri. Editör: Gazanfer Ergüneş, Nobel Yayınları No: -. Ankara.(Baskıda)
- Önal, İ. ve Tozan, M. 1986. Sanayi Tipi Domates Yetiştiriciliğinde Alternatif Üretim Sistemlerinin İşgücü Gereksinimleri ve Enerji Bilançosu. Tarımsal Mekanizasyon 10.Ulusal Kongresi: 216-228. 5-7 Mayıs 1986. Adana.
- Yaldız, O., H.H., Öztürk, Y. Zeren, A. Başçetinçelik. 1990. Türkiye tarla bitkileri üretimde enerji kullanımı. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 3(1-2): 51-62.