



www.ziraat.selcuk.edu.tr/dergi

Selçuk Üniversitesi
Ziraat Fakültesi Dergisi 21 (41): (2007) 51-57



YÜZEY SU KAYNAKLARININ KULLANILDIĞI YAĞMURLAMA SULAMA SİSTEMLERİNDE ENERJİ KULLANIMININ BELİRLENMESİ¹

Duran YAVUZ²

Ramazan TOPAK²

Sinan SÜHERİ²

²Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Kampüs, Konya-Türkiye

ÖZET

Bu araştırma, yüzey su kaynaklarından sulama yapmak için planlanan yağmurlama sistemlerinin enerji tüketimini belirlemek amacıyla ile yürütülmüştür. Araştırma Konya Çumra ovasında 2004 ve 2005 yılları sulama sezonunda çiftçi şartlarında gerçekleştirilmiştir. Araştırma alanında bir ön inceleme yapılmış elde edilen verilerin sonucuna göre bölgeyi temsil edecek özellikleri taşıyan yağmurlama tesisleri arasından seçilen örnek sistemlerde araştırma yürütülmüştür. Basınç birimi dikkate alındığı zaman araştırma alanında yüzey su kaynakları ile sulamada iki tip yağmurlama sistemi planlandığı yapılan bir ön araştırma ile tespit edilmiş ve araştırma bu iki tip üzerinde yürütülmüştür.

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; sulama suyunu motopomp ünitesi ile sulama kanalından temin eden yağmurlama sistemlerinde birim alana 1 mm su uygulamasının enerji tüketimi 17 MJ, kuyruk mili tahrikli santrifüj pompa ünitesi ile sulama kanalından sulama işlemi gerçekleştiren yağmurlama sistemlerinde ise enerji tüketimi 21.5 MJ/ha.mm olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yağmurlama sulama, Yüzey su kaynağı, Enerji tüketimi, MJ/ha.mm

THE DETERMINATION OF ENERGY CONSUMPTION IN SPRINKLER IRRIGATION SYSTEMS USE OF SURFACE WATER RESOURCES

ABSTRACT

This study was conducted to determine the energy consumption of the sprinkler irrigation system irrigated with surface water resources. The study was conducted in the local farmer conditions in Konya-Çumra plain in 2004 and 2005 year irrigation season. At first the properties such as pumping unit, systems equipments, operation pressure, sprinkler's spacing of the sprinkler systems were investigated and determined. The results showed that sprinkler systems were planned in two different form when considered their pumping units. In study, diesel fuel and equipment manufacture energy of the sprinkler systems were determined.

According to results obtained; in sprinkler irrigation systems induced diesel engine pump, direct energy consumption was 17 MJ/ha.mm, in sprinkler systems the centrifugal pumping induced by pto, this value was computed to be 21.5 MJ/ha.mm.

Keywords: Sprinkler irrigation, Surface water resource, Energy consumption, MJ/ha.mm.

GİRİŞ

Tarımsal üretimde, yetiştirme sezonu boyunca bitki kök bölgesinde yeterli seviyede nemin bulunması bitki gelişimi, verimi ve ürün kalitesi açısından son derece önemlidir. Bu nemi sağlayan kaynaklardan ilki doğal yağışlardır. Kurak ve yarıkurak bölgelerde bitkisel üretim sezonu boyunca düşen yağışlar hem miktar hem de dağılım açısından yetersiz kalmaktadır ve bitki su ihtiyacını karşılayamamaktadır. Bu nedenle bitki kök bölgesindeki eksik nem sulama ile tamamlanmaktadır. Coğrafi konumu ve iklim özellikleri yönünden Doğu Karadeniz Bölgesindeki dar bir alan dışında Türkiye'nin tamamında kurak ve yarıkurak iklim hakimdir. Dolayısı ile Türkiye'de sulama bitkisel üretim için oldukça önemlidir.

Kurak ve yarıkurak alanlarda sulama, tarımsal üretimde çeşitlilik, verim artışı ve ürün kalitesini etkileyen önemli bir faktördür. Kurak ve yarıkurak iklim

bölgelerinde kültür bitkilerinin su ihtiyacı karşılanmadığı sürece, tarımsal üretim konusunda yapılan tüm gayretler sonuçsuz kalacaktır. Yani kuraklığın hüküm sürdüğü bölgelerde sulama, tarımsal üretim için vazgeçilemez bir zorunluluktur.

Türkiye'de kurak iklim şartlarının en şiddetli yaşandığı bölgelerden biri İç Anadolu bölgesidir. Bu bölgede yer alan Konya ovası, Türkiye'nin tarım yapılabilir arazisinin yaklaşık %10'nu oluştur-maktadır. Konya ovası tarım yapılabilir arazi potansiyeli bakımından değerlendirildiğinde, Türkiye için önemli bir tarımsal üretim merkezi konumundadır. Dolayısı ile Türkiye'nin ilk planlı sulama projesi olan Çumra sulama projesi de ovada yer almaktadır. Fakat havzanın su kaynakları hayli sınırlıdır. Günümüzde sulamaya açılmış tarım arazisi 370 bin hektar civarındadır. Bu değer ovada sulanabilir arazilerin %17'sine tekabül etmektedir. Sulanan alanlarda yağmurlama sulama yöntemi yaygın olarak kullanılmaktadır. Sayı bakımından değerlendirildiğinde Konya Türkiye'de en çok yağmurlama tesisi bulunduran il konumundadır (Anonymous, 2002).

¹ Bu makale Duran YAVUZ'un Yüksek Lisans tezinden özetlenmiştir.

Türkiye'nin ilk planlı sulama şebekesinin bulunduğu Çumra Ovası sulama kültürünün ve sulama teknolojilerinin en iyi uygulandığı bir tarımsal üretim alanıdır. Konya ilinde bulunan yağmurlama sulama sistemlerinin %70'den fazlası Çumra Ovasında bulunmaktadır (Topak, 1996). Ovada sulamaya açılmış bulunan yaklaşık 60 bin hektarlık alanın %20'sinde şeker pancarı tarımı yapılmaktadır. Şeker pancarı ekili alanların %70'den fazlası yağmurlama sulama yöntemi ile sulanmaktadır (Akınerdem, 1994; Topak, 1996). Yapılan bazı araştırma sonuçlarına göre, bölgede uygulanan yağmurlama sulamalarında su uygulama randımanı ortalama olarak %75-80 seviyesinde bulunmuştur (Çakmak, 1994; Topak, 1996; Topak ve ark., 2003). İyi planlanan ve işletilen yağmurlama sistemlerinde sulama randımanı %80'in üzerinde gerçekleşebilmektedir (Keller ve Bliesner, 1990; Clemmens ve Dedrick, 1994). Kurak bir iklime ve kısıtlı su kaynaklarına sahip olan Çumra Ovasında, tarımsal üretimde sürdürülebilirlik, verim ve kalite artışı sulamaya bağlıdır.

Tarım hem enerjinin tüketicisi hem de üreticisi bir sistemdir. Tarımda toprak işleme, ekim, gübreleme, sulama ve diğer kültürel işlemler, hasat ve harman işlemlerinde dizel yakıtı veya elektrik normunda enerji kaynağı doğrudan ve bunun yanında gübre, kimyasal ilaçlar, makine-teçhizat ve sulama ekipmanları üretiminde kullanılan enerji de dolaylı olarak kullanılır (Singh ve ark., 2002). Bu açıdan değerlendirildiğinde, son yıllarda tarımsal üretimin çevre üzerine etkileri hakkında yoğun bir tartışma vardır. Tartışmanın en önemli konusu yüksek oranda doğrudan ve dolaylı enerjinin tarımda kullanılmasıdır. Yapılan pek çok araştırmanın sonuçları tarımda fosil enerji gibi yenilenemeyen enerji kaynaklarının yüksek oranda tüketildiğini, yenilenemeyen enerji kaynaklarının ise en yoğun tüketildiği tarımsal işlemin de kurak alanlar için sulama olduğunu göstermiştir (Mittal ve ark., 1985; Mrini ve ark., 2001; Topak ve ark., 2005). Dolayısı ile sulamanın vazgeçilmez bir zorunluluk olduğu kurak ve yarı kurak alanların tarımsal üretiminde sulamanın enerji tüketimi, bitkisel enerji verimliliğini olumsuz yönde etkilemektedir.

Yağmurlama sulama yetiştirme sezonu boyunca sürekli olarak enerji tüketen bir sulama yöntemidir. Yağmurlama sistemlerinin işletilmesi için dizel yakıtı ve elektrik gibi doğrudan ve ekipman üretim enerjisi gibi dolaylı enerji ile insan işgücü enerjisine gereksinim vardır. Yağmurlama sulamada, kullanılan enerjinin büyük bir kısmı basınç ünitesinin kuvvet kaynağınca tüketilen dizel yakıtı veya elektrik enerjisinden oluşmaktadır.

Bu araştırma yüzey su kaynaklarından sulama yapmak için planlanan yağmurlama tesislerinin enerji kullanımının belirlenmesi amacı ile yürütülmüştür. Araştırma sonuçları tarımsal üretimde enerji bilançosunun analizinde kılavuz olarak kullanılabilir.

MATERYAL VE METOD

Çalışma, Konya-Çumra sulama şebekesi alanında 2004 ve 2005 yıllarında sulama sezonunda yürütülmüştür. Çalışma alanının denizden ortalama yüksekliği 1013 m olup, 37° 35' N, 32° 47' E enlem ve boylarında yer almaktadır.

Çumra ovası bitki yetiştirme dönemi sulama sezonunda uzun yıllara ilişkin ortalama sıcaklıklar 10.6-22.7 °C arasında, ortalama aylık yağış değerleri ise 6.1-45.5 mm arasında değişmektedir. Uzun yıllar ortalamalarına göre yıllık yağış 326 mm olup bunun yaklaşık %40'ı bitki gelişme döneminde düşmektedir.

Araştırmada, Çumra sulama şebekesi alanında yüzey su kaynaklarını sulamada kullanan elle taşınabilen çiftçi yağmurlama sistemleri araştırma materyali olarak kullanılmıştır. Konya il genelinde bulunan toplam yağmurlama tesisi sayısının %72'si Çumra sulama şebekesi alanında bulunmaktadır (Topak 1996). 2002 yılı istatistiklerine göre Konya ilinde 23379 adet yağmurlama tesisi bulunmaktadır (Anonymous 2002).

Çok geniş bir alanı ve çok sayıdaki yerleşim birimini kapsayan Çumra sulama şebekesi alanında sağlıklı bir araştırmanın yürütülme zorluğu dikkate alınarak proje alanını temsil edebilecek şekilde ve şeker pancarı ekim alanlarının %70'den fazlasının bulunduğu Çumra, İçeri Çumra, Alemdar, Karkın, Küçükköy, Güvercinlik, Okçu, Kaşınhanı, Üçhüyük, Dedemoğlu, Abditolu ve Fethiye'den oluşan saha pilot alan olarak seçilmiş ve arazi çalışmaları bu pilot alanda yürütülmüştür.

Pilot alanda ilk olarak, yüzey su kaynaklarını sulamada kullanan çiftçi yağmurlama sistemlerinin özelliklerini belirlemek için inceleme ve gözlemler yapılmıştır. Bu ön çalışmada, yüzey su kaynaklarından sulama yapabilmek için; sulama suyunu motopomp ile temin eden yağmurlama sistemleri ve sulama suyunu kuyruk mili tahrikli santrifüj pompa aracılığı ile temin eden yağmurlama sistemleri olmak üzere iki farklı planlama yapıldığı tespit edilmiş, araştırmanın temel amacı olan yüzey su kaynaklarının kullanıldığı yağmurlama sulamada enerji tüketimi'nin araştırılması, bu iki grup yağmurlama tesisleri arasından seçilen 23 adet yağmurlama sistemi üzerinde yürütülmüştür.

Yüzey su kaynaklarından sulama yapan araştırma konusu yağmurlama sistemlerinde; kuvvet kaynağı, pompa, ana ve lateral hat ile başlıklara ilişkin teknik bilgiler ile planlanmış bulunan yağmurlama sistemine ilişkin; ana hat uzunluğu, lateral hat uzunluğu ve sayısı ve tertip aralığı, başlık sayısı ve aralığı, ortalama işletme basıncı ve debisi, durakta sulama süresi gibi teknik ve işletmeye ilişkin veriler elde edilmiştir.

Sistemlerin ortalama işletme basınçları Pereira (1990) ve Tarjuelo ve ark.(1999) da belirtilen esaslara göre gliserinli manometre ile, ortalama başlık debisi ise Keller ve Bliesner(1990) de belirtilen hususlar göz önüne alınarak ölçülmüş ve tespit edilmiştir. Yağmurlama sulama sistemlerinde birim zamanda tüketilen

dizel yakıt miktarı, kuvvet kaynağı yakıt deposunda uygulanan tam doldurma metoduna göre tespit edilmiştir.

Yağmurlama sistemlerinin enerji tüketimi; birim alana (ha) birim sulama suyu (1mm) uygulaması için kullanılan sulama girdilerinin enerji eşdeğerleri Megajoule (MJ) biriminden hesaplanarak belirlenmiştir (Batty ve Keller,1980; Mittal ve Dhawan,1989; Ercoli ve ark,1999; Mrini ve ark,2001). Yüzey su kaynaklarından sulama yapan yağmurlama sistemlerinde kullanılan girdiler dizel normunda yakıt ve yağmurlama sistemlerini oluşturan ekipmanlardır. Bunlardan dizel yakıtına direkt enerji girdisi, sistem ekipmanlarına indirekt enerji girdisi denilmektedir (Dalgaard ve ark, 2001; Hülsbergen ve ark, 2001; Mrini ve ark, 2001).

Dizel normunda tüketilen enerji miktarının hesaplanmasında;

$$E_d = \left(\frac{q \times V_e}{A \times I} \right) \text{ eşitliği kullanılmıştır.}$$

Bu eşitlikte;

E_d =Direkt enerji tüketim miktarı (MJ/ha.mm)

q =Sistemin birim zamanda tükettiği dizel yakıtı(l/h)

V_e =Birim hacim dizel yakıtının Megajoule biriminde enerji değeri (MJ/l)

I =Sistemin birim zamanda uyguladığı sulama suyu miktarı (mm/h)

A =Tertiplenmiş yağmurlama sisteminde lateral aralığı dikkate alındığında sulamakta olduğu alan yüzölçümü (ha)

Yağmurlama tesisi ekipman üretim enerjisi kullanımı

$$E_s = \left(\frac{G \times n}{T \times A \times I} \right) \text{ eşitliği yardımı ile}$$

hesaplanmıştır. Eşitlikte;

E_s =İndirekt enerji tüketim miktarı (MJ/ha.mm)

G =Ekipman ağırlığı (kg)

N =Ekipman birim ağırlığının üretim enerjisi (MJ/ha)

I =Sistemin birim zamanda uyguladığı sulama suyu miktarı (mm/h)

T =Ekipmanın ekonomik kullanım ömrü (h)

A =Planlanmış yağmurlama sisteminde lateral aralığı dikkate alındığında sulamakta olduğu alanın yüzölçümü (ha)

Dizel yakıtı, basınç ünitesi ve yağmurlama sistemi ekipmanlarının bir biriminin enerji eşdeğerleri literatürlerden elde edilerek Tablo 1’de verilmiştir ve bu literatür değerlerin ortalaması alınarak elde edilen ortalama değer enerji tüketim hesaplamalarında kullanılmıştır.

Tablo 1. Araştırmada Kullanılan Enerji Katsayıları

Girdiler	Birimi	Enerji Eşdeğeri (MJ)	Referanslar
Dizel yakıtı	Litre (l)	56,31	Singh, 2002
		37,0	Bailey ve ark, 2003
		35,9	Dalgaard ve ark, 2001
		45,8	Ercoli ve ark, 1999
		47,7	Cervinka, 1980
		39,6	Hulsbergen ve ark., 2001
		41,0	Kuesters ve Lammel, 1999
		Ort. = 43,3	
Basınç Ünitesi (Traktör, Pompa, Motor)	Kg	108	Kalk ve Hülsbergen, 1996
		75,36	Ercoli ve ark, 1999
		Ort. = 91,7	
Yağmurlama Sistemi	Kg	120	Pellizzi, 1992

Yağmurlama sistemlerinin ekipman enerjisi hesaplamasına esas teşkil eden “ekipman faydalı kullanım ömürleri” literatürden derlenerek elde edilmiştir. Bu değerler Traktör, dizel motoru ve pompalar için 10 yıl (Keller ve Bliesner, 1990; Kuesters ve Lamel, 1999; Ercoli ve ark., 1999) üzerinden ortalama Türkiye şartları için 10 bin saat, borular için 15 yıl (Keller ve Bliesner, 1990) üzerinden Türkiye şartları için 10 bin saat olarak hesaba katılmıştır.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Yüzey sularından (sulama kanalı) sulama işlemi gerçekleştiren yağmurlama sistemlerinde enerji tüketimine ilişkin değerler yağmurlama sistemlerinin ba-

sınç ünitesi dikkate alınarak 2 grup halinde Tablo 2 ve Tablo 3’de verilmiştir.

Basınç ünitesini motopompların oluşturduğu ve sulama kanalından sulama işlemi gerçekleştiren yağmurlama sistemlerinin 12 adetinde yürütülen çalışmaya göre, sistemlerin kuvvet kaynaklarının güçleri farklılık göstermekte olup, motor güçleri 9-17 BG arasında değişmektedir. Dizel motorların yakıt tüketimleri, planlanan sistemlerin teknik ve işletme özelliklerine göre 1.2 ile 2.6 l/saat arasında bulunmuştur. Planlanan yağmurlama sistemlerinde ortalama ana hat uzunluğunun 20 ile 250 m arasında değiştiği tespit edilmiştir. Araştırmaya konu olan bu tip yağmurlama tesislerinde genelde 1 veya 2 adet lateral tertiplenmekte ve bir lateralın uzunluğu ortalama olarak 65 ile 220

m arasında değişmektedir. Bir lateralde planlanan başlık sayısı ortalama 7 ile 23 adet arasında bulunmuştur. Bu yağmurlama sistemlerinde ortalama işletme

basıncı 135 ile 250 kPa arasında değişmekte olduğu tespit edilmiş olup bu işletme basınç değerleri önerilen işletme basınç değerleri sınırları içerisinde.

Tablo 2. Sulama Kanalından Motopomp İle Su Alan Yağmurlama Sistemlerinin Unsurları, Teknik ve İşletme Özellikleri ile Enerji Tüketimine İlişkin Sonuçlar

Yağmurlama Sistemi													
Basınç Ünitesi	Boru ve Başlık		Ana Hat		Lateral Hat				Enerji Tüketimi				
	Ağırlığı (Kg)	Yakıt Tüketimi (l/h)	Sayı (Adet)	Ort. Uzunluğu (m)	Sayı (adet)	Ort. Uzunluğu (m)	Başlık Tertip Aralığı (m)	Başlık Sayısı (adet)	Ort. Basıncı (atm)	Ort. Başlık Debisi (m ³ /h)	Dizel Normunda Üret. Enerjisi (MJ/ha.mm)	Yağ. Sis. Enerjisi (MJ/ha.mm)	
17	175	2.60	1	60	2	125	10x10	12	2.50	2.60	18.1	0.96	
9	110	1.20	1	250	2	65	10x10	7	1.45	2.10	17.5	2.64	
17	170	2.00	1	200	2	110	10x10	12	1.45	2.10	17.5	1.89	
11.5	125	1.50	1	75	1	150	10x10	16	1.65	2.25	18.2	1.39	
13	160	2.10	1	40	1	220	10x10	23	2.05	2.45	16.2	1.09	
17	17	1.95	1	50	1	200	10x10	21	1.95	2.40	16.8	1.22	
13	160	1.60	1	30	1	85	5x10	18	1.35	2.13	18.1	0.92	
11.5	125	1.85	1	200	1	110	5x10	22	1.65	2.23	16.3	1.32	
13	160	2.50	1	20	2	130	10x10	14	2.00	2.42	16.0	0.89	
13	160	2.00	1	50	1	160	10x10	18	1.65	2.23	16.9	1.45	
17	175	2.30	1	80	2	140	10x10	13	1.70	2.35	16.3	1.06	
11.5	125	1.85	1	120	1	210	10x10	20	1.80	2.45	16.4	1.21	
Ort.	151.6	1.95	1	98	1.4	142	10x10	16	1.77	2.3	17.0	1.33	

Tablo 3. Sulama Suyunu Kuyruk Mili Tahrikli Santrifuj Pompa Ünitesi İle Sulama Kanalıdan Temin Eden Yağmurlama Sistemleri Unsurları, Planlama ve Teknik Özellikleri İle Enerji Tüketimine İlişkin Veriler

Yağmurlama Sistemi														
Basınç Ünitesi			Boru ve Başlık		Ana Hat		Lateral Hat				Enerji Tüketimi			
Motor Gücü (BG)	Ağırlığı (Kg)	Yakıt Tüketimi (l/h)	Ağırlığı (kg)	Sayı (Adet)	Ort. Uzunluğu (m)	Sayı (adet)	Ort. Uzunluğu (m)	Başlık Tertip Aralığı (m)	Ort. Sayısı (adet)	Başlık Ort. Sayısı (adet)	Ort. Basıncı (atm)	Başlık Ort. Değisi (m ³ /h)	Dizel Normunda (MJ/ha.mm)	Yağ. Sis. Üret Enerjisi (MJ/ha.mm)
54	2244	4.00	497	1	125	1	195	5x10	40	1.30	2.00	21.7	21.7	3.40
65	3100	5.00	835	2	50	2	250	10x10	26	2.10	2.47	16.9	16.9	3.11
65	3100	4.50	873	1	280	2	165	10x10	17	1.00	1.67	34.3	34.3	7.06
70	2910	5.50	676	2	80	2	150	10x10	17	2.85	2.95	23.8	23.8	3.93
74	3700	5.00	592	2	70	2	160	10x10	17	1.85	2.46	25.9	25.9	5.13
65	2690	5.80	650	1	50	2	180	5x10	38	1.50	2.16	15.3	15.3	2.96
64	2294	4.75	743	1	60	2	270	10x10	26	1.60	2.21	17.9	17.9	2.51
76	3676	5.60	1124	2	100	4	150	10x10	14	1.75	2.27	19.1	19.1	3.47
82	3870	5.20	869	1	200	3	145	10x10	14	1.90	2.37	23.2	23.2	4.40
70	2840	5.20	902	2	80	2	240	10x10	23	1.75	2.36	20.8	20.8	3.25
74	2700	4.80	810	2	50	4	140	10x10	13	1.60	2.21	18.1	18.1	2.80
Ort.	3011	5.03	779	1.5	104	2.4	186	10x10	22	1.74	2.28	21.5	21.5	3.82

Yüzey su kaynaklarından motopomla işletilen yağmurlama sistemlerinin direkt enerji tüketimleri 16.0 MJ/ha.mm ile 18.2 MJ/ha.mm arasında değışmiş-

tir. Ortalama enerji tüketimi ise hektara 1mm sulama suyu uygulanması için 17 MJ (MJ/ha.mm)'dur (Tablo 2). Collins (1984) bu tip geleneksel yağmurlama sis-

temleri için enerji tüketimini 21.1 MJ/ha.mm olarak tespit etmiştir.

Yüzey su kaynaklarından motopomla su alan yağmurlama sistemleri ile sulamada kullanılan indirekt (ekipman üretimi) enerji ise ortalama 1.33 MJ/ha.mm'dir (Tablo 2).

Tablo 3'de, kuyruk mili ile tahrik edilen santrifüj pompa ünitesi aracılığı ile sulama kanalından sulama işlemi yapan toplam 11 adet çiftçi yağmurlama tesisine ilişkin teknik ve işletme bilgileri ile enerji kullanımına ilişkin sonuçlar verilmiştir. Bu tesislerde; farklı model ve yaşlarda olmak üzere 54-82 BG arasında değişen güçlere sahip traktörler kullanılmaktadır. Sistemlerde bir veya iki ana hat planlanmakta ve ortalama bir ana hat uzunluğu 50 ile 280 m arasında değişmektedir. Bu gruba dahil olan yağmurlama tesislerinde, genelde 2 lateral hat tertiplenmekte ve bir lateralın ortalama uzunluğu 140-270 m arasında değişmektedir. Lateral aralığı sistemlerin tamamında 10 m, bir lateraldeki başlık sayısı ise 13 ile 40 adet arasındadır. Traktör kuyruk mili-Santrifüj pompa kombinasyonuna sahip yağmurlama tesislerinin ortalama başlık işletme basıncı değerleri sisteme göre farklılık göstermekte olup, 100-285 kPa arasındadır ve genelinde işletme basıncı, başlık teknik özelliklerine uygundur.

Sulama suyunu, kuyruk mili tahrikli santrifüj pompa ile sulama kanalından alan yağmurlama sistemlerinde dizel yakıtı normunda tüketilen enerji miktarı minimum 15.3 MJ/ha.mm, maksimum 34.3 MJ/ha.mm olup, ortalama değeri 21.5 MJ/ha.mm olarak hesaplanmıştır. Aynı gruba dahil olan yağmurlama sistemleri ile sulama işleminde kullanılan ekipman üretim enerjisi ise 2.51-7.06 MJ/ha.mm arasında değişmekte olup, ortalaması 3.82 MJ/ha.mm olarak belirlenmiştir (Tablo 3).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Kurallara uygun planlanıp işletildiği taktirde sulama randımanı hayli yüksek ve işletilmesi kolay olan yağmurlama sulamada enerji kullanımının değerlendirildiği bu çalışmada yüzey su kaynaklarından sulama işlemini gerçekleştiren yağmurlama sistemleri ele alınmıştır. Araştırmanın yürü-tüldüğü Konya-Çumra sulama şebekesi alanında da Türkiye genelinde olduğu gibi elle taşınabilen yağmurlama sistemleri kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, yüzey su kaynaklarından motopomp ünitesi ile su alarak sulama yapan yağmurlama sistemlerinin enerji tüketimi ortalama değer olarak; dizel normunda 17 MJ/ha.mm, yağmurlama sistemi ekipman üretim enerjisi kullanımını ise 1.33 MJ/ha.mm olarak tespit edilmiştir. Aynı şekilde yüzey su kaynaklarından kuyruk mili tahrikli santrifüj pompa ünitesi ile su alarak, sulama işlemi yapan yağmurlama sistemlerinde dizel normunda tüketilen enerji ortalama değer olarak 21.5 MJ/ha.mm, ekipman üretim enerjisi kullanımını ise 3.82 MJ/ha.mm olarak hesaplanmıştır.

Sonuç olarak, yapılan bu araştırma ile Türkiye şartlarında yüzey su kaynaklarından yağmurlama yöntemi ile sulaması gerçekleştirilen tarımsal ürünlerin enerji bilançolarının değerlendirilmesinde kullanılabilecek temel veriler elde edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Aknerdem, F. 1994. Konya Şeker Fabrikası Bazı Bölgelerinde Gübreleme-Sulama ile Verim Kalite İlişkisi. Şeker Pancarı Yetiştirme Tekniği Sempozyumu, II. Gübreleme ve Sulama, Konya.
- Anonymous, 2002. Tarımsal Yapı ve Üretim. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enst. Yayını. Ankara.
- Bailey, A. P., Basford, W. D., Penlington, N., Park, J. R., Keatinge, J. D. H., Rehman, T., Tranter, R. B., Yates, C. M. 2003. A Comparison of Energy Use in Conventional and Integrated Arable Farming Systems in the UK. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 87:241-253.
- Batty, J. C., Keller, J. 1980. Energy Requirements for Irrigation. In *Handbook of Energy Utilization In Agriculture*, ed. D. Pimentel, 35-42. Boca Raton, Fla : CRC Press.
- Cervinka, V. 1980. Fuel and Energy Efficiency. In D. Pimentel (ed.), *Handbook of Energy Utilization in Agriculture*, Boca Raton, FL, CRC Press, pp.15-21.
- Clemmens, A. J., Dedrick, A. R. 1994. *Irrigation Techniques and Evaluation*, Tanji, K. K., Yanon, B. (Eds.), *Advances in series in Agricultural Sciences*, Springer, Berlin, 64-103.
- Collins, H. J. 1984. *Energiebedarf in der Bewässerung*. DVWK-Fortbildung. Darmstadt.
- Çakmak, B. 1994. *Konya-Çumra Sulamasında Su Dağıtım ve Kullanım Etkinliği*. Ankara Üniv. , Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.
- Dalgaard, T., Halberg, N., Porter, R. F. 2001. A Model for Fossil Energy Use in Danish Agriculture Used to Compare Organic and Conventional Farming. *Agriculture, Eco-systems and Environment*, 87:51-65.
- Ercoli, L., Mariotti, M., Masoni, A., Bonari, E. 1999. Effect of Irrigation and Nitrogen Fertilization on Biomass Yield and Efficiency of Energy Use in Crop Production of Miscanthus. *Field Crops Research*. 63(1):3-11.
- Hülsbergen, K. J., Feil, B., Bierman, S., Rathke, G. W., Kalk, W. D., Diepenbrock, W. 2001. A Method of Energy Balancing in Crop Production and Its Application in a Long-term Fertilizer Trial, 86:303-321.
- Kalk, W. D., Hülsbergen, K.J., 1996. Methodik zur Einbeziehung des indirekten Energieverbrauchs mit Investitionsgütern in Energiebilanzen von Landwirtschaftsbetrieben. *Kühn-Arch*. 90:41-56.

- Keller, J., Bliesner, R. D. 1990. Sprinkler and Trickle Irrigation. AVI Book. Van Nostrand Reinhold. New York.
- Kuesters, J., Lammel, J. 1999. Investigations of the Energy Efficiency of the Production of Winter Wheat and Sugarbeet In Europe. *European Journal of Agronomy*, 11(1):35-43.
- Mittal, V. K., Mittal, J. P., Dhawan, K. C. 1985. Research Digest on Energy Requirements in Agriculture Sector (1971, 1982). Coordinating Cell, All India Coordinated Research Project on Energy Requirements in Agricultural Sector, Punjab Agricultural University. Ludhiana.
- Mittal, V. K., Dhawan, K. C. 1989. Energy Parameters for Raising Crops Under Various Irrigation Treatment in Indian Agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 25(1):11-25.
- Mrini, M., Senhaji, F., Pimentel, D. 2001. energy Analysis of Sugarcane Production in Morocco. *Environment, Development and Sustainability*, 3:109-126.
- Pellizzi, G. 1992. Use of Energy and Labour in Italian agriculture. *J. Agricultural Engineering Res.* 52:111-119.
- Pereira, L. S. 1990. Sprinkler and Trickle Irrigation Systems, Design and Evaluation. Notes for Students. Dept. Agricultural Engineering of Technical University of Lisbon, Bari.
- Singh, H., Mishra, D., Nahar, N. M. 2002. Energy Use Pattern in Production Agriculture of A Typical Village in Arid Zone, India-Part 1. *energy Conversion and Management*. 43(16):2275-2286.
- Tarjuelo, J. M., Montero, J., Honrubia, F. T., Ortiz, J. J., Ortega, J. F. 1999. Analysis of Uniformity of Sprinkler Irrigation in a Semi-arid Area. *Agricultural Water Management*, 40(2-3):315-331.
- Topak, R. 1996. Konya-Çumra Ovasındaki Yağmurlama Sulamalarında Uygulama Sorunları. Selçuk Üniv. Fen Bilimleri Enst. Doktora Tezi, Konya
- Topak, R., Acar, B., Kara, M., Çiftçi, N., Şahin, M. 2003. Çumra ve Çumra Ova Sulama Birlikleri Sulama Şebekelerinde Yeni İşletme Şeklinin Performans Göstergelerine Etkileri. II. Ulusal Sulama Kongresi, Aydın.
- Topak, R., Süheri, S., Kara, M., Çalışır, S. 2005. Investigation of the Energy Efficiency for Raising Crops Under Sprinkler Irrigation in Semi-Arid Area. *Applied Engineering in Agriculture*, 21(5): 761-768.