

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Sandıklı Ovası Patates Yetiştirme Sahalarında Su Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi

Fatih BAKBAK¹ Yusuf UÇAR^{2*}

¹T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Afyonkarahisar İl Müdürlüğü, Afyon, Türkiye

²İsparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 32260 Isparta, Türkiye

*e-posta: yusufucar@isparta.edu.tr; Tel: +90 (246) 211 8565; Fax: +90 (246) 211 8696

Öz: Bu çalışma, Afyonkarahisar-Sandıklı ovasında patates ekim alanlarında su uygulama randımanlarının ve çiftçilerin sulama zamanını belirleme yeteneklerinin araştırılması amacıyla 2012 yılında yürütülmüştür. Bu amaçla, Sandıklı ovasında bulunan Koçhisar, Ülfeciler, Örenkaya, Kusura ve Ballık köylerinde patates ekim sahalarını temsil edecek şekilde alanları 10 000 m² ile 40 350 m² arasında değişen 15 parsel seçilmiştir. Araştırma, yağmurlama sulama ile sulanan parsellerde gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda seçilen parselde su uygulama randımanı % 57.85 - % 87.34 arasında değişmiş, ortalama % 70.74 olarak bulunmuştur. Başlıklardan gerçekleşen doğrudan buharlaşma kayıpları ise % 0.85 ile % 1.55 arasında değişmiştir. Çiftçilerin sulamaya genellikle toprağı el ile kontrol ederek ya da bitkiye bakarak karar verdikleri gözlenmiştir. Bu nedenle, incelenen parsellerin % 60'ında çiftçilerin sulamaya başladıkları toprak nemi, sulamaya başlanması gereken toprak neminden düşük, % 40'ında ise yüksek çıkmıştır. Araştırma sahasında toprak-bitki-iklim parametrelerini dikkate alan etkin bir sulama programının uygulanmadığı anlaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Patates, Sandıklı, Su uygulama randımanı, Sulama, Yağmurlama sulama

Determination of The Water Use Efficiency on Potato Growing Areas in The Sandıklı Plain

Abstract: This study was conducted to investigate the water application efficiencies and the abilities of the farmers to determine the irrigation time in the potato sowing areas on the Sandıklı Plain in Afyonkarahisar in 2012. For this purpose, 15 parcels ranging from 10 000 m² to 40 350 m² in area were selected to represent the potato sowing fields in the Koçhisar, Ülfeciler, Örenkaya, Kusura, and Ballık villages on the Sandıklı Plain. The research was carried out in the parcels irrigated through sprinkler irrigation. As a result of the research, water application efficiency ranged from 57.85% to 87.34% in the selected parcels, with the average found as 70.74%. The direct evaporation losses from the sprinklers varied between 0.85% and 1.55%. It was observed that the farmers generally decided on irrigation either by checking the soil by hand or by looking at the crop. Therefore, the soil moisture at which the farmers began to irrigate turned out to be lower than the soil moisture at which irrigation should have been started in 60% of the parcels under examination but higher in 40% of them. It was understood that no efficient irrigation schedule that considered the soil, crop, and climatic parameters was applied in the study area.

Keywords: Potato, Sandıklı, Water application ratio, Irrigation, Sprinkler irrigation

Giriş

Bitkisel üretimde özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde birim alandan elde edilen verimi artırmanın en etkili uygulamalarından biri sulamadır. Bu yönüyle değerlendirildiğinde hem kendi başına bir verim artırıcı hem de gübreleme gibi diğer kültürel uygulamaların da etkinliğini artıran bir uygulamadır. Su kullanım etkinliğinin artırılarak sulamadan beklenen faydanın sağlanabilmesi için toprak-bitki-iklim koşullarını göz önüne alarak yapılacak gerçek zamanlı sulama zaman planlarının titizlikle uygulanması yanında sulama suyunun uygulandığı sulama sistemlerinin de sulanacak araziye uygun olacak şekilde planlanması, projelenmesi ve işletilmesine bağlıdır. Belirtilen bu durumların yapılmaması durumunda bitkilerde su eksikliği ya da fazlalığından kaynaklanan verim azalışlarının yanında tarımsal çevrede özellikle fazla su uygulamalarından kaynaklanan drenaj ve tuzluluk gibi istenmeyen durumlarla karşılaşılabilir. Tarımsal sulamada suyun son kullanıcısı durumunda olan çiftçilerin suyu uygulamaları esnasında ortaya çıkan kayıplar su kullanım etkinliğini düşüren

nedenler arasındadır. Bitki kök bölgesinde depolanan suyun araziye verilen suya oranı olarak tanımlanan su uygulama randımanlarının düşüklüğü sulama esnasında gerçekleşen kayıpların fazla olduğunun bir göstergesidir. Bu kayıpların azaltılması su kullanım etkinliğini artıracak önlemler arasında ilk sıradadır.

Türkiye İstatistik Kurumu'nun 2012 yılı verilerine göre Türkiye' de yaklaşık 173 670.1 hektar alanda 482 1937 ton patates üretimi sağlanmaktadır (Anonim 2012a). En fazla patates üretimi yapan iller sıralamasında Afyonkarahisar 8. sırada yer almaktadır (Çaylak 2002). Sandıklı'da 2002-2012 yıllarında patates ekim sahası 25 000 dekar ile 41 170 dekar arasında değişmiştir. Aynı yıllarda ortalama verim ise 3 500 kg/da ile 6 000 kg/da arasında değişmektedir. Sandıklı bölgesinde sulanan alanlarda uygulanan sulama yöntemleri yağmurlama ve damla sulamadır. Üreticilerin yaklaşık olarak % 98'i yağmurlama, % 2'lik kısmı ise damla sulama yöntemini kullanmaktadır. Yaygın olarak yetiştirilen diğer bitkilerde olduğu gibi patates bitkisinde de su ve sulamadan kaynaklı verim azalışlarını önlemek bu sahalarda gerekli araştırmaların yapılmasına bağlıdır.

Bu araştırma Afyonkarahisar-Sandıklı Ovası'nda yağmurlama sulama yönteminin yoğun olarak kullanıldığı bitkilerden patates ekim alanlarında su kullanım etkinliğini değerlendirmek ve su kullanım etkinliğini artırmak için ne tür önlemlerin alınması gerektiğini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma sahasının bazı özellikleri

Araştırmanın yapıldığı Sandıklı ovası, Afyonkarahisar ilinin batısında 29° 50' - 30° 30' doğu meridyeni ile 38° 15' - 38° 45' kuzey paralelleri arasındaki coğrafi konumda yer almaktadır. Sandıklı ilçesi her ne kadar Ege Bölgesi içerisinde bulunsada İç Anadolu iklim özelliklerini gösterir. Ortalama sıcaklık en düşük ocak ayında 0.9 °C, en yüksek sıcaklık ise ağustos ayında 23.8 °C'dir. Yıllık ortalama toplam yağış miktarı ise 445.2 mm'dir (Anonim 2013). Sandıklı'da tarıma elverişli toplam arazi miktarı 49 372.9 hektardır. Bu alanın yaklaşık % 95'inde tarla tarımı yapılmaktadır. Sandıklı bölgesinde ekimi yapılan başlıca ürünler arpa, buğday, patates, şeker pancarı, haşhaş, yem bitkileri, baklagil, bostan ve meyve'dir (Anonim 2012b). Su kullanım etkinliğini belirlemek üzere patates ekiminin yaygın olduğu ve sulama yöntemi olarak büyük oranda yağmurlama sulama yönteminin kullanıldığı Koçhisar, Ülfeciler, Örenkaya, Kusura ve Ballık köylerini içine alan saha pilot bölge olarak belirlenmiş ve bu sahadada tesadüfi olarak 15 adet parsel seçilmiştir. Seçilen parsellerin alanları 10000-40350 m² arasında değişmektedir. Yağmurlama sulama sistemlerinin değerlendirilmesi amacıyla seçilen parsellerin büyüklüğü, şekli, parsellerde sulama amacıyla kullanılan su kaynağının türü, su kaynağının araziye olan uzaklığı, parsellerin yerleşim yerine olan uzaklıkları ve mülkiyet durumu bakımından farklılıklar göstermektedir.

Toprakların fiziksel özelliklerinin belirlenmesi

Seçilen pilot parsellerde, toprakların sulama açısından önemli olan bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi amacıyla profil açılmış ve açılan profillerde 0-30 ve 30-60 cm toprak katmanlarından bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Alınan örneklerde bünye analizi, tarla kapasitesi ve solma noktası ve hacim ağırlıkları belirlenmiştir (Richards 1954; Demiralay 1977).

Su uygulama randımanının belirlenmesi

Su uygulama randımanının belirlenmesinde kullanılan toprak nemini belirlemek için, sulamadan hemen önce ve sulama yapıldıktan 2-5 gün sonra 0-30 ve 30-60 cm katmanlarından bozulmuş toprak örnekleri alınmıştır. Alınan örneklerde nem tayini önce eşitlik 1 yardımıyla gravimetrik olarak daha sonra eşitlik 2 yardımıyla derinlik olarak ifade edilmiştir. Tarla su uygulama randımanının hesaplanmasında ise eşitlik 3 kullanılmıştır. Patates bitkisi için etkili kök derinliği 60 cm olarak alınmıştır (Güngör ve Yıldırım 1989).

$$P_w = \frac{W_w - W_d}{W_d} \times 100 \quad (1)$$

P_w : Toprak su içeriği (%)

W_w : Toprağın yaş ağırlığı, gr

W_d : Toprağın kuru ağırlığı, gr

$$d = \frac{P_w \times \gamma_t \times D}{100} \quad (2)$$

d : Su miktarı (mm)

P_w : Toprak su içeriği (%)

γ_t : Toprağın hacim ağırlığı (g/cm³)

D : Toprak derinliği (mm)

$$E_a = 100 \times \frac{W_s}{W_f} \quad (3)$$

E_a: Su uygulama randımanı %

W_s: Etkili kök bölgesinde depolanan su miktarı (mm)

W_f: Tarlaya verilen su (mm)

Buharlaştırma kayıplarının belirlenmesi

Sulamalar sırasında başlıktan oluşan buharlaştırma kayıplarını belirlemek için Yazar (1984) tarafından geliştirilen eşitlik 4'den yararlanılmıştır.

$$E = 0.003 \exp(0.20u) (e_s - e_0)^{0.59} T_a^{0.23} P^{0.76} \quad (4)$$

E : Yağmurlama başlıklarından çıkan su miktarından oluşan (%) buharlaştırma kaybı

u : 2 metre yükseklikteki rüzgar hızı (m/s)

(e_s - e₀) : Buharlaştırma basınç farkı

e_s : Doygun buhar basıncı

e₀ : Gerçek buhar basıncı (mbar)

T_a : Hava sıcaklığı (°C)

P : İşletme basıncı (kpa)

Eşitlik 4'de kullanılan (e_s - e₀) belirlenmesinde, Trimmer (1987) tarafından geliştirilen eşitlik 5'den yararlanılmıştır.

$$(e_s - e_0) = 0.61 \exp \left[\frac{17.27T}{T+273.3} \right] (1 - rh) \quad (5)$$

rh: Oransal nem

Sulama aralığı ve sulama süresi hesaplanması

Sulama aralığının hesaplanmasında bütün parseller için önce her sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı eşitlik 6 yardımıyla hesaplanmıştır. Daha sonra bu değer kullanılarak eşitlik 7 yardımıyla sulama aralığı hesaplanmıştır (Güngör ve Yıldırım 1989). Sulama aralığının hesaplanmasında kullanılan bitki su tüketimi (ET) ise Penman - Monteith yöntemine göre Cropwat bilgisayar yazılımı yardımıyla hesaplanmıştır.

$$d_n = \frac{(TK - SN) \times R_y}{100} \times \gamma_t \times D \quad (6)$$

d_n : Her sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı (mm)

TK : Tarla kapasitesi (%)

SN : Solma noktası (%)

R_y : Faydalı su tutma kapasitesinin tüketilmesine izin verilen kısım (%)

γ_t : Toprağın hacim ağırlığı (g/cm³)

D : Etkili kök derinliği (mm)

$$SA = \frac{d_n}{ET} \quad (7)$$

SA: Sulama aralığı (gün)

d_n: Her sulamada uygulanacak olan net sulama suyu miktarı (mm)

ET: Günlük ortalama bitki su tüketimi (mm/gün)

Bulgular ve Tartışma

Çiftçilerin sulama zamanını belirleme yeteneklerinin değerlendirilmesi

Çalışma alanından alınan toprakların %37'si kumlu-killi-tınlı, % 30'u killi tınlı, % 17'si killi, % 10'u kumlu tınlı, % 3'ü kumlu killi ve % 3'ü tınlı özelliğe sahiptir. Toprakların hacim ağırlıkları 1.06–1.50 gr/cm³ arasında değişim göstermiştir. Tarla kapasiteleri % 19.30 ile % 39.73 arasında, solma noktaları ise % 6.96 ile % 27.62 arasındadır. İncelenen parsellerdeki faydalı su tutma kapasitesi ise 60.5–137.8 mm arasında değişmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. İncelenen sulama sistemlerinin kurulu olduğu parsellerin bazı toprak özellikleri

Parsel No	Toprak derinliği cm	Bünye	HA g/cm ³	TK		d _{TK} , mm/60 cm	SN		d _{SN} , mm/60 cm	FSK, mm
				%	mm		%	mm		
1	0-30	C	1.39	28.47	118.7	258.2	22.00	91.7	194.7	63.5
	30-60	C	1.45	32.06	139.5		23.66	102.9		
2	0-30	SL	1.28	19.30	74.1	146.1	11.25	43.2	85.6	60.5
	30-60	SL	1.23	19.50	72.0		11.48	42.4		
3	0-30	CL	1.41	30.74	130.0	236.0	19.59	82.9	150.7	85.2
	30-60	SCL	1.34	26.35	105.9		16.88	67.9		
4	0-30	SCL	1.45	24.66	107.3	225.1	16.21	70.5	150.0	75.1
	30-60	SCL	1.40	28.06	117.9		18.93	79.5		
5	0-30	SCL	1.48	32.02	142.2	284.6	22.59	100.3	195.9	88.8
	30-60	SCL	1.50	31.66	142.5		21.24	95.6		
6	0-30	SCL	1.25	29.17	109.4	212.6	20.69	77.6	149.2	63.4
	30-60	SCL	1.06	32.45	103.2		22.51	71.6		
7	0-30	CL	1.40	31.84	133.7	269.0	22.83	95.9	186.9	82.2
	30-60	CL	1.32	34.17	135.3		22.98	91.0		
8	0-30	SC	1.20	32.93	118.5	260.6	24.11	86.8	183.9	76.7
	30-60	C	1.28	36.98	142.0		25.28	97.1		
9	0-30	CL	1.39	32.79	136.7	269.9	21.21	88.4	175.3	94.6
	30-60	CL	1.34	33.13	133.2		21.61	86.9		
10	0-30	L	1.30	32.55	126.9	241.8	18.80	73.3	144.1	97.7
	30-60	SCL	1.28	29.90	114.8		18.42	70.7		
11	0-30	SCL	1.29	33.19	128.4	259.1	24.93	96.5	195.9	63.2
	30-60	SCL	1.33	32.75	130.7		24.93	99.5		
12	0-30	CL	1.27	32.14	122.5	254.6	24.31	92.6	188.6	66.0
	30-60	CL	1.31	33.62	132.1		24.42	96.0		
13	0-30	CL	1.27	34.32	130.8	258.3	22.06	84.0	168.0	90.3
	30-60	CL	1.21	35.14	127.6		23.14	84.0		
14	0-30	C	1.23	39.73	146.6	284.6	26.39	97.4	197.6	87.0
	30-60	C	1.21	38.02	138.0		27.62	100.3		
15	0-30	SCL	1.38	25.98	107.6	202.2	8.95	37.1	64.4	137.8
	30-60	SL	1.31	24.09	94.67		6.96	27.35		

** SL: Kumlu tınlı, L: Tınlı, SL: Siltli tın, SCL: Kumlu killi tınlı, CL: Killi tınlı, SC: Kumlu killi, C: Killi, TK: Tarla kapasitesi, SN: Solma noktası, HA: Hacim ağırlığı

Çizelge 2. Araştırma alanlarındaki çiftçilerin sulama zamanının değerlendirilmesiyle ilgili toprak nem değerleri

Parsel No	Toprak nemi, mm/60cm			SSTN
	SÖTN	SBGND	Fark, mm	
1	222.9	226.4	-3.5	240.3
2	122.0	115.8	+6.2	138.0
3	183.0	193.3	-10.3	218.9
4	197.7	187.6	+10.1	220.0
5	221.6	240.3	-18.7	277.8
6	183.3	180.9	+2.4	201.0
7	205.2	228.0	-22.8	262.7
8	201.0	222.2	-21.2	241.9
9	205.2	222.6	-17.4	241.9
10	201.3	192.9	+8.4	217.2
11	232.5	227.5	+5	247.2
12	218.0	221.6	-3.6	248.7
13	203.0	213.2	-10.2	250.4
14	229.3	241.1	-11.8	278.0
15	169.6	133.3	+36.3	195.3

**SÖTN: Sulama öncesi toprak nemi, SBGND: Sulamaya başlanması gereken nem düzeyi, SSTN: Sulama sonrası toprak nemi.

Sulama öncesi bitki kök bölgesinden alınan toprakların nem içerikleri, tarla kapasitesi, solma noktası ve faydalı su tutma kapasitesinin tüketilmesine izin verilen kısmı dikkate alınarak yapılan hesaplamalara göre incelenen parsellerin % 60'ında çiftçilerin sulamaya başladıkları toprak nemi, sulamaya başlanması gereken toprak neminden düşük, % 40'ında ise yüksek çıkmıştır. Bazı parsellerde (7, 8) sulamaya başlanması gereken nemin 22.8 mm ve 21.2 mm daha aşağısında sulamaya başlandığı görülmektedir (Çizelge 2). Bu durum bitki de az da olsa verim azalmasına neden olabilecektir. Bazı parsellerde ise sulamaya başlanması gereken nem düzeyinden 36.3 mm daha fazla nem düzeyiyle sulamaya başlanmıştır. Çiftçilerin sulama zaman planlamasını toprak nemini izleyerek değil de genellikle fenolojik gözlemlere dayalı olarak sulamaya başlamaları sulama zamanının tam olarak kestirilememesine neden olmaktadır.

Tarla Su Uygulama Randımanları

Su uygulama randımanı, tarafından kök bölgesinde depolanan suyun uygulanan sulama suyuna oranı olarak tanımlanmakta (Hasio ve ark. 2007) ve su uygulama randımanının belirlenmesindeki asıl zorluğun ise derine sızmanın izlenmesi olduğunu belirtilmektedir. (Koumanov ve ark. 2006). Tarla su uygulama randımanının belirlenmesi amacıyla sulama öncesinde ve sulama sonrasında toprak örnekleri alınmış ve nem tayini yapılmış, ayrıca sulama ile araziye uygulanan sulama suyu miktarları su sayacı ile ölçülmüştür. Bu veriler yardımıyla hesaplanan su uygulama randımanları hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde; tarla su uygulama randımanının % 57.85 ile % 87.34 arasında değiştiği görülmektedir. Araştırma alanı için hesaplanan ortalama tarla su uygulama randımanı ise % 70.74'tür. İncelenen parsellerden 8'inde ortalama değerden daha düşük su uygulama randımanları elde edilmiştir. Yağmurlama sulama yöntemi için, Balaban ve Ayyıldız (1970), Orta Anadolu Bölgesinde sulama randımanını % 75-% 85 arasında belirlemişken, Çakmak (1994), Çumra sulama şebekesinde % 31-% 74 arasında, Topak (1996), Çumra Ovası'nda ortalama % 81.39, Topak ve ark. (2003), Çumra Sulama Birliğinde ortalama % 76.17, Ova Sulama Birliğinde ise ortalama % 76.63 arasında, Topak ve ark. (2005) Konya-Çumra Ovasında şekerpancarı ve kuru fasulye için % 62.4-% 70.6 arasında, Şener ve Yüksel (2005) Hayrabolu sulama şebekesinde 2001 yılında % 54-% 85 arasında, 2002 yılında ise % 78-% 86 arasında bulmuşlardır. Acar ve ark. (2010), Konya ovasında yağmurlama sulama sistemlerinde su uygulama randımanının % 79.9-% 86.8 arasında olduğunu belirtmişlerdir. Tarjuelo ve ark. (2000) yağmurlama sulama yönteminde su uygulama randımanının % 60-% 70 arasında olmasını kötü, % 80 olması yeterli, % 90'ın üzerinde olmasını ise çok iyi olarak değerlendirirken, Howell (2003) ise taşınabilir yağmurlama sistemlerinde su uygulama randımanının ortalama % 75 civarında (% 60-85) olabileceğini, bu sistemlerde su uygulama randımanı % 80 ve üzerinde ise çok iyi olarak değerlendirildiğini bildirmiştir. Araştırma sahasında, incelenen 15 parselden 5 tanesi % 75'in üzerinde iken sadece 3 tanesinde % 80'in üzerinde çıkmıştır. Parsellerin tamamı göz önüne alındığında araştırma alanı için belirlenen ortalama su uygulama randımanının da % 75'in altında (% 70.74) olduğu görülmektedir. Bu durumda patates sulamasında kullanılan yağmurlama sulama yönteminin su uygulama randımanı açısından istenilen düzeyde olmadığı söylenebilir. Araştırma alanı için elde edilen bu sonuçların, Türkiye'de yapılan çalışmalarla uyumlu olduğu fakat Tarjuelo ve ark. (2000) ve Howell (2003) tarafından belirlenen standartların altında olduğu görülmektedir. Bu durumun, büyük oranda çiftçinin su kullanım alışkanlıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca, sistem planlamasındaki hatalar ve işletme aşamasındaki sorunlar da su uygulama randımanının istenilen düzeye gelememesinde etkili olmaktadır. Bölgede su uygulama randımanının düşük olmasının bir başka nedeni ise, sulama öncesinde topraktaki nem miktarının ölçülmemesi nedeniyle araziye verilecek sulama suyu miktarının bilinmemesi ve sulama esnasında araziye verilen suyun ölçülmemesi olarak gösterilebilir.

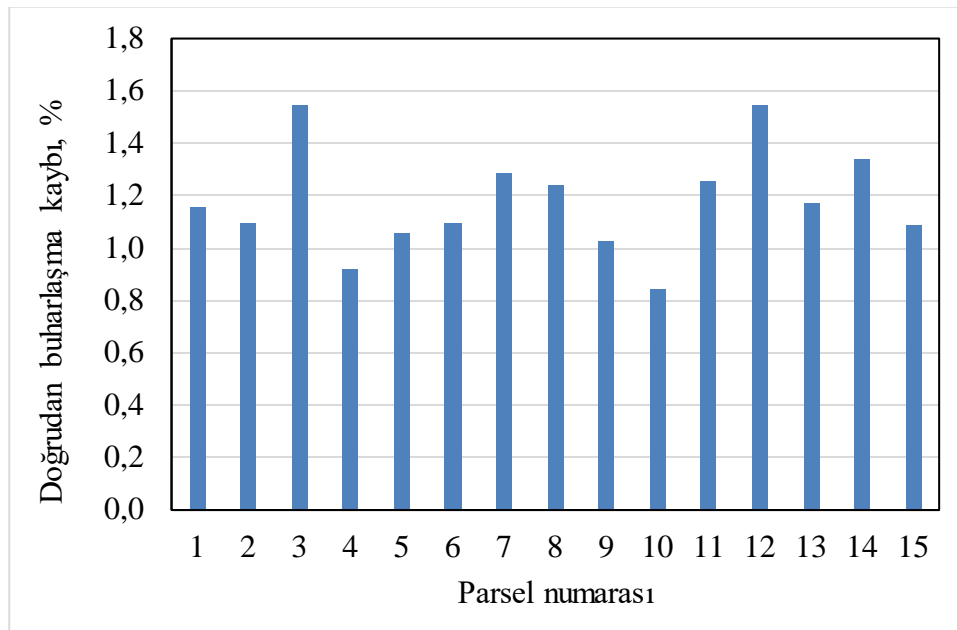
Buharlaştırma Kayıpları

Yağmurlama sulama uygulamalarında su uygulama randımanını düşüren en önemli unsurlardan biri de buharlaştırma kayıplarıdır. Su taneciklerinin yağmurlama başlıklarından çıkarak toprak yüzeyine ulaşmaya kadar geçen zaman içerisindeki su kaybı buharlaştırma kaybı olarak tanımlanabilir. Bu kayıplar sulama esnasındaki sıcaklık, rüzgâr hızı ve bağıl nem ile doğrudan ilişkili olduğu bilinmektedir (Yazar 1983; Topak 1996). Yağmurlama sulama sistemlerinde düzgün bir su dağılımının olabilmesi için sulama esnasında rüzgâr hızının 2.5 m/s'nin altında olması tavsiye edilmektedir (Balaban 1968; Korukçu ve Yıldırım 1981). Ayrıca gün ortasında yapılan sulamaların buharlaştırma kayıplarına etkisinin normalden daha fazla olduğu belirtilmektedir (Topak 1996). Araştırma sahasındaki parsellerde hesaplanan buharlaştırma kayıpları % 0.85 ile % 1.55 arasında değişim göstermiştir (Şekil 1). Gece sulamasının yaygınlaşması rüzgâra bağlı buharlaştırma kayıplarını daha da düşürebilecektir.

Çizelge 3. Seçilen parsellerde belirlenen tarla su uygulama randımanları

Parsel No	SÖ (mm)	SS (mm)	TVS (mm)	SITTS (mm)	Randıman (%)
1	222.9	240.3	19.88	17.36	87.34
2	122.0	138.0	26.55	16.00	60.25
3	183.0	218.9	42.19	35.91	85.11
4	197.7	220.0	38.62	22.34	57.85
5	221.6	277.8	71.38	56.19	78.72
6	183.3	201.0	28.88	17.62	61.00
7	205.2	262.7	70.91	57.48	81.06
8	201.0	241.9	56.66	40.84	72.07
9	205.2	241.9	48.21	36.74	76.20
10	201.3	217.2	25.44	15.91	62.53
11	232.5	247.2	25.25	14.67	58.11
12	218.0	248.7	43.60	30.67	70.34
13	203.0	250.4	67.98	47.41	69.74
14	229.3	278.0	65.01	48.71	74.93
15	169.6	195.3	39.02	25.67	65.78
Ortalama					70.74

**SÖ: Sulama öncesi toprakta bulunan mevcut su, SS: Sulama sonrası toprakta bulunan mevcut su, TVS: Araziye uygulanan sulama suyu miktarı, SITTS: Sulama ile toprakta tutulan su miktarı.



Şekil 1. Yağmurlama sulama sistemlerinde meydana gelen doğrudan buharlaşma kayıpları (%).

Sulama Aralığı, Sulama Süresi ve Sulama Sayısı

Araştırma alanında yağmurlama sulama yöntemi ile sulanan patatesin çiftçiler tarafından uygulanan sulama aralığı yaygın olarak (% 46.6) 7 gündür. İşletmelerin % 26.7'si 5 günde, % 20'si 6 günde ve % 6.7'si 8 günde bir sulama yapmaktadır. Araştırma sahasının toprak özellikleri ve su kaynağı kapasiteleri de dikkate alınarak hesaplanan sulama aralığı ise 5 – 9 gün arasında değişmektedir. İşletmelerin % 40'ında 6 gün, % 20'si 8 gün, % 13.3'ü de 5, 6 ve 9 gün ara ile sulama yapmaları gerekmektedir (Çizelge 4). Uygulanan sulama aralıkları ile hesaplanan sulama aralıkları arasındaki farkın; çiftçilerin genel olarak sulama zamanına toprak nemi ölçmeden eski tecrübelerine dayanarak sadece bitkide ve toprakta gözlem yaparak karar vermeleri, işletmelerin geniş alanlara ekim yapması ya da ürün çeşitlerinin fazla olması nedeniyle sulamalarını gerekli sürede tamamlamamasından kaynaklandığı söylenebilir.

Çizelge 4. Araştırma sahalarında uygulanan sulama aralığı ve hesaplanan sulama aralıkları

Sulama Aralığı (gün)	Parsel Sayısı	Parsel Oranı (%)	
Uygulanan	5	4	26.7
	6	3	20
	7	7	46.6
	8	1	6.7
Hesaplanan	5	2	13.3
	6	2	13.3
	7	6	40
	8	3	20
	9	2	13.3

Araştırma sahasında 1, 12 ve 15 numaralı parsellerde 7 saat sulama yapılması gerekirken sadece 2'şer saat sulama yapıldığı görülmektedir. 4, 8, ve 14 numaralı parsellerde olması gerekenden 1 saat daha fazla sulama yapılırken 9 numaralı parselde ise olması gerekenden 2 saat fazla sulama yapıldığı görülmektedir. İncelenen parsellerden sadece 5, 10 ve 11 numaralı parsellerde uygulanan sulama süresi ile hesaplanan sulama süreleri eşit çıkmıştır (Çizelge 5). Hesaplanan değerler ile uygulama değerleri arasında farklılıkların olması ihtiyaç duyulan sulama suyundan daha az ya da daha fazla sulama suyu uygulandığının bir göstergesidir. Yukarıda da belirtildiği üzere, toprak neminin ölçülmeden bir başka deyişle ne kadar sulama suyu uygulanacağı bilinmeden sulama yapılması bu şekilde uygulama sorunlarını beraberinde getirmekte ve sulamadan beklenen faydanın elde edilememesine neden olmaktadır.

Çizelge 5. Araştırma sahalarında bir durakta uygulanan sulama süreleri ve uygulanması gereken sulama süreleri

İşletme No	Bir Durakta Sulama Süresi, h		Fark
	Uygulanan	Hesaplanan	
1	2	7	-5
2	2	3	-1
3	2	3	-1
4	3	2	+1
5	2	2	-
6	2	3	-1
7	2	3	-1
8	4	3	+1
9	2	4	+2
10	3	3	-
11	2	2	-
12	2	7	-5
13	2	3	-2
14	3	2	+1
15	2	7	-5

Sonuç olarak patates ekim alanlarında gerçekleştirilen bu çalışmadan elde edilen su kullanım etkinliklerinin artırılabilmesi için, yağmurlama sulama sistemlerine su sayacı bağlanarak verilen suyun ölçülmesi, çiftçilerin sulama zamanını belirlemek için toprak nemini nem ölçme cihazlarıyla izlemeleri ve sulamaya buradan elde edecekleri verilere göre başlamaları ve gece sulamasının yaygınlaştırılmasına bağlı olduğu ortaya çıkmıştır. Belirtilen bu önlemlerin uygulanması durumunda su kullanım etkinliklerinde belirgin artışlar sağlanabilecektir.

Teşekkür

Bu çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 3250-YLI-12 numaralı proje kapsamında desteklenen "Afyonkarahisar-Sandıklı Ovası Yağmurlama Sulamalarında Uygulama Sorunları" isimli Yüksek Lisans tezinden özetlenmiştir.

Kaynaklar

- Acar B, Topak R, Direk M (2010). Impacts of Pressurized Irrigation Technologies on Efficient Water Resources Uses in Semi-Arid Climate of Konya Basin of Turkey. Int. J. of Sustainable Water & Environmental Systems. 1 (1): 1-4.
- Anonim (2012a). Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas>. Erişim Tarihi: 28.10.2012.

- Anonim (2012b). İlçe Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü Brifing Raporu, Sandıklı.
- Anonim (2013). Meteoroloji 5. Bölge Müdürlüğü Kayıtları, Afyonkarahisar.
- Balaban A (1968). Yağmurlama Sulaması. Köy İşleri Bakanlığı, Toprak Su Genel Müdürlüğü Yayınları No: 84. Ankara.
- Çakmak B (1994). Konya-Çumra Sulamasında Su Dağıtım ve Kullanım Etkinliği. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 134s.
- Çaylak Ö (2002). Patates Tarımı, Kartarım Ticaret Anonim Şirketi, Ankara, 44-68.
- Demiralay İ (1977). Toprak Fiziği Ders Kitabı, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notu, Erzurum.
- Güngör Y, Yıldırım O (1989). Tarla Sulama Sistemleri, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1155. Ankara.
- Howell TA (2003). Irrigation Efficiency. Encyclopedia of Water Science. DOI: 10.1081/E-EWS120010252.
- Hsiao TC, Steduto AE, Fereres P, Elias AE (2007). A Systematic and Quantitative Approach to Improve Water Use Efficiency in Agriculture. Irrigation Science. 25: 209-231.
- Korukçu A, Yıldırım O (1981). Yağmurlama Sistemlerinin Projelenmesi. Toprak Su Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Koumanov KS, Hopmans JW, Schwankl LJ (2006). Spatial and Temporal Distribution of Root Water Uptake of an Almond Tree under Microsprinkler Irrigation. Irrigation Science. 24: 267- 278.
- Richards LA (1954). Diagnosis and Improvement of Salina and Alkali Soils, USDA.
- Şener M, Yüksel AN (2005). Hayrabolu Sulamasında Su Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. 2 (2): 166-176.
- Tarjuelo JM, Ortega JF, Montero Juan JA (2000). Modeling Evaporation and Drift Losses in Irrigation with Medium Size Impact Sprinklers under Semi-Arid Conditions. Agric. Water Manag. 43: 263-284.
- Topak R (1996). Konya Çumra Ovasındaki Yağmurlama Sulamalarında Uygulama Sorunları. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 1 – 81, 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 Bildirileri, 16-19 Ekim Kuşadası-Aydın-Türkiye. s: 66-73.
- Topak R, Süheri S, Çiftçi N, Acar B (2005). Performance Evaluation of Sprinkler Irrigation in a Semi-Arid Area, Pakistan Journal of Biological Sciences. 8 (1): 97 – 103.
- Trimmer WL (1987). Sprinkler Evaporation Loss Equation. Journal of Irrigation Drainage Engineering. 113 (4): 616 – 621.
- Yazar A (1983). Yağmurlama Sulama Sistemlerinde Rüzgarla Su Sürüklenmesi Kayıplarının Ölçülmesi. Dicle Üniversitesi, Urfa Ziraat Fakültesi Yıllığı, 2(2).
- Yazar A (1984). Evaporation and Drift Losses from Sprinkler Irrigation Systems under Various Operating Conditions. Agricultural Water Management. 8: 439 -449.