

Nevşehir, Derinkuyu ve Kaymaklı Yöresinde Yağmurlama Sulama Uygulamaları

Abdullah KADAYIFÇI¹Mehmet OĞUZ¹Süleyman KODAL¹

Geliş Tarihi : 20.04.1998

Özet: Bu çalışmada, Nevşehir-Derinkuyu ve Kaymaklı yöresindeki yağmurlama sulama uygulamaları incelenmiştir. Bunun için, yağmurlama yöntemiyle sulama yapan 125 çiftçide anket yapılmış, anket sonuçlarına göre yöre koşullarını temsil eden 25 işletmede sulama sistemi ve sulama uygulamaları değerlendirilmiştir. İncelenen işletmelerin tamamında sulama sisteminin arazinin konum ve şekline göre uygun biçimde yerleştirildiği, ancak, % 24 ünün uygun işletme basıncında ve tertip aralığında işletilmediği ve % 40 ında ise lateral ve ana boru hattı çaplarının uygun biçimde seçilmediği belirlenmiştir. Yörede, genellikle çiftçilerin her sulamada miktar olarak fazla sulama suyu uyguladığı, ancak, bitkinin büyüme mevsimi boyunca su tüketimini tam karşılayacak ve bitkiyi su eksikliğinden kaynaklanan strese sokmayacak biçimde yeterli sulamanın yapılmadığı saptanmıştır. Bununla birlikte, IRSIS bilgisayar yazılımıyla mevcut sulama uygulamaları değerlendirilmiş ve yöre koşullarına uygun optimum ve pratik sulama zamanı programları önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sulama, sulama zamanının planlanması, IRSIS, patates, yağmurlama sulama sistemi

Sprinkler Irrigation Applications in Nevşehir, Derinkuyu and Kaymaklı Region

Abstract: The aim of this study was to investigate sprinkler irrigation applications in Nevşehir-Derinkuyu and Kaymaklı region. By this aim questionnaire was achieved with 125 farmers performed sprinkler irrigation. Irrigation systems and irrigation applications were evaluated in 25 farms represented site conditions, considering questionnaire results. Sprinkler irrigation systems investigated were situated considering land situation and shape on whole farm units, but, 24 % of which were not operated in convenient operating pressure and sprink space, and in 40 % of which radius of main and lateral lines were not selected conveniently. Generally excessive irrigation water was applied. However irrigation applications were not enough to meet crop water requirement during total growing season and not to suffer from stress lack of water. Moreover the IRSIS computer software was used to evaluate existing irrigation applications and optimum and practice irrigation schedules were recommended for site conditions.

Key Words: Irrigation, irrigation scheduling, IRSIS, potato, sprinkler irrigation system

Giriş

Türkiye'de üretilen patatesin yaklaşık % 25'i Nevşehir ili ve çevresinde yetiştirilmektedir (Anonymous 1994). Yörede yetiştirilen patatesin sulanmasında kullanılan en yaygın sulama yöntemi yağmurlama, tek sulama kaynağı ise yeraltı suyudur.

Yağmurlama yönteminde suyun iletimi ve dağıtımı basınçlı borularla yapılır. Arazide belirli aralıklarla yerleştirilmiş yağmurlama başlıklarına kadar basınç altında iletilen su, bu başlıklardan püskürtülerek atmosfere verilir ve buradan doğal yağışa benzer biçimde toprak yüzeyine düşer, infiltrasyonla toprak içerisine sızarak kök bölgesinde toplanır.

Yağmurlama sulama sistemlerini tesis ve işletme durumuna göre; taşınabilir, yarı-sabit ve sabit sistemler biçiminde üç sınıfa ayırmak olasıdır (Yıldırım 1996). Yörede genellikle taşınabilir nitelikteki yağmurlama sulama sistemleri kullanılmaktadır. Bu sistemlerin diğerlerine göre ilk yatırım masrafları düşük olmasına karşın, işçilik masrafları açısından durum tersinedir.

Yağmurlama sulama sistemlerinin projelenmesinde önce koşullara en uygun yağmurlama başlığı seçilmekte daha sonra, sırasıyla, lateral boru hatları, ana boru hattı ve pompa birimi boyutlandırılmaktadır (Korukçu ve Yıldırım 1981).

¹ Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü - Ankara

Uygun yağmurlama başlığının seçilmesinde her sulamada uygulanacak sulama suyu miktarı, sulama aralığı, sulama süresi, sistem kapasitesi ve toprağın su alma hızı dikkate alınarak alternatif yağmurlama başlıkları içerisinde, olanaklar ölçüsünce düşük işletme basıncı ve geniş tertip aralıklarına sahip yağmurlama başlıkları seçilmektedir (Korukçu ve Yıldırım 1981).

Bir yağmurlama başlığının uygun işletme basıncı ve başlık tertip aralığı; tekil başlık, tekil lateral yada birlikte çalışan lateraller yöntemiyle değişik işletme basıncı ve tertip aralıklarında yapılan denemelerle Christiansen, Cu, eş dağılım katsayıları elde edilerek belirlenebilir. Başlığın uygun işletme basıncı ve tertip aralığı için $Cu \geq 84$ koşulu aranır (Christiansen 1942, Balaban ve Korukçu 1970, Aküzüm 1976). Yağmurlama başlığını üreten kuruluşlar başlığın çalışacağı optimum işletme basıncı sınırlarını ve yeterli düzeyde eş su dağılımı veren başlık tertip aralıklarını belirten bir teknik çizelgeyi hazırlayarak kullanıcıya vermekle yükümlüdür.

Lateral boru hatlarındaki boru çapının seçilmesinde iki değişik yol izlenebilmektedir. İlkinde, uç başlıklar arasındaki basınç farkı, işletme basıncının % 20'sini aşmayacak biçimde boru çapı seçilmekte (Christiansen 1942), ikincisinde ise, lateral hattı boyunca tüm başlık basınçları, dolayısıyla başlık debileri arasındaki farklar dikkate alınarak Christiansen, Cu, eş dağılım katsayısı hesaplanmakta ve $Cu \geq 97$ koşulunu sağlayan boru çapı belirlenmektedir (Perold 1977, Yıldırım 1980). Yağmurlama sulama sistemlerinde lateral boru hatları tesviye eğrilerine paralel (eğimsiz) yada bayır aşağı eğimde döşenmelidir. Olanaklar ölçüsünde bayır yukarı eğimden kaçınılmalıdır. Lateral uzunluğu zorunlu kalmadıkça 250 m den fazla tutulmamalıdır (Yıldırım 1996).

Ana boru hattının projelenmesinde ise yıllık toplam masrafların en az olduğu boru çapı bileşimi seçilmektedir (Korukçu ve Yıldırım 1978). Bununla birlikte, taşınabilir sistemlerde genellikle ana boru hattının çapı lateral boru çapıyla aynı olmaktadır.

Yağmurlama başlığı, lateral ve ana boru hattının çapları seçildikten sonra dinamik yükseklik ve sistem kapasitesi dikkate alınarak koşullara en uygun pompa birimi belirlenir (Korukçu ve Yıldırım 1981).

Sulamadan beklenen yararın sağlanabilmesi için, koşullara uygun sulama yönteminin seçilmesi, bu yöntemin gerektirdiği sulama sisteminin projelenmesi ve kurulmasının yanısıra, sistemin amaca uygun biçimde işletilmesi ve bitkinin ihtiyaç duyduğu suyun zamanında karşılanması gerekmektedir.

Patates bitkisinin su eksikliğine karşı toleransı yüksek değildir (Kleinkopf 1982, Van Loon 1981). Kök

bölgesindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 25-30'u tüketildiğinde sulamaya başlanmalıdır (Doorenbos ve Kassam 1988). Bu değer kesinlikle % 50 nin üzerine çıkmamalıdır. Aksi durumda yumru verimi ve kalitesi büyük oranda düşmektedir (Singh 1969). Bunun için, kısıtlı su kaynağı koşullarında bile, büyüme mevsimi boyunca bitkinin su ihtiyacı tam olarak karşılanmalı, koşullara uygun sulama zamanı planlanarak sulamalar buna göre yapılmalıdır.

Bu çalışmada, Nevşehir, Derinkuyu ve Kaymaklı yöresindeki bazı işletmelerdeki yağmurlama sulama sistemi ve sulama uygulamaları incelenerek, bunlara ilişkin sorunlar belirlenmiş ve çözüm önerileri getirilmeye çalışılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma, Nevşehir ilinde yağmurlama yöntemiyle sulama yapılarak patates yetiştirilen Derinkuyu ve Kaymaklı ilçeleri ile çevre köylerinde yürütülmüştür. Yöre, $38^{\circ} 22'$ enlemi ile $34^{\circ} 44'$ boylamı üzerindedir. Denizden yükseklik 1300 m dir. Uzun yıllar (1965-1990) ortalaması, yıllık sıcaklık $9.2^{\circ}C$, bağıl nem % 57.1, rüzgar hızının 2 m yükseklikteki eşdeğeri 1.9 m/s, güneşlenme süresi 7.1 h/gün ve yıllık toplam yağış 308.6 mm dir (Anonymous 1995).

Nevşehir ili toprak karakteri oldukça değişiklik göstermesine karşın, tarım daha çok kahverengi ve regasol topraklarda yapılmaktadır. Bu topraklar genellikle hafif yapıya sahip olup, yüksek geçirgenlik ve düşük su tutma kapasitelerinden dolayı aşırı drenajlıdır. Bu hafif yapı ise yumru bitkiler için çok elverişlidir (Kasnakoğlu vd. 1995).

Yörede yapılan sulama uygulamalarının incelenmesi amacıyla 1997 yılı sulama mevsimi (Mayıs-Eylül ayları) içerisinde çiftçi koşullarında bir dizi çalışmalar yapılmıştır. Bunun için, ilk olarak yağmurlama yöntemiyle sulama yapan 125 adet çiftçide anket yapılmıştır. Anket formu; çiftçilerin tarımını yaptıkları bitki, sulama sistemi ve sulama ekipmanlarıyla ilgili bilgilerinin belirlenmesi ile sulama zamanını belirleme yeteneklerinin saptanması amacıyla yönelik olarak düzenlenmiştir.

Anket sonuçlarına göre; yöre koşullarını temsil eden 25 işletmedeki sulama sistemi ve sulama uygulamalarının değerlendirilmesi için şu çalışmalar yapılmıştır:

İşletmelerde, farklı toprak derinliklerinden bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınarak, toprakların sulama açısından önemli bazı fiziksel özellikleri belirlenmiştir (Bouyoucos 1951, Thorne ve Peterson 1954, Sönmez ve Ayyıldız 1964, Blake 1965, Millar vd. 1966). Bunun yanısıra, topraklarında tuzlulaşma sorunu

olduğunu belirten bazı işletmelere ait topraklarda ise kimyasal analizler yapılmıştır (Ayyıldız 1990).

- Sulamada kullanılan suların kalite sınıfları belirlenmiştir (Ayyıldız 1990).

- Portatif (taşınabilir) yağmurlama sulama sistemi unsurlarının uygun biçimde seçilip seçilmediği, işletilip işletilmediğini belirlemek amacıyla; lateral boru hattı üzerindeki tüm yağmurlama başlıklarında bir manometre ile çıkış basınçları, şerit metre ve nivelman aletiyle lateral boyu ve eğimleri ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar Christiansen (1942), Balaban ve Korukçu (1970), Aküzüm (1976), Perold (1977) ve Yıldırım (1980) da belirtilen esaslara göre değerlendirilmiştir. Bunun yanısıra, sulama sırasında boru ve başlıkların bağlantı yerlerinde sızma olup olmadığı gözlemlenmiştir.

- Sulama sistemlerinde kullanılan ekipmanları üreten firmalardan bunların teknik özellikleri hakkında ayrıntılı bilgi edinilmiştir.

- Çiftçilerin sulama zamanını belirleme yeteneklerini, sulamaya başladıkları toprak nemi düzeyini ve uyguladıkları sulama suyu miktarını belirlemek için sulama uygulamaları öncesinde ve sonrasında bitki kök bölgesinden, derine sızma olup olmadığını belirlemek için de kök bölgesinin altından toprak örnekleri alınmış ve mevcut nem gravimetrik yöntemle saptanmıştır.

- IRSIS² bilgisayar yazılımı ile, yörede yaygın olarak yapılan sulama uygulamaları (sulama tarihi, sayısı, uygulanan su miktarı) değerlendirilmiş ve yöre koşullarına uygun optimum ve pratik sulama zamanı programları oluşturulmuştur.

Bulgular ve Tartışma

Anket çalışmasına ilişkin sonuçlar

Yöredeki mevcut durumun belirlenmesi amacıyla yapılan ve oransal olarak değerlendirilen anket sonuçları şöyledir:

- Anket çalışması, daha çok Kaymaklı (% 47.7), Mazı (% 12.8), Şahinefendi (% 11.9) ve Derinkuyu (% 6.4) yörelerinde seçilen genellikle 20-50 yaş grubundaki 125 adet çiftçide yapılmıştır. Ankete katılan çiftçiler genellikle ilk (% 72.8) yada ortaokul (% 14.6) mezunlardır. Bu çiftçilere birkaç firma ve ziraat mühendisi dışında genellikle sulama konusunda herhangi bir kuruluş yada kişi tarafından bilgi verilmemiş olmasına karşın, çiftçiler konuyla ilgili bir eğitim çalışmasına tarla koşullarında

(% 49.7) yada seminer (% 39.1) biçiminde olmak koşuluyla gönüllü olarak katılmak istemektedirler.

- Ankete katılan çiftçiler, 1997 yılı içerisinde ortalama 50-60 dekar alanda patates ve buğday tarımı yaptıklarını belirtmişlerdir.

- Ülkemizde yaygın olarak görülen arazi bölünmüşlüğü sorunu yörede de hakim durumdadır. Çiftçiler sayıları 35-40 a (ortalama 5-10 parsel) çıkan farklı parselde tarım yapmaktadırlar.

- Ankete katılan çiftçiler genellikle patates yetiştiriciliği konusunda uzun yıllara (ortalama 10-15 yıl) dayanan deneyime sahiptirler. Yörede başta yemeklik (% 38.1) ve sanayilik (% 28.6) olmak üzere tohumluk (% 22.9) ve pazarlama (% 10.4) amacıyla çok sayıda patates çeşidinin tarımı yapılmaktadır. Patates tarımı yapan çiftçiler genellikle nitrat ağırlıklı kompoze gübreler (% 93.2) kullanmaktadırlar.

- Yörede hakim toprak bünyesi patates gibi yumru köklü bitkilerin tarımı için ideal olan hafif (% 59.8) ve orta (% 33.0) bünyedir. Bu nedenle patates yetiştiriciliğinden elde edilen verim ve gelir yüksek olmaktadır. Çiftçiler sulu koşulda dekardan 6-8 ton patates (% 64.4), 500-650 kg buğday (% 42.1) elde ettiklerini belirtmişlerdir.

- Suyun yetersiz olması yada buğdayın münavebeye girmesi dışında tarım yapılan tüm parsellerde sulama yapılmaktadır.

- Ankete katılan çiftçilerin sulamaya karar vermeleri, tamamen deneyime dayanan fakat genellikle düşük yada aşırı su kullanımının söz konusu olduğu, bitkilerin fenolojik olarak izlenmesi (% 64.5) yada toprağın elle kontrol edilmesi (% 29.8) yöntemlerine dayanmaktadır.

- Ankete katılan çiftçilerin büyük bir kısmı (% 99.1) uyguladıkları sulama suyu miktarının yeterli olduğu kanısını taşımakta, genellikle sulama mevsimi içerisinde ortalama 10-12 kez (% 78.3) sulama yapmakta ve her sulamada 2.5-3 saat (% 80.2) su uygulamaktadırlar. Bazı çiftçiler değişik dönemlerde farklı sürelerde sulama yaptıklarını belirtmelerine karşın genel uygulamanın dışına çıkmamaktadırlar.

- Özellikle yağmurlama yönteminde güneş ışınlarının etkisinin yoğun olduğu saatlerde sulamayı tamamlamanın neden olduğu sakıncaların bilinmesine karşın, çiftçiler günün her saatinde sulama yaptıklarını belirtmişler, bunun yanısıra hemen hemen tamamı gece sulaması da yaptıklarını vurgulamışlardır.

- Çiftçiler sulama uygulamalarında, başta enerjinin sağlanması ve sürekliliğinde meydana gelen aksaklıklar

² Irrigational Scheduling Information System
Leuven University, Belgium

(% 61.0) olmak üzere, bazı sulama malzemelerinin kalitesizliği (% 14.3) ve suyun yeterli olmaması (%12.4) gibi sorunlarla karşılaşmaktadırlar.

- Ankete katılan çiftçilerin çoğunluğu (% 78.3) ilk sulama yaptıkları yıllara göre elde ettikleri patates veriminde azalmanın olduğunu belirtmişlerdir. Bu azalmaya aynı parselde üst üste patates tarımı yapılmasının neden olduğunu vurgulamışlardır.

Ankete katılan çiftçilerin büyük bir bölümü (% 85.5) topraklarında sulamadan kaynaklanan tuzlulaşma gibi sorunların oluşmadığını belirtmişlerdir. Tuzlulaşma sorunu olduğunu belirten küçük bir grup (% 10.1) ise sorunun kaynağının aşırı gübre kullanımı olduğu kanısını taşımaktadırlar.

- Yöredeki sulama uygulamalarında yararlanılan su kaynağının tamamını yeraltı suyu oluşturmakta ve çiftçiler derinliği 300 m ye (ortalama 150-160 m) kadar olan kuyulardan suyu dalgıç tipi pompalarla arazilerine vermektedirler. Çiftçilerin büyük bir bölümü (% 91.7) su kaynaklarının yeterli olduğunu belirtmişlerdir.

- Yörede sulama uygulamalarında yaygın olarak PVC malzemeden üretilen borular ve çok sayıda değişik firmanın ürettiği yağmurlama başlıkları kullanılmaktadır. Çiftçiler arazilerinin boyutlarına göre değişmekle birlikte genellikle 12x12 m tertip aralığında (% 96.1) döşemiş 5-10 adet lateral hattı (% 96.0) ile sulamayı tamamlamaktadırlar. Her bir lateral hattı üzerinde ortalama 15-30 adet yağmurlama başlığı bulunmaktadır.

- Yörede tarım yapılan alanlarda elektrik şebekesi tamamlanmış durumdadır. Çiftçilerin tamamı bu enerjiden yararlanmaktadırlar. Bunun karşılığında ödedikleri enerji ücretinin toplam giderler içerisindeki payının yaklaşık % 20-25 düzeyinde olduğunu belirtmişlerdir.

Toprak ve su örnekleri analiz sonuçları

Anket sonuçlarına göre yöre koşullarını işletme büyüklüğü, toprak bünyesi, sulama yöntemi vb. açıdan

temsil eden 25 işletmeye ilişkin toprakların sulama yönünden önemli bazı fiziksel özellikleri Çizelge 1 de, bunun yanısıra, sulamaya başladıkları yıla göre topraklarında verim azalması ve tuzlulaşma sorunu olduğunu belirten işletmelere ait toprakların bazı kimyasal özellikleri de Çizelge 2 de verilmiştir.

Çizelge 1 den görüleceği gibi anket sonuçlarına benzer biçimde örnek olarak seçilen işletmelerdeki hakim toprak sınıfı hafif ve orta bünyedir. Bu toprakların kullanılabilir su tutma kapasiteleri 63.2-130.3 mm/m arasında değişmektedir.

Çizelge 2 incelendiğinde ise, işletmelerin topraklarında toplam tuz ve kireç yüzdesi açısından bir sorun olmadığı görülmektedir.

Sulama sistemlerine ilişkin sonuçlar

İncelenen işletmelerin tamamında sulama uygulamalarında portatif yağmurlama sistemi kullanılmaktadır. Tertip aralıkları 12x12 m dir. Genellikle, yağmurlama başlıklarının her iki memesi de çalışmakta, lateral ve ana boru hatları 75 mm dış çaplı sert PVC ve PE borulardan oluşmaktadır. Sistem unsurlarının uygun biçimde seçilip seçilmediği, işletilip işletilmediğinin belirlenmesi amacıyla yapılan ölçümlere ve değerlendirme sonuçlarına ilişkin bazı değerler Çizelge 4 te özetlenmiştir. Değerlendirmede; yağmurlama başlığının uygunluğu için, başlığı üreten firmalar tarafından öngörülen tertip aralığı ve işletme basıncı sınırları göz önüne alınmış, bu tertip aralığı ve işletme basıncında başlığın uniform bir su dağılımı verdiği, yani, $Cu \geq 84$ koşulunu sağladığı yaklaşımı yapılmış, ayrıca tekil başlık, tekil lateral yada birlikte çalışan lateraller denemeleri yapılmamıştır. Yörede yaygın olarak kullanılan bir yağmurlama başlığının teknik özellikleri Çizelge 5 te örnek olarak verilmiştir. Lateral boru çapının uygunluğu için, uç başlıklar arasındaki basınç farkı ≤ 20 ve $Cu \geq 97$ koşulu dikkate alınmıştır. Sistemin yerleştirilme biçiminin uygulduğunda ise lateral boru hattının uzunluğu ve eğimleri dikkate alınmıştır.

Çizelge 1. Araştırma alanında seçilen işletmelerdeki toprakların bazı fiziksel özellikleri

İşletme no	Bünye sınıfı	Kullanılabilir su tutma kapasitesi (mm/m)	İşletme no	Bünye sınıfı	Kullanılabilir su tutma kapasitesi (mm/m)
1	SCL	130.3	14	SCL	127.8
2	SL	94.9	15	SL, SCL	111.3
3	SL	96.0	16	LS, S	63.2
4	SL	87.0	17	SCL,LS,S	83.2
5	SL	90.6	18	SL, S	74.2
6	SL, SCL	84.6	19	SL, LS, S	80.6
7	SL	88.3	20	SL, LS	86.7
8	SL	81.4	21	LS, S, SL	72.0
9	SL	80.8	22	LS, SL	79.2
10	SL	88.7	23	SL, S	93.1
11	LS	83.3	24	SL, LS, S	85.4
12	LS	84.6	25	SCL,SL	108.0
13	SCL	123.0			

Çizelge 2. Araştırma alanında yıllara göre verim azalması gözlenen bazı işletmelere ait toprakların önemli kimyasal özellikleri

İşletme no	pH	Toplam tuz (%)	Kireç (%)	Organik madde (%)	Bitkilere yararlı besin maddeleri (kg/da)	
					Fosfor (P ₂ O ₅)	Potasyum (K ₂ O)
1	5.10	Yok	Yok	0.90	24.02	32.79
2	5.11	Yok	Yok	1.10	42.90	91.26
3	5.66	0.043	Yok	1.24	24.16	114.66
4	4.55	0.025	Yok	1.16	30.31	83.07
5	5.56	0.028	Yok	0.63	10.86	19.89
6	6.44	0.042	Yok	1.41	13.15	152.10
7	6.15	0.029	Yok	0.94	14.87	62.01
8	5.79	Yok	Yok	1.10	48.62	59.67
9	4.94	Yok	Yok	1.17	59.48	38.61
10	4.64	0.025	Yok	1.72	45.76	38.61
11	5.55	0.020	Yok	0.88	9.15	45.03
12	6.52	0.022	Yok	0.93	36.60	45.29
13	4.86	0.038	Yok	1.34	8.17	66.69
14	4.75	Yok	Yok	1.19	28.60	45.29
15	4.99	Yok	Yok	1.52	40.61	64.35

Çizelge 3. Araştırma alanındaki bazı işletmelere ait sulama sularının analiz sonuçları

İşl. no	Kasyonlar (me/l)				Anyonlar (me/l)					pH	ECx10 ⁶ (dS/m)	Bor (mg/L)	RSC (me/l)	SAR (%)	Sınıfı
	Na	K	Ca+Mg	Top.	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄	Top.						
1	0.59	0.07	2.06	2.72	0.00	1.95	0.20	0.56	2.72	7.4	280	0.30	0.00	0.58	C ₂ S ₁
2	0.61	0.07	2.10	2.78	0.00	2.54	0.20	0.04	2.78	7.2	280	0.10	0.44	0.59	C ₂ S ₁
3	0.68	0.10	2.71	3.49	0.00	1.73	0.25	1.51	3.49	7.1	350	0.05	0.00	0.58	C ₂ S ₁
4	0.36	0.05	1.58	1.99	0.00	1.73	0.25	0.01	1.99	6.9	200	0.00	0.15	0.41	C ₁ S ₁
5	0.54	0.05	2.49	3.08	0.00	2.75	0.30	0.03	3.08	7.4	300	0.10	0.26	0.48	C ₂ S ₁
6	0.62	0.07	1.95	2.64	0.00	2.43	0.20	0.01	2.64	7.4	280	0.20	0.48	0.63	C ₂ S ₁
7	0.61	0.08	2.10	2.79	0.00	2.50	0.25	0.04	2.79	7.7	280	0.05	0.40	0.59	C ₂ S ₁
8	0.61	0.05	2.17	2.83	0.00	1.27	0.45	1.10	2.83	7.6	280	0.00	0.00	0.52	C ₂ S ₁
9	0.62	0.10	1.73	2.45	0.00	2.10	0.30	0.05	2.45	7.5	245	0.05	0.37	0.66	C ₁ S ₁
10	0.75	0.03	2.17	2.95	0.00	2.54	0.25	0.16	2.95	6.9	300	2.60	0.37	0.72	C ₂ S ₁
11	0.59	0.03	1.84	2.46	0.00	2.30	0.15	0.01	2.46	7.5	245	1.10	0.46	0.61	C ₁ S ₁
12	0.61	0.08	1.95	2.64	0.00	2.40	0.20	0.04	2.64	7.4	270	2.40	0.45	0.61	C ₂ S ₁
13	0.33	0.08	1.95	2.36	0.00	2.15	0.15	0.06	2.36	7.1	240	2.10	0.20	0.33	C ₁ S ₁
14	0.46	0.07	1.74	2.27	0.00	2.00	0.25	0.02	2.27	6.9	230	1.70	0.26	0.49	C ₁ S ₁

Çizelge 4 ten görüleceği gibi incelenen işletmelerin % 24 ünde sistem, yağmurlama başlığını üreten firmalar tarafından öngörülen basınçta işletilmemekte, genellikle gereğinden daha yüksek basınç altında çalıştırılmaktadır. Bu da arazide kabul edilebilir düzeyde eş su dağılımı elde edilmemesine ve işletme masraflarının (enerji masraflarının) artmasına neden olmaktadır. İşletmelerin % 40 ında lateral boru hattı üzerindeki uç başlıklar arasındaki basınç farkı \leq 20 ve % 36 sında ise \geq 97 koşulu sağlanmamaktadır. Başka bir deyişle, bu işletmelerde lateral ve ana boru hattının çapları (sistem portatif olduğundan lateral boru çapı ile ana boru hattı çapı aynıdır) uygun biçimde seçilmemiştir. İşletmelerin % 20 sinde boruların bağlantı yerlerinde su sızıntısı olduğu gözlemlenmiştir. Bunun yanısıra, işletmelerin tamamında yağmurlama sistemi uygun biçimde araziye yerleştirilmiştir. Birkaç işletmede lateral boyları 250 m den fazla ve eğimleri bayır yukarı olmasına karşın, bu durum

arazilerinin şekil ve konularından dolayı zorunlu olarak ortaya çıkmaktadır.

Sulama zamanı planlaması

Çiftçilerin sulama zamanını belirleme yeteneklerini, sulamaya başladıkları toprak nemi düzeyini ve uyguladıkları sulama suyu miktarını belirlemek için sulama uygulamaları öncesinde ve sonrasında farklı derinlikteki toprak katmanlarından toprak örnekleri alınarak, nem değerleri belirlenmiştir. Genel durumu yansıtan birkaç işletmeye ilişkin değerler örnek olarak Çizelge 6'da verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği gibi, yöredeki çiftçiler patatesin etkili kök derinliği olan 60 cm toprak derinliğindeki kullanılabilir suyun ortalama % 80 i tüketildiğinde sulamaya başlamakta, olması gerekenden daha geniş sulama aralığında sulama yapmakta ve böylece bitkinin topraktaki su eksikliğinden kaynaklanan gerilime girmesine neden olmaktadır.

Toprağın 60-90 cm lik katmanında ölçülen nem değerleri ise sulamalarda derine sızma olduğunu, yani çiftçilerin bir sulamada gereğinden daha fazla sulama suyu uyguladığını göstermektedir. Yöre topraklarının aşırı drenaja sahip olması, toprağa fazla su verilmesi sonucunda ortaya çıkabilecek yüksek tabansuyu ve tuzlulaşma gibi problemleri önlemektedir.

Anket çalışmasına ilişkin sonuçlarda da değinildiği gibi, yörede sulama zamanı planlaması, tamamen tecrübeye dayanan fakat genellikle düşük veya aşırı su kullanımının söz konusu olduğu bitkilerin fenolojik olarak izlenmesi yada toprağın elle kontrol edilmesi yoluyla yapılmaktadır. Bu şekilde yapılan iki örnek sulama uygulaması IRSIS bilgisayar programında değerlendirilerek sonuçları Çizelge 7 de verilmiştir. Verilen örnek sulama uygulamalarının seçiminde yöredeki hakim toprak bünyesi (hafif ve orta hafif bünye sınıfı), yaygın olarak yapılan sulama sayısı ve süresi gözönüne alınmıştır. Bir sulama mevsiminde 12 kez ve her sulamada 3 saat süreyle sulama yapan çiftçiler için 1. örnek ve bir

sulama mevsiminde 8 kez ve her sulamada 4 saat süreyle sulama yapan çiftçiler için de 2. örnek hazırlanmıştır.

Birinci örneğe ilişkin sonuçlar incelendiğinde % 11 düzeyinde verim kaybının olduğu, buna karşın optimum sulama programına göre % 18.3 oranında sulama suyunda tasarruf edildiği ve uygulanan sulama suyu miktarının % 1.7 sinin derine sızdığı görülmektedir. İkinci örnekte ise verim kaybı % 16.4, sulama suyundaki tasarruf % 25.8 ve derine sızan su ise % 9.0 düzeyindedir.

Yörede hakim toprak bünyeleri için sulamadan kaynaklanan verim kaybının olmadığı optimum ve pratik sulama programları IRSIS bilgisayar programında hazırlanarak Çizelge 8 ve 9 da özetlenmiştir. Buna göre, yöre koşulları için, patatesin dikimden hemen sonra kök bölgesindeki mevcut nemin tarla kapasitesine çıkarılması, geç vejetatif periyodun başlangıcına kadar (dikimden itibaren 30-40 gün) 10 gün aralıkla sulama yapılması, sonraki sulamalara orta-ağır bünye sınıfındaki topraklarda 4 gün, hafif-orta bünye sınıfındaki topraklarda ise 3 gün aralıkla devam edilmesi ve her sulamada yaklaşık 30 mm suyun verilmesi uygun olacaktır.

Çizelge 4. İncelenen işletmelerdeki yağmurlama sistemine ilişkin sonuçlar

İşl. no	Lateral başındaki başlık bas. (Atm)	Lateral sonundaki başlık bas. (Atm)	Ortalama işletme basıncı (Atm)	Ortalama başlık debisi (m ³ /h)	Başlık sayısı	Lateral boyu (m)	Lateral eğimi (%) (+ yukarı) (- aşağı)	Lateral debisi (m ³ /h)	Uç başlıklar arasındaki basınç farkı (%)	Christiansen eş su dağılım katsayısı (Cu)
1	2.6	2.4	2.5	2.55	16	192	+ 0.20	40.8	8	97
2	4.3	2.0	3.0	2.79	22	264	- 3.0	61.4	77	96.5
3	2.3	2.0	2.1	2.34	12	144	+ 3.0	28.1	14	96
4	2.8	1.7	2.2	2.39	18	216	+ 0.4	43.0	50	95.5
5	2.0	1.5	1.8	2.16	14	168	+ 1.9	30.2	28	93
6	2.5	2.9	2.7	2.65	10	120	- 2.0	26.5	15	99
7	2.6	2.0	2.2	2.39	19	228	- 1.0	45.4	27	96.5
8	2.6	2.4	2.5	2.55	16	192	- 0.7	40.8	8	98
9	2.7	2.3	2.4	2.50	15	180	- 0.1	37.5	17	98
10	2.7	2.4	2.6	2.60	10	120	- 0.1	26.0	12	99
11	3.3	2.3	2.8	2.70	17	204	- 0.2	45.9	36	96.7
12	4.0	3.4	3.7	3.10	13	156	+ 0.01	40.3	16	98
13	3.2	4.1	3.6	3.06	11	132	- 5.0	33.7	25	97
14	3.0	2.0	2.5	2.55	22	264	- 2.0	56.1	40	95.5
15	2.5	2.4	2.4	2.50	10	120	+ 0.8	25.0	4	99
16	3.1	2.5	2.7	2.65	16	192	- 0.5	42.4	22	98
17	3.0	2.2	2.5	2.55	17	204	+ 0.8	43.4	32	96
18	2.8	2.7	2.7	2.65	18	216	+ 0.1	47.7	4	96
19	4.3	4.0	4.1	3.26	12	144	- 0.7	39.1	7	99
20	2.2	3.1	2.7	2.65	12	144	- 3.0	31.8	33	99
21	3.4	3.4	3.3	2.93	10	120	- 0.6	29.3	-	99
22	2.5	2.2	2.3	2.44	11	132	+ 2.0	26.8	13	97.5
23	2.4	2.4	2.3	2.44	8	96	- 0.3	19.5	-	99.5
24	3.5	3.1	3.3	2.93	12	144	- 0.3	35.2	12	99
25	3.2	2.7	2.9	2.75	12	144	- 0.02	33.0	17	98.5

Çizelge 5. Yörede yaygın biçimde kullanılan bir yağmurlama başlığının teknik özellikleri

Meme çapı (mm)	İşletme basıncı (Atm)	Debisi (m ³ /h)	İslatma çapı (m)	Tertip aralığı (mxm)	Yağmurlama hızı (mm/h)
4.5x5.0	2.0	1.94	14.0	12x12	13.50
	2.5	2.10	16.0	12x12	14.60
	3.0	2.26	16.0	12x12	15.70

Çizelge 6. Bazı işletmelere ilişkin toprak nemi sonuçları

Toprak nemi sabiteleri	İşletme no														
	1			2			3			4			5		
	0-30	30-60	60-90	0-30	30-60	60-90	0-30	30-60	60-90	0-30	30-60	60-90	0-30	30-60	60-90
TK (%)	24.3	26.6	27.5	20.3	19.5	20.6	24.4	25.2	23.2	17.7	18.7	18.7	19.9	16.9	17.1
SN (%)	17.2	17.0	18.0	10.0	10.2	10.3	12.1	12.8	11.7	9.5	9.3	9.4	10.2	9.5	9.9
S.Ö (%)	20.4	17.9	19.1	10.0	11.3	11.5	13.7	15.9	15.8	9.5	10.8	13.2	12.7	13.2	13.1
S.S (%)	23.8	26.6	31.1	17.9	16.4	21.2	20.6	20.1	21.2	13.0	13.9	19.1	17.8	16.2	15.5
P (%)	55	91	88	100	88	88	87	75	64	100	84	59	74	50	56

TK:Tarla kapasitesi, SN:Solma noktası, S.Ö:Sulama öncesi toprak nemi, S.S:Sulama sonrası toprak nemi, P:Kullanılabilir su tutma kapasitesinin tüketilen kısmı

Çizelge 7. Yörede yaygın olarak yapılan sulama uygulamalarına ilişkin örnekler

1. Örnek				2. Örnek			
Sulama no	Sulama tarihi	Uygulanan sulama suyu miktarı (mm)	Sulama aralığı	Sulama no	Sulama tarihi	Uygulanan sulama suyu miktarı (mm)	Sulama aralığı
1	15 Mayıs	44	-	1	15 Mayıs	60	-
2	15 Haziran	44	31	2	15 Haziran	60	31
3	30 Haziran	44	15	3	5 Temmuz	60	20
4	10 Temmuz	44	10	4	15 Temmuz	60	10
5	17 Temmuz	44	7	5	25 Temmuz	60	10
6	24 Temmuz	44	7	6	4 Ağustos	60	10
7	31 Temmuz	44	7	7	14 Ağustos	60	10
8	7 Ağustos	44	7	8	24 Ağustos	60	10
9	14 Ağustos	44	7				
10	21 Ağustos	44	7				
11	28 Ağustos	44	7				
12	4 Eylül	44	7				
Toplam sulama suyu		: 528.0 mm		Toplam sulama suyu		: 480.0 mm	
Verim düzeyi		: % 89.0		Verim düzeyi		: % 83.6	
Sulama suyu tasarruf miktarı		: 118.5 mm (% 18.3)		Sulama suyu tasarruf miktarı		: 166.5 mm (% 25.8)	
Drenaj suyu		: 11.1 mm (% 1.7)		Drenaj suyu		: 58.3 mm (% 9.0)	

Çizelge 8. Orta-ağır toprak bünyesi için optimum ve pratik sulama zamanı programları

Optimum sulama programı				Pratik sulama programı			
Sulama no	Sulama tarihi	Uygulanan sulama suyu miktarı (mm)	Sulama aralığı	Sulama no	Sulama tarihi	Uygulanan sulama suyu miktarı (mm)	Sulama aralığı
1	15 Mayıs	40.3	-	1	15 Mayıs	40.0	-
2	25 Mayıs	14.9	10	2	25 Mayıs	30.0	10
3	3 Haziran	17.0	9	3	8 Haziran	30.0	14
4	10 Haziran	18.9	7	4	17 Haziran	30.0	9
5	16 Haziran	21.2	6	5	24 Haziran	30.0	7
6	21 Haziran	21.8	5	6	29 Haziran	30.0	5
7	25 Haziran	23.4	4	7	4 Temmuz	30.0	5
8	29 Haziran	25.0	4	8	8 Temmuz	30.0	4
9	3 Temmuz	27.3	4	9	12 Temmuz	30.0	4
10	7 Temmuz	29.3	4	10	16 Temmuz	30.0	4
11	11 Temmuz	31.2	4	11	20 Temmuz	30.0	4
12	14 Temmuz	25.8	3	12	24 Temmuz	30.0	4
13	18 Temmuz	31.0	4	13	28 Temmuz	30.0	4
14	22 Temmuz	30.9	4	14	1 Ağustos	30.0	4
15	26 Temmuz	30.6	4	15	5 Ağustos	30.0	4
16	30 Temmuz	30.6	4	16	9 Ağustos	30.0	4
17	3 Ağustos	29.5	4	17	13 Ağustos	30.0	4
18	7 Ağustos	29.0	4	18	17 Ağustos	30.0	4
19	11 Ağustos	28.7	4	19	21 Ağustos	30.0	4
20	15 Ağustos	28.0	4	20	26 Ağustos	30.0	5
21	19 Ağustos	27.9	4	21	31 Ağustos	30.0	5
22	23 Ağustos	26.2	4				
23	27 Ağustos	25.6	4				
24	1 Eylül	29.6	5				
Toplam sulama suyu		: 643.7 mm		Toplam sulama suyu		: 640.0 mm	
Verim düzeyi		: % 100.0		Verim düzeyi		: % 100.0	

Çizelge 9. Hafif-orta toprak bünyesi için optimum ve pratik sulama zamanı programları

Optimum sulama programı				Pratik sulama programı			
Sulama no	Sulama tarihi	Uygulanan sulama suyu miktarı (mm)	Sulama aralığı	Sulama no	Sulama tarihi	Uygulanan sulama suyu miktarı (mm)	Sulama aralığı
1	15 Mayıs	28.3	-	1	15 Mayıs	40.0	-
2	22 Mayıs	10.1	7	2	24 Mayıs	30.0	9
3	27 Mayıs	10.9	5	3	4 Haziran	30.0	11
4	1 Haziran	11.6	5	4	12 Haziran	30.0	8
5	5 Haziran	12.7	4	5	18 Haziran	30.0	6
6	9 Haziran	13.0	4	6	22 Haziran	30.0	4
7	13 Haziran	14.2	4	7	26 Haziran	30.0	4
8	17 Haziran	15.2	4	8	29 Haziran	30.0	3
9	21 Haziran	17.5	4	9	2 Temmuz	30.0	3
10	24 Haziran	17.5	3	10	5 Temmuz	30.0	3
11	27 Haziran	18.3	3	11	9 Temmuz	30.0	3
12	30 Haziran	19.1	3	12	11 Temmuz	30.0	3
13	3 Temmuz	20.6	3	13	14 Temmuz	30.0	3
14	6 Temmuz	21.5	3	14	16 Temmuz	30.0	2
15	9 Temmuz	22.3	3	15	19 Temmuz	30.0	3
16	12 Temmuz	23.7	3	16	21 Temmuz	30.0	2
17	15 Temmuz	24.3	3	17	24 Temmuz	30.0	3
18	18 Temmuz	23.6	3	18	26 Temmuz	30.0	2
19	21 Temmuz	23.3	3	19	29 Temmuz	30.0	3
20	24 Temmuz	23.0	3	20	1 Ağustos	30.0	3
21	27 Temmuz	23.0	3	21	3 Ağustos	30.0	2
22	30 Temmuz	23.0	3	22	6 Ağustos	30.0	3
23	2 Ağustos	22.2	3	23	9 Ağustos	30.0	3
24	5 Ağustos	21.8	3	24	12 Ağustos	30.0	3
25	8 Ağustos	21.7	3	25	14 Ağustos	30.0	2
26	11 Ağustos	21.5	3	26	17 Ağustos	30.0	3
27	14 Ağustos	21.0	3	27	20 Ağustos	30.0	3
28	17 Ağustos	21.0	3	28	23 Ağustos	30.0	3
29	20 Ağustos	21.0	3	29	26 Ağustos	30.0	3
30	23 Ağustos	19.3	3	30	29 Ağustos	30.0	3
31	26 Ağustos	19.2	3	31	2 Eylül	30.0	4
32	29 Ağustos	18.9	3				
33	2 Eylül	22.0	4				
Toplam sulama suyu		: 646.5 mm		Toplam sulama suyu		: 630.0 mm	
Verim düzeyi		: % 100.0		Verim düzeyi		: % 100.0	

Kaynaklar

- Aküzüm, T. 1976. Türkiye'de İmal Edilen Yağmurlama Başlıklarının Su Dağılımının Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma. Ank. Üniv. Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü, Doktora Tezi, 92, Ankara.
- Anonymous, 1995. Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Verileri. Ankara.
- Ayyıldız, M. 1990. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ank. Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları, No:1196, Ankara.
- Balaban, A. ve A. Korukçu, 1970. Yağmurlama Sulama Sistemlerinde Su Dağılımının Ölçülme Metodları Üzerinde Bir İnceleme. Ank. Üniv. Ziraat Fakültesi Yılığ 1969, Ayrı Basım, 829-850, Ankara.
- Blake, G.R. 1965. Bulk Density. In: *Methods of Soil Analysis*. Part 1, (Ed: Black et al.), Am. Soc. Agron. No: 9, Medison, Wisconsin, USA.
- Bouyoucos, G.J. 1951. A recalibration of the hydrometer method for mechanical analysis of soils. *Agron. Jour.* 43:434-438.
- Christiansen, J.E. 1942. Irrigation by Sprinkling. University of California, Agricultural Experiment Station, Bulletin No:670, California.
- Doorenbos, J. and A.H. Kassam, 1988. Yield Response to Water. *FAO Irrigation and Drainage Paper*, No:33, Rome.

- Kasnakoğlu, H., G. Flichman, F. Hatipoğlu, E. Kün, V. Çakır ve I. Yıldız, 1995. The Use of Compost From City Waste in Turkish Agriculture. IAM, Montpellier.
- Kleinkopf, G.E. 1982. Potato. In I.D. Teare and M. M. Peet (ed) Crop Water Relations.. John Wiley and Sons, P. 287-305. New York.
- Korukçu, A. ve O. Yıldırım. 1978. Yağmurlama Sulama Sistemlerinde Ekonomik Boru Büyüklüğünün Saptanması. TOPRAKSU Dergisi, 49, 126-137, Ankara.
- Korukçu, A. ve O. Yıldırım. 1981. Yağmurlama Sistemlerinin Projelenmesi. TOPRAKSU Yayınları, Ankara.
- Millar, C.E., L.M. Turk ve H.D. Foth, 1966. Fundamental of Soil Science. John Wiley and Sons Inc., 4. Edition, New York.
- Perold, R. 1977. Design of Irrigation Pipe Laterals With Multiple Outlets. Jour. of the Irr. and Drain. Division, 103(122), 179-195.
- Singh, G. 1969. A review of the soil-moisture relationship in potatoes. Am. Potato J. 46:398-403.
- Sönmez, N. ve M. Ayyıldız, 1964. Tuzlu ve Sodyumlu Toprakların Teşhis ve İslahları. Ank. Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları, No:229, Ankara.
- Thorne, D.W. ve H.B. Peterson, 1954. Irrigated Soils. The Blakistan Company Inc., 2. Edition, Toronto, New York.
- Van Loon, C.D. 1971. The effect of water stress on potato growth, development, and yield. Am. Potato J. 58:51-69.
- Yıldırım, O. 1980. Türkiye'de Yapılan Bazı Boruların Yağmurlama Sistemlerinde Lateral Kullanım Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma. Ank. Üniv. Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü, Doktora Tezi, 144, Ankara.
- Yıldırım, O. 1996. Sulama Sistemleri II. Ank. Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları, No:1449, 289, Ankara.