

GAP – Fırat Sulama Birliğinde Yeterli ve Kısıtlı Sulama Suyu Koşullarında Sulama Programlaması ve Optimum Bitki Deseni

M. Fatih SELENAY¹

Geliş Tarihi : 29.06.2001

Özet: GAP bölgesi toprak ve iklim özellikleri açısından yüksek bir tarım potansiyeline sahiptir. Proje tamamlandığında yaklaşık olarak 1.8 milyon ha alan sulanacaktır. Bölgenin mevcut toprak ve su kaynaklarından etkin bir şekilde yararlanabilmesi için, yetiştirilecek bitkilerin ve oranlarının bilinmesi işletmelerde büyük önem taşımaktadır.

Bu araştırmanın amacı, Harran ovası Fırat Sulama Birliğindeki küçük ölçekli (40 da) bir tarım işletmesinde, yeterli ve kısıtlı sulama suyu koşullarında, bitkilerin sulama programlarının ve işletme için optimum bitki deseninin belirlenmesidir. Çalışmada, ele alınan bitkiler için bitki su tüketimleri ve yeterli ve kısıtlı su koşullarında sulama zaman planları, üretim girdi ve maliyetleri ile brüt kar değerleri belirlenmiştir. Daha sonra doğrusal programlama tekniği ile optimum bitki deseni elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: bitki su tüketimi, sulama zamanının planlanması, IRSIS, brüt kar, optimum bitki deseni, doğrusal programlama

Optimum Crop Pattern and Irrigation Scheduling with Adequate and Limited Water Supply in GAP-Fırat Irrigation District

Abstract: GAP project area has a great agriculture potential according to its climate and soil properties. At the end of the project approximately 1.8 billion ha will be irrigated. For efficient use of the soil and water resources, it is important to determine the optimum crop patterns in the irrigated areas.

The study aims to settle irrigation scheduling of crops and optimum crop pattern under adequate and limited water supply conditions at a small-scale farm in Fırat Irrigation District. For that purpose, irrigation scheduling and gross return values of each crop has been calculated. Linear programming has been used to determine optimum crop pattern for the farm.

Key Words: evapotranspiration, irrigation scheduling, IRSIS, gross return, optimum crop pattern, linear programming

Giriş

Sulama suyu kapasitesinin yetersiz ancak sulanabilecek özellikteki alanın fazla ve sulama suyunun pahalı olduğu durumlarda, daha çağdaş bir sulama teknolojisinin seçilmesi yanında, kısıtlı sulama uygulamasına geçilebilir. Kısıtlı sulamada, bitkisel üretimde maksimum verim elde edilmesi yerine, uygulanacak sulama suyu miktarında kısıntı yapılarak bir miktar verim azalmasına izin verilmekte, ancak aynı suyla daha fazla alanın sulanması ve birim sudan daha fazla gelir elde edilmesi mümkün olmaktadır (Tekinel ve Kanber 1979, Yıldırım ve ark.1995). Araştırmacılar, sulama sisteminin kısıtlı suya göre planlanması durumunda, enerji, su ve sermaye ihtiyaçlarında önemli azalmalar sağlanarak işletme gelirinin artabileceğini belirtmektedirler (English ve Nuss 1982). Kısıtlı su uygulaması yapan işletmelerin yeterli su uygulamasına oranla birim alana daha düşük gelir, ancak uygulanan birim su başına daha yüksek gelir elde ettikleri belirtilmektedir (English 1990, English ve ark.1990).

Sulama programlamasının amacı, mevcut toprak, bitki ve iklim koşullarında sulama sayısının, sulama zamanının ve her sulamada uygulanacak sulama suyu

miktarının bulunmasıdır. Sulama programlaması, yeterli ve yetersiz su koşullarında, su ve toprak kaynaklarının optimum bir şekilde kullanılması ve üretimin artırılması açısından önem taşımaktadır (Stewart ve Hagan 1973, Martin ve Heermann 1984).

Sulama suyu kapasitesi yetersiz olan bir işletmede, kıt su kaynağı ile en yüksek gelirin elde edilebilmesi için, hangi bitkilerde hangi oranda kısıtlı su uygulaması veya hangi bitkilere kısıntı yapılmadan yeterli su verilmesi gerektiği, kısıtlı sulamada brüt kar değerleri ve işgücü, su ihtiyaçları vb. kullanılarak doğrusal programlama yöntemi ile bulunabilmektedir (Mannocchi ve Mecarelli 1994, Kodal 1996).

Bu araştırmanın amacı, araştırma alanı olarak seçilen Fırat sulama birliğindeki küçük ölçekli (40 da) bir tarım işletmesinde, yeterli ve kısıtlı sulama suyu koşullarında, işletme gelirinin en yüksek olacağı optimum bitki deseninin belirlenmesidir.

Materyal ve Yöntem

Araştırma alanı olarak seçilen Şanlıurfa-Harran Ovası I. kısım sulama alanında yer alan Fırat sulama

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

birliğindeki tarım işletmeleridir. Sulamanın 1995 yılında başladığı sulama birliği alanının denizden yüksekliği yaklaşık 450 m'dir. Sulama birliğinin net alanı 78410 dekadır. Bu alanın 64724 dekarı sulu, 583 dekarı ise kuru tarım alanıdır. Birlik alanı Urfa Ana Kanal sisteminin memba tarafındadır. Bölgede kışlar ılık, yazlar ise sıcak ve kurak geçer. Yağışlar en çok kış ve ilkbahar başlangıcında görülür. Birlik alanında topraklar ağır bünyelidir (Karaca 2000).

Harran Ovası genellikle polikültür tarıma uygun olmasına rağmen, yağış miktarının az, mevsimlere dağılışının çoğu bitkinin yetiştirme periyoduna rastlamaması ve düşük oransal nem, bazı bitkilerin yetiştirilmesini kısıtlamaktadır (Şelli 1996).

Yörede yapılan araştırmada belirtilen işletme büyüklük grupları incelenmiş ve küçük işletme (0-50 da) sınıfında yer alan ve büyüklüğü 40 da olan tarım işletmesi bu çalışmada esas alınmıştır (Şelli 1996).

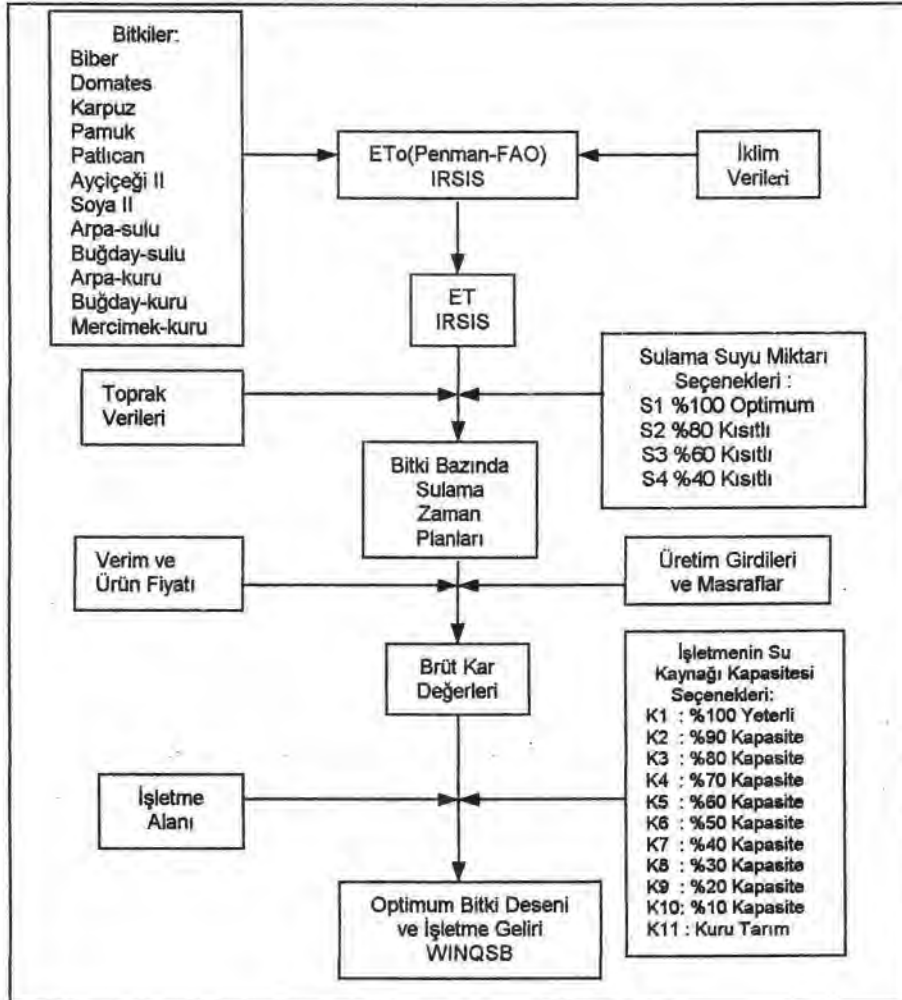
Çalışmada yapılan işlemlere ilişkin sıralama Şekil 1'de verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi önce yetiştirilecek sulu ve kuru koşullarda yetiştirilen bitkiler seçilmiş ve iklim faktörlerinden yararlanılarak referans su tüketimi (ET_o) ve

bitki su tüketimi (ET) değerleri Penman FAO Modifikasyonu yöntemiyle ve IRSIS yazılımı yardımıyla hesaplanmıştır (Raes ve ark.1988).

Yörenin iklim koşulları ve pazar durumu dikkate alınarak, Şekil 1'de görüldüğü gibi, yörede tarımı yapılan yedisı sulu, üçü kuru ve ikisi II. ürün olmak üzere 12 bitki seçilmiştir. Tarım alanlarında toprak bünyesinin çoğunluğunun killi bünyeye sahip olması nedeniyle araştırmada tek toprak bünyesi kabul edilmiştir. Toprağın kullanılabilir su tutma kapasitesi 180 mm/m, infiltrasyon hızı ise 350 mm/gün olarak alınmıştır (Bilgel ve ark.1997).

Bu hesaplamalar için gerekli olan kc bitki katsayıları, ky verim faktörleri, bitki etkili kök derinliği, sulamaya başlanacak toprak nem düzeyi gibi bitki dosyası bilgileri, ilgili yayınlardan yararlanılarak hazırlanmıştır. Araştırmada mevsimlik su kısıtı uygulanmıştır (Doorenbos ve Pruitt 1984, Doorenbos ve Kassam 1986, Allen ve ark.1998).

Araştırmada bitki su ihtiyacının tamamen karşılandığı duruma ilave olarak, bitki su ihtiyacının bir kısmının karşılandığı duruma ilişkin bitki su tüketimi ve sulama programlarının elde edilmesi amaçlanmıştır. Verilen sulama ihtiyacını karşılama durumuna göre Şekil 1'de



Şekil 1. Çalışmaya ilişkin akış şeması

belirtilen 4 seçenek (optimum sulama ve bu su miktarının % 80, % 60 ve % 40'ının verildiği kısıtlı sulama programları) oluşturulmuştur.

Önce yeterli su için çözüm alınarak gerekli su miktarı (%100) elde edilmiş, daha sonra bu su miktarının % 80, % 60 ve % 40'ı alınarak kısıtlı sulama suyu miktarları hesaplanmış ve bunlara uygun kısıtlı sulama programları elde edilmiştir.

Bitkiler bazında optimum ve kısıtlı sulama koşullarında brüt kar, her bir üretim faaliyeti itibarıyla elde edilen gayri safi üretim değerinden, bu faaliyetler için yapılan özel değişen masrafların çıkarılması sonucu belirlenmiştir (Kodal 1996, Şelli 1996, Koral ve Altun 2000). Verime göre değişen üretim masrafları, gerçek verimin maksimum verime eşit olduğu S1 konusu için hesaplanmış, yetersiz su koşullarında (S2, S3), bu değer ve verim oranı (Ya/Ym) kullanılarak, gerçek verim için verime göre değişen üretim masrafları elde edilmiştir.

Bitkiler için brüt kar değerleri, aile işgücünün yeterli olacağı varsayılarak hesaplanmış, bu nedenle işgücü masrafı göz önüne alınmamıştır. Ancak, işletmede aile işgücünün yeterli olmaması durumunda dışarıdan işgücü teminine olanak sağlanması için modelde ilave işgücü değişkenleri kullanılmış (Kodal 1996) ve belirlenecek desene göre ilave işgücü ihtiyacı ortaya çıktığında bunun masrafı göz önüne alınmıştır.

Araştırmada, ele alınan tarım işletmesi için su kaynağı kapasitesinin yeterli ve yetersiz olduğu koşullarda, optimum bitki deseninin bulunmasında doğrusal programlama tekniği kullanılmıştır (Erkuş ve Demirci 1996, Halaç 1983, Karayalçın 1993, Öztürk 1992, Tulunay 1992, Tunalıgil ve Eker 1987, Esin 1984). Oluşturulan doğrusal programlama modellerinin çözümünde WINQSB bilgisayar yazılımından yararlanılmıştır.

İşletmenin su kaynağı kapasitesi açısından alınan 11 seçenek Şekil 1'de verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi K1, maksimum gellrin elde edileceği optimum bitki deseninin ihtiyacı kadar su kaynağına sahip olan işletmeyi ifade etmektedir. K2,...K10 ise, su kaynağı kapasitesi, işletmenin su ihtiyacından belirli oranlarda daha az olan işletmeleri, K11 ise kuru tarım işletmesini temsil etmektedir. Her bir su kapasitesi için ayrı ayrı doğrusal programlama modeli oluşturularak çözüm alınmış ve optimum bitki deseni elde edilmiştir (Kodal 1996).

Bulgular ve Tartışma

Yeterli ve kısıtlı su koşullarında çalışmada ele alınan bitkiler için elde edilen sulama programlarından biri (patıcan) örnek olarak Çizelge 1' de verilmiştir. Optimum sulama koşullarında toplam uygulanan sulama suyu miktarı 1127.2 mm, gerçek su tüketiminin maksimum su tüketimine oranı 1.00'dir, dolayısıyla gerçek verim (Ya), maksimum verime (Ym) eşittir. S2 çözümü alınırken, sulama suyunun $1127 \times 0.80 = 902$ mm 'ye eşit veya yakın olması sağlanmıştır. Geliştirilen sulama programında toplam 893.9 mm sulama suyu uygulanmış olup hesaplanan 902 mm'lik değerle arasındaki fark çok azdır (% 1'in altında). Bitki su stresi ile karşılaştığından Ya/Ym = % 78.5 olarak elde edilmiştir. S3 çözümünde ise Ya/Ym = % 57.1 olmuştur.

Araştırmada elde edilen sulama programlarının sonuçları Çizelge 2'de özetlenmiştir. Çizelgede sulama

programlarına ilişkin mevsimlik sulama suyu miktarı (I), sulama sayısı (N) yanında Ya/Ym değerlerinden yararlanılarak hesaplanan gerçek verim (Ya) ve brüt kar değerleri de verilmiştir. Değerler incelendiğinde, bitkiye verilen sulama suyu miktarı azaldıkça sulama sayısında,

Çizelge 1. Patıcan için yeterli ve kısıtlı su koşullarında geliştirilen sulama programları

Sulama koşulları	Sulama no	Sulama tarihi	Su miktarı (mm)	I* (mm)	SA* (gün)	VO* (%)
S1 (%100) (Opt.)	1	30.04	36.0	1127.2	-	100
	2	16.05	34.7		16	
	3	24.05	35.2		8	
	4	30.05	32.8		6	
	5	04.06	32.8		5	
	6	09.06	34.9		5	
	7	13.06	30.5		4	
	8	17.06	31.3		4	
	9	21.06	32.3		4	
	10	25.06	34.1		4	
	11	29.06	34.8		4	
	12	03.07	36.2		4	
	13	07.07	37.1		4	
	14	11.07	38.0		4	
	15	15.07	38.9		4	
	16	19.07	39.6		4	
	17	23.07	39.7		4	
	18	27.07	38.8		4	
	19	31.07	38.3		4	
	20	04.08	37.3		4	
	21	08.08	37.2		4	
	22	12.08	36.1		4	
	23	17.08	43.1		5	
	24	22.08	42.4		5	
	25	27.08	40.6		5	
	26	01.09	39.6		5	
	27	07.09	43.0		6	
	28	13.09	41.4		6	
	29	20.09	45.9		7	
	30	28.09	44.7		8	
S2 (%80) (Kısıtlı)	1	30.04	36.0	893.9	-	78.5
	2	16.05	34.7		16	
	3	24.05	35.2		8	
	4	05.06	46.9		12	
	5	13.06	48.0		8	
	6	21.06	51.7		8	
	7	29.06	55.8		8	
	8	07.07	59.4		8	
	9	15.07	62.5		8	
	10	23.07	65.1		8	
	11	31.07	64.0		8	
	12	09.08	67.1		9	
	13	18.08	65.4		9	
	14	28.08	67.2		10	
	15	08.09	67.6		11	
	16	20.09	67.4		12	
S3 (%60) (Kısıtlı)	1	30.04	36.0	673.2	-	57.1
	2	16.05	34.7		16	
	3	24.05	35.2		8	
	4	10.06	55.4		17	
	5	22.06	60.4		12	
	6	04.07	67.4		12	
	7	16.07	73.5		12	
	8	28.07	76.7		12	
	9	10.08	77.7		13	
	10	24.08	77.5		14	
	11	09.09	78.7		16	

* I : Toplam su miktarı
SA : Sulama aralığı
VO : Verim oranı (Ya/Ym)

Çizelge 2. Bitkiler için elde edilen sulama programı sonuçları ile gerçek verim ve brüt kar değerleri

Değişken no	Bitki çeşidi ve su miktarı	I* (mm)	N* (adet)	Ya* (kg/da)	Brüt kar 10 ³ TL/da
X1	Arpa-Optimum	88,8	1	500	35,1
X2	Arpa-%80	71,0	1	482	33,5
X3	Arpa-%60	53,0	1	470	32,6
X4	Arpa-%40	36,0	1	457	31,5
X5	Buğday-Optimum	312,9	4	600	49,6
X6	Buğday-%80	248,0	3	556	45,5
X7	Buğday-%60	187,9	2	509	41,1
X8	Buğday-%40	124,4	1	457	36,1
X9	Biber-Optimum	1111,5	29	2400	330,8
X10	Biber-%80	893,1	23	1956	265,8
X11	Biber-%60	672,1	11	1452	191,6
X12	Domates-Opt.	1240,7	24	4500	278,2
X13	Domates-%80	989,3	15	3627	220,1
X14	Domates-%60	743,1	10	2592	150,3
X15	Karpuz-Optimum	948,9	16	4500	265,9
X16	Karpuz-%80	755,7	10	3735	210,9
X17	Karpuz-%60	570,5	7	2835	148,2
X18	Pamuk-Optimum	1022,2	12	350	100,8
X19	Pamuk-%80	814,6	8	285	80,7
X20	Pamuk-%60	615,7	6	242	61,2
X21	Patlıcan-Opt.	1127,2	30	5000	368,2
X22	Patlıcan-%80	893,9	18	3625	283,9
X23	Patlıcan-%60	673,2	11	2855	201,2
X24	Ayçiçeği II-Opt.	717,9	8	250	30,8
X25	Ayçiçeği II-%80	573,4	6	216	23,9
X26	Ayçiçeği II-%60	434,4	5	170	14,6
X27	Soya II-Optimum	608,8	6	250	41,8
X28	Soya II-%80	485,0	4	217	32,1
X29	Soya II-%60	364,4	3	174	19,3
X30	Arpa-Kuru	-	-	250	14,8
X31	Buğday-Kuru	-	-	200	11,6
X32	Mercimek-Kuru	-	-	120	12,6

*I : Toplam sulama suyu miktarı, N :Sulama sayısı,

Ya : Gerçek verim

verimde ve brüt kar değerlerinde azalma görülmektedir. Değerler yeterli su (S1) konuları için incelendiğinde, 2000 yılı fiyatlarına göre ortalama yılda en karlı bitkinin patlıcan olduğu, bunu biber, domates ve karpuz bitkilerinin izlediği görülmektedir.

Yeterli su kapasitesine sahip işletme (K1) için kurulan doğrusal programlama modeli Çizelge 3'de verilmiştir.

Sulu ve kuru tarım için bitkilere ilişkin maksimum ekiliş oranları göz önüne alınmamış, ancak münavebe açısından % 50 tahıl, % 50 diğer sulu bitkiler kabulü yapılmış, ayrıca kuru veya sulu tahıldan sonra II. ürün göz önüne alınmıştır.

İşgücü kapasitesine ilişkin kısıtlarda, değişkenlerin katsayıları olarak her bir bitkinin aylık ihtiyaç duyduğu işgücü miktarları, kapasite değeri olarak ise, aile işgücü kapasiteleri ile o dönemde geçici işgücü teminine ilişkin değişkenin toplamı kullanılmıştır. Onar günlük dönemlere ilişkin sulama suyu kısıtlarında değişkenlerin katsayıları olarak her bir bitkinin o dönemde ihtiyaç duyduğu sulama suyu miktarları, kapasite değerleri olarak ise, yeterli su koşulu için ihtiyaç duyulabilecek miktardan daha büyük bir sayı alınmıştır. Modelin çözümü ve optimum bitki deseninin elde edilmesinden sonra, bu desen için pik dönemde ihtiyaç duyulan su kaynağı kapasitesi (m³/on gün) (K1) elde edilmiştir.

İşletmenin sulama suyu kapasitesinin yetersiz olduğu koşullarda (K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8, K9, K10, K11) ise,

K1 için elde edilen su kapasitesinin Şekil 1'de verilen oranlar ile çarpılması sonucunda bulunan değerler, modeldeki su kaynağı kapasitesi değerlerini oluşturmuştur. Araştırmada benzer şekilde oluşturulan doğrusal programlama modellerinin çözümü sonucunda yeterli ve yetersiz su kaynağı kapasitesi koşullarında elde edilen optimum bitki desenleri ve işletme gelirleri Çizelge 4'de verilmiştir.

K1(%100, yeterli su kapasitesi) için verilen optimum bitki deseninde 20 da buğday ve 20 da patlıcan ile 20 da soya ikinci ürün görülmektedir. Her iki bitki de modeldeki münavebe kısıtının izin verdiği en üst düzeyde bitki deseninde yer almışlardır. Yeterli su için elde edilen optimum bitki deseninde bütün bitkilerin su ihtiyacının tam olarak karşılandığı S1 konusu yer almıştır. İşletme sulama suyu kapasitesinin %90'a düştüğü K2 konusunda soya II'de yeterli su yanında kısıtlı su konusu da desene girmiştir. İşletmenin su kaynağı kapasitesi % 50 'ye (K8) düştüğünde, buğday optimum sulama yanında kısıtlı su seçenekleri de desende yer almıştır. Kapasitenin % 10 'un altına düşmesi durumunda, patlıcanın desendeki payı azalmış, az da olsa pamuk ve karpuz desende yer almıştır. Sulama suyu kapasitesinin % 10'a düştüğü K10 konusunda kuru koşullarda yetiştirilen bitkilerin optimum bitki desenine girdiği görülmüştür. Kuru tarım yapıldığı K11 konusunda ise münavebe nedeniyle 20 da arpa-kuru ve 20 da mercimek-kuru desende yer almıştır. Su kaynağı kapasitesi azaldıkça, ikinci ürün ekim alanı da azalma göstermiştir.

Yeterli su kapasitesinde Mayıs ve Eylül aylarında işletmenin aile işgücü kapasitesi yetersiz kaldığından geçici işgücü ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Su kaynağı kapasitesi % 30'a düştüğünde desen değiştiği için dışardan işgücü teminine ihtiyaç kalmamıştır.

Farklı su kaynağı kapasitesine sahip işletmeler gelirleri açısından incelendiğinde, işletmenin sulama suyu kapasitesi azaldığında, işletme gelirinin azaldığı görülmektedir. Bu azalma miktarı başlangıçta çok az iken sonraları daha şiddetli olmaktadır. Burada dikkati çeken nokta, su kaynağı kapasitesinin % 50' ye kadar (2417 m³/on gün) düşmesi durumunda bile, işletme gelirinin 8 x 10³ TL 'nin üzerine olmasıdır (sırasıyla 8,96, 8,88, 8,77, 8,59, 8,41 ve 8,19). Bu noktadan sonra, su kaynağı kapasitesinin her % 10 azalması durumunda işletme geliri 7,09, 5,70, 4,21 ve 2,22 x 10³ TL 'ye düşmektedir. Dikkati çeken bir diğer nokta ise, % 10 su kapasitesinde bile işletme gelirinin %100 suya sahip işletme gelirinin yaklaşık olarak % 25'i düzeyinde olduğudur. Kuru tarım işletmesinin geliri ise yeterli su kapasitesine sahip işletme gelirinin yaklaşık % 6 'sıdır.

İşletme için belirlenen su kapasitesi ve elde edilen optimum bitki deseninde, işletmede yetiştirilen bitkilerin mevsim boyunca ihtiyaç duydukları su miktarı (m³) ve yüzdeleri de Çizelge 4' de verilmiştir. Bu değerler incelendiğinde, % 90 su kapasitesine sahip işletmenin toplam su ihtiyacının, yeterli suya sahip işletmenin toplam su ihtiyacının % 98 'i olduğu görülmektedir. İhtiyaç duyulan toplam su miktardan azaldıkça verim de azalmaktadır.

İşletmelerin su kaynağı kapasitesi ile geliri arasındaki ilişki Şekil 2'de, toplam su ihtiyacı ile geliri arasındaki ilişki ise Şekil 3'de verilmiştir. Şekiller incelendiğinde belirtilen unsurlar arasında yüksek bir korelasyon olduğu görülmektedir.

Çizelge 3. Yeterli su kaynağı kapasitesine sahip işletme için doğrusal programlama modeli

I. Amaç Fonksiyonu
 $35.1 \times 10^6 X_1 + 3.35 \times 10^6 X_2 + \dots + 1.26 \times 10^6 X_{32} - 0.5 \times 10^6 X_{33} - 0.5 \times 10^6 X_{34} - \dots - 0.5 \times 10^6 X_{41}$

II. Kısıtlar

A. Ekim alanı kısıtları (da)

1. Toplam alan kısıtı
 $X_1 + X_2 + \dots + X_{23} + X_{30} + X_{31} + X_{32} \leq 40$

2. İkinci ürün ekim alanı kısıtı
 $-X_1 - X_2 - \dots - X_8 + X_{24} + X_{25} + \dots + X_{29} - X_{30} - X_{31} - X_{32} \leq 0$

3. Münavebe kısıtı
 $X_1 + X_2 + \dots + X_8 \geq 20$

B. İşgücü kısıtları (sa)

1. Mart : $0.05 X_1 + 0.05 X_2 + \dots + 0.00 X_{32} - X_{33} \leq 559$

2. Nisan : $2.90 X_1 + 2.90 X_2 + \dots + 0.00 X_{32} - X_{34} \leq 559$

...

9. Kasım : $0.30 X_1 + 0.30 X_2 + \dots + 0.00 X_{32} - X_{47} \leq 674$

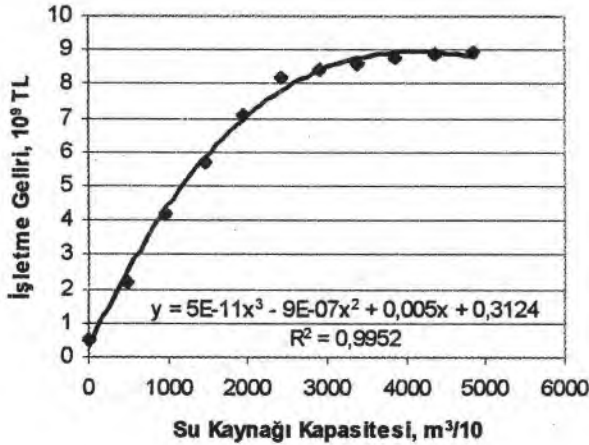
C. Sulama suyu kısıtları (m³)

1. Nisan (2. on gün) : $88.8 X_1 + 0.0 X_2 + \dots + 0.0 X_{29} \leq 5000$

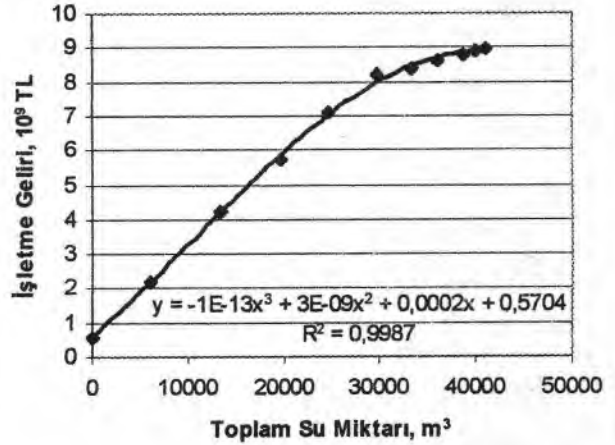
2. Nisan (3. on gün) : $0.0 X_1 + 71.0 X_2 + \dots + 0.0 X_{29} \leq 5000$

...

17. Eylül (3. on gün) : $0.0 X_1 + \dots + 48.8 X_{12} + \dots + 0.0 X_{29} \leq 5000$



Şekil 2. Su kaynağı kapasitesi ile işletme geliri ilişkisi



Şekil 3. Toplam su miktarı ile işletme geliri ilişkisi

Sonuç

Araştırma sonuçları, çok düşük su miktarlarında bile işletme gelirin yüksek düzeylerde tutulmasının mümkün olduğunu göstermektedir. Ancak bu, bitkilerin su-verim ilişkilerinin iyi bilinmesi ve mevcut sulama suyu, işgücü ve

arazi kapasitelerine göre hangi bitkinin ve hangi sulama programının kullanılacağına ilişkin doğrusal programlama tekniği ile analiz edilmesi ile mümkün olabilmektedir.

Çizelge 4. Yeterli ve yetersiz sulama suyu kapasitesi koşullarında elde edilen optimum bitki desenleri

Değişken no	Bitki çeşidi ve su miktarı	İşletme su kapasitesi (%)										
		K1 % 100	K2 % 90	K3 % 80	K4 % 70	K5 % 60	K6 % 50	K7 % 40	K8 % 30	K9 % 20	K10 % 10	K11 % 0
X1	Arpa-Optimum							3.10	8.62	5.69	5.44	
X2	Arpa-%80											
X3	Arpa-%60											
X4	Arpa-%40									14.77	11.39	
X5	Buğday-Opt.	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	14.38	5.80	8.15	5.50		
X6	Buğday-%80							4.69	0.09			
X7	Buğday-%60						5.62	9.85	4.24	1.44		
X8	Buğday-%40											
X9	Biber-Opt.											
X10	Biber-%80											
X11	Biber-%60											
X12	Domates-Opt.											
X13	Domates-%80											
X14	Domates-%60											
X15	Karpuz-Opt.										1.46	
X16	Karpuz-%80										0.80	
X17	Karpuz-%60											
X18	Pamuk-Opt.											
X19	Pamuk-%80											
X20	Pamuk-%60								0.03	0.02	0.01	
X21	Patlıcan-Opt.	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	16.56	12.41	8.28	2.02	
X22	Patlıcan-%80											
X23	Patlıcan-%60											
X24	Ayçiçeği-Opt.											
X25	Ayçiçeği-%80											
X26	Ayçiçeği-%60											
X27	Soya II-Opt.	20.00	16.13	12.26	8.39	4.52	0.65					
X28	Soya II-%80											
X29	Soya II-%60		3.87	6.74	5.63	4.52	3.40	2.66	1.96	1.31	1.13	
X30	Arpa-Kuru										15.70	20.00
X31	Buğday-Kuru											
X32	Mercimek-Kuru											20.00
X35	Mayıs geçici işgücü (sa)	251.40	251.40	251.40	251.40	251.40	218.81	74.11				
X39	Eylül geçici işgücü (sa)	129.20	129.12	128.24	124.12	120.01	115.89					
Birinci Ürün Toplam Ekim Alanı (da)		40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	24.30	-
İkinci Ürün Toplam Ekim Alanı (da)		20.00	20.00	19.00	14.02	9.04	4.05	2.66	1.96	1.31	1.13	-
İşletme Geliri (10 ⁹ TL)		8.96	8.88	8.77	8.59	8.41	8.19	7.09	5.70	4.21	2.22	0.55
İşletme Geliri, %		100	99	98	96	94	91	79	64	47	25	6
Su Kaynağı Kapasitesi (m ³ /10 gün)		4834	4351	3867	3384	2900	2417	1934	1450	967	483	-
Kullanılan Toplam Su Miktarı (m ³)		40980	40035	38723	35964	33198	29737	24741	19668	13339	6056	-
Kullanılan Toplam Su, %		100	98	94	88	81	73	60	48	33	15	-

Kaynaklar

- Allen, R. G., L. S. Pereira, D. Raes ve M. Smith, 1998. Crop Evapotranspiration. Irrig. and Drain. Paper No: 56, Rome, 300s.
- Bilgel, L., Y. Sözbilici ve Ö. Çetin, 1997. GAP Bölgesi Harran Ovası Koşullarında Kırmızı Mercimeğin Su Tüketimi. Top. ve Su Kay. Araş. Yılığ. KHGM. Yay. No: 102. S. 295-307.
- Dernek, Z. ve G. Erdem, 1993. Ankara İli Beypazarı İlçesinde Tarım İşletmelerinde En Uygun Ürün Deseni ve Yeter Gellirli İşletme Büyüklüğü. KHGM Ankara Araş. Ens. Md. Yay. 186/93, Ankara, 119s.
- Doorenbos, J. ve A. H. Kassam, 1986. Yield Response to Water. FAO Irrig. and Drain. Paper No: 33, Rome, 193s.
- Doorenbos, J. ve W.O. Pruitt, 1984. Crop Water Requirements. FAO Irrig. and Drain. Paper No: 24, Rome, 144s.
- English, M.J. ve G.S. Nuss, 1982. Designing for Deficit Irrigation. ASCE, Journal of the Irrigation and Drainage Engineering. Vol. 108, No.2, 91.
- English, M. 1990. Deficit Irrigation I: Analytical framework. ASCE, Journal of the Irrigation and Drainage Engineering. Vol. 116, No.3, 399-412.
- English, M., L. James ve C.F. Chen, 1990. Deficit Irrigation II: Observations in Columbia Basin. ASCE, Journal of the Irrigation and Drainage Engineering. Vol. 116, No.3, 413-426.

- Erkuş, A. ve R. Demirci, 1996. Tarımsal İşletmecilik ve Planlama. Ankara Üniv. Ziraat. Fak. Yay. 1435, Ders Kitabı 417, Ankara, 158s.
- Esin, A. 1984. Yöneylem Araştırmasında Yararlanılan Karar Yöntemleri. Gazi Üniv. Yayınları No: 41, Fen Edebiyat Fakültesi Yayın No: 5, Ankara, 371s.
- Halaç, O. 1983. Kantitatif Karar Verme Teknikleri (Yöneylem Araştırmasına Giriş). Genişletilmiş 2. Baskı, Cilt 1, İstanbul Üniv. Yayın No: 3078, İşletme Fakültesi Yayın No: 138, İstanbul, 344s.
- Karaca, G. 2000. Harran Ovasında Karık ve Damla Sulama Sistemlerinin Ekonomik Yönden Karşılaştırılması. Ankara Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), Ankara, 88 s.
- Karayalçın, İ. 1993. Yöneylem Araştırması, Hareket Araştırması, Operations Research, Kantitatif Planlama ve Karar Verme Yöntemleri. Genişletilmiş 3. Baskı, Menteş Kitabevi, İstanbul, 668s.
- Kodal, S. 1996. Ankara-Beyşehir Ekolojisinde Yeterli ve Kısıtlı Su Koşullarında Sulama Programlaması, İşletme Optimizasyonu ve Optimum Su Dağıtımı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No :1465, Ankara, 69s.
- Koral, A.İ. ve A. Altun, 2000. Türkiye'de Üretilen Tarım Ürünlerinin Üretim Girdileri Rehberi. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayın NO: 104, Rehber No: 16, Ankara, 360s.
- Mannocchi, F. ve P. Mecarelli, 1994. Optimization Analysis of Deficit Irrigation Systems. ASCE, Journal of the Irrigation and Drainage Engineering, Vo.120, No.3: 484-503.
- Martin, D.L. ve D.F., Herrmann, 1984. Scheduling to Maximize Profit from Deficit Irrigation. ASAE No. 84-2607, 30 s.
- Öztürk, A. 1992. Yöneylem Araştırması. Genişletilmiş III. Baskı, Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı, Yayın No: 58, 364s.
- Raes, D., H. Lemmens, P. Van Aelst, M. Vanden Blucke ve M. Smith, 1988. IRSIS, Irrigation Scheduling Information System. Reference Manuel 3. Faculty of Agricultural Science, Katholieke Universiteit Leuven, Belgium.
- Stewart, J. I. ve R.M. Hagan, 1973. Functions to Predict Effects of Crop Water Deficits, Journal of Irrigation and Drainage Division, ASCE, Proceedings Paper 10229, 99 (4): 421-439.
- Şelli F, 1996. Şanlıurfa İli Merkez İlçe Tarım İşletmelerinde Optimal İşletme Organizasyonları ve Yeter Gelirli İşletme Büyüklüğü, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü A.P.K. Dairesi Başkanlığı Toprak ve Su kaynakları Şube Müdürlüğü, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı, Ankara.
- Tekineli, O. ve R. Kanber, 1979. Çukurova Koşullarında Kısıtlı Su Kullanma Durumunda Pamuğun Su Tüketimi ve Verimi. Tarsus Bölge TOPRAKSU Araş. Ens. Md. Yayınları: 98/48, Tarsus, 39s.
- Tulunay, Y. 1991. Matematiksel Programlama ve İşletme Uygulamaları. İkt. Ens. Yay. No: 137.
- Tunalıgil, B.G. ve B. Eker, 1987. Tarımsal Mekanizasyonda Sistem Analizi. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yayınları :1050, Ders Kitabı :306, Ankara, 140s.
- Yıldırım, O., S. Kodal, M.F. Selenay, Y.E. Yıldırım, 1995. Kısıtlı Sulamanın Mısır Verimine Etkisi. 5. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, Kültürteknik Derneği, Ankara, s: 347-365.

ANKARA ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ YAYIN İLKELEERİ

1. Dergide tarım bilimleri alanında yapılmış özgün araştırmalar yayınlanır.
2. Dergide yayınlanacak eserler Türkçe, İngilizce, Almanca ya da Fransızca dillerinden birinde yazılabilir.
3. Dergiye gelen eserin basımı öncesinde hakem görüşü alınır. Yayın komisyonuna gönderilen makalenin dergide yayınlanabilmesi için Yayın Kurulunca bilimsel içerik ve şekil bakımından uygun görülmesi ve hakemler tarafından kabul edilmesi gerekir. Yayınlanması uygun bulunmayan eser yazarına/yazarlarına geri gönderilir.
4. Dergide yayınlanacak eserin daha önce hiçbir yayın organında yayınlanmamış ya da yayın hakkının verilmemiş olması gerekir.
5. Yayınlanması istenen eser dergiye, Microsoft Word Windows programında, Arial yazı karakterinde yazılarak, disketiyle birlikte, 1 bilgisayar çıktısı, 2 fotokopi olmak üzere toplam 3 nüsha gönderilir.
6. Dergide yayınlanan eserin yazarına/yazarlarına 5 (beş) adet ücretsiz ayrı baskı verilir.
7. Yazar soyadlarının son harfi üzerine rakam koyularak adresleri ilk sayfanın altında dipnot olarak verilir.
8. Yapılan çalışma bir kurum/kuruluş tarafından desteklenmiş ya da doktora/yüksek lisans tezinden hazırlanmış ise, bu durum ilk sayfanın altında dipnot olarak verilir.
9. Dergiye gönderilecek eser; Özet, Abstract, Giriş, Materyal ve Yöntem, Bulgular ve Tartışma, Sonuç, Teşekkür (gerekirse), Kaynaklar şeklinde düzenlenir.
10. Dergiye gönderilecek eser, A4 normunda birinci hamur kağıda, 170 x 250 mm'lik alanı kapsayacak şekilde ortada 0,5 cm boşluk bırakılarak 8,25 cm'lik iki sütun halinde hazırlanmalı ve 8 sayfayı geçmemelidir.
11. Eser hangi dilde yazılırsa yazılsın, Türkçe özet ve İngilizce abstract içermeli, özetlere aynı dilde başlık koyulmalı ve 200'er kelimeyi geçmemelidir. Özetler, 15 cm'lik tek sütun halinde 8 punto ve 1 aralık ile yazılmalıdır.
12. Metin, 9 punto ve 1 aralık ile yazılmalıdır. Şekil, grafik, fotoğraf ve benzerleri "Şekil", sayısal değerler ise "Çizelge" olarak belirtilir ve metin içerisine yerleştirilir. Şekil ve çizelgelerin eni 7,5 cm ya da 15,5 cm'yi geçmemelidir. Şekil, çizelge ve kaynaklar da kullanılan harf büyüklüğü 8 punto olmalıdır.
13. Eserde yararlanılan kaynaklara ilişkin yazım "yazar ve yıl" yöntemine göre yapılır. Üç ya da daha fazla yazarın kaynağı ifade edilmek istenirse "ve ark." kısaltması kullanılır, "Kaynaklar" bölümünde tüm yazarlar belirtilir.
14. Sözlü görüşmeler ve yayınlanmamış eserlere ait bildirimler, kaynak olarak kullanılmamalıdır.
15. Kaynaklar listesi ilk yazarın soyadına göre alfabetik olarak düzenlenir. Yararlanılan kaynak dergiden alınmışsa;
Yetişmeyen, A., N. Aröz, 1995. Farklı koyulaştırma oranı ve kurulma sıcaklığında elde edilen yaykaltı tozunun kalite kriterlerinin belirlenmesi. Gıda 20 (2): 117-122.
kitaptan alınmışsa;
Düzgüneş, O., T. Kesici, O. Kavuncu ve F. Gürbüz, 1987. Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları II). Ankara Üniv. Zir. Fak. Yay. No. 1021, 381 s., Ankara.
kitabın bir bölümünden alınmışsa;
Fıraltı, Ç. 1993. Arı Yetiştirme. "Ed. M.Ertuğrul. Hayvan Yetiştirme (Yetiştiricilik)", s. 239-270, Ankara.
anonim ise;
Anonim, 1993. Tarım İstatistikleri Özel 1991. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Yayın No. 1579, Ankara.
internet ortamından alınmışsa;
<http://www.newscientist.com/ns/980228/features.html>
olarak verilmelidir.
16. Basımına karar verilen ve düzeltme için yazarına/yazarlarına gönderilen eserde, ekleme ya da çıkarma yapılamaz.
17. Yayın süreci tamamlanan eserler geliş tarihi esas alınarak yayınlanır.
18. Bir yazarın, aynı sayıda ilk isim olarak 1 (bir), ikinci ve diğer isim sırasında 1 (bir) olmak üzere toplam 2 (iki) eseri basılabilir.
19. Yayınlanan eserin tüm sorumluluğu yazar/yazarlarına aittir.