

## Erzurum Daphan Ovası Sulama Sahasında Optimum Bitki Desenin Doğrusal Programlama Yöntemiyle Belirlenmesi

Fatih M. KIZILOĞLU Yasemin KUŞLU Üstün ŞAHİN Serap DİLER

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Erzurum (kizilogluf@yahoo.com)

Geliş Tarihi : 21.11.2005

**Özet :** Bu çalışmada Erzurum Daphan Ovası'nda sulamaya açılmış olan 9907,5 hektarlık alanda yetiştirilen bitkilerin mevsimlik su gereksinimleri, sulama alanı büyüklüğü, su kaynağı, bitkilerin ekilebilecekleri maksimum ve minimum alan büyüklükleri, birim alan için toplam ve net gelir miktarları göz önüne alınarak, doğrusal programlama yöntemiyle kurak, normal ve yağışlı yıllara ilişkin optimum bitki deseni belirlenmiştir. Doğrusal programlamada QSBWIN paket programı kullanılmıştır. En yüksek geliri sağlayan bitki deseni kurak yıl için %50 yem bitkileri, %19,4 hububat, %26,6 endüstri bitkileri, %2 lahana, %2 bostan; normal ve yağışlı yıl için %45 yem bitkileri, %19,4 hububat, %31,6 endüstri bitkileri, %2 lahana ve %2 bostan olarak belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler :** Sulama, Bitki Deseni, Doğrusal Programlama.

### Determination of Optimal Crop Pattern the Irrigation Project Area in Erzurum Daphan Plain by Using a Linear Programming Method

**Abstract :** This study was carried out to determine optimal crop pattern in sustainable irrigation project area of 9907,5 hectare in the Erzurum Daphan plain for the arid, normal and rainy years by taking into consideration seasonal water requirements, irrigation area size, water sources, maximum or minimum cropped area sizes and total and net income per unit area by using a linear programming method. In order to determine optimal crop pattern, QSBWIN packed program was used. According to program, the crop pattern resulting in the highest income values were determined as the forage crops of 50%, cereal grains of 19,4%, industrial crops of 26,6%, cabbage of 2% and vegetable garden of 2% for the arid years. These values for the normal and rainy years were determined as forage crops of 45%, cereal grains of 19,4%, industrial crops of 31,6%, cabbage of 2% and vegetable garden of 2% respectively.

**Key words :** Irrigation, Crop Pattern, Linear Programming.

### GİRİŞ

Sulama sisteminin yönetimi, suyun sulama alanında etkin bir şekilde dağıtımını sağlamalıdır. Suyun dağıtımını, doğru yer, istenilen zaman ve uygun miktarda yapılamaz ise istenilen sonuca ulaşamaz. Bu işlemlerin gerçekleştirilebilmesi fiziksel alt yapının iyi planlanmış ve yeterli olmasının yanında, optimum bir yönetim planının hazırlanıp uygulamaya konulmasına da bağlıdır. İyi planlanmış ve etkin bir şekilde işletilen sulama sistemlerinde, sınırlı kaynakları kullanarak en yüksek geliri sağlayabilmek mümkündür. Böyle sistemlerin planlanmasında, sistemin tüm gereklerini yerine getirebilecek ve aynı zamanda suyun etkin bir şekilde kullanımını sağlayarak elde edilecek geliri en yüksek düzeye çıkaracak, uygun optimizasyon tekniklerinin kullanımı yararlıdır (Kızıloğlu, 2002). Bu tür çalışmaların yeterli oranda yapılmaması nedeniyle sulama sistemlerinden beklenen yarar sağlanamamaktadır. Ülkemizde sulama randımanı düşüktür ve 1997 yılı sonu itibarıyla Devlet Su İşleri tarafından işletilen sulama şebekelerindeki toplam sulama randımanı % 35, devredilenlerde ise % 45'tir (Çakmak vd., 1999).

Optimizasyon işleminin amacı, sınırlı kaynaklarla en yüksek kazancı sağlayan planlama ve yönetim sistemini gerçekleştirmektir. Bu şekildeki planlamalarda, su kaynağının durumu, su dağıtım şebekesinin sorunları, toplam sulama randımanı, ürün girdileri, işletme ve bakım masrafları ile birim alanın

sulama maliyeti göz önüne alınarak tesiste herhangi bir geliştirme yapmadan olanaklar ölçüsünde tarım alanlarından en yüksek geliri almak amacıyla doğrusal programlama yöntemi yaygın olarak kullanılmaktadır (Delibaş 1992). Sulamaya yeni açılacak devlet sulama şebekelerinde, projede öngörülen ekonomik ve teknik yararlılığın gereği gibi sağlanabilmesi ve iletilen su ile sulanabilir arazi potansiyelinin tamamının sulanabilmesi için bitki deseninin alternatif planlar şeklinde saptanması önerilmektedir (Şahin ve Hanay, 1996). Bu şekildeki bir planlama ile su kaynağının kapasitesi ve bitki su tüketimleri göz önüne alınarak, uygun alternatif bitki desenlerinin devreye sokulması ile maksimum gelirin elde edilmesi amaçlanmaktadır (Tekinel ve Çevik, 1980). Benli ve Erözel (1980), su kaynağının kısıt olarak ele alındığı üç ayrı sulama alanında, optimum su kullanımını sağlayacak bitki desenleri ile optimum sulama alanlarını belirlemek amacıyla doğrusal programlama modeli oluşturmuşlardır. Araştırmada, bitki su tüketim değerlerinin su kaynaklarının planlanması amacı ile kurulan matematiksel modellerde önemli bir kısıt olarak yer aldığı belirlenmiştir. Baştepe ve Güngör (1984), Kayseri Sarımsaklı Ovası'nda sulama tesislerinden optimum şekilde yararlanmayı sağlayabilecek seçeneklerin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada, optimum bitki deseni, su iletim sistemlerinin geliştirilmesinin sağlanması ve tarla içi su dağıtım

sistemlerinin düzenlenmesini ele almış ve araştırma sonucunda sulama suyu kısıtı göz önüne alınarak optimum su kullanımını sağlayacak dokuz adet doğrusal programlama modeli geliştirmişler; modellerin çözümlenmesi ile en yüksek geliri sağlayan bitki desenini, %10 hububat, %10 sebze, %22 şeker pancarı, %33 ayçiçeği, %10 patates, %10 yonca ve %5 bostan olarak saptamışlardır.

Uçan (1999), Kahramanmaraş'ta sulama suyu kullanım etkinliğinin belirlenmesi amacıyla yaptığı araştırmada, yetiştirilen bitkilerin mevsimlik su gereksinimleri, sulama alanı, su kaynağı kapasitesi, bitkilerin en fazla ekilebilecekleri alan ve birim alanın gelirleri ile işgücü kullanımını göz önüne alarak doğrusal programlama modeli oluşturmuş ve optimum bitki desenini, %46,3 hububat, %8,8 pamuk, %10 kırmızı biber, %9,9 şeker pancarı %10 ikinci ürün mısır, %10 kuru soğan ve %5 meyve bahçesi olarak belirlemiştir.

Ankara ili Güvenç köyü göletinden yapılan sulamanın ürün ve gelir artışına etkisini belirlemek amacıyla yürütülen bir araştırmada, doğrusal programlama yöntemi ile optimum bitki deseni, %50 domates, %39 fasulye ve %11 şeker pancarı olarak saptanmıştır (Erdem, 1989). Albut ve Güngör (1996), doğrusal programlama modeli kullanarak, İpsala - Altinyazı - Karasaz sulama şebekesinde optimum bitki desenini; %2,4 hububat, %18 ayçiçeği, %31,1 çeltik, %16,8 şeker pancarı, %10 bostan, %6,6 mısır, %4 sebze, %5,2 yonca, %2,9 bakliyat ve %3 susam olarak belirlemişlerdir. Delibaş (1992), optimizasyon tekniklerinden yararlanarak Tekirdağ - Hayrabolu sulaması için yıllık net geliri maksimum yapacak şekilde bir doğrusal programlama modeli oluşturmuş, sulama alanını ve su kaynağını kısıt olarak aldığı modelde optimum bitki desenini, %39 şeker pancarı, %11 ayçiçeği, %18 mısır, %6 yem bitkileri, %2 sebze, %6 patates, %7 bostan, %7 baklagil ve %4 hububat olarak belirlemiştir. Özçelik (1988), Eskişehir ili merkez ilçesinde, DSİ sulama sahasında yer alan sekiz köyde yaptığı çalışmada işletmelerin mevcut organizasyonlarını inceleyerek bireysel işletme modelleri aracılığıyla üretim faktörlerinin en iyi faydayı sağladığı optimum işletme organizasyonlarını ve işletme başarılarını saptamıştır.

Yukarıda sözü edilen amaçlar doğrultusunda yapılan bu araştırmada; hizmete açılışından günümüze kadar proje öngörülerinde amaçlanan tarımsal gelirin sağlanamadığı Erzurum Projesi Kuzgun Barajı Daphan Ovası sulama sahası için optimum bitki deseninin belirlenerek, sulama şebekesinin işletimine ilişkin sorunlara çözüm bulunulması amaçlanmıştır. Devlet sulama şebekelerine örnek oluşturması beklenen bu çalışmada, araştırılan sulama alanının işletimine ilişkin çözümler belirlenmeye çalışılmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Materyal

Daphan Ovası, Erzurum şehir merkezinin 25 km batısında, Erzurum-Erzincan karayolu üzerinde bulunmaktadır. Ova doğuda birbirini takip eden Körpınarlar, Karabaycıyı ve Çubuklu dereleri, batıda Serçeme deresinin doğu terası yamaçları, kuzeyde doğu-batı doğrultusunda yer alan Kumlutepe ve Deveoturağı tepelerinin güney etekleri ve güneyde ise Daphan düzlüğünün Karasu çayına bakan yamaçlarıyla sınırlanmıştır. Daphan Ovası, Erzurum ilinin Ilıca ve Aşkale ilçeleri sınırları içerisinde yer almakta ve izdüşüm alanı olarak yaklaşık 10800 hektardır (Anonymous, 1979).

Bölgeye ilişkin iklim verileri, çalışma alanına 25 km uzaklıkta ve yaklaşık aynı yükseklikte yer alan Erzurum meteoroloji istasyonu rasatlarından alınmıştır. Bu verilere göre yıllık ortalama sıcaklık 5.9 °C, yıllık yağış 442.7 mm, yıllık ortalama bağıl nem %64, günlük güneşlenme süresi 7.1 saat, yıllık ortalama rüzgar hızı 2.6 m/s, yıllık buharlaşma 1059 mm'dir. Bölgeye en yüksek yağış Mayıs (73.1 mm), en düşük yağış ise Ağustos ayında (18.7 mm) düşmektedir. Yıllık yağışın yaklaşık %40'ı bitkilerin gelişme dönemine (Nisan-Haziran) rastlamaktadır. Yılın 8 ayında (Nisan-Kasım) buharlaşma yağıştan fazla, diğer aylarda ise (Aralık-Mart) yağış buharlaşmadan fazladır ve genellikle kar şeklindedir (Şahin ve Hanay, 1996).

Daphan Ovası ile doğu ve batı uzantılarındaki ovaların sulama suyunu sağlayacak olan Kuzgun barajında su tutma çalışmalarına 1998'de başlanmış olup, baraj sulama alanına su verebilecek duruma gelmiştir. Barajın göl alanı 307 km<sup>2</sup> olup barajın aktif depolama kapasitesi 306,8 hm<sup>3</sup>, toplam depolama hacmi 311,8 m<sup>3</sup>, maksimum su biriktirme kapasitesi 337 hm<sup>3</sup>, derivasyon kapasitesi 29,7 m<sup>3</sup>/s'dir (Anonymous, 1979).

Proje alanı 3 kısımdan oluşmaktadır. Sağ sahilde 1094 ha, sol sahilde ise 11711 ha'lık alan sulamaya açılmıştır. Sağ sahilde 12039 ha'lık alanın inşaatı devam etmekte olup, Çoraklar pompaj alanında bulunan 7520 ha'lık alanın da kesin projesi tamamlanmıştır. Alaca pompaj alanından mevcut durumda 380 ha'lık alanın sulaması yapılmaktadır. Erzurum projesinde sulamaya açılacak olan toplam brüt alan 4900 ha, net alan 41455 ha'dır (Anonymous, 1979).

### Yöntem

Araştırma alanında yetiştirilen bitkilerin mevsimlik su gereksinimleri, sulama alanı büyüklüğü, su kaynağı kapasitesi, bitkilerin ekilebilecekleri maksimum ve minimum alan miktarları, birim alan için toplam ve net gelir göz önüne alınarak, Sönmez ve Benli (1976), Erkuş ve Demirci (1985) ile Delibaş (1992)'in önerdikleri

şekilde doğrusal programlama modeli oluşturulmuştur. Bu amaçla hazırlanmış QSBWIN bilgisayar programı yardımıyla su kaynağı, kanallarda oluşan iletim kayıpları ve ürün maliyetleri ile sabit ve değişken giderlere bağlı olarak maksimum geliri veren bitki deseni belirlenmiştir. Proje alanı için öngörülen doğrusal programlamanın amaç fonksiyonu ve kısıtları verilmiştir. Amaç Fonksiyonu; proje alanında yetiştirilebilecek ürünlerden elde edilebilecek toplam gelirin en yüksek düzeye ulaşacağı göz önüne alınarak kurulmuştur. Maksimum geliri sağlayacak amaç fonksiyonu aşağıdaki eşitlik yardımıyla belirlenmiştir.

$$\text{Maksimum Gelir} = \sum_{j=1}^n C_j \cdot X_j$$

Eşitlikte;  $C_j$  : J' inci bitkinin brüt geliri (YTL / da),  $X_j$  : J' inci bitkinin ekim alanını (da), n: bitki çeşidini göstermektedir. Proje alanında üretimi yapılan bitkilerin uzun yıllar verim ortalaması, birim fiyat, brüt üretim değerleri, toplam değişken masraflar ile toplam ve net gelir değerleri Çizelge 1' de verilmiştir. Doğrusal programlamada 2004 yılı üretim değerleri ve birim fiyatları temel alınmıştır. Amaç fonksiyonunda yer alan sabit masrafların bulunabilmesi için proje sahasında inşaatı devam eden alanların dekara sulama alanı inşa masrafları konulmuş ve dönüştürme işlemi uygulanmamıştır. Amaç fonksiyonunda değişken masraflar kalemi içerisinde yer alan işletme ve bakım giderleri, 2004 yılı birim fiyatlarıyla, DSİ Genel Müdürlüğünden alınmıştır. Yörede sulu koşullarda yetiştirilen bitkilerin ortalama verimleri, ürün maliyetleri, toplam ve net gelir miktarları Erzurum İl Tarım Müdürlüğü Proje İstatistik Şube Müdürlüğü ve KHGM Erzurum Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nden alınmıştır. (Anonymous 2004a, Anonymous 2004b). Bulut

(2005)'a göre bölgede yaygın olarak üretimi yapılan buğday, arpa ve yulaf bitkileri için hasat indeksi, başka bir anlatımla dane veriminin toplam verim içerisindeki payı %28-35 arasında değişmektedir. Toplam değişken giderler ve yörede yetiştirilen ürünlere ilişkin ürün girdi ve maliyetleri Boyacıoğlu (1981); Erkuş ve Demirci (1985) tarafından belirtilen ölçütlere göre belirlenmiştir.

Kısıtlar; bitkilerin ekilebileceği toplam sulama alanından daha fazla olamayacağını gösterir. Başka bir anlatımla alan kısıtlı unsurlardan biri olup, alan kısıtı;

$$\text{Sulama Alanı} = \sum_{j=1}^n X_j \leq At$$

şeklinde oluşturulmuştur. Eşitlikte;  $X_j$ ; J'inci bitkinin ekilebileceği alan (da),  $A_j$ ; toplam sulama alanını (da) göstermektedir. Belirli bir zaman dilimine ilişkin yağış miktarı yıldan yıla önemli ölçüde değişiklik göstermektedir. Kodal vd (1992), sulama suyu miktarlarının belirlenmesi amacıyla %80 (kurak yıl), %50 (normal yıl) ve %20 (yağışlı yıl) güvenilir yağış değerlerini hesaplamışlardır. Smith (1992) tarafından geliştirilen yöntemle uygun olarak uzun yıllık yağış verileri log-normal olasılık kağıdına işlenerek bir doğru elde edilmiştir. Bu doğruya olasılık eksenindeki %80, %50 ve %20 noktalarından dikler çıkılarak doğruyu kestiği yerler belirlenmiş ve bu noktalardan da olasılık eksenine paralel doğrular çizilerek yağış değerlerinin bulunduğu eksen bu yüzdelere karşılık gelen yağış değerleri bulunmuştur (Çizelge 2). Kurak, normal ve yağışlı yıllardaki aylara ilişkin etkili yağış değerlerinin hesaplanmasında da aşağıdaki eşitlikten yararlanılmış, bulunan değerler Çizelge 2'de verilmiştir (Kızıloğlu, 2002).

Çizelge 1. Proje alanında üretilen ve üretilmesi önerilen bitkilere ilişkin gelir - gider dağılımı

	Dane – Yumru – Baş		Ot - Posa - Saman		Toplam Gelir (YTL/da)	Yıllık Sabit Gider (YTL/da)	Yıllık Değişken Gider (YTL/da)			Toplam Net Gelir (YTL/da)		
	Verimi (kg / da)	Bir.Fiyatı (YKR/kg)	Verimi (kg/da)	Bir.Fiyatı (YKR/kg)			Kurak Yıl	Normal Yıl	Yağışlı Yıl	Kurak Yıl	Normal Yıl	Yağışlı yıl
Buğday	250	45	500	20	212,50	47,37	29,49	25,53	21,49	135,64	139,60	143,64
Arpa	275	35	550	20	206,25	47,37	33,75	29,75	24,75	125,13	129,13	134,13
Yulaf	250	30	450	20	165,00	47,37	16,90	12,90	9,90	100,73	104,73	107,73
Şeker P.	3750	12,7	1250	5	538,75	55,08	90,97	78,97	68,97	392,70	404,70	414,70
Patates	2000	30	-	-	600,00	49,29	92,58	83,58	74,58	458,13	467,13	476,13
Ayçiçeği	220	145	-	-	319,00	49,29	69,21	64,21	59,21	200,50	205,50	210,50
Lahana	7750	15,5	-	-	1.201,25	55,08	193,83	184,83	175,83	952,34	961,34	970,34
Bostan	1100	57,5	-	-	632,50	55,08	87,30	78,30	69,30	490,12	499,12	508,12
Fiğ	200	40	600	30	260,00	49,29	50,77	44,77	38,77	159,94	165,94	171,94
Yonca	0	-	950	35	332,50	49,29	41,56	32,56	23,56	241,65	250,65	259,65
Ç.Üçgülü	0	-	650	30	195,00	47,37	28,63	25,33	22,13	119,00	122,30	125,50

Çizelge 2. Aylık güvenilir yağış ve etkili yağış değerleri

Aylar	Kurak Yıl		Normal Yıl		Yağışlı Yıl	
	Yağış (mm)	Etkili Yağış (mm)	Yağış (mm)	Etkili Yağış (mm)	Yağış (mm)	Etkili Yağış (mm)
Ocak	9,00	8,87	25,50	24,46	41,50	38,74
Şubat	13,90	13,59	28,4	27,11	43,20	40,21
Mart	20,20	19,55	34,80	32,86	49,90	45,92
Nisan	28,40	27,11	51,30	47,09	75,00	66,00
Mayıs	42,40	39,52	72,30	63,94	105,70	87,82
Haziran	30,50	29,01	51,30	47,09	73,40	64,78
Temmuz	10,00	9,84	28,40	27,11	48,00	44,31
Ağustos	2,50	2,49	18,10	17,58	35,20	33,22
Eylül	5,60	5,55	24,20	23,26	42,80	39,87
Ekim	19,00	18,42	47,30	43,72	76,10	66,83
Kasım	17,20	16,73	37,10	34,90	57,80	52,45
Aralık	9,20	9,06	22,70	21,88	37,00	34,81
Toplam	207,90	199,75	441,40	410,99	685,60	614,98

$$P_{eff} = P_{tot}(125 - 0,20P_{tot})/125$$

Eşitlikte;  $P_{tot}$  (mm) belirli bir zaman dilimindeki toplam yağış miktarını göstermektedir.

Proje sahasındaki topoğrafik yapının homojen ve yağış değerlerinin küçük ve olması nedeniyle düşen yağışın tamamına yakını bitki kök bölgesinde depolanarak bitkinin su tüketimini karşılamış yani etkili yağış olmuştur. Proje alanında yetiştirilen bitkilerin su tüketimlerinin, sulama zamanlarının ve verilecek sulama suyu miktarlarının belirlenmesinde FAO tarafından geliştirilen CROPWAT (Version 5.5) bilgisayar programı kullanılmıştır. Hesaplamalar normal, kurak ve yağışlı yıllar için yapılmıştır. Programda, yörenin çok yıllık meteorolojik değerleri kullanılarak bitki su tüketimleri aşağıdaki FAO Modifiye Penman eşitliği ile hesaplanmıştır.

$$ET_o = c[wR_n + (1 - w)f(u)(e_a - e_d)]$$

Eşitlikte;  $ET_o$ ; Referans evapotranspirasyonu (mm/gün),  $c$ ; düzeltme faktörünü,  $w$ ; ağırlık faktörünü,  $R_n$ ; net radyasyon miktarını (mm/gün),  $f(u)$ ; Rüzgar fonksiyonunu,  $e_a$ ; Ortalama hava sıcaklığında doymuş buhar basıncını (mb) ve  $e_d$ ; Ortalama hava sıcaklığında gerçek buhar basıncını (mm) göstermektedir. Hesaplanan bitki su tüketimleri ile bitkilerin net sulama suyu gereksinimleri Çizelge 3'de görülmektedir.

### SONUÇ VE TARTIŞMA

Yörede yetiştirilen bitkilerin ekilebileceği maksimum ve minimum alan yüzdeleri DSİ proje

öngörülleri, alana ilişkin yapılan diğer çalışmalar (Şahin ve Hanay, 1996) ve çiftçi alışkanlıkları dikkate alınarak belirlenmiş ve Çizelge 4'de verilmiştir. Yörede hayvancılığın ve buna bağlı olarak yem bitkileri üretim alanının daha fazla olması gereği dikkate alınarak, yem bitkileri ağırlıklı bitki deseni olarak seçilmiştir.

DSİ proje öngörülleri net sulama alanı 9907,5 ha'dır. Bu alanın %10'unda buğday, %10'unda arpa, %8'inde patates, %10'unda şeker pancarı, %10'unda fiğ, %9'unda ayçiçeği, %1'inde bostan, %2'sinde lahanaya, %5'inde çayır üçgülü, %30'unda yonca ve %5'inde yulaf ekilmesi öngörülmüştür. Proje alanındaki bitkilerin optimum ekiliş alanları ve oranları ile dekara gelirleri Çizelge 5'te verilmiştir. Çizelgede görülebileceği gibi normal ve yağışlı yıl arasında ekiliş alanları arasında bir fark yoktur. Ancak su fiyatlarındaki değişim ve kullanım düzeylerinin giderlerde ve değişken masraflarda değişim oluşturması nedeniyle normal ve yağışlı yıl gelirleri arasında %2,63'lük bir fark meydana gelmiştir. Planlama verileri dikkate alındığında, proje alanı için öngörülen bitki deseni (24.346,60 YTL/ha) ile optimizasyon çalışması sonucu elde edilen bitki desenine bağlı olarak kurak yılda %6,58; normal yılda %14,13 ve yağışlı yılda da %17,21'lik bir gelir artışı olmuştur.

Çizelge 3. Bitkilerin su tüketimleri ve net sulama suyu gereksinimleri (mm)

Bitki	Yıllar	Net sulama suyu gereksinimi (mm)							Mevsimlik sulama suyu gereksinimi (mm)	Bitki su tüketimi (mm)
		Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim		
Buğday	Kurak	44,2	72,8	95,7	52,4	-	2,6**	-	267,7	455,1
	Normal	25,3	48,5	77,4	35,7	-	-	-	180,9	
	Yağışlı	7,7	28,0	60,3	21,7	-	-	-	117,7	
Arpa	Kurak	5,8	45,3	92,8	116,7	7,0	-	-	267,6	348,6
	Normal	2,4	21,0	74,6	99,9	4,4	-	-	202,3	
	Yağışlı	-	4,1	57,4	83,5	1,8	-	-	146,8	
Yulaf	Kurak	-	4,8	41,6	140,7	197,8	28,3	-	413,2	495,0
	Normal	-	1,4	17,1	122,6	181,0	23,1	-	345,2	
	Yağışlı	-	-	5,0	105,2	164,6	17,9	-	292,7	
Şeker Pancarı	Kurak	-	19,1	44,5	148,2	239,9	154,4	24,1	630,2	565,2
	Normal	-	1,5	26,2	131,2	224,5	136,3	12,0	531,7	
	Yağışlı	-	-	10,0	114,8	208,9	119,8	5,4	458,9	
Patates	Kurak	-	19,1	79,1	196,3	200,6	104,4	11,8	611,3	695,5
	Normal	-	1,5	60,7	179,6	185,1	86,5	3,7	517,1	
	Yağışlı	-	-	43,6	163,1	169,5	69,8	-	446	
Ayçiçeği	Kurak	-	31,4	64,7	151,9	180,4	59,0	-	487,4	717,1
	Normal	-	11,0	46,4	135,0	164,9	45,1	-	402,4	
	Yağışlı	-	0,2	29,2	118,6	149,3	34,4	-	331,7	
Çayır Üçgülu	Kurak	9,7	39,6	66,6	101,3	105,7	72,4	29,0	424,3	624,2
	Normal	1,8	15,3	48,2	84,4	90,2	54,3	6,0	300,2	
	Yağışlı	-	1,3	31,2	68,1	74,7	37,7	-	213	
Fiğ	Kurak	4,8	40,7	126,5	118,2	-	-	-	290,2	369,1
	Normal	1,4	16,3	108,2	104,1	-	-	-	230	
	Yağışlı	-	4,1	91,0	90,3	-	-	-	185,4	
Yonca	Kurak	8,0	51,3	80,5	116,8	120,2	82,8	35,1	494,7	695,7
	Normal	3,3	27,0	62,3	100,1	104,7	64,7	10,0	372,1	
	Yağışlı	0,2	6,4	44,6	82,8	88,3	47,7	1,8	271,8	
Lahana	Kurak	-	12,6	50,1	106,7	120,2	79,4	18,7	387,7	468,6
	Normal	-	1,5	31,8	89,9	104,7	61,3	4,0	293,2	
	Yağışlı	-	-	15,6	73,5	89,2	44,8	-	223,1	
Bostan	Kurak	-	12,6	66,1	187,3	194,7	33,7	-	494,4	556,6
	Normal	-	-	47,8	170,5	179,3	28,2	-	425,8	
	Yağışlı	-	-	31,6	154,1	163,7	22,9	-	372,3	

\*\* 2. yıl ekimleri için

Çizelge 4. Bitkilerin ekilebileceği alanın maksimum ve minimum oranları

Bitki	Ekilebileceği Alan (%)		Bitki	Ekilebileceği Alan (%)	
	Minimum	Maksimum		Minimum	Maksimum
Buğday	10	15	Patates	7	10
Arpa	5	10	Ayçiçeği	5	10
Yulaf	3	5	Şeker pancarı	10	15
Fiğ	5	10	Lahana	1	2
Yonca	25	35	Bostan	1	2
Çayır üçgülu	5	10			

Çizelge 5. Kurak, normal ve yağışlı yıllarda doğrusal programlama modeline göre ürün desenlerine ilişkin gelir dağılımı

Bitki	Kurak yıl				Normal Yıl				Yağışlı Yıl			
	Ekiliş Alanı		Geliri (YTL/ha)	Toplam Geliri (YTL)	Ekiliş Alanı		Geliri (YTL/ha)	Toplam Geliri (YTL)	Ekiliş Alanı		Geliri (YTL/ha)	Toplam Geliri (YTL)
	(ha)	%			(ha)	%			(ha)	%		
Buğday	990,75	10,00	1356,40	1.343.853,30	1.125,90	11,36	1396,00	1.571.756,40	1.125,90	11,36	1436,40	1.617.242,76
Arpa	630,53	6,36	1251,30	788.982,19	495,38	5,00	1291,30	639.684,19	495,38	5,00	1341,30	664.453,19
Yulaf	297,23	3,00	1007,30	299.399,78	297,23	3,00	1047,30	311.288,98	297,23	3,00	1077,30	320.205,88
Şeker P.	1450,05	14,64	3927,00	5.694.346,35	1486,10	15,00	4047,00	6.014.246,70	1486,10	15,00	4147,00	6.162.856,70
Patates	693,50	7,00	4581,30	3.177.131,60	990,75	10,00	4671,30	4.628.090,48	990,75	10,00	4761,30	4.717.257,98
Ayçiçeği	495,38	5,00	2005,00	993.236,90	657,45	6,64	2055,00	1.351.059,75	657,45	6,64	2105,00	1.383.932,25
Lahana	198,15	2,00	9523,40	1.887.061,71	198,15	2,00	9613,40	1.904.895,21	198,15	2,00	9703,40	1.922.728,71
Bostan	198,15	2,00	4901,20	971.172,78	198,15	2,00	4991,20	989.006,28	198,15	2,00	5081,20	1.006.839,78
Fiğ	990,75	10,00	1599,40	1.584.605,55	495,375	5,00	1659,40	822.025,28	495,375	5,00	1719,40	851.747,78
Yonca	3467,63	35,00	2416,50	8.379.527,90	3467,63	35,00	2506,50	8.691.614,60	3467,63	35,00	2596,50	9.003.701,30
Çayır Ü.	495,38	5,00	1190,00	589.502,20	495,38	5,00	1223,00	605.849,74	495,38	5,00	1255,00	621.701,90
<b>Toplam</b>				25.708.820,20				27.529.517,60				28.272.668,22
<b>Birim</b>				2.594,89 YTL/ha				2.778,65 YTL/ha				2.853,66 YTL/ha

Doğrusal programlama sonuçlarına göre, proje sahasında kurak yılda uygulanması gereken bitki deseni içerisinde hububat ekim alanı %25'den %19,4'e, ayçiçeği ekim alanı %9'dan %5'e, patates ekim alanı %8'den %7'ye düşerken, şeker pancarı ekim alanının %10' dan %14,6'ya, yonca ekim alanının %30'dan %35'e, bostan ekim alanının %1'den %2'ye yükseldiği, çayır üçgülü ve lahana ekim alanlarının değişmediği gözlenmiştir. Sulama sahasında kurak yılda yem bitkileri ekim alanı %50 olarak gerçekleşmiştir.

Normal ve yağışlı yılda ise hububat ekim alanı %25'den %19,4'e, ayçiçeği ekim alanı %9'dan %6,6'ya düşerken, şeker pancarı ekim alanının %10' dan %15'e, yonca ekim alanı %30'dan %35'e, patates ekim alanının %8'den %10'a, bostan ekim alanının %1'den %2'ye yükseldiği, çayır üçgülü ve lahana ekim alanlarının değişmediği gözlenmiştir. Normal ve yağışlı yılda yem bitkileri ekim alanı %45 olarak gerçekleşmiştir.

Optimizasyon planı değerlerinden elde edilen gelir düzeylerinin planlama koşullarına göre yüksek oluşunun asıl nedeni, optimizasyon planı yapılırken mevcut bitki deseni, çiftçinin istekleri, yörede hakim tarım tipi, ürün maliyetleri ve pazarlama durumu ile hayvancılığın yoğun oluşunun göz önüne alınmış olmasıdır.

Sulama şebekesinin gereksinim duyulan kısımlarında düzenli olarak bakım ve onarımının gerçekleştirilmesi, sulama suyu dağıtımının planlı yapılması ve organizasyonla ilgili sorunların giderilmesi durumunda elde edilen gelirin yaklaşık %6,58-17,21 düzeyi kadar ilave gelir artışı sağlaması olasıdır. Başka bir anlatımla bu gelirin elde edilebilmesi için optimum bitki deseni sonuçlarının uygulanabilmesi ve sisteme ilişkin sorunların giderilmesi gerekir.

## ÖNERİLER

Araştırma alanında sulama oranının artırılması; planlama aşamasında yörenin ekolojik, ekonomik ve sosyal durumu göz önüne alınarak, uygulamada gerçekleşme olanağı yüksek, suyun optimum kullanımını ve tarım işletmelerine en yüksek net geliri sağlayabilecek ürün deseninin belirlenmesi ile gerçekleştirilebilir. Optimum bitki deseninin uygulanması durumunda, araştırma alanındaki gelir düzeyinin kurak yılda %6,58; normal yılda %14,13 ve yağışlı yılda %17,21 artacağı belirlenmiştir. Sulama tesislerinin yapımına karar vermeden önce fizibilite çalışmaları yapılarak bundan sonra tesis yatırımlarına başlanmalıdır.

Ancak zamanla yıpranan ve amortisman giderlerini gerektirecek duruma gelen tesislerden gerekli önlemler alınmadıkça beklenen yararın sağlanması mümkün olamaz. Ülkemizde sulama

yönteminin seçimi, uygulanacak ürün paterninin belirlenmesi ve uygulanacak su düzeylerinin seçimi çiftçinin istek ve kontrolüne bırakılmış olup, bu durum hazırlanışları bakımından başarılı birer mühendislik yapıtı olan sulama projelerinin işletiminde başarısızlığa ve söz konusu alanlardan elde edilen gelirin düşmesine neden olmaktadır. Bu nedenle, tesislerin zaman içerisinde yeniden değerlendirilerek değişen ve gelişen koşullara uygun olarak, toprak ve su kaynaklarından optimum düzeyde yararlanmayı da mümkün kılacak alternatif işletim planlarının hazırlanarak devreye sokulması gerekir.

## KAYNAKLAR

- Albut, S., Güngör, Y., 1996. İpsala – Altınaz - Karasaz Sulama Şebekesinde Su Dağıtım ve Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi. (Yayınlanmış Doktora Tezi Özeti). Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayın No : 248, Tekirdağ
- Anonymous, 1979. Erzurum Projesi Yapılabilirlik Raporu. DSI VIII. Bölge Müdürlüğü, Erzurum.
- Anonymous, 2004a. Erzurum İlinde Sulu Koşullarda Üretimi Yapılan Bitkilerin 2000 Yılı Ürün Maliyetleri. İl Tarım Müdürlüğü, Erzurum.
- Anonymous, 2004b. Erzurum İlinde Sulu ve Kuru Koşullarda Üretimi Yapılan Bitkilerin Ortalama Verimleri. Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Erzurum.
- Baştepe, E., Güngör, Y.,1984. Kayseri Sarımsaklı Sulama Şebekesi Alanında Optimum Su Kullanımı Üzerine Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınları. No: KT – 2 . Ankara.
- Benli, E., Erözel, Z.,1980.Devlet Sulama Şebekelerinde Su Kullanımı Üzerine Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No :748, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler, No: 437, Ankara.
- Boyacıoğlu, R., 1981. Toprak ve Su Kaynaklarının Geliştirilmesi Projelerinde Ekonomik Analiz. Köyleri ve Kooperatifler Bakanlığı Topraksu Genel Müdürlüğü Yayınları No : 704, Ankara.
- Bulut, S., 2005. Ekim Zamanı ve Ekim Sıklığının Kırık Buğday Çeşidinde Bitki Gelişmesi ve Verim Üzerine Etkisi. (yayımlanmamış Yüksek lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Çakmak,B., Tanrıvermiş, H., Benli, B., 1999. Türkiye' de Sulama ve Tarımsal Kalkınma. VII. Ulusal Kültürteknik Kongresi, 17-26 , Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara.
- Delibaş, L., 1992. Büyük Sulama Şebekelerinde Optimum Planlama ve Yönetimi. IV. Ulusal Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Bildirileri, s. 25 –35, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Erzurum.
- Erdem, G., 1989. Ankara Güvenç Köyü Sulama Göletinden Yapılan Sulamanın Ürün ve Gelir Artışına Etkisi. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Ankara Araştırma Enstitüsü Yayınları, Ankara.
- Erkuş, A., Demirci, R., 1985. Tarımsal İşletmecilik ve Planlama. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No :944, Ankara.
- Kızıloğlu, F.M., 2002. Aşağı Pasinler Ovası Sulama Sisteminin Performansı, sorunları ve Çözüm Önerileri Üzerine Bir Araştırma (yayımlanmamış Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

- Kodal, S., Tokgöz, M . A., Olgun, M., Öztürk, F., Selenay, M. F., Beyribey, M., 1992. Yağış, Toprak ve Bitki Deseninın Sulama Suyu Miktarı ile Sistem Kapasitesine Etkisi. IV. Ulusal Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Bildirileri, 2, 8 – 13. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Erzurum.
- Özçelik, A., 1988. Lineer Programlama Metodu ile Hesaplanan İşletme Organizasyonlarının Risk Değerlendirmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 1034, Ankara.
- Smith, M., 1992. Cropwat a Computer Programme for Irrigation Planning and Management. FAO Organization of the United Nations, Rome.
- Sönmez, N., Benli, E., 1976. Lineer Programming As a Means in Project Evaluation and Application to the Alpu Irrigation Project. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı, (25), s.942 – 950 , Ankara.
- Şahin, Ü., Hanay, A., 1996. Erzurum Daphan Ovasında Yetiştirilmesi Planlanan Bitkilerde Pratik Sulamanın Bilgisayar Programı ile Belirlenmesi. Journal of Agriculture and Forestry, (20), 415 – 423, Ankara.
- Tekinel, O., Çevik, B., 1980. Türkiye’ de Toprak ve Su Kaynaklarından Etkin Biçimde Yararlanmada Karşılaşılan Sorunlar. Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı, DSİ Genel Müdürlüğü Yayınları. Ankara.
- Uçan, K., 1999. Kahramanmaraş Sulamasında Sulama Suyu Etkinliğinin Belirlenmesi (Yayınlanmamış Doktora Tezi ) Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.