

Ankara Murted Sulamasında Su Kullanım ve Dağıtım Etkinliğinin Belirlenmesi*

Nurinisa AĞLAMIŞ¹M.Ali TOKGÖZ¹

Geliş Tarihi : 28.07.1997

Özet: Bu çalışmada, Devlet Su İşleri tarafından 1971 yılında işletmeye açılan Murted sulama projesi ele alınmış ve ovanın sulaması için yapılan tesislerden optimum biçimde yararlanmaya ilişkin seçeneklerin araştırılması planlanmıştır. Bu amaca uygun olarak, doğrusal programlama yöntemlerinden yararlanılarak optimum sulama alanı ve bitki desenlerinin saptanması, su kullanım randımanlarının artırılması yönünden su iletim sistemlerinin geliştirilmesi ve tarla içi su dağıtım sistemlerinin düzenlenmesine ilişkin analizler yapılmıştır. FAO tarafından geliştirilen DASI bilgisayar programı yardımı ile proje ekonomik açıdan incelenmiştir. Ayrıca, CROPWAT bilgisayar paket programı ile sulama alanında yetiştirilen çeşitli bitkilere ilişkin optimum sulama programları oluşturulmuştur.

Anahtar kelimeler: Sulama projesi, sulama sistemi, su kullanım etkinliği, optimum bitki deseni, sistem performansı.

Determination of Water -Use and Distribution Efficiency in Ankara Murted Irrigation Project

Abstract : The aim of this study was to evaluate and determine the most efficient use of water in the Murted irrigation project which was established by the State Hydraulic Works in 1971. By using linear programming method, optimal irrigation area and crop patterns were determined. Economical analysis of the project was carried out by using the computer program DASI, which was developed by FAO. Finally the optimum irrigation scheduling programs for various crops grown in the area were calculated by means of the program CROPWAT.

Key words: Irrigation project, irrigation system, water - use efficiency, optimal crop pattern, system performance.

Giriş

Tarımsal üretimin artırılması, tarım alanlarının genişletilmesiyle veya birim alandan en fazla ürünün alınmasıyla sağlanabilir. Birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de üzerinde tarım yapılabilecek arazilerin artırılması ihtimali hemen hemen kalmamıştır. Bu nedenle tarımsal üretimin artırılması ancak doğal kaynaklarımızdan olan su ve toprağımızı etkin kullanarak, birim alandan daha fazla ürün almakla sağlanabilir. Bu ise ancak toprak ve su kaynaklarımızın optimum şekilde kullanılmasına yönelik çalışmalarla gerçekleştirilebilir.

Su ve toprak kaynaklarının geliştirilmesi amacıyla hazırlanan sulama projelerinin başarılı bir biçimde işletilmesi ve uzun ömürlü olması, tarım arazilerine yeterli suyun sağlanması ve bu sağlanan suyun verimli bir şekilde kullanılmasına bağlıdır. Yüksek verimli bir tarım sisteminin gerçekleştirilmesinde temel konulardan birisi etkin su dağıtım ve kullanımınıdır. Su dağıtım ve kullanım hizmetleri; işletme, bakım ve sulama destek hizmetlerini içermektedir. Bir sulama alanında bu hizmetlerin etkin bir şekilde yerine getirilmesi ancak kaynakların optimum bir şekilde kullanımını ile mümkün olabilir (Balaban 1986, Benli 1974).

Optimum çözüme ulaşmada sulama projesini oluşturan unsurlar; sulama alanı, su yapıları, bitki su ihtiyaçları ve toprak tipi bir bütün olarak ele alınmalıdır. Böylece, uygun bir model kurularak amaç fonksiyonunu maksimum / minimum kılacak çözümlerle optimum değere ulaşılabilir (Hall ve Dracup, 1970).

Su ve toprak kaynaklarının geliştirilmesi amacıyla hazırlanan sulama projelerinde optimum çözüme ulaşma amacıyla yapılan birçok araştırmanın bazıları aşağıda özetlenmiştir.

Benli (1974), Aksaray - Ulurmak sulama alanında doğrusal programlama yöntemini kullanarak optimum su kullanımını sağlayacak bitki deseni ve optimum sulama alanlarının bulunması konusunda modeller oluşturmuştur.

Ridder (1975), yeraltı su kaynaklarının optimum bir biçimde planlanması amacıyla doğrusal programlama yöntemini kullanarak matematiksel modeller geliştirmiştir. Araştırmada tarımsal üretim alanları ve optimum bitki desenine göre birim alan için gereksinim duyulan sulama suyu miktarı ve sulama suyunun sağlandığı kuyu debileri parametre olarak ele alınmıştır.

Sönmez ve Benli (1976), doğrusal programlama yöntemi ile Eskişehir - Alpu sulama projesinin değerlendirilmesi amacıyla yaptıkları araştırmada; sulama şebekesi için optimum sulama alanları, bitki desenleri ve sulama suyunun marjinal değerlerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırma sonucunda en yüksek gelir veren modelde bitki desenini, %29 hububat, %25 şekerpancarı, %20 patates, %10 yonca, %10 bostan, %6 ayçiçeği olarak belirlemişlerdir.

Bos (1980), bitkisel üretimde sulama suyunun etkin kullanımını arttırmak amacıyla sulama sistemlerinin pro-

* Bu çalışmayı Milli Prodüktivite Merkezi desteklemiştir. Doktora Tezi özeti

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

jelenmesi ve işletilmesinde; verim-bitki su tüketimi; verim-kullanılan su ve verim-sulama masrafı oranlarının gözönüne alınması gerektiğini belirtmiştir

Tekinel ve Çevik (1980), uygulamaya yeni açılacak devlet sulama şebekelerinde, mevcut su ile sulanabilir arazi potansiyelinin tamamının sulanabilmesi için, bitki deseninin alternatif planlar biçiminde saptanması ve bölge koşullarına uygun optimum bitki desenlerinin elde edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Balaban vd.(1986), sulama organizasyonu ve yönetimi konusunda yapılan çalışmada, sulama şebekelerinde çiftçi refahının en üst düzeye çıkarılmasında mevcut idari yapıda koordinasyon, entegre ve matriks olmak üzere belli başlı üç organizasyon yapısını irdelemişler ve GAP sulamaları için en uygun organizasyon yapısının matriks biçimi organizasyon olacağını belirlemişlerdir.

Girgin (1987), Kalecik sulama projesinde su kullanım etkinliğinin araştırılması amacıyla yaptığı çalışmada, uygulanan su miktarına karşılık yıllara göre elde edilen gelirler ve bunların değişimini incelemiştir. Ayrıca, projenin ekonomik analizini yaparak projedeki çeşitli unsurların değişimlerini araştırmıştır.

Bernardo et all (1988), kısıtlı su temini koşullarında sulama suyunun, sulama mevsimi boyunca optimum dağıtımının belirlenmesi amacıyla iki aşamalı bir simülasyon ve matematiksel programlama modeli geliştirmişlerdir. Çeşitli su kısıtı koşullarında modelin çözümlenmesi ile elde edilen sonuçlar, sulama suyunun %40 oranında azaltıldığı koşulda, gelirden ancak %10 bir azalma olduğunu göstermiştir.

Evsahibioğlu vd.(1988), Gökırmak-Hasköy sulama projesinin ekonomik analizinde, FAO tarafından geliştirilen DASI paket programını kullanmışlar, 6 farklı bitki için fayda-masraf parametrelerini belirlemişlerdir. Sonuç olarak çok sayıda alternatifin kısa zamanda değerlendirilmesinin mümkün olduğunu ve en yüksek faydayı sağlayacak desenin saptanmasına olanak veren simülasyon esasına dayalı DASI paket programı yardımıyla optimuma yakın çözümlerin elde edilebileceğini belirtmişlerdir.

Beyribey (1989), Konya-Alakova yeraltı suyu işletmesinde su dağıtım ve kullanım etkinliklerinin saptanması amacıyla çalışmalar yapmıştır. Araştırmacı daha sonra CROPWAT paket programını kullanarak söz konusu proje alanında yetiştirilecek bitkilerin sulama suyu ihtiyaçlarını belirlemiş ve sulama zamanı planlamasını yapmıştır.

Çakmak (1994), Konya-Çumra sulama projesinde su dağıtım ve kullanım etkinliğinin belirlenmesinde izlenecek metodun geliştirilmesi amacıyla yaptığı çalışmada değişik alternatifler üzerinde çalışmıştır. Ayrıca, araştırma alanının ekonomik analizini 1987-1997 yılları arasında DASI programı ile yaparak sonuçlarını DSI fayda / masraf oranları ile karşılaştırmıştır. Sonuçta iki fayda / masraf oranının %7-41 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir.

Bu çalışmada, sulamanın gerçekleşme oranının oldukça düşük olduğu Devlet Su İşleri Ankara Mürted Sulaması araştırma alanı olarak ele alınmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırmada, sulama projesinden sağlanan fayda büyük ölçüde sulama suyunun etkin kullanımına bağlı olduğu için ilk aşamada projede su iletimi ve uygulama randımanları saptanmıştır. Daha sonra arazi, işçilik ve sulama suyu kısıtları altında proje alanına ilişkin brüt karı maksimize eden optimum bitki deseni QSB paket programı ile belirlenmiştir. Söz konusu optimum bitki desenini ekonomik açıdan irdelenmesi DASI paket programı ile yapılmıştır. Çalışmanın son aşamasında ise CROPWAT paket programı yardımıyla proje alanına ilişkin bitkiler için sulama zamanı planlanması, şebeke su ihtiyacını belirlenmesi ve sulama yöntemi açısından proje değerlendirilmiştir.

Devlet Su İşleri tarafından 1971 yılında işletmeye açılan Ankara Mürted sulaması çalışma alanı olarak ele alınmıştır. Araştırma alanında 1971-1992 yılları arasında sulamaya açılan alan, sulamanın gerçekleştiği alan ve sulamanın gerçekleşme oranı Çizelge 1'de, bitki desenleri ise Çizelge 2' de verilmiştir. Değerler Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nün yıllık olarak yayınladığı Sulama Sonuçları Değerlendirme Raporlarından alınmıştır. Çizelge 1'in incelenmesinden de görüleceği gibi araştırma alanında sulamanın gerçekleşme oranları oldukça düşüktür. Çizelge 2'de ise bitki desenindeki değişimin yıllar itibarı ile oldukça büyük farklılık gösterdiği izlenebilir. Her ne kadar bitki desenindeki ana bitki baklagiller olarak görülmekte ise de bazı yıllar şeker pancarı ana bitki olarak ön sırayı almıştır. Araştırma bu nedenle Mürted sulamasında yürütülmüş, ortaya çıkan sonuçların üzerinde durulmuş ve ovanın sulanması için yapılan tesislerden optimum biçimde yararlanmaya ilişkin seçenekler araştırılmıştır.

Çizelge 1. Araştırma alanında 1971-1992 yılları arasında sulamanın gerçekleşme oranı

Yıllar	Sulamaya Açılan Alan (ha)	Sulamanın Gerçekleştiği Alan (ha)	Sulamanın Gerçekleşme Oranı (%)
1971	550	97	18
1972	1300	157	12
1973	3650	596	16
1974	1580	753	48
1975	3650	814	22
1976	3650	1039	29
1977	3650	1192	33
1978	3650	1122	31
1979	3650	1522	42
1980	3650	1203	33
1981	3650	1063	29
1982	3650	1286	35
1983	3650	219	6
1984	3650	855	23
1985	3650	962	26
1986	3650	568	16
1987	3650	934	26
1988	3650	181	5
1989	3650	150	4
1990	3650	459	13
1991	3500	392	11
1992	3500	500	14

Çizelge 2. Mürted sulama şebekesinde 1971-1992 yılları arasındaki bitki deseni

Bitkiler	Etiliş Oranı %																						
	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	
Bakiyil	39	-	24.4	31.0	33	43	30	47	7	62	59	86	40.5	66.8	72.0	61.9	84.6	21.5	16.1	70.2	50.8	52.3	
Bostan	5	0.9	2.4	0.5	1	2	1	6	1	-	-	1	-	0.1	-	0.5	1.3	1.3	1.0	4.7	2.3	1.7	
Ş.Pancarı	10	3.6	4.0	2.0	7	2	2	5	1	3	9	12	8.8	8.8	8.9	8.4	5.0	45.9	53.2	12.5	37.0	21.7	
Fidan	9	8.3	4.3	6.3	4	3	2	2	3	7	4	2	7.1	2.1	2.7	2.8	2.1	6.7	6.2	2.3	1.8	1.8	
Meyve	8	9.8	6.4	10.7	5	3	3	6	2	-	-	5	12.4	3.9	0.8	1.6	0.1	0.7	2.5	1.4	0.3	1.3	
Sebze	7	47.5	8.8	4.6	4	4	3	4	2	5	6	3	8.5	4.5	6.4	4.7	1.2	6.9	6.3	3.1	1.1	2.5	
Patates	16	18.4	24.9	27.7	32	29	45	16	7	9	2	1	1	1.3	1.4	8.1	0.4	-	-	-	-	0.6	0.1
Soğ.Sarm.	2	0.4	-	0.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Yonca	3	5.2	13.5	16.0	14	14	12	11	8	12	10	8	20.9	9.1	7.7	8.5	5.3	17.0	14.7	5.8	6.1	6.2	
Kavak	1	-	0.1	0.3	-	-	-	-	-	-	1	-	0.8	0.3	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-
Hububat	-	5.9	11.2	-	-	-	2	3	69	2	9	2	-	3.1	-	3.5	-	-	-	-	-	-	12.4
Toplam	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Araştırma alanındaki su iletimi ve dağıtım kanallarındaki sızma kayıpları hız-kesit yöntemi ile elde edilmiştir. Akım hızlarının ölçülmesinde Aott Arkansas tipi muline kullanılmıştır. Sızma kayıplarının hesaplanmasında, kanal uzunluğu boyunca oluşabilecek buharlaşma kayıpları ihmal edilerek, aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır.

$$Q_k = Q_1 - Q_2$$

Eşitlikte:

Q_k = Gözönüne alınan kanal uzunluğundaki sızma kayıpları (L / s),

Q_1 = Kanal bölümü başlangıcında ölçülen debi L/s,

Q_2 = Kanal bölümü sonunda ölçülen debi L/s'dir.

Tarla su uygulama randımanları aşağıdaki eşitliğe göre elde edilmiştir (Güngör ve Yıldırım, 1987).

$$E_a = \frac{W_s}{W_f} \times 100$$

Eşitlikte:

E_a = Tarla su uygulama randımanını,

W_s = Etkili kök bölgesinde depolanan su miktarını,

W_f = Tarlaya verilen su miktarını göstermektedir.

Araştırma alanında optimum bitki deseninin belirlenmesi amacıyla kurulan doğrusal programlama modeli amaç fonksiyonu ve kısıtlardan oluşmaktadır. Amaç fonksiyonu; araştırma alanında yetiştirilecek ürünlerden elde edilen brüt karı maksimize edecek şekilde kurulmuştur (Sönmez ve Benli, 1976, Altınbilek, 1977, Lucas et al 1981, Erkuş ve Demirci 1985, Balaban 1986).

Amaç fonksiyonu:

$$Z_{max} = \sum_{j=1}^n C_j \cdot X_j$$

Kısıtlar:

$$\sum_{j=1}^n X_j \leq A_t$$

$$\sum_{j=1}^n w_j \cdot x_j \leq Q_t \quad (t=1, \dots, 12)$$

$$\sum_{j=1}^n I_{ij} \cdot x_j \leq IG_t \quad (t= 1, \dots, 12)$$

Eşitliklerde:

Z_{max} = Maksimum karı (TL),

C_j = j. bitkinin brüt karını,

X_j = j. bitkinin ekiliş alanını (da),

j = Bitki indisini (j= 1.2.....n),

n = Bitki sayısını,

A_t = Toplam sulama alanını (da),

w_j = Bitkinin aylık su ihtiyacını (mm),

Q_t = t. ayda şebekeye verilecek toplam su miktarını (m^3),

I_{ij} = t. ayda j. bitki için gerekli ergin iş gücü ihtiyacını (EIG/da),

IG_t = t. ayda ergin iş gücü kapasitesini göstermektedir.

Eşitliklerde bitki su tüketiminin belirlenmesi Penman-Monteith yöntemi yardımıyla, sulama zamanının planlanması ise FAO tarafından geliştirilen CROPWAT paket programı yardımıyla yapılmıştır (Anonymous 1988, Smith 1991).

Projenin ekonomik analizinde FAO tarafından geliştirilen DASI (Anonymous 1984) paket programı kullanılmıştır. DASI proje ömrü süresince proje tarafından üretilen veya tüketilen malların ya da mal gruplarının zaman serisini hesaplamaktadır. Veriler bilgisayara kaydedildikten sonra, bilgisayar her plan için proje ömrü süresince üretilen ve tüketilen malların miktarını yine her plan için bu malların değerlerini belirlemektedir. Bu çıktılardan toplam girdi gereksinimleri ve toplam üretim hacmi değerleri gibi teknik parametrelerin yanında proje ömrü süresince her yıl için projenin toplam fayda ve masrafını saptamak mümkündür.

Bulgular ve Tartışma

Sulama kanallarında sızma kayıplarını saptamak amacıyla rastgele seçilen 10 kanal segmentinde sızma kayıpları Çizelge 3'de verilmiştir. Sızma kayıpları 3.13 L/s/100 m. ile 19.00 L/s/100 m. gibi oldukça geniş aralıkta değiştiği gözlenmiş, ortalama sızma kaybı ise 8.85 L/s/100 m. olarak belirlenmiştir. Sızma kaybının oldukça fazla olmasının başlıca nedenleri; sulama şebekesinin eski olması nedeniyle beton kaplamaların bozulmuş olması, bakım hizmetlerinin gerektiği şekilde yerine getirilememesi, sulama alanında yeterli personelin bulunmaması ve sulama yapan çiftçilerin gerekli özeni göstermemesi olarak belirtilebilir.

Su uygulama randımanını belirlemek amacıyla rastgele seçilen 14 tarla parselinden elde edilen sonuçlar Çizelge 4'de verilmiştir. Çizelgeden de izleneceği gibi, su uygulama randımanı salma sulama yönteminin uygulandığı parsellerde % 20-90 arasında (ortalama %

Çizelge 3. Araştırma alanı sulama kanallarında sızma kayıpları

Kanalın Yeri	Kaplama Cinsi	Kanal Başında Ölçülen Debi (L/s)	L Mesafe Sonra Ölçülen Debi (L/s)	Ölçüm Yapılan İki Nokta Arası Uzaklık (m)	Sızma Kayıpları		
					L/s	L/s/100 m	Giren Akımın (%) Olarak
Sol sahil ana kanal	Beton	432	414	100	18	18.00	4.17
Sol sahil Y-1	Beton Beton	89	83	65	6	9.23	6.74
Sol sahil Y-4	Beton Beton	120	112	100	8	8.00	6.67
Sol sahil Y-5	Beton Beton	170	116	100	4	4.00	2.35
Sağ sahil ana kanal	Beton Beton	786	767	100	19	19.00	2.42
Sağ sahil Y-1	Beton	51	47	50	4	8.00	7.84
Sağ sahil Y-3		138	131	100	7	7.00	5.07
Sağ sahil Y-4		58	53	160	5	3.13	8.62
Sağ sahil Y-6		124	118	80	6	7.50	4.84
Sağ sahil Y-7		43	40	65	3	4.62	6.98
Ortalama						8.85	5.57

Çizelge 4. Araştırma alanında su uygulama randımanları

Parsel No	Bitki Çeşidi	Sulama Yöntemi	Sulamadan Önce Topraktaki Su (mm)	Sulamadan Sonra Toprakta Tutulan Su (mm)	Sulama ile Toprakta Tutulan Su (mm)	Sulama ile Toprağa verilen Su (mm)	Tarla Su Uygulama Randımanı
1	Sebze	Karık	82.61	112.12	29.51	67.50	44
2	Sebze	Karık	94.3	128.43	34.13	90.00	38
3	Fasulye	Salma	95.77	119.41	23.64	75.60	31
4	Fasulye	Salma	86.93	143.73	56.80	75.00	76
5	Fasulye	Salma	50.97	90.55	39.63	44.00	90
6	Fasulye	Salma	102.37	130.92	28.55	47.51	60
7	Fasulye	Salma	74.44	87.80	13.36	108.00	12
8	Fasulye	Salma	96.15	139.77	43.62	121.50	40
9	Fasulye	Salma	49.42	104.09	54.67	92.57	59
10	Fasulye	Salma	110.21	147.45	35.24	88.61	40
11	Pancar	Salma	77.68	88.61	10.93	87.23	13
12	Pancar	Salma	101.26	124.22	22.96	97.20	24
13	Meyve	Tava	70.14	92.32	22.18	86.60	26
14	Yonca	Salma	93.36	133.48	40.12	126.00	32
ORTALAMA							41.78

43.36), karık sulama yönteminin uygulandığı parsellerde ise % 38-44 (ortalama %41) olarak belirlenmiştir. Yüzeysel sulama yöntemleri için su uygulama randımanları yapılan değişik çalışmalar da şu şekilde belirlenmiştir. Özalp (1967), Menemen ovasında % 33-66, Balaban ve Ayyıldız (1970), Orta Anadolu'da % 16-90, Ertaş (1980), Konya Ovasında % 28.7-98.9 ve Bayrak (1991), Samsun yöresinde % 35.1 - 94.9 olarak elde etmişlerdir. Bu çalışmada bulunan değerler sözkonusu araştırma sonuçları ile uyum sağlamaktadır.

Materyal ve Metot bölümünde belirtilen maksimum karın elde edilebileceği doğrusal programlama modeli ile elde edilen optimum bitki deseni Çizelge 5'de verilmiştir. Çizelge 5'den de izleneceği gibi optimum bitki deseni en yüksek ekiliş oranı % 35 ile baklagiller oluşturmaktadır. Araştırma alanında ikinci bitki olarak üretilen şekerpancarı bitkisi doğrusal programlama

modeline girmesine karşın optimum bitki deseni yer almamıştır.

Proje alanında, 1988 yılından 1992 yılına kadar mevcut bitki desenleri ve o yılın fiyatları gözönüne alınarak DASI paket programı ile hesaplanan ve DSI tarafından verilen fayda - masraf ortalaması Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelgeden de izleneceği gibi DASI paket programı ile bulunan fayda masraf oranları 0.18 ile 1989 yılında en düşük 0.70 ile 1992'de en yüksek değerdedir. Optimum bitki deseni uygulanması koşulunda elde edilen 0.98 fayda - masraf oranı değeri bu değerlerden yüksektir. DSI tarafından belirlenen fayda - masraf oranları DASI paket programı ile hesaplanılardan % 16 - 56 (ortalama % 36) farklılık göstermektedir. Bu da hesaplanan yöntemlerindeki farklılığa bağlanabilir.

Çizelge 5. Araştırma alanı için optimum bitki deseni (1992 yılı fiyatları esas alınmıştır)

Bitki Çinsi	Ekilebilecek Alan	
	da	%
Hububat	6848	19.6
Baklagil	12250	35.0
Bostan	3500	10.0
Meyve	152	1.0
Sebze	1750	4.4
Patates	3500	10.0
Yonca	7000	20.0
Şekerpancarı	-	0.0
TOPLAM	35000	100.0
Toplam Brüt kar (TL) 39.7 x 10 ⁹	Dekar başına brüt kar (TL)	11342857

Çizelge 6. Araştırma alanı için DASI ve DSI'ye göre fayda/masraf oranları

Yıllar	Fayda Masraf		Fark %
	DASI	DSI	
1988	0.30	0.48	38
1989	0.18	0.41	56
1990	0.46	0.77	40
1991	0.62	0.74	16
1992	0.70	0.98	28
Ortalama	0.45	0.68	36
Optimum Bitki Deseni	0.98	-	-

Araştırma sonucunda yetiştirilen bitkilerin Penman - Monteith yöntemine göre hesaplanan net sulama suyu gereksinimleri çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7'deki net sulama suyu gereksinimleri gözönüne alınarak CROPWAT paket programı yardımıyla belirlenen sulama zamanı planlama sonuçları çizelge 8'de verilmiştir. Paket programdaki hesaplamalar; optimum koşullarda tarla su uygulama randımanının % 54, toprağın kullanılabilir su tutma kapasitesininin 150 mm/m ve her sulamada topraktaki nemin tarla kapasitesine getireceği gözönüne alınarak yapılmıştır.

Çizelge 7..Araştırma alanında yetiştirilen bitkiler için net sulama suyu gereksinimi (mm)

Bitki Cinsi	Net Sulama Suyu Gereksinimi (mm)
Hububat	348.7
Baklagil	664.6
Bostan	557.9
Meyve	631.8
Sebze	561.8
Yonca	693.1
Patates	598.2

Çizelge 8. Araştırma alanında yetiştirilen bitkilere ilişkin sulama zamanı planlama sonuçları

Meteoroloji istasyonu: Etimesgut Kullanılabilir su tutuma kapasitesi : 150 mm/h Tarla su uygulama randımanı: % 60 Sulama seçeneği: Optimum sulama koşulu		
Bitki Cinsi	Sulama Sayısı	Sulama Tarihleri
Hububat	4	8 Mayıs, 29 Mayıs, 16 Haziran, 1 Temmuz
Baklagil	13	2 Haziran, 13 Haziran, 21 Haziran, 28 Haziran, 4 Temmuz, 11 Temmuz, 17 Temmuz, 23 Temmuz, 29 Temmuz, 4 Ağustos, 12 Ağustos, 20 Ağustos, 7 Eylül
Bostan	8	10 Haziran, 25 Haziran, 5 Temmuz, 17 Temmuz, 29 Temmuz, 8 Ağustos, 18 Ağustos, 3 Eylül
Meyve	6	19 Haziran, 10 Temmuz, 24 Temmuz, 14 Ağustos, 1 Eylül, 19 Eylül
Sebze	12	1 Haziran, 16 Haziran, 4 Temmuz, 11 Ağustos, 18 Temmuz, 25 Temmuz, 3 Ağustos, 10 Ağustos, 18 Ağustos, 26 Ağustos, 5 Eylül, 12 Eylül
Yonca	5	2 Haziran, 28 Haziran, 18 Temmuz, 9 Ağustos, 4 Eylül
Patates	10	5 Haziran, 19 Haziran, 1 Temmuz, 9 Temmuz, 18 Temmuz, 26 Temmuz, 5 Ağustos, 13 Ağustos, 20 Ağustos, 3 Eylül

Sonuç

Ankara Mürted sulamasında mevcut şartlarda tarım yapılan bitki deseninin değiştirilmesi gerektiği, sistem işletmesinin yeterli olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca, araştırma alanı içerisinde yer alan bazı ilçelerin hızlı bir gelişme göstermesi ve buna bağlı olarak yerleşim yerlerinin sulu tarım yapılan proje alanındaki arazilere doğru yayılmasının önlenmesi gerektiği, bununla ilgili olarak imar çalışmalarını yapılırken toprak etüd raporlarının zorunlu

olarak dikkate alınması gerektiği, su iletim ve uygulama randımanlarının düşük olduğu, araştırma sonucunda elde edilen optimum bitki deseninin uygulanmasının proje için çok büyük fayda sağlayacağı saptanmıştır. Elde edilen bu optimum bitki desenine ilişkin bitki su tüketim değerleri ve sulama zamanı planlaması elde edilerek kullanıcıların hizmetine sunulmuştur.

Kaynaklar

- Altınbilek, D.,1977.Su Kaynaklarının Geliştirilmesinde Eksik Hidrolik ve Ekonomik Bilgilerle Sistem Analizi Uygulaması.TÜBİTAK Mühendislik Araştırma Grubu, MAG-343, Ankara.
- Anonymous, 1984.DASI Kullanıcı El Kitabı.Tarım Orman ve Köyşleri Bakanlığı, APK Kurulu Başkanlığı, Ankara.
- Anonymous, 1988. Guidelines For Using CROPWAT a Computer Programme For Design and Managemet of Irrigation Water Supply. National Water Management Projects, Workshop, Welamteri, Hindistan.
- Balaban, A., M. Ayyıldız, 1970. Orta Anadolu Sulamalarında Tarla Sulama Randımanı Üzerinde Bir Araştırma. A.Ü.Ziraat Fakültesi Yıllığı, Yıl: 20, Fasikül:1, Ankara
- Balaban, A.,N.Sönmez, O.Tekinel, E.Benli, C.Okman, 1986. Sulama Organizasyon ve Yönetimi. GAP Tarımsal Kalkınma Sempozyumu, Ankara.
- Balaban, A., 1986. Su Kaynaklarının Planlanması. A.Ü.Ziraat Fakültesi Yayınları, 972, Ankara.
- Bayrak, F., 1991. Samsun Yöresinde Sulamaya Açılan Alanlarda Su İletim Kayıpları ve Su Uygulama Randımanları.Samsun Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Yayınları, 69/60, Samsun.
- Benli, E., 1974. Aksaray - Ulurmak Ovasında Sulama Suyundan Yararlanma Olanaklarının Geliştirilmesi Üzerinde Bir Araştırma.A.Ü.Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü, Doçentlik Tezi, Ankara.
- Beyribey, M., 1989. Konya - Alakova Yeraltısuyu İşletmesinde Su Dağıtım ve Kullanım Etkinliği. A.Ü.Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü, Doktora Tezi, Ankara.
- Bernardo, D.J., N.K.Whittlesey, K.E.Saxton, and D.L.Basset.,1988. Irrigation Optimization Under Limited Water Supply. Agricultural
- Bos, M.G., 1980. Irrigation Efficiencies at Crop Production Level. ICID Bulletin 29 (2): 18-25, Wageningen, Netherlands.
- Çakmak, B., 1994. Konya-Çumra Sulamasında Su Dağıtım ve Kullanım Etkinliği. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Ankara.
- Erkuş, A. ve R. Demirci, 1985. Tarımsal İşletmecilik ve Planlama. A.Ü.Ziraat Fakültesi Yayınları, 944, Ankara.
- Ertaş, M.R., 1980. Konya Ovası Sulama Şebekesi Alanında Su İletim Kayıpları ve Su Uygulama Randımanları. Köyşleri ve Kooperatifler Bakanlığı, Toprak Su Genel Müdürlüğü Konya Bölge Toprak Su Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, 67, Konya.
- Evsahbioğlu, N.,S.Kodal, M.A.Tokgöz, M.Beyribey ve N.B.Girgin., 1988. Devrekani Sulama Projesinde Etkinliğin İzlenmesi. A.Ü.Ziraat Fakültesi Yıllığı, Ankara.
- Girgin, N.B., 1987. Kalecik Sulama Projesinde Su Kullanım Etkinliğinin Araştırılması. A.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

- Güngör Y. ve O.Yıldırım, 1987. **Tarla Sulama Sistemleri**. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1022, Ankara.
- Hall, W.A., J.A.Dracup, 1970. **Water Resources System Engineering**. McGraw Hill Book Company, New York.
- Lucas, D.P., J.R.Stedinger, and D.A.Haith, 1981. **Water Resources System Planning and Analysis**. Prentice - Hall Inc. New Jersey.
- Özalp, N., 1967. **Menemen Ovasında Yetiştirilen Başlıca Mahsullerin Su İhtilaki ve Su İhtiyacı Tahminleri**. Toprak Su Genel Müdürlüğü Yayınları, 196, Ankara.
- Ridder, N.A., 1975. **Groundwater Basin Modelling and Linear Programming For Irrigation**. Annual Report.
- Smith, M., 1991. **Manual and Guide Lines For CROPWAT**. FAO Irrig. Drain, Paper 46, Rome.
- Sönmez, N., E., Benli, 1976. **Linear Programming As A Means in Project Evaluation and Application to The Alpu Irrigation Project**. A.Ü.Ziraat Fakültesi Yıllığı 25 (4), Fasikül 4'den ayrı basım, Ankara.
- Tekinel, O., B. Çevik, 1980. **Türkiye'de Toprak ve Su Kaynaklarının Etkin Biçimde Yararlanmada Karşılaşılan Sorunlar**. Su ve Enerji Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Cilt 1, Ankara