

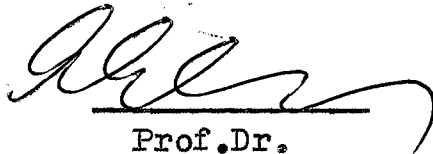
ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KONYA-ALAKOVA YERALTISUYU İŞLETMESİNDE  
SU DAĞITIM VE KULLANIM ETKİNLİĞİ

Mevlüt BEYRİBEY

DOKTORA TEZİ  
KÜLTÜRTEKNİK ANABİLİM DALI

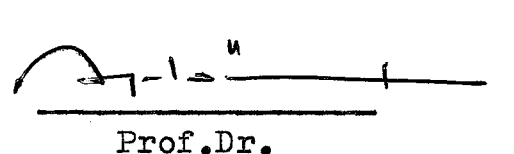
Bu Tez 24.7.1989 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Tarafından  
95 (Doksanbeş) Not Takdir Edilerek Oybirliği/~~Oyçokluğu~~  
İle Kabul Edilmiştir.



Prof.Dr.  
Ali BALABAN  
Danışman



Prof.Dr.  
Mehmet KARA



Prof.Dr.  
Aydın ÖNEŞ



ÖZET

Doktora Tezi

KONYA-ALAKOVA YERALTISUYU İŞLETMESİNDE  
SU DAĞITIM VE KULLANIM ETKİNLİĞİ

Mevlüt BEYRİBEY

Ankara Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Kültürteknik Anabilim Dalı

Danışman : Prof.Dr. Ali BALABAN  
1989, Sayfa : 79

Jüri : Prof.Dr. Ali BALABAN  
Prof.Dr. Mehmet KARA  
Prof.Dr. Aydın ÖNEŞ

Bu çalışma Devlet Su İşleri tarafından 1965 yılında işletmeye açılan Konya-Alakova pompaj sulama alanında su dağıtım ve kullanım etkinliğinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Söz konusu sulama alanının fiziksel etkinliğini belirlemek için yapılan ölçümlere göre, su iletim randımanı % 85 ve su uygulama randımanı da % 48.7 olarak bulunmuştur. Proje alanı için en uygun ürün deseni, doğrusal programlama yöntemi ile belirlenmiştir. Proje alanının mevcut, planlanan ve gelecek durumları için ekonomik analizi, DASI programı ile yapılmış ve fayda-masraf parametreleri hesaplanmıştır. Sulama sisteminin işletme durumu, CROPWAT programı ile değerlendirilmiştir. Araştırma sonunda, sulama şebekelerinde etkin su dağıtım ve kullanımını sağlamak için izleme ve değerlendirme çalışmalarında kullanılabilecek bir akış diyagramı verilmiştir.

ANAHTAR KELİMELEER : Su kullanım etkinliği, su uygulama randımanı, optimum bitki deseni, proje ekonomik analizi, DASI, sulama yönetimi, sulama zamanı planlaması, CROPWAT.

ABSTRACT

PhD Thesis

WATER DISTRIBUTION AND WATER-USE EFFICIENCY  
IN KONYA-ALAKOVA PUMP IRRIGATION SYSTEM

Mevlüt BEYRİBEY

Ankara University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Agricultural Engineering

Supervisor : Prof. Dr. Ali BALABAN  
1989, Page : 79

Jury : Prof.Dr. Ali BALABAN  
Prof.Dr. Mehmet KARA  
Prof.Dr. Aydın ÖNEŞ

Principal aim of this study was to evaluate the water distribution and, water-use efficiencies in the Konya-Alakova pump irrigation system which was constructed by the State Hydraulic Works in 1965. The water conveyance losses and, water application efficiencies were found to be as 85 % and, 48.7 % respectively. Optimum crop pattern for the project area was determined by applying linear programming method. Economical analysis for present, planned and future conditions of the project was made by using DASI programme and benefit-cost parameters were calculated. Irrigation water management of the system was determined by using the computer package programme known as CROPWAT. A flow diagram was prepared for evaluation and monitoring the irrigation water distribution and water-use.

KEY WORDS : Water-use efficiencies, water application efficiencies, optimum crop pattern, project economical analysis, DASI, irrigation management, irrigation scheduling, CROPWAT.

## TEŞEKKÜR

Bana bu konuda araştırma imkanı vererek çalışmalarımı yönlendiren Danışman Hocam Prof.Dr. Ali BALABAN'a, tez konumun belirlenmesi sırasındaki yardımlarından dolayı Prof.Dr. Erkan BENLİ ve Prof.Dr. Abdurrahim KORUKÇU'ya, çalışmamın her aşamasında yardımlarını gördüğüm Doç.Dr. A.Nejat EVSAHİBİOĞLU'na, değerli yardımlarından dolayı Prof.Dr. Ahmet ERKUŞ ve Doç.Dr. Süleyman KODAL'a, arazi çalışmalarındaki yardımlarından dolayı DSİ İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı ve Köy Hizmetleri Konya Topraksu Araştırma Enstitüsü mensuplarına ve tez çalışmam süresince yardımları ile beni destekleyen Kültürteknik Bölümü elemanlarına teşekkürü borç bilirim.

Mevlüt BEYRİBEY

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
1. GİRİŞ .....	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI .....	6
3. MATERYAL VE METOD .....	15
3.1. Materyal .....	15
3.1.1. Araştırma alanı hakkında genel bilgiler .....	15
3.1.1.1. Konum .....	15
3.1.1.2. Jeolojik durum .....	17
3.1.1.3. İklim durumu .....	17
3.1.2. Toprak ve su kaynakları .....	18
3.1.2.1. Toprak kaynakları .....	18
3.1.2.2. Su kaynakları .....	20
3.1.3. Araştırma alanında sudan yararlanma durumu .....	20
3.1.4. Tarımsal durum .....	21
3.1.5. Sulama şebekesi ögeleri ve karakteristikleri .....	21
3.1.5.1. Kuyular .....	21
3.1.5.2. Sulama yapıları .....	22
3.1.6. Sulama denemeleri ve su iletim kayıplarının ölçüldüğü yerler .....	22
3.2. Metod .....	22
3.2.1. Sulama kanallarında sızma kayıplarının ölçülmesi .....	24
3.2.2. Tarla su uygulama randımanının belirlenmesi .....	25
3.2.3. Optimum bitki deseninin belirlenmesi .....	27
3.2.3.1. Amaç fonksiyonu .....	28
3.2.3.2. Kısıtlar .....	28
3.2.4. Proje ekonomik analizi .....	31
3.2.4.1. Kavramlar ve tanımlamalar .....	34
3.2.4.2. Veri formatları.....	34
3.2.5. Sulama yönetimi açısından projenin değerlendirilmesi .....	39

	<u>Sayfa</u>
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	42
4.1. Sulama Kanallarında Sızma Kayıpları.....	42
4.2. Tarla Su Uygulama Randımanı .....	45
4.3. Optimum Bitki Deseni .....	47
4.4. Proje Ekonomik Analizi .....	52
4.5. Sulama Yönetimi .....	55
KAYNAKLAR .....	73



## SİMGELER

$Q_s$	: Sızma kaybı (l/s)
$E_a$	: Tarla su uygulama randımanı (%)
$C_j$	: j nci bitkinin brüt kârı (TL/da)
$X_j$	: j nci bitkinin ekilebileceği alan (da)
$W_j$	: j nci bitkinin aylık su ihtiyacı (mm)
$Q_t$	: t periyodunda şebekeye verilebilecek su miktarı (m <sup>3</sup> )
$I_{Gt}$	: t nci ayda işgücü kapasitesi (EIG)
EIG	: Erkek işgücü
$ET_o$	: Referans bitki su tüketimi (mm/gün)
$P_{eff}$	: Etkili yağış
$SMD_i$	: i nci günde toprak nemi
$d_{irr}$	: Net sulama suyu miktarı
$ET_a$	: Gerçek bitki su tüketimi
DSİ	: Devlet Su İşleri

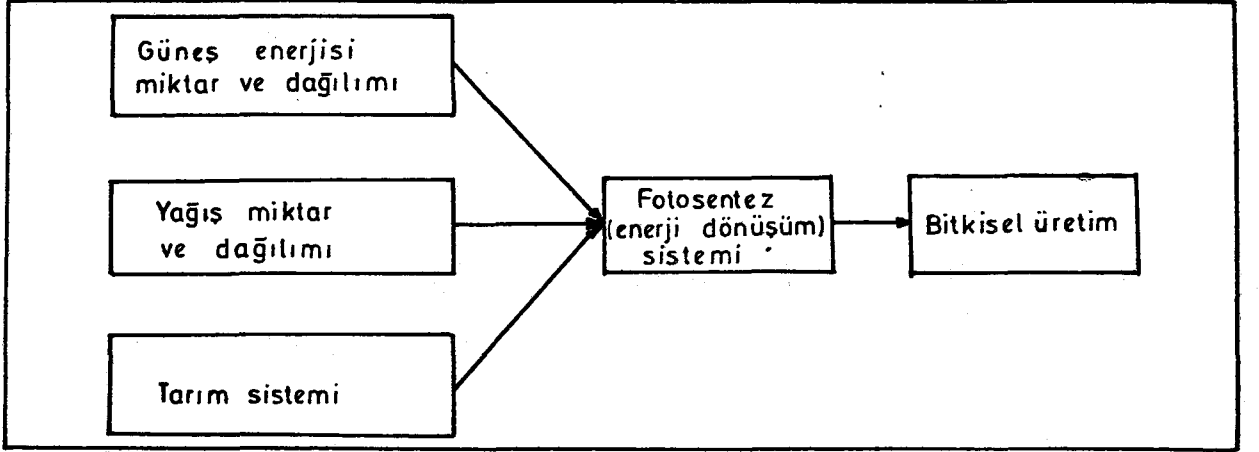
## 1. GİRİŞ

Dünyanın içinde bulunduğu ekonomik şartlar mevcut doğal kaynakların en etkin bir şekilde kullanımını zorunlu kılmaktadır. Bu kaynaklardan su ve toprak kaynakları önemli bir yer tutmaktadır. Su ve toprak kaynaklarının geliştirilmesi amacıyla hazırlanan sulama projelerinde amaç, tarımsal üretim değerini arttırmak ve sonuçta çiftçi refahını en üst düzeye çıkarmaktır.

Bilindiği gibi bitkisel üretim bir enerji dönüşüm sistemidir (Şekil 1.1). Bu sistemin girdileri güneş enerjisi miktar ve dağılımı, yağışın yıllık miktar ve dağılımı ve toprak dahil tarım sistemidir. Çıktısı ise bitkisel üretimdir. Tarım sistemi sabit tutulduğunda üretim potansiyelini belirleyen parametreler yağış ve güneş enerjisinin miktar ve dağılımıdır (Balaban 1986).

İklim özelliği nedeniyle ülkemizde bitkisel üretimin artırılmasında en önemli kısıt, bitki gelişme süresindeki su eksikliği olmaktadır. Bilindiği gibi sulamada amaç, bitki gelişmesi için gerekli olan ancak doğal yağışlarla karşılanamayan suyun bitki kök bölgesine kontrollü olarak verilmesi şeklinde tanımlanmaktadır. Bu nedenle Cumhuriyetin ilk yıllarından başlayarak sulama yatırımları ve bu yatırımları gerçekleştirecek kurumsal yapının oluşturulmasına büyük önem verilmiştir. Bunun sonucu olarak 1953 yılında Devlet Su İşleri (DSİ), 1960 yılında ise Topraksu Genel Müdürlük düzeyine getirilmiştir. Topraksu 1983 yılından itibaren Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü bünyesinde yer almıştır (Kodal 1986).

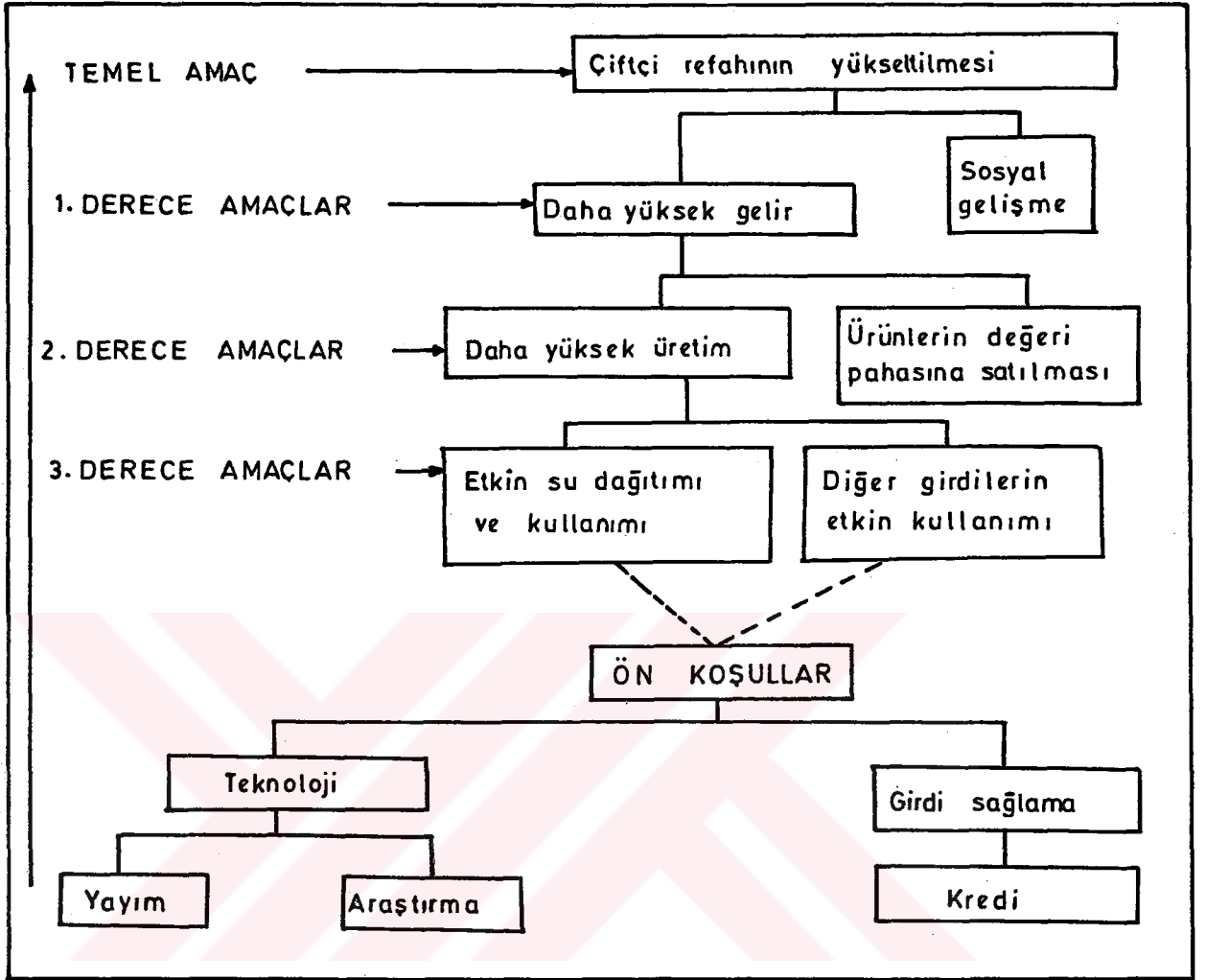




Şekil 1.1. Bitkisel üretim potansiyeli (Balaban 1986).

Günümüz çağdaş yaklaşımında sulama projelerinin gerçekleştirilmesinde temel amaç, tarımsal üretim değerini arttırmak ve çiftçi refahının en üst düzeye çıkarılmasını sağlamaktır (Şekil 1.2). Bu amaçla Dünya'da 1930 larda 80 milyon hektar olan sulu tarım alanları günümüzde 250 milyon hektarı geçmiş durumdadır (Balaban 1988). Buna karşılık, özellikle gelişmekte olan ülkelerde sulama yatırımlarında amaçların gerçekleştirilemediği de yaygın bir gözlemdir. Bunun nedeninin de yüksek verimli bir tarım sisteminin gerçekleştirilememesinden kaynaklandığına dair görüşler yaygındır.

Yüksek verimli bir tarım sisteminin gerçekleştirilmesinde temel konulardan birisi de etkin su dağıtım ve kullanımınıdır (Şekil 1.2). Su dağıtım ve kullanım hizmetleri işletme, bakım ve sulama destek hizmetlerinden oluşmaktadır. Bir sulama alanında bu hizmetlerin etkin bir şekilde yerine getirilebilmesi ancak kaynakların optimum bir şekilde kullanımı ile mümkün olabilir.



Şekil 1.2. Sulama projelerinde organizasyona dönük hiyerarşi (Balaban 1986).

İşletmeye ilişkin hizmetlerin temel amacı, sulama planlarının hazırlanması ve plana göre su dağıtımının gerçekleştirilmesidir. Bu nedenle, ekonominin ana üretim kaynakları olan toprak, işgücü ve sermayenin yanında, su kaynağının da optimum düzeyde kullanılması ayrı bir önem kazanmaktadır (Benli 1974).

Bakım ise, büyük yatırımlar yapılarak gerçekleştirilen sulama tesislerinin istenilen fonksiyonlarını yerine getirebilmeleri için yapılan hizmettir. Bakım

hizmetlerinin de etkin bir şekilde yapılabilmesi iyi bir planlama yanında yeterli kaynak gerektirmektedir.

Etkin su dağıtımı ve kullanımı hizmetlerinden bir diğeri ise sulama destek hizmetleridir. Bu hizmetler; çiftçinin sulu tarım kültürünü artırma, tarla sulama sistemlerini geliştirme ve tersiyer bazında sulama şebekelerine çiftçi katılımını sağlama hizmetleridir. Çiftçinin aktif katılımı sağlanmadan sulama etkinliğinin artırılmayacağı belirtilmektedir (Lowdermilk 1985).

Etkin su dağıtım ve kullanım hizmetlerinin yerine getirilebilmesi sulama projelerinin bir sistem yaklaşımı içerisinde ele alınmasıyla mümkün olabilir. Sistem yaklaşımında, sulama projesini oluşturan unsurlar; sulama alanı, su yapıları, bitki su ihtiyaçları ve toprak çeşidi bir bütün olarak ele alınarak bir optimizasyon modeli geliştirilir. Model uygun bir çözüm tekniği ile çözümlenerek amaç fonksiyonunu maksimum/minimum kılacak çözümler elde edilerek optimum çözüme ulaşılır (Hall ve Dracup 1970; Loucks vd 1981).

Su kaynaklarının planlama ve işletilmesinde sistem analizi tekniklerinin kullanılışı 1960 lardan sonra başlamıştır. Sistem analizi teknikleri çok sayıda matematik işlem gerektirdiğinden, hızlı ve yüksek kapasiteli, bilgisayarlara ihtiyaç vardır. Ülkemizde de bilgisayarların yaygınlaşması optimizasyon çalışmalarına daha fazla imkan tanımaktadır. Bu nedenle, su kaynaklarından optimum faydanın sağlanmasına yönelik çalışmalar günümüzde büyük önem kazanmıştır.

Bu çalışmada DSİ tarafından 1965 yılında işletmeye açılan Alakova Pompaj Sulaması araştırma konusu olarak ele alınmıştır. Proje alanında sulama oranı % 100 ve sulama alanı ise 850 hektardır. Çalışmada;

- Proje alanında fiziksel etkinliklerin belirlenmesi,

- Arazi, işçilik ve sulama suyu kısıtları altında proje alanına ilişkin brüt kârı maksimize eden optimum bitki deseninin belirlenmesi,
- Projenin mevcut, hedeflenen ve optimum bitki desenine göre ekonomik analizi,
- Proje alanına ilişkin bitkiler için sulama zamanı planlaması, şebeke su ihtiyacının belirlenmesi ve projenin sulama organizasyonu açısından değerlendirilmesi,

amaç edinilmiştir.

Dört bölümden oluşan bu çalışmada, giriş bölümünden sonra, ikinci bölümde konu ile ilgili literatür gözden geçirilmiştir. Üçüncü bölümde araştırmada kullanılan materyal ve metod açıklanmıştır. Dördüncü bölümde ise araştırmadan elde edilen sonuçlar verilmiş ve bu sonuçlar tartışılmıştır.

## 2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu bölümde; sulama şebekelerinde su iletim kayıpları ve su uygulama randımanı, optimum bitki deseninin belirlenmesi, sulama projelerinin ekonomik analizi ve sulama zamanı planlaması ile ilgili yerli ve yabancı kaynaklar topluca gözden geçirilmiştir.

Bowlen ve Heady (1955), optimum bitki deseninin belirlenmesi amacıyla doğrusal programlama tekniğinden yararlanan ilk araştırmacılar olmuşlar ve Iowa eyaletinin bir bölgesinde kapital ve emeği kısıtlayıcı olarak kabul ederek amaç fonksiyonunu maksimize eden bitki desenini belirlemişlerdir.

Israelsen vd (1962), sulama ile kök bölgesinde depolanan suyun, tarlaya verilen suya oranı olarak tanımlanan su uygulama randımanını yüzey sulamalar için % 60 olarak belirtmektedirler.

Buras (1967), yeraltı su kaynağı, suyun depolandığı birim ve sulama alanından oluşan bir su kaynakları sisteminin optimizasyonu amacıyla yapmış olduğu çalışmada sulamadan elde edilecek net faydayı amaç fonksiyonu olarak düzenlemiş ve modeli dinamik programlama tekniği ile çözümlenmiştir. Modelde mevcut su kaynağı kapasitesi ve sulama alanı proje parametreleri olarak değerlendirilmiş ve sonuçta sistemin optimum işletme kuralları belirlenmiştir.

Keller (1967), yüzey sulama metotları için ortalama su uygulama randımanlarını, border sulama için kumlu topraklarda % 40-60, orta bünyeli derin topraklarda % 50-75, orta bünyeli sığ topraklarda % 40-65 ve ağır bünyeli topraklarda % 40-60 arasında, karık sulama için kumlu, orta bünyeli derin, orta bünyeli sığ ve ağır

bünyeli topraklarda sırayla % 20-50, % 35-65, % 30-50, % 35-65, salma sulama için % 20-45, % 35-55, % 30-45, % 30-50 ve tava sulama için ise % 70, % 70, % 60 ve % 60 olarak vermektedir.

Balaban ve Ayyıldız (1970), tarla sulama randımanını tesbit etmek amacıyla yaptıkları çalışmada, Eskişehir Alpu Ovası sulamasında tarla sulama randımanını % 30-85 arasında, Ankara sulu tarım alanlarında % 47-90 arasında, Konya Ovasında % 16-86 arasında ve Tokat Ovasında ise % 31-83 arasında değişen değerler olarak tesbit etmişlerdir.

Ridder (1975), sulamada yeraltı suyu havzalarına ilişkin doğrusal programlama modelleri geliştirmiştir. Araştırmacı, yeraltı su kaynaklarının optimum planlanmasını dikkate alarak, doğrusal programlama modelinde tarımsal üretim alanını, sulama suyunu, yeraltı suyu miktarını ve yerüstü kaynaklarını kısıt olarak kullanmıştır.

Ertunç vd (1975), DSİ sulamalarında 9 pompaj sulaması ve 18 cazibe sulamasında yaptıkları çalışmada planlamada öngörülen sulama suyu ile uygulamada kullanılan su miktarlarını karşılaştırmışlar ve ölçülü su dağıtımının kısmen yapılabildiği pompaj sulamalarında ortalama  $9888 \text{ m}^3/\text{ha}$  su kullanıldığı, planlananın ise  $10961 \text{ m}^3/\text{ha}$  olduğunu, bu durumda % 10 tasarruf yapıldığını, cazibe sulamalarında ise planlanan su miktarının  $9808 \text{ m}^3/\text{ha}$  olduğunu buna karşılık kullanılan suyun  $11670 \text{ m}^3/\text{ha}$  olduğu ve böylece % 20 civarında suyun israf edildiğini belirtmişlerdir.

Sönmez ve Benli (1975), doğrusal programlama yöntemi ile Eskişehir-Alpu Sulama Projesinin değerlendirilmesi amacıyla yaptıkları çalışmada, sulama şebekesi için optimum sulama alanları, bitki desenleri ve sulama suyunun marjinal değerlerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırma sonucunda en yüksek geliri veren modelde bitki desenini % 29 hububat, % 25 şekerpancarı, % 20 patates,

% 10 yonca, % 10 bostan, % 6 ayçiçeği olarak bulmuşlardır. Ayrıca sulama suyunun 1 l/s artırılması ile gelirden en az 31 TL ve en çok 1356 TL artış olabileceğini belirtmişlerdir.

Fogel vd (1976), optimum bir sulama politikasının ancak, sulama zamanının ve her sulamada uygulanacak su miktarının bilinmesi ile mümkün olabileceğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar bu şekilde oluşturulan modellerin sulamacılara sulama programlarının hazırlanmasında yarar sağladığını belirtmektedirler.

Ertaş (1976), Konya ovası koşullarında lizimetrelerde bitki su tüketimlerini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada mısır, şeker pancarı, kavun, ayçiçeği, patates, domates, tarla fasulyesi ve sorgum bitkileri için su tüketimi ve verimleri sırasıyla 621.0 mm, 285 kg/da; 858.4 mm, 6300 kg/da; 351.1 mm, 2000 kg/da; 701.5 mm, 300 kg/da; 577.5 mm, 2900 kg/da; 778.9 mm, 6500 kg/da; 505.5 mm, 175 kg/da ve 590.2 mm ve 820 kg/da olarak bulmuştur.

Şener (1976), Menemen ovasında toplam su iletim kayıplarını belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada, su iletim kayıplarının şebekeye saptırılan suyun % 35.23 ü olduğunu ve bu kaybın % 50 azaltılması halinde 2595 ha alanın sulanabileceğini belirlemiştir.

Lakshminarayana ve Rajagopalan (1977), Hindistan da optimum bitki desenini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada bir doğrusal programlama modeli geliştirmişler, modelde kısıt olarak kanal kapasitesi, kuyu kapasitesi, drenaj kanalı kapasitesi, sulama alanı ve bitki su tüketimini göz önüne alarak optimum plan için yıllık faydayı 123 milyon dolar olarak belirlemişlerdir. Ayrıca çeşitli ürünlerdeki fiyat değişimini alıp duyarlılık analizleri yaparak fiyat değişimine karşılık sulama faydasındaki değişimi incelemişlerdir.

Erözel (1978), Niğde-Misli Ovası sulama alanında optimum su kullanımını belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada, en yüksek gelir artışını sağlayan 25 000 dekarlık sulama alanını optimum alan olarak bulmuş ve bu alandaki optimum bitki desenini % 9 buğday, % 25 şeker pancarı, % 33 patates ve % 33 fasulye olarak belirlemiştir.

Şener (1978), Menemen ovasında su uygulama randımanını belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada, ovasında su uygulama randımanlarını % 36-66 arasında bulmuştur.

Fischbach ve Thompson (1979), Amerika Birleşik Devletleri Nebraska Eyaletinde bilgisayarlar yardımıyla hazırlanan sulama programlarının uygulayıcılara aktarılışını açıklayarak bu yolla sulama şebekelerinden büyük ölçüde yarar sağlanabileceğini belirtmişlerdir. Geliştirilen model de; ilk aşamada Jensen eşitliğini kullanarak bitki su tüketimi hesaplanmakta, daha sonra bitki, toprak, kök gelişimi ve yağış etmenlerini de değerlendirerek toprak suyu miktarı belirlenmektedir. Haftada iki kez olmak üzere değerlendirme sonuçları mevcut haberleşme imkanları ile sulayıcılara duyurulmakta ve sulamaların buna göre düzenlenmesi önerilmektedir.

Ertaş (1979), Konya ovası sulama rehberinde orta hafif bünyeli topraklarda buğday için sulama sayısının en fazla 3, arpa için 3, şeker pancarı için 7-8, kavun için 2, patates için 4-5, ayçiçeği için 4-5, tarla fasulyesi için 3-4, yonca için 8-9, mısır için 5-6, domates için 13-15 ve sorgum için ise 5-6 olarak alınmasını önermektedir.

Bos (1980), bitki üretim düzeyinde sulama etkinliği üzerinde yaptığı çalışmada, bitki üretim düzeyinde sulama suyunun etkin kullanımını artırmak için verim/bitki su tüketimi, verim/kullanılan su ve verim/ su masrafı oranlarının belirlenmesinin sulama projelerinin dizaynı ve yönetiminde önemli olduğunu belirtmiştir.



Benli (1980), Orta Anadolu Bölgesinde Ankara, Konya ve Eskişehir illerinin Köy Hizmetleri Araştırma Enstitülerinde tarla denemeleri ile belirlenen yonca bitkisi su tüketimini Blaney-Criddle, Penman ve Thronthwaite yöntemleriyle hesapladığı su tüketimi değerleriyle karşılaştırmış ve Ankara'da hiç bir yöntemin sağlıklı sonuç vermediğini, Blaney-Criddle yönteminin Eskişehir ve Konya'da, Penman yönteminin ise sadece Konya'da yeterli tahminler verdiğini belirlemiştir.

Ertaş (1980), Konya ovasında su iletim ve su uygulama randımanını belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada, kaplamalı kanallarda su iletim kayıplarını 0.8 l/s/100 m, kaplamasız kanallarda ise 4 l/s/100 m olarak bulmuştur. Konya Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü arazisinde yaptığı testlerde su uygulama randımanını % 60-80 arasında, çiftçi tarlalarında ise en düşük % 28.7 ve en yüksek % 98.7 olarak belirtmektedir.

Benli (1980), Devlet Sulama Şebekelerinde optimum su kullanımını sağlayacak görüşler getirmek amacıyla yaptığı araştırmada sistem yaklaşımından yararlanmıştı. Çalışmada bilgisayar programları yardımıyla tahmin edilen aylık ve mevsimlik su tüketimleri optimum su kullanım programlarının hazırlanması amacıyla kullanılmıştır. Ayrıca sulama alanlarına ilişkin sulama suyu-gelir ilişkisini veren analitik bir model geliştirmiş ve model sulama şebekelerine uygulanarak her şebekeye ait sulama suyu-gelir eğrileri ve denklemlerini belirlemiştir.

Benli ve Erözel (1980), su kaynağının kısıt olarak yer aldığı üç ayrı sulama alanında optimum su kullanımını sağlayacak bitki desenleri ile optimum sulama alanlarını belirlemek için bir doğrusal programlama modeli kurmuşlar ve çözümlenmişlerdir. Araştırma sonucunda, bitki su tüketimi değerlerinin su kaynakla-

rının planlanması amacıyla kurulan matematiksel modellerde önemli bir kısıt olarak yer aldığı belirtilmiştir.

Ertaş (1980), Konya'da buğday ve şeker pancarı için su tüketimi ve sulama sayısını belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada, buğday için en yüksek verimin alındığı konuda su tüketimini 459.6 mm ve sulama sayısını 2, şeker pancarında ise en yüksek verimin alındığı konuda su tüketimini 967.5 mm ve sulama sayısını 8 olarak bulmuştur.

Ulucak (1982), Altınova sulama projesinde optimum bitki desenini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada, arazi su ve işçiliği kısıt olarak net gelirin maksimize edilmesini sağlayacak bir model geliştirmiş ve modeli doğrusal programlama ile çözümleyerek maksimum net geliri 6111 TL/da bulmuştur.

Allen ve Brockway (1983), Idaho'da 17 sulama projesinde üç yıllık süre içerisinde sulama projelerinin işletme ve bakım masraflarını değerlendirdikleri çalışmalarında, şebekeye saptırılan su ve şebekede kayıpları göz önüne alarak su kullanım etkinliğini karşılaştırmışlardır. Sulama sistemlerinin fiziksel karakteristikleri ve su kullanımında yıllık işletme ve bakım masraflarına ilişkin istatistiksel ilişki ve denklemler geliştirmişlerdir.

Tokgöz (1984), Konya Çumra Alibeyhöyüğü Yeraltı Suyu işletmesinde sulama programlarının saptanması amacıyla yaptığı çalışmada, geçmiş yıllardaki verilerden yararlanarak çeşitli olasılıklarda gelecek için sulama sayılarını belirlemiş ve sulama sayılarından yararlanarak aylık ve mevsimlik su ihtiyaçlarının hesaplanması sonucunda sulama programlarının hazırlanmasında kullanılacak bir yöntem oluşturmuştur. Araştırmada sulama programlarının hazırlanması ile oldukça pahalıya mal olan birim sudan sağlanacak yararın en üst düzeye çıkarılabileceği belirtilmiştir.

Baştepe ve Güngör (1984), Kayseri Sarımsaklı Ovasında sulama tesislerinden optimum şekilde yararlanmayı sağlayacak seçeneklerin araştırılması amacıyla yaptıkları çalışmalarında, optimum bitki deseni, su iletim sistemlerinin geliştirilmesinin sağlanması ve tarla içi su dağıtım sistemlerinin düzenlenmesini ele almışlardır. Araştırma sonucunda, sulama suyu kısıtı göz önüne alınarak optimum su kullanımını sağlayacak 9 doğrusal programlama modeli geliştirmişlerdir. En yüksek brüt kârı sağlayan deseni % 10 hububat, % 22 şeker pancarı, % 33 ayçiçeği, % 10 sebze, % 10 patates, % 10 yonca ve % 5 bostan olarak belirlemişlerdir.

Martin vd (1984), sulama suyu eksikliğinin bitki verimi üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla bir simülasyon modeli geliştirmişlerdir. Bu model sulama sistemi, bitki gelişimi ve sulama uygulamaları gibi parametrelerin farklı kombinasyonları esas alınarak hazırlanmıştır. Verim tahmini yapılacak bitkiye ait evaporasyon ve transpirasyon değerlerinin belirlenmesinde günlük toprak su dengesi esas alınmıştır. Etkili yağış, sistemi sınırlayıcı faktörler ve sulama randımanı gözönüne alınarak sulama suyu miktarları hesaplanmıştır. Araştırmacılar hazırlanan modelin kolaylığı nedeniyle tüm sulama işletmeleri için kullanılabilir nitelikte olduğunu belirtmişlerdir.

Hargreaves vd (1985), Senegal nehri havzasında 274.805 hektar arazinin 2030 yılına kadar üç aşamada sulanmasını öngören çok amaçlı bir su kaynakları geliştirme projesi hazırlamışlardır. Çalışmada bitkisel üretimi etkileyen bitki deseni, su, gübre ve işletmecilik gibi faktörleri göz önüne alarak projenin analizini yapmışlardır. Yüksek verim artışı sağlayabilecek öneriler getirerek çalışmada ayrıca bitki su tüketiminin minimum ve maksimum hava sıcaklıkları yardımı ile tahminini sağlayan bir metod da vermişlerdir. Araştırmada kullanılan AGBEN paket programı ile proje öncesi ve proje sonrası üretim değerlerini inceleyerek söz konusu arazi için sulama geliri hesaplamışlardır.

Holzapfel vd (1985), sulama uygulamalarının etkinliği üzerinde önemli olan çeşitli parametreleri inceledikleri çalışmalarında, bu parametrelerin yüzey sulama sistemlerinin projelenmesi ve verim üzerindeki etkilerini ortaya koymuşlardır. Yüzey sulama uygulamalarında sulamanın etkinliğinin toprağın infiltrasyon hızı, arazi eğimi, sulama zamanı, derine sızma ve sulama öncesi toprak nemine bağlı olduğu araştırmacılar tarafından ortaya konmuştur.

Surarerks (1986), tarımsal gelişmede su yönetiminin etkinliği üzerinde yaptığı çalışmada, Thiland da geçmişten bugüne kadar sulama sistemlerinin yönetimi ve tarihsel gelişimini incelemiştir. Yaptığı değerlendirmede su yönetiminin etkili olmasında dört faktörün önemini ortaya koymuştur. Bu faktörler; sulama alanının fiziksel geleceği, sulama sisteminin fiziksel yapısı, sulama organizasyonu ve su yönetiminin karakteristiğidir. Bu dört faktörün uygun kombinasyonu ile proje alanından mevcut durumdan daha fazla faydanın sağlanabileceğini belirtmiştir.

Balaban vd (1986), sulama organizasyon ve yönetimi konusunda yaptıkları çalışmada, sulama şebekelerinde çiftçi refahının en üst düzeye çıkarılmasında mevcut idari yapıda koordinasyon, entegre ve matrix (Project Management) olmak üzere belli başlı üç organizasyon yapısını irdelemişler ve GAP sulamaları için en uygun organizasyon yapısının matrix ya da project management biçimi organizasyonun uygun olacağı sonucuna varmışlardır.

Erkuş vd (1986), Harran Ovası Tarım İşletmelerinin optimal üretim planlarını tesbit etmek amacıyla yaptıkları çalışmada, 60 ve 168.65 da işletme büyüklükleri için oluşturdukları doğrusal programlama modelleri arasında çok küçük farklılıklar tesbit etmişler ve yaklaşık olarak toplam alanın % 30 unu hububat, % 10 unu baklagil, % 44 ünü endüstriyel bitkiler, % 10 unu sebze

bostan ve % 6 sını yem bitkilerinin oluşturacağını ve bu durumda mevcut koşullara göre gelir artışının 5 kat artış gösterebileceğini belirtmişlerdir.

Girgin (1987), Kalecik sulama projelerinde su kullanım etkinliğinin araştırılması amacıyla yapmış olduğu çalışmada, uygulanan su miktarına karşılık yıllar itibariyle elde edilen gelirler ve bunların değişimini incelemiştir. Ayrıca projenin ekonomik analizini yaparak projedeki çeşitli unsurların değişimlerini araştırmıştır.

Evsahibioglu vđ (1988), Gökırmak-Hasköy sulama projesinin ekonomik analizinde FAO tarafından geliştirilen DASI paket programını kullanarak yaptıkları çalışmada projenin iç karlılık ve fayda-masraf oranını sırası ile % 28.24 ve 6.31 olarak bulmuşlardır. Ayrıca 6 farklı bitki deseni için fayda-masraf parametrelerini belirlemişler ve DASI programı ile çok sayıda alternatifin kısa zamanda değerlendirilmesinin mümkün olduğunu ve böylece en yüksek faydayı sağlayacak desenin tesbit edilmesinde simulasyon yöntemi olan DASI ile optimuma yakın çözümlerin elde edilebileceğini belirtmişlerdir.

Evsahibioglu ve Beyribey (1988), Devrekani sulama projesinde proje ekonomisinin analizi yoluyla sulama etkinliğinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada DASI sistem yaklaşımından yararlanmışlardır. Araştırma sonucunda 1 da, 1 işletme ve proje bazında fayda-masraf oranını sırayla 3.40, 3.34 ve 2.72 olarak bulmuşlardır. Çalışmadan elde edilen bulgular sonucunda, DASI programının proje ekonomisi ve etkinlik çalışmalarında kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

### 3. MATERIAL VE METOD

Bu bölümde araştırma alanı ile ilgili genel bilgiler verilmiş ve kullanılan metodlar açıklanmıştır.

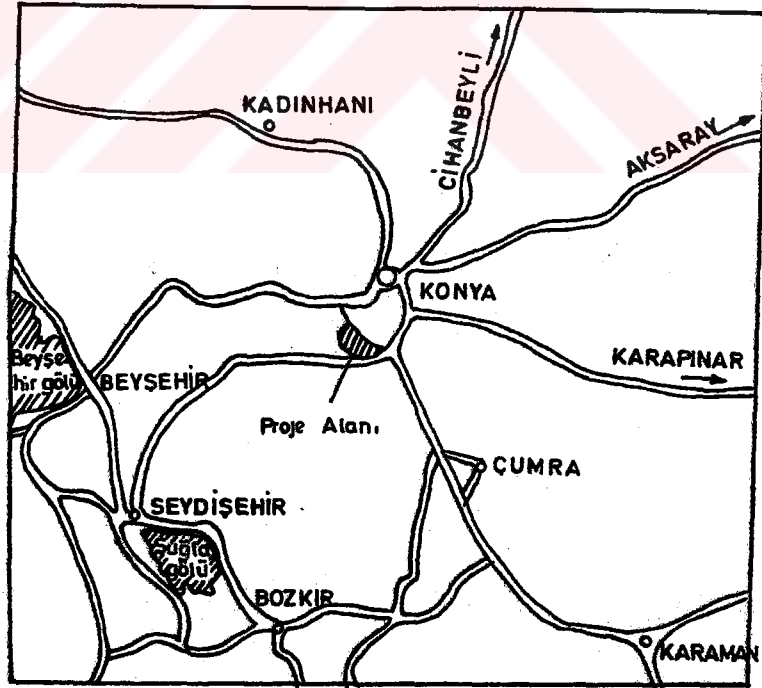
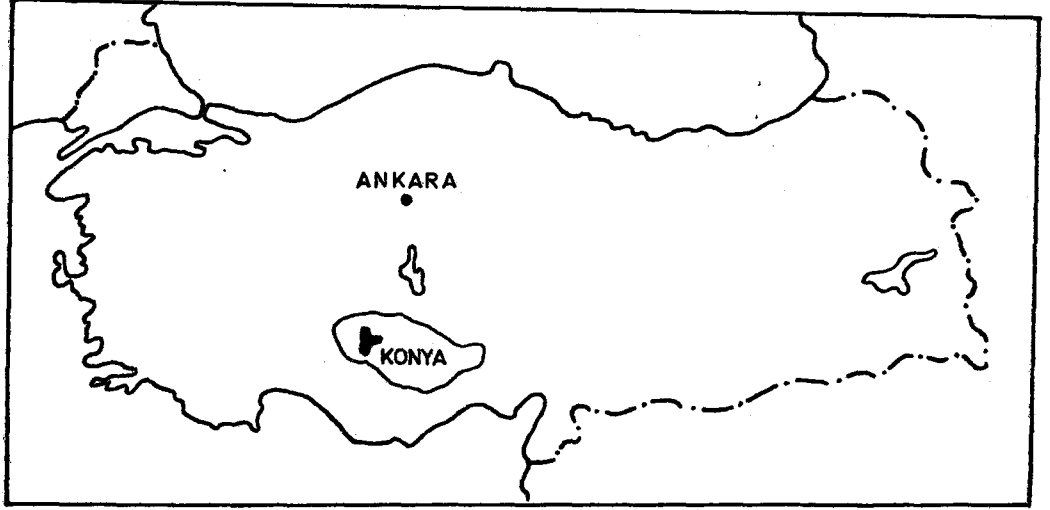
#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Araştırma alanı hakkında genel bilgiler

###### 3.1.1.1. Konum

Konya ili, İç Anadolu Bölgesinde  $36.5^{\circ}$ - $39.5^{\circ}$  kuzey enlemleri ve  $31.5^{\circ}$ - $34.5^{\circ}$  doğu boylamları arasında yer almaktadır. Doğu'da Niğde, kuzeyinde Ankara ve Eskişehir, batıda Afyonkarahisar ve Isparta, güneyde de Antalya ve İçel illeriyle komşudur.

Araştırma alanı Konya kapalı havzasının kuzeybatı kısmında, Konya il merkezine 15 km mesafede ve güneybatısındadır (Şekil 3.1). Sulama sahası kuzeyden Fıskıcı yolu, güneyinde Çumra Sulaması Birinci Esas Kanalı arasında Alakova, Abdülreşit, Yaylapınar, Karahüyük, Hasanköy, Karaaslan köylerine ait araziler olup ortalama kotu 1015 m dir.



Şekil 3.1. Proje sahasının Türkiye'de ve bölgedeki görünümü.

### 3.1.1.2. Jeolojik durum

Konya ovasının batısında şistler, mermerler ve kalkerler, güneyde kretase kalkerleri, doğuda mesozoik kalkerleri ve yeşil taş mostralaları görülür. Ovayı neojen yaşlı konglomera, kalker, kil ve plio kuvaterner yaşlı kumlu çakıllı akarsu teressübatı kaplar. Güneyde ovayı kaplayan neojen yaşlı göl kalkerleri ve taban konglomeraları zengin yeraltı suyu rezervuarlarının teşkilini sağlar (Anonymous 1973).

### 3.1.1.3. İklim durumu

Konya kapalı havzası yarı kurak iklim özelliğine sahiptir. Kışları soğuk ve yağışlı, yazları sıcak ve kurak geçmektedir. Konya Meteoroloji İstasyonuna ait 42 yıllık ortalama sıcaklık, yağış ve nisbi nem değerleri Tablo 3.1 de verilmiştir.

Tablo 3.1. Proje Alanına İlişkin Meteorolojik Veriler (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü).

Meteorolojik değerler	A Y L A R												Yıllık
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Ortalama sıcaklık (°C)	-0.1	1.5	5.1	11.0	15.8	19.7	23.1	23.0	17.9	12.4	6.7	2	11.5
Ortalama yağış (mm)	39.8	33.2	30.5	27.2	44.4	25.2	6.3	3.6	13.2	26.7	30.8	42.9	323.8
Ortalama nisbi nem (%)	78	74	65	57	56	49	41	40	47	59	72	80	60



Uzun yıllar ortalaması incelendiğinde en sıcak ay 23.1°C ile Temmuz, en soğuk ay ise -0.1°C ile Ocak ayıdır. Proje alanında yetiştirme mevsimi başlangıcı 1 Nisan, sonu ise 31 Ekim olarak kabul edilmektedir (Anonymous 1971). Yıllık yağış miktarı 323.8 mm olup bunun yetiştirme mevsimi süresindeki miktarı 146.6 mm dir. Buradan da görüldüğü gibi yağış toplamının ancak % 45 i bitkiler için faydalı olabilmektedir. Uzun yıllar ortalaması nisbi nem değerleri incelendiğinde en düşük nisbi nem Temmuz ayında (% 40), en yüksek nisbi nem ise Aralık ayında (% 80) dir. Proje alanında uzun yıllar ortalaması olarak buharlaşma miktarı 1197.5 mm olup bunun 1013.1 mm si yetiştirme mevsimi içerisinde meydana gelmektedir. Bu değeri yetiştirme mevsimi içerisindeki yağış ile karşılaştırdığımızda 866.5 mm lik bir fark olduğu ortaya çıkmaktadır ki bu durum tarımsal üretimin optimizasyonu için sulamayı zorunlu kılmaktadır.

### 3.1.2. Toprak ve su kaynakları

#### 3.1.2.1. Toprak kaynakları

Şebeke sahası toprakları allüvial karakterde olup, genelde açık ve pembemsi kahverengidir.

Alakova arazilerinin planlama kademesinde arazi tasnifi yapılmıştır. Deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 1015 m olan şebeke sahası, taban arazi karakterinde olup, düz bir topoğrafyaya sahiptir. Genel eğim kuzeybatıdan-doğuya doğru olup % 0-2 arasında değişmektedir. Sulama sahası olarak belirlenen 895 ha arazide orta bünye hakim durumdadır. Sulama alanı topraklarının detaylı bünye dağılımı Tablo 3.2 de verilmiştir.

Orta ve ağır bünyeli olan toprakların derinlikleri 150 cm den fazla ve geçirgenlikleri 3.68-8.86 cm/saat arasındadır.

Tablo 3.2. Alakova Sulaması Topraklarında  
Bünye Dağılımı (Anonymous 1971).

Bünye	$\frac{m}{m}$	$\frac{m}{l}$	$\frac{m}{h}$	$\frac{h}{m}$	$\frac{h}{h}$	Toplam
Saha (ha)	186	141	330	56	182	895
Oran (%)	20.8	15.7	36.9	6.3	20.3	100.0

Sulama şebekesi alanındaki topraklarda tuzluluk ve alkalilik sorunu bulunmamaktadır. Sulama sahası topraklarının drenaj problemi olmadığından bitki gelişimi bakımından herhangi bir sorun çıkmamaktadır.

Brüt alanı 895 ha olan sulama sahasının tamamı sulamaya müsait 1 ve 2. sınıf arazidir. Arazi sınıflarının sulama alanı ve toplam alana oranı Tablo 3.3 de verilmiştir.

Tablo 3.3 de görüldüğü gibi arazi sınıfları, sulu ziraat arazi sınıflamasında ekonomik olarak sulanabileceği belirtilen I-IV. sınıf arazilerden oluşmaktadır. Sulama alanının % 36.5 ine karşılık gelen 1. sınıf 327 ha arazide topoğrafya ve drenaj sorunu bulunmadığından sulama bakımından en ideal durumdadır.

Tablo 3.3. Alakova Sulama Alanında Arazi Sınıfları ve Toplam Alana Oranları (Anonymous 1971).

Arazi sınıfı	1. sınıf	2. sınıf	Toplam
Alan (ha)	327	568	895
Toplam alana oranı (%)	36.5	63.5	100.0

### 3.1.2.2. Su kaynakları

Proje alanında sulamada kullanılabilecek tek su kaynağı yeraltısuyudur. Yapılan etüd ve araştırmalar sonucunda Konya ovasının yeraltısuyu rezervi  $350 \times 10^6 \text{ m}^3$ , sulama sahasının ise  $29 \times 10^6 \text{ m}^3$  olduğu belirlenmiştir (Anonymous 1973).

### 3.1.3. Araştırma alanında sudan yararlanma durumu

Araştırma alanında 1966 yılından itibaren sulama oranları her yıl için DSİ ce hazırlanan Sulama Sonuçları Değerlendirme Raporlarından alınarak Tablo 3.4 de verilmiştir.

Tablonun incelenmesiyle görüleceği gibi şebekenin işletmeye açıldığı yıldan itibaren 9. yılda sulama oranı % 100 e ulaşmıştır. Bu durumda sulama projesi 9 yılda gelişmesini tamamlamış tam sulama oranına ulaşmıştır.

Tablo 3.4. Alakova Sulama Şebekesinde Yıllara Göre Sulama Oranı (Anonymous 1970-1987; 1973).

YILLAR	Sulama oranı (%)	YILLAR	Sulama oranı (%)
1966	20	1977	95
1967	31	1978	99
1968	21	1979	86
1969	22	1980	91
1970	50	1981	92
1971	53	1982	97
1972	55	1983	100
1973	73	1984	99
1974	100	1985	101
1975	98	1986	100
1976	98	1987	100
ORTALAMA		76.4	

### 3.1.4. Tarımsal durum

Alakova sulama alanında projersiz koşulda kuru tarım yapılmakta ve bitki deseni % 50 hububat, % 5 bostan ve % 45 nadas şeklinde idi. Sulama sisteminin kurulması sonucunda entansif bir tarıma geçilmiştir. Şebeke alanında sulama ile nadas alanı oldukça azalmış, şeker pancarı, fidan, meyvelik, sebze, patates, hayvan yemi, soğan gibi bitkilerin yetiştirilmesi imkan dahiline girmiştir.

Şebeke alanında projeli durum bitki deseni incelendiğinde tarla fasulyesi, meyve, şeker pancarı ve hububat tarımının daha yaygın olduğu gözlenmektedir.

Alakova sulama şebekesinde işletme sayısı 274 ve ortalama işletme büyüklüğü ise 31.02 da dır.

Proje alanının şehir merkezine yakın olması ve diğer tüketim merkezlerine yakınlığı yetiştirilen ürünlerin kolayca pazarlanabilmesine imkan tanımaktadır.

### 3.1.5. Sulama şebekesi ögeleri ve karakteristikleri

#### 3.1.5.1. Kuyular

Sulama şebekesinde 25 adet kuyu işletmeye açılmıştır. Bütün kuyuların derinliği ortalama 100 m, statik seviyeleri 8 m, dinamik seviyeleri 12 m, ortalama debileri 40 l/s dir. Temmuz 1988 yılında DSİ Konya Bölge Müdürlüğü hidroloji servisi tarafından yapılan ölçümlerde 25 adet kuyunun toplam debisi 976.2 l/s olarak bulunmuştur.

### 3.1.5.2. Sulama yapıları

Sulama yapıları, ortalama debileri 40 l/s civarında 24 beygir gücünde 25 Rotos derin kuyu pompası, (44 + 040 km) beton kanal ve bu kanallar üzerinde 386 adet priz, 729 adet kapak, 20 adet sifon, 5 adet büzlü geçit, 19 adet üst yaya geçidi ve 8 adet havuzdan oluşmaktadır. Alakova pompaj sulaması genel vaziyet planı Şekil 3.2 de gösterilmiştir.

### 3.1.6. Sulama denemeleri ve su iletim kayıplarının ölçüldüğü yerler

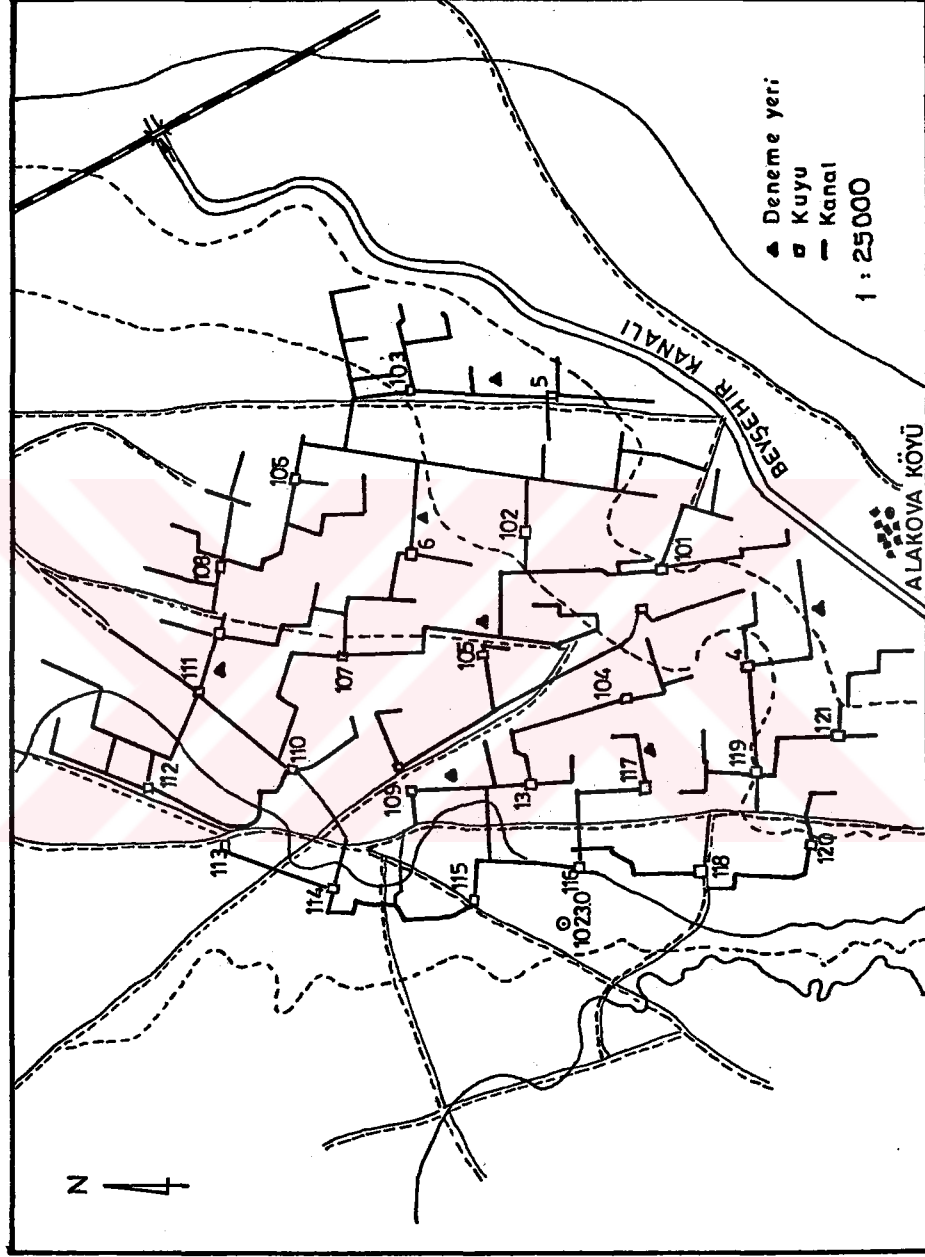
Tarla su uygulama randımanını belirlemek amacıyla yapılan çalışmada; tarlaya verilen su miktarını ölçmek için DSİ Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığından temin edilen Kesik Boğazlı Savak, toprak nemi tayininde alüminyum rutubet kapları, toprak burgusu, terazi ve şerit metre kullanılmıştır. Deneme yerleri DSİ işletme personeli yardımıyla sulama alanını temsil edebilecek şekilde seçilmiştir.

Su iletim kayıplarını ölçmek için kanallardaki su hızı ölçümleri mulineler yardımıyla yapılmıştır. Ölçüm yerleri ise rastgele seçilmiştir.

Denemelerin yapıldığı yerler Şekil 3.2 de gösterilmiştir.

### 3.2. Metod

Bu bölümde çalışmada izlenen metodlar beş ana grup altında incelenecektir.



Şekil 3.2. Alakova pompaj sulaması genel vaziyet planı.

### 3.2.1. Sulama kanallarında sızma kayıplarının ölçülmesi

Sulama alanında kanallarda sızma kayıplarını belirlemek amacıyla denemeler yapılmıştır. Kanallardaki akım hızının tayininde Hız-Kesit metodu (Balaban 1970) uygulanmıştır. Akım hızlarının ölçülmesinde Aott Arkansas tipi muline kullanılmıştır (Şekil 3.3). Sızma kayıplarının hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır (Balaban 1970).

$$Q_s = Q_1 - Q_2 - Q_b$$

Formülde;

- $Q_s$  = Sızma kaybı (l/s),
- $Q_1$  = Kanal başında ölçülen debi (l/s),
- $Q_2$  = L m sonra ölçülen debi (l/s),
- $Q_b$  = Buharlaşma kaybı (l/s)

dir. Buharlaşma kaybı  $Q_b = 0$  alınmıştır.



Şekil 3.3. Kanallarda hız ölçümü.

Sulama kanallarının 100 m uzunluğundaki kayıp;

$$Q_{s1} = \frac{Q_s}{L} \cdot 100$$

formülünden hesaplanmıştır. Formülde:

$$Q_{s1} = \text{Kanalın 100 m sindeki sızma kaybı} \\ (l/s/100 \text{ m}),$$

$$Q_s = \text{Ölçüm yapılan kanalın L uzunluğunda sızma} \\ \text{kaybı (l/s)},$$

$$L = \text{Ölçüm yapılan kanal boyu (m)}$$

dir.

### 3.2.2. Tarla su uygulama randımanının belirlenmesi

Araştırma alanında tarla su uygulama randımanını belirlemek amacıyla 7 parselde deneme yapılmıştır. Tarlaya verilen su miktarını belirlemede Anonymous (1975) de belirtilen Kesik Boğazlı Savak (Şekil 3.4) dan yararlanılmıştır. Savaktan geçen su derinliği ölçülerek Anonymous (1975) deki tablolar yardımıyla debi tayin edilmiştir. Tarla su uygulama randımanı Balaban ve Ayyıldız (1970) tarafından belirtilen kurallar göz önüne alınarak aşağıda verilen eşitlik kullanılmıştır.

$$E_a = \frac{\frac{(P_{w2} - P_{w1}) \cdot A_s \cdot D}{100} + U_a + U_b}{\frac{Q \cdot t}{A} + r} \times 100$$

Formülde;

$$E_a = \text{Tarla sulama randımanı (\%)},$$

$$A = \text{Tarla alanı},$$



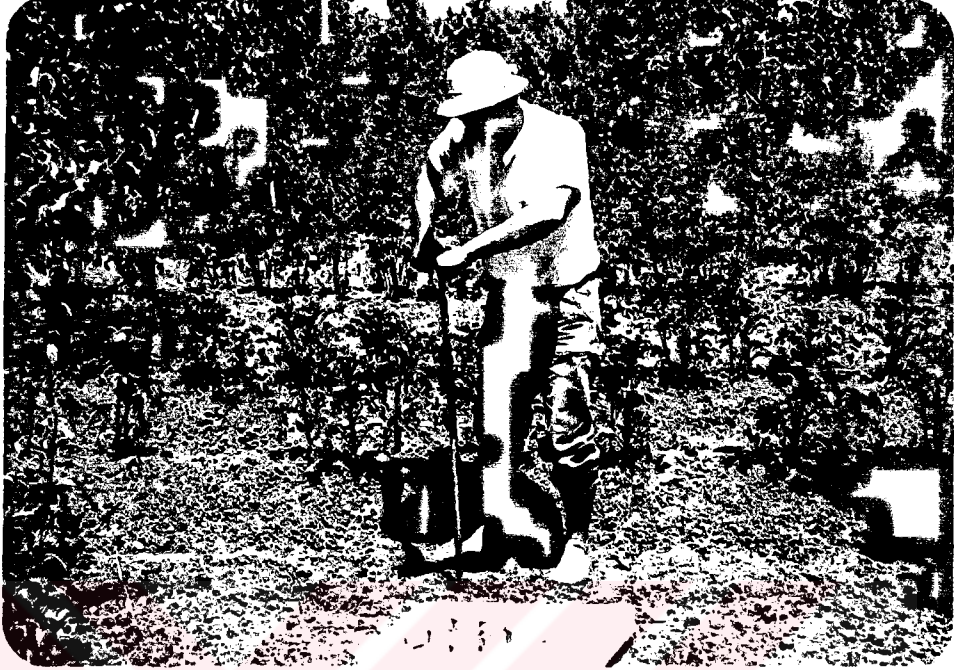
- $A_s$  = Toprak hacim ağırlığı,  
 $D$  = Kök bölgesi derinliği,  
 $P_{w1}$  = Sulama öncesi toprak nemi içeriği,  
 $P_{w2}$  = Sulama sonrası toprak nemi içeriği,  
 $Q$  = Tarlaya verilen sulama suyu debisi,  
 $r$  =  $P_{w1}$  ile  $P_{w2}$  arasında yağış  
 $U_a$  = Sulama öncesi toprak numunesi alınması  
ile sulama yapıldığı devre arasında bitki  
su tüketimi,  
 $U_b$  = Sulama ile sulama sonrası toprak numunesi  
alınması arasındaki devre arasında bitki  
su tüketimi,

dir.

Toprak örneklerinin nem içerikleri Gravimetrik yöntemle hesaplanmıştır (Israelsen vd 1962; Sönmez ve Balaban 1968; Güngör ve Yıldırım 1987). Toprak örnekleri alınırken toprak burgusu kullanılmış, nem tayininde Konya Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Laboratuvarından yararlanılmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.4. Kesik boğazlı savakla debi ölçümü.



Şekil 3.5. Toprak örneklerinin alınması.

### 3.2.3. Optimum bitki deseninin belirlenmesi

Proje alanı için bitki su ihtiyacı, işçilik, sulama alanı ve bitkilerin en fazla ekilebilecekleri alan gözönüne alınarak bir doğrusal programlama modeli kurulmuştur. Kurulan model doğrusal programlama modellerinin çözümü amacıyla geliştirilen LINDO paket program yardımıyla Kültürteknik Bölümü Bilgi İşlem Merkezi bilgisayarında yapılmıştır. Mevcut su kaynağında belli oranlarda azalmaya karşın gelir ve desen değişimi izlenmiştir.

Proje alanı için kurulan doğrusal programlama modeli amaç fonksiyonu ve kısıtlardan oluşmaktadır.

### 3.2.3.1. Amaç fonksiyonu

Amaç fonksiyonu, proje alanında yetiştirilebilecek ürünlerden elde edilen brüt kâr'ı maksimize edecek şekilde kurulmuştur (Loucks vd 1981; Sönmez ve Benli 1975; Erkuş ve Demirci 1985; Balaban 1986; Altınbilek 1977).

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

burada;

$$\begin{aligned} C_j &= j \text{ nci bitkinin brüt kâr'ı (TL/da)} \\ X_j &= j \text{ nci bitkinin ekim alanı (da)} \\ n &= \text{Bitki sayısı} \end{aligned}$$

şeklindedir.

Proje alanında bitkilerin verim, birim fiyat, gayrisafi üretim değeri, toplam değişen masraflar ve brüt kâr değerleri Tablo 3.5 de verilmiştir.

Verim değerleri Alakova sulamasında 1970-1987 yılları ortalaması olarak (Anonymous 1970-87) alınmıştır. Toplam değişen masraflar Erkuş ve Demirci (1986) da belirtilen esaslara göre Konya yöresinde yetiştirilen ürünlerin üretim girdi ve maliyetlerinden yararlanarak (Uçar 1980, 1983, 1984) hesaplanmıştır.

### 3.2.3.2. Kısıtlar

a) Bitkilerin ekilebileceği alan toplamı, toplam sulama alanından büyük olamaz. Bu durumda alan kısıtı:

$$\text{Sulama alanı} = \sum_{j=1}^n X_j \ll A_t$$

şeklindedir yazılabilir. Burada;

Tablo 3.5. Bitkilerden Elde Edilecek Gelirler (1987 fiyatı ile).

Bitki	Verim (kg/da)	Birim fiyatı (TL)	Gayri safi üretim de- ğeri (TL)	Toplam değişen masraflar (TL/da)	Brüt kâr (TL/da)
Buğday	345	99.44	34307.0	10718.0	23569.0
Arpa	400	75.0	30000.0	7876.0	22124.0
Fasulye	248	675.0	167400.0	22245.0	145155.0
Bostan	2200	90.0	198000.0	12555.0	185445.0
Ş.Pancarlı	5040	20.0	100800.0	35940.0	64860.0
Meyve	1841	150.0	276150.0	23849.0	252301.0
Sebze	1656	120.0	198720.0	41270.0	157450.0
Patates	1996	90.0	179640.0	33625.0	146015.0
K.Soğan	1900	67.0	127300.0	38916.0	88484.0
Yonca	1200	60.0	72000.0	20521.0	51479.0

$X_j$  = jnci bitkinin ekilebileceği alan (da),  
 $A_t$  = Toplam sulama alanı

Bitkilerin ekilebileceği alan sınırları Tablo 3.6 da verilmiştir.

b) Bitki su ihtiyacı için gerekli sulama suyu miktarı şebekeye verilebilecek toplam sulama suyundan fazla olamaz. Bu durumda sulama suyu kısıtı:

$$\text{Sulama suyu} = \sum_{j=1}^n W_j \cdot X_j \leq Q_t \dots t=1, \dots, 12$$

şeklinde yazılabilir. Burada;

$W_j$  = j nci bitkinin aylık su ihtiyacı (mm),  
 $X_j$  = j nci bitkinin ekilebileceği alan (da),  
 $Q_t$  = t peryodunda şebekeye verilebilecek toplam su miktarı ( $m^3$ ),

dir.

Tablo 3.6. Bitki Alan Sınırları (A.Ü.Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümünden alınmıştır).

Bitki	Ekilebileceği alan (%)	Bitki	Ekilebileceği alan (%)
Buğday	50	Meyve	23.5
Arpa	50	Sebze	4
Fasulye	33	Patates	2
Bostan	10	K.Soğan	2
Ş.Pancarı	33	Yonca	20

Sulama şebekesine ilişkin bitki su tüketimi değerleri Tablo 3.7 de verilmiştir (Anonymous 1988).

c) Şebeke alanında bitkiler için gerekli işgücü ihtiyacı toplam işgücünden fazla olamaz. Bu durumda işgücü kısıtı:

$$\text{İşgücü} = \sum_{j=1}^n I_{tj} \cdot X_j \ll IG_t \dots t=1, \dots, 12$$

şeklinde yazılabilir. Burada;

$I_{tj}$  = t inci ayda j inci bitki için gerekli işgücü ihtiyacı (EIG/da),

$IG_t$  = t inci ayda işgücü kapasitesi (EIG),

$X_j$  = j inci bitkinin ekilebileceği alan (da),

dır.

Tablo 3.8 de sulama alanında aylık işgücü kapasitesi Tablo 3.9 da her bir bitki için dekara aylık işgücü ihtiyaçları verilmiştir. Kapasiteler Erkuş ve Demirci (1985) de verilen esaslara göre hesaplanmıştır.

Yukarıda belirtilen şekilde kurulan doğrusal programlama modeli çözümlenerek optimum bitki deseni belirlenmiştir.

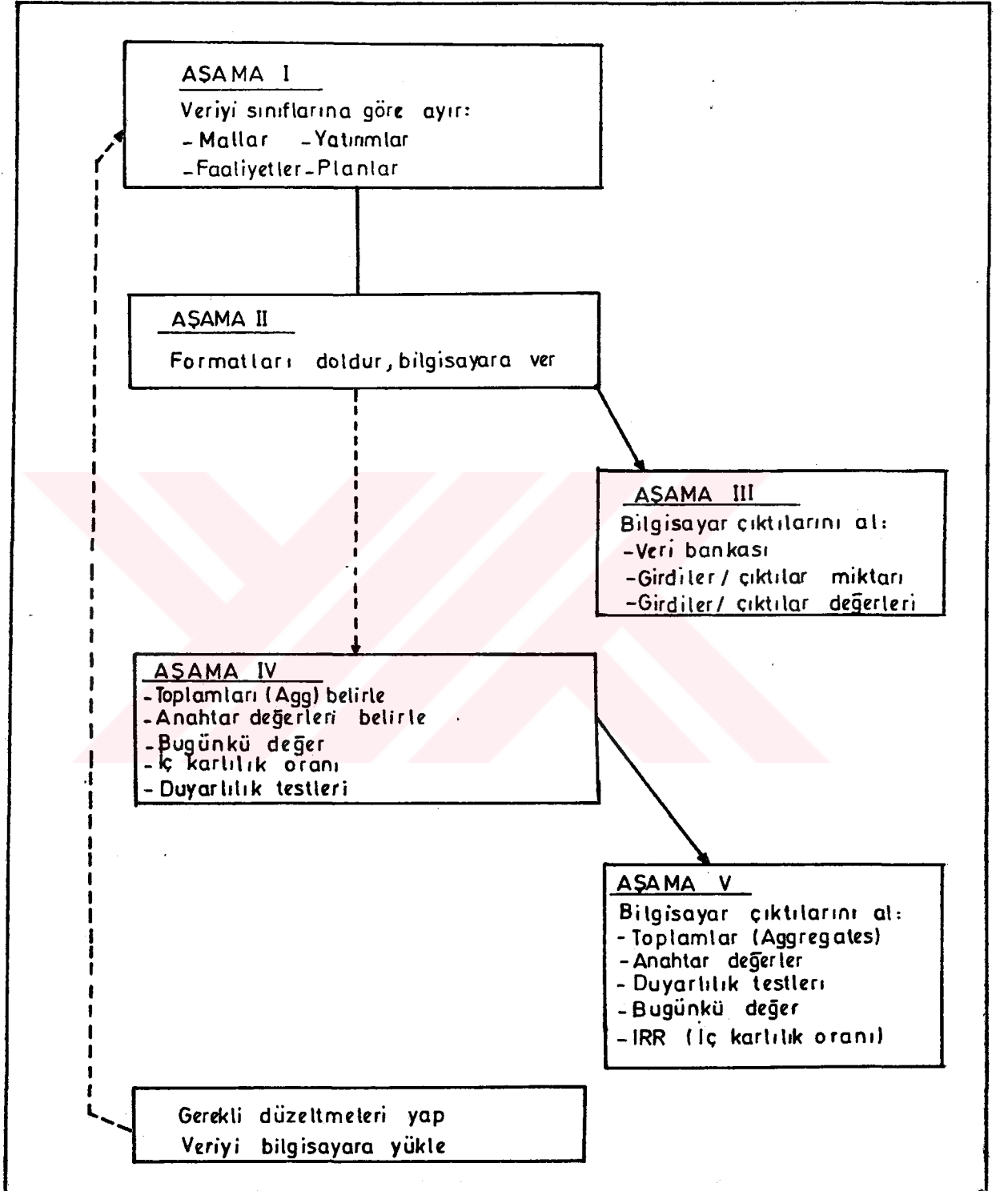
#### 3.2.4. Proje ekonomik analizi

Çalışmanın bu aşamasında, projesiz koşulda bitki deseni (Tablo 3.10), projeli koşulda 1970-1987 yıllarına ait bitki deseni (Tablo 3.11), projeli koşulda yıllık verimler (Tablo 3.12) ve proje yatırımı göz önüne alınarak 1970 yılı fiyatları sabit kabul edilip, projenin ekonomik analizinde FAO tarafından geliştirilen DASI (Anonymous 1984) paket programı kullanılmıştır. Programın kullanımındaki aşamalar Şekil 3.6 da gösterilmiştir.

Tablo 3.7. Alakova Sulama Şebekesinde Aylık Bitki Su Tüketimi ve Sulama Suyu İhtiyaçları (Anonymous 1988).

BİTKİ ADI	AYLIK BİTKİ SU TÜKETİMİ (u) ve SULAMA SUYU İHTİYAÇLARI (u-r)													
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	TOPLAM	
	u	10.99	14.17	28.78	67.33	151.69	137.85	30.96	-	-	20.56	22.93	14.40	499.66
Buğday	u-r	-	-	-	-	100.50	111.84	3.01	-	-	4.83	-	-	220.27
	RDD*	-	-	-	-	186.28	207.11	5.67	-	-	8.94	-	-	407.90
	u	-	-	63.6	43.1	126.6	198.1	-	-	-	-	-	-	431.40
Arpa	u-r	-	-	-	-	75.5	147.0	-	-	-	-	-	-	222.50
	RDD	-	-	-	-	139.81	272.2	-	-	-	-	-	-	412.03
	u	-	-	-	13.27	62.58	106.35	161.69	123.70	-	-	-	-	467.55
Fasulye	u-r	-	-	-	-	11.30	80.35	103.88	82.74	-	-	-	-	278.27
	RDD	-	-	-	-	20.92	148.80	192.37	153.22	-	-	-	-	515.31
	u	-	-	-	-	42.42	70.23	121.58	68.49	-	-	-	-	302.72
Bostan	u-r	-	-	-	-	0.37	44.22	63.82	27.53	-	-	-	-	135.94
	RDD	-	-	-	-	0.96	81.89	118.18	50.98	-	-	-	-	251.74
	u	-	-	-	22.73	78.86	124.48	167.35	204.17	97.89	-	-	-	695.07
Ş.Pancarı	u-r	-	-	-	-	25.40	98.47	109.59	163.21	85.99	-	-	-	482.65
	RDD	-	-	-	-	47.04	182.35	202.94	302.24	159.24	-	-	-	893.80
	u	-	-	-	8.98	84.66	135.26	173.70	131.97	53.83	12.56	-	-	600.96
Meyve	u-r	-	-	-	-	17.26	109.26	115.94	91.01	41.93	-	-	-	375.40
	RDD	-	-	-	-	31.96	202.33	214.70	168.54	77.65	-	-	-	695.20
	u	-	-	-	-	119.59	136.51	156.82	142.50	58.48	-	-	-	613.91
Sebze	u-r	-	-	-	-	77.54	110.50	99.06	101.54	46.58	-	-	-	435.23
	RDD	-	-	-	-	143.59	204.63	183.44	188.04	86.26	-	-	-	806.00
	u	-	-	-	-	33.80	96.20	161.72	150.14	51.47	-	-	-	493.33
Patates	u-r	-	-	-	-	-	70.19	103.96	109.18	45.52	-	-	-	328.85
	RDD	-	-	-	-	-	129.98	192.52	202.19	84.30	-	-	-	609.00
	u	-	-	-	-	92.43	157.29	132.95	36.04	-	-	-	-	420.50
Sogan	u-r	-	-	-	-	52.17	131.28	75.19	16.22	-	-	-	-	274.86
	RDD	-	-	-	-	90.61	243.11	139.24	30.04	-	-	-	-	509.00
	u	-	-	-	13.85	105.36	145.66	185.61	177.19	107.94	28.79	-	-	764.40
Yonca	u-r	-	-	-	-	42.84	119.66	127.85	136.23	96.04	12.13	-	-	534.73
	RDD	-	-	-	-	79.33	221.59	236.76	252.28	177.85	22.46	-	-	990.24

\*RDD: Randımanla Düzeltilmiş Değer.



Şekil 3.6. DASI programının kullanımındaki aşamalar (Anonymous 1984).



Tablo 3.8. Alakova Sulamasında Aylık İşgücü Kapasitesi (EIG).

Aylar	Toplam işgücü kapasitesi	Aylar	Toplam işgücü kapasitesi
Ocak*	-	Temmuz	20849.00
Şubat*	-	Ağustos	22454.25
Mart	16841.37	Eylül	22454.25
Nisan	17644.00	Ekim	16841.37
Mayıs	19246.50	Kasım	16841.37
Haziran	20849.00	Aralık*	-

\* Ocak, Şubat ve Aralık aylarında şebeke alanında işgücü ihtiyacı olmadığından dikkate alınmamıştır.

#### 3.2.4.1. Kavramlar ve tanımlamalar

Proje analizinde programa veri teşkil edecek tüm girdi ve çıktılar mallar, yatırımlar, faaliyetler ve planlar olmak üzere dört sınıfta toplanmıştır (Şekil 3.7). Mallar ve yatırımlar projenin girdi ve çıktılarını faaliyetler ve planlar ise bunların farklı seviyelerdeki toplamalarını ifade ederler.

#### 3.2.4.2. Veri formatları

Projeye ilişkin veriler yukarıda belirtilen dört sınıfta belirlendikten sonra standart formatlara kaydedilmiştir.

Mallar için hazırlanan birinci formata, malın cinsi, birimi, fiyatı ve üretim veya tüketim unsuru olduğu belirtilmiştir. Bu veriler daha sonra her malı adı ile tanımlayacak olan bilgisayara yüklenmiştir. İkinci formata yatırımın adı, birimi ve yatırım süresince birim fiyatı kaydedilmiştir. Üçüncü formata her bir faaliyetin (örneğin hububat faaliyeti) girdileri ve çıktısı

Tablo 3.9. Alakova Sulamasında Bitkilerin Aylık İşgücü İhtiyaçları  
(EIG/da) (Anonymous 1980, 1983, 1984).

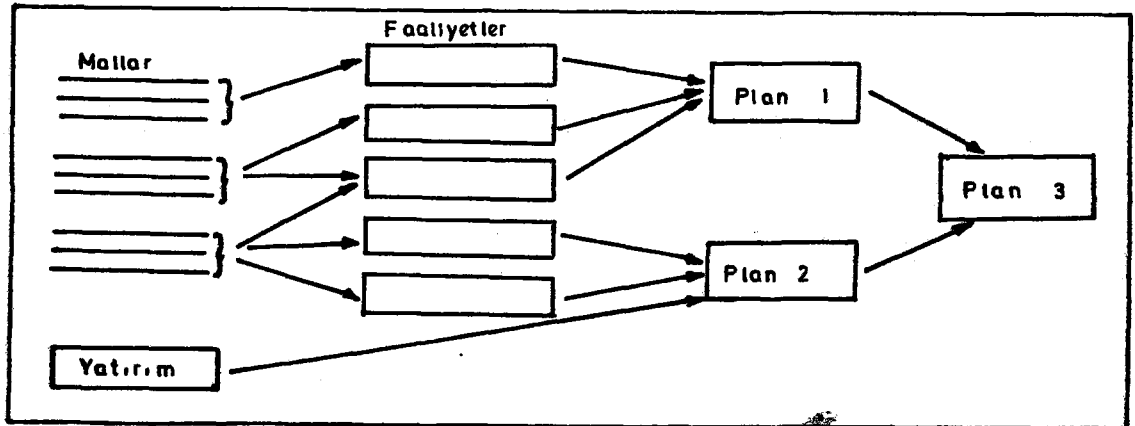
BITKİ ADI	AYLAR											
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Buğday	-	-	0.05	0.12	0.12	0.12	0.12	0.03	-	-	0.11	-
Arpa	-	-	-	-	0.12	0.12	0.03	0.03	-	-	0.07	-
Fasulye	-	-	-	0.05	0.28	1.52	0.28	0.28	1.20	0.93	0.04	-
Bostan	-	-	0.03	-	0.38	1.06	1.23	0.56	0.64	0.04	-	-
Ş.Pancarlı	-	-	0.08	-	3.94	3.13	0.79	0.79	0.79	4.95	0.04	-
Meyve	-	-	0.98	0.25	0.38	0.43	0.45	0.73	2.07	2.07	-	-
Sebze	-	-	0.08	1.01	1.76	1.40	0.37	7.31	4.01	1.03	-	-
Patates	-	-	-	1.96	0.22	1.66	1.60	0.45	2.92	-	-	-
K.Sogan	-	-	2.82	0.43	0.48	2.11	0.86	0.82	3.59	-	-	-
Yonca	-	-	-	-	0.26	0.26	0.85	0.85	0.26	-	-	-

işlenmiştir. Son formate ise planın adı ve biriminin yanısıra her plan için gerekli faaliyetler kaydedilmiştir.

Açıklanan veriler bilgisayara yüklendikten sonra Şekil 3.6 da verilen akış planı içerisinde program çalıştırılarak proje bazında mevcut durumun, proje ile planlamada hedeflenen durumun ve gelecek için 1987 fiyatları sabit kabul edilerek optimum bitki desenine göre, projenin fayda-masraf parametreleri DASI programı yardımıyla belirlenmiştir. Program hesaplamaları Ankara Üniversitesi Rektörlüğü Bilgi İşlem Merkezi Bilgisayarlarında yapılmıştır.

Tablo 3.10. Projesiz Koşulda Bitki Deseni ve Verimler (Anonymous 1971).

Ekilen ürün	Ekiliş oranı (%)	Verim (kg/da)	Birim fiyat (TL/kg)
Hububat	50	218	0.91
Bostan	5	1514	0.40
Nadas	45	-	-
Toplam	100	-	-



Şekil 3.7. DASI de veri yapısı.



Tablo 3.12. Alakova Sulamasında Projeli Verim Gelişme Durumu  
(DSİ Mahsul Sayım Sonuçlarından Alınmıştır).

Ürün cinsi	Yıllara göre verim (kg/da)																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17-50
Hububat	250	250	300	290	350	367	300	419	400	316	323	371	353	339	362	428	450
Ş.Pancarı	4000	4617	4420	5215	4900	5164	4822	4671	4527	4977	5935	5579	5185	5430	5856	4841	6681
Bostan	1500	1515	1117	1268	1660	1747	2274	1830	1750	3000	3193	3500	2875	3150	3150	2100	3000
Patates	1200	1200	905	1200	1300	1841	1929	1964	1768	2430	3000	2770	2550	2756	2156	1927	3300
K.Fasulye	200	256	230	220	195	210	227	299	351	252	302	236	250	219	211	240	273
K.Soğan	1200	1100	1187	1840	1900	1873	1644	1991	2063	2063	2720	2363	2287	2287	2000	1800	2200
Meyve	1600	1500	780	965	1550	1830	2000	1982	1507	2454	1400	2563	2351	2652	1924	2340	2113
Sebze	1500	1660	820	775	960	672	792	1992	1783	1593	2610	2500	2167	1943	1498	2000	3158
Yonca	750	850	1050	2043	2338	3245	3310	3400	1040	900	900	900	1000	780	1000	1686	1354

### 3.2.5. Sulama yönetimi açısından projenin değerlendirilmesi

Çalışmanın bu aşamasında ise FAO tarafından geliştirilen ve sulama yönetiminde kullanılan CROPWAT paket programı kullanılmıştır (Anonymous 1988 a; 1988 b). Program yardımıyla iklim verilerinden yararlanarak bitki su tüketimleri Modifiye Penman Yöntemi ile hesaplanmıştır (Doorenbos ve Pruitt 1977). Bitki verileri FAO 24, FAO 33, Yıldırım ve Güngör (1987) den alınmıştır. İklim, bitki ve toprak verilerinden yararlanarak Anonymous (1988 a) da verilen esaslara göre bitkiler için sulama zamanları belirlenmiştir. Ayrıca bitki deseni yardımıyla şebeke su ihtiyacı hesaplanmıştır. CROPWAT da izlenen aşamalar Şekil 3.8 de verilmiştir.

Programda referens bitki su tüketiminin hesaplanmasında Doorenbos ve Pruitt (1977) de verilen Penman yöntemi kullanılmaktadır. Penman eşitliği;

$$ET_o = c \left[ W \times R_n + (1-W) \times f(u) \times (e_a - e_d) \right]$$

şeklindedir. Eşitlikte;

$ET_o$  = Referens bitki su tüketimi (mm/gün),

$c$  = Düzeltme faktörü,

$W$  = Ağırlık faktörü,

$R_n$  = Net radyasyon (mm/gün),

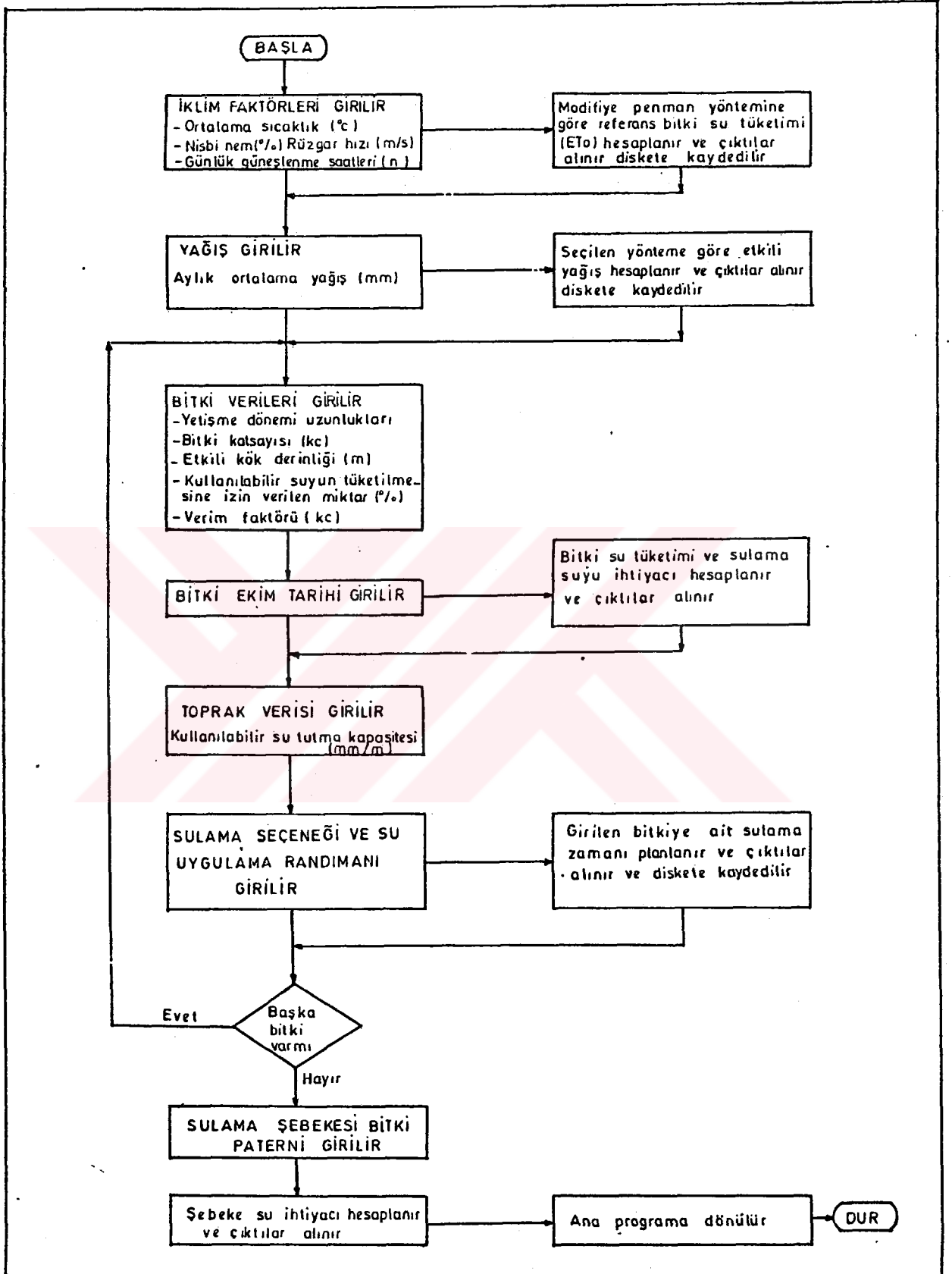
$f(u)$  = Rüzgar fonksiyonu,

$e_a$  = Ortalama hava sıcaklığında doymuş buhar basıncı (mb),

$e_d$  = Ortalama hava sıcaklığındaki gerçek buhar basıncı (mb)

dır.

Etkili yağışın hesaplanmasında "U.S.Bureau of Reclamation Metot" kullanılmıştır. Bu metod ile etkili yağış aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır.



Şekil 3.8. CROPWAT programının kullanımındaki aşamalar.

$$P_{eff} = P_o (1 - 0.2 P_{top}/100), \dots P_o < 250 \text{ mm}$$

$$P_{eff} = 125 + 0.1 P_o \dots P_o > 250 \text{ mm}$$

Burada;

$$P_{eff} = \text{Etkili yağış (mm)},$$

$$P_o = \text{Aylık ortalama yağış (mm)},$$

$$P_{top} = \text{Son 5 yılın aynı aydaki yağışları toplamı (mm)}$$

dir.

Sulama zamanı planlanmasında toprak su dengesi esasına göre, sulama mevsimi başlangıcında toprağın tarla kapasitesinde olduğu kabul edilerek, hesaplanmaktadır. Hesaplamada;

$$SMD_i = SMD_{i-1} - ET_a + P_{eff} + d_{irr}$$

eşitliği kullanılmaktadır (Anonymous 1988 a). Eşitlikte;

$$SMD_i = i \text{ nci günde toprak nemi}$$

$$ET_a = \text{Gerçek bitki su tüketimi},$$

$$P_{eff} = \text{Etkili yağış},$$

$$d_{irr} = \text{Net sulama suyu miktarı},$$

dir.

Yukarıda açıklanan aşamalar izlenerek sulama şebekesinde çeşitli bitkiler için, optimum sulama koşulu göz önüne alınarak, sulama zamanı planlaması yapılmıştır. Optimum bitki deseni için şebekeye verilmesi gerekli su miktarı hesaplanmıştır. Ayrıca 1981-87 yılları bitki desenleri göz önüne alınarak şebekeye çekilmesi gerekli su miktarları hesaplanmıştır. Programın uygulanmasında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü Bilgi İşlem Merkezi bilgisayarı kullanılmıştır.

Metod bölümünde incelenen beş bölüm dışında sulama şebekesinde gerek çiftçilerle karşılıklı görüşme ve gerekse yerinde yapılan incelemelerle işletme ve bakım ile ilgili problemler izlenmiştir.



#### 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Araştırmadan elde edilen sonuçlar ve bu sonuçların tartışılması Sulama Kanallarında Sızma Kayıpları, Tarla Su Uygulama Randımanı, Optimum Bitki Deseni, Proje Ekonomik Analizi ve Sulama Yönetimi alt başlıkları altında verilmiştir.

##### 4.1. Sulama Kanallarında Sızma Kayıpları

Sulama kanallarında sızma kayıpları Balaban (1970) de verilen esaslara göre hesaplanmış ve Tablo 4.1 de verilmiştir.

Tablo 4.1 incelendiğinde sulama kanallarında sızma kayıplarının fazla olduğu görülmektedir. 4 nolu kuyudan su alan kanalda sızma kaybının yüksek çıkmasının nedeni bu kanalın bakımının yetersizliğinden kaynaklanmıştır. Ölçüm yapılan kanallarda sızma kaybının fazla olmasındaki etkenler, sulama şebekesinin eski olması nedeniyle kaplamaların bozulmuş olması ve bakım hizmetlerinin yetersizliğidir. DSI Bölge Müdürlüğü kanal bakım hizmetlerini her kanaldan yararlanan çiftçilerin yapmasını öngörmüş fakat bir çok kanalda çiftçiler arasında anlaşmazlık nedeniyle yeterli bakım yapılmadığı gözlenmiştir.

Şebeke alanında kanal sızma kayıpları, 4 nolu kuyunun hizmet ettiği kanal göz önüne alınarak, sulama mevsimi boyunca kanaldaki toplam sızma miktarı aşağıdaki varsayımlara dayanılarak hesaplanmıştır.

Tablo.4.1. Sulama Kanallarında Sızma Kayıpları.

KANAL MEVKİİ	Kaplama çeşidi	Ölçüm yapılan iki nokta arasındaki uzaklık (m)	Kuyu çıkışında ölçülen akım (l/s)	L mesafede ölçülen akım (l/s)	Sızma kayıpları (l/s/100m)	Düşünceler
4 nolu kuyudan su alan kanal	Beton	50	30.6	28.5	4.2	Kanal bakımı yetersiz
114 nolu kuyudan su alan kanal	Beton	60	34.0	32.6	2.3	Kaplama bozuk
103 nolu kuyudan su alan kanal	Beton	50	41.0	39.7	2.6	Kaplama bozuk
101 nolu kuyudan su alan kanal	Beton	60	46.8	45.2	2.7	Kaplama bozuk
109 nolu kuyudan su alan kanal	Beton	60	41.0	39.0	3.3	Kanal bakımı yetersiz
117 nolu kuyudan su alan kanal	Beton	50	36.7	35.5	2.4	Kaplama bozuk
121 nolu kuyudan su alan kanal	Beton	80	48.1	46.4	2.1	Kaplama bozuk
Ortalama sızma kaybı	-	-	-	-	2.8	-

1. Kanal uzunluğunun yarısında kuyu çalıştığı sürece su mevcuttur.
2. Şebekede ortalama sızma kaybı 2.8 l/s/100 m dir.

Bu kabuller altında 1987 yılında 4 nolu kuyudan çekilen su 274152 m<sup>3</sup> ve sızma ile kaydedilen su ise 41122 m<sup>3</sup> olarak bulunmuştur. Bu durumda 4 nolu kuyudan çekilen suyun ortalama % 15 inin sızma nedeniyle kaybolduğunu söylememiz mümkündür.

Klasik sulama şebekelerinde su iletim kanallarındaki kayıpların ana, yedek ve tersiyer kanallarda DSİ tarafından % 15 olarak alındığı bilindiğine göre, Alakova sulama projesinde sadece tersiyer kanal bulunduğu ve % 5 iletim kaybı olması gerektiği halde, iletim kayıplarının ortalama % 15 olması su iletim kaybının oldukça fazla olduğunu göstermektedir.

Su iletim kaybının azalması tamamen bakım hizmetleri ile ilgilidir. Ülkemizde tüm sulama şebekelerinde görülen bu problemin çözümü çiftçinin bakım hizmetlerine katılımının sağlanması ile mümkündür. Bu katılımında kanuni mesnetlere dayanması ile çiftçi eğitimine yeterli önem verilmesi sonucu oluşabileceği fikrini gözardı etmemek gerekir.

Sulama alanında bakımı yetersiz kanallar üzerinden su alan çiftçilerle yaptığımız görüşmelerde bu problemin bir organizasyon eksikliğinden kaynaklandığı görüşü yaygındır. Çiftçiler, bakım hizmetini herkes kendi tarlası üzerindeki kanal bakım hizmetini yerine getirsin fikrindeyse bakım hizmetinin muhtarlık bünyesinde oluşturulacak bir yapı içerisinde ve bedelinin de çiftçiler tarafından ödenmesi koşuluyla bir yapı oluşturulması fikrindedirler. Bu şekilde bir organizasyon sonucunda şahıslar arasındaki anlaşmazlık nedeniyle yapılmayan bakım hizmetleri yapılabilecek ve çiftçinin katılımı sağlanmış olacaktır.

Sonuç olarak bakım hizmetlerinin yeterli yapılabilmesi için DSİ işletme ve bakım şubelerinin kontrolü altında bakım hizmetlerine çiftçi katılımının gerekli olduğunu söylememiz mümkündür. Çünkü mevcut durumda DSİ nin bu konuda çiftçilere bu hizmetleri yaptırabilecek bir kanuni dayanağı olmadığından çiftçiye bir yaptırım içerisinde girememektedir.

#### 4.2. Tarla Su Uygulama Randımanı

Araştırma alanında tarla su uygulama randımanını belirlemek amacıyla 7 parselde deneme yapılmış ve deneme sonuçları Tablo 4.2 de verilmiştir. Tablo 4.2 incelendiğinde su uygulama randımanının % 34-% 73 arasında değiştiği görülmektedir.

Balaban ve Ayyıldız (1970) yaptıkları araştırmada Konya Ovası sulama alanlarında su uygulama randımanını % 11 - % 82 arasında bulmuşlardır. Ertaş (1980) yaptığı araştırmada Konya Ovasında su uygulama randımanını % 28.7-% 88 arasında bulmuştur. Balaban ve Ayyıldız (1970) su uygulama randımanını ortalama % 52 olarak, Ertaş (1980) ise % 67.4 olarak tesbit etmişlerdir. Bu çalışmada ise su uygulama randımanı ortalama % 48.7 olarak belirlenmiştir. Yüzey sulama yöntemlerinde su uygulama randımanının % 60 (Keller 1967) olduğu göz önüne alınırsa şebeke alanında % 48.7 olan randımanın düşük olduğunu söylememiz mümkündür.

Su uygulama randımanının düşük olarak tesbit edildiği denemelerde bunun nedeni, çiftçinin yeterli sulama eğitimine sahip olmaması ve işletmenin bu konuda çiftçiye yeterli yardımı yapmamasından dolayı çiftçilerin fazla su kullanımına yönelmesidir. Yapılan çalışmada su iletim kaybının fazla olduğu kanallardan su alan parsellerde su uygulama randımanının yüksek, su iletim kaybının

Tablo 4.2. Araştırma Alanında Tarla Su Uygulama Randımanı.

Tarla no	Sulanan bitki çeşidi	Sulama yöntemi	Sulamadan önce toprakta su miktarı (mm)	Sulamadan sonra toprakta su miktarı (mm)	Sulamadan önce toprakta su miktarı (mm)	Sulamadan sonra toprakta su miktarı (mm)	Tarla su uygulama randımanı (%)	Düşünceler	
1	Fasulye	Tava	300	360	60	133	45	-	
2	Fasulye	Tava	275	337	62	182	34	Kuyu yakın su kaybı az fazla su kullanımı	
3	Domates	Karık	373	426	53	158	34	Fazla su kullanımı	
4	Fasulye	Tava	310	394	84	187	45	-	
5	Fasulye	Tava	290	394	104	151	69	Su iletim kaybı fazla	
6	Fasulye	Tava	295	354	59	145	41	-	
7	Meyve	Tava	246	397	151	205	73	Su iletim kaybı fazla	
ORTALAMA								48.7	-

az olduğu kanallardan su alan parsellerde ise randımanın düşük olduğu gözlenmiştir.

DSİ sulama sonuçları değerlendirme raporlarında bu sulama alanında fazla su kullanımının söz konusu olduğu belirtilmektedir. Diğer sulama şebekelerine nazaran suyun ölçülü ve kontrollü olarak verilebileceği bu alanda çiftçiye her sulamada ne kadar su vermesi gerektiği hususunda yeterli yardım yapıldığı takdirde yüksek bir su uygulama randımanı elde etmemek için hiç bir neden yoktur.

Pompajla su elde edilmekte ve her kuyudan ne kadar su çekildiği bilinmektedir. Ayrıca her bir kuyu sadece bir parsel hizmet verdiğinden suyun kontrolü kolayca yapılabilmektedir. O halde işletmeye düşen görev su dağıtımında pratik yöntemlerle nem tayinini yapıp toprağa verilmesi gereken suyu çiftçiye bildirmek ve kuyunun o parsel için ne kadar süre çalışması gerektiğini belirlemektir. DSİ su ücretini kuyudan pompaladığı suyun metreküpü üzerinden aldığı için tek taraflı bir düşünce içerisinde kalmakta ve çiftçinin fazla su kullanmaması hususunda yeterli yardımı gösterememektedir. Bu durumda hem fazla su kullanımı hem de enerji israfı söz konusu olmaktadır.

#### 4.3. Optimum Bitki Deseni

Proje alanı için bitki su ihtiyacı, işçilik, sulama alanı ve bitkilerin en fazla ekilebilecekleri alan göz önüne alınarak, maksimum kârı verecek bitki desenini belirlemek amacıyla, bir model kurulmuştur. Kurulan doğrusal programlama modelinin çözümü neticesinde Alakova sulaması için elde edilen optimum bitki deseni Tablo 4.3 de verilmiştir.

Tablo 4.3. Proje Alanı İçin Optimum Bitki Deseni (1987 Fiyatları Gözününe Alınmıştır).

Bitki adı	Ekilebileceği alan (da)	Toplam alan (da)	Ekilebileceği alan (da)
Buğday	1755.7	8500	20.6
Arpa	0.0	8500	0.0
Fasulye	1625.6	8500	19.1
Bostan	325.1	8500	3.8
Ş.Pancarı	1690.6	8500	19.9
Meyve	1977.5	8500	23.5
Sebze	325.1	8500	3.8
Patates	260.1	8500	3.0
K.Soğan	195.1	8500	2.3
Yonca	325.2	8500	3.8
Toplam brüt kar (TL)	$1.074 \times 10^9$	Bir dekar için brüt kâr (TL)	126400

Tablo 4.3 incelendiğinde sulama alanında buğday, şeker pancarı, fasulye ve meyvenin toplam alanın % 83 üne karşılık bir alanı kapsadığı görülmektedir. Anonymous (1973) de DSİ tarafından bu bitkiler için ekim alanı yüzdesi planlamada % 69 dur. Mevcut durumda ise sulama alanında bu bitkilerin 1987 yılı ekiliş oranları toplamı % 93 dür. Mevcut duruma göre hububat ve meyve için optimum desene yakın değerler olmasına rağmen şeker pancarı ve fasulye için aynı durum sözkonusu değildir. Fasulye ekimi şebeke alanında oldukça fazladır.

Bir sulama şebekesinden en yüksek faydayı elde edebilmek mevcut kaynakların optimum şekilde kullanımı ile mümkündür. Bu nedenle sulama şebekelerinde sulama planlaması yapılarak en yüksek kârı veren desenler belirlenmeli ve uygulamaya geçirilmesine çalışılmalıdır. Hedeflenen desenin gerçekleştirilememesindeki nedenler

tesbit edilmeli ve bu tesbitlere göre çiftçi özendirilerek en uygun deseni uygulamaya koymanın çareleri aranmalıdır. Burada ilgili kuruluşlar arası koordinasyonun önemi ortaya çıkmaktadır.

Alakova sulama şebekesi için elde edilen optimum bitki desenine göre şebekenin aylık net sulama suyu ihtiyacı hesaplanmış ve Tablo 4.5 de verilmiştir.

Tablo 4.5 incelendiğinde şebeke alanında mevcut su kaynağının yeterli olduğu görülmektedir. Optimum bitki desenine göre şebekeye çekilebilecek suyun en fazla % 60.4 ü kullanılmaktadır. Bu durum ideal koşul için geçerlidir. Yani su iletim randımanının % 95 ve su uygulama randımanının ise % 60 olması koşulu için geçerlidir. Mevcut durum ile karşılaştığımızda yani su iletim randımanını % 85, su uygulama randımanını % 48.7 olarak aldığımız koşulda şebekeye verilebilecek suyun % 83 ü optimum bitki deseni için yeterli görülmektedir. Her iki durumda da su kaynağının yeterliliği sonucu ortaya çıkmaktadır.

Tablo 4.5. Proje Alanında Optimum Bitki Desenine Göre Aylık Net Sulama Suyu İhtiyacı (10<sup>3</sup>m<sup>3</sup>).

Bitki adı	Aylar						Yıllık toplam
	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	
Buğday	327	363.6	9.8	-	-	15.7	716.1
Fasulye	34	242.0	312.7	249.1	-	-	837.8
Bostan	0.2	26.6	38.4	16.6	-	-	81.8
Ş.Pancarı	79.5	308.3	343.1	511.0	269.2	-	1511.1
Meyve	63.8	404.2	428.9	336.6	155.1	-	1388.6
Sebze	46.7	66.5	59.6	61.1	28.0	-	261.9
Patates	-	33.8	50.1	52.5	22.0	-	158.4
K.Soğan	18.8	47.4	27.2	5.8	-	-	99.2
Yonca	25.8	72.0	77.0	82.0	58.0	7.3	322.1
Toplam	595.8	1564.4	1346.8	1314.7	532.3	23	5377
Aylık çekilebilecek suya oranı %	22	60.4	50	49	205	1.0	-



Şebekede su kaynağı debisi 1000 l/s dir. Mevcut koşullarda bu suyun % 17 (170 l/s) si sulama modülü 0.84 l/s/ha alınır, 202 ha alanı sulayabilecek kapasitededir. Su iletim ve su uygulama randımanlarının artırılması halinde mevcut suyun % 39.6 (396 l/s) si, optimum sulama koşullarında, 471 ha alanı sulayabilecek kapasitededir. Sulama alanı için geliştirilen modelde buğday ekim alanı toplam alanın % 20 (170 ha) si olarak belirlendiğine göre 170 ha arazi ikinci ürün için uygun olmaktadır. Randımanların artırılması ile uygun topografik koşullar altında, 300 ha şebeke dışı arazi sulanabilecektir.

Şebeke alanındaki su miktarındaki çeşitli azalma oranlarına karşılık şebekeden elde edilecek brüt kâr ve bitki desenleri Tablo 4.6 da verilmiştir.

Tablo 4.6 incelendiğinde duyarlılık analizi sonuçlarına göre su miktarında azalma karşısında buğday, şeker pancarı ve yonca ekim alanları azalmaktadır. Şebekeden elde edilebilecek brüt kâr 126 400 TL/da dan 108 304 TL/da a, sulanabilecek alan ise % 100 den % 60.8 e düşmektedir.

Proje alanının optimum bitki deseni açısından değerlendirilmesi neticesinde su kaynağının yeterliliği ve mevcut su kaynağının daha etkin kullanımı için yeni yaklaşımların ortaya çıkarılması gerektiği kanısına varılmıştır. Bu durumda şebekeye verilebilecek suyu daha etkin kullanmak için şebeke dışı arazi sulanması ve ikinci ürünün proje alanına girmesine yönelik çalışmaların yapılması gereği ortaya çıkmaktadır.

Tablo 4.6. Alakova Sulama Şebekesinde Su Miktarında Azalmaya Karşı Duyarlılık Analizi Sonuçları.

Bitki adı	Şebekeye verilebilecek suda azalma oranı ve bitki deseni (%)									
	% 39	% 40	% 45	% 50	% 55	% 60	% 65			
Buğday	20.6	20.1	12.8	5.4	2.1	4.5	4.0			
Fasulye	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2			
Bostan	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8			
Ş.Pancarlı	19.9	19.9	19.9	19.9	16.7	8.8	1.1			
Meyve	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5			
Sebze	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8			
Patates	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0			
K.Sogan	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4			
Yonca	3.8	3.8	3.8	3.7	0.0	0.0	0.0			
Toplam	100	99.5	92.2	84.7	74.5	69.0	60.8			
Brüt kâr (x10 <sup>6</sup> TL)	1074.43	1073.4	1058.6	1043.8	1002.8	964.29	920.59			
Brüt kâr (TL/da)	126400	126282	124541	122800	117976	113457	108304			

#### 4.4. Proje Ekonomik Analizi

Proje ekonomik analizinde kullanılmak üzere FAO tarafından geliştirilen DASI paket programı ile Alakova sulama projesinin ekonomik analizi yapılarak fayda-masraf parametreleri belirlenmiştir. Fayda-masraf parametreleri projenin mevcut durumu, planlamada hedeflenen durum ve bu çalışmada geliştirilen doğrusal programlama modelinin çözümü ile elde edilen optimum bitki deseni gözönüne alınarak belirlenmiştir.

Mevcut durumda yani yıllar itibariyle bitki deseni, verim değişiklikleri gözönüne alınarak 1970 yılı başlangıç kabul edilip fiyatlar sabit kabul edilerek proje bazında iç kârlılık ve fayda-masraf oranları ve yıllık nakit akım değerleri Tablo 4.7 de verilmiştir. Planlama ile hedeflenen bitki deseni gözönüne alınarak fayda-masraf parametreleri tesbit edilmiş ve Tablo 4.8 de verilmiştir. Çalışmada elde edilen optimum bitki desenine göre fayda-masraf parametreleri Tablo 4.9 da ve belirlenen optimum bitki desenine göre gelecek için yapılan ekonomik analiz sonuçları ise Tablo 4.10 da verilmiştir.

Tablo 4.7 incelendiğinde mevcut durumda projenin 17 yıllık değerlendirme neticesinde iç kârlılık oranı % 35.2 ve fayda-masraf oranı ise 3.42 olarak tesbit edilmiştir. Aynı koşullar altında planlamada hedeflenen desene ulaşılmış olsaydı iç kârlılık oranı % 100 den büyük ve fayda-masraf oranı ise 5.36 olacaktı (Tablo 4.8). Ayrıca proje alanı için belirlenen optimum bitki deseni aynı koşullar altında uygulanmış olsaydı iç kârlılık oranı % 100 den büyük ve fayda-masraf oranı ise 5.68 olacaktı (Tablo 4.9).

Tablo 4.7. Mevcut Durumda Proje Bazında Ekonomik Analiz Sonuçları (1970 Fiyatları Sabit).

YILLAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	10	11	12	13	14	15	16	17	
Nakit akım	-578.9	41.7	90.0	166.2	232.4	332.2	367.8	496.0	445.3
(x10 <sup>4</sup> TL)	570.6	447.8	633.8	582.2	647.2	482.5	606.2	620.2	
İç kârlılık oranı = % 35.2 Fayda-masraf oranı = 3.42									

Tablo 4.8. Planlamada Hedeflenen Duruma Göre Proje Bazında Ekonomik Analiz Sonuçları (1970 Fiyatları Sabit).

YILLAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	10	11	12	13	14	15	16	17	
Nakit akım	-74.3	451.4	284.5	365.6	473.4	548.0	569.2	652.6	527.5
(x10 <sup>4</sup> TL)	565.2	537.5	747.1	673.5	728.1	567.1	683.0	737.9	
İç kârlılık oranı = % 100 den büyük Fayda-masraf oranı= 5.36									

Tablo 4.9. Optimum Bitki Desenine Göre Proje Bazında Ekonomik Analiz Sonuçları (1970 Fiyatları Sabit).

YILLAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	10	11	12	13	14	15	16	17	
Nakit akım	-12.0	502.7	277.5	350.1	471.1	520.3	536.9	699.4	576.7
(x10 <sup>4</sup> TL)	704.9	621.1	840.3	761.0	818.2	592.1	760.2	857.7	
İç kârlılık oranı = % 100 den büyük Fayda-masraf oranı = 5.68									

Tablo 4.10. Optimum Bitki Desenine Göre Gelecek İçin Proje Bazında Ekonomik Analiz Sonuçları (1987 Yılı Fiyat ve Verimler Sabit).

YILLAR	1	2	3-50
Nakit akım (x10 <sup>6</sup> TL)	407.0	992.5	992.5
İç kârlılık oranı = % 100 den büyük	Fayda masraf oranı = 9.35		

Gelişme periyodunu tamamlamış olan Alakova sulama projesi için son yıl verimi ve optimum bitki deseni gözönüne alınarak yapılan ekonomik analiz neticesinde projenin iç kârlılık oranının % 100 den büyük ve fayda-masraf oranının ise 9.35 olabileceği belirlenmiştir.

Projenin ekonomik açıdan değerlendirildiği bu bölümde mevcut durum ile hedeflenen durumu karşılaştırdığımızda hedeflenen duruma ulaşılamadığı görülmektedir. Büyük yatırım yapılarak gerçekleştirilen ve sulama suyu yeraltından pompajla çekilen bu proje alanından yukarıda belirtildiği gibi mevcut durumun 3 katına yakın bir faydanın sağlanması mümkün olabilir. Bunu sağlamak için sulama planlama çalışmalarına önem verilmeli ve hedeflenen deseni şebeke alanında uygulamaya koyabilmenin çareleri aranmalıdır. Her türlü girdi kullanımı için çiftçiye destek olunmalıdır. Hedeflenen deseni uygulaması için çiftçi özendirilmelidir. Bu takdirde hem proje ile hedeflenen çiftçi refahının yükseltilmesi sağlanacak hem de milli ekonomiye katkıda bulunulmuş olacaktır.

#### 4.5. Sulama Yönetimi

Çalışmanın bu bölümünde FAO tarafından geliştirilen ve sulama projelerinin yönetiminde kullanılan CROPWAT paket programının proje alanına uygulanması sonucu elde edilen sonuçlar verilmiştir.

CROPWAT programı yardımıyla her bitki için hesaplanan net sulama suyu ihtiyaçları Tablo 4.11 de verilmiştir.

Proje alanında ekimi yapılan bitkiler için sulama zamanı planlaması program yardımıyla yapılmış ve sonuçlar Tablo 4.12 - 4.20 de verilmiştir. Sulama zamanı planlamasında optimum sulama koşulu, yani toprakta nemin her sulamada tarla kapasitesine getirildiği, göz önüne alınmış ve tarla su uygulama randımanı % 60 olarak alınmıştır.

Tablo 4.11. Proje Alanındaki Bitkiler İçin Net Sulama Suyu İhtiyacı (Modifiye Penman Yöntemine Göre).

Bitki adı	Net sulama suyu ihtiyacı (mm/da)
Buğday	444.9
Ş.Pancarı	836.6
Bostan	578.6
Patates	759.6
Fasulye	635.0
K.Soğan	556.5
Meyve	716.8
Sebze	734.9
Yonca	904.0

Tablo 4.12. Buğday İçin Sulama Zamanı Planlaması.

Bitki adı	: Buğday	Kullanılabilir su tutma kapasitesi	: 150 mm/m								
Meteoroloji istasyonu	: Topraksu	Tarla su uygulama randımanı	: % 60								
Bitki ekim tarihi	: 15 Ekim										
Sulama seçeneği : Tüketilmesine izin verilen suyun tamamı tüketildiğinde tarla kapasitesine kadar sulama (optimum sulama koşulu).											
Sula- ma no.	Sula- ma ara- lığı (gün)	Sulama tarihi	Yeti- me dev- resi	Tüketi- len su miktarı (TAM in % si)	Gerçek ET (ET <sub>p</sub> ) (%)	Ortala- ma ger- çek ET (%)	Uygula- nan net su mik- tarı (mm)	Su açı- faz- lığı (mm)	Su faz- lasa miktarı (mm)	Uygulanan brüt su miktarı (mm)	Sürekli akış (modül) (l/s/ha)
1	201	6 Mayıs	C	51	100	100	95.3	0.0	0.0	158.9	0.09
2	21	27 Mayıs	C	50	100	100	94.4	0.0	0.0	157.4	0.87
3	17	14 Haziran	C	51	100	100	95.5	0.0	0.0	159.2	1.08
4	17	1 Temmuz	D	51	100	100	94.8	0.0	0.0	158.0	1.08
SON	14	1 Temmuz	D	22	100	100					
Toplam brüt sulama suyu miktarı				: 633.5 mm	Toplam yağış		: 286.9 mm				
Toplam net sulama suyu				: 380.1 mm	Etkili yağış		: 231.5 mm				
Toplam sulama suyu kaybı				: 0.0 mm	Yağış kaybı		: 55.4 mm				
Hasatta toprakta kalan su miktarı				: 40.9 mm	Yağış etkinliği		: % 80.7				
Net su ihtiyacı + Toprakta tutulan				: 421.0 mm							
Bitki tarafından kullanılan gerçek su				: 652.5 mm							
Bitki tarafından kullanılabilen potansiyel su				: 652.5 mm							
Sulama programının etkinliği				: % 100							

Tablo 4.13. Ş.Pancarı İçin Sulama Zamanı Planlaması.

Bitki adı	: Ş.Pancarı		Kullanılabilir su tutma kapasitesi		: 150 mm/m						
Meteoroloji istasyonu	: Topraksu		Tarla su uygulama randımanı		: % 60						
Bitki ekim tarihi	: 15 Nisan										
Sulama seçeneği : Tüketilmesine izin verilen suyun tamamı tüketildiğinde tarla kapasitesine kadar sulama (optimum sulama koşulu).											
Sulama no.	Sulama tarihi (Gün)	Sulama tarihi	Yetiştirme devresi	Tüketilen su miktarı (TAM in % si)	Gerçek ET hızı (ET <sub>p</sub> nin % si)	Ortalama gerçekte çekilen su miktarı (%)	Uygulanan net su miktarı (mm)	Su açığı (mm)	Su fazlası (mm)	Uygulanan brüt su miktarı (mm)	Sürekli akış (modül) (l/s/ha)
1	47	2 Haziran	B	50	100	100	61.3	0.0	0.0	102.2	0.25
2	14	16 Haziran	C	52	100	100	73.8	0.0	0.0	123.1	1.02
3	11	27 Haziran	C	54	100	100	76.6	0.0	0.0	127.7	1.34
4	10	7 Temmuz	C	54	100	100	77.2	0.0	0.0	128.6	1.49
5	9	16 Temmuz	C	53	100	100	75.1	0.0	0.0	125.2	1.61
6	9	25 Temmuz	C	53	100	100	75.4	0.0	0.0	125.7	1.62
7	9	4 Ağustos	C	51	100	100	72.0	0.0	0.0	120.0	1.54
8	10	14 Ağustos	D	53	100	100	76.1	0.0	0.0	126.8	1.47
9	11	25 Ağustos	D	53	100	100	76.0	0.0	0.0	126.7	1.33
10	13	8 Eylül	D	53	100	100	75.2	0.0	0.0	125.3	1.12
11	17	25 Eylül	D	52	100	100	74.0	0.0	0.0	123.3	0.84
SON	5	25 Eylül	D	9	100	100					
Toplam brüt sulama suyu miktarı							: 1354.5 mm	Toplam yağış		: 118.1 mm	
Toplam net sulama suyu							: 812.7 mm	Etkili yağış		: 114.8 mm	
Toplam sulama suyu kaybı							: 0.0 mm	Yağış kaybı		: 3.3 mm	
Hasatta toprakta kalan su miktarı							: 12.6 mm	Yağış etkinliği		: % 97.2	
Net su ihtiyacı + Toprakta tutulan							: 825.3 mm				
Bitki tarafından kullanılan gerçek su							: 940.0 mm				
Bitki tarafından kullanılabilen potansiyel su							: 940.0 mm				
Sulama programının etkinliği							: % 100				



## 4.14. Bostan için Sulama Zamanı Planlaması.

Bitki adı	: Bostan	Kullanılabilir su tutma kapasitesi	: 150 mm/m								
Meteoroloji istasyonu	: Topraksu	Tarla su uygulama randımanı	: % 60								
Bitki ekim tarihi	: 1 Mayıs										
Sulama seçeneği : Tüketilmesine izin verilen suyun tamamı tüketildiğinde tarla kapasitesine kadar sulama (optimum sulama koşulu).											
Sula- ma no.	Sula- ma ara- lığı (gün)	Sulama tarihi	Yeti- me dev- resi	Tüketi- len su miktarı (TAM in % si)	Gerçek ET hızı (ET çek nin p %)	Ortala- ma ger- nan net (%)	Uygula- nan net su mik- tarı (mm)	Su açı- lığı (mm)	Su faz- lası (mm)	Uygulanan brüt su miktarı (mm)	Sürekli akış (modül) (l/s/ha)
1	46	16 Haziran	B	50	100	100	77.7	0.0	0.0	129.5	0.33
2	17	3 Temmuz	C	54	100	100	101.3	0.0	0.0	168.8	1.15
3	13	16 Temmuz	C	53	100	100	99.3	0.0	0.0	165.5	1.47
4	13	29 Temmuz	C	54	100	100	100.8	0.0	0.0	168.0	1.50
5	14	13 Ağustos	D	53	100	100	100.0	0.0	0.0	166.6	1.38
SON	17	13 Ağustos	D	47	100	100					
Toplam brüt sulama suyu miktarı				: 798.3 mm	Toplam yağış				: 82.8 mm		
Toplam net sulama suyu				: 479.0 mm	Etkili yağış				: 82.8 mm		
Toplam sulama suyu kaybı				: 0.0 mm	Yağış kaybı				: 0.0 mm		
Hasatta toprakta kalan su miktarı				: 88.1 mm	Yağış etkinliği				: % 100		
Net su ihtiyacı + Toprakta tutulan				: 567.1 mm							
Bitki tarafından kullanılan gerçek su				: 649.9 mm							
Bitki tarafından kullanılabilen potansiyel su				: 649.9 mm							
Sulama programının etkinliği				: % 100							

Tablo 4.15. Patates İçin Sulama Zamanı Planlaması.

Bitki adı	: Patates	Kullanılabilir su tutma kapasitesi	: 150 mm/m								
Meteoroloji istasyonu	: Topraksu	Tarla su uygulama randımanı	: % 60								
Bitki ekim tarihi	: 1 Mayıs										
Sulama seçeneği : Tüketilmesine izin verilen suyun tamamı tüketildiğinde tarla kapasitesine kadar sulama (optimum sulama koşulu).											
Sula- ma no.	Sula- ma ara- lığı (gün)	Sulama tarihi	Yetiş- me dev- resi	Tüketi- len su miktarı (TAM in % si)	Gerçek ET hı- zı (ET nin P %)	Ortala- ma ger- nan net su mik- tarı (mm)	Uygula- ma net su mik- tarı (mm)	Su açı- ğı (mm)	Su faz- lası (mm)	Uygulanan brüt su miktarı (mm)	Sürekli akış (modül) (l/s/ha)
1	36	6 Haziran	B	53	100	100	52.6	0.0	0.0	87.6	0.28
2	14	20 Haziran	B	51	100	100	61.7	0.0	0.0	102.9	0.85
3	10	1 Temmuz	B	51	100	100	69.4	0.0	0.0	115.7	1.34
4	9	9 Temmuz	C	56	100	100	75.1	0.0	0.0	125.1	1.61
5	8	17 Temmuz	C	54	100	100	72.4	0.0	0.0	120.6	1.75
6	8	25 Temmuz	C	52	100	100	69.9	0.0	0.0	116.5	1.69
7	8	3 Ağustos	C	50	100	100	67.8	0.0	0.0	113.1	1.64
8	9	12 Ağustos	C	54	100	100	72.6	0.0	0.0	120.9	1.56
9	9	21 Ağustos	D	51	100	100	68.9	0.0	0.0	114.9	1.48
10	11	2 Eylül	D	51	100	100	68.4	0.0	0.0	114.0	1.20
SON	13	2 Eylül	D	39	100	100					
Toplam brüt sulama suyu miktarı				:	1131.4 mm	Toplam yağış	:	85.1 mm			
Toplam net sulama suyu				:	678.8 mm	Etkili yağış	:	85.1 mm			
Toplam sulama suyu kaybı				:	0.0 mm	Yağış kaybı	:	0.0 mm			
Hasatta toprakta kalan su miktarı				:	52.9 mm	Yağış etkinliği	:	% 100			
Net su ihtiyacı + Toprakta tutulan				:	731.7 mm						
Bitki tarafından kullanılan gerçek su				:	816.8 mm						
Bitki tarafından kullanılacak potansiyel su				:	816.8 mm						
Sulama programının etkinliği				:	% 100						

Tablo 4.16. Fasulye için Sulama Zamanı Planlaması.

Bitki adı	: Fasulye	Kullanılabilir su tutma kapasitesi	: 150 mm/m								
Meteoroloji istasyonu	: Topraksu	Tarla su uygulama randımanı	: % 60								
Bitki ekim tarihi	: 20 Nisan										
Sulama seçeneği : Tüketilmesine izin verilen suyun tamamı tüketildiğinde tarla kapasitesine kadar sulama (optimum sulama koşulu).											
Sula- ma no.	Sula- ma ara- lığı (Gün)	Sulama tarihi	Yetiş- me dev- resi	Tüketi- len su miktarı (TAM in % si)	Gerçek ET hızı (ET nin % si)	Ortala- ma ger- çek ET (%)	Uygula- nan net su mik- tarı (mm)	Su açı- ğı (mm)	Su faz- lası (mm)	Uygulanan brüt su miktarı (mm)	Sürekli akış (modül) (l/s/ha)
1	42	2 Haziran	B	49	100	100	42.9	0.0	0.0	71.4	0.20
2	10	12 Haziran	B	46	100	100	44.6	0.0	0.0	74.3	0.86
3	8	20 Haziran	B	46	100	100	48.4	0.0	0.0	80.7	1.17
4	7	27 Haziran	C	52	100	100	54.7	0.0	0.0	91.2	1.51
5	6	3 Temmuz	C	46	100	100	48.0	0.0	0.0	79.9	1.54
6	6	9 Temmuz	C	46	100	100	48.8	0.0	0.0	81.3	1.57
7	6	15 Temmuz	C	51	100	100	54.0	0.0	0.0	90.0	1.74
8	6	21 Temmuz	C	51	100	100	54.0	0.0	0.0	90.0	1.74
9	6	27 Temmuz	C	49	100	100	51.7	0.0	0.0	86.2	1.66
10	6	3 Ağustos	C	46	100	100	48.5	0.0	0.0	80.9	1.56
11	7	10 Ağustos	D	50	100	100	52.4	0.0	0.0	87.3	1.44
12	9	19 Ağustos	D	47	100	100	48.9	0.0	0.0	81.5	1.05
SON	11	19 Ağustos	D	28	100	100					
Toplam brüt sulama suyu miktarı				: 994.9 mm	Toplam yağış				: 99.8 mm		
Toplam net sulama suyu				: 596.9 mm	Etkili yağış				: 96.4 mm		
Toplam sulama suyu kaybı				: 0.0 mm	Yağış kaybı				: 3.3 mm		
Hasatta toprakta kalan su miktarı				: 29.9 mm	Yağış etkinliği				: % 96.7		
Net su ihtiyacı + Toprakta tutulan				: 626.8 mm							
Bitki tarafından kullanılan gerçek su				: 723.2 mm							
Bitki tarafından kullanılabilen potansiyel su				: 723.2 mm							
Sulama programının etkinliği				: % 100							

Tablo 4.17. Meyve için Sulama Zamanı Planlaması.

Bitki adı	: Meyve			Kullanılabilir su tutma kapasitesi : 150 mm/m							
Meteoroloji istasyonu	: Topraksu			Tarla su uygulama randımanı : % 60							
Bitki ekim tarihi	: 24 Nisan										
Sulama seçeneği : Tüketilmesine izin verilen suyun tamamı tüketildiğinde tarla kapasitesine kadar sulama (optimum sulama koşulu).											
Sula- ma no.	Sula- ma ara- lığı (gün)	Sulama tarihi	Yetiş- me dev- resi	Tüketi- len su miktarı (TAM in % si)	Gerçek ET zı(ET nin P % si)	Ortala- ma ger- çek ET (%)	Uygula- nan net su mik- tarı (mm)	Su açı- fazi (mm)	Su faz- lası (mm)	Uygulanan brüt su miktarı (mm)	Sürekli akış (modül) (l/s/ha)
1	57	21 Haziran	B	52	100	100	116.9	0.0	0.0	194.9	0.40
2	19	10 Temmuz	C	51	100	100	115.4	0.0	0.0	192.3	1.17
3	15	25 Temmuz	C	50	100	100	112.6	0.0	0.0	187.6	1.45
4	17	12 Ağustos	C	53	100	100	118.4	0.0	0.0	197.4	1.34
5	19	1 Eylül	C	52	100	100	116.6	0.0	0.0	194.3	1.18
6	28	29 Eylül	D	51	100	100	113.7	0.0	0.0	189.5	0.78
SON	19	29 Eylül	D	8	100	100					
Toplam brüt sulama suyu miktarı				: 1156.0 mm			Toplam yağış		: 123.6 mm		
Toplam net sulama suyu				: 693.6 mm			Etkili yağış		: 122.9 mm		
Toplam sulama suyu kaybı				: 0.0 mm			Yağış kaybı		: 0.7 mm		
Hasatta toprakta kalan su miktarı				: 17.3 mm			Yağış etkinliği		: % 99.4		
Net su ihtiyacı + Toprakta tutulan				: 710.9 mm							
Bitki tarafından kullanılan gerçek su				: 833.9 mm							
Bitki tarafından kullanılabilen potansiyel su				: 833.9 mm							
Sulama programının etkinliği				: % 100							

Tablo 4.18. Yonca İçin Sulama Zamanı Planlaması.

Bitki adı	: Yonca	Kullanılabilir su tutma kapasitesi	: 150 mm/m								
Meteoroloji istasyonu	: Topraksu	Tarla su uygulama randımanı	: % 60								
Bitki ekim tarihi	: 24 Nisan										
Sulama seçeneği : Tüketilmesine izin verilen suyun tamamı tüketildiğinde tarla kapasitesine kadar sulama (optimum sulama koşulu).											
Sula- ma no.	Sula- ma ara- lığı (gün)	Sulama tarihi	Yetiş- me dev- resi	Tüketi- len su miktarı (TAM in % si)	Gerçek ET zı (ET nin P %)	Ortala- ma ger- çek ET (%)	Uygula- nan net su mik- tarı (mm)	Su açı- ğı (mm)	Su faz- lası (mm)	Uygulanan brüt su miktarı (mm)	Sürekli akış (modül) (l/s/ha)
1	39	3 Haziran	A	57	100	100	152.8	0.0	0.0	254.7	0.76
2	26	29 Haziran	B	56	100	100	150.7	0.0	0.0	251.2	1.12
3	20	19 Temmuz	B	55	100	100	149.1	0.0	0.0	248.4	1.44
4	21	10 Ağustos	C	56	100	100	152.3	0.0	0.0	253.8	1.40
5	25	5 Eylül	C	57	100	100	153.9	0.0	0.0	256.6	1.19
SON	43	5 Eylül	D	50	100	100					
Toplam brüt sulama suyu miktarı				:	1264.8 mm	Toplam yağış				:	123.6 mm
Toplam net sulama suyu				:	758.9 mm	Etkili yağış				:	123.6 mm
Toplam sulama suyu kaybı				:	0.0 mm	Yağış kaybı				:	0.0 mm
Hasatta toprakta kalan su miktarı				:	136.0 mm	Yağış etkinliği				:	% 100
Net su ihtiyacı + Toprakta tutulan				:	894.9 mm						
Bitki tarafından kullanılan gerçek su				:	1018.5 mm						
Bitki tarafından kullanılabilir potansiyel su				:	1018.5 mm						
Sulama programının etkinliği				:	% 100						

Tablo 4.19. Soğan için Sulama Zamanı Planlaması.

Bitki adı	: Soğan		Kullanılabilir su tutma kapasitesi : 150 mm/m								
Meteoroloji istasyonu	: Topraksu		Tarla su uygulama randımanı : % 60								
Bitki ekim tarihi	: 1 Mayıs										
Sulama seçeneği : Tüketilmesine izin verilen suyun tamamı tüketildiğinde tarla kapasitesine kadar sulama (optimum sulama koşulu).											
Sula- ma no.	Sula- ma ara- lığı (gün)	Sulama tarihi	Yetiş- me dev- resi	Tüketi- len su miktarı (TAM in % si)	Gerçek ET zi(ET <sub>p</sub> % si)	Ortala- ma ger- çek ET (%)	Uygula- nan net su mik- tarı (mm)	Su açı- ğı (mm)	Su faz- lası (mm)	Uygulanan brüt su miktarı (mm)	Sürekli akış (modül) (l/s/ha)
1	23	23 Mayıs	B	49	100	100	30.7	0.0	0.0	51.2	0.26
2	10	3 Haziran	B	49	100	100	34.0	0.0	0.0	56.7	0.66
3	8	11 Haziran	C	47	100	100	35.3	0.0	0.0	58.8	0.85
4	6	17 Haziran	C	49	100	100	36.6	0.0	0.0	61.1	1.18
5	6	23 Haziran	C	50	100	100	37.6	0.0	0.0	62.6	1.21
6	6	29 Haziran	C	49	100	100	35.6	0.0	0.0	61.0	1.18
7	5	4 Temmuz	C	47	100	100	35.5	0.0	0.0	59.2	1.37
8	5	9 Temmuz	C	48	100	100	35.9	0.0	0.0	59.9	1.39
9	5	14 Temmuz	C	52	100	100	38.6	0.0	0.0	64.4	1.49
10	5	19 Temmuz	C	52	100	100	39.0	0.0	0.0	65.0	1.50
11	5	24 Temmuz	D	48	100	100	36.2	0.0	0.0	60.3	1.40
12	5	29 Temmuz	D	47	100	100	35.5	0.0	0.0	59.1	1.37
13	6	5 Ağustos	D	50	100	100	37.8	0.0	0.0	63.1	1.22
14	6	11 Ağustos	D	48	100	100	36.0	0.0	0.0	60.0	1.16
SON	4	11 Ağustos	D	21	100	100					
Toplam brüt sulama suyu miktarı							: 842.4 mm	Toplam yağış		: 80.6 mm	
Toplam net sulama suyu							: 505.4 mm	Etkili yağış		: 77.7 mm	
Toplam sulama suyu kaybı							: 0.0 mm	Yağış kaybı		: 2.8 mm	
Hasatta toprakta kalan su miktarı							: 15.6 mm	Yağış etkinliği		: % 96.5	
Net su ihtiyacı + Toprakta tutulan							: 521.1 mm				
Bitki tarafından kullanılan gerçek su							: 598.8 mm				
Bitki tarafından kullanılabilir potansiyel su							: 598.8 mm				
Sulama programının etkinliği							: % 100				

Tablo 4.20. Sebze İçin Sulama Zamanının Planlaması.

Bitki adı	: Sebze	kullanılabilir su tutma kapasitesi	: 150 mm/m								
Meteoroloji istasyonu	: Topraksu	Tarla su uygulama randımanı	: % 60								
Bitki ekim tarihi	: 1 Mayıs										
Sulama seçeneği : Tüketilmesine izin verilen suyun tamamı tüketildiğinde tarla kapasitesine kadar sulama (optimum sulama koşulu).											
Sula- ma no.	Sula- ma ara- lığı (gün)	Sulama tarihi	Yeti- me dev- resi	Tüketi- len su miktarı (TAM in % si)	Gerçek ET hızı (ET nin P % si)	Ortala- ma ger- çek ET (%)	Uygula- nan net su mik- tarı (mm)	Su açı- lığı (mm)	Su faz- lası (mm)	Uygulanan brüt su miktarı (mm)	Sürekli akış (modül) (l/s/ha)
1	32	2 Haziran	B	51	100	100	36.9	0.0	0.0	61.5	0.22
2	15	17 Haziran	B	54	100	100	46.4	0.0	0.0	77.4	0.60
3	10	27 Haziran	B	54	100	100	50.5	0.0	0.0	84.1	0.97
4	8	5 Temmuz	B	52	100	100	52.4	0.0	0.0	87.3	1.26
5	7	12 Temmuz	C	52	100	100	54.5	0.0	0.0	90.8	1.50
6	7	19 Temmuz	C	57	100	100	60.0	0.0	0.0	100.1	1.65
7	7	26 Temmuz	C	55	100	100	58.1	0.0	0.0	96.9	1.60
8	7	3 Ağustos	C	54	100	100	56.4	0.0	0.0	94.0	1.55
9	7	10 Ağustos	C	51	100	100	54.1	0.0	0.0	90.1	1.49
10	8	18 Ağustos	C	57	100	100	59.4	0.0	0.0	99.0	1.43
11	8	26 Ağustos	C	53	100	100	55.2	0.0	0.0	92.1	1.33
12	9	5 Eylül	D	51	100	100	53.7	0.0	0.0	89.6	1.15
13	12	17 Eylül	D	53	100	100	55.7	0.0	0.0	92.9	0.90
SON	13	17 Eylül	D	30	100	100					
Toplam brüt sulama suyu miktarı				:	1155.7 mm	Toplam yağış		:	92.4 mm		
Toplam net sulama suyu				:	693.4 mm	Etkili yağış		:	92.4 mm		
Toplam sulama suyu kaybı				:	0.0 mm	Yağış kaybı		:	0.0 mm		
Hasatta toprakta kalan su miktarı				:	31.5 mm	Yağış etkinliği		:	% 100		
Net su ihtiyacı + Toprakta tutulan				:	724.9 mm						
Bitki tarafından kullanılan gerçek su				:	817.3 mm						
Bitki tarafından kullanılabilen potansiyel su				:	817.3 mm						
Sulama programının etkinliği				:	% 100						

Tablo 4.12 incelendiğinde optimum sulama koşullarında buğday için ekimden 201 gün sonra ilk sulama, bu sulamadan 21 gün sonra ikinci sulama, 17 gün sonra üçüncü sulama ve 17 gün sonra dördüncü sulama olmak üzere 4 sulama yapılması ve her sulamada net 95 mm brüt ise 158 mm su verilmesi halinde sulama zamanı planlaması etkinliğinin % 100 olduğu görülmektedir.

Aynı şekilde sulama alanında optimum sulama koşullarında şeker pancarı, bostan, patates, fasulye, meyve, yonca, soğan ve sebze için sulama sayısı sırasıyla 11, 5, 10, 12, 6, 5, 14 ve 13 olarak belirlenmiştir (Tablo 4.13-4.20).

Optimum bitki deseni için optimum sulama koşullarında şebekeye verilmesi gereken su miktarları l/s/ha olarak hesaplanmış ve Tablo 4.21 de verilmiştir.

Programla hesaplanan şebeke su ihtiyacı mevsimlik olarak hesaplandığında şebekeye verilmesi gereken su miktarı  $7.24 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$  olarak bulunmuştur.

Projenin mevcut durumunu değerlendirmek amacıyla 1981-87 yılları bitki desenleri gözönüne alınarak optimum sulama koşulları için şebeke su ihtiyaçları hesaplanmış, hesaplanan değerlerle işletme tarafından şebekeye verilen su miktarı karşılaştırılmıştır. Bulunan sonuçlar Tablo 4.22 de verilmiştir.

Tablo 4.21. Optimum Bitki Deseni İçin Şebeke Su İhtiyacı.

Aylar	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	
Su ihtiyacı (l/s/ha)	0.01	0.04	0.14	0.24	0.63
	0.84	0.74	0.49	0.09	



Tablo 4.22. Yıllar itibariyle Şebekeye Çekilen ve Hesapla Bulunan Su Miktarları.

Yıllar	Hesaplanan su miktarı ( $\times 10^6 \text{ m}^3$ )	İşletme tarafından şebekeye verilen su miktarı ( $\times 10^6 \text{ m}^3$ )
1981	7.16	7.51
1982	7.22	8.23
1983	7.03	9.19
1984	7.13	8.19
1985	7.09	7.81
1986	7.08	8.19
1987	7.10	7.41
Ortalama	7.11	8.07
Ortalama fark		0.96

Tablo 4.22 incelendiğinde sulama şebekesinde mevsim boyunca şebekeye verilen su miktarında ortalama  $0.96 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$  su israfı sözkonusudur. Bu suyun 1988 yılı fiyatı ile pompaj maliyeti  $18.2 \times 10^6 \text{ TL}$  dir.

Projenin işletme açısından değerlendirildiği bu bölümde sulama şebekelerinin işletilmesi ile ilgili yeni yaklaşımların uygulamaya konulması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu bölümde verilen CROPWAT programı sulama şebekelerinin işletilmesinde etkin su dağıtımı ve kullanımı açısından değerlendirilmelidir. Program ile sulama zamanı ve şebeke su ihtiyacı önceden iklim verileri yardımıyla belirlenecek ve işletme programı kullanarak su dağıtımını daha etkin bir şekilde yapabilecektir.

#### Araştırmadan elde edilen sonuçlar:

1. Sulama şebekesinde kanal kaplamalarının bozuk ve bakım hizmetlerinin yetersizliği nedeniyle su iletim kaybı fazladır. Proje alanı için su iletim kaybı ortalama % 15 olarak tesbit edilmiştir.

2. Sulama alanında yapılan denemeler sonucunda su uygulama randımanı ortalama % 48.7 olarak tesbit edilmiştir. Bu değer % 60 a çıkartılması halinde mevcut su kaynağı ile 300 ha şebeke dışı arazi sulaması mümkün olabilecektir. Bu konuda çiftçi eğitimine önem verilmelidir.

3. Arazi, işgücü ve su kısıtı gözönüne alınarak proje alanı için optimum bitki deseni buğday, fasulye, bostan, şeker pancarı, meyve, sebze, patates, soğan ve yonca için sırayla % 20.6, 19.1, 3.8, 19.9, 23.5, 3.8, 3.0, 2.3 ve 3.8 olarak belirlenmiştir. Sulama alanlarında optimum bitki desenini uygulayabilmek için çiftçinin girdi kullanımına destek olunmalı ve sulama planlaması ile ekilmesi daha fazla fayda sağlayacak bitkilerin ekimi için çiftçi özendirilmelidir. Aksi takdirde hedeflenen desenin gerçekleştirilmesi güçtür.

4. Proje alanında su kaynağı yeterlidir. Fazla su mevcut koşullarda 170 ha ikinci ürün sulaması ve optimum koşullarda ise buna ilaveten 300 ha şebeke dışı arazi sulaması için yeterlidir. Bu nedenle fazla suyun ikinci ürün ve şebeke dışı arazi sulamasında kullanılmasına yönelik çalışmalara önem verilmelidir.

5. Projenin mevcut durum, hedeflenen durum ve optimum bitki desenine göre yapılan ekonomik analiz sonuçlarına göre belirlenen fayda-masraf parametreleri aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.

	İç karlılık oranı	Fayda-masraf oranı
Mevcut durum	: % 35.20	3.42
Hedeflenen durum	: % 100 den büyük	5.36
Optimum desene göre:	% 100 den büyük	5.68
Gelecek için optimum desene göre	: % 100 den büyük	9.35

Sulamadan elde edilen faydanın görüldüğü gibi 3 katına kadar bir artış sağlaması mümkündür. Bunun için sulama planlama çalışmalarına önem vermenin gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

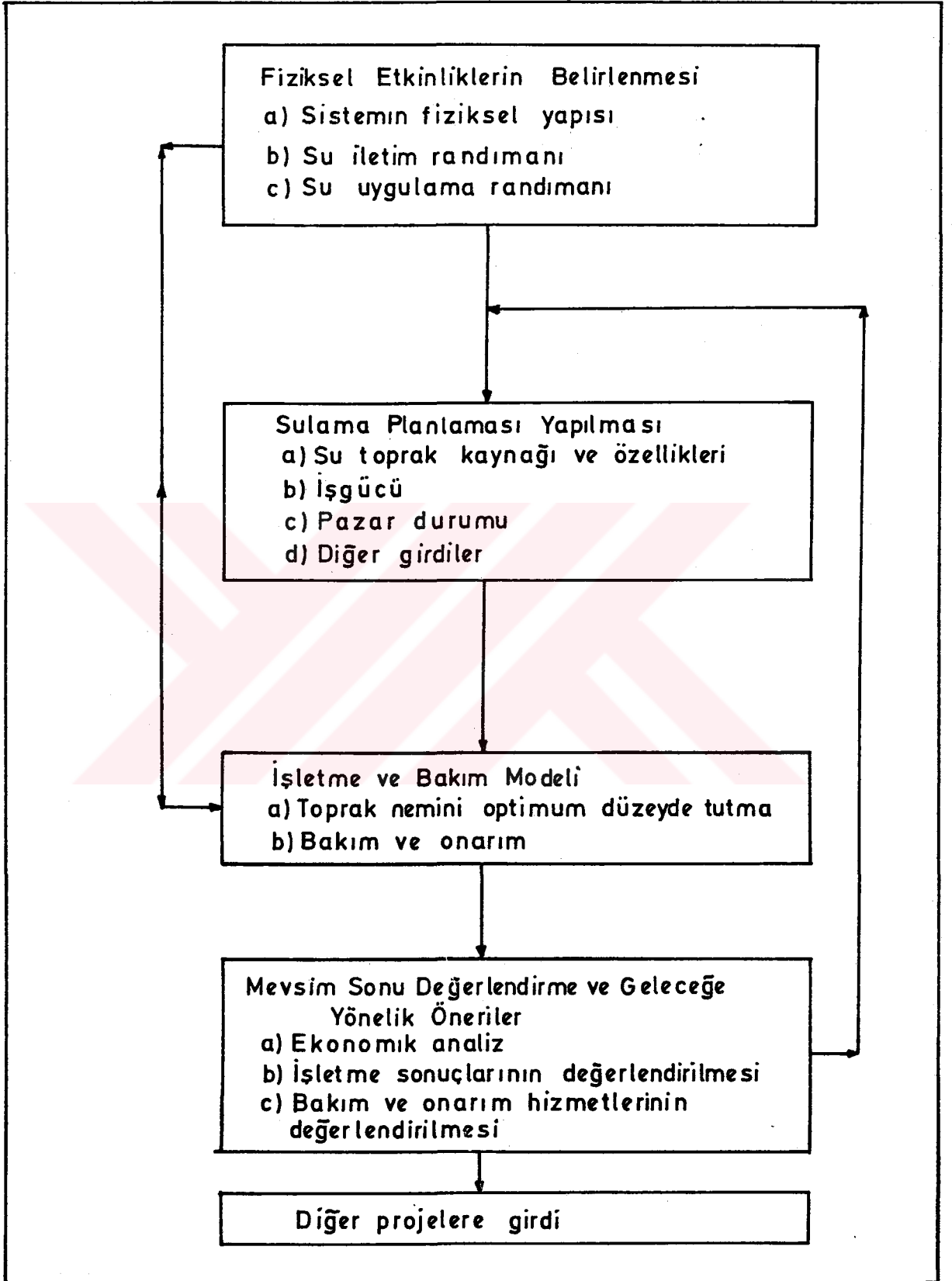
6. Şebeke alanında ekimi yapılan bitkiler için sulama zamanı planlaması CROPWAT programı yardımıyla yapılmıştır. Optimum sulama koşulları için buğday, şeker pancarı, bostan, patates, fasulye, meyve, yonca, soğan ve sebze için sulama sayısı sırayla 4, 11, 5, 10, 12, 6, 5, 14 ve 13 olarak belirlenmiştir.

7. Şebekeye optimum bitki desenine göre çekilmesi gerekli su miktarı  $7.24 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$  olarak belirlenmiştir.

8. 1981-87 yılları bitki deseni gözönüne alınarak şebekeye çekilmesi gereken su miktarı ortalama  $7.11 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$  olarak hesaplanmıştır. Aynı yıllar için işletme tarafından şebekeye verilen su miktarı ortalama  $8.07 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$  dir. Bu durumda şebekeye ortalama  $0.96 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$  fazladan su verilmiştir. Bu suyun 1988 yılı fiyatı ile pompaj maliyeti  $18.2 \times 10^6 \text{ TL/yıl}$  dir. Ayrıca eşdeğer enerji kaybı ise  $0.4 \times 10^6 \text{ kwh}$  dir.

9. Sulama alanında bakım hizmetlerine çiftçi katılımının sağlanması gerekmektedir.

Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre sulama projelerinde etkin su dağıtımı ve kullanımını sağlamak ve bu projelerden daha fazla fayda elde etmek amacıyla Şekil 4.1 de belirtilen şekilde proje etkinliğini izleme ve değerlendirme çalışmalarının yararlı olacağı söylenebilir. Bu tür çalışmaların hem mevcut projelerden daha fazla fayda sağlanması hem de planlanan projeler için bir bilgi birikimi sağlayacağını söylememiz mümkündür.



Şekil 4.1. Su dağıtım ve kullanım etkinliğinin artırılmasında izlenecek aşamalar.

Şekil 4.1 deki aşamalar sırasıyla aşağıda açıklanmıştır.

### 1. Fiziksel Etkinliklerin Belirlenmesi

Bir sulama alanında sistemin fiziksel etkinliklerini belirlemek için;

- a) Sistemin fiziksel yapısının izlenmesi (her yıl),
- b) Su iletim randımanı (her üç yılda bir),
- c) Su uygulama randımanı (her üç yılda bir),

nın belirlenmesi gerekir. Randıman ölçümleri proje alanını temsil edebilecek yerlerde yapılarak tüm alan için ortalama değerler hesaplanmalıdır.

### 2. Sulama Planlaması Yapılması (her yıl)

Bir sulama alanında mevcut kaynakların en etkin bir şekilde kullanımı ancak sulama planlaması ile mümkün olabilir. Bu amaçla:

- a) Su kaynağı miktar ve özelliği,
- b) Toprak kaynağı  
- Toprağın fiziksel özellikleri
- c) Sulama alanında işgücü kapasitesi
- d) Üretilen ürünlerin pazar durumu
- e) Diğer girdiler (tohum, gübre vd)

belirlenerek sulama alanı için en uygun ürün deseni belirlenmeli ve bu deseni uygulamaya koymak için çiftçi özendirilmelidir.

### 3. İşletme ve Bakım Modeli (her yıl)

İşletmenin amacı sulama alanında toprak nemini optimum düzeyde tutmaktır. Bu nedenle işletme proje alanında ekimi yapılan bitkiler için sulama zamanı planlaması yapmalı ve şebeke su ihtiyacını tahmin etmelidir. Bu amaçla FAO tarafından geliştirilen CROPWAT programı kullanılabilir. İşletmeye düşen görevler aşağıda belirtilmiştir.

a) Her bitki için gerekli veriler (yetişme mevsimi uzunluğu, bitki katsayısı, etkili kök derinliği vs) yöresel denemelerden aksi takdirde literatürden almak,

b) Her bitki için net sulama suyu ihtiyacını belirlemek,

c) İklim, bitki ve toprak verilerinden yararlanarak sulama zamanı planlaması yapmak ve sulama mevsimi içinde oluşabilecek değişiklikleri önceden çiftçiye bildirmek,

d) Mevsim başında şebekeye çekilebilecek su miktarını tahmin etmek,

e) Sulama başladığında topraktaki nem düzeyini izlemek ve çiftçiye her sulamada vereceği su miktarını belirlemek,

f) Kanallara vereceği su miktarını ölçülü ve kontrollü olarak vermek,

g) Tüm işletme ile ilgili kayıtları derlenektir.

Bakım hizmetlerinde ise:

a) Onarım işlerini yapmak,

b) Bakım hizmetlerine çiftçi katılımını sağlamak ve kontrol etmektir.

#### 4. Mevsim Sonu Değerlendirme ve Geleceğe Yönelik Öneriler

Planlama ile hedeflenen durumun gerçekleşip gerçekleşmediği yıl sonu değerlendirme çalışmasıyla izlenebilir. Bu amaçla işletme yıl sonu değerlendirmesi yapabilmek için aşağıdaki bilgileri toplamak zorundadır. Bunlar;

a) Ekiliş oranları (her yıl),

b) Bitkisel üretim için girdi ve çıktı miktarları (her yıl),

c) İşletme ve bakım masrafları (her yıl) dır.

Derlenen bu veriler yardımıyla projenin fayda-masraf parametreleri belirlenerek proje ekonomik analizi yapılır. Bu amaçla FAO tarafından geliştirilen DASI programı kullanılabilir. Değerlendirme sonuçlarına göre gelecek işletme yılı için yeniden planlama yapılır.

#### 5. Diğer Projelere Girdi

Bir sulama projesinin bu şekilde izlenmesi ve değerlendirilmesi işletmeye bilgi birikimi sağlayacaktır. Bu şekilde elde edilen deneyimlerle yapılması düşünülen diğer projeler için bilgi birikimi sağlanır.



## KAYNAKLAR

- ALLEN, R.G., BROCKWAY, C.E., 1983. Operation and Maintenance Costs and Water Use by Idaho Irrigation Project, University of Idaho Research and Extension Center.
- ALTINBİLEK, D., 1976. Su Kaynakları Geliştirilmesinde Eksik Hidrolojik ve Ekonomik Bilgilerle Sistem Analizi Uygulaması, TÜBİTAK Mühendislik Araştırma Grubu, Proje No: MAG-343, Ankara.
- ANONYMOUS, 1971. Alakova Pompaj Sulaması Verimlilik Kontrolü Raporu, DSİ Genel Müdürlüğü İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı Yayınları, Ankara.
- ANONYMOUS, 1973. Alakova Pompaj Sulaması, DSİ Genel Müdürlüğü, Genel Yayın No: 755, Özel No: 141, Ankara.
- ANONYMOUS, 1975. Sulama Kanallarında Daraltılmış Savak Modeli Raporu, DSİ Genel Müdürlüğü Araştırma Dairesi Başkanlığı, Yayın No: Hİ-580, Ankara.
- ANONYMOUS, 1965-1987. Sulama Sonuçları Değerlendirme Raporu, DSİ Genel Müdürlüğü İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- ANONYMOUS, 1970-1987. DSİ Sulama ve Kurutmalarının Mahsul Sayım Sonuçları, DSİ Genel Müdürlüğü İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı Yayınları, Ankara.
- ANONYMOUS, 1984. DASI Computer Programme For Project Analysis, User's Guide, FAO Training Materials For Agriculture Project Analysis, No: 2, Rome.
- ANONYMOUS, 1988. DSİ Sulamalarında Bitki Su Tüketimleri ve Sulama Suyu İhtiyaçları, DSİ Genel Müdürlüğü İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı Yayınları, Ankara.



- ANONYMOUS, 1988 a. Manual for CROPWAT, FAO Land and Water Development Division, Via delle Terme di Caracalla, Rome.
- ANONYMOUS, 1988 b. Guidelines for Using CROPWAT a Computer Programme for Design and Management of Irrigation Water Supply, National Water Management Projects, Workshop, Walantari, India.
- ANONYMOUS, 1988 c. Türkiye'deki Büyük Sulama Projelerini İzleme ve Değerlendirme El Kitabı, Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, TCP/TUR/6652, Ankara.
- BALABAN, A. 1970. Sulama Şebekelerinde Kanal ve Tarla Arkları Sızma Kayıpları Üzerinde Bir Araştırma, A.Ü.Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 455, A.Ü. Basımevi, Ankara.
- BALABAN, A., AYYILDIZ, M., 1970. Orta Anadolu Sulamalarında Tarla Sulama Randımanı Üzerinde Bir Araştırma, A.Ü.Ziraat Fakültesi Yıllığı, A.Ü.Basımevi, Ankara.
- BALABAN, A., 1986 a. GAP Entegre Sistemi Planlama ve Uygulama Sorunları, GAP Tarımsal Kalkınma Simpozyumu, Ankara.
- BALABAN, A., 1986 b. Su Kaynaklarının Planlanması, A.Ü.Ziraat Fakültesi Yayınları, No:972, Ankara.
- BALABAN, A., SÖNMEZ, N., TEKİNEL, O., BENLİ, E., OKMAN, C., 1986. Sulama Organizasyon ve Yönetimi, GAP Tarımsal Kalkınma Simpozyumu, Ankara.
- BAŞTEPE, E., GÜNGÖR, Y., 1984. Kayseri Sarımsaklı Sulama Şebekesi Alanında Optimum Su Kullanımı Üzerinde Bir Araştırma, A.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayın No: KT-2, Ankara.
- BENLİ, E., 1974. Aksaray-Uluırmak Ovasında Sulama Suyundan Yararlanma Olanaklarının Geliştirilmesi Üzerinde Bir Araştırma, A.Ü.Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü, Doçentlik Tezi, Ankara.

- BENLİ, E., ERÖZEL, Z., 1980. Sulama Sistemlerinde Optimum Su Kullanımı Üzerinde Bir Model Yaklaşımı, Yöney-lem Araştırması Bildirileri 80, Yöneylem Araştırması Derneği, Kocaeli.
- BENLİ, E., 1980 a. Devlet Sulama Şebekelerinde Su Kullanımı Üzerinde Bir Araştırma, A.Ü.Ziraat Fakültesi Yayınları: 748, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler 437, Ankara.
- BENLİ, E., 1980 b. Bitki Su Tüketimi Tahminlerinin Yöresel Olarak Karşılaştırılması Üzerinde Bir Araştırma, Ankara Üniversitesi Basımevi, No: 16, Ankara.
- BOS, M.G., 1980. Irrigation Efficiencies at Crop Production Level, ICID Bulletin 29 (2): 18-25, Wageningen, Netherlands.
- BOWLEN, B., HEADY, E.D., 1955. Optimum Combinations of Competitive Crops at Particular Locations, Iowa State College Bull.426, Iowa.
- BURAS, N., 1963. Conjunctive Operation Dams and Aquifers, Journal of Hydraulics Division, Vol.89, HY 6, s. 3697-3703.
- DOORENBOS, J., PRUITT, W.O., 1977. Crop Water Requirements, FAO Irrigation and Drainage Paper 24, Rome.
- ERKUŞ, A., DEMİRCİ, R., 1985. Tarımsal İşletmecilik ve Planlama, A.Ü.Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 944, Ankara.
- ERKUŞ, A., KIRAL, T., ERAKTAN, S., ERDEN, F., 1986. Tarımsal İşletme Organizasyonu, GAP Tarımsal Kalkınma Sempozyumu, Ankara.
- ERÖZEL, A.Z., 1978. Niğde-Misli Ovası Sulama Alanında Optimum Su Kullanımı Üzerinde Bir Araştırma, A.Ü. Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü, Doktora Tezi (Basılmadı), Ankara.

- ERTAŞ, M.R., 1976. Konya Ovası Koşullarında Lizimetrelerde Bitki Su Tüketimleri, Köy İşleri Bakanlığı Topraksu Genel Müdürlüğü Konya Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın No: 43, Konya.
- ERTAŞ, M.R., 1979. Konya Ovası Sulama Şebekesi Sulama Rehberi, Köyişleri ve Kooperatifler Bakanlığı Topraksu Genel Müdürlüğü Konya Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 60, Konya.
- ERTAŞ, M.R., 1980 a. Konya Ovasında Buğdayın ve Şeker Pancarının Lizimetrede Saptanan Su Tüketimleri, Köyişleri ve Kooperatifler Bakanlığı Topraksu Genel Müdürlüğü Konya Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 71, Konya.
- ERTAŞ, M.R., 1980 b. Konya Ovası Sulama Şebekesi Alanında Su İletim Kayıpları ve Su Uygulama Randımanları, Köyişleri ve Kooperatifler Bakanlığı Topraksu Genel Müdürlüğü Konya Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 67, Konya.
- ERTUNÇ, K., ULUSOY, M.E., 1975. Planlama Sırasında Öngörülen Sulama Suyu İhtiyacı İle Uygulamada Kullanılan Su Miktarının Karşılaştırılması, DSİ Teknik Bülteni, Sayı: 33, Ankara.
- EVSABİBİOĞLU, A.N., KODAL, S., TOKGÖZ, A., BEYRİBEY, M., GİRGIN, N.B., 1988. Tarımsal Projelerin Ekonomik Açıdan Değerlendirilmesinde Veri Analizi, III. Ulusal Kültürteknik Kongresi, İzmir.
- EVSABİBİOĞLU, A.N., BEYRİBEY, M., 1988. Devrekani Sulama Projesinde Etkinliğin İzlenmesi, A.Ü. Ziraat Fakültesi Yıllığı (Baskıda), Ankara.

- FISCHBACH, P.E., THOMPSON, T.L., 1979. Irrigation Scheduling Technology Transfer Program Using AGNET Computer System and Other Tools, University of Manitoba, Paper No: 79, Winnipeg, Canada.
- FOGEL, M.M., DUCKSTEIN, N., KSIEL, C.C., 1976. Optimum Control of Irrigation Water Application, Journal of Hydrology, 28 (1976), Amsterdam, s.343-358.
- GİRGİN, N.B., 1987. Kalecik Sulama Projesinde Su Kullanım Etkinliğinin Araştırılması, A.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmadı), Ankara.
- GÜNGÖR, Y., YILDIRIM, O., 1987. Tarla Sulama Sistemleri, A.Ü.Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 1022, Ankara.
- HALL, W.A., DRACUP, J.A., 1970. Water Resources System Engineering, Mc.Graw-Hill Book Company, New York.
- HARGREAVES, G.L., HARGREAVES, G.H., RILEY, J.P., 1985. Agricultural Benefist for Senegal River Basin, ASCE Journal of Irrigation and Drainage Engineering, (11): 2; 113-124.
- HOLZAPFEL, E.A., MARINO, M.A., MARALES, T.L., 1985. Performance Irrigation Parameters and Their Relationship to Surface Irrigation Variables and Yield, Agricultural Water Management (10),2: 159-174.
- KELLER, J., 1967. Irrigation Handbook for Irrigation Engineers. W.R. Ames Company, Printed in the USA.
- KODAL, S., 1986. Su Kaynaklarının Geliştirilmesi, Kültür-tekniğe Giriş, A.Ü.Ziraat Fakültesi Yayınları; 996, Ankara.
- KUMAR, R., KHEPAR, S.D., 1979. Decision Models for Optimal Cropping Patterns in Irrigations Based on Crop Production, Agricultural Water Management, Vol 3, No: 1, s.65-76.

- LAKSHMINARAYANA, V., RAJAGAPOLAN, S.P., 1977. Optimal Cropping Pattern for basin in India, ASCE Vol.103, No: IR 1.
- LOUCKS, D.P., STEDINGER, J.R., HAITH, D.A., 1981. Water Resource Systems Planning and Analysis, Prentice-Hall Inc, New Jersey.
- LOWDERMILK, M.K., 1985. Improved Irrigation Management, Why involve formers, ODI, London.
- MARTIN, D.L., WATTS, D.G., GILLEY, J.R., 1984. Model and Production Functions for Irrigation Management, ASCE Journal of Irrigation and Drainage Engineering, (110) 2: 149-164.
- RIDDER, N.A., 1975. Groundwater Basin Modelling and Linear Programming for Irrigation, Annual Report.
- SÖNMEZ, N., BALABAN, A., 1968. Kültürteknik Cilt II, A.Ü.Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 317, Ankara.
- SÖNMEZ, N., BENLİ, E., 1975. Linear Programming as a Means in Project Evaluation and Application to the Alpu Irrigation Project, A.Ü.Ziraat Fakültesi Yıllığı, Cilt: 25, Ankara.
- SURAREERKS, V., 1986. Historical Development and Management of Irrigation Systems in Northern Thailand, Department of Geography, Chiong Mai University.
- ŞENER, S., 1976. Menemen Ovası Sulama Şebekesinde Su Naklinde Meydana Gelen Kayıplar, Menemen Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 47, İzmir.
- ŞENER, S., 1978. Menemen Ovası Sulama Şebekesinde Sulama Randımanınının Saptanması, Menemen Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 56, İzmir.

- TOKGÖZ, M.A., 1984. Konya Çumra Alibeyhöyüğü Yeraltı Suyu İşletmesinde Sulama Programlarının Saptanması Üzerinde Bir Araştırma, Doktora Tezi (Basılmadı), Ankara.
- UÇAR, İ., 1980. Konya Yöresinde Kuru ve Sulu Koşullarda Yetiştirilen Bazı Ürünlerin Üretim Girdileri ve Maliyeti. Konya Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 74, Konya.
- UÇAR, İ., 1983. Konya Yöresinde Sulu Koşullarda Tarla Fasulyesi ve Nohut'un Üretim Girdileri ve Maliyetleri, Konya Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 84, Konya.
- UÇAR, İ., 1984. Konya Yöresinde Yoncanın Üretim Girdileri ve Maliyeti, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 101, Konya.
- ULUCAK, M.A., 1982. The Optimum Crop Pattern for Altınova With Linear Programming Method, ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmadı), Ankara.

61 ref.