

16537

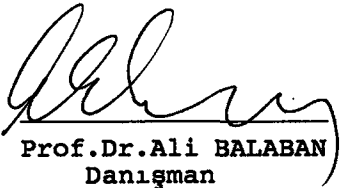
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

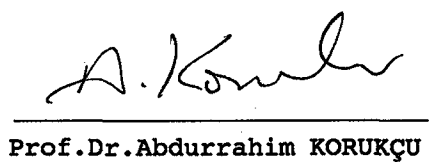
İVRİZ SULAMA İŞLETMESİNDE
OPTİMUM SU KULLANIM MODELİNİN BELİRLENMESİ

Recep KANIT

DOKTORA TEZİ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

Bu Tez 27.12.1991 Tarihinde Aşağıdaki Juri Tarafından 90 (DOKSAN) Not Taktir Edilerek Oybirliği/Oyçokluğu İle Kabul Edilmiştir.


Prof. Dr. Ali BALABAN
Danışman


Prof. Dr. Abdurrahim KORUKÇU


Prof. Dr. Turhan AKÜZÜM

V. C.
Yükseköğretim Kurulu
Dokümantasyon Birimi

II

ABSTRACT

Ph.D.Thesis

A STUDY ON OPTIMUM WATER USE MODEL OF İVRİZ
IRRIGATION PROJECT

Recep KANIT

Ankara University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of
Farm Structures and Irrigation

Supervisor: Prof.Dr.Ali BALABAN

Page: 58

Jury: Prof.Dr.Ali BALABAN
Prof.Dr.Turhan AKUZÜM
Prof.Dr.Abrurrahim KORUKÇU

In this study an attempt was made to determine the optimum water use model of the İvriz irrigation project which was put to operation in 1985. Water conveyance efficiency of the project was found to be 90 %. Optimum crop pattern for the project is determined by using an LP program. Economic evaluation of the project area for the planned, existing and future conditions was analysed by using DASI program. Irrigation water management problems was evaluated by applying FAO-CROPWAT Program.

KEY WORDS: Water use efficiency, field irrigation efficiency, optimum crop pattern, project economic analysis, DASI, irrigation management, irrigation scheduling, CROPWAT.

III

ÖZET

Doktora Tezi

İVRİZ SULAMA İŞLETMESİNDE OPTİMUM SU KULLANIM
MODELENİN BELİRLENMESİ

Recep KANIT

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Prof.Dr.Ali BALABAN

1991, Sayfa: 58

Jüri: Prof.Dr.Ali BALABAŃ
Prof.Dr.Turhan AKUZUM
Prof. Dr.Abdurrahim KORUKÇU

Bu çalışmada Devlet Su İşleri tarafından 1985 yılında işletmeye açılan İvriz sulama alanında Optimum Su Kullanım Modelinin Belirlenmesi araştırılmıştır. Bu sulama alanında fiziksel etkinliği belirlemek için yapılan ölçümlere göre; su iletim randımanı % 90 olarak bulunmuştur. Proje alanı için optimum bitki deseni doğrusal programlama yöntemi ile belirlenmiş, alanın mevcut, planlanan ve gelecek durumları için ekonomik analizi DASI programı ile yapılmış ve sulama sisteminin işletme durumu CROPWAT programı ile değerlendirilmiştir.

Araştırma sonunda Ereğli-İvriz sulamasında etkin su dağıtımı ve kullanımı için yararlanılabilecek sulama planlaması tabloları verilmiştir.

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

TEŞEKKÜR

Doktora öğrenimi süresince danışmanlığımı yürüten Sayın Hocam Prof.Dr.Ali BALABAN'a çalışmalarımda büyük destek ve yardımını gördüğüm Sayın Hocam Prof.Dr.Erkan BENLİ'ye, başta Sayın Doç.Dr.Süleyman KODAL olmak üzere Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümünün Öğretim Üye ve Yardımcılarına, laboratuvar çalışmalarımda bana yardımcı olan Köy Hizmetleri Ankara Araştırma Enstitüsü ile arazi çalışmalarımda gerekli kolaylığı sağlayan Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü IV. Bölge-Ereğli Şube Müdürlüğü elemanlarına teşekkürü borç bilirim.



Recep KANIT

1. GİRİŞ

Hızla artan nüfusumuzun dengeli olarak beslenebilmesi, sanayinin hammadde ihtiyacının karşılanması ve tarımsal ürünlerin dış satım olanaklarının çoğaltılması bu sektördeki üretimin ve çeşidinin artırılmasına bağlıdır.

Tarımsal üretimin artırılması, ya tarım alanlarının genişletilmesiyle, yada birim alandan en fazla ürünün alınmasıyla sağlanabilir. Tüm toprak kaynaklarımızın % 35.6 sı tarım arazisidir ve bugünkü teknoloji düzeyinde kullanım sınırına ulaştığı söylenilebilir.

Birim alandan yüksek verim elde edilmesi ise; tarım tekniğinin düzeyi, üretimde kullanılan girdilerin-kalite ve kantitesi ve tarımsal bünye ile ilgilidir. Tarımsal bünyenin iyileştirilmesi çalışmalarının başında arazi kullanma düzeyinin geliştirilmesi ile toprak ve su kaynaklarının korunması ve bu kaynakların rasyonel bir şekilde kullanılması gelir.

Kurak ve yarı kurak iklim kuşağında yer alan ülkemizde yağışın yıllık miktarı ile mevsimlere göre dağılımı bitkisel üretimin istenilen düzeyde artırımı için yeterli olmamaktadır.

Bu bakımdan üretim girdilerinin etkinliğini de artıran sulama, tarımsal kalkınmanın en önemli unsurudur.

Bitkinin ihtiyaç duyduğu ancak doğal yağışlarla karşılanamayan suyun kök bölgesine kontrollü olarak verilmesi şeklinde tanımlanan sulama; üretim artışının yanısıra ürünlerin çeşitlendirilmesine ve bitki-çevre uyumu olan alanlarda 2. hatta 3. ürünün yetiştirilmesine imkan vermektedir.

DŞİ ce ülke su varlığının belirlenmesi amacıyla yapılan havza çalışmalarından elde edilen sonuca göre yurdumuzun yıllık yağış ortalaması 670 mm ve eşdeğer su potansiyeli ise 521 milyon m³ yıldır.

Bunun 166 milyon m³/yıl kadar bir bölümünün akış haline geçtiği kabul edilmektedir. Bu duruma göre ülkemiz için ortalama akış katsayısı 0.32 olmaktadır. Yani yağışlarla yeryüzüne düşen suyun % 68'i buharlaşma, bitkisel terleme v.b. gibi nedenlerle yerüstü akışı haline geçememektedir. Komşu devlet hakkı v.b. faktörler dikkate alındığında kullanılabilecek yerüstü su potansiyelimizin 95 milyon m³ olduğu tahmin edilmektedir. Buna ek olarak Konya kapalı havzasında ve Güney Doğu Anadolu'da 10 milyon m³ dolayında yeraltı su rezervimizin bulunduğu belirtilmektedir (Sezen 1981).

Ülkemizin 77.8 milyon hektar olan toprak kaynaklarının 27.7 milyon hektarı tarım arazisidir. Havzalarımızın su potansiyelleri dikkate alındığında 7.9 milyon hektarı yerüstü ve 0.6 milyon hektarı yeraltı suları ile olmak üzere toplam 8.5 milyon hektar arazimiz sulanabilecek durumdadır (Balaban 1982).

Bu günkü teknolojiyle havzalar arazi su iletiminin ekonomik olmayacağı gözönüne alınırsa ve bazı havzalarda su ve bazı havzalarda toprak kaynağı sınırlığı olduğuna göre (Sönmez ve Ark. 1976) havza bazında su potansiyelimizin sulayabileceği alan 8.5 milyon hektarında altına düşmektedir. Ülkemizin teknolojik ve ekonomik koşullarında önemli lde iyileşme olmadığı takdirde su potansiyelimizin 2000 yılından sonra kısıtlı kaynak olacağı belirlenmiştir.

Öte yandan DSİ ce inşaa edilerek sulama kapsamına alınan ve fiilen sulanan alanlarda hektar başına elde edilen üretim parasal olarak değeri; 1989 yılı verilerine göre, projeden önce ortalama 73 bin TL/ha iken projeli koşulda yaklaşık 4 katı olan 282 bin TL/ha ulaşmaktadır (Tekinel 1989).

Nüfusumuzun yaklaşık yarısının tarımla uğraştığı ülkemizde refahın tabana yayılması ve Milli Ekonomiye katkısı bakımından sulu tarım dolayısıyla sulama suyu çok önemli olmaktadır.

Bu durum gözönüne alınarak özellikle planlı kalkınma döneminde olmak üzere; Cumhuriyetin ilk yıllarından itibaren büyük sulama şebekelerinin yapımına hız ve önem verilmiş 5. Beş Yıllık Kalkınma Planı dönemi sonunda toprak ve su kaynakları yatırımının payı, tarım sektörü içinde % 65.9 a kadar çıkmıştır.

Ne varki 1988 yılı itibariyle 3.005.767 hektar alanın sulanması hedeflendiği halde ancak % 75.3' sulamaya aılabilmiş ve sulamaya açılan alanında ancak % 71.6 olan 1.555.470 hektarı fiilen sulanabilmiştir.

Bu durumda 1989 yılı fiatlarına göre sulamaya açılan alanlarda hektar başına 5 milyon TL. olmak üzere 7.75 trilyon TL. yatırım yapılmış fakat fiilen ancak 1.555.470 hektarında sulama yapılabildiği için 2.3 trilyon TL. lik yatırımdan ıftımız yararlanamamıştır (Tekinel 1989).

Sulama projelerinin gerçekleştirilmesinde temel amaç; daha fazla ürün elde etmek yoluyla daha yüksek gelir sağlamak ve bu yolla ıftının refahını yükseltmektir. retilimi artırmak ise diğer tarımsal girdilerin etkin bir şekilde kullanılmasıyla birlikte etkin su dağıtımı ve kullanımıyla mümkün olmaktadır.

Su dağıtım ve kullanım hizmetleri işletme, bakım ve sulama destek hizmetlerinden olmaktadır. Bir sulama alanında bu hizmetlerin etkin bir şekilde yerine getirilmesi ancak tüm kaynakların optimum bir şekilde kullanılmasıyla mümkündür.

İşletme hizmetleri; proje kapsamına giren birim sulama alanından en yüksek verimi alabilecek şekilde; gerekli suyun depolanması, iletimi, dağıtımı ve kullanılmasının sağlanmasıdır. Bunun içinde tarımsal üretim kaynakları olan toprak, işgücü ve sermaye ile birlikte suyunda optimum bir şekilde kullanılması gerekmektedir.

Bakım ise; sulama tesislerinin istenilen fonksiyonlarını sürekli yapabilmesini sağlayacak hizmetlerdir.

Etkin su dağıtımı ve kullanımının gerçekleştirilebilmesi için yapılacak bir diğer hizmette sulama destek hizmetleridir. Bu hizmetler çiftçinin sulu tarım hakkında yeterli bilgi vedeneyim birikimine sahip olmalarını sağlamak, tarla sulama sistemlerini geliştirmek ve şebeke işletmesi yöntemlerini geliştirerek çiftçinin tersiyer kanalı bazında projede etkin görev almasını sağlamaktır.

Sulama yatırımlarından etkin şekilde yararlanılabilmesi ve verim artışının sağlanabilmesi toprakta nem rejiminin optimum olmasını gerektirmektedir. Buda "Sulama Zamanı Planlaması" dediğimiz, bitkinin suya ihtiyaç duyduğu zamanın, her sulamada toprağa verilecek su miktarının ve bu suyun verileceği sürenin bilinmesine bağlıdır.

Sulama zamanı planlaması; gerek su kaynağının yeterli olduğu ve gerekse kısıtlı bulunduğu durumlarda sulama işletmeciliği bakımından önemli olmaktadır. Çünkü sulama zamanı planlaması yapılmadan gerçekleştirilen sulamalarda; kısıtlı olması halinde su optimum kullanılamamakta, sulama suyunun bitkinin ihtiyaç duyduğu zamanda ve yeterli miktarda verilememesiyle üretim azalmakta, veya suyun yeterli olması durumunda da bitkinin ihtiyacından fazla suyun verilmesiyle erozyona, bitki besin maddelerinin yıkanmasına, topraktaki nem dengesinin bozulmasına, drenaj ihtiyacının doğmasına, tuzlanmaya ve su kaynaklarının kirlenmesine sebep olmaktadır.

Sulama zamanının planlanabilmesi için; topraktaki su miktarının doğrudan veya dolaylı olarak ölçülmesi esasına dayalı çok değişik yöntemler geliştirilmesine rağmen çeşitli güçlükler sebebiyle uygulamaya sokulamamıştır. Günümüzde sulama zamanının planlanması bilgisayar yazılımlı çeşitli benzesim modelleri yardımıyla yapılmaktadır.

Bu programlar yardımıyla iklim, toprak bünyesi ve su kaynağının yeterliliğinin farklı değerlerine göre herhangi bir bitkinin sulama zamanı planlaması çok farklı veriler için kısa sürede elde edilmektedir.

Böylelikle çok kısa sürede sulama zamanı planlaması için alternatif çözümler bulunabilmekte ve optimum çözüme ulaşılabilmektedir.

Bu çalışmada 1984 yılında kısmen işletmeye açılan İvriz Sulaması araştırma konusu olarak ele alınmıştır. Proje kapsamında sulamaya açılan alan 38150 ha. fiilen sulanan alan 24337 ha. ve sulama oranı % 64 tür.

Sulama alanında iyi bir su dağıtım düzeni kurulamaması, tesis noksan ve yetersizliği, su kaybının fazla olması ve organizasyon sorunları sebebiyle yaklaşık 1100 ha. alanın sulanamıyor olması projenin seçilmesinde etkili olan faktörlerdir. Bu çalışmada aşağıda özetlenen konuların belirlenmesi amaçlanmıştır.

- Proje alanındaki fiziksel etkinliklerin belirlenmesi
- Proje alanı için bitki su ihtiyacı, işçilik ve sulama alanı kısıt alınarak, net faydayı maksimize eden bitki deseninin, doğrusal programlama modeli kurularak belirlenmesi.

- Projenin mevcut, hedeflenen ve optimum bitki desenine göre; seçenekli olarak DASI hazır proğramı kullanılarak yararlılığının değerlendirilmesi;
- 4- Proje alanında; yetiştirilen bitkiler için CROPWAT isimli bilgisayar proğramı kullanılarak belirli veya istenilen aralıklarla sulama yapılması, her sulamada belirli veya farklı miktarda su verilmesi, kısıtlı sulama yapılması veya sulama yapılmaması durumunda ne kadar suya ihtiyaç duyulacağı ve bu modeller için değişmelerin belirlenmesi.

Dört bölümden oluşan bu çalışmada giriş bölümünden sonra ikinci bölümde konu ile ilgili kuramsal temeller ve kaynak araştırması verilmiştir. Üçüncü bölümde materyal ve metod açıklanmış ve son bölümde ise araştırmadan elde edilen sonuçlar verilmiş ve bu sonuçların tartişılması yapılarak öneriler getirilmeye çalışılmıştır.



2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu bölümde; sulama planlaması ve dolayısıyla bu çalışma ile doğrudan ilgili kaynaklar gözden geçirilmiş ve tarih sıralamasına göre aşağıda verilmiştir.

Bowlen ve Heady (1955), Doğrusal programlama modelini kullanarak optimum bitki desinini bulan ilk araştırmacıdır. Bu modeli sermaye ve işçiliği kısıt alarak, Iowa eyaletinin bir bölgesine uygulamışlar ve maksimum kâr getirecek bitki desenini belirlemişlerdir.

Ridder vd. (1968), İran'ın Veramin ovasında yüzey su kaynağı potansiyeli ve mevcut bitki desinine göre optimum su dağıtımı için doğrusal programlama modeli geliştirerek 30 yıllık süre için optimum su kullanma programı hazırlamışlardır. Modellerin kurulmasında ortalama tarım işletmesi büyüklüğü 3.85 ha ve her işletme için gerekli sulama suyu ihtiyacı 40194 m³/yıl olarak kabul edilmiştir.

Windsor ve Chow (1970), Bu çalışmada işçilik ve sulama suyu miktarını kısıt alarak iki değişik toprak serisi için optimum su kullanımını sağlayacak bir programlama modeli geliştirmişlerdir. Çalışmanın birinci bölümünde farklı iklim özellikleri için çok yönlü karar vermede dinamik programlamadan, farklı bitki ve toprak özelliklerine göre sulama metodunun belirlenmesinde ve optimum gelir sağlayıcı kombinasyonların saptanmasında ise doğrusal programlamadan yararlanılmışlardır.

Peter ve Douglas (1970), Araştırmacılar, yüzey suları ile yeraltı suyunu ekonomik bir şekilde birleştirilerek optimum su kullanımını sağlayan bir model üzerinde çalışmışlardır. Modelde kanal kapasiteleri, sondaj maliyeti ve bitki su ihtiyacı kısıt olarak alınmıştır. Model Doğu Pakistan'dan alınan bir örnek üzerinde uygulanmış ve çözüme ilişkin sonuçlar verilmiştir.

Salcedo ve Meier (1971), Dinamik programlama tekniğinden yararlanarak, öncelikle kurak ve yarı kurak alanlarda uygulanabilir özellikte olan ve tarım işletmesinin herhangi bir üründen sağladığı net kazancı en yüksek düzeye çıkarabilecek bir yöntem geliştirmişlerdir.

Lewis (1973), Araştırmacı, sulama planlarının hazırlanmasında toprak suyunda meydana gelen değişimleri simule eden bir regrasyon modeli üzerinde çalışmış ve birim zamandaki toprak suyu azalması belirli eşitliklerle ifade edilmiştir.

Benli (1974), Sulama alanlarında optimum su kullanımını sağlayacak bitki desenlerinin ve optimum sulama alanlarının bulunmasına ilişkin bir doğrusal programlama modeli geliştirilmiş ve Aksaray-Ulurmak sulama alanına uygulamıştır. Araştırmacı sonuçta modellerin hemen hepsinde Haziran ve Temmuz aylarında sulama suyunun 1 m³ artırmakla brüt kâr artışının 0.538 TL. ile 3.740 TL. arasında artacağını saptamıştır.

Erözel (1978), Niğde-Misli Ovası sulama alanında kısıtlı sulama suyu koşulunda yeraltı suyundan yararlanarak optimum su kullanımını sağlayacak bitki deseni ve sulama alanını belirlemek amacıyla iki ayrı doğrusal programlama model geliştirmiştir. Çö-

zlen modellerin sonucuna göre sulama alanı 1 da. artırıldığında brüt karda 300 TL. lik artış sağlanabileceği görülmüştür. Ovada en yüksek gelir artışı sağlayan optimum alan 25000 da. olarak bulunmuş ve bitki deseni % 9 buğday, % 25 ř.pancarı, % 33 patates ve % 33 fasulye olarak saptanmıştır.

Barret ve Skogenboe (1979), Araştırmacılar bu çalışmalarında su uygulamasında ıslatılacak optimum derinliğin belirlenmesi üzerinde durmuşlardır. Etkili su idaresiyle maksimum gelir elde etmek için ihtiyaç duyulan sudan daha az suyun optimum derinliğe uygulanmasıyla sulama randımanının yükseleceğini, dolayısıyla daha geniş bir alanın sulanacağını ve gelirin artacağını göstermişlerdir.

Fischbach ve Thompson (1979), ABD Nebraska Eyaletinde bilgisayarlarla hazırlanan sulama proğramlarının uygulayıcılara aktarılışını açıklayarak bu yöntemle sulama şebekelerinden daha fazla yarar sağlanacağı belirtilmiştir. Bu modelde jensen eşitliği kullanılarak bitki su tüketimi hesaplanmakta daha sonra bitki, toprak, kök gelişimi ve yağış etmenleri değerlendirilerek toprak suyumiktarı belirlenmektedir. Değerlendirme sonuçları haftada 2 kez mevcut imkanlarla sulayıcılara duyurulmakta ve sulamanın buna göre düzenlemesi sağlanmaktadır.

Baştepe (1980), Kayseri-Sarımsaklı sulama alanında yeraltı suyu çekiminin taban suyu ile ilişkisini araştırmış ve sorunlu alanların ıslahı için öneriler getirmiştir. Belirlediği optimum bitki desininde 20 ve 50 da. işletmeler için en yüksek brüt kârı bulmuştur. En yüksek brüt krın ise şebekenin taşıyacağı suyun % 10 artırılmasıyla sağlanacağını saptamıştır.

Benli (1980), Türkiye'nin değişik yerlerindeki 14 sulama alanında çalışmalar yaparak optimum su kullanımını sağlayıcı görüşler getirmiştir. Bu çalışmanın birinci bölümünde sulama projelerinin hazırlanması ve sistem boyutlarının belirlenmesinde etken olan su tüketim tahminleri yapılmış ve ikinci bölümünde su tüketim verileri hazırlanan bir analitik modelde kullanılarak sulama için depolama biriminden alınan su ile sulama geliri arasındaki ilişki incelenmiştir. Sulama alanlarında su potansiyelinin yetersiz olduğu yıllarda veya sulama alanı geliştirilmesi durumunda optimum su kullanımı için bu ilişkilerden yararlanılması amaçlanmıştır.

Benli ve Erözel (1980), Doğrusal proğramlama yöntemi ile su kaynağının kısıtlı olduğu  sulama alanında optimum su kullanımını sağlayacak bitki deseni ve optimum sulama alanları belirlenmiştir. Araştırmacılar çalışmalarında bitki su tüketimi hesaplamalarının, su kaynaklarının planlanması amaçlı matematiksel modellerdeki yerinin önemini de göstermişlerdir.

Tekinel ve evik (1980), Su kaynağı kapasitesi dikkate alınarak, uygulamaya yeni açılacak devlet sulama şebekelerinde projede hedeflenen ekonomik ve teknik faydanın sağlanabilmesi ve arazinin tamamının sulanabilmesi için bitki desinin alternatif planlar şeklinde optimum olarak belirlenmesini önermişlerdir.

Martin vd (1984), sulama suyu eksikliğinin bitki verimine etkisini belirlemek amacıyla bir simülasyon modeli geliştirmişlerdir. Bu modelde sulama sistemi, bitki gelişimi ve sulama uygulamaları gibi parametrelerin farklı kombinasyonları esas alınmıştır. Verim tahmini yapılacak bitkinin evaporasyon ve transpirasyon değerlerinin belirlenmesinde günlük toprak su dengesi; sulama suyu hesaplamasında da etkili yağış, sistemi ve sulama randımanı esas alınmıştır.

Dinar ve Yaron (1986), Araştırmacılar bölgesel gelirin maksimizasyonunda üretim faktörleri, tarımsal üretim teknolojileri, atıksu işleme teknolojisi, fiyatlar ve çevre düzenleme faktörlerini kısıt alarak; şehir artığı suyun optimizasyonu ve bölgesel sulamada yeniden kullanımı üzerinde durmuşlardır. İsrailin kıyı bölgesinin küçük bir kısmında uygulanan bu çalışmada atık suyun devlet yardımı olmadan kullanılması teşvik edilememiştir. Ancak devlet yardımı % 50 ye ulaştığında bütün çiftlikler için uygun çözüm bulunmuş ve bölgesel gelirden önemli artış olmuştur.

Taraklı (1987), GAP'da bulunan Deve geçidi sulama alanındaki tarım işletmelerinde bu günkü sermaye yapısı, işletme faaliyetlerinin sonuçları ve işletmelerin ekonomik yapıları incelenmiştir. Araştırmada işletmelerin planlanması doğrusal programlama yöntemi ile yapılmış ve UHELP paket programından yararlanılmıştır. Araştırmacı bu çalışmadan GAP'da uygulanabilecek yararlı sonuçlar elde etmiş ve bazı öneriler getirmiştir.

Evsahibiöglü vd (1988), FAO tarafından geliştirilen DASI paket programın kullanarak Gökirmak-Hasköy sulamasının ekonomik analizini yapmışlar ve projenin iç kârlılık ve fayda-masraf oranını sırasıyla % 28-4 ve 6.31 olarak bulmuşlardır. 6 ayrı bitki deseni için fayda-masraf parametrelerini belirlemişler ve en yüksek faydayı sağlayacak desenin tesbit edilmesinde DASI ile optimuma yakın çözümlerin bulunabileceğini göstermişlerdir.

Evsahibiöglü ve Beyribey (1988), Devrekani sulama projesinde DASI paket programını kullanarak projenin ekonomik analizi yoluyla sulama etkinliği çalışması yapmışlardır. Araştırmadan elde edilen sonuçta göre DASI programının proje ekonomisi ve etkinliği çalışmalarında kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Beyribey (1989), Konya-Alakova pompaj sulama alanında su dağıtım ve kullanım etkinliğinin belirlenmesi amacıyla; proje alanının mevcut, planlanan ve gelecek durumları için DASI paket programı yardımıyla ekonomik analizi yapılmış, sulama sisteminin işletme durumu CROPWAT programı ile değerlendirilmiş ve sulama şebekelerinde etkin su dağıtım ve kullanımı için izleme ve değerlendirme akış diyagramı verilmiştir.

Üstün (1990), Sulama zamanının planlanmasında uygulanan yöntemlerden birinin de fenolojik gözlem olduğunu belirtmiş, bu metodla yapılan çalışmalarda deneyime dayanması ve sulama suyu miktarının tam olarak belirlenememesi sebebiyle umulan verim ve kalitenin sağlanamadığını saptamış ve sulama zamanı plânlanmasında bitki su tüketimi değerlerinden yararlanılması gerektiğini belirtmiştir.

3. MATERYAL 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

Konya ili, İç Anadolu Bölgesinde 36.5° ve 39.5° kuzey enlemleri ile 31.5° ve 34.5° doğu boylamları arasında yer almaktadır.

Araştırma alanı Konya Kapalı Havzasının güney doğusunda olup; Tuz Gölü, Çumra, Ayrancı, Berdem, Seyhan-Çakıt ve Bor-Emen'e ait arazilerdir ve toplam drenaj alanı 3837 km dir.

Proje sahasını oluşturan Ereğli Ovası 250.000 ha büyüklüğünde olup, bunun 66239 ha sulanabilir arazidir ve 40963 ha'nının sulanması öngörülmüştür (Şekil 3.1).

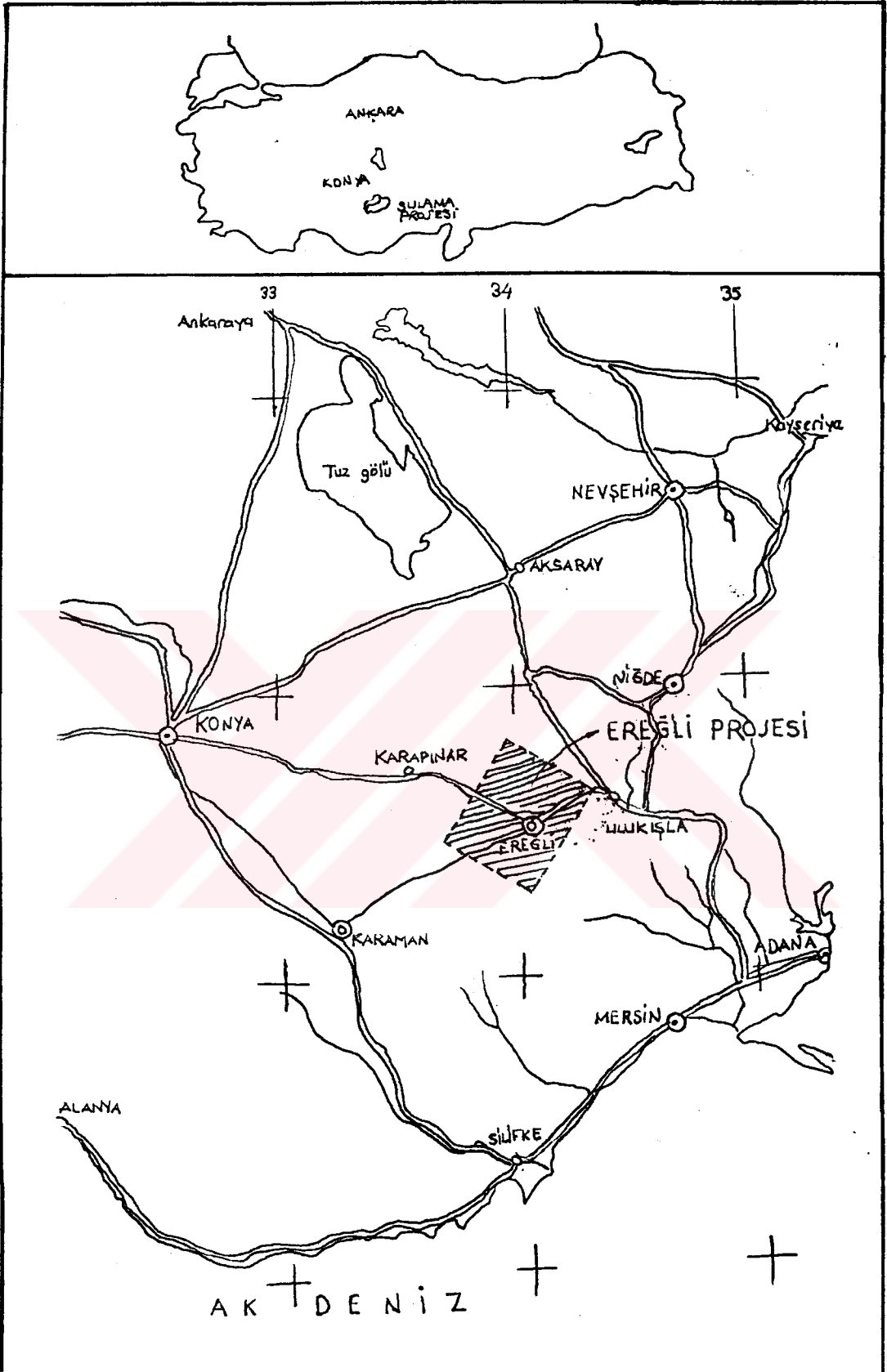
Proje alanı Ereğli, Alanarkı, Akhüyük-Çiller ve Yıldız ünitelerinden oluşmaktadır (Şekil 3.2).

İvriz sulamasında klasik beton kaplamalı ve toplam 106.427 km uzunluğunda 4 ana kanal bulunmaktadır. Sağ ve sol ana kanallar sulama suyunu İvriz barajı cebri borusundan, Akhüyük-Çiller ünitesi ana kanalı ise Yeleği deresi üzerinde inşa edilmiş olan Adalı Reülatöründen almaktadır. Yeleği arki İvriz ve Delimahmut derelerinin sularını taşımakta iken barajın inşa edilmesiyle dolu savak ile sağ ve sol ana kanalların tahliyesi ve Akhüyük-Çiller ana kanalının isalesi durumuna gelmiştir. Yıldızlı ünitesi ana kanalının kaynağı ise, Sümerbank Regülatörü vasıtasıyla İvriz kaynağından saptırılan sudur.

3.1.2. Jeolojik Durum

Proje sahası Bolkar dağlarının İç Anadolu düzlüklerine bakan kuzey eteklerinden Karadağ, Karacadağ hattına kadar uzanır. Genel olarak doğu-batı uzanımlı bir antiklinal teşkil eden Bolkar dağlarının çekirdeğinde bölgenin en eski formasyonları olan mermerler ve mermer fillit serisi bulunmaktadır.

Kuzeye, Ereğli Ovasına doğru ilerledikçe kretase yaşlı filiş ve kireçtaşları doğrudan proje sahasına doğru uzanırlar. Daha kuzeye gidildikçe konglomera, marn, marnlı kum ve az sertleşmiş kum taşları serileri vardır. En genç oluşum olan alüvyon da dere yatakları Ereğli ovasında görülür.



Şekil 3.1. Proje sahasının Türkiye’de ve bölgedeki yeri

3.1.3. İklim durumu

Proje sahasında İç Anadolu'nun tipik kara iklimi hüküm sürer. Yazları sıcak ve kurak kışlar ise nisbeten yağışlı ve soğuktur.

Proje sahasını güneyden çevreleyen Toros dağlarının kuzey yamaçları kış aylarında karla örtülüdür.

Ereğli-Ayrancı Barajı Meteoroloji istasyonlarına ait 20 yıllık ortalama sıcaklık ve yağış ile Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü verilerine göre nisbi nem, rüzgar hızı ve güneşlenme süresi değerleri Tablo 3.1 de verilmiştir.

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

Meteorolojik değerler	AYLAR												Yıllık Ort.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Ortalama sıcaklık (°C)	0.0	2.0	6.3	11.1	15.2	19.2	21.9	20.9	16.6	11.4	5.9	2.3	12.67
Ortalama yağış (mm)	30.2	37.2	33.8	45.1	36.5	27.0	4.0	4.0	7.2	21.0	24.1	40.6	25.64
Ortalama nisbi nem (%)	64	64	64	54	55	50	47	50	54	64	70	74	60
Rüzgar hızı (10 m yükseklik)	1.4	1.4	1.6	1.6	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	1.2	1.2	1.5	1.3
Güneşlenme süresi	3.12	4.37	5.90	4.13	9.00	11.29	11.92	11.90	10.48	7.42	4.92	2.44	7.28

Uzun yıllar ortalaması incelendiğinde en sıcak ay 21.9°C ile Temmuz, en soğuk ay ise 0.0°C ile Ocak ayıdır. proje alanında bitki yetiştirme dönemi Nisan başı ile Ekim sonudur (Anonymous 1983). Proje sahasında yıllık yağış miktarı 307.7 mm. olup, bunun yetiştirme sürecinde düşen miktarı 144.8 dir. Diğer bir deyişle toplam yıllık yağışın ancak % 53 bitki yetiştirme periyoduna rastlamaktadır.

Nisbi nem değerleri incelendiğinde en düşük nisbi nem Temmuz ayında (% 47) ve en yüksek nisbi nem ise Aralık ayında (% 74) dır. Proje alanında buharlaşma miktarı 869.9 mm olup bunun 809.8 mm si bitki yetiştirme mevsimi içinde gerçekleşmektedir. Yetiştirme dönemi içerisindeki yağış ile buharlaşma miktarını karşılaştırdığımızda 665 mm lik bir fark olduğu görülür ki bu da tarımsal üretimin artırılması için sulamayı zorunlu hale getirmektedir.

3.1.4. Toprak ve su kaynakları

3.1.4.1. Toprak kaynakları

Ereğli ovası toprakları alüviyal ve kolloviyal olmak üzere iki kısımda incelenebilir.

Alüviyal topraklar ovanın kuzey, kuzeydoğu, kuzeybatı ve batısındaki taban arazilerde yer almaktadır. Bu topraklar, deniz birikimi olan marn ve kireç tabakası üzerine Delimahmutlar ve İvriz çayı ile yamaçlardan inen sel sularının getirdiklerinden meydana gelmiştir. Bu topraklar ağır bünyeye ve granüler yapıya sahiptirler.

Kolloviyal topraklar ise güney, güneydoğu, doğu ve kuzeydoğuda bulunan yamaç araziler kolloviyal topraklarda oluşur. Bu topraklar yamaçlardaki ana kayanın parçalanıp ayrışmasından meydana gelmişlerdir. Bünyeleri ağır kilden kumlu tına kadar değişmektedir.

Proje sahası topoğrafyası sulamada önemli bir güçlük yaratmamaktadır. Deniz seviyesinden yüksekliği 950-1000 m olan saha, yamaç ve taban arazilerden oluşmaktadır ve yamaç araziler kuzeydoğu, doğu, güneydoğu, güney ve güney batıda yer almakta olup % 2-7 arasında değişen bir meyille taban arazilere inmektedir. Ereğli ovasının orta kısmında geniş bir yer kaplayan taban araziler kuzeydoğudan kuzeybatıya doğru % 0-2 arasında değişen meyille sahiptir.

Sulama alanı topraklarının bünyeleri tablo (3.2) de görüldüğü gibi kil, silt ve kumun muhtelif oranlarda karışımından oluşmuştur. Sulama sahası topraklarının % 48.8'i ağır, % 23.5'i orta, % 6.4'ü hafif bünyelidir.

Tablo 3.2. İvriz Sulaması Topraklarında Bünye Dağılımı (Anonymous 1968)

BÜNYE	h	h	h	h	h	h	h	m	m	m	m	m
	h	m	L	hk	b2	hk2	hk3	m	h	l	k	mk2
ha	17412	1913	150	355	60	940	1902	3214	6903	939	46	512
%	37.45	4.10	0.32	0.34	0.12	2.01	4.10	6.89	12.89	2.01	0.10	1.09
BÜNYE	m	m	L	L	L	L	L	L	6.Sınıf ve Yer- leşim Yeri	Bünyesi Belirlen- memiş Alan	TOPLAM	
	vk2	hk2	L	m	h	mk2	vk2	Lk3				
ha	109	117	70	439	1646	203	78	569	2472	7444	46624	
%	0.23	0.25	0.15	0.94	3.55	0.43	0.16	1.20	5.30	15.93	100.00	

Sulama alanı toprakları genel olarak granüler yapıdadır. Üst topraklar siyahtan açık kahverengine, alt topraklar ise açık kahverengiden siyaha kadar değişen renk görünümündedirler.

Proje alanı toprağı genelde 150 cm den fazla derinlik gösterirse de yamaç arazilerde bu derinlik 40-120 cm'ler arasında değişmektedir. Üst ve alt toprakların geçirgenlikleri 40-60 cm/h'den daha fazladır.

Ovanın eski bir iç deniz olması, yüzey sularının yamaç arazilerdeki tuzları ovaya taşımaları, taban suyunun yüksek olması ve kapillarite nedeniyle toprakların geçirgenliklerinin iyi olması, yıkama yoluyla bu soruna çözüm getirilebileceğini göstermektedir.

Sulama sahasının drenajını ivriz çayı ve devamındaki ana drenaj kanalı sağlamak ve fazla sular batıdaki Akgöl'e verilmektedir. Alanarķı ünitesi için öngörülen drenaj kanalları açılmış ve ana boşaltım kanalına bağlanmıştır.

40,9x10³ ha olan sulama alanının % 88.58'i sulanabilir, % 2.95'i geçici olarak sulanamayan ve % 5.30'u sulanamaz alan olarak belirlenmiş ve % 3.17'inde sınıflandırma çalışması yapılamamıştır.

Tablo 3.3. Sulama Alanında Arazi Sınıfları ve Toplam Alana Oranları (Anonymous 1986)

Sulama Alanı	SULANABİLİR ALAN				Geçici olarak Sulanamayan Alan 5.Sınıf	1,2,3,4,5 Sınıflar Toplamı	Sulanamaz Alan Yerleşim Yeri ve 6.Sınıf	Arazi Tasnifi Yapılmayan Alan	TOPLAM
	1 Sınıf	2 Sınıf	3 Sınıf	1,2,3 Sınıflar Toplamı					
ha	4279	30089	6932	41299	1377	42676	2472	3476	46624
%	9.18	64.53	14.87	58.58	2.95	91.53	5.30	3.17	100.00

3.1.4.2. Su kaynakları

Proje alanının ana su kaynağı Deli mahmutlar derecesi ile ivriz suyunun birleşmesinden medana gelen İvriiz Çayıdır.

Delimahmutlar deresi Toros dağlarının kuzeybatısından doğar ve Kale deresiyle birleşerek barajdan 2 km kadar önce İvriiz suyu ile birleşir. İvriiz suyu ivriiz köyü içinden çıkan pınarlarla beslenen ve ivriiz çayına karışan bir yan deredir.

30 yıllık ortalama değerlere göre İvriiz barajından 227.4 x 10⁶m³/yıl su birikmektedir (Anonymous 1968).

Su kaynağının kalitesi sulamaya uygundur ve C₂S₁ özelliğindedir.

Sulama alanının kuzey kesimlerindeki Bulgurluk, Kamışlı kuyu, Gündelen ve Aziye köyleri arasında kalan bölgesinde kullanılabilir yeraltı su rezervi bulunmaktadır.

1972 yılından yapılan hidrolojik etüdlere emniyetle çekilebilecek yeraltı suyu miktarı $68 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ olarak hesaplanmıştır ve C_2S_1 özelliğindedir (Anonymous 1983).

1990 yılı sulama döneminde aylık kapasitesi ortalama $70 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{ay}$ olan kuyudan 12 adedi işletmeye alınmış ve 6 ay süreyle toplam $5\,044\,176 \text{ m}^3$ su çekilmiştir.

1991 sulama döneminde ise kuyu sayısı 31'e ulaşmış ve bu yılın 6 aylık döneminde toplam $7\,361\,224 \text{ m}^3$ su çekilmiştir.

3.1.5. Proje alanında sudan yararlanma durumu

Proje alanında 1985 yılından itibaren sulamaya açılan alanlar, sulamanın gerçekleştiği alanlar ve sulama oranları Tablo 3.4 de verilmiştir (Anonymous 1990).

Görüldüğü gibi şebekenin işletmeye alındığı 1985 yılında sulama oranı % 75.7 iken 1990 yılında bu oran % 57.9 olmuştur. Bu durum her yıl sulamaya açılan alan artırılırken sulanan alanın artmamasından kaynaklanmaktadır.

Tablo 3.4. İvriz Sulama Şebekesinde Yıllara Göre Sulamaya Açılan Alan, Sulanan Alan ve Sulama Oranı (Anonymous 1990)

Yıllar	Sulamaya açılan Alan (ha)	Sulamanın Gerçekleştiği Alan (ha)	Sulama Oranı (%)
1985	34.500	26.116	75.7
1986	36.000	27.017	75.0
1987	36.000	26.966	74.9
1988	36.000	27.169	75.5
1989	38.150	24.334	63.8
1990	38.150	22.106	57.9

3.1.6. Tarımsal durum

İvriz sulama alanında projersiz koşulda sadece Alanarıkı ünitesinin % 30 unda hububat tarımı yetersiz sulama ile yapılmıştır. Bitki deseninde % 58.5 hububat, toplamı % 40 oranında şeker pancarı, meyve, sebze ve bağ ve % 1-2 oranında bakliye bulunduğu ifade edilmektedir (Tablo 3).

DSİ İvriz projesi raporuna göre, projersiz durumda bitki çeşitleri, ekiliş oranları ve üretim değerleri tablo 3.5 de verilmiştir. Tablonun incelenmesinde de görüleceği üzere toplam işlenen arazinin % 58.5'i hububat tarımına ayrılmış ve % 29 gibi büyük bir bölümü her yıl nadasa bırakılmıştır.

Sulu tarıma geçilmesiyle sulama alanında nadas alan oldukça azalmış, bakliye, şeker pancarı, meyve, sebze ve yem bitkileri yetiştirilmesi sağlanmıştır.

Projeli durumda bitki deseni incelendiğinde bakliye şeker pancarı, meyve vesebze tarımında büyük artış görülmektedir. Dört ayrı üniteden oluşan sulama sahasında ortalama 250 da büyüklüğünde 1639 işletme bulunmaktadır.

Proje alanında yetiştirilen hububat TMO'ne verilmekte, şeker pancarı Ereğli Şeker Fabrikasınca meyve, meyve suyu fabrikasınca değerlendirilmekte ve sebze ve meyve üretiminin bir kısmı Akdeniz bölgesine ve Konya'ya sevkedilmektedir.

Tablo 3.5. İvriz sulamasında projersiz durumda bitki çeşitleri ve üretim değerleri (Anononymous 1990)

Bitki	Ekim Alanı (ha)	Ekiliş Oranı (%)	Ortalama Verim (kg/da)
Hububat	158010	58.5	150
Bakliye	2701	1.0	60
Bostan	2701	1.0	600
Ş.Pancarı	4051	1.5	4000
Ayçiçeği	8103	3.0	90
Bağ	2701	1.0	650
Meyve	5402	1.0	600
Sebze	2701	1.0	2000
Kavak	5402	2.0	3
Nadan	78330	29.0	-
Toplam	100	270.102	-

3.1.7. Sulama şebekesi elemanları ve özellikleri

3.1.7.1. Su alma yapıları

Sulama şebekesinin su aldığı İvriz barajı 1985 yılında işletmeye açılmıştır. Gövde tipi toprak dolgu olup depolama hacmi 83 hm^3 dür. Baraj % 60 sulama ve % 40 taşkın amaçlı planlanmıştır. Proje alanında 100.0 m derinlikte ve ortalama ayrılık 70058 m^3 kapasitede 31 adet kuyu işletmeye alınmış durumdadır.

3.1.7.2. Sulama yapıları

Sulama şebekesinde sağ ana kanal'ın uzunluğu 37.300 km olup kaplamalıdır. Sol anakanalın uzunluğu 33.927 km kaplamalı ve 3.000 km kaplamasız olmak üzere 36927 km dir. Akhüyük-Çiller anakanalının uzunluğu 26.850 km ve Yıldızlı ana kanalının uzunluğu da 8.350 km dir.

Yedek kanallar kanalet tipinde olup, 111.300 km si toprak kanal olmak üzere 4.4.104 km uzunluğundadır. Şebekede 270.500 km si toprak kanal ve 569.038 km si kanalet tipinde olmak üzere 839.538 km tersiyer kanal mevcuttur.

Sağ ana kanalda 45, Akhüyük-Çiller anakanalında 41, yıldızlı anakanalında 14 sıfır prizi bulunmaktadır.

Sağ sahil sulamasında bulunan 50 adet drenaj tersiyer kanallarının toplam uzunluğu 131.004 km ve sol sahil sulamasında bulunan 27 adet drenaj tersiyer kanallarının toplam uzunluğuda 73.198 km dir.

Sulama şebekesinde ölçü yapısı olarak sağ ve sol ana kanalların başlangıcında birer adet parsal savak ve sağ ana kanal yedeklerinin başlangıcında da birer adet olmak üzere 34 sabit yüklü orifis yapılmıştır.

Yine şebekede sağ anakanal üzerinde 13, yedeklerinde 7, sol anakanal üzerinde 11 yedeklerinde 33, Akhüyük-Çiller anakanalında 18 ve Yıldızlı anakanalında 7 olmak üzere toplam 89 çek yapısı vardır.

Sulama şebekesinde toplam 85 adet sel geçidi ve toplam 78 adet yol geçidi bulunmaktadır.

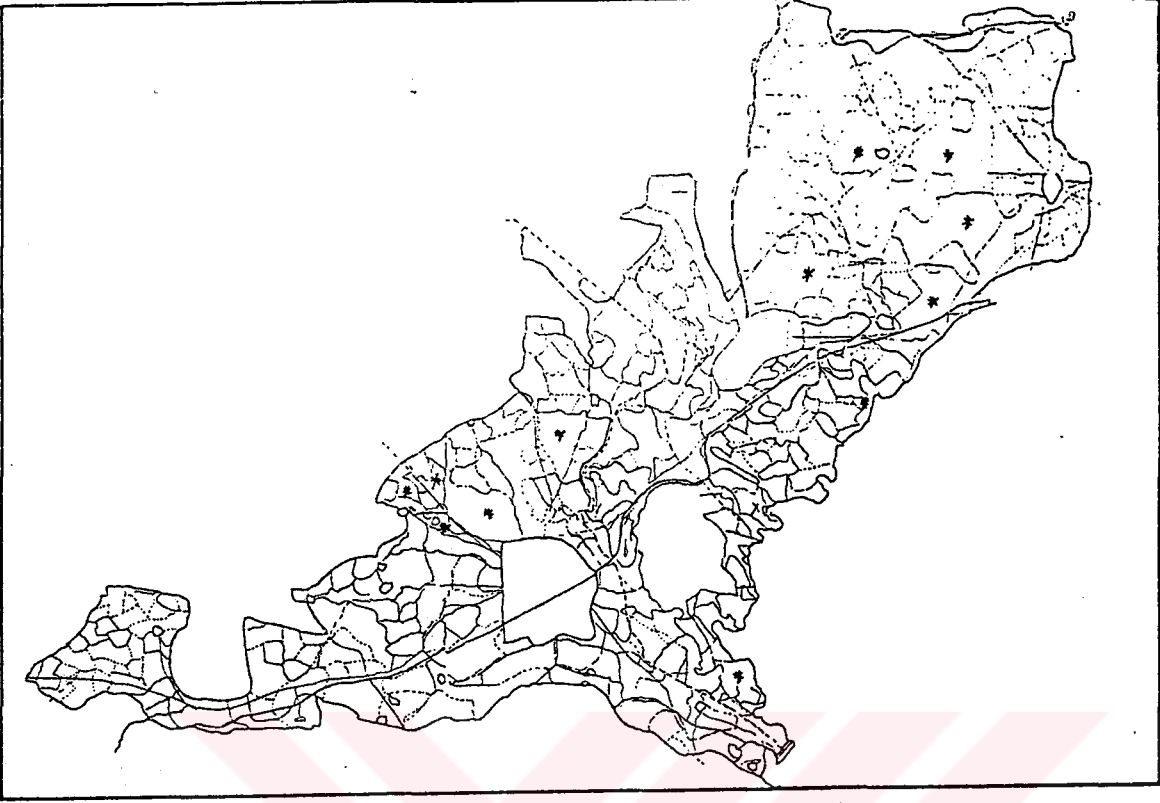
1.3.8. Toprak örneklerinin alındığı, infiltrasyon hızlarının ve su iletimi kayıplarının ölçüldüğü yerler

Araştırmada materyal olarak kullanılan toprak örnekleri 12 ayrı profilden alınmıştır. Profil yerleri DSİ Planlama ve arazi tasnif haritasından (Anonymous 1962) faydalanılarak hakim olan toprak serilerinden seçilmiştir.

İnfiltrasyon ölçümleri araştırma alanında toprak örneklerinin alındığı profiller yakınında yapılmıştır.

Su iletim kayıplarını ölçmek için kanallarda su hızı ölçümleri sağ sahil sulaması ana kanalı, yedek kanalı ve bu yedeğe bağlı tersiyer kanalında yapılmıştır.

Toprak örneklerinin alınmasında toprak burgusu, toprak küreği, şerit metre ve örnek torbaları; infiltrasyon hızı ölçümlerinde çift silindir infiltrometre, terazi ve şerit metre; su hızı ölçümlerinde ise EİE den temin edilen dijital muline kullanılmıştır.



Şekil 3.3. Araştırma alanında toprak örneklerinin alındığı, ve infiltrasyon hız ölçümlerinin yapıldığı yerler

3.2. Metod

Bu bölümde arazide yapılan çalışmalar ile laboratuvarında ve büroda yapılan çalışmalarda uygulanan metodlar açıklanmıştır.

3.2.1. Arazi çalışmalarında uygulanan metodlar

3.2.1.1. Toprak örneklerinin alınması

Araştırma alanındaki toprakların tarla kapasitesi, solma noktası, hacim ağırlığı ve bünye özelliklerini belirlemek amacıyla toprak profilde 0-30, 30-90 cm derinlikteki toprak tabakalarından bozulmamış örnekler alınmıştır (Benami ve Diskin 1965). Toprak örnekleri ayrı ayrı torbalara konduktan sonra torbaların içine ve dışına profil numarası ve derinliğini gösteren etiketler konulmuş ve profil numaraları da haritaya işlenmiştir.



Şekil 3.4. Toprak örneklerini alınması

3.2.1.2. İnfiltrasyon hızı ölçümleri

İnfiltrasyon hızı ölçümleri çift silindir infiltrometre metoduna göre yapılmıştır. İnfiltrasyon hızının ölçülmesinde (Black 1965) da verilen esaslardan yararlanılmıştır.



Şekil 3.5. İnfiltrasyon hızının ölçülmesi

3.2.1.3. Sulama kanallarında sızma kayıplarının ölçülmesi

Sulama alanında kanallardaki sızma kayıplarını belirlemek amacıyla ölçümler yapılmıştır. Kanallardaki akım hızının belirlenmesinde Hız-Kesit metodu (Balaban 1970) uygulanmıştır. Kanallardaki akım hızları digital muline kullanılarak ölçülmüştür. 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 = İlk ölçülen debi (l/s),

Q_2 = L mesafesi (m) sonra ölçülen debi (l/s),

Q_b = Buharlaşma kaybı (l/s) dir.

Buharlaşma kaybı $Q_b=0$ alınmıştır.



Şekil 3.6. Kanallarda hız ölçümü

Kanalda 100 m uzunluğundaki kayıp;

$$Q_{sl} = \frac{Q_s}{L} = 100$$

formülüyle hesaplanmıştır.

Formülde;

Q_{sl} = Kanalın 100 m sindeki sızma kaybı (l/s/100 m) Q_s = Ölçüm yapılan kanalın L uzunluğunda sızma kaybı (l/s) ve L = Kanalda ölçüm yapılan uzunluk (m) dir.

3.2.2. Laboratuvar çalışması

Bu bölümde laboratuvar çalışmalarında uygulanan metodlar açıklanmıştır. Çalışmalar Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Laboratuvarlarında yapılmıştır.

Tarla kapasitesi; bozulmamış toprak örneklerinin poroz levhalı basınç ölçme aleti (Richard 1957); solma noktası ise, toprak örneklerinin basınçlı membran aleti ile ölçülmüştür (Sönmez ve Balaban 1968).

Toprak bünyesi Bouyoucas (1951) de belirtilen kurullara göre hidrometre metodu ile saptanmıştır. Bünye sınıfları toprak bünyesi üçgeninden faydalanılarak belirlenmiştir (Akalın 1988).

Toprağın hacim ağırlığı ise, 105°C de kurutulan toprak örneklerinin ağırlıkları esas alınarak Güngör ve Yıldırım (1987) de belirtilen esaslara göre belirlenmiştir.

3.2.3. Büro çalışmaları

Bu bölümde arazi ve laboratuvar çalışmalarından elde edilen sonuçların değerlendirilmesi ile, sulama suyundan optimum olarak faydalanmayı sağlayacak bitki deseninin belirlenmesi, projenin ekonomik analizi ve sulama yönetimi bakımından projenin değerlendirilmesi yapılacaktır.

3.2.3.1. Toprak rutubet karakteristikleri

Araştırma alanında 12 değişik toprak profilinden alınan örneklerin analizleri sonucunda bulunan toprak bünyesi, hacim ağırlığı, tarla kapasitesi, solma noktası ve kullanılabilir su tutma kapasiteleri Tablo 3.6 da verilmiştir.

Araştırma alanındaki topraklarda kullanılabilir rutubet değerleri kumlu-tınlı toprakta 130.0 mm/90 cm kumlu-killi tınlı toprakta 140.0 mm/90 cm ve tınlı toprakta 150.0 mm/90 cm olarak hesaplanmıştır.

Tablo 3.6. İvriz Sulama Alanında toprak Profillerine Ait Fiziksel Analiz Sonuçları

Profil No	Toprak derinliği (cm)	Toprak bünyesi	Hacim ağırlığı (gr/cm ³)	Tarla kapasitesi (% Pm)	Devamlı dolma noktası (% Pm)	Kullanılabilir su tutma kapasitesi (mm)
1	0 - 30	Kumlu-tınlı	1.22	31.30	20.80	38.0
	30 - 60		1.23	31.11	21.03	37.0
	60 - 90		1.24	32.44	21.32	41.0
	0 - 90					130.0
2	"	Kumlu-tınlı	1.32	29.72	19.35	34.0
			1.35	29.98	19.29	43.0
			1.27	29.56	18.82	41.0
					132.3	
3	"	Kumlu-tınlı	1.41	26.69	15.98	45.0
			1.42	26.17	16.20	42.0
			1.30	28.44	16.74	46.0
					148.0	
4	"	Kumlu-killi-tınlı	1.27	28.53	16.30	47.0
			1.31	26.15	14.69	45.0
			1.37	32.20	20.21	50.0
					159.0	
5	"	Kumlu-killi-tınlı	1.16	30.44	19.15	39.0
			1.18	33.37	21.58	42.0
			1.23	31.80	20.82	41.0
					136.0	
6	"	tınlı	1.16	24.02	12.58	40.0
			1.18	29.55	14.99	52.0
			1.23	27.44	14.75	47.0
					155.0	
7	"	tınlı	1.28	20.21	20.83	36.0
			1.37	22.61	10.42	46.0
			1.37	24.58	13.62	45.0
					142.0	
8	"	tınlı	1.29	25.60	13.75	48.0
			1.32	26.09	15.18	45.0
			1.44	24.40	15.08	144.0
9	"	tınlı	1.31	22.76	14.14	34.0
			1.34	22.30	12.85	38.0
			1.39	21.84	13.33	35.0
					129.0	
10	"	kumlu-killi-tınlı	1.22	31.09	20.47	39.0
			1.23	28.94	20.27	32.0
			1.24	31.87	20.50	42.0
					127.0	
11	"	kumlu-killi-tınlı	1.17	31.80	20.56	39.0
			1.19	34.46	22.48	43.0
			1.19	34.41	22.93	41.0
					137.0	
12	"	kumlu-tınlı	1.30	27.96	16.86	43.0
			1.26	21.22	12.95	34.0
			1.26	28.10	17.50	40.0
					127.0	
Bünye	Profil no		STK (mm/m)			
Kumlu-tınlı	1, 2, 12		130.0			
kumlu-killi-tınlı	4, 5, 10, 11		140.0			
Tınlı	3, 6, 7, 8, 9		150.0			

Tablo incelendiğinde en yüksek kullanılabilir rutubet değerinin 159.0 mm/90 cm ile 4 nolu profilde, en düşük kullanılabilir rutubet değerinin ise 127.0 mm/90 cm ile 10 ve 12 no'lu profillerde olduğu görülür.

Araştırma alanı topraklarının hacim ağırlıkları 1.16 gr/cm^3 ile 1.44 gr/cm^3 arasında değişmektedir.

Görüldüğü gibi topraklar hacim ağırlıkları bakımından farklılıklar göstermektedir. Bu farklılığın toprağın bünyesi, yapısı ve toprak işleme şekline bağlı olduğu (Apan 1976) ve araştırma alanı topraklarında tarla kapasitesi ve solma noktası değerlerinin yüksek olmasında da kil yüzdesinin etkili olduğu söylenebilir (Sönmez 1960).

3.4.3.2. İnfiltrasyon eşitliklerinin bulunması

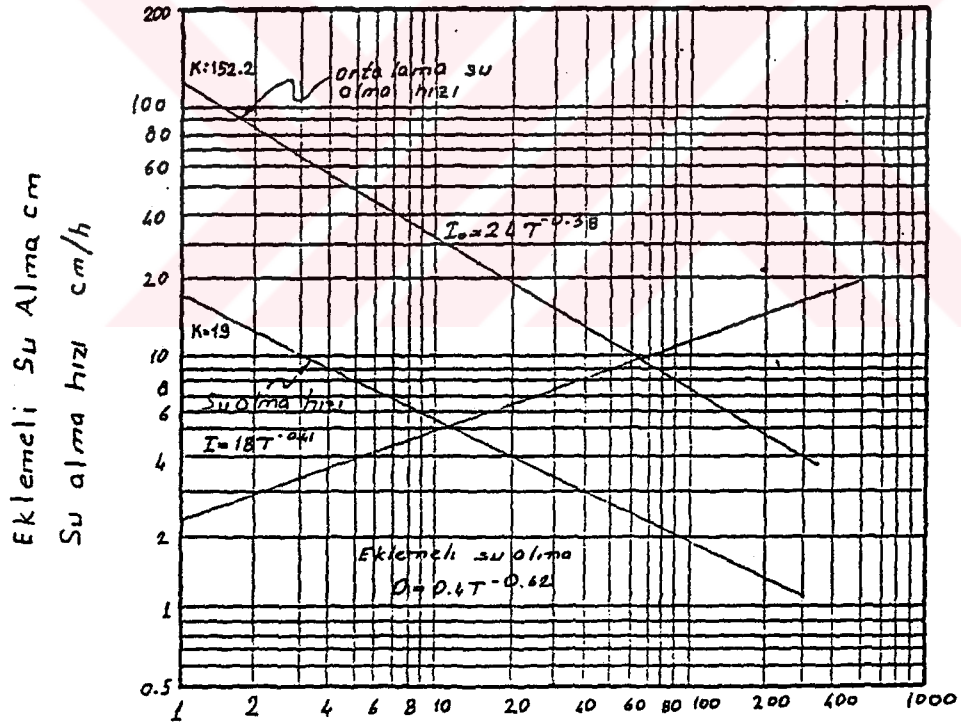
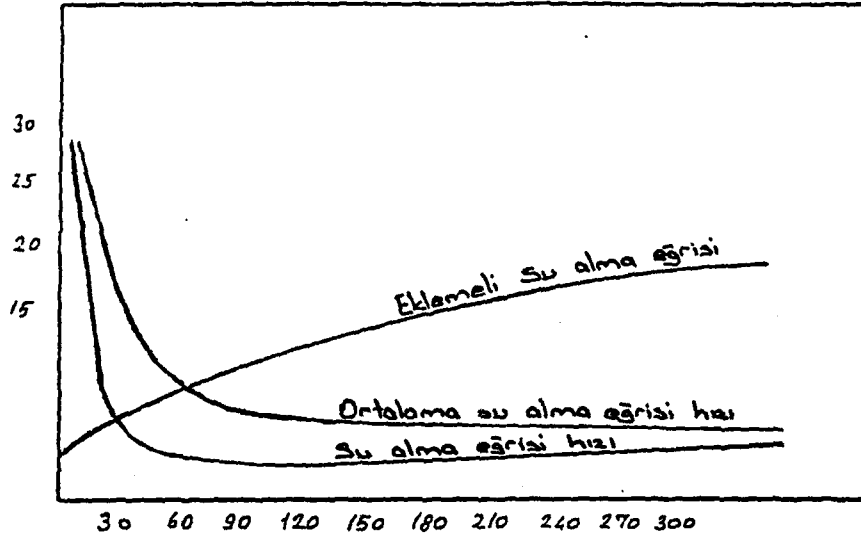
Araştırma alanında yapılan infiltrasyon denemelerinde elde edilen değerlerden yararlanılarak infiltrasyon hızı değerlerinin zamanla ilişkisini gösteren şekiller, Balaban ve Benli (1970), belirtilen kurallara uygun olarak milimetrik ve tam logaritmik kağıtlara çizilmiştir.

İnfiltrasyon hızlarının başlangıçta yüksek ve daha sonra düşük olması, başlangıçta kuru olan toprakların daha sonra doymuş duruma geçmesiyle açıklanabilir. Başlangıçta uygulanan su topraktaki yarı ve çatlakları doldurmaya ve zamanla kil taneciklerinin şişerek gözenek çaplarının küçülmesine sebep olmaktadır (Israelsen ve Hansen 1965).

Örnek olarak 3.7 no'lu profildeki infiltrasyon hızı Tablo da verilmiştir.

3.2.3.3. Sulama kanallarında sızma kayıpları

Sulama kanallarında sızma kayıpları sağ sahil ana kanalının 12.200 km nci ve 15.900 km nci noktalarında, sağ sahil K8 ve K12 yedek kanallarında ve K12-2 tersiyer kanalında yapılmıştır. Sulama kanallarında sızma kayıpları Balaban (1970) de verilen esaslara göre hesaplanmış ve Tablo 3.8 de verilmiştir.



Şekil 3.7. No'lu profildi infiltrasyon hızının zamanla ilişkisi

Tablo 3.8. Sulama Kanallarında Sızma Kayıpları

Kanal mevki	Kaplama çeşidi	Ölçüm yapılan iki nokta arasındaki uzaklık (m)	İlk ölçülen akım (l/s)	İ mesafe sonr ölçülen akım (l/s)	Sızma kaybı (l/s/100 m)	Düşünceler
Ana Kanal (112, 200 km)	Beton	50	2360.5	2359.05	2.9	Kaplama bozuk
Ana Kanal (115, 900 km)	Beton	50	2210.1	2209.05	2.1	Kaplama bozuk
K8 yedek k.	Kanalet	50	129.5	129.05	0.9	Kanal bakımı yetersiz
K12 yedek k.	Kanalet	50	125.4	124.9	1.0	Kanal bakımı yetersiz
K12-2 Temiyer	Kanalet	50	77.4	76.8	1.2	Kanal bakımı yetersiz

Birinci sızma kaybı ölçümünde kaybın yüksek çıkmasının nedeni kanal bakımının yetersizliğidir. Kanallarda sızma kaybının fazla olması ana kanal kaplamalarındaki bozulmalardan, kanaletlerden su alma yanlışlığından ve bakım yetersizliğinden kaynaklanmaktadır.

1991 yılı sulama mevsiminde sağ sahil sulama şebekesine Mayıs ayında $21.5 \times 10^6 \text{ m}^3$ su verilmiştir.

1. Şebekede ortalama sızma kaybı 1.4 l/s/100 m olarak hesap edilmiştir.
2. Sağ sahil sulama şebekesine rotasyon usulüyle bir defa da kanalların yaklaşık 1/10 unda su bulunacak şekilde su verilmektedir.

Bu kabullere göre sağ sahil sulama şebekesinin 1/10 una 12 günlük rotasyon da $7.2 \times 10^6 \text{ m}^3$ su verilmiş ve sızma ile kaybedilen su $7.3 \times 10^5 \text{ m}^3$ olarak bulunmuştur.

Bu durumda şebekeye verilen suyun yaklaşık % 10 unun sızma nedeniyle kaybolduğu söylenebilir.

3.2.3.4. Optimum bitki desenin belirlenmesi

Araştırma alanında sulama suyundan optimum yararlanmayı sağlayacak bitki deseni doğrusal programlama modeli kurularak ve LINDO paket programından yararlanarak belirlenmiştir.

Modellerin kurulmasında aşağıdaki varsayımlar esas alınmıştır.

1. Kışlık buğday ekim alanının yazlık buğdayın 2 katı olması, meyvenin ekim alanının mevcut alandan az olmaması ve şeker pancarı ekim alanında mevcut alandan az olmaması kabul edilmiştir.

2. Bitki su ihtiyacı Penman ve Penman-Monteith metodlarına göre ayrı ayrı hesaplanmış ve Tablo 3.9 da verilmiştir. Tablonun incelenmesinde görüldüğü gibi bitkilerin yıllık net sulama suyu ihtiyaçları karşılaştırıldığında, Penman-Monteith metoduna göre su ihtiyacı % 25 daha az olmaktadır.

Tablo 3.9. Proje Alanındaki Bitkiler İçin Net Sulama Suyu İhtiyacı

Bitki Adı	Net sulama suyu ihtiyacı (mm/da)	
	Perman	Perman-Monteith
Kış Buğday	287.8	185.9
Yaz Buğday	266.9	191.3
Bakliye	535.8	423.7
Ş.Pancarı	635.2	496.9
Sebze	543.1	428.2
Meyve	638.2	497.7
Yonca	722.4	528.3
Toplam:	3630.0	2747.0

3. Sulama alanında 1990 yılı sulama mevsiminde uygulanan su dağıtım kısıt alınarak bitki deseni belirlenmiş, çözüme göre sulama suyu fazla olan aylardan ihtiyaç duyulan aylara aktarılacak suretiyle su fazlası en aza indirilerek uygun su dağıtımı saptanmış ve bu su dağıtım kısıt alınarak uygun sudağıtımına göre de optimum bitki deseni belirlenmiştir.

Mevcut su dağıtımına göre şebekeye verilen ve uygun su dağıtımına göre şebekeye verilmesi gereken su miktarları Tablo 3.10 da verilmiştir.

4. Penman metoduyla bulunan bitkilerin aylık net sulama suyu ihtiyaçları esas alınarak mevcut su dağıtım ve uygun su dağıtımına göre optimum bitki desenleri belirlenmiştir.

5. CROPWAT programından yaklaşık % 15 verim azalmasına göre çıkan sulama suyu ihtiyaçları esas alınarak uygun su dağıtımına göre de optimum bitki deseni bulunmuştur.

Araştırma alanında bulunan sulama şebekesinden optimum biçimde faydalanmayı amaçlayan bitki desenlerinin belirlenmesi ve sulama suyunun marjinal analizlerini verecek değerleri bulmak için, doğrusal programlama modeller kurulmuştur. Bilindiği gibi doğrusal programlama optimal davranış halini belirleyen bir hesaplama tekniğidir (Bischoff-Henke, 1965, s. 10).

Araştırmada kullanılan doğrusal programlama modellerinde amaç fonksiyonları en yüksek gelir getiren bitki ekilişleri olarak ele alınmıştır (Loucks v.d 1981; Sönmez ve Benli 1975). Sınırlayıcı değerler olarak (a) proje alanı (b) proje su potansiyeli ve (c) bitki münavebe sınırlamaları kabul edilmiştir. Kurulan modeller üç ayrı yaklaşık şekil olarak incelenebilir.

Birinci model, mevcut su dağıtımına göre optimum bitki desenini verecek şekilde kurulmuş olup proje alanı için bitki su ihtiyacı, sulama alanı, tarım tekniği açısından her bitkiye ayrılacak en büyük alan ve mevcut su dağıtımında şebekeye verilebilecek aylık su miktarları parametre olarak alınmıştır.

İkinci modelde yine su tüketimi değerleri penman yöntemi ile bulunmuş ancak uygun su dağıtım esas alınmıştır. Burada D.S.İ. işletmesinin su dağıtım planlarının dışına çıkılarak artan suyunda dağıtım katılması ve mevcut potansiyelinin tümünün kullanılması esas alınmıştır ve çözümde önerdiğimiz su dağıtım modeline uygun olarak optimum bitki deseninin belirlenmesine çalışılmıştır.

Üçüncü modelde ise kısıtlı su uygulayarak alan sınırı kaldırılmış ve % 15 verim azalmasına gidilerek aynı su ile daha fazla alan sulanabileceği varsayımından hareket edilmiştir. Amaç fonksiyonu yine brüt karın maksimizasyonu olarak belirlenmiştir.

Araştırma ile ilgili modellerin kurulmasında, doğrusal programlama tekniğinin uygulanması için gerekli olan teknik varsayımlar yanında uygulama açısından ve çalışmamızın özelliği gereği aşağıdaki varsayımlarda yapılmıştır.

- a) Çalışma alanına ilişkin optimum su kullanım modellerinin kurulmasında yalnızca tarla tarımı esas alınmıştır.
- b) Çalışma alanı olarak alınan 40.9×10^3 hektarlık sulama alanında tarımsal ürünlerle ait verimler, bölge ortalaması olarak alınmıştır.
- c) Çeşitli bitkilere ait brüt kâr değerleri A.Ü.Ziraat Fakültesi Tarımsal Ekonomi Bölümü kayıtlarından ve bölgede yapılan gözlemlerden çıkarılmıştır. Tüm hesaplarda 1990 fiatları esas alınmıştır.
- d) Çalışmada modellerin kurulması, yalnızca optimum su kullanımını etkileyen etkenler açısından ele alınmış, tarım işletmeleri ve diğer ekonomik parametreler modellere katılmamıştır.

Tüm modellerde çözüme yönelik doğrusal denklemler ve sembolleri aşağıdaki verilmiştir.

$$G_j X_j = Z(\max) \quad j = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$S_{ij} X_j \leq E_i \quad i = 1, 2, 3, \dots, m$$

$$X_j \geq 0 \quad X_j \leq A F_j \quad X_j \geq 0 \quad S_i \geq 0$$

G_j : Proje alanındaki çeşitli bitkilerin yetişmesi ile sağlanacak brüt kârı.

S_{ij} : S_j bitkisinin " i " ayı için hesaplanan sulama suyu ihtiyacını.

A : Sulama alanını.

E_i : Elverişli aylık sulama suyu değerlerini ve

F_j : Bitki deseni için " j " bitkilerine ait ekim alanı ile ilgili sınırlama faktörlerini göstermektedir.

3.2.3.5. Proje ekonomik analizi

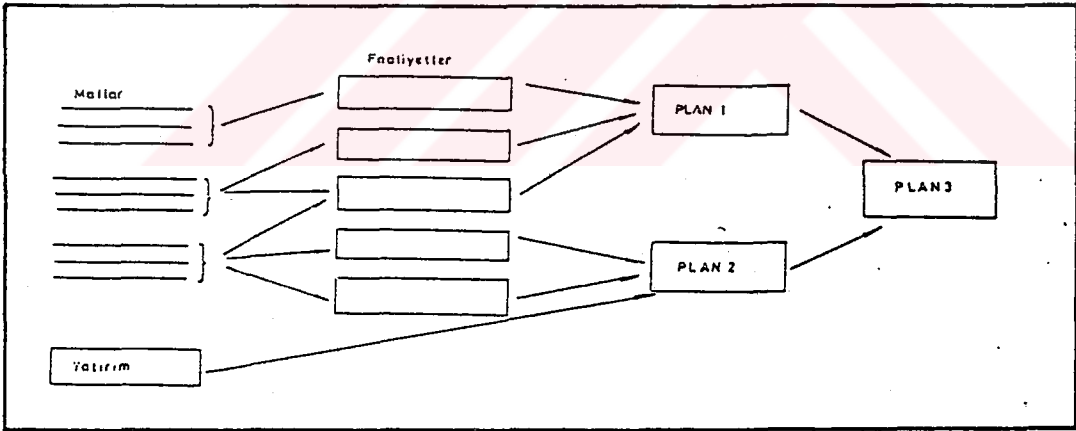
Çalışmanın bu bölümünde, projersiz koşulda bitki deseni (Tablo 3.5), projeli koşulda 1985-90 yıllarına ait bitki deseni (Tablo 3.11), projeli koşulda yıllık verimler (Tablo 3.12) ve proje yatırımı gözönüne alınarak 1985 yılı fiatları sabit kabul edilip projenin ekonomik analizi yapılmıştır. Bu çalışmada FAO tarafından geliştirilen DASI (Anonymous 1984) paket bilgisayar programı kullanılmıştır.

Programla ilgili bilgiler kunnalımdaki aşamalar şekil 3.8'de verilmiştir.

3.2.3.5.1. Kavramlar ve tanımlar

DASI paket programı, proje ömrü süresince üretilmesi ve tüketilmesi öngörülen malların ya da mal gruplarının zaman serilerini hesaplayıp bu serilerde analiz için gerekli bilgileri alarak yatırımları, artan fayda ve masrafları gösteren nakit akım cetvellerini, net bu günkü değeri, iç kârlılık oranını ve fayda- masraf oranlarını cetveller halinde göstermektedir.

Bu çalışmada projeye ilişkin tüm girdi ve çıktılar dört sınıfta toplanmıştır (Şekil 3.8). Mallar ve yatırımlar projenin girdi ve çıktılarını, faaliyetler ve planlar ise bunların farklı seviyelerdek toplamlarını göstermektedir.



Şekil 3.8. DASI'de veri yapısı

3.2.3.5.2. Veri formatları

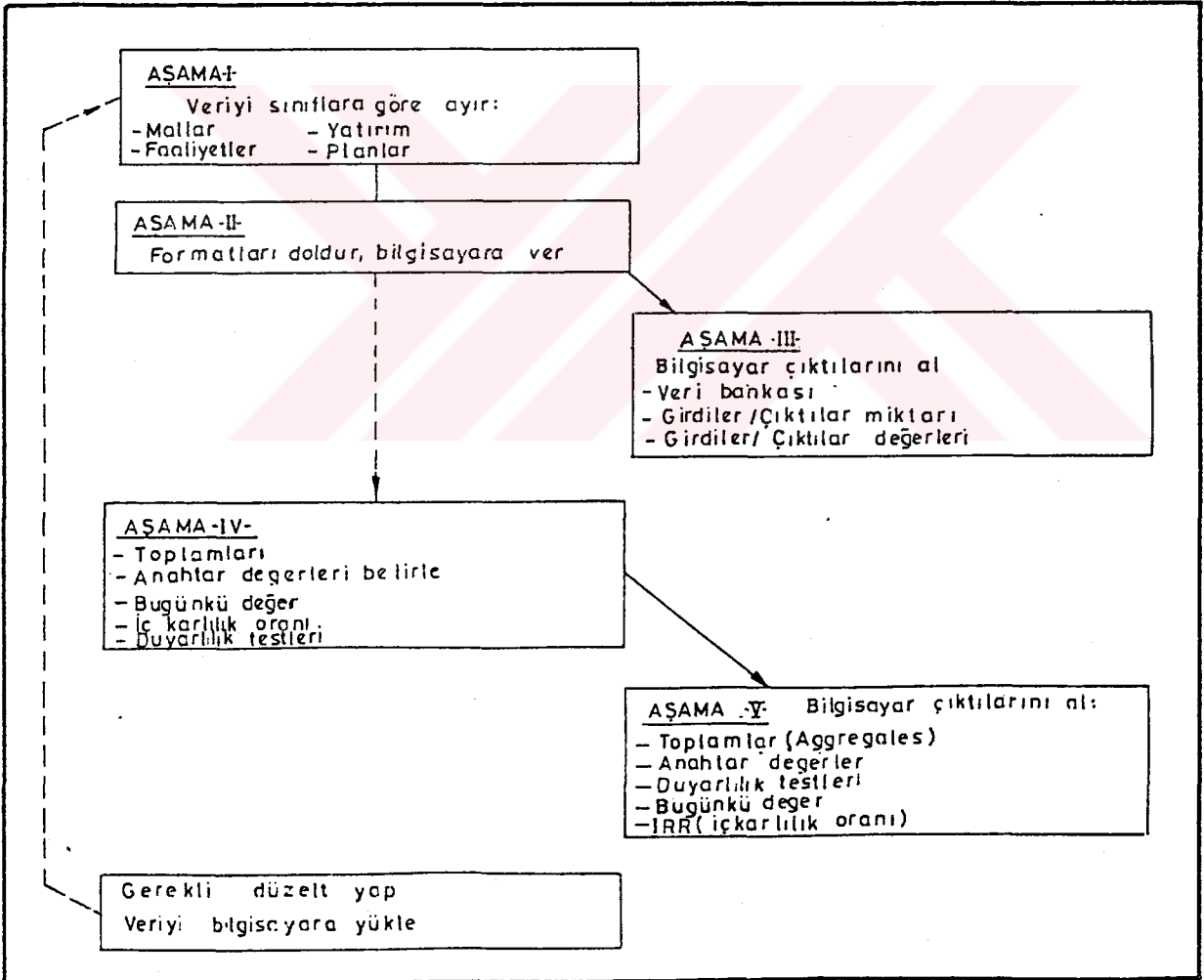
Proje verileri açıklanan bu dört sınıfta belirlendikten sonra;

Birinci formata malın cinsi, birimi ve malın üretim veya tüketim unsuru olduğu,
İkinci formata yatırımın adı, birimi ve proje süresince birim fiatı,

Üçüncü formata her bir faaliyetin girdileri ve çıktıları ve

Dördüncü formata ise planın adı ve biriminin yanı sıra her plan için gerekli faaliyetler kaydedilmiştir.

Açıklanan veriler bilgisayara girilmiş, DASI programı Şekil 3.9 da gösterilen akış planına göre çalıştırılarak proje bazında mevcut duruma, planlamada hedeflenen duruma ve optimum bitki desenine göre fayda-masraf parametreleri belirlenmiştir.



Şekil 3.9. DASI Programının kullanımındaki aşamalar (Anonymous 1984)

Tablo 3.11. İvriz Sulamasında Projeli Ürün Deseni Gelişimi (DSİ Mahsul Sayımı Sonuçlarından Alınmıştır)

Ürün Cinsi	Yıllara göre verim (kg/da)					
	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Hububat	56.1	58.1	50.6	51.0	62.8	65.0
Bakliye	14.2	19.7	23.9	23.8	12.3	6.2
Bostan	0.1	6.1	0.0	0.1	0.0	0.0
Ş.Pancarı	9.2	9.7	10.2	9.6	8.4	10.4
Ayçiçeği	1.0	0.7	0.1	0.2	0.0	0.0
Mısır	0.0		0.1	0.1	0.1	0.1
Herçeşit fidan	0.4	0.6	0.5	0.7	0.7	0.6
Bağ	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2
Herçeşit meyve	10.7	9.9	9.4	9.4	10.0	10.9
Herçeşit sebze	3.6	9.5	2.7	2.8	2.8	2.7
Patates	1.2	1.0	0.3	0.2	0.1	0.1
Soğan	0.4	0.3	0.2	0.3	0.1	0.2
Yem Bitkileri	1.6	0.9	0.9	0.9	1.1	1.5
Kavak	0.9	1.0	1.0	0.9	1.4	2.1
Toplam	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Tablo 3.12. İvriz Sulamasında Proje Verim Gelişme Durumu (DSİ Mahsul Sayımı Sonuçlarından Alınmıştır)

Ürün Cinsi	Yıllara göre verim (kg/da)					
	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Buğday	315	142	358	345	280	340
Bakliye	200	214	207	160	150	185
Ş.Pancarı	3568	3208	4186	6379	5468	4772
Sebze	3812	2500	3266	3130	2929	3000
Meyve	1787	1447	1808	2745	2210	2900
Yonca	520	687	700	750	1470	929

3.2.3.6. Sulama yönetimi açısından projenin değerlendirilmesi

Çalışmanın bu son aşamasında FAO tarafından geliştirilen CROPWAT paket programı kullanılmıştır (Anonymous 1988 a; 1988 b). Program yardımıyla proje alanına ait meteorolojik veriler kullanılarak bitki su tüketimleri Modifiye Penman Yöntemiyle hesaplanmıştır (Doorenbos ve Pruiitt 1977).

Çalışma için gerekli bitki verileri FAO 24 ve FAO 33 den alınmıştır.

Anonymous (1988 a) da belirtilen esaslara göre iklim bitki ve toprak verilerinden faydalanılarak bitkilerin sulama zamanları belirlenmiştir.

Ayrıca Penman + Monteith Yöntemi ile de bitkilerin su tüketimleri ve yonca bitkisi için sulama zamanı ile yaklaşık % 15 verim azalmasına göre bitkilerin su tüketimleri ve sulama zamanları belirlenmiştir.

CROPWAT da izlenen aşamalar Şekil 3.10 da verilmiştir.

Proğramda referans bitki su tüketimi hesabında Penman yöntemi kullanılmıştır (Doorenbos ve Pruitt 1977).

Penman eşitiği;

$$ET_o = c [WxR_n + (1-W) x f(u) x (e_a - e_d)]$$

şeklindedir. Bu eşitlikte;

ET_o = Referans 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)'ni göstermektedir.

Çalışmada etkili yağış "U.S. Bureau of Reclamation metoduyla aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

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

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

Burada;

P_{eff} = Etkili yağış (mm),

P_o = Aylık ortalama yağış (mm),

P_{top} = Son 5 yılın aynı aydaki yağışları toplamı (mm)'ni göstermektedir.

Sulama zamanı planlamasında toprak su dengesi esas alınmakta ve sulama mevsimi başlangıcında toprağın tarla kapasitesinde olduğu kabul edilmektedir. Bu hesaplamada;

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

eşitliği kullanılmaktadır (Anonymous 1988 a).

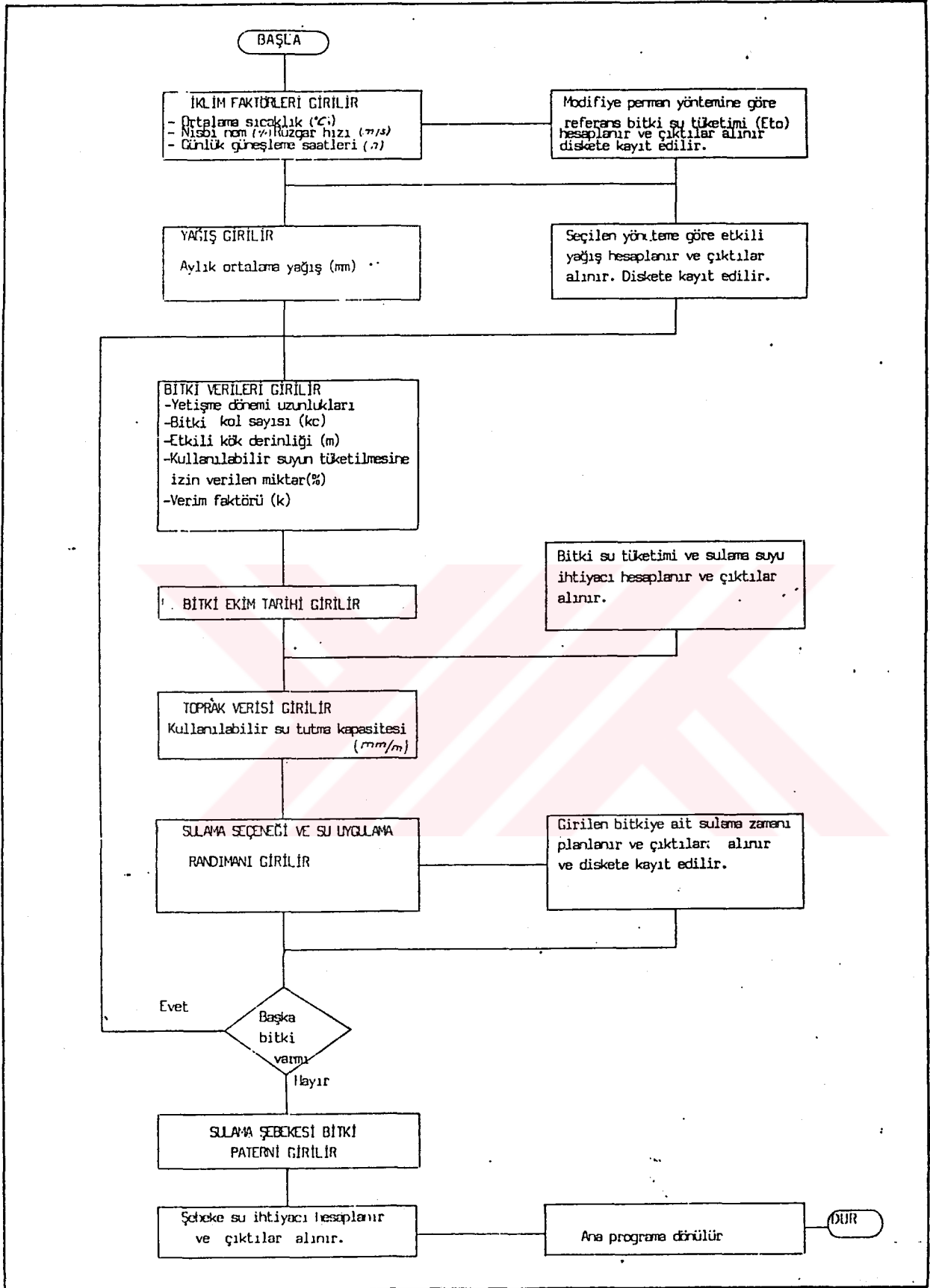
Bu eşitlikte;

SMD_i = i nci günde toprak nemi,

ET_a = Gerçek bitki su tüketimi,

P_{eff} = Etkili yağış,

$dirr$ = Net sulama suyu miktarı'nı göstermektedir.



Şekil 3.10 CROPWAT Programının kullanımındaki aşamalar

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Araştırma sonuçlarının tartışılması; Sulama Kanallarında Sızma Kayıpları, Optimum Bitki Deseni, Proje Ekonomik Analizi ve Sulama Yöntemi başlıkları atında yapılmıştır.

4.1. Sulama Kanallarında Sızma Kayıpları

Sulama kanallarında sızma kayıpları Tablo 3.8 de verilmiştir. Ölçümler şebekeye su verme şekli esas alınarak yapılmış ve ölçüm sonuçlarında şebekeye verilen suyun yaklaşık % 10'nun sızma yoluyla kayıp olduğu belirlenmiştir.

DSİ tarafından çeşitli projelene ve işletme çalışmalarında kanaetli sulama şebekelerinde su iletim kanallarındaki kayıplar ana, yedek ve tersiyer kanallarda % 5 olarak kabul edilmektedir. Bu durumda araştırmaya alınan şebekedeki iletim kaybı ortalama kabullere göre 2 kat fazla olmaktadır.

Sulama şebekelerinde su kaybı büyük oranda işletme ve bakım hizmetlerine bağlıdır. Şebeke bakım hizmetleri için çiftçi eğitime ağırlık verilmesi gereği yanında çiftçinin katılımının mutlaka sağlanması ve bunun için yasal ve idari önlemlere başvurulması gerekmektedir.

Nitekim proje alanındaki çiftçilerle yapılan görüşmelerimiz ve gözlemlerimiz; çiftçilerinde bakım hizmetleri için farklı bir organizasyon istediklerini göstermektedir.

Çiftçiler; tarlaları üzerindeki kanalların onarım ve bakımından sorumlu olmalarına rağmen; kanalların 15 km ye kadar varan uzunlukları sebebiyle bu hizmeti yerine getirememektedirler. Bunun yerine gideri çiftçilerce karşılanmak üzere, muhtarlık bünyelerinde ve sorumluluğunda ve DSİ. İşletme ve Bakım Şubelerinin kontrolünde, bakım-onarım grupları oluşturulmasının daha uygun olacağını belirtmişlerdir.

Bu organizasyonun sonucunda çiftçilerin onarım ve bakım hizmetleri giderlerine katılmaları ve kullanım sırasında kanaetlerden faydalanmada azami titizliği göstermeleri sağlanmış olacaktır.

4.2. Optimum Bitki Deseni

Proje alanı için bitki su ihtiyacı, sulama alanı, ekilebilecekleri en fazla alan ve mevcut su dağıtımında aylık şebekeye verilen su miktarları gözönüne alınarak, maksimum kârı verecek bitki deseni belirlenmiştir.

Mevcut su dağıtımına göre bitki deseni Tablo 4.1'de ,

Uygun su dağıtımına göre optimum bitki deseni Tablo 4.2'de ve

Cropwat programından yaklaşık % 15 verim azalması ve uygun su dağıtımına göre optimum bitki deseni Tablo 4.3'de, verilmiştir.

Tablo 4.1. Proje Alanı İçin Optimum Bitki deseni* Mevcut Su Dağıtımına Göre.

Bitkinin Adı	Mevcut Desen		Optimum Bitki Deseni		
	(1990) (%)	Ekilebileceği Alan (da)	Toplam Alan (da)	Toplam Alana Göre Ekilebileceği Alan (%)	Sulanabilen Alana Göre Ekilebileceği Alan (%)
K.Buğday	65.0	149083	409630	36.4	84.0
Y.Buğday	-	-	-	-	-
Bakliye	6.2	9360	-	22.2	-
Ş.Pancar	10.4	-	-	-	5.2
Sebze	2.7	1600	-	4.0	9.0
Meyve	10.9	2426	-	0.6	1.8
Yonca	1.5	-	-	-	-
Diğer	3.3	-	-	-	-
Toplam Brüt Kâr (TL) : $4,180 \times 10^{10}$			Bir Dekâr İçin Brüt Kâr (TL) : $2,36 \times 10^5$		

Tablo 4.2. Optimum Bitki Deseni* Uygun Su Dağıtımına Göre

Bitkinin Adı	Mevcut Desen		Optimum Bitki Deseni		
	(1990) (%)	Ekilebileceği Alan (da)	Toplam Alan (da)	Toplam Alana Göre Ekilebileceği Alan (%)	Sulanabilen Alana Göre Ekilebileceği Alan (%)
K.Buğday	65.0	90419	409630	22	48,6
Y.Buğday	-	13165	-	3,2	7,0
Bakliye	6.2	-	-	-	-
Ş.Pancar	10.4	44858	-	-	24.0
Sebze	2.7	2273	-	11	1.2
Meyve	10.9	35103	-	8.5	19.2
Yonca	1.5	-	-	-	-
Diğer	3.3	-	-	-	-
Toplam Brüt Kâr (TL) : $7,386 \times 10^{10}$			Bir Dekâr İçin Brüt Kâr (TL) : $3,97 \times 10^5$		

Tablo 4.3. % 15 Verim Azalmasına ve Uygun Su Dağıtımına Göre Optimum Bitki Deseni* .

Bitkinin Adı	Mevcut Desen (1990) (%)	Optimum Bitki Deseni			
		Ekilebileceği Alan (da)	Toplam Alan (da)	Toplam Alana Göre Ekilebileceği Alan (%)	Sulanabilen Alana Göre Ekilebileceği Alan (%)
K.Buğday	65.0	73600	409630	18	37,6
Y.Buğday		36800		9.0	18.8
Bakliye	6.2	-		-	
Ş.Pancarı	10.4	40000		-	20.4
Sebze	2.7	9600		9.8	4.8
Meyve	10.9	36000		8.8	18.4
Yonca	1.5	-		-	
Diğer	3.3	-		-	
Toplam Brüt Kâr (TL) : $6,56 \times 10^{10}$		Bir Dekâr İçin Brüt Kâr (TL) : $3,34 \times 10^5$			

(*) Penman yöntemi ve 1990 fiyatlarına göre.

Tablo 4.1 ve 4.2 incelendiğinde mevcut sulama durumuna göre sulama alanının ancak % 43'ünün ve uygun su dağıtımına göre de % 45'inin optimum bir şekilde sulanabildiği görülmektedir. Şebekenin asıl su kaynağı $227.4 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ dir. Su iletim randımanı % 90 hesaplanmıştır. Su uygulama randımanı da en iyimser yaklaşımla % 60 alındığında suyun ancak $122.79 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ 'lık miktarı bitki kök bölgesine ulaşabilmektedir.

Sulanabilen alanda uygun su dağıtımına göre bulunan bitki deseninde, mevcut duruma göre buğday ve sebzenin yakın olduğu, şeker pancarı ve meyvenin fazla olduğu yonca ve bakliyenin ise bulunmadığı görülmektedir.

Proje alanında verimden yaklaşık % 15 azalmanın kabul edilmesi varsayımıyla yaklaşık 10.000 da alanın daha sulanabileceği hesaplanmıştır.

Bu durumda kışlık buğday ve şeker pancarı ekim alanları azalmakta, buna karşılık yaklaşık yazlık buğday 3 kat, sebze 4kat artmakta ve meyve ekim alanında da 900 da lık bir artış olmaktadır. Ne varki uygun su dağıtımına göre bir dekar için brüt kâr $3.97 \times 10^5 \text{ TL}$ iken bu kere $3.34 \times 10^5 \text{ TL}$ ye düşmektedir.

Sulama şebekelerinde en yüksek fayda mevcut bütün kaynakların optimum bir şekilde kullanılmasıyla sağlanabilir. Bu nedenle sulama şebekelerinde sulama planlaması yapılarak en yüksek faydayı sağlayan desenler belirlenmeli ve uygulanması sağlanmalıdır. En yüksek faydayı sağlayan bitki deseninin uygulanamamasıyla ilgili nedenler belirlenmeli, bu nedenler giderilerek ve çiftçi özendirilmek suretiyle en uygun desene geçilmelidir. Bunun için ilgili kuruluşlar arasında işbirliğine ve koordinasyona ihtiyaç vardır.

Bu bölümün Sulama Yönetimi başlığı altında; Penman Monteith metoduyla su ihtiyacı hesaplanan yonca bitkisinin sulama planlaması da verilmiştir.

Bu metotta kullanılan, bitkilerin su ihtiyacı eşitliğinin ülkemiz koşullarında uygulanabilirliği ile ilgili çalışmaların henüz sonuçlanmamış olması nedeniyle bu yöntemle belirlenen optimum bitki deseni buraya alınmamıştır. Bununla birlikte bu yöntemle hesaplanan su ihtiyacı ve uygun su dağıtımı esas alındığında % 18 kadar daha fazla alanın sulanabileceği söylenebilir.

Proje alanının optimum bitki deseni bakımından değerlendirilmesi sonucunda mevcut su miktarıyla en fazla karın elde edilebilmesi için Tablo 4.2 de verilen bitki desenine uyulmalı, suyun daha etkin bir şekilde kullanımı için yeni yaklaşımlar bulunmalı ve aylık net sulama suyu ihtiyacı yetiştirilen diğer bitkilere göre fazla olan yonca'nın yöre ihtiyacı kadar yetiştirilmesi yoluna gidilmelidir.

4.3. Proje Ekonomi Analizi

DASI paket programı ile proje alanına ilişkin yapılan ekonomik analiz ile fayda-masraf parametreleri belirlenmiştir. Fayda- masraf parametreleri projenin mevcut durumu, planlamada hedeflenen durum ve optimum bitki deseni gözönüne alınarak yapılmıştır.

Mevcut durumda verim değişiklikleri gözönüne alınarak ve fiatlar sabit kabul edilerek proje bazında bulunan iç kârlılık fayda- masraf oranları ve yıllık nakit akımı değerleri (Tablo 4.4) de planlamada hedeflenen bitki deseni gözönüne alınarak bulunan fayda-masraf parametreleri (Tablo 4.5) de ve bu çalışmada elde edilen optimum bitki desenine göre hesaplanan fayda-masraf parametreleri (Tablo 4.6) da verilmiştir.

Tablo 4.4 de görüleceği gibi mevcut durumda iç kârlılık oranı % 22.04 ve fayda-masraf oranı 2.24 olarak belirlenmiştir. Aynı dönemde planlamada hedeflenen bitki desenine ulaşılabilmiş olunsaydı iç kârlılık oranı % 24.32 ve fayda-masraf oranı ise 2.50 olacaktı (Tablo 4.6).

İvriz sulamasında yeni su kaynakları oluşturulamadığı sürece mevcut sulama suyu ile planlamada belirlenen bitki desenine ulaşılması mümkün olmamakla birlikte; mevcut koşullarda belirlenen bitki deseninin uygulanmasıyla projenin iç kârlılık oranını % 22.04 den % 24.32 ye ve fayda-masraf oranını da 2.24 den 2.50 ye çıkarmak mümkün olabilecektir.

Tablo 4.4. Mevcut Durumda Proje Bazında Ekonomik Analiz Sonuçları (1985 Fiatları Sabit)

Yıllar	1	2	3	4	5	6	7
Nakit akım (x10 ⁶ TL)	-37723	8314	8601	8700	8589	8227	8091
İç Kârlılık oranı: % 24.04	Fayda-Masraf Oranı: 2.24						

Tablo 4.5. Planlamada Hedeflenen Duruma Göre Proje Bazında Ekonomik Analiz Sonuçları (1985 Fiatları Sabit)

Yıllar	1	2	3	4	5	6	7
Nakit akım (x10 ⁶ TL)	-37723	14038	14038	14038	14038	14038	14038
İç Kârlılık oranı: % 37.16	Fayda-Masraf Oranı: 3.79						

Tablo 4.6. Optimum Bitki Desenine Göre Proje Bazında Ekonomik Analiz Sonuçları (1985 Fiatları Sabit)

Yıllar	1	2	3	4	5	6	7
Nakit akım (x10 ⁶ TL)	-37723	9203	9203	9203	9203	9203	9203
İç Kârlılık oranı: % 24.04	Fayda-Masraf Oranı: 2.50						

Bunu sağlamak için sulama planlama çalışmalarına önem verilmeli, her türlü girdi kullanımı desteklenmeli ve özendirici tedbirler alınarak belirlenen bitki deseninin proje alanında uygulanması sağlanmalıdır.

4.4. Sulama Yönetimi

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

Bu program yardımıyla proje alanında yetiştirilen bitkiler için bulunan net sulama suyu ihtiyaçları Tablo 4.7'deki gibi olmaktadır.

Sulama zamanı planlamasında, toprakta nemin her sulamada tarla kapasitesine ulaşacağı yani, optimum sulama koşulunun mevcut olduğu kabul edilmiş ve tarla, su uygulama randımanı % 60 olarak alınmıştır.

Proje alanında yetiştirilen bitkilerin su ihtiyaçları Penman- Monteihht metoduna görede hesaplanmış ve Tablo 4.8 de verilmiştir. Ayrıca bu metotla hesaplanan bitki su tüketimi esas alınarak yapılan yonca bitkisi için sulama planlaması örnek olarak Tablo 4.16 da gösterilmiştir.

Proje alanında yetiştirilen bitkilerin optimum koşullarda sulanması için zaman planlaması yanında sulama kolaylığı sağlama bakımından her sulamada aynı miktarda suyu, uygun aralıklarda veren pratik sulama zaman planlamasıda yapılmıştır. Ayrıca pratik sulamada verimde % 15 azalmaya karşılık kısıtlı-pratik sulama çözümü yapılmış ve bu çözümlerde sulama sahasındaki hakim toprak cinslerine göre ekim başlangıcından itibaren sulama günleri, sulama sayısı, en kısa sulama aralığı, her sulamada verilecek su ve toplam sulama suyu miktarları, verim azalması ve su tasarrufu değerleri düzenlenerek Tablo 4.17.24 de verilmiştir.

Optimum sulama koşullarında kışlık buğday için ilk sulama ekimden 147 gün sonradır. Bu sulamadan 23 gün sonra ikinci, 16 gün sonra üçüncü, 14 gün sonra dördüncü, 13 gün sonra beşinci ve 18 gün sonrada altında olmak üzere 6 sulama yapılması öngörülmektedir. Her sulamada net 55 mm brüt 92 mm su verilmesi halinde sulama zamanı planlaması etkinliği % 100 olmaktadır (Tablo 4.9).

Aynı şekilde optimum sulama koşullarında proje alanında yetiştirilen bitkiler için sulama sayıları; Y.Buğday için 5, K.Fasulye için 12, Ş.pancarı için 10, Sebze (domates) için 12, Meyve için 8 ve Yonca için 7 olarak belirlenmiştir (Tablo 4.9- 17).

Kışlık buğdayın tınlı toprakta yetiştirilmesi halinde pratik sulamada optimum sulamaya göre 31.8 mm daha az su tükettiği buna karşılık % 2.5 verim azalması olduğu; kısıtlı-pratik sulamada ise 81.8 mm, daha az su tükettiği, % 35.28 lik su tasarrufu yapıldığı ve buna karşılık % 12.7 verim azalması olduğu görülmektedir.

Projenin işletme açısından değerlendirildiği bu bölümde varılan sonuca göre yeni yaklaşımların uygulamaya konulması gerektiği görülmektedir. Proje alanında etkin su dağıtımı ve kullanımı için bu bölümde verilen CROPWAT programından faydalanılmalıdır. Bu program yardımıyla sulama zamanı ve sulama suyu ihtiyacı önceden iklim verilerine dayalı olarak belirlenecek ve su dağıtımı etkin bir şekilde yapılabilecektir.

Tablo 4.8. Proje Alanında Yetiştirilen Bitkilerin Penman + Monteith Yöntemine Göre Hesaplanan Aylık Net Sulama Suyu İhtiyaçları (mm, Anonymous 1990)

Aylar	Bitkiler						TOPLAM
	K. Buğday	Y. Buğday	Bakliye	Ş. Pancarı	Sebze	Meyve	
Ocak	-	-	-	-	-	-	-
Şubat	3.0	-	-	-	-	-	3.0
Mart	29.5	19.1	-	-	-	-	48.6
Nisan	51.5	51.5	-	6.8	-	0.5	125.4
Mayıs	77.0	89.3	8.1	82.0	3.0	35.2	366.7
Haziran	24.6	31.44	94.8	137.5	41.0	103.1	540.4
Temmuz	-	-	168.0	164.8	150.8	141.0	761.0
Ağustos	-	-	138.7	105.6	152.4	123.6	641.0
Eylül	-	-	14.1	-	81.0	73.2	233.9
Ekim	-	-	-	-	-	18.1	28.7
Kasım	-	-	-	-	-	-	-
Aralık	-	-	-	-	-	-	-
TOPLAM	185.9	191.3	423.7	469.9	428.2	497.7	2447.0

Tablo 4.7. Proje Alanında Yetiştirilen Bitkilerin Penman Yöntemine Göre Hesaplanan Aylık Net Sulama Suyu İhtiyaçları (mm, Anonymous 1990)

Aylar	Bitkiler							TOPLAM
	K. Buğday	Y. Buğday	Bakliye	Ş. Pancarı	Sebze	Meyve	Yonca	
Ocak	0.7	-	-	-	-	-	-	0.7
Şubat	13.6	-	-	-	-	-	-	13.6
Mart	51.3	34.7	-	-	-	-	-	86.0
Nisan	80.4	80.4	-	14.8	-	4.5	23.5	203.6
Mayıs	106.6	121.7	17.5	112.0	9.3	53.1	99.8	520.6
Haziran	34.7	30.14	122.4	175.1	56.0	132.5	138.9	689.7
Temmuz	-	-	206.4	202.4	185.4	173.6	167.8	935.6
Ağustos	-	-	171.5	130.9	188.4	152.9	149.1	792.8
Eylül	-	-	18.0	-	104.0	94.4	104.7	321.1
Ekim	0.5	-	-	-	-	27.2	38.6	66.3
Kasım	-	-	-	-	-	-	-	-
Aralık	-	-	-	-	-	-	-	-
TOPLAM	287.8	266.9	535.8	635.2	543.1	638.2	722.4	3630

Tablo 4.9. Kışlık Buğday İçin Sulama Zamanı Planlaması

Bitki Adı : K. Buğday		Kullanılabilir su tutma kapasitesi : 140 mm/m							
Meteoroloji istasyonu : Ereğli		Tarla su uygulama randımanı : % 60							
Bitki ekim Tarihi : 1 Kasım									
Sulama seçeneği : Tüketilmesine izin verilen suyun tamamı tüketildiğinde tarla kapasitesine kadar sulama (optimum sulama koşulu)									
Sulama No	Sulama aralığı tarihi (gün)	Sulama Yetiştirme devresi	Tüketilen su miktarı (Tam in % si)	Gerçek ET hızı (ET'nin P % si)	Ortalama gerçek ET miktarı (mm)	Su açığı (mm)	Su faz- miktarı (mm)	Uygulanan brüt su miktarı (mm)	Sürekli akış (modül) (1/s/ha)
1	147	27 Mar.	C	52	100	100	0.0	54.7	0.07
2	23	20 Nis.	C	53	100	100	0.0	55.8	0.47
3	16	6 May.	C	51	100	100	0.0	53.6	0.65
4	14	20 May.	C	55	100	100	0.0	57.4	0.79
5	13	3 Haz.	D	53	100	100	0.0	55.3	0.82
6	18	21 Haz.	D	51	100	100	0.0	53.2	0.57
SON	10	1 Tem.	D	12	100	100	0.0		
Toplam brüt sulama suyu miktarı				: 549.9 mm		Toplam yağış		: 268.6 mm	
Toplam net sulama suyu				: 330.0 mm		Etkili yağış		: 246.7 mm	
Toplam sulama suyu kaybı				: 0.0 mm		Yağış kaybı		: 21.9 mm	
Hasatta toprakta kalan su miktarı				: 12.6 mm		Yağış etkinliği		: % 91.9	
Net su ihtiyacı-Toprakta tutulan				: 342.6 mm					
Bitki tarafından kullanılan gerçek su				: 557.8 mm					
Bitki tarafından kullanılabilcek potansiyel su				: 557.8 mm					
Sulama programının etkinliği				: % 100					

Tablo 4.10. Yazlık Buğday İçin Sulama Zamanı Planlaması

Bitki Adı		: Y. Buğday		Kullanılabilir su tutma kapasitesi : 140 mm/m							
Meteoroloji İstasyonu		: Ereğli		Tarla su uygulama randımanı : % 60							
Bitki ekim Tarihi		: 10 Şubat									
Sulama seçeneği : Tüketilmesine izin verilen suyun tamamı tüketildiğinde tarla kapasitesine kadar sulama (optimum sulama koşulu)											
Sulama NO	Sulama aralığı (gün)	Sulama tarihi	Yetiştirme devresi	Tüketilen su miktarı (Tam in % si)	Gerçektir hızı (ET nin P % si)	Ortalama gerçektir ET (mm)	Uygulanan net su miktarı (mm)	Su açığı (mm)	Su faz- miktarı (mm)	Uygulanan brüt su miktarı (mm)	Sürekli akış (modül) (1/s/ha)
1	30	1 Nis.	C	50	100	100	52.7	0.0	0.0	87.9	0.20
2	22	22 Nis.	C	53	100	100	55.1	0.0	0.0	91.9	0.48
3	17	9 May.	C	53	100	100	55.6	0.0	0.0	92.6	0.63
4	12	21 May.	D	50	100	100	52.6	0.0	0.0	87.6	0.85
5	15	6 Haz.	D	50	100	100	52.8	0.0	0.0	87.9	0.68
SON	15	21 Haz.	D	24	100	100					
Toplam brüt sulama suyu miktarı						: 448.0 mm	Toplam yağış : 156.2 mm				
Toplam net sulama suyu						: 268.8 mm	Etkili yağış : 152.4 mm				
Toplam sulama suyu kaybı						: 0.0 mm	Yağış kaybı : 3.8 mm				
Hasatta toprakta kalan su miktarı						: 25.4 mm	Yağış etkinliği : % 97.6				
Net su ihtiyacı-Toprakta tutulan						: 294.2 mm					
Bitki tarafından kullanılan gerçektir su						: 415.1 mm					
Bitki tarafından kullanılacak potansiyel su						: 415.1 mm					
Sulama programının etkinliği						: % 100					

Tablo 4.11. Bakliye (K.Fasulye) için Sulama Zamanı Planlaması

Bitki Adı : K.Fasulye		Kullanılabilir su tutma kapasitesi : 140 mm/m								
Meteoroloji İstasyonu : Ereğli		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)										
Sulama NO	Sulama aralığı tarihi (gün)	Sulama Yetiştirme devresi	Tüketilen su miktarı (% si)	Gerçek ET hızı (ET nın P % si)	Ortalama gerçek ET miktarı (mm)	Uygulanan net su miktarı (mm)	Su açığı (mm)	Su faz- miktarı (mm)	Uygulanan brüt su miktarı (mm)	Sürekli akış (modül) (1/s/ha)
1	31	1 Haz.	52	100	100	43.5	0.0	0.0	72.6	0.27
2	15	16 Haz.	55	100	100	46.3	0.0	0.0	77.1	0.59
3	9	25 Haz.	51	100	100	43.2	0.0	0.0	72.0	0.93
4	7	2 Tem.	50	100	100	42.2	0.0	0.0	70.3	1.16
5	7	9 Tem.	54	100	100	45.6	0.0	0.0	76.1	1.26
6	6	15 Tem.	51	100	100	42.7	0.0	0.0	71.1	1.37
7	6	21 Tem.	51	100	100	42.5	0.0	0.0	70.9	1.37
8	7	28 Tem.	56	100	100	47.3	0.0	0.0	78.9	1.30
9	7	5 Ağu.	55	100	100	46.3	0.0	0.0	77.2	1.28
10	7	12 Ağu.	54	100	100	45.1	0.0	0.0	75.2	1.24
11	7	19 Ağu.	51	100	100	43.2	0.0	0.0	72.0	1.19
12	10	29 Ağu.	55	100	100	46.0	0.0	0.0	76.7	0.89
SON	12	11 Eyl.	27	100	100					
Toplam brüt sulama suyu miktarı				: 890.0 mm	Toplam yağış		: 74.9 mm			
Toplam net sulama suyu				: 534.0 mm	Etkili yağış		: 74.9 mm			
Toplam sulama suyu kaybı				: 6.0 mm	Yağış kaybı		: 0.0 mm			
Hasatta toprakta kalan su miktarı				: 22.6 mm	Yağış etkinliği		: % 100			
Net su ihtiyacı-Toprakta tutulan				: 556.6 mm						
Bitki tarafından kullanılan gerçek su				: 606.3 mm						
Bitki tarafından kullanılabilen potansiyel su				: 606.3 mm						
Sulama programının etkinliği				: % 100						

Tablo 4.12. Şeker Pancarı İçin Sulama Zamanı Planlaması

Bitki Adı : Ş. Pancarı		Kullanılabilir su tutma kapasitesi : 140 mm/m								
Meteoroloji İstasyonu : Ereğli		Tarla su uygulama randımanı : % 60								
Bitki ekim Tarihi : 10 Mart										
Sulama seçeneği : Tüketilmesine izin verilen suyun tamamı tüketildiğinde tarla kapasitesine kadar sulama (optimum sulama koşulu)										
Sulama No	Sulama aralığı tarihi (gün)	Yetiştirme devresi	Tüketilen su miktarı (Tam in % si)	Gerçek ET hızı (ET nin P % si)	Ortalama gerçek ET (%)	Uygulanan net su miktarı (mm)	Su açığı (mm)	Su faz- (mm)	Uygulanan brüt su miktarı (mm)	Sürekli akış (modül) (l/s/ha)
1	47	7 May.	51	100	100	64.6	0.0	0.0	107.7	0.27
2	16	23 May.	53	100	100	66.6	0.0	0.0	111.0	0.80
3	13	6 Haz.	54	100	100	68.5	0.0	0.0	114.2	1.02
4	12	18 Haz.	52	100	100	65.1	0.0	0.0	108.4	1.05
5	11	29 Haz.	55	100	100	68.8	0.0	0.0	114.7	1.21
6	10	9 Tem.	53	100	100	66.7	0.0	0.0	111.1	1.29
7	9	18 Tem.	51	100	100	63.7	0.0	0.0	106.2	1.37
8	10	28 Tem.	52	100	100	65.6	0.0	0.0	109.4	1.27
9	12	10 Ağu.	53	100	100	66.7	0.0	0.0	111.1	1.07
10	16	26 Ağu.	51	100	100	64.2	0.0	0.0	107.0	0.77
SON	5	1 Eyl.	10	100	100					
Toplam brüt sulama suyu miktarı				: 1100.8 mm					Toplam yağış : 128.2 mm	
Toplam net sulama suyu				: 660.5 mm					Etkili yağış : 116.1 mm	
Toplam sulama suyu kaybı				: 0.0 mm					Yağış kaybı : 12.1 mm	
Hasatta toprakta kalan su miktarı				: 13.1 mm					Yağış etkinliği : % 90.6	
Net su ihtiyacı-Toprakta tutulan				: 673.6 mm						
Bitki tarafından kullanılan gerçek su				: 751.9 mm						
Bitki tarafından kullanılabilen potansiyel su				: 751.9 mm						
Sulama programının etkinliği				: % 100						

Tablo 4.13. Sebze (Domates) İçin Sulama Zamanı Planlaması

Bitki Adı : Domates		Kullanılabilir su tutma kapasitesi : 140 mm/m								
Meteoroloji İstasyonu : Ereğli		Tarla su uygulama randımanı : % 60								
Bitki ekim Tarihi : 10 Mayıs										
Sulama seçeneği : Tüketilmesine izin verilen suyun tamamı tüketildiğinde tarla kapasitesine kadar sulama (optimum sulama koşulu)										
Sulama No	Sulama aralığı (gün)	Yetiştirme devresi	Tüketilen su miktarı (% si)	Gerçek ET hızı (ET nin P % si)	Ortalama net su miktarı (mm)	Uygulanan Su açığı (mm)	Su faz- miktarı (mm)	Sürekli akış (modül) (1/s/ha)		
1	31	11 Haz.	51	100	100	42.5	0.0	70.9	0.26	
2	19	1 Tem.	54	100	100	45.0	0.0	74.9	0.46	
3	9	9 Tem.	52	100	100	43.5	0.0	72.5	0.93	
4	7	16 Tem.	54	100	100	45.2	0.0	75.3	1.24	
5	7	23 Tem.	57	100	100	47.8	0.0	79.7	1.32	
6	6	29 Tem.	50	100	100	42.2	0.0	70.3	1.36	
7	7	6 Ağu.	56	100	100	47.3	0.0	78.8	1.30	
8	7	13 Ağu.	55	100	100	46.1	0.0	76.9	1.27	
9	7	20 Ağu.	54	100	100	45.1	0.0	75.1	1.24	
10	8	26 Ağu.	54	100	100	45.8	0.0	76.3	1.10	
11	9	7 Eyl.	54	100	100	45.4	0.0	75.7	1.97	
12	12	19 Eyl.	54	100	100	45.6	0.0	76.0	0.73	
SON	12	1 Eki.	31	100	100					
Toplam brüt sulama suyu miktarı				: 902.3 mm	Toplam yağış		: 68.1 mm			
Toplam net sulama suyu				: 541.4 mm	Etkili yağış		: 65.7 mm			
Toplam sulama suyu kaybı				: 0.0 mm	Yağış kaybı		: 2.4 mm			
Hasatta toprakta kalan su miktarı				: 25.7 mm	Yağış etkinliği		: % 96.5			
Net su ihtiyacı-Toprakta tutulan				: 567.1 mm						
Bitki tarafından kullanılan gerçek su				: 607.6 mm						
Bitki tarafından kullanılabilen gerçek potansiyel su				: 607.6 mm						
Sulama programının etkinliği				: % 100						

Tablo 4.14. Meyve (Elma) için Sulama Zamanı Planlaması

Bitki Adı : Meyva (Elma)		Kullanılabilir su tutma kapasitesi : 140 mm/m								
Meteoroloji İstasyonu : Ereğli		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)										
Sulama No	Sulama tarihi (gün)	Yetiştirme devresi	Tüketilen su miktarı (Tam in % si)	Gerçek ET hızı (ET nın P % si)	Ortalama gerçek ET (mm)	Uygulanan net su miktarı (mm)	Su açığı (mm)	Su faz- miktarı (mm)	Uygulanan brüt su miktarı (mm)	Sürekli akış (modül) (1/s/ha)
1	32	B	51	100	100	86.2	0.0	0.0	143.6	0.52
2	25	B	52	100	100	87.8	0.0	0.0	146.4	0.68
3	16	C	51	100	100	85.7	0.0	0.0	142.9	1.03
4	15	C	52	100	100	87.6	0.0	0.0	146.1	1.13
5	15	C	51	100	100	86.5	0.0	0.0	144.1	1.11
6	16	C	51	100	100	85.5	0.0	0.0	142.6	1.03
7	20	D	51	100	100	85.8	0.0	0.0	143.0	0.83
8	38	D	51	100	100	84.8	0.0	0.0	141.4	0.43
SON	4	D	3	100	100					
Toplam brüt sulama suyu miktarı				: 1150.0 mm	Toplam yağış		: 107.7 mm			
Toplam net sulama suyu				: 690.0 mm	Etkili yağış		: 95.2 mm			
Toplam sulama suyu kaybı				: 0.0 mm	Yağış kaybı		: 12.5 mm			
Hasatta toprakta kalan su miktarı				: 5.1 mm	Yağış etkinliği		: % 88.5			
Net su ihtiyacı-Toprakta tutulan				: 695.1 mm						
Bitki tarafından kullanılan gerçek su				: 739.9 mm						
Bitki tarafından kullanılacak potansiyel su				: 739.9 mm						
Sulama programının etkinliği				: % 100						

Tablo 4.15. Yonca İçin Sulama Zamanı Planlaması

Bitki Adı : Yonca		Kullanılabilir su tutma kapasitesi : 140 mm/m								
Meteoroloji İstasyonu : Ereğli		Tarla su uygulama randımanı : % 60								
Bitki ekim Tarihi : 10 Nisan										
Sulama seçeneği : Tüketilmesine izin verilen suyun tamamı tüketildiğinde tarla kapasitesine kadar sulama (optimum sulama koşulu)										
Sulama No	Sulama aralığı tarihi (gün)	Sulama Yetiştirme devresi	Tüketilen su miktarı (Tam in % si)	Gerçek ET hızı (ET'nin p % si)	Ortalama gerçek ET (%)	Uygulanan net su miktarı (mm)	Su açığı (mm)	Su faz- (mm)	Uygulanan brüt su miktarı (mm)	Süreklili akış (modül) (l/s/ha)
1	17	7 May.	51	100	100	107.1	0.0	0.0	178.6	1.22
2	29	6 Haz.	51	100	100	107.1	0.0	0.0	179.6	0.72
3	23	29 Haz.	50	100	100	105.8	0.0	0.0	176.4	0.89
4	19	18 Tem.	50	100	100	105.7	0.0	0.0	176.2	1.07
5	20	8 Ağu.	52	100	100	109.4	0.0	0.0	182.3	1.06
6	22	1 Eyl.	51	100	100	107.1	0.0	0.0	178.5	0.94
7	31	1 Eki.	51	100	100	107.3	0.0	0.0	178.9	0.67
SON	20	21 Eki.	17	100	100					
Toplam brüt sulama suyu miktarı				: 1250.4 mm						
Toplam net sulama suyu				: 750.3 mm						
Toplam sulama suyu kaybı				: 0.0 mm						
Hesatta toprakta kalan su miktarı				: 35.3 mm						
Net su ihtiyacı-Toprakta tutulan				: 785.5 mm						
Bitki tarafından kullanılan gerçek su				: 823.7 mm						
Bitki tarafından kullanılacak potansiyel su				: 823.7 mm						
Sulama programının etkinliği				: % 100						
Toplam yağış				: 107.7 mm						
Etkili yağış				: 101.2 mm						
Yağış kaybı				: 6.6 mm						
Yağış etkinliği				: % 93.9						

Tablo 4.16. Yonca için Sulama Zamanı Planlaması
(Su ihtiyacı Penman-Monteith metoduna göre hesaplanmıştır)

Bitki Adı	: Yonca										
Meteoroloji İstasyonu	: Ereğli										
Bitki ekim Tarihi	: 20 Nisan										
Kullanılabilir su tutma kapasitesi : 140 mm/m											
Tarla su uygulama randımanı : % 60											
Sulama seçeneği : Tüketilmesine izin verilen suyun tamamı tüketildiğinde tarla kapasitesine kadar sulama (optimum sulama koşulu)											
Sulama No	Sulama aralığı tarihi (gün)	Sulama Yetiştirme devresi	Tüketilen su miktarı (Tam in % si)	Gerçek ET hızı (ET nin P % si)	Ortalama gerçek ET (%)	Uygulanan net su miktarı (mm)	Su açığı (mm)	Su faz- miktarı (mm)	Uygulanan brüt su miktarı (mm)	Sürekli akış (modül) (1/s/ha)	
1	26	16 May.	51	100	100	115.3	0.0	0.0	192.1	0.86	
2	36	22 Haz.	51	100	100	114.5	0.0	0.0	190.9	0.61	
3	27	14 Tem.	52	100	100	116.1	0.0	0.0	197.5	0.83	
4	26	15 Ağu.	50	100	100	113.5	0.0	0.0	189.2	0.84	
5	34	19 Eyl.	50	100	100	113.6	0.0	0.0	189.3	0.64	
Toplam brüt sulama suyu miktarı											
Toplam net sulama suyu											
Toplam sulama suyu kaybı											
Hasatta toprakta kalan su miktarı											
Net su ihtiyacı-Toprakta tutulan											
Bitki tarafından kullanılan gerçek su											
Bitki tarafından kullanılacak potansiyel su : 661.7 mm											
Sulama programının etkinliği : % 100											
Toplam yağış : 107.7 mm											
Etkili yağış : 105.2 mm											
Yağış kaybı : 2.5 mm											
Yağış etkinliği : % 97.6											

Tablo 4.17. Optimum Çözümüne Göre Sulama Planlaması (Tınlı Toprakta)

Bitkiler	Sulama günleri (Ekim başlangı- cından itibaren)	Sulama Sayısı	En kısa sulama aralığı	Her sulamada verilecek en fazla su miktarı (net mm)	Toplam sulama suyu miktarı (mm)
K.Buğday	156-181-199-215	4	9	60.3	231.8
Y.Buğday	51-75-91-105-126	5	14	58.5	287.9
Bakliye (fasulye)	31-46-55-62-69-75 81-88-95-102-109-119	11	6	47.3	531.2
Ş.Pancarı	49-66-80-92-103-113 123-135-150	9	10	72.0	834.32
Sebze	32-51-61-68-75-82-89 96-104-113-124	11	7	50.3	526.7
Meyve	33-59-76-92-109-127 152	7	16	94.7	647.4
Yonca	19-50-73-93-115-141	6	19	117.3	687.2

Tablo 4.18. Optimum Çözümüne Göre Sulama Planlaması (Kumlu-Tınlı Toprakta)

Bitkiler	Sulama günleri (Ekim başlangı- cından itibaren)	Sulama Sayısı	En kısa sulama aralığı	Her sulamada verilecek en fazla su miktarı (net mm)	Toplam sulama suyu miktarı (mm)
K.Buğday	152-173-190-203-217	5	13	51.8	253.7
Y.Buğday	50-71-86-99-111	5	13	51.9	2515
Bakliye	31-45-54-61-67-73-79 85-91-97-104-111-120	13	6	44.6	540.1
Ş.Pancarı	47-62-75-86-96-106 115-124-134-146	10	9	64.8	614.7
Sebze	31-49-58-65-71-77-93 89-96-103-110-119-130	13	6	45.3	543.1
Meyve	31-55-71-85-99-114 131-155	8	14	81.5	640.2
Yonca	16-45-67-85-103-123-147	7	18	103.0	704.8

Tablo 4.19. Optimum Çözümüne Göre Sulama Planlaması (Kumlu-Killi-Tınlı Toprakta)

Bitkiler	Sulama günleri (Ekim başlangıcından itibaren)	Sulama Sayısı	En kısa sulama aralığı	Her sulamada verilecek en fazla su miktarı (net mm)	Toplam sulama suyu miktarı (mm)
K.Buğday	153-176-193-207-223	5	14	57.1	275.9
Y.Buğday	50-72-89-101-117	5	12	55.6	2688
Bakliye	31-46-55-62-69-75-81 88-95-102-109-119	12	6	47.3	534.0
Ş.Pancar	47-63-76-88-99-109-119 119-129-140-156	10	9	68.8	660.5
Sebze	31-50-59-66-73-79-86 93-100-108-117-119	12	6	47.8	541.4
Meyve	32-57-73-88-103-119 139-127	8	15	87.8	690.0
Yonca	19-30-73-93-115-141	7	19	117.3	687.7

Tablo 4.20. Pratik Çözümüne Göre Sulama Planlaması (Tınlı Toprakta)

Bitkiler	Sulama günleri (Ekim başlangıcından itibaren)	Sulama Sayısı	En kısa sulama aralığı	Her sulamada verilecek en fazla su miktarı (net mm)	Toplam sulama suyu miktarı (mm)	Verim azalması (%)	Su kaybı (mm)
K.Buğday	150-170-190-205	4	15	50.0	200.0	2.5	14.7
Y.Buğday	50-70-85-100-115	5	15	50.0	250.0	0.1	0.2
Bakliye	21-36-51-61-68-75-82 88-89-96-103-110-125	12	7	45.0	540.0	5.1	31.1
Ş.Pancar	30-60-70-80-90-100-110 120-135-150	10	10	60.0	600.0	2.1	31.3
Sebze	30-40-50-60-70-78-86 94-100-108-123-138	12	8	50.0	600.0	4.3	61.9
Meyve	25-50-65-80-95-110 135-160	8	15	80.0	640.0	1.6	26.6
Yonca	20-40-60-80-100-120 140-150	8	20	90.0	720.0	0.9	0.0

Tablo 4.21. Pratik Çözümüne Göre Sulama Planlaması (Killi-Tınlı Toprakta)

Bitkiler	Sulama günleri (Ekim başlangıcından itibaren)	Sulama Sayısı	En kısa sulama aralığı	Her sulamada verilecek en fazla su miktarı (net mm)	Toplam sulama suyu miktarı (mm)	Verim azalması (%)	Su kaybı (mm)
K.Buğday	150-170-190-205-220	5	15	50.0	250.0	0.3	14.7
Y.Buğday	50-70-85-100-115	5	15	50.0	250.0	0.8	4.7
Bakliye	21-36-51-61-68-75-82 89-96-103-110-125	12	7	45.0	540.0	5.1	31.1
Ş.Pancarı	30-60-70-80-90-100-110 120-135-150	10	10	60.0	600.0	3.1	37.8
Sebze	30-40-50-60-70-78-86 94-102-110-125-140	12	8	50.0	600.0	5.7	70.2
Meyve	25-50-65-80-95-110 135-160	8	15	80.0	640.0	2.9	33.8
Yonca	20-40-60-80-100-120 140-160-190	8	20	112.7	773.1	0.1	0.0

Tablo 4.22. Pratik Çözümüne Göre Sulama Planlaması (Kumlu-Killi-Tınlı Toprakta)

Bitkiler	Sulama günleri (Ekim başlangıcından itibaren)	Sulama Sayısı	En kısa sulama aralığı	Her sulamada verilecek en fazla su miktarı (net mm)	Toplam sulama suyu miktarı (mm)	Verim azalması (%)	Su kaybı (mm)
K.Buğday	150-170-190-205-220	5	15	50.0	250.0	0.1	14.7
Y.Buğday	50-70-85-100-115	5	15	50.0	250.0	0.4	2.4
Bakliye	21-36-51-61-68-75-82 89-96-103-110-125	12	7	45.0	540.0	5.8	32.9
Ş.Pancarı	30-60-70-80-90-100-110 120-135-150	10	10	60.0	600.0	2.5	34.3
Sebze	30-40-50-60-70-78-86 94-102-110-125-140	12	8	50.0	600.0	5.0	64.0
Meyve	25-50-65-80-95-110 135-160	8	15	80.0	640.0	1.6	26.8
Yonca	20-40-60-80-100-120	8	20	90.0	720.0	1.2	0.1

Tablo 4.23. Kısıtlı-Pratik Çözümüne Göre Sulama Planlaması (Tınlı Toprakta)

Bitkiler	Sulama günleri (Ekim başlangıcından itibaren)	Sulama Sayısı	En kısa sulama aralığı	Her sulamada verilecek en fazla su miktarı (net mm)	Toplam sulama suyu miktarı (mm)	Verim azalması (%)	Su tasarrufu (mm)
K.Buğday	173-171-226	3	18	50.0	150.0	12.7	35.28
Y.Buğday	62-81-95	3	14	50.0	150.0	12.8	47.89
Bakliye	52-61-67-74-81-88 95-103-110	9	7	45.0	405.0	16.2	23.75
Ş.Pancarı	21-84-97-109-120- 133-147	7	11	60.0	420.0	15.4	33.78
Sebze	46-59-68-77-25-94 104-119	8	8	50.0	400.0	16.4	24.05
Meyve	55-73-90-107-125 151	6	17	80.0	480.0	14.3	25.85
Yonca	43-67-88-107-130 160	6	19	90.0	540.0	14.4	21.47

Tablo 4.24. Kısıtlı-Pratik Çözümüne Göre Sulama Planlaması (Kumlu-Tınlı Toprakta)

Bitkiler	Sulama günleri (Ekim başlangıcından itibaren)	Sulama Sayısı	En kısa sulama aralığı	Her sulamada verilecek en fazla su miktarı (net mm)	Toplam sulama suyu miktarı (mm)	Verim azalması (%)	Su tasarrufu (mm)
K.Buğday	168-187-221	3	19	50.0	150.0	113.1	35.28
Y.Buğday	60-80-94-130	4	14	50.0	200.0	14.2	30.53
Bakliye	50-61-66-73-80-87-94 102-110	9	5	45.0	405.0	16.7	23.75
Ş.Pancarı	68-82-96-108-119 131-147	7	11	60.0	420.0	15.0	33.78
Sebze	44-58-67-76-85-94 103-118-140	9	9	50.0	450.0	17.0	14.56
Meyve	52-72-89-105-124-148	6	16	80.0	480.0	14.6	25.85
Yonca	39-65-86-105-127-157	6	19	90.0	540.0	14.4	21.47

Tablo 4.25. Kısıtlı-PratikÇözüme Göre Sulama Planlaması (Killi-Tınlı Toprakta)

Bitkiler	Sulama günleri (Ekim başlangı- cından itibaren)	Sulama Sayısı	En kısa sulama aralığı	Her sulamada verilecek en fazla su miktarı (net mm)	Toplam sulama suyu miktarı (mm)	Verim azal- ması (%)	Su tasar- rufu (mm)
K.Buğday	171-188-122	3	18	50.0	150.0	12.7	35.28
Y.Buğday	61-81-95	3	20	50.0	150.0	13.5	47.89
Bakliye	51-61-66-74-80-87 95-102-110	9	6	45.0	405.0	16.3	23.75
Ş.Pancarı	69-83-97-109-120 132-148	7	11	60.0	420.0	15.0	33.78
Sebze	45-58-67-76-25 94-103-118-140	9	9	50.0	450.0	16.6	14.56
Meyve	53-73-89-106-124 199	6	16	80.0	480.0	14.3	25.85
Yonca	41-66-37-106-129-159	6	19	90.0	540.0	14.5	21.47

5. ÖNERİLER

1- Sulama şebekesindeki ana kanallarda kaplama bozuklukları ve bakım-onarım hizmetlerinin yetersizliği nedeniyle su iletim kaybı fazladır ve proje alanı için % 10 olarak hesaplanmıştır. Kanallardaki su kaybını asgari düzeye indirebilmek için, çiftçilerin bakım-onarım hizmetlerine etkin bir şekilde katılmaları sağlanmalı ve DSİ. İşletme ve Bakım Şubesinin kontrolünde şebekenin periyodik bakım-onarım hizmetleri gerçekleştirilmelidir.

2- Sulama alanı, bitki su ihtiyacı ve uygun su dağıtımı gözönüne alınarak proje alanı için optimum bitki deseni k.buğday, y.buğday, şeker pancarı, sebze ve meyve için bütün sulama alanı baz alındığında sırasıyla % 22, % 03, % 11, % 0.5 ve % 0.8 olarak belirlenmiştir. Bu desenin uygulanabilmesi için yoğun girdi kullanımına önem verilmesi ve çiftçi özendirilmelidir.

3- Proje alanında su kaynağı yetersizdir ve ancak optimum su kullanımında alanını % 45'i sulanabilmektedir. Daha fazla alanın sulanabilmesi için Yeniköy, Kamışlıku, Ereğli ve Kavuklar mevkiinde bulunan 68×10^6 m³/yıl lık yeraltı su rezervinden faydalanma yoluna gidilmeli ve sol sahil sulama şebekesi bu suyla takviye edilmelidir.

4- Projenin mevcut, hedeflenen ve optimum bitki deseni durumlarına göre yapılan ekonomik analiz sonuçları aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.

	İç karlılık oranı (%)	Fayda-Masraf Oranı
Mevcut durum	22.04	2.24
Planlanan durum	37.16	3.79
Optimum bitki deseni	24.32	2.50

5- Proje alanında ekimi yapılan bitkiler için sulama zamanı planlaması CROPWAT programıyla yapılmıştır. Optimum, pratik ve kısıtlı-pratik sulama koşulları için sulama tarihleri, sulama sayıları, her sulamada verilecek net ve toplam sulama suyu miktarları, verim azalması su kaybı ve su tasarrufu hakim toprak cinslerine göre ayrı ayrı verilmiştir.

Proje alanında suyun toplam alan için yetersiz olduğu gözönüne alınırsa optimum veya pratik sulama alanları yerine kısıtlı- pratik sulama programına uyulmasıyla daha fazla alanın sulanması ve verilen kısıtlı miktardaki sulama suyundan, tesadüfi yapılan sulamalara göre daha fazla verim alınması mümkün olacaktır.

Tabloların incelenmesiyle de görüleceği gibi; farklı toprak bünyelerinde aynı bitki için elde edilen sulama planlamaları farklılık göstermektedir. Sulama uygulamalarında bitkinin yetiştirildiği toprağın bünyesi gözönüne alınarak sulama sayısı, sulama za-

manı ve her sulamada verilecek sulama suyu miktarının belirlenmesinde tablo değerlerinden yararlanılmalıdır. Ancak bu sulama planlamaları proje alanının uzun yıllar ortalaması olan yağış değerlerine göre elde edilmiştir. Yağışın yıldan yıla önemli düzeyde farklılık gösterdiği durumlarda, sulama zamanları o yılki yağış durumuna göre düzenlenmelidir. Bu tabloların özellikle İvriz Sulaması işletme sorumluları için önemli bir veri kaynağı olacağı umulmaktadır.



KAYNAKLAR

- AKALIN, İ, 1988. Toprak Bilgisi, A.Ü.Ziraat Fak. Yayınları No: 1058, Ankara.
- ANONYMOUS, 1962. Ereğli Projesi Planlama Raporu DSİ Etüt ve Plan Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- ANONYMOUS, 1978. Konya-Ereğli İvriz Sağ Sahil Sulamaları Kat'i Projeleri. Ön Rapor, DSİ Yayını, Ankara.
- ANONYMOUS, 1983. Ereğli Projesi Planlama Revizyon raporu, DSİ IV. Bölge Müdürlüğü, Konya.
- ANONYMOUS, 1984. DASİ Computer Programme For Project Analysis, User's Guide, FAO Training Materials For Apriculture Projec Analysis, No: 2, Rome
- ANONYMOUS, 1988 a. Manual for CROPWAT, FAO land and Water Development Division, Via delle Terme di Caracalla, Rome.
- ANONYMOUS, 1988 b. Guidlinen for Using CROPWAT a Computer programme for Design and management of Innigation water Supply, National water wangement projects, Workshop, Walamtari, İndia.
- ANONYMOUS, 1988 c. Türkiye'deki Büyük Sulama Projelerini İzleme ve Değerlendirme El Kitabı, Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, TCP/TUR/6652, Ankara.
- ANONYMOUS, 1990. Sulama Sonuçları Değerlendirme Raporu, DSİ İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- BALABAN, A ve BENLİ, E. 1970. Sulamada Su Alma Hızının Tayininde Kullanılan Silindirik İnfiltrometre ve Karık Metodunun Mukayesesi Üzerinde Bir Araştırma, A.Ü.Ziraat Fak. Yıllığı Fasikül: 3 den ayrı basım, Ankara.
- BALABAN, 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. 1982. Türkiye Tarımında Sulama Politikası ve Hedefleri, İnşaat Mühendisleri IX. Teknik Kongresi Tebliği, TMMOB yayını-Ankara.
- BALABAN, A., SÖNMEZ, N., TEKİNEL, O., BENLİ, E., OKMAN, C. 1986. Sulama Organizasyon ve Yönetimi, GAP Tarımsal Kalkınma Simpozyumu, Ankara.
- BEHRİBEY, M. 1989. Konya-Alakova Yeraltı Suyu İşletmesinde Su Dağıtım ve Kullanım Etkinliği, A.Ü.Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü, Doktora Tezi, Ankara.

- BENAMİ, A ve DİSKİN, M.** 1965. Design of Sprinkling irrigation Technion Israel Institute of Technology Lowdermik Faculty of Ağr. Eng. Israel.
- BENLİ, E.** 1974. Aksaray Ulurmak Ovasında Sulama Suyundan Yararlanma Olanaklarının Geliştirilmesi Üzerinde Bir Araştırma. A.Ü.Ziraat Fak. Kültürteknik Bölümü, Ankara.
- BLACK, C.** ve ark. 1965. Methods of Soil Analysis, American Society of Agronomy U.S.A.
- BOUYOUCES, C.J.** 1951. Recalibration of the Hydrometre Wethod for Making Mechanical Analysis of soils, Agricultural Journal.
- DOORENBOJ, J. ve PRUİTT, W.O.** 1977. Crap Water Requirements, FAO Irrigation and Drainage Paper No: 24, Rome.
- ISRAELSON, O.V. ve HANSEN, V.E,** 1962. Irrigation Principles and Practices, John Wiley and sons. Inc. Newyork.
- SEZEN, N.** 1981. "Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi İle İlgili Olarak Bugüne Kadar Yapılan Çalışmalar" DSİ Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı Tebliği DSİ Yayını Cilt: 1, Ankara.
- RİCHARDS, L.A.** 1957. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali soils, U.S. Department of Agriculture Handbook 60, Riverside, USA.
- SÖNMEZ, N.** 1960. Bitki Yetiştirme Metodu İle Salma Yüzdesinin Tayin Üzerinde Bir Araştırma, A.Ü.Ziraat Fak. Yıllığı, Yıl: 10, Fasikül: 1, Ankara.
- SÖNMEZ, N., ve BALABAN, A.** 1968. Kültürteknik Cilt II, A.Ü.Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No. 317, Ankara.
- SÖNMEZ, N. ve Ark.** 1976. Linear Programming As A Means In Project Evaluation And Application To The Alpu Irrigation Project, A.Ü.Ziraat Fakültesi Yıllığı, Cilt 25, Fasikül 4'den ayrı basım, Ankara.
- TEKNİKEL, O.** 1989. "Aşağı Seyhan Ovası Sulama sorunları ve Çözüm Önerileri", Ticaret Odası Yayınları, Adana.
- ÜSTÜN, H.,** 1990. Ankara Koşullarında Dolmalık Biberin Sulama Zamanının Planlanması. A.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü Kültürteknik Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara.