ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

YÜZEY SULAMA SİSTEMLERİNDE SULAMA İŞLETMECİLİĞİ MODEL YAKLAŞIMI

Murat TEKİNER

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

ANKARA
2008

Her hakkı saklıdır

Ö Z E T

Doktora Tezi

YÜZEY SULAMA SİSTEMLERİNDE
SULAMA İŞLETMECİLİĞİ MODEL YAKLAŞIMI

Murat TEKİNER

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Mevlüt BEYRİBEY

Bu çalışmada, 2003 yılı sulama sezonu boyunca Salihli Sağ Sahil Sulama Birliği alanında Birliğe üye olan çiftçilerin sulama konusundaki bilgi ve deneyimlerinin belirlenmesi, Birlik yönetiminin mevcut su dağıtım çalışmalarının koşullara ve bilimsel esaslara uygun olan su dağıtım planı ile karşılaştırılarak önerilerde bulunulması amaçlanmıştır. Alanda seçilen 22 parselde sulama programı IRSIS paket programı ile yapılmış ve çiftçinin yaptığı sulama ile karşılaştırılmıştır. Alandaki bütün çiftçilerin plansız ve kontrolsüz sulama yaptığı belirlenmiştir. Birliğin kullandığı 6 yedek ve 113 tersiyer incelenmiştir. Tersiyer kanalların kapasitelerinin yeterliliğinin belirlenmesinde CROPWAT paket programı kullanılmış ve sahadaki 18 tersiyerin kapasitelerinin yetersiz olduğu saptanmıştır. Sulama Birliği yönetim etkinliğini belirlemek amacıyla da su kullanım etkinliği, tarımsal etkinlik ve çevresel etkinlik göstergeleri hesaplanmıştır. Su kullanım etkinliği için Y2T37 tersiyerinin net su temini oranı 3.50, toplam su temini oranı ise 1.29 olarak bulunmuştur. Bütün yedeklerde net su temini oranının 2.5'den büyük, toplam su temini oranının ise 1'den büyük olduğu, proje alanına gerekenden fazla su saptırıldığı, bunun da proje sulama randımanını (%28.3) olumsuz yönde etkilediği ortaya çıkmıştır. Tarımsal etkinliği belirlemek için sulama oranı belirlenmiştir. Kanalların %6.1 ile %100 arasında değişen sulama oranı, ana kanalı göz önüne aldığımızda %94.3 olarak gerçekleşmiştir. Çevresel etkinlik ise tabansuyu seviyesi ve sulama suyu kalitesi verileri ile saptanmıştır. Alandaki sağlıklı veri alınan 35 kuyuda yapılan ölçümler sonunda tabansuyu seviyesinin mevsim sonunda ortalama 53 cm arttığı, mevsim boyunca sulama ile toprağa verilen suyun (91.1 cm) %58.7'sinin taban suyunu beslediği sonucu ortaya çıkmıştır. Ayers ve Westcot sulama suyu sınıflama rehberine göre de ana kanaldaki suyun sulama için uygun olduğu, ana drenaj kanalındaki suyun ise şiddetli sorun oluşturmayacağı belirlenmiştir.

Ekim 2008, 179 sayfa

Anahtar Kelimeler: Salihli Sağ Sahil Sulama Birliği, Su Dağıtım Planı, Sulama Zaman Planlaması, IRSIS, CROPWAT, Sulama Yönetimi.

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

OPERATIONAL MODEL APPROACH FOR
SURFACE IRRIGATION SYSTEMS

Murat TEKİNER

Ankara University
Institute of Natural and Applied Sciences
Department of Agricultural Structures and Irrigation

Advisor: Prof. Dr. Mevlüt BEYRİBEY

In this study, it was aimed to determine the knowledge and experiences of member farmers of Salihli Right Bank Irrigation Association during the irrigation season of the year 2003, to compare the current water allocation and distribution practices of Association Board with the prevailing conditions and scientific approaches and to provide recommendations for proper irrigation operation. Irrigation program was performed for 22 selected parcels by using IRSIS software and the program was compared with the current practices of the farmers. It was determined that all the farmers in study area have been carrying out un-planned and uncontrolled irrigation. Experiments were conducted over 6 secondary and 113 tertiary canals. Capacities of tertiary canals were determined by using CROPWAT software and capacity of 18 of them were found to be insufficient. Water use efficiency, agricultural efficiency and environmental efficiency indicators were calculated to determined the management efficiency of the irrigation association. For water use efficiency, net water supply rate of tertiary Y2T37 was found to be 3.50 and total water supply rate was 1.29. Net water supply rates of all tertiary canals were higher than 2.5, total water supply rates were higher than 1. Therefore it was determined that excessive water was diverted to project site and that has affected the project irrigation efficiency negatively (28.3%). Rate of irrigation was determined to find out the agricultural efficiency. Irrigation rates of canals varied between 6.1-100% and the rate for main canal was 94.3%. Environmental efficiency was determined by groundwater table and irrigation water quality data. As a result of measurements carried out in 35 wells, it was determined that ground water table raised 53 cm at the end of irrigation season and 58.7% of applied water (91.1 cm) recharged into ground water during the irrigation season. Irrigation water in main canal was found to be suitable for irrigation according to Ayers and Westcot irrigation water classification chart and it was also decided that water in main drainage canal would not create serious problems.

October 2008, 179 pages

Key Words: Salihli Right Bank Irrigation Association, Water Distribution Plan, Irrigation Scheduling, IRSIS, CROPWAT, Irrigation Management.

TEŞEKKÜR

Yürütmekte olduğu projeye dahil ederek çalışmalarımı takip edip yönlendiren, her ortamda bilgi ve deneyimlerini paylaşan ve bölüm içerisinde rahat çalışabilmem için ortam sağlayan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Mevlüt BEYRİBEY'e, bölüme ilk geldiğim günden itibaren tüm faaliyetlerimde hep yanımda olan ve ellerine geçen imkanlardan benimde faydalanmamı sağlayan hocalarım Sayın Prof. Dr. Süleyman KODAL ile Sayın Prof. Dr. Y. Ersoy YILDIRIM'a, tezimin birçok aşamasında bana destek ve yardımı dokunan Ziraat Yük. Müh. Ahmet ŞEREN, Ziraat Yük. Müh. Lütfiye ŞEREN, ve Ziraat Müh. Öner YORULMAZ'a, tezimin yazım aşamasında yardımlarını gördüğüm ve aynı odayı paylaştığım arkadaşım Arş. Gör. İsmail TAŞ'a, laboratuar çalışmalarımın bir kısmını yürüttüğüm DSİ Etlik Tesislerinde bana yardımcı olan toprak laboratuarı sorumlusu Hasan EROL'a, yine laboratuar çalışmalarını yürüttüğüm Toprak Bölümünde analizler konusunda yardımcı olan Arş. Gör. Mustafa SAĞLAM, Arş. Gör. Siyami KARACA, Ziraat Mühendisleri Tuba BULUT, Ceren YENİCİ, Hasan CAN ve Seval TAŞÖZ'e, anketlerin değerlendirilmesi sırasında yardımlarını esirgemeyen Ekonomi Bölümü Öğretim Üyelerinden Sayın Doç. Dr. Füsun TATLIDİL, Arş. Gör. Selma KAYALAK ve Arş. Gör. Orkan ÖZER'e, veri temininde ve sahadaki çalışmalarımda baştan sona desteğini gördüğüm Ziraat Yük. Müh. Bilgin TELEK'e, Ziraat Müh. Mesut KOPARAN'a, Salihli Sağ Sahil Sulama Birliği Başkanı Ferayi ASLAN'a, Birlik saha sorumlusu İlker ÇANKAYA'ya, DSİ Salihli Şube Müdürlüğü Sulama Şubesi çalışanlarına, alandaki ölçümleri birlikte yaptığım Ziraat Yük. Müh. Sinan TUFAN'a, Doktora serüvenim boyunca her konuda beni destekleyen A. Aziz ŞEREN (Atılım Üniversitesi Genel Sekreteri), Kadriye ŞEREN, Esra ŞEREN ile Tuğrul TEKİNER ve ailesine, tezimin yazım aşamasında manevi desteklerini gördüğüm Sayın Fettah ve Sebahat ARAYDIN'a, çalışmalarımın her anında maddi manevi destek olan ve her zaman kendileriyle gurur duyduğum babam Gültekin ve annem İffet TEKİNER'e ve tez çalışmam boyunca büyük fedakarlık ve sabır göstererek beni destekleyen eşim Berrin TEKİNER ile varlığı moral kaynağım olan canım oğlum Çağan TEKİNER'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma, DPT-2001K120230 numaralı "Tarımsal Su Yönetimi Araştırma ve Uygulama Merkezi" konulu proje tarafından desteklenmiştir.

Murat TEKİNER
Ankara, Ekim 2008

İÇİNDEKİLER

ÖZET..... i
ABSTRACT..... ii
TEŞEKKÜR iii
SİMGELER DİZİNİ vii
ŞEKİLLER DİZİNİ viii
ÇİZELGELER DİZİNİ …..... xi
1.GİRİŞ 1
2. KAYNAK ÖZETİ 4
3. MATERYAL VE YÖNTEM 20
3.1. Materyal 20
3.1.1 Coğrafik konum 20
3.1.2 Sulama Şebekesi 21
3.1.3 Jeolojik durum 25
3.1.4 İklim özellikleri 27
3.1.5 Topografya ve Toprak özellikleri 27
3.1.6 Sulama Birliğinin Su Dağıtım Sistemi 32
3.1.7 Araştırma alanında seçilen parseller ve özellikleri 32
3.1.8 Drenaj 33
3.1.9 Araştırma alanının tarımsal yapısı 34
3.1.10 Çalışmada kullanılan paket programlar 26
3.1.10.1 Sulama zaman planlaması bilgi sistemi yazılımı (IRSIS V4.01) 35
3.1.10.2 Sulama zaman planlaması bilgi sistemi yazılımı (CROPWAT 4W4.3) . 37
3.1.10.3 The New Think Microimages Processing System (TNTmips) 37
3.1.11 Çalışmada kullanılan alet ve ekipmanlar 37
3.1.11.1 Otomatik iklim istasyonu (METOS Compact) 37
3.1.11.2 Limnigraflar 39
3.1.11.3 Toprak nem ölçer (Aquapro sensor) 40
3.1.11.4 Su seviye göstergesi (Probometre) 41
3.1.11.5 Muline 42
3.1.11.6 Parshall savağı 42
3.1.11.7 Global positioning system (GPS) 43
3.1.11.8 Uydu görüntüsü (Quickbird) 43
3.2. Yöntem …….... 44
3.2.1 Çalışma alanındaki çiftçilerin sulama konusundaki bilgilerinin incelenmesi 44
3.2.1.1 Anket çalışmaları (Örnekleme) 44
3.2.1.2 Parsellerdeki su uygulama randımanı ve su tutma kapasitesi değerlerinin belirlenmesi 45

3.2.1.3 Seçilen parsellerde gerçekleşen ve optimum sulama zaman planlarının elde edilmesi 49
3.2.1.4 Çiftçilerin sulama zamanı belirleme yeteneklerinin değerlendirilmesi ... 50
3.2.2 Sulama Birliğinin mevcut sulama yönetiminin belirlenmesi 51
3.2.2.1 Kanallardaki sızma kayıplarının belirlenmesi 51
3.2.2.2 Kanallarda akan su miktarının belirlenmesi 52
3.2.2.3 Kanallara saptırılması gereken su miktarı ve kanal kapasitelerinin yeterliliğinin belirlenmesi 53
3.2.2.4 Sulama zaman planlaması destekli ve interaktif su dağıtım planlaması (SZP D-İ SDP) yaklaşımı ile örnek su dağıtım planı 55
3.2.3. Sulama Birliği yönetim etkinliğinin belirlenmesi 68
3.2.3.1 Su kullanım etkinliğinin belirlenmesi 69
3.2.3.2 Tarımsal etkinliğinin belirlenmesi 69
3.2.3.3 Çevresel etkinliğinin belirlenmesi 70
3.2.3.3.1 Tabansuyu seviyesi 70
3.2.3.3.2 Sulama suyu kalitesi 71
4. BULGUAR VE TARTIŞMA 73
4.1. Çalışma Alanındaki Çiftçilerin Sulama Konusundaki Bilgileri 73
4.1.1 Anket sonuçları 73
4.1.2 Parsellerdeki su tutma kapasitesi ve su uygulama randımanı değerleri 77
4.1.3 Parsellerde gerçekleşen ve optimum sulama zaman planları 79
4.1.4 Çiftçilerin sulama zamanı belirleme yeteneklerinin değerlendirilmesi 77
4.2. Sulama Birliğinin Mevcut Sulama Yönetimi 111
4.2.1. Kanallardaki sızma kayıpları 111
4.2.2. Kanallarda akan su miktarı 115
4.2.3. Kanallara saptırılması gereken su miktarları ve kanal kapasitelerinin yeterliliği 118
4.2.4. Sulama zaman planlaması destekli ve interaktif su dağıtım planlaması sonuçları 124
4.2.4.1 Parsel veri tabanı sonuçları 124
4.2.4.2 Bitki su tüketimi sonuçları 125
4.2.4.3 Kanal başında gerekli akış ve kanal kapasitesi yeterliliği sonuçları 127
4.2.4.4 Optimum sulama zaman planlaması sonuçları 128
4.2.4.5 Sulama zaman planındaki sulamalar için sulama süresi ve parsel su talep kutuları 131
4.2.4.6 Kanal su arz kutusu 133
4.2.4.7 Başlangıç su dağıtım planı sonuçları 133
4.2.4.8 Sulama Birliği koşullarına uygun su dağıtım planlaması sonuçları 135
4.2.4. Sulama Birliği yönetim etkinliği 138
4.2.5.1 Su kullanım etkinliği 138
4.2.5.2 Tarımsal etkinlik 139
4.2.5.3 Çevresel Etkinlik 143

5. SONUÇ 151
KAYNAKLAR 161
EKLER 169
EK 1 170
EK 2 171
EK 3 175
ÖZGEÇMİŞ 178

SİMGELER DİZİNİ

D	Etkili kök derinliği
DSİ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
E	Toplam su uygulama randımanı
Ea	Su uygulama randımanı
ETbitki	Gerçekleşen bitki su tüketimi
ET	Bitki su tüketimi
ETo	Referans bitki su tüketimi
HA	Hacim ağırlığı
İBY	Sulama sistemlerinin İşletme, Bakım ve Yönetimi
kc	Bitki büyüme katsayısı
n	Ortalama güneşlenme süresi
N	Sulama sayısı
P	Toplam yağış
p	Kritik seviye
SB	Sulama Birliği
SN	Solma noktası
SDP	Su dağıtım planı
SZP	Sulama zaman planı
TA	Toplam net sulama alanı
TK	Tarla Kapasitesi
T_{mak}	Ortalama maksimum sıcaklık
T_{min}	Ortalama minimum sıcaklık
u	2 metre yükseklikteki ortalama rüzgar hızı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Araştırma alanının konumu 20
Şekil 3.2. Salihli Sağ Sahil Sulama Birliği Sulama Şebekesi …..……..…… 22
Şekil 3.3 Çalışma alanı toprak serisi dağılımı …… 28
Şekil 3.4 Çalışma alanı toprakları bor konsantrasyonu dağılımı ……... 30
Şekil 3.5 Çalışma alanı toprakları toplam tuz dağılımı ……. 31
Şekil 3.6 Çalışma alanı toprakları alkalilik dağılımı …… 31
Şekil 3.7 Çalışma alanı toprakları pH dağılımı ……. 31
Şekil 3.8 Çalışma alanındaki iki farklı drenaj kanalından görünüm ……. 34
Şekil 3.9 IRSIS akış şeması ……..…….. 36
Şekil 3.10 CROPWAT kullanım aşamaları ……..……. 38
Şekil 3.11 Otomatik iklim istasyonundan bir görünüm ……..…....…… 39
Şekil 3.12 (a) kanal üzerinde limnigraf yeri
(b) RS232 girişli Ver2 model elektronik limnigraf ……...…… 39
Şekil 3.13 Araştırma alanında inşa edilen limnigrafların yerleri 40
Şekil 3.14 (a) AP ile nem ölçümünden bir görünüm
(b) AP nem sensörü ……... 41
Şekil 3.15 Probometre …… 41
Şekil 3.16 Elektromagnetik mulinenin çalışma prensibi …… 42
Şekil 3.17 Parshall savağının planı ……... 42
Şekil 3.18 Aquapro nem ölçere ait access tüplerin çakılması …… 46
Şekil 3.19 Aquapro nem ölçer ile toprak neminin ölçülmesi ……. 46
Şekil 3.20 Parsele verilen su miktarının ölçülmesi …… 47
Şekil 3.21 Bozulmuş toprak örneklerinin alınması …… 48
Şekil 3.22 Kanallardaki akım hızının saptanması …….. 52
Şekil 3.23 Sulama zaman planlaması destekli ve İnteraktif su dağıtım planlaması
yaklaşımı akış şeması 57
Şekil 3.24 Sulama Birliği yönetim etkinliğinin belirlenmesinde kullanılan
performans göstergeleri …….. 69
Şekil 3.25 Tabansuyu gözlem kuyularının dağılımı …….. 70
Şekil 3.26 Sulama suyu örneklerinin alındığı noktalar …….. 72
Şekil 4.1 Çalışma alanında uygulanan sulama yöntemleri …… 73
Şekil 4.2 “Gereğinden fazla sulama yapılırsa ne olur?” sorusuna çiftçilerin cevabı . 74
Şekil 4.3 Çiftçilerin sulama dışında istediği eğitim programları …….. 75
Şekil 4.4 Soruya cevap veren iftçilerin Sulama Birliği hakkındaki olumlu
eleştirileri 76
Şekil 4.5 Soruya cevap veren çiftçilerin sulama birliği hakkındaki olumsuz
eleştirileri 76
Şekil 4.6 Laboratuarda toprak analizlerinin yapılması …….. 77

Şekil 4.7 Seçili parsellerde sulama sayısı …….. 85
Şekil 4.8 Seçili parsellerde her sulamada verilen ortalama sulama suyu miktarı …. 86
Şekil 4.9 Seçili parsellerde mevsimlik sulama suyu miktarı ……..…. 86
Şekil 4.10 01Şeftali parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman plan grafiği 89
Şekil 4.11 02Domates parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman plan grafiği .....……. 90
Şekil 4.12 05Bağ parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman plan grafiği 91
Şekil 4.13 06Pamuk parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman plan grafiği sulama zaman plan grafiği ….....…… 92
Şekil 4.14 07Bağ parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman plan grafiği 93
Şekil 4.15 08Pamuk parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman plan grafiği 94
Şekil 4.16 09Bağ parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman plan grafiği 95
Şekil 4.17 10Pamuk parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman plan grafiği 96
Şekil 4.18 11Pamuk parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman plan grafiği ……..... 97
Şekil 4.19 12Mısır parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman plan grafiği ……..... 98
Şekil 4.20 15Pamuk parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman plan grafiği ……..... 99
Şekil 4.21 16Pamuk parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman plan grafiği ……..... 100
Şekil 4.22 17Bağ parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman plan grafiği 101
Şekil 4.23 18Bağ parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman plan grafiği 102
Şekil 4.24 19Bağ parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman plan grafiği 103
Şekil 4.25 20Pamuk parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman plan grafiği ……..... 104
Şekil 4.26 21Bağ parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman plan grafiği 105
Şekil 4.27 22Pamuk parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman plan grafiği ……..... 106
Şekil 4.28 23Pamuk parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman plan grafiği …….....…. 107
Şekil 4.29 24Mısır parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman plan grafiği ……..... 108
Şekil 4.30 25MısırII parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman plan grafiği ……..... 109
Şekil 4.31 27Pamuk parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman plan grafiği ……..... 110
Şekil 4.32 Çalışma alanındaki tersiyer kanalların sızma kayıplarının dağılımı ……. 114
Şekil 4.33 Y5 yedek kanalı sonundaki kapak kapalı iken drenaj kanalına akan su ... 116
Şekil 4.34 Y2 yedeğine verilen su miktarı ……. 117
Şekil 4.35 Yedeklerin, kapasitesi yetersiz tersiyer kanal sayılarına göre dağılımı … 123

Şekil 4.36 Su talep kutuları 132
Şekil 4.37 Y2T37 tersiyer kanalı için su arz kutusu 133
Şekil 4.38 Y2T37 tersiyer kanalı optimum su dağıtım planı 133
Şekil 4.39 Y2T37 tersiyer kanalı su dağıtım planı 135
Şekil 4.40 Domates bitkisi için optimum ve ikinci SZP grafikleri 136
Şekil 4.41 Bağ bitkisi için optimum ve ikinci SZP grafikleri 137
Şekil 4.42 Yedek kanallarda sulama oranı ……. 143
Şekil 4.43 Tersiyer kanalların sulama oranına göre dağılımı ……. 143
Şekil 4.44 Alandaki 35 kuyunun tabansuyu seviyesindeki ortalama değişimi……... 145
Şekil 4.45 Tabansuyu seviyesi ile sulama suyundaki dönemlik ortalama değişimler 147
Şekil 4.46 Gözlem yapılan kuyuların sezon sonundaki seviye değişim miktarı …… 147
Şekil 4.47 Pazarköy'deki 13 numaralı kuyuda tabansuyu seviye değişimi ……... 148
Şekil 4.48 Eldelek'teki 50 numaralı kuyuda tabansuyu seviye değişimi ……..…….. 148
Şekil 5.1 Yüzey sulama işletmeciliği su yönetim modeli akış şeması …….…….. 159
Şekil 5.2 Sulama Birliği su yönetim modeli akış şeması …….....…….. 160

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Çalışma alanında yer alan tersiyer ve yedek kanalların özellikleri …..… 23
Çizelge 3.2 Araştırma alanına ait çok yıllık meteorolojik veriler …….. 27
Çizelge 3.3 Araştırma alanındaki bünye sınıflarının oransal dağılımı ……... 28
Çizelge 3.4 Araştırma alanının tarımsal kullanıma uygunluk sınıfları(TKUS) dağılımı …….….. 29
Çizelge 3.5 Araştırma alanındaki toprakların Alkalilik. Bor ve Toplam tuz değerlerinin oransal dağılımı …….. 29
Çizelge 3.6 Tuzlu ve sodyumlu toprakların sınıflandırılması 30
Çizelge 3.7 Çalışma sahasında değerlendirmeye alınan parseller ……..…… 33
Çizelge 3.8 Salihli Sağ Sahil Sulama Birliği tarafından 2003 yılında sulanan alanda bitki deseni …….....…. 34
Çizelge 3.9 Quickbird uydu görüntüsüne ait teknik özellikler 43
Çizelge 3.10 Örneğe seçilen işletmelerin tabaklara dağılımı …….....…….. 45
Çizelge 3.11 2003 yılı sulama dönemleri …….....…… 53
Çizelge 3.12 Sulama dönemleri ve tabansuyu gözlem tarihleri …….…… 71
Çizelge 4.1 Çalışma alanındaki seçilen parsellerin toprak özellikleri ve su uygulama randımanları …….. 78
Çizelge 4.2 Parsellerde üretimi yapılan bitkilere ait aylık bitki su tüketimleri ……. 79
Çizelge 4.3 Seçili parsellerde gerçekleşen sulama zaman planı …… 80
Çizelge 4.4 Seçili parsellerde optimum sulama zaman planı …… 82
Çizelge 4.5 Parsellerdeki verim kayıpları ve mevsim sonu sulama durumu ……. 88
Çizelge 4.6 Tersiyer kanalların sızma kayıpları ……..… 111
Çizelge 4.7 Yedek kanalların sızma kayıpları ……..... 114
Çizelge 4.8 Kanallarda akan su miktarları ……. 115
Çizelge 4.9 Sulama dönemlerine göre ana kanaldan yedeklere saptırılan su miktarı (m^3) oranları …… 117
Çizelge 4.10 Tersiyer kanalların suladığı bitki desenine göre gerekli sulama modülü ile net ve brüt su ihtiyaçları …….…….. 118
Çizelge 4.11 Tersiyer kanal kapasitesi yeterliliği ….……. 121
Çizelge 4.12 Parsel veri tabanı 124
Çizelge 4.13 Bağ bitkisinin bitki su tüketim değerleri 126
Çizelge 4.14 Pamuk E1 bitkisinin bitki su tüketim değerleri 126
Çizelge 4.15 Pamuk E2 bitkisinin bitki su tüketim değerleri 126
Çizelge 4.16 Mısır I E1 bitkisinin bitki su tüketim değerleri 126
Çizelge 4.17 Mısır I E2 bitkisinin bitki su tüketim değerleri 126
Çizelge 4.18 Mısır II bitkisinin bitki su tüketim değerleri 126
Çizelge 4.19 Domates bitkisinin bitki su tüketim değerleri 127
Çizelge 4.20 Tüm bitkilerin toplam su ihtiyaçları ve kanal başında gerekli akışlar .. 128

Çizelge 4.21 Bağ bitkisi için elde edilen optimum sulama zaman planı 129
Çizelge 4.22 Pamuk E1 bitkisi için elde edilen optimum sulama zaman planı 129
Çizelge 4.23 Pamuk E2 bitkisi için elde edilen optimum sulama zaman planı 129
Çizelge 4.24 Mısır I E1 bitkisi için elde edilen optimum sulama zaman planı 130
Çizelge 4.25 Mısır I E2 bitkisi için elde edilen optimum sulama zaman planı 130
Çizelge 4.26 Mısır II bitkisi için elde edilen optimum sulama zaman planı 130
Çizelge 4.27 Domates bitkisi için elde edilen optimum sulama zaman planı 131
Çizelge 4.28 P1 parseli için sulama süresi ve su talep kutuları 132
Çizelge 4.29 P17 bağ parselinin optimum ve başlangıç su dağıtım planı tarihleri 134
Çizelge 4.30 Sulama Birliği koşullarında yapılan su dağıtımı sonunda oluşan verim 135
Çizelge 4.31 Yedeklerin net su temini oranı ……. 138
Çizelge 4.32 Yedeklerin toplam su temini oranı …… 139
Çizelge 4.33 Çalışma alanındaki sulama oranları …….. 140
Çizelge 4.34 Tabansuyu gözlem kuyularından elde edilen seviye ölçümleri …… 144
Çizelge 4.35 Sulama mevsimi boyunca taban suyu seviyesindeki değişim ……... 146
Çizelge 4.36 Taban suyu derinlik sınıfları ……. 149
Çizelge 4.37 Sulama suyu analiz sonuçları …… 150
Çizelge 4.38 Ayers and Westcot (1985)'a göre sulama suyu sınıflama rehberi ….. 150
Çizelge 5.1 Sulama Birliği alanında bitki deseni değişimi 153

1. GİRİŞ

Küresel ısınma senaryolarının sıkça konuşulduğu günümüzde doğada hidrolojik çevrimle yenilenebilen bir doğal kaynak olan su, doğal kaynaklar içerisinde en önemli yeri işgal etmektedir. Küresel ısınmanın su kaynaklarına yapacağı olumsuz etki dışında dünya nüfusunun 2025'de 8 milyara ulaşacağı ve gıda ihtiyacının %60 artacağı beklenmektedir (Aküzüm vd. 1999). Bu öngörülere göre artan dünya nüfusu ve gıda ihtiyacının karşılanabilmesi için su kaynaklarının kullanımı ile ilgili politikaların geliştirilmesi ve bunun kullanıcılar tarafından uygulanması gerekmektedir.

Bu gerekliliğin farkında olanlar su ile ilgili uluslararası toplantıların sayısında artış sağlamışlardır. 1992 yılında Su ve Sürdürülebilir Gelişmeler konusunda yapılan Dublin Konferansında, yine aynı yıl gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansında, 2000 yılında Hague'de ve 2003 yılında Koyota'da yapılan Dünya Su Forumlarında da suyun ekonomik bir meta olduğu sonucu çıkmıştır (Taş vd. 2008). Dolayısıyla suyun her bir damlasının boşa harcanmadan başta tarım sektörü olmak üzere her sektörde verimli bir şekilde kullanılması bir zorunluluktur.

Türkiye'nin coğrafik konumu, demografik yapılanması ve ekonomik istikrarında büyük öneme sahip olan tarım sektörü içinde sulu tarım, daha da büyük değer taşımaktadır (Kanber vd. 2005). Su kaynaklarının kısıtlı oluşu, sulama dışında çeşitli amaçlar için kullanımı ve bunlar için mevcut talebin devamlı artışı, suyun sulamada kullanımında tasarrufa gidilmesini gerektirmektedir (Çakmak vd. 2005). Su talebinin yaklaşık %25'lik bir artışı sulama randımanını arttırarak karşılanabilir. Bu rakamın üzerinde bir artış olursa su ihtiyacının karşılanmasında ilave su kaynaklarının geliştirilmesi gerekli olacaktır (Aküzüm vd. 1999).

Büyük yatırımlar yapılarak gerçekleştirilen sulama projelerinin ana amacı, ekonomik ve sosyal boyutta çiftçi refahını en üst düzeye ulaştırmaktır. Ancak gerçekleştirilen sulama projelerinin hedeflenen amaca ulaşmadığı ve birçok projenin kendi potansiyelinin altında işletildiği yaygın bir gözlemdir. Günümüzde birçok ülkede mevcut sulama

projelerinin rehabilitasyonu, işletme ve bakımı ile devlet sulama işletmelerinin çiftçi organizasyonlarına devri konularında önemli çalışmalar yapılmaktadır (Beyribey ve Tatlıdil, 1999). Bu sebeple DSİ, 1993 yılı itibariyle sulu tarımda verimliliği artırmak ve devlet üzerine gelen yükü azaltmak amacıyla katılımcı sulama yönetimi çalışmalarına hız vermiş, 2007 yılı sonunda çeşitli kuruluşlara (Köy Tüzel Kişiliği 227, Belediye 154, Kooperatif 92, Diğer 6) devrettiği sulama tesisi sayısı 831'e ulaşmıştır. DSİ bu tesislerden 352 (%42.4) adet ile en fazlasını sulama birliklerine devretmiştir (Anonim 2007a). Bu birlikler hizmet alanında su dağıtımı görevini yürütmektedir.

Birçok ülkede ve Türkiye'de Sulama Birliklerinin kurulmasının ve su kullanıcıların yönetimde yer almalarının sulama sistem performansını olumlu yönde etkilediği yapılan çalışmalar sonucunda ortaya çıkmıştır. Örneğin Murray-Rust and Svendsen (2001), Gediz Havzasında incelenen Sulama Birliklerinin devirden sonraki 4 yıl içerisinde sulama performansında çok azda olsa bir gelişme olduğunu ve bununla birlikte sulanan alan ile verimde artış gözlemlendiğini belirtmişlerdir.

Sulama yönetimi, tarımsal üretim için mevcut kaynakların ekonomik bir şekilde kullanılmasını amaçlamaktadır. Sulama yönetimini gerçekleştiren bir Sulama Birliğinin başarısı ise mevcut koşullara uygun bir sulama planlaması ile su dağıtım programının yapılması ve adil bir şekilde uygulanmasına bağlıdır (Beyribey vd. 2003). Bu başarıda birlikte çalışan mühendis, sulama teknisyeni ve işçilerin bilgi, beceri ve sulayıcılarla olan ilişkileri büyük önem taşımaktadır. Bunun yanında sulamanın amacına uygun olabilmesi için kontrollü bir şekilde yapılması, sulama zamanının ve verilecek sulama suyu miktarının bitkide stres yaratmayacak şekilde düzenlenmesi yani sulama zaman planlanmasının yapılması gerekir (Kodal 1993). Çiftçilerin de Birlik yönetimi ile birlikte hareket etmesi uygun bir sulama yönetiminden beklenen faydanın elde edilmesine katkıda bulunmuş olacaktır.

Çiftçilerin, Birlik yönetimi ile birlikte hareket etmesi ve gelişen tarımsal teknolojiyi kabul edip uygulaması, örnek bir çalışmanın anlatılmasından çok arazide uygulamanın gösterilmesine bağlıdır. Arazide gerçekleştirilen çalışmaları ve sonucunda üretilen

ürünlerin kalite ve miktarını gören çiftçiler bunu kendi arazilerinde gerçekleştirip başarılı oldukça yeniliklere açık, kendine ve uygulamayı gösteren konunun uzmanlarına olan güvenleri artacaktır.

Bu çalışmada, Salihli Sağ Sahil Sulama Birliği üyesi olan çiftçilerin sulama konusundaki bilgi ve deneyimlerinin belirlenmesi, Birlik yönetiminin mevcut su dağıtım çalışmalarının değerlendirilmesi, mevcut su dağıtımının koşullara ve bilimsel esaslara uygun su dağıtım planı ile karşılaştırılarak önerilerde bulunulması amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bu bölümde, çalışmanın özünü oluşturan **sulama yönetimi** (tarımsal su yönetimi), yönetime projedeki amaçlara ulaşma konusunda yardımcı olan **izleme-değerlendirme** ve yönetimin amacına ulaşıp ulaşmadığını gösteren **sulama sistem performansı** ile ilgili önce tanımlar ardından da yapılan çalışmalar özetlenmiştir.

Geleceğe yönelik sulama etkinliğinin artırılmasında en önemli araç; verimli bir tarımsal üretim, uygun araştırma tekniklerini içinde barındıran, gelişmiş sulama teknolojisini kullanan ve etkin bir bilgi sistemine sahip sulama yönetimidir. Sulama yönetimi, doğru zamanda bitki kök bölgesine gereken miktarda suyun verilmesi için gerekli tüm faaliyetler, işlemler ve fonksiyonlar biçimde tanımlanabilir (Değirmenci 2008). Sulama yönetimi çalışmaları, sulama mevsiminden önce genel sulama planlaması yapılmasını, sulama mevsiminde su dağıtımı programlarının hazırlanması, uygulanması ve izlenmesini, sulama sezonu sonrasında da değerlendirme çalışmalarını kapsamaktadır (Eminoğlu 2007).

Sulama sistemlerinin fonksiyonel durumda bulunması, bu sistemlerin işletilmesi, bakımı ve yönetimi ile yakından ilgilidir. Yönetim**;** fiziki tesislerin işletilmesinden bakımına, çiftçilerin su taleplerinin belirlenmesinden su dağıtımının organizasyonuna, su ücretlerinin belirlenmesinden toplanmasına kadar uzanan geniş bir yelpazeyi içerir ve sulama sisteminin hangi seviyede (sulama suyunun kaynağı, ana kanal, yedek kanal, tersiyer kanal), hangi kurum, kuruluş veya örgüt tarafından idare edileceğini belirtir. İşletme; suyun sağlanması, depo edilmesi, regüle edilmesi, tahsisi, iletimi, dağıtımı, uygulanması ve fazla suyun drene edilmesi işlemlerinin yapılmasını, bu arada sosyoloji, ekoloji, tarım, mühendislik gibi tüm ilgili disiplinlerin iyi bir şekilde entegrasyonunun sağlanmasını ifade eder. Bakım ise; fiziksel altyapının devamlılığı ve yüksek randımanından emin olmak için işletmenin düzenli performansının sağlanmasını belirtir (Aküzüm ve Kodal 1994).

Sulamanın amacına uygun olabilmesi için kontrollü bir şekilde yapılması, sulama zamanının ve verilecek sulama suyu miktarının bitkide bir stres yaratmayacak şekilde düzenlenmesi yani sulama zaman planlanmasının (sulama programlamasının) yapılması gerekir. Sulama zamanı mevcut su kaynağının kapasitesinin yeterli yada kısıtlı olmasına göre farklılık gösterebilir. Eğer su kaynaklarının kapasitesi yeterli ise toprakta bitki kök bölgesindeki su miktarı, bitkinin strese gireceği düzeye düşmeden sulama yapılmalıdır. Su kaynakları kapasitesinin yetersiz olduğu koşulda ise ya daha az alan sulanacak, ya da kısıntılı sulama yapılacaktır (Kodal 1993). İşletmede birden fazla bitki yetiştirilmesi düşünüldüğünde, işletme gelirinin maksimum düzeye çıkartılabilmesi için bitkilerin suya duyarlılığına göre bazı bitkilere yeterli su, bazı bitkilere ise kısıtlı su verilebilir. Bu durumda kısıntılı sulama koşullarında optimum bitki deseninin (hangi bitkilerin yetiştirilmesi ve hangi bitkiye hangi oranda su verilmesi gerektiğinin) belirlenmesi gerekir, bu amaçla doğrusal veya doğrusal olmayan programlama tekniklerinden yararlanılabilmektedir (Kodal 1996).

Sulama şebekelerinin planlama, tasarım, uygulama ve izleme-değerlendirme aşamaları ile uyum göstermeyen bir su yönetimi, bir çok sorunun ortaya çıkmasına neden olmanın yanında, tarımın sürdürülebilirliliğini de tehdit etmektedir. Bu nedenle son yıllarda sulama şebekelerinin etkin yönetimine ilişkin araştırmalara önem verilmiştir (Beyribey vd. 1997a).

İzleme ve değerlendirme proje olgusunun önemli unsurlarındandır. İzleme genellikle; proje yönetimi tarafından her kademede girdi dağıtımları, iş takvimi, hedeflenen çıktılar ve diğer gerekli faaliyetlerin planlanan şekilde yürütülmesini sağlamak için devamlı veya belirli zaman aralıklarında gözlem yapılması ve bilgi toplanması şeklinde tanımlanabilir. İzleme, proje yönetiminin bir parçasıdır ve ana amacı tüm düzeylerdeki proje yönetici ve işletmelerine geriye bilgi akışını sağlayarak etkin ve randımanlı bir proje performansını gerçekleştirmektir. Değerlendirme ise; izlemenin tersine daha çok öğrenme ve problem çözme aracıdır. Değerlendirme; sistematik ve objektif olarak proje faaliyetlerinin uygunluk, etkinlik ve yarattığı sonuçların belirlenmesi ve hedeflerle kıyaslanması işlemidir. Bu hala yürütülmekte olan faaliyetlerin iyileştirilmesi ve

yönetim kademelerine geleceğe yönelik planlama, programlama ve karar verme yönünden yardımcı olunması işlemidir şeklinde tanımlanır (Beyribey 1995).

Beyribey ve Şahin (1990), Konya-Alakova sulama alanında 1989 yılı sulama sonuçlarının bilgisayar yardımı ile izleme ve değerlendirilmesi amacı ile yaptıkları çalışmada, sulama alanında çiftçilerin uyguladığı sulama suyu miktarı ve sulama tarihlerini göz önüne alarak sulama zamanı planlamasını CROPWAT paket programı yardımı ile elde etmişlerdir. Ayrıca 1989 yılı meteorolojik verileri ile bitki su tüketimleri ve şebekeye çekilmesi gerekli su miktarını hesaplayarak mevcut çekilen su miktarı ile karşılaştırmışlardır.

Murray-Rust and Snellen (1993), şebekelerdeki izleme ve değerlendirme çalışmalarının çok miktarda veriye ve uzun zamana ihtiyaç duyulduğunu ve ekonomik bir izleme-değerlendirme yapabilmek için sadece ihtiyaç duyulan verilerin toplanması ve değerlendirilmesi gerektiğini bildirmişlerdir.

Beyribey ve Çakmak (1996), performansı, planlamada öngörülen hedeflerin gerçekleşme oranı olarak tanımlamaktadırlar. Toprak ve su kaynaklarından etkin bir şekilde yararlanmanın ancak mevcut kullanımı bilmek (izleme) ve dar boğazları ortaya koyup çözüm üretmekle (değerlendirme) mümkün olabileceğini ifade etmişlerdir.

Beyribey vd. (1997d) yaptıkları çalışmada özetle, izleme-değerlendirme çalışmalarında iklim faktörlerinin uzun yıllar ortalaması ile hesaplanan bitki su tüketimi değerleri kullanılarak ve o yıla ilişkin yağış değerleri yardımıyla sulama suyu ihtiyacının tahmin edilmesinin yararlı olacağını belirtmişlerdir.

Gündoğdu vd. (2001), Devlet Planlama Teşkilatı tarafından desteklenen çalışmalarında, GIS ortamında sulama projelerinin izlenmesi ve değerlendirilmesi bilgi sistemi ve bu sisteme ilişkin bir model tanıtmaya çalışmışlardır. Yürütülen çalışmada, coğrafi bilgi sisteminin temelini oluşturan veri tabanlarının, sulama projelerinin izlenmesi ve değerlendirilmesinde kullanılabilir olması amacıyla, grafik, alfa sayısal ve sayısal

verilerin nasıl bir organizasyon içerisinde işlenebileceği, sonuca ulaşmada gerekli sorgulamalar neler olacağı gibi konulara açıklık getirilmiştir. Sonuç olarak kısa adı SUGIS olarak tanımlanan bu model vb. geniş bilgi sistemlerinin, DSİ ve devredilen sulama projelerinin daha verimli çalışabilmesi için hiç zaman kaybetmeden sulama yönetimi içerisinde kurumsallaştırılması gerektiğini bildirmişlerdir.

İnce vd. (2001), DSİ tarafından inşa edilerek işletmeye açılan ve devredilen sulama tesislerinde izleme ve değerlendirme çalışmalarının önemini araştırmışlardır. İzleme çalışmalarının, sulama tesislerinin fiziksel ve mali durumları hakkında bilgi sağlamakta olduğunu, değerlendirme çalışmalarının ise, faaliyetlerin sonuç ve başarıları ile olumsuz yönlerinin kritiği ve analizini amaçladığını belirtmişlerdir. İzleme ve değerlendirme sisteminin aynı zamanda sulama ile ilgili çeşitli kuruluşlar arasında işbirliği ve koordinasyonun sağlanması açısından önemli rol oynaması gerektiğini, yönetim mekanizmasının problemlerin belirlenmesi ve çözümü için atacağı adımlarda izleme ve değerlendirmeden gelen bilgilerin uygun şekilde ana göstergeler haline dönüştürülmesinin büyük önem taşıdığını, geri beslemede karşılaşılan güçlüklerin giderilebilmesi ve bilgisayar ortamındaki veri transferinde hataların önlenmesinin gerekliliğini savunmuşlardır.

Sulama sistemlerinin performansı, planlamada öngörülen hedeflerin gerçekleşme oranı olarak tanımlanır. Sulama sistemlerinin performanslarının değerlendirilmesi konusunda çalışmaların büyük çoğunluğu performans kriterlerinin tanımlanması, parametrelerin analizinde kullanılabilecek tekniklerin belirlenmesi ve ortak karşılaştırılabilir göstergelerin seçilmesiyle ilgilidir. Sulama sistemlerinin performanslarının belirlenmesine yönelik birbiri ile ilişkili olan göstergeler, suyun kaynaktan bitki kök bölgesine kadar iletim, dağıtım ve uygulama işlemlerini içeren su kullanım etkinliği, tarımsal faaliyetleri kapsayan tarımsal etkinlik ve sulu tarımın sürdürülebilirliği faaliyetlerini içeren ekonomik, sosyal ve çevresel etkinlik göstergeleridir (Beyribey 1997).

Uphoff (1986), sulama organizasyon yapısındaki öncelik, tarla seviyesine kadar tüm sulama sisteminin aynı kurumca yönetilmesidir. Ancak, uygulamada su kullanıcılar, tarla içi kanalları düzeyinde karar alma, kaynak hareketliliği, haberleşme ve uzlaşmazlıkların çözümü gibi dört temel organizasyon aktivitesinde yer alabilmektedir. Kullanıcılarca yönetilen sistemlerde kurum personeli yüksek düzeyde destekleyici rol oynarken temelde sorumluluğun çiftçilerde olduğunu belirtmiştir (Koç 1997).

Chamber (1988), sulama yönetiminde yapılacak iyileştirmelerde, sulamanın sadece teknik bir yatırım değil, aynı zamanda bir yönetim organizasyonu olduğu görüşü temel alınmalıdır. Böyle bir düzenleme organizasyon teorisinin kurallarını, toplum psikolojisi ve kamu yönetimi gibi disiplinleri kullanmayı gerektirmekte olduğunu belirtmiştir (Koç 1997).

Aryal (1991), Nepal'de sulama yönetiminde karşılaşılan sorunları kurumsal, teknik ve tarımsal olarak üç grupta toplamış ve kötü sulama yönetiminin sulama randımanının düşmesine, verimin azalmasına, çiftçiler arasında işbirliğinin yok olmasına yol açtığını belirtmiştir (Koç 1997).

Svendsen and Nott (1996), sulama projelerinin yönetim sorumluluğu yakın zamana kadar devlet birimlerinde iken, günümüzde büyük çoğunluğunun yönetimi kooperatifler, muhtarlıklar, belediyeler ve sulama birlikleri gibi yönetimde çiftçilerin de bulunduğu kurumlara devredilmiştir (Tahmaz 2006).

Koç (1997) kamu kurumunca (DSİ) işletilen ve Büyük Menderes havzasında yeralan Işıklı, Irgıllı, Çürüksu, Sarayköy, Nazilli, Akçay, Aydın ve Söke sulamaları işletme alanlarında gerçekleştirdikleri çalışmada, sulama şebekelerinde işletme-bakım ve yönetim (İBY) etkinliklerini belirlemek ve su kullanıcıları temel alan yeni organizasyon modellerini geliştirmeyi amaçlamışlardır. Araştırmada İBY fiziksel, ekonomik ve kurumsal etkinlik göstergeleri ile incelenmiş ve sonuç olarak, havza sulama şebekeleri etkinlik göstergeleri istenen düzeyde gerçekleşmemiş, oldukça farklı ve geniş bir dağılım göstermiştir. Bu nedenle, sulama şebekelerinin etkinliklerini iyileştirmek,

fiziksel, ekonomik ve kurumsal sürdürülebilirliklerini sağlamak için Sulama Birlikleri gibi su kullanıcılığını temel alan organizasyonlara devredilmesini önermişlerdir.

Ülkemizdeki sulama tesislerinin işletmeci organizasyonlara devir işlemindeki asıl amaç, devlet tarafından inşa edilen tesislerin kullanıcılarca benimsenmesi, işletme bakım ve onarım ile su yönetim hizmetlerine kullanıcıların aktif olarak katılımlarının sağlanması ve böylece sulama işletmeciliğinin devlete getirdiği yükün azaltılmasıdır (Beyribey vd. 2003).

Birçok ülke su kullanım etkinliğini arttırıcı ve tasarruf sağlayıcı önlemler almaya başlamıştır. Bu amaçla kullanıcıların, sulama şebekesinin işletilmesi ve yönetimi konusunda söz sahibi olduğu, "Katılımcı Sulama Yönetimi" benimsenmiştir. Sistemlerin işletim, bakım, yönetimi ve su ücretlerinin toplanması sorumluluklarını, Su Kullanıcıları Birliği olarak adlandırılan Sulama Birliklerine veren, "Sulama Sistemlerinin Devri" yaklaşımı ortaya çıkmıştır (Erdoğan 2001).

Anonymous (1999)'da "Sulama Yönetimi Devri" terimi, sulama projeleri yönetimi, sorumluluk ve otoritesinin devlet birimlerinden özel organizasyonlara devredilmesi anlamını taşımaktadır. Yönetim fonksiyonlarının tamamının veya bir kısmının devrini içermektedir. "Katılımcı Sulama Yönetimi" terimi "Sulama Yönetimi Devri" ile karıştırılmamalıdır. İkisi farklı anlamdadır. Katılımcı sulama yönetimi, su kullanıcılarının sulama yönetiminde yer almalarını ifade etmektedir (Tahmaz 2006).

Kumbaroğlu (2004), Sulama Birliği terim olarak aynı su kaynağını veya aynı su yolunu kullanan, mevcut suyun ve tesislerin en etkili kullanılması için işletme-bakım, onarım, iyileştirme ve yönetim sorumluluğunu üstlenen ve kendi kendilerini yöneten çiftçilerin (sulayıcıların) oluşturduğu bir kuruluş olarak tanımlanmaktadır. Bu şekildeki bir tanımlama dar anlamda ya da tek amaçlı birliği ifade etmektedir. Daha geniş anlamı ile ya da çok amaçlı sulama birliği ise; sulama ile ilgili sorunları kontrol altına almış, tesislerin bakımı ve suyun programlı şekilde dağıtımını rutin olarak yapar hale gelmiş, üyelerinin kredi, eğitim, pazarlama, tohum, ilaç gibi tarımsal girdileri sağlama ve

onların ekonomik ve sosyal refahını geliştirme görevini de üstlenen demokratik bir kuruluştur . Ülkemizde kurulan sulama birliklerinin dar anlamda sulama birliği tanımına daha uygun olduğunu belirtmiştir.

DSİ Genel Müdürlüğü işletmeye açtığı tesisleri Sulama Birliklerine devrederek, tesislerdeki bakım onarım masraflarının devlete getirdiği yükü azaltmış, sulama oranı, sulama randımanı ve tahsilat oranının artmasına öncülük etmiştir. Ancak devir ile elde edilen bu olumlu gelişmeler istenilen düzeye ulaşamamıştır (Beyribey and Çakmak 2004). DSİ, 1993 yılı itibariyle sulu tarımda verimliliği artırmak ve devlet üzerine gelen yükü azaltmak amacıyla katılımcı sulama yönetimi çalışmalarına hız vermiş, 2007 yılı sonunda çeşitli kuruluşlara (Köy Tüzel Kişiliği 227, Belediye 154, Kooperatif 92, Diğer 6) devrettiği sulama tesisi sayısı 831'e ulaşmıştır. DSİ bu tesislerden 352 (%42.4) adet ile en fazlasını sulama birliklerine devretmiştir (Anonim 2007a).

Kloezen *et al.* (1998), Meksika'nın, sulama sistemlerini devlet yönetiminden, özel organizasyonlara devretmeyi başarmış bir çok ülkeden biri olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar sulama yönetiminin devriyle, çiftçilerin kontrolü ellerine almalarının, onları işletme performansını geliştirmeye teşvik ettiği, sulama yönetim transferinin sulu tarımın faydalarını arttırdığı ve tahsilat oranını yükselttiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca çiftçilerin sulama planlaması ve işletme üzerindeki kontrollerinin artmasının daha güvenilir ve uygun sulama hizmetlerinin dağıtımı ve daha yeterli hizmet hedefleyen yönetim değişikliklerinin oluşmasına yardımcı olduğunu belirlemişlerdir (Şener 2004).

Johnson (1998), devlet yönetimindeki işletmelerin su kullanıcı birliklerine devredilmesi gerektiğini ve böylece devlet yatırımları için ekonomik kazancın devamlılığının sağlandığını bildirmiştir. Kullanıcı gruplarının bakım hizmetlerini üzerlerine almaları, alt yapının ve sürdürülebilirliliğin garantisi için gerekli olduğunu belirtmiştir (Şener 2004).

Clemmens *et al.* (2000), sulu tarım sisteminin performansı ile ilgili bulgular üzerinde duran disiplinler arası bir ekibin, Arizona'daki bir sulama alanında, Sulama Yönetimini

Geliştirme Programının bir parçası olan Detaylı Teşhis Analiz yöntemini kullanarak; su kullanımının, toprağın sürdürülebilirliği, sulama yöntemi ve su dağıtım sistemi ile yeni teknolojilerin transferi ve uyumuyla ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.

Çetin vd. (2001), en önemli tarımsal uygulamalardan biri olan sulamada, fiziki tesislerin inşası yanı sıra, sulama şebekelerinin etkin yönetiminin tarımın sürdürülebilirliği açısından son derece önemli olduğunu belirtmişlerdir. Şebekelerin doğrudan devlet eliyle yönetiminin, dünyada olduğu gibi Türkiye'de de başta işletme ve bakım masrafları olmak üzere ulusal bütçeye sıkıntı vermeye başladığı, işletme bakım masraflarının %73 gibi büyük bölümünün de personel, enerji ve ulaşımın oluşturduğu ifade edilmiştir. Araştırmacılar bu güne kadar DSİ'ce işletmeye açılan sulama alanın %70'i (1.54 milyon hektar) kullanıcıların oluşturdukları birlik, kooperatif yada belediyelere devir edilmiş, kullanıcılara devir edilen sulama şebekelerinde DSİ'ye göre sulama oranının %41'den %71'e, tahsilat oranının ise %42'den %95'lere kadar yükseldiğini belirtmişlerdir.

Murray-Rust and Svendsen (2001), Gediz Havzasında incelenen Sulama Birliklerinin devirden sonraki 4 yıl içerisinde sulama performansında çok azda olsa bir gelişme olduğunu ve bununla birlikte sulanan alan ile verimde artış gözlemlendiğini belirtmişlerdir.

Yercan (2003), sulama projelerinin işletme bakım ve yönetim sorumluluğunun devri ve katılımcı sulama yönetimi konusunda Gediz havzasında yaptığı çalışmasında; karar verme sürecinde çiftçi katılımını belirlemiş, devir öncesi ve sonrasında sulama faaliyetleri arasındaki farklılıkları araştırmış ve sonucunda devir çalışmalarının önemli ölçüde başarılı olduğu kanaatine varmıştır. Devir çalışmaları ile kamunun bütçe açıklarından ve sulama projelerinin gelecekteki bazı yatırımlarından kurtulduğunu belirtmiştir.

Svendsen and Huppert (2003), yaptıkları çalışmanın sonucunda, sulama sistemlerinin bakımının en iyi şekilde yapılabilmesi için sulama sisteminin, teknik, ekonomik ve

kurumsal zorunlulukların bir çerçeve seti halinde çalıştırılan bir disiplin olması gerektiğini savunmuşlardır.

Ünal vd. (2004), 2001 yılında Menemen Sol Sahil Sulama Sisteminde yürüttükleri araştırmada, sulama suyu kaynakları, sulama tarihleri, sayıları ve gün içindeki sulama zamanları saptanmış ve çiftçilerin su dağıtımına karşı tepkileri, geleceğe ilişkin kaygı ve beklentileri belirlenmiştir. Çiftçiler, su dağıtımında eşitlik, güvenilirlik ve yeterlilik bakımından sistemdeki yönetsel ve yapısal sorunlara işaret etmişler, sistemde su dağıtım ve bakım hizmetlerinin iyileştirilmesi, su yetersizliği ve kirliliğine karşı önlem alınmasını istemişlerdir. Tüm bu sonuçlar, sistemin su dağıtım performansını iyileştirecek sürdürülebilir bir su yönetimi için; çiftçi görüşlerinin de dikkate alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Bhatta *et al.* (2005), Khageri Sulama Sistemini çalışma alanı olarak seçmişler ve burada devir öncesi (kamu yönetimindeki sulama sistemi) ve devir sonrası (çiftçi yönetimindeki sulama sistemi) durumu karşılaştırmışlardır. Çalışma ekibi, çiftçi yönetimindeki sulama sisteminde suyun dağıtımındaki adalet ve kanallardaki sızma kayıplarının büyük ölçüde iyileşme gösterdiğini belirtilmişlerdir.

DSİ ve Sulama Birliklerinin büyük bir çoğunluğu tarafından uygulanan çiftçi talebine dayalı planlı su dağıtımı çalışmalarında iki farklı sulama suyu kullanım ücreti yöntemi uygulanmaktadır. Bitki-alan esaslı sulama suyu ücretinin belirlenmesinde çiftçi sezon boyunca ölçüsüz sulama yaparak “nasıl olsa parasını verdim istediğim kadar sularım” mantığını yada sefer sulama esaslı ücretlendirmede sezon boyunca sulama sayısının yarısı kadar su talep edip “6 seferde vereceğim suyu 3 seferde verip 3 sefer su parası öderim” mantığını benimsemiştir. Bunun sonucunda aşırı su kullanan çiftçi, bitki besin maddelerinin yıkanması, tuzluluk ve drenaj problemleri ile verim azalmasından dolayı gelir kaybına uğramıştır (Beyribey ve Tekiner 2005).

Sulama amaçlı su kaynakları geliştirme projelerinin tarım sektöründe verimliliğin artması, ekonomik gelişmelerin hızlanması, kırsal alandan kentlere göçün azalması ve

istihdam sorununun çözümüne katkıda bulunması gibi çok önemli ekonomik ve sosyal fonksiyonlarının bulunduğu bir gerçektir. Günümüzde büyük emek ve harcamalarla gerçekleştirilen sulama projelerinin istenen hedeflere ulaşmadığı ve bu sistemlerin potansiyellerinin çok altında işletildiği çok yaygın bir gözlemdir. Bu nedenle bu yatırımlardan beklenen faydanın sağlanıp sağlanmadığı konusunda sulama yönetimini uyaracak bir izleme ve değerlendirme sistemine ve uygun performans göstergelerine gereksinim vardır. Bu amaçla uygun bir performans alt yapısı, ülke koşulları göz önüne alınarak uygulanabilecek pratik bir performans gösterge seti ve her ikisini değerlendirecek stratejik yönetimin oluşturulması gerekmektedir (Beyribey vd. 1995).

Beyribey (1989), DSİ tarafından 1965 yılında işletmeye açılan Konya-Alakova pompaj sulama alanında su dağıtım ve kullanım etkinliğini belirlemek amacı ile çalışmalar yapmıştır. Çalışma sonunda; su iletim randımanını %85 ve su uygulama randımanını %48.7 olarak belirlemiştir. Sulama şebekelerinde etkin su dağıtım ve kullanımını sağlamak için izleme ve değerlendirme çalışmalarına önem verilmesi gerektiğini vurgulamıştır.

DSİ tarafından 1969 yılında kısmen ve 1974 yılında tamamen işletmeye açılan Eskişehir-Çifteler Sulama İşletmesinde su dağıtım ve kullanım etkinliğinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, su iletim randımanı %86.94 ve su uygulama randımanı %59.50 olarak bulunmuştur (Alibiglouei 1991).

Albut ve Güngör (1996) İpsala-Altınyazı-Karasaz sulama şebekesinde su dağıtım ve kullanım etkinliğini belirlemek için yaptıkları çalışmada sulama şebekesinin fiziksel etkinliğinin belirlenmesi için yapılan ölçümlere göre su iletim randımanı %91.3 ve su uygulama randımanı %63.6 olarak bulunmuştur.

Beyribey (1997), depolama hacmi büyük olan veya yeterli su kaynağı bulunan, gerekli suyu akarsu ve göllerden sağlayan şebekelerde planlı su dağıtımının uygun olarak yapılmadığını ve toplam su temini oranının 1’den büyük, gölet gibi depolama hacmi küçük olan su kaynağından su alan şebekelerde ise toplam su temini oranının 1’den

küçük olduğunu belirtmiştir.

Çakmak (1997), Konya'da devredilen sulama şebekelerinde performansın değerlendirilmesi amaçlı yaptığı çalışmasında DSİ tarafından inşa edilen, işletilen ve devredilen IV. Bölge sulamalarından 501 hektardan daha büyük olan bazı şebekelerde su temini oranı ağırlıklı ortalama olarak net sulama suyu ihtiyacına göre 2.07, toplam sulama suyu ihtiyacına göre 1.23 ve ortalama sulama oranı %68'dir. Mali etkinlik oranı %6-61, tahsilat oranı da %15-96 olarak belirlenmiştir.

Öğretir ve Beyribey (1998)'in Eskişehir DSİ sulama şebekesinde sistem performansını değerlendirmek amacıyla yaptıkları çalışmada, ortalama olarak proje randımanı %55 aylık su temini oranı 4.1, yıllık su temini oranı 2.3, sulama oranı %48, karlılık oranı 2.9, mali etkinlik oranı %95, mali yeterlilik oranı %26, tahsilat oranı %83 ve sürdürülebilir sulama oranı ise %98 olarak belirlenmiştir.

Ülkemizde son yıllarda uygulanan devir çalışmaları ve 15 Sulama Birliğinde 1996 yılı sulama sonuçları dikkate alınarak su temin oranı net sulama suyu ihtiyacına göre 1.18-3.06, toplam sulama suyu ihtiyacına göre 0.60-1.79 ve sulama oranı %78 olarak belirlenmiştir (Beyribey vd. 1997c).

Beyribey vd. (1997b), DSİ tarafından işletilen sulama alanının %85'ini temsil eden 119 sulama şebekesine ilişkin aylık su temini oranları, sulamanın en yoğun olduğu Haziran, Temmuz ve Ağustos ayları için sırasıyla net su ihtiyacına göre ortalama 1.73, 1.86 ve 2.02, toplam su ihtiyacına göre ise ortalama 0.89, 0.95 ve 1.03 olarak belirlenmiştir.

Beyribey vd. (1997a), bu çalışmada, DSİ tarafından inşa edilen ve işletilen 21 bölgeye ait 21 sulama şebekesinde, 1984-1983 yılları itibariyle su kullanım göstergelerinden su temini oranı 0.58-2.41; tarımsal etkinlik göstergelerinden birisi olan sulama oranı %24-105; ekonomik, sosyal ve çevresel etkinlik göstergeleri olarak da karlılık oranı 1.7-9.6 ve sürdürülebilir sulama alanı oranı %97 olarak belirlemişlerdir.

Aral (1998) “Eskişehir Sol Sahil Sulama Şebekesinde Sulama Sistem Performansının Belirlenmesi” isimli çalışmasında, 1994 yılına ilişkin sulama sistem performansının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Araştırma alanında su kullanım etkinliği göstergelerinden su temini oranı, toplam sulama suyu ihtiyacına göre tersiyer bazında 1.45, şebeke bazında 1.30; su uygulama randımanı %68, iletim randımanı %92, dağıtım randımanı %82 ve toplam sulama randımanı %52, tarımsal etkinlik göstergelerinden, sulama oranı %50 ve üretim değeri oranı %88, ekonomik, sosyal ve çevresel etkinlik göstergelerinden mali etkinlik oranı %92, mali yeterlilik oranı %28, tahsilat oranı %60, ve sürdürülebilir sulama alanı oranı %100 olarak belirlenmiştir.

Kocabaş ve Girgin (1998), “Sulama Şebekelerinde Sistem Performansının Değerlendirilmesi” adlı çalışmalarında, DSİ tarafından inşa edilen ve işletilen I. Bölge sulama şebekelerinin 1984-1994 yıllarına ilişkin su kullanım, tarımsal ve ekonomik etkinlik göstergeleri hesaplamış ve sulama sistem performansını değerlendirmişlerdir. Aylık su temini oranı Penman-Monteith ve Blaney-Criddle yöntemleri için sulamanın en yoğun olduğu Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ayları için hesaplanmıştır. Şebekelerde, net ve toplam su temini oranları ortalama olarak, sırasıyla 1.7 ve 0.9, tarımsal etkinlik göstergesi olan sulama oranı %60 ve ekonomik etkinlik göstergesi olan tahsilat oranı ise %80’dir. Diğer taraftan ülke ortalama değerleri ise sırasıyla 2.0, 1.04, %66 ve %36’dır. Buna göre, I. Bölge sulama şebekeleri için hesaplanan ilk üç değer ülke ortalama değerlerine yakın, tahsilat oranı ise yüksektir.

Boyacıoğlu ve Beyribey (1998), Polatlı bölgesi şeker pancarı sulamalarında su kullanım etkinliğinin değerlendirilmesi amacıyla yaptıkları çalışmada, bölgedeki çiftçi ortalama 15 gün aralıkla 7 defa sulama yaparak her sulamada ortalama 140-150 mm su vermekte iken, optimum olarak hazırlanan sulama programında ise 10-12 gün aralıkla daha sık sulama yapılarak sulama sayısı 9-11'e çıkarılmış ve her sulamada 85-90 mm su verilmesi önerilerek, tüm vejetatif periyot boyunca ortalama 950 mm net su kullanımı 830 mm'ye düşürülerek, 120 mm'lik su tasarrufu sağlanabileceğini bildirmişlerdir.

Benli ve Beyribey (1998), Eskişehir sulamasının sulama sistem performansının değerlendirilmesi amacıyla 1994 yılında yaptıkları çalışmada, araştırma alanında su kullanım etkinliği göstergelerinden su temini oranı, toplam sulama suyu ihtiyacına göre tersiyer bazında 1.58, şebeke bazında 1.30, su uygulama randımanı %65, iletim randımanı %92, dağıtım randımanı %78 ve toplam sulama randımanı %46.6; tarımsal etkinlik göstergelerinden, sulama oranı %50 ve üretim değeri %88, ekonomik, sosyal ve çevresel etkinlik göstergelerinden mali etkinlik oranı %92, mali yeterlilik oranı %28, tahsilat oranı %60 ve sürdürülebilir sulama alanı oranı %100 olarak belirlenmiştir.

Avcı vd. (1999), Sekonder kanal düzeyinde su dağıtım eşitliği üzerine yaptıkları çalışmada, Menemen Sulamasında şebekenin baş, orta ve son kısmında yer alan parsellere kanallardan su dağıtımıyla ilgili farklılıkları belirlemek amacıyla gerekli bilgiler anket yoluyla toplanmıştır. Buna göre; suyun kanaldan tarlaya alınış şekli, sezon boyunca yapılan ve yapılması arzu edilen sulama sayıları, sulama aralıkları ve sulama sürelerine ilişkin bilgiler değerlendirilmiştir. Araştırma alanında yapılması arzu edilen ve gerçekte yapılan sulama sayısı arasında fark olmadığı belirlenmiştir. Şebekenin baş, orta ve son kısmında sulama aralığı aynı olup 20 gündür. Ancak, sulama süresi bakımından durum farklıdır. 1999 yılında sulama suyunda bir kısıt olmadığı halde, şebeke sonundaki parsellerin sulama süresinin (0.35 saat/da), şebeke başındakilere (0.66 saat /da) göre yaklaşık %47 oranında daha az olduğu saplanmıştır.

Uçan ve Yüksel (2000), DSİ tarafından 1975 yılında tamamen işletmeye açılan Kahramanmaraş Sulama Projesinde ovanın sulanması için yapılmış tesislerden optimum biçimde yararlanmaya ilişkin seçeneklerin araştırılmasını amaçlamışlar ve bu amaca uygun olarak su kullanım randımanlarının artırılması yönünden su iletim sistemlerinin geliştirilmesi, tarla içi su dağıtım sistemlerinin düzenlenmesi ve su dağıtım performansının belirlenmesine ilişkin ölçümler yapmışlardır. Yapılan ölçümler sonucunda sulama kanallarında su iletim randımanının ortalama %91, su uygulama randımanının ise ortalama %52 olduğunu belirten araştırmacılar, sulama sisteminde performans yönünden istenen seviyeye gelinmediğini, bunun için hedef ve kaynak kullanımını etkin kılacak yeni kurumsal düzenlemelere gerek olduğunu saptamışlardır.

Aküzüm vd. (2001) GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığınca yürütülmekte olan GAP Sulama Sistemlerinin İşletme, Bakım ve Yönetimi isimli proje kapsamında, pilot alan olarak seçilen Harran Ovasındaki Fırat Sulama Birliğinde planlı su dağıtımı çalışması uygulanmış, bitkilerin sulama suyu ihtiyaçları CROPWAT yazılımıyla hesaplanmış, bitki desenine göre sekonder kanal su ihtiyaçları haftalık bazda belirlenmiş kanalet veya sabit yüklü orifis kapasitesiyle karşılaştırılarak hangi dönemlerde kapasitenin yeterli olmadığına karar verilmiştir. Daha sonra tersiyer bazında on günlük rotasyon planı hazırlanmıştır. Rotasyon planı hazırlanırken, her çiftçinin arazisinin büyüklüğü ve bitki çeşidine göre parselini sulamak için kaç sifon kullanacağına ve sulamaya başlayacağı gün ve saat ile sulamaya son vereceği gün ve saatin belirlenmesine imkan sağlayan sifon-gün (veya sifon-saat) yaklaşımı kullanılmıştır.

Kodal vd. (2003), GAP Sulama Sistemlerinin İşletme, Bakım ve Yönetimi (MOM) isimli proje kapsamında, Harran Ovasında Fırat Sulama Birliği sulama alanında UY5 yedeğinde MOM ve SIMIS yaklaşımlı su dağıtım planlamasını irdelemişlerdir. Çalışma sonucunda gerek MOM yaklaşımı ve gerekse SIMIS yaklaşımı ile su dağıtım planlamasının yetersiz olduğu ve bu nedenle Sulama Zaman Planlaması Destekli ve İnteraktif Su Dağıtım Planlamasının (SZP D-İ SDP) esaslarını belirleyerek geliştirilmesi gerektiğini savunmuşlardır.

Akkuzu vd. (2003), “Menemen Sol Sahil Sulama Sistemi Su Dağıtımında Yeterliliğin ve Değişkenliğin Belirlenmesi” adlı çalışmalarında, Menemen Sol Sahil Sulama Sisteminin 1999 ve 2000 yılı sulama sezonlarına ilişkin su dağıtım performansını; sulama yoğunluk oranı (IİR), akış dağıtım oranı (FDR), su kullanım oranı (WUR), akış üniformluk oranı (FUR) ve akış güvenilirlik oranı (FRR) göstergeleri ile değerlendirmişler, sistemde su temininde yeterlilik durumunu gösteren IİR, FDR ve WUR değerleri her iki sulama sezonu için genel olarak 1’den küçük bulunmuştur. Bu durum, sistemde su kaynağının yetersiz olduğunu gösterir. Su temininde mekansal değişkenliği gösteren FUR ile zamansal değişkenliği gösteren FRR değerleri 1’den küçük çıkmıştır. Bu sonuç, gerçekleşen su dağıtımının üniformite ve güvenilirliğinin kötü olduğunu gösterir.

Tahmaz (2006), Asartepe Sulama Birliği'nde mevcut su dağıtım çalışmalarının değerlendirilmesi, yörenin toprak, iklim, bitki, mülkiyet, sulama sistemi, sulama yöntemi ve çiftçilerin özellik, talep ve kısıtlamalarını göz önüne alan planlı su dağıtım esaslarının belirlemesi ve SIMIS yazılımının bu amaçla kullanılıp kullanılmayacağının ortaya konması üzerine yaptığı çalışmada, sulama zaman planlamaları, proje alanında yetiştirilen domates, bağ, mısır, buğday ve yonca bitkileri için IRSIS paket programı ile yapılmış, sağ sahilde bulunan Y2 yedek kanalında Sulama Zaman Planlaması Destekli ve İnteraktif Su Dağıtım Planlaması (SZP D-İ SDP) çalışması gerçekleştirmiştir. Geliştirilen yaklaşım ile mevcut su dağıtım planlaması çalışmalarına göre yeterli ve kısıtlı su koşullarında adil su dağıtımı sağlandığı, bütün bitkiler için mevcut koşullara uygun sulama zaman planlarının göz önüne alınması nedeniyle aşırı su veya gereksiz strese neden olunmadığı, verim azalmasının ortaya çıkmadığı, mevcut suyun daha etkin kullanıldığı ve çevre sorunlarına yol açılmadığı, bitkilerin su-verim ilişkileri göz önüne alındığından kısıtlı su koşullarında aynı suyla daha fazla verim alınabildiği, çiftçiler arasında verim azalmasının adil olduğu, toplam su kaybının minimumda tutulduğu belirlenmiştir.

Değirmenci (2001a), "Devredilen Sulama Şebekelerinin Karşılaştırma Göstergeleri ile Değerlendirilmesi" adlı çalışmasında, sulama sistemleri arasında sulama performansının karşılaştırılmalı analizini sağlayan ve Uluslararası Su Yönetimi Enstitüsü (IWMI) tarafından geliştirilen, şebeke alanı brüt üretim değeri (ŞABÜD), sulanan alan brüt üretim değeri (SABÜD), saptırılan suya karşılık brüt üretim değeri (SSKBÜD), bitki su ihtiyacına karşılık brüt üretim değeri (BSİKBÜD), su temini oranı (STO) ve sulama oranı (SO) göstergeleri 1998 yılı sulama çalışmalarına göre, Sulama Birliklerine devredilen 158 sulama şebekesine uygulanmış ve sistem performansları değerlendirmiştir. Çalışma sonucunda devredilen sulama şebekelerinde ŞABÜD 144-8349 $/ha; SABÜD 190-14843 $/ha; SSKBÜD 0.02-1.84 $/$m^3$; BSİKBÜD 0.04-3.02 $/$m^3$; STO 0.91-7.15 ve SO ise %4-100 olarak belirlenmiştir.

Değirmenci (2001b) farklı bir çalışmasında, sistem performansını belirlemek amacıyla Uluslararası Su Yönetimi Enstitüsü (IWMI) tarafından geliştirilen karşılaştırma göstergelerini bu sefer bir sulama şebekesinde yıllara göre değerlendirmiştir. Çalışma

sonunda, Bursa-Ulubat sulama şebekesinde 1992-1998 yılları itibariyle fiilen sulanan alan brüt üretim değeri (FSABÜD) 2857-4415 $/ha, proje alanı brüt üretim değeri (PABÜD) 1070-1583 $/ha, saptırılan suya karşılık brüt üretim değeri (SSKBÜD) 0.31-0.50 $/$m^3$, bitki su tüketimine karşılık brüt üretim değeri (BSKBÜD) 0.58-1.09 $/$m^3$, toplam su temin oranı (STOt) 1.20-1.48, net su temin oranı (STOn) 1.77-2.19, su dağıtım kapasitesi (SDK) %2.1-3.0 ve yatırımın geri dönüşüm oranı (YGDO) %93-293 olarak belirlenmiştir.

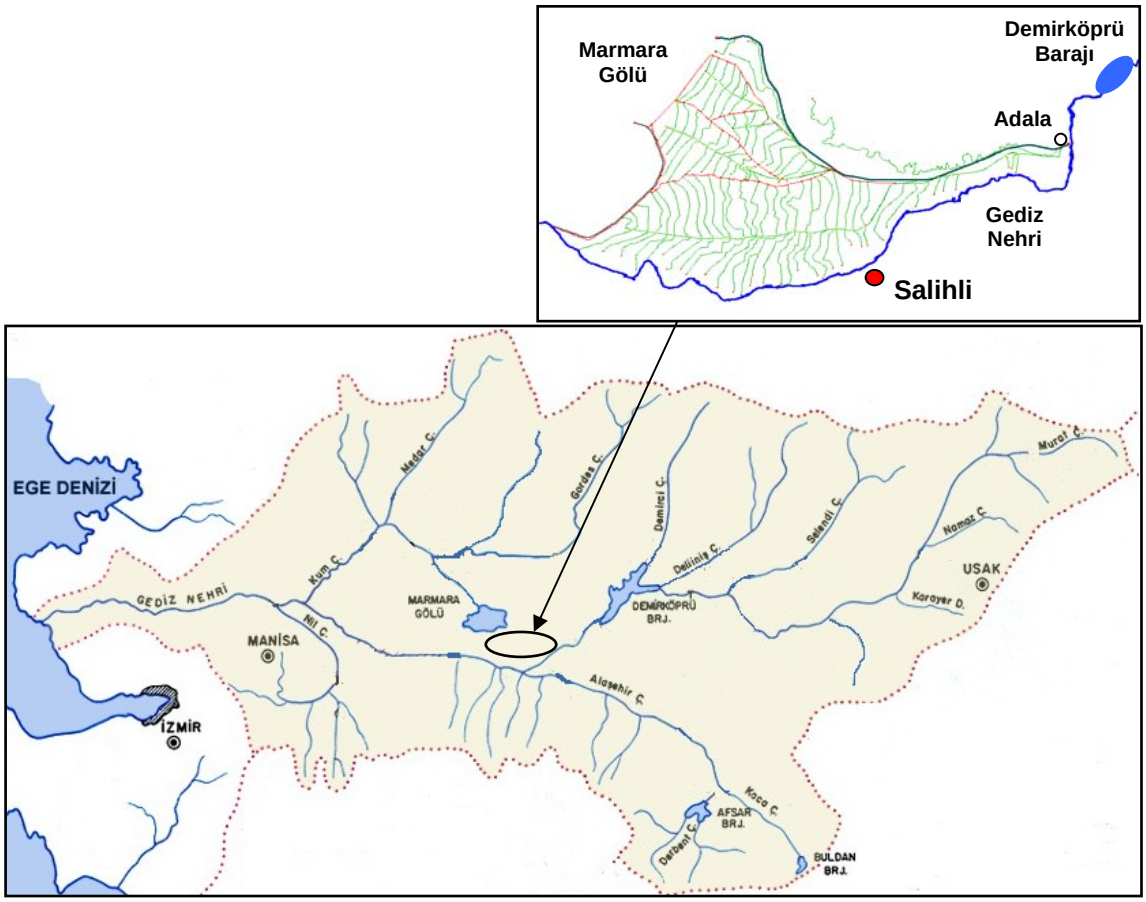
Sulama şebekelerinin sistem başarılarının değerlendirilmesinde altı karşılaştırma göstergesi, 1997-2001 yılları sulama sonuçlarına göre, Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) içinde yer alan 12 sulama şebekesine uygulanmış ve sulama sistem performansı değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda, bitki su gereksinimine karşılık eşdeğer brüt üretim değeri 0.45-2.92 $/$m^3$, su temin oranı 1.00-5.90 ve sulama oranı %7-100 olarak bulunmuştur. Yapılan varyans analizleri sonucunda, fiilen sulanan alan eşdeğer brüt üretim değeri, saptırılan suya karşılık eşdeğer brüt üretim değeri, bitki su gereksinimine karşılık eşdeğer brüt üretim değeri, su temin oranı bakımından projeler arasında istatistiksel açıdan fark önemsiz, proje alanı eşdeğer brüt üretim değeri ve sulama oranı bakımından ise fark önemli bulunmuştur. Etkin ve verimli bir sulama yönetimi için, tüm ilgi gruplarını içine alan bir izleme ve değerlendirme bilgi sisteminin oluşturulması ve sulama planlamasının yapılması gerekmektedir (Değirmenci vd. 2003).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Coğrafik konum

Dijital haritadan incelenen araştırma alanı, Ege Bölgesinde Gediz Havzası içerisinde, 38° 30' – 38° 37' Doğu Boylamları ile 28° 00' – 28° 16' Kuzey Enlemleri arasında, Manisa ili Salihli ilçe sınırları içerisinde yer alan Salihli Sağ Sahil Sulama Birliğinin sorumlu olduğu alandır (Şekil 3.1). Birliğin sulama alanı, ilçe merkezinin kuzey batısında yer alan Adala Belediyesinden başlayıp Gediz nehri ile sınırlanıp ilçe merkezinin kuzey batısında bulunan Marmara Gölüne kadar devam eden bölgeyi kapsamaktadır.



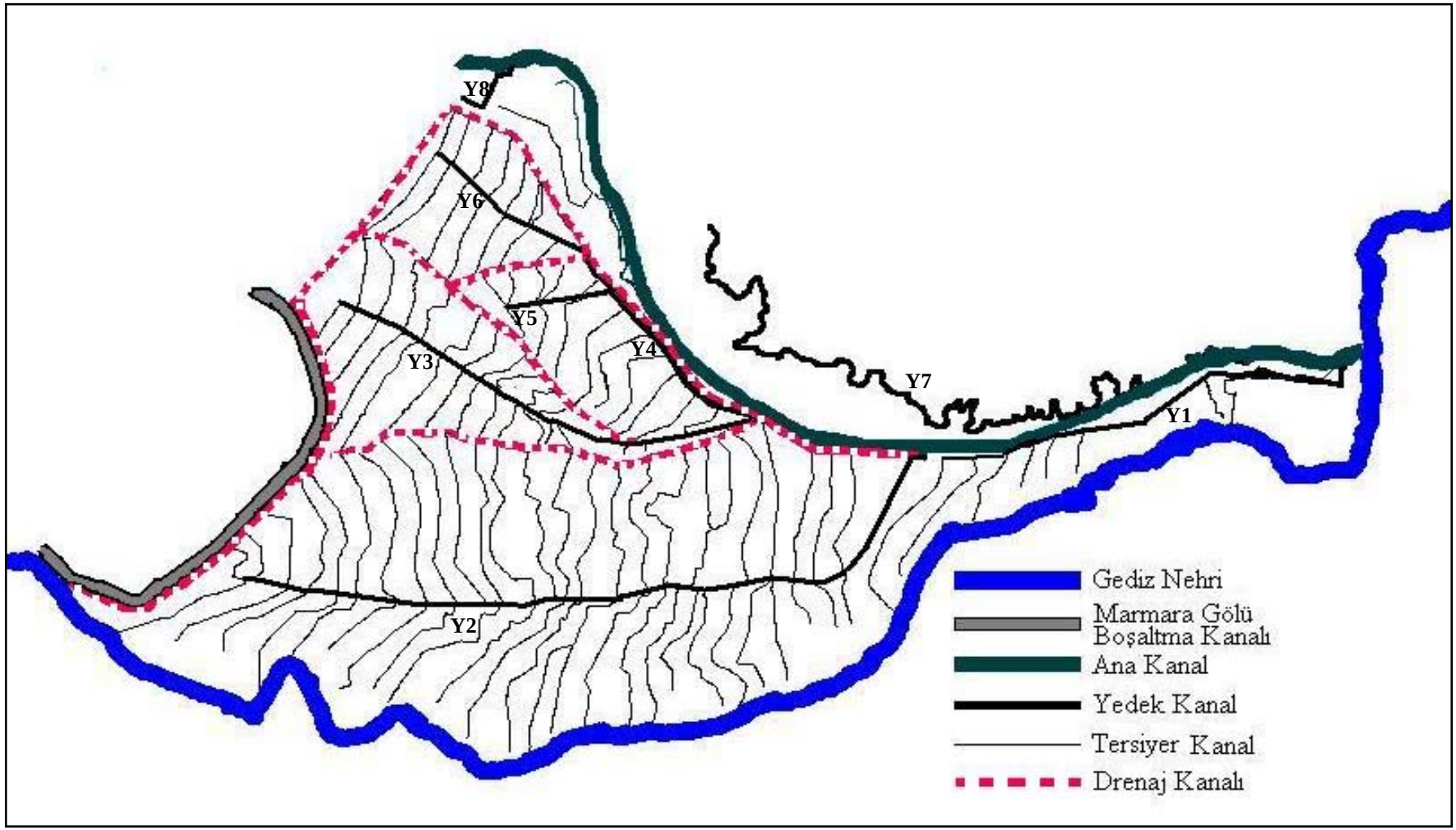
Şekil 3.1 Araştırma alanının konumu

3.1.2 Sulama şebekesi

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından inşa edilen ve Gediz havzası içerisinde yer alan Salihli Sağ Sahil Sulama Birliği, tesisleri 1994 yılında Devlet Su İşlerinden devralmış ve ilk sulamasını 1995 yılında gerçekleştirmiştir. Sulama şebekesi eski bir şebeke olup inşaatına 1933 yılında başlanmış, 1942 yılında kısmen, 1963 yılında ise tamamı işletmeye açılmıştır. Bu tarihte toprak dolgu olan tersiyer kanalların betonlanması 1968 yılında tamamlanmıştır. Tahliye kanallarının derinleştirilmesi işi ise Aşağı Gediz projesi kapsamında ele alınmış, 1982 yılında başlayan çalışmalar 1984 yılında tamamlanmıştır (Şekil 3.2).

Su kaynağı Gediz nehri üzerinde bulunan Demirköprü barajıdır. Sulama ve drenaj kanalları ile birlikte toplam 718 km uzunluğunda olan şebeke, 91 012 da net sulama alanı ile 2 belde ve 11 köyde bulunan 4246 adet parselle 1045 mükellefe hizmet vermektedir. Sulama alanında 20 km ana kanal, 69 km yedek (sekonder) kanal ve 205 km tersiyer kanal olmak üzere toplam 294 km sulama kanalı, 277 km drenaj kanalı ve 110 km servis yolu bulunmaktadır. Ana kanal ve drenaj kanallarının tamamı toprak kanal olarak hizmet vermektedir. Birim alana düşen sulama kanalı uzunluğu 32.3 m/ha, drenaj kanalı uzunluğu ise 12m/ha'dır. Sulama şebekesine ait sistem şematiği EK1'de, yedek ve tersiyer sulama kanallarına ait özellikler ise Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Ana kanal Marmara Gölünü, Drenaj kanalı ise Marmara Gölü Boşaltma Kanalı ile birlikte Gediz Nehrini beslemektedir. Gediz Nehrinde toplanan su ise üzerinde bulunan Ahmetli Regülatöründe depolanmaktadır (Beyribey ve Tekiner 2008).



Şekil 3.2 Salihli Sağ Sahil Sulama Birliği sulama şebekesi

Çizelge 3.1 Çalışma alanında yer alan tersiyer ve yedek kanalların özellikleri

Kanal	Sulanabilir alan (da)	Uzunluk (m)	Maksimum kanal kapasitesi (L/s)
Y1	**7 508.6**	**8 330**	**1 267**
Y1-P1	kapalı	0	-
Y1-P2	kapalı	0	-
Y1-P3	99.7	0	-
Y1-P4	239.6	0	-
Y1-P5	64.5	0	-
Y1-T6	389.6	693	112
Y1-T7	465.1	839	125
Y1-P8	193.6	0	-
Y1-P9	174.7	0	-
Y1-P10	171.5	0	-
Y1-P11	603.7	0	-
Y1-T12	402.6	793	137
Y1-T13	457.4	1 292	130
Y1-T14	782.0	1 410	153
Y1-T15	910.8	1 516	195
Y1-T16	1 428.0	2 995	227
Y1-T17	1 125.8	3 396	235
Y2	**49 720.0**	**15 063**	**6 180**
Y2-T1	1 170.0	3 585	217
Y2-T2	835.4	2 313	176
Y2-T3	1 789.9	986	107
Y2-T4	859.3	2 363	175
Y2-T5	437.1	990	129
Y2-T6	1 282.4	2 422	212
Y2-T7	624.8	923	149
Y2-T8	1 030.5	2 866	205
Y2-T9	867.4	1 819	156
Y2-T10	803.4	2 518	190
Y2-T11	1 493.2	2 980	218
Y2-T12	927.8	3 060	190
Y2-T13	941.7	2 659	186
Y2-T14	1 795.2	4 724	286
Y2-T15	914.1	2 270	195
Y2-T17	885.2	2 919	181
Y2-T18	1 068.5	3 249	208
Y2-T19	1 175.5	2 974	182
Y2-T20	962.2	2 688	198
Y2-T21	1 240.5	3 100	182
Y2-T22	1 130.3	2 608	217
Y2-T23	1 379.2	5 430	339
Y2-T24	1 009.8	2 700	201
Y2-T25	874.6	3 459	205
Y2-T26	1 068.3	3 082	217
Y2-T27	1 646.0	3 253	215
Y2-T28	1 274.1	3 074	208
Y2-T29	660.3	3 480	202
Y2-T30	1 454.1	3 066	301
Y2-T31	1 136.3	3 080	195
Y2-T32	1 092.8	3 493	224
Y2-T33	1 138.1	3 270	208

Çizelge 3.1 Çalışma alanında yer alan tersiyer ve yedek kanalların özellikleri (devamı)

Kanal	Sulanabilir alan (da)	Uzunluk (m)	Maksimum kanal kapasitesi (L/s)
Y2-T34	1 163.1	3 392	208
Y2-T35	1 124.3	3 170	166
Y2-T36	1 326.1	3 330	210
Y2-T37	744.5	2 536	168
Y2-T38	1 208.2	3 230	206
Y2-T39	591.5	1 737	173
Y2-T40	1 102.7	2 909	185
Y2-T41	715.5	1 752	179
Y2-T42	658.2	2 370	172
Y2-T43	1 001.1	2 437	191
Y2-T44	871.0	2 199	157
Y2-T45	780.3	2 733	185
Y2-T46	789.1	1 737	166
Y2-T47	952.2	2 288	215
Y2-T48	280.2	1 114	114
Y2-T49	1 223.5	2 560	228
Y2-T50	220.5	945	67
Y3	**12 812.6**	**8 753**	**3 749**
Y3-T1	279.9	1 713	160
Y3-T2	623.7	2 120	112
Y3-T3	117.5	530	61
Y3-T4	330.3	4 400	114
Y3-T5	275.8	254	102
Y3-T6	220.7	218	102
Y3-T7	244.7	565	112
Y3-T8	232.3	600	77
Y3-T9	325.4	732	111
Y3-T10	294.9	920	112
Y3-T11	265.0	881	114
Y3-T12	196.1	1 065	101
Y3-T13	428.2	1 000	125
Y3-T14	408.6	920	130
Y3-T15	407.7	1 080	139
Y3-T16	337.4	1 100	141
Y3-T17	603.6	1 290	150
Y3-T18	638.2	1 250	145
Y3-T19	1 008.4	1 705	172
Y3-T20	519.4	1 200	139
Y3-T21	864.7	2 340	170
Y3-T22	612.7	1 425	147
Y3-T23	642.0	2 410	191
Y3-T24	798.4	1 600	141
Y3-T25	493.6	1 440	137
Y3-T26	991.5	1 450	132
Y3-T27	651.9	1 093	129
Y4	**7 399.5**	**5 140**	**2 460**
Y4-T1	645.8	1 450	150
Y4-T2	670.8	1 720	157
Y4-T3	937.4	2 120	173
Y4-T4	780.9	2 450	174
Y4-T5	3 248.9	8 766	528

Çizelge 3.1 Çalışma alanında yer alan tersiyer ve yedek kanalların özellikleri (devamı)

Kanal	Sulanabilir alan (da)	Uzunluk (m)	Maksimum kanal kapasitesi (L/s)
Y4-T6	1 115.7	2 353	195
Y5	**2 552.4**	**2 400**	**700**
Y5-T1	73.5	550	46
Y5-T2	380.7	433	119
Y5-T3	505.9	1 801	146
Y5-T4	178.1	934	97
Y5-T5	332.8	796	114
Y5-T6	418.9	1 057	119
Y5-T7	186.4	760	94
Y5-T8	316.6	710	114
Y5-T9	159.5	680	102
Y6	**6 267.0**	**8 160**	**880**
Y6-T1	180.3	950	119
Y6-T2	312.2	1 377	91
Y6-T3	381.0	666	118
Y6-T4	371.7	839	109
Y6-T5	404.0	940	125
Y6-T6	379.4	1 190	125
Y6-T7	585.0	1 275	145
Y6-T8	428.3	1 201	129
Y6-T9	632.7	1 700	153
Y6-T10	407.9	1 090	129
Y6-T11	851.2	1 620	149
Y6-T12	242.7	910	102
Y6-T13	512.9	1 800	145
Y6-T14	131.0	750	51
Y6-T15	446.7	1 900	129
Toplam	**86 260**		

Çalışma alanında Y5 ve Y6 yedeklerine ana kanaldan değil Y4 yedeğinden su verilmektedir. Sulama Birliğine ait Kanalet-1, Kanalet-2, Y7 ve Y8 kanalları sağlıklı veri alınamayacak durumda oldukları için hesaplamalarda dikkate alınmamış ve Çizelge 3.1'de verilmemiştir. Ayrıca Y1-P1 ve Y1-P2 prizleri ile Y2-T50 tersiyeri Sulama Birliği tarafından kullanılmamaktadır. Çalışmada, 7 adet priz 113 adet tersiyer kanal ve 6 adet yedek kanal gözlemlenmiştir.

3.1.3 Jeolojik durum

Menderes masifini doğu-batı istikametinde kesen üç tektonik çöküntünün en kuzeyinde olanı, Salihli-Manisa ovasını içine alan Gediz grabenidir. Diğer ikisi güneyde bulunan

Küçük Menderes ve Büyük Menderes ovalarını meydana getiren tektonik orijinli grabenlerdir. Ovanın güneyinde bulunan Boz sıra dağları ovayı bu yönden çevreler. Boz dağda en yüksek nokta 2157 metredir. Gediz grabeni batıda sahil silsilesinde son bulur. Buradan itibaren Gediz nehri dar bir vadiden geçerek Menemen ovasının kuzey kenarına yakın bir yol takip edip İzmir Körfezi'nin soluna doğru çökelmiş olan alüvyonel alanlar arasından denize ulaşır. Daha önceden İzmir Körfezi'ne akan bu nehir taşıdığı sedimentlerle körfezi doldurduğundan nehrin yatağı Foça''nın güneyine alınmıştır.

Gediz'e karışan en önemli kol Kum Çayı'dır. Menderes masifinin yaşı hakkında kesin bir bilgi olmamakla birlikte bunun kuvarsitler, fillitler ve şistlerden ibaret olan bir kısmının Siluriyen'den daha eski olduğu zannedilmektedir. Gediz çöküntüsünü güneyden sınırlayan kalın tabakalardan oluşan ekseriyetle çeşitli çakıllardan ibaret seri ise Miosen'e ait gölsel ve karasal çökeller olarak kabul edilmektedirler.
Gediz vadisini dolduran alüvyonlar Kuvarternere ait genç sedimentler olup havzadaki güncel çökelleri temsil ederler.

Ovayı etkisi altında bulunduran Menderes masifi petrografik yönden şiddetli metamorfize geçirmiş kristalin şistleri içermektedir. Bunlar yer yer mikalı ve granatlı gnayslarla, granatlı stavrolitli mikaşistler, distenli şistler ve amfibollerden ibaret olup bazen mermerlere de rastlanır.

Gediz vadisinin kuzeydoğusunda mevcut olan Kula volkanik bölgesi bu civarda bulunan dislokasyonlarla ilgili görülmektedir. Bazaltlardan ibaret olan volkanik faaliyetlerin Pliosen-Kuvarterner döneme ait olduğu belirtilmektedir. Yakın jeolojik döneme kadar burada volkanik aktivite devam etmiştir.

Menderes masifinin tektonik bakımdan Hersenien kıvrımlarından daha eski olduğu kabul edilmekte olup daha eski döneme ait Prekambriyen kıvrımlarıyla ilişkilendirilmektedir (Usul ve Bayramin 2004).

3.1.4 İklim özellikleri

Kuzey-batısındaki Marmara gölünden etkilenen nemli ve yarı nemli karaktere sahip olan Salihli ovası, yazları sıcak ve kurak, kışları ılımandır. Çizelge 3.2'de bölgeye ait çok yıllık (1975-2005) meteorolojik veriler sunulmuştur. Yıllık ortalama sıcaklık 16.4°C'dir. Çok yıllık ortalamalara göre, ovanın en soğuk ayı 6.3°C ile Ocak ve en sıcak ayı ise 27.4°C ile Temmuz ayıdır. Oransal nemin % 50 olarak gerçekleştiği Haziran ayında nem en düşük düzeyindedir. 2 m yükseklikteki yıllık ortalama rüzgar hızı ise 1.5 m/s'dir. Yıllık ortalama yağış 490.3 mm olup en fazla yağış Aralık ayında 83.3 mm, en az yağış ise Ağustos ayında 4.1 mm olarak gerçekleşmektedir (Anonim 2005).

Çizelge 3.2 Araştırma alanına ait çok yıllık meteorolojik veriler (Anonim 2005)

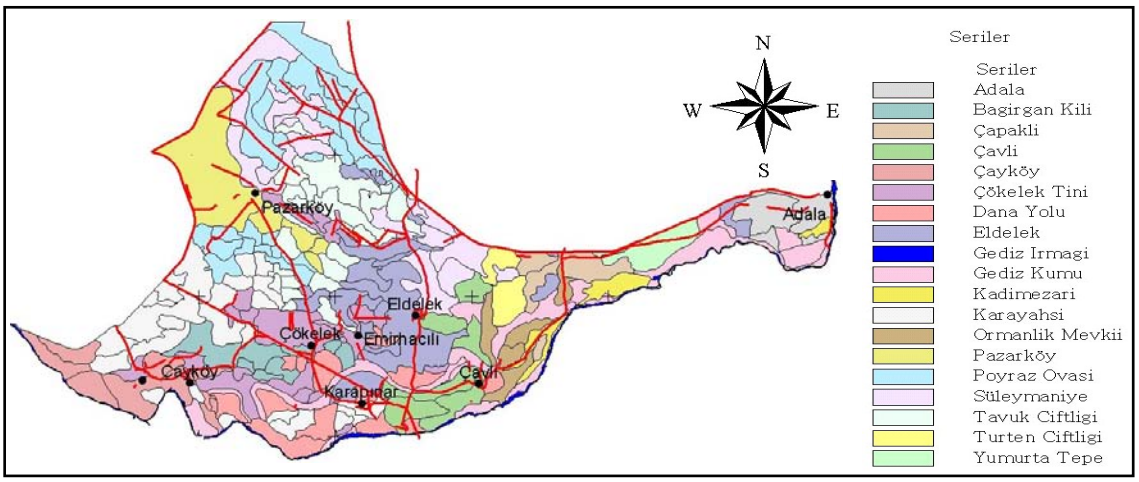
Aylar	En düşük sıcaklık (°C)	En yüksek sıcaklık (°C)	Ortalama sıcaklık (°C)	Oransal nem (%)	Ortalama rüzgar hızı (2m) (m/s)	Ortalama toplam yağış (mm)
Ocak	-8.9	22.3	6.3	74	1.3	67.5
Şubat	-13.5	24.6	7.1	69	1.4	61.4
Mart	-5.4	33.4	10.3	66	1.5	59.3
Nisan	-1.7	33.5	15.1	62	1.5	48.3
Mayıs	2.4	38.4	20.4	57	1.6	31.3
Haziran	7.8	41.8	25.2	50	1.8	15.1
Temmuz	10.7	44.8	27.4	52	1.9	7.6
Ağustos	9.8	43.3	26.7	54	1.8	4.1
Eylül	6.2	39.8	22.4	57	1.5	14.4
Ekim	0.2	37.6	16.8	65	1.1	33.1
Kasım	-4.3	29.8	11.1	71	1.1	67.9
Aralık	-6.3	25.6	7.8	75	1.2	83.3
Yıllık	**-13.5**	**44.8**	**16.4**	**62**	**1.5**	**490.3**

3.1.5 Topografya ve toprak özellikleri

2003 yılında Salihli Sağ Sahil Sulama Birliği alanında yapılan fiziksel arazi değerlendirme çalışmasında, daha önceden yapılmış olan seri bazındaki çalışmalarda göz önüne alınarak farklı toprak serilerinin güncellenmesine yönelik 24 adet profil çukuru açılmış ve bunlardan 18 tanesinin tanımlanması yapılmıştır. Arazide her serinin ve bu seriyi oluşturan haritalama birimlerinin sınırlarını belirlemek için 157 adet sonda

atılarak sınırlar belirlendikten sonra çok amaçlı veri tabanına sahip detaylı toprak haritası tamamlanıp 1971 yılında mülga Topraksu Genel Müdürlüğü tarafından Gediz Ovası Toprakları olarak yayınlanan raporun içinde yer alan Salihli Sağ Sahil Sulama Birliği alanının toprak haritası güncelleştirilerek 1/25000 ölçekli "Temel Toprak Haritası" oluşturulmuştur.

Yapılan bu çalışmanın sonucunda tamamı düz eğime (% 0-2) sahip, Gediz ırmağının taşıdığı alüviyal depozitler üzerinde oluşan sulama sahasında, 18 farklı serinin yayılımını gösteren toprak haritası Şekil 3.3 'de, toprak bünye dağılımı Çizelge 3.3'te, tarımsal kullanıma uygunluk sınıfları oransal dağılımı Çizelge 3.4'te, alkalilik, bor ve toplam tuz sınıflarının oransal dağılımları Çizelge 3.5'te, bor, tuzluluk, alkalilik ve pH sınıflarının harita üzerindeki dağılımları ise sırasıyla Şekil 3.4-3.5-3.6 ve 3.7'de verilmiştir (Usul ve Bayramin 2004).



Şekil 3.3 Çalışma alanı toprak serisi dağılımı

Çizelge 3.3 Araştırma alanındaki bünye sınıflarının oransal dağılımı

Bünye		Alan (%)
Üst	Alt	
L	L	49
L	C	14
C	L	10
S	L	10
S	S	7
Si	L	7
C	C	3
Toplam		100

Alanın üst toprak bünyesinin %76'sı tınlı. %17'si killi ve %7'si kumlu bünyeye sahiptir.

Araştırma alanında tuzluluk, alkalilik, bor içeriği ve diğer olumsuz toprak özellikleri nedeniyle seçkin tarım arazisi (1. sınıf) sınıflandırması belirtilmemiştir. 2. sınıfa giren araziler toplam çalışma alanının %9.2'sini, 3. sınıfa giren araziler toplam alanının %22.9'unu, 4. sınıfa giren araziler yine toplam alanının % 57.9'unu ve 5. sınıfa giren araziler ise toplam alanının % 10.0'unu kapsamaktadır.

Çizelge 3.4 Araştırma alanının tarımsal kullanıma uygunluk sınıfları (TKUS) dağılımı

TKUS	Alan (%)
1. (seçkin tarım arazisi)	0.0
2. (iyi tarım arazisi)	9.2
3. (sorunlu tarım arazisi)	22.9
4.(tarımda kullanımı sınırlı arazi)	57.9
5. (tarım dışı arazi)	10.0
Toplam	100.0

Çizelge 3.5 Araştırma alanındaki toprakların alkalilik, bor ve toplam tuz değerlerinin oransal dağılımı

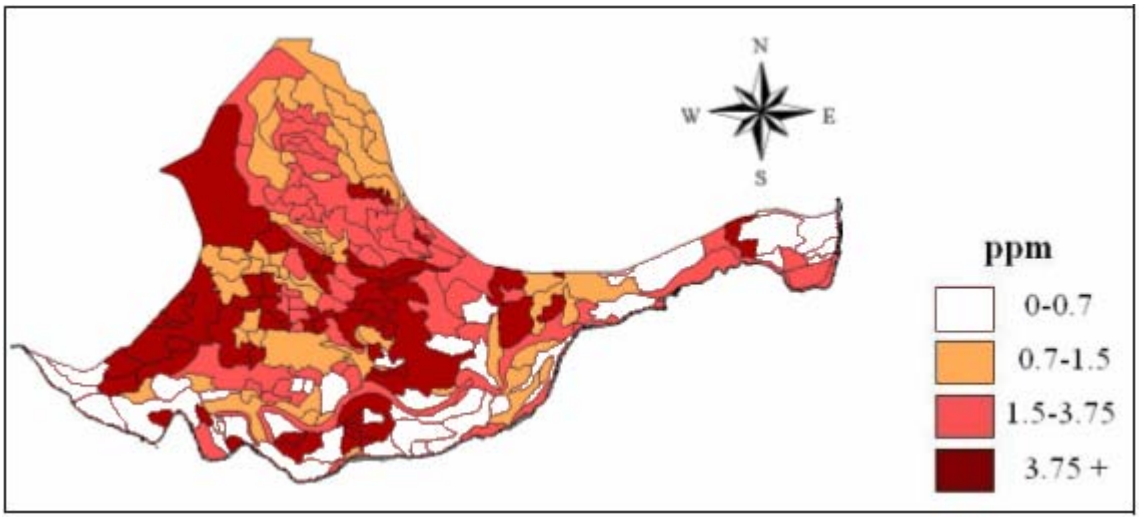
Bor (ppm)	Alan (%)	Toplam tuz (%)	Alan (%)	Alkalilik (DSY)	Alan (%)	pH	Alan (%)
0-0.7	21	0-0.076	29	0-15	66	7.4-7.8	33
0.7-1.5	23	0.076-0.16	43	15-20	10	7.9-8.4	23
1.5-3.75	28	0.16-0.36	28	20-40	18	8.5-9.1	37
3.75+	28	-	-	40+	7	9.1+	7

Ovada en çok tarımı yapılan bitkilerin pamuk, bağ ve mısır olduğunu düşünürsek bağ, bor elementine duyarlı (0.50-0.75 ppm), mısır yarı duyarlı (2.0-4.0 ppm) ve pamuk çok dayanıklı (6.0-15.0 ppm) bir bitki olarak değerlendirilmektedir. Buna göre alanın yaklaşık %21'inde bağ, tamamında ise hem mısır hem de pamuk tarımının yapılabileceği görülmektedir. Toplam tuz yüzdesi 0.00-0.15 (EC: 0-4 dS/m) olan topraklar tuzsuz, 0.15-0.35 (EC: 4-8 dS/m) olan topraklar hafif tuzlu, 0.35-0.65 (EC: 8-16 dS/m) olan topraklar orta tuzlu ve 0.65< (EC: 16< dS/m) olan topraklar ise çok tuzlu

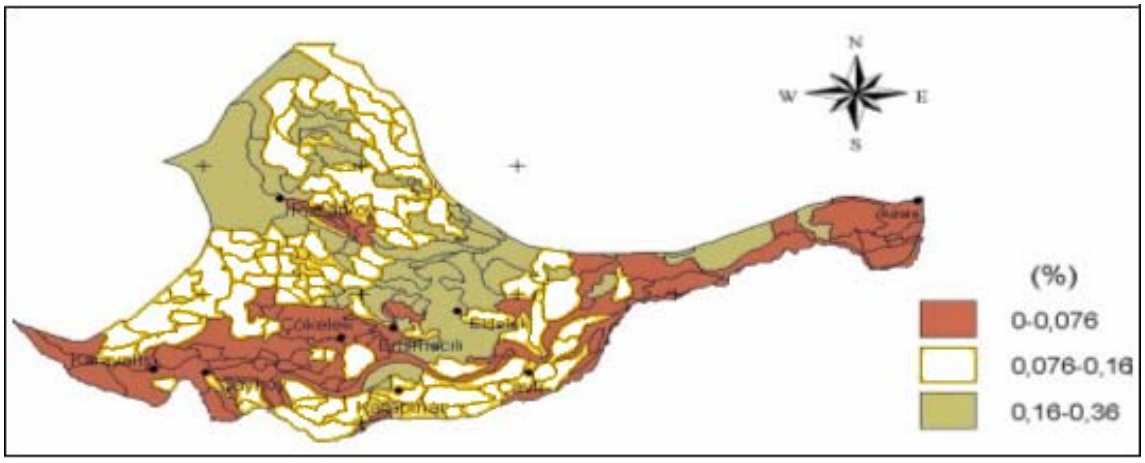
olarak sınıflandırılmaktadır. Buna göre alandaki toprakların yaklaşık %72'si tuzsuz toprak sınıfına girmektedir. Değişebilir sodyum yüzdesinin (DSY) 15'ten ve pH'nın 8.5'ten büyük olması toprakların sodyumlu olduğunu, DSY'nin 15'ten büyük pH'nın ise 8.5'ten küçük olması da toprakların tuzlu sodyumlu olduğunu göstermektedir (Çizelge 3.6).

Çizelge 3.6 Tuzlu ve sodyumlu toprakların sınıflandırılması (Işıkhan 1999)

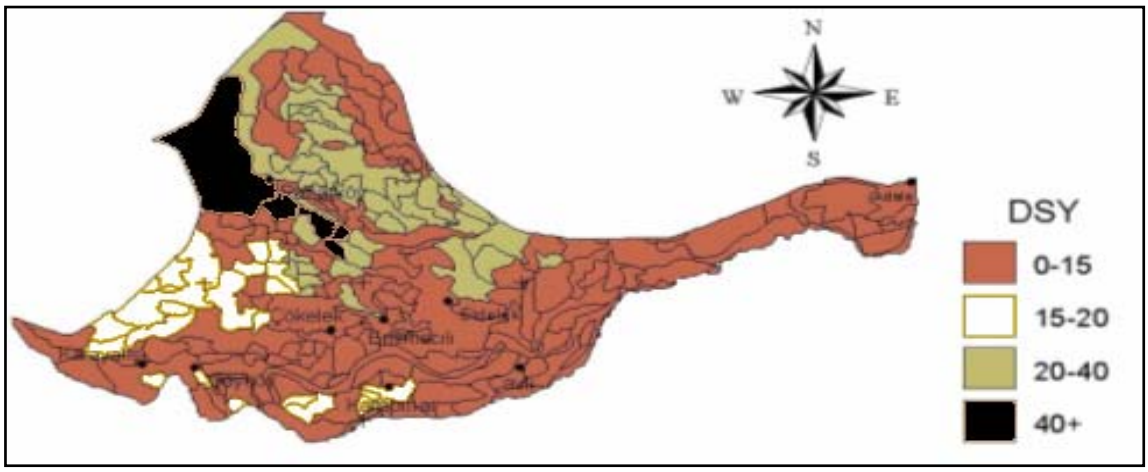
Toprak sınıfı	Elektriksel iletkenlik (dS/m)	Alkalilik (DSY)	pH
Tuzlu	≥ 4.0	< 15	< 8.5
Sodyumlu	< 4.0	> 15	> 8.5
Tuzlu sodyumlu	≥ 4.0	> 15	< 8.5



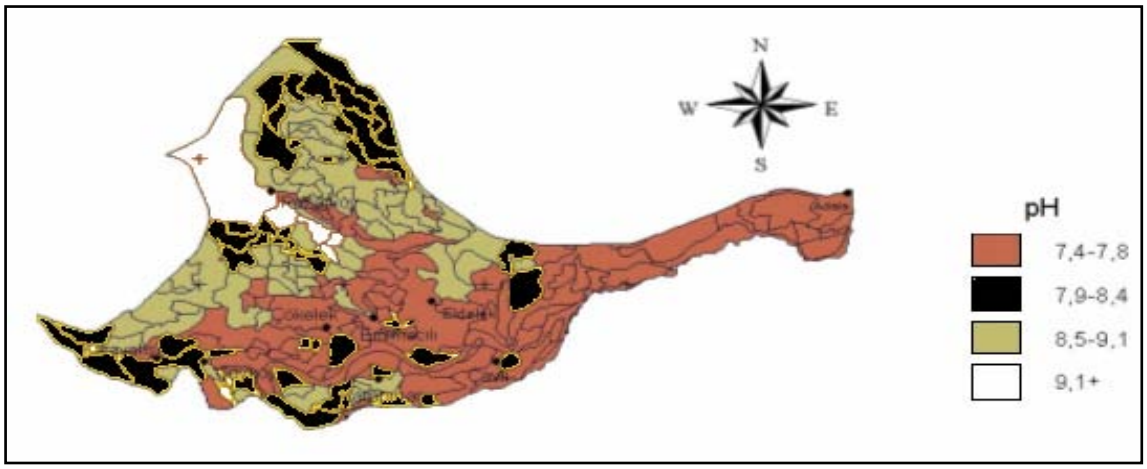
Şekil 3.4 Çalışma alanı toprakları bor konsantrasyonu dağılımı



Şekil 3.5 Çalışma alanı toprakları toplam tuz dağılımı



Şekil 3.6 Çalışma alanı toprakları alkalilik dağılımı



Şekil 3.7 Çalışma alanı toprakları pH dağılımı

3.1.6 Sulama Birliğinin su dağıtım sistemi

Çiftçi talebine dayalı işletim sistemi uygulanan Salihli Sağ Sahil Sulama Birliğinde genel sulama planlaması, DSİ II. Bölge Müdürlüğü yetkilileri ve Adala Regülatöründen su alan Birliklerin başkanları ve genel sekreterleri ile birlikte yapılmaktadır. Sulama sezonundan önce yapılan bu çalışma ile sulama sezonunun başlangıç ve bitiş tarihi, hangi sulama birliğine ne kadar su tahsis edileceği belirlenmektedir. Bu veriler ışığında birlik encümeni, sezon boyunca uygulanacak olan sulama takvimini (hangi tarihlerde şebekeye su alınacağını) belirleyerek ilan edilmesini sağlamaktadır.
Köylerde muhtar, beldelerde ise çiftçi malları koruma başkanı, sulama grup başkanı olarak görev yapmaktadır. Grup başkanları sorumlu oldukları sahada tesislerin korunması, grubuna tahsis edilen suyun çiftçilere dağıtımı ve bölgesinde takip kontrolün sağlanmasından sorumlu olan kişilerdir.

Çiftçiler belirlenen sulama takvimine göre sulamadan 1 gün önce 18:00–19:00 saatleri arasında sulama grup başkanlarından su talebinde bulunmaktadırlar. Birlik genel sekreteri çiftçi taleplerine göre o gün yedek kanallara verilecek su miktarını hesaplamakta ve suyun dağıtımını yapmak üzere sulama grup başkanlarına ve su dağıtım teknisyenlerine talimat vermektedir. Su dağıtım teknisyenleri grup başkanlarından aldıkları su talep cetvelindeki sıraya göre suyun dağıtımını parsel bazında yapmakta ve çiftçi kendisine tahsis edilen su ile parselini istediği süre kadar sulamaktadır (Beyribey ve Tekiner 2005).

3.1.7 Araştırma alanında seçilen parseller ve özellikleri

Çalışma sahasını temsil edebilecek. bitki çeşidi ve toprak bünyesini göz önüne alan 27 parsel seçilmiştir. Ancak bunlardan 5 tanesinden (P3, P4, P13, P14 ve P26) yeterli ve sağlıklı veri alınamadığı için değerlendirme dışı bırakılmıştır (Çizelge 3.7). Parseller seçilirken toprak bünye haritasından (Usul 2003) faydalanılmıştır.

3.1.8 Drenaj

Aşağı Gediz projesi kapsamında 1982 yılında başlayan drenaj kanallarının derinleştirilmesi çalışmaları 1984 yılında tamamlanmış ancak günümüze kadar neredeyse tamamı tıkanmıştır (Şekil 3.8). Usul (2003), sulama sahasında aşırı gübreleme ve sulama sonucu gübrelerin sulama suyu ile drenaj kanallarına kadar ulaşması, kanal etrafında bulunan kamışların aşırı büyümesine, kamış köklerinin ve kuruyan saplarının kanal içini kaplaması ile kanaldaki akışın yavaşlayarak zamanla dolup tıkanmasına sebep olduğunu belirtmiştir.

Çizelge 3.7. Çalışma sahasında değerlendirmeye alınan parseller

Sıra No	Parsel	Köyü	Bitki	Parsel büyüklüğü (da)	Toprak bünyesi
1	P1	Adala	Şeftali	11.9	Tınlı
2	P2	Adala	Domates	11.4	Siltli killi tın
3	P5	Çavlu	Bağ	11.0	Tınlı
4	P6	Eldelek	Pamuk	11.6	Siltli kil
5	P7	Eldelek	Bağ	26.3	Tınlı
6	P8	Eldelek	Pamuk	6.9	Killi tın
7	P9	Çavlu	Bağ	11.0	Tınlı
8	P10	Çavlu	Pamuk	82.3	Killi tın
9	P11	Çökelek	Pamuk	4.5	Killi tın
10	P12	Çökelek	Mısır I	6.2	Siltli tın
11	P15	Karayahşi	Pamuk	7.7	Tınlı
12	P16	Karayahşi	Pamuk	39.1	Tınlı
13	P17	Süleymaniye	Bağ	22.0	Kumlu tın
14	P18	Süleymaniye	Bağ	31.0	Killi
15	P19	Pazarköy	Bağ	43.0	Siltli kil
16	P20	Pazarköy	Pamuk	31.0	Killi
17	P21	K.Damları	Bağ	13.0	Tınlı
18	P22	P.Damları	Pamuk	32.1	Siltli kil
19	P23	P.Damları	Pamuk	67.2	Killi tın
20	P24	Süleymaniye	Mısır I	52.0	Killi tın
21	P25	Süleymaniye	Mısır II	113.0	Killi tın
22	P27	Çökelek	Pamuk	11.0	Tınlı

Şekil 3.8 Çalışma alanındaki iki farklı drenaj kanalından görünüm

3.1.9 Araştırma alanının tarımsal yapısı

Araştırma alanındaki 2 belde ve 11 köyde 2003 yılı verilerine göre 1045 mükellefe ait 4246 adet parsel bulunmaktadır. Sulanan alandaki ortalama parsel büyüklüğü 1.4 ha'dır. Sulama alanındaki bitki deseni Çizelge 3.8'de verilmiştir. Toplam sulanan alanın %94.6 gibi büyük bir bölümünü pamuk, bağ ve mısır (I. ve II. ürün) bitkileri oluşturmaktadır.

Çizelge 3.8 Salihli Sağ Sahil Sulama Birliği tarafından 2003 yılında sulanan alanda bitki deseni

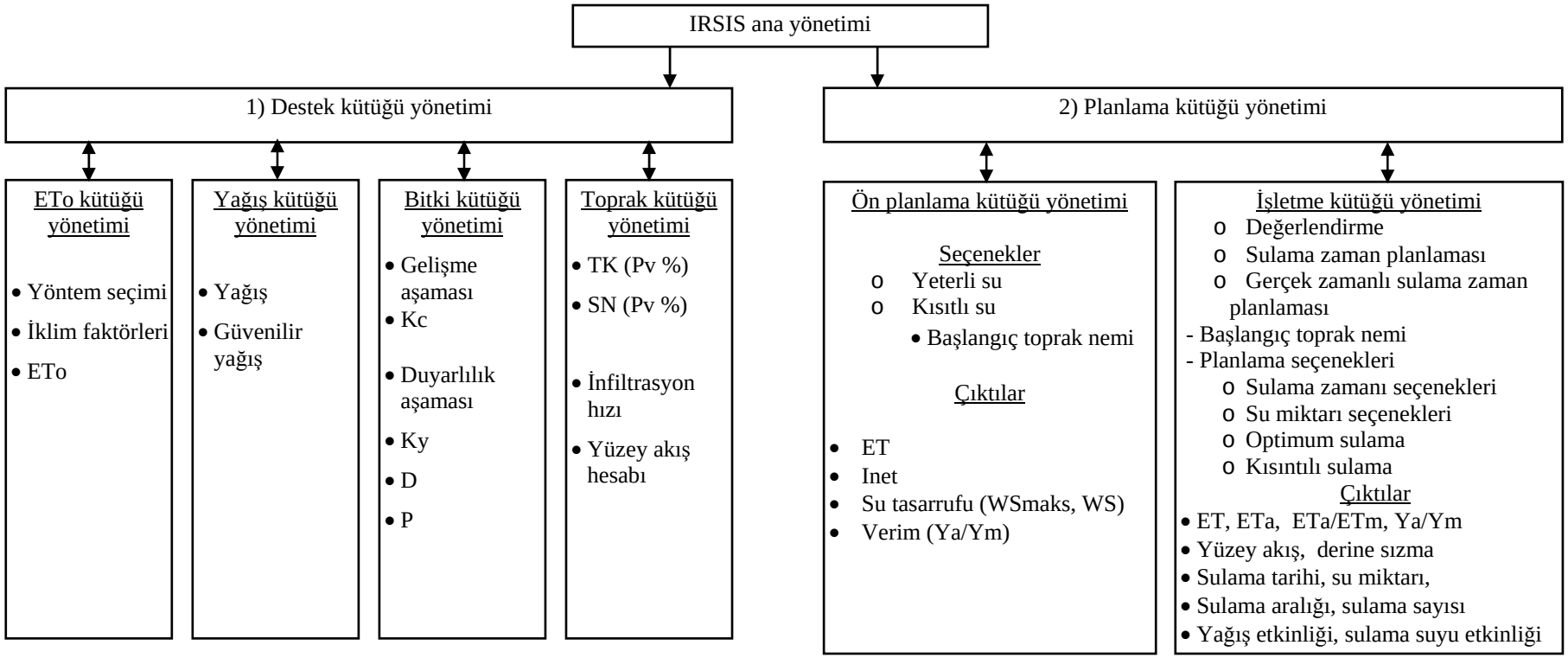
Bitki adı	Alanı (da)	Oranı (%)
Pamuk	29 931	45.4
Bağ	20 492	31.1
Mısır	6 021	9.1
Mısır II	5 900	9.0
Sebzeler	2 086	3.2
Diğer	1 472	2.2
Toplam	65 902	100.0

3.1.10 Çalışmada kullanılan paket programlar

Çalışmada kullanılan yazılımlar aşağıda tanıtılmıştır.

3.1.10.1 Sulama zaman planlaması bilgi sistemi yazılımı (IRSIS V4.01)

Çalışmada parsellerin sulama zaman planlarının ve gerçekleşen sulama programına göre su kullanım etkinliği ve verim kaybı değerlerinin belirlenmesinde IRSIS (Irrigation Scheduling Information System) paket programı kullanılmıştır. IRSIS, parsel düzeyinde yetiştirilen herhangi bir bitki için bölgenin iklim ve toprak koşulları, yetiştirilen bitkinin karakteristikleri, çiftçi istekleri ve kullanılan sulama yöntemi ile sulama sisteminin özellikleri göz önüne alınarak yeterli ve kısıtlı su koşullarına göre sulama zaman planlarının (sulama tarihi, sulama aralığı, her sulamada uygulanacak sulama suyu derinliği) belirlenmesi amacı ile geliştirilmiş bir bilgisayar yazılımıdır (Raes *et al.* 1988). IRSIS akış şeması Şekil 3.9'da verilmiştir.



Şekil 3.9 IRSIS akış şeması

3.1.10.2 Sulama zaman planlaması bilgi sistemi yazılımı (CROPWAT 4W4.3)

Sahadaki tersiyer ve yedek kanalların 2003 yılında suladıkları alandaki bitki desenlerine göre kanal kapasitelerinin yeterliliklerinin belirlenmesinde ve mevsimlik su ihtiyaçlarının hesaplanmasında kullanılan CROPWAT paket programı, FAO tarafından geliştirilmiştir. CROPWAT, yörenin iklim özelliklerini kullanarak Penman-Monteith yöntemi ile referans bitki su tüketimini hesaplayan, farklı bitkilerin yetiştirildiği bir tarım işletmesinde bitki desenini, bitki karakteristiklerini ve toprak özelliklerini göz önüne alarak işletme debisini, ne zaman ne miktarda sulama yapılacağını belirleyen bir yazılımdır (Anonymous 2008a). Programın kullanım aşamaları Şekil 3.10'da verilmiştir (Balaban ve Beyribey 1991).

3.1.10.3 The New Think Microimages Processing System (TNTmips)

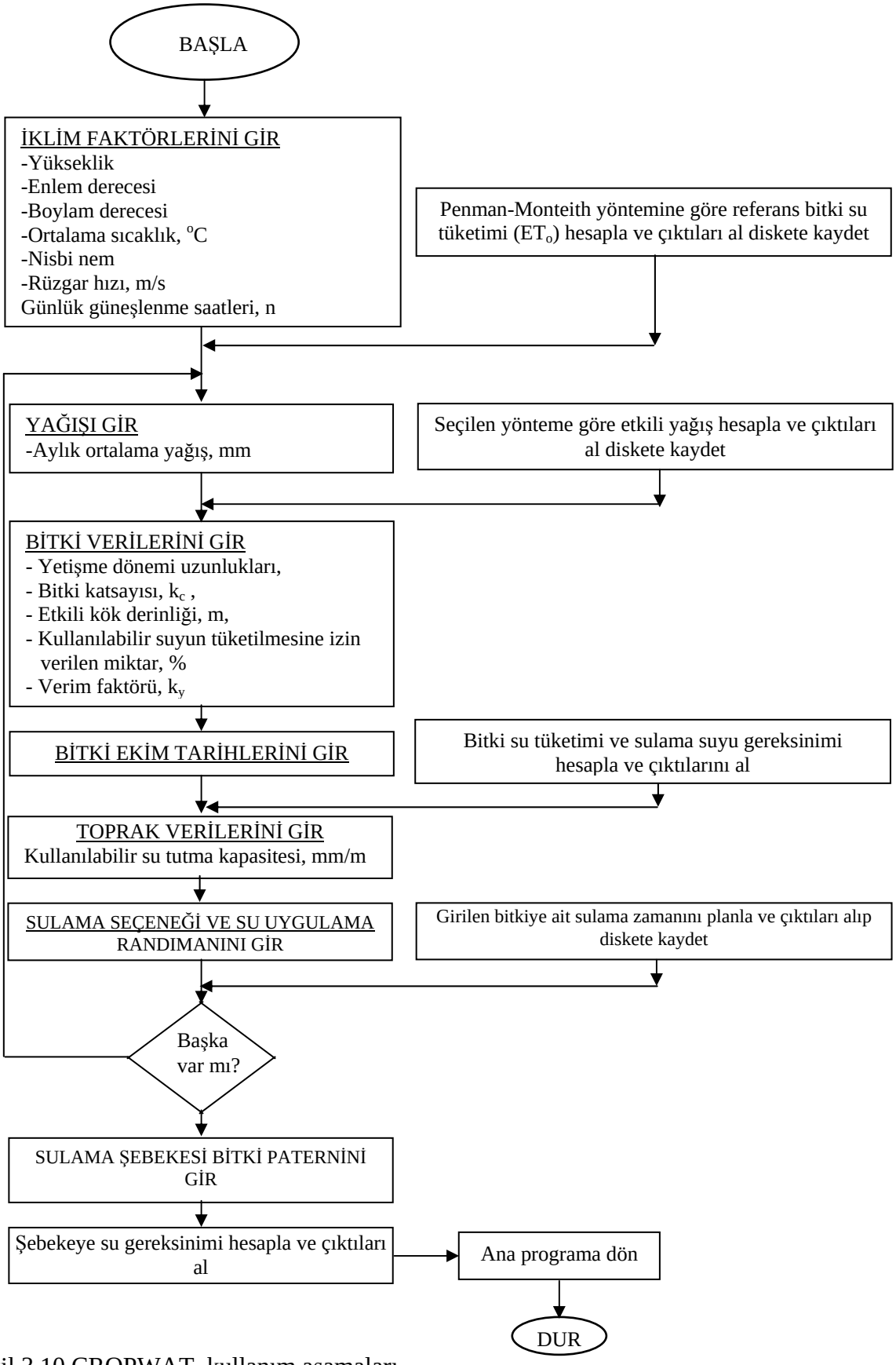
TNTmips, tamamıyla entegre, Uzaktan Algılama, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Düzensiz Üçgenler Ağı (TIN) veritabanı ve metin görüntüleme, düzenleme, analiz etme ve yorumlama yazılımıdır. TNTmips, raster ve vektör veri tabanı işlemlerini tek bir program yapısı içerisinde gerçekleştirebilen ayrıca dünyanın tek Türkçe GIS ve Uzaktan Algılama yazılımıdır (Anonymous 2008b).

3.1.11 Çalışmada kullanılan alet ve ekipmanlar

Arazide yapılan ölçümlerde kullanılan alet ve ekipmanlar aşağıda tanıtılmıştır.

3.1.11.1 Otomatik iklim istasyonu (METOS Compact)

Sulama Birliği alanını temsil eden Çökelek ve Karayahşi köyleri arasında bir çiftlik arazisine Aralık 2002'de kurulan iklim istasyonu 12 dakikalık periyotlarda iklim verilerini toplayıp hafızasına kaydetmektedir (Şekil 3.11). Hafızasındaki veriler bir cep telefonu hattı aracılığı ile internet üzerinden kendisine ait (Metwin) paket programı ile bilgisayara aktarılmaktadır. İstasyonda; yağış, sıcaklık, oransal nem, solar radyasyon, rüzgar hızı ve yönü değerleri ölçülmüş ve kaydedilmiştir.



Şekil 3.10 CROPWAT kullanım aşamaları

Şekil 3.11 Otomatik iklim istasyonundan bir görünüm

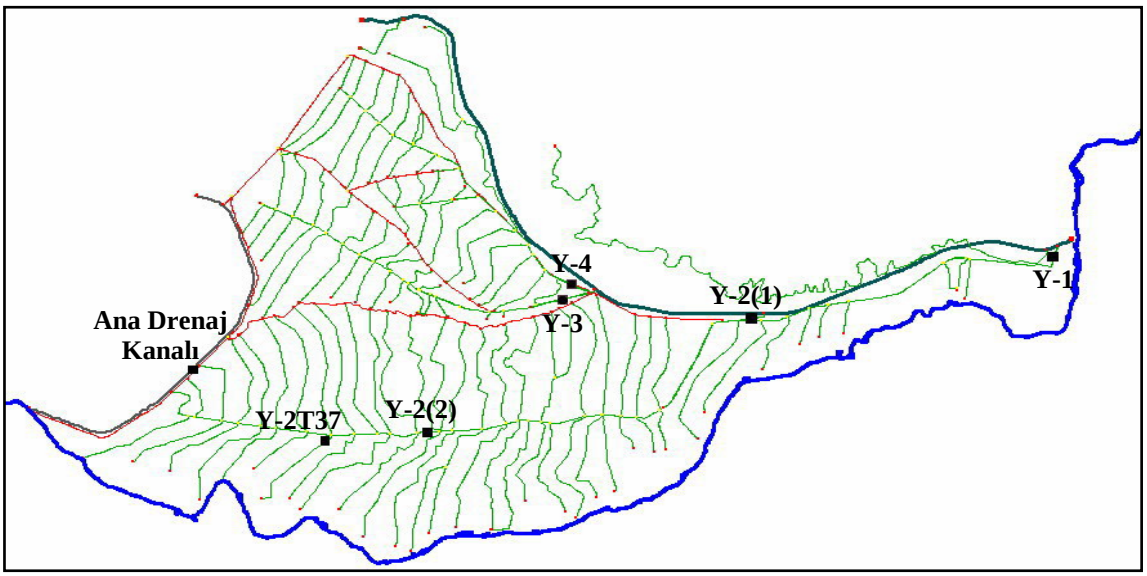
3.1.11.2 Limnigraflar

Şebekede Y1, Y2, Y3 ve Y4 yedeklerinin girişlerine birer tane, Y2 yedeği üzerinde Y2T28 ve Y2T30 tersiyerleri arasına, Y2T37 tersiyerinin girişine ve ana drenaj kanalı üzerinde olmak üzere toplam 7 adet RS232 girişli Ver2 model elektronik limnigraf sulama sezonundan önce inşa edilmiştir (Şekil 3.12). Limnigrafların kurulduğu noktalar Şekil 3.13'de gösterilmiştir.

(a) **(b)**

Şekil 3.12.a. Kanal üzerinde limnigraf yeri, b. RS232 girişli Ver2 model elektronik limnigraf

Limnigraflar her 3 dakikada bir seviye değişimini tespit edip hem 15 dakikalık ortalamalar halinde hem de son 24 saat içerisinde meydana gelen en düşük ve en yüksek seviyeyi hafızalarına kaydetmektedir. Hafızalarına kaydedilen verileri 360 gün süre ile saklayabilen limnigraflar. kendilerine ait data logger ile sağılmaktadır. Sağılan veriler bilgisayar ortamında Limnigraf 3.0 paket programı ile Microsoft Excel formatına çevrilebilmektedir.



Şekil 3.13 Araştırma alanında inşa edilen limnigrafların yerleri

3.1.11.3 Toprak nem ölçer (Aquapro sensor)

Aquapro (AP); toprak nemini, toprağın di-elektrik katsayısı ve radyo frekans teknolojisini kullanarak ölçmektedir (Şekil 3.14). Okumalar toprağın iletkenliğinden bağımsızdır.

AP, 6 farklı derinlikte (15.2, 22.9, 30.5, 45.8, 61.0 ve 76.2 cm) nem ölçümü yapabilmektedir.

(a) **(b)**

Şekil 3.14.a. AP ile nem ölçümünden bir görünüm, b. AP nem sensörü

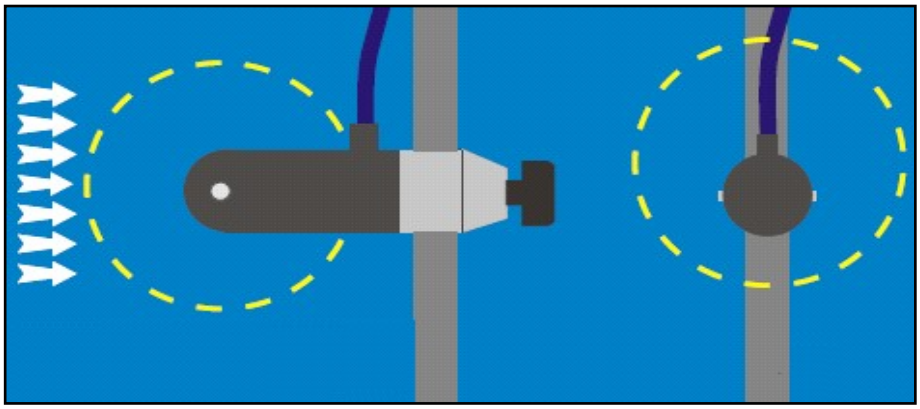
3.1.11.4 Su seviye göstergesi (Probometre)

HD5-1 model numaralı, tabansuyu gözlemlerinde kullanılan alet, 5 m derinliğe kadar ölçüm yapabilmektedir. Cihazın uç kısmındaki metal kısmın içindeki elektronik uç, su yüzüne temas ettiğinde alet "sesli ve ışıklı" ikaz verir. Su seviyesi ölçüm kablosu üzerinden derinlik, metre (m) ve santimetre (cm) olarak okunabilmektedir (Şekil 3.15).

Şekil 3.15 Probometre

3.1.11.5 Muline

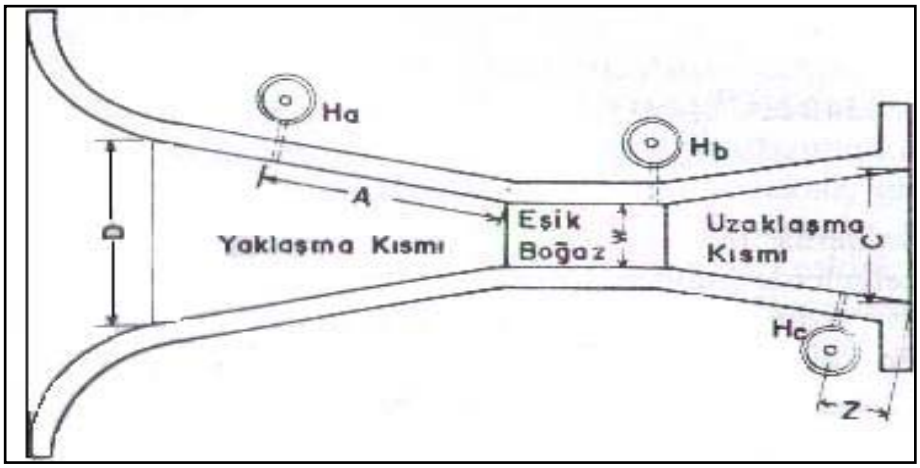
Elektromagnetik muline, silindirik kısmın üzerindeki iki adet sensör ile su hızını ölçmektedir (Şekil 3.16).



Şekil 3.16 Elektromagnetik mulinenin çalışma prensibi

3.1.11.6 Parshall savağı

Sahada seçilen parsellerden salma sulama ve tava sulama yöntemlerini kullananlarda sulamalar sırasında parsele verilen sulama suyu miktarını ölçmek için boğaz genişliği w = 7.5 cm olan parshall savağı kullanılmıştır (Şekil 3.17).



Şekil 3.17 Parshall savağının planı

3.1.11.7 Global positioning system (GPS)

Tersiyer ve yedek kanallarda debi ve tabansuyu ölçümlerinin yapıldığı noktalar ile parsellerdeki nem ölçümü yapılan noktaların koordinatlarının belirlenmesinde (enlem, boylam, yükseklik) GPS kullanılmıştır.

3.1.11.8 Uydu görüntüsü (Quickbird)

Çizelge 3.9'da teknik özellikleri verilen uydu görüntüsü 2003 yılı Haziran ayında çekilmiştir (Anonim 2008c).

Çizelge 3.9 Quickbird uydu görüntüsüne ait teknik özellikler

Fırlatma Lokasyonu	FourthQuarter, 2001. Vandenberg Hava Kuv. Üssü, Kaliforniya
Araç	Boeing DELTA II
Yörünge	Yükseklik: 450 km
Eğim	98° Sun-Synchronous
Nominal Swath Genişliği	16.5 Km (nadir)
İlgi Alanı	Tek Alan: 17km x 17km Alan 2 x 2 görüntü Strip Modu 16.5 km x 16.5 km
Metrik Doğruluk	23 metrelik sirkular hatadan daha iyi, 17 metrelik lineer hata
Resolasyon	0.61m, Pan (nadir) 2.5m, Mult. (nadir) 0.73m, Pan - 30° (off-nadir) 2.9m, Mult.- 30° (off-nadir)
Sensör	Pankromatik - Multispektral
Spektral Bant Genişliği	445'den 900 naometre'ye kadar Yeşil – 520-600 nanometre Kırmızı – 630-690 nanometre Near-IR – 760 –890 nanometre
Dinamik Menzil	Her piksel için 11 bit

3.2 Yöntem

3.2.1 Çalışma alanındaki çiftçilerin sulama konusundaki bilgilerinin incelenmesi

Çalışmada çiftçilerin sulama konusundaki bilgi düzeylerini belirleyebilmek amacıyla sahada anket çalışması yapılmış, seçilen parsellerde sulama mevsimi boyunca yapılan çeşitli ölçümler sonucunda çiftçilerin uyguladıkları sulama zaman planları irdelenmiştir.

3.2.1.1 Anket çalışmaları (Örnekleme)

Araştırma alanında, 2003 yılında Tabakalı Tesadüfi Örnekleme Yöntemine göre seçilen 110 çiftçi ile anket çalışması yapılmıştır. Anket sırasında, çiftçilerin eğitim düzeyleri, çiftçi-sulama birliği ilişkileri, çiftçinin sulama bilgisi ve uygulanan sulama yöntemlerinin saptanmasına çalışılmıştır.

Çalışma alanındaki köylerde yer alan, 1 dekar ve 100 dekar arasındaki bütün işletmeler popülasyona dahil edilmiştir. İşletmelerin 2003 yılında 2 dekar sınıf genişliğine göre frekans dağılımı yapılarak, frekans poligonu çizilmiştir. Frekans poligonuna göre popülasyon iki tabakaya ayrılmıştır:

1. Tabaka 1–24 da,
2. Tabaka 25–100 da genişlikte alanları olan işletmeleri kapsamaktadır.

Tabakalı Tesadüfi Örnekleme Yöntemine göre örnek hacmi aşağıdaki formüle göre 110 işletme olarak hesaplanmıştır (Yamane 2001).

$$n = \frac{N . \sum N_h . S_h^2}{N^2 . D^2 + \sum N_h . S_h^2} \qquad (3.01)$$

Formülde;

n : örnek hacmi,

N : popülasyondaki işletme sayısı,

N_h : her bir tabakadaki işletme sayısı,

S_h : her bir tabakadaki standart sapma,

D^2 : arzu edilen varyans,

Araştırmada ortalamada % 95 güven aralığı (z = 1.645) olarak kabul edilmiştir.

Örnek hacminin tabakalara dağılımı ve her tabakaya düşen işletme sayıları Çizelge 3.10'da verilmiştir.

Çizelge 3.10 Örneğe seçilen işletmelerin tabaklara dağılımı

Tabakalar	İşletme sayısı
I.	96
II.	14
Toplam	110

3.2.1.2 Parsellerdeki su uygulama randımanı ve su tutma kapasitesi değerlerinin belirlenmesi

Bu parsellerin her birine topraktaki nem düzeyini belirlemek amacı ile Aquapro nem ölçere (AP) ait üçer adet access tüp, sulama başlangıcından yaklaşık 1 ay önce parseli temsil edebilecek yerlere çakılmıştır (Şekil 3.18). Access tüplerin çakıldığı noktaların GPS ile koordinatları alınmıştır.

Belirlenen parsellerde sulamadan (1-10 saat) önce ve sulamanın bittiği saatten (24-36 saat) sonra olmak üzere topraktaki nem düzeyleri adı geçen nem ölçer ile hacim yüzdesi olarak ölçülmüştür (Şekil 3.19).

(a)

(b)

Şekil 3.18 Aquapro nem ölçere ait access tüplerin çakılması

Arazide elde edilen okumalar (Anonymous 2008c)'de verilen sabit bir katsayı (0.45) ile çarpılarak Gravimetrik Yöntem ile elde edilen hacim yüzdesine çevrilmiştir. Adı geçen web sayfasında, toprak bünyesi ve topraktaki su içeriği ne olursa olsun Aquapro nem ölçerden elde edilen rakam 0.45 ile çarpıldığında Gravimetrik yöntemle elde edilen hacim yüzdesine önem düzeyi düşük bir farkla dönüştürülebilmektedir.

Şekil 3.19 Aquapro nem ölçer ile toprak neminin ölçülmesi

Her parselde, sulama ile verilen su miktarı ölçülmüştür. Su miktarı salma ve tava sulama yapan parsellerde Aküzüm ve Öztürk (1996)'te belirtilen esaslara göre parshall savağı (7.5 cm) ile ve karık sulama yapan parsellerde ise (Güngör vd. 2004) sulamada kullanılan sifon sayısı ve sulama süresi ile belirlenmiştir (Şekil 3.20).

Parsele verilen su miktarının belirlenmesinde kullanılan eşitlikler

$$Q = C.A.\sqrt{2gh} \qquad (3.02)$$

Eşitlikte;

Q : sifon debisi (m^3/s),

C : akış katsayısı,

A : sifon kesit alanı (m^2),

g : yerçekimi ivmesi (m/s^2),

h : sifon su yükü (m)'dir.

Şekil 3.20 Parsele verilen su miktarının ölçülmesi

Her parselden 0-30, 30-60 ve 60-90 cm toprak katmanlarından Benami ve Diskin (1965)'in belirlediği esaslara göre kovalı tip burgu ile bozulmuş toprak örnekleri alınmıştır (Şekil 3.21).

Alınan toprak örneklerinden, tarla kapasitesi (TK), solma noktası (SN) hacim ağırlığı ve bünye sınıfı değerleri Klute and Dirksen (1986)'da verilen esaslara göre belirlenmiştir. Yukarıda belirtilen testlerden tarla kapasitesi, solma noktası ve hacim ağırlığı DSİ Etlik Toprak ve Su Laboratuarında, bünye analizleri ise Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Laboratuarında yapılmıştır.

Şekil 3.21 Bozulmuş toprak örneklerinin alınması

Elde edilen bu verilerden sonra Su Uygulama Randımanı ve Su Tutma Kapasitesi aşağıdaki formüllerle hesaplanmıştır (Balaban ve Ayyıldız 1970; Güngör vd. 2004).

$$E_a = 100.\frac{W_s}{W_f} \qquad (3.03)$$

Eşitlikte;

E_a : su uygulama randımanı (%),

W_s : sulama ile kök bölgesinde depolanan nem miktarı (mm),

W_f : parsele verilen su miktarı (mm)'dir.

$$dk = \frac{(TK - SN).\gamma t.D}{100} \quad (3.04)$$

Eşitlikte;

dk : su tutma kapasitesi (mm),

TK : tarla kapasitesi (%),

SN : solma noktası (%),

γt : toprağın hacim ağırlığı (g/cm^3),

D : toprak derinliği (mm)'dir.

3.2.1.3 Seçilen parsellerde gerçekleşen ve optimum sulama zaman planlarının elde edilmesi

Sulama zaman planlarının (SZP) elde edilmesinde IRSIS yazılımı kullanılmıştır. Optimum SZP'leri belirleyebilmek için öncelikle sahada yer alan otomatik iklim istasyonundan alınan iklim verileri ile Penman-Monteith yöntemi kullanılarak referans bitki su tüketimleri hesaplanmıştır. Daha sonra üretimi yapılan bitkilere ait bitki katsayıları (kc) ile düzeltilerek bitki su tüketim değerleri belirlenmiştir (Doorenbos and Pruitt 1977).

$$ETc = ETo.kc \quad (3.05)$$

Eşitlikte;

ETc: bitki su tüketimi (mm/gün),

ETo: referans bitki su tüketimi (mm/gün),

kc : bitki katsayısı.

Penman-Monteith yöntemi ile referans bitki su tüketiminin belirlenmesinde kullanılan eşitlik aşağıda verilmiştir (Smith 1992).

$$ETo = \frac{\delta}{\delta + \gamma^*}.(Rn - G).\frac{1}{\lambda} + \frac{\gamma}{\delta + \gamma^*}.\frac{900}{T + 275}.u_2.(ea - ed) \quad (3.06)$$

Eşitlikte;

ET_o : referans bitki su tüketimi (mm/gün),

δ : buhar basıncı eğrisinin eğimi ($kP_a/^oC$),

γ^* : modifiye psikometrik sabite ($kP_a/^oC$),

γ : psikometrik sabite ($kP_a/^oC$),

Rn : bitki yüzeyindeki net radyasyon (MJ/m^2/gün),

T : sıcaklık (^oC),

e_a : ortalama hava sıcaklığındaki gerçek buhar basıncı (kP_a),

e_d : ortalama hava sıcaklığındaki doygun buhar basıncı (kP_a),

G : topraktaki ısı akımı (MJ/m^2/gün),

λ : buharlaşma gizli ısısı (MJ/kg),

u_2 : 2 m yükseklikteki rüzgar hızı (m/s)'dir.

IRSIS paket programında kullanılmak üzere sahada tarımı yapılan bitkilerin ekim-dikim tarihleri yöredeki çiftçilerden, bitki katsayısı, gelişme ve yetişme dönemleri İlbeyi (2001)'nden, verimlilik katsayısı, etkili bitki kök derinliği, P faktörü gibi değerler ise Doorenbos and Kassam (1979)'dan ve Raes *et al*. (1988)'dan elde edilmiştir. Yöntemde kullanılan gece gündüz rüzgar hızı oranları (Ugündüz/Ugece) ve solar radyasyon hesabında kullanılan, enlem ve yılın zamanına göre değişen a ve b katsayıları (a=0.25, b=0.40) Kabakçı (1996)'dan alınmıştır.

3.2.1.4 Çiftçilerin sulama zamanı belirleme yeteneklerinin değerlendirilmesi

Çiftçilerin sulama zaman planlarını ve etkin sulama yapma becerilerini belirlemek amacıyla, sulama uygulamaları incelenmiştir. Parsellere ait optimum sulama zaman planlarına göre çiftçilerin gerçekleştirdiği sulama programında meydana gelen verim kaybı (yetişme dönemlerindeki ve toplam) ve mevsimlik sulama suyu miktarlarındaki farklar IRSIS ile hesaplanmış (Raes *et al.* 1988) ve karşılaştırılmıştır.

3.2.2 Sulama Birliğinin mevcut sulama yönetiminin belirlenmesi

2003 yılında Salihli Sağ Sahil Sulama Birliğinin sorumlu olduğu alandaki kanallar sulama mevsimi boyunca izlenmiş, kanallarda yapılan ölçümler aşağıda belirtilmiştir.

3.2.2.1 Kanallardaki sızma kayıplarının belirlenmesi

Sulama şebekesindeki tersiyer ve yedek kanallarındaki sızma kayıpları, kanal üzerinde iki farklı noktada yapılan debi ölçümleri ile belirlenmiştir (Şekil 3.22). Kanallardaki akım hızının saptanmasında hız-kesit yöntemi kullanılmıştır (Kanber 1997).

Sızma kayıplarının hesaplanmasında aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır.

$$Qs = Q_1 - (Q_2 + Q_b) \tag{3.07}$$

Eşitlikte;

Qs : sızma kaybı (L/s),

Q_l : kanal başında ölçülen debi (L/s),

Q_2 : l metre sonra ölçülen debi (L/s),

Q_b : buharlaşma kaybı (L/s)'dir. Eşitlikte belirtilen buharlaşma kaybı ($Q_b = 0$) ihmal edilmiştir.

Şekil 3.22 Kanallardaki akım hızının saptanması

3.2.2.2 Kanallarda akan su miktarının belirlenmesi

2003 yılı sulama sezonu boyunca (16 Haziran–11 Eylül) limnigraflar tarafından ölçülen veriler kullanılarak Güngör vd. (2004)'ne göre debiler ve debilerden faydalanarak kanallarda günlük, dönemlik ve mevsimlik akan su miktarları belirlenmiştir. Bu hesaplamalar Y1, Y2, Y3, Y4 ve Y2T37 kanalları için yapılmıştır.

Debileri bulmak için kullanılan eşitlik aşağıda verilmiştir.

$$Q = A.\frac{1}{n}.R^{2/3}.S^{1/2} \qquad (3.08)$$

Eşitlikte;

Q : kanal debisi (m^3/s),

A : kanalın kesit alanı (m^2),

n : pürüzlülük katsayısı,

R : hidrolik yarıçap (m),

S : kanal taban eğimidir.

Bu eşitliklerde kullanılan parametrelerden kanal taban eğimi (S), kanal taban genişliği (b), şev eğimi (m) tek tek her limnigraf yerinde ölçülmüştür. Ayrıca kanala ait pürüzlülük katsayısı (n) ise limnigraf yerinde adı geçen muline ile yapılan su hızı ölçümlerinden yararlanarak hesaplanmıştır.

Sulama dönemler halinde yapılmıştır (Çizelge 3.11). Sulama dönemleri arasındaki boşluklarda Sulama Birliği şebekenin bakım-onarımını gerçekleştirmiştir.

Çizelge 3.11 2003 yılı sulama dönemleri

Sulama dönemleri	Tarih	Gün sayısı
1. Sulama dönemi	16-22 Haziran	7
1. Ara	23-25 Haziran	3
2. Sulama dönemi	26 Haziran - 11 Temmuz	16
2. Ara	12-16 Temmuz	5
3. Sulama dönemi	17-28 Temmuz	12
3. Ara	29-31 Temmuz	3
4. Sulama dönemi	1-12 Ağustos	12
4. Ara	13-15 Ağustos	3
5. Sulama dönemi	16-25 Ağustos	10
5. Ara	26-28 Ağustos	3
6. Sulama dönemi	29 Ağustos - 11 Eylül	14
Toplam (sulama yapılan)		71

3.2.2.3 Kanallara saptırılması gereken su miktarı ve kanal kapasitelerinin yeterliliğinin belirlenmesi

Toprak, bitki ve iklim verileri ile su uygulama randımanı ve kanalların iletim randımanları göz önüne alınarak her tersiyer için mevsimlik maksimum sulama modülü ve mevsimlik net ve brüt sulama suyu miktarları CROPWAT paket programı ile bulunmuştur. Hesaplamalarda sulama mevsimi başlangıcında topraktaki nem değerinin su tutma kapasitesinin %50'sinde olduğu ve her sulamada mevcut nemin tarla kapasitesine çıkarılacağı yaklaşımı esas alınmıştır.

Türkiye'de yüzeysel sulama yöntemleri kullanılan alanlarda su uygulama randımanı ortalama %35-45 arasında gerçekleşmektedir (Tekinel vd. 2000). Tüm alanın su uygulama randımanı %45 olarak kabul edilmiştir.

Kanal kapasitelerinin pik dönemde yeterli olup olmadığı hesaplanırken parsellerin suyu tersiyer kanalının ortasından aldığı kabul edilmiştir.

Toprak verileri : TNT görüntü işleme paket programı ile rektifikasyonu yapılmış Haziran 2003 tarihli Quickbird (60 cm) uydu görüntüsü üzerinden Salihli Sağ Sahil Sulama Birliğinin kullandığı ana kanal, yedekler, tersiyerler, drenaj kanalları ve Gediz nehri sayısallaştırılmıştır. Sayısallaştırılan bu görüntüler ile Usul (2003)'da verilen toprak serileri sayısal haritası transpoze edilerek tersiyerlerin sulamakla sorumlu olduğu toprakların fiziksel özellikleri tespit edilmiştir. Her tersiyerin sulayabildiği alandaki bünye dağılımı, TK, SN ve HA değerleri belirlenmiştir. Bu verilerden faydalanarak STK değerleri daha önce verilmiş olan (3.04) numaralı eşitlik ile hesaplanmıştır (Kanber 1997; Güngör vd. 2004). Seçilen parsellerde gerçekleşen su uygulama randımanlarından faydalanarak tüm alan için kullanılabilecek su uygulama randımanı aritmetik ortalama ile belirlenmiş ve CROPWAT paket programında kullanılmıştır.

Bitki verileri : CROPWAT paket programında kullanılmak üzere sahada tarımı yapılan bitkilerin ekim-dikim tarihleri yöredeki çiftçilerden, bitki katsayısı, gelişme ve yetişme dönemleri İlbeyi (2001)'nden, verimlilik katsayısı, etkili bitki kök derinliği, P faktörü gibi değerler ise Doorenbos and Kassam (1979) ve Raes *et al.* (1988)'dan elde edilmiştir.

İklim verileri : Çalışma alanına kurulan otomatik iklim istasyonundan elde edilen iklim verilerinden yararlanılmıştır. Yöntemde kullanılan gece gündüz rüzgar hızı oranları (Ugündüz/Ugece) ve solar radyasyon hesabında kullanılan, enlem ve yılın zamanına göre değişen a ve b katsayıları (a=0.25, b=0.40) Kabakçı (1996)'dan alınmıştır.

Tersiyerlerden saptırılması gereken su miktarları yedek iletim randımanına bölünerek yedeklerin başında saptırılması gereken su miktarları hesaplanmıştır (Güngör vd. 2004).

3.2.2.4 Sulama zaman planlaması destekli ve interaktif su dağıtım planlaması (SZP D-İ SDP) yaklaşımı ile örnek su dağıtım planı

Sulama zaman planlanması destekli ve interaktif su dağıtım planlaması (SZP D-İ SDP), mevcut su kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılması için mevcut koşulları göz önüne alarak proje alanındaki bütün parsellerde yetiştirilen bitkiler için SZP yapan, SZP sonuçlarını göz önüne alarak sulama sistemini oluşturan bütün kanallar için SDP yapan, gerekli kontrolleri yaparak olumsuz sonuçların düzeltilebilmesi için gerekirse SZP'ye geri dönerek düzenlemeler yapan ve bu sonuçlara göre yeni SDP oluşturan, yani interaktif, bütün sulama birliklerine uygulanabilecek şekilde esnek ve çiftçiler açısından adil sonuçlar üreten bir su dağıtım planlaması yaklaşımıdır (Kodal vd. 2006).

Bu yaklaşım, bitki su tüketiminden başlayarak SZP ve SDP hesaplamalarında gerekli bütün verileri (toprak, bitki, iklim, sulama sistemi, sulama yöntemi, sulama birliği ve çiftçi özellikleri, çiftçi istekleri, su dağıtım ağı ve parsel özellikleri, bitki deseni, su-verim ilişkileri vb.) göz önüne almaktadır. Bir parselde yetiştirilen herhangi bir bitki için sulama suyunun yeterli olduğu koşulda su stresi yaratmayacak ve aşırı su kullanımına izin vermeyecek bir optimum SZP veya sulama suyunun yetersiz olduğu koşullarda su verim ilişkileri göz önüne alınarak mevcut kısıtlı su ile en yüksek verimin alınabileceği ve su kaybına izin vermeyen bir kısıntılı SZP geliştirilmelidir.

Parsel düzeyinde yapılan SZP çalışmalarına dayalı olarak yapılacak şebeke düzeyindeki SDP'de, su kaynağı kapasitesinin yeterli olması koşulunda şebekeden su alacak her parselde yetiştirilen bitkilerin su ihtiyaçlarının her dönemde tamamının karşılanması ve mevcut koşullarda en yüksek verimin alınması SDP'nin temel hedefidir. Su kaynağının yetersiz kaldığı dönemlerde (pik dönemde) parsellere verilecek sulama suyu miktarında kısıntı yapılması gerekmektedir. Bu durumda ya sulama aralığı uzatılmakta, ya sulama süresi kısaltılarak verilen su miktarı azaltılmakta veya her ikisi birden uygulanmaktadır. Bu işlem yapılırken eğer, parsel düzeyine dönülerek SZP çalışmaları yapılırsa ortaya çıkacak verim kaybı en aza indirgenebilecektir. Sulamanın geciktirilmesinin stres yaratıp yaratmayacağı, sulamanın ileriki bir tarihe ertelenmesi yerine daha önceki bir tarihe alınması alternatifi ve verilecek sulama suyu miktarının ne oranda değişeceği,

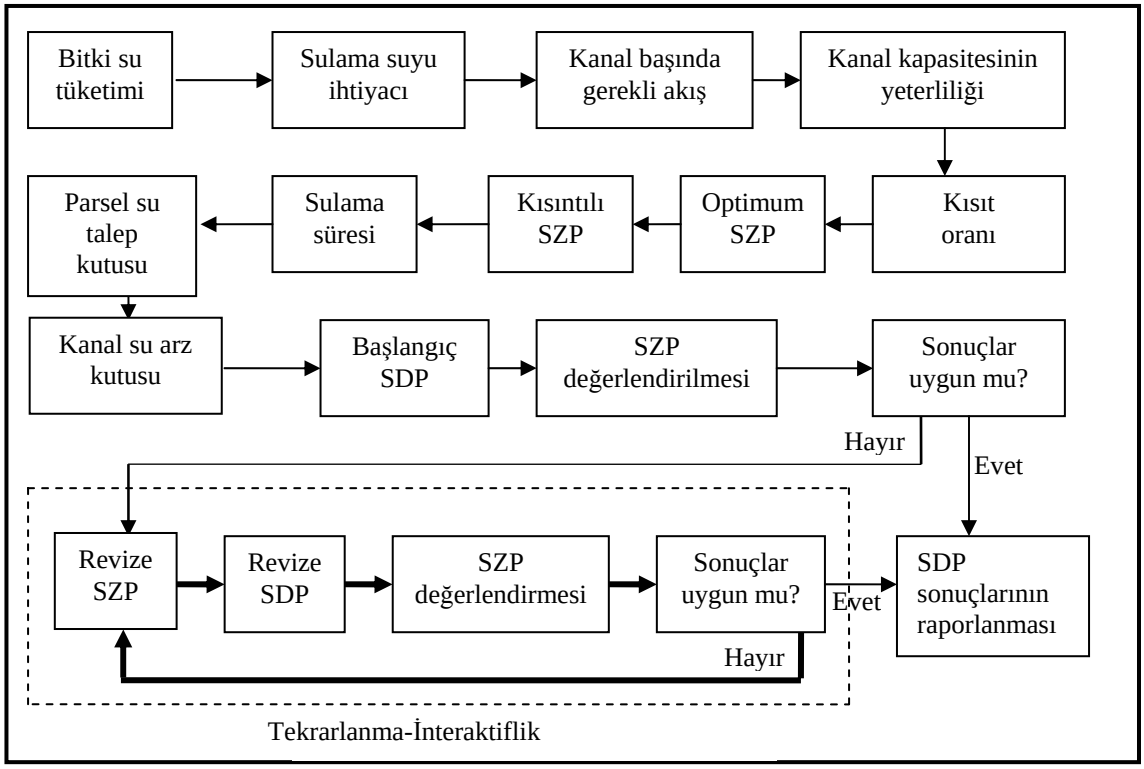
herhangi bir sulamada yapılan değişikliğin sonraki sulamaları hangi düzeyde etkileyeceği ve bu koşullarda verim düzeyinin ne olacağı SZP çalışmaları ile araştırılabilmektedir. Bu araştırma sonuçlarından elde edilecek sulama tarihi ve su miktarı sonuçlarına göre tekrar SDP'ye dönülerek sulamaların planlanmasına devam edilebilmektedir.

SZP D-İ SDP için gerekli temel işlemler:

Burada belirtilen işlemler yüzey sulama yapılan ve sulama suyunun kanaldan alınmasında sifon kullanılan koşullar için geçerlidir. Akış şeması Şekil 3.23'de verilen SZP D-İ SDP yaklaşımı aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.

- Her bitki için bitki su tüketiminin hesaplanması
    - Hesaplama periyodu
    - Zaman dilimi (onar günlük dönemler)
    - Tahmin yöntemi
    - ET analizi
- Sulama suyu ihtiyacının hesaplanması
    - Yağış analizi
    - Sulama suyu ihtiyacı analizi
- Her kanal için kanal başında gerekli akışın hesaplanması, kanal kapasitesinin yeterliliğinin araştırılması, gerekiyorsa kısıt oranının belirlenmesi
    - Parsel su ihtiyacının hesaplanması
        - Net su ihtiyacı
        - Brüt su ihtiyacı
        - Gerekli akış
    - Kanal su ihtiyacının hesaplanması
        - Kanal başında gerekli akış
    - Kanal kapasitesinin yeterliliğinin ve gerekiyorsa kısıt oranının belirlenmesi
        - Onar günlük dönemler için kısıt oranları

- Su kaynağı kapasitesinin yeterliliğinin ve gerekiyorsa kısıt oranının belirlenmesi



Şekil 3.23 Sulama zaman planlaması destekli ve interaktif su dağıtım planlaması yaklaşımı akış şeması (Kodal vd. 2006; Tahmaz 2006)

- Sulama zamanının planlanması:

  Her parsel ve her bitki için ekim tarihine göre yapılmalı

  - Optimum sulama zaman planlaması
  - Belirlenen kısıt oranlarına göre kısıntılı sulama zaman planlaması
  - Tam zamanlı sulama zaman planlaması
  - Parsel alanına göre sifon kapasitesinin ve sayısının (sifon debisinin) belirlenmesi
- Her parsel için sulama süresinin hesaplanması ve parsel su talep kutularının hazırlanması
  - SZP sonuçlarına göre "sifon sayısı-sulama süresi (saat veya gün)" ilişkisini gösteren sulama kutularının hazırlanması
- Her kanal için kanal su arz kutusunun hazırlanması

- “Zaman (gün) ile kanal kapasitesine veya sisteme verilebilecek su miktarına karşılık gelen sifon sayısı” ilişkisini gösteren su arz kutusunun hazırlanması

- Başlangıç su dağıtımının planının hazırlanması (su kaynağı kapasitesinin yeterli olduğu ve olmadığı durumlar için)
  - Su dağıtımı yapılacak günlerin belirlenmesi (rotasyon varsa)
  - Sulama sisteminde günlük çalışma süresinin belirlenmesi
  - Her kanal için, kanaldan su alan parsellerin SZP’ye göre, başlangıç su dağıtımının planlanması
    - Kanala bağlı her parselin her sulamasına ilişkin sulama kutusunun, sulama tarihi ve süresine göre bu grafiğe yerleştirilmesi
    - Eğer varsa kapasiteyi aşan günler ve saatlerdeki sulama taleplerinin, kapasitenin dolmadığı gün ve saatlere kaydırılması, yani bazı sulama tarihlerinin birkaç gün geriye veya ileriye kaydırılması
- Sulama zamanlarında kayma olan bitkiler için yeniden SZP yapılması ve değerlendirilmesi
  - Sulama zamanı değişen her bitki için yeni SZP hazırlanarak bir “değerlendirme” yapılması, su kaybı (drenaj) ve verim azalması olup olmadığının araştırılması
- Yeni sulama zaman planının revize edilmesi
  - Drenaj veya verim azalması varsa su miktarlarının yeniden düzenlenerek drenajın ve verim azalmasının ortadan kaldırılması veya kabul edilebilir bir düzeye indirilmesi, mecbur kalınırsa sulama tarihlerinin veya su miktarlarının değiştirilmesi, mecbur kalınırsa sulama sayısının arttırılması ve yeni bir SZP hazırlanması (ancak bu düzenlemeler yapılırken adil olunmalı, verilecek toplam sulama suyu miktarı aynı olmalı, sulama sayıları ve verim azalmaları bütün çiftçilerde aynı düzeylerde olmalı)

- Başlangıç su dağıtım planının revize edilmesi
    - Hazırlanan revize SZP'ye göre başlangıç su dağıtımının yeniden düzenlenmesi
- Revize SDP sonuçlarına göre gerekirse yeniden SZP yapılması ve yeniden SDP yapılması ve uygun sonuca ulaşana kadar bu işlemlere devam edilmesi.

Yukarıda ana hatlarıyla belirtilen işlemlere ilişkin esaslar ve sahada en fazla sıkıntı yaşanan tersiyer kanallardan biri olan Y2T37 kanalı alanında yapılan SZP D-İ SDP çalışmasına ilişkin ayrıntılar aşağıda başlıklar halinde verilmiştir.

a) Parsel veri tabanının hazırlanması

SDP çalışmasında ilk aşama proje alanında yer alan bütün parseller için parsel numarası, parsel alanı, parsel alanına göre kullanılması gereken sifon sayısı, toplam sifon debisi, parselde yetiştirilen bitki çeşidi, bitkinin ekim ve hasat tarihi, parselin bağlı olduğu (su aldığı) kanal ve bağlantı noktasının kanal başlangıcına uzaklığı bilgilerinden oluşan bir parsel veri tabanının oluşturulmasıdır. Eğer aynı parselde iki veya daha fazla bitki yer alıyorsa, her bitkinin bulunduğu alt parsel ayrı bir parsel gibi değerlendirilmelidir.

SZP D-İ SDP çalışmasının yürütüldüğü Y2T37 tersiyer kanalında yer alan bütün parseller için parsel veri tabanı, yukarıda açıklandığı şekilde ve Salihli Sağ Sahil Sulama Birliği ve Salihli Tapu Kadastro İlçe Müdürlüğünden elde edilen bilgilerden yararlanılarak hazırlanmıştır.

b) Bitki su tüketiminin ve sulama suyu ihtiyacının hesaplanması

Y2T37 tersiyeri sulama alanındaki her bir parsel için parselde yer alan bitkiye ilişkin ekim-dikim tarihleri yöredeki çiftçilerden, bitki katsayısı, gelişme ve yetişme dönemleri İlbeyi (2001)'nden, verimlilik katsayısı, etkili bitki kök derinliği, P faktörü gibi değerler

ise Doorenbos and Kassam (1979) ve Raes *et al.* (1988)'dan elde edilmiştir. Bitki su tüketimi ve sulama suyu ihtiyacının onar günlük periyotlar için hesaplanması çalışmanın hassasiyeti açısından önem taşımaktadır. Y2T37 tersiyeri sulama alanında yetiştirilen bitkilerin referans bitki su tüketimleri IRSIS yazılımından yararlanılarak Modifiye Penman yöntemi ile hesaplanmıştır (Çizelge 3.8).

c) Kanal veri tabanının hazırlanması

Suyun alındığı noktadan başlanarak su dağıtım ağı, kapasite değişikliklerine göre bölümlere ayrılmalı, her bölümdeki kanalın uzunluğu, kapasitesi, su alım noktasına uzaklığı, söz konusu kanala hangi kanalların bağlandığı ve hizmet ettiği alan belirlenmelidir.

Çalışmanın yürütüldüğü Y2T37 tersiyeri veri tabanı, yukarıda belirtildiği şekilde, uydu görüntüsü, sistem şematiği ve tesis tanıtma föyünden yararlanılarak oluşturulmuştur.

d) Kanal başında gerekli akışın hesaplanması, kanal kapasitesinin yeterliliğinin araştırılması, gerekiyorsa kısıt oranının belirlenmesi

Y2T37 kanalı için, onar günlük dönemlerde, kanaldan su alan parsellerdeki bitkilerin optimum sulama koşulunda net ve brüt sulama suyu ihtiyaçları, su uygulama randımanı, su iletim randımanı değerlerinden yararlanarak her kanal bölümü için kanal başında gerekli akış değerleri hesaplanmalıdır. Hesaplanan kanal başında gerekli akış değeri kanal kapasitesinden küçükse kanal kapasitesi yeterli demektir. Eğer herhangi bir dönemde kanal başında gerekli akış değeri kanal kapasitesinden büyükse o dönemde kanal kapasitesi yetersizdir, bu durumda o dönemdeki kısıt oranları hesaplanmalıdır.

Kanalda hangi aylarda ve ne kadar kısıt yapılacağının belirlenmesi için öncelikle "Kanal Kapasite Yeterlilik" dosyası oluşturulması gerekmektedir. Bu dosyadaki temel veriler, kanaldan su alan parsellerdeki bitkilerin optimum sulama koşulunda onar günlük dönemlerde hesaplanan net ve brüt su ihtiyaçları ile su uygulama randımanı ve su iletim

randımanı değerleridir. Her bitkinin kapladığı toplam alan dekar olarak bulunur. Hesaplamalarda su uygulama randımanı yörede ortalama bir değer olan %45, tersiyerin su iletim randımanı ise %83'tür. Bu değerlerden yararlanılarak net su ihtiyaçları (m^3/10 gün) ve brüt su ihtiyaçları (m^3/10 gün) hesaplanır. Net su ihtiyacı (m^3/10 gün), net su ihtiyacının (mm/10 gün) ilgili bitkinin toplam alanı ile çarpımına eşittir. Brüt su ihtiyacı ise net su ihtiyacının randımana bölünmesi ile elde edilmiştir. Her ayın brüt su ihtiyacı, o aya ait onar günlük brüt su ihtiyaçlarının toplamıdır.

Her bitkiye ait aylık toplam brüt su ihtiyaçlarının bulunmasından sonra kanal başındaki brüt su ihtiyacı (m^3/10 gün) bulunmuştur. Kanal başındaki brüt su ihtiyacı (m^3/10 gün) aylık her bitkinin toplam brüt su ihtiyaçlarının su uygulama randımana (0.45) bölünmesi ile elde edilen değerlerin daha sonra su iletim randımanı (0.83)'e bölünmesi ile bulunur.

Kanal başında gerekli akış (Güngör vd. 2004):

$$A.d = 3.6.Q.T.Ea.Ec \qquad (3.09)$$

eşitliği ile hesaplanabilir. Eşitlikte;

Q : sistem kapasitesi (L/s)
A : sulanacak alan (da)
d : toplam sulama suyu ihtiyacı (mm)
T : sulama süresi (h)
Ea : su uygulama randımanı
Ec : su iletim randımanı

e) Optimum sulama zaman planlarının hazırlanması

Çalışma alanında yer alan her parseldeki bitkiler (bağ, pamuk, mısır I, mısır II, domates) için optimum sulama zaman planları hazırlanmalıdır.

Alanındaki bitkiler için sulama zaman planlarının hazırlanmasında IRSIS yazılımından yararlanılmış ve parselin toprak özellikleri, bitki su tüketimi, yağış ve bitki özelliklerine göre, topraktaki mevcut rutubet kritik seviyeye düştüğünde sulama yapılacak ve mevcut rutubeti tarla kapasitesine çıkaracak kadar sulama suyu verilecek şekilde optimum sulama zaman planları elde edilmiştir.

f) Kısıntılı sulama zaman planlarının hazırlanması

Eğer kanal kapasitesi veya kanala verilecek sulama suyu miktarı sulama sezonu boyunca herhangi bir dönemde kanal başında gerekli akıştan küçükse, her parseldeki bitkiler ve ekim tarihleri için optimum sulama zaman planlamasında elde edilen sulama tarihleri ve sulama suyu miktarlarından yararlanılarak ve belirlenen onar günlük dönemlerdeki kısıt oranları kullanılarak, sulama tarihleri değiştirilmeden, kısıt dönemine rastlayan sulamaların su miktarları, o dönemdeki kısıt oranı kadar azaltılarak kısıntılı sulama zaman planları elde edilmeli ve verilecek su miktarının azaltılması nedeniyle bitkilerde ortaya çıkan stresin yaratacağı verim azalması değerleri hesaplanmalıdır.

g) Sulama zaman planındaki sulamalar için sulama sürelerinin hesaplanması ve parsel su talep kutularının hazırlanması

Elde edilen optimum veya kısıntılı sulama zaman planındaki sulamalar için, sulama suyu miktarı, parsel alanı, su uygulama randımanı, sifon sayısı ve parsel debisinden yararlanılarak, sulama süresi (saat ve gün) hesaplanmalı, her sulama için bir su talep kutusu hazırlanmalıdır.

Çalışmada her parsel ve her bitki için elde edilen sulama zaman planından ve parsel veri tabanında yer alan bilgilerden yararlanılarak parsel su talep kutuları hazırlanmıştır. Bu kutular, yüksekliği parselde ihtiyaç duyulan sifon sayısını, uzunluğu ise sulama süresini (saat) gösterecek şekilde hazırlanmıştır.

Su miktarı (m^3), su miktarı (mm) ile parsel alanının (da) çarpılması ile elde edilmiştir. Brüt su miktarı ise, su miktarı (m^3) değerinin su uygulama randımanına (%45) bölünmesi ile elde edilmiştir. Sulama süreleri, sifon sayısı ve sifon debisine göre hesaplanmış, sifon-saat ve sifon-gün olarak verilmiştir. Son sütunda ise sifon sayısı ve sifon-saat değerine göre su talep kutuları çizilmiştir.

h) kanal su arz kutusunun hazırlanması

Kanal su arz kutusunu gösteren grafik, yatay eksen sulama sezonu için zamanı (ay, gün ve saat), düşey eksen ise kanal kapasitesine karşılık gelen sifon sayısını gösterecek şekilde hazırlanmalıdır. Kanal sifon sayısı, kanal kapasitesinin veya kanala verilecek olan sulama suyu miktarının sifon debisine bölünmesiyle elde edilir.

Çalışmada optimum SZP D-İ SDP yapılırken kanal kapasitesi 160 L/s olarak alınmış ve bu değer sifon debisine (40 L/s) bölünerek kanal su arz kutusunun yüksekliği 4 sifon olarak elde edilmiştir.

ı) Başlangıç su dağıtım planının hazırlanması

Kanaldan su alan her parsel için elde edilen su talep kutuları, sulama tarihine uygun olarak kanal su arz kutusu içerisine yerleştirilmelidir. Sulamaların seyrek olduğu sulama sezonunu başlangıcında ve sonunda, her sulama talep kutusu, sulamanın yapılacağı güne yerleştirilebilir. Ancak sulamaların yoğun olduğu pik dönemde ve özellikle suyun yetersiz olduğu ve kısıt gerektiren dönemlerde bazı sulamalar sulamanın yapılacağı güne yerleştirilebilirken, bazı sulamalar için kanalda söz konusu günde yer kalmadığından, birkaç gün önceki veya sonraki bir tarihe yerleştirilebilmektedir. Bu durumda bazı parsellerdeki bitkilerin bazı sulama tarihlerinde kaymalar ortaya çıkmaktadır. Bu durumda bitkilerin sulama zaman planı değişmekte, kayan sulamalar nedeniyle toprağın tarla kapasitesinin üzerinde su uygulamaları (aşırı sulama) nedeniyle su kaybı veya geç sulama nedeniyle stres ve verim kaybı ile karşılaşılabilmektedir.

Sulamaların önceki tarihlere kayması nedeniyle bazı çiftçi parsellerinde ortaya çıkan su kaybı (drene olan su miktarı) suyu dağıtan Sulama Birliği açısından önem taşır ve bu su kayıplarının yok edilmesi veya kabul edilebilir bir seviyeye düşürülmesi gerekir. Bu tür su kayıplarının önlenmesi, kıt kaynaklardan olan suyun etkin kullanımı ve su tasarrufu açısından da oldukça önemlidir.

Sulamaların sonraki tarihlere kayması nedeniyle bazı çiftçi parsellerinde ortaya çıkan su stresi ve verim kaybı, öncelikle çiftçi açısından önem taşır, aynı zamanda Sulama Birliğinin adil bir su dağıtımı yapması açısından da önemlidir. Su dağıtımı nedeniyle ortaya çıkan verim kayıplarının ya yok edilmesi ya da kabul edilebilir bir seviyeye düşürülmesi gerekir.

Yerleştirme işlemi sırasında kanal içerisindeki su talep kutularının, belirli kurallara uygun olarak kanalda suyun boşa aktığı tarihlere kaydırılmasına dikkat edilmelidir. Kaydırma işleminde uyulması gereken kurallar şunlardır:

- Mümkün olduğunca az kaydırma yapılmalı,
- Mümkün olduğu kadar aynı parsellere ilişkin sulamalar aynı yönde kaydırılmalı,
- Kaydırma işleminden sonra tekrar sulama zaman planlamasına dönülmeli, eğer kaydırma sonucu ortaya çıkan sulama zaman planları farklı stres ve verim azalması yaratıyorsa adil olacak şekilde kaydırmaların yenilenmesi gerekmektedir.

Y2T37 tersiyer kanalı için hazırlanan su arz kutusuna bütün parsellerin bütün sulamaları sulama tarihlerine uygun olarak ve kanal kapasitesini aşmayacak şekilde yerleştirilmiştir. Özellikle pik dönemde eğer su talep kutusunun sulama tarihinde kanalda yer kalmamış ise o tarihe yakın daha önceki veya daha sonraki herhangi bir tarihe gelecek şekilde yerleştirilmiştir, bu durumda sulamanın gerçek tarihi önceye veya sonraya kaymış olmaktadır. Tüm parsellerin tüm sulamaları bu şekilde kanal arz kutusunun içine yerleştirildikten sonra Y2T37 tersiyer kanalı için başlangıç SDP elde edilmiştir.

i) Sulama zamanlarında kayma olan bitkiler için yeniden sulama zaman planlaması yapılması ve değerlendirilmesi

Başlangıç su dağıtım planında sulama tarihlerinde kayma olan bütün bitkiler için yeni sulama tarihlerine göre oluşan sulama zaman planları IRSIS yazılımı yardımıyla değerlendirilmeli, eğer varsa su kaybı ve verim kaybı değerleri yeniden belirlenmelidir. Elde edilen sonuçlar parsel bazında, aynı bitkinin ekili olduğu parseller bazında ve şebeke bazında düzenlenerek sulama tarihlerindeki toplam sapma miktarı, sulama suyu kaybı (mm ve % olarak), verim azalması, yağış etkinliği ve sulama etkinliği sonuçları incelenmeli ve belirlenecek kontrol parametreleri ile karşılaştırılmalıdır.

Karşılaştırmada kullanılan brüt su miktarı (mm) değeri, her bitkiye ilişkin daha önce hesaplanan brüt su miktarı (m^3) değerinin sulama randımanı %45'e bölünmesi ile bulunmaktadır. Sulama suyu kaybı (%) değerleri ise toplam sulama suyu kaybı (mm) değerlerinin brüt su miktarlarına (mm) bölünmesi ile her bitki için elde edilmektedir.

Y2T37 tersiyer kanalı için elde edilen başlangıç SDP'de sulamalarında kayma olan parseller için yeni sulama tarihleri IRSIS yazılımında yeniden girilerek bir değerlendirme çalışması yapılmış ve ortaya çıkacak sonuçlar (sulama suyu kaybı, verim azalması, yağış etkinliği ve sulama etkinliği) belirlenmiştir.

j) Kontrol parametrelerinin belirlenmesi

Elde edilen SDP sonuçlarının uygun olup olmadığına karar verilebilmesi için söz konusu şebeke için kontrol parametrelerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu parametreler her şebekenin özelliklerine uygun olarak belirlenmelidir, bu nedenle bir şebekeden diğerine önem düzeyi de farklılık gösterebilir. Örneğin, su kaynağının kapasitesi yetersiz olan bir şebekede, su kaynağı kapasitesi yeterli olan şebekeye oranla, toplam su kaybı sınır değeri daha düşük seviyede, yağış etkinliği ve sulama etkinliği daha yüksek seviyede alınmalıdır. Kontrol parametreleri aynı şebekede yıldan yıla da değiştirilebilir, kurak yıllarda su kaybını minimize edecek şekilde sınır değerler değiştirilmelidir.

k) Başlangıç su dağıtım planlaması sonuçlarının kontrol parametreleri ile karşılaştırılması

Başlangıç SDP ile elde edilen sonuçların, şebeke için belirlenecek sınır değerler yani kontrol parametreleri ile karşılaştırılarak elde edilen sonuçların uygun olup olmadığına karar verilmelidir.

Karşılaştırmada en önemli parametreler, su kaybı ve verim azalmasıdır. Özellikle su kaynağının kısıtlı olduğu sulamalarda su kaybı birinci parametre olarak alınmalıdır. Herhangi bir SDP sonucunda su kaybı ve verim azalması değerleri kontrol parametreleri sınır değerlerinin üzerinde ise sonuçların mutlaka revize edilmesi önerilir. Toplam sapma, yağış etkinliği ve sulama etkinliği ikinci düzeyde önemli parametreler olarak alınabilir. Herhangi bir SDP sonucunda bu parametrelerin uygun çıkmaması halinde, mevcut su dağıtım planının revize edilip edilmeyeceği kararını Sulama Birliği yönetimi vermelidir.

Sonuçlar uygunsa elde edilen başlangıç SDP kabul edilebilir demektir ve şebeke için hangi parsele ne zaman ve kaç saat süreyle su verileceğini gösteren SDP raporu hazırlanır.

Eğer sonuçlar kontrol parametrelerinin biri veya birkaçı açısından uygun değilse bu durumda elde edilen SDP kabul edilebilir düzeyde değil demektir ve SZP ile SDP çalışmalarının revize edilmesine gerek duyulmaktadır. Bu işleme, elde edilecek SDP sonuçlarının kontrol parametreleri düzeyine düşmesine kadar devam edilmelidir.

Y2T37 tersiyer kanalı için yapılan optimum ve kısıntılı SZP D-İ SDP çalışmasında sulamalardaki kaymanın minimum düzeyde olduğu ve elde edilen sonuçların kontrol parametreleri açısından uygun olduğu, başlangıç su dağıtım planında yeni bir düzenlemeye gerek duyulmadığı görülmüştür.

l) Yeni sulama zaman planının revize edilmesi

Başlangıç su dağıtım planı sonrasında yeni sulama tarihlerine göre oluşan sulama zaman planları IRSIS yazılımı yardımıyla revize edilmelidir. Su kaybına veya strese yol açan sulamaların tarihleri, bu kayıpları yok edecek veya minimuma düşürecek şekilde yeniden belirlenmeli ve revize sulama zaman planları hazırlanmalıdır.

m) Revize sulama zaman planlaması sonuçlarına göre başlangıç su dağıtım planının revize edilmesi

Başlangıç su dağıtım planı, revize sulama zaman planlarındaki sulama tarihlerine göre yeniden düzenlenmeli ve revize su dağıtım planı elde edilmelidir. Ancak bu yapılırken, daha önce sorunlu olmayan bazı parsellerin bazı sulama tarihlerinde kayma ortaya çıkabilir. Bu nedenle revize su dağıtım planı elde edildikten sonra, başlangıç SDP'den sonra yapılan tüm işlemler tekrarlanarak revize SDP'nin uygun olup olmadığı belirlenmelidir. Yani revize SDP'de sulamalarında kayma olan bitkiler için yeniden SZP yapılarak değerlendirilmeli, elde edilen sonuçlar kontrol parametreleri ile karşılaştırılarak revize SDP'nin uygun olup olmadığına karar verilmelidir. Sonuçlar uygunsa elde edilen revize SDP kabul edilebilir demektir ve şebeke için hangi parsele ne zaman ve kaç saat süreyle su verileceğini gösteren SDP raporu hazırlanır. Eğer sonuçlar kontrol parametrelerinin biri veya birkaçı açısından uygun değilse bu durumda elde edilen revize SDP kabul edilebilir düzeyde değil demektir ve revize SZP ile revize SDP çalışmalarının tekrar revize edilmesine gerek duyulmaktadır.

Bu işlemler, elde edilecek yeni SDP sonuçlarının kontrol parametreleri düzeyine düşmesine kadar birkaç kez tekrarlanabilir. Önemli olan Sulama Birliği açısından uygun, çiftçiler açısından adil bir su dağıtımının elde edilmesidir. Görüldüğü gibi bu yaklaşımda SDP çalışmaları yörenin toprak, bitki, iklim koşullarını göz önüne alan ve parsel düzeyinde yapılan SZP çalışmalarına dayandırılmaktadır ve bu nedenle "SZP destekli" ifadesi kullanılmıştır. Yine bu yaklaşımda elde edilen SDP sonuçlarının uygun olup olmadığı yeni bir SZP ile değerlendirilmekte ve sonuçlar uygun değilse revize SZP ve revize SDP yapılarak ve bu işlemlere uygun sonuçlar elde edilene kadar devam

edilerek SDP ile SZP arasında bir interaktiflik sağlanmaktadır, bu nedenle "SZP destekli ve interaktif" ifadesi kullanılmıştır. Kullanılan yaklaşıma da **"**sulama zaman planlaması destekli ve interaktif su dağıtım planlaması**"** kısaca **"**SZP D-İ SDP**"** adı verilmiştir (Kodal vd. 2006; Tahmaz 2006).

Y2T37 tersiyer kanalında yapılan SZP D-İ SDP çalışmasında revize işlemi gerçekleştirilmemiştir.

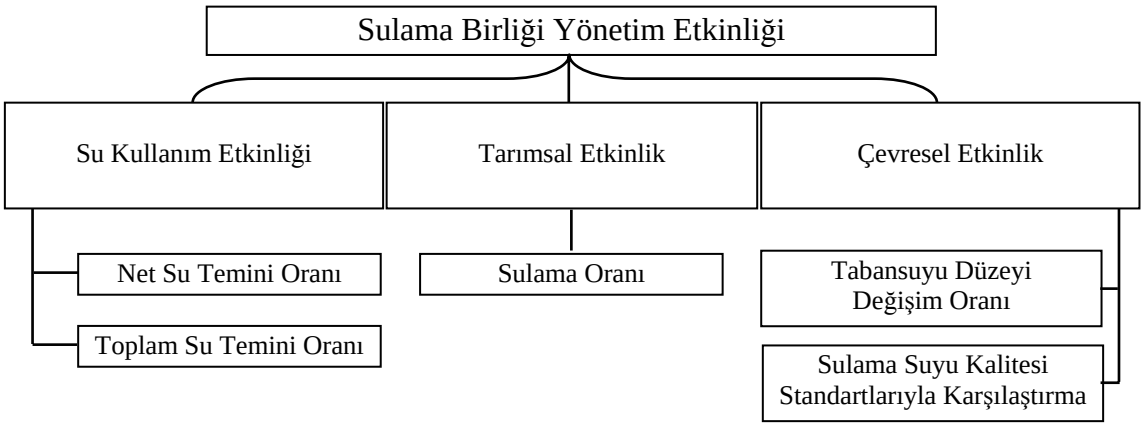
n) Su dağıtım planı raporunun hazırlanması

Kontrol parametreleri ile karşılaştırıldıktan sonra uygun olduğu belirlenen başlangıç veya revize SDP sonuçlarından yararlanılarak sulama şebekesindeki her bir parsele ne zaman ve kaç saat süreyle su verileceğini gösteren SDP raporu hazırlanmalıdır. Bu rapor sulama şebekesindeki her kanal için ayrı ayrı hazırlanabilir.

Y2T37 tersiyer kanalı için optimum ve kısıtlı koşullarda başlangıç SDP sonuçları uygun bulunduğundan başlangıç SDP'ye ilişkin sonuçlardan yararlanılarak SDP raporu hazırlanmıştır.

3.2.3. Sulama Birliği yönetim etkinliğinin belirlenmesi

Sulama sistemlerinde performansın belirlenmesinde, suyun kaynaktan bitki kök bölgesine kadar iletim, dağıtım ve uygulama işlemlerini içeren **su kullanım etkinliği,** tarımsal faaliyetleri kapsayan **tarımsal etkinlik** ve sulu tarımın sürdürülebilirliliği faaliyetlerini içeren **ekonomik, sosyal ve çevresel etkinlik** göstergeleri olarak gruplandırılabilir. Belirtilen bu göstergelerden çalışmada kullanılanlar Şekil 3.24'te eşitlikler ise başlıklar halinde aşağıda verilmiştir (Beyribey vd. 1997; Benli ve Beyribey 1998; Kocabaş ve Girgin 1998).



Şekil 3.24 Sulama Birliği yönetim etkinliğinin belirlenmesinde kullanılan performans göstergeleri

3.2.3.1 Su kullanım etkinliğinin belirlenmesi

Çalışmada su kullanım etkinliğinin belirlenmesinde net (STO_n) ve toplam (STO_t) su temini oranları hesaplanmıştır. Eşitlikler;

$$STO_n = \frac{\text{Şebekeye saptırılan su } (m^3/ha)}{\text{Net sulama suyu ihtiyacı } (m^3/ha)} \quad (3.10)$$

$$STO_t = \frac{\text{Şebekeye saptırılan su } (m^3/ha)}{\text{Toplam sulama suyu ihtiyacı } (m^3/ha)} \quad (3.11)$$

3.2.3.2 Tarımsal etkinliğinin belirlenmesi

Tarımsal etkinliğinin belirlenmesinde sulama oranı kullanılmıştır ve Salihli Tapu-kadastro Müdürlüğü tapu kayıtlarından ve Salihli Sağ Sahil Sulama Birliği mesaha cetvellerinden faydalanarak yedek ve tersiyer kanalların sulayabileceği alanlar ile 2003 yılında kanalların suladığı alanlar belirlenmiştir.

Sulama oranı (SO); tersiyer, yedek ve ana kanal bazında aşağıda verilen eşitlikle hesaplanmıştır.

$$SO = \frac{\text{Sulanan alan (ha)}}{\text{Sulama alanı (ha)}} \quad (3.12)$$

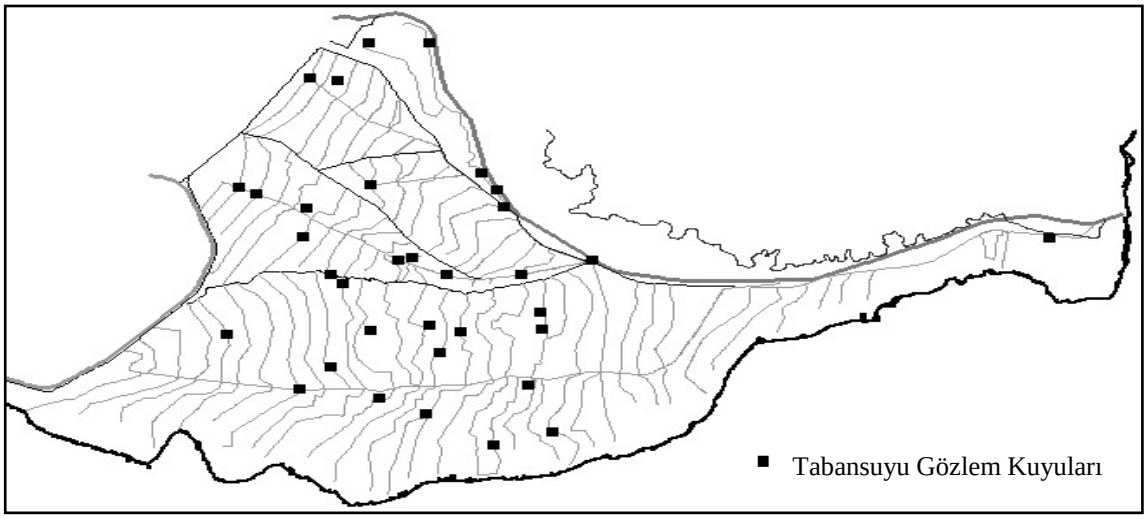
3.2.3.3 Çevresel etkinliğinin belirlenmesi

Çevresel etkinlik başlığı altında yer alan performans göstergelerinden tabansuyu düzeyi her iki sulama dönemi arasında, sulama suyu kalitesinin değişimi ise ana kanal ve ana drenaj kanalından sulama mevsiminden önce ve sonra olmak üzere iki kez alınan örneklerle belirlenmiştir.

3.2.3.3.1 Tabansuyu seviyesi

Sağlıklı ölçümler için 1000 hektarlık havzada 40 adet, 10 000 hektarlık havzada ise 100 adet Tabansuyu gözlem kuyusunun yerleştirilmesi gerekmektedir (Güngör ve Erözel 1994). Buna göre 9100 ha alanda 91 adet gözlem kuyusu olması gerekirken DSİ sahada toplam 81 adet gözlem kuyusu açmıştır. Ancak bunların sadece 35 tanesinden sağlıklı ölçüm alınabilmiştir. Geri kalan kuyuların bir kısmı tahrip olmuş bir kısmı da tıkandığı için ölçüm alınamamıştır. Çalışmada sağlıklı ölçüm alınabilen tabansuyu gözlem kuyularının alan içerisindeki dağılımları Şekil 3.25'te verilmiştir.

Tabansuyu seviyesinin okuma aralıkları, özel durumlar dışında sulanan alanlarda yoklama düzeyinde yapılan etütlerde 15 günde veya ayda bir kez yapılmaktadır (Güngör ve Erözel 1994).



Şekil 3.25 Tabansuyu gözlem kuyularının dağılımı

Çalışma alanında sulama mevsimi boyunca şebekeye 6 kez su verilmiştir. Sulama başlamadan önce, sulama aralarında ve son sulamadan sonra olmak üzere toplam 7 kez tabansuyu seviye gözlemi yapılmıştır (Çizelge 3.12).

Sulama mevsimi sırasında tabansuyu seviyesindeki değişim gözleniyorsa sorunun fazla sulama suyundan kaynaklandığı sonucu çıkarılabilir (Güngör ve Erözel 1994) Değerlendirme sırasında, taban suyu seviyesindeki değişim ile sulama suyu miktarı arasındaki ilişki dikkate alınmıştır.

Çizelge 3.12 Sulama dönemleri ve tabansuyu gözlem tarihleri

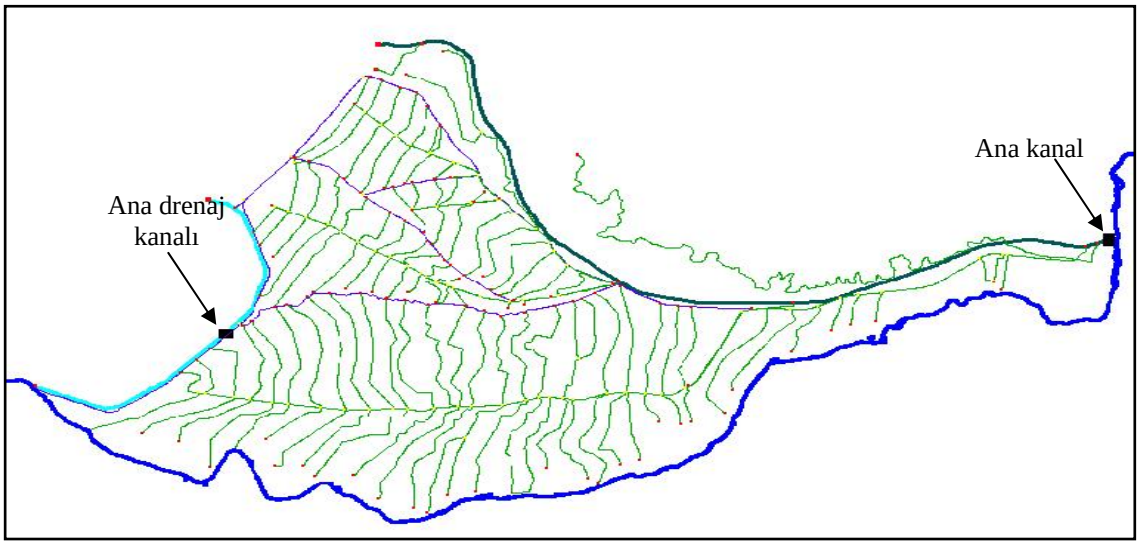
	Tarihler	
Tabansuyu gözlemi (I)	12.06.2003	
Sulama (I. Dönem)	16.06.2003	22.06.2003
Tabansuyu gözlemi (II)	25.06.2003	
Sulama (II. Dönem)	26.06.2003	11.072003
Tabansuyu gözlemi (III)	14.07.2003	
Sulama (III. Dönem)	17.07.2003	28.07.2003
Tabansuyu gözlemi (IV)	02.08.2003	
Sulama (VI. Dönem)	01.08.2003	12.08.2003
Tabansuyu gözlemi (V)	13.08.2003	
Sulama (V. Dönem)	16.08.2003	25.08.2003
Tabansuyu gözlemi (VI)	28.08.2003	
Sulama (V. Dönem)	29.08.2003	11.09.2003
Tabansuyu gözlemi (VII)	12.09.2003	

3.2.3.3.2 Sulama suyu kalitesi

Sulu tarım alanlarında kullanılacak suların içerisinde bulunan erimiş katı maddelerin nicelik ve niteliklerinin saptanması her şeyden önce sulu tarımın devamlılığı yönünden büyük bir önem taşımaktadır. Suyun özelliklerinin bilinmesiyle ileride meydana gelebilecek tuzluluk problemlerinin önlenmesi mümkün olabilecektir (Ayyıldız 1990).

Sulamada kullanılan suyun kalitesini belirlemek amacıyla su örnekleri alınmış ve analizler Ankara Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Laboratuarında yapılmıştır. Sulama suyu örnekleri, ana kanalın Y-1 yedeği ayrımından

önce ve ana drenaj kanalının üzerinde bulunan limnigraf yerinden alınmıştır (Şekil 3.26).



Şekil 3.26 Sulama suyu örneklerinin alındığı noktalar

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Çalışma Alanındaki Çiftçilerin Sulama Konusundaki Bilgileri

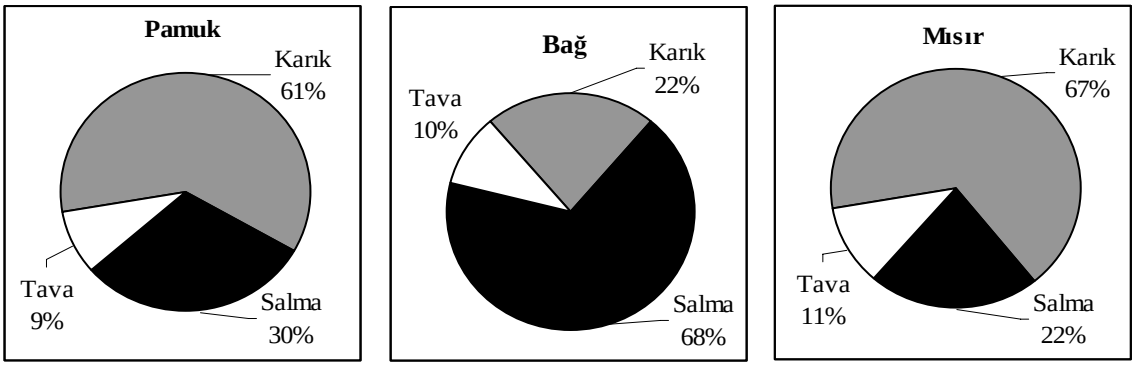
Sahada çiftçilerle yapılan anketler ve seçilmiş olan parsellerdeki ölçüm sonuçları ile çiftçilerin sulama zamanını belirleme yetenekleri aşağıda başlıklar halinde özetlenmiştir.

4.1.1 Anket sonuçları

Sulama Birliği alanında parseli bulunan çiftçilerle yapılan anket çalışmasının sonuçları kısaca aşağıda özetlenmiştir:

Anket yapılan çiftçilerin %98'inin erkek %2'sinin ise bayandır. İşletme sahiplerinin büyük bir çoğunluğu (%81.3) ilköğretim mezunudur. Aralarında yüksek lisans mezunu (%3.7) olanlar da saptanmıştır. Lise ve üniversite mezunu olanlar (%11.3) ile eğitimsiz olanların (%4.7) sayıları diğerlerine göre daha azdır. Çiftçilerin yarısından fazlası 40 yaşın (%67.8) üzerindedirler.

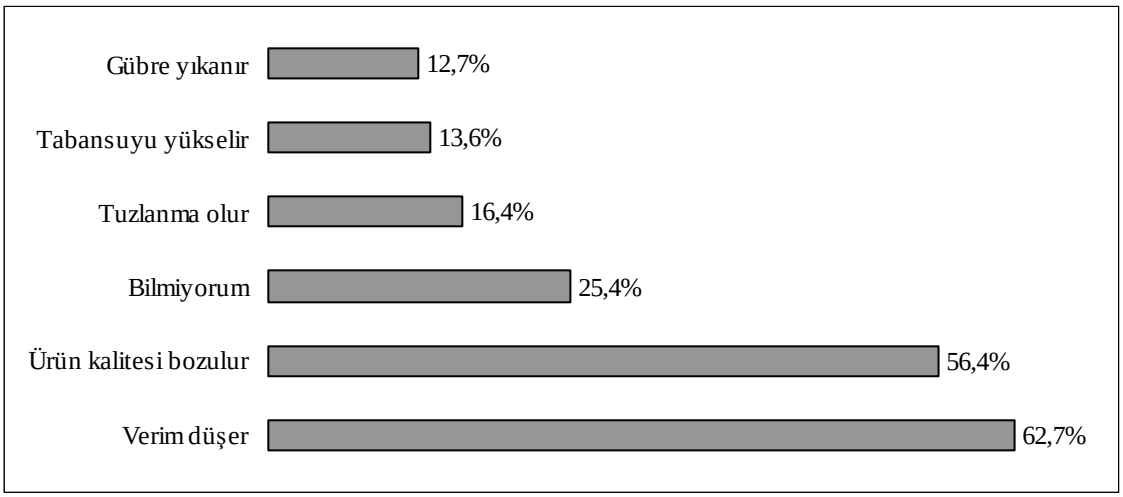
Çiftçilerin yetiştirdikleri bitki çeşidine göre uyguladıkları sulama yönteminin tamamı yüzey sulamadır. Yörede en çok yetiştirilen Pamuk (%45.4), Bağ (%31.1) ve Mısır I,II (%18.1) bitkilerine göre uygulanan sulama yöntemi durumu Şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.1 Çalışma alanında uygulanan sulama yöntemleri

Şekilde de görüldüğü gibi pamuk ve mısırda sırasıyla %61 ve %67 oranlarında en çok karık sulama, bağda ise %68 ile en çok salma sulama yöntemi kullanılmaktadır.

Suyu tarlaya alırken çiftçilerin %50'si prizlerden %26.4'ü ise sifonlardan faydalanmaktadır. %23.6'sı soruya cevap vermemiştir. Çalışma alanında sulama yapanların %73.6'sının gece sulaması yaptığı belirlenmiştir. Ankete katılanların %78.2'si sulamayı gereken zamanda yaptığını belirtmiştir. Birden fazla cevap şıkkı olan "gereğinden fazla sulama yapılırsa ne olur?" sorusuna çiftçilerin %62.7'si verimin düşeceğini ifade etmişlerdir (Şekil 4.2). Su yetersiz olduğunda çiftçilerin %44.5'i alternatif imkan arayacağını, %20'si tecrübesiyle kısıtlı sulama yapacağını, %10'u kuyudan takviye yapacağını ve sadece %3.6'sı uzmanlara danışacağını belirtmiştir. Geri kalan %21.9'u bu soruya cevap vermemiştir.

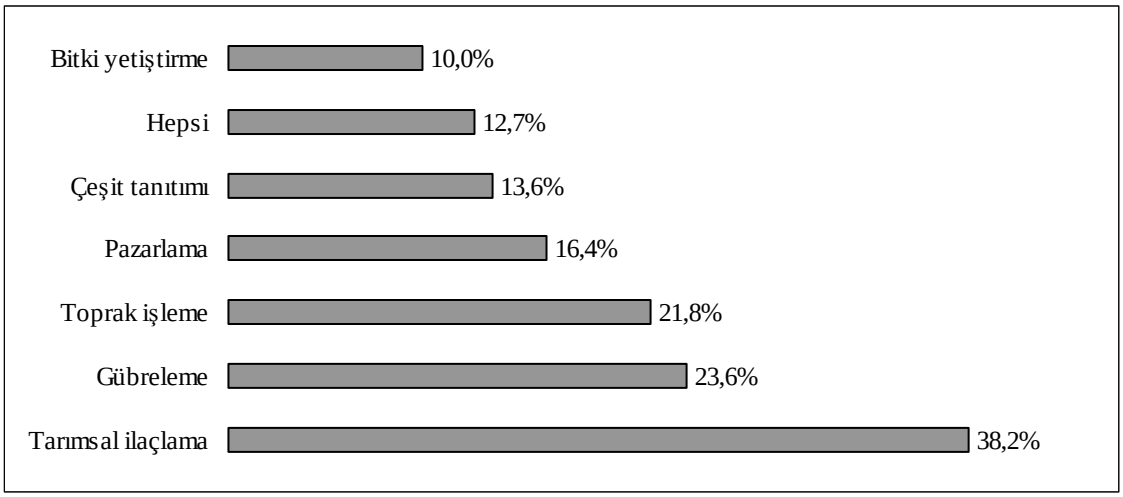


Şekil 4.2 "Gereğinden fazla sulama yapılırsa ne olur?" sorusuna çiftçilerin cevabı

Sulama zamanının gelip gelmediğine çiftçilerin %79'u bitkiye göre, %4.5'i tecrübesine göre, yine %4.5'i toprağa göre karar verdiğini belirtmiştir, %12'si ise cevap vermemiştir.

Çalışma alanındaki çiftçilerin %92.7'sinin son 5 yılda sulama ile ilgili hiçbir eğitim almadıkları belirlenmiştir. Geri kalan çiftçiler DSİ, Tarım İl Müdürlüğü ve Sulama Birliğinden eğitim almışlardır. Bunların sadece %63'ü aldığı eğitimden fayda

gördüğünü ifade etmiştir. Köylerinde yapılacak sulama eğitimine katılmak isteyenlerin oranı %71.8 olup, geri kalan çiftçiler (%28.2) eğitime katılmayacaklarını belirtmişlerdir. Birden fazla cevap verilebilen soruda, eğitime katılmak isteyenlerin tamamı eğitimin tarlada uygulama olarak veya sözlü anlatımla (%20.9) ya da televizyon aracılığı ile (%11.8) faydalı olabileceğini ifade etmişlerdir. Birden fazla cevap verilebilen bir diğer soruda "sulama dışında eğitim ister misiniz?" sorusuna "evet" cevabı verenlerin (%63.6) istediği eğitim programları Şekil 4.3'te verilmiştir.



Şekil 4.3 Çiftçilerin sulama dışında istediği eğitim programları

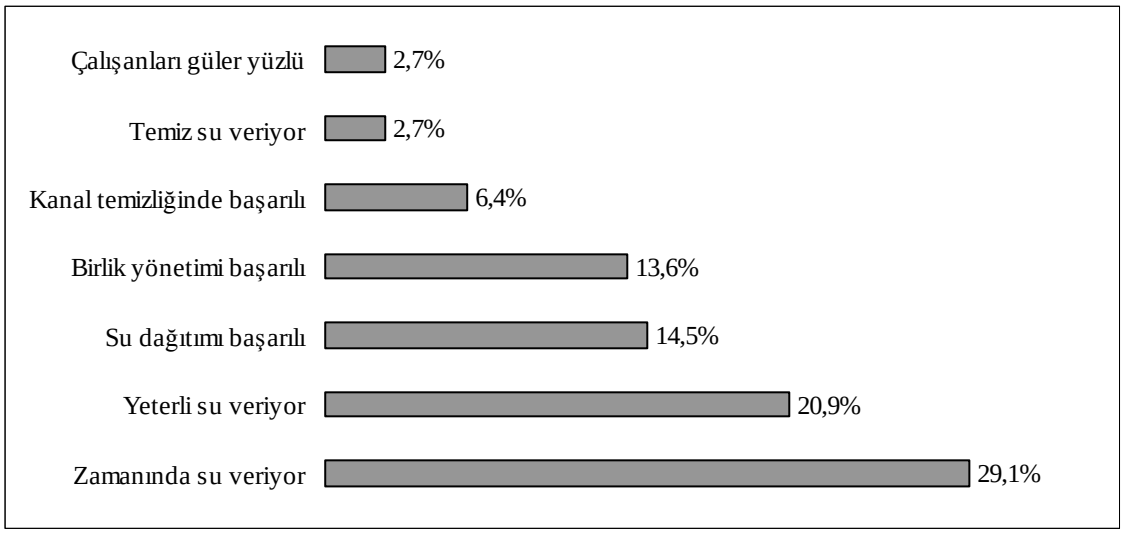
Sulama dışında eğitim isteyen çiftçilerin %61.8'i tarımsal ilaçlama ve gübreleme konularında bilgiye diğerlerinden daha çok ihtiyaç duyduklarını ifade etmişlerdir.

Çiftçilerin %65.5'i sulama sisteminde su kaybının çok olduğunu ifade etmişler ve bu çiftçilerin %55.6'sı şebekenin kapalı sisteme dönüştürülmesi gerektiğini savunmuşlardır. Kapalı sistemi isteyen çiftçilerin %42.5'i sistem dönüşüm masrafına hiç katkı yapmayacağını, %30'u masrafın dörtte birinden daha azına, %20'si masrafın yarısına ve %7.5' de dörtte birine ortak olabileceğini belirterek bu konuda istekli olduklarını ifade etmişlerdir.

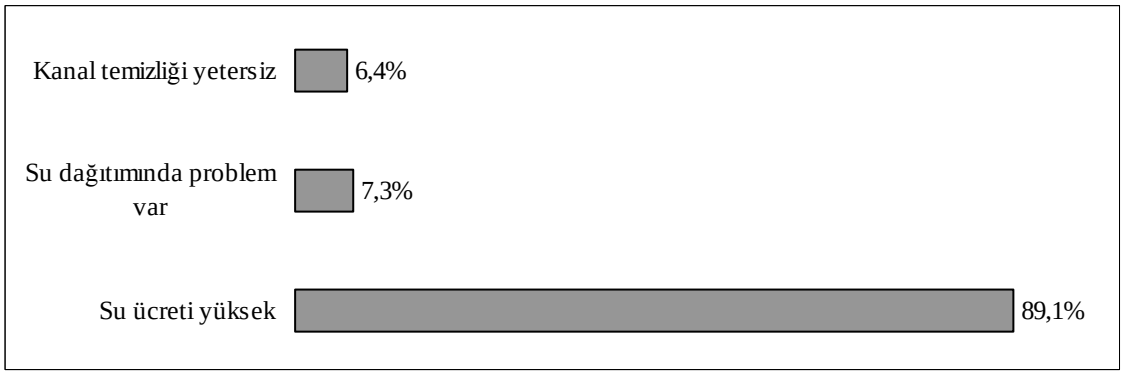
Sulama sırasında karşılaşılan problemlerden ilki %31 ile suyun yetersiz ve debinin değişken olması, ikincisi ise %29 ile suyu temin ettikleri zamanın uygun olmayışıdır.

Çiftçilerin geri kalan %40'ı ise herhangi bir sorunla karşılaşmadıklarını ifade etmişlerdir. Çiftçilerin %46.3'ünün arazide tabansuyunun zamanla yükseldiğine inanmadığı buna karşın %30'unun inandığı saptanmıştır. Geri kalan %23.7'si konuyu bilmediğini belirtmiştir. Toprakta tuzluluğun olduğunu düşünenler ankete katılanların %50'sini, toprakta tuzluluk yok diyenler %27.3'ünü ve konuyu bilmiyorum diyenler %22.7'sini oluşturmaktadır.

Çiftçilere üyesi olduğu Sulama Birliğinin olumlu ve olumsuz uygulamaları sorulduğunda Şekil 4.4 ve Şekil 4.5'te görüldüğü gibi birden fazla cevap vererek eleştirilerini yapmışlardır.



Şekil 4.4 Soruya cevap veren çiftçilerin Sulama Birliği hakkındaki olumlu eleştirileri



Şekil 4.5 Soruya cevap veren çiftçilerin Sulama Birliği hakkındaki olumsuz eleştirileri

Çiftçilerin %50'si Sulama Birliğinin zamanında ve yeterli su verdiğini ancak %89.1'i su ücretini yüksek tuttuğunu belirtmişlerdir.

Sonuç olarak, alandaki çiftçilerin yaklaşık 1/4'ünün sulama ile ilgili sorulara ya "bilmiyorum" cevabını vermiş yada hiç cevap vermemiştir. Buradan sulama ve yanlış sulama sonucu oluşan etkiler hakkında bilgi eksikliğinin olduğu bir gerçektir. Çiftçilerin büyük bir çoğunluğu bir çok konuda özellikle de sulama konusunda eğitime ihtiyaç duymaktadır. Bu nedenle de sulamadan beklenen fayda sağlanamamaktadır.

4.1.2 Seçilen parsellerdeki toprakların su tutma kapasitesi ve su uygulama randımanı değerleri

Bu bölümde seçilen parsellerden alınan toprakların Tarla Kapasitesi (TK), Solma Noktası (SN), Hacim Ağırlığı (HA) ve Su Tutma Kapasitesi (STK) değerleri ile su uygulama randımanları (Ea) verilmiştir. TK ve SN değerleri hacim yüzdesi (Pv) olarak verilmiştir (Çizelge 4.1).

Şekil 4.6 Laboratuarda toprak analizlerinin yapılması

Pamuk, mısır ve domates bitkilerinin yetiştirildiği parsellerde karık sulama yöntemi, bağ ve şeftali yetiştirilenlerde ise tava sulama yöntemi kullanılmıştır.

Seçilen parseller arasında en düşük STK; 86.8 mm/m ile 21 nolu parselde, en yüksek STK; 196.3 mm/m ile 10 nolu parselde gerçekleşmiştir. Bütün parsellerde yüzey sulama yöntemleri kullanılmıştır. Parsellerde hesaplanan en düşük su uygulama randımanı %18 ile 17 nolu parsel, en yükseği ise %69 ile 27 nolu parseldir. Ortalama su uygulama randımanı %46 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.1 Çalışma alanındaki seçilen parsellerin toprak özellikleri ve su uygulama randımanları

Parsel no	Bitki	Sulama yöntemi	TK (Pv, %)	SN (Pv, %)	HA g/cm^3	STK (mm/m)	Ea (%)	Ea ort. (%)
1	Şeftali	Salma	19.7	10.0	1.3	97.0	38	38
5	Bağ	Tava	23.8	11.7	1.2	120.7	45	
7	Bağ	Tava	29.5	12.2	1.2	173.3	39	
9	Bağ	Tava	29.4	13.8	1.3	155.4	47	
17	Bağ	Tava	17.2	9.4	1.4	78.0	**18**	40
18	Bağ	Tava	39.5	26.3	1.3	131.3	57	
19	Bağ	Tava	36.7	22.6	1.2	141.2	35	
21	Bağ	Tava	18.7	10.0	1.3	86.8	37	
2	Domates	Karık	33.7	16.1	1.2	176.0	34	
6	Pamuk	Karık	25.3	14.7	1.4	105.5	57	
8	Pamuk	Karık	33.6	16.0	1.3	176.2	52	
10	Pamuk	Karık	34.3	14.7	1.3	196.3	45	
11	Pamuk	Karık	22.0	11.2	1.5	107.9	48	
12	Mısır	Karık	34.0	14.9	1.2	190.8	52	
15	Pamuk	Karık	30.5	16.2	1.3	143.0	31	
16	Pamuk	Karık	32.9	16.8	1.3	161.6	55	50
20	Pamuk	Karık	39.5	26.4	1.3	130.7	58	
22	Pamuk	Karık	39.2	27.4	1.2	118.1	32	
23	Pamuk	Karık	37.1	21.2	1.2	158.9	47	
24	Mısır	Karık	38.9	21.6	1.3	158.3	58	
25	Mısır II	Karık	38.6	25.4	1.3	133.0	55	
27	Pamuk	Karık	25.7	12.8	1.3	129.1	**69**	

Çizelgeden de görüldüğü gibi seçilen parsellerdeki su uygulama randımanlarının en düşüğü (%18) tava sulama yöntemi ile sulanan bağ parselinde, en yükseği (%69) ise karık sulama yöntemi ile sulanan pamuk parselinde gerçekleşmiştir. Tava sulama yönteminin kullanıldığı parsellerdeki ortalama su uygulama randımanı %40 iken karık sulama yöntemi ile sulanan parsellerdeki ortalama su uygulama randımanı %50 olarak hesaplanmıştır. Şener (2004)'e göre, su uygulama randımanı, uygulanan sulama yöntemine bağlı olarak değişmektedir. Hayrabolu sulamasında yaptığı inceleme

sonucunda ilk iki sulama salma şeklinde yapılan parselde, su uygulama randımanları %49 ve %50 iken, yağmurlama sulama uygulanan üçüncü sulamada su uygulama randımanı %79'a yükselmiştir.

4.1.3 Parsellerde gerçekleşen ve optimum sulama zamanı planları

IRSIS paket programı ile yapılan hesaplamalar sonucunda parsellerde yetiştirilen bitkiler için ET değerleri Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Parsellerde üretimi yapılan bitkilere ait aylık bitki su tüketimleri (mm)

Bitki	Ekim tarihi	Hasat tarihi	Aylar							Toplam
			Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	
Pamuk	01.05	01.11		67.6	111.1	160.7	139.1	84.3	33.2	596.0
Bağ	01.04	10.11	56.0	94.9	154.1	158.0	134.7	80.0	34.9	712.6
Mısır	10.05	09.10		51.7	100.7	156.2	134.7	73.2	9.1	525.6
Mısır II	05.07	29.10				46.2	112.3	92.5	44.4	295.4
Domates	01.04	05.07		64.2	151.4	217.8	186.4	97.9	4.8	722.5
Şeftali	01.04	27.10	52.4	64.2	84.7	89.5	76.9	50.0	24.1	441.8

Seçili alanlarda çiftçilerin gerçekleştirdiği sulama tarihleri ve miktarları Çizelge 4.3'te, optimum sulama zaman planları ise Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.3 Seçili parsellerde gerçekleşen sulama zaman planı

Parsel no	Bitki	Sulama sayısı	Sulama tarihi	Net sulama suyu miktarı (mm)	Mevsimlik net sulama suyu miktarı (mm)
1	Şeftali	1	02.04.2003	25	270
		2	15.04.2003	25	
		3	06.05.2003	25	
		4	26.05.2003	25	
		5	16.06.2003	28	
		6	03.07.2003	28	
		7	19.07.2003	28	
		8	05.08.2003	28	
		9	25.08.2003	28	
		10	12.09.2003	30	
2	Domates	1	21.06.2003	68	457
		2	27.06.2003	69	
		3	05.07.2003	61	
		4	19.07.2003	72	
		5	25.07.2003	63	
		6	03.08.2003	64	
		7	09.08.2003	60	
5	Bağ	1	20.06.2003	59	316
		2	03.07.2003	63	
		3	24.07.2003	68	
		4	05.08.2003	66	
		5	05.09.2003	60	
6	Pamuk	1	27.06.2003	62	396
		2	10.07.2003	64	
		3	25.07.2003	69	
		4	10.08.2003	71	
		5	21.08.2003	64	
		6	30.08.2003	66	
7	Bağ	1	17.06.2003	98	375
		2	27.06.2003	92	
		3	18.07.2003	96	
		4	09.08.2003	89	
8	Pamuk	1	16.06.2003	87	570
		2	26.06.2003	88	
		3	08.07.2003	82	
		4	24.07.2003	83	
		5	06.08.2003	78	
		6	18.08.2003	75	
		7	31.08.2003	77	
9	Bağ	1	18.06.2003	112	434
		2	02.07.2003	101	
		3	22.07.2003	118	
		4	08.09.2003	103	
10	Pamuk	1	16.06.2003	68	470
		2	25.06.2003	69	
		3	12.07.2003	65	
		4	26.07.2003	72	
		5	16.08.2003	67	
		6	29.08.2003	66	
		7	08.09.2003	63	
11	Pamuk	1	17.06.2003	76	534
		2	27.06.2003	79	
		3	11.07.2003	74	
		4	26.07.2003	77	
		5	09.08.2003	76	
		6	22.08.2003	81	
		7	01.09.2003	71	

Çizelge 4.3 Seçili parsellerde gerçekleşen sulama zaman planı (devamı)

Parsel no	Bitki	Sulama sayısı	Sulama tarihi	Net sulama suyu miktarı (mm)	Mevsimlik net sulama suyu miktarı (mm)
12	Mısır	1	17.06.2003	62	202
		2	05.07.2003	72	
		3	25.07.2003	68	
15	Pamuk	1	16.06.2003	127	649
		2	06.07.2003	110	
		3	25.07.2003	105	
		4	03.08.2003	107	
		5	17.08.2003	102	
		6	29.08.2003	98	
16	Pamuk	1	17.06.2003	105	500
		2	07.07.2003	99	
		3	02.08.2003	102	
		4	17.08.2003	98	
		5	01.09.2003	96	
17	Bağ	1	16.06.2003	117	814
		2	26.06.2003	115	
		3	07.07.2003	116	
		4	17.07.2003	120	
		5	26.07.2003	118	
		6	06.08.2003	115	
		7	15.08.2003	113	
18	Bağ	1	16.06.2003	81	335
		2	01.07.2003	84	
		3	17.07.2003	87	
		4	06.08.2003	83	
19	Bağ	1	16.06.2003	143	509
		2	01.07.2003	128	
		3	27.07.2003	118	
		4	30.08.2003	120	
20	Pamuk	1	26.06.2003	97	550
		2	03.07.2003	92	
		3	19.07.2003	95	
		4	11.08.2003	91	
		5	25.08.2003	87	
		6	04.09.2003	88	
21	Bağ	1	16.06.2003	91	345
		2	06.07.2003	88	
		3	21.07.2003	85	
		4	29.08.2003	81	
22	Pamuk	1	16.06.2003	110	634
		2	04.07.2003	102	
		3	23.07.2003	112	
		4	07.08.2003	101	
		5	20.08.2003	114	
		6	01.09.2003	95	
23	Pamuk	1	17.06.2003	117	649
		2	05.07.2003	109	
		3	24.07.2003	107	
		4	08.08.2003	110	
		5	21.08.2003	115	
		6	02.09.2003	91	
24	Mısır	1	22.06.2003	67	341
		2	03.07.2003	72	
		3	20.07.2003	69	
		4	29.08.2003	67	
		5	07.08.2003	66	

Çizelge 4.3 Seçili parsellerde gerçekleşen sulama zaman planı (devamı)

Parsel no	Bitki	Sulama sayısı	Sulama tarihi	Net sulama suyu miktarı (mm)	Mevsimlik net sulama suyu miktarı (mm)
25	Mısır II	1	31.07.2003	66	275
		2	11.08.2003	73	
		3	22.08.2003	67	
		4	05.09.2003	69	
27	Pamuk	1	18.06.2003	85	396
		2	10.07.2003	76	
		3	26.07.2003	79	
		4	09.08.2003	82	
		5	30.08.2003	74	

Çizelge 4.4 Seçili parsellerde optimum sulama zaman planı

Parsel no	Bitki	STK (mm/m)	ETbitki (mm)	Sulama sayısı	Sulama tarihi	Net sulama suyu miktarı (mm)	Mevsimlik net sulama suyu miktarı (mm)
1	Şeftali	97.0	441.9	1	21.06.2003	79.5	242.6
				2	15.07.2003	79.8	
				3	11.08.2003	83.3	
2	Domates	176.0	761.3	1	06.05.2003	25.6	634.6
				2	09.06.2003	55.1	
				3	18.06.2003	54.3	
				4	25.06.2003	49.4	
				5	02.07.2003	53.2	
				6	09.07.2003	52.4	
				7	17.07.2003	56.7	
				8	25.07.2003	56.8	
				9	03.08.2003	58.0	
				10	12.08.2003	57.0	
				11	21.08.2003	55.3	
				12	01.09.2003	60.7	
5	Bağ	120.7	716.2	1	01.04.2003	69.5	572.1
				2	06.06.2003	62.2	
				3	16.06.2003	53.3	
				4	25.06.2003	50.5	
				5	05.07.2003	52.9	
				6	16.07.2003	56.9	
				7	26.07.2003	51.4	
				8	07.08.2003	55.7	
				9	20.08.2003	57.6	
				10	05.09.2003	62.0	
6	Pamuk	105.5	596.4	1	11.05.2003	26.7	475.9
				2	16.06.2003	50.4	
				3	27.06.2003	53.3	
				4	07.07.2003	55.1	
				5	17.07.2003	55.0	
				6	27.07.2003	52.4	
				7	08.08.2003	57.7	
				8	21.08.2003	59.4	
				9	07.09.2003	65.9	
7	Bağ	173.3	714.6	1	10.05.2003	96.5	532.8
				2	14.06.2003	71.8	
				3	26.06.2003	66.9	
				4	09.07.2003	68.6	
				5	23.07.2003	72.4	
				6	08.08.2003	75.1	
				7	27.08.2003	81.5	

Çizelge 4.4 Seçili parsellerde optimum sulama zaman planı (devamı)

Parsel no	Bitki	STK (mm/m)	ETbitki (mm)	Sulama sayısı	Sulama tarihi	Net sulama suyu miktarı (mm)	Mevsimlik net sulama suyu miktarı (mm)
8	Pamuk	176.2	586.7	1	16.06.2003	102.5	436.8
				2	06.07.2003	107.3	
				3	26.07.2003	109.9	
				4	20.08.2003	117.1	
9	Bağ	155.4	714.5	1	11.05.2003	81.0	531.6
				2	13.06.2003	65.0	
				3	24.06.2003	61.1	
				4	05.07.2003	58.6	
				5	17.07.2003	62.1	
				6	30.07.2003	64.5	
				7	14.08.2003	68.3	
				8	31.08.2003	71.0	
10	Pamuk	196.3	588.5	1	17.06.2003	103.3	438.9
				2	07.07.2003	110.0	
				3	27.07.2003	108.5	
				4	21.08.2003	117.1	
11	Pamuk	107.9	587.7	1	13.06.2003	60.8	463.7
				2	26.06.2003	61.8	
				3	08.07.2003	65.9	
				4	19.07.2003	60.9	
				5	02.08.2003	69.3	
				6	17.08.2003	70.2	
				7	04.09.2003	74.8	
12	Mısır	190.8	525.4	1	16.06.2003	87.2	394.0
				2	05.07.2003	102.1	
				3	23.07.2003	99.1	
				4	15.08.2003	105.6	
15	Pamuk	143.0	589.0	1	14.06.2003	81.5	451.4
				2	02.07.2003	90.4	
				3	17.07.2003	85.3	
				4	05.08.2003	95.3	
				5	27.08.2003	98.9	
16	Pamuk	161.6	584.4	1	15.06.2003	81.7	440.5
				2	02.07.2003	86.9	
				3	17.07.2003	85.4	
				4	04.08.2003	90.8	
				5	25.08.2003	95.7	
17	Bağ	78.0	715.7	1	01.04.2003	42.2	589.5
				2	14.05.2003	42.1	
				3	07.06.2003	35.4	
				4	13.06.2003	32.4	
				5	19.06.2003	33.6	
				6	24.06.2003	28.9	
				7	30.06.2003	31.7	
				8	06.07.2003	32.4	
				9	12.07.2003	30.8	
				10	18.07.2003	31.1	
				11	24.07.2003	31.0	
				12	31.07.2003	32.8	
				13	07.08.2003	32.8	
				14	15.08.2003	35.1	
				15	23.08.2003	35.5	
				16	02.09.2003	39.2	
				17	17.09.2003	42.6	

Çizelge 4.4 Seçili parsellerde optimum sulama zaman planı (devamı)

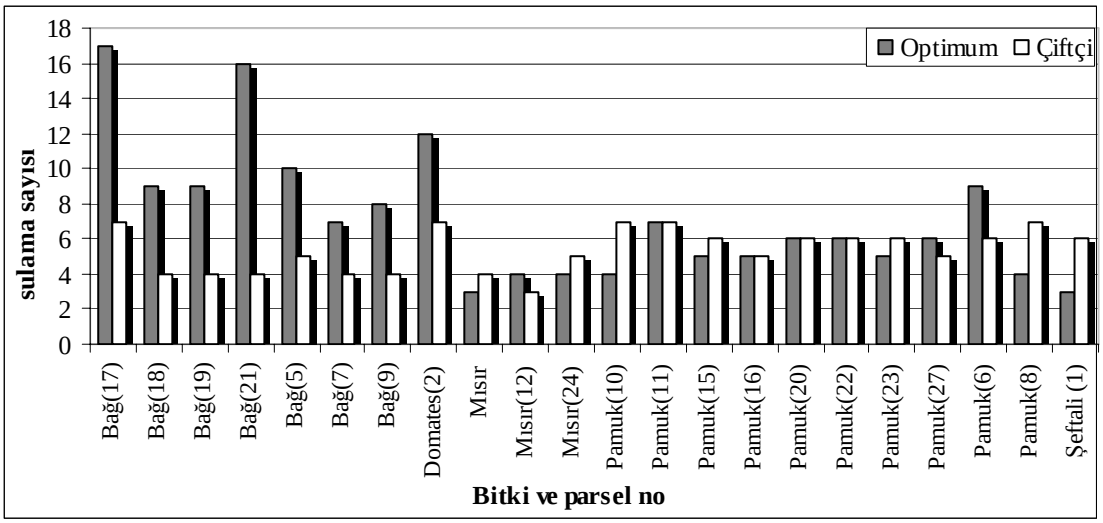
Parsel no	Bitki	STK (mm/m)	ETbitki (mm)	Sulama sayısı	Sulama tarihi	Net sulama suyu miktarı (mm)	Mevsimlik net sulama suyu miktarı (mm)
18	Bağ	131.3	714.2	1	01.04.2003	77.2	566.7
				2	08.06.2003	68.6	
				3	19.06.2003	59.6	
				4	29.06.2003	56.0	
				5	10.07.2003	57.3	
				6	21.07.2003	57.4	
				7	03.08.2003	61.7	
				8	17.08.2003	62.9	
				9	02.09.2003	66.0	
19	Bağ	141.2	714.5	1	11.05.2003	73.3	534.7
				2	12.06.2003	58.5	
				3	22.06.2003	55.8	
				4	02.07.2003	53.4	
				5	12.07.2003	52.3	
				6	22.07.2003	52.2	
				7	04.08.2003	61.3	
				8	18.08.2003	62.5	
				9	03.09.2003	65.3	
20	Pamuk	130.7	587.4	1	13.06.2003	66.9	452.6
				2	28.06.2003	73.5	
				3	11.07.2003	73.3	
				4	25.07.2003	74.8	
				5	10.08.2003	76.9	
				6	30.08.2003	87.2	
21	Bağ	86.8	715.0	1	01.04.2003	45.2	570.4
				2	21.05.2003	38.8	
				3	09.06.2003	35.4	
				4	15.06.2003	33.0	
				5	20.06.2003	28.7	
				6	26.06.2003	32.8	
				7	02.07.2003	31.6	
				8	08.07.2003	32.1	
				9	15.07.2003	35.3	
				10	21.07.2003	31.9	
				11	28.07.2003	34.0	
				12	05.08.2003	37.3	
				13	13.08.2003	36.1	
				14	21.08.2003	35.4	
				15	31.08.2003	39.7	
				16	14.09.2003	43.2	
22	Pamuk	118.1	587.3	1	13.06.2003	70.3	461.9
				2	28.06.2003	72.4	
				3	12.07.2003	77.7	
				4	26.07.2003	74.6	
				5	12.08.2003	80.4	
				6	01.09.2003	86.5	
23	Pamuk	158.9	589.1	1	14.06.2003	81.9	445.3
				2	01.07.2003	86.2	
				3	16.07.2003	85.5	
				4	04.08.2003	96.0	
				5	25.08.2003	95.7	
24	Mısır	158.3	525.3	1	16.06.2003	87.5	394.3
				2	05.07.2003	102.1	
				3	23.07.2003	99.1	
				4	15.08.2003	105.6	

Çizelge 4.4 Seçili parsellerde optimum sulama zaman planı (devamı)

Parsel no	Bitki	STK (mm/m)	ETbitki (mm)	Sulama sayısı	Sulama tarihi	Net sulama suyu miktarı (mm)	Mevsimlik net sulama suyu miktarı (mm)
25	Mısır II	133.0	291.8	1	27.07.2003	66.9	230.7
				2	17.08.2003	82.0	
				3	04.09.2003	81.8	
27	Pamuk	129.1	586.3	1	13.06.2003	70.5	455.0
				2	28.06.2003	72.9	
				3	11.07.2003	72.8	
				4	25.07.2003	74.8	
				5	10.08.2003	76.9	
				6	30.08.2003	87.2	

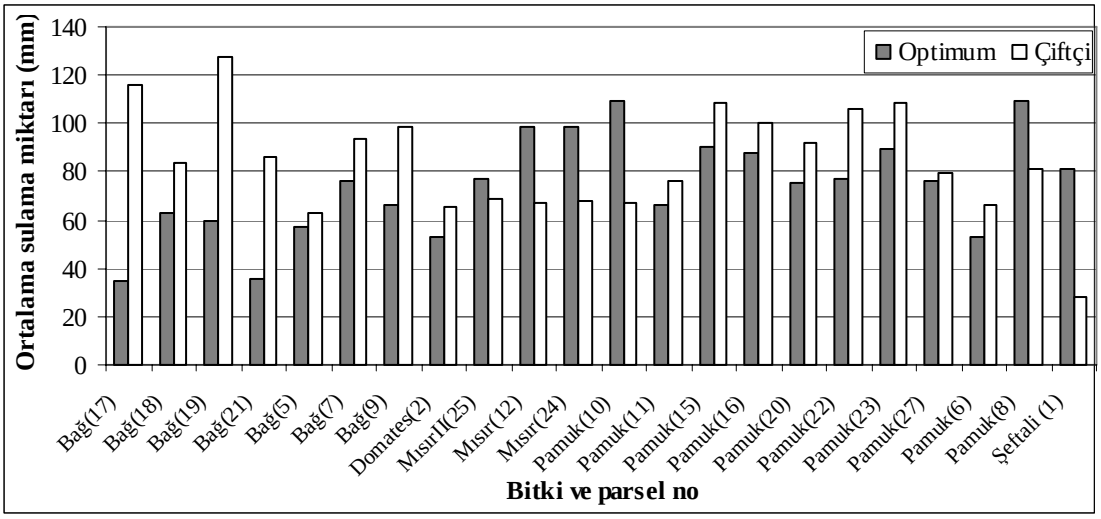
Çizelge 4.4'te verilen optimum sulama zaman planında aynı bitkinin yetiştirildiği parsellerde sulama sayıları birbirlerinden farklılık göstermektedir. Örneğin 17 numaralı parseldeki bağ bitkisi için 17 sulama gerekli iken 18 numaralı parseldeki bağ bitkisi için sadece 9 sulama yeterli gelmektedir. Bunun sebebi parseli oluşturan toprağın su tutma kapasitesidir (STK). STK küçük ise sık aralıkla daha az sulama suyu uygulanır, STK büyük olduğunda da uzun aralıklarla STK'sı düşük olana göre bir sulamada daha fazla sulama suyu uygulanır. Yöredeki çiftçiler toprağın bünyesini dolayısıyla STK'yı dikkate almadan sulama yaptığını Çizelge 4.3'te de görülmektedir.

İncelenen parsellerin sulama sayısı göz önüne alındığında olması gerekene göre 10'unda az, 8'inde fazla ve 4 tanesinde eşit sayıda sulama yapıldığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.7).

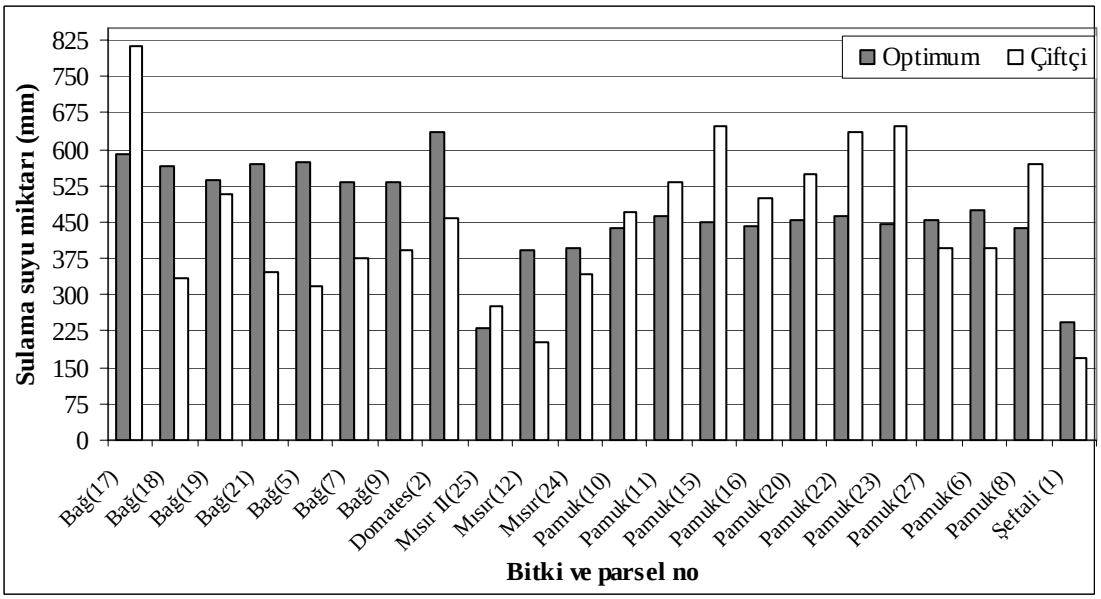


Şekil 4.7 Seçili parsellerde sulama sayısı

Aynı biçimde mevsimlik sulama suyu miktarının (mm) sulama sayısına bölünmesiyle elde edilen ortalama sulama suyu miktarına bakıldığında her sulamada 6'sı az geri kalan 16'sında ise gereğinden çok su verildiği, mevsimlik su miktarı dikkate alındığında ise 12'si az diğer 10 parselde ise çok su verildiği belirlenmiştir (Şekil 4.8 ve 4.9).



Şekil 4.8 Seçili parsellerde her sulama da verilen ortalama sulama suyu miktarı



Şekil 4.9 Seçili parsellerde mevsimlik sulama suyu miktarı

Parsellerin 10'unda sulama sayısı ve mevsim boyunca verdiği su miktarı olması gerekenden az olarak gerçekleşmiştir. Bunların 9'unda ise bir sulamada verilen ortalama su miktarı olması gerekenden yüksek değerdedir.

Sonuç olarak, yöre çiftçisi daha az su parası ödemek amacıyla sezon boyunca yapacağı sulama sayısını azaltıp sulama yaptığı tarihlerde gereğinden fazla su uygulayarak sulama sayısını azalttığında oluşacak olan su açığını önlediğini düşünmektedir. Bu durum sulama konusundaki eğitimin eksikliğini açıkça ortaya koymaktadır.

4.1.4 Çiftçilerin sulama zamanı belirleme yeteneklerinin değerlendirilmesi

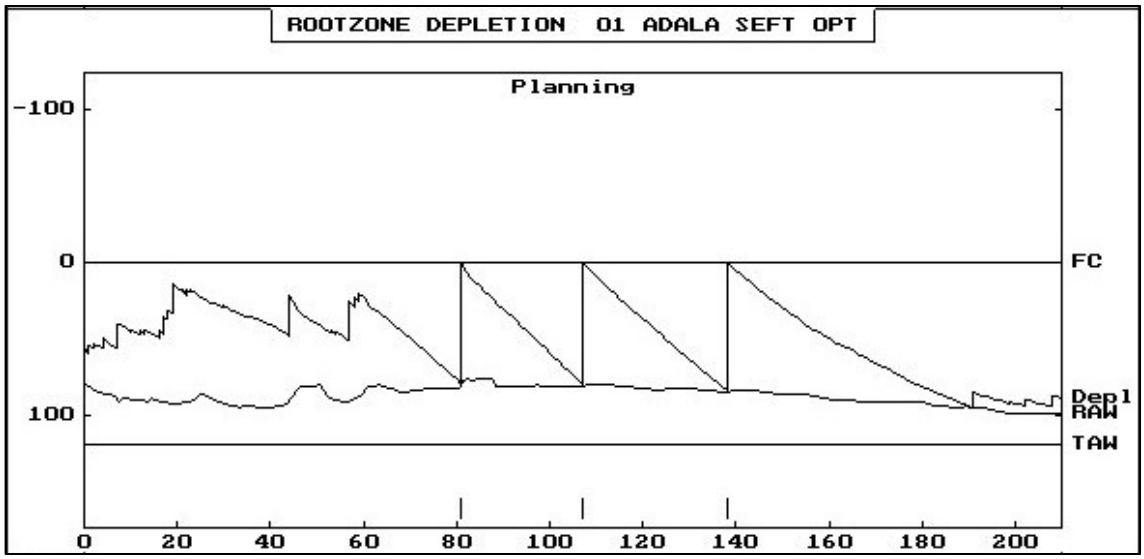
Araştırma alanında incelenen parsellerdeki sulama uygulamalarının sonunda yetişme dönemlerine göre meydana gelen verim kaybı ve mevsimlik harcanan sulama suyu miktarları Çizelge 4.5'te verilmiştir.

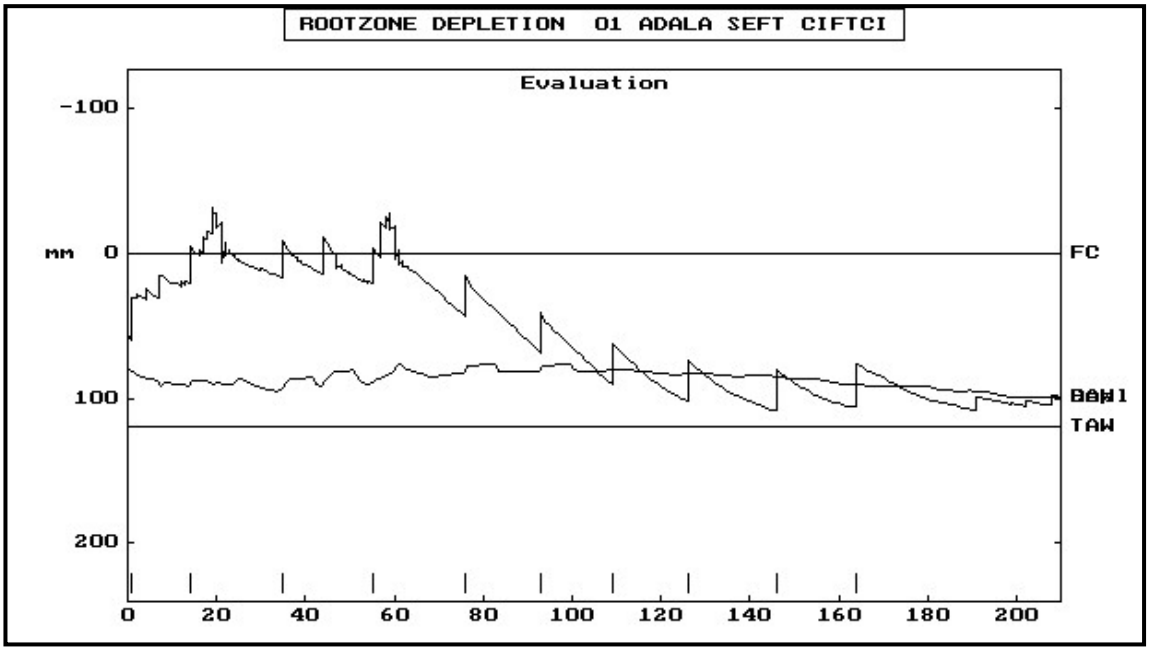
IRSIS ile verim kaybı hesap edilirken zamansız ve eksik yapılan sulama dikkate alınmakta, aşırı sulama sonucunda bitki kök bölgesinde oluşan fazla suyun drenaj sistemi ile kök bölgesinden uzaklaştırıldığı kabul edilmektedir. Bu nedenle mevsimlik sulaması eksik olan parsellerde genellikle verim kaybı yüksek, aşırı sulama yapanlarda ise düşüktür. Çizelgede 17bağ parseli incelendiğinde, hem aşırı sulama yapıldığı hem de yüksek verim kaybının gerçekleştiği görülmektedir. Bunun sebebini, parseldeki toprağın STK'sının düşük (78mm/m) olmasını, buna paralel olarak optimum planlamada olduğu gibi her sulamada 35-40 mm civarında su verilmesi gerekirken 115-120 mm arası su verilmesini gösterebiliriz.

Çizelge 4.5'ten de görüldüğü gibi bütün çiftçiler plansız ve kontrolsüz sulama yapmıştır. Aşırı sulama yapan parsellerin (%50) 8'inde pamuk, 1'inde bağ, 1'inde şeftali ve 1'inde de II. ürün mısır bitkisi yetiştirilmiştir. Her parsel için çiftçilerin gerçekleştirdiği sulama ile IRSIS ile hesaplanan optimum sulama zaman grafikleri aşağıda verilmiştir (Şekil 4.10 – 4.31).

Çizelge 4.5 Parsellerdeki verim kayıpları ve mevsim sonu sulama durumu

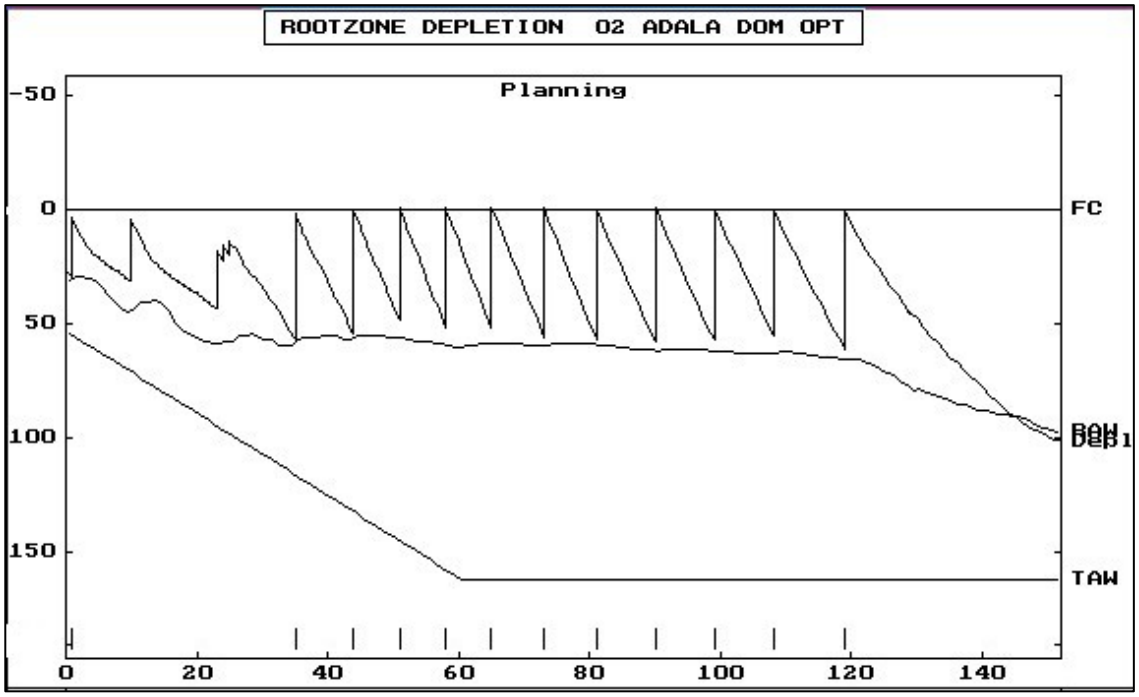
Parsel	Verim kaybı (%)					Mevsimlik sulama suyu farkı (mm)	Mevsim sonundaki durum
	Yetişme dönemi				Mevsimlik		
	1	2	3	4			
1Şeftali	0.0	0.0	19.3	29.6	14.5	27.0	AŞIRI SULAMA
10Pamuk	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	31.1	AŞIRI SULAMA
25Mısır II	0.0	3.7	0.0	0.0	2.9	44.3	AŞIRI SULAMA
16Pamuk	0.0	0.0	2.6	0.0	1.0	59.5	AŞIRI SULAMA
11Pamuk	0.0	1.9	0.1	0.3	0.2	70.3	AŞIRI SULAMA
20Pamuk	0.0	8.6	0.9	0.0	2.1	97.4	AŞIRI SULAMA
8Pamuk	0.0	0.0	14.1	20.6	9.9	133.2	AŞIRI SULAMA
22Pamuk	0.0	0.9	1.6	0.0	0.8	172.1	AŞIRI SULAMA
15Pamuk	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	197.6	AŞIRI SULAMA
23Pamuk	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	203.7	AŞIRI SULAMA
17Bağ	0.1	16.4	3.9	57.4	13.2	224.5	AŞIRI SULAMA
19Bağ	0.0	13.3	10.0	5.6	7.9	-25.7	EKSİK SULAMA
24Mısır	0.0	5.1	1.6	9.3	3.0	-53.3	EKSİK SULAMA
27Pamuk	0.0	5.5	4.4	6.9	3.5	-59.0	EKSİK SULAMA
6Pamuk	0.0	16.5	5.8	3.2	6.7	-79.9	EKSİK SULAMA
9Bağ	0.0	15.7	13.7	22.8	12.4	-137.6	EKSİK SULAMA
7Bağ	0.0	13.2	7.1	39.5	9.3	-157.8	EKSİK SULAMA
2Domates	0.4	22.6	7.7	26.2	12.5	-177.6	EKSİK SULAMA
12Mısır	0.0	4.7	21.7	18.2	14.0	-192.0	EKSİK SULAMA
21Bağ	0.1	3.9	36.6	40.0	26.6	-225.4	EKSİK SULAMA
18Bağ	0.1	13.8	13.9	52.8	14.7	-231.7	EKSİK SULAMA
5Bağ	0.1	22.0	25.1	26.8	19.4	-256.1	EKSİK SULAMA

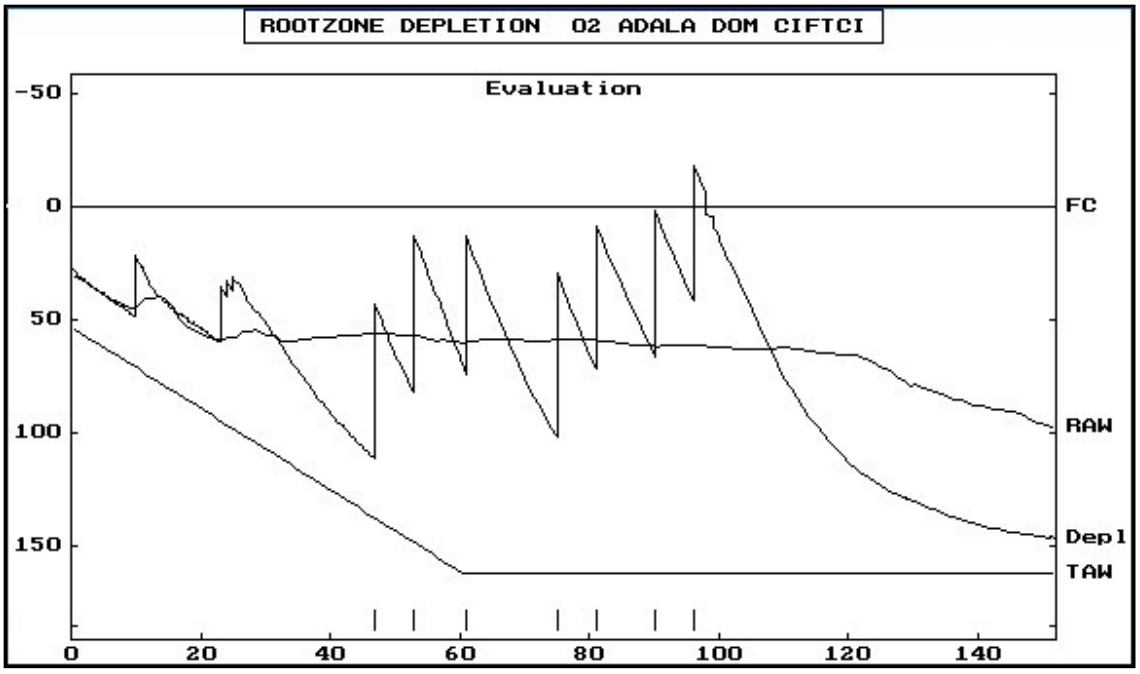




Şekil 4.10 01Şeftali parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman programı grafiği

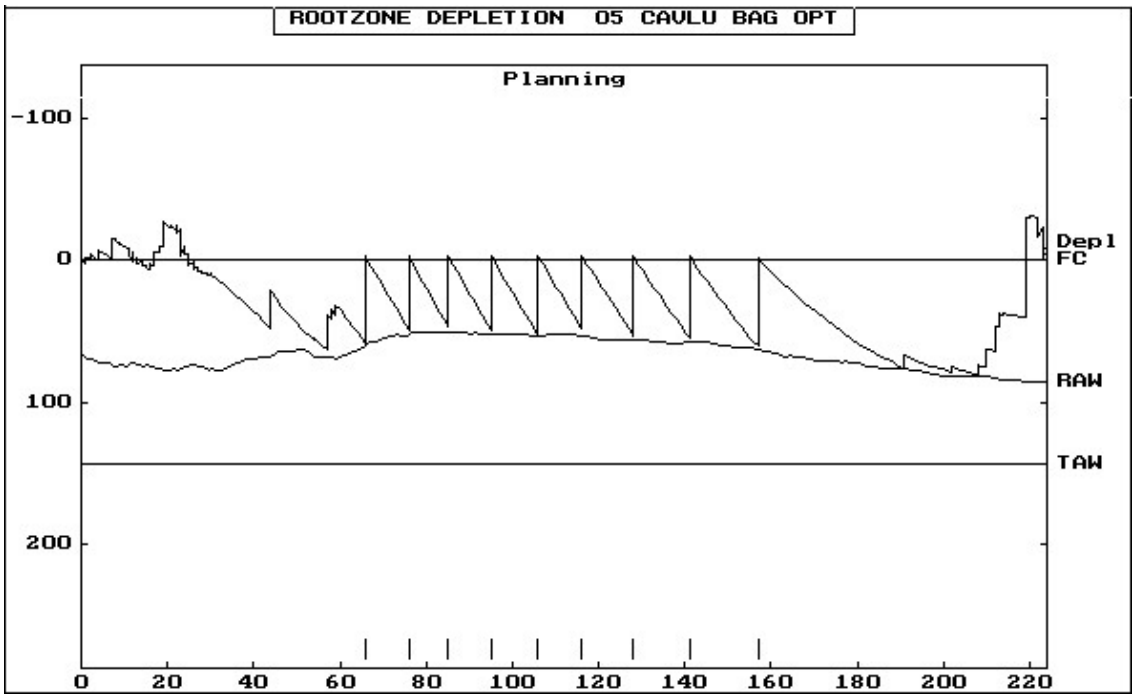
01Şeftali parselinde 3 yerine 10 sefer sulama yapılmış, ilk sulamalarda aşırı sulama 5. sulamadan itibaren de yetersiz sulama yapılmış ve 6. sulamadan sonraki dönemde bitki strese girmiştir.

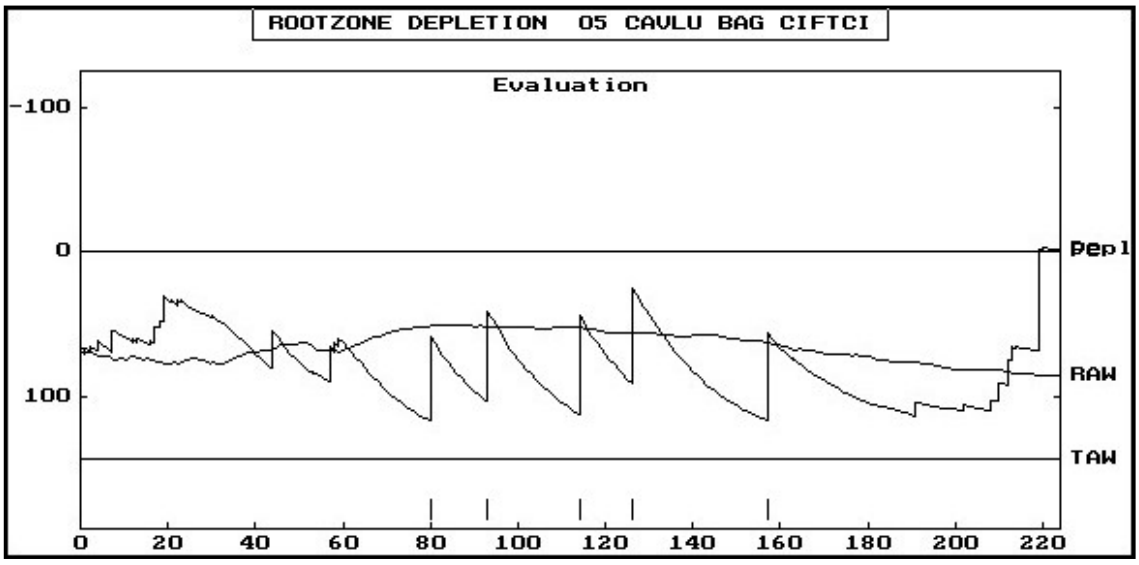




Şekil 4.11 02Domates parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman programı grafiği

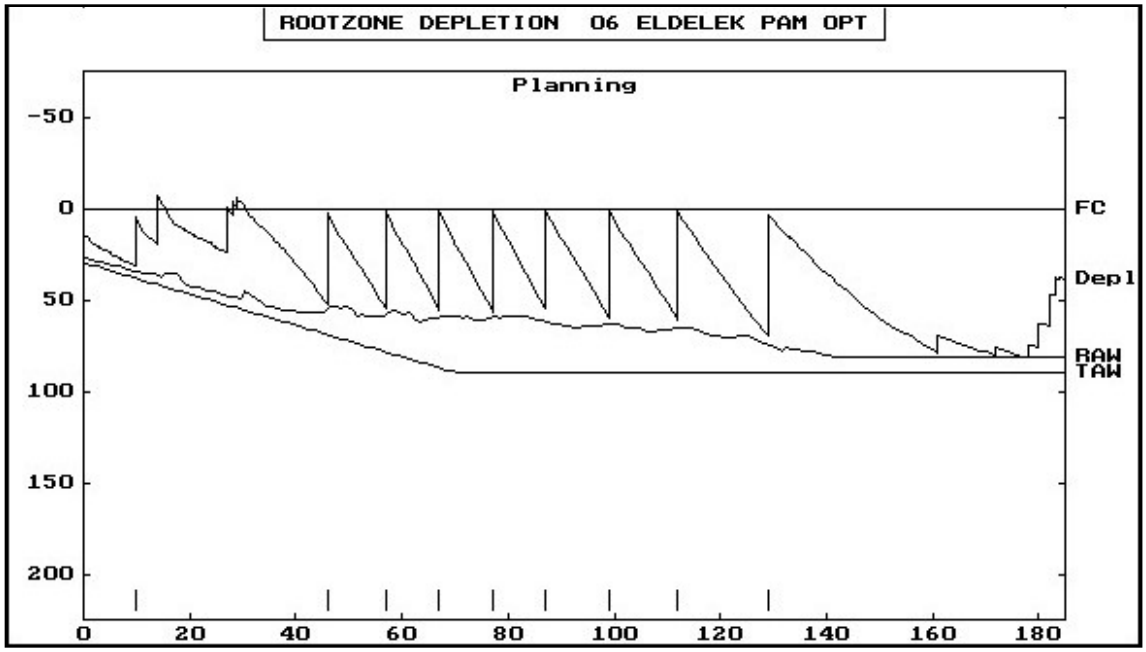
02Domates parselinde 30. günden itibaren bitki strese girmiş, son sulamada aşırı sulama yapılmıştır. Çiftçi mevsim genelinde eksik sulama yaparak verim azalmasına sebep olmuştur.

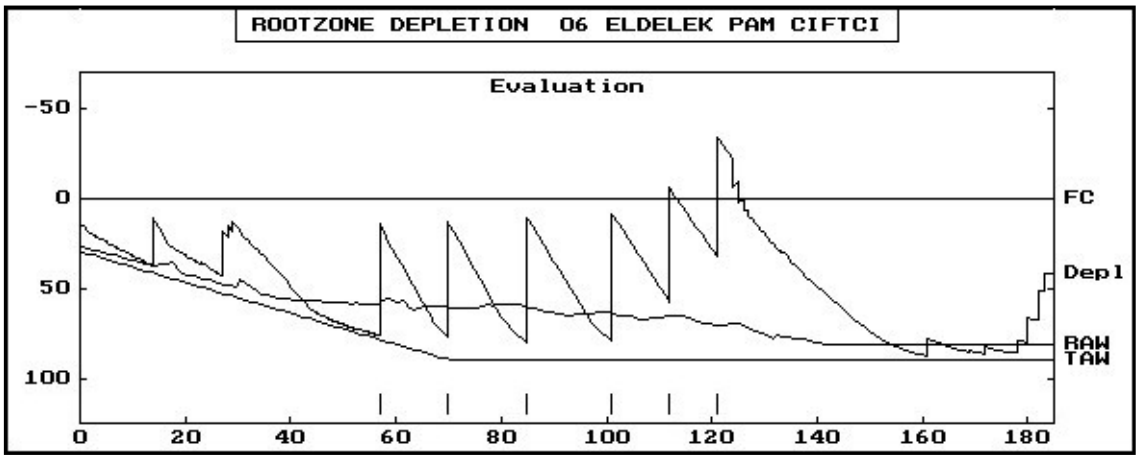




Şekil 4.12 05Bağ parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman programı grafiği

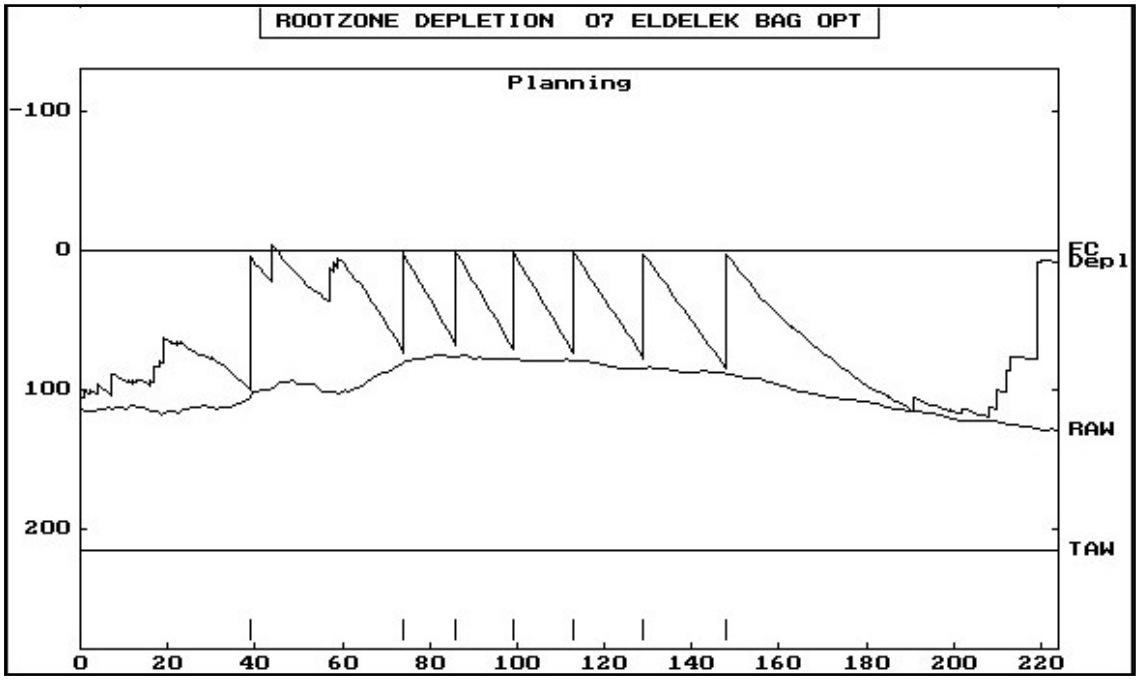
05Bağ parselinde çiftçi mevsim boyunca eksik sulama yaparak verim azalmasına sebep olmuştur. Topraktaki su seviyesi hiçbir zaman tarla kapasitesine ulaşamamıştır.

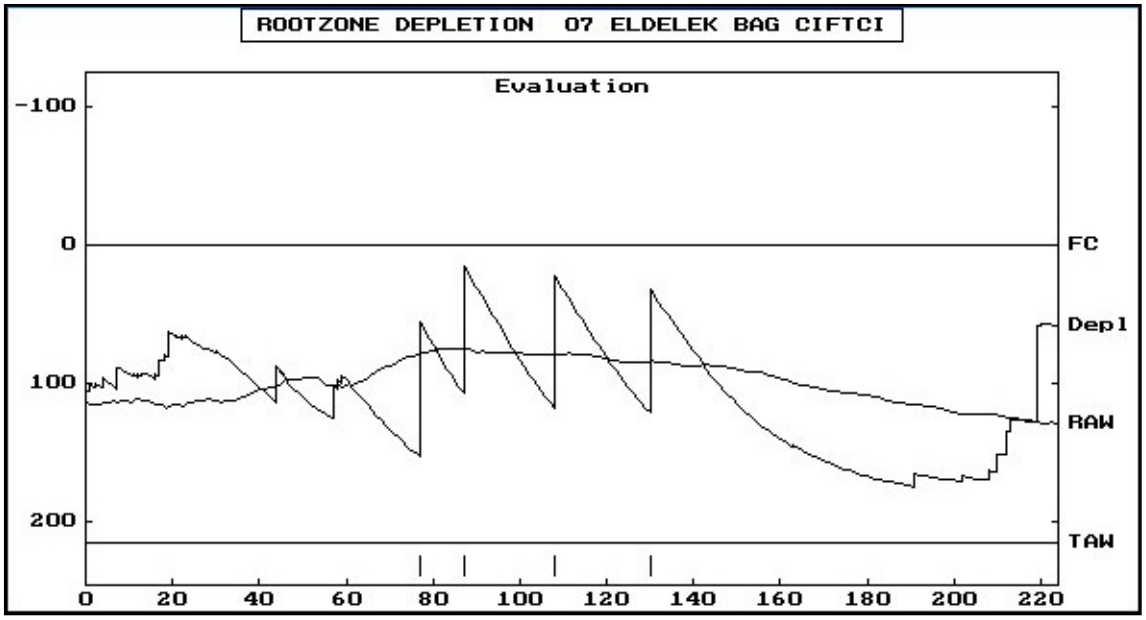




Şekil 4.13 06Pamuk parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman programı grafiği

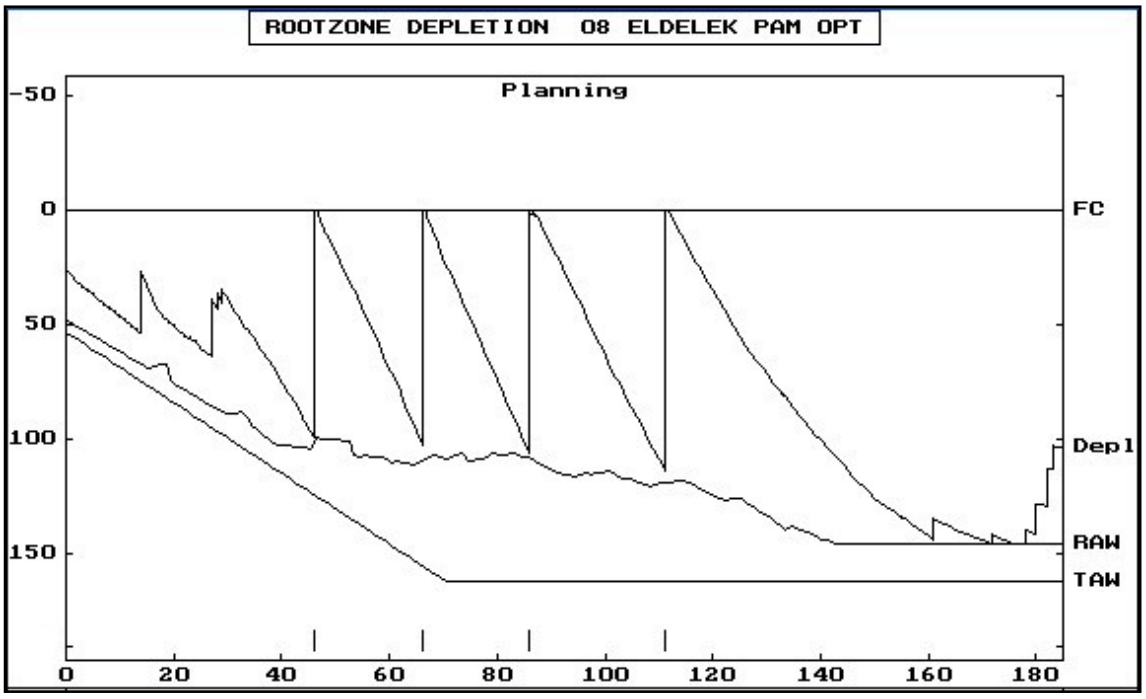
Bir çok parselde olduğu gibi çiftçi burada da az sayıda ve zamansız sulama yaparak bitkiyi stresten kurtaramamış ve sonucunda verim kaybı gerçekleşmiştir.

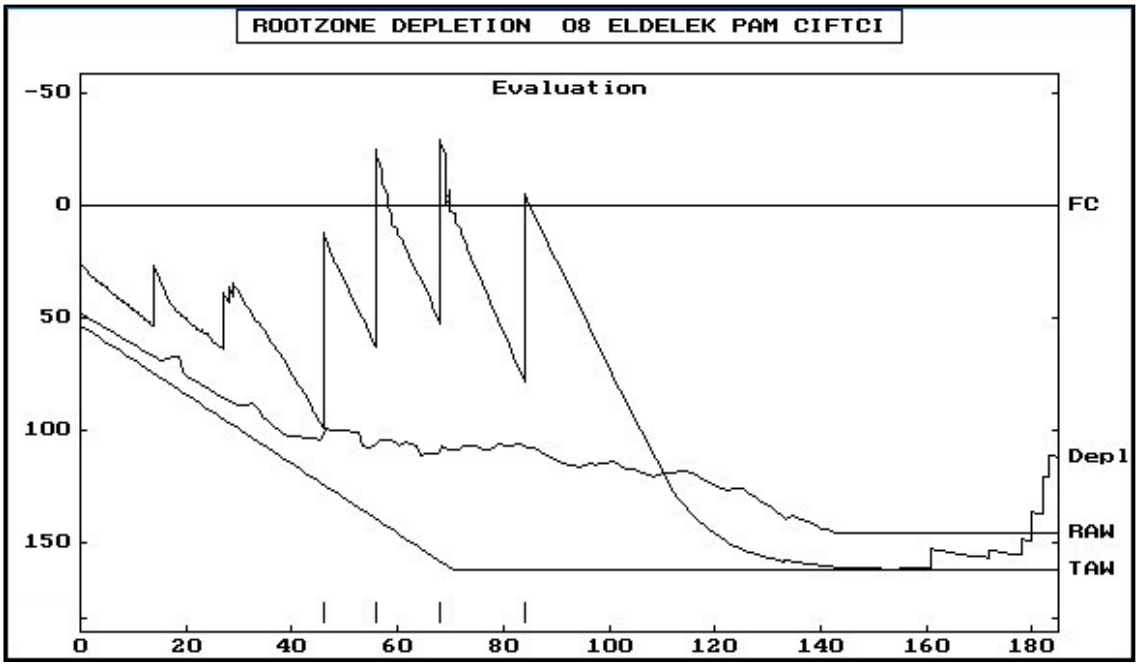




Şekil 4.14 07Bağ parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman programı grafiği

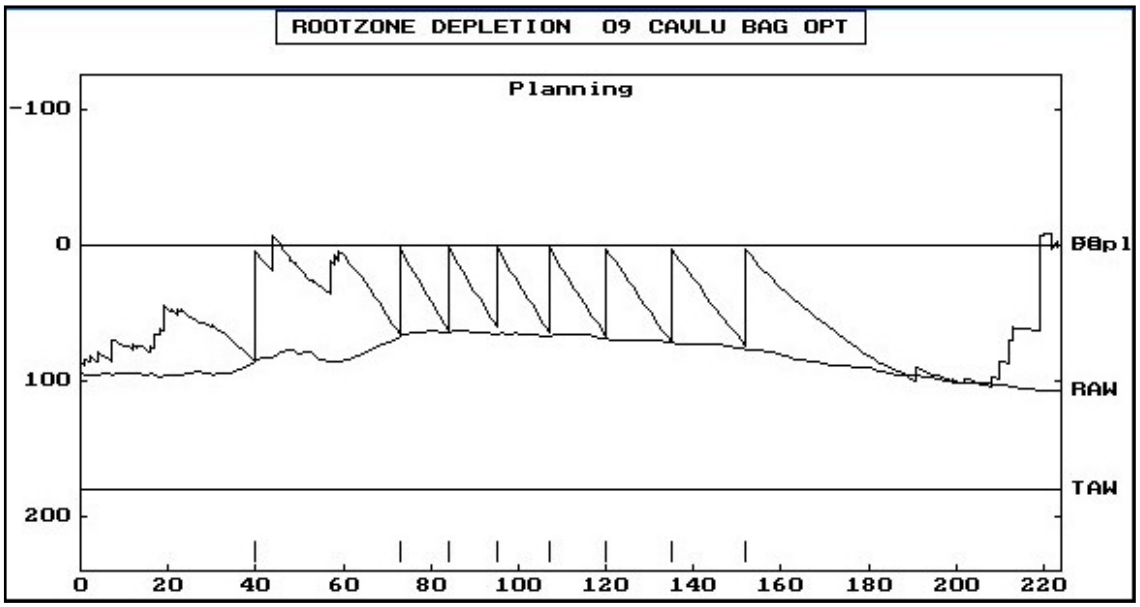
07Bağ parselinde de çiftçi bilinçsiz sulama yaparak, parseline eksik su vermiş ve bitki dönem boyu streste kalmıştır.

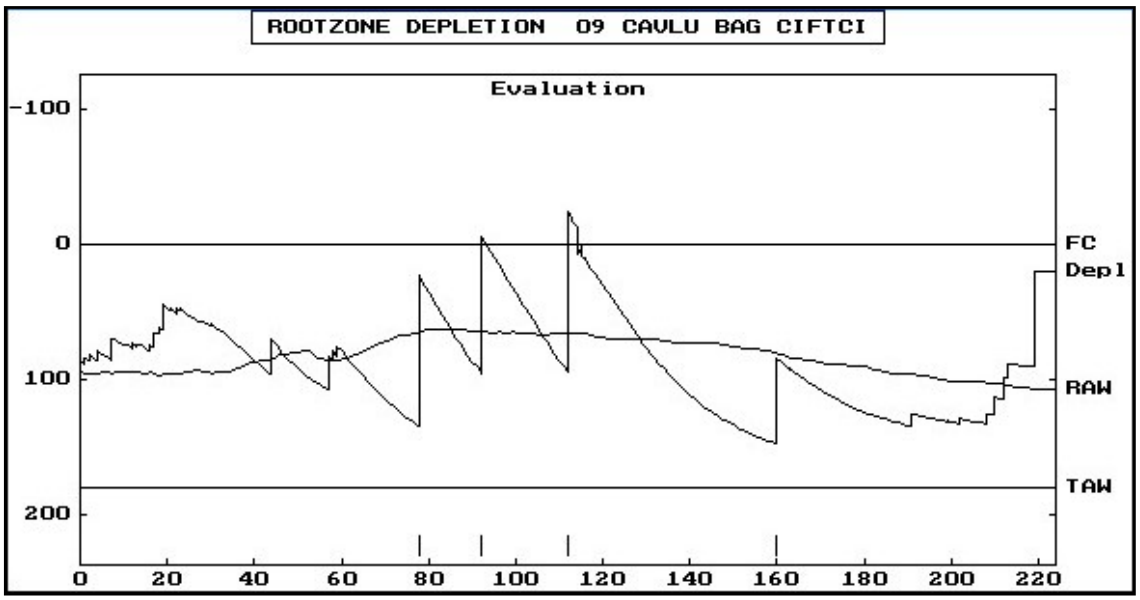




Şekil 4.15 08Pamuk parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman programı grafiği

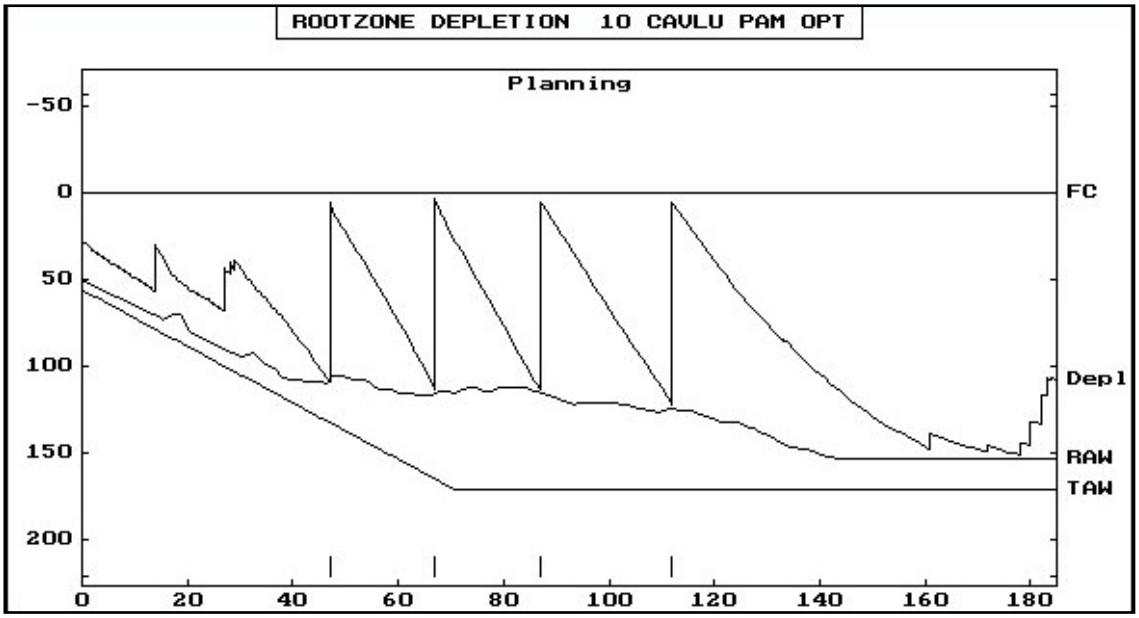
Çiftçi bu parselde doğru sayıda sulama yapmasına karşın yanlış zamanda ve yanlış miktarda sulama yaptığı için son dönemde bitki streste kalmıştır.

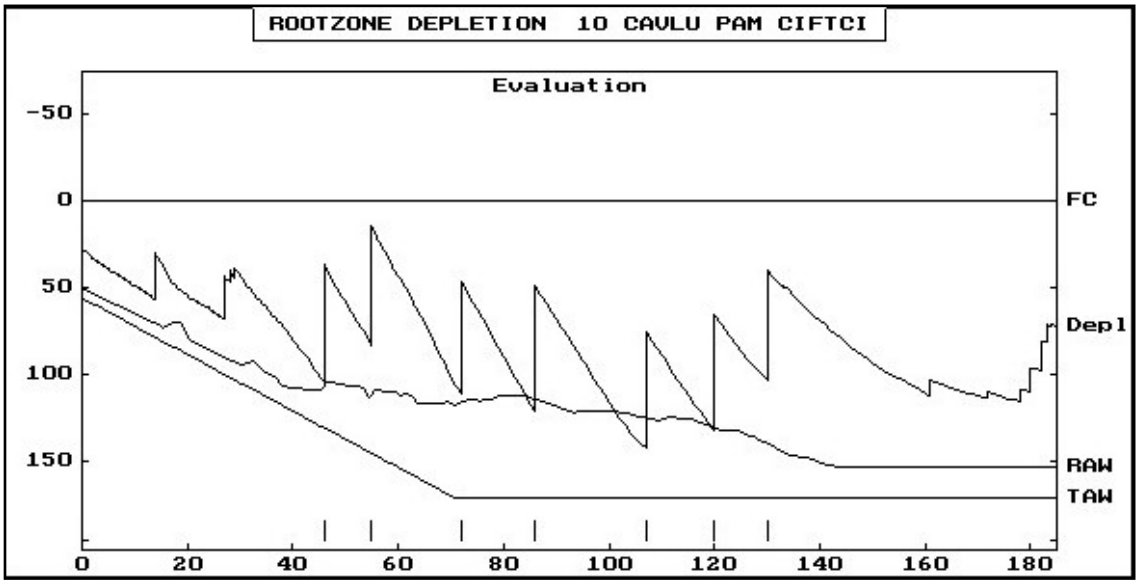




Şekil 4.16 09Bağ parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman programı grafiği

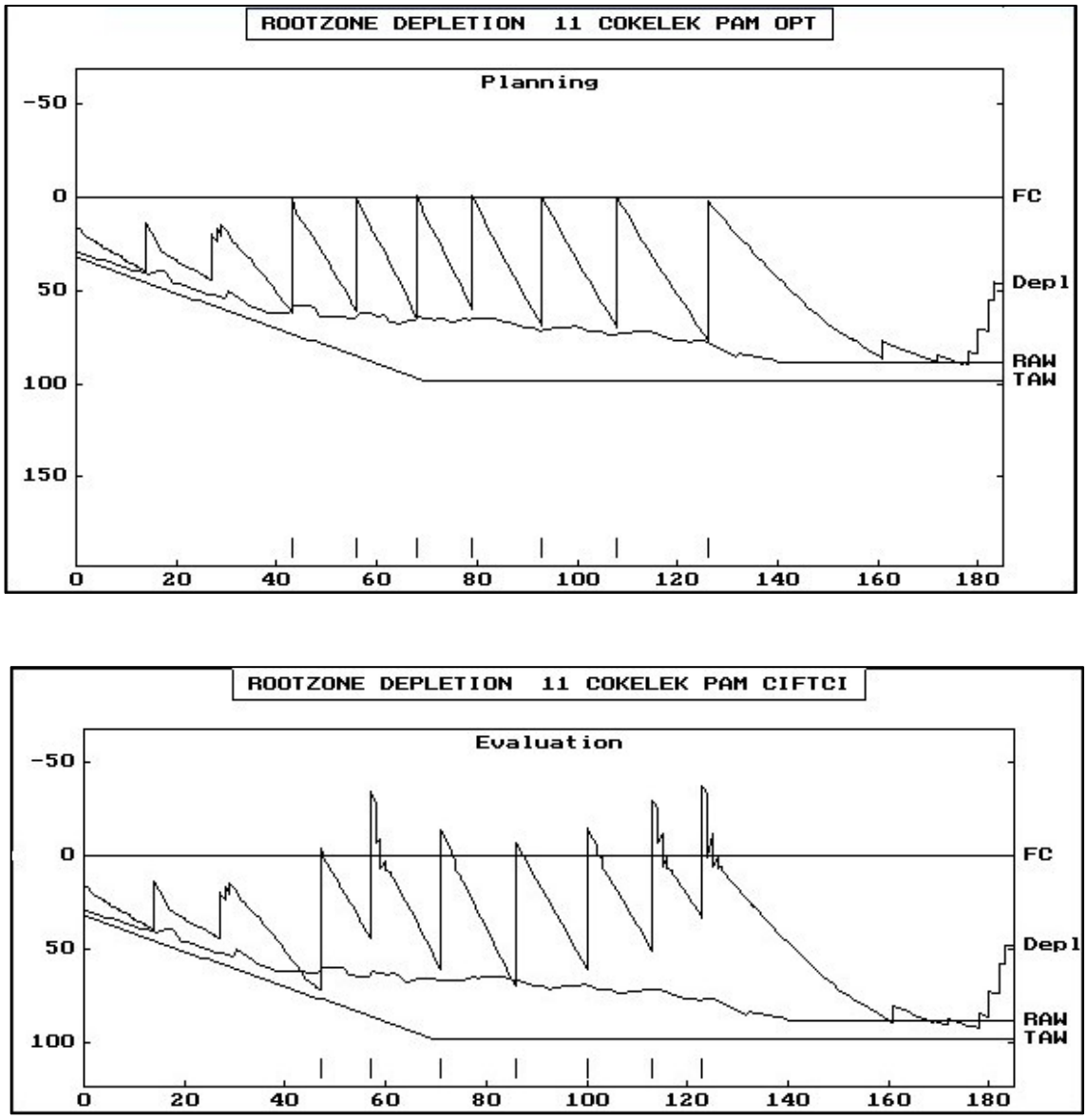
Eksik sayıda sulama yapılan bu parselde yine eksik miktarda su uygulanmış ve dönemin büyük bir bölümünde topraktaki su düzeyi kritik seviyenin altında kalmıştır.





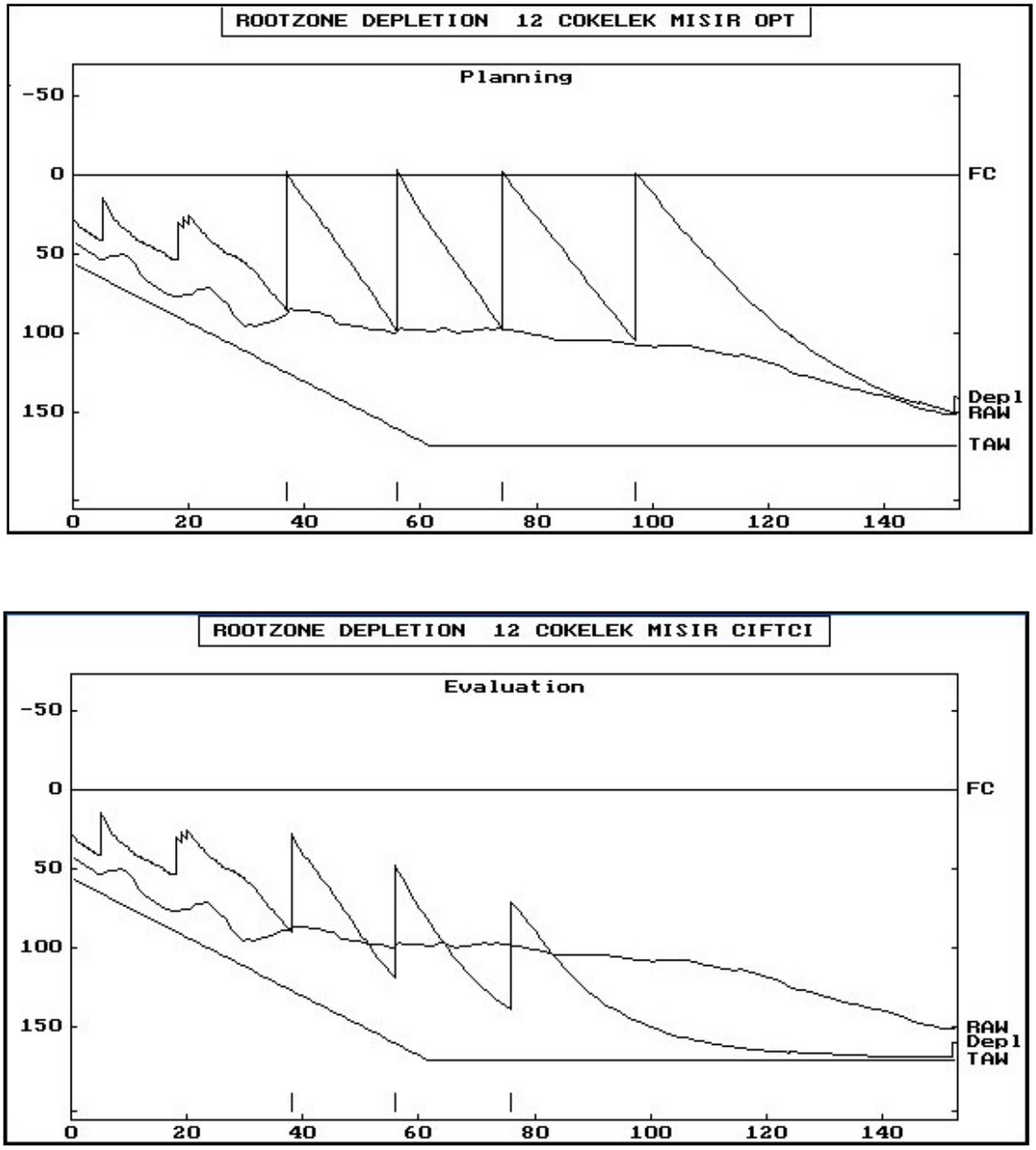
Şekil 4.17 10Pamuk parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman programı grafiği

Gereğinden fazla sayıda sulama yapılan bu parselde topraktaki su düzeyi kritik seviyenin altına inerek verimde azalmaya sebep olmuştur.



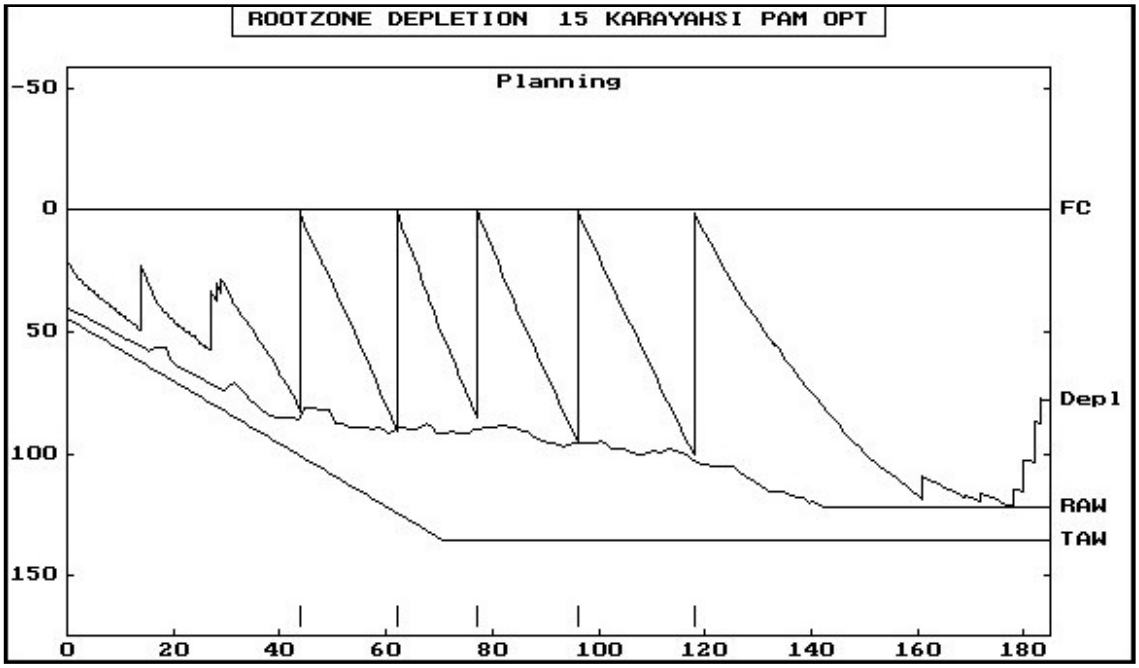
Şekil 4.18 11Pamuk parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman programı grafiği

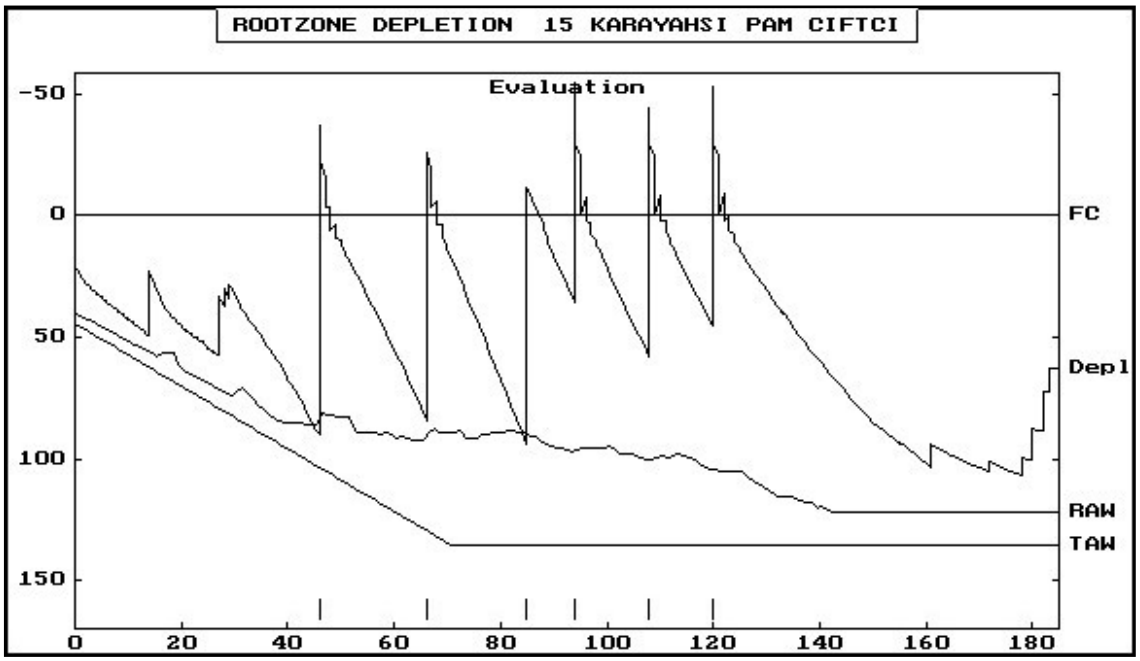
Bu parselde 7 sulamanın 6 tanesinde aşırı sulama söz konusudur. Ancak IRSIS verim kaybını hesaplarken fazla suyun drene olduğunu kabul etmekte ve bu nedenle bu parselde verim kaybı gözükmemektedir.



Şekil 4.19 12Mısır parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman programı grafiği

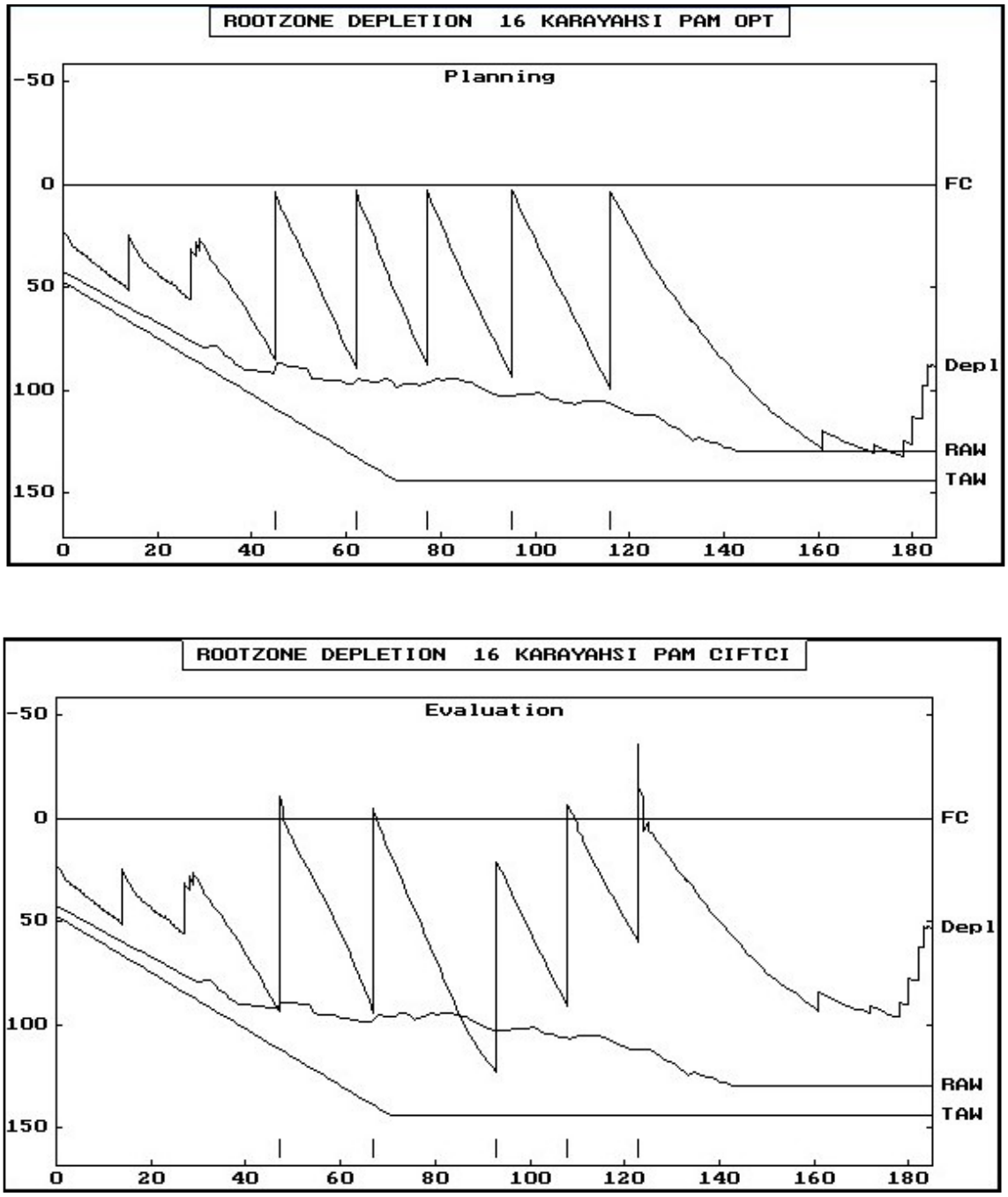
12Mısır parselinde son sulama yapılmamıştır. Yapılan sulamalar zamansız ve eksik yapılmıştır. Bu nedenle de hasatta ürün kaybı gerçekleşmiştir.





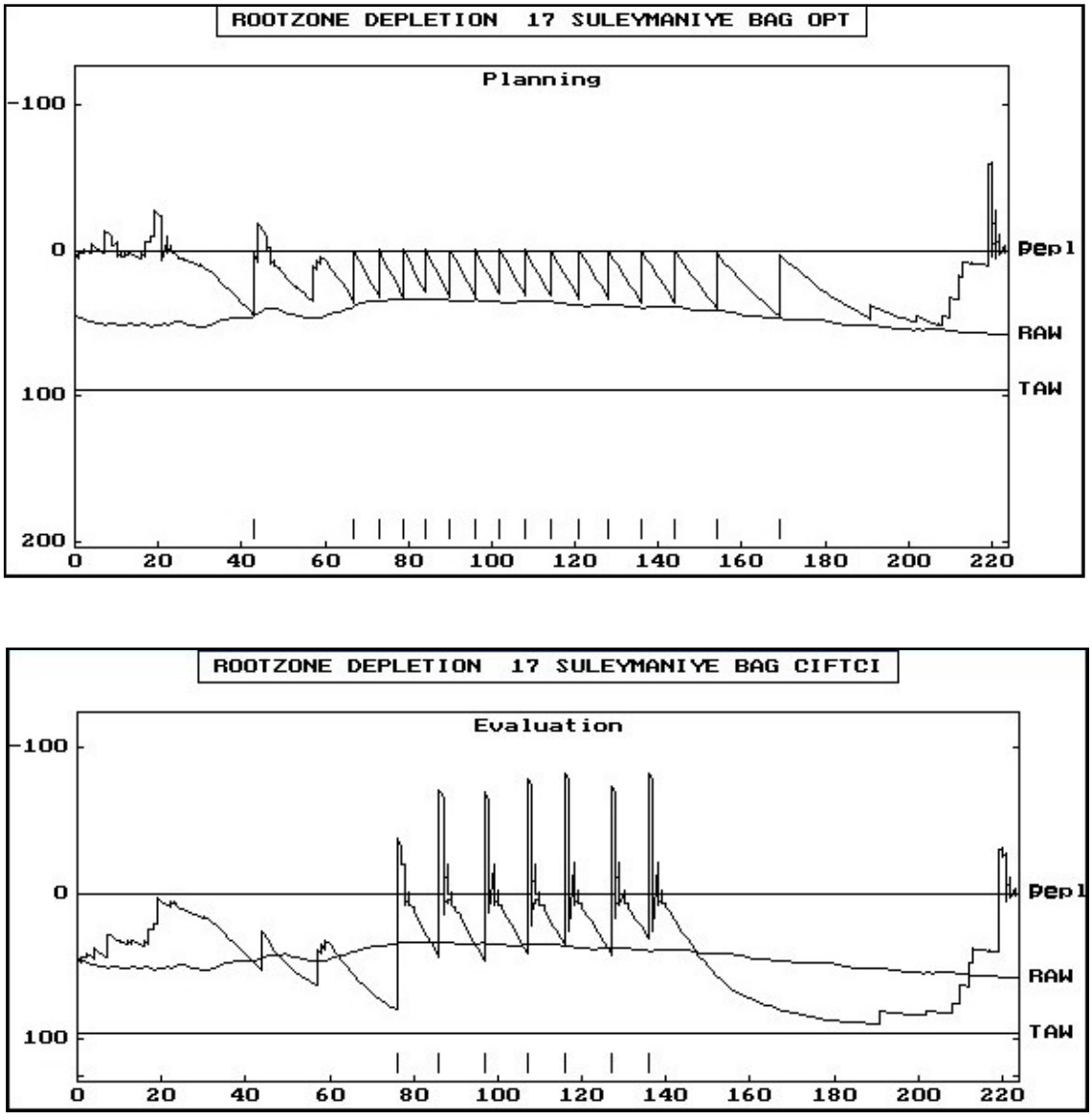
Şekil 4.20 15Pamuk parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman programı grafiği

Çiftçi hem sulama sayısında hem de sulama miktarında aşırıya kaçmıştır. Ancak 11Pamuk parselinde olduğu gibi IRSIS'te verim azalması söz konusu olmamıştır. Bu parselde çiftçi yaklaşık 197 mm fazla su kullanmıştır.



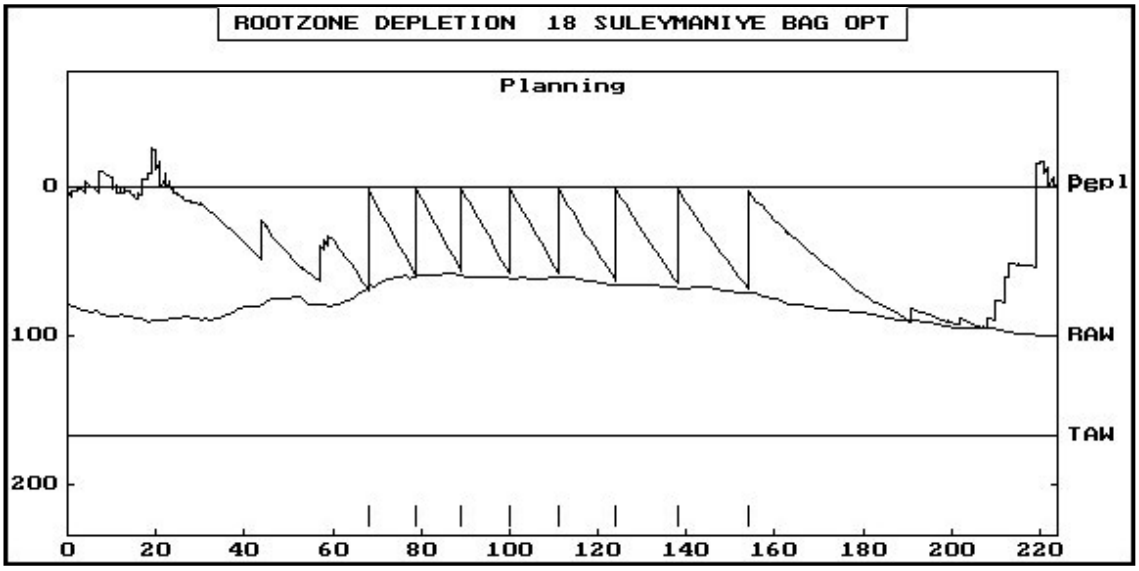
Şekil 4.21 16Pamuk parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman programı grafiği

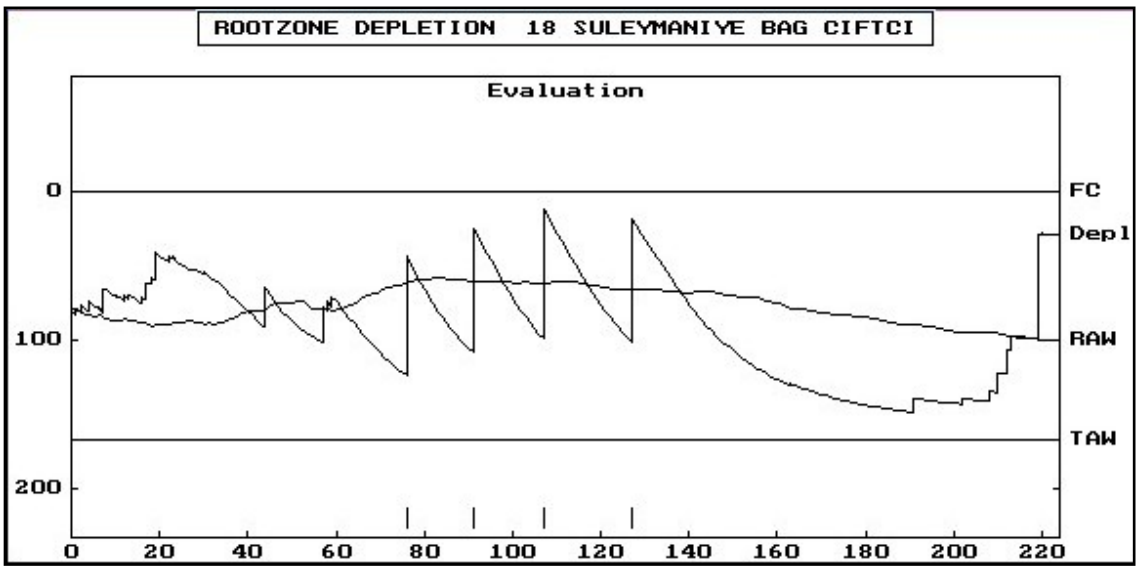
Bu parselde aşırı sulama yapılmış ancak 3. sulama geç yapıldığı için bitki strese girmiş ve az da olsa verim kaybı olmuştur.



Şekil 4.22 17Bağ parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman programı grafiği

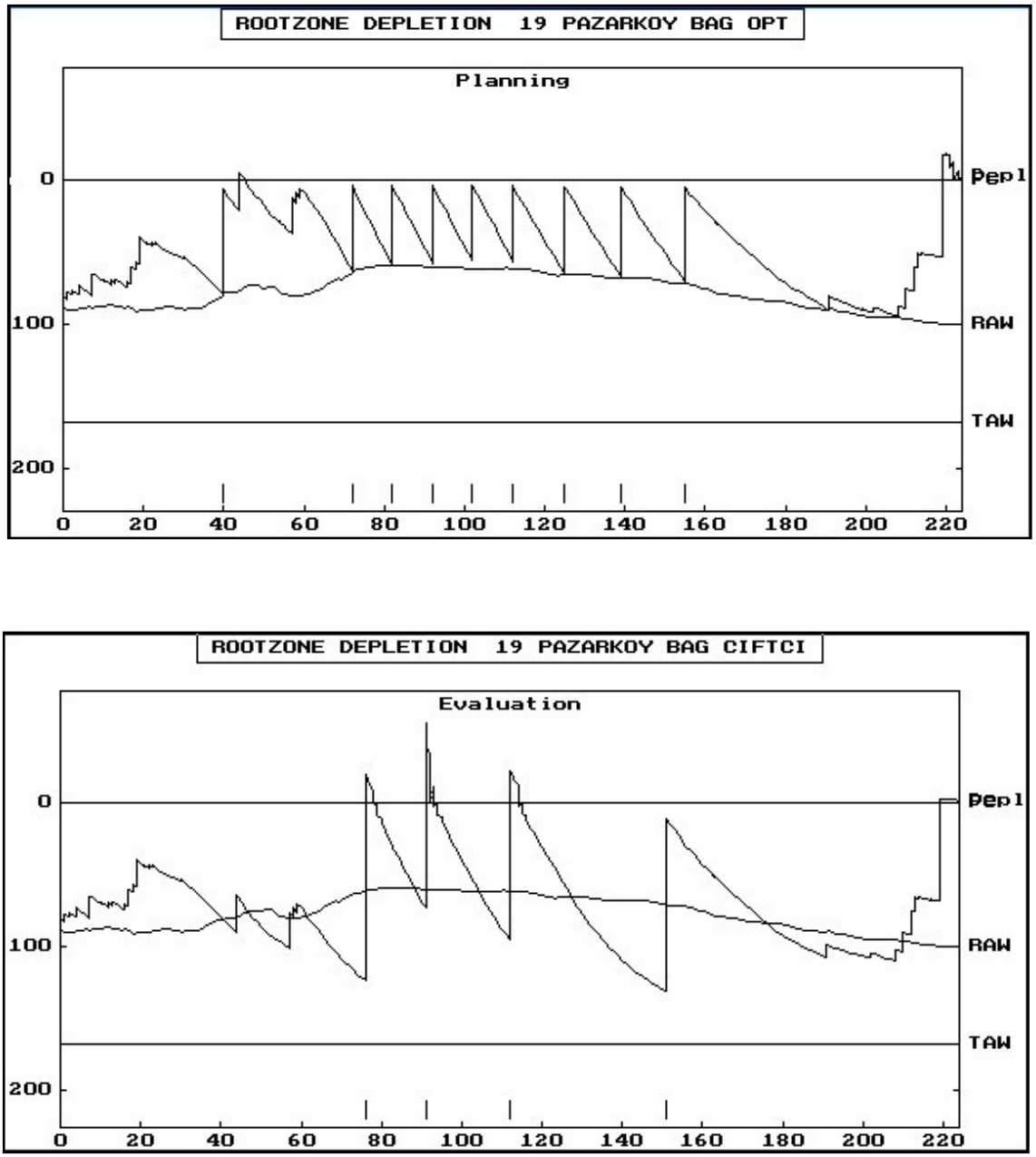
STK'sı düşük olan bu parselde çiftçi, gerekenden çok daha az sayıda buna karşın istenenden çok fazla miktarda sulama suyu uygulayarak bilinçsiz sulama yapmıştır. Bu sulamanın sonucunda hem 225 mm su gereksiz harcanmış hem de sulama zamanındaki yanlışlık nedeniyle yüksek verim kaybı gerçekleşmiştir.





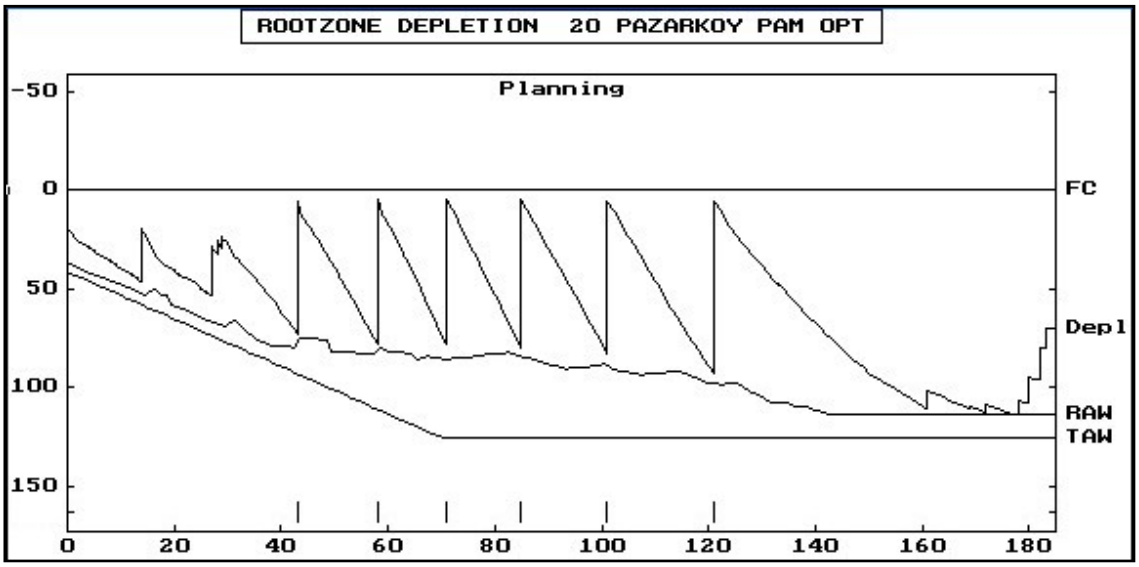
Şekil 4.23 18Bağ parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman programı grafiği

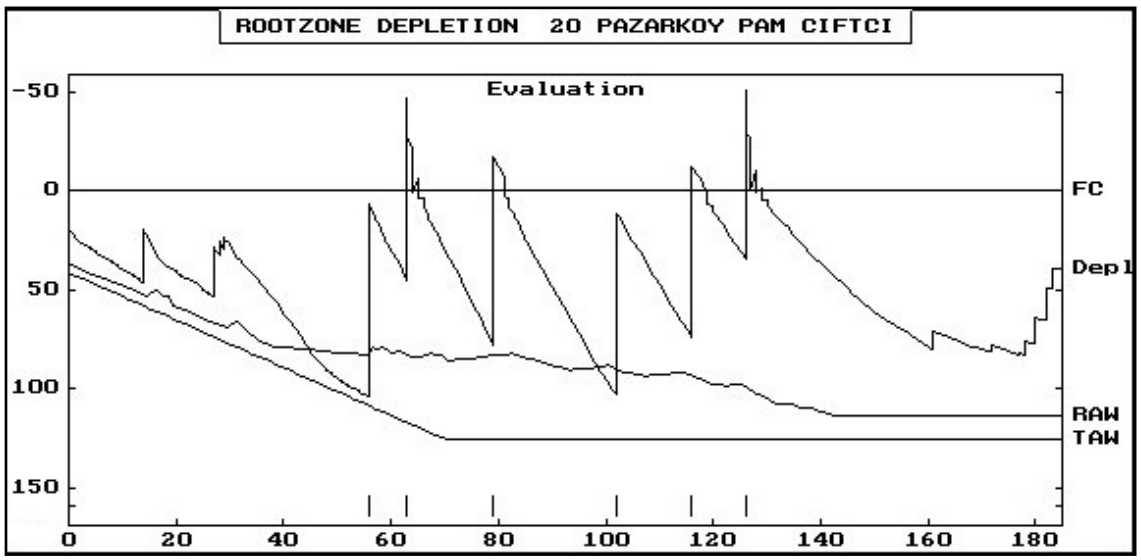
Çiftçi az sayıda ve miktarda sulama yaptığı için dönem boyunca topraktaki nem düzeyi kritik seviyenin altında kalmış ve yaklaşık %15 gibi büyük verim kaybı yaşanmıştır.



Şekil 4.24 19Bağ parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman programı grafiği

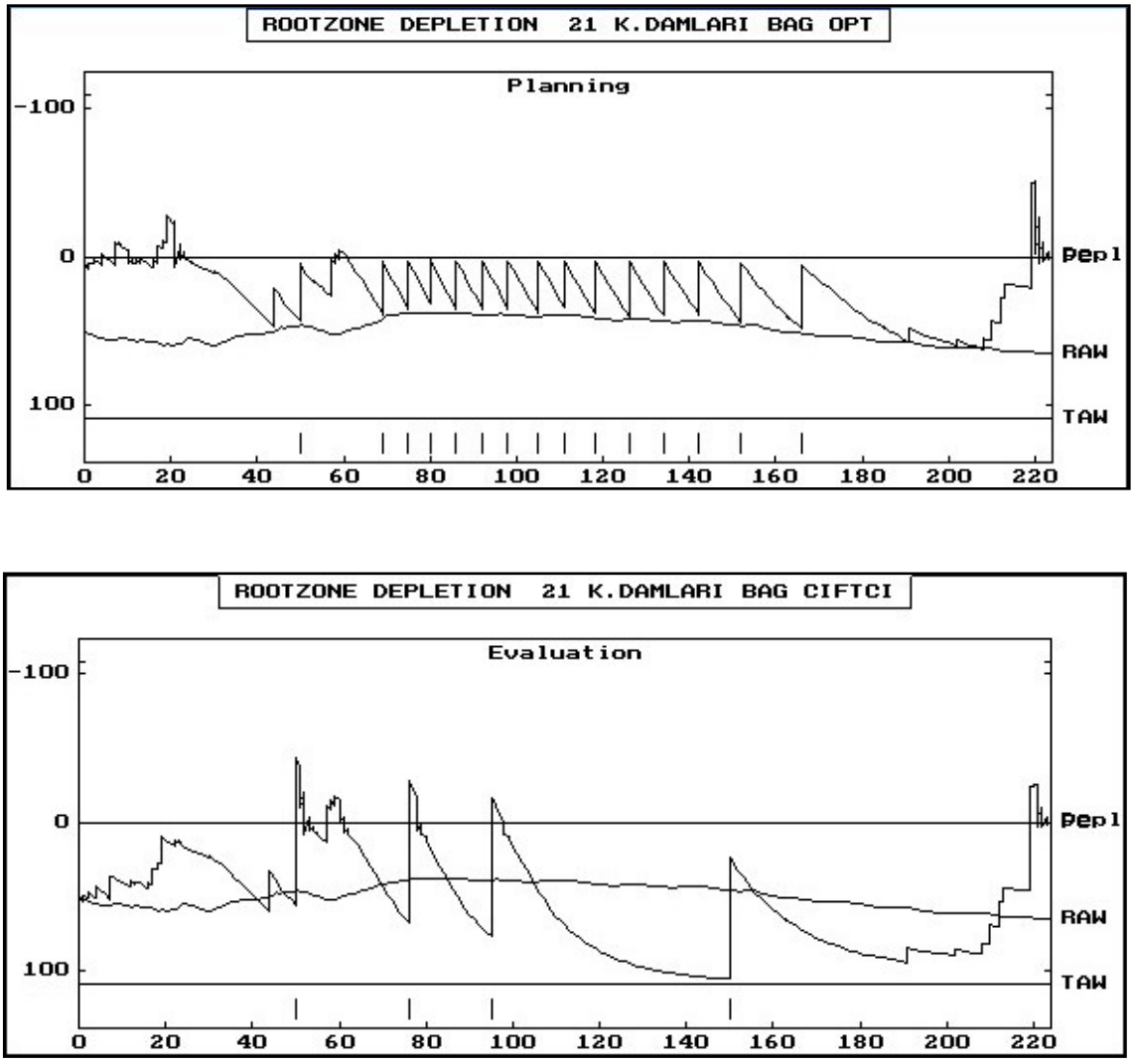
9 sulama yerine 4 sulama yapılan parselde hem bir seferde aşırı su uygulanmış hem de zamanında yapılmadığı için bitki strese girmiştir.





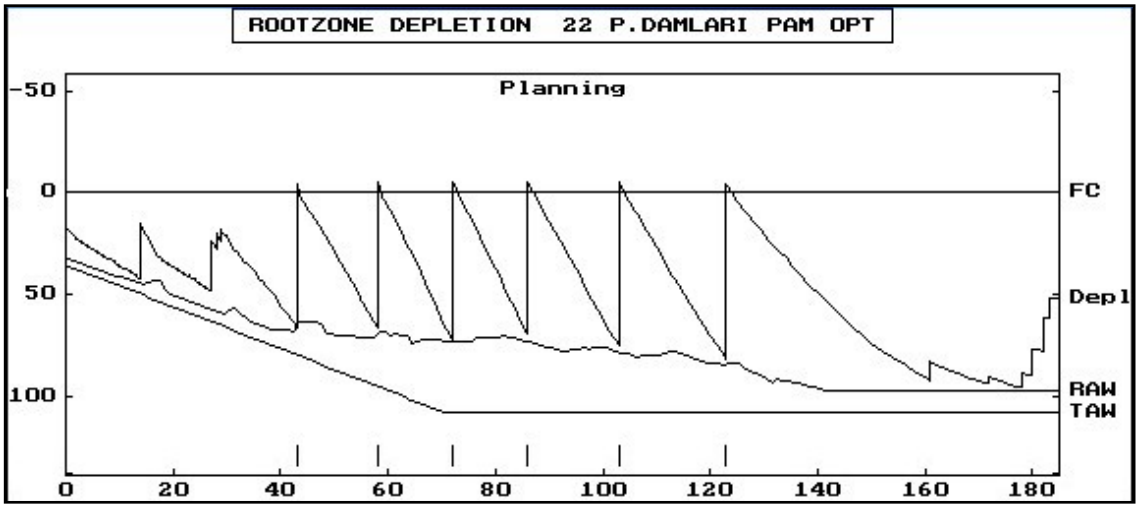
Şekil 4.25 20Pamuk parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman programı grafiği

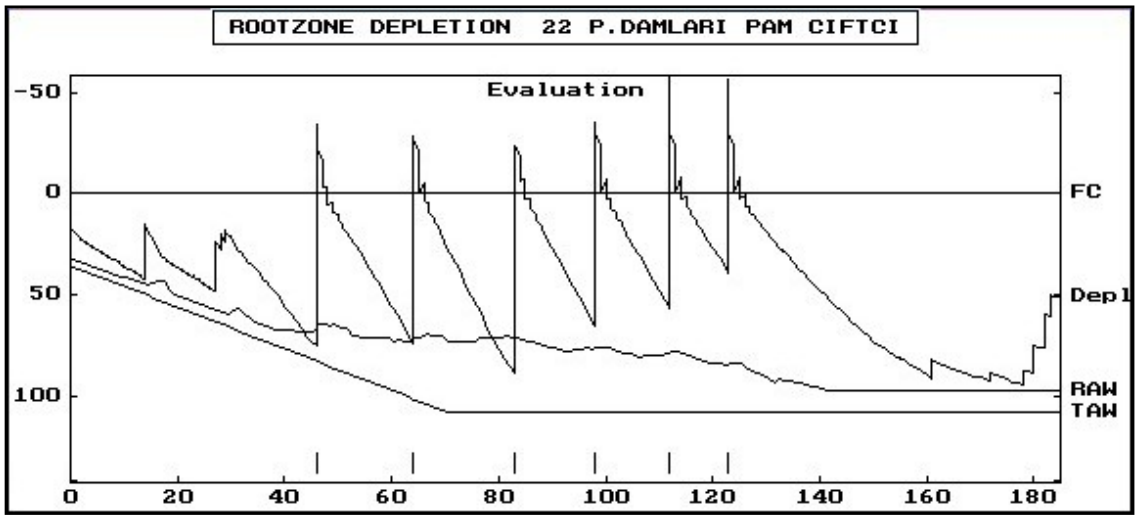
İstenen sayıda sulama yapılmasına rağmen zamansız ve bir seferde gereğinden fazla uygulanan su nedeniyle hem su israfı hem de azda olsa verim kaybı gerçekleşmiştir.



Şekil 4.26 21Bağ parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman programı grafiği

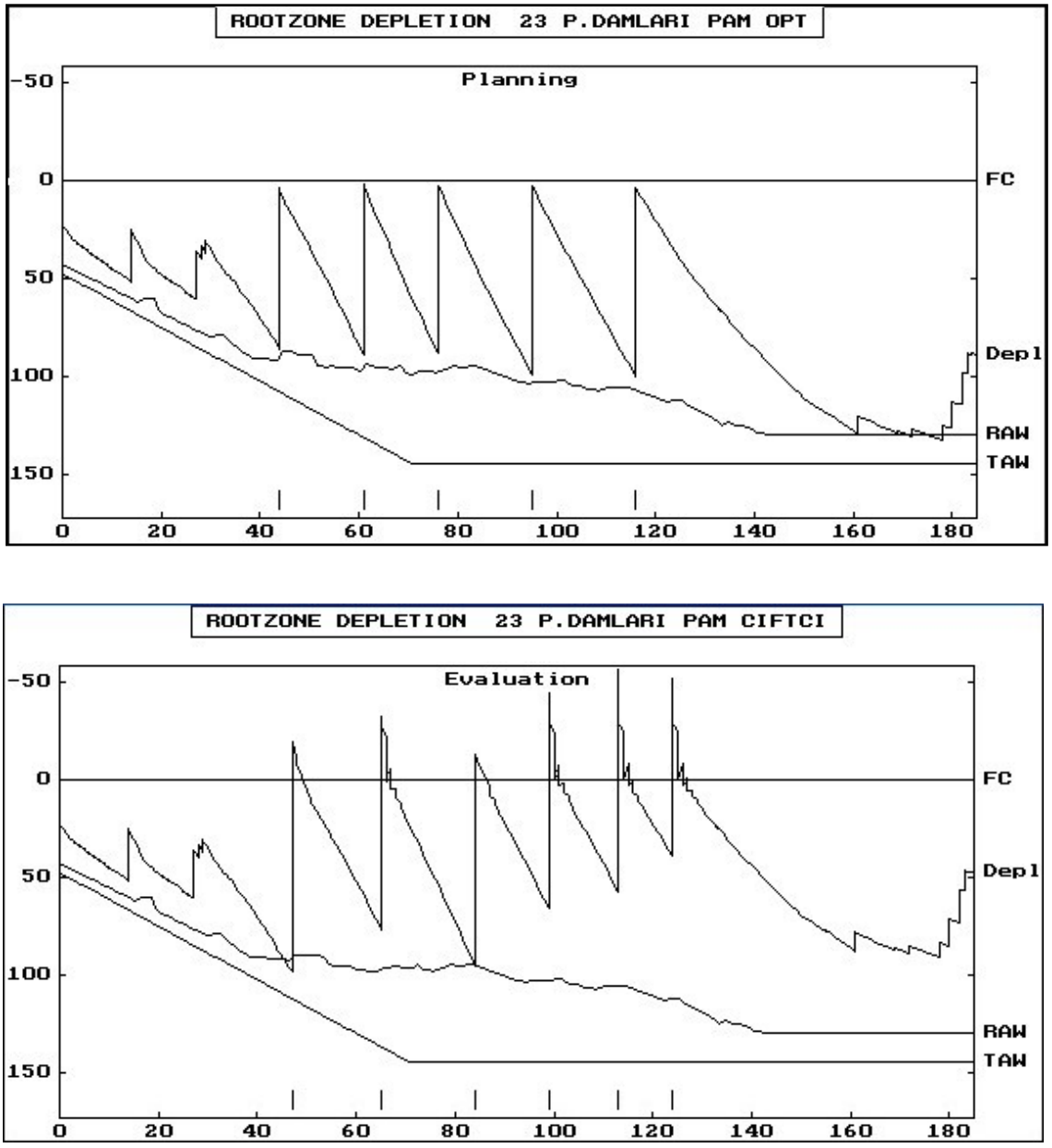
Çok az sayıda sulama yapılan bu parselde topraktaki nem düzeyi hiç istenmeyen solma noktası seviyesine gerilemiştir. Bu nedenle %27'ye yakın verim azalması gerçekleşmiştir. Seçili parseller arasında en fazla verim kaybı yaşanan bu parsel bilinçsiz sulamayı çok net olarak göstermiştir.





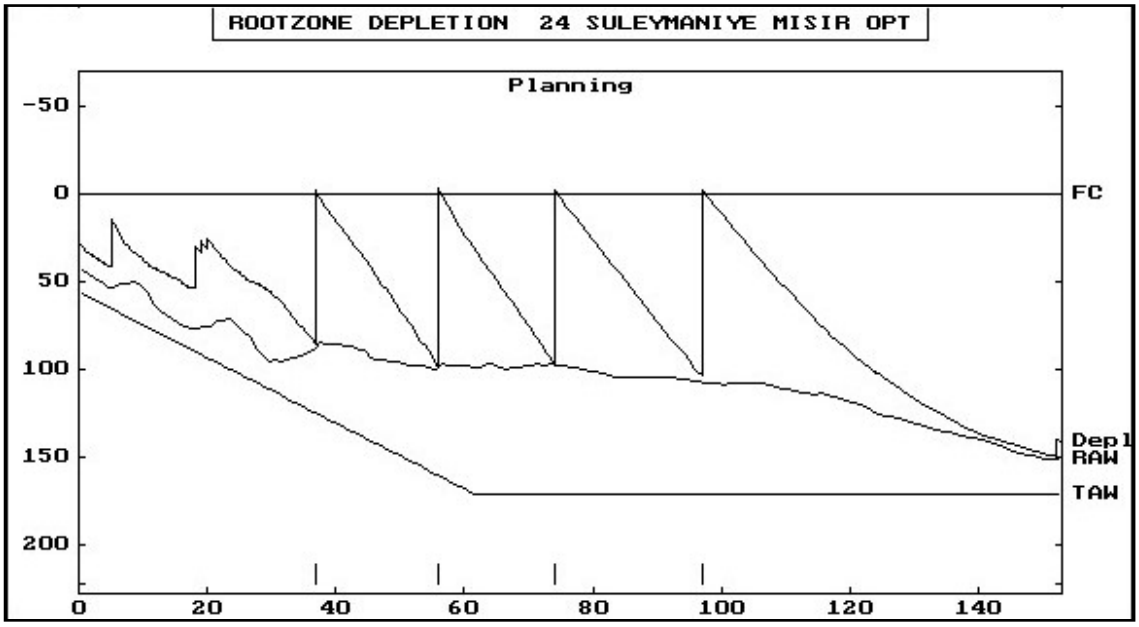
Şekil 4.27 22Pamuk parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman programı grafiği

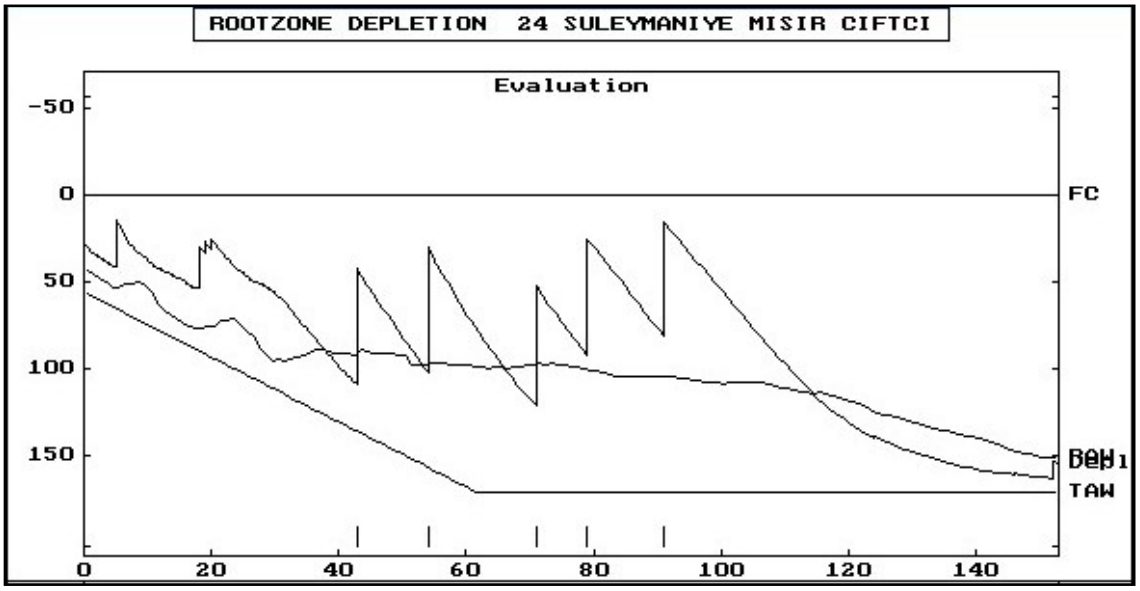
172 mm gereksiz sulama suyunun uygulandığı bu arazide iki sulama geç yapılmış ve %0.8 verim kaybı gerçekleşmiştir.



Şekil 4.28 23Pamuk parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman programı grafiği

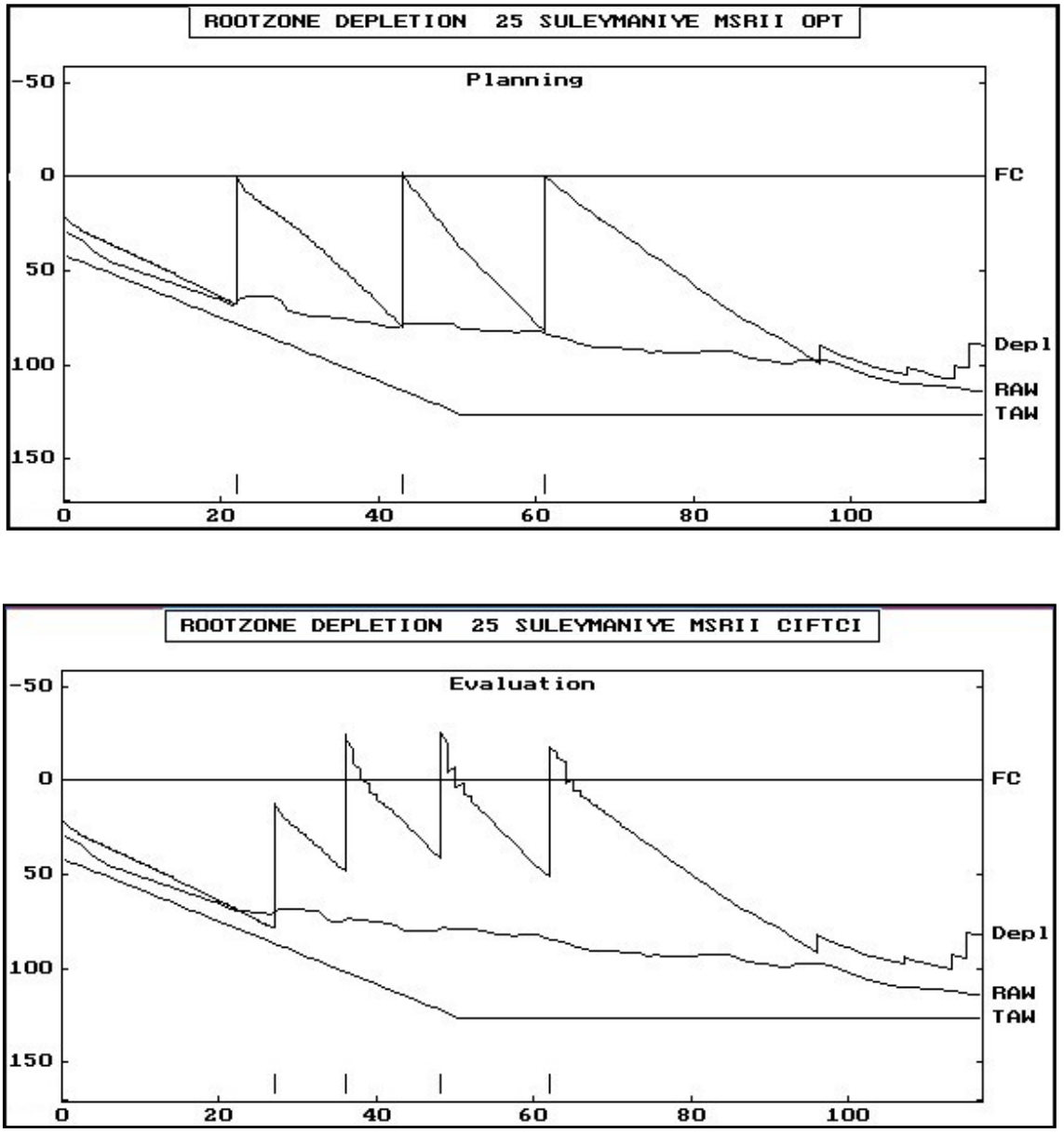
Bu arazide ise hem bir sulama fazla hem de her sulamada fazla sulama suyu uygulanmış ve su israf edilmiştir.





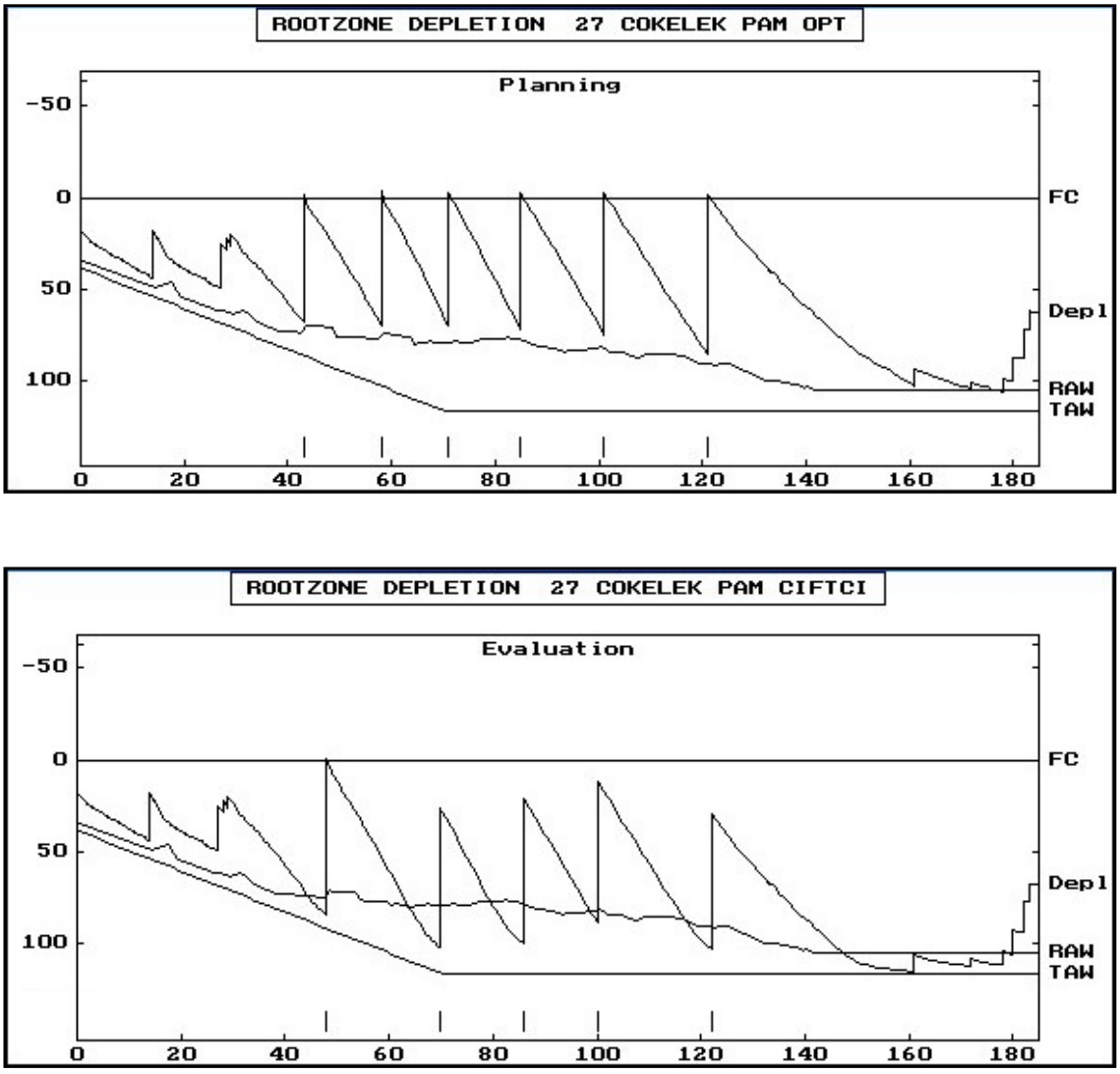
Şekil 4.29 24Mısır parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman programı grafiği

Sulama sayısının fazla olduğu bu arazide gerek mevsimlik gerekse bir defada verilen sulama suyu miktarı eksik uygulandığı için bitki strese girmiştir. Bunun sonucunda da %3 verim kaybı yaşanmıştır.



Şekil 4.30 25MısırII parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman programı grafiği

II. ürün mısır bitkisinin yetiştirildiği parselde aşırı sulama gerçekleşmiş ancak ilk sulama geciktirildiği için topraktaki nem kritik seviyenin altına düşerek yaklaşık %3'lük verim kaybı yaşanmıştır.



Şekil 4.31 27Pamuk parseline ait optimum ve gerçekleşen sulama zaman programı grafiği

Yanlış zamanda eksik miktarda su veren çiftçi dönem sonunda %3.5 verim kaybına neden olmuştur.

Yukarıdaki çizelgelerden ve grafiklerden de açıkça görüldüğü gibi bilinçsiz sulama yapılmakta ya aşırı su kullanıp su israf edilmekte ya da eksik ve zamansız sulama yapılarak verim kaybına neden olunmaktadır.

4.2 Sulama Birliğinin Mevcut Sulama Yönetimi

2003 yılında Salihli Sağ Sahil Sulama Birliğinin sorumlu olduğu alandaki kanallar sulama mevsimi boyunca izlenmiş, kanallarda yapılan ölçüm sonuçları aşağıda belirtilmiştir.

4.2.1. Kanallardaki sızma kayıpları

Sulama şebekesindeki tersiyer ve yedek kanallarındaki sızma kayıpları (R) sırasıyla Çizelge 4.6 ve Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.6 Tersiyer kanalların sızma kayıpları

Kanal	Giriş Q (l/s)	Çıkış Q (l/s)	Mesafe (m)	Sızma kaybı		
				R1 (l/s/m)	R2 (l/s/100m)	R3 (%)
Y1T6	100.0	92.9	126	0.057	5.7	7
Y1T7	136.0	118.3	77	0.229	22.9	13
Y1T12	104.0	93.9	765	0.013	1.3	10
Y1T13	77.0	66.8	370	0.028	2.8	13
Y1T14	94.0	86.6	720	0.010	1.0	8
Y1T15	151.0	134.7	826	0.020	2.0	11
Y1T16	274.0	246.5	1175	0.023	2.3	10
Y1T17	152.0	140.6	722	0.016	1.6	7
Y2T1	169.0	161.3	1293	0.006	0.6	5
Y2T2	273.0	256.5	1442	0.011	1.1	6
Y2T3	310.0	262.9	764	0.062	6.2	15
Y2T4	243.0	227.7	1225	0.012	1.2	6
Y2T5	104.0	93.0	397	0.028	2.8	11
Y2T6	177.0	158.8	916	0.020	2.0	10
Y2T7	135.0	126.6	789	0.011	1.1	6
Y2T8	214.0	199.2	1316	0.011	1.1	7
Y2T9	66.0	63.0	993	0.003	0.3	5
Y2T10	333.0	286.0	390	0.120	12.0	14
Y2T11	253.0	229.2	893	0.027	2.7	9
Y2T12	213.0	203.4	2458	0.004	0.4	5
Y2T13	309.0	260.6	460	0.105	10.5	16
Y2T14	279.0	256.7	1589	0.014	1.4	8
Y2T15	208.0	187.5	608	0.034	3.4	10
Y2T17	137.0	127.7	503	0.018	1.8	7
Y2T18	248.0	214.2	462	0.073	7.3	14
Y2T19	112.0	106.5	991	0.006	0.6	5
Y2T20	307.0	277.9	813	0.036	3.6	9
Y2T21	199.0	175.0	697	0.034	3.4	12
Y2T22	154.0	146.3	662	0.012	1.2	5

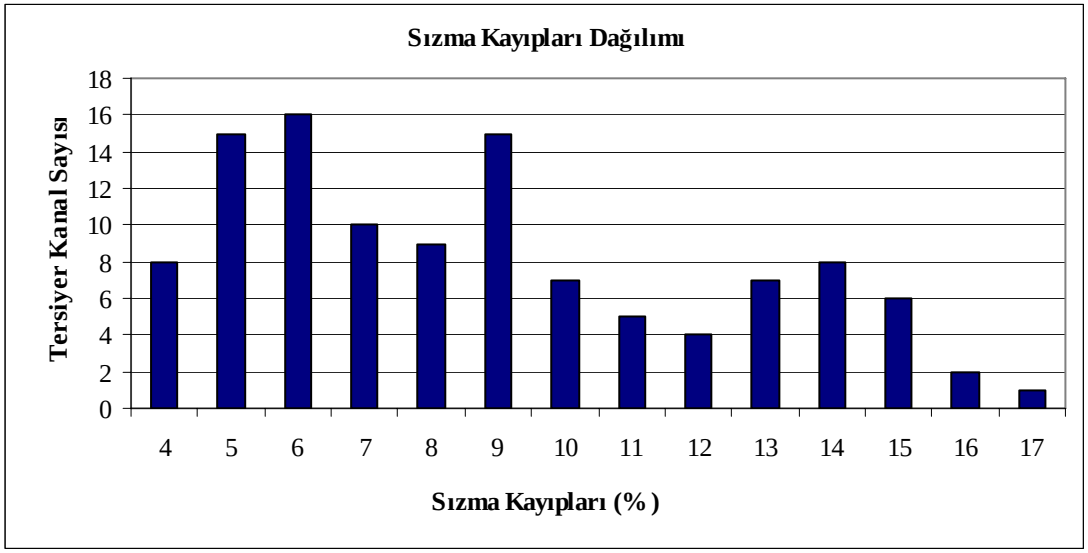
Çizelge 4.6 Tersiyer kanalların sızma kayıpları (devamı)

Kanal	Giriş Q (l/s)	Çıkış Q (l/s)	Mesafe (m)	Sızma kaybı		
				R1 (l/s/m)	R2 (l/s/100m)	R3 (%)
Y2T23	288.0	262.9	596	0.042	4.2	9
Y2T24	221.0	198.7	763	0.029	2.9	10
Y2T25	164.0	151.1	903	0.014	1.4	8
Y2T26	127.0	116.7	886	0.012	1.2	8
Y2T27	211.0	190.6	455	0.045	4.5	10
Y2T28	127.0	116.7	886	0.012	1.2	8
Y2T29	152.0	140.6	722	0.016	1.6	7
Y2T30	232.0	198.2	192	0.176	17.6	15
Y2T31	171.0	152.0	476	0.040	4.0	11
Y2T32	166.0	153.3	472	0.027	2.7	8
Y2T33	248.0	224.2	489	0.049	4.9	10
Y2T34	208.0	176.4	421	0.075	7.5	15
Y2T35	137.0	124.5	570	0.022	2.2	9
Y2T36	167.0	158.2	1143	0.008	0.8	5
Y2T37	224.0	186.5	567	0.066	6.6	17
Y2T38	173.0	159.0	767	0.018	1.8	8
Y2T39	66.0	63.0	993	0.003	0.3	5
Y2T40	162.0	154.7	710	0.010	1.0	5
Y2T41	133.0	126.9	1653	0.004	0.4	5
Y2T42	127.0	114.9	611	0.020	2.0	9
Y2T43	107.0	101.2	462	0.013	1.3	5
Y2T44	124.0	116.7	717	0.010	1.0	6
Y2T45	108.0	103.6	704	0.006	0.6	4
Y2T46	114.0	99.4	771	0.019	1.9	13
Y2T47	188.0	161.9	649	0.040	4.0	14
Y2T48	108.0	102.1	753	0.008	0.8	5
Y2T49	120.0	113.6	1310	0.005	0.5	5
Y3T1	137.0	126.9	961	0.011	1.1	7
Y3T2	147.0	137.3	1364	0.007	0.7	7
Y3T3	112.0	105.4	557	0.012	1.2	6
Y3T4	75.0	69.6	472	0.011	1.1	7
Y3T5	91.0	86.1	187	0.026	2.6	5
Y3T6	135.0	114.1	187	0.112	11.2	16
Y3T7	112.0	105.4	557	0.012	1.2	6
Y3T8	174.0	152.1	430	0.051	5.1	13
Y3T9	119.0	109.9	548	0.017	1.7	8
Y3T10	169.0	158.4	461	0.023	2.3	6
Y3T11	205.0	174.7	440	0.069	6.9	15
Y3T12	85.0	77.1	151	0.052	5.2	9
Y3T13	108.0	102.1	753	0.008	0.8	5
Y3T14	126.0	120.9	792	0.006	0.6	4
Y3T15	85.0	77.1	151	0.052	5.2	9
Y3T16	165.0	145.0	519	0.039	3.9	12
Y3T17	209.0	184.0	209	0.120	12.0	12
Y3T18	172.0	157.3	1100	0.013	1.3	9
Y3T19	52.0	47.2	207	0.023	2.3	9
Y3T20	172.0	157.3	1100	0.013	1.3	9
Y3T21	142.0	132.5	447	0.021	2.1	7
Y3T22	157.0	133.9	395	0.058	5.8	15
Y3T23	241.0	205.3	338	0.105	10.5	15

Çizelge 4.6 Tersiyer kanalların sızma kayıpları (devamı)

Kanal	Giriş Q (l/s)	Çıkış Q (l/s)	Mesafe (m)	Sızma kaybı		
				R1 (l/s/m)	R2 (l/s/100m)	R3 (%)
Y3T24	103.0	98.6	1158	0.004	0.4	4
Y3T25	210.0	186.9	609	0.038	3.8	11
Y3T26	193.0	165.3	912	0.030	3.0	14
Y3T27	124.0	108.9	524	0.029	2.9	12
Y4T1	117.0	111.8	725	0.007	0.7	4
Y4T2	52.0	47.2	207	0.023	2.3	9
Y4T3	207.0	197.9	1097	0.008	0.8	4
Y4T4	140.0	129.7	545	0.019	1.9	7
Y4T5	304.0	276.3	428	0.065	6.5	9
Y4T6	275.0	235.4	834	0.047	4.7	14
Y5T1	112.0	105.4	557	0.012	1.2	6
Y5T2	69.0	66.1	398	0.007	0.7	4
Y5T3	114.0	99.2	346	0.043	4.3	13
Y5T4	112.0	102.7	566	0.016	1.6	8
Y5T5	179.0	162.3	817	0.020	2.0	9
Y5T6	170.0	148.8	280	0.076	7.6	13
Y5T7	95.0	89.0	521	0.012	1.2	6
Y5T8	78.0	73.5	523	0.009	0.9	6
Y5T9	66.0	57.4	77	0.111	11.1	13
Y6T1	122.0	115.9	500	0.012	1.2	5
Y6T2	106.0	99.8	533	0.012	1.2	6
Y6T3	36.0	33.7	445	0.005	0.5	6
Y6T4	179.0	162.3	817	0.020	2.0	9
Y6T5	132.0	113.8	442	0.041	4.1	14
Y6T6	99.0	92.6	1062	0.006	0.6	6
Y6T7	106.0	99.8	533	0.012	1.2	6
Y6T8	63.0	60.5	738	0.003	0.3	4
Y6T9	106.0	101.8	1025	0.004	0.4	4
Y6T10	36.0	33.7	445	0.005	0.5	6
Y6T11	52.0	47.2	207	0.023	2.3	9
Y6T12	115.0	98.9	566	0.028	2.8	14
Y6T13	119.0	106.4	435	0.029	2.9	11
Y6T14	78.0	73.5	523	0.009	0.9	6
Y6T15	139.0	119.4	368	0.053	5.3	14

113 tersiyer arasında %17 ile en çok sızma kaybı yedek 2'nin 37. tersiyerindedir. Onu %16 kayıpla yine yedek 2'nin 13. tersiyeri ile yedek 3 üzerinde bulunan 6. tersiyer takip etmektedir. Tersiyerlerin 16 tanesi %6 kayıpla suyu iletebilmektedir. Yine tersiyerlerin 80 tanesi suyu %4 ile %10 arası kayıpla taşımaktadır (Şekil 4.32). Bu yüksek kayıpların en büyük nedeni, şebekenin yaklaşık 35 yıldır kullanılmakta olmasıdır. Koç (1997) Büyük Menderes havzası sulama şebekelerinde iletim randımanının %80 ile %90 arasında değiştiğini, Şener (2004) Hayrabolu sulamasında yaptığı çalışmasında ise şebeke bazında iletim kaybının % 11,91 olduğunu belirtmiştir.



Şekil 4.32 Çalışma alanındaki tersiyer kanalların sızma kayıplarının dağılımı

Yedek kanallarda da tersiyer kanallardaki sızma kayıplarına yakın sonuçlar görülmektedir. Yedek kanallarda iki tersiyer kanal ayırımı arasındaki ölçümlerde %3 ile %11 arasında değişen sızma kaybı oluştuğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.7 Yedek kanalların sızma kayıpları

Yedekler	Giriş Q (l/s)	Çıkış Q (l/s)	Mesafe (m)	Sızma kaybı		
				R (l/s/m)	R (l/s/100m)	R (%)
Y1P1-Y1T6	943.1	919.1	490	0.049	4.91	3
Y1T7-YT12	902.3	862.3	1930	0.021	2.07	4
Y1T12-Y1T13	780.2	757.9	480	0.046	4.64	3
Y1T13-Y1T14	739.8	700.0	405	0.098	9.83	5
Y1T14-Y1T15	660.9	638.6	423	0.053	5.28	3
Y1T15-Y1T16	421.1	398.9	492	0.045	4.51	5
Y1T16-Y1T17	321.0	309.7	386	0.029	2.93	4
Y1 ORT				**0.049**	**4.88**	**4**
Y2T15-Y2T19	2321.0	2151.0	498	0.341	34.14	7
Y2T32-Y2T34	1193.2	1123.2	738	0.095	9.48	6
Y2T35-Y2T36	962.9	892.8	685	0.102	10.24	7
Y2T41-Y2T42	326.5	310.8	333	0.047	4.71	5
Y2T47-Y2T49	164.8	159.7	692	0.007	0.73	3
Y2 ORT				**0.140**	**13.95**	**6**
Y3T2-Y3T6	1163.0	1084.2	3115	0.025	2.53	7
Y3T10-Y3T12	915.0	832.0	472	0.176	17.58	9
Y3T15-Y3T19	845.2	765.4	669	0.119	11.94	9
Y3T19-Y3T20	659.0	585.0	425	0.174	17.42	11
Y3T21-Y3T22	258.5	238.9	314	0.062	6.24	8
Y3T23-Y3T24	191.8	180.4	423	0.027	2.70	6

Çizelge 4.7 Yedek kanalların sızma kayıpları (devamı)

Yedekler	Giriş Q (l/s)	Çıkış Q (l/s)	Mesafe (m)	Sızma kaybı		
				R (l/s/m)	R (l/s/100m)	R (%)
Y3 ORT				**0.097**	**9.73**	**8**
Y4T1-Y4T2	1024.7	945.0	382	0.209	20.86	8
Y4T2-Y4T3	915.6	877.6	210	0.181	18.12	4
Y4T3-Y4T4	725.0	673.8	425	0.120	12.04	7
Y4 ORT				**0.170**	**17.00**	**6**
Y5T1-Y5T4	233.0	219.1	1142	0.012	1.22	6
Y5T6-Y5T7	126.4	119.7	487	0.014	1.38	5
Y5 ORT				**0.013**	**1.30**	**6**
Y6T1-Y6T3	485.2	448.1	620	0.060	5.99	8
Y6T3-Y6T4	325.7	305.3	487	0.042	4.20	6
Y6T9-Y6T10	258.6	242.5	400	0.040	4.02	6
Y6T11-Y6T12	189.0	179.9	420	0.022	2.16	5
Y6 ORT				**0.041**	**4.09**	**6**
Y4-Y5-Y6				**0.075**	**7.47**	**6**

4.2.2. Kanallarda akan su miktarı

2003 yılı sulama sezonu 16 Haziran 2003'te başlamış 11 Eylül 2003'te sona ermiştir. 6 kez olmak üzere toplam 88 gün su verilmiştir. Bu dönemlerde kanallara verilen su miktarları aşağıda verilmiştir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8 Kanallarda akan su miktarları

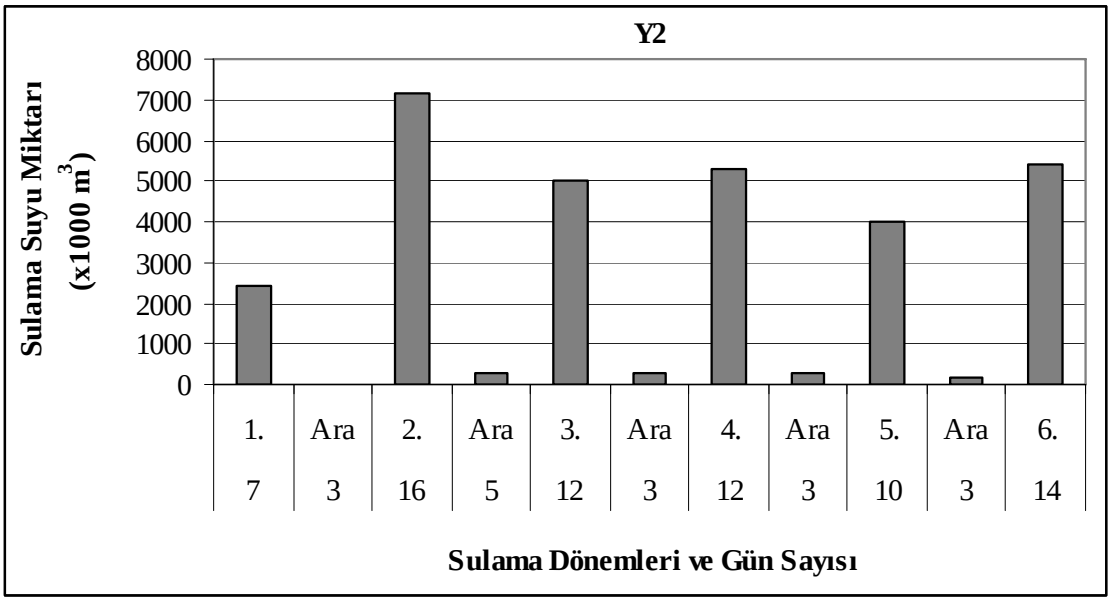
Sulama dönemleri	Gün sayısı	Su miktarı (x100 m^3)				
		Y1	Y2	Y3	Y4	Y2T37
1. Sulama	7	448.6	2448.6	801.6	795.3	63.6
Ara	3	25.4	0.0	3.0	1.6	0.0
2. Sulama	16	1414.3	7148.8	1884.5	2422.4	180.0
Ara	5	111.0	289.0	97.6	95.4	0.0
3. Sulama	12	967.6	5041.5	1715.4	1973.9	125.2
Ara	3	83.6	263.3	77.9	115.4	0.0
4. Sulama	12	1046.7	5299.8	1764.2	2050.5	149.0
Ara	3	92.7	265.8	74.8	65.0	0.0
5. Sulama	10	801.9	4015.6	1260.7	1713.3	122.4
Ara	3	105.4	167.7	67.6	70.4	0.0
6. Sulama	14	1345.9	5425.2	1522.0	1941.7	160.3
Toplam	88	6443.2	30365.4	9269.2	11244.8	800.4
Sulanabilir Alan (da)		7508.6	49720.0	12812.6	16218.9	744.5

Çizelge 4.8’den de görüldüğü gibi şebekede sulamaya ara verildiği günlerde kanalların bir çoğunda akış ölçülmüştür. Kanal girişlerindeki kapakların tam kapanmaması nedeniyle akış devam etmekte ve su, hiçbir şekilde kullanılmadan drenaj kanallarına akmaktadır (Şekil 4.33). Ancak ana kanal başındaki kapaktan kaçan su ile Adala çiftçisi sulamaya verilen aralarda da sulama yapmıştır. Sulamaya verilen aralarda yedeklerde akışın olmaması, ana kanaldaki su seviyesinin düşük olmasından kaynaklanmaktadır.

Şekil 4.33 Y5 yedek kanalı sonundaki kapak kapalı iken drenaj kanalına akan su

Yedekler arasında en fazla suyu 49 720 da sulanabilir alana sahip olan Y2 almıştır (Şekil 4.34).

Ayrıca 2003 sulama sezonunda 1. sulama döneminde ölçümü yapılan yedekler, ana kanaldan saptırılan suyun %57’sini, 6. sulama döneminde ise %80’ini almışlardır (Çizelge 4.9).



Şekil 4.34 Y2 yedeğine verilen su miktarı

Çizelge 4.9 Sulama dönemlerine göre ana kanaldan yedeklere saptırılan su miktarı (m^3) oranları

Kanal	Sulama dönemleri						Toplam
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	
Y 1	448 624	1 414 310	967 617	1 046 654	801 943	1 341 175	6 443 166
Y 2	2 448 621	7 148 843	5 041 468	5 299 820	4 015 574	5 425 197	30 365 425
Y 3	801 608	1 884 452	1 715 422	1 764 200	1 260 671	1 521 961	9 269 180
Y 4-5-6	795 296	2 422 404	1 973 884	2 050 490	1 713 272	1 941 541	11 244 793
Toplam	4 494 149	12 870 009	9 698 391	10 161 164	7 791 460	10 229 874	57 322 564
Oran (%)	57	72	67	73	69	80	73
Ana kanal	7 829 568	17 953 920	14 495 846	13 858 560	11 339 136	12 780 288	78 257 318

Çalışma alanında sulama mevsiminin sonunda birim alana net sulama suyu ihtiyacı ölçüm yapılan yedekleri dikkate aldığımızda 3580 m^3/ha, birlik tarafından yedeklere saptırılan su miktarı ise 12656 m^3/ha'dır. Verilen rakamlardan da anlaşıldığı üzere, çalışma alanında birlik tarafından verilen su miktarının çok büyük bir kısmı bitki kök bölgesine gelmeden kaybolmaktadır.

Birim alanda gereksinim duyulan bitki su tüketim değerinin, kullanılan sulama suyu miktarına oranı olarak tanımlanan (Koç 1997) proje sulama randımanı, yukarıdaki gibi yedekler bazında hesaplanmış ve %28.3 olarak belirlenmiştir. Alibiglouei (1991),

Eskişehir Çifteler sulama işletmesinde proje sulama randımanını %52, Bekişoğlu (1994), DSİ tarafından işletilen şebekelerde %44 ve Koç (1997), Büyük Menderes havzası sulama şebekelerinde 1984-1994 yılları arasında %20 ile %71 olarak hesapladığını belirtmiştir.

4.2.3. Kanallara saptırılması gereken su miktarları ve kanal kapasitelerinin yeterliliği

Her tersiyer için mevcut bitki desenine göre mevsimlik maksimum sulama modülü ve mevsimlik net ve brüt sulama suyu miktarları CROPWAT paket programı ile bulunmuştur (Çizelge 4.10). Gerekli brüt su miktarını hesaplarken su uygulama randımanı "yöntem" bölümünde de belirtildiği gibi %45 olarak alınmıştır.

Çizelge 4.10 Tersiyer kanalların suladığı bitki desenine göre gerekli sulama modülü ile net ve brüt su ihtiyaçları

Kanal	Gerekli net su miktarı (m^3)	Gerekli brüt su miktarı (m^3)	Pik dönem	Pik dönemde gerekli modül (l/s/ha)
Y1-P3	9 687	21 527	20-30 Haziran	1.25
Y1-P4	28 159	62 576	10-20 Temmuz	1.23
Y1-P5	24 127	53 616	10-20 Temmuz	1.10
Y1-T6	70 798	168 566	30 Haziran-10 Temmuz	1.10
Y1-T7	51 551	132 182	10-20 Temmuz	0.92
Y1-P8	60 467	134 372	10-20 Temmuz	1.20
Y1-P9	19 715	43 812	10-20 Temmuz	1.15
Y1-P10	27 910	62 022	30 Haziran-10 Temmuz	0.77
Y1-P11	16 126	35 835	30 Haziran-10 Temmuz	0.77
Y1-T12	103 369	252 120	10-20 Temmuz	0.98
Y1-T13	77 963	199 905	10-20 Temmuz	0.85
Y1-T14	153 229	373 728	10-20 Temmuz	0.91
Y1-T15	160 174	400 434	10-20 Temmuz	0.89
Y1-T16	214 472	536 180	10-20 Temmuz	0.82
Y1-T17	283 318	674 568	10-20 Temmuz	0.82
Y2-TT1	294 719	685 394	10-20 Temmuz	1.00
Y2-TT2	123 326	293 632	10-20 Temmuz	1.11
Y2-TT3	302 812	796 873	10-20 Temmuz	0.82
Y2-TT4	138 173	328 984	10-20 Temmuz	1.15
Y2-TT5	49 456	123 641	30 Haziran-10 Temmuz	0.77
Y2-TT6	249 707	624 266	10-20 Temmuz	1.12
Y2-TT7	103 924	247 437	10-20 Temmuz	0.90
Y2-TT8	154 157	367 042	10-20 Temmuz	1.03
Y2-T9	105 619	245 626	10-20 Temmuz	0.81
Y2-T10	208 956	535 785	10-20 Temmuz	0.90
Y2-T11	296 930	724 219	10-20 Temmuz	0.91

Çizelge 4.10 Tersiyer kanalların suladığı bitki desenine göre gerekli sulama modülü ile net ve brüt su ihtiyaçları (devamı)

Kanal	Gerekli net su miktarı (m^3)	Gerekli brüt su miktarı (m^3)	Pik dönem	Pik dönemde gerekli modül (l/s/ha)
Y2-T12	204 733	476 122	10-20 Temmuz	0.87
Y2-T13	124 636	327 990	10-20 Temmuz	0.93
Y2-T14	191 494	467 058	10-20 Temmuz	0.89
Y2-T15	164 189	400 462	10-20 Temmuz	0.89
Y2-T17	169 181	402 812	10-20 Temmuz	0.87
Y2-T18	208 448	534 483	10-20 Temmuz	1.04
Y2-T19	191 917	446 318	10-20 Temmuz	0.87
Y2-T20	195 548	476 946	10-20 Temmuz	0.99
Y2-T21	352 572	881 429	30 Haziran-10 Temmuz	1.00
Y2-T22	184 694	429 522	30 Haziran-10 Temmuz	1.06
Y2-T23	53 577	130 675	30 Haziran-10 Temmuz	1.00
Y2-T24	230 118	575 296	10-20 Temmuz	1.08
Y2-T25	131 966	321 869	30 Haziran-10 Temmuz	0.99
Y2-T26	256 240	624 977	30 Haziran-10 Temmuz	0.99
Y2-T27	253 072	617 248	30 Haziran-10 Temmuz	0.95
Y2-T28	282 056	687 943	10-20 Temmuz	1.12
Y2-T29	130 445	310 584	30 Haziran-10 Temmuz	0.98
Y2-T30	116 672	307 033	30 Haziran-10 Temmuz	0.95
Y2-T31	191 723	479 307	10-20 Temmuz	1.02
Y2-T32	274 983	654 721	10-20 Temmuz	0.95
Y2-T33	81 218	198 092	10-20 Temmuz	1.06
Y2-T34	152 967	402 545	10-20 Temmuz	1.10
Y2-T35	123 560	301 365	10-20 Temmuz	0.88
Y2-T36	222 248	516 856	10-20 Temmuz	1.15
Y2-T37	228 781	618 326	10-20 Temmuz	0.89
Y2-T38	107 916	263 209	10-20 Temmuz	1.15
Y2-T39	18 095	42 082	10-20 Temmuz	0.69
Y2-T40	49 807	115 831	10-20 Temmuz	1.15
Y2-T41	53 557	124 550	10-20 Temmuz	1.13
Y2-T42	15 593	38 030	19-29 Ağustos	0.94
Y2-T43	121 388	282 298	10-20 Temmuz	0.82
Y2-T44	31 765	75 632	19-29 Ağustos	0.94
Y2-T45	148 403	345 122	30 Haziran-10 Temmuz	0.79
Y2-T46	184 834	473 935	10-20 Temmuz	0.91
Y2-T47	299 071	766 848	30 Haziran-10 Temmuz	0.91
Y2-T48	33 115	77 011	09-19 Ağustos	0.92
Y2-T49	160 586	373 456	19-29 Ağustos	0.80
Y3-T1	25 070	59 690	10-20 Temmuz	1.15
Y3-T2	105 537	251 278	10-20 Temmuz	1.12
Y3-T3	11 248	26 781	10-20 Temmuz	1.15
Y3-T4	66 426	158 158	10-20 Temmuz	0.98
Y3-T5	100 860	234 557	10-20 Temmuz	1.15
Y3-T6	69 564	183 063	10-20 Temmuz	1.15
Y3-T7	93 618	222 899	10-20 Temmuz	1.09
Y3-T8	78 775	201 987	10-20 Temmuz	1.05
Y3-T9	108 146	257 490	10-20 Temmuz	1.00
Y3-T10	108 065	257 297	10-20 Temmuz	1.03
Y3-T11	79 528	209 285	10-20 Temmuz	0.87
Y3-T12	4 981	12 148	10-20 Temmuz	1.15

Çizelge 4.10 Tersiyer kanalların suladığı bitki desenine göre gerekli sulama modülü ile net ve brüt su ihtiyaçları (devamı)

Kanal	Gerekli net su miktarı (m^3)	Gerekli brüt su miktarı (m^3)	Pik dönem	Pik dönemde gerekli modül (l/s/ha)
Y3-T13	110 621	257 258	10-20 Temmuz	0.89
Y3-T14	23 007	53 505	10-20 Temmuz	0.91
Y3-T15	41 631	101 538	10-20 Temmuz	1.15
Y3-T16	81 364	203 411	10-20 Temmuz	1.10
Y3-T17	82 134	205 335	10-20 Temmuz	1.12
Y3-T18	190 334	464 230	10-20 Temmuz	1.07
Y3-T19	193 335	471 549	10-20 Temmuz	0.97
Y3-T20	163 217	398 091	10-20 Temmuz	0.95
Y3-T21	105 321	250 764	10-20 Temmuz	1.04
Y3-T22	101 319	266 628	10-20 Temmuz	1.06
Y3-T23	181 352	477 242	10-20 Temmuz	0.96
Y3-T24	180 201	419 073	10-20 Temmuz	1.04
Y3-T25	175 721	439 302	10-20 Temmuz	1.08
Y3-T26	302 496	775 630	10-20 Temmuz	1.03
Y3-T27	200 874	502 185	10-20 Temmuz	1.13
Y4-T1	120 461	280 141	19-29 Ağustos	0.92
Y4-T2	75 735	184 720	19-29 Ağustos	0.94
Y4-T3	277 109	644 439	09-19 Ağustos	0.89
Y4-T4	210 807	501 922	10-20 Temmuz	1.14
Y4-T5	387 916	946 135	10-20 Temmuz	0.89
Y4-T6	214 832	550 852	10-20 Temmuz	1.04
Y5-T1	28 270	67 310	10-20 Temmuz	1.04
Y5-T2	112 223	260 984	10-20 Temmuz	1.01
Y5-T3	87 485	224 321	10-20 Temmuz	1.14
Y5-T4	54 912	133 933	10-20 Temmuz	1.15
Y5-T5	106 371	259 441	10-20 Temmuz	1.06
Y5-T6	138 572	355 313	10-20 Temmuz	1.02
Y5-T7	49 057	116 801	10-20 Temmuz	1.05
Y5-T8	100 169	238 498	10-20 Temmuz	0.96
Y5-T9	45 521	116 721	09-19 Ağustos	0.81
Y6-T1	60 393	140 448	10-20 Temmuz	1.04
Y6-T2	91 364	217 533	10-20 Temmuz	0.98
Y6-T3	133 232	317 218	10-20 Temmuz	1.01
Y6-T4	139 213	339 544	10-20 Temmuz	1.07
Y6-T5	149 357	382 966	10-20 Temmuz	1.09
Y6-T6	111 039	264 378	10-20 Temmuz	1.17
Y6-T7	127 322	303 147	10-20 Temmuz	0.86
Y6-T8	155 311	361 187	10-20 Temmuz	1.14
Y6-T9	118 601	275 816	10-20 Temmuz	1.05
Y6-T10	132 848	316 305	10-20 Temmuz	1.12
Y6-T11	271 396	661 941	10-20 Temmuz	1.09
Y6-T12	88 026	225 707	10-20 Temmuz	1.15
Y6-T13	152 482	381 204	10-20 Temmuz	1.01
Y6-T14	42 732	101 744	10-20 Temmuz	1.04
Y6-T15	175 920	451 077	10-20 Temmuz	1.16

Bulunan pik dönem modüllerine göre her tersiyerin başında gereken debi bulunmuş ve DSİ tesis tanıtma föyündeki kanal kapasiteleri ile karşılaştırılmıştır (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11 Tersiyer kanal kapasitesi yeterliliği

Kanal	Kanal ortasında olması gereken max. debi (l/s)	Kanal başında olması gereken max. debi (l/s)	Maksimum kanal kapasitesi (l/s)	Fark	Kanal kapasitesinin yeterliliği
Y1-T6	21	46	112	66	***
Y1-T7	15	69	125	56	***
Y1-T12	30	68	137	69	***
Y1-T13	20	106	130	24	***
Y1-T14	40	96	153	57	***
Y1-T15	43	124	195	71	***
Y1-T16	56	206	227	21	***
Y1-T17	72	199	235	36	***
Y2-T1	79	161	217	56	***
Y2-T2	34	104	176	72	***
Y2-T3	77	152	107	-45	yetersiz
Y2-T4	38	113	175	62	***
Y2-T5	13	65	129	64	***
Y2-T6	70	194	212	18	***
Y2-T7	27	56	149	93	***
Y2-T8	43	142	205	63	***
Y2-T9	28	69	156	87	***
Y2-T10	55	232	190	-42	yetersiz
Y2-T11	80	220	218	-2	yetersiz
Y2-T12	54	123	190	67	***
Y2-T13	34	242	186	-56	yetersiz
Y2-T14	52	241	286	45	***
Y2-T15	43	155	195	40	***
Y2-T17	45	143	181	38	***
Y2-T18	57	278	208	-70	yetersiz
Y2-T19	51	124	182	58	***
Y2-T20	53	180	198	18	***
Y2-T21	100	287	182	-105	yetersiz
Y2-T22	56	121	217	96	***
Y2-T23	16	253	339	86	***
Y2-T24	65	201	201	0	***
Y2-T25	36	172	205	33	***
Y2-T26	75	201	217	16	***
Y2-T27	72	230	215	-15	yetersiz
Y2-T28	79	204	208	4	***
Y2-T29	36	166	202	36	***
Y2-T30	32	256	301	45	***
Y2-T31	52	224	195	-29	yetersiz
Y2-T32	75	208	224	16	***
Y2-T33	22	179	208	29	***
Y2-T34	42	300	208	-92	yetersiz
Y2-T35	32	177	166	-11	yetersiz
Y2-T36	62	149	210	61	***
Y2-T37	61	274	168	-106	yetersiz

Çizelge 4.11 Tersiyer kanal kapasitesi yeterliliği (devamı)

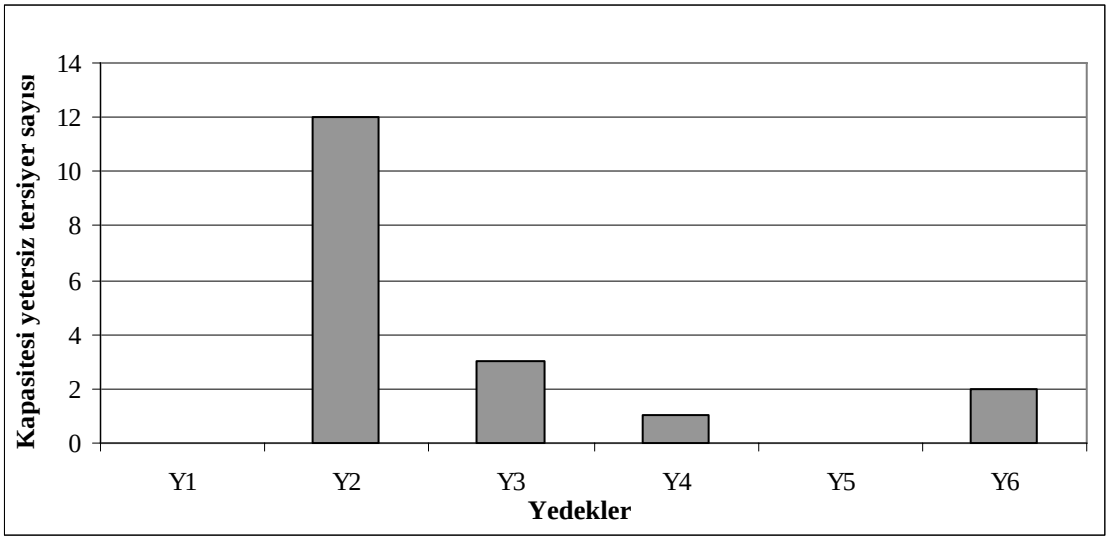
Kanal	Kanal ortasında olması gereken max. debi (l/s)	Kanal başında olması gereken max. debi (l/s)	Maksimum kanal kapasitesi (l/s)	Fark	Kanal kapasitesinin yeterliliği
Y2-T38	30	160	206	46	***
Y2-T39	4	44	173	129	***
Y2-T40	14	79	185	106	***
Y2-T41	16	56	179	123	***
Y2-T42	7	119	172	53	***
Y2-T43	32	98	191	93	***
Y2-T44	13	78	157	79	***
Y2-T45	38	95	185	90	***
Y2-T46	50	162	166	4	***
Y2-T47	80	239	215	-24	yetersiz
Y2-T48	10	40	114	74	***
Y2-T49	46	114	228	114	***
Y3-T1	7	70	160	90	***
Y3-T2	29	99	112	13	***
Y3-T3	3	19	61	42	***
Y3-T4	18	176	114	-62	yetersiz
Y3-T5	28	35	102	67	***
Y3-T6	19	36	102	66	***
Y3-T7	26	42	112	70	***
Y3-T8	21	59	77	18	***
Y3-T9	30	58	111	53	***
Y3-T10	29	58	112	54	***
Y3-T11	21	86	114	28	***
Y3-T12	1	51	101	50	***
Y3-T13	29	57	125	68	***
Y3-T14	6	25	130	105	***
Y3-T15	12	62	139	77	***
Y3-T16	23	89	141	52	***
Y3-T17	23	100	150	50	***
Y3-T18	52	106	145	39	***
Y3-T19	51	129	172	43	***
Y3-T20	43	94	139	45	***
Y3-T21	28	107	170	63	***
Y3-T22	28	132	147	15	***
Y3-T23	48	227	191	-36	yetersiz
Y3-T24	49	83	141	58	***
Y3-T25	48	127	137	10	***
Y3-T26	83	187	132	-55	yetersiz
Y3-T27	56	123	129	6	***
Y4-T1	38	70	150	80	***
Y4-T2	32	111	157	46	***
Y4-T3	77	123	173	50	***
Y4-T4	59	149	174	25	***
Y4-T5	103	503	528	25	***
Y4-T6	61	230	195	-35	yetersiz
Y5-T1	8	24	46	22	***
Y5-T2	31	41	119	78	***
Y5-T3	24	141	146	5	***
Y5-T4	15	54	97	43	***
Y5-T5	29	66	114	48	***

Çizelge 4.11 Tersiyer kanal kapasitesi yeterliliği (devamı)

Kanal	Kanal ortasında olması gereken max. debi (l/s)	Kanal başında olması gereken max. debi (l/s)	Maksimum kanal kapasitesi (l/s)	Fark	Kanal kapasitesinin yeterliliği
Y5-T6	38	105	119	14	***
Y5-T7	14	38	94	56	***
Y5-T8	28	48	114	66	***
Y5-T9	12	57	102	45	***
Y6-T1	16	40	119	79	***
Y6-T2	25	65	91	26	***
Y6-T3	36	57	118	61	***
Y6-T4	38	78	109	31	***
Y6-T5	44	109	125	16	***
Y6-T6	32	70	125	55	***
Y6-T7	34	71	145	74	***
Y6-T8	43	67	129	62	***
Y6-T9	32	66	153	87	***
Y6-T10	37	71	129	58	***
Y6-T11	77	151	149	-2	yetersiz
Y6-T12	25	89	102	13	***
Y6-T13	42	137	145	8	***
Y6-T14	12	33	51	18	***
Y6-T15	50	184	129	-55	yetersiz

*** Kanal kapasitesi YETERLİ olan kanallar

Çizelge 4.11'den görüldüğü gibi sahadaki en uzun yedek olan Y2'de 12 tersiyerin kapasitesi yetersiz gelmektedir. Y1 ve Y5 yedeklerinde bütün tersiyerlerin kapasitesi yeterlidir (Şekil 4.35). Ancak sulanabilir alanların tamamı sulandığında akışı yetersiz kanalların sayısında artış olacağı da bir gerçektir.



Şekil 4.35 Yedeklerin, kapasitesi yetersiz tersiyer kanal sayılarına göre dağılımı

4.2.4. Sulama zaman planlaması destekli ve interaktif su dağıtım planlaması sonuçları

Çalışmanın bu kısmında, ilk olarak su kaynağının kapasitesinin yeterli olduğu, Y2T37 tersiyer kanalına kapasitesi kadar (160 L/s) su verildiği ve kanalda haftanın her günü sürekli olarak su bulunduğu kabul edilerek bir SZP D-İ SDP yapılmıştır, ikinci olarak ta Sulama Birliğinin 2003 yılında uyguladığı su dağıtım planındaki su kesintileri dikkate alınarak SZP D-İ SDP yapılmış ve bu iki durum IRSIS'te mevsimlik verim kaybı sonuçlarına göre değerlendirilmiştir.

4.2.4.1 Parsel veri tabanı sonuçları

Y2T37 tersiyer kanalı alanında 2003 yılında Sulama Birliği tarafından sulanan bütün parseller için parsel numarası, parsel alanı, toplam sifon debisi (parsel debisi), parselde yetiştirilen bitki çeşidi, bitkinin ekim ve hasat tarihi bilgilerinden oluşan parsel veri tabanı Çizelge 4.12'te verilmiştir. İki farklı ekim tarihi olan bitkiler de (E1, E2) çizelgede belirtilmiştir. Çizelge incelendiğinde Y2T37 tersiyer kanalından su alan 43 parselin alanlarının 2.9 da ile 80 da arasında değiştiği, hakim bitkinin 24 parsel (225.8 da) ile bağ olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.12 Parsel veri tabanı

Parsel sıra no	Parsel kodu	Parsel alanı (da)	Sifon sayısı	Parsel debisi (l/s)	Bitki	Ekim tarihi	Hasat tarihi	Bağlantı noktası (m)
1	P1	11.0	1	40	Pamuk E1	25 Nisan	26 Ekim	1
2	P2	7.1	1	40	Bağ	1 Nisan	10 Kasım	1
3	P3	13.0	1	40	Pamuk E1	25 Nisan	26 Ekim	82
4	P4	3.0	1	40	Bağ	1 Nisan	10 Kasım	283
5	P5	19.6	1	40	Bağ	1 Nisan	10 Kasım	244
6	P6	2.9	1	40	Pamuk E1	25 Nisan	26 Ekim	342
7	P7	6.0	1	40	Bağ	1 Nisan	10 Kasım	368
8	P8	6.1	1	40	Pamuk E1	25 Nisan	26 Ekim	411
9	P9	8.1	1	40	Mısır I E1	1 Mayıs	30 Eylül	451
10	P10	6.2	1	40	Bağ	1 Nisan	10 Kasım	322
11	P11	3.0	1	40	Bağ	1 Nisan	10 Kasım	372
12	P12	6.0	1	40	Bağ	1 Nisan	10 Kasım	503
13	P13	6.2	1	40	Bağ	1 Nisan	10 Kasım	552

Çizelge 4.12 Parsel veri tabanı (devamı)

Parsel sıra no	Parsel kodu	Parsel alanı (da)	Sifon sayısı	Parsel debisi (l/s)	Bitki	Ekim tarihi	Hasat tarihi	Bağlantı noktası (m)
14	P14	5.8	1	40	Pamuk E1	25 Nisan	26 Ekim	599
15	P15	5.9	1	40	Bağ	1 Nisan	10 Kasım	365
16	P16	8.0	1	40	Bağ	1 Nisan	10 Kasım	482
17	P17	6.1	1	40	Bağ	1 Nisan	10 Kasım	547
18	P18	6.1	1	40	Bağ	1 Nisan	10 Kasım	615
19	P19	9.0	1	40	Bağ	1 Nisan	10 Kasım	596
20	P20	5.4	1	40	Bağ	1 Nisan	10 Kasım	628
21	P21	40.0	2	80	Pamuk E1	25 Nisan	26 Ekim	639
22	P22	16.1	1	40	Bağ	1 Nisan	10 Kasım	854
23	P23	6.5	1	40	Bağ	1 Nisan	10 Kasım	904
24	P24	14.6	1	40	Bağ	1 Nisan	10 Kasım	928
25	P25	24.4	1	40	Bağ	1 Nisan	10 Kasım	985
26	P26	4.9	1	40	Bağ	1 Nisan	10 Kasım	1130
27	P27	14.2	1	40	Mısır I E1	1 Mayıs	30 Eylül	1160
28	P28	13.6	1	40	Mısır II	5 Temmuz	29 Ekim	1255
29	P29	40.0	2	80	Pamuk E2	10 Mayıs	10 Kasım	773
30	P30	80.0	2	80	Mısır I E2	15 Mayıs	14 Ekim	773
31	P31	8.0	1	40	Pamuk E2	10 Mayıs	10 Kasım	1411
32	P32	5.5	1	40	Domates	5 Nisan	3 Eylül	1448
33	P33	10.1	1	40	Pamuk E2	10 Mayıs	10 Kasım	1472
34	P34	7.0	1	40	Domates	5 Nisan	3 Eylül	1511
35	P35	8.0	1	40	Mısır II	5 Temmuz	29 Ekim	1545
36	P36	17.3	1	40	Pamuk E2	10 Mayıs	10 Kasım	1572
37	P37	31.5	1	40	Bağ	1 Nisan	10 Kasım	1628
38	P38	33.6	1	40	Pamuk E2	10 Mayıs	10 Kasım	1737
39	P39	13.5	1	40	Pamuk E2	10 Mayıs	10 Kasım	1858
40	P40	5.2	1	40	Bağ	1 Nisan	10 Kasım	2000
41	P41	13.4	1	40	Bağ	1 Nisan	10 Kasım	1963
42	P42	6.2	1	40	Bağ	1 Nisan	10 Kasım	2031
43	P43	5.4	1	40	Bağ	1 Nisan	10 Kasım	2087
TOPLAM		**563.5**						

4.2.4.2 Bitki su tüketimi sonuçları

Bağ, pamuk, mısır I, mısır II ve domates bitkilerine ilişkin iklim verilerinden yararlanılarak IRSIS yazılımı ile hesaplanan bitki su tüketimleri onar günlük periyotlarda bağ bitkisi için Çizelge 4.13'de, pamuk E1 bitkisi için Çizelge 4.14'de, pamuk E2 bitkisi için Çizelge 4.15'te, mısır I E1 bitkisi için Çizelge 4.16'da, mısır I E2 bitkisi için Çizelge 4.17'de, mısır II bitkisi için Çizelge 4.18'de ve domates bitkisi için Çizelge 4.19'da verilmiştir.

Çizelge 4.13 Bağ bitkisinin bitki su tüketimi değerleri (mm/dönem)

Dönem	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Toplam
1	48.3	0.0	36.4	36.5	74.5	0.0	195.7
2	0.0	0.0	33.1	73.0	39.4	45.6	191.1
3	0.0	41.6	66.9	35.7	41.1	0.0	185.3
						Toplam	572.1

Çizelge 4.14 Pamuk E1 bitkisinin bitki su tüketimi değerleri (mm/dönem)

Dönem	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Toplam
1	0.0	26.0	0.0	50.7	0.0	63.0	139.7
2	0.0	0.0	48.0	98.9	52.2	0.0	199.1
3	0.0	0.0	50.3	54.8	54.7	0.0	159.8
						Toplam	498.6

Çizelge 4.15 Pamuk E2 bitkisinin bitki su tüketimi değerleri (mm/dönem)

Dönem	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Toplam
1	0.0	0.0	0.0	44.1	48.1	59.6	151.8
2	0.0	0.0	42.9	48.5	50.4	0.0	141.8
3	0.0	0.0	43.2	49.5	56.4	0.0	149.1
						Toplam	442.7

Çizelge 4.16 Mısır I E1 bitkisinin bitki su tüketimi değerleri (mm/dönem)

Dönem	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Toplam
1	0.0	29.1	0.0	44.6	46.8	0.0	120.5
2	0.0	0.0	41.9	45.9	49.1	0.0	136.9
3	0.0	0.0	88.8	46.2	54.8	0.0	189.8
						Toplam	447.2

Çizelge 4.17 Mısır I E2 bitkisinin bitki su tüketimi değerleri (mm/dönem)

Dönem	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Toplam
1	0.0	0.0	0.0	41.2	46.5	52.2	139.9
2	0.0	0.0	39.1	43.8	46.1	0.0	129.0
3	0.0	0.0	40.5	42.0	48.4	0.0	130.9
						Toplam	399.8

Çizelge 4.18 Mısır II bitkisinin bitki su tüketimi değerleri (mm/dönem)

Dönem	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Toplam
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	48.8	48.8
2	0.0	0.0	0.0	24.7	43.0	53.9	121.6
3	0.0	0.0	0.0	38.2	46.1	0.0	84.3
						Toplam	254.7

Çizelge 4.19 Domates bitkisinin bitki su tüketimi değerleri (mm/dönem)

Dönem	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Toplam
1	0.0	22.8	45.9	65.8	76.7	0.0	212.2
2	0.0	24.1	92.4	71.1	54.4	0.0	244.0
3	0.0	28.4	67.9	68.8	0.0	0.0	168.1
						Toplam	618.3

Bağ bitkisinin mevsimlik su tüketimi toplam 572.1 mm, pamuk E1 bitkisinin mevsimlik su tüketimi 498.6 mm, pamuk E2 bitkisinin mevsimlik su tüketimi 442.7 mm, mısır I E1 bitkisinin mevsimlik su tüketimi 447.2 mm, mısır I E2 bitkisinin mevsimlik su tüketimi 399.8 mm, mısır II bitkisinin mevsimlik su tüketimi 254.7 mm ve domates bitkisinin mevsimlik su tüketimi 618.3 mm'dir.

4.2.4.3 Kanal başında gerekli akış ve kanal kapasitesi yeterliliği sonuçları

Y2T37 tersiyer kanalı için, onar günlük dönemlerde, kanaldan su alan parsellerdeki bitkilerin optimum sulama koşulunda net ve brüt sulama suyu ihtiyaçları, su uygulama randımanı, su iletim randımanı değerlerinden yararlanarak kanal başında gerekli akış değeri ve yeterlilik durumu belirlenmiştir (Çizelge 4.20).

Y2T37 tersiyer kanalının kapasitesi 168 L/s, net kapasitesi 139 L/s, kanala verilen su 160 L/s (4 adet sifon) olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.20 Tüm bitkilerin toplam su ihtiyaçları ve kanal başında gerekli akışlar

	Aylar							
Net su ihtiyacı (m^3/10 gün)	Ay/on gün	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Yıllık
	1	10 906	934	12 378	22 342	28 437	17298	
	2	0	301	21 579	32 196	25 568	11461	
	3	0	9 748	30 108	27 505	26 251	0	
	Aylık	10 906	10 983	64 065	82 044	80 255	28759	277 013
Brüt su ihtiyacı (m^3/10 gün)	Ay/on gün	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	
	1	24 236	2 075	27 507	49 650	63 193	38 441	
	2	0	669	47 954	71 547	56 817	25 468	
	3	0	21 663	66 906	61 122	58 335	0	
	Aylık	24 236	24 408	14 2367	18 2319	17 8345	63 909	615 584
Kanal başında brüt su iht. (m^3/10 gün)	Ay/on gün	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	
	1	29 200	2 500	33 141	59 819	76 136	46 315	
	2	0	807	57 776	86 202	68 454	30 685	
	3	0	26 100	80 609	73 641	70 283	0	
	Aylık	29 200	29 407	171 526	219 662	214 873	76 999	741 667
Kanal başında gerekli akış (L/s)	Ay/on gün	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	
	1	34	3	38	69	88	54	
	2	0	1	67	**100**	79	36	
	3	0	30	93	85	81	0	
	Aylık	11	11	66	85	83	30	

Çizelge 4.20'de görüldüğü gibi hesaplanan en yüksek kanal başında gerekli akış değeri 100 L/s'dir ve bu değer kanal kapasitesinden (160 L/s) küçüktür. Bu da kanala sürekli olarak su verilmesi koşulunda kanal kapasitesinin sulama sezonu boyunca her dönemde yeterli olduğunu göstermektedir.

4.2.4.4 Optimum sulama zaman planlaması sonuçları

Y2 yedek kanalı alanında yetiştirilen bitkiler için optimum sulama zaman planları IRSIS yazılımı yardımıyla hesaplanmıştır. Çizelge 4.21'de bağ, Çizelge 4.22'de pamuk E1, Çizelge 4.23'te pamuk E2, Çizelge 4.24'te mısır I E1, Çizelge 4.25'te mısır I E2, Çizelge 4.26'da mısır II ve Çizelge 4.27'de domates için elde edilen sulama zaman planları verilmiştir. Çizelgelerde bitkilere ilişkin sulama mevsimi süresince yapılması gereken sulamaların sayısı, sulama tarihleri ve verilmesi gereken su miktarları (mm) yer almaktadır.

Çizelge 4.21 Bağ bitkisi için elde edilen optimum sulama zaman planı

Sulama no	Sulama tarihi		Su miktarı
	Gün	Ay	(mm)
1	1	4	48.3
2	21	5	41.6
3	9	6	36.4
4	15	6	33.1
5	21	6	34.1
6	27	6	32.8
7	4	7	36.5
8	11	7	36.3
9	18	7	36.7
10	25	7	35.7
11	2	8	36.9
12	10	8	37.6
13	19	8	39.4
14	29	8	41.1
15	12	9	45.6

Çizelge 4.22 Pamuk E1 bitkisi için elde edilen optimum sulama zaman planı

Sulama no	Sulama tarihi		Su miktarı
	Gün	Ay	(mm)
1	6	5	26.0
2	13	6	48.0
3	23	6	50.3
4	2	7	50.7
5	11	7	50.1
6	20	7	48.8
7	31	7	54.8
8	11	8	52.2
9	23	8	54.7
10	9	9	63.0

Çizelge 4.23 Pamuk E2 bitkisi için elde edilen optimum sulama zaman planı

Sulama no	Sulama tarihi		Su miktarı
	Gün	Ay	(mm)
1	19	6	42.9
2	29	6	43.2
3	8	7	44.1
4	17	7	48.5
5	26	7	49.5
6	5	8	48.1
7	16	8	50.4
8	29	8	56.4
9	16	9	59.6

Çizelge 4.24 Mısır I E1 bitkisi için elde edilen optimum sulama zaman planı

Sulama no	Sulama tarihi		Su miktarı
	Gün	Ay	(mm)
1	11	5	29.1
2	12	6	41.9
3	21	6	43.3
4	29	6	45.5
5	7	7	44.6
6	16	7	45.9
7	25	7	46.2
8	4	8	46.8
9	15	8	49.1
10	28	8	54.8

Çizelge 4.25 Mısır I E2 bitkisi için elde edilen optimum sulama zaman planı

Sulama no	Sulama tarihi		Su miktarı
	Gün	Ay	(mm)
1	20	6	39.1
2	29	6	40.5
3	7	7	41.2
4	15	7	43.8
5	23	7	42.0
6	2	8	46.5
7	12	8	46.1
8	23	8	48.4
9	6	9	52.2

Çizelge 4.26 Mısır II bitkisi için elde edilen optimum sulama zaman planı

Sulama no	Sulama tarihi		Su miktarı
	Gün	Ay	(mm)
1	13	7	24.7
2	30	7	38.2
3	11	8	43.0
4	21	8	46.1
5	1	9	48.8
6	18	9	53.9

Çizelge 4.27 Domates bitkisi için elde edilen optimum sulama zaman planı

Sulama no	Sulama tarihi		Su miktarı
	Gün	Ay	(mm)
1	8	5	25.0
2	14	5	24.2
3	23	5	26.8
4	5	6	27.8
5	8	6	23.0
6	11	6	23.0
7	14	6	23.2
8	17	6	22.6
9	20	6	23.5
10	23	6	22.7
11	26	6	22.8
12	29	6	22.4
13	3	7	28.1
14	6	7	23.1
15	10	7	27.8
16	14	7	28.5
17	17	7	21.9
18	20	7	22.0
19	24	7	28.0
20	28	7	26.3
21	1	8	25.3
22	5	8	26.5
23	9	8	24.9
24	15	8	30.5
25	21	8	28.4

Optimum koşullarda yani kanalda istenilen zamanda su var iken kanal kapasitesi yeterli olduğundan, verilecek sulama suyu miktarında kısıntıya gerek duyulmamıştır, bu nedenle kısıntılı SZP yapılmamıştır.

4.2.4.5 Sulama zaman planındaki sulamalar için sulama süresi ve parsel su talep kutuları

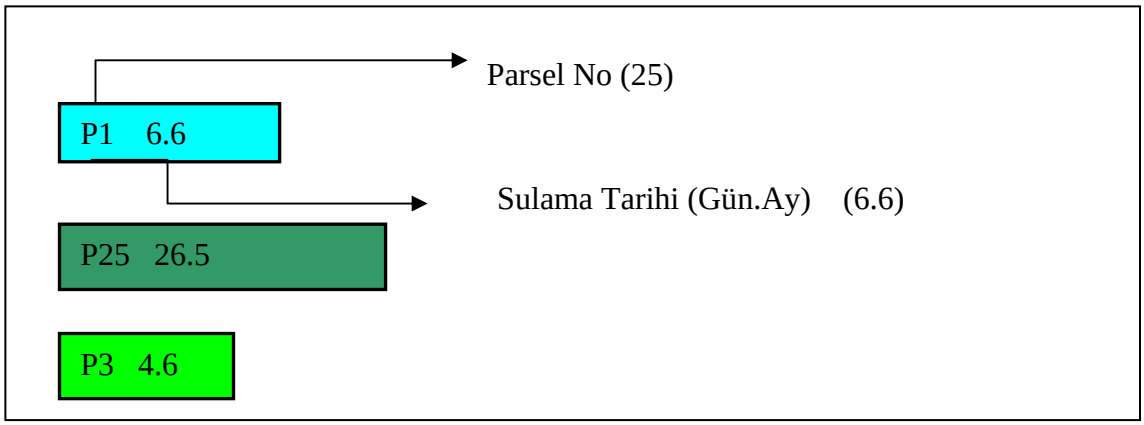
Elde edilen optimum sulama zaman planları ve parsel verilerine (alan, parsel debisi, su uygulama randımanı) göre sulama süreleri ve sulama miktarları Excel'de hesaplatılmıştır. P1 parselindeki pamuk E1 bitkisi için yapılan bu işlem Çizelge 4.28'de örnek olması amacıyla verilmiştir. Bu işlem 43 parseldeki her bitki için yapılmıştır.

Her parsel için hazırlanan parsel su talep kutularının karışmaması için içlerine sırasıyla parsel numaraları ve sulama tarihleri (gün, ay) girilmiştir ve bitki türüne göre farklı renk verilmiştir (Şekil 4.36). Pamuk E1 bitkisine ilişkin parsel su talep kutuları mavi, pamuk E2 turkuaz mavisi, bağ koyu yeşil, mısır I E1 koyu sarı, mısır I E2 açık sarı, mısır II açık yeşil ve domates kırmızı renklidir.

Çizelge 4.28 P1 parseli için sulama süresi ve su talep kutuları

Parsel no	**P1**
Bitki çeşidi	Pamuk
Alan (da)	11
Sifon sayısı	1
Sifon debisi (L/s)	40
Su uygulama randımanı	0.45

Sulama no	Sulama tarihi		Su miktarı			Sulama süresi		Su talep kutuları
	Gün	Ay	Net (mm)	Net (m^3)	Brüt (m^3)	(sifon_saat)	(sifon_gün)	
1	6	5	26.0	286	636	4.4	0.2	P1 6.5
2	13	6	48.0	528	1 173	8.1	0.3	P1 13.6
3	23	6	50.3	553	1 230	8.5	0.4	P1 23.6
4	2	7	50.7	558	1 239	8.6	0.4	P1 2.7
5	11	7	50.1	551	1 225	8.5	0.4	P1 11.7
6	20	7	48.8	537	1 193	8.3	0.3	P1 20.7
7	31	7	54.8	603	1 340	9.3	0.4	P1 31.7
8	11	8	52.2	574	1 276	8.9	0.4	P1 11.8
9	23	8	54.7	602	1 337	9.3	0.4	P1 23.8
10	9	9	63.0	693	1 540	10.7	0.4	P1 9.9
Toplam			498.6	5 485	12 188	84.6	3.5	

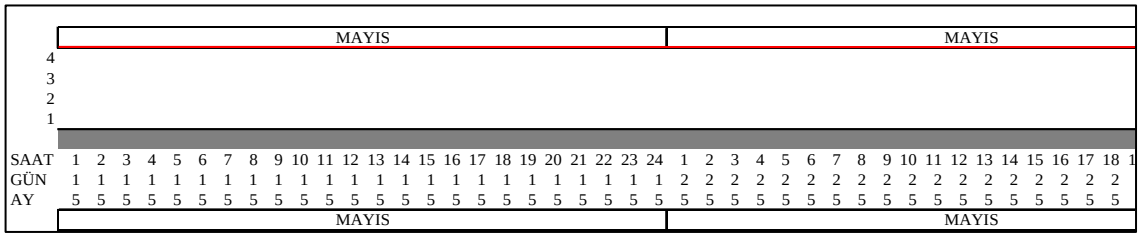


Şekil 4.36 Su talep kutuları

4.2.4.6 Kanal su arz kutusu

Bitkilerin sulama zaman ve sürelerine göre su talep kutularının belirlenmesi işleminden sonra kanal su arz kutusu hazırlanmıştır. Y2T37 tersiyer kanalının kanal kapasitesi 160 L/s olduğundan düşey eksende optimum koşullarda en fazla 4 sifon yer almaktadır.

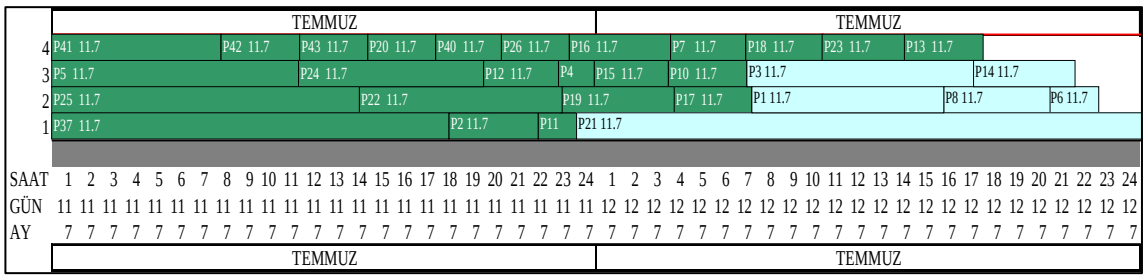
Şekil 4.37'de verilen kanal su arz kutusunun bir bölümünü gösteren grafikte, yatay eksen sulama sezonu için zamanı (ay, gün ve saat), düşey eksen ise kanal kapasitesine karşılık gelen sifon sayısını göstermektedir.



Şekil 4.37 Y2T37 tersiyer kanalı için su arz kutusu

4.2.4.7 Başlangıç su dağıtım planı sonuçları

Her parsel için daha önce hazırlanan su talep kutuları kanal su arz kutusunun içine sulama tarihlerine göre uygun biçimde yerleştirilir (EK 2). Sulamaların yoğun olduğu Temmuz ayının bir bölümü Şekil 4.38'de örnek olarak verilmiştir.



Şekil 4.38 Y2T37 tersiyer kanalı optimum su dağıtım planı (11-12 Temmuz)

Şekilde örnek olarak verilen su dağıtım planı, sulama mevsimi başlangıcı olan 1 Nisan'dan sulama mevsimi sonu olan 18 Eylül'e kadar devam etmektedir.

Herhangi bir parsele ilişkin herhangi bir sulamanın kanal su arz kutusuna yerleştirilmesi sırasında, daha önce yerleştirilen sulamalar nedeniyle, kanalda o tarihte yer kalmayabilir, dolayısıyla sulamanın önceki veya sonraki bir tarihe kaydırılması gerekebilir. Parsellere ilişkin sulama tarihlerinin önceye veya sonraya kaydırılması, bazı sulamaların tarihlerinin değişmesine neden olmaktadır. Bu da daha önce yapılan sulama zaman planlamasının değişmesine yol açmaktadır. Sulama önceye kaydırılmışsa tarla kapasitesinin üzerinde aşırı su uygulanması, sulama sonraya kaydırılmışsa mevcut nemin kritik seviyenin altına düşmesi nedeni ile stres oluşması ve dolayısıyla verim azalması sorunları ortaya çıkabilmektedir. Bahsedilen tarih kaymaları gerçekleşmiş ve bu nedenle sulama zaman planlamasına geri dönülerek elde edilen ikinci sulama zaman planlaması değerlendirilmiştir. IRSIS'te yapılan değerlendirme sonucu oluşan birer günlük kaymaların herhangi bir verim kaybı oluşturmadığı görülmüştür. Bu nedenle oluşturulan su dağıtım planlaması optimum olarak kabul edilmiştir. Örnek olarak sulama sayısı olarak en çok kaymanın gerçekleştiği parsellerden P17 bağ parselinin optimum su dağıtım planlaması ile başlangıç su dağıtım planlaması arasındaki karşılaştırma Çizelge 4.29'da verilmiştir.

Çizelge 4.29 P17 Bağ parselinin optimum ve başlangıç su dağıtım planı tarihleri

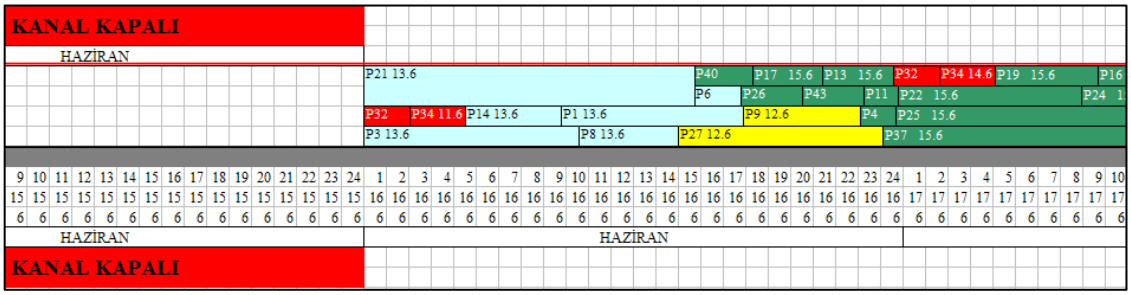
Parsel No	Alanı (da)	Bitki	Sulama tarihleri (gün/ay)					
			IRSIS optimum SZP		Sürekli akış SDP		Fark	Verim kaybı (%)
P17	**6,1**	**BAĞ**	1	4	2	4	-1	0.0
			21	5	22	5	-1	
			9	6	10	6	-1	
			15	6	16	6	-1	
			21	6	22	6	-1	
			27	6	28	6	-1	
			4	7	5	7	-1	
			11	7	12	7	-1	
			18	7	19	7	-1	
			25	7	24	7	1	
			2	8	1	8	1	
			10	8	9	8	1	
			19	8	18	8	1	
			29	8	28	8	1	
			12	9	11	9	1	

Çizelgeden de görüldüğü gibi 9 sulamada birer gün geri kaymış sulama tarihlerine

rağmen verimde bir azalma olmamıştır. Bu dağıtım optimum kabul edilmiştir.

4.2.4.8 Sulama Birliği koşullarına uygun su dağıtım planlaması sonuçları

2003 yılında Sulama Birliği su dağıtım koşullarında 16 Haziran'da sulama başlamış 11 Eylül'de sona ermiştir. Bu iki tarih arasında da 5 kez sulamaya birkaç gün süreyle ara verilmiştir. Sulamanın olduğu günler dikkate alınarak yapılan su dağıtımında bazı bitkilerin birkaç sulaması yapılamamıştır. Örneğin bağ ve domates parsellerinin Nisan ve Mayıs aylarındaki sulamaları yapılamamıştır. Diğer parsellerde de kaymalar olmuştur. Su arz kutuları yerleştirilirken "yöntem" bölümünde belirtilen esaslara uyulmuş ve olabildiğince kanal kapalı olduğu günlerde yapılması gereken sulamalar kanalda suyun bulunduğu günlere kaydırılmıştır (Şekil 4.39).



Şekil 4.39 Y2T37 tersiyer kanalı su dağıtım planı (16-17 Haziran)

Şekilden de görüldüğü gibi 11 Haziranda sulanması gereken iki domates parseli ancak 16 Haziran sabahı suyu alabilmiştir.

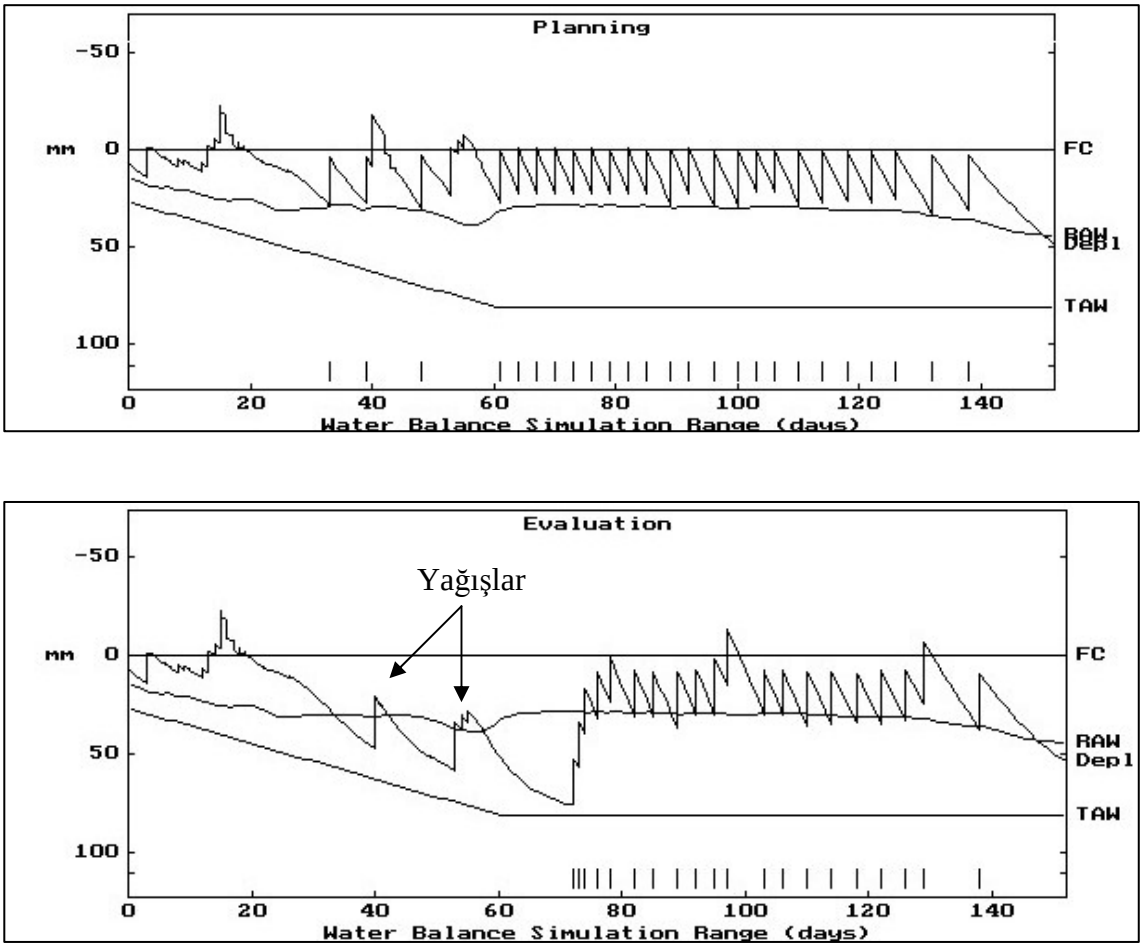
Yapılan bu su dağıtım planına (EK 3) göre sulama tarihleri IRSIS'e girilerek verim azalması değerlendirilmiştir (Çizelge 4.30).

Domates parsellerinin ilk 5 sulaması kanal kapalı olduğu için yapılamamıştır ve bu nedenle bitkiler içerisinde en çok verim kaybı %11.4 ile domateste gerçekleşmiştir (Şekil 4.40).

Çizelge 4.30 Sulama Birliği koşullarında yapılan su dağıtımı sonunda oluşan verim

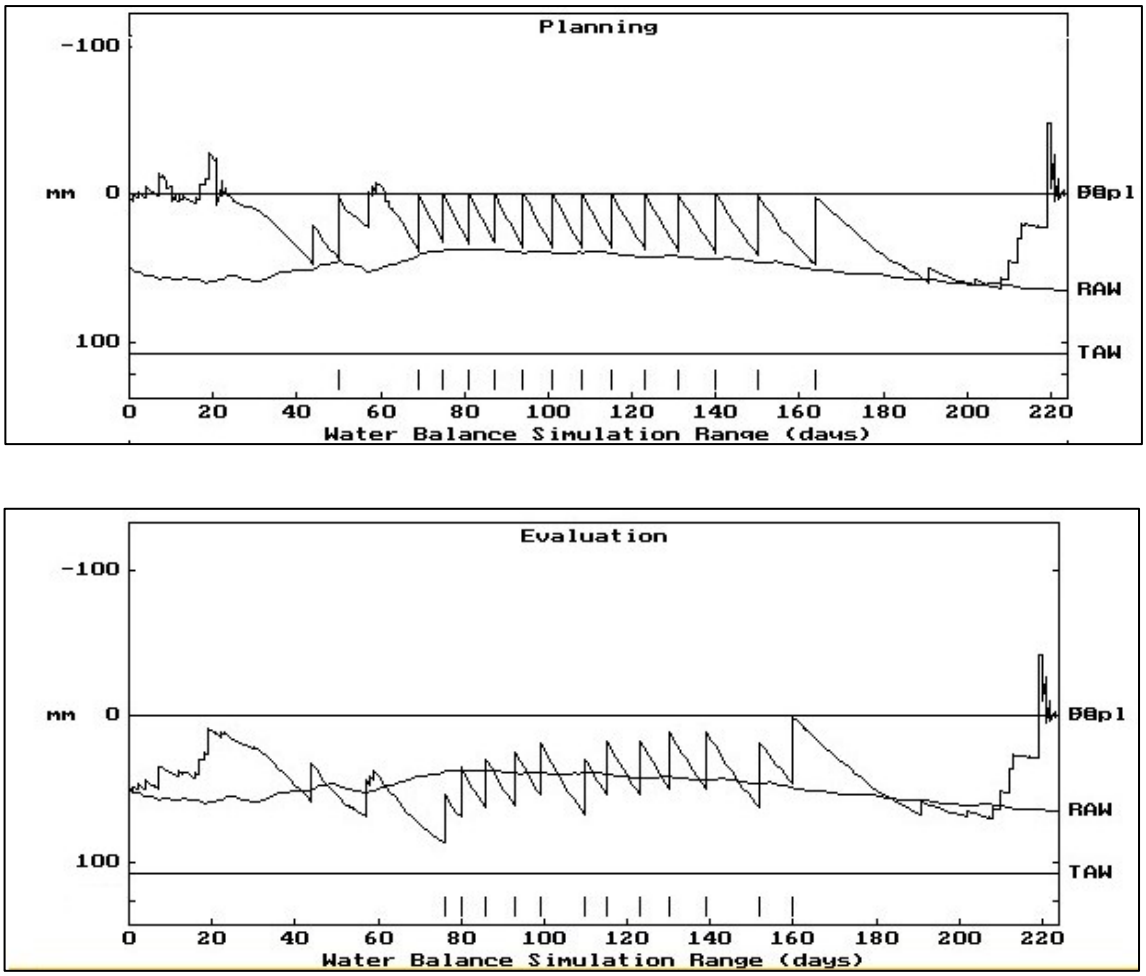
Bitki	En düşük verim (%)
Domates	88.6
Bağ	93.6
Mısır I E1	95.5
Mısır I E2	98.0
Mısır II	99.2
Pamuk E1	99.2
Pamuk E2	100.0

Aynı şekilde bağ parsellerinde de ilk 3 sulama kanal kapalı olduğu için yapılamamış ve verim kaybı %6.4 olarak gerçekleşmiştir (Şekil 4.41). Pamuk E1 ile mısır I E1 parsellerinde ise sadece ilk sulamalar yapılamamıştır ve verim kaybının sırasıyla %0.8 ve %4.5 olduğu belirlenmiştir. Diğer parsellerde bütün sulamalar gerçekleşmiştir.



Şekil 4.40 Domates bitkisi için optimum ve ikinci SZP grafikleri

Domates bitkisine ait optimum ve Sulama Birliği koşullarına göre yapılan ikinci SZP grafikleri arasındaki fark açıkça görülmektedir. Ekim tarihinden, kanalda ilk suyun verildiği tarihe kadarki süreçte, bitki kök bölgesinde kritik seviyenin altına düşen su miktarını yağışlar bir miktar toparlayıp verimin daha fazla düşmesine engel olmuştur.



Şekil 4.41 Bağ bitkisi için optimum ve ikinci SZP grafikleri

Bağ bitkisinde Sulama Birliği koşullarına göre yapılan ikinci SZP grafiğinde son sulama dışında yapılan diğer sulamaların zamansız olduğu görülmektedir. Domates bitkisinde olduğu gibi burada da yapılamayan ilk 3 sulamanın açığının bir kısmını yağış kapatmış ve verim azalmasının artmasına engel olmuştur.

Sonuç olarak ikinci SZP'den sonra yapılması gereken revizyon yapılamamaktadır. Burada verim kayıplarının önlenmesi adına yapılacak tek müdahalenin Sulama

Birliğinin su dağıtım politikasını değiştirmesi olacaktır. Birlik, ya sulama sezonunu bitki desenine uygun olarak başlatıp bitirecek ve bitkilerin suya en az hassas olduğu dönemlerde sulamaya 1-2 gün ara verip bakım çalışmalarını yürütecek ya da sulamaya hiç ara vermeden bakım çalışmalarını sulama sezonundan önce tamamlamış olacaktır. Buradaki verim kaybının ana nedeni kanalın kapalı olduğu dönemlerde yapılamayan sulamalardır. Kanal kapasitesinin yetmemesinden kaynaklanan kaymalar değildir.

4.2.5. Sulama Birliği yönetim etkinliği

Sulama Birliği yönetim etkinliğini belirlemek amacıyla su kullanım etkinliği, tarımsal etkinlik ve çevresel etkinlik gösterge sonuçları verilmiş ve sonuçlar tartışılmıştır.

4.2.5.1 Su kullanım etkinliği

Çalışmada su kullanım etkinliğinin belirlenmesinde net ve toplam su temini oranları hesaplanmıştır.

Limnigraf olan Y2T37 tersiyerinin net su temini oranı 3.50, toplam su temini oranı ise 1.29 olarak bulunmuştur. Yedeklere ait net ve toplam su temini oranları da Çizelge 4.31 ve 4.32'de verilmiştir.

Çizelge 4.31 Yedeklerin net su temini oranı

Yedek	Kök bölgesine verilmesi gereken su miktarı (m^3)	Yedeğe verilen su miktarı (m^3)	Net su temini oranı
Y-1	1 301 066	6 443 166	4.95
Y-2	7 968 947	30 365 425	3.81
Y-3	2 984 743	9 269 180	3.11
Y-4,Y-5,Y-6	3 958 674	11 244 793	2.84
Toplam	16 213 429	57 322 564	3.54

Çizelge 4.31'de verilen net su temini oranı incelendiğinde, bütün yedeklerin net su temini oranı 2.5'den büyük olduğu, özellikle Y1 yedeğinde gerekenden iki kat fazla su verildiği saptanmıştır.

Çizelge 4.32 Yedeklerin toplam su temini oranı

Yedek	Yedeğe verilmesi gereken su miktarı (m^3)	Yedeğe verilen su miktarı (m^3)	Toplam su temin oranı
Y-1	3 425 482	6 443 166	1.88
Y-2	21 712 091	30 365 425	1.40
Y-3	8 178 192	9 269 180	1.13
Y-4,Y-5,Y-6	10 594 100	11 244 793	1.06
Toplam	43 909 864	57 322 564	1.31

Çizelge 4.32'de ise şebekenin tamamında toplam su temini oranının 1'den büyük olduğu, proje alanına gerekenden fazla su saptırıldığı, bununda proje randımanını olumsuz yönde etkilediği ortaya çıkmaktadır.

Beyribey (1997), depolama hacmi büyük olan veya yeterli su kaynağı bulunan, gerekli suyu akarsu ve göllerden sağlayan şebekelerde planlı su dağıtımının uygun olarak yapılmadığını ve toplam su temini oranının 1'den büyük olduğunu belirtmiştir. Salihli Sağ Sahil Sulama Birliği de şebeke suyunu Gediz nehri üzerine kurulu Demirköprü barajından almakta ve bulduğumuz sonuç Beyribey (1997)'in saptadığı sonuçla uyum göstermektedir.

4.2.5.2 Tarımsal etkinlik

Tarımsal etkinliğinin belirlenmesinde tersiyer, yedek ve ana kanal bazında sulama oranı hesaplanmış ve tartışılmıştır.

2003 yılında 113 tersiyer ve 7 prizde en küçük sulama oranı %6.1 ile Y3T12'de, en büyük sulama oranı %100 ile Y5T1'de (Çizelge 4.33), yedekler içerisinde en büyük sulama oranı ise %81.2 ile Y6'da gerçekleşmiştir (Şekil 4.42). Ana kanalı göz önüne aldığımızda ise sulama oranı %94.3 olarak saptanmıştır. Şebeke dışı sulama yapılmamıştır. Tersiyer bazında sulama oranı büyüklük grupları da Şekil 4.43'de verilmiştir.

Çizelge 4.33 Çalışma alanındaki sulama oranları

Kanal	Sulanan alan (da)	Sulanabilir alan (da)	Sulama oranı (%)
Y1-P3	25.2	99.7	25.3
Y1-P4	75.9	239.6	31.7
Y1-P5	64.0	64.5	99.2
Y1-T6	194.8	389.6	50.0
Y1-T7	160.7	465.1	34.6
Y1-P8	148.0	193.6	76.4
Y1-P9	47.5	174.7	27.2
Y1-P10	90.0	171.5	52.5
Y1-P11	52.0	603.7	8.6
Y1-T12	307.0	402.6	76.3
Y1-T13	236.2	457.4	51.6
Y1-T14	444.1	782.0	56.8
Y1-T15	477.6	910.8	52.4
Y1-T16	684.1	1 428.0	47.9
Y1-T17	881.1	1 125.8	78.3
Y1	3 888.2	7 508.6	51.8
Y2-T1	790.8	1 170.0	67.6
Y2-T2	306.3	835.4	36.7
Y2-T3	942.4	1 789.9	52.7
Y2-T4	334.6	859.3	38.9
Y2-T5	163.8	437.1	37.5
Y2-T6	622.2	1 282.4	48.5
Y2-T7	299.5	624.8	47.9
Y2-T8	418.0	1 030.5	40.6
Y2-T9	342.7	867.4	39.5
Y2-T10	608.9	803.4	75.8
Y2-T11	874.7	1 493.2	58.6
Y2-T12	624.4	927.8	67.3
Y2-T13	367.1	941.7	39.0
Y2-T14	583.1	1 795.2	32.5
Y2-T15	483.1	914.1	52.8
Y2-T17	513.0	885.2	58.0
Y2-T18	545.4	1 068.5	51.0
Y2-T19	582.4	1 175.5	49.5
Y2-T20	535.5	962.2	55.7
Y2-T21	999.0	1 240.5	80.5
Y2-T22	525.3	1 130.3	46.5
Y2-T23	161.9	1 379.2	11.7
Y2-T24	597.9	1 009.8	59.2
Y2-T25	367.0	874.6	42.0
Y2-T26	760.4	1 068.3	71.2
Y2-T27	761.2	1 646.0	46.2
Y2-T28	702.2	1 274.1	55.1
Y2-T29	370.6	660.3	56.1
Y2-T30	337.9	1 454.1	23.2
Y2-T31	513.4	1 136.3	45.2
Y2-T32	789.5	1 092.8	72.2
Y2-T33	208.9	1 138.1	18.4
Y2-T34	382.5	1 163.1	32.9
Y2-T35	366.7	1 124.3	32.6
Y2-T36	536.3	1 326.1	40.4
Y2-T37	547.8	744.5	73.6

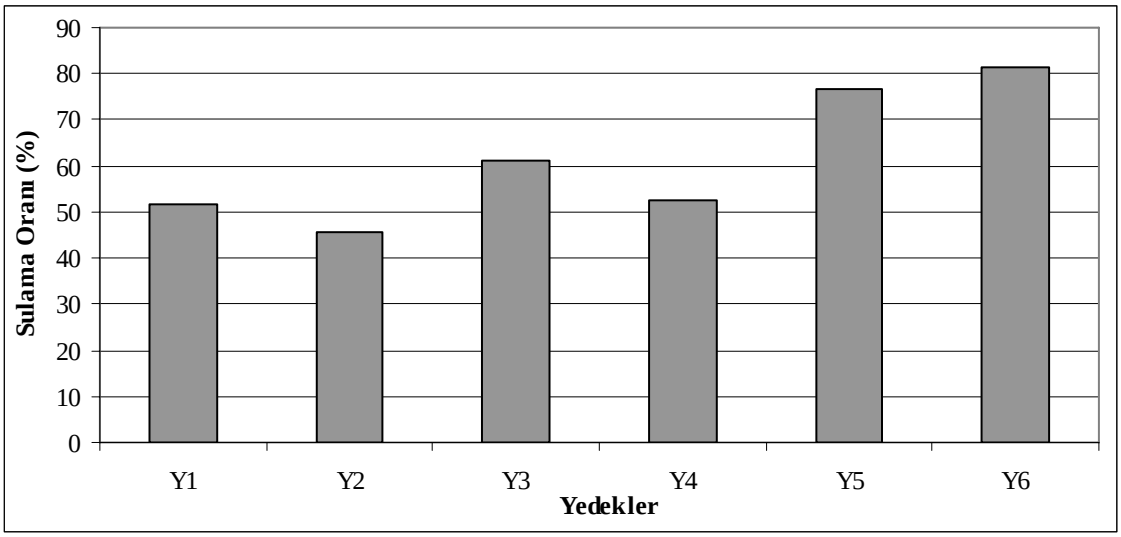
Çizelge 4.33 Çalışma alanındaki sulama oranları (devamı)

Kanal	Sulanan alan (da)	Sulanabilir alan (da)	Sulama oranı (%)
Y2-T38	260.0	1 208.2	21.5
Y2-T39	64.4	591.5	10.9
Y2-T40	120.0	1 102.7	10.9
Y2-T41	142.0	715.5	19.8
Y2-T42	70.0	658.2	10.6
Y2-T43	386.6	1 001.1	38.6
Y2-T44	140.0	871.0	16.1
Y2-T45	484.5	780.3	62.1
Y2-T46	553.0	789.1	70.1
Y2-T47	882.0	952.2	92.6
Y2-T48	105.0	280.2	37.5
Y2-T49	571.0	1 223.5	46.7
Y2	22 784.5	49 720.0	45.5
Y3-T1	60.4	279.9	21.6
Y3-T2	263.0	623.7	42.2
Y3-T3	27.1	117.5	23.1
Y3-T4	181.9	330.3	55.1
Y3-T5	243.0	275.8	88.1
Y3-T6	167.6	220.7	75.9
Y3-T7	235.7	244.7	96.3
Y3-T8	203.7	232.3	87.7
Y3-T9	295.2	325.4	90.7
Y3-T10	282.5	294.9	95.8
Y3-T11	237.5	265.0	89.6
Y3-T12	12.0	196.1	6.1
Y3-T13	329.0	428.2	76.8
Y3-T14	66.0	408.6	16.2
Y3-T15	100.3	407.7	24.6
Y3-T16	206.0	337.4	61.1
Y3-T17	202.5	603.6	33.5
Y3-T18	488.4	638.2	76.5
Y3-T19	527.1	1 008.4	52.3
Y3-T20	454.1	519.4	87.4
Y3-T21	273.1	864.7	31.6
Y3-T22	260.6	612.7	42.5
Y3-T23	505.2	642.0	78.7
Y3-T24	469.8	798.4	58.8
Y3-T25	445.4	493.6	90.2
Y3-T26	808.5	991.5	81.5
Y3-T27	494.7	651.9	75.9
Y3	7 840.3	12 812.6	61.2
Y4-T1	410.0	645.8	63.5
Y4-T2	340.0	670.8	50.7
Y4-T3	860.7	937.4	91.8
Y4-T4	516.9	780.9	66.2
Y4-T5	1 161.2	3248.9	35.7
Y4-T6	588.1	1 115.7	52.7
Y4	3 876.9	7 399.5	52.4
Y5-T1	73.5	73.5	100.0
Y5-T2	310.5	380.7	81.6
Y5-T3	212.2	505.9	41.9
Y5-T4	132.3	178.1	74.3

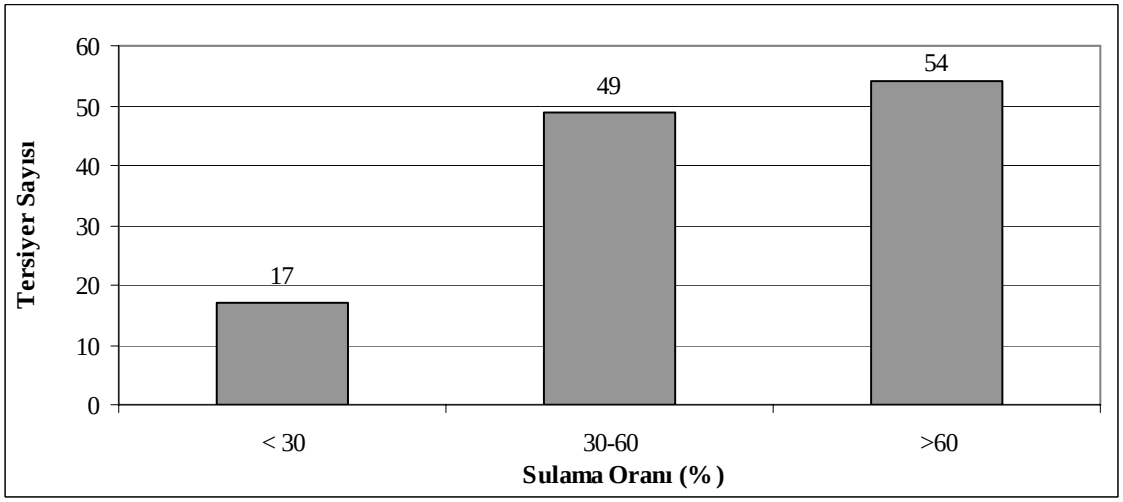
Çizelge 4.33 Çalışma alanındaki sulama oranları (devamı)

Kanal	Sulanan alan (da)	Sulanabilir alan (da)	Sulama oranı (%)
Y5-T5	275.9	332.8	82.9
Y5-T6	377.2	418.9	90.0
Y5-T7	130.6	186.4	70.1
Y5-T8	288.2	316.6	91.0
Y5-T9	154.2	159.5	96.7
Y5	1 954.6	2 552.4	76.6
Y6-T1	156.6	180.3	86.9
Y6-T2	253.0	312.2	81.0
Y6-T3	355.0	381.0	93.2
Y6-T4	359.8	371.7	96.8
Y6-T5	402.9	404.0	99.7
Y6-T6	270.3	379.4	71.2
Y6-T7	392.6	585.0	67.1
Y6-T8	381.5	428.3	89.1
Y6-T9	308.8	632.7	48.8
Y6-T10	328.1	407.9	80.4
Y6-T11	705.3	851.2	82.9
Y6-T12	217.8	242.7	89.7
Y6-T13	418.1	512.9	81.5
Y6-T14	111.1	131.0	84.8
Y6-T15	428.0	446.7	95.8
Y6	5 088.9	6 267.0	81.2
Y1-6 Arası	45433.0	86 260.0	52.7
Ana Kanal	85 900.0	91 010.0	94.3

DSİ'nin 2006 verilerine göre DSİ'ce işletilen alanlarda sulama oranı %64 olarak gerçekleşmiştir (Anonim 2007b). Çizelgeden de görüldüğü gibi Salihli Sağ Sahil Sulama Birliğinde sulama oranı DSİ'nin işlettiği alanlardan daha yüksektir. Beyribey (1997), Devlet sulama şebekelerinde 1984-1993 yılları arasında ortalama sulama oranını %66 olarak belirtmiştir. Değirmenci *et al.* (2003), GAP içinde yer alan 12 sulama şebekesinde sulama oranını %7-100 olarak bulmuştur.



Şekil 4.42 Yedek kanallarda sulama oranı



Şekil 4.43 Tersiyer kanalların sulama oranına göre dağılımı

4.2.5.3 Çevresel Etkinlik

Çevresel etkinlik, tabansuyu seviyesi ve sulama suyu kalitesi verileri ile saptanmıştır.

a) Tabansuyu seviyesine ilişkin sonuçlar

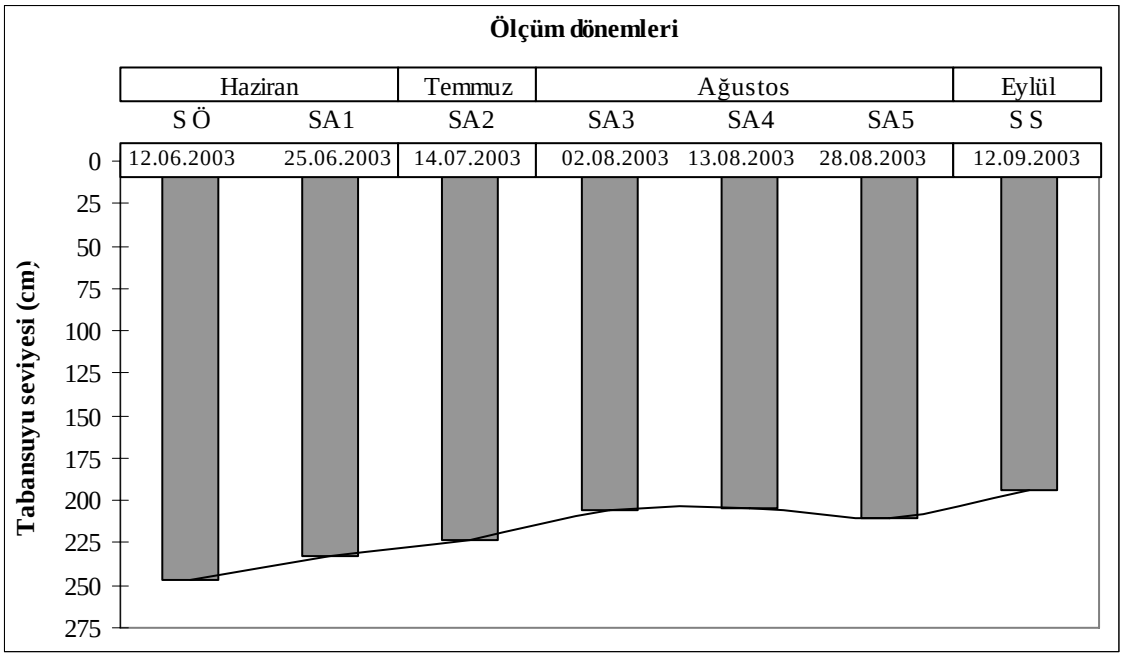
Sulama alanındaki toplam 35 kuyuda yapılan gözlem sonuçları Çizelge 4.34'te

verilmiştir. Sulama mevsiminden önce (SÖ) ve sonra (SS) iki, sulama arasında (SA) beş kez olmak üzere toplam yedi ölçüm alınmıştır.

Çizelge 4.34 Tabansuyu gözlem kuyularından elde edilen seviye ölçümleri

Sıra no	Kuyu No	Köyü	Ölçüm tarihi ve dönemi (2003 yılı)						
			12 Haziran	25 Haziran	14 Temmuz	2 Ağustos	13 Ağustos	28 Ağustos	12 Eylül
			SÖ	SA_1	SA_2	SA_3	SA_4	SA_5	SS
			Tabansuyu seviyeleri (cm)						
1	01	Eldelek	266	243	242	233	236	245	249
2	02	Süleymaniye	315	319	324	234	296	310	246
3	03	Pazarköy	167	173	171	173	156	162	159
4	04	Pazarköy	254	228	203	191	175	190	181
5	05	Pazarköy	269	246	223	213	203	208	203
6	06	Kemerdamları	182	170	162	151	147	152	148
7	10	Poyrazdamları	245	221	197	153	173	194	156
8	12	Süleymaniye	335	320	306	291	261	272	253
9	13	Pazarköy	236	201	166	71	130	151	107
10	14	Çökelek	239	234	233	233	224	227	234
11	15	Çökelek	259	250	241	247	228	247	252
12	16	Kemerdamları	102	98	97	65	69	85	50
13	17	Kemerdamları	195	195	195	169	187	203	125
14	20	Pazarköy	175	136	147	135	117	139	122
15	21	Kemerdamları	295	253	210	215	215	217	208
16	22	Kemerdamları	294	252	209	214	214	216	207
17	23	Çökelek	213	199	142	209	143	138	187
18	24	Çökelek	259	246	246	245	240	251	247
19	31	Karapınar	351	354	357	357	347	333	309
20	32	Karapınar	305	296	287	285	278	286	282
21	33	Çökelek	228	215	214	218	196	216	182
22	39	Eldelek	291	284	285	284	266	264	229
23	50	Eldelek	234	241	247	246	228	236	235
24	51	Emirhacılı	201	185	169	146	186	193	183
25	52	Emirhacılı	162	157	152	139	140	147	142
26	53	Süleymaniye	308	303	299	285	256	270	254
27	54	Süleymaniye	213	211	209	198	190	202	137
28	55	Emirhacılı	183	175	168	164	171	174	173
29	56	Süleymaniye	229	229	229	218	196	189	168
30	57	Süleymaniye	288	278	269	185	233	239	194
31	60	Çayköy	311	252	328	273	314	298	278
32	62	Çayköy	252	237	220	197	177	204	174
33	64	Pazarköy	227	206	184	115	140	166	129
34	66	Çavlu	247	224	203	208	188	100	159
35	70	Adala	322	307	287	252	233	227	219
Ortalama			**247**	**232**	**223**	**206**	**204**	**210**	**194**

Çizelge 4.34'te 35 kuyunun ölçüm dönemlerindeki ortalamaları, tabansuyu seviyesinin sulama mevsiminden önce 247 cm, sulama dönemi sonunda ise 194 cm olduğunu göstermektedir (Şekil 4.44). Bu sonuç bölgedeki aşırı sulamanın tabansuyuna etkisini açıkça göstermektedir.



Şekil 4.44 Alandaki 35 kuyunun tabansuyu seviyesindeki ortalama değişim

Çalışma alanındaki sulama döneminden önceki taban suyu seviye ölçümü ile diğer ölçümlerin arasındaki farklar ve her sulama dönemi için taban suyu seviyesindeki ortalama değişim 53 cm olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.35). Ayrıca yapılan hesaplamalarda mevsim boyunca sulama ile toprağa verilen suyun (91.1 cm) %58.7'sinin taban suyunu beslediği sonucu ortaya çıkmıştır.

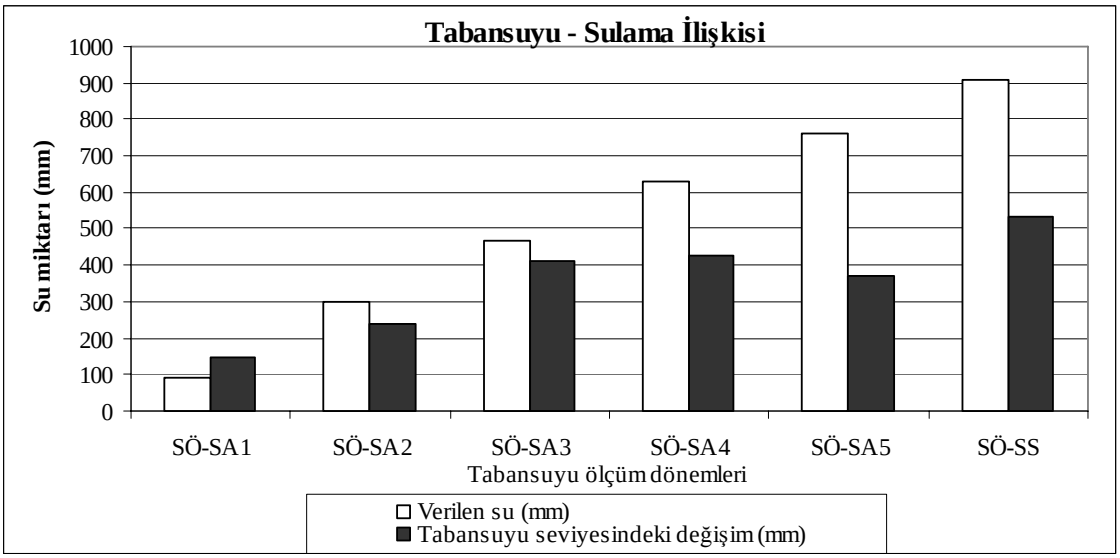
Çizelge 4.35'te taban suyu seviyesindeki en büyük değişimin SA_3 ve SA_4 ölçüm dönemlerinde gerçekleştiği görülmektedir.

Çizelge 4.35 Sulama mevsimi boyunca taban suyu seviyesindeki değişim (cm)

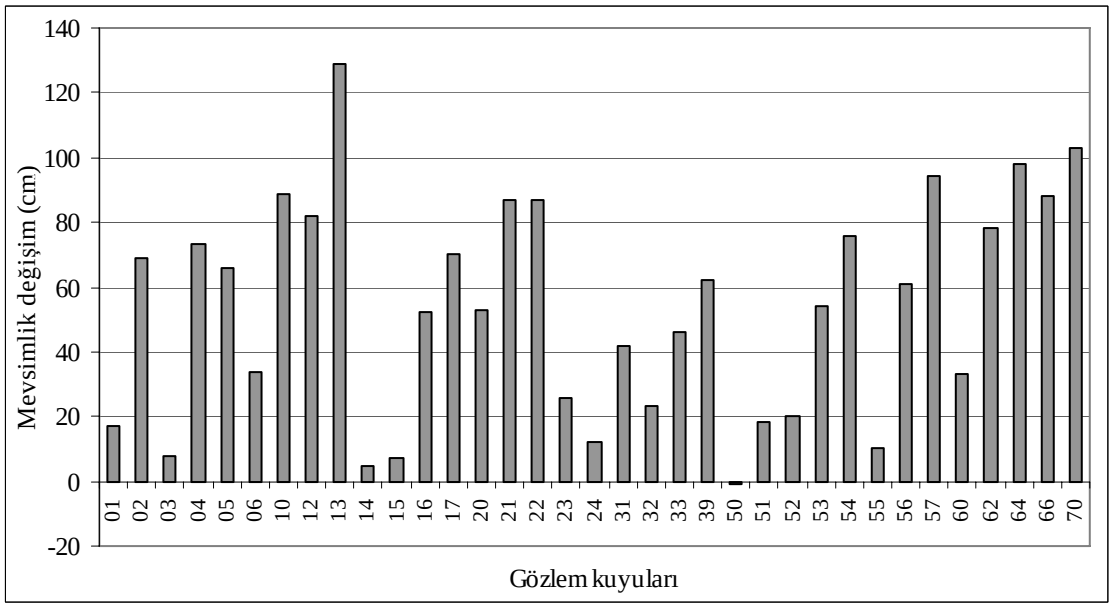
Kuyu No	Köyü	Ölçüm dönemi					
		SÖ - SA_1	SÖ - SA_2	SÖ - SA_3	SÖ - SA_4	SÖ - SA_5	SÖ - SS
01	Eldelek	23	24	33	30	21	17
02	Süleymaniye	-5	-9	81	19	5	69
03	Pazarköy	-6	-4	-6	11	5	8
04	Pazarköy	26	51	63	79	64	73
05	Pazarköy	23	46	56	66	61	66
06	Kemerdamları	12	20	31	35	30	34
10	Poyrazdamları	24	48	92	72	51	89
12	Süleymaniye	15	29	44	74	63	82
13	Pazarköy	35	70	165	106	85	129
14	Çökelek	5	6	6	15	12	5
15	Çökelek	9	18	12	31	12	7
16	Kemerdamları	4	5	37	33	17	52
17	Kemerdamları	0	0	26	8	-8	70
20	Pazarköy	39	28	40	58	36	53
21	Kemerdamları	43	85	80	80	78	87
22	Kemerdamları	43	85	80	80	78	87
23	Çökelek	14	71	4	70	75	26
24	Çökelek	13	13	14	19	8	12
31	Karapınar	-3	-6	-6	4	18	42
32	Karapınar	9	18	20	27	19	23
33	Çökelek	13	14	10	32	12	46
39	Eldelek	7	6	7	25	27	62
50	Eldelek	-7	-13	-12	6	-2	-1
51	Emirhacılı	16	32	55	15	8	18
52	Emirhacılı	5	10	23	22	15	20
53	Süleymaniye	5	9	23	52	38	54
54	Süleymaniye	2	4	15	23	11	76
55	Emirhacılı	8	15	19	12	9	10
56	Süleymaniye	0	0	11	33	40	61
57	Süleymaniye	10	19	103	55	49	94
60	Çayköy	59	-17	38	-3	13	33
62	Çayköy	15	32	55	75	48	78
64	Pazarköy	22	43	112	87	61	98
66	Çavlu	23	44	39	59	147	88
70	Adala	15	35	70	89	95	103
Ortalama değişim (cm)		**15**	**24**	**41**	**43**	**37**	**53**

Taban suyu seviyesindeki dönemlik ortalama değişim ile dönemlik olarak hesaplanan birikimli sulama suyu miktarı Şekil 4.45'te verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi ilk 4 sulama arasında sulama suyu arttıkça tabansuyu seviyesi de artmıştır, ancak 5. sulama arasındaki ölçümde tabansuyu seviye artışında düşüş gerçekleşmiştir. Bu düşüşün sebebinin, su kuyusu olan bölge çiftçisinin daha az sulama parası ödemek amacıyla son sulamayı kuyudan yapmış olduğu ve buna bağlı olarak kuyuların tabansuyu seviyesini düşürmüş olabileceği düşünülmektedir.

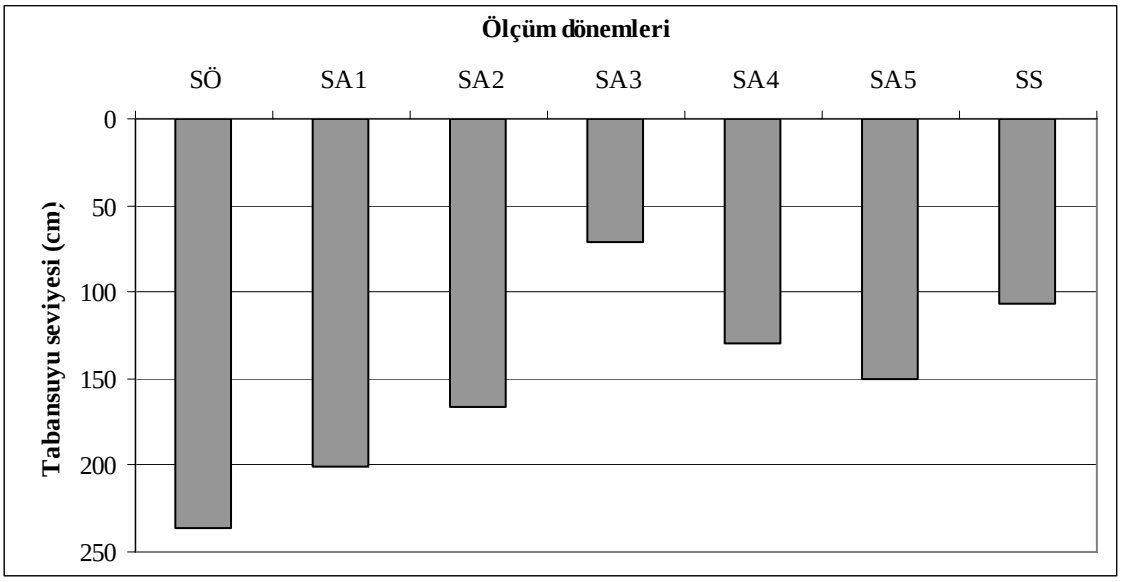
Yapılan gözlemlerde Pazarköy'de bulunan 13 numaralı kuyu mevsim sonunda en yüksek artışı göstermiştir. Sahada sezon sonunda düşüş gösteren tek kuyu Eldelek köyünde bulunan 50 numaralı kuyudur (Şekil 4.46). Ayrıca bu iki kuyunun zaman boyutundaki tabansuyu seviye değişimleri Şekil 4.47 ve Şekil 4.48'de verilmiştir.



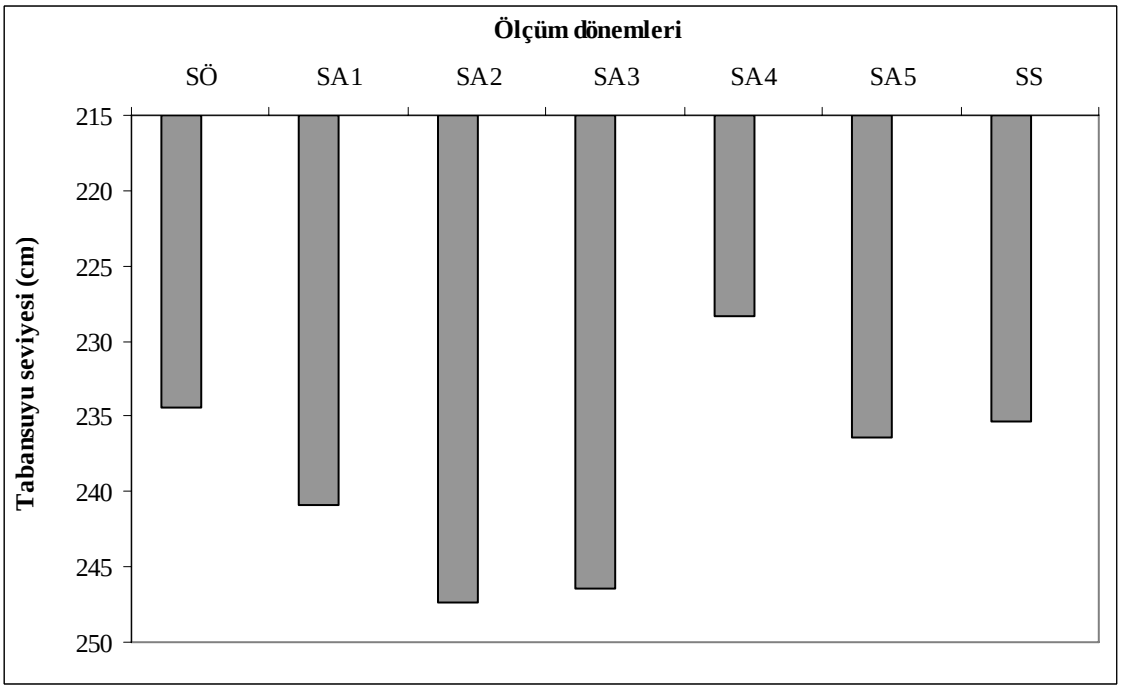
Şekil 4.45 Tabansuyu seviyesi ile sulama suyundaki dönemlik ortalama değişimler



Şekil 4.46 Gözlem yapılan kuyuların sezon sonundaki seviye değişim miktarı



Şekil 4.47 Pazarköy'deki 13 numaralı kuyuda tabansuyu seviye değişimi



Şekil 4.48 Eldelek'teki 50 numaralı kuyuda tabansuyu seviye değişimi

Güngör ve Erözel'e (1994) göre kaynağı ne olursa olsun taban suyu toprak katmanlarında bulundukları derinliğe göre sınıflandırılırlar (Çizelge 4.36).

Çizelge 4.36 Taban suyu derinlik sınıfları

Taban suyu sınıfı	Taban suyu derinliği (cm)
Çok sığ	0 – 45
Sığ	45 – 90
Orta	90 – 150
Derin	150 – 200
Çok derin	200 <

Çalışma alanındaki gözlem kuyularında sulamanın en yoğun olduğu Temmuz ayından sonra yapılan ilk (2 Ağustos) ölçüme göre gözlem kuyularındaki su seviyelerinin %45.7'si çok derin, %31.4'ü derin, %20'si orta ve %2.9'u da sığ tabansuyu sınıfını oluşturmaktadır.

b) Sulama suyu kalitesi sonuçları

Çalışma alanındaki ana kanal ve ana drenaj kanalından alınan sulama suyu örneklerinin analiz sonuçları Çizelge 4.37'de verilmiştir. ABD tuzluluk laboratuarı sulama suyu sınıflandırma grafiğine göre ana kanaldaki su C_2S_1, ana drenaj kanalındaki su ise C_3S_1 sınıfında yer almaktadır (Kanber vd. 1990).

C_2S_1 sınıfı sular, tuzluluk yönünden orta, sodyum yönünden düşük sınıf olarak, C_3S_1 sınıfı sular ise, tuzluluk yönünden yüksek, sodyum yönünden düşük sınıf olarak belirtilmiştir. C_2S_1 sınıfı suların kullanıldığı yerlerde, sulama yönünden sorun olmayan hafif bünyeli topraklarda tuza orta veya yüksek oranda dayanıklı bitkiler için kullanılabileceği, C_3S_1 sınıfı suların kullanıldığı yerlerde ise drenaj sisteminin olması ve yıkama yapmak şartı ile sulama yönünden sorun olmayan hafif ve orta bünyeli topraklarda tuza orta veya yüksek oranda dayanıklı bitkiler için kullanılabileceği Kanber vd. (1990) tarafından bildirilmiştir.

Çizelge 4.37 Sulama suyu analiz sonuçları

Analiz	Ana kanal	Ana drenaj kanalı
pH	7.33	7.84
Ec (dS/m)	0.56	1.34
Sodyum (SAR)	0.74	3.85
Sodyum (me/l)	1.16	7.25
Klor (me/l)	0.80	1.90
Kalsiyum (me/l)	2.22	3.43
Magnezyum (me/l)	2.57	3.67

Ayers and Westcot sulama sularının sınıflandırılmasında yeni bir yöntem önermişlerdir. Hazırladıkları sulama suyu sınıflama rehberi (Çizelge 4.38) ABD Tuzluluk Laboratuarının araştırma bulguları ve çok yıllık deneyimlerden yararlanarak geliştirmişlerdir (Kanber vd. 1990).

Ayers and Westcot sulama suyu sınıflama rehberine göre, ana kanaldaki su için hiç bir sorun olmadığı, ana drenaj kanalındaki su için ise tuzluluk ve toksisite açısından sorunun arttığı, İnfiltrasyon ve pH açısından da sorun olmadığını söyleyebiliriz. Ayrıca her iki su için şiddetli sorun olmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.38 Ayers and Westcot (1985)'a göre sulama suyu sınıflama rehberi

Potansiyel sulama sorunu	Sorunun şiddeti (Kullanım sınırlılığı)		
	Sorun yok	Sorun artıyor	Şiddetli sorun var
Tuzluluk (Ec: dS/m)	< 0.7	0.7 – 3.0	> 3.0
İnfiltrasyon (SAR ve Ec)		Ec	
SAR = 0-3	> 0.7	0.7 – 0.2	< 0.2
SAR = 3-6	> 1.2	1.2 – 0.3	< 0.3
SAR = 6-12	> 1.9	1.9 – 0.5	< 0.5
SAR = 12-20	> 2.9	2.9 – 1.3	< 1.3
SAR = 20-40	> 5.0	5.0 – 2.9	< 2.9
Toksisite			
Sodyum SAR (yüzey s.)	< 3.0	3.0 – 9.0	> 9.0
Sodyum me/l (yağmurlama s.)	< 3.0	> 3.0	
Klor me/l (yüzey s.)	< 4.0	4.0 – 10.0	> 10.0
Klor me/l (yağmurlama s.)	< 3.0	> 3.0	
Bor mg/l	< 0.7	0.7 – 3.0	> 3.0
Diğer etkiler			
Azot me/l	< 5.0	5.0 – 30.0	> 30.0
Bikarbonat me/l (yağmurlama s.)	< 1.5	1.5 – 8.5	> 8.5
pH (olağan sınırlar)		6.5 – 8.4	

5. SONUÇ

Salihli Sağ Sahil Sulama Birliği alanında bulunan bazı parsellerin sulama uygulamaları ile Birliğin gerçekleştirdiği su dağıtım çalışmaları 2003 yılı sulama sezonu boyunca incelenmiştir. İnceleme sonuçları özetleri ile çiftçi ve Birlik yönetiminin suyu daha etkin kullanabilmeleri için öneriler aşağıda sunulmuştur.

Yapılan anketleri ve seçilen parsellerde gerçekleşen sulamaları incelediğimizde yöredeki en önemli ve temel problemin çiftçi eğitimindeki eksiklik olduğu saptanmıştır. Sulama uygulamaları izlenen bütün çiftçiler plansız ve kontrolsüz sulama yapmıştır. Aşırı sulama yapan parsellerin (%45.4) 8'inde pamuk, 1'inde bağ, 1'inde şeftali ve 1'inde de II. ürün mısır bitkisi yetiştirilmiştir. Eksik sulama yapan parsellerde (%50) en az verim kaybı %3.0, en çoğu ise %26.6 olarak hesaplanmıştır. Aşırı sulama yapan 3 parselde verim kaybı gerçekleşmezken 2 parselde %13.2 ve %14.5 olarak gerçekleşmiştir.

Tüm bunların sebebi olarak bitkinin istediği zamanda ve istediği miktarda suyun verilmemesini rahatlıkla gösterebiliriz. Çiftçilerin yaklaşık 1/4'ü sulama ve yanlış sulama sonucunda oluşacak etkiler konusunda hiçbir bilgiye sahip olmadığı gibi %28.2'si de sulama eğitimini reddetmektedir. Ayrıca çiftçilerin sadece %3.6'sı şebekede suyun yetersiz olduğunda bir uzmandan yardım alarak sulama yapacağını ifade etmiş, diğerleri ise sulama konusunda eğitime ihtiyaç duymadığı mesajını vermiştir. Çiftçilerin sadece %14 gibi küçük bir bölümünün Lise ve yüksek öğrenim mezunu olması sahadaki eğitim düzeyini de net bir şekilde göstermektedir.

Seçilen parseller arasında en düşük STK; 86.8 mm/m ile 21Bağ parselinde, en yüksek STK ise 196.3 mm/m ile 10Pamuk parselinde hesaplanmıştır. 21Bağ parseli 16 kez sulanması gerekirken 4 kez sulanmış, 10Pamuk parseli ise 4 kez sulanması gerekirken 7 kez sulama yapılmıştır. Burada çiftçilerin toprak özelliklerine ve nem durumuna bakmadan sulama zamanı belirledikleri ve yapılan anket çalışmasında da çiftçilerin sadece %4.5'inin toprağa bakarak sulama zamanı belirledikleri ortaya çıkmıştır.

Bütün parsellerde yüzey sulama yöntemleri kullanılmıştır. Parsellerde hesaplanan en düşük su uygulama randımanı %18 ile 17Bağ (tava sulama) parselinde, en yükseği ise %69 ile 27Pamuk (karık sulama) parselinde gerçekleşmiştir. 22 parselin su uygulama randımanı ortalaması %46 olarak hesaplanmıştır.

Bu çalışmada ayrıca Sulama Birliğinin su dağıtım çalışmaları izlenmiştir. 2003 yılı sulama mevsimi boyunca izlenen 113 tersiyer arasında %17 ile en çok sızma kaybı yedek 2'nin 37. tersiyerindedir. Onu %16 kayıpla yine yedek 2'nin 13. tersiyeri ile yedek 3 üzerinde bulunan 6. tersiyer takip etmektedir. Tersiyerlerin 16 tanesi %6 kayıpla suyu iletebilmektedir. Yine tersiyerlerin 80 tanesi suyu %4 ile %10 arası kayıpla taşımaktadır. Yedek kanallarda da tersiyer kanallardaki sızma kayıplarına yakın sonuçlar görülmektedir. Yedek kanallarda iki tersiyer kanal ayırımı arasındaki ölçümlerde %3 ile %11 arasında değişen sızma kaybı oluştuğu belirlenmiştir. Bu yüksek sızma kayıplarının en büyük nedeni, şebekenin yaklaşık 35 yıldır kullanılmakta olmasıdır. Sulama sezonu dışındaki zamanlarda Birlik kanal onarımını yapmakta ancak bu onarımlar yeterli olmamaktadır. Çiftçilerin %65.5'i sulama sisteminde su kaybının çok olduğunu ifade etmişler ve bu çiftçilerin %55.6'sı şebekenin kapalı sisteme dönüştürülmesi gerektiğini savunmuşlardır. Kapalı sistemi isteyen çiftçilerin %57.5'i masrafın bir kısmını karşılayabileceklerini belirtmişlerdir.

Çalışma alanında sulama mevsiminin sonunda birim alana net sulama suyu ihtiyacı ölçüm yapılan yedekleri dikkate aldığımızda 3580 m^3/ha, birlik tarafından yedeklere saptırılan su miktarı ise 12656 m^3/ha'dır. Limnigraf olan Y2T37 tersiyerinin net su temini oranı 3.50, toplam su temini oranı ise 1.29 olarak bulunmuştur. Bütün yedeklerde net su temini oranının 2.5'den büyük toplam su temini oranının ise 1'den büyük olduğu, proje alanına gerekenden fazla su saptırıldığı, bununda proje sulama randımanını olumsuz yönde etkilediği (%28.3) ortaya çıkmaktadır. Verilen rakamlardan da anlaşıldığı üzere, çalışma alanında Birlik tarafından verilen su miktarının çok büyük bir kısmı bitki kök bölgesine gelmeden kaybolmaktadır. Bunun sebepleri arasında en büyüğünün gece sulamalarının olduğu söylenebilir. Yapılan ankette çiftçilerin 1/5'inden fazlasının gece sulama yapmadıkları belirlenmiştir. Yapanların bir kısmı da bazı sulamalarını keyfi olarak gündüz saatlerine kaydırıp suyun drenaj kanalına boşa

akmasına ve sulama sırasının karışmasına sebep olmaktadır. Bu problem 1974 yılı proje verimlilik raporunda da yer almakta ve suyun israf olduğu belirtilmektedir.

Sahadaki en uzun yedek olan Y2'de 12 tersiyerin kapasitesi yetersiz gelmektedir. Y1 ve Y5 yedeklerinde bütün tersiyerlerin kapasitesi yeterli gözükmesine karşın sulanabilir alanların tamamı sulandığında akışı yetersiz kanalların sayısında artış olacağı da bir gerçektir. Kanal kapasitesinin yetersiz olmasının bir diğer sebebi, projede öngörülen farklı bir bitki deseninin olmasıdır (Çizelge 5.1).

Çizelge 5.1 Sulama Birliği alanında bitki deseni değişimi

Bitki	Projesiz durumda	Projede öngörülen	2003 yılında gerçekleşen
	Ekiliş oranı (%)		
Pamuk	35.1	40.0	45.4
Bağ	-	31.0	31.1
Mısır	0.1	-	9.0
Mısır II	-	-	9.1
Yonca	-	2.5	-
Meyveler	0.3	3.5	-
Sebzeler	1.8	6.0	3.2
Buğday	-	9.0	-
Arpa	-	4.0	-
Diğer	0.4	4.0	2.2
Nadas	14.3	-	-
Kuru tarım	48.0	-	-
Toplam	100.0	100.0	100.0

Çizelgeden de görüldüğü gibi her üç durumda da yer alan bitkilerden biri pamuk diğeri ise sebzedir. Mısır ve ikinci ürün mısır, projede öngörülmemiş olmasına karşın 2003 yılında sulama sahasının %18.1'inde yer almıştır. Bu, kanal kapasitesini etkileyen bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sahada en fazla sıkıntı yaşanan tersiyer kanallardan biri olan Y2T37 tersiyer kanalı alanında yapılan SZP D-İ SDP örnek çalışma iki koşul dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. İlkinde kanala sürekli olarak su verildiği kabul edilmiş, ikincisi ise Sulama Birliğinin 2003 yılında uyguladığı sulama takvimi kabul edilmiştir. İlk kabule göre yapılan su dağıtım planında, tarih kaymaları gerçekleşmiş, kaymış olan tarihlere

göre yapılan sulamalarda oluşacak verim kayıpları IRSIS ile hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda herhangi bir verim kaybı gerçekleşmemiş ve bu dağıtım planı optimum kabul edilmiştir. İkinci koşulu göz önüne alan dağıtım yapıldığında alanda yer alan domates parsellerinin ilk 5, bağ parsellerinin ise ilk 3 sulaması yapılamamıştır. Bu nedenle sırasıyla %11.4 ile %6.4 verim kaybı gerçekleşmiştir. İkinci koşulda yapılan su dağıtımında oluşan verim kayıplarından dolayı revizyon gerekmiş ancak yapılamamıştır. Revizyonun yapılabilmesi için en azından Mayıs ayında kanalın bazı günlerde açık olması gerekmektedir. Ancak bu ayda kanal tamamen kapalı olduğu için revizyon da yapılamamıştır. Burada verim kayıplarının önlenmesi adına yapılacak tek müdahalenin Sulama Birliğinin su dağıtım politikasını değiştirmesi olacaktır. Birlik, ya sulama sezonunu, bitki desenine uygun olarak başlatıp bitirecek ve bitkilerin suya en az hassas olduğu dönemlerde sulamaya 1-2 gün ara verip bakım çalışmalarını yürütecek ya da sulamaya hiç ara vermeden bakım çalışmalarını sulama sezonundan önce tamamlamış olacaktır. Buradaki verim kaybının ana nedeni kanalın kapalı olduğu dönemlerde yapılamayan sulamalardır. Kanal kapasitesinin yetmemesinden kaynaklanan kaymalar değildir.

2003 yılında 113 tersiyer ve 7 prizde sulama oranı %6.1 ile %100 arasında değişmektedir. Yedekler içerisinde en büyük sulama oranı ise %81.2 ile Y6'da gerçekleşmiştir. Ana kanalı göz önüne aldığımızda ise sulama oranı %94.3 olarak saptanmıştır. Şebeke dışı sulamanın yapılmadığı alanda sulama oranı, DSİ'nin işlettiği tüm alanlardaki ortalama sulama oranından daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çalışma alanındaki sağlıklı ölçüm yapılan 35 tabansuyu gözlem kuyusunun ölçüm dönemlerindeki ortalamaları, tabansuyu seviyesinin sulama mevsiminden önce 247 cm, sulama dönemi sonunda ise 194 cm olduğunu göstermektedir. Sulama döneminden önceki tabansuyu seviye ölçümü ile diğer ölçümlerin arasındaki farklar ve her sulama dönemi için tabansuyu seviyesindeki ortalama değişim 53 cm olarak hesaplanmış, mevsim boyunca sulama ile toprağa verilen suyun (91.1 cm) %58.7'sinin taban suyunu beslediği sonucu ortaya çıkmıştır. Anket çalışmasında çiftçilerin %70'i tabansuyu seviyesinin değişmediğini ya da bu konuda bilgiye sahip olmadığını belirtmiştir. Tabansuyu ile ilgili belirlenen bu sonuçlar bölgedeki aşırı sulamanın tabansuyuna

etkisini açıkça göstermektedir. Alanda drenaj sisteminin de iyi çalışmadığını düşünürsek ileride tabansuyu problem çıkartabilecektir.

Çalışma alanındaki ana kanal ve ana drenaj kanalındaki sular analiz edilmiş ve ABD tuzluluk laboratuarı sulama suyu sınıflandırma grafiğine göre ana kanaldaki su, C_2S_1, ana drenaj kanalındaki su ise C_3S_1 sınıfında yer aldığı saptanmıştır. Ayers ve Westcot sulama suyu sınıflama rehberine göre, ana kanaldaki su için hiç bir sorun olmadığı, ana drenaj kanalındaki su için ise infiltrasyon ve pH açısından sorun olmadığını ancak tuzluluk ve toksisite açısından sorunun arttığını söyleyebiliriz. Ayrıca her iki su için şiddetli sorun olmadığı görülmektedir.

Bu çalışmada, sulama mevsimi boyunca izlenen şebekedeki problemler yukarıda özetlenmiştir. Problemleri yok etmek ve alandaki suyun etkin kullanımını sağlayarak kıt olan su kaynaklarından optimum yararlanabilmeyi sağlamak amacıyla önerilerde bulunulmuştur.

Salihli Sağ Sahil Sulama Birliği üyesi olan çiftçilerin, tarımsal faaliyetler içerisinde özellikle sulama konusunda eğitimsiz oldukları görülmektedir. Bu nedenle çiftçinin alacağı eğitim suyun etkin kullanımı açısından oldukça önem arz etmektedir.

Sulama eğitimi özel bilgi ve beceri isteyen, tarlada uygulama yapmayı gerektiren bir faaliyettir. Bu nedenle Sulama Birliklerinde görev yapan teknik personelin sulama konusunda eğitim almaları ve elde ettikleri bu deneyimleri çiftçiyle tarlada paylaşmaları gerekmektedir. Bunun için de Birlik, yöreyi temsil edebilecek toprak bünyesine sahip, ortalama parsel büyüklüğünde bir parseli satın almalı yada kiralamalıdır. Bu parselde en çok tarımı yapılan bitki (pazar değeri yüksek ve yöreye adapte olan çeşit) yetiştirilmeli ve sulama zaman planlamasına uygun olarak sulanmalıdır. Bununla birlikte yetiştiricilikteki teknolojik gelişmeler sponsor firmalar aracılığı ile çiftçilere demostre edilmelidir. Yapılan ankette çiftçilerin tamamının istediği ilk eğitim şeklinin tarlada uygulama olduğunu göz önüne alındığında birliğin organize edeceği bu eğitimin büyük bir başarıya ulaşabileceği ve çiftçinin büyük bir bölümünün kendi tarlasında isteneni

uygulayacağını söylemek mümkün olacaktır. Ayrıca Valiliklere bağlı ve aktif olarak bölgelerinde çalışan Ziraat Mühendislerinin de eğitimleri tamamlanarak çiftçi eğitimine destek vermeleri sağlanmalı ve çiftçinin güven duyabileceği Ziraat Mühendislerinin sayısı hızla arttırılmalıdır.

Eğitimi alan çiftçiler büyük bir titizlikle öğrendiklerini kendi arazilerinde uygulamalı ve sulama ve yetiştiricilik konusunda kendilerini geliştirmelidir. Her geçen gün su kaynaklarının azaldığını göz önüne aldığımızda suyu optimum kullanan çiftçiler ayakta kalıp refah içerisinde yaşamaya devam edecek öte yandan suyu kullanamayan çiftçiler beklide mesleklerini bırakmak zorunda kalabileceklerdir.

Sulama alanında bulunan 35 yıl gibi uzun bir süredir hizmet veren şebekenin suyun optimum dağıtılmasına uygun olmadığı, ayrıca alandaki drenaj kanallarının işlevlerini neredeyse yitirmiş olduğu belirtilmiştir. Birlik yönetimi, bir yandan kullanılan şebekedeki sulama oranı yüksek ve iletim randımanı düşük olan kanalların bakımını yapmalı ve bir yandan da kapalı sisteme dönüşüm fizibilitesini hazırlamalıdır. Kapalı sisteme dönüşümün sağlayacağı faydaları su kullanıcılarına benimsetmeli ve onlardan adil bir şekilde maddi katkı sağlayabilmelidir. Bunu yaparken de gerek üniversiteler gerekse DSİ, Sulama Birliklerine destek vererek borulu şebekeye dönüşümün gerçekleşmesine hız verilmelidir.

Su kullanıcıların ve Sulama Birliklerinin yeni sisteme kolay adapte olabilmeleri için dönüşümün su kaynağından başlayarak kısım kısım gerçekleştirilmesi akılcı bir yol olacaktır. Ayrıca sistem tamamlanıncaya kadar mevcut şebekede su dağıtımında karşılaşılan problemleri en aza indirmek ve Birlik yönetiminin gelecekte izleme ve değerlendirme çalışmalarına önemli bir veri kaydı sağlanması amacıyla her çiftçi suyu almaya başladığı ve bitirdiği tarih ve saati ayrıca miktarını (kaç sifonla sulama yaptığını) birlik yönetimi tarafından hazırlanan tutanakla imza karşılığında belirtmelidir. Bunu yapmadan önce grup başkanları aracılığıyla çiftçilere amacını ve sonunda gerçekleşebilecek avantajlar anlatılmalı ve yapmayanlara ne gibi bir yaptırım uygulanacağı açıkça belirtilmelidir. Yapılan bu kayıtla;

1. Bir sonraki sulama sezonunda yapılacak su dağıtım planlaması daha kolay olacak,
2. Oluşabilecek sıra kaymaları en aza inecek,
3. Su kontrolü kolaylaşacak,
4. İzleme ve değerlendirme çalışmaları için önemli bir veri kaynağı olacak,
5. Özellikle gece sulamalarında yapılan aşırı su kullanımı ve kaybı azalmış olacak ve
6. En önemlisi çiftçi ölçülü su dağıtımına alıştırılmış olacaktır.

Sistem dönüşümünün uzun sürebileceği düşüncesiyle alanda kullanılan yüzey sulama yöntemlerinin uygulanmasında suyun homojen dağılımının sağlanması için imkanlar dahilinde arazi tesviyesi yaptırılmalı ve optimum karık ve tava boyutları belirlenerek çiftçinin bunları uygulaması sağlanmalıdır. Ayrıca yeni sistem tamamlanıncaya kadar Birlik Yönetimi, su kıtlığının yaşanması durumunda acil eylem planı hazırlamalıdır. Bu planda su stersine dayanıklı bitki veya bitki çeşitleri önceden belirlenmeli ve çiftçiler bu konuda özendirilmelidir. Seçilen bitkilerin çeşitli kısıt yüzdelerinde hesaplanan sulama programları hazırlanmalı ve su sıkıntısı yaşanmadan önceki bir sulama sezonunda belirlenen alanlarda ya da Birliğin demostre parsellerinde denenmeli ve uygulaması ile sonuçları çiftçilerle paylaşılmalıdır.

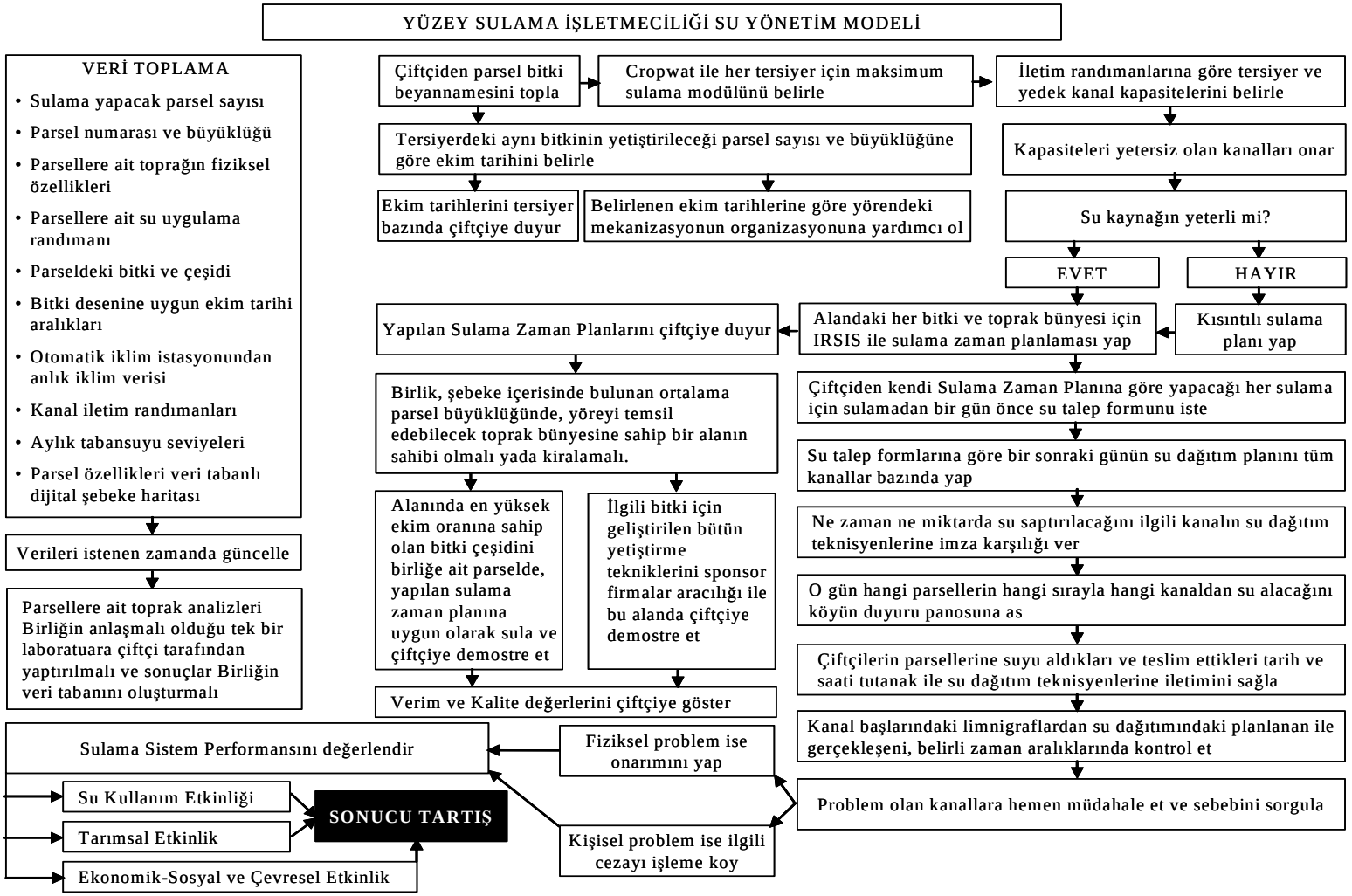
Çalışma sırasında çiftçilerle yapılan görüşmelerde hasat sırasında işçi bulma konusunda büyük problem yaşadıklarını belirtmişlerdir. Birlik yönetimi bunu önleyebilmek için sulama mevsiminden önce bitki desenine göre uzmanlardan yardım alarak ekim tarihlerini, aynı tersiyerin suladığı parsellerde belirli gün aralıkla çiftçiye yaptırmalıdır. Ekim işlemleri yapılırken Birlik çiftçilere, yöredeki ekim mekanizasyonunun (mibzer) organizasyonunda yardımcı olabilir. Böylece arazi sahipleri hasat sırasında işçi bulma sıkıntısı çekmeyecekler, sulama tarihleri farklı günlerde olabileceğinden kanal kapasitesi problemi olmayacak ve çiftçiler ile Birlik yönetimi arasında olan anlaşmazlıklar yaşanmayacaktır.

“Yüzey Sulama İşletmeciliği Su Yönetim Modeli” yaklaşımı akış şeması ile “Sulama Birliği Su Yönetim Modeli” akış şeması Şekil 5.1 ve Şekil 5.2’de verilmiştir. İki model arasındaki farkların başında teknolojiyi kullanarak sulamanın koşullara ve bilimsel

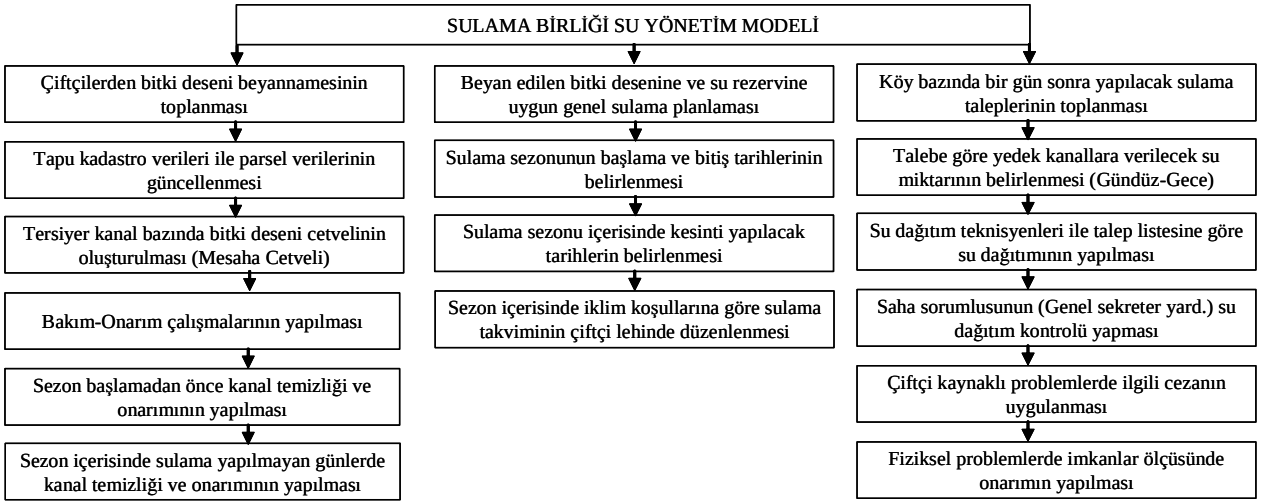
esaslara uygun olarak SZP ile birlikte SDP yapılması gelmektedir. Aslında “yöntem” ve “bulgular” bölümlerinde de bahsedildiği gibi SZP D-İ SDP yaklaşımını kullanmak tabiki daha bilimsel bir çözüm olacaktır ancak yaklaşımın şebeke bazında elle yapılması sıkıntılı olacaktır. Bu nedenle bu yaklaşım bir bilgisayar paket programı haline getirilinceye kadar önerilen modelde olduğu gibi su dağıtımını uygulamak daha akılcı olacaktır.

Bir diğer fark ise, çiftçinin özellikle sulama konusundaki eksikliğinin giderilmesi konusudur. Çiftçi gözüyle görmediğine inansa bile gerçekleştirmekte güçlük yaşayacağı bir gerçektir. Bu nedenle Sulama Birliği öncülüğünde, örnek bir parselde sezon başından sonuna kadar gerçekleştirilecek optimum uygulamayı demostre etmek, çiftçinin yaşayacağı güçlüğü ortadan kaldıracaktır.

Bir diğer belirgin fark ise izleme ve değerlendirme faaliyetlerinin çok sınırlı gerçekleştirilmesidir. Bunun da sebebi ayrıntılı bir veri kaydının olmayışıdır. Önerilen modeldeki gibi, gerekli veriler zamanında toplanıp sezon içinde değerlendirilmeye alınıp sonuç uygulansa performans artacaktır. Dolayısıyla yaşanabilecek büyük sorunlar kontrol altına alınmış olacaktır.



Şekil 5.1 Yüzey sulama işletmeciliği su yönetim modeli akış şeması



Şekil 5.2 Sulama Birliği su yönetim modeli akış şeması

KAYNAKLAR

Akar, D. Ve Koç, C. 2005. Entegre Nehir Havzası Su Yönetimi Planının Türkiye'de Uygulanması. II. Ulusal Su Mühendisliği Sempozyumu. 21-24 Eylül. Gümüldür-İzmir.

Akkuzu, E., Aşık, Ş., Ünal, H.B., Karataş, B.S. ve Avcı, M. 2003. Menemen Sol Sahil Sulama Sistemi Su Dağıtımında Yeterliliğin ve Değişkenliğin Belirlenmesi. Ege Ünv. Ziraat Fak. Derg. 40(3): 97-104.

Aküzüm, T. ve Kodal, S. 1994. GAP Sulama Sistemlerinin İşletme-Bakım ve Yönetimi. GAP İdaresi Başkanlığı, GAP Dergisi Sulama Özel Sayısı, s.44-46, Ankara.

Aküzüm, T. ve Öztürk, F. 1996. Topraksu Yapıları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Yayın No: 1448, Ankara.

Aküzüm, T., Çakmak, B. ve Benli, B. 1999. Yirmibirinci Yüzyılda Dünyada Su Sorunu. 7. Kültürteknik Kongresi, s.8-16, Nevşehir.

Aküzüm,T., Kodal, S., Hamidi, Ş., Tüzün, M., Demir, H. ve Yıldız, F. 2001. GAP Sulamalarında Önerilen İşletme-Bakım Yönetim Modeli ve Uygulamaları. I.Ulusal Sulama Kongresi, 8-11 Kasım 2001, Kültürteknik Derneği, Antalya, s.17-26.

Albut, S. ve Güngör, Y. 1996. İpsala-Altıyazı-Karasaz Sulama Şebekesinde Su Dağıtım ve Kullanım Etkinliği. Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 248, Araştırma No: 95, Tekirdağ.

Alibiglouei, M.H. 1991. Eskişehir-Çifteler Sulama İşletmesinde Su Dağıtım ve Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara.

Anonim. 2005. DMİ Genel Müdürlüğü 1975-2005 Meteoroloji Bülteni, Ankara.

Anonim. 2007a. DSİ'ce İnşa Edilerek İşletmeye Açılan Sulama ve Kurutma Tesisleri. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.

Anonim. 2007b. 2006 Yılı DSİ'ce İşletilen ve Devredilen Sulama Tesisleri Değerlendirme Raporu. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.

Anonim. 2008. Nik İnşaat Ticaret Limited Şirketi. Web Sitesi. http://www.nik.com.tr/new/yazilimlar/uydular/quick.htm., Erişim Tarihi: 22.04.2008.

Anonymous. 1999. Transfer of Irrigation Management Services. Irrigation and Drainage, paper 58, p. 1-3.

Anonymous. 2008a. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Web Sitesi. http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_cropwat.html., Erişim Tarihi: 22.04.2008.

Anonymous. 2008b. Jeodezi ve Fotogrametri Forumu. Web Sitesi. http://jfm.gen.tr/jfmgen/viewtopic.php?t=326., Erişim Tarihi: 22.04.2008.

Anonymous. 2008c. RSNE Research Services. Web Sitesi. http://www.rsne.com.au/aqualink/index.html., Erişim Tarihi: 14.04 .2008.

Aral, G. 1998. Eskişehir Sol Sahil sulama Şebekesinde Sulama Sistem Performansının Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Aryal, B.K. 1991. Irrigation Management in Nepal: A Perspective Improved Irrigation Systems Performance for Sustainable Agriculture, Proceedings of the Regional Workshop Organized by FAO in Bangkok, Thailand, 22-26 October 1990, Rome, 263-269 p.

Avcı, M., Akkuzu, E., Kılıç, M. ve Karataş, B.S. 1999. Sekonder Sulama Kanalı Düzeyinde Su Dağıtım Eşitliği Üzerine Bir Araştırma. VII. Kültürteknik Kongresi, 11-14 Kasım, Kapadokya.

Ayyıldız, M. 1990. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ank. Ünv. Zir. Fak. Yayınları:1196, Ders Kitabı: 344, Ankara.

Balaban, A. ve Ayyıldız, M. 1970. Orta Anadolu Sulamalarında Tarla Sulama Randımanı Üzerinde Bir Araştırma, A.Ü. Ziraat Fakültesi Yıllığı, Yıl: 20, Fasikül: 1, Ankara.

Balaban, A. ve Beyribey, M. 1991. Konya-Alakova Yeraltı suyu İşletmesinde Su Dağıtım ve Kullanım Etkinliği Üzerine Bir Araştırma, Doğa Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi 15, 1, 24-34, Ankara.

Bekişoğlu Ş., 1994. Türkiye'deki Sulama Sistemlerinin Mevcut Durumu, İşletme ve Bakım Sorunları. Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferans Bildirgeleri. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, DSİ Genel Müdürlüğü. Cilt 2, s. 579-586. Ankara

Benami, A. and Diskin, M. 1965. Design of Sprinking Irrigation, Lowdermik Faculty of Agr. Eng., Publication 23, Technion, Israel Institute of Technology, 1-165, Israel.

Benli, B. ve Beyribey, M. 1998. Eskişehir Sulaması Sağ Sahil Sulama Alanında Sistem Performansının Değerlendirilmesi. A.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 4(1): 26-32, Ankara.

Beyribey, M. 1989. Konya-Alakova Yeraltı Suyu İşletmesinde Su Dağıtım ve Kullanım Etkinliği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü, Doktora Tezi, Ankara.

Beyribey, M. ve Şahin, L. 1990. Konya-Alakova Sulama Alanında 1989 Yılı Sulama Sonuçlarının Bilgisayarla Değerlendirilmesi. DSİ Teknik Bülteni, DSİ Genel Müdürlüğü Basımevi, Sayı: 72, s. 47-50, Ankara.

Beyribey, M. 1995. Sulama Sistemlerinin İzleme ve Değerlendirilmesi. Kültürtekniğe Giriş. Editör A. Balaban, A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No: 1402, Ders Kitabı 404, s. 133-147, Ankara.

Beyribey, M., Balaban, A., Aküzüm, T., Girgin, İ. ve Çakmak, B. 1995. Sulama Sistemlerinde Performans Değerlendirmede Bir Yaklaşım. 5. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, 30 Mart- 2 Nisan 1995, Kemer- Antalya.

Beyribey, M. ve Çakmak, B. 1996. Sulama Projelerinin İzleme ve Değerlendirilmesi. Topraksu Dergisi, 96/1, s.2-8, Ankara.

Beyribey, M. 1997. Devlet sulama şebekelerinde sistem performansı değerlendirilmesi. A.Ü. Ziraat Fak. Yay. No:1480, Bilimsel araştırma ve inceleme, 813, Ankara.

Beyribey, M., Sönmez, F.K., Çakmak, B. ve Oğuz, M. 1997 (a). Sulama Şebekelerinde Sistem Performansının Değerlendirilmesi. 6. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, s.172-179, 5-8 Haziran 1997, Bursa.

Beyribey, M., Sönmez, F.K., Çakmak, B. ve Oğuz, M. 1997(b). Devlet Sulama Şebekelerinde Aylık Su Temini Oranının Belirlenmesi. A.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 3(2): 33-37, Ankara.

Beyribey, M., Erdoğan, F.C., Çakmak, B. ve Aküzüm, T. 1997(c). Katılımcı Sulama Yönetimi ve Sulama Birliklerinde Sistem Performansının Değerlendirilmesi. 6. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, 162-171, 5-8 Haziran 1997, Bursa.

Beyribey, M., Sönmez, F.K., Çakmak, B. ve Oğuz, M. 1997(d). Sulama Şebekelerinin İzleme ve Değerlendirilmesinde Ortalama ve Yıllık Veri Kullanımı. A.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 3(1): 77-81, Ankara.

Beyribey, M. ve Tatlıdil, F.F. 1999. Ereğli İvriz Sağ Sahil Sulama Birliğinde Sulama Sistem Performansının Değerlendirilmesi, Ziraat Dünyası, Türkiye Ziraatçılar Derneği, Sayı: 448, s: 28-32, Ankara.

Beyribey, M., Okman, C., Girgin, İ., Kodal, S., Yıldırım, Y.E., Çakmak, B., Bayramin, İ., Tekiner, M. ve Erdoğan, F.C. 2003. Tarımsal Su Yönetiminde Entegre Yaklaşım. 2. Ulusal Sulama Kongresi, Kuşadası, Aydın, s: 349-359.

Beyribey, M. and Çakmak, B. 2004. Integrated Approach for Water Resources Management in Turkey. The First International Capacity Building Program on

Participatory Irrigation Management, INPIM Training Modules (Support Provided by the Ministry of Foreign Affairs and Development Cooperation, Netherlands) International Agrohydrology Research and Training Centre, 23p., Menemen-İzmir, Turkey.

Beyribey, M. ve Tekiner, M. 2005. Salihli Sağ Sahil Sulama Birliği Alanında Sulama Uygulamaları. II. Ulusal Sulama Sistemleri Sempozyumu ve Sergisi, 9-11 Kasım 2005, Ankara.

Beyribey, M. ve Tekiner, M. 2008. Yüzey Sulama Sistemi Kullanan Sulama Birliklerinin Uygulamada Karşılaştıkları Sorunlar ve Çözüm Önerileri. DSİ Genel Müdürlüğü 5. Dünya Su Forumu Kapsamında Türkiye Bölgesel Toplantıları, Su Tüketimi-Arıtma-Yeniden Kullanım Sempozyumu, 3-5 Eylül 2008, İznik-Bursa.

Bhatta, K.P., Ishıda, A., Tanıguchı, K. and Sharma, R. 2005. Performance of Agency-Managed and Farmer-Managed Irrigation Systems: A Comparative Case Study at Chitwan, Nepal. Irrigation and Drainage Systems, 20: p.177–191.

Boyacıoğlu, A. ve Beyribey, M. 1998. Polatlı Bölgesi Şeker Pancarı Sulamalarında Su Kullanım Etkinliğinin Değerlendirilmesi. A.Ü. Ziraat Fak. Tarım Bilimleri Dergisi, 4(1), 1-7.

Clemmens, A.J., Dedrick, A.R., Clyma, W. and Ware, R.E. 2000. On-Farm System Performance in The Maricopa-Stanfield Irrigation and Drainage District Area. Irrigation and Drainage Systems, 14: p93–120.

Çakmak, B. 1997. Devredilen Sulama Şebekelerinde Performansın Değerlendirilmesi: Konya Örneği. A.Ü.Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 3(1), 95-102, Ankara.

Çakmak, B., Aküzüm, T., Çiftçi, N., Zaimoğlu, Z., Acar, B., Şahin, M. ve Gökalp, Z. 2005. Su Kaynaklarının Geliştirme ve Kullanımı. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, s. 191-211, Ankara.

Çetin, Ö., Tuncer, M. ve Öğretir, K. 2001. Türkiye'de Sulama Yönetimi Sorunları ve Şebekelerin Kullanıcılara Devri. Trakya Toprak ve Su Kaynakları Sempozyumu, 24-27 Mayıs, s. 144, Kırklareli.

Değirmenci, H. 2001a. Devredilen Sulama Şebekelerinin Karşılaştırma Göstergeleri ile Değerlendirilmesi. Uludağ Ünv. Zir. Fak. Derg., 15: 31-41.

Değirmenci, H. 2001b Bursa-Uluabat Sulaması Performansının Değerlendirilmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 32(3), 277-283, Erzurum.

Değirmenci, H., Büyükcangaz, H. and Kuşcu, H., 2003. Assessment of Irrigation with Comparative Indicators in the Southeastern Anatolia Project. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 27(2003), 293-303.

Değirmenci H. 2008. Web Sitesi. http://ciftci.ksu.edu.tr/dokumanlar/sulama_yonetimi.html, Erişim Tarihi: 10.04.2008.

Doorenbos, J. and Pruitt, W.O. 1977. Crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 24, FAO, United Nations, Rome.

Doorenbos, J. and Kassam, A.H. 1979. Yield response to water. Irrig. Drain. Paper No 33, FAO, Rome.

Eminoğlu, E. 2007. Türkiye'de Su Yönetimi ve Sulama İşletmeciliği. Orta Asya Sulama Suyu Yönetimi Çalıştayı. 12-14 Eylül 2007. Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü, s. 8, Ankara.

Erdoğan, F.C. 2001. Katılımcı Sulama Yönetimi Uygulamaları (Devir) ve Sulama Birlikleri. 1.Ulusal Sulama Kongresi, s. 92-100, Antalya.

Gündoğdu, K.S., Aslan A.T.Ş., Değirmenci, H., Demir, A.O., Demirtaş, Ç. ve Arıcı, İ. 2001. Sulama Projelerinin İzlenmesi ve Değerlendirilmesinde GIS Destekli Veri Tabanı Oluşturulması. 1. Ulusal Sulama Kongresi, 8-11 kasım 2001, s. 233, Belek, Antalya.

Güngör, Y. ve Erözel, A.Z. 1994. Drenaj ve Arazi Islahı. Ank. Ünv. Ziraat. Fak. Yayın No: 1341, Ders Kitabı: 389, Ankara.

Güngör, Y., Erözel, A.Z. ve Yıldırım, O. 2004. Sulama. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın No:1540, Ders kitap No:493, Ankara.

Işıkhan, A. 1999. Drenaj ve Toprak İyileştirme Ders Notu. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları.

İlbeyi, A. 2001. Türkiye'de Bitki Su Tüketimleri Tahmininde Kullanılacak Bitki Katsayılarının Belirlenmesi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, 179s, Ankara.

İnce, Ö., Demir, G., Yorulmaz, Ö. ve Erdoğan, F.C. 2001. DSİ Tarafından İnşa Edilerek İşletmeye Açılan ve Devredilen Sulama Tesislerinde İzleme ve Değerlendirme Çalışmaları. Kültürteknik Derneği 1. Ulusal Sulama Kongresi, s. 125, Antalya.

Johnson, S.H. 1998. Irrigation Management Transfer in Mexico: a Strategy to Achieve Irrigation District Sustainability. International Irrigation Management Institute, Research Report 16, April 1998.

Kabakçı, H. 1996. Bitki Su Tüketiminin tahmininde Kullanılan Bazı Parametrelerin Türkiye Koşullarında Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat FakültesiTarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara.

Kanber R., Kırda, C. ve Tekinel O. 1990.Sulama Suyu Niteliği ve Sulamada Tuzluluk Sorunları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı (KT-405). Adana.

Kanber, R. 1997. Sulama. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 174, Ders Kitapları Yayın No: 52, Adana.

Kanber, R., Çullu, M.A., Kendirli, B., Antepli, S. ve Yılmaz, N. 2005. Sulama, Drenaj ve Tuzluluk. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, s. 213-251, Ankara.

Kloezen, W.K., Restrego, C.G. and Johnson, S.H., 1998**.** Impact Assessment of Irrigation Management Transfer in the Alto Rio Lerma Irrigation District, Mexico. International Irrigation Management Institute, Research Report 15.

Klute, A. and Dirksen, C.D. 1986. "Methods of Soil Analysis", Part 1, Physical and Mineralogical Methods, Agronomy Monograph, No 9, Madison, Wisconsin, 687-734.

Kocabaş, E.S. ve Girgin, İ. 1998. Sulama Şebeklerinde Sistem Performansının Değerlendirilmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 4(2), s. 39-48.

Koç, C. 1997. Büyük Menderes Havzası Sulama Şebekelerinde Organizasyon-Yönetim Sorunları ve Yeni Yönetim Modelleri Üzerinde Araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Doktora Tezi, 183 sayfa, İzmir.

Koçak-Tahmaz, P. 2006. Asartepe Sulama Birliği Alanında Planlı Su Dağıtım Esaslarının Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Doktora Tezi, 174s, Ankara.

Kodal, S. 1993. Su Bütçesi Yaklaşımının Ülkemizde Ş.Pancarı Sulama Zamanı Planlamasına Uygulanması. Topraksu 1993-1, s.2-8, Ankara.

Kodal, S. 1996. Ankara-Beypazarı Ekolojisinde Yeterli ve Kısıtlı Su Koşullarında Sulama Programlaması, İşletme Optimizasyonu ve Optimum Su Dağıtımı. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları 1465, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 807, 69 s., Ankara.

Kodal, S., Köksal, E.S., Tüzün, M., Demir, A.O. ve Özbek, Y. 2003. Sulama Şebekelerinin Yönetiminde Planlı Su Dağıtımı Esasları ve Bilgisayar Yazılımlarının Önemi. 1. Ulusal Su Mühendisliği Sempozyumu, 22-26 Eylül, Gümüldür, İzmir.

Kodal, S., Erkan, A.Z., Baysan, N. and Bilgen, G.K. 2006. Importance of Water Delivery Scheduling for Water Saving in Water User Association: A Cade Study for GAP-Harran Plain, Turkey. Harmonization and Integration of Water Saving Options, WASAMED Thematic Network, 5th Workshop, May 3-7, 2006, Malta.

Kumbaroğlu, Ş. 2004. Sulama Sistemlerinin Hizmette Etkinlik ve Verimlilik İlkeleri Doğrultusunda Yeniden Yapılandırılması. Türkiye ve Orta Doğu Amme İdaresi Enstitüsü Kamu Yönetimi Lisansüstü Uzmanlık Programı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Murray-Rust, D.H. and Snellen, W.B. 1993. Irrigation System Performance Assessment and Diagnosis. IIMI/ILRI/IHEE Publication, IWMI, Colombo, Sri Lanka.

Murray-Rust, D.H. ve Svendsen, M. 2001. Performance of Locally Managed Irrigtaion in Turkey: Gediz Case Study. Irrigation and Drainage Systems, 15:373-388, Netherlands

Öğretir, K. ve Beyribey, M.1998. Eskişehir DSİ Sulama Şebekesinde Sistem Performansının Değerlendirilmesi. Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı 1997, KHGM APK Dairesi Bşk. Toprak ve Su Kaynakları Arş. Şb. Md. Yayın No: 106, s.250-263, Ankara.

Raes, D., Lemmens, H., Van Aelst, P., Bulcke, M.V. and Smith, M. 1988. IRSIS, Irrigation Scheduling Information System. vol. 1., Katholieke Universiteit Leuven, Belgium.

Smith, M. 1992. Cropwat. A Computer Program for Irrigation Planning and Management, FAO, Irrigation and Drainage, paper 46, 126 p., Rome.

Svendsen, M. and Huppert, W. 2003. Optimal Maintenance Irrigation. Irrigation and Drainage Systems, 17: p. 109–128.

Svendsen, M. and Nott, G. 1996. Irrigation Management Transfer in Turkey: Process and Outcomes. Paper Presented at International Association for the Study of Commen Property Meetings, Berberley, June 5-8, California.

Şener, M. 2004. Hayrabolu Sulamasında Su Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Edirne.

Taş İ., Yaşar B., Gökalp Z. ve Tekiner, M. 2008. Dünyada ve Türkiye'de Suyun Fiyatlandırılması. TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi, 20-22 Mart 2008, 1. Cilt, s.247-258, Ankara.

Tekinel, O., Kanber, R. ve Çetin, M. 2000. Su Kaynaklarının Geliştirme ve Kullanımı. V. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, s.231-258, 17-21 Ocak 2000, Ankara.

Uçan, K. ve Yüksel, A.N. 2000. Kahramanmaraş Sulamasında Sulama Suyu Etkinliğinin Belirlenmesi. Fen ve Mühendislik Dergisi, Cilt 3, Sayı 1.

Uphoff, N. 1986. Improving International Irrigation Management with Farmer Participation: Getting the Proccess Right, Westview Press Colorado.

Usul, M. 2003. Salihli Sağ Sahil Sulama Alanının Fiziksel Arazi Değerlendirmesi. Ankara Ünv. Zir. Fak. Toprak Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Usul, M. and Bayramin, I. 2004. Physical Land Evaluation of Salihli Right Coast Irrigation Area. International Soil Congress (ISC) on "Natural Resource Management for Sustainable Development", June 7-10, 2004, Erzurum-Turkey

Ünal, H.B., Avcı, M., Aşık, Ş., Akkuzu, E., Kılıç, M. and Karataş, B.S. 2004. Sulama Suyu Dağıtımına Çiftçi Tepkileri: Menemen Sol Sahil Sulama Sistemi Örneği. Ege Ünv. Ziraat Fak. Dergisi, 41(3), s. 165.

Westcot D.W. and Ayers R.S. Irrigation with Reclaimed Municipal Wastewater - A Guidance Manual, Lewis Publishers, Chelsea Michigan. 1985. p 3-1 to 3-37, 1 fig, 14 tab, 20 ref.

Yercan, M. 2003. Management Turning-over and Participatory Management of Irrigation Schemes: a Case Study of the Gediz River Basin in Turkey. Agricultural Water Management 62. p.205–214.

Yamane, T. 2001. Temel Örnekleme Yöntemleri, (Çevirenler: Esin, A.- Aydın, C. Bakır, M.A.-Gürbüzsel, E.), Literatür Yayınları, No: 53, İstanbul.

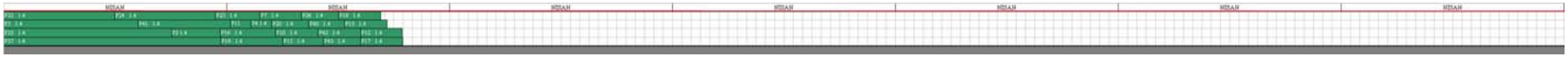
EKLER

EK 1 Sulama sistem şematiği

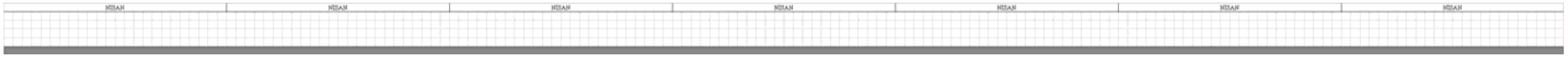
EK 2 Optimum su dağıtım planı

EK 3 Sulama Birliği koşullarına uygun su dağıtım planı

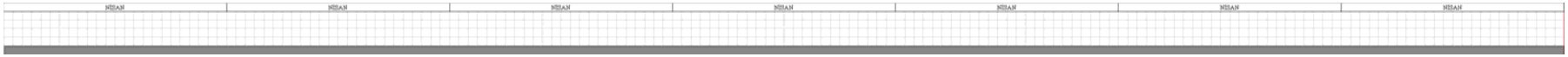
EK 2 Optimum su dağıtım planı



1-7 NİSAN

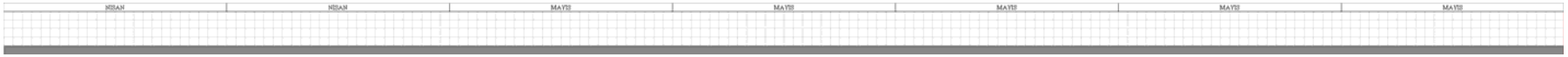


8-14 NİSAN

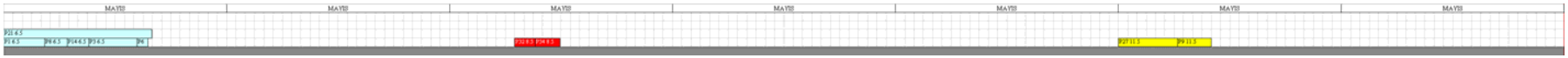


15-21 NİSAN

22-28 NİSAN

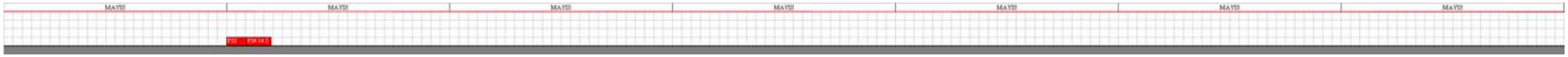


29 NİSAN-5 MAYIS

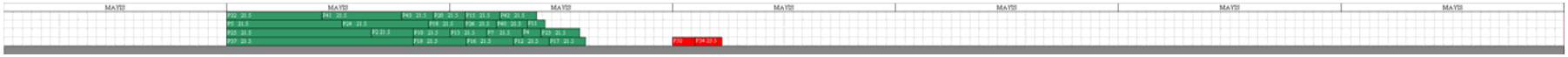


6-12 MAYIS

EK 2 Optimum su dağıtım planı (devamı)



13-19 MAYIS



20-26 MAYIS

27 MAYIS -2 HAZİRAN

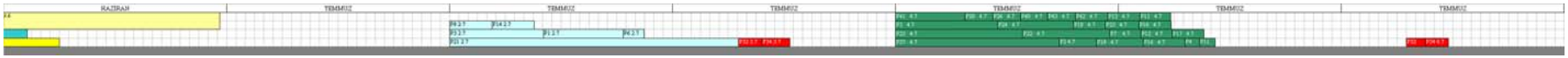
3-9 HAZİRAN

10-16 HAZİRAN

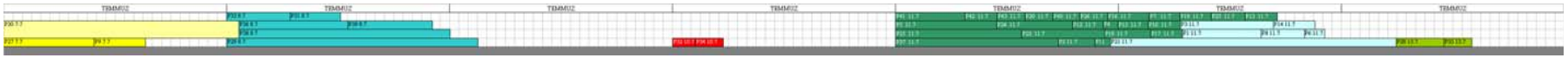
17-23 HAZİRAN

EK 2 Optimum su dağıtım planı (devamı)

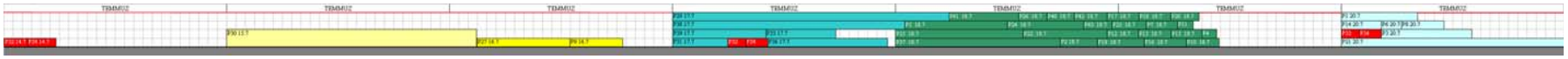
23-29 HAZİRAN



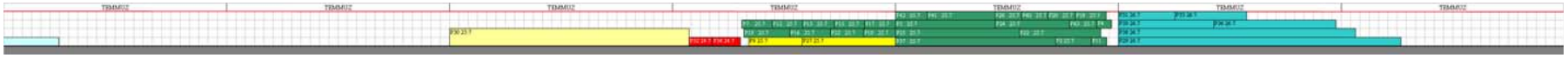
30 HAZİRAN -6 TEMMUZ



7 TEMMUZ -13 TEMMUZ



14 TEMMUZ -20 TEMMUZ

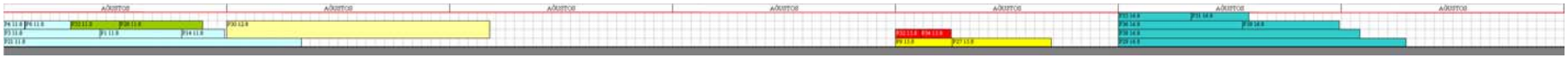


21 TEMMUZ -27 TEMMUZ

28 TEMMUZ -3 AĞUSTOS

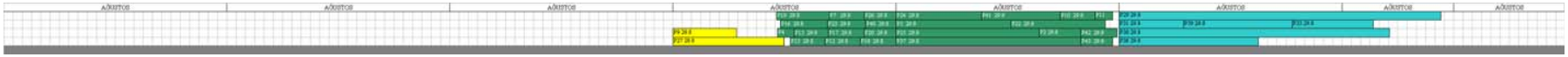
4-10 AĞUSTOS

EK 2 Optimum su dağıtım planı (devamı)

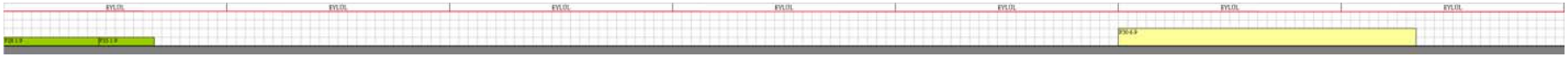


11-17 AĞUSTOS

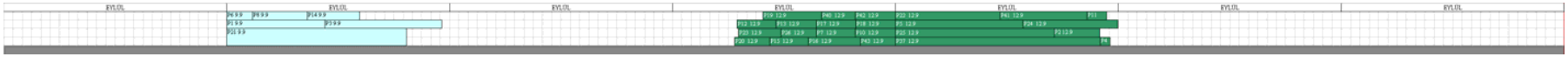
18-24 AĞUSTOS



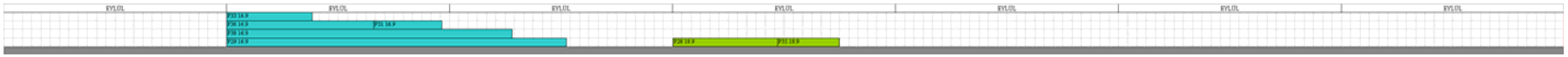
25-31 AĞUSTOS



1-7 EYLÜL



8-14 EYLÜL



15-21 EYLÜL

EK 3 Sulama Birliği koşullarına uygun su dağıtım planı

1-7 NİSAN

8-14 NİSAN

15-21 NİSAN

22-28 NİSAN

29 NİSAN-5 MAYIS

6-12 MAYIS

EK 3 Sulama Birliği koşullarına uygun su dağıtım planı (devamı)

13-19 MAYIS

20-26 MAYIS

27 MAYIS-2 HAZİRAN

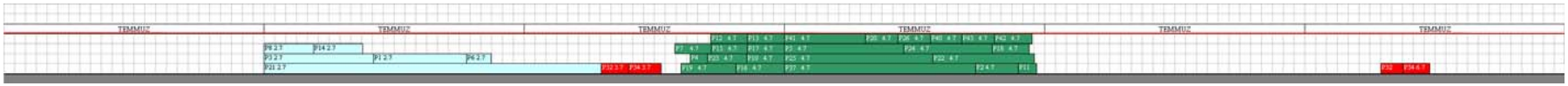
3-9 HAZİRAN

10-16 HAZİRAN

17-23 HAZİRAN

EK 3 Sulama Birliği koşullarına uygun su dağıtım planı (devamı)

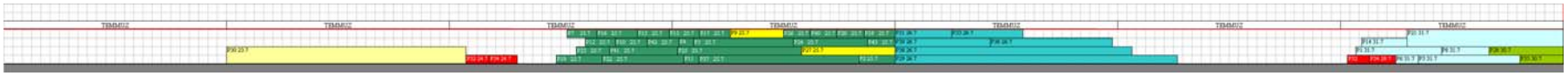
24-30 HAZİRAN



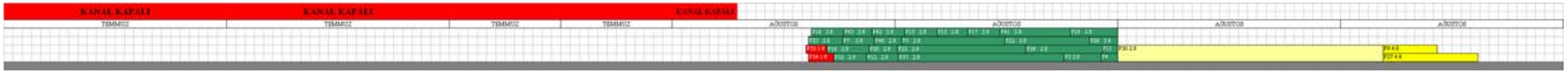
1-7 TEMMUZ

8-14 TEMMUZ

15-21 TEMMUZ



22-28 TEMMUZ



29 TEMMUZ-4 AĞUSTOS

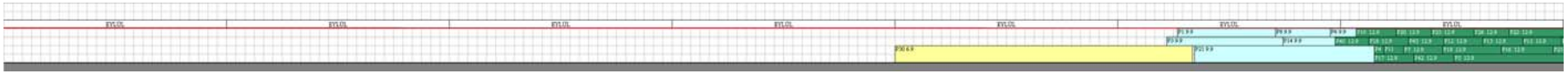
EK 3 Sulama Birliği koşullarına uygun su dağıtım planı (devamı)

5 -11AĞUSTOS

12 -18AĞUSTOS

19 -25AĞUSTOS

26 AĞUSTOS-1 EYLÜL



2-8 EYLÜL

9-15 EYLÜL

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı	:	Murat TEKİNER
Doğum Yeri	:	Ankara
Doğum Tarihi	:	09.03.1970
Medeni Hali	:	Evli
Yabancı Dili	:	İngilizce

Eğitim Durumu

Lise	:	Niğde Endüstri Meslek	(1988)
Lisans	:	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü	(1994)
Yüksek Lisans	:	Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı	(2001)

Çalıştığı Kurumlar

Karaman Ovası Sulama Birliği	:	Genel Sekreter	(1995)
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü	:	Araştırma Görevlisi	(1996-2001)
Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü	:	Araştırma Görevlisi	(2001-2008)

Yayınları

Beyribey, M., Okman, C., Girgin, İ., Kodal, S., Yıldırım, Y. E., Çakmak, B., Bayramin, İ., Tekiner, M., Erdoğan, C. F. 2003. Tarımsal Su Yönetiminde Entegre Yaklaşım. 2. Ulusal Sulama Kongresi Bildirileri. s. 349-359. Aydın.

Yıldırım, Y. E., Turkeş, M., Tekiner, M., 2004. Time-series Analysis of Long-term Variations in Stream-flow Data of Some Stream-flow Stations over the Gediz Basin and in Precipitation of the Akhisar Station. Pakistan Journal of Biological Sciences, Asian Scientific Network for Scientific Information, 7(1) : 17-24, Faisalabad, Pakistan.

Beyribey, M., Tekiner, M. 2005. Salihli Sağ Sahil Sulama Birliği Alanında Sulama Uygulamaları. II. Ulusal Sulama Sistemleri Sempozyumu ve Sergisi 9-11 Kasım 2005. Ankara.

Taş, İ., Özkay, F., Gökalp, Z. ve M. Tekiner. 2007. Atıksu Arıtmada Ters Osmoz Sisteminin Kullanılması. Ulusal Çevre Sempozyumu. 18-21 Nisan. Mersin.

Taş, İ., Yaşar, B., Gökalp, Z. ve M. Tekiner. 2008. Dünyada ve Türkiye'de Suyun Fiyatlandırılması. TMMOB II. Su Politikaları Kongresi. 20-22 Mart. Ankara.

Beyribey, M., Tekiner, M. 2008. Yüzey Sulama Sistemi Kullanan Sulama Birliklerinin Uygulamada Karşılaştıkları Sorunlar ve Çözüm Önerileri. DSİ Genel Müdürlüğü 5. Dünya Su Forumu Kapsamında Türkiye Bölgesel Toplantıları, Su Tüketimi-Arıtma-Yeniden Kullanım Sempozyumu., 3-4-5 Eylül 2008. İznik-Bursa.