ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

ASARTEPE SULAMA BİRLİĞİ ALANINDA PLANLI SU DAĞITIM ESASLARININ BELİRLENMESİ

Pelin KOÇAK TAHMAZ

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

Ankara
2006

Her hakkı saklıdır

Prof.Dr. Süleyman KODAL danışmanlığında, Pelin KOÇAK TAHMAZ tarafından hazırlanan bu çalışma …../…../…… tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı'nda ……. Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan :
Üye :
Üye :
Üye :
Üye :
Üye :

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof.Dr.
Enstitü Müdürü

ÖZET

Doktora Tezi

ASARTEPE SULAMA BİRLİĞİ ALANINDA PLANLI SU DAĞITIM ESASLARININ BELİRLENMESİ

Pelin KOÇAK TAHMAZ

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Süleyman KODAL

Sulama şebekelerinin yönetiminde su dağıtım planlarının oluşturulması büyük öneme sahiptir. Ülkemizde planlı su dağıtımı çalışmaları, sulama mevsiminden önce yapılan Genel Sulama Planlaması ile sulama mevsimi içinde yapılan Su Dağıtım Programlarını içermektedir. Sulama birlikleri su dağıtım hizmetlerini genellikle çeşitli periyotlar için su dağıtım programları yaparak yürütmektedir. Mevcut planlı su dağıtımı çalışmaları sonucunda, sulanan alanlarda verim azalması, bitki besin maddelerinin yıkanması gibi nedenlerle ekonomik açıdan gelir kaybına uğranırken, diğer yandan toprak erozyonu, taban suyu yükselmesi ve çoraklaşma gibi çevresel sorunlar ortaya çıkmıştır. Bu araştırmanın amacı, 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 belirlenmesi ve SIMIS yazılımının bu amaçla kullanılıp kullanılmayacağının ortaya konmasıdır. 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 gerçekleştirilmiştir. 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 gözönüne 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 gözönüne alındığından kısıtlı su koşullarında aynı suyla daha fazla verim alınabildiği, çiftçiler arasında verim azalmasının adil olduğu, toplam su kaybının minimumda tutulduğu belirlenmiştir.

2006, 174 sayfa

Anahtar Kelimeler: Sulama, Bitki su tüketimi, Sulama zamanının planlanması, Su dağıtım planlaması, Ayaş Asartepe Sulama Birliği, Sulama Zaman Planlaması Destekli ve İnteraktif Su Dağıtım Planlaması (SZP D-İ SDP)

ABSTRACT

Ph.D.Thesis

DETERMINATION OF PLANNED WATER DISTRIBUTION PRINCIPLES IN THE AREA OF ASARTEPE IRRIGATION DISTRICT

Pelin KOÇAK TAHMAZ

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agricultural Structure and Irrigation

Supervisor: Prof. Dr. Süleyman KODAL

Water Delivery Scheduling (WDS) has an important part in management of irrigation schemes. In Turkey, WDS studies consist of general irrigation plans which is prepared before the irrigation season and water delivery plans (WDP) during the irrigation season. Water User Associations (WUAs) carry on water delivery service by making water delivery schedules for different periods. Due to existing water delivery scheduling studies in the irrigation field, the farmers are loosing money with yield loss and loss of crop nutrients. Moreover, many environmental problems, such as rising water table, desertification and erosion, were appeared. The aim of this study is to evaluate the current water delivery plans of Asartepe Water User Association (WUA), to determine the principles of WDS based on the features of local soil, weather, crops, ownership, irrigation system, irrigation method, farmer demands, farmer specialities and farmer constraints and to investigate whether the SIMIS programme is suitable for this kind of water scheduling. In this research, irrigation scheduling for local crops like tomato, wheat, alfa alfa, maize and grape were accomplished by IRSIS programme and in the Asartepe Water User Association's UY2 Channel Irrigation Area, irrigation scheduling supported and interactive water delivery scheduling (IS SI WDS) study were realized. As a conclusion, if we compare the IS SI WDS and present water delivery scheduling, by using IS SI WDS, we have determined that; in both limited and sufficient water use, equitable water delivery scheduling can be made; by using irrigation scheduling based on local conditions, excessive water application or unnecessary stress are avoided; water supply was used more effectively and many environmental hazard and yield loss was prevented; due to the consideration of water-yield relations, with limited water supply, yield was increased and the ratio of yield reduction was nearly equal between farmers and total water loss was minimized.

2006, 174 pages

Key Words: Irrigation, Crop Water Requirements, Irrigation Scheduling, Planning of Water Delivery, Ayaş Asartepe Irrigation Association, Irrigation Scheduling Supported and Interactive Water Delivery Scheduling (IS SI WDS)

TEŞEKKÜR

Tez konumun seçiminde, planlanmasında ve yürütülmesinde büyük yardımlarını gördüğüm, ayrıca Ziraat Fakültesi ve Fen Bilimleri Enstitüsündeki öğrenimim süresince engin fikirleriyle yetişme ve gelişmeme katkıda bulunan danışman hocam sayın Prof. Dr. Süleyman KODAL'a (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Öğretim Üyesi) ve çalışma süresince anlayış ve yardımlarından dolayı anneme, babama, eşim ve kızıma en derin duygularla teşekkür ederim.

Ayrıca, bu çalışmada kullanılan verilerin elde edilmesinde büyük yardımlarını gördüğüm Sayın Ziraat Mühendisi Cengiz Karaoğlu'na (DSİ) ve DSİ V. Bölge Müdürlüğü çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Pelin KOÇAK TAHMAZ
Ankara, KASIM 2006

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....i
ABSTRACT.....ii
TEŞEKKÜR.....iii
SİMGELER DİZİNİ.....viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....x
ÇİZELGELER DİZİNİ.....xii
1. GİRİŞ.....1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....5
2.1 Sulama Yönetimi.....5
2.1.1 Türkiye'de sulama projeleri yönetimi.....6
2.1.2 Sulama yönetiminde amaç.....7
2.1.3 Sulama yönetiminde sorunlar.....9
2.2 Su Dağıtım Planlaması.....11
2.2.1 Uygulanan yaklaşımlar.....13
2.2.1.1 Talep (istek).....13
2.2.1.2 Şartlı talep (kısıtlı istek).....14
2.2.1.3 Rotasyon.....15
2.2.1.4 Devamlı akış yöntemi.....17
2.2.1.5 Birim saha-birim su yöntemi.....17
2.2.1.6 Oransal su temini.....19
2.2.2 Türkiye'de su dağıtımının planlanması.....19
2.2.2.1 DSİ ve sulama birliklerinin yaklaşımı.....19
2.2.2.2 İBY yaklaşımı.....20
2.3 Bilgisayar Destekli Sulama Yönetimi Yazılımları.....21
2.3.1 Sulama projeleri yönetim bilgi sistemi (SIMIS) yazılımı.....21
2.3.2 Sulama ağı kontrol ve analizi (INCA) modeli.....22
2.3.3 Sulama yönetimi ve optimizasyon sistemi (IRMOS) modeli.....24
2.3.4 ISAREG modeli.....25
2.3.5 Sulama sistemlerinin işletim ve yönetimi (OMIS) modeli.....26
2.3.6 Sulama ana sistem işletim (IMSOP)modeli.....27
2.3.7 SUGIS modeli.....28
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....31
3.1 Materyal.....31
3.1.1 Asartepe Sulamasına ilişkin bilgiler.....31
3.1.2 Çalışmada kullanılan bilgisayar yazılımları.....42
3.1.2.1 Sulama zaman planlaması bilgi sistemi (IRSIS) yazılımı.....42
3.1.2.2 Sulama projeleri yönetim bilgi sistemi (SIMIS) yazılımı.....45
3.1.2.2.1 Proje verileri girişi.....46
3.1.2.2.2 Yönetim modülü.....47
3.2 Yöntem.....52
3.2.1 Anket çalışması.....53
3.2.2 Bitki su tüketimlerinin hesaplanması.....53
3.2.3 Sulama zaman planlarının belirlenmesi.....54
3.2.4 Sulama zaman planlaması destekli ve interaktif su dağıtım planlaması (SZP D-İ SDP) yaklaşımı.....55
3.2.4.1 Parsel veri tabanının hazırlanması.....61

3.2.4.2 Bitki su tüketiminin ve sulama suyu ihtiyacının hesaplanması.....61
3.2.4.3 Kanal veri tabanının hazırlanması.....62
3.2.4.4 Kanal başında gerekli akışın hesaplanması, kanal kapasitesinin yeterliliğinin araştırılması, gerekiyorsa kısıt oranının belirlenmesi.....63
3.2.4.5 Optimum sulama zaman planlarının hazırlanması.....64
3.2.4.6 Kısıntılı sulama zaman planlarının hazırlanması.....64
3.2.4.7 Sulama zaman planındaki sulamalar için sulama sürelerinin hesaplanması ve parsel su talep kutularının hazırlanması.....65
3.2.4.8 Kanal su arz kutusunun hazırlanması..... 66
3.2.4.9 Başlangıç su dağıtım planının hazırlanması.....66
3.2.4.10 Sulama zamanlarında kayma olan bitkiler için yeniden sulama zaman planlaması yapılması ve değerlendirilmesi..... 67
3.2.4.11 Kontrol parametrelerinin belirlenmesi.....68
3.2.4.12 Başlangıç su dağıtım planlaması sonuçlarının kontrol parametreleri ile karşılaştırılması.....69
3.2.4.13 Yeni sulama zaman planının revize edilmesi.....70
3.2.4.14 Revize sulama zaman planlaması sonuçlarına göre başlangıç su dağıtım planının revize edilmesi.....70
3.2.4.15 Su dağıtım planı raporunun hazırlanması.....71
3.2.5 SIMIS modeli su dağıtım planlaması.....72
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....74
4.1 Anket Çalışması Sonuçları..... 74
4.2 Sulama Zaman Planlaması Destekli ve İnteraktif Su Dağıtım Planlaması (SZP D-İ SDP) Sonuçları ……75
4.2.1 Optimum sulama zaman planlaması destekli ve interaktif su dağıtım planlaması sonuçları.....75
4.2.1.1 Parsel veri tabanı sonuçları.....75
4.2.1.2 Bitki su tüketimi sonuçları.....76
4.2.1.3 Kanal veri tabanının hazırlanması.....77
4.2.1.4 Kanal başında gerekli akış ve kanal kapasitesi yeterliliği sonuçları.....77
4.2.1.5 Optimum sulama zaman planlaması sonuçları.....82
42.1.6 Sulama zaman planındaki sulamalar için sulama süresi ve parsel su talep kutuları.....84
4.2.1.7 Kanal su arz kutusu.....84
4.2.1.8 Başlangıç su dağıtım planı.....86
4.2.1.9 Sulama zamanlarında kayma olan bitkiler için yeni sulama zaman planlaması ve değerlendirilmesi.....87
4.2.1.10 Kontrol parametreleri.....88
4.2.1.11 Başlangıç su dağıtım planlaması sonuçlarının kontrol parametreleri ile karşılaştırılması sonuçları.....94
4.2.1.12 Su dağıtım planı raporu.....95
4.2.2 Rotasyona göre sulama zaman planlaması destekli ve interaktif su dağıtım planlaması (SZP D-İ SDP) sonuçları.....95
4.2.2.1 Parsel veri tabanı sonuçları.....96
4.2.2.2 Bitki su tüketimi sonuçları.....96
4.2.2.3 Kanal veri tabanının hazırlanması.....96
4.2.2.4 Kanal başında gerekli akış ve kanal kapasitesi yeterliliği sonuçları.....96
4.2.2.5 Optimum sulama zaman planlaması sonuçları.....96

4.2.2.6 Sulama zaman planındaki sulamalar için sulama süresi ve parsel su talep kutuları.....96
4.2.2.7 Kanal su arz kutusu.....97
4.2.2.8 Başlangıç su dağıtım planı.....97
4.2.2.9 Sulama zamanlarında kayma olan bitkiler için yeni sulama zaman planlaması ve değerlendirilmesi.....97
4.2.2.10 Kontrol parametreleri.....102
4.2.2.11 Başlangıç su dağıtım planlaması sonuçlarının kontrol parametreleri ile karşılaştırılması sonuçları.....102
4.2.2.12 Yeni sulama zaman planının revize edilmesi.....102
4.2.2.13 Revize sulama zaman planlaması sonuçlarına göre başlangıç su dağıtım planının revize edilmesi.....103
4.2.2.14 Sulama zaman planlarında kayma olan bitkiler için yeni sulama zaman planlaması ve değerlendirilmesi.....103
4.2.2.15 Kontrol Parametreleri.....105
4.2.2.16 Revize su dağıtım planlaması sonuçlarının kontrol parametreleri ile karşılaştırılması sonuçları.....105
4.2.2.17 Su dağıtım planı raporu.....109
4.2.3 Kısıntılı koşullar için sulama zaman planlaması destekli ve interaktif su dağıtım planlaması (SZP D-İ SDP) sonuçları.....109
4.2.3.1 Parsel veri tabanı sonuçları.....109
4.2.3.2 Bitki su tüketimi sonuçları.....110
4.2.3.3 Kanal veri tabanının hazırlanması.....110
4.2.3.4 Kanal başında gerekli akış ve kanal kapasitesi yeterliliği sonuçları.....111
4.2.3.5 Optimum sulama zaman planlaması sonuçları.....111
4.2.3.6 Kısıntılı sulama zaman planlaması sonuçları.....111
4.2.3.7 Sulama zaman planındaki sulamalar için sulama süresi ve parsel su talep kutuları.....112
4.2.3.8 Kanal su arz kutusu.....113
4.2.3.9 Başlangıç su dağıtım planı.....113
4.2.3.10 Sulama zamanlarında kayma olan bitkiler için yeni sulama zaman planlaması ve değerlendirilmesi.....115
4.2.3.11 Kontrol parametreleri.....116
4.2.3.12 Başlangıç su dağıtım planlaması sonuçlarının kontrol parametreleri ile karşılaştırılması sonuçları.....120
4.2.3.13 Su dağıtım planı raporu.....121
4.3 Sulama Projeleri Yönetim Bilgi Sistemi (SIMIS) Sonuçları.....121
4.3.1 Sulama ağı sonuçları.....121
4.3.2 Su gereksinimlerine ilişkin hesaplama sonuçları.....121
4.3.2.1 Bitki su gereksinimleri.....121
4.3.2.2 Sulama zaman planları.....130
4.3.2.3 Kanal ve parsel su gereksinimleri 132
4.3.2.4 Su dağıtım planı.....138
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....139
KAYNAKLAR.....141
EKLER.....145
EK 1 Y2 Yedek Kanalına ait Parselasyon Haritası.....146
EK 2 Anket Soru Formu ve Cevapları..... 147

EK 3 Y2 Yedek Kanalının Hizmet Ettiği Alana ait Parselasyon Haritası.....149
EK 4 Optimum Koşullar için Yapılan Su Dağıtım Planında SZP1 ve SZP2 Sonuçlarının Karşılaştırılması..... 152
EK 5 Optimum Koşullar için Elde Edilen Su Dağıtım Planı..... 155
EK 6 Rotasyondan Sonra Parsellere İlişkin Su Miktarı ve Verimdeki Sapma Miktarları.....157
EK 7 Revizeden Sonra Parsellere İlişkin Su Miktarı ve Verimdeki Sapma Miktarları.....161
EK 8 Rotasyon Koşulu için Elde Edilen Revize Su Dağıtım Planı.....167
EK 9 Kısıntılı Koşullarda Parsellere İlişkin Su Miktarı ve Verimdeki Sapma Miktarları.....159
EK 10 Kısıtlı koşul için Elde Edilen Su Dağıtım Planı.....171
EK 11 Sektörizasyon Modülü ile Programın Sağladığı Şema.....173
ÖZGEÇMİŞ.....174

SİMGELER DİZİNİ

A	Sulanacak alan, da
d	Toplam sulama suyu ihtiyacı, m
D	Etkili kök derinliği, mm
E_a	Su uygulama randımanı, %
ET_c	Gerçek bitki su tüketimi, mm
ETm	Maksimum su tüketimi, mm
ET_o	Referans bitki su tüketimi, mm
Inet	Net sulama suyu miktarı, mm
k_c	Bitki katsayısı
k_y	Verim faktörü
n	Günlük güneşlenme süresi, saat/gün
p	Kritik seviye
Q	Sistem kapasitesi, L/s
R_s	Güneş radyasyonu, mm/gün
RH_{ort}	Ortalama nispi nem, %
SN	Solma Noktası, %
STK	Hacim ağırlığı, %
T	Sulama süresi, saat
T_{max}	Maksimum hava sıcaklığı, °C
T_{min}	Minimum hava sıcaklığı, °C
TK	Tarla Kapasitesi, %
U_{ort}	Ortalama rüzgar hızı
U_r	Gündüz-gece rüzgar hızı oranı
Ws	Su tasarrufu, mm
Ws	Tasarruf edilecek maksimum su miktarı, mm
Ya	Gerçek verim, kg/da
Ym	Maksimum verim, kg/da
YDU	Yetişme dönemi uzunluğu

KISALTMALAR

AVH	(Average Volume Per Hectar) Hektara Ortalama Su Gereksinimi
CBS	Coğrafi Bilgi Bistemleri
CWR	(Crop Water Requirements) Bitki Su Gereksinimleri
DSİ	Devlet Su İşleri
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
FR	(Flow Requirement) Debi Gereksinimi
Y2	2. Yedek Kanal
GAP	Güneydoğu Anadolu Projesi
IMSOP	(Irrigation Main System Operation Model) Sulama Ana Sistem İşletim Modeli
INCA	(Irrigation Network Control and Analysis) Sulama Ağı Kontrol ve Analizi

IRMOS	(Irrigation Management Optimization System) Sulama Yönetimi ve Optimizasyon Modeli
IRSIS	(Irrigation Scheduling Information System) Sulama Zaman Planlaması Bilgi Sistemi
İBY	İşletme, Bakım ve Yönetim
KHGM	Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü
KSY	Katılımcı Sulama Yönetimi
KTK	Köy Tüzel Kişilikleri
NIR	(Net Irrigation Requirement) Net Sulama Gereksinimi
OMIS	(Operation and Management of Irrigation Systems) Sulama Sistemlerinin İşletim ve Yönetimi
RAM	(Readily Available Moisture) Bitki kök derinliğinde bitki tarafından kullanılmasına izin verilen nem miktarı
SZP	Sulama Zaman Planlaması
SDP	Su Dağıtım Planlaması
SZP D-İ SDP	Sulama Zaman Planlaması Destekli ve İnteraktif Su Dağıtım Planlaması
SIMIS	(Scheme Irrigation Management Information System) Sulama Projeleri Yönetim Bilgi Sistemi
SUGIS	Sulama Yönetimi için geliştirilen GIS destekli bir yazılım
SWD	(Soil Water Depletion) Toprak Nem Azalımı
SYD	Sulama Yönetimi Devri

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Proje alanının yeri 31
Şekil 3.2 Ayaş Asartepe Sulaması vaziyet planı 36
Şekil 3.3 Rotasyon planı 38
Şekil 3.4 IRSIS akış şeması 43
Şekil 3.5 SIMIS veri akış şeması....45
Şekil 3.6 Sulama zaman planlaması destekli ve interaktif su dağıtım planlaması yaklaşımı akış şeması....59
Şekil 4.1 Su talep kutuları 85
Şekil 4.2 Y2 yedek kanalı için su arz kutusu 86
Şekil 4.3 Y2 yedek kanalı optimum su dağıtım planı (10-11 Temmuz)....86
Şekil 4.4 Domates bitkisi için optimum ve ikinci SZP grafikleri 89
Şekil 4.5 Bağ bitkisi için optimum ve ikinci SZP grafikleri 90
Şekil 4.6 Mısır bitkisi için optimum ve ikinci SZP grafikleri....91
Şekil 4.7 Buğday bitkisi için optimum ve ikinci SZP grafikleri 92
Şekil 4.8 Yonca bitkisi için optimum ve ikinci SZP grafikleri 93
Şekil 4.9 Y2 yedek kanalı rotasyon su dağıtım planı 97
Şekil 4.10 Bağ için rotasyondan sonraki SZP grafiği 98
Şekil 4.11 Buğday için rotasyondan sonraki SZP grafiği 99
Şekil 4.12 Mısır için rotasyondan sonraki SZP grafiği 99
Şekil 4.13 Yonca için rotasyondan sonraki SZP grafikleri 100
Şekil 4.14 Domates için rotasyondan sonraki SZP grafikleri 101
Şekil 4.15 Domates için revizeden sonra en fazla sapmanın olduğu SZP grafiği....106
Şekil 4.16 Bağ için revizeden sonraki SZP grafikleri 107
Şekil 4.17 Mısır için revizeden sonraki SZP grafiği 108
Şekil 4.18 Yonca için revizeden sonraki SZP grafiği 108
Şekil 4.19 Domates için revizeden sonra en az sapmanın olduğu SZP grafiği....109
Şekil 4.20 Kısıntılı koşullar için kanal su arz kutusu 113
Şekil 4.21 Y2 yedek kanalı kısıntılı su dağıtım planı 113
Şekil 4.22 Buğday için kısıntılı sulamadan sonraki IRSIS grafiği....115
Şekil 4.23 Bağ için kısıntılı sulamadan sonraki IRSIS grafikleri 116
Şekil 4.24 Mısır için kısıntılı sulamadan sonraki IRSIS grafikleri 117
Şekil 4.25 Yonca için kısıntılı sulamadan sonraki IRSIS grafikleri 118
Şekil 4.26 Domates için kısıntılı sulamadan sonraki IRSIS grafikleri....119
Şekil 4.27 Domates bitki su gereksinimi on günlük değişim grafiği 123
Şekil 4.28 Domates net sulama gereksinimi on günlük değişim grafiği....123
Şekil 4.29 Mısır bitki su gereksinimi on günlük değişim grafiği....124
Şekil 4.30 Mısır net sulama gereksinimi on günlük değişim grafiği 125
Şekil 4.31 Bağ bitki su gereksinimi on günlük değişim grafiği....125
Şekil 4.32 Bağ net sulama gereksinimi on günlük değişim grafiği....126
Şekil 4.33 Buğday bitki su gereksinimi on günlük değişim grafiği....127
Şekil 4.34 Buğday net sulama gereksinimi on günlük değişim grafiği....127
Şekil 4.35 Yonca bitki su gereksinimi on günlük değişim grafiği....128
Şekil 4.36 Yonca net sulama gereksinimi on günlük değişim grafiği....129
Şekil 4.37 Domates bitkisi yetişme dönemi su kullanımı grafiği 131
Şekil 4.38 Mısır bitkisi yetişme dönemi su kullanımı grafiği....132
Şekil 4.39 Bağ bitkisi yetişme dönemi su kullanımı grafiği 133

Şekil 4.40 Buğday bitkisi yetişme dönemi su kullanımı grafiği 134
Şekil 4.41 Yonca bitkisi yetişme dönemi su kullanımı grafiği 134
Şekil 4.42 Y2B-52 kanalı bitki su gereksinimi değerleri değişim grafiği..... 135
Şekil 4.43 Y2B-52 kanalı net sulama gereksinimi değerleri değişim grafiği 136
Şekil 4.44 Y2B-52 kanalı debi gereksinimi değerleri değişim grafiği..... 137
Şekil 4.45 Y2B-52 kanalı hektara ortalama su gereksinimi değerleri değişim grafiği. 137

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Ankara-Ayaş ilçesinde bazı iklim değerlerinin on günlük ve aylık uzun yıllar ortalama değerleri 33
Çizelge 3.2 Asartepe sulaması topraklarında bünye dağılımı 34
Çizelge 3.3 Asartepe Sulama Birliği'nde yetiştirilen bitkilerin ekim ve hasat tarihleri..37
Çizelge 3.4 Asartepe Sulama Birliği'ne ilişkin rotasyon planı 37
Çizelge 3.5 Yıllara göre şebekeye alınan su miktarı 39
Çizelge 3.6 Yetiştirilen önemli bitkilerin ekim alanı ve verimi 40
Çizelge 3.7 Sulamanın gelişimi 41
Çizelge 3.8 Bitki karakteristikleri 62
Çizelge 3.9 Kontrol Parametreleri 69
Çizelge 4.1 Domates bitkisinin bitki su tüketimi değerleri 76
Çizelge 4.2 Bağ bitkisinin bitki su tüketimi değerleri 76
Çizelge 4.3 Mısır bitkisinin bitki su tüketimi değerleri 76
Çizelge 4.4 Buğday bitkisinin bitki su tüketimi değerleri 77
Çizelge 4.5 Yonca bitkisinin bitki su tüketimi değerleri 77
Çizelge 4.6 Kanal veri tabanı 78
Çizelge 4.7 Domates parselleri için brüt su ihtiyacı 79
Çizelge 4.8 Bağ parselleri için brüt su ihtiyacı 79
Çizelge 4.9 Mısır parselleri için brüt su ihtiyacı 80
Çizelge 4.10 Buğday parselleri için brüt su ihtiyacı 80
Çizelge 4.11 Yonca parselleri için brüt su ihtiyacı 81
Çizelge 4.12 Optimum koşulda Y2 yedek kanalı kapasite yeterliliğinin belirlenmesi ..81
Çizelge 4.13 Domates bitkisi için elde edilen optimum sulama zaman planı 82
Çizelge 4.14 Bağ bitkisi için elde edilen optimum sulama zaman planı 83
Çizelge 4.15 Mısır bitkisi için elde edilen optimum sulama zaman planı 83
Çizelge 4.16 Buğday bitkisi için elde edilen optimum sulama zaman planı 83
Çizelge 4.17 Yonca bitkisi için elde edilen optimum sulama zaman planı 84
Çizelge 4.18 P1 parseli için sulama süresi ve su talep kutuları 85
Çizelge 4.19 Domates bitkisine ilişkin su dağıtım planlamasından önceki ve sonraki SZP tarihlerinin karşılaştırılması 88
Çizelge 4.20 Optimum koşullar için Y2 yedek kanalı su dağıtım raporu 95
Çizelge 4.21 Rotasyondan sonra 111. parsele ilişkin SZP sonuçları 104
Çizelge 4.22 Revizeden sonra 111. parsele ilişkin SZP sonuçları 105
Çizelge 4.23 Rotasyon koşulu için Y2 yedek kanalı su dağıtım raporu 110
Çizelge 4.24 Kısıntılı koşullarda domates bitkisi için SZP sonuçları 112
Çizelge 4.25 Optimum ve kısıntılı koşullardaki SZP tarihlerinin karşılaştırılması..... 114
Çizelge 4.26 Kısıntılı koşullar için kontrol parametreleri 120
Çizelge 4.27 Kısıntılı koşullar için Y2 yedek kanalı su dağıtım raporu 122
Çizelge 4.28 Domates bitkisi bitki su gereksinimi değerleri 123
Çizelge 4.29 Domates bitkisi net sulama gereksinimi değerleri 123
Çizelge 4.30 Mısır bitkisi bitki su gereksinimi değerleri 124
Çizelge 4.31Mısır bitkisi net sulama gereksinimi değerleri 124
Çizelge 4.32 Bağ bitkisi bitki su gereksinimi değerleri 125
Çizelge 4.33 Bağ bitkisi net sulama gereksinimi değerleri 126
Çizelge 4.34 Buğday bitkisi bitki su gereksinimi değerleri 126
Çizelge 4.35 Buğday bitkisi net sulama gereksinimi değerleri 127

Çizelge 4.36 Yonca bitkisi bitki su gereksinimi değerleri 128
Çizelge 4.37 Yonca bitkisi net sulama gereksinimi değerleri 128
Çizelge 4.38 Domates bitkisi sulama zaman planı 131
Çizelge 4.39 Mısır bitkisi sulama zaman planı 132
Çizelge 4.40 Bağ bitkisi sulama zaman planı 133
Çizelge 4.41 Buğday bitkisi sulama zaman planı 133
Çizelge 4.42 Yonca bitkisi sulama zaman planı 134
Çizelge 4.43 Y2B-52 kanalı için bitki su gereksinimi değerleri 135
Çizelge 4.44 Y2B-52 kanalı net sulama gereksinimi değerleri 136
Çizelge 4.45 Y2B-52 kanalı debi gereksinimi değerleri 136
Çizelge 4.46 Y2B-52 kanalı hektara ortalama su gereksinim değerleri 137

1. GİRİŞ

Sulama projelerinin hedeflenen düzeyde ekonomik ve sosyal fayda sağlaması, doğru işletim ve yönetimle mümkündür. Ayrıca toprak ve su kaynaklarının korunarak sürdürülebilir kullanımı ve dünya gıda güvenliğinde, günümüzde var olan ve gelecekte inşa edilecek sulama projelerinin yönetimi ve etkin işletimi büyük rol oynayacaktır (Nijman 1993).

Sulama projelerinin geliştirilmesine yönelik büyük emek ve harcamalar yapılmasına karşın, sulama oranı, üretim artışı ve su kullanım etkinliği gibi bazı önemli göstergeler istenilen ya da hedeflenen düzeye ulaşmamaktadır. İleriye yönelik sulama verimliliğinin iyileştirilmesinde en önemli araç, iyi bir tarımsal üretim, araştırma ve sulama teknolojisini içeren su yönetimidir (Sisodia 1992).

Ülkemizde yakın zamana kadar devlet sulama işletmeciliği tercih edilen bir model iken, son yıllarda faydalananların oluşturdukları örgütler ve yerel yönetimlerce yapılan sulama işletmeciliği tercih edilmektedir (Beyribey 1997). Sulama projelerinin devir programında işletme ve bakım sorumluluğu üstlenebilecek dört adet yerel yapıdan söz etmek mümkündür. Bunlar; kooperatifler, muhtarlıklar, belediyeler ve sulama birlikleridir. Sulama birlikleri belediyeler ve muhtarlıklardan farklı, mevcut yönetimden bağımsız, yasal yapıya sahip yeni kuruluşlardır (Svendsen *et al.* 1996).

DSİ tarafından sulama sistemlerinin işletilmesinde uygulanan ve devirden sonra sulama birlikleri tarafından uygulanmaya devam edilen şartlı talep yöntemi ile planlı su dağıtımı çalışmaları, sulama mevsiminden önce yapılması gereken Genel Sulama Planlaması ile sulama mevsimi içinde yapılması gereken Su Dağıtım Programlarını içermektedir. Genel Sulama Planlaması; sulama alanında yetiştirilecek bitki çeşitleri ve bunların kapladıkları alanın saptanması suretiyle ihtiyaç duyulacak su miktarlarının tesis kapasiteleri ve kaynakla karşılaştırılmasıyla ortaya çıkabilecek sorunlar için gerekli önlemlerin saptanmasını amaçlamaktadır. Su Dağıtım Programları ile sulayıcıların günlük su talepleri sıraya konulmaktadır (Anonim 1984, Erdoğan 1995, Erdoğan ve Döker 2001).

DSİ ve sulama birlikleri tarafından uygulanan çiftçi talebine dayalı planlı su dağıtımı çalışmaları ve sulama suyu ücretinin ürün ve alan bazında belirlenmesi ve çiftçi kaç kez sulama yaparsa yapsın aynı ücretin tahakkuk ettirilmesi uygulaması, sulanan alanlarda çiftçilerin aşırı su kullanımına engel olacak bir yapıya kavuşturulmasını engellemiştir. Bunun sonucunda, sulanan alanlarda çiftçiler bir yandan verim azalması, bitki besin maddelerinin yıkanması gibi nedenlerle ekonomik açıdan gelir kaybına uğrarken, diğer yandan toprak erozyonu, taban suyu yükselmesi ve çoraklaşma gibi çevresel sorunlar ortaya çıkmış ve doğal kaynakların sürdürülebilirliği tehlikeye girmiştir (Kodal vd. 2003).

Tekinel vd. (2001), GAP alanında sulama sistemlerinde, planlanan sulama suyu miktarından 2-6 kat daha fazlasının çiftçiler tarafından kullanıldığını belirlemiş, aşırı su kullanımının önlenmesi ve etkin bir sulama yapılabilmesi için uygun zaman ve miktarda sulama suyu verilmesi, suyun mutlaka tarla başında ölçülerek çiftçiye verilmesi, bitki-alan yerine hacim-TL esasına dayalı bir su ücreti politikasının uygulanması ve çiftçilerin sulama konusunda sürekli eğitilmesi önerilerinde bulunmuşlardır. Araştırmacılar, sulama yapan çiftçi üzerinde hiçbir denetimin olmadığını, çiftçinin hiçbir kısıntı ile karşılaşmadan bulabildiği suyu kullandığını vurgulayarak biran önce önlem alınması gerektiğini belirtmişlerdir.

Sulama zamanı planlamasına ilişkin tipik bir kabul, “su dağıtım sisteminin kapasite ve kısıtları ile uyumlu olan bir su dağıtım programına imkan tanıyan bir planlama yapılması” şeklindedir. Bir sulama projesinden beklenen tarımsal üretimin gerçekleşmesi için, su dağıtım sisteminin izin verdiği ölçüde esnek, güvenilir ve Sulama Zamanı Planlamasına (SZP) dayalı bir Su Dağıtım Planlaması (SDP) geliştirilmelidir (Bun 1995).

Parsel düzeyindeki SZP, SDP, dağıtım sisteminin şekli ve kontrol birimi çok yakın ilişkilidir. Bu ilişki yeni bir proje tasarlanırken veya mevcut bir proje rehabilite ve/veya modernize edilirken göz önünde tutulmalıdır (Goussard 1995). SZP gereksinimlerinin karşılanması için sulama sistemleri, düzenlemeleri kolaylaştırıcı ve gerekli noktalarda su ölçümüne imkan tanıyacak biçimde projelenmelidir. İşletme yöneticisi konumundaki

görevliler, sadece mevcut suyun dağıtım planlarının oluşturulması yerine, SZP destekli SDP yapmalıdırlar. Bununla birlikte suyun alanda nasıl uygulandığı en önemli unsurdur. Çünkü SZP çeşitli sulama aralıkları ve sulama suyu miktarları öngörür. Bu tür planlarda amaçlananın gerçekleşebilmesi için su dağıtım elemanları ile çiftçilerin yapılan planlara uymaları gerekir (Horst 1995).

Bir su dağıtım sistemi için uygun işletim yönteminin seçimi karmaşık bir iştir. Seçim genellikle geçmiş deneyimlere dayanır. Seçimde ilk olarak su dağıtım sisteminin işletiminde amaçlar belirlenmelidir. İşletim amaçlarının ardından, yönetimin ilk adımı gerçekleştirilir. Kontrol yönteminin, hidro-dinamik performans, proje ve yapısal özellikler, işletme ve bakım gereksinimleri gibi özellikleri bu ilk adımda belirlenir. Daha sonra seçilen yöntem değerlendirilmeli, uygun değilse su dağıtım sisteminin amaçları doğrultusunda tekrar düzenlenmelidir (Ankum 1995).

Sulama projelerinin yönetiminde karar verme birçok karar-destek bileşenine bağlıdır. Günlük yönetim faaliyetlerinin planlanması için projeye ilişkin çok sayıda veriye ve bilgiye ihtiyaç duyulur. Geleneksel olarak sulama sistem yöneticileri elle işlenen tarla bilgileri ve veri derlemelerin üstesinden gelmeye çalışmışlardır. Orta büyüklükteki bir sulama sisteminin hizmet ettiği kullanıcı sayısı binlerle ifade edilmekte ve bu durumda bilgilerin elle işlenmesi uzun zaman alan ve pahalı bir işlem olmaktadır. Ayrıca, bu bilgiler zamanında hazırlanamamakta veya tamamlanamamakta ve bu koşullarda bilgi girişi, işlenmesi ve depolanması güvenli olmamaktadır (Anonymous 1999a).

Teknolojinin oldukça geliştiği ve yaygınlaştığı günümüzde, ülkemizde sulama birlikleri de alet ve ekipman bakımından gelişmektedir. Sulama projelerine ilişkin veri ve bilgilerin depolanma ve işlenmesinde bilgisayarlar önemli bir yer tutmaya başlamış, bu amaçla sulama birlikleri yönetim, organizasyon ve muhasebe gibi konularda kullanılmak üzere bazı yazılımlar edinmişlerdir. Fakat özellikle bu konuların bir bütün olarak tamamını veya çoğunu kapsayan, teknik personelin işlerini sistemli bir biçime dönüştürebilecek, ayrıca birliğin hitap ettiği alana ait proje bilgilerini parsel düzeyinde depolayıp düzenleyecek bir bilgi sistemini de içeren gelişmiş bir yazılım ülkemizde

mevcut değildir. Dünyada az sayıda örneği bulunan bu tür yazılımların sulama birliklerimizde kullanımında oldukça geç kalınmıştır (Köksal 2002).

Sulama zamanı planlaması amacı ile geliştirilmiş ve araştırıcı ve uygulayıcılar tarafından benimsenmiş bilgisayar yazılımlarından IRSIS (Raes et al. 1988) ve CROPWAT (Smith 1992) modelleri örnek olarak sayılabilir. Su dağıtım planlamasına yönelik geliştirilen yazılımlara INCA (Bird and Makin 1992), IRMOS (Hales and Burton 2000), OMIS (Anonymous 1994), IMSOP (Anonymous 1994), SUGIS (Gündoğdu vd. 2001) modelleri örnek verilebilir. Fakat bu modellerden hiçbiri su dağıtım planlamalarını, sulama zamanı planlamasına göre günlük ve parsel düzeyinde yapmamaktadır. SIMIS yazılımının Windows işletim sistemi altında geliştirilen ikinci versiyonunda, parsel düzeyinde bitki desenlerine dayalı sulama zamanı planları hazırlanmaktadır; fakat bu planlar su dağıtımının planlanmasında kullanılmamaktadır. Ancak özellikle işletim yöntemleri ve sulama zamanı planlama hesaplamalarında karşılaşılan bazı aksaklıklar nedeni ile bu yazılımın sulama birliklerinde su dağıtımının planlaması amacıyla kullanılması uygun görülmemektedir.

Bu araştırmanın amacı, Asartepe Sulama Birliğinde mevcut su dağıtım çalışmalarının değerlendirilmesi, yörenin toprak, iklim, bitki, mülkiyet, sulama sistemi, sulama yönetimi ve çiftçilerin özellik, talep ve kısıtlamalarını göz önüne alan planlı su dağıtım esaslarının belirlenmesi ve SIMIS yazılımının bu amaçla kullanılıp kullanılmayacağının ortaya konmasıdır. Araştırmada ülkemizde su dağıtımının planlanmasında uygulanması önerilen Sulama Zaman Planlanması Destekli ve İnteraktif Su Dağıtım Planlaması (SZP D-İ SDP) yaklaşımı Asartepe Sulama Birliği Alanı'ndaki Y2 yedek kanalının hizmet ettiği alana uygulanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bu bölümde öncelikle sulama yönetimi ve SDP ile ilgili tanımlar ve özellikler verilmiş, daha sonra bilgisayar destekli SDP konusunda yapılan çalışmalar özetlenmiştir.

2.1 Sulama Yönetimi

Sulama yönetimi, bir toplumun tarımla uğraşan çiftçileri arasında sulama amaçlarını gerçekleştirmek için suyun uygun şekilde kullanımını sağlayan sosyal bir organizasyondur. Sulama amacı ile suyun kullanımı ve işletilmesi yararlılık ve kullanım etkinliği yönünden belirli zaman aralıkları ile değerlendirilmesini gerektirmektedir. Sulama sektöründe performansa olan bu ilgi, sulu tarım sistemlerinin sürdürülebilirliğini arttırma düşüncesiyle ilgili olarak tüm dünya su kaynakları üzerinde gelişen bir baskı olarak sürekli artmaktadır.

Bir sulama projesinin yönetim ve işletiminde temel hedef, çiftçilere en üst düzeyde faydayı sağlamak üzere proje üretim hedeflerini yerine getirecek bir biçimde su kaynaklarının etkin dağıtım ve kullanımının sağlanmasıdır. Su kaynağının ihtiyacı karşıladığı koşullarda, yönetimde gerçekleştirilmesi gerekli temel iş, işletme ve bakım faaliyetlerinin düzenli ve periyodik olarak yerine getirilmesidir. Eğer su kaynağı kısıtlı ise belirtilen yönetim faaliyetlerine ek olarak optimum bitki deseni planlaması, dönemsel net gelirin artması için çeşitli bitkilerin öncelikle sulanmasına imkan tanıyacak SDP ve alternatif işletme yöntemlerinin belirlenmesi gibi ek faaliyetlerin yerine getirilmesi gerekmektedir (Hales 1994).

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 (Svendsen and Nott 1996).

Sulama Yönetimi Devri (SYD) 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 (KSY) terimi SYD ile karıştırılmamalıdır. İkisi farklı anlamdadır. KSY, su kullanıcılarının sulama yönetiminde yer almalarını ifade etmektedir (Anonymous 1999c).

Sulama sistemleri işletme-bakım ve yönetiminde (İBY) sorumlulukların tümünün veya bir kısmının su kullanıcılara devri, günümüzde sulama sistemlerinin sürdürülebilir kullanımı ve etkinliği yönünde atılan büyük bir adım olarak görülmektedir.

2.1.1 Türkiye'de sulama projeleri yönetimi

Türkiye'de 28,05 milyon hektar ekilebilir arazi varlığının %92.16'sı sulanabilir arazilerden oluşmaktadır. Yapılan etütlere göre bugünkü koşullarda ekonomik olarak sulanabilir arazi miktarı 8,5 milyon hektardır. Buna karşın günümüz teknik ve ekonomik koşullarına göre çeşitli amaçlara yönelik olarak tüketilebilecek yerüstü ve yeraltı suyu potansiyelinin ortalama 112 milyar m^3/yıl olduğu hesaplanmıştır. Dünyada ve Türkiye'de su kaynaklarının önemli bir kısmı tarımsal sulamada kullanılmaktadır. 2003 yılı itibariyle ülkemizde 29,6 milyar m^3 (%75) su sulamada, 6,2 milyar m^3 (% 15) su içme ve kullanmada ve 4,3 milyar m^3 (%10) su sanayide olmak üzere toplam 42 km^3 su kullanılmakta olup, mevcut potansiyelin %36'sından yararlanılmaktadır (Anonim 2006b).

Devlet Su İşleri (DSİ), Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (KHGM) ve halkın olanakları ile inşa edilerek sulamaya açılan arazi toplamı brüt 4,792,382 hektara ulaşmıştır. Bunun yaklaşık %70'ini küçük ve orta ölçekli (1-5.000 ha arasındaki) sulamalar oluşturmaktadır. Ekonomik olarak sulanabilir arazi varlığının %56.4'ü sulamaya açılmıştır. Başlangıçta DSİ tarafından inşa edilen sulama tesislerinin işletilmesi ve bakımı yine DSİ tarafından yapılmıştır. Ancak gelişen ve değişen koşullar içinde bu tesislerin devlet tarafından rasyonel olarak işletilememesi, bakım ve onarım hizmetlerinin tam olarak yapılamaması ve tesislerin devlete önemli bir yük getirmesi gibi nedenler ile katılımcı sulama yönetimi anlayışı geliştirilmiş ve benimsenmiştir. Böylece tesislerin işletme, bakım ve su yönetimine kullanıcıların aktif olarak

katılımlarının sağlanması hedeflenmiştir. Bu amaçla 1993 yılında Dünya Bankası'nın desteği ile DSİ tarafından işletilen tesislerin sulama birlikleri, sulama kooperatifleri, belediyeler ve Köy Tüzel Kişileri (KTK) gibi işletmeci organizasyonlara devrine hız verilmiştir (Çakmak vd. 1995, Kıral vd. 1995).

2005 yılı başı itibariyle, DSİ'ce inşaatı tamamlanarak işletmeye açılan 1,908 adet sulama tesisinden 779 adedi ve toplam 1,860,969 ha (%91) sulama alanı çeşitli kurumlar ve örgütlere devredilmiştir. Bu tesislerden 330 adedi (1,685,529 ha) sulama birliklerine, 225 adedi (38,061 ha) KTK'ne, 143 adedi (58,348 ha) belediyelere, 77 adedi (77,999 ha) kooperatiflere, 4 adedi ise (1,032 ha) diğer kurum ve örgütlere devredilmiştir. Rakamlar incelendiğinde sulama birliklerinin devirden en büyük payı devredilen alanların %90.6'sı) aldığı görülmektedir (Anonim 2006a).

Sulama tesislerinin devredildiği sulama birliklerinde her 45 üreticiyi bir meclis üyesi temsil etmektedir. Birliklerde görev yapan başkanların %47'si ilkokul, %36'sı ortaokul ve lise, %17'si ise üniversite ve yüksek okul mezunudur. Başkanların halen %42'sinin çiftçi, %29'unun muhtar, %24'ünün belediye başkanı ve %5'inin ise diğer mesleklere mensup oldukları belirlenmiştir (Anonim 2001b).

2.1.2 Sulama yönetiminde amaç

Bir sulama projesi genel olarak iletim ve dağıtım sistemi ile oldukça büyük yatırımlarla inşa edilen çeşitli altyapı tesislerinden oluşmaktadır. İnşaattan sonra yönetim ve işletimi de yüksek giderlere neden olmaktadır. Bir sulama projesinin performansı sadece inşa ve işletim maliyetini karşılaması ile değil, aynı zamanda proje alanına sağladığı sosyo-ekonomik fayda ile de değerlendirilmektedir.

Bir sulama sisteminin performansını tespit etmek için, hedefler net olarak belirlenmelidir. Sistem performansı, belirlenen hedeflerin yerine getirilme oranının ölçülmesi ile tespit edilebilir. Bu hedefler bir projeden diğerine değişiklik gösterebilir. Bir ticari su üretim işletiminde yaklaşım, var olan fiziki yapıların izin verdiği ölçüde talep karşılanırken suyun en düşük maliyetle dağıtımı olabilir. Tek yönlü sulu tarımda

amaçlanan üretimin en üst düzeye yükseltilmesi veya tonlarca bitki üretmek olabilir. Çok yönlü bir sulama sisteminin hedefleri aşağıda verilmiştir (Hales 1994):

Bitkisel üretimi en üst düzeye yükseltmek için su kaynağının kapasitesi yeterli olduğunda, doğru tarımsal uygulamalar takip edilmeli ve optimal bitki üretimi gerçekleştirilmelidir. Bununla birlikte, eğer su çok pahalı ise her birim alana bitkisel üretimi en üst düzeye yükseltmek için gerekli tüm suyun yerine, daha az miktarda su uygulanarak, her birim suya karşılık bitki üretimini en üst düzeye yükseltmek tercih edilir (Hales 1994).

Ticari amaçlı su temini işletmeleri, **suyun maliyetini en düşük seviyeye indirgemek için** suyun en sondaki kullanıcıya en düşük maliyetle dağıtımını hedeflerler. Birçok sistemde birim maliyet dağıtılan su miktarının bir fonksiyonudur. Su miktarı arttıkça birim maliyeti düşer; çünkü genellikle su kaynağı akarsular olduğundan enerji maliyeti söz konusu değildir veya çok düşüktür. Aksine, kuyulardan alınan su miktarının artması, enerji maliyetinin etkisi ile suyun birim maliyetinin artmasına neden olur. Bu nedenle, su ücretlerinin düşük olması için genellikle yüzey sularının dağıtılması tercih edilir. Su maliyetini en düşük seviyeye indirgemeye dayalı bir optimizasyonun, fizibilite veya pompa işletme maliyeti etkinliği veya su temininin herhangi başka bir etkisini değerlendirmeye izin vermeyeceği önemle vurgulanmaktadır. Bunun gerçekleşmesi için sistem net faydanın optimizasyonuna dayalı işletilmelidir (Hales 1994).

Bir sulama projesinin **net faydasını en üst düzeye yükseltmek**, ekonomik optimizasyon modellerinin uygulanabilir en temel hedefidir. Net faydanın en üst düzeye yükselmesinde projenin çeşitli elemanlarının hedefleri zorunlu olarak bir araya gelmektedir. Yukarıda belirtildiği gibi eğer su ücretleri bitki değerini en üst düzeye yükseltecek kadar yüksek ise çiftçilerin genellikle hedefleri bitkisel üretimi en üst düzeye yükseltmek olacaktır. Proje yöneticilerinin hedefleri, su ücretlerini olası en düşük seviyeye indirmek veya politik amaçlarla belli zamanlarda belli bitkilerin hedeflenen üretimlerinin gerçekleşmesi için sistem kapasitesini mümkün olduğunca arttırmaktır (Hales 1994).

2.1.3 Sulama yönetiminde sorunlar

Gelişmekte olan birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de milli bütçeden büyük paylar ayrılarak gerçekleştirilen sulama projelerinde sistemin inşasından sonra uzun zaman geçmesine rağmen hedeflere ulaşılamamış, bu sistemler potansiyellerinin çok altında işletilmiştir.

Ülkemizde devlet kuruluşları tarafından önemli miktarlarda masraf yapılarak işletilen sulamaların önemli bir bölümünde sulamanın tekniğine uygun yapılmaması ve işletme-bakım ve yönetim organizasyonu ile eğitim sistemindeki bozukluklar nedeniyle aşırı su kullanımı, erozyon, taban suyu yükselmesi, topraklarda çoraklaşma gibi sorunlar ortaya çıkmış, sulama oranı ve sulama randımanı düşük düzeylerde kalmış (sırasıyla %64 ve %44) etkin bir su kullanımı sağlanamamıştır. Bu sulamalarda sulama suyu ücretinin geri ödenme oranının çeşitli nedenlerle %17 gibi çok düşük düzeylerde kalması, yıldan yıla sulamaya açılan alan miktarının artmasıyla, devlet eliyle işletilen sulama sistemlerinin işletme-bakım ve yönetiminin milli bütçeye önemli bir yük getirmesine neden olmuş, birçok sulamada yeterli bakım-onarım yapılamamış, tesislerde önemli yenileme ihtiyaçları ortaya çıkmıştır. Bunun yanında her yıl artan sulama alanlarına devlet tarafından hizmet götürülmesi güçleşmiştir.

Ülkemizde yeterli düzeyde ve etkin bir çiftçi eğitim servisinin bulunmaması nedeniyle, sulu tarım alanlarında toprak-bitki-su ilişkileri ve bunların insan ve çevreye olan etkileri üzerinde fazla durulmamaktadır. Bu nedenle üretici yeterince eğitilememekte, bunun sonucunda da aşırı su kullanımı, arazinin sulamaya iyi hazırlanmaması, drenaj, yüksek taban suyu, tuzluluk gibi bir dizi sorunla karşı karşıya kalınmaktadır. Devlet, tarım arazisinin sulanması için sulama altyapı yatırımı olarak ortalama 4600 dolar/ha yatırım yapmaktadır. Bu büyük yatırıma rağmen devlet sulu tarım eğitimi için bu rakamın %1'ini bile harcamamaktadır (Beyribey vd. 2003).

Bir sulama birliğinin başarısı, mevcut koşullara uygun bir sulama planlaması ve SDP'nin yapılması ve adil bir şekilde uygulanmasına bağlıdır. Birliklerde koşullara uygun bir SZP ve SDP, özellikle su kaynaklarının yetersiz olduğu yörelerde önem

kazanmakta, verim ve su kullanım randımanında önemli artışlar sağlamaktadır. Bu çalışmalarda yörenin iklim, toprak ve su kaynakları ile yetiştirilen bitki, kullanılan sulama sistemi ve sulama yönteminin özellikleri ile çiftçi istekleri ve birlik yönetiminin kararları göz önüne alınmalıdır. Sulamadaki en büyük sorun, bitkiye gerektiği zaman, gerektiği kadar su verilmemesinden kaynaklanmaktadır.

Ülkemizde işletmelerde kullanılan sulama suyunun ölçümüne yönelik altyapı yeterli olmadığından, su ücreti, sulanan alan ve ürün çeşidi esasına dayalı olarak tespit edilmekte ve çok az birlikte "sulama süresi-saat" (TL/saat) esasına dayanan fiyatlandırma yöntemi kullanılmaktadır. Suyun hacim esasına dayalı fiyatlandırma yöntemlerinin kullanılması, su tasarrufu sağlayabilen teknoloji ve yöntemlerin kullanımını teşvik edecektir. Hacim esasına (m^3 veya saat) dayalı fiyatlandırmaya geçiş için altyapı oluşturulmalı ve bu süreç hızlandırılmalıdır (Beyribey vd. 2003).

Yapılan araştırmalar, sulama yapan çiftçiler üzerindeki denetimin yetersiz olduğunu ve çiftçinin olması gerekenden birkaç kat fazla su kullandığını göstermektedir. Bu durum sulama birliklerinde su yönetiminin yetersizliğinden ve çiftçilerin sulama konusunda bilgisizliğinden kaynaklanmaktadır. Çiftçi talebine dayanan planlı su dağıtımı çalışmaları, çiftçilerin aşırı su kullanımına engel olabilecek bir yapıya kavuşturulamamıştır. Bunun sonucunda, sulanan alanlarda bir yandan çiftçiler verim azalması ve bitki besin maddelerinin yıkanması gibi nedenlerle ekonomik açıdan gelir kaybına uğrarken, diğer yandan toprak erozyonu, taban suyu yükselmesi ve çoraklaşma gibi çevresel sorunlar nedeniyle doğal kaynakların sürdürülebilirliği tehlikeye girmiştir.

Birliklerce işletilen tesislerin çoğunluğunun eski olması nedeniyle yıllık bakım, onarım ve yenileme ihtiyaçları yüksektir. Özellikle toprak kanalların beton kaplamalı kanallar haline getirilememesi, kanal yenilemelerinin yapılamaması, yedek ve tersiyerle üzerindeki çek, priz ve ölçüm tesisleri eksiklikleri, yüksek taban suyu ve sodyumluluk sorunu önemli boyutlardadır. Birliklerce işletilen eski tesislerde, yıllık bakım-onarım ve yenileme ihtiyaçlarının sadece sulama ücretleri ile karşılanması yeterli olmayacaktır. Diğer yandan birliklerde yıllık bütçeler hazırlanırken, tesislerin bakım ve onarımı için ayrılan fonlar çok düşük düzeyde (%0.5 – 1.5) bulunmaktadır. Bu fonlar ile devredilen

tesislerin verimli olarak işletilmesi ve geliştirilmesi olanakları söz konusu olmayacaktır. Sulama tesislerinin modernizasyonu ve rehabilitasyonuna yönelik programlar geliştirilmelidir (Beyribey vd. 2003).

Sulama birlikleri kurulurken veya kurulduktan sonra birliklerde görev yapan sulama mühendisleri ve su dağıtım teknisyenlerine yönelik eğitim çalışmaları yeterli değildir. Sulama Birliği yöneticileri ve birliklerde çalışanlar sulama tesislerinin işletme ve bakımı ile su yönetimi kavramını, özellikle bitki su tüketimleri, sulama suyu ihtiyaçları, sulama zamanının planlanması, su dağıtım planlarının hazırlanması konularını yeterince bilmemektedirler.

Sulama birliklerinde teknik eleman ve teknik donanım sorunları çözülmeli, tarla içi geliştirme hizmetleri yapılmalı, üreticilerin aşırı ve kontrolsüz sulama yapmaları önlenmeli, kaliteli personel istihdam edilmeli, izleme, değerlendirme, denetleme ve destek hizmetlerine önem ve öncelik verilmelidir. Genel olarak kaynaktan saptırılan suyun %25–30'u iletim sırasında yaklaşık %25'i de uygulama sırasında kaybolmaktadır (sulama randımanı %40 civarındadır). Sulama teknolojisini geliştirme, modern sulama metotlarının uygulanması ve su tasarrufuna yönelik çalışmalar yetersizdir (Beyribey vd. 2003).

2.2 Su Dağıtım Planlaması

Sulama suyunu, proje alanındaki tarım işletmelerine kadar taşıyan kanallar su dağıtım sistemini oluşturur. Sulama projelerinde suyun araziye kontrollü bir biçimde verilebilmesi için su dağıtım sistemine gerek vardır.

Su dağıtım sisteminin seçiminde, su kaynağı, proje alanı, toprak özellikleri, topografik yapı, yetiştirilecek bitki cinsi, işgücü durumu göz önünde bulundurulur. Sulama alanının özelliklerine göre, sistemler çeşitli yönlerden karşılaştırılarak herhangi biri seçilir. Sulama şebekelerinin kolay ve verimli işletimi su dağıtım sistemine bağlıdır. Dolayısıyla seçilen su dağıtım sistemi projenin hedeflerine ulaşmasında önemli bir rol oynar (Aküzüm ve Çakmak 1994).

Sulama planlanmasında amaç, sulama alanında yetiştirilecek bitki çeşitleri ve bunların kapladıkları alanın saptanması suretiyle ihtiyaç duyulacak su miktarının tesis kapasiteleri ve kaynakla karşılaştırılmasıyla ortaya çıkabilecek sorunlar için gerekli önlemlerin saptanmasıdır.

Su dağıtım programları ise, sulayıcıların günlük su istemlerinin sıraya konmasını, zamanında ve düzenli bir şekilde su almalarını amaçlar.

Açık kanallı sulama sistemlerinde, özellikle farklı bitkilerin yetiştirildiği alanlarda, suyun ne şekilde dağıtılması gerektiği büyük önem taşır. Bu karar, mevcut arazi ve su kaynaklarına, işletim koşullarına ve bitkisel üretimden sağlanacak kazanca dayandırılmalıdır. Bitkilerin yüksek verim ve kaliteli ürün verecek şekilde yetiştirilmesi, diğer tarımsal girdilerin yanısıra kök bölgesinde sürekli ve gelişmeyi engellemeyecek bir düzeyde nem bulundurulmasına bağlıdır (Kılıç 2004).

Manuel ya da mekanik işletim esaslı dağıtım yapılarını içeren açık kanallı bir çok sulama projesinde, sulama programları ile gerçekleşen su dağıtımları arasında büyük farklar oluşmaktadır. Sulama programlarının başarılı bir şekilde uygulanabilmesi ise sistemlerde modern su dağıtım teknolojisi ile ilgili düzenlemelerin yapılmasını gerektirmektedir. Ünal ve Aşık (2001), sulama programı ile gerçek su dağıtımı arasındaki ilişkileri işletim esnekliği ve dağıtım güvenilirliği bakımından değerlendirmiş ve su dağıtım programlarının başarılı bir şekilde uygulanmasına yönelik olası çözüm önerilerini irdelemişlerdir.

Güvensoy (2006), Haruniye-Düziçi Sulaması'nda sulama suyu dağıtım planlama sistemi oluşturmak amacıyla yaptığı çalışmada sulama projelerinin işletiminin her aşamasında gerekli genel sulama planlaması ve fiili olarak uygulanan su dağıtım programları gibi temel bilgilerin kolayca erişilebildiği bir program tasarlamıştır. Oluşturulan sistem yardımıyla sulayıcı bilgi formları ve su talep formları oluşturulmuş, sulama zaman planı, genel sulama planlaması, su dağıtım programları, ana ve yedek kanal işletme tablosu ve sulayıcı bilgi raporları elde edilmiştir.

2.2.1 Uygulanan yaklaşımlar

Sulama şebekelerinde su dağıtımı konusunda uygulanan yaklaşımlar aşağıda açıklanmıştır:

2.2.1.1 Talep (istek)

İstek yönteminde genellikle su alma noktasında çiftçinin istediği her anda su bulunur. Bu yöntemde çiftçinin kullanacağı su miktarı sınırlanmaz. Çiftçinin kullandığı su miktarı genellikle ölçülür ve ücret buna göre hesaplanır.

İstek yönteminin uygulanacağı sulama şebekeleri genellikle ileri teknoloji düzeyinde projelenirler. Otomasyon prensiplerine göre işletildiğinden genellikle insan müdahalesi en alt düzeydedir. Dağıtım sistemindeki su seviyeleri ya da basınçları otomatik kapak ya da vanalarla düzenlenir. Özellikle dağıtım sisteminin boru hatlarından oluştuğu sistemlerde su iletim randımanı %90'a kadar çıkabilir.

Sistemin işleyişi yönetim merkezindeki kontrol panolarından izlenir. İnsan gücü isteği sayı bakımından az olmasına karşın nitelik bakımından çok yüksektir.

Talep sisteminin faydaları:

1) Şebekelerde daima su bulunduğundan çiftçiler su beklemez.
2) Kanal boyutları daha küçük olduğundan şebeke maliyeti ucuz olur.
3) İşletme kolaylığı vardır, fazla personel ihtiyacı duyulmaz. Farklı sulama yöntemlerine en iyi şekilde cevap verir.

Talep sisteminin zararları:

1) Kanalda sürekli su bulunmasının çiftçiyi su israfına alıştırması
2) Sulamanın süratini düşürmesi
3) Çiftçi arkalarında yapılan sıranın geç gelmesi
4) Başarı derecesi açık kanal sistemlerinde borulu olanlara göre düşüktür. Bunun başlıca nedeni: Kontrol mekanizmasının kapak mekanizması açık kanal sisteminde

vejetasyonla bloke edilmesi ve dış müdahaleye açık olmasıdır. Kanal sisteminde otomasyonun arızalanması büyük zararlara neden olan taşmalarla sonuçlanır. Buna karşılık borulu sistemler bu tür müdahalelere maruz olmadığından işletme ve sosyal sorunlar daha azdır (Sagardoy *et al.* 1986).

2.2.1.2 Şartlı talep kısıtlı istek

Talep sisteminde bir tersiyer üzerindeki bütün taleplerin aynı anda karşılanması mümkün değildir. Bunun için şartlı talep sisteminin uygulanmasına ihtiyaç duyulur.

Şartlı talep sisteminde su alma noktasında su çiftçinin talebini izleyen birkaç gün (genellikle 2-7 gün) içinde su bulundurulur. Birim alan için verilen su miktarı genellikle sınırlıdır (Sagardoy *et al.* 1986).

Taleplerin verilecek sudan fazla olması halinde çiftlik prizleri arasında rotasyon yapılmak üzere talepler sıraya konur. Ayrıca her yıl olası su varlığına bağlı olarak sulanacak bitki çeşitlerine göre ekim planları hazırlanıp talep edilecek su miktarı ile mevcut suyu karşılaştırarak, talebin fazla olması halinde çiftçi taleplerinden bir kısıntı yapılır (Tümer 1975).

Çiftçi taleplerini su çavuşuna iletir. İstekler buradan işletme teknisyenine gelir. İşletme teknisyeni çiftçi taleplerini kanal kapasitesine göre değerlendirir ve her çiftçiye suyun ne zaman verileceği aynı yolla geri iletilir.

Kanalları belirli düzeyde esnekliği olacak biçimde projelenen sulama şebekelerinde, çiftçi talebi genellikle iki-üç gün gibi kısa bir sürede karşılanabilir. Esnekliği olmayan ve talep düzeyinin yüksek olduğu durumlarda bu süre 6-7 güne kadar uzayabilir.

Çiftçiye verilecek suyun miktarı genellikle arazi büyüklüğüne göre belirlenir. Bu sistemde verilecek su miktarının belirlenmesi zorunludur. Aksi takdirde su teknisyeni dağıtım programında gerekli akış debisi ve süreyi hesaplayamaz. Bu dağıtım

yönteminin uygulanabilmesi için şebekenin iyi projelenmiş ve inşa edilmiş olması yanında tersiyer prizlerinin istenen akımı verebilecek kapasitede olması gerekir.

Çiftçinin fazla su kullanmasının önlenmesi için mevsimlik sulama suyunun sınırlanması ya da iki su talebi arasında belirli bir sürenin geçmesi (7-10 gün) vb. kısıtlar konabilir.

Bu yöntemin bir başka avantajı; su isteğinin pik olduğu ayda ya da şiddetli kuraklığın olduğu yıllarda rotasyon yöntemine dönüştürülebilmesidir. Dezavantajı ise; su talebinin düşük olduğu zamanlarda birkaç çiftçi için kanal sistemi açılıp kapatılmasının büyük kayıplara yol açmasıdır. Ancak talebin düşük olduğu durumlarda su kaybının fazla önemi olmayabilir (Sagardoy *et al.* 1986).

Planlama ve projeleme aşamasında su miktarının yetersiz olduğu durumlarda mevcut suyun sulayabileceğinden daha fazla arazi sulamaya açılabilir. Su açığının kapatılması için gerekli önlemler daha sonra düşünülür. Bu önlemlerden en uygunu, tarla içi su dağıtım yönteminin modernleştirilmesi ile sulamada kullanılan su miktarının azaltılmasıdır. Ancak bu önlem, çiftçi bakımından azımsanmayacak bir ilk yatırım gerektirir. İkinci önlem, sulama alanındaki ekim planının düzenlenmesidir. Böylece bitki deseni çeşitlendirilerek su ihtiyacı bakımından piklerin çakışması önlenmeye çalışılır.

Her iki önlem de yürütülmezse çiftçinin, su ihtiyacının tam olarak karşılanamayacağı bilinerek, ekim yapmasına izin verilir. Bu uygulama sırasında sulama suyundaki azalmanın, ürün azalması ile doğrusal bağlantılı olmaması da işletmeciye yardımcı olur. Zaten istek yönteminde bile pratikte bir tersiyer üzerindeki bütün su isteklerinin tam olarak karşılanamadığı düşünülecek olursa, kısıtlı istek sisteminin zorunlu olarak uygulanmakta olduğu anlaşılmaktadır.

2.2.1.3 Rotasyon

Ülkemizde inşa edilen ilk sulama şebekelerinde rotasyon yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemde tüm kanallara su belirli bir rotasyona göre verilir. Çiftçi suyu tersiyer

kanallardan belirli zamanlarda ve belirli miktarda alır. Bu sistem kanal rotasyonu ve serbest istek yönteminin geliştirilmiş bir biçimidir. Ayrıca rotasyon yöntemi yalnız kanallar için değil çiftçi için de geçerlidir.

İşletme açısından randımanlı bir sistemdir. Her çiftçiye eşit şans verilmesi nedeni ile sosyal yönden de sorunsuz bir sistemdir.

Rotasyon sisteminin uygulanmasında çeşitli yollar vardır:

1) Sulama mevsimi boyunca su kanallara eşit aralıklarla verilir. Çiftçi tersiyerden suyu belirli bir günde sabit bir süre için alır.
2) Su dağıtımında rotasyon aralığı ürünün su isteğine göre sulama mevsiminin başında ve sonunda uzun, ortasında ise daha kısadır. Her bir rotasyondaki dağıtım düzeni aynı olup tüm mevsim boyunca sabit miktarda su verilir.
3) Her bir rotasyon sırasında su farklı süreler için verilir. Verilen su miktarı aynı zamanda mevsim boyunca değişir. Verilecek su miktarı bitkinin gerçek su ihtiyacına göre hesaplanır.

Anılan bu çeşitli yöntemlerin teknik düzeyi hem verilecek su miktarının hesaplanması, hem de sulama şebekesinin projelenmesi açısından birinciden üçüncüye doğru artmaktadır.

Örneğin; birinci yöntem en basit ve en yaygın olarak kullanılandır. Ancak bir tersiyer prizinde su ölçme cihazı varsa uygulanabilir. Her çiftçi arazi büyüklüğü oranında su aldığından sosyal yönden adil bir yöntemdir. İkinci yöntemde rotasyon aralığı daha çok ürünlerin gerçek su ihtiyacına göre düzenlendiğinden uygulama daha fazla teknik bilgi gerektirir. Sistemin işleyişi monokültür tarımda yüksek, polikültür tarımda ise daha düşük randımanlıdır. Üçüncü yöntem bitki su ihtiyacının karşılanması ve daha yüksek su kullanım etkinliğinin gerçekleşmesi açısından en elverişli olanıdır; fakat uygulamada güçlükler vardır. Çiftçinin rotasyon gününe ilişkin haberdar edilebilmesi için yöntemin etkin bir iletişim sistemine sahip olması gereklidir. Verilecek su miktarının hesabı ancak nitelikli teknik kadro ile mümkündür. Bu yöntem, teorik açıdan avantajlı olmasına karşın güçlükleri nedeni ile ender uygulanır (Sagardoy *et al.* 1986).

2.2.1.4 Devamlı akış yöntemi

Bu yöntemde sulama suyu, sistemde bulunan tüm kanallara devamlı olarak verilir. Sistem kapasitesi, proje alanında su ihtiyacının en fazla olduğu aydaki sulama modülüne göre saptanır (Güngör vd. 1996).

Bu yöntem sürekli olup en basit su dağıtım sistemidir. Derinlere sızma ve yüzey akışları ile su kaybı yüksektir (Sagardoy *et al.* 1986).

2.2.1.5 Birim saha-birim su yöntemi

Birim saha-birim su yöntemi, İtalya'da kanaletli sulama şebekelerinde uygulanmış bir sistemdir. Bu sistem, 1963-1965 yıllarında kanalet uygulaması ile birlikte ülkemize gelmiştir.

Birim saha-birim su yönteminin esası, sulama sahasının belirli büyüklükte birim sahalara ayrılarak, sulama suyunun bu sahaların en yüksek yerinden ve bir noktadan bırakılmasından ibarettir. Birim saha-birim su sisteminin uygulama tarzı şöyledir;

1) Sulama şebekesinin oluşturduğu bütün saha, mülkiyet sınırları göz önüne alınarak, bu sınırları bölmeden, aralarında yüzölçümü bakımından olabildiğince eşit birim sahalara ayrılır.
2) Birim sahanın en yüksek yerindeki bir tek noktadan bırakılan sulama suyu, birim saha içinde 2. kademe kanaletler vasıtasıyla, her parselin kolayca su alacağı tarzda dağıtılır.
3) Her birim sahada belirli bir zamanda sadece bir parsel su alır.
4) Birim sahadaki su hiçbir zaman bölünmez ve en az bir su ünitesi teşkil eder. Ülkemizde birim saha-birim su sistemine göre hazırlanmış sulama projelerinde birim su 50-60 L/s olarak alınmaktadır.

Birim su asgari ve bölünmez bir su ünitesini teşkil eder. Bir sulama şebekesinde birim su ya 50 ya da 60 L/s seçilir. Bütün birim sahalarda eşit birim sular dolaşır.

Kanaletli birim saha-birim su sisteminde klasik sulama şebekelerinde olduğu anlamda yedek kanalet yoktur. Birinci ve ikinci kanaletler vardır.

Birim saha-birim su sistemine göre çalışan sulama şebekeleri her sene değişen tarımsal koşullara uyması, sulama suyunu hassasiyetle dağıtan bir şebeke olması bakımından diğer şebekelere tercih edilir.

Birim saha-birim su sisteminde birim su daha proje esnasında saptanıp aynen uygulandığı için, herkesin o sene içinde ne kadar su sarfedeceği kolayca hesaplanır. Birim su aynı kaldığı için, ikinci derecedeki kanaletlere aynı eğim verilebildiği takdirde, birim saha içinde aynı tip kanaletler kullanılabilir.

Ancak bu sisteme göre kurulacak bir kanalet şebekesinde, sulama suyu, birim sahaların en hakim noktalarına iletileceğinden, bunu temin için, birinci kademe kanaletleri normalden daha sık aralıklarla geçirilmektedir. Bu sisteme göre çalışacak bir kanalet şebekesinin projelendirilmesinde gözden uzak tutulmaması gereken bazı kriterler şunlardır (Sagardoy *et al.* 1986):

1) Sulama sahası, mülkiyet sınırlarından geçen sınırlarla 50'şer ha'lık birim sahalara ayrılır.
    a) Birim sahalar arasından geçirilen birinci derece kanaletin her iki taraftaki birim sahalara en hakim noktalardan su verebilmesi için, birim sahanın tesviye eğrilerine dik geçen sınırı olabildiğince arazinin en yüksek noktalarına rastlamalıdır.
    b) Birim saha ayrımında, birim saha içinde sulama suyunu dağıtacak ikinci kademe kanaletlerin daha kısa olmasını temin için birim sahaların kare olması istenir.
    c) Birim sahaların üst sınırları, birinci kademe kanaletinden bırakılacak suyun cazibe ile birim sahanın sonuna kadar gidebileceği şekilde tespit edilmelidir.

2) Birim sahalar belirtildikten sonra, birinci kademe kanaletlerin güzergahları geçirilir.

a) Bu güzergahların seçiminde kanalet kısa türde ve birim sahanın en yüksek noktası göz önünde bulundurulmalıdır.

b) Bir kanaletten başka kollar ayrılmadığı takdirde kanalet genişliği 1500 m olmalıdır.

3) Birim sahalar tespit edilip alanın hakim noktasına su ileten kanaletler konduktan sonra, suyu taşıyacak olan ikinci kademe kanaletler geçirilir.

a) Bu kanaletler arazinin ortalama 250-300 m yakınından geçirilir, her parsele rahatça su ulaştırılması sağlanır.

b) İkinci derece kanalet güzergahlarının seçimi, birim sahaya tahsis edilmemiş suyun kullanılmasına imkan vermeyecek şekilde olmalıdır.

4) Kanaletli sulama şebekelerinde de diğer şebekelerde olduğu gibi bir drenaj şebekesi bulunmalıdır.

2.2.1.6 Oransal su temini

Oransal su temini yöntemi ile su dağıtımında program sisteme saptırılan su ile tüm sulama alanının sulanmasını öngörmektedir. Bu işlemi devamlı sulama ve kesikli sulama olmak üzere iki farklı seçenekle gerçekleştirmektedir (Kodal vd. 2003).

2.2.2 Türkiye'de su dağıtımının planlanması

2.2.2.1 DSİ ve sulama birliklerinin yaklaşımı

Sulama genel anlamda, "bitkilerin ihtiyaç duyduğu suyun doğal yollarla karşılanamayan bölümünün, kaynaktan alınıp, bitki kök bölgesindeki toprağa, zamanında ve kontrollü bir şekilde verilmesi" olarak tanımlanabilir. Sulama yönetiminin temel amacı da, en uygun tarımsal üretimin sağlanması için, mevcut kaynakların ekonomik bir şekilde kullanılmasıdır. Bu amacın gerçekleşmesi için, sulama suyunun bir program dahilinde kullanılması önem kazanmaktadır.

Planlı su dağıtımı; sulama mevsiminden önce, sulamaya hazırlık çalışmaları ile genel sulama planlaması yapılması; sulama mevsimi içinde su dağıtım programlarının hazırlanması ve uygulanması ile şebekeye alınan suyun ölçülmesi, sulama mevsimi sonunda planlı su dağıtımı uygulama raporunun hazırlanması olarak üç aşamada gerçekleştirilmektedir.

Genel sulama planlaması; sulama alanında yetiştirilecek bitki çeşitleri ve bunların kapladıkları alanın saptanması suretiyle ihtiyaç duyulacak su miktarlarının tesis kapasiteleri ve kaynakla karşılaştırılmasıyla ortaya çıkabilecek sorunlar için gerekli önlemlerin saptanmasını amaçlamaktadır.

Su dağıtım programları, sulayıcıların günlük su istemlerinin sıraya konması ile zamanında ve düzenli bir şekilde su almalarını sağlamaktadır (Anonim 1995a).

2.2.2.2 İBY yaklaşımı

GAP sulama sistemlerinin işletme, bakım ve yönetimi, diğer bir deyişle GAP-İBY (İşletme, Bakım ve Yönetim) projesi, Başbakanlık GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı tarafından 1993 yılında Şanlıurfa'da başlatılmış ve 2000 yılında tamamlanmıştır. Proje kapsamında 1999 yılında pilot alan olarak seçilen Fırat Sulama Birliğinde UY5 alanında bir planlı su dağıtımı çalışması gerçekleştirilmiştir (Kodal vd. 2003).

Bu çalışma, çiftçi seviyesine kadar kontrollü su dağıtımının pik mevsimdeki su kullanımında %11'lik bir tasarruf sağladığını ve çiftçiler tarafından oldukça olumlu karşılandığını göstermiştir. Çalışmada her parsele verilen su tam olarak ölçülmüş ve planlı su dağıtımı uygulanmıştır.

Bu çalışmada yapılan işlemler aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

- Veri tabanının oluşturulması
    - Sulama ağı veri tabanı (kanallar ve hidrolik bilgileri)
    - Parsel veri tabanı (parsel alanı, mülkiyet-kullanıcı, bitki çeşitleri)

    - İklim veri tabanı (yağış, sıcaklık, nem, rüzgar, güneşlenme vb.)
    - Bitki veri tabanı (yetişme dönemi, bitki katsayısı)
- Bitki su tüketimi ve haftalık su ihtiyacının hesaplanması (CROPWAT yazılımı kullanılmıştır).
- Parsel ve kanal su ihtiyaçlarının belirlenmesi, pik dönemde su kısıtına gerek olup olmadığının belirlenmesi
- Pik dönemde kanala verilebilecek su miktarı ve kanaldan sulanacak alan göz önüne alınarak her parselin alanına göre parsele düşen su miktarı ve buna bağlı olarak sifon sayısı ve sulama sürelerinin belirlenmesi (parsel bitki çeşidi, kök derinliği, toprak bünyesi ve su tutma kapasitesi gözardı edilmektedir)
- Onar günlük dönemler için su dağıtım programlarının hazırlanması: Kanalın sifon-saat kapasitesine göre su alacak parsellerin sifon sayısı ve sulama sürelerinin belirlenmesi (Kodal vd. 2003).

2.3 Bilgisayar Destekli Sulama Yönetimi Yazılımları

Sulama suyunun korunması ve etkin kullanımında, günlük düzenli yönetim önemli bir role sahiptir; çünkü sisteme verilen suyun önemli bir kısmı, parsel başlarındaki su alım noktalarına kadar, dağıtım ve iletimde kayba uğramaktadır.

Bilgilerin işlenmesinde ve saklanmasında, yüksek hızlı işlemci ve büyük hafızalama kapasitesine sahip bilgisayarların kullanımının yaygınlaşması ile bilgi saklama ve işlemede etkili bir araç ortaya çıkmıştır. Fakat; sulama sistemlerinin idaresine yönelik bilgisayar yazılımlarının geliştirilmesi, diğer sektörlerle karşılaştırıldığında, çok yavaş yol almaktadır. Bununla birlikte, bir sulama sisteminin tüm ihtiyaçlarına yönelik, çok az sayıda, bütüncül bilgisayar yazılımı vardır (Anonymous 1999b).

2.3.1 Sulama projeleri yönetim bilgi sistemi (SIMIS) yazılımı

Sulama Proje Yönetim Bilgi Sistemi (SIMIS); sulama projelerinin yönetsel işlemlerinin kolaylaştırılması amacı ile geliştirilmiş bir karar-destek yazılımıdır. Program sadece projenin su kullanım yönü ile sınırlandırılmamış, aynı zamanda bütün günlük yönetim

faaliyetlerinin, en önemli konularını da kapsamaktadır. Bunun yanısıra bakım-onarım faaliyetlerinin kontrolü, muhasebe, su ücretleri ve konu ile ilgili diğer işlemleri de içermektedir. SIMIS'in geliştirilmesindeki temel yaklaşım, birçok sulama projesinde kullanılabilecek bir program seti hazırlamaktır. İlk versiyonu DOS işletim sistemi altında geliştirilmiştir ve çeşitli ülkelerde üç yıl (1994-1996) süre ile test edilmiştir. SIMIS'in son iki versiyonu Windows işletim sistemi altında çalışmaktadır. SIMIS, küçük ve orta büyüklükteki sulama projelerine yönelik bir yazılımdır. Büyük sulama projelerinde yazılımın kullanımı için proje alt sistemlere bölünmelidir. Ayrıca SIMIS temel olarak yerçekimsel sistemler için geliştirilmiştir (Anonymous 1999b).

2.3.2 Sulama ağı kontrol ve analizi (INCA) modeli

Yazılım; proje yapıları, hidroloji ve bitki deseni verilerini saklayıp işlemektedir. "Su Yönetimi" ve "Su Kaynağı Değerlendirme" biçiminde iki modülden oluşmaktadır. Model bu modülleri aracılığı ile su yönetimi, işletme programları ve su kaynağı değerlendirmesi yapmaktadır. INCA'nın; modüler yazılım mimarisi, interaktif ağ haritası, girilen verilerde hata kontrolü, ölçüm birimlerini seçme imkanı, geniş bir yapı kütüphanesi, kapsamlı yardım gibi özellikleri bulunmaktadır (Bird and Makin 1992).

a) Su yönetimi modülü

INCA su yönetimi modülü orta ve büyük ölçekli yüzey sulama sistemlerinin ana ve dağıtıcı kanallarının su gereksinimini hesaplamaktadır. Modül kullanıcının belirttiği bir bölge için saptırılması gereken su miktarını hesaplamaktadır. Kontrol noktalarındaki gerçek debinin izlenmesi ile hedeflenen ve gerçekleşenin karşılaştırılmasına ve sistem performansının değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Gerçek bitki deseni, günlük yağış dağılımı ve gerçek toprak nem koşulları bilgilerinin geri bildirimine olanak tanımaktadır. Yapılan programların bu geri bildirimle tekrar düzenlenmesi ile model gerçek tarla koşullarına cevap vermektedir.

INCA'nın su yönetimi modülüne ilişkin özellikleri aşağıda özetlenmiştir:

- Su gereksinimi hesaplamaları, referans bitki su tüketimi veya kullanıcının belirleyeceği talebe dayanmaktadır.
- Belirlenen istekler beklenen yağışa göre düzenlenmektedir.
- Tarla uygulama randımanı kullanıcı tarafından belirlenmektedir.
- Kontrol noktalarındaki su alım yapıları, dağıtım kayıpları ve sistemin fiziksel kısıtlarına göredir.
- Devamlı akış ve rotasyon işletim yöntemleri birleştirilebilmektedir.
- Çeşitli sulama yönetimi senaryoları değerlendirilebilmektedir.
- Çeşitli bitki desenlerine ilişkin su gereksinimleri, INC_SEV modülü ile hazırlanabilmektedir (Bird and Makin 1992).

b) Su kaynağı değerlendirme modülü

INCA su kaynağı değerlendirme modülü su yönetimi modülü tarafından hesaplanan su gereksinimlerini hazırlamaktadır. Su kaynağı bir rezervuar olan projeler için modül sezon sonuna kadar olası depolama hacmini hesap etmektedir. Su kaynağı bir akarsu olan projeler için istek-temin oranları dönem düzeyinde hesaplanmaktadır. Su yönetimi ve su kaynağı değerlendirme modülleri birlikte kullanıldığında, sezon başlamadan önce çeşitli bitki desenleri için temin edilecek suyun gereksinim duyulacak suyu karşılayıp karşılamayacağının değerlendirilmesi mümkündür. Modül herhangi bir yetiştirme dönemi öncesinde yaşanması olası su sıkıntıları için uyarı vermektedir. Rezervuarlı projelerde su kısıtının üretime etkilerini en düşük seviyeye indirgemek için su dağıtımı planlarını değerlendirme olanağı tanımaktadır.

INCA'nın su kaynağı değerlendirme modülüne ilişkin özellikler aşağıda verilmiştir:

- Olası talep ve temin: su temin dengeleri her düzeyde risk tahminine imkan tanımak üzere 7 düzeyde gerçekleşebilmektedir.
- INCA programı geçmiş talep temin analizleri hakkında karar alma özelliğine sahiptir. Veri dosyaları çeşitli temin senaryolarının değerlendirilmesi için hızlı bir biçimde değiştirilebilmektedir.
- Rezervuar denge özelliği günlük gerçek su temin miktarlarını hesap etmektedir (Bird and Makin 1992).

2.3.3 Sulama yönetimi ve optimizasyon sistemi (IRMOS) modeli

IRMOS modeli sulama projelerinde su yönetiminin geliştirilmesinde kullanılacak bir araç olarak planlanmıştır. Model sulama sistemlerinde su dağıtımının düzenli bir biçimde planlanması ve izlenmesinde veri alma ve işleme amacı ile geliştirilmiştir. Buna ek olarak model, çeşitli su dağıtımı senaryoları yapma ve bu senaryolar sonucunda olası bitki verimlerini hesaplayacak alt-modellere sahiptir. Bir optimizasyon alt-modeli ile net üretim faydasını en üst düzeye yükseltecek su dağıtım politikası belirlenebilmektedir.

Model dört ayrı model olarak kullanılabilecek bir biçimde tasarlanmıştır. Bu modeller; planlama, sezon öncesi planlama, sezonda su dağıtımı ve performans değerlendirmesidir (Hales and Burton 2000).

a) Veri yönetimi

Sulama ağının ifade edilmesinde INCA programı kullanılmıştır (Bird and Makin 1992). INCA ile sulama ağı ekranda çizilmiş ve önemli noktalara ilişkin veriler fare ile seçilerek işlenmiştir. Ayrı bir Visual Basic veri tabanı, gerek sezon öncesi planlama, gerekse sezonda su dağıtımında kullanılmak üzere gereksinim duyulan düzenli işletim verilerinin girişine olanak tanımaktadır. Nehir deşarjı, ana kanal akımı, pan buharlaşması ve iklim verileri için geçmiş veriler programa girilebilmekte ve istatistiksel parametreler elde edilebilmektedir (Hales and Burton 2000).

b) Su yönetimi

Su yönetimi modülü, sulama ağındaki su yönetimini kaynaktan kök bölgesine kadar aşağıda belirtilen dört işletim şekli için kontrol edebilmektedir. Su yönetimi modülü, her bir tarla biriminde toprak nem dengesinin sürdürülmesi için tekrar edilen işlerden oluşur. Bu işler; hasatta su algoritmasına karşın bitki verimi tespiti (Doorenbos and Kassam 1979, Rao *et al.* 1988), 10 adet su dağıtım planından seçilen su dağıtımı

politikasına göre suyun dağıtımı (Burton 1993, 1994), kontrol noktalarında boşalımın izlenmesi ve dağıtım kayıplarına izin verilmesi, beklenen su temininin, bitki su gereksiniminin ve etkili yağışın gelecek dönemler için (geçmiş verilerden) tahmin edilmesidir. Model aynı zamanda kanal koşullarını izleyen ve kapasite planlayan bir alt-rutin içermektedir.

Sulama sistemi tek bir bitki deseni, toprak tipi ve sulama yöntemine sahip tarlalara suyu ileten, tersiyer kanallardan oluşan su yönetimi birimlerine suyu dağıtan bir sulama ağı biçiminde modellenmiştir (Hales and Burton 2000).

c) Model sonuçları

Bu modülle proje verileri bilgisayar ekranında şematik bir harita ve çizelge biçiminde çarpıcı olması için renkli olarak gösterilmektedir. Kanal ağı ve su yönetim birimlerindeki su temini durumu verileri görüntülenebilmektedir. Ayrıca sulama suyu gereksinimleri, su dağıtımları, su talep ve teminleri, buharlaşma, toprak su bütçesi, bitki üretim kayıpları, bitki üretim durumları ve seçilen performans göstergeleri kullanılarak performans durumu bilgilerine ulaşılabilmektedir. Tüm bu bilgiler yazdırılabilmektedir (Hales and Burton 2000).

2.3.4 ISAREG modeli

ISAREG modeli herhangi bir bitki için sulama zaman ve miktarını hesaplamak veya yapılan bir sulama programının değerlendirilmesinde kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Model iklim, toprak ve bitki verilerine gereksinim duymaktadır (Teixeira and Pereira 1992).

Model herhangi bir bitki-toprak-iklim koşulu için su kısıtı olan veya olmayan durumlarda sulama programı yapma ve değerlendirmede altı adet seçeneğe sahiptir.

1.seçenek: en yüksek verim için sulama zamanı planlaması

2. seçenek: sulama program simülasyonları

3. seçenek: sulamanın belirli günlerde, hesaplanan veya seçilen sulama derinlikleri ile dikkate alınması

4. seçenek: kısıtlı su temini koşullarında sabit veya çeşitli sulama derinlikleri için optimum sulama zamanı planlaması

5. seçenek: sulama olmaksızın su dengesinin sürdürülmesi

6. seçenek: sulama için net sulama gereksiniminin hesaplanması

ISAREG kullanıcı tarafından seçilen çeşitli seçeneklere göre işlem yapmaktadır. Başlıca seçenekleri olan 1 ve 2 ile en iyi sulama programının belirlenmesini amaçlamaktadır. Böylece bu iki seçenekten elde edilen sonuçlar belirlenen bir bitki için optimum sulama zaman ve derinliği bilgileridir. 3. seçenek bir sulama programının değerlendirilmesini hedeflemektedir (Anonymous 1994).

2.3.5 Sulama sistemlerinin işletim ve yönetimi (OMIS) modeli

Bu model veri analiz sistemine ilişkin özel bir amacın gerçekleşmesi veya su dağıtımı çizelgelerinin oluşturulması, uygun bitki deseninin belirlenmesi, çiftçi taleplerine veya yerel bitkilere dayalı bitki desenlerinin hesaplanması, veri girişi veya veri izlemesinin geçerli kılınması gibi yönetim faaliyetlerinin desteklenmesine yönelik modüllerden meydana gelmektedir. Bütün modüller veri kullanma veya güncelleme işlemlerini merkez veri tabanından yapmaktadır. OMIS'ın etkili kullanımı için veri analizi sistemi ile veri tabanı arasında etkili bir ara iletişimi ve veri transferi temel teşkil etmektedir.

Veri tabanı bir sulama sistemine ilişkin önemli tüm verileri içermektedir. Eğer veri gruplarından bir kısmı eksik olursa programın işleyişi engellenmektedir. Bu yolla veri analiz sistemi en çok bulunulabilen verileri kullanmaktadır. Veri grupları kanal ağı,

tarımsal, hidrolojik, kurumsal, izleme verileri gruplarından oluşmaktadır (Anonymous 1994). Modelden elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

Dönem öncesi faaliyetler

- Tüm sulama sistemi için bitki planlaması
- Her bir kontrol alanı için bitki planlaması
- Simülasyon kullanarak dönemsel işletme planlarının hazırlanması ve değerlendirilmesi
- Standart planlama raporlarının hazırlanması

Dönemdeki faaliyetler

- İzleme verilerinin toplanması, işlenmesi ve onaylanması
- Su dağıtımı çizelgeleri ve işletim yönergeleri güncellenmesi
- Tüm tarla işletme elemanlarının işletme talimatlarının hazırlanması

Dönem sonrası faaliyetler

OMIS çoğu yıllık raporların hazırlanması ile sulama performans değerlendirilmesine ilişkin dönem sonrası işleri desteklemektedir. Bu raporlar birçok önemli performans parametresini içermektedir. Buradaki parametrelerin birçoğu veri tabanında bulunan verilere dayanmaktadır (Anonymous 1994).

2.3.6 Sulama ana sistem işletim (IMSOP) modeli

Sulama ana sistem işletim modeli (IMSOP) su dağıtım kanalları işletimi ve sulama sistemlerinin günlük yönetimine yardımcı olması amacı ile geliştirilmiştir (Malano *et al.* 1993). Simülasyon modeli üç modülden oluşmaktadır.

Evapotranspirasyon modülü meteorolojik verilere dayalı olarak referans bitki su tüketimi (ET_o) ve gerçek bitki su tüketimi (ET_c) değerlerini hesaplamaktadır.

Sulama gereksinim modülü sistemdeki her bir tersiyer birim için su gereksinimi hesaplamaktır. Hesaplamalar evapotranspirasyon oranı, etkili yağış miktarı, kanal ve uygulama kayıplarına dayalı bir biçimde haftalık olarak gerçekleşmektedir.

Sistem işletimi modülü tersiyer birimlerin sulama gereksinimlerini toplamakta ve sulama ağında belirlenen noktalarda gereksinim duyulan miktarları hesaplamaktadır (Anonymous 1994).

2.3.7 SUGIS modeli

SUGIS modeli bir yandan sulama projelerinin yönetim işlemlerinin kolaylaştırılması diğer yandan devlet ve devredilen sulama şebekelerinin isteklerinin karşılanmasına yönelik olarak geliştirilmiştir. Sulama projelerinin izlenmesi ve değerlendirilmesine yönelik, gelecekte planlanacak çalışmalara bilgi aktarabilen ve yıllık işletme ve bakım konularını kapsayan tüm bilgileri içermektedir (Gündoğdu vd. 2001).

SUGIS'te sayısal ve sayısal olmayan verilerin işlenebileceği ve gerekli değerlendirmenin yapılabileceği Arc/Info 7.1.2. Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS), gerekli menülerin ve modüllerin yazılmasında Arc/MACRO programlama dili, uydu görüntülerinin işlenmesinde ERDAS Imagine 8.3.1. kullanımına olanak tanınmaktadır.
SUGIS veri girişi, proje bilgileri sorgulama, su yönetimi ve değerlendirme biçiminde dört menüden oluşmaktadır.

a) Veri girişi

Sabit proje verileri: Bu menü seçeneği yardımı ile projeye ilişkin her türlü temel bilgilerin sisteme aktarılması sağlanmaktadır. Bu bilgiler kendi içerisinde harita bilgileri ve info bilgileri olarak ikiye ayrılmaktadır.

- Harita Bilgileri
    - Su kaynağı
    - Proje sınırı
    - Sulama sistemi

        - Drenaj sistemi
        - Yol sistemi
        - Mülkiyet haritaları
        - Toprak haritası
        - Topografik harita
        - Sanat yapıları
        - Tabansuyu gözlem kuyuları
- Info Bilgileri
        - Mülkiyet bilgileri
        - Meteoroloji istasyonu bilgileri
        - İklim bilgileri
        - Bitki bilgileri
        - Bakım bilgileri

Yıllık proje bilgileri: Bu menü ile veriler yıl bazında girilmekte ve bu bilgiler her yıla ait farklı dosyalarda saklanmaktadır.

- Arazi kullanım bilgileri
- Sulama projesi bilgileri
        - Sulama kanalı bilgileri
        - Drenaj kanalı bilgileri
        - Bakım onarım bilgileri
- Taban suyu verileri
- Su ücretlerinin girilmesi
- Günlük su taleplerinin girilmesi
- Diğer veriler
        - Personel bilgileri
        - Alet ekipman kullanımı

b) Proje bilgileri sorgulama

Bu seçenekle program kullanıcıya projeye ilişkin daha önceden girilmiş verilere ulaşma imkanı tanımakta ve bu bilgiler üzerinde sorgulama yapma olanağı sağlamaktadır.

Ancak bu seçenek, proje bilgileri üzerinde herhangi bir değişiklik yapma imkanı tanımamaktadır. Bu modülde;

- Durum planı
- Su kaynağı
- Parseller
- Sulama sistemi
- Drenaj sistemi
- Yol sistemi
- Sanat yapılarına ait ayrıntılı sorgulamalar yapılabilmektedir.

c) Su yönetimi

Bu menü seçeneğinde kullanıcının günlük yönetim faaliyetlerini yürütmesine ilişkin bilgiler sisteme girilmektedir.

d) Değerlendirme

Bu menü ile projeye ilişkin tüm faaliyetler bazı göstergeler yardımı ile değerlendirilmektedir. Çizelge, grafik ve rapor formatında çıktı alınabilmektedir (Gündoğdu vd. 2001).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada kullanılan materyal ve yöntem aşağıda açıklanmıştır.

3.1 Materyal

Çalışmada materyal olarak IRSIS paket programı, SIMIS modeli ve Ayaş Asartepe Sulama Birliği alanındaki sağ sahilde bulunan Yedek 2 (Y2) kanalı kullanılmıştır. Y2 yedek kanalına ait proje bileşenleri, parsel bilgileri ve sulama alanına ilişkin iklim, toprak ve bitki verilerinden yararlanılmıştır.

3.1.1 Asartepe sulamasına ilişkin bilgiler

a) Proje yeri ve sahası

DSİ Genel Müdürlüğü tarafından inşa edilen ve Sakarya havzası içerisinde yer alan Asartepe Sulaması 1983 yılında faaliyete başlamış ve sulama şebekesinin işletme, bakım ve yönetimi 1996 yılında Asartepe Sulama Birliği'ne devredilmiştir. Proje alanı Ankara ilinin 47 km kuzeybatısındaki Çanıllı köyünden başlayıp, yaklaşık 50 km uzunluk ve 3 km genişlikteki bir şerit halinde devam etmektedir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Proje alanının yeri

Proje alanı içerisinde Ayaş ilçesi ve buna bağlı Çanıllı ve İlhan köyleri yer almaktadır. Sulama alanı net 1500 ha'dır. Asartepe Sulama Birliği alanında en fazla yetiştirilen bitkiler pancar, sebze, buğday ve arpadır.

b) İklim ve su kaynakları

Sulama alanında karasal iklim egemendir. Buna göre yaz ayları sıcak ve kurak, kış ve bahar ayları soğuk ve yağışlı geçmektedir. Proje sahasına ait başlıca iklim değerleri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Yıllık ortalama yağış 440 mm civarındadır. Sulama alanına düşen yağışlar daha çok kış ve ilkbahar aylarında olmaktadır. Sulamaya en çok ihtiyaç duyulan Temmuz ve Ağustos aylarında yağış miktarı oldukça düşüktür. İlk don tarihi 5 kasım, son don tarihi 7 Nisan'dır.

Asartepe sulamasının su kaynağı İlhan çayıdır. Bu çay üzerine inşa edilmiş olan Asartepe Barajı'nda toplanan su, İlhan çayı aracılığı ile İlhan köyüne kadar (14 km) getirilmektedir. Köy yakınındaki regülatör yardımıyla su, isale hattına alınmakta ve dağıtılmaktadır. Baraj gölünde toplanan suyun kalitesi C_2S_1 olup, sulama için uygundur. Sulama alanının güneyinde bulunan Uğur çayı (Ayaş çayı)'nın su kalitesi C_3S_1 sınıfındadır. Bu çayın İlhan çayı ile birleştiği yerden sonra, İlhan çayının su kalitesi de düşmekte, buna karşın Akkaya köyünde bu su pompa ile kullanılmaktadır (Anonim 1995b).

c) Toprak ve topoğrafya özellikleri

Sulama alanı toprakları hafif, orta ve ağır bünyeli topraklardan oluşmaktadır. Asartepe sulaması topraklarının bünye dağılımı Çizelge 3.2'de verilmiştir. Üst toprakların %41.20'si ağır, %2.30'u hafif, %49.30'u orta bünyeli olup, %7.20 oranında 6. sınıf arazi vardır.

Çizelge 3.1 Ankara-Ayaş ilçesinde bazı iklim değerlerinin on günlük ve aylık uzun yıllar ortama değerleri

Dönem	Ortalama sıcaklık (^{o}C)	Max. bağıl nem (%)	Min. bağıl nem (%)	Güneşlenme süresi (saat)	2 m yükseklikte ölçülen rüzgar hızı (m/s)	Yağış miktarı (mm)
1-10 Ocak	1.5	88	31	2.4	1.6	19.4
11-20 Ocak	0.6	90	45	3.0	1.7	16.0
21-31 Ocak	1.3	91	47	1.2	1.7	15.7
Ocak	1.1	90	41	2.2	1.7	51.1
1-10 Şubat	1.2	86	39	3.4	2.0	13.8
11-20 Şubat	2.7	87	34	3.9	2.2	13.7
21-28 Şubat	2.9	87	38	7.0	2.2	10.9
Şubat	2.3	87	37	4.8	2.1	38.4
1-10 Mart	4.2	88	27	4.9	2.9	12.7
11-20 Mart	5.3	89	24	5.2	2.1	12.6
21-31 Mart	8.5	85	21	6.1	2.1	14.0
Mart	6.0	87	24	5.4	2.4	39.3
1-10 Nisan	10.0	84	16	6.4	1.8	11.6
11-20 Nisan	8.0	87	18	5.9	1.6	20.0
21-30 Nisan	11.0	81	20	7.4	1.5	17.1
Nisan	9.6	84	18	6.6	1.6	48.7
1-10 Mayıs	13.4	80	18	7.7	2.1	16.2
11-21 Mayıs	14.8	85	21	7.8	2.2	20.0
21-31 Mayıs	16.6	78	19	9.2	2,2	16.3
Mayıs	14.9	81	19	8.2	2.2	52.5
1-10 Haziran	17.9	72	17	10.0	3.0	19.0
11-21 Haziran	19.1	65	17	10.8	3.0	10.0
21-30 Haziran	20.2	74	16	11.1	3.0	8.3
Haziran	19.1	70	17	10.6	3.0	37.3
1-10 Temmuz	20.8	68	14	11.4	3.8	7.5
11-21 Temmuz	22.4	57	14	12.0	3.6	5.7
21-31 Temmuz	22.8	95	14	11.9	3.9	4.1
Temmuz	22.0	73	14	11.8	3.8	17.3
1-10 Ağustos	22.7	68	12	11.5	4.6	1.3
11-21 Ağustos	22.4	60	12	12.0	4.7	4.1
21-31 Ağustos	21.3	69	12	11.2	4.6	7.0
Ağustos	22.1	66	12	11.6	4.6	12.4
1-10 Eylül	20.3	74	14	9.5	3.2	5.9
11-21 Eylül	18.1	70	12	10.1	3.3	1.6
21-30 Eylül	16.7	76	13	8.6	3.5	9.2
Eylül	18.4	73	13	9.4	3.3	16.7
1-10 Ekim	14.0	78	17	7.8	2.8	4.7
11-21 Ekim	12.2	84	30	10.0	2.5	12.1
21-31 Ekim	10.0	85	19	6.3	2.5	13.8
Ekim	12.1	82	22	8.0	2.6	30.6
1-10 Kasım	7.9	80	34	5.2	2.4	8.0
11-21 Kasım	7.1	85	29	4.7	2.3	13.3
21-30 Kasım	5.2	88	33	4.6	2.3	14.0
Kasım	6.7	84	32	4.8	2.3	35.3
1-10 Aralık	3.9	87	36	3.0	1.6	14.7
11-21 Aralık	2.2	86	42	2.3	1.4	25.0
21-31 Aralık	1.2	88	47	2.1	1.6	21.9
Aralık	2.4	87	42	2.5	1.5	61.6
Yıllık	11.4	90	12	7.2	2.6	441.2

DMİ Genel Müdürlüğü arşivi, 26 yıllık ortalama

Çizelge 3.2 Asartepe sulaması topraklarında bünye dağılımı

Bünye*	h/h	h/m	h/l	l/l	m/m	m/h	6.sınıf	Toplam
ha	643	10	13	38	448	349	117	1618
%	39.80	0.60	0.80	2.30	27.70	21.60	7.20	100

* h = Ağır bünye, m = Orta bünye, l = Hafif bünye

Taban arazilerde, ince şeritler halindeki az eğimli arazilerde alüviyal oluşumlar bulunurken yamaçlar kollovial yapıdadır. Genelde topraklar açık kahve ve kahve renginde tanecikli yapıdadır. Hafif bünyeli topraklar çok azdır. Kireç %3-5 arasında değişmektedir.

Tuzluluk problemi yoktur. Tuzluluk sorunu olabilecek 400 hektara yakın arazi varsa da genelde eğimli oldukları için yıkanma söz konusudur ve etkilenme yoktur. Sodyumluluk etkili değildir. Toprak geçirgenliği genelde iyidir. Toprak yapısı genellikle entansif üretime elverişlidir.

Memba'da arazi çok eğimlidir. İsale hattı yarlardan geçmekte ve ana kanalların başladığı yerlerde taban araziler bulunmaktadır. Bu kısımda eğim %0-1 arasında ve arazi ince şeritler halindedir. Sulama alanında eğim kuzey-batı yani İlhan çayının akış yönündedir. Güneyce köyüne kadar ana kanallar fazla eğimli olduğundan su kaybı mevcuttur. Buralarda İlhan çayı yatağına doğru eğim %2-4 arasında değişmektedir. Ortalama kot 550 m dir (Anonim 1995b).

Sulama alanında doğal drenajı, sağ ve sol ana kanal arasında kalan İlhan çayı sağlamaktadır. Pompaj sulaması yapılan alanda doğal drenajı Uğur çayı karşılamakta, yine aynı çay sol sahili drene ederek Pazaryeri'nin altında İlhan çayı ile birleşmektedir. Sulama alanında, gerçek anlamda drenaj problemleri olmadığı için taban suyu çalışması yapılmamıştır.

Bununla beraber bazı yedek kanalların sonu tarla içinde kalmakta ve tahliye suları göllenmelere neden olmaktadır.

d) Asartepe Sulama Birliği

Asartepe Sulama Birliği, Ayaş ilçesinde Güneyce mahallesinde bulunmaktadır. Birlik 1996 yılında kurulmuştur. Başkanla birlikte 8 kişiden oluşan birliğin üye sayısı 700'dür. Asartepe Sulama Birliği proje alanı Güneyce Mahallesi, Ilıca, Çağa ve İlhan köylerini kapsamaktadır. Proje alanı 3 kısma bölünerek inşa edilmiştir.

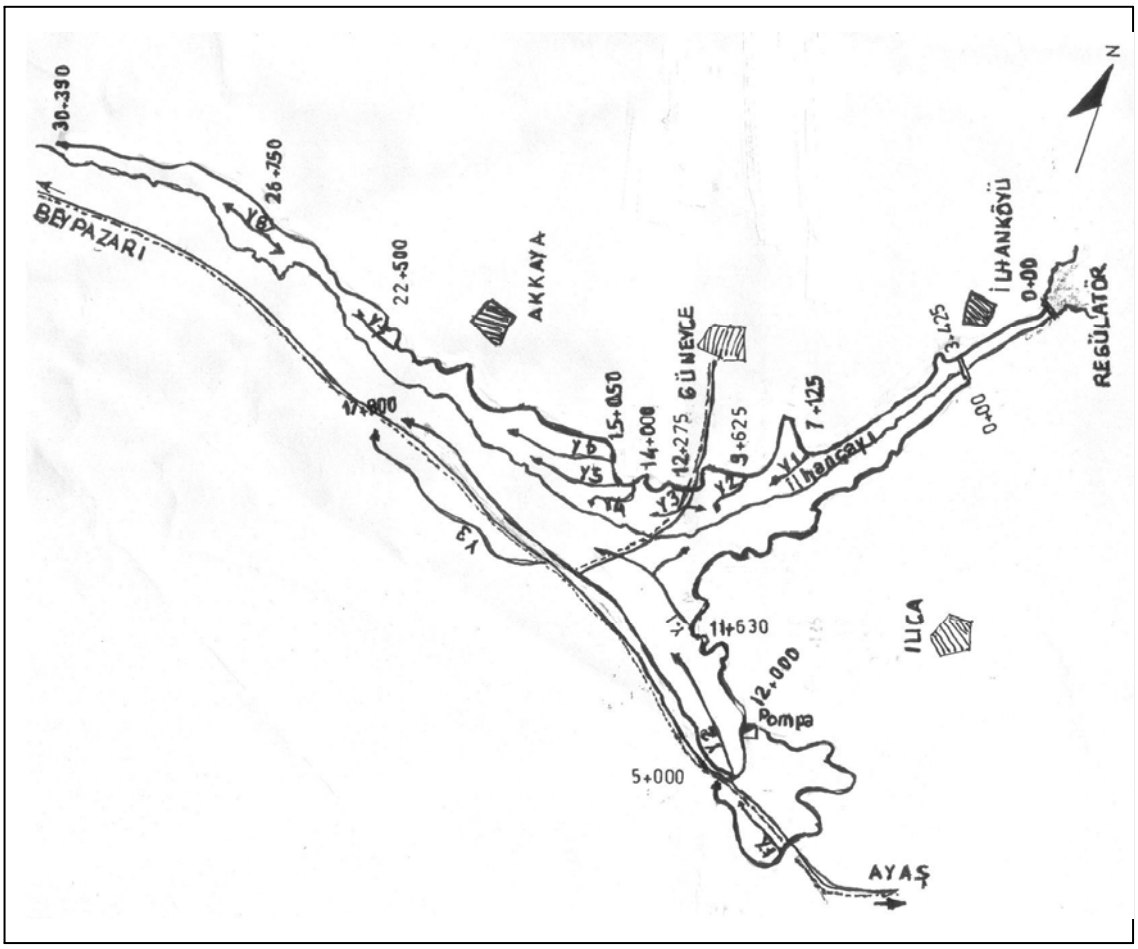
a) Sol Sahil Cazibe Sulaması
b) Sol Sahil Pompaj Sulaması
c) Sağ Sahil Cazibe Sulaması

Cazibe sulama 1982 yılında (kısmen), pompaj sulama 1983 yılında işletmeye açılmıştır. Sol sahil ana kanalı 800 L/s kapasiteli olup, 17 + 000 km uzunluğundadır ve 4 adet yedek kanalı vardır. Pompaj kanalı (sol sahil) 5 + 000 km uzunluğunda olup, 270 L/s kapasitesindedir ve 2 adet yedek kanalı mevcuttur.

Sağ sahil ana kanalı ise 1 m^3/s kapasitesinde olup, 30 + 272 km uzunluğundadır ve 8 adet yedek kanalı mevcuttur. Sağ sahilde 30, sol sahilde 30 sifon olmak üzere 60 sifon vardır. Sifonların kapasitesi 20 L/s dir. Ayaş Asartepe Sulaması vaziyet planı Şekil 3.2'de verilmiştir. Birlik alanında yetiştirilen bitkiler, bu bitkilerin ekim ve hasat tarihleri ise Çizelge 3.3'te verilmiştir.

Şekil 3.2'de görüldüğü gibi regülatörden alınan su ayrım noktasına kadar paralel iki kanalla taşınmakta, bu noktada sağ ve sol sahil olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Proje alanında mevcut su dağıtımı rotasyon yöntemine göre yapılmaktadır. Bu yöntemde tüm kanallara su belirli bir rotasyona göre verilmektedir. Birlik, su dağıtım programını belirli köylere belirli gün ve saatlerde su verecek şekilde düzenlemiştir.



Şekil 3.2 Ayaş Asartepe Sulaması vaziyet planı

DSİ yetkililerinden ve Asartepe Sulama Birliği Başkanından edinilen rotasyon planı Çizelge 3.4'te ve Şekil 3.3'te verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi sağ sahilde Ayrım'dan Y3'e kadar olan bölümden su alan parsellere (A bölümü) Cuma, Cumartesi, Pazar günleri tam gün su verilmektedir. Y3'ten Köprü'ye kadar olan (Y6'dan sonra) bölümden su alan parsellere (B bölümü) Pazartesi ve Salı günleri tam gün su verilmektedir. Köprü'den Akkaya sonuna kadar olan bölümden su alan parsellere (C bölümü) Çarşamba ve Perşembe günleri tam gün su verilmektedir.

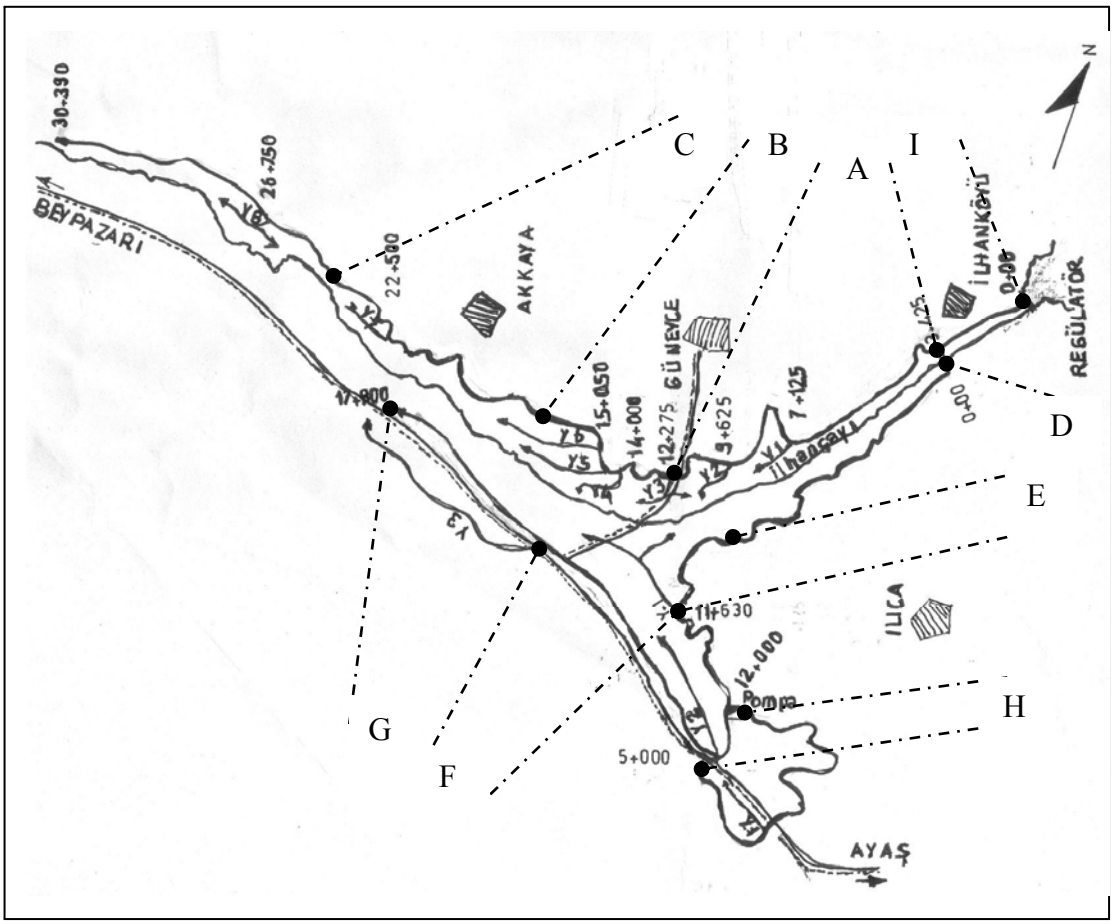
Çizelge 3.3 Asartepe Sulama Birliği'nde yetiştirilen bitkilerin ekim ve hasat tarihleri

Bitki*	**Ekim**	**Hasat**
Biber (F)	Mayıs 11	Ekim 11
Patlıcan (F)	Mayıs 11	Ekim 11
Hıyar (F)	Mayıs 11	Eylül 30
Domates (F)	Mayıs 11	Ekim 30
Mısır-Silaj (T)	Nisan 11	Eylül 30
Pancar (T)	Mayıs 11	Ekim 21
Yem bitkileri	Ekim 1	Haziran 21
Bostan (F)	Mayıs 11	Ekim 1
Kabak (T)	Mayıs 11	Ağustos 30
Havuç (T)	Temmuz 11	Kasım 11
Yonca (T)	Nisan11	Ekim 11

* F: Fide ile
T: Tohum ile

Çizelge 3.4 Asartepe Sulama Birliği'ne ilişkin rotasyon planı

Sağ sahil		
Yer	**Gün**	**Süre**
A) Ayrım'dan Y3'e kadar	Cuma, Cumartesi, Pazar	Tam gün
B) Y3'den Köprü'ye kadar (Y6'dan sonra)	Pazartesi, Salı	Tam gün
C) Köprü'den Akkaya sonuna kadar	Çarşamba, Perşembe	Tam gün
Sol sahil		
D) Ayrım'dan Ilıca yoluna kadar	Cuma öğleden sonra, Cumartesi, Pazar	Yarım gün Tam gün
E) Ilıca yolundan – Y1' e kadar	Pazartesi, Salı	Tam gün
F) Y1'den Y3' e kadar	Salı, Çarşamba	Tam gün
G) Y3'ten Kanal sonuna kadar	Cuma öğlene kadar Perşembe	Yarım gün Tam gün
H) Pompaj alanı	Salı, Çarşamba, Perşembe	Tam gün
I) İsale hattı	Haftanın üç günü	16.00 – 21.00



Şekil 3.3 Rotasyon planı

Sol sahilde Ayrım'dan Ilıca yoluna kadar olan bölümden su alan parsellere (D bölümü) Cuma öğleden sonra yarım gün ve Cumartesi, Pazar tam gün su verilmektedir. Ilıca yolundan Y1'e kadar olan bölümden su alan parsellere (E bölümü) Pazartesi ve Salı günleri tam gün su verilmektedir. Y1'den Y3'e kadar olan bölümden su alan parsellere (F bölümü) Salı ve Çarşamba günleri tam gün su verilmektedir. Y3'ten kanal sonuna kadar olan bölümden su alan parsellere (G bölümü) Cuma öğlene kadar yarım gün ve Perşembe tam gün su verilmektedir. Pompaj alanından su alan parsellere (H bölümü) Salı, Çarşamba ve Perşembe günleri tam gün su verilmektedir. İsale hattından su alan parsellere ise (I bölümü, Regülatörden Ayrım'a kadar olan bölüm) haftanın üç günü saat 16.00'dan saat 21.00'e kadar su verilmektedir.

DSİ Genel Müdürlüğü'nden alınan Asartepe Sulama Birliği Alanı'nda sulamanın gelişimini gösteren çizelgeler Çizelge 3.5-3.7'de verilmiştir. Bu çizelgeler DSİ Genel Müdürlüğü'nün yıl bazında hazırlanan "Üretim Sonuçları Raporu" ve "Sulama Tesisleri Değerlendirme Raporu"ndan alınarak düzenlenmiştir.

Çizelge 3.5 Yıllara göre şebekeye alınan su miktarı

Yıl	Şebekeye alınan toplam su miktarı hm^3	Birim alana düşen su miktarı m^3/ha
1995	8.27	9 627
1996	9.19	12 146
1997	10.92	13 666
1998	10.69	11 965
1999	8.84	11 986
2000	9.79	11 473
2001	5.96	8 959
2002	8.69	10 349
2003	11.05	13 612
2004	7.07	8 581
2005	9.47	12 554

Çizelge 3.5 incelendiğinde şebekeye alınan su miktarının yıldan yıla 7-11 hm^3 arasında değiştiği görülmektedir. Bu değişim barajdaki su miktarından kaynaklanmaktadır. Birim alana düşen su miktarı ise yıldan yıla 8 591-13 666 m^3/ha arasında değişmektedir.

Proje alanında yetiştirilen bitkiler incelendiğinde domates ve yoncanın en çok ekilen bitkiler olduğu gözükmektedir. Bitki deseninde domatesin payı %53-86, yoncanın payı ise %7-25 arasında değişmektedir.

Çizelge 3.7'de verilen sulama alanı, sulanan alan ve sulama oranı değerleri incelendiğinde sulama alanının 1995 yılında su yetersizliği nedeniyle 2500 ha'dan 1500 ha'a düşürüldüğü görülmektedir. 1995 yılı ve sonrasında sulanan alan miktarı 665 ha ile 894 ha arasında, sulama oranı ise %44 ile %60 arasında değişmektedir.

Çizelge 3.6 Yetiştirilen önemli bitkilerin ekim alanı ve verimi

Yıllar	Unsur	Bitkiler			
		Buğday	Bağ	Domates	Yonca
1994	Ekim alanı (da)	11	134	4 556	1 636
	Ekiliş oranı (%)	0.2	2	68.5	24.6
	Ortalama verim (kg/da)	480	669	3 811	2 000
1995	Ekim alanı (da)	186	67	7 434	599
	Ekiliş oranı (%)	2.2	0.8	86.6	7.0
	Ortalama verim (kg/da)	595	1 300	3 980	1 300
1996	Ekim alanı (da)	270	116	5 956	888
	Ekiliş oranı (%)	3.6	1.5	78.7	11.7
	Ortalama verim (kg/da)	500	1 500	5 370	1 500
1997	Ekim alanı (da)	300	80	6 180	1 050
	Ekiliş oranı (%)	3.8	1	77.3	13.1
	Ortalama verim (kg/da)	525	1 750	1 850	975
1998	Ekim alanı (da)	-	173	7 116	723
	Ekiliş oranı (%)	-	1.9	79.6	8.1
	Ortalama verim (kg/da)	-	805	2 980	1 000
1999	Ekim alanı (da)	542	50	5 180	1 230
	Ekiliş oranı (%)	7.4	0.7	70.3	16.7
	Ortalama verim (kg/da)	400	500	3 082	1 600
2000	Ekim alanı (da)	314	155	5 780	1 799
	Ekiliş oranı (%)	3.7	1.8	67.8	21.1
	Ortalama verim (kg/da)	500	735	4 339	1 955
2001	Ekim alanı (da)	11	134	4 556	1 636
	Ekiliş oranı (%)	0.2	2.0	68.5	24.6
	Ortalama verim (kg/da)	480	669	3 811	2 000
2002	Ekim alanı (da)	-	266	5 797	2 125
	Ekiliş oranı (%)	-	3.2	69.1	25.3
	Ortalama verim (kg/da)	-	667	3 814	2 000
2003	Ekim alanı (da)	141	-	5 403	1 399
	Ekiliş oranı (%)	1.7	-	66.5	17.2
	Ortalama verim (kg/da)	250	-	4 057	530
2004	Ekim alanı (da)	196	286	4 338	1 847
	Ekiliş oranı (%)	2.4	3.5	52.7	22.4
	Ortalama verim (kg/da)	250	250	3 999	973

e) Y2 yedek kanalına ilişkin bilgiler

Çalışmaların yürütüldüğü sağ sahil Y2 yedek kanalı, Sivriönü-Güneyce-Köprü mevkiinde yer almakta ve 464 da'lık bir alanla Asartepe Sulama Birliği'nde en geniş alana sahip yedek kanalı oluşturmaktadır. Kanalda su sürekli akmakta, sadece

Çarşamba ve Perşembe günleri kesilmekte, diğer günlerde ise sürekli su bulunmaktadır. 1988 yılında alana 2700 m'lik bir klasik kanal ilavesi yapılmıştır. Bu kanal Y3 yedek kanalının su tahliyesini yapmaktadır. Çalışma alanında çoğunlukla domates, mısır, yonca, bağ ve buğday tarımı yapılmaktadır.

Çizelge 3.7 Sulamanın gelişimi

Yıl	Sulama alanı (ha)	Toplam sulanan alan (ha)	Sulama oranı (%)
1986	2500	862	34
1987	2500	699	28
1988	2500	733	29
1989	2500	1001	40
1990	2500	941	38
1991	2500	906	36
1992	2500	1012	40
1993	2500	1025	41
1994	2500	795	32
1995	1500	859	57
1996	1500	757	50
1997	1500	799	53
1998	1500	894	60
1999	1500	737	49
2000	1500	853	57
2001	1500	665	44
2002	1500	840	56
2003	1500	812	54
2004	1500	823	55
2005	1500	754	50

Y2 yedek kanalına ilişkin parselasyon haritası Ek 1'de verilmiştir. Harita, DSİ V. Bölge Müdürlüğü arşivlerinden elde edilmiştir. Harita üzerinde her parselde yetiştirilen ürün (Y: yonca, S: sebze, M: mısır, H: hububat, F: fidanlık veya bağ) cinsi ve her parselin alanı görülmektedir.

3.1.2 Çalışmada kullanılan bilgisayar yazılımları

3.1.2.1 Sulama zaman planlaması bilgi sistemi (IRSIS) yazılımı

Çalışmada sulama zaman planlarının 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, Kodal 1996). IRSIS akış şeması Şekil 3.4'te verilmiştir.

IRSIS ana yönetimi iki bölümden oluşur:

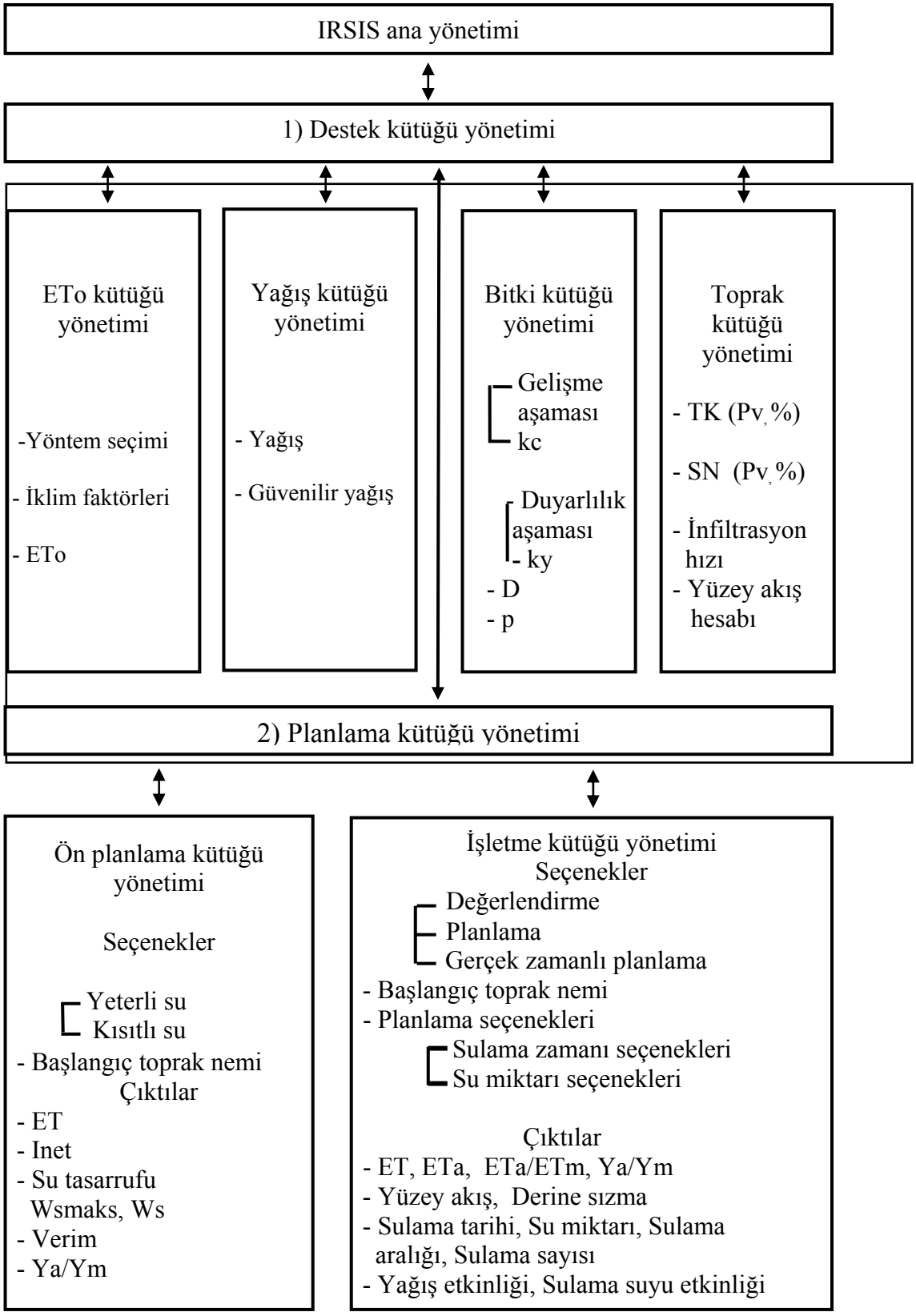
a) Destek kütüğü yönetimi

b) Planlama kütüğü yönetimi

a) Destek kütüğü yönetimi

Sulama programını oluşturmak için gerekli verilerin programa yüklendiği bölümdür. ET_o Kütüğü yönetimi, yağış kütüğü yönetimi, bitki kütüğü yönetimi ve toprak kütüğü yönetiminden oluşmaktadır. **ET_o Kütüğü yönetiminde** ya seçilen yönteme uygun iklim parametreleri belirlenerek ET_o değerleri hesaplattırılır ya da daha önce başka bir yerde kullanıcı tarafından hesaplanan ET_o değerleri elle programa girilebilir. Programda kullanılan ET_o hesaplama yöntemleri; Blaney-Criddle (FAO), Hargreaves, A sınıfı

buharlaşma kabı ve Modifiye Penman (FAO) yöntemleridir. ET_o değerleri aylık, on günlük ve günlük periyotlar için hesaplatılabilir.



Şekil 3.4 IRSIS akış şeması

Yağış kütüğü yönetiminde, meteoroloji istasyonundan alınan bölgenin yağış değerleri programa girilerek günlük, on günlük ve aylık periyotlar için güvenilir yağış değerleri elde edilir. **Bitki kütüğü yönetiminde**, bitkinin gelişme aşamaları (kc), duyarlılık aşamaları (ky), kök derinliği (D) ve kritik seviye (p) gibi bitki karakteristikleri programa girilmektedir.

Toprak kütüğü yönetiminde, solma noktası (SN), tarla kapasitesi (TK), su tutma kapasitesi ve infiltrasyon hızı gibi yörenin toprak özelliklerini dikkate alarak yüzey akış hesaplatılır.

b) Planlama kütüğü yönetimi

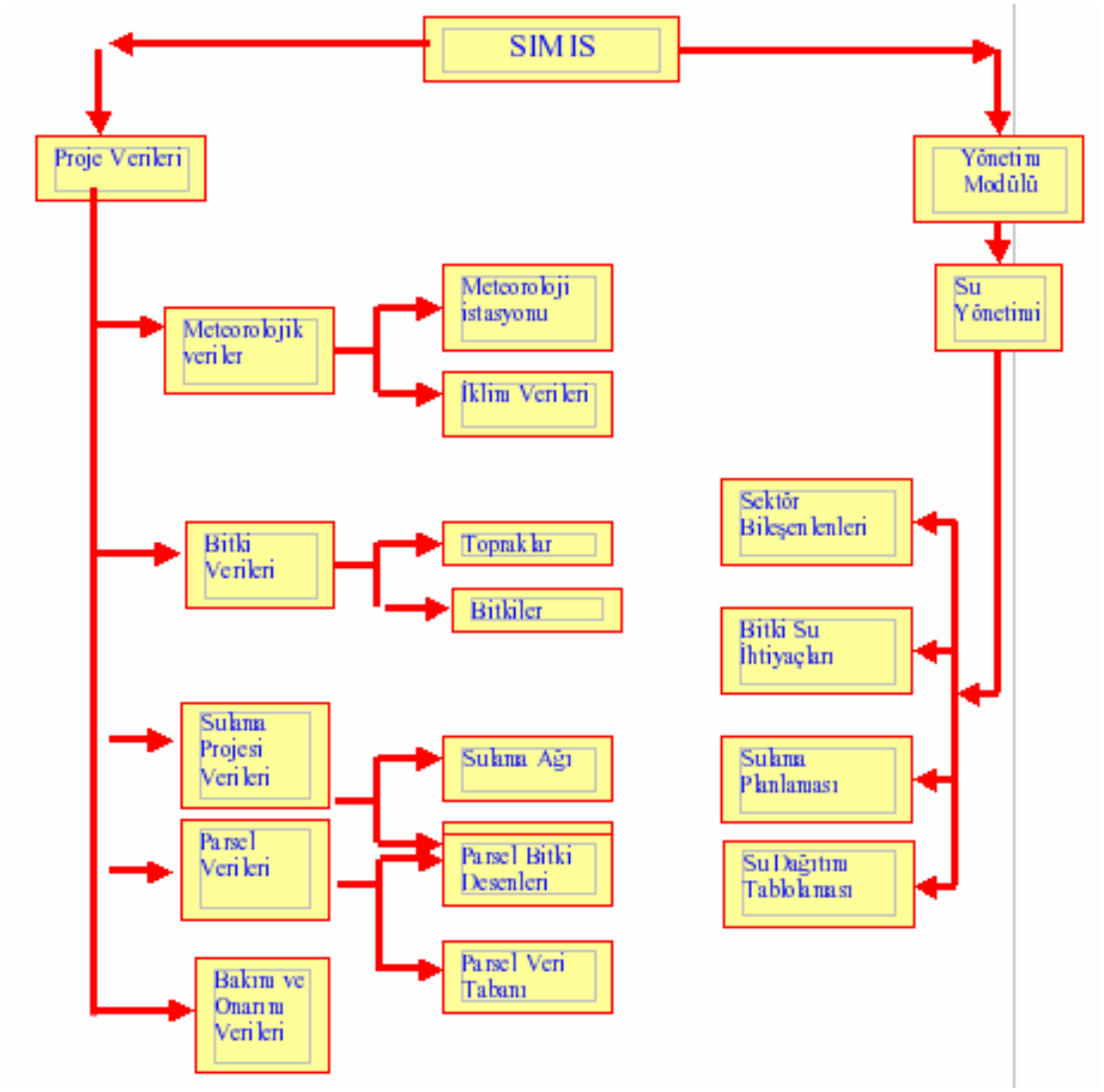
Ön planlama ve işletme aşamalarından oluşur. **Ön planlama aşaması**, sulama sistemlerinin projelenmesi (veya işletilmesi aşamasında gelecekteki sulama mevsimi için), sulama suyu miktarının yeterli veya kısıtlı olduğu koşullarda, bitki yetişme dönemi boyunca net sulama suyu ihtiyacının belirlenmesi amacıyla yapılır.

İşletme aşaması, sulama sisteminin işletmeye açılmasından sonra, sulama tarihlerinin ve verilecek sulama suyu miktarlarının belirlenmesi veya geçmiş dönemlere ilişkin sulama programlarının değerlendirilmesi amacıyla yapılır. Üç aşamaya ayrılır:

1) **Planlama çalışması:** Sulama mevsimi başlangıcında veya öncesinde, proje alanında yetiştirilecek bitkilerin sulama zamanının planlanması amacıyla yapılır.
2) **Değerlendirme çalışması:** Sulama mevsimi sonunda veya sonrasında, o mevsim süresince uygulanan sulama programının değerlendirilmesi amacıyla yapılır.
3) **Gerçek zamanlı planlama çalışması:** Sulama mevsiminin başlangıcından sonuna kadar belirli aralıklarla çözüm alınır, her çözümde, çözüm yapılan andan önceki zaman dilimi için değerlendirme, sonraki kısa bir zaman dilimi için planlama çalışması yapılarak sulama programı geliştirilir.

3.1.2.2 Sulama projeleri yönetim bilgi sistemi (SIMIS) yazılımı

SIMIS, bir sulama projesine ait veri kümelerini idareci ve kullanıcıların yararına işleyen ve projenin idari faaliyetlerine yönelik bilgi üreten ve bilgi depolayan bir bilgi sistemine dayanmaktadır. Bu amaçla yazılıma bilgi sisteminin oluşturulması ve karar destek niteliğindeki bilgilerin elde edilmesi için önce veri girişinin yapılması sonra amaca uygun modüllerle verinin işlenmesi gerekmektedir. Tüm bu faaliyetleri yerine getirmek üzere SIMIS modeli iki ana modül ve bu modüllere bağlı alt modüllerden (Şekil 3.5) oluşmaktadır (Anonymous 1999a).



Şekil 3.5 SIMIS veri akış şeması

3.1.2.2.1 Proje verileri girişi

Modelin bu bölümü, meteorolojik, bitki, sulama projesi, parsel ve bakım-onarım verileri modüllerinden oluşmaktadır.

a) Meteorolojik veriler

Meteorolojik veriler iki alt modülden oluşmaktadır. Bunlardan birincisinde, iklimsel verilerin temin edildiği istasyona ilişkin enlem, boylam ve deniz seviyesinden yükseklik bilgileri, ikincisinde ise bu istasyona ait etkili yağış ve referans bitki su tüketimi bilgileri programa aylık olarak girilmiştir. Çalışmada Referans Bitki Su Tüketimi (ET_o) ve Etkili Yağış değerleri IRSIS programı ile hesaplanmıştır (Raes 1998). Araştırma alanına ilişkin meteorolojik veriler Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü arşivinden alınmıştır.

b) Bitki verileri

Bitki verileri iki alt modülden oluşmaktadır. Topraklar alt modülünde proje alanı toprak bünyeleri ve her bünyeye ait toplam kullanılabilir nem miktarları (mm), bitkiler alt modülünde ise proje alanında yaygın bir biçimde tarımı yapılan bitkiler ve bu bitkilerin ekim-dikim tarihleri (ay olarak) programa girilmiştir.

c) Sulama projesi verileri

Sulama projesi verileri modülünün temel amacı su dağıtım ağı planının yapılanması ve ağı oluşturan bileşenlerin kayda alınmasıdır. Proje karakteristikleri kaydedildikten sonra, su dağıtım programlarının hazırlanabilmesi için kullanıcı dağıtım sistemini sektörlere ayırarak ilerlemelidir. Su dağıtımı planlaması bu organizasyonel bölüm ve alt bölümlere dayanmaktadır. Sulama projesi verileri modülü SIMIS sisteminin direği olarak adlandırılmakta ve Sulama Ağı ve Sektörizasyon olmak üzere iki alt modülden oluşmaktadır.

d) Parsel verileri

Parsel verileri, parsel veri tabanı ve parsel bitki desenleri alt modüllerinden oluşmaktadır. **Parsel veri tabanı** bölümünde sulama ağında programa girilen parsellere ulaşılabilmektedir. Ayrıca bu bölümde çeşitli düzeltme ve düzenlemeler yapılabilmektedir. **Parsel bitki desenleri** alt modülünde program kullanıcıya bitkilerle parselleri eşleme imkanı tanımaktadır. Her parsel için sırası ile açılan ekranda yetiştirilecek bitki, yetiştirileceği alan ve ekim-dikim zamanı (Ör; 1/4, Nisan ayının ilk on günü içerisinde) seçilerek parsel düzeyinde bitki deseni oluşturulabilmektedir.

3.1.2.2.2 Yönetim modülü

Yönetim modülü seçeneği proje verileri seçeneğinde girilen veriler ile çeşitli karar-destek bilgileri üreten "Su Yönetimi" modülünden (Şekil 3.5) oluşmaktadır (Anonymous 1999b).

Su yönetimi

a) Su ihtiyacının belirlenmesine ilişkin hesaplamalar

Bu modül "bitki su gereksinimleri", "parsel-kanal su gereksinimleri" ve "sulama zamanı planlaması" olmak üzere üç alt modülden oluşmaktadır.

Bitki su gereksinimleri alt modülünde, bitkiler bölümünde programa girilen bitkilerin tüm olası ekim-dikim zaman aralıklarına ilişkin, bitki su gereksinimleri (CWR, mm) ve net sulama gereksinimleri (NIR, mm) iklim verilerine dayalı bir biçimde hesaplanmıştır.

Bitki su gereksinimleri (ET_c) referans evapotranspirasyon (ET_o) ile bitki katsayısı (kc) nin çarpımı ile elde edilmektedir.

$$ET_c = ET_o \times kc$$

Bitki su gereksinimlerinin bir kısmı yağış, yüzey suları ve toprakta depolanan su tarafından karşılanır. SIMIS modelinde yapılandırılan net sulama gereksinimi bitki su gereksinimi ile etkili yağış dengesine dayalı hesaplanmaktadır. Yüzey suları ile toprak nem içeriğinin bitki su gereksinimine katkıları göz ardı edilmiştir.

CWR ve NIR yetişme döneminin her bir günü için hesap edilmektedir. Kullanıcı iklim verileri ve bitki karakteristiklerini istenen detayda programa girerse CWR ve NIR hesaplamalarının birleştirilmesinde günlük hesaplama hiçbir detayın göz ardı edilmeyeceğinin teminatı olmaktadır. Sonuçların okunabilir olması için detaylı sonuç grupları günlük ve on günlük formatta ortalama olarak sunulmaktadır. Seçilen ET_o ve etkili yağış verileri sistem tarafından günlük veriye dönüştürülmektedir.

Bitki karakteristikleri Bitki Verileri modülünde kullanıcı tarafından seçilmekte veya girilmektedir. Bu karakteristikler başlangıç, gelişme, orta ve son olmak üzere dört dönem için girilmektedir. Gelişme döneminin her bir günü için kc faktörü, bu değerlerin enterpolasyonu ile sistem tarafından hesaplanmaktadır. Bitki karakteristikleri veri tablosunda kullanıcı her bitki için olası ekim-dikim aylarını programa girmektedir. Belirtilen bu aylar için her bitkiye ilişkin CWR değeri hesaplanabilmektedir. Bitkinin olası ekim-dikim tarihi için program her ayın 5, 15 ve 25'inci günlerini 1, 2 ve 3'üncü on gün (decade) olarak kabul etmektedir.

Parsel-kanal su gereksinimleri ise, herhangi bir parsel veya tüm parseller için veya bir tersiyer kanalın altında yetiştirilen bitkilere göre hesaplanmış su gereksinimlerini kullanıma sunmaktadır.

Sulama zamanı planlaması alt modülünde bitki kök gelişim düzeyi, iklim ve toprak koşullarına bağlı olarak bitkilerin sulama tarihlerine (ekim-dikim zamanı da dikkate alınarak) ve sulama miktarlarına ilişkin hesaplama sonuçları elde edilmiştir.

Hesaplama aşağıdaki kabullere dayanmaktadır;

- Bitki ekim-dikiminde toprak tarla kapasitesindedir.
- Günlük net sulama gereksinimi değerleri bu değerden çıkarılır.

- Sulama suyu uygulama derinliği kök gelişimine göre kullanılabilecek nem miktarı (RAM) ile uyum sağlar. RAM toprak tipi (toplam kullanılabilir nem miktarı ve profil derinliği) ve bitkinin (su tüketim düzeyi ve kök derinliği) bir fonksiyonudur.

b) Sulama planlaması

Bu modülde, proje alanı için çeşitli bitki desenleri tasarlanıp, sulama sezonunda sisteme saptırılması olası debileri bu desenlerle eşleyerek çeşitli simülasyonlar yapma imkanı bulunmaktadır. Çeşitli alternatifler denenerek sulama sezonu için tahmin edilen debilere en uygun bitki deseni belirlenebilmekte veya var olan bitki deseni için proje randımanı da göz önünde tutularak on günlük veya aylık dönemlere ilişkin su gereksinimleri yaklaşık olarak hesaplanabilmektedir.

Bir sulama sisteminin su gereksiniminin hesaplanması proje bitki desenine bağlıdır. Bir sulama alanının bitki deseni bir sezon için üç önemli element üzerinde önemli bilgi sağlar.

- Hangi bitkiler yetiştirilmekte
- Ne zaman yetiştirilmekte
- Her bitki ne kadar alanda yetiştirilmekte

Normalde herhangi bir bitkinin bir sulama projesinde yetiştirilmesi belirli bir periyotta değişik zamanlarda gerçekleşmektedir. Bu ayrı zamanlarda tarım (staggered cultivation) olarak adlandırılmaktadır. Aynı bitkiyi yetiştirecek çiftçilerin aynı günde ekim-dikim yapmamalarının çeşitli nedenleri olabilir. Gerçek olan bir sulama projesinde aynı bitkilerin farklı işletmeler tarafından aynı günde ekilip-dikilmeyeceğidir.

Sistem sulama gereksinimi oluşturulan bitki desenine göre hesaplanmaktadır. Sistem sulama gereksinimi, proje alanındaki bitkilerin toplam sulama gereksinimini ifade etmektedir.

Suyun iletim, dağıtım ve tarlaya uygulama sırasındaki etkinliği proje sulama gereksinimi hesabında dikkate alınması zorunlu bir faktördür. Proje randımanı çoğunlukla üç düzeye bölünür. Bu düzeyler, İletim Etkinliği, Dağıtım Etkinliği ve Tarla Uygulama Etkinliğidir. Toplam proje etkinliği bu üç etkinliği içeren bir etkinlik değeri ile uyum sağlar. Bu değer kullanıcı tarafından sisteme girilmektedir.

Çalışmada Ayaş Asartepe Sulama Birliği'nden alınan 2003 yılı bitki deseni programa girilmiş ve su gereksinimleri hesaplanmıştır. Burada toplam proje randımanı olarak %60 değeri alınmıştır.

c) Su dağıtım planlamasına ilişkin hesaplamalar

Su dağıtımında en önemli faktör sulama sisteminin işletim yöntemidir. Bu modülle SIMIS kullanıcıya "oransal su temini", "rotasyon" ve "istek" olmak üzere üç farklı işletim yöntemi sunmaktadır. Sistem seçilen işletim yöntemine dayalı bir biçimde belirlenen organizasyonel kriterlere göre parsel sulama tablolarını hesaplamaktadır. Bir sonraki adımda bir su dağıtımı planı bünyesinde tersiyer, sekonder ve ana kanal işletimlerini içeren, parsel su gereksinimlerini sıraya koymaktadır. Sulama zamanlarına ilişkin tablo hazırlanmasında program sulama ağının kapasitesini kontrol etmektedir. Eğer sistem kapasitesi planlanan parsel sulama miktarlarını dağıtmaya uygun değilse program kullanıcıdan bu planları oluşturmakta kullandığı kriterleri gözden geçirmesini istemektedir.

Program kullanıcıya her üç işletim yönetimine ilişkin sonuçları çizelge biçiminde saklama ve yazdırma olanağı tanımaktadır.

Oransal su temini yöntemi ile su dağıtımında program sisteme saptırılan su ile tüm sulama alanının oransal bir biçimde sulanmasını öngörmektedir. Programa girilmesi gerekli veri, sisteme saptırılan su (L/s) miktarı ve sulama periyodudur. Bu aşamada program, sisteme saptırılan su (L/s), sulama periyodu ve günlük sulama zamanlarına göre hektara verilebilecek suyu (m^3/ha) belirlemekte ve su dağıtım çizelgesini bu değere

göre yapmaktadır. İkinci aşamada program kullanıcıya belirtilen tarih ve sulama saatlerine ilişkin su dağıtım programını çizelge biçiminde sunmaktadır.

Oransal su temini metodu ile su dağıtımı her birim alana aynı miktarda suyun belirtilen zamanda, sisteme saptırılan su ile karşılanmasını öngörmektedir. Su dağıtımında temel yaklaşım her bir işletmenin sahip olduğu alana göre var olan sudan oransal olarak kullanmasıdır. Esasen böyle bir sistemin yapılandırılmasında geçerli iklim verileri ve toprak bilgileri doğrultusunda hesaplanan bitki su gereksinimleri (CWR, mm) değerleri ile belirlenmiş parsel sulama gereksinimlerine göre, parsellerin sisteme saptırılan sudan oransal bir biçimde bitki varlıklarına göre yararlanmasıdır.

Oransal su temini modülünün kullanılabilmesi için sulama sisteminin aşağıdaki altyapılara sahip olması gerekmektedir:

- Parsel su alma yapıları, su alım miktarları bir periyottan diğerine değişebileceği için, değişik debilerde kullanıma imkan tanımalıdır.
- Sistemin başında var olan su miktarı sekonder, tersiyer ve quarter kanallara ayrı bir biçimde oransal olarak dağıtılacaktır. Bu yöntem oransal su tahsisine uygun hidrolik yapılara gereksinim duymaktadır.

Program, hesaplamanın yapılacağı periyotta sisteme saptırılacak suyun oransal dağıtımında aşağıdaki üç adımı izlemektedir;

1) Parsel su alım yapıları verilecek ortama suyun L/s/ha biriminden belirlenmesi
2) Bütün parseller için su alım zamanlarının belirlenmesi ve dağıtımın yapılacağı periyotta yerlerinin belirlenmesi, "Parsel Su Alım Zamanları Tablosu"nun oluşturulması
3) Parsel Su Alım Zamanları Tablosunda depolanan parsel sulama dağılımı hesaplamalarına dayalı sulama gereksinimleri depolanması. Su dağıtımında kullanıcı tercihi ile sistemde baştan-sona veya sondan-başa veya program tarafından belirlenen yöne göre hazırlanan tablolar saklanmaktadır.

Rotasyon yöntemi ile su dağıtımı hesabı için programa hektara sulama gereksinimi değerinin (m^3/ha) girilmesi gerekmektedir. Bu değer proje sulama modülünden yola

çıkılarak, hesaplamanın yapılacağı dönem için tespit edilebilir veya proje alanı bitki desenine göre, programın bitki su gereksinimleri alt modülünden edinilecek bilgiler ışığında hesaplanabilir.

SIMIS sistemi ilk önce sulama ağının belirtilen miktarda suyu, belirtilen zaman aralığında dağıtabileceğini kontrol etmektedir. Rotasyon yapılması öngörülen düzey ve rotasyon grup sayısı seçimi ile su dağıtımı planlaması, sulama ağı alt modülünde girilen parsel ve kanal işletme debilerine göre yapılmaktadır. Rotasyon metodunda parseller, her hektara sabit miktarda su ve sabit zaman aralıkları ile sulanmaktadır. Bu metodun çeşitli varyasyonları bulunmaktadır. Bazı sulama projelerinde (çoğunlukla tropik bölgelerdeki) yıl boyu, bazılarında pik dönemlerde, diğerlerinde ise özel dönemlerde uygulanmaktadır. Rotasyon yöntemi her bir birim alana eşit miktarda su dağıtımını öngördüğü için adil bir yöntemdir. Fakat toprak ve bitki desenini dikkate almamaktadır.

Çalışmanın bu aşamasında çeşitli sulama dönemleri için, değişik hektara sulama gereksinimi değerleri girilmiştir. Fakat program parsel bitki desenlerini dikkate almadığı için hesaplama gerçekleştirilememiştir.

İstek yönteminde kullanıcı programda ilgili hücrelere günlük sulama saatlerini, sulama periyodunu (en fazla on gün) ve çiftçi isteklerini girmektedir. Sistem yapacağı hesaplamada çiftçi istekleri ile bağlı bulundukları kanal kapasitelerini dengelemektedir. Bu durumda çiftçi istekleri sistem tarafından kanal sularına göre düzenlenmektedir. Ayrıca sistem dengeyi kuramazsa kullanıcının istekleri tekrar düzenlemesi yönünde bir uyarı vermektedir.

3.2 Yöntem

Bu bölümde araştırma alanında yürütülen anket çalışması ile SZP D-İ SDP çalışmasına ilişkin metodoloji verilmiştir. Proje alanı çok büyük olduğundan ve tüm proje alanına ilişkin parselasyon haritası elde edilemediğinden, SZP D-İ SDP çalışması tüm proje alanında değil sadece Y2 yedek kanalının hizmet ettiği alanda gerçekleştirilmiştir. Bu

bölümde Y2 yedek kanalı alanında SZP D-İ SDP çalışmasının nasıl yapıldığına ilişkin bilgi de verilmiştir.

3.2.1 Anket çalışması

Proje alanı ile ilgili daha ayrıntılı bilgiye sahip olmak ve proje alanında varolabilecek sorunları saptamak amacıyla Y2 yedek kanalında parseli bulunan çiftçilerle bir anket çalışması yapılmıştır. Daha önce hazırlanan anket formları Y2 yedek kanalında parseli bulunan çiftçilere dağıtılmış ve sorular hakkındaki açıklayıcı bilgiler verilmiştir. Anket formları proje alanındaki 84 çiftçiden 38'i tarafından cevaplandırılmıştır. Hazırlanan anket soruları ve cevapları Ek 2'de verilmiştir.

3.2.2 Bitki su tüketimlerinin hesaplanması

Bitki su tüketimi uygulamada ya doğrudan ölçülmekte ya da iklim verilerinden yararlanılarak tahmin edilmektedir. Doğrudan ölçme yöntemleri daha sağlıklı sonuçlar vermesine karşın hem oldukça pahalı, hem de zaman alıcıdır. Bu nedenle, bitki su tüketiminin doğrudan ölçülmesi ancak iklim verilerinden tahmin eşitliklerinin kalibrasyonu ve yöresel bitki katsayılarının bulunması amacıyla yapılmaktadır. Dolayısıyla, uygulamada bitki su tüketimi değerleri, iklim verilerine dayalı tahmin eşitlikleri kullanılarak belirlenmektedir (Güngör vd. 1996).

Uygulamada bitki su tüketimi değerlerinin tahmin edilmesinde referans bitki su tüketimi yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu amaçla önce, belirli koşulları taşıyan referans bir bitki alınmakta ve bu bitkiye ilişkin su tüketiminin tahmininde kullanılabilecek amprik eşitlikler geliştirilmektedir. Daha sonra, bu eşitliklerin diğer bitkilere ilişkin su tüketimi tahminlerinde kullanılabilmesi için, bitki cinsi ve bitki gelişme devresinin fonksiyonu olan bitki katsayıları ile düzeltilmektedir.

$$ET_c = ET_o \times kc$$

Eşitlikte;

ET_c = Bitki su tüketimi, mm/gün

kc = Bitki katsayısı

ET_o = Referans bitki su tüketimi, mm/gün'dür.

Çalışmada referans bitki su tüketimlerinin hesaplanmasında 1970'li yıllardan beri kullanılan FAO Modifiye Penman yöntemi kullanılmıştır.

Bu yöntem, Doorenbos ve Pruitt (1977, 1984, 1992) tarafından dünyanın farklı yörelerindeki lizimetrelerde ölçülmüş evapotranspirasyon değerleri ile aynı yörelerde derlenen iklim verileri kullanılarak hesaplanan Penman evapotranspirasyon değerleri arasındaki ilişkilerden yararlanılarak geliştirilmiştir ve çim referans su tüketiminin elde edilmesinde kullanılmaktadır (Köksal vd. 2000). Yönteme ilişkin referans bitki su tüketimi maksimum ve minimum sıcaklık, ortalama nispi nem, güneşlenme süresi ve rüzgar hızı gibi iklim faktörlerinden yararlanılarak hesaplanmaktadır (Raes *et al.* 1988, Cuencua 1989, Jensen *et al.* 1990, Abdulmumin and Bastiaansen 1991, Doorenbos and Pruitt 1992).

3.2.3 Sulama zaman planlarının belirlenmesi

Sulama zamanının planlanmasında amaç, sulamaya başlanacak zamanın ve uygulanacak sulama suyu miktarının belirlenmesidir. Bu işlemlerin yapılabilmesi için tarımı yapılan bitki özellikleri, ıslatılacak toprak derinliği, toprağın kullanılabilir su tutma kapasitesi, sulamaya başlanacak nem düzeyi, her sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı ve bitki su tüketimi gibi bilgilere ihtiyaç vardır. Sulama zamanının planlanmasında temel ilke, toprak nemini sulamaya başlanacak nem düzeyine düştüğünde tarla kapasitesine çıkaracak kadar sulama suyu uygulamaktır.

Çalışmada sulama zaman planlarının (SZP) elde edilmesinde IRSIS yazılımı kullanılmıştır. SZP'ler parsel düzeyinde ve proje alanında tarımı yapılan domates, mısır, yonca, bağ ve buğday bitkileri için optimum ve kısıtlı su koşullarına göre elde edilmiştir. Optimum SZP'leri hazırlamak için öncelikle Ayaş Meteoroloji

İstasyonu'ndan alınan iklim verileri ile FAO Modifiye Penman yöntemi kullanılarak referans bitki su tüketimleri hesaplanmıştır. Proje alanında tarımı yapılan bitkilere ait bitki katsayısı (kc), verim faktörü (ky), kritik seviye (p), kök derinliği ve yetişme dönemi uzunluğu ile toprak özellikleri programa girilerek optimum sulama zaman planları elde edilmiştir. Optimum SZP'lerin elde edilmesinden sonra kanaldaki su kapasitesinin yetersiz olduğu koşullar için, belirlenen kısıt oranlarına göre yeni SZP'ler oluşturulmuştur.

Çalışmada Y2 yedek kanalındaki rotasyona ve mevcut sulama suyunun yeterli olmadığı koşullara göre de SZP yapılmasına gerek duyulmuştur. Bu nedenle sulama birliğinde uygulanan rotasyona uygun olarak Çarşamba ve Perşembe günlerine sulama denk gelmeyecek şekilde sulama zaman planları yapılmıştır. Ayrıca kurak yıllarda kanala verilebilecek sulama suyu miktarının %50'ye düşürülmesi durumu için, belirlenen kısıt dönemleri ve kısıt oranları için kısıntılı sulama zaman planları elde edilmiştir.

3.2.4 Sulama zaman planlaması destekli ve interaktif su dağıtım planlaması (SZP D-İ SDP) yaklaşımı

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 İçin Gerekli Veriler:

Bu yaklaşımda kullanılacak veriler aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

- Bitki Su Tüketiminin Hesaplanması Aşamasında
    - İklim verileri: Tmax, Tmin, RHort, Uort ve ölçüm yüksekliği, Ur (gündüz-gece rüzgar hızı oranı, n, Rs hesabındaki a ve b katsayıları)
    - Bitki verileri:
        - Ekim-hasat tarihleri, YDU

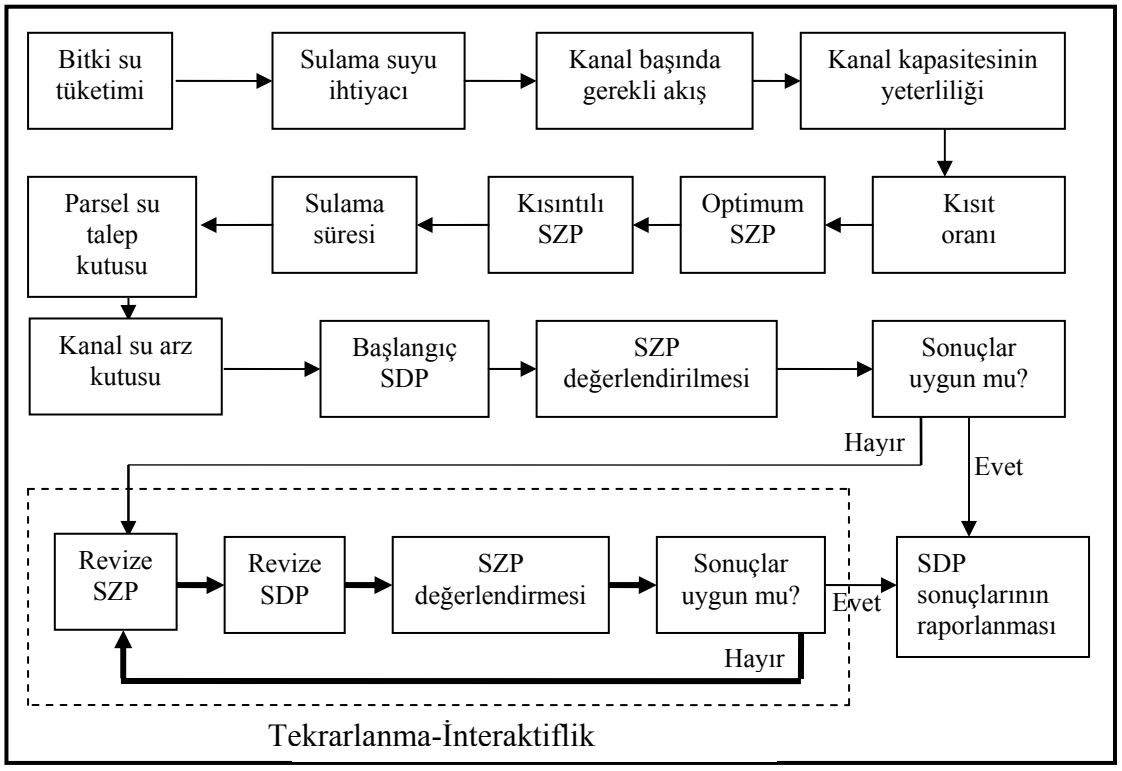
        - Gelişme aşamaları ve kc
        - Etkili kök derinliği (D)
    - Coğrafik veriler:
        - Enlem, boylam
        - Yükseklik
- Sulama Suyu İhtiyacının Hesaplanması Aşamasında
    - Yağış
- Sulama Zamanının Planlanması Aşamasında
    - Bitki verileri:
        - Duyarlılık aşamaları ve ky
        - Kritik seviye (p)
    - Toprak Verileri: TK, SN, Hacim Ağırlığı (STK), Bünye
    - Başlangıç Toprak Nemi
    - Su Kaynağına İlişkin Veriler:
        - Su kaynağının kapasitesi ve yeterliliği
        - Sulama sistemine verilebilecek su miktarı
        - Kalitesi
    - Sulama Yöntemine İlişkin Veriler:
        - Sulama yöntemi
        - Su uygulama randımanı: (Sulama yöntemine göre)
        - Sifon debisi ve sifon sayısı
    - Sulama Sistemine İlişkin Veriler:
        - Sistem tipi (yerçekimi-pompaj)
        - Kanal tipi (kapalı boru, kanal, kanalet)
        - Sistem kapasitesi
        - Su iletim ve dağıtım randımanları
        - Su dağıtımı yapılacak günler (rotasyon)
        - Sulama sisteminde günlük çalışma süresi
    - Çiftçi İle İlgili Veriler
        - Eğitim düzeyi (sulu tarım ve sulama konusunda bilgi düzeyi)
        - Çiftçi istekleri
- Su Dağıtımının Planlanması Aşamasında

- Sulama Sistemine (Kanallara) İlişkin Veriler
  - Kanallar (ana kanal, sekonder kanal, tersiyer kanal), kapasitenin değiştiği kanal bölümleri ve kapasiteleri
  - Su iletim randımanları
- Parsel Verileri
  - Parsel no
  - Parsel alanı
  - Parseldeki bitki çeşidi (ana ürün ve ikinci ürün)
  - Bitkinin ekim-hasat tarihi
  - Parselin su aldığı kanal ve bağlantı noktası (su alım noktasının kanal başlangıcına uzaklığı)
- Sulama Birliği İle İlgili Veriler
  - Sulama Birliği kararları

SZP D-İ SDP İçin Gerekli Temel işlemler:

Burada belirtilen işlemler yüzey sulama yapılan ve sulama suyunun kanaldan alınmasında sifon kullanılan koşullar için geçerlidir. Akış şeması Şekil 3.6'da 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



Şekil 3.6 Sulama zaman planlaması destekli ve interaktif su dağıtım planlaması yaklaşımı akış şeması

- 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

- 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 Y2 yedek kanalı alanında yapılan SZP D-İ SDP çalışmasına ilişkin ayrıntılar aşağıda verilmiştir:

3.2.4.1 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 Y2 yedek kanalında yer alan bütün parseller için parsel veri tabanı, yukarıda açıklandığı şekilde ve Asartepe Sulama Birliği, DSİ 5. Bölge Müdürlüğü ve çiftçilerden elde edilen bilgilerden yararlanılarak hazırlanmıştır.

3.2.4.2 Bitki su tüketiminin ve sulama suyu ihtiyacının hesaplanması

Her bir parsel için parselde yer alan bitkiye ilişkin bitki su tüketimi ve sulama suyu ihtiyacı hesaplanmalıdır. Bitki su tüketimi yöre koşullarına uygun herhangi bir yöntemle hesaplanabilir. Sulama suyu ihtiyacı bitki su tüketiminden etkili yağışın çıkartılmasıyla

hesaplanmaktadır. Bitki su tüketimi ve sulama suyu ihtiyacının aylık değil onar günlük periyotlar için hesaplanması çalışmanın hassasiyeti açısından önem taşımaktadır.

Y2 yedek kanalı alanında yetiştirilen bitkilerin referans su tüketimleri IRSIS yazılımından yararlanılarak Modifiye Penman yöntemi ile hesaplanmış, gerekli veriler Allen *et al.* 1998, Güngör vd. 1996 ve İlbeyi 2001'den alınmıştır (Çizelge 3.8).

Çizelge 3.8 Bitki karakteristikleri

Bitki	Bitki karakteristikleri	İlk dönem	Gelişme dönemi	Orta dönem	Son dönem	Toplam
Domates	Dönem gün sayısı	20	45	55	32	152
	Bitki katsayısı (kc)	0.60	-	1.15	0.80	-
	Kök derinliği (m)	0.30	-	0.75	0.75	-
	Kritik seviye (p)	0.40				-
	Verim faktörü (ky)	1.10				-
Mısır	Dönem gün sayısı	30	40	50	0	120
	Bitki katsayısı (kc)	0.30	-	1.15	1.15	-
	Kök derinliği (m)	0.30	-	0.90	0.90	-
	Kritik seviye (p)	0.55				-
	Verim faktörü (ky)	1.25				-
Yonca	Dönem gün sayısı	(Beş biçim: 66, 34, 32, 36, 40)				212
	Bitki katsayısı (kc)	(Her biçim dönemi için: 0.40-1.10)				-
	Kök derinliği (m)	1.05				-
	Kritik seviye (p)	0.55				-
	Verim faktörü (ky)	0.90				-
Bağ	Dönem gün sayısı	30	60	45	80	215
	Bitki katsayısı (kc)	0.30	-	0.85	0.45	-
	Kök derinliği (m)	1.20				-
	Kritik seviye (p)	0.35				-
	Verim faktörü (ky)	0.85				-
Buğday	Dönem gün sayısı	20 (+150 uyku dönemi)	25	45	30	270
	Bitki katsayısı (kc)	0.40	-	1.15	0.35	-
	Kök derinliği (m)	0.30	-	0.90	0.90	-
	Kritik seviye (p)	0.55	-	0.55	0.55	-
	Verim faktörü (ky)	1.00				-

3.2.4.3 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 Y2 yedek kanalına ilişkin veri tabanı, yukarıda belirtildiği şekilde ve proje vaziyet planı ile tesis tanıtma föyünden yararlanılarak oluşturulmuştur.

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

Proje alanında yer alan her bir kanal 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 birliğin kullandığı %60, su iletim randımanı %95 değeridir. 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) toplam alan 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 (0.60) bölünmesi ile elde edilen değerlerin daha sonra su iletim randımanı (0.95)'e bölünmesi ile bulunur.

Kanal başında gerekli akış:

$$A * d = 3.6\ Q * T * Ea * Ec$$

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 randımanıdır.

Çalışmada, alanın küçük olması ve Y2A ve Y2B kanallarının Y2 kanalı ile aynı kapasiteye sahip olmaları nedeniyle sadece Y2 yedek kanalı için kanal başındaki akış ve yeterlilik durumu belirlenmiştir. Hesaplamalarda projeye uygun olarak su uygulama randımanı % 60, su iletim randımanı % 95 olarak alınmıştır.

3.2.4.5 Optimum sulama zaman planlarının hazırlanması

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

Y2 yedek kanalı 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.

3.2.4.6 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.

Çalışmada kısıntılı sulama zaman planları IRSIS yazılımı yardımıyla yapılmış ve ortaya çıkacak verim azalmaları belirlenmiştir.

3.2.4.7 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. Su talep kutusunun uzunluğu sulama süresini, yüksekliği ise parsel debisini temsil eden sifon sayısını göstermektedir.

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 çarpılması ile elde edilmiştir. Brüt su miktarı ise, su miktarı (m^3) değerinin su uygulama randımanına (%60) 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.

3.2.4.8 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 120 L/s olarak alınmış ve bu değer sifon debisine (20 L/s) bölünerek kanal su arz kutusunun yüksekliği 6 sifon olarak elde edilmiştir. Kısıntılı SZP D-İ SDP yapılırken kanala verilebilecek sulama suyu miktarı 60 L/s olarak alınmış ve bu değer sifon debisine (20 L/s) bölünerek kanal su arz kutusunun yüksekliği 3 sifon olarak elde edilmiştir.

3.2.4.9 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:

1. Mümkün olduğunca az kaydırma yapılmalı,
2. Mümkün olduğu kadar aynı parsellere ilişkin sulamalar aynı yönde kaydırılmalı,
3. 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.

Y2 yedek 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 Y2 yedek kanalı için başlangıç SDP elde edilmiştir.

3.2.4.10 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 %60'a 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.

Y2 yedek 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.

3.2.4.11 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.

Asartepe sulama projesi için belirlenen kontrol parametreleri Çizelge 3.9'da verilmiştir.

Çizelge 3.9 Kontrol parametreleri

Kontrol parametreleri	Toplam sapma (gün)	Toplam sulama suyu kaybı (mm)	Sulama suyu kaybı (%)	Verim azalması (%)	Yağış etkinliği (%)	Sulama etkinliği (%)
Sınır değerleri	20	30	5	2	90	95

3.2.4.12 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.

Y2 yedek 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. Rotasyon SZP D-İ SDP çalışmasında ise sulamalardaki kaymanın fazla olduğu, elde edilen sonuçların kontrol parametreleri açısından uygun olmadığı, bu nedenle elde edilen başlangıç su dağıtım planında yeni bir düzenlemeye gerek duyulduğu görülmüştür.

3.2.4.13 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.

Y2 yedek kanalında rotasyon koşulu için yapılan başlangıç SDP'nin revize edilmesi gerektiğinden, önceki aşamalarda elde edilen değerlendirme SZP grafiğinden yararlanılarak, su kayıpları ve stres miktarları ortadan kaldırılacak veya minimuma düşürülecek şekilde yeni sulama tarihleri belirlenmiş, böylece revize SZP elde edilmiştir.

3.2.4.14 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.

Y2 yedek kanalında rotasyon koşulu için elde edilen revize SZP sonuçlarından yararlanılarak, başlangıç SDP üzerinde yeni sulama tarihlerine göre değişiklik yapılarak revize SDP elde edilmiştir. Doğal olarak bazı sulamalarda kaymalar olmuştur. Kayan sulamaların yeni tarihleri IRSIS yazılımında revize SZP üzerine işlenerek değerlendirme yapılmış ve revize su kaybı ve stres değerleri gibi sonuçlar elde edilmiştir. Revize sonuçlar kontrol parametreleri ile karşılaştırılmış ve uygun olduğu görülmüştür.

3.2.4.15 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.

Y2 yedek kanalı için optimum ve kısıntılı koşullarda başlangıç SDP sonuçları uygun bulunduğundan başlangıç SDP'ye ilişkin sonuçlardan yararlanılarak SDP raporu hazırlanmıştır. Rotasyon koşulunda ise revize SDP uygun bulunduğundan revize SDP'ye ilişkin sonuçlardan yararlanılarak SDP raporu hazırlanmıştır.

3.2.5 SIMIS modeli su dağıtım planlaması

a. Proje verileri

Bu bölümde SIMIS akış şemasına (Şekil 3.5) göre, programa önce meteorolojik veriler ve bitki verileri girilmiştir. Yöredeki bitki deseni, bitki ve toprak verileri DSİ, Köy Hizmetleri ve Tarım İlçe Müdürlüğü ve Asartepe Sulama Birliği'nden temin edilmiştir. Bitki katsayıları (kc), kök derinliği, verim faktörü (ky) ve kritik seviye (p) gibi yerel karakteristikler Çizelge 3.8'de yer almaktadır.

Sulama projesi verilerinde, sulama ağı ve sektörizasyon alt modülleri oluşturulmuştur.

Sulama ağı alt modülünde su kaynağından suyun ulaşacağı son parsele kadar mevcut bileşenler birbirlerine bağlanarak, kanal adı, debisi, uzunluğu, alanı, hidrolik özellikleri, parseller için kullanıcı adları vb. veriler programa girilmiştir. Sulama alt yapısı verileri DSİ ve Asartepe Sulama Birliği'nden temin edilmiştir.

Sektörizasyon alt modülü sulama ağı bölümünde girilen koordinatlarla projeyi temsili olarak bileşen adları ile birlikte şematize etmektedir. Projenin organizasyonel bölüm ve alt bölümler biçiminde ayrılmasına, oluşturulan şema üzerinde olanak tanınmaktadır. Çalışmanın bu bölümünde sulama ağı program tarafından sağlanan şema üzerinde bölüm ve alt bölümlere ayrılmıştır.

Parsel verileri modülünde, Asartepe Sulama Birliği'nden edinilen parsel bitki desenleri parsellerle eşlenmiş ve proje bitki deseni oluşturulmuştur.

b. Yönetim modülü

Bu modülde proje verileri seçeneğinde girilen verilerle, "bitki su gereksinimleri", "parsel-kanal su gereksinimleri" ve "sulama zamanı planlaması" sonuçları elde edilmiştir. Ancak programın su dağıtım planlamasına ilişkin hesaplamalar bölümünde herhangi bir çözüme ulaşılamamıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Anket Çalışması Sonuçları

Y2 yedek kanalının bulunduğu alanında parseli bulunan çiftçilerle yapılan anket çalışmasının sonuçları kısaca aşağıda özetlenmiştir:

Y2 yedek kanalında parseli bulunan çiftçilerin büyük bir çoğunluğu ilkokul mezunudur. Ortaokul ve lise mezunu olanların sayısı ise azdır. Tarımsal faaliyetlerin yoğun olduğu dönemde tarlalarda tüm aile bireyleri birlikte çalışmakta hatta belirli sürelerde yabancı işgücünden de yararlanılmaktadır.

Çalışma alanında parseli olan çiftçilerin bazılarının Asartepe Sulama Birliği'nin başka yerlerinde de parselleri bulunmaktadır. Bu nedenle Y2 yedek kanalından edinilen bilgiler Asartepe Sulama Birliği'nin yapısı hakkında da bilgi vermektedir. Birlik tarımsal alet ve makinalar açısından birçok birliğe göre daha çok gelişmiştir. Yörede sulama yöntemlerinin hemen hepsi denenmiştir. Birlik genelinde %85 yüzey (%60 karık, %25 tava), %10 yağmurlama (havuç, pancar), %5 damla sulama yöntemi uygulanmaktadır. Y2 yedek kanalı alanında karık sulama yöntemi tercih edilmektedir.

Çiftçilerin %51.4'ü bitkisel ürünleri hale, %48.6'sı tüccarlara satmaktadır. Sulama sisteminde su kayıpları fazladır. Bu nedenle sulama şebekesinin kapalı sisteme dönüştürülmesi istenmektedir. Parsel sahipleri kendilerine sulama konusunda herhangi bir eğitim verilmediğini, tarlada uygulamalı olacak bir eğitimi istediklerini belirtmişlerdir. Sulama kanalından su alımında sifon kullanılmaktadır. Birliğin belirlediği saatlerde gece sulaması da yapılmaktadır. Çoğunluk su miktarının yetersizliğinden yakınmaktadır. Toprak tuzluluğu, tabansuyu seviyesi ve benzeri sorulara verilen cevaplardan çiftçilerin tarım konusunda çok bilgili olmadıkları, geleneksel yöntemler ve kendi tecrübeleriyle sulama yaptıkları belirlenmiştir. Sulama suyunun yetersiz olduğu yıllarda, sulama zamanına ve sulama aralığına, kendi tecrübelerine göre karar verenler %65.1, uzmanlara danışanlar %9.3, diğerleri seçeneğine cevap verenler ise %14'tür. Buradan da anlaşılmaktadır ki çiftçilerin çoğu

sulama konusunda bilinçsiz ve eğitimsizdir. Gelişigüzel yapılan sulamalar su kaybına neden olmaktadır.

4.2 Sulama Zaman Planlaması Destekli ve İnteraktif Su Dağıtım Planlaması (SZP D-İ SDP) Sonuçları

Çalışmada Y2 yedek kanalının bulunduğu alanda optimum koşullar için, kanalda birliğin uyguladığı rotasyona göre ve kısıntılı su koşulları için olmak üzere üç farklı SZP D-İ SDP çalışması yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalara ilişkin sonuçlar aşağıda verilmiştir.

4.2.1 Optimum sulama zaman planlaması destekli ve interaktif su dağıtım planlaması sonuçları

Bu çalışmada, su kaynağının kapasitesinin yeterli olduğu, Y2 yedek kanalına kapasitesi kadar (120 L/s) su verildiği ve kanalda haftanın her günü sürekli olarak su bulunduğu kabul edilerek bir SZP D-İ SDP yapılmıştır, bu nedenle bu planlamaya optimum SZP D-İ SDP adı verilmiştir.

4.2.1.1 Parsel veri tabanı sonuçları

Y2 yedek kanalı 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 parsel veri tabanı Ek 3'te verilmiştir. Ek 3 incelendiğinde Y2 yedek kanalından su alan 115 parselin alanlarının 1 da ile 18 da, parsel için gerekli sifon sayısının parsel alanına göre 1 ile 4, parsel debisinin ise 20 L/s ile 80 L/s arasında değiştiği görülmektedir.

4.2.1.2 Bitki su tüketimi sonuçları

Domates, mısır, yonca, bağ, buğday bitkilerine ilişkin iklim verilerinden yararlanılarak IRSIS yazılımı ile hesaplanan bitki su tüketimleri onar günlük periyotlarda domates bitkisi için Çizelge 4.1'de, bağ için Çizelge 4.2'de, mısır bitkisi için Çizelge 4.3'te, buğday bitkisi için Çizelge 4.4'te ve yonca bitkisi için Çizelge 4.5'te verilmiştir. Domates bitkisinin mevsimlik su tüketimi toplam 981.1 mm, bağ bitkisinin mevsimlik su tüketimi 839.6 mm, mısır bitkisinin mevsimlik su tüketimi 687.9 mm, buğday bitkisinin mevsimlik su tüketimi 663 mm ve yonca bitkisinin mevsimlik su tüketimi 943.7 mm'dir.

Çizelge 4.1 Domates bitkisinin bitki su tüketimi değerleri (mm/dönem)

Dönem	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Toplam
1	3.0	47.6	84.1	95.4	67.2	24.8	
2	21.4	57.8	92.6	93.1	57.5	-	
3	22.5	69.2	106.3	93.6	45.0	-	
Toplam							981.1

Çizelge 4.2 Bağın bitki su tüketimi değerleri (mm/dönem)

Dönem	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Toplam
1	8.4	15.9	37.4	66.9	70.5	45.0	22.7	6.2	
2	13.6	19.9	48.9	68.8	68.8	39.2	16.3	-	
3	13.8	29.6	56.4	78.5	66.3	31.8	14.6	-	
Toplam									839.6

Çizelge 4.3 Mısır bitkisinin bitki su tüketimi değerleri (mm/dönem)

Dönem	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Toplam
1	2.4	15.3	58.0	92.0	66.8	
2	17.0	22.6	74.2	93.1	-	
3	17.3	40.2	82.8	106.3	-	
Toplam						687.9

Çizelge 4.4 Buğday bitkisinin bitki su tüketimi değerleri (mm/dönem)

Dönem	Aylar										Toplam
	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	
1	-	9.2	7.4	6.9	7.9	12.9	20.5	54.0	74.7	37.6	
2	10.1	8.8	6.3	6.3	9.9	13.2	26.9	57.5	69.2	-	
3	12.2	7.7	6.0	7.2	9.3	15.8	41.3	70.8	53.0	-	
Toplam											663.0

Çizelge 4.5 Yonca bitkisinin bitki su tüketimi değerleri (mm/dönem)

Dönem	Aylar								Toplam
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	
1	5.8	34.3	70.6	73.5	71.1	45.1	22.1	8.5	
2	16.4	42.2	38.3	67.3	75.9	53.5	22.7	-	
3	23.3	59.5	50.2	56.5	44.4	34.3	28.1	-	
Toplam									943.7

4.2.1.3 Kanal veri tabanının hazırlanması

Suyun alındığı noktadan başlanarak su dağıtım ağı, kapasite değişikliklerine göre bölümlere ayrılmış, her bölümdeki kanalın uzunluğu, kapasitesi, su alım noktasına uzaklığı, söz konusu kanala hangi kanalların bağlandığı ve hizmet ettiği alan belirlenmiştir. Çalışma alanına ilişkin kanal veri tabanı Çizelge 4.6'da verilmiştir. Y2 yedek kanalı sağ ana kanaldan su almaktadır ve 175 m sonra ikiye ayrılmaktadır (Y2A ve Y2B). Diğer kanallar ise bu kanallardan uzakta olan parsellere suyun alımında kullanılan toprak kanallardır.

4.2.1.4 Kanal başında gerekli akış ve kanal kapasitesi yeterliliği sonuçları

Y2 yedek 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 4.6 Kanal veri tabanı

Kanal adı	Su aldığı kanal	Alım noktası (m)	Toplam uzunluğu (m)	Su verdiği alan (da)	Kapasitesi (L/s)
Y2	Sağ Ana Kanal	-	175	0	120
Y2B	Y2	175	1000	145	120
Y2A	Y2	175	405	44	120
Y2A-45	Y2A	155	355	3	-
Y2A-46	Y2A	70	275	3,5	-
Y2A-48	Y2A	30	225	5,5	-
Y2B-49	Y2B	20	200	6	-
Y2B-51	Y2B	50	200	4	-
Y2B-52	Y2B	390	625	8	-
Y2B-54	Y2B	950	1015	6	-
Y2B-55	Y2B	880	1390	22	-
Y2B-56	Y2B	850	955	3	-
Y2B-57	Y2B	815	960	3	-
Y2B-58	Y2B	795	945	3	-
Y2B-59	Y2B	760	1385	37	-
Y2B-60	Y2B	715	1280	33	-
Y2B-62	Y2B	675	1090	11	-
Y2B-63	Y2B	610	775	6	-
Y2B-64	Y2B	575	1050	7	-
Y2B-66	Y2B	510	975	32	-
Y2B-67	Y2B	460	775	8	-
Y2B-69	Y2B	365	600	5	-
Y2B-70	Y2B	340	700	6	-
Y2B-71	Y2B	285	810	15	-
Y2B-73	Y2B	265	715	8,5	-
Y2B-74	Y2B	230	670	13	-
Y2B-76	Y2B	175	485	8	-
Y2B-77	Y2B	130	420	5,5	-
Y2B-79	Y2B	75	400	3	-
Y2B-94	Y2B	785	1025	10	-
TOPLAM				464 da	-

Y2 yedek kanalı alanındaki bitkilere ilişkin brüt su ihtiyacı değerleri domates için Çizelge 4.7'de, bağ için Çizelge 4.8'de, mısır için Çizelge 4.9'da, buğday için Çizelge 4.10'da ve yonca için Çizelge 4.11'de verilmiştir. Kanal kapasite yeterliliğinin belirlenmesi ise Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Domates parselleri için brüt su ihtiyacı

Domates parsellerinin net su ihtiyacı (mm/dönem)						
Ay/On gün	6	7	8	9	10	Yıllık
1	23.0	79.9	93.8	56.0	11.2	
2	49.0	88.8	88.4	52.9	0.0	
3	59.6	103.2	84.2	27.3	0.0	
Aylık	131.6	271.9	266.4	136.2	11.2	822
Tüm domates parsellerinin (259.5 da) net su ihtiyacı (m^3 /dönem)						
1	5969	20734	24341	14532	2906	
2	12716	23044	22940	13728	0	
3	15466	26780	21850	7084	0	
Aylık	34150	70558	69131	35344	2906	212 089
Tüm domates parsellerinin brüt su ihtiyacı (m^3/dönem) (Ea=0.60)						
1	9948	34557	40569	24220	4844	
2	21193	38406	38233	22879	0	
3	25777	44634	36417	11807	0	
Aylık	56917	117597	115218	58907	4844	353 482

Çizelge 4.8 Bağ parselleri için brüt su ihtiyacı

Bağ parsellerinin net su ihtiyacı (mm/dönem)						
Ay/On gün	6	7	8	9	10	Yıllık
1	0.0	65.0	68.9	26.7	8.5	
2	32.8	63.9	64.0	31.6	0.0	
3	54.8	75.5	55.8	15.0	0.0	
Aylık	87.6	204.4	188.7	73.3	8.5	563
Tüm bağ parsellerinin (19 da) net su ihtiyacı (m^3 /dönem)						
1	0	1 235	1 309	507	162	
2	623	1 214	1 216	600	0	
3	1 041	1 435	1 060	285	0	
Aylık	1 664	3 884	3 585	1 393	162	10 688
Tüm bağ parsellerinin brüt su ihtiyacı (m^3/dönem) (Ea=0.60)						
1	0	2 058	2 182	846	269	
2	1 039	2 024	2 027	1 001	0	
3	1 735	2 391	1 767	475	0	
Aylık	2 774	6 473	5 976	2 321	269	17 813

Çizelge 4.9 Mısır parselleri için brüt su ihtiyacı

Mısır parsellerinin net su ihtiyacı (mm/dönem)				
Ay/On gün	6	7	8	Yıllık
1	21.4	89.0	65.4	
2	68.9	88.0	0.0	
3	78.0	103.8	0.0	
Aylık	168.3	280.8	65.4	515
Tüm mısır parsellerinin (38 da) net su ihtiyacı (m^3/dönem)				
1	813	3 382	2 485	
2	2 618	3 344	0	
3	2 964	3 944	0	
Aylık	6 395	10 670	2 485	19 551
Tüm mısır parsellerinin brüt su ihtiyacı (m^3/dönem) (Ea=0.60)				
1	1 355	5 637	4 142	
2	4 364	5 573	0	
3	4 940	6 574	0	
Aylık	10 659	17 784	4 142	32 585

Çizelge 4.10 Buğday parselleri için brüt su ihtiyacı

Buğday parsellerinin net su ihtiyacı (mm/dönem)				
Ay/On gün	5	6	7	Yıllık
1	0.0	60.8	12.0	
2	36.0	55.7	0.0	
3	57.9	34.0	0.0	
Aylık	93.9	150.5	12.0	256
Tüm buğday parsellerinin (25 da) net su ihtiyacı (m^3/dönem)				
1	0	1 520	300	
2	900	1 393	0	
3	1 448	850	0	
Aylık	2 348	3 763	300	6 410
Tüm buğday parsellerinin brüt su ihtiyacı (m^3/dönem) (Ea=0.60)				
1	0	2 533	500	
2	1 500	2 321	0	
3	2 413	1 417	0	
Aylık	3 913	6 271	500	10 683

Çizelge 4.11 Yonca parselleri için brüt su ihtiyacı

Yonca parsellerinin net su ihtiyacı (mm/dönem)								
Ay/On gün	5	6	7	8	9	10	11	Yıllık
1	0.0	61.4	83.2	82.8	44.8	0.0	3.6	
2	0.0	7.6	58.1	74.4	63.8	0.0	0.0	
3	33.3	47.0	41.5	6.0	19.9	8.2	0.0	
Aylık	33.3	116.0	182.8	163.2	128.5	8.2	0.0	636
Tüm yonca parsellerinin (122.5 da) net su ihtiyacı (m^3/dönem)								
1	0	7 522	10 192	10 143	5 488	0	441	
2	0	931	7 117	9 114	7 816	0	0	
3	4 079	5 758	5 084	735	2 438	1 005	0	
Aylık	4 079	14 210	22 393	19 992	15 741	1 005	441	77 861
Tüm yonca parsellerinin brüt su ihtiyacı (m^3/dönem) (Ea=0.60)								
1	0	12 536	16 987	16 905	9 147	0	735	
2	0	1 552	11 862	15 190	13 026	0	0	
3	6 799	9 596	8 473	1 225	4 063	1 674	0	
Aylık	6 799	23 683	37 322	33 320	26 235	1 674	735	129 768

Çizelge 4.12 Optimum koşulda Y2 yedek kanalı kapasite yeterliliğinin belirlenmesi

Aylar								
Ay/On gün	5	6	7	8	9	10	11	Yıllık
Net su ihtiyacı (m^3/dönem)								
1	0	15823	35843	38278	20527	3068	441	
2	900	18280	34719	33270	22143	0	0	
3	5527	26079	37243	23645	9807	1005	0	
Aylık	6427	60183	107805	95193	52478	4072	441	326599
Brüt su ihtiyacı (m^3/dönem) (Ea=0.60)								
1	0	26372	59738	63797	34212	5113	735	
2	1500	30467	57865	55450	36906	0	0	
3	9211	43465	62072	39409	16345	1674	0	
Aylık	10711	100304	179675	158656	87463	6787	735	544331
Kanal başında brüt su ihtiyacı (m^3/dönem) (Ed=0.95)								
1	0	27760	62883	67155	36013	5382	774	
2	1579	32071	60910	58368	38848	0	0	
3	9696	45752	65339	41483	17205	1762	0	
Aylık	11275	105583	189132	167006	92066	7145	774	-
Kanal başında gerekli olan akış (L/s)								
1	0.0	32.1	72.8	77.7	41.7	6.2	0.9	
2	1.8	37.1	70.5	67.6	45.0	0.0	0.0	
3	11.2	53.0	75.6	48.0	19.9	2.0	0.0	
Aylık	4.3	40.7	73.0	64.4	35.5	2.8	0.3	-

Y2 yedek kanalının kapasitesi 120 L/s'dir. Çizelge 4.12'de görüldüğü gibi hesaplanan en yüksek kanal başında gerekli akış değeri 77.7 L/s'dir ve bu değer kanal kapasitesinden küçüktür. Bu da kanal kapasitesinin sulama sezonu boyunca her dönemde yeterli olduğunu göstermektedir.

4.2.1.5 Optimum sulama zaman planlaması sonuçları

Y2 yedek kanalı alanında yetiştirilen bitkiler için optimum sulama zaman planları IRSIS yazılımı yardımıyla yapılmıştır. Çizelge 4.13'te domates için, Çizelge 4.14'te bağ için, Çizelge 4.15'te mısır için, Çizelge 4.16'da buğday için ve Çizelge 4.17'de yonca 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 4.13 Domates bitkisi için elde edilen optimum sulama zaman planı

Sulama no	Sulama tarihi		Su miktarı (mm)
	Gün	Ay	
1	4	6	37
2	14	6	40
3	21	6	38
4	27	6	38
5	3	7	43
6	8	7	40
7	13	7	43
8	18	7	44
9	23	7	45
10	27	7	38
11	31	7	37
12	4	8	38
13	8	8	38
14	12	8	37
15	17	8	44
16	22	8	43
17	27	8	40
18	2	9	44
19	10	9	49
20	19	9	51
Toplam			827

Optimum sulama zaman planına göre domates bitkisine 20 sulamada toplam 827 mm sulama suyu verilmelidir. Bağ için toplam sulama sayısı 8 olup, gerekli sulama suyu miktarı 582 mm, mısır bitkisi için 7 sulamada gerekli sulama suyu miktarı 505 mm, buğday bitkisi için 3 sulamada gerekli sulama suyu miktarı 262 mm ve yonca için 6 sulamada gerekli sulama suyu miktarı 643 mm'dir.

Çizelge 4.14 Bağ için elde edilen optimum sulama zaman planı

Sulama no	Sulama tarihi		Su miktarı (mm)
	Gün	Ay	
1	13	6	87
2	30	6	75
3	11	7	68
4	22	7	70
5	1	8	68
6	11	8	69
7	22	8	69
8	7	9	76
		Toplam	582

Çizelge 4.15 Mısır bitkisi için elde edilen optimum sulama zaman planı

Sulama no	Sulama tarihi		Su miktarı (mm)
	Gün	Ay	
1	6	6	78
2	19	6	80
3	29	6	74
4	7	7	67
5	15	7	69
6	23	7	71
7	30	7	65
		Toplam	505

Çizelge 4.16 Buğday bitkisi için elde edilen optimum sulama zaman planı

Sulama no	Sulama tarihi		Su miktarı (mm)
	Gün	Ay	
1	11	5	92
2	31	5	88
3	14	6	82
		Toplam	262

Çizelge 4.17 Yonca bitkisi için elde edilen optimum sulama zaman planı

Sulama no	Sulama tarihi		Su miktarı (mm)
	Gün	Ay	
1	26	5	117
2	26	6	124
3	10	7	83
4	1	8	112
5	12	8	85
6	8	9	122
		Toplam	643

Optimum koşullarda kanal kapasitesi yeterli olduğundan, verilecek sulama suyu miktarında kısıntıya gerek duyulmamıştır, bu nedenle kısıntılı SZP yapılmamıştır.

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

Elde edilen optimum sulama zaman planları ve parsel verilerine (alan, sifon sayısı, parsel debisi, su uygulama randımanı) göre sulama süreleri ve sulama miktarları Excel'de hesaplatılmıştır. P1 parselindeki domates bitkisi için yapılan bu işlem Çizelge 4.18'de örnek olması amacıyla verilmiştir. Bu işlem 115 parseldeki beş bitkinin her biri için yapılmıştır.

Her parsel için hazırlanan parsel su talep kutularının karışmaması için içlerine parsel numaraları ve sulama tarihleri (gün. ay) girilmiştir ve bitki türüne göre farklı renk verilmiştir (Şekil 4.1). Domates bitkisine ilişkin parsel su talep kutuları yeşil, bağ sarı, mısır lacivert, buğday mavi ve yonca ise pembe renklidir. Su talep kutularının içerisindeki ilk sayı parsel numarasını, ikinci sayı ise sulama tarihini göstermektedir.

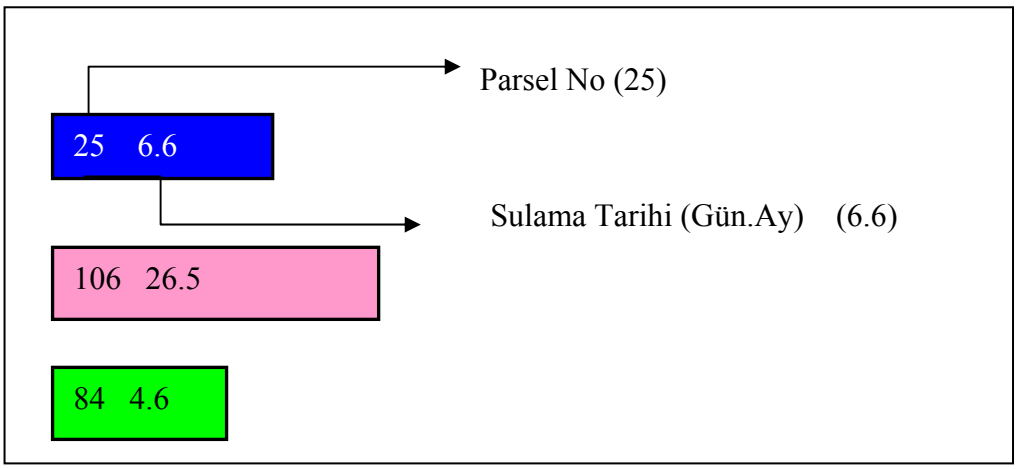
4.2.1.7 Kanal su arz kutusu

Bitkilerin sulama zaman ve sürelerine göre su talep kutularının belirlenmesi işleminden sonra kanal su arz kutusu hazırlanmıştır. Y2 yedek kanalının kanal kapasitesi 120 L/s olduğundan düşey eksende optimum koşullarda en fazla 6 sifon yer almaktadır.

Çizelge 4.18 P1 parseli için sulama süresi ve su talep kutuları

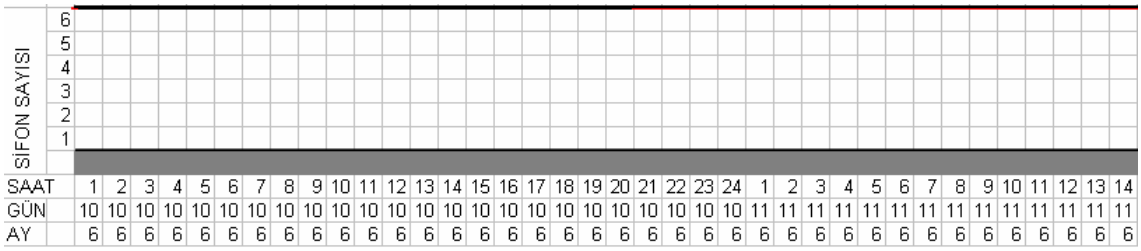
Parsel no	**P1**
Bitki çeşidi	Domates
Alan (da)	3
Sifon sayısı	1
Sifon debisi (L/s)	20
Su uygulama randımanı	0,60

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	4	6	37	111	185	2.6	0.1	4 4.6
2	14	6	40	120	200	2.8	0.1	4 14.6
3	21	6	38	114	190	2.6	0.1	421.6
4	27	6	38	114	190	2.6	0.1	4 7.6
5	3	7	43	129	215	3.0	0.1	4 3. 7
6	8	7	40	120	200	2.8	0.1	4 8. 7
7	13	7	43	129	215	3.0	0.1	4 13.7
8	18	7	44	132	220	3.1	0.1	4 18.7
9	23	7	45	135	225	3.1	0.1	4 23.7
10	27	7	38	114	190	2.6	0.1	427.7
11	31	7	37	111	185	2.6	0.1	4 31.7
12	4	8	38	114	190	2.6	0.1	4 4.8
13	8	8	38	114	190	2.6	0.1	4 8.8
14	12	8	37	111	185	2.6	0.1	4 12.8
15	17	8	44	132	220	3.1	0.1	4 17.8
16	22	8	43	129	215	3.0	0.1	4 22.8
17	27	8	40	120	200	2.8	0.1	4 27.8
18	2	9	44	132	220	3.1	0.1	4 2.9
19	10	9	49	147	245	3.4	0.1	4 10.9
20	19	9	51	153	255	3.5	0.1	4 19.9
Toplam			**827**	**2481**	**4135**	**57.4**	**2.4**	



Şekil 4.1 Su talep kutuları

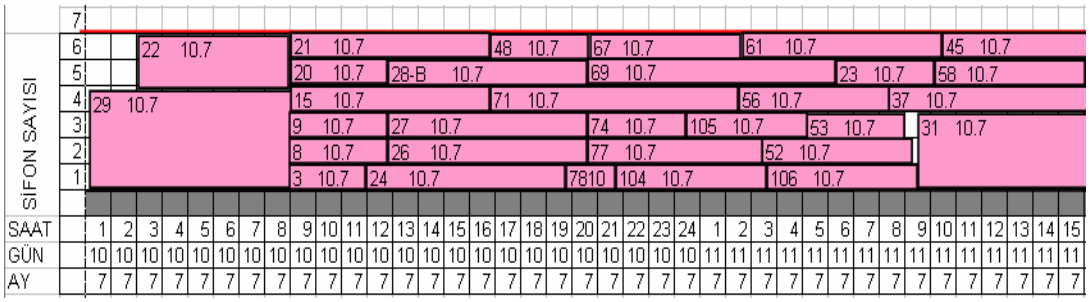
Şekil 4.2'de verilen kanal su arz kutusunun bir bölümünü gösteren grafikte, yatay eksen sulama sezonu için zamanı (ay, gün ve saat), düşey eksen ise kanal kapasitesine karşılık gelen sifon sayısını göstermektedir.



Şekil 4.2 Y2 yedek kanalı için su arz kutusu

4.2.1.8 Başlangıç su dağıtım planı

Her parsel için daha önce hazırlanan su talep kutuları kanal su arz kutusunun içine sulama tarihlerine göre uygun biçimde yerleştirilir. Sulamaların yoğun olduğu Temmuz ayının bir bölümü Şekil 4.3'te örnek olarak verilmiştir.



Şekil 4.3 Y2 yedek kanalı optimum su dağıtım planı (10-11 Temmuz)

Şekilde örnek olarak verilen su dağıtım planı, sulama mevsimi başlangıcı olan 11 Mayıs'tan sulama mevsimi sonu olan 19 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 çıkmıştır. Bu nedenle sulama zaman planlamasına geri dönülerek elde edilen ikinci sulama zaman planlaması değerlendirilmiştir.

4.2.1.9 Sulama zamanlarında kayma olan bitkiler için yeni sulama zaman planlaması ve değerlendirilmesi

Başlangıç su dağıtım planında sulama tarihlerinde kayma olan bütün bitkiler için oluşan yeni sulama tarihleri sulama zaman planlamasına geri dönülerek IRSIS'te yeniden girilmiş, yeni bir sulama grafiği çıkarılmıştır. Bu yeni grafik önceki (optimum SZP) ile karşılaştırılıp farklar gözlenmiş, ortaya çıkan sonuçların (sulama suyu kaybı, verim azalması, yağış etkinliği ve sulama etkinliği) uygulanabilirliği tartışılmıştır. Çizelge 4.19'da örnek olması amacı ile en fazla sapmanın olduğu Parsel 113'teki domates bitkisi için yapılan bu işlemler gösterilmiştir.

Parsel 113'ün IRSIS'ten elde edilen optimum ve ikinci SZP grafikleri karşılaştırma amacıyla Şekil 4.4'te verilmiştir. SDP'den sonra bazı sulamalar önceye, bazıları ise sonraya kaydığı için grafikte de görüldüğü gibi hem fazla su, hem de stres ortaya çıkmıştır. Bu işlemler sonucunda eskisine göre 4.7 mm fazla su (drenaj) ve %0.3'lük bir verim kaybı ortaya çıkmıştır.

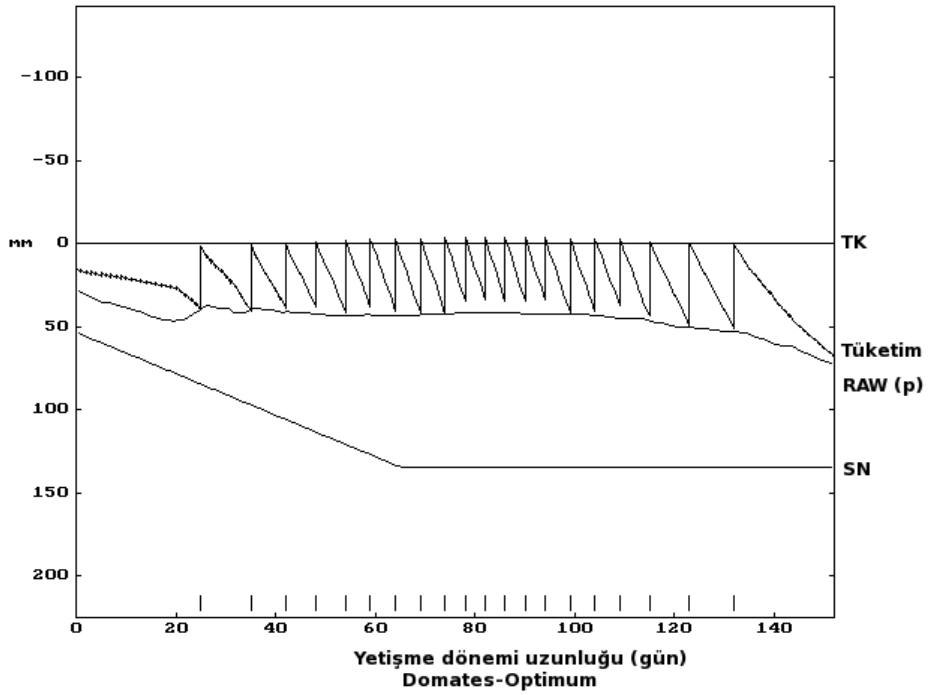
Proje alanındaki tüm parseller için benzeri karşılaştırma yapılmıştır. Farklı bitkilerden birer örnek; bağ için Şekil 4.5, mısır için Şekil 4.6, buğday için Şekil 4.7 ve yonca için Şekil 4.8'de verilmiştir. Bağda en az sapma 3, en fazla 4 gündür. Bağ için en fazla sapmanın olduğu 79. parselin ilk ve ikinci SZP'leri Şekil 4.5'te verilmiştir. Buğday ve mısırda sapma olmadığı için herhangi iki parsel seçilmiştir. Yoncada sapma olmayan parseller de vardır, en fazla sapma ise 6 gündür. Yonca için sapmanın en fazla olduğu günlerden 106. parsel Şekil 4.8'de verilmiştir.

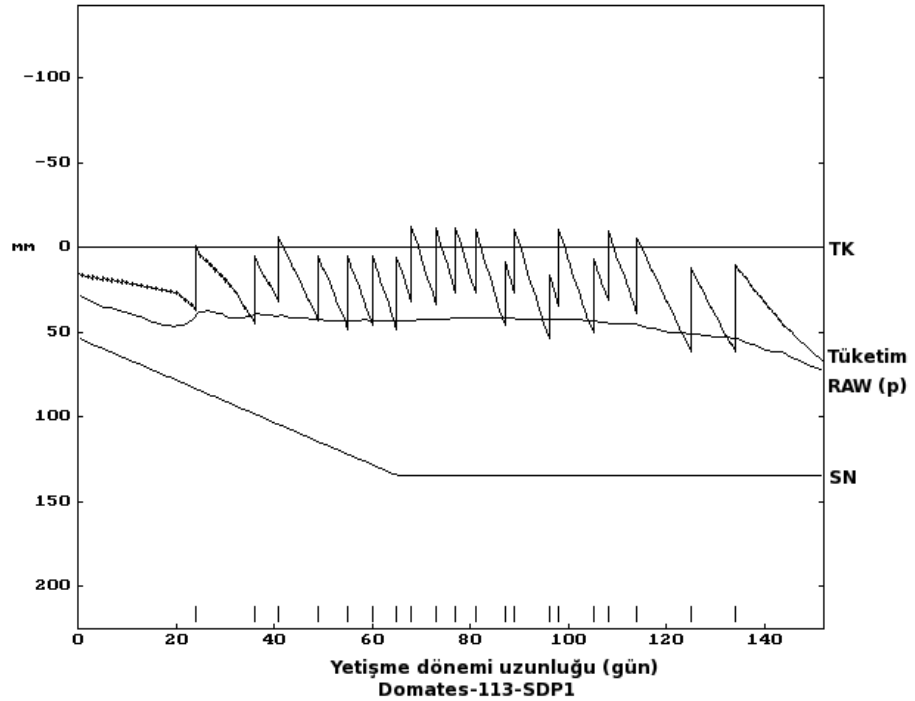
Çizelge 4.19 Domates bitkisine ilişkin su dağıtım planlamasından önceki ve sonraki SZP tarihlerinin karşılaştırılması

Sulama no	SZP1 Sulama tarihi		SZP2 Sulama tarihi		Fark (gün)	Verim kaybı (%)	Su kaybı (mm)	Sulama etkinliği (%)	Yağış etkinliği (%)
	Gün	Ay	Gün	Ay					
1	4	6	3	6	-1	0.3	4.7	99.7	97.9
2	14	6	15	6	1				
3	21	6	20	6	-1				
4	27	6	28	6	1				
5	3	7	4	7	1				
6	8	7	9	7	1				
7	13	7	14	7	1				
8	18	7	17	7	-1				
9	23	7	22	7	-1				
10	27	7	26	7	-1				
11	31	7	30	7	-1				
12	4	8	5	8	1				
13	8	8	7	8	-1				
14	12	8	14	8	2				
15	17	8	16	8	-1				
16	22	8	23	8	1				
17	27	8	26	8	-1				
18	2	9	1	9	-1				
19	10	9	12	9	2				
20	19	9	21	9	2				

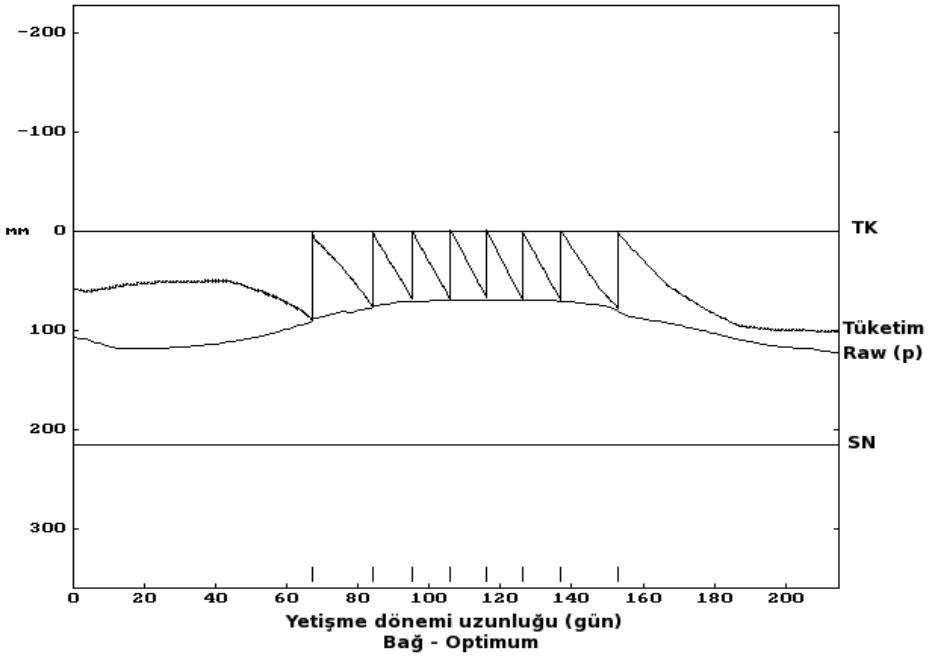
4.2.1.10 Kontrol parametreleri

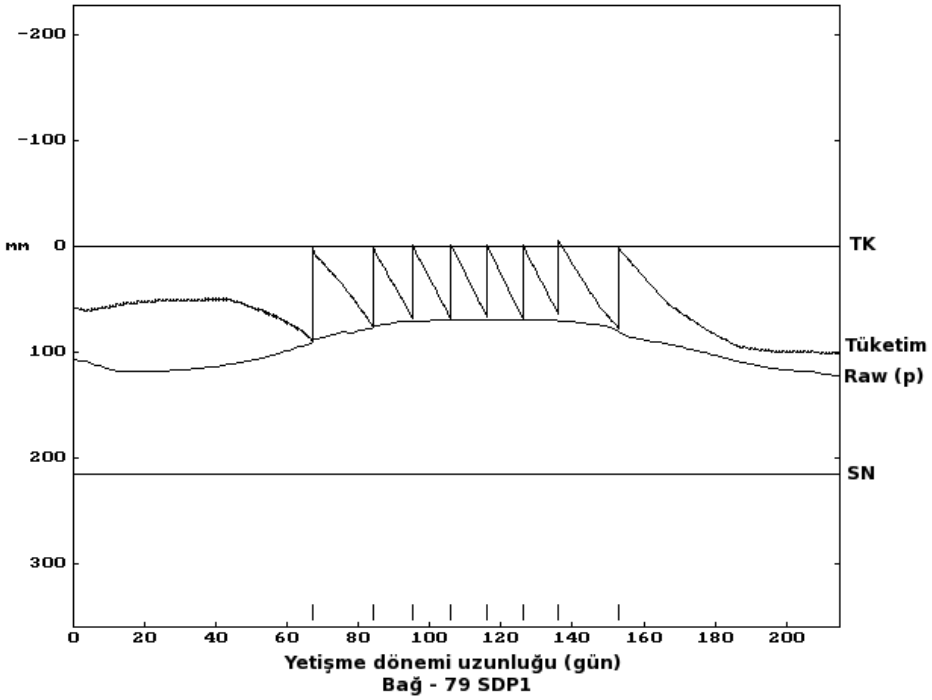
Elde edilen SDP sonuçlarının uygun olup olmadığına karar verilebilmesi için, kullanılacak kontrol parametreleri yöntem bölümünde Çizelge 3.9'da verildiği şekilde alınmıştır.



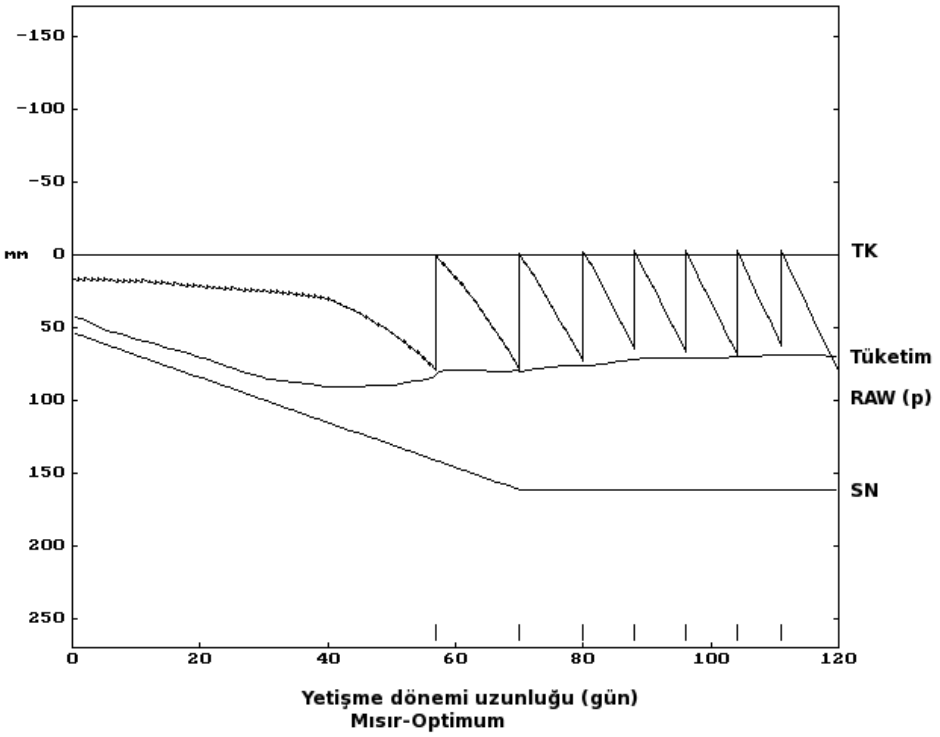


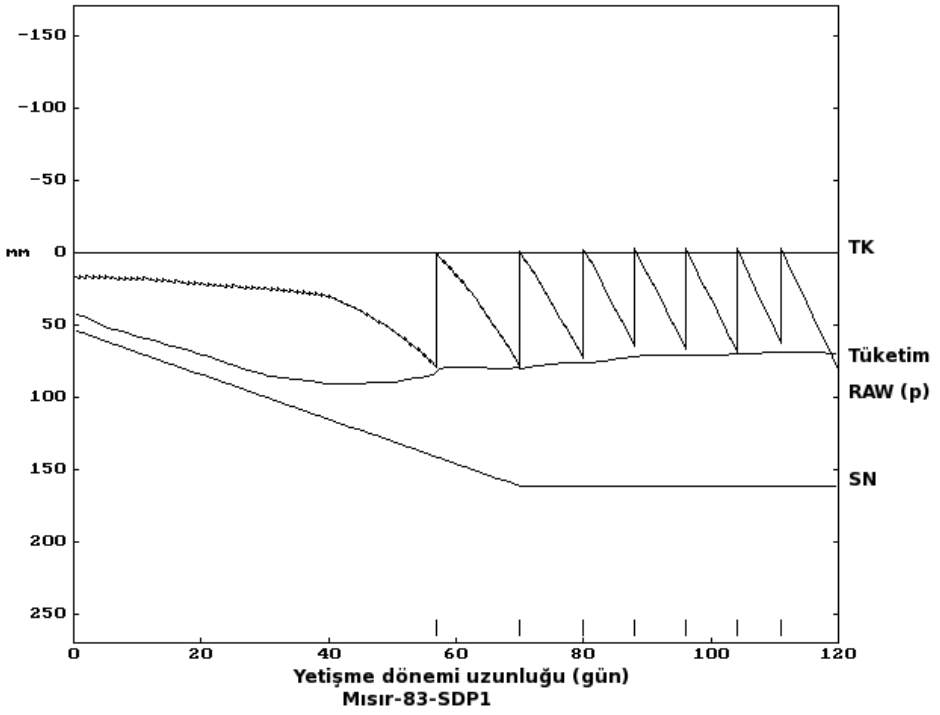
Şekil 4.4 Domates bitkisi için optimum ve ikinci SZP grafikleri



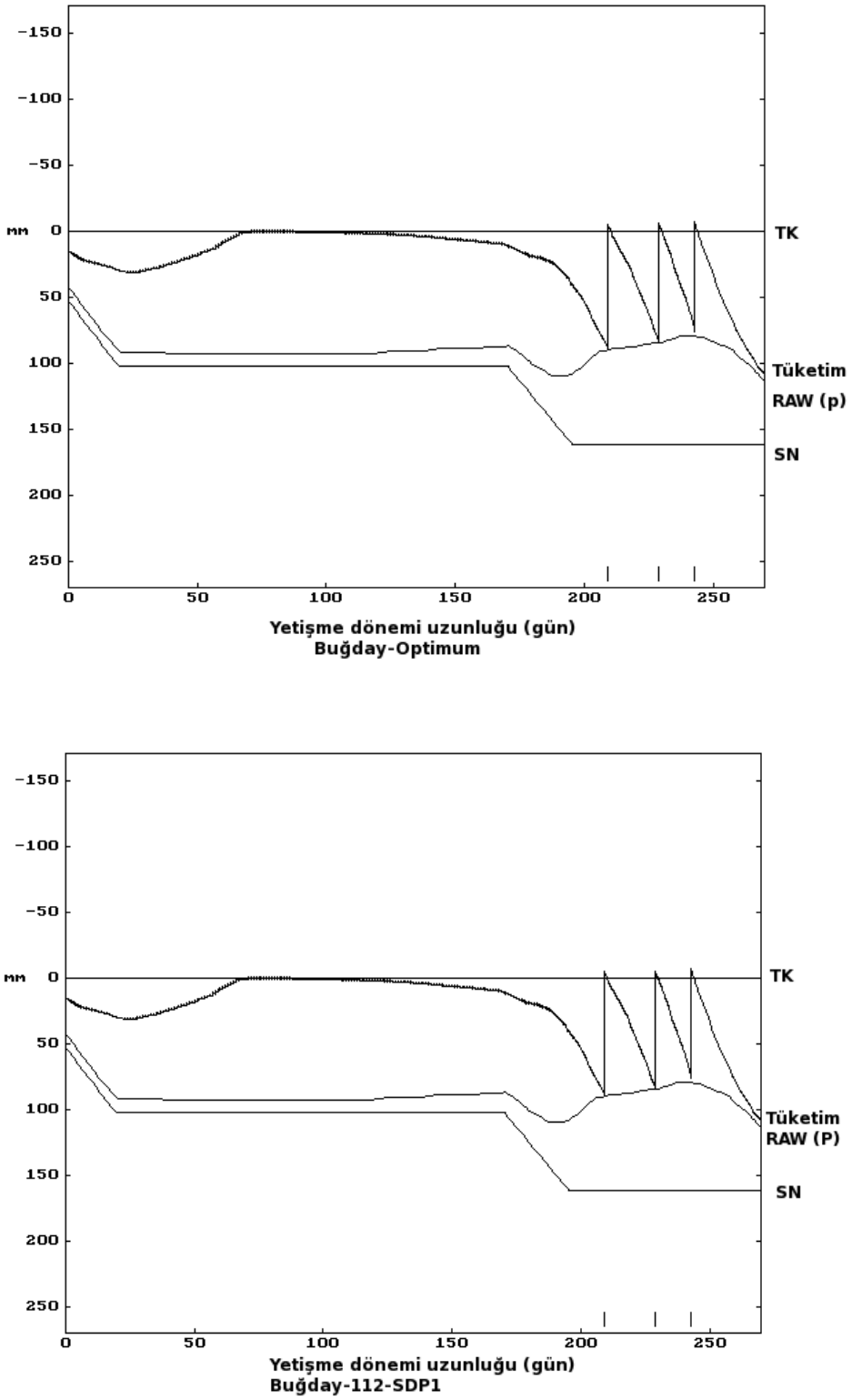


Şekil 4.5 Bağ için optimum ve ikinci SZP grafikleri

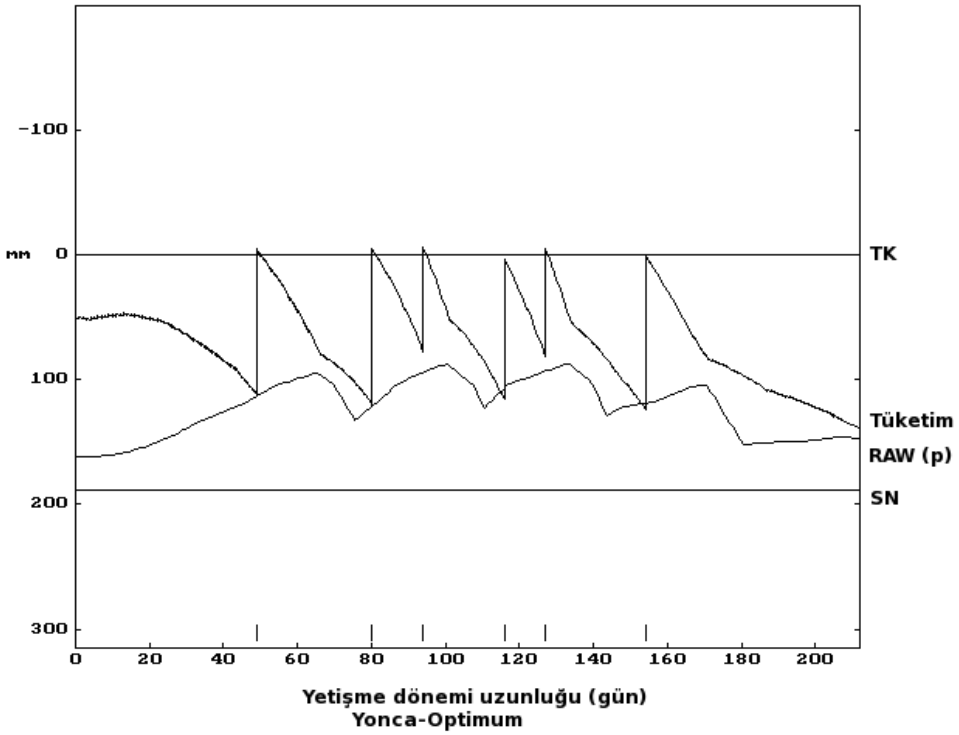


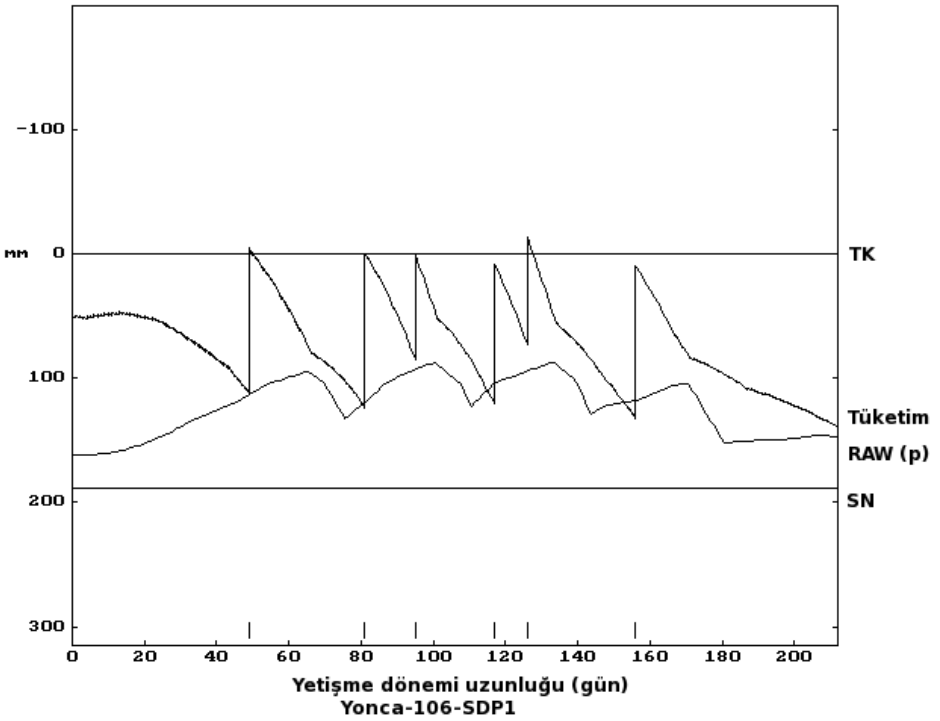


Şekil 4.6 Mısır bitkisi için optimum ve ikinci SZP grafikleri



Şekil 4.7 Buğday bitkisi için optimum ve ikinci SZP grafikleri





Şekil 4.8 Yonca bitkisi için optimum ve ikinci SZP grafikleri

4.2.1.11 Başlangıç su dağıtım planlaması sonuçlarının kontrol parametreleri ile karşılaştırılması sonuçları

Başlangıç SDP ile elde edilen sonuçların, şebeke için belirlenecek sınır değerler yani kontrol parametreleri ile karşılaştırılarak elde edilen sonuçların uygun olup olmadığına karar verilmesi gerekmektedir. Çıkan sonuçlar kontrol parametrelerinin sınır değerleri ile karşılaştırılmıştır (Ek 4). Optimum koşullarda izin verilen en fazla sapma 20 gün, toplam sulama suyu kaybı 30 mm, sulama suyu kaybı %5, verim azalması %2, yağış etkinliği %0 ve sulama etkinliği %95'tir. Bağ, mısır, buğday ve yonca parsellerinin toplam sapma, toplam su kaybı, verimdeki ortalama sapma, yağış etkinliği ve sulama etkinliği değerleri sınır değerlerinin altındadır. Sadece domates bitkisinin birkaç parselinde sapma 20 günden fazladır.

SDP'den sonra IRSIS'ten elde edilen sonuçlarda buğday için toplam su kaybının 56.2 mm olduğu görülmektedir. Ancak buğday kışlık bir bitkidir. Optimum planlamada ise su kaybı 53 mm'dir. Bu yüksek oran kış yağışlarından kaynaklanmaktadır. Buğday için sulama tarihlerinin kaymasından kaynaklanan su kaybı **56.2 - 53 = 3.2 mm** olarak bulunur. Bu değer kontrol parametresi sınır değerinin (30 mm) altındadır.

Y2 yedek kanalı için yapılan optimum SDP çalışmasında sulamalardaki kayma dışında diğer kontrol parametrelerinin uygun olduğu görülmüştür, sadece sulamalardaki toplam sapma değerinin kontrol parametresi sınır değerinden büyük olması nedeniyle mevcut SDP'de revizyona gerek görülmemiştir. Bu nedenle elde edilen su dağıtım planının uygulanabileceğine karar verilmiştir. Optimum koşullar için elde edilen su dağıtım planı, sulama sezonunun tümü için onar günlük dönemler halinde Ek 5'te verilmiştir. Ek 5 incelendiğinde Mayıs ayında çok az sulama görülmektedir. Haziran ayında sulamalar artmakta, Temmuz ve Ağustos aylarında ise en yüksek düzeye çıkmaktadır. Ancak yine de kanalda bazı günlerde sulama yapılmasına gerek görülmemektedir. Bunun nedeni Y2 yedek kanalında haftanın 7 günü maksimum kapasitede su bulunması durumunda, sulanacak alana göre kapasitesinin yeterli, hatta fazla olmasıdır.

4.2.1.12 Su dağıtım planı raporu

Kontrol parametreleri ile karşılaştırıldıktan sonra uygun olduğu belirlenen Y2 yedek kanalı için optimum koşullardaki başlangıç SDP sonuçlarından yararlanılarak sulama şebekesindeki her bir parsele ne zaman ve kaç saat süreyle su verileceğini gösteren bir SDP raporu hazırlanmıştır. Bu raporun ilk on sulamayı içeren bir bölümü Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.20 Optimum koşullar için Y2 yedek kanalı su dağıtım raporu

Kanal adı: Y2 yedek kanalı
Kapasite: 120 L/s
Sifon sayısı: 6

Sıra no	Sulayıcı adı-soyadı	Parsel no	Sulama alanı (da)	Sifon sayısı	Sulama süresi (saat)	Sulama başlama tarihi			Sulama bitiş tarihi		
						Ay	Gün	Saat: dakika	Ay	Gün	Saat: dakika
1	Yakup Satılmış	51	4	1	8.5	5	11	0:00	5	11	8:30
2	Ali Sayılı	100	18	4	9.6	5	11	0:00	5	11	9:36
3	Mustafa Satılmış	112	3	1	6.4	5	11	0:00	5	11	6:24
4	Recep Şencan	23	2	1	5.4	5	25	3:00	5	25	8:24
5	Muhsin Öztürk	31	12	3	10.8	5	25	3:00	5	25	13:48
6	Davut Pehlivan	37	4	1	10.8	5	25	3:00	5	25	13:48
7	Mehmet Öztürk	45	3	1	8.1	5	25	9:00	5	25	17:06
8	Fikret Yalabık	56	3	1	8.1	5	25	9:00	5	25	17:06
9	Ömer Çınar	22	6	2	8.1	5	25	17:00	5	26	01:06
10	Nuh Çakır	29	16	4	10.8	5	25	14:00	5	26	24:48

4.2.2 Rotasyona göre sulama zaman planlaması destekli interaktif su dağıtım planlaması (SZP D-İ SDP) sonuçları

Asartepe Sulama Birliği'nde materyal bölümünde de belirtildiği gibi rotasyon uygulanmakta ve Y2 yedek kanalına haftanın iki günü su verilmemektedir. Bu koşula uygun olarak yapılan SZP D-İ SDP çalışmasına ilişkin sonuçlar aşağıda verilmiştir.

4.2.2.1 Parsel veri tabanı sonuçları

Optimum koşullar için hazırlanan parsel veri tabanı kullanılmıştır (Ek 3).

4.2.2.2 Bitki su tüketimi sonuçları

Optimum koşullar için hesaplanan bitki su tüketimi sonuçları kullanılmıştır (Çizelge 4.1-4.5).

4.2.2.3 Kanal veri tabanının hazırlanması

Optimum koşullar için hazırlanan kanal veri tabanı kullanılmıştır (Çizelge 4.6).

4.2.2.4 Kanal başında gerekli akış ve kanal kapasitesi yeterliliği sonuçları

Optimum koşullar için hesaplanan değerler kullanılmıştır (Çizelge 4.12). Kanal başında gerekli en yüksek akış değeri 77.7 L/s olduğundan ve bu değer kanal kapasitesinden (120 L/s) küçük olduğundan kanal kapasitesi yeterlidir ve kısıta gerek yoktur.

4.2.2.5 Optimum sulama zaman planlaması sonuçları

Optimum koşullar için elde edilen sulama zaman planları kullanılmıştır (Çizelge 4.13-4.17).

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

Optimum koşullar için hazırlanan sulama süresi ve parsel su talep kutuları kullanılmıştır.

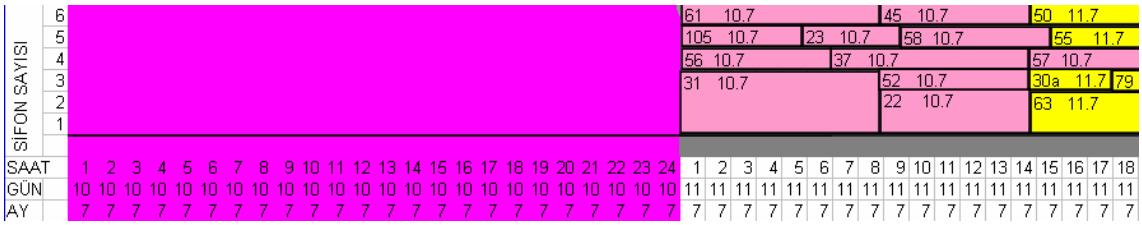
4.2.2.7 Kanal su arz kutusu

Optimum koşullar için hazırlanan kanal su arz kutusunda, kanala su verilmeyen Çarşamba ve Perşembe gününe denk gelen tarihler kapatılarak, rotasyon koşulu için kanal su arz kutusu elde edilmiştir.

4.2.2.8 Başlangıç su dağıtım planı

Optimum koşullarda daha önce her parsel için hazırlanan parsel su talep kutuları kanal su arz kutusunun içerisine sulama tarihlerine uygun bir biçimde yerleştirilmiştir.

Y2 yedek kanalına rotasyona göre Çarşamba ve Perşembe günleri su verilmeyeceği için hazırlanan kanal su arz kutusunda bu günlere rastlayan sulamalar en uygun olacak şekilde öne veya arkaya doğru kaydırılmıştır. Bu kaydırma işlemi sırasında yeni sulamaların önceki sulama tarihlerine olabildiğince yakın olmasına dikkat edilmiştir. Ancak yine de yeni oluşan su dağıtım planlaması (SDP-R1) sonrasında bitkilerin sulama tarihleri birbirine oldukça yaklaşmıştır. Rotasyondan bazı parseller hiç etkilenmezken bazı parsellerin sulama tarihleri Çarşamba veya Perşembe günlerine denk geldiği için büyük ölçüde etkilenmiştir. Elde edilen başlangıç SDP'nin bir bölümü örnek olarak Şekil 4.9'da verilmiştir.



Şekil 4.9 Y2 yedek kanalı rotasyon su dağıtım planı

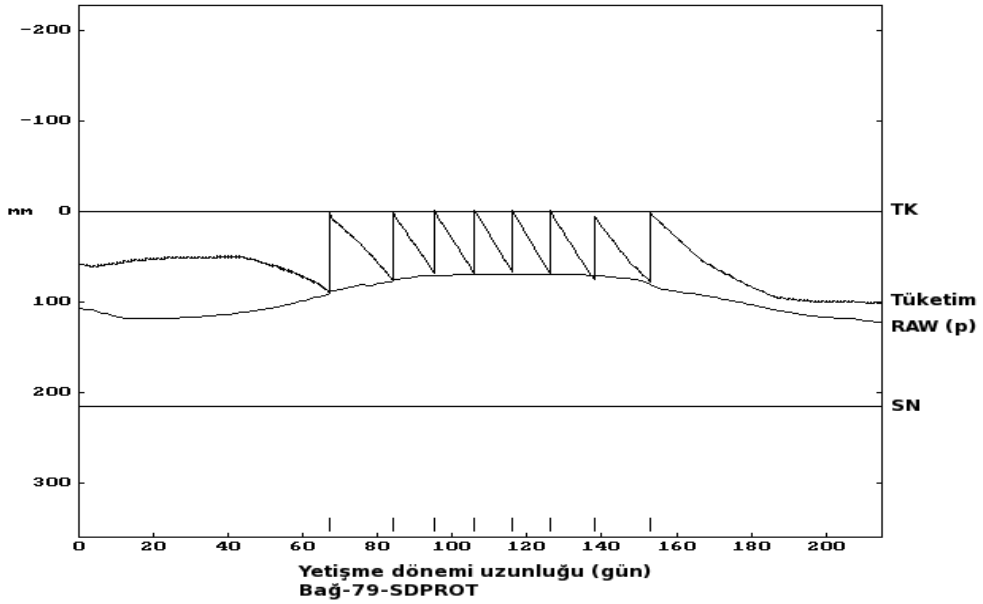
4.2.2.9 Sulama zamanlarında kayma olan bitkiler için yeni sulama zaman planlaması ve değerlendirilmesi

Rotasyondan etkilenen parseller için, su dağıtım planlamasında yapılan kaydırma işleminden sonra elde edilen yeni sulama tarihleri sulama zaman planlamasına geri

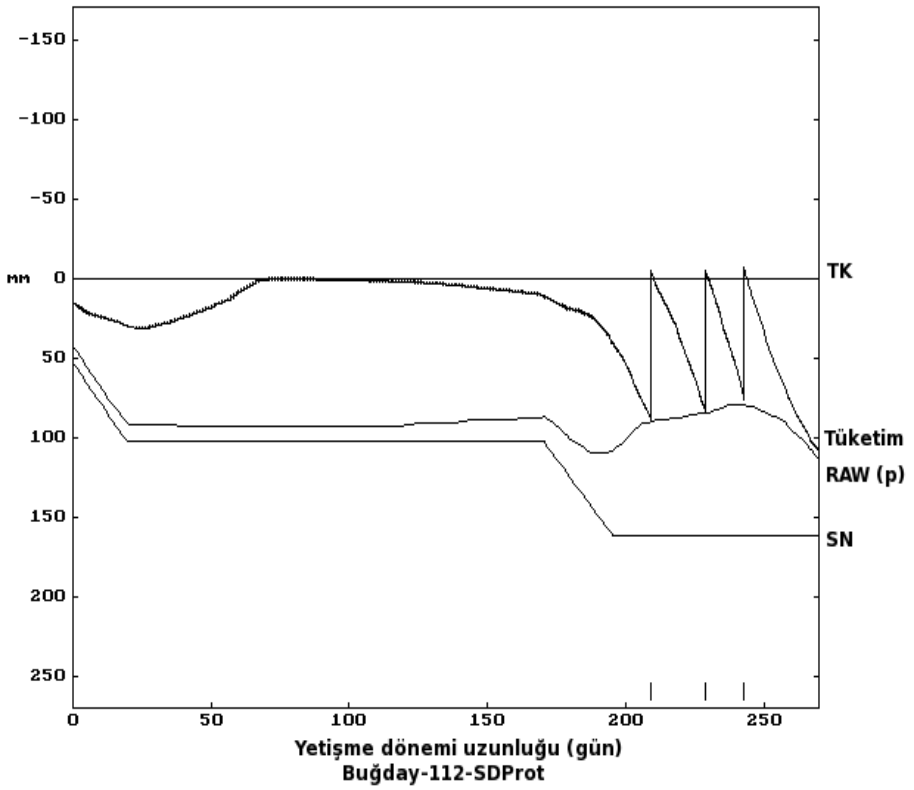
dönülerek IRSIS'te yeniden girilerek yeni bir sulama grafiği çıkarılmıştır. Bu yeni grafik rotasyondan önceki (optimum SZP) grafik ile karşılaştırılıp farklar gözlenmiştir.

Rotasyondan sonraki IRSIS grafikleri sapmanın en az ve en fazla olduğu parseller için verilmiştir. Bağ ve buğday parselleri rotasyondan etkilenmemiştir. Bağdaki tüm parsellerde toplam sapma 1 gündür. Bağ için örnek olması amacıyla 79. parselin IRSIS grafiği Şekil 4.10'da verilmiştir. Buğdayda sapma olmamıştır. Buğdayın IRSIS grafiği Şekil 4.11'de verilmiştir. Mısır parsellerinin her birinde toplam sapma 6 gün olup örnek olarak 83 nolu parselin grafiği Şekil 4.12'de verilmiştir.

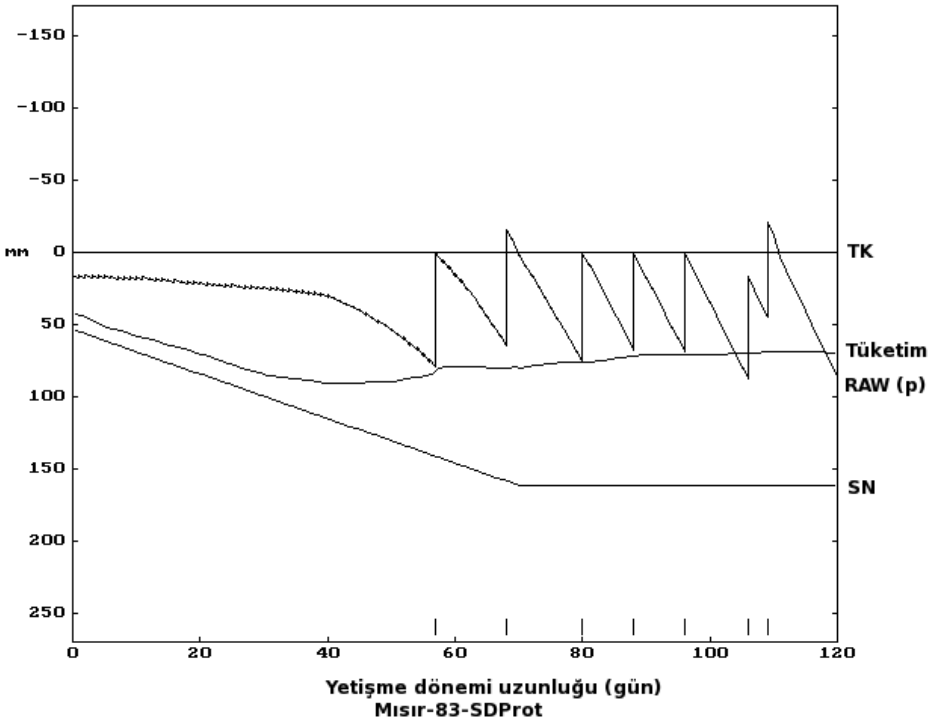
Rotasyondan sonra yoncada en az sapma 3, en fazla ise 9 gündür. En az sapmanın olduğu 20. parsel ile en fazla sapmanın olduğu 69. parsel Şekil 4.13'te görülmektedir. Domates parselleri rotasyondan çok etkilendiği için sapma 26 güne (Parsel 111) kadar çıkmıştır. En az sapma ise 9 gündür (Parsel 11). Bu parsellere ait grafikler Şekil 4.14'te verilmiştir.



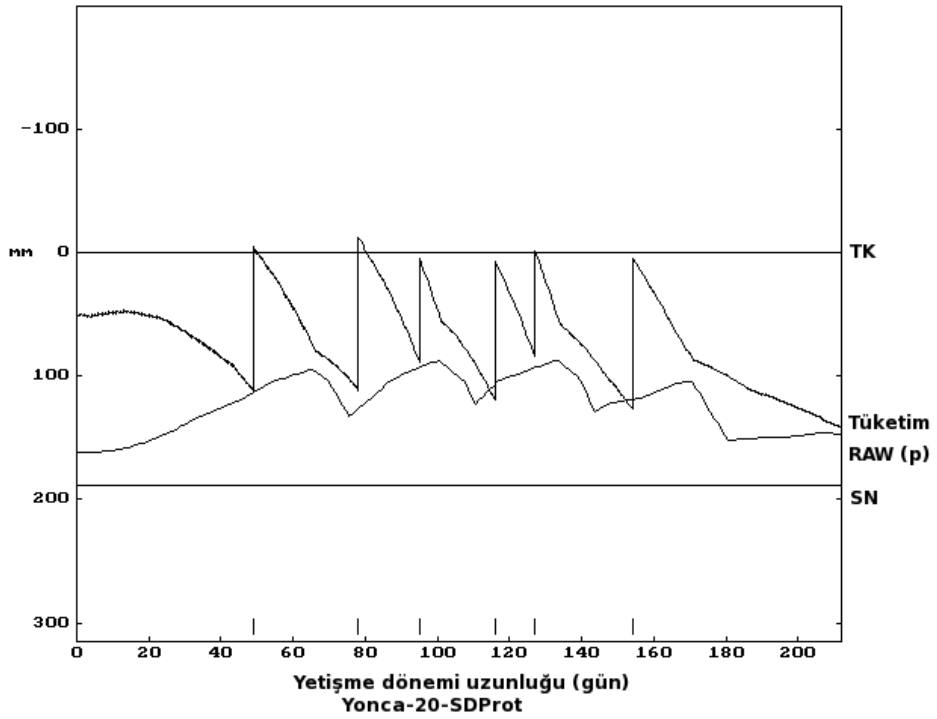
Şekil 4.10 Bağ için rotasyondan sonraki SZP grafiği

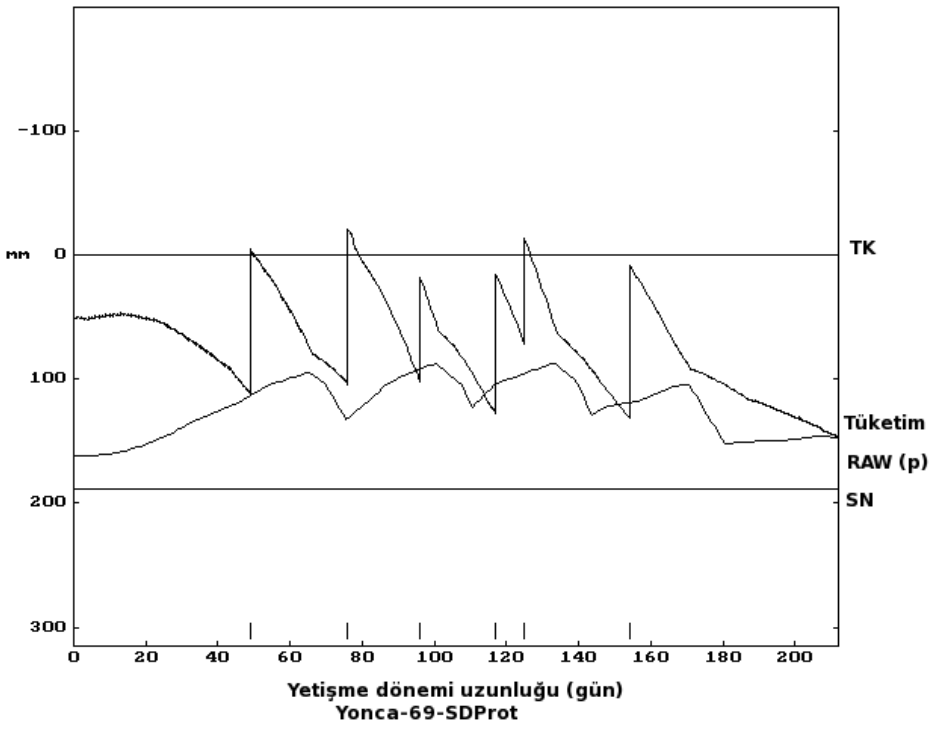


Şekil 4.11 Buğday için rotasyondan sonraki SZP grafiği

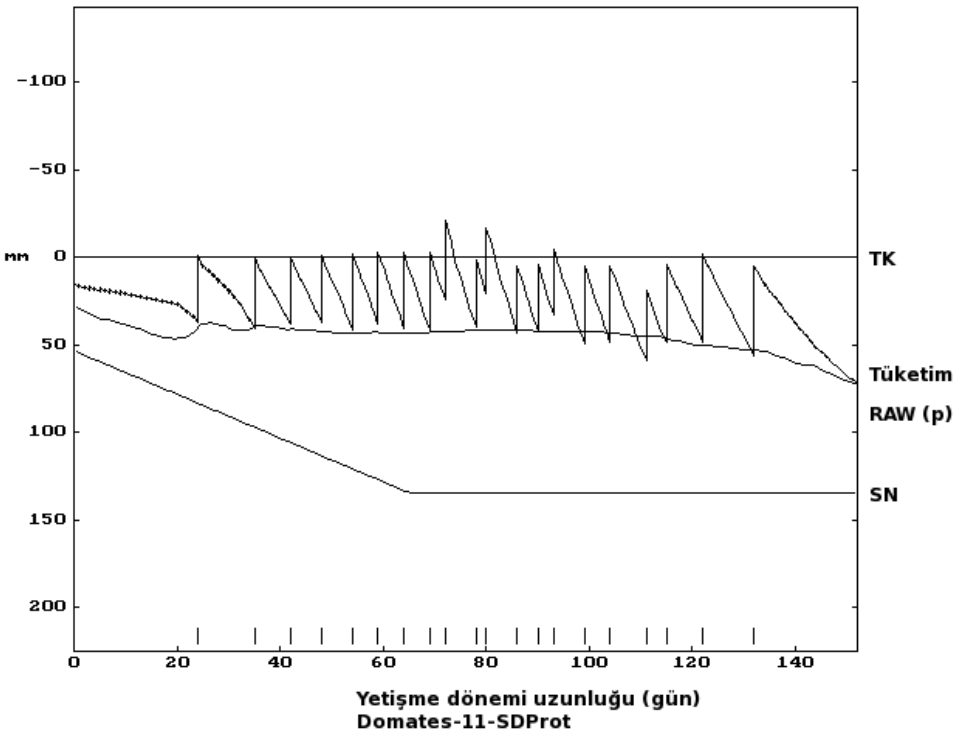


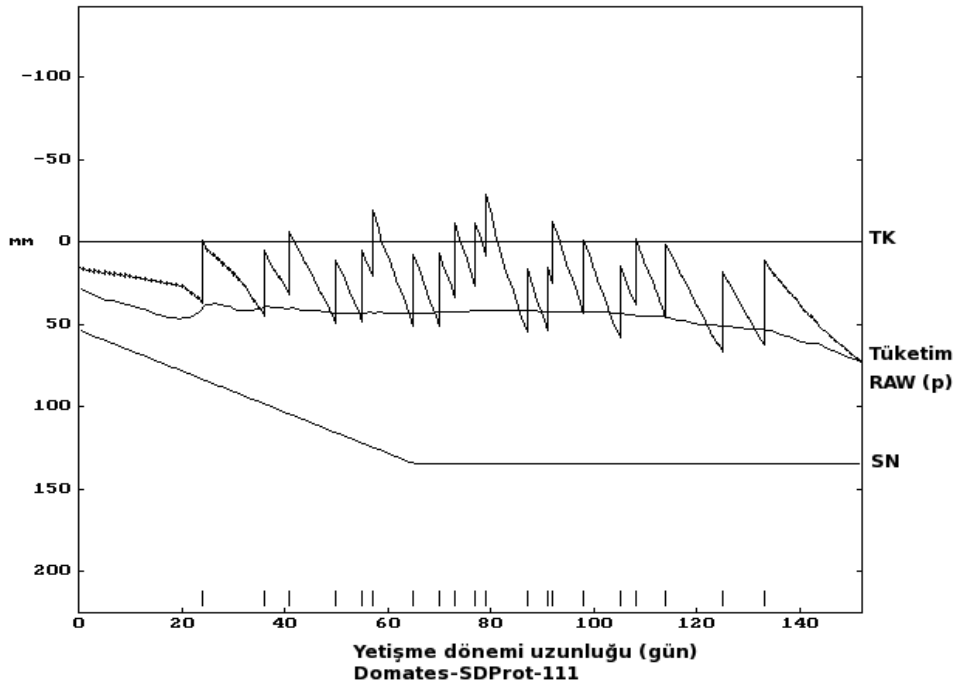
Şekil 4.12 Mısır için rotasyondan sonraki SZP grafiği





Şekil 4.13 Yonca için rotasyondan sonraki SZP grafikleri





Şekil 4.14 Domates için rotasyondan sonraki SZP grafikleri

Sulama önceye kaydırılmışsa tarla kapasitesinin üzerinde aşırı su uygulaması, sonraya kaydırılmış ise mevcut nemin kritik seviyenin altına düşmesi nedeni ile stres oluşması dolayısıyla verim azalması sorunları ortaya çıkmıştır. Bu nedenle sulama zaman

planlamasına geri dönülerek elde edilen rotasyona ilişkin sulama zaman planlarının (SZP-R2) değerlendirilmesi gerekmiştir.

4.2.2.10 Kontrol parametreleri

Elde edilen SDP sonuçlarının uygun olup olmadığına karar verilebilmesi için, kullanılacak kontrol parametreleri yöntem bölümünde Çizelge 3.9'da verildiği şekilde alınmıştır.

4.2.2.11 Başlangıç su dağıtım planlaması sonuçlarının kontrol parametreleri ile karşılaştırılması sonuçları

Proje alanında yetiştirilen bitkilerin bulunduğu parsellere ilişkin su miktarları, verimdeki ortalama sapma miktarları, yağış etkinliği, sulama etkinliği değerleri ile brüt su miktarları ve sulama suyu kaybı değerleri Ek 6'da verilmiştir.

Ek 6 incelendiğinde, rotasyondan sonra özellikle domates bitkisine ait parsellerin büyük bir çoğunluğunda sapmaların çok fazla olduğu görülmüştür. Çıkan sonuçlar kontrol parametrelerinin sınır değerleri ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde rotasyondan sonra elde edilen değerlerin toplam sapma dışında kontrol parametrelerine uygun olduğu görülmektedir. Domates ekili parsellerin çoğunluğunda toplam sapma 20 günün üzerindedir. Bu parsellerin, sapmaları 20'nin altında olan en uygun parsellerle yer değiştirilerek revize edilmesine karar verilmiştir.

4.2.2.12 Yeni sulama zaman planının revize edilmesi

Y2 yedek kanalında rotasyon koşulu için yapılan başlangıç SDP'nin revize edilmesi gerektiğinden, önceki aşamalarda elde edilen değerlendirme SZP grafiğinden yararlanılarak IRSIS yazılımı yardımıyla, su kayıpları ve stres miktarları ortadan kaldırılacak veya minimuma düşürülecek şekilde yeni sulama tarihleri belirlenmiş, böylece revize SZP elde edilmiştir.

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

Y2 yedek kanalında rotasyon koşulu için elde edilen revize SZP sonuçlarından yararlanılarak, başlangıç SDP üzerinde yeni sulama tarihlerine (revize SZP) göre değişiklik yapılarak revize SDP elde edilmiştir. Doğal olarak bazı sulamalarda tekrar kaymalar olmuştur.

4.2.2.14 Sulama zaman planlarında kayma olan bitkiler için yeni sulama zaman planlaması ve değerlendirilmesi

Revize SDP'de kayan sulamalar için yeni tarihlere göre IRSIS yazılımında yeni SZP elde edilmiş ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

Revize işlemine örnek olması amacıyla domates bitkisine ilişkin 111. parselin rotasyondan sonraki ve revizeden sonraki sulama zaman planlarının sonuçları Çizelge 4.21-4.22'de verilmiştir.

111. parselde rotasyondan sonra toplam sapma Çizelge 4.21'de görüldüğü gibi 26 gündür. Bu değer sınır değerinin üzerinde olduğundan bazı sulama tarihleri uygun olan diğer parsellerin sulama tarihleri ile yer değiştirilerek toplam sapma miktarı 19 güne düşürülmüştür. Parselin revizesinden sonra verim kaybı %0.7'den %0.4'e, su kaybı 12.1 mm'den 7.3 mm'ye düşmüştür. Sulama etkinliği %98.8'den %99.3'e, yağış etkinliği %98.2'den %99'a çıkmıştır.

111. parsele ait rotasyondan sonraki IRSIS grafiği Şekil 4.14'te verilmişti, revizeden sonraki IRSIS grafiği ise Şekil 4.15'te verilmiştir. Şekil 4.14'te rotasyondan sonra 2., 4., 5., 7., 8., 12., 13., 16., 19. ve 20. sulamalarda bitkinin strese girdiği 3., 6., 9., 10., 11. ve 14. sulamalarda ise fazla su uygulandığı görülmektedir. Aynı parselin revizeden sonraki grafiği incelendiğinde ise bitki de önem yaratacak bir stres görülmemekte; 3., 9., 10., 14., 15., 17. ve 18. sulamalarda fazla su uygulandığı, bu uygulamanın ise rotasyona nispeten çok az olduğu izlenmektedir.

Çizelge 4.21 Rotasyondan sonra 111. parsele ilişkin SZP sonuçları

Sulama no	Sulama tarihi		SDP Sulama tarihi		Fark	Verim kaybı (%)	Su kaybı (%)	Sulama etkinliği (%)	Yağış etkinliği (%)
	Gün	Ay	Gün	Ay					
1	4	6	3	6	-1	0.8	14.3	98.6	97.6
2	14	6	15	6	1				
3	21	6	20	6	-1				
4	27	6	29	6	2				
5	3	7	4	7	1				
6	8	7	6	7	-2				
7	13	7	14	7	1				
8	18	7	19	7	1				
9	23	7	22	7	-1				
10	27	7	26	7	-1				
11	31	7	28	7	-3				
12	4	8	5	8	1				
13	8	8	9	8	1				
14	12	8	10	8	-2				
15	17	8	16	8	-1				
16	22	8	23	8	1				
17	27	8	26	8	-1				
18	2	9	1	9	-1				
19	10	9	12	9	2				
20	19	9	20	9	1				
Sapma				(-)	14				
Sapma				(+)	12				
Toplam					26				

Revizeden sonra bağda en az sapma 1 gün (Parsel 39), en fazla 6 gündür (Parsel 50). Bu parsellerin IRSIS grafikleri Şekil 4.16'da verilmiştir. Buğdayda revizeden sonra hiçbir değişiklik olmadığından grafiği rotasyondan sonraki aynı grafiktir (Şekil 4.11). Mısırda en az sapma 6, en fazla 7 gündür. Mısır parsellerinden sadece 2. ve 45. parseller revizeden etkilendiği için 2. parsele ilişkin IRSIS grafiği Şekil 4.17'de verilmiştir. Yoncada en az sapma 3 gün olup 20. parseldedir. Bu parselin grafiği daha önce Şekil 4.13'te verildiği için en fazla sapmanın olduğu 31. parsel (10 gün) Şekil 4.18'de verilmiştir. Domateste en az sapma 13 gün (Parsel 81) olup grafiği Şekil 4.19'da görülmektedir.

Çizelge 4.22 Revizeden sonra 111. parsele ilişkin SZP sonuçları

Sulama no	Sulama tarihi		SDP Sulama tarihi		Fark	Verim kaybı (%)	Su kaybı (%)	Sulama etkinliği (%)	Yağış etkinliği (%)
	Gün	Ay	Gün	Ay					
1	4	6	3	6	-1	0.8	14.3	98.6	97.6
2	14	6	15	6	1				
3	21	6	20	6	-1				
4	27	6	27	6	0				
5	3	7	4	7	1				
6	8	7	8	7	0				
7	13	7	14	7	1				
8	18	7	19	7	1				
9	23	7	22	7	-1				
10	27	7	26	7	-1				
11	31	7	1	8	1				
12	4	8	5	8	1				
13	8	8	9	8	1				
14	12	8	11	8	-1				
15	17	8	16	8	-1				
16	22	8	23	8	1				
17	27	8	26	8	-1				
18	2	9	1	9	-1				
19	10	9	12	9	2				
20	19	9	20	9	1				
Sapma				(-)	-8				
Sapma				(+)	11				
Toplam					19				

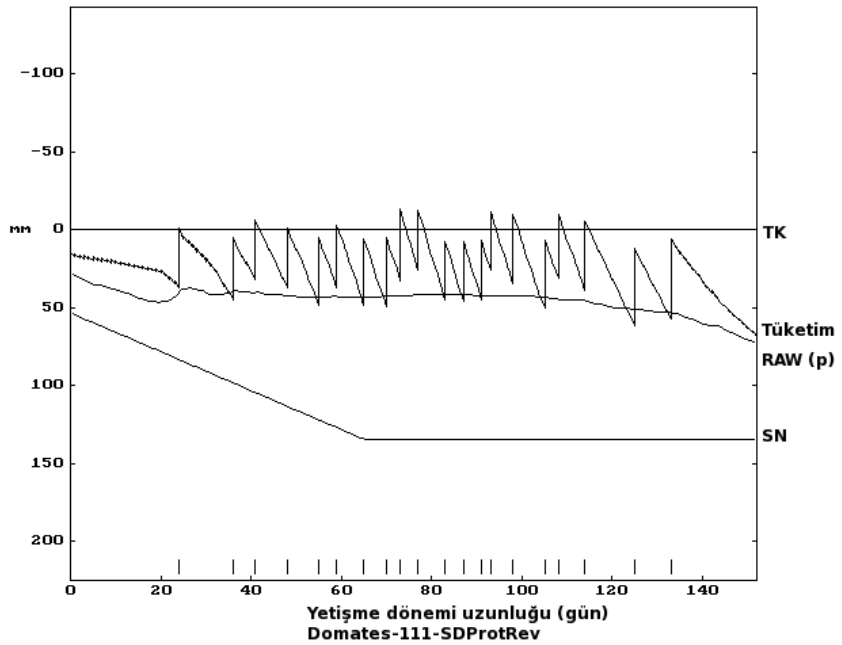
4.2.2.15 Kontrol parametreleri

Elde edilen SDP sonuçlarının uygun olup olmadığına karar verilebilmesi için, kullanılacak kontrol parametreleri yöntem bölümünde Çizelge 3.9'da verildiği şekilde alınmıştır.

4.2.2.16 Revize su dağıtım planlaması sonuçlarının kontrol parametreleri ile karşılaştırılması sonuçları

Sulama zaman planlamasının revize edilmesinden sonra, tüm parsellere ilişkin elde edilen revize su kaybı, stres gibi sonuçlar Ek 7'de verilmiştir. Ekte de görüleceği gibi

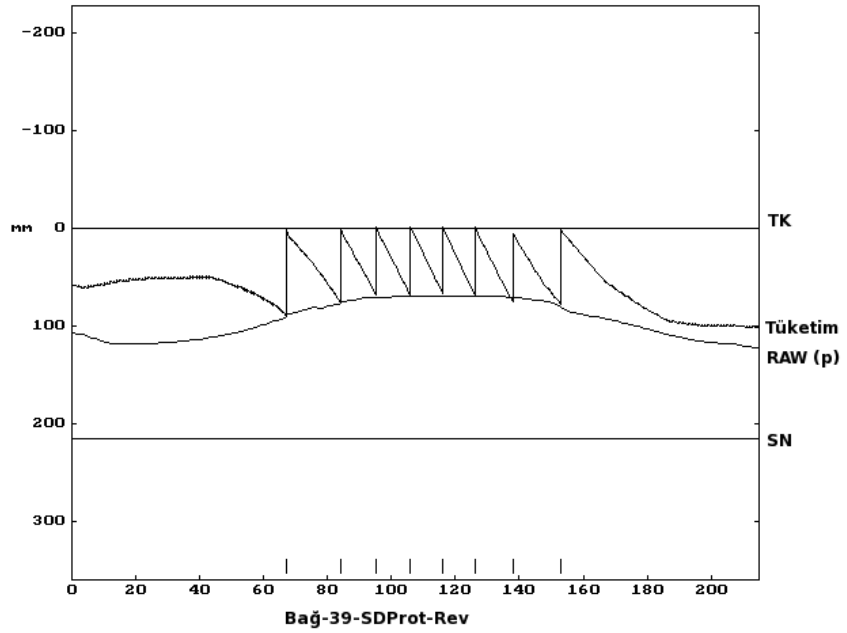
kontrol parametrelerinden sınırı aşan hiçbir değer yoktur. Revize sonuçlar kontrol parametreleri ile karşılaştırılmış ve uygun olduğu görülmüştür.

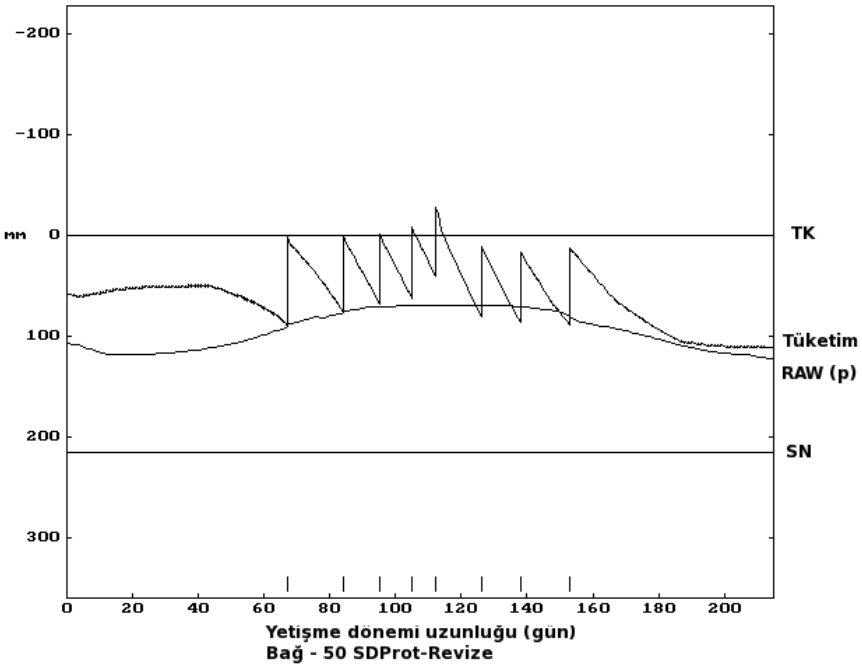


Şekil 4.15 Domates için revizeden sonra en fazla sapmanın olduğu SZP grafiği

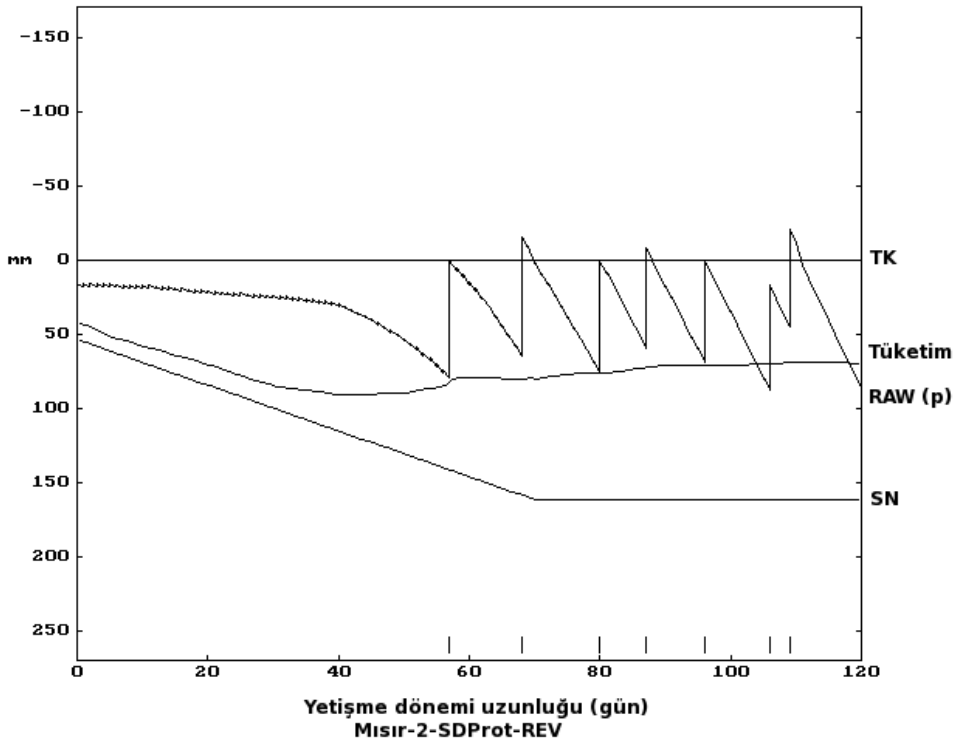
Ek 6 ve Ek 7'de verilen sonuçlar incelendiğinde, sulama zaman planlarının revize edilmesi ile revizeden önceki (rotasyon SDP'ye oranla) su kaybı değerlerinin azalma gösterdiği görülmektedir.

Rotasyon koşulu için elde edilen revize su dağıtım planı, sulama sezonunun tümü için onar günlük dönemler halinde Ek 8'de verilmiştir. Ek 8 incelendiğinde kanal su arz kutusunda sulama sezonu boyunca rotasyon nedeniyle su verilmeyen günler kapatılmış ve bu günlere sulama konmamıştır. Buna rağmen Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında kanalda bazı günlerde az da olsa sulama yapılmadığı görülmektedir. Bu durumda Y2 yedek kanalında haftanın 5 günü maksimum kapasitede su bulunması durumunda, sulanacak alana göre kapasitesinin yeterli olduğu söylenebilir.

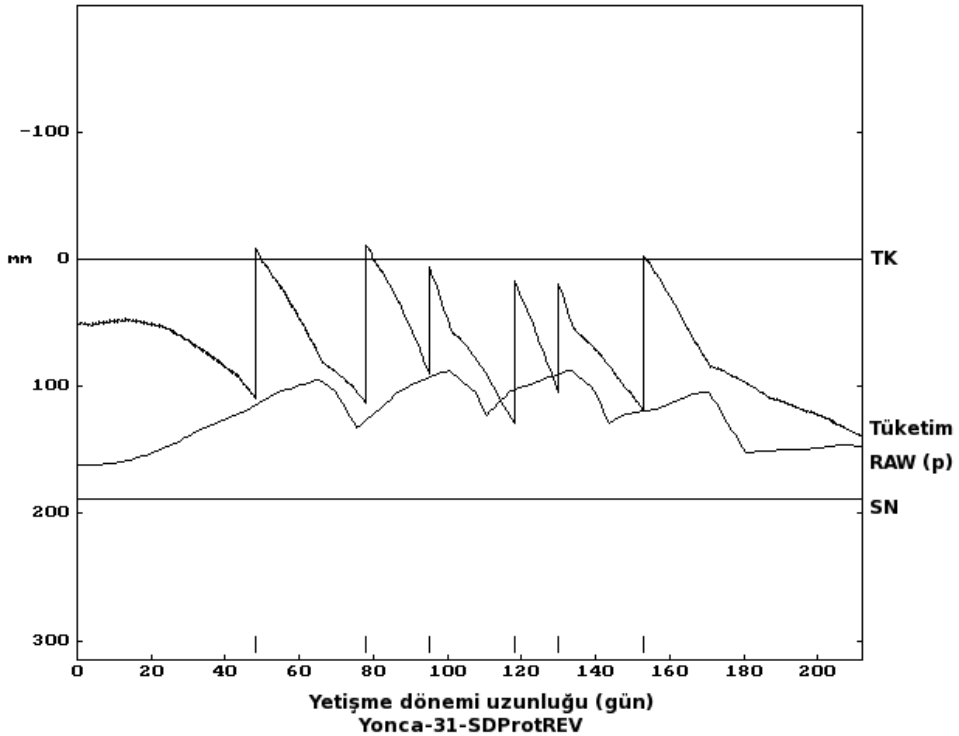




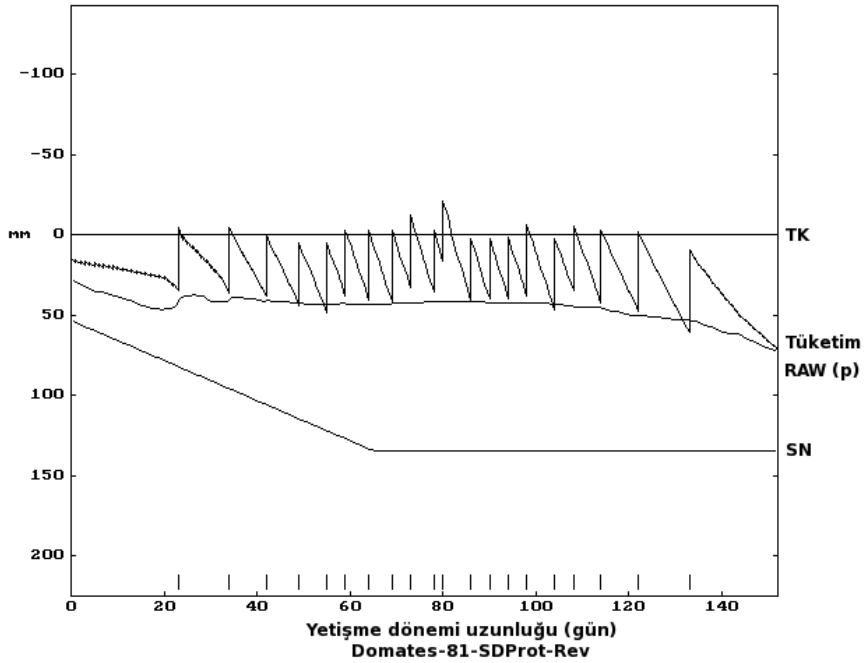
Şekil 4.16 Bağ için revizeden sonraki SZP grafikleri



Şekil 4.17 Mısır için revizeden sonraki SZP grafiği



Şekil 4.18 Yonca için revizeden sonraki SZP grafiği



Şekil 4.19 Domates için revizeden sonra en az sapmanın olduğu SZP grafiği

4.2.2.17 Su dağıtım planı raporu

Y2 yedek kanalı için rotasyon koşulunda revize SDP uygun bulunduğundan revize SDP'ye ilişkin sonuçlardan yararlanılarak SDP raporu hazırlanmıştır. Hazırlanan bu raporun ilk on sulamayı gösteren bölümü örnek olarak Çizelge 4.23'te verilmiştir.

4.2.3 Kısıntılı koşullar için sulama zaman planlaması destekli ve interaktif su dağıtım planlaması (SZP D-İ SDP) sonuçları

Kurak geçen ve barajdaki suyun yetersiz olduğu yıllarda, kanallara kapasitesinin daha altında su verilebilmektedir. Bu nedenle bu bölümde Y2 yedek kanalına kapasitesinin yarısı düzeyinde (60 L/s) sulama suyu verilmesi durumunda SZP D-İ SDP çalışmasının nasıl yapıldığı ve elde edilen sonuçlar açıklanmıştır.

4.2.3.1 Parsel veri tabanı sonuçları

Optimum koşullar için hazırlanan parsel veri tabanı kullanılmıştır (Ek 3).

Çizelge 4.23 Rotasyon koşulu için Y2 yedek kanalı su dağıtım raporu

Kanal adı: Y2 yedek kanalı Kapasite : 120 L/s Sifon sayısı: 6											
Sıra no	Sulayıcı adı-soyadı	Parsel no	Sulama alanı (da)	Sifon sayısı	Sulama süresi (saat)	Sulama başlama tarihi			Sulama bitiş tarihi		
						Ay	Gün	Saat: dakika	Ay	Gün	Saat: dakika
1	Yakup Satılmış	51	4	1	8.5	5	11	0:00	5	11	8:30
2	Ali Sayılı	100	18	4	9.6	5	11	0:00	5	11	9:36
3	Mustafa Satılmış	112	3	1	6.4	5	11	0:00	5	11	6:24
4	Recep Şencan	23	2	1	5.4	5	25	3:00	5	25	8:24
5	Muhsin Öztürk	31	12	3	10.8	5	25	3:00	5	25	13:48
6	Davut Pehlivan	37	4	1	10.8	5	25	3:00	5	25	13:48
7	Mehmet Öztürk	45	3	1	8.1	5	25	9:00	5	25	17:06
8	Fikret Yalabık	56	3	1	8.1	5	25	9:00	5	25	17:06
9	Ömer Çınar	22	6	2	8.1	5	25	17:00	5	26	01:06
10	Nuh Çakır	29	16	4	10.8	5	25	14:00	5	26	24:48

4.2.3.2 Bitki su tüketimi sonuçları

Optimum koşullar için hesaplanan bitki su tüketimi sonuçları kullanılmıştır (Çizelge 4.1-4.5).

4.2.3.3 Kanal veri tabanının hazırlanması

Optimum koşullar için hazırlanan kanal veri tabanı kullanılmıştır (Çizelge 4.6).

4.2.3.4 Kanal başında gerekli akış ve kanal kapasitesi yeterliliği sonuçları

Optimum koşullar için hesaplanan değerler kullanılmıştır (Çizelge 4.12). Bu değerler kısıtlı su koşulunda kanala verilen su miktarı ile karşılaştırılmıştır. Kanalda kısıntılı koşullarda kanal kapasitesi 120 L/s'den 60 L/s'ye düşürülüp, 6 sifon yerine 3 sifon kullanılacağından, kapasitesi 60 L/s'nin üzerinde olan değerler belirlenmiştir. Bu değerler Temmuz ayının 1., 2., ve 3. on günlük periyotları ile Ağustos ayının 1. ve 2. on günlük periyotlarıdır. Bu değerlere göre belirlenen kısıt oranları aşağıda verilmiştir:

	Temmuz	**Ağustos**
1. On gün	%18	%23
2. On gün	%15	%11
3. On gün	%21	-

Bu dönemlerde kanaldan su alan parsellerde yetiştirilen bitkilerin sulama suyu ihtiyacında yukarıda belirtilen dönemlerde ve yukarıda belirlenen oranlarda kısıtlama yapılması gerekmektedir.

4.2.3.5 Optimum sulama zaman planlaması sonuçları

Optimum koşullar için elde edilen sulama zaman planları kullanılmıştır (Çizelge 4.13-4.17).

4.2.3.6 Kısıntılı sulama zaman planlaması sonuçları

Kanalda kısıntılı sulama yapılabilmesi için, optimum sulama zaman planlamasında elde edilen sulama tarihleri ve sulama suyu miktarlarından ve daha önce belirlenen kısıt oranlarından yararlanılarak, bitkilerin Temmuz ayının 1. , 2. ve 3. onar günlük dönemleri ile Ağustos ayının 1. ve 2. onar günlük dönemlerine denk gelen sulamaların su miktarları, o dönemdeki kısıt oranı kadar azaltılmış ve kısıntılı sulama zaman planları elde edilmiştir. Kısıt yapılan sulamalardan sonra gelen ilk iki sulamanın miktarı ise

suyun yeterliliği oranında arttırılmıştır. Domates bitkisi için kısıntı durumundaki yeni su miktarları Çizelge 4.24'te verilmiştir.

Çizelge 4.24 Kısıntılı koşullarda domates bitkisi için SZP sonuçları

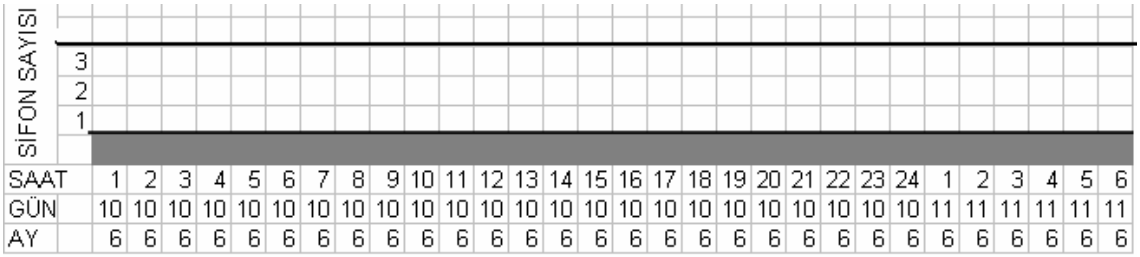
Sulama no	Sulama tarihi		Sulama aralığı	Sulama günü	Su miktarı		
	Gün	Ay			Net (mm)	Net (m^3)	Brüt (m^3)
1	4	6		0	37	111	185
2	14	6	10	10	40	120	200
3	21	6	7	17	38	114	190
4	27	6	6	23	38	114	190
5	3	7	6	29	***35***	105	175
6	8	7	5	34	***33***	99	165
7	13	7	5	39	***37***	111	185
8	18	7	5	44	***37***	111	185
9	23	7	5	49	***36***	108	180
10	27	7	4	53	***30***	90	150
11	31	7	4	57	***29***	87	145
12	4	8	4	61	***29***	87	145
13	8	8	4	65	***29***	87	145
14	12	8	4	69	***32***	96	160
15	17	8	5	74	***39***	117	195
16	22	8	5	79	***54***	162	270
17	27	8	5	84	***53***	159	265
18	2	9	6	90	44	132	220
19	10	9	8	98	49	147	245
20	19	9	9	107	51	153	255
				Toplam	**770**	**2310**	**3850**

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

Elde edilen 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) hesaplanmış, her sulama için bir su talep kutusu hazırlanmıştır. Parsel su talep kutuları hazırlanırken kanala verilecek sulama suyu miktarı gözönüne alınmalıdır. Kısıntılı koşullarda kanala verilecek su miktarı 60 L/s olduğundan (3 sifon), 3 sifonun üzerinde sifon sayısına sahip olan parsellerin sifon sayısı 3'e düşürülmüş ve sulama süreleri buna göre hesaplanmıştır.

4.2.3.8 Kanal su arz kutusu

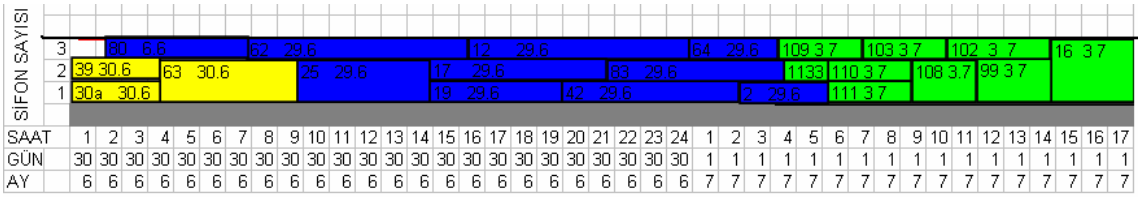
Kısıntılı SZP D-İ SDP yapılırken kanala verilebilecek sulama suyu miktarı 60 L/s olarak alınmıştır. Kanal su arz kutusunun yüksekliği, bu değerin sifon debisine (20 L/s) bölünmesiyle 3 sifon olarak elde edilmiştir (Şekil 4.20).



Şekil 4.20 Kısıntılı koşullar için kanal su arz kutusu

4.2.3.9 Başlangıç su dağıtım planı

Kısıntılı koşullar için oluşturulan parsel su talep kutuları, daha önce anlatılan kurallara göre sulama tarihine uygun olarak kanal su arz kutusuna yerleştirilmiştir. Sulama kanalında sifon sayısı altıdan üçe indirilmiş olduğu için yerleştirme işlemi sırasında aynı tarihe gelen sulamalar kendi tarihinden uzaklaşabilmiştir. Bu da verimde düşmelere ve ortalamadan sapmaların fazla olmasına neden olmuştur. Kısıntılı koşullar için su dağıtım planı örneği Şekil 4.21'de verilmiştir.



Şekil 4.21 Y2 yedek kanalı kısıntılı su dağıtım planı

4.2.3.10 Sulama zamanlarında kayma olan bitkiler için yeni sulama zaman planlaması ve değerlendirilmesi

Her parsel için, su dağıtım planlamasında yapılan kaydırma işleminden sonra oluşan yeni sulama tarihleri sulama zaman planlamasına geri dönülerek yeni sulama grafikleri elde edilmiştir. Bu yeni grafik önceki ile karşılaştırılıp farklar gözlenmiştir. Çizelge

4.25'te örnek olması amacı ile parsel 1'de bulunan domates bitkisi için yapılan bu işlemler gösterilmiştir.

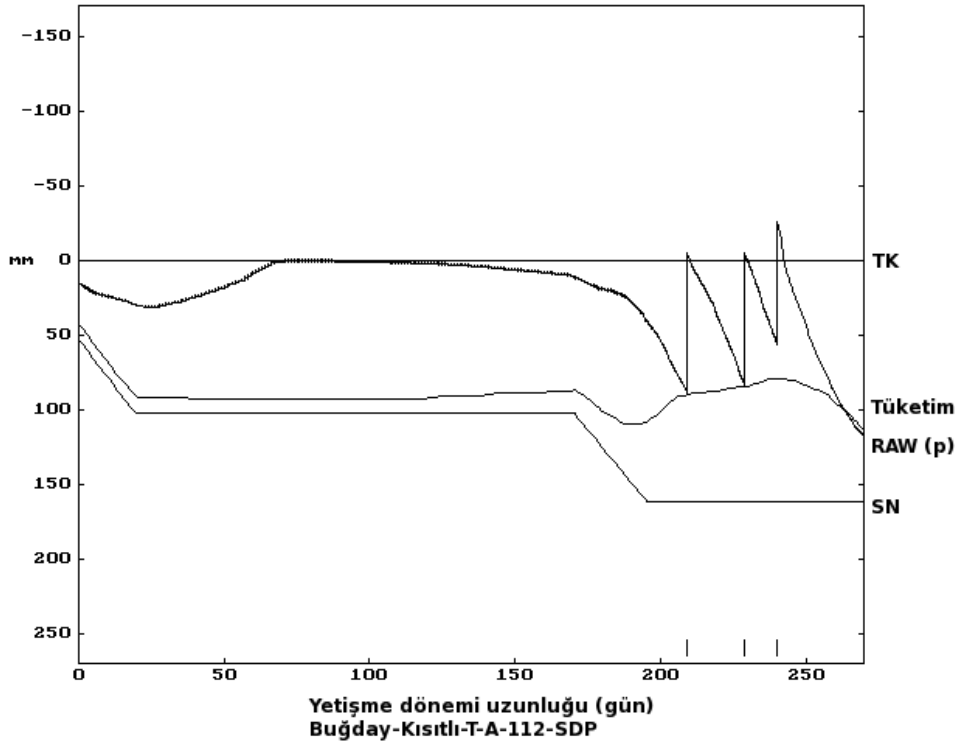
Çizelge 4.25 Optimum ve kısıntılı koşullardaki SZP tarihlerinin karşılaştırılması

P1	SZP1		SZP2						
Sulama no	Sulama tarihi		Sulama tarihi		Fark	Verim kaybı (%)	Su kaybı (%)	Sulama etkinliği (%)	Yağış etkinliği (%)
	Gün	Ay	Gün	Ay					
1	4	6	4	6	0	5.6	1.8	99.9	99.4
2	14	6	14	6	0				
3	21	6	21	6	0				
4	27	6	29	6	2				
5	3	7	2	7	-1				
6	8	7	4	7	-4				
7	13	7	11	7	-2				
8	18	7	16	7	-2				
9	23	7	20	7	-3				
10	27	7	25	7	-2				
11	31	7	30	7	-1				
12	4	8	3	8	-1				
13	8	8	7	8	-1				
14	12	8	14	8	2				
15	17	8	16	8	-1				
16	22	8	22	8	0				
17	27	8	26	8	-1				
18	2	9	1	9	-1				
19	10	9	11	9	1				
20	19	9	19	9	0				

Çizelgede görüldüğü gibi bazı sulamalar öne bazı sulamalar sonraya kaydığı için %5.6'lık bir verim kaybı ile 1.8 mm fazla su uygulaması ortaya çıkmıştır.

Proje alanındaki bitkilere ilişkin kısıntılı sulamadan sonraki IRSIS grafikleri yine sapmanın en az ve en fazla olduğu parseller için verilmiştir. Buğday bitkisine ilişkin bütün parselde sapmalar 3'er gün, bağda en az sapma 5 gün (Parsel 39), en fazla 11 gün (Parsel 55), mısırda en az 5 gün (Parsel 83), en fazla 6 gün (Parsel 2), yoncada en az 4 gün (Parsel 53), en fazla 19 gün (Parsel 69), domateste en az sapma 14 gün (Parsel 70), en fazla 35 gündür (Parsel 109). Buğday bitkisine ilişkin IRSIS grafiği Şekil 4.22'de, bağa ilişkin grafikler Şekil 4.23'te, mısır bitkisi için Şekil 4.24'te, yonca bitkisi için

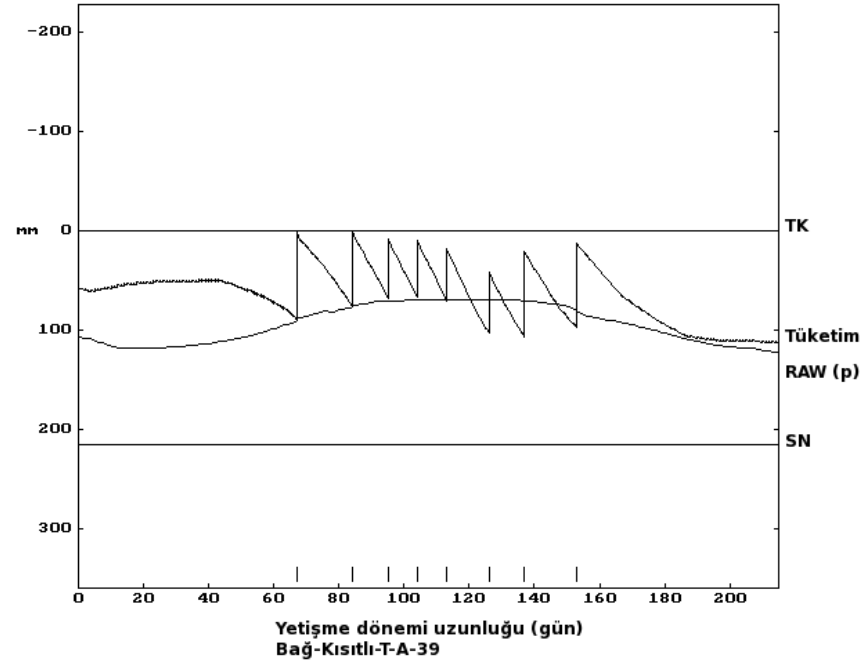
Şekil 4.25'te ve domates bitkisi için Şekil 4.26'da verilmiştir. Grafiklerden de izleneceği gibi su kısıtının olduğu dönemlerde bitkilerde farklı düzeylerde su stresi oluşmaktadır.

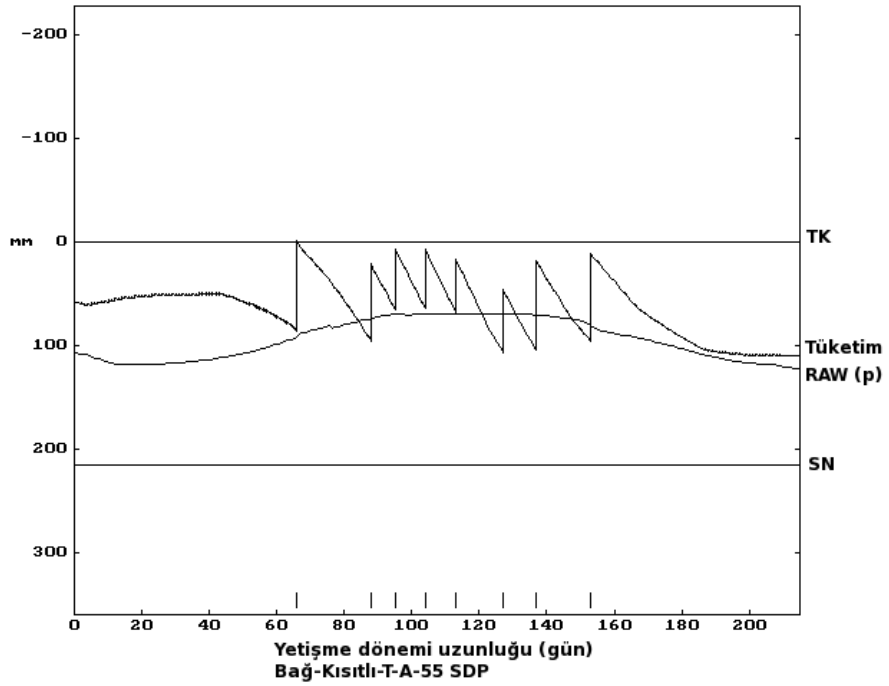


Şekil 4.22 Buğday için kısıntılı sulamadan sonraki IRSIS grafiği

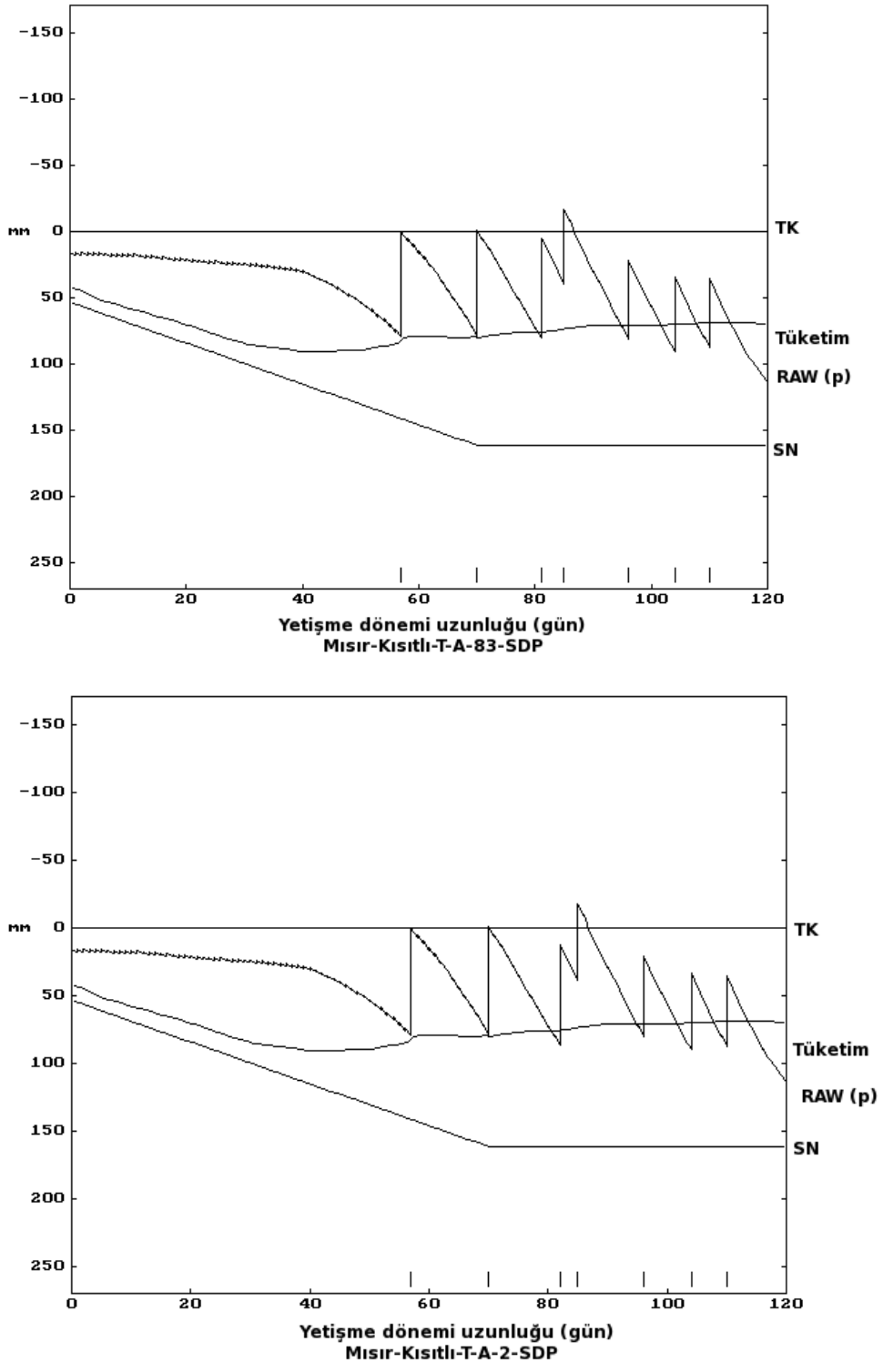
4.2.3.11 Kontrol parametreleri

Kısıntılı sulama suyu koşullarında kontrol parametreleri optimum ve rotasyon koşullarından farklı alınmıştır. Kısıntılı koşulda sulamalarda daha fazla kayma olacağından ve gerek yapılan su kısıntısı, gerekse SDP sırasında sulamalardaki kaymalardan kaynaklanan verim azalması ortaya çıkacağından toplam sapma 20 günden 40 güne, verim azalması ise %2'den %10'a çıkarılmıştır. Kısıntılı koşullar için belirlenen kontrol parametreleri Çizelge 4.26'da verilmiştir.

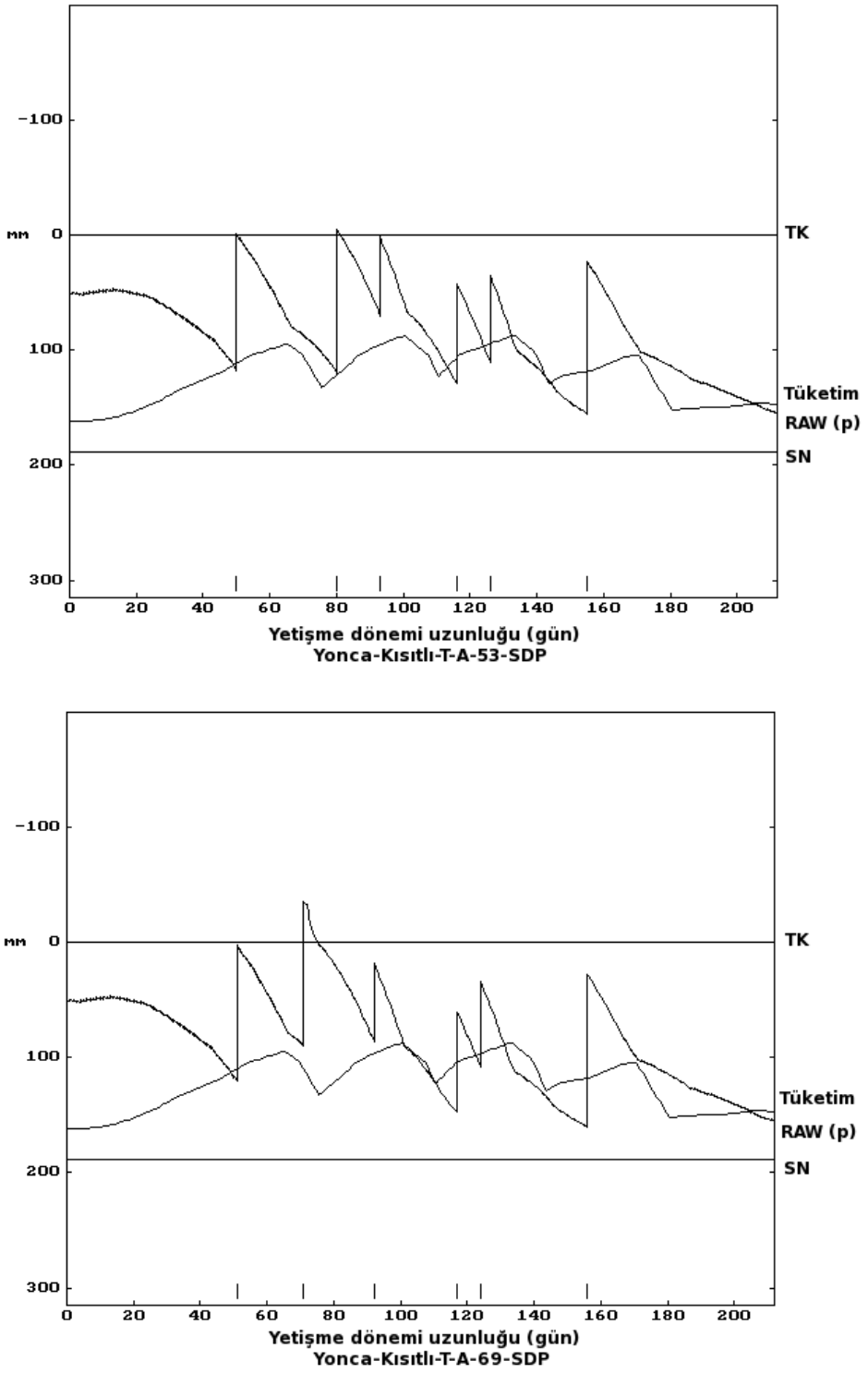




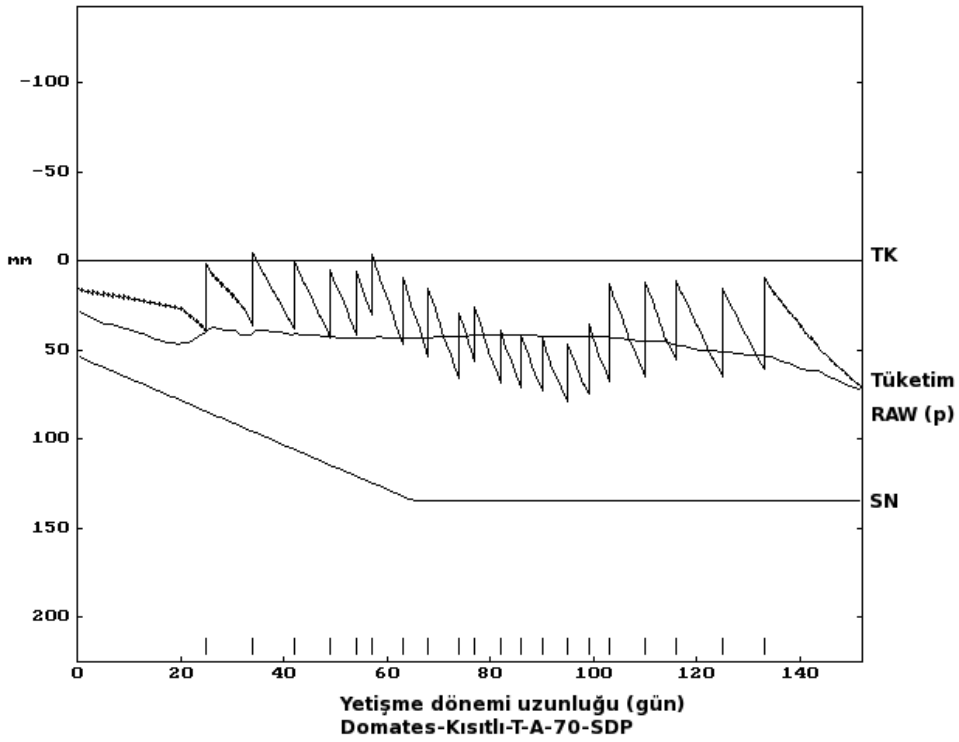
Şekil 4.23 Bağ için kısıntılı sulamadan sonraki IRSIS grafikleri

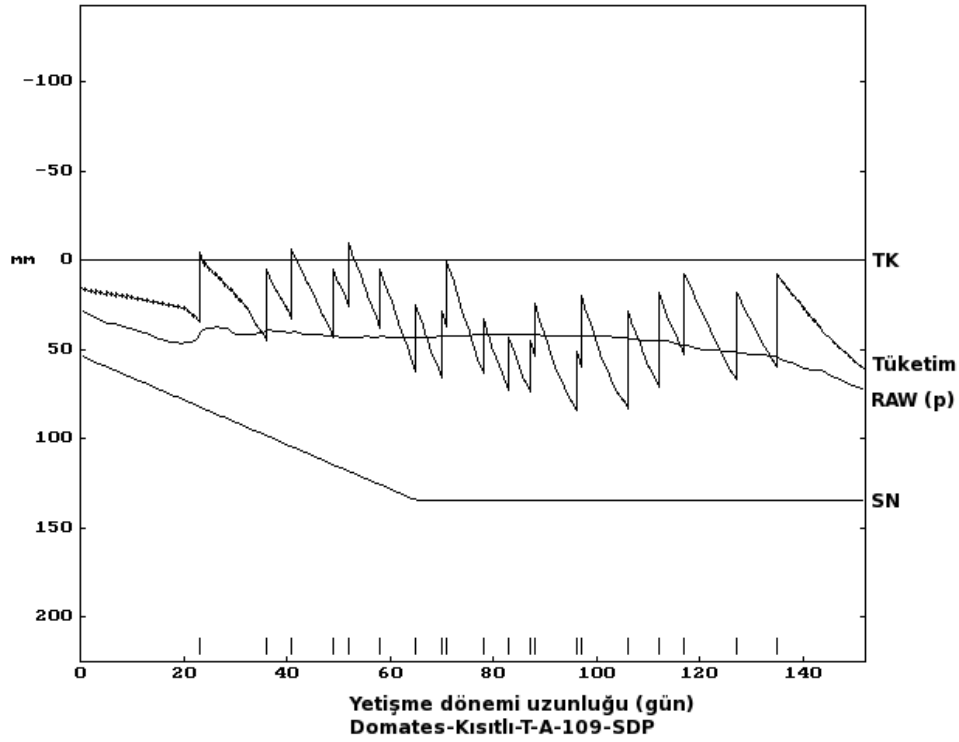


Şekil 4.24 Mısır için kısıntılı sulamadan sonraki IRSIS grafikleri



Şekil 4.25 Yonca için kısıntılı sulamadan sonraki IRSIS grafikleri





Şekil 4.26 Domates için kısıntılı sulamadan sonraki IRSIS grafikleri

Çizelge 4.26 Kısıntılı koşullar için kontrol parametreleri

Kontrol parametreleri	Toplam sapma (gün)	Toplam sulama suyu kaybı (mm)	Sulama suyu kaybı (%)	Verim azalması (%)	Yağış etkinliği (%)	Sulama etkinliği (%)
Sınır değerleri	40	30	5	10	90	95

4.2.3.12 Başlangıç su dağıtım planlaması sonuçlarının kontrol parametreleri ile karşılaştırılması sonuçları

Kısıntılı koşullar için Ek 9'da verilen değerlerin kontrol parametreleri ile karşılaştırılması sonucunda kısıntılı koşullar için yapılan SZP D-İ SDP'nin uygulanabilir olduğu görülmüştür. Kanaldaki su kaybı ve verim kaybı değerleri kabul edilebilir sınırların altındadır.

Kısıntılı koşullarda elde edilen sonuçlar incelenirken, verim azalması değerlerinin üzerinde daha dikkatli durulması gerekmektedir. Elde edilen verim azalması sonuçları kontrol parametresi açısından uygun olsa bile çiftçiler açısından adil olup olmadığı incelenmelidir. Ek 9'da verilen verim azalması değerleri bitkiler bazında incelendiğinde bağ parsellerindeki verim azalmalarının %1.3 ile %1.5 arasında değiştiği görülmektedir. Ortalaması ise %1.4'tür. Buğday için verim azalması tüm parsellerde %0.2'dir. Bunun nedeni kısıt döneminde buğdayın hasat edilmiş olmasıdır. Mısır parsellerindeki verim azalması %4.0 ile %4.1 arasında değişmektedir. Yonca parsellerinde ise verim azalması %2.2 ile %4.7 arasında değişim göstermektedir ve ortalaması %3.2'dir. Domates parsellerinde ise %5.2 ile %7.1 arasında değişmektedir ve ortalaması %6.0'dır. Aynı bitkiyi yetiştiren çiftçiler arasında adil bir su dağıtımı yapılabilmesi için verim azalması değerlerinin eşit veya birbirine çok yakın olması gerekmektedir. Çünkü, bu değerler doğrudan çiftçinin elde edeceği gelire yansıyacaktır.

Bitki bazında elde edilen verim azalmasındaki farklılıklar ihmal edilebilir düzeyde ise elde edilen SDP kabul edilir ve SDP raporu hazırlanır. Eğer verim farklılıkları sulama birliği yönetimince ihmal edilebilir düzeyde bulunmazsa verim kaybı fazla olan çiftçi parsellerinin SZP tarihleri revize edilerek verim kaybının azaltılması yoluna gidilmeli

ve tekrar su dağıtım planı yapılmalıdır. Ek 9'da belirtilen verim azalması değerleri ihmal edilebilir düzeyde bulunmuştur ve elde edilen SDP'nin uygulanmasına karar verilmiştir.

Kısıntılı koşul için elde edilen su dağıtım planı, sulama sezonunun tümü için onar günlük dönemler halinde Ek 10'da verilmiştir. Ek 10 incelendiğinde kanal kapasitesinin 3 sifona (60 L/s) düştüğü görülmektedir. Daha önce belirtildiği gibi sulama suyu miktarları Temmuz ve Ağustos aylarında belirli oranlarda azaltıldığından, kanalda pik dönemdeki bütün sulamalar için yer bulunabilmiştir.

4.2.3.13 Su dağıtım planı raporu

Y2 yedek kanalı için kısıntılı koşullarda başlangıç SDP uygun bulunduğundan başlangıç SDP'ye ilişkin sonuçlardan yararlanılarak SDP raporu hazırlanmıştır. Hazırlanan bu raporun ilk on sulamayı gösteren bölümü Çizelge 4.27'de verilmiştir.

4.3 Sulama Projeleri Yönetim Bilgi Sistemi (SIMIS) Sonuçları

4.3.1 Sulama ağı sonuçları

SIMIS yazılımı ile elde edilen kanal ve parseller ile bunların bağlantı durumunu gösteren sektörizasyon planı Ek 11'de verilmiştir. Şekil incelendiğinde, hangi parselin hangi kanaldan su aldığı açıkça görülmektedir.

4.3.2 Su gereksinimlerine ilişkin hesaplama sonuçları

4.3.2.1 Bitki su gereksinimleri

Bu alt modülde, daha önceden girilen iklim ve bitki karakteristik verilerine göre çalışma alanında bulunan tüm bitkiler için "Bitki Su Gereksinimi (CWR)" ve "Net Sulama Gereksinimi (NIR)" değerleri hesaplatılmıştır.

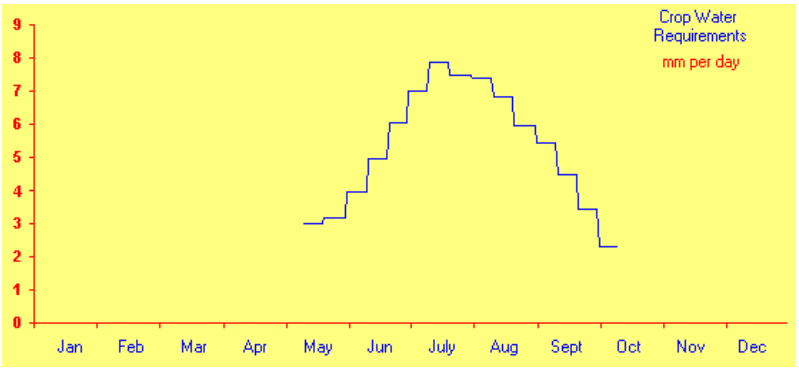
Çizelge 4.27 Kısıntılı koşullar için Y2 yedek kanalı su dağıtım raporu

Kanal adı: Y2 yedek kanalı Kapasite : 60 L/s Sifon sayısı: 3											
Sıra no	Sulayıcı adı-soyadı	Parsel no	Sulama alanı (da)	Sifon sayısı	Sulama süresi (saat)	Sulama başlama tarihi			Sulama bitiş tarihi		
						Ay	Gün	Saat: dakika	Ay	Gün	Saat: dakika
1	Ali Sayılı	100	18	3	12.8	5	11	0:00	5	11	12:48
2	Yakup Satılmış	51	4	1	8.5	5	11	14:00	5	11	22:30
3	Mustafa Satılmış	112	3	1	6.4	5	11	14:00	5	11	6:24
4	Recep Şencan	23	2	1	5.4	5	24	18:00	5	24	23:24
5	Muhsin Öztürk	31	12	3	14.4	5	24	23:00	5	25	13:24
6	Davut Pehlivan	37	4	1	10.8	5	24	7:00	5	24	17:48
7	Mehmet Öztürk	45	3	1	8.1	5	24	7:00	5	24	15:06
8	Fikret Yalabık	56	3	1	8.1	5	24	7:00	5	24	15:06
9	Ömer Çınar	22	6	2	8.1	5	24	15:00	5	24	23:06
10	Nuh Çakır	29	16	3	14.4	5	25	10:00	5	26	24:24

11 Mayıs 2003'te dikilen domates bitkisi için hesaplanan CWR değerleri Çizelge 4.28’de ve bu değerlerin program tarafından sağlanan grafiksel ifadesi Şekil 4.27’de; NIR değerleri Çizelge 4.29’da ve bu değerlerin grafiksel ifadesi Şekil 4.28’de verilmiştir.

Çizelge 4.28 Domates bitkisi bitki su gereksinimi değerleri (mm)

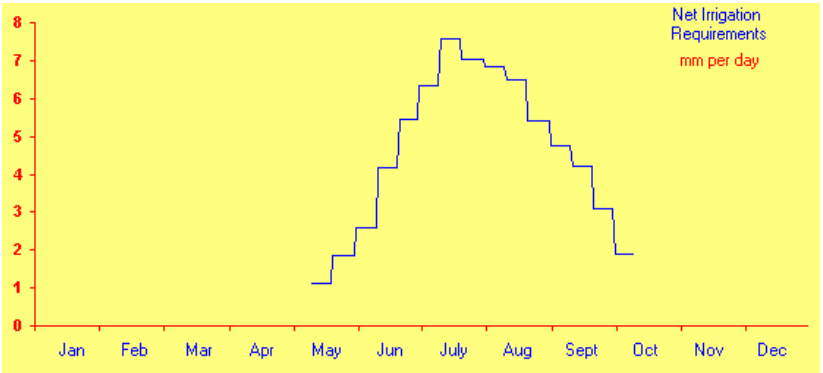
Aylar							Toplam
Dönem	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	
1	--	39.3	70.1	73.7	54.3	22.8	-
2	30.0	49.8	78.6	68.4	44.8	-	-
3	34.7	60.7	82.4	65.4	33.9	-	-
Toplam	64.7	149.9	231.2	207.6	133.1	22.8	809.6



Şekil 4.27 Domates bitki su gereksinimi on günlük değişim grafiği

Çizelge 4.29 Domates bitkisi net sulama gereksinimi (mm)

Aylar							Toplam
Dönem	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	
1	---	25.6	63.4	68.4	47.7	18.8	--
2	11.2	41.8	75.8	65.0	42.4	--	--
3	20.2	54.5	77.5	59.7	30.6	--	--
Toplam	31.4	122.0	216.8	193.2	120.8	18.8	703.3

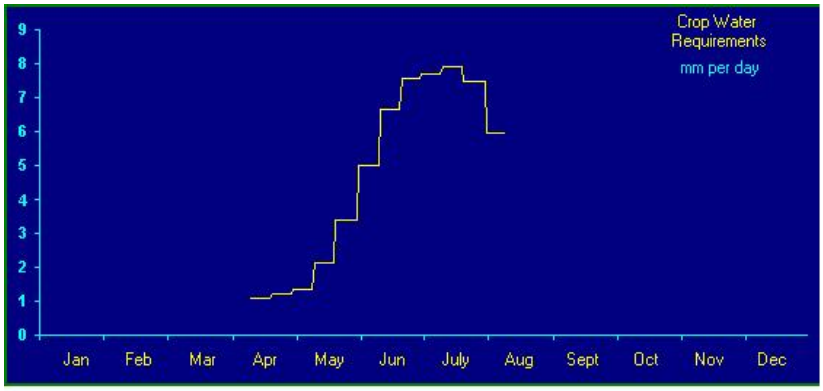


Şekil 4.28 Domates net sulama gereksinimi on günlük değişim grafiği

11 Nisanda ekilen mısır bitkisi için hesaplanan CWR değerleri Çizelge 4.30'da, bu değerlerin program tarafından sağlanan grafiksel ifadesi Şekil 4.29'da; NIR değerleri ise Çizelge 4.31'de ve bu değerlerin grafiksel ifadesi Şekil 4.30'da verilmiştir

Çizelge 4.30 Mısır bitkisi bitki su gereksinimi değerleri (mm)

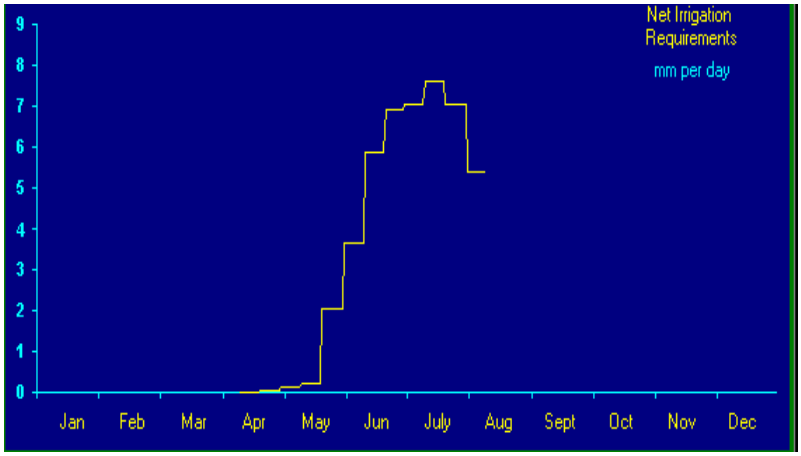
Aylar						Toplam
Dönem	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	
1	-	13.5	50.0	77.1	59.5	-
2	10.7	21.0	66.7	79.1	-	-
3	12.3	37.0	75.6	82.4	-	-
Toplam	23.0	71.5	192.3	238.7	59.5	585.2



Şekil 4.29 Mısır bitki su gereksinimi on günlük değişim grafiği

Çizelge 4.31 Mısır bitkisi net sulama gereksinimi (mm)

Aylar						Toplam
Dönem	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	
1	---	1.3	36,.3	70.4	54.2	-
2	0.0	2.2	58.7	76.3	-	-
3	0.3	22.5	69.4	77.5	-	-
Toplam	0.3	26.0	164.4	224.3	54.2	469.5

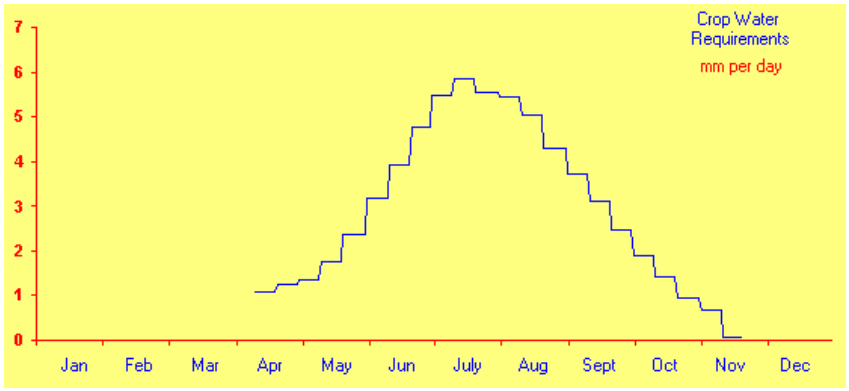


Şekil 4.30 Mısır net sulama gereksinimi on günlük değişim grafiği

Aynı şekilde 11 Nisanda yetişme dönemi başlayan bağ için hesaplanan CWR değerleri Çizelge 4.32'de, bu değerlerin program tarafından sağlanan grafiksel ifadesi Şekil 4.31'de verilmiştir. Bağ için NIR değerleri Çizelge 4.33'de, bu değerlerin grafiksel ifadeleri Şekil 4.32'de verilmiştir.

Çizelge 4.32 Bağ bitki su gereksinimi değerleri (mm)

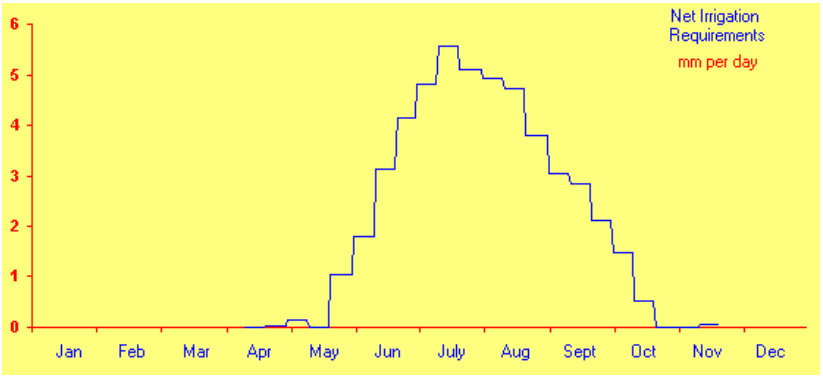
Aylar									
Dönem	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Toplam
1	--	13.5	31.4	54.7	54.5	37.1	18.8	6.8	--
2	10.7	17.6	39.4	58.4	50.5	31.0	14.0	0.5	--
3	12.3	25.8	47.7	60.9	47.4	24.4	10.2	--	--
Toplam	23	56.9	118.6	174.2	152.5	92.6	43	7.3	668.6



Şekil 4.31 Bağ bitki su gereksinimi on günlük değişim grafiği

Çizelge 4.33 Bağ net sulama gereksinimi (mm)

Aylar									
Dönem	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Toplam
1	--	1.3	17.7	48.0	49.2	30,5	14.8	0.0	--
2	0.0	0.0	31.4	55.6	47.1	28.6	5.1	0.5	--
3	0.3	11.3	41.5	56.0	41.7	21.1	0.0	--	--
Toplam	0,3	12,6	90,7	159,8	138,1	80,3	20.0	0,5	502,8



Şekil 4.32 Bağ net sulama gereksinimi on günlük değişim grafiği

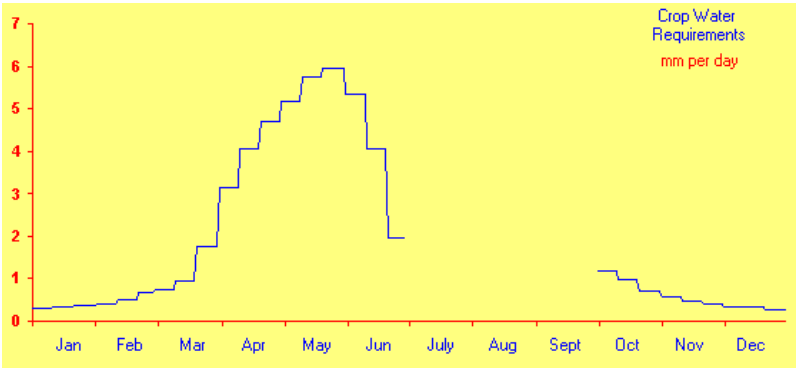
Buğday bitkisine ilişkin CWR değerleri Çizelge 4.34'te, NIR değerleri ise Çizelge 4.35'te verilmiştir. Buğday bitkisine ilişkin CWR grafiği Şekil 4.33'te, NIR değişim grafiği ise Şekil 4.34'te verilmiştir.

Çizelge 4.34 Buğday bitkisi bitki su gereksinimi değerleri (mm)

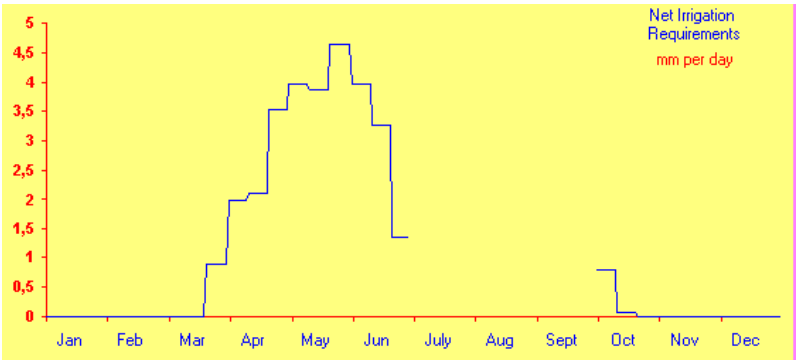
Aylar													
Dönem	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
1	2.8	4.1	7.4	31. 4	51.9	53.4	--	--	--	11.8	5.6	3.2	--
2	3.2	5.0	9.3	40.8	57.6	40.6	--	--	--	9.6	4.7	3.2	--
3	3.9	5.4	19.3	47.1	65.5	19.6	--	--	--	7.7	3.9	3.1	--
Toplam	10.1	14.6	36.1	119.4	175.1	113.8	--	--	--	29.2	14.4	9.6	522.6

Çizelge 4.35 Buğday bitkisi net sulama gereksinimi (mm)

Aylar											
Dönem	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Toplam
1	0.0	0.0	0.0	19.6	39.7	39.7	--	--	--	7.8	--
2	0.0	0.0	0.0	20.9	38.8	39.6	--	--	--	0.7	--
3	0.0	0.0	9.8	35.2	51.0	13.4	--	--	--	0.0	--
Toplam	0.0	0.0	9.8	75.8	129.6	85.9	--	--	--	8.6	309.9



Şekil 4.33 Buğday bitki su gereksinimi on günlük değişim grafiği



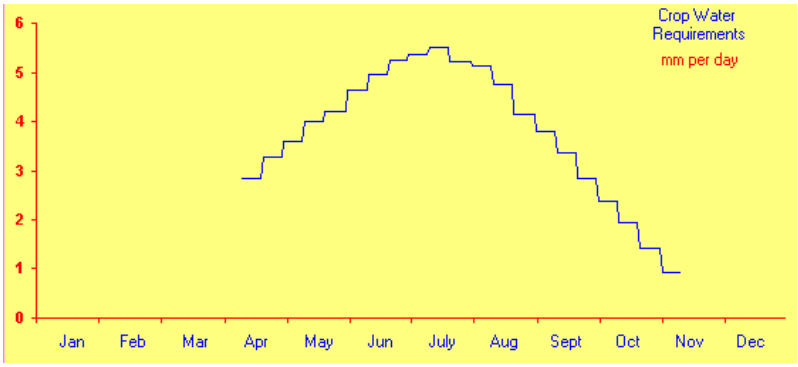
Şekil 4.34 Buğday net sulama gereksinimi on günlük değişim grafiği

Yonca için CWR değerleri Çizelge 4.36'da, NIR değerleri Çizelge 4.37'de, bunlara ilişkin grafikler ise CWR değerleri için Şekil 4.35 ve NIR değişim değerleri için ise Şekil 4.36'da verilmiştir.

Çizelge 4.36 Yonca bitkisi bitki su gereksinimi değerleri (mm)

Aylar									
Dönem	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Toplam
1	--	36.1	46.3	53.6	51.3	37.9	23.7	9,.3	--
2	28.6	40.0	49.6	55.0	47.5	33.8	19.2	--	--
3	32.8	46.1	52.6	57.3	45.5	28.6	15.4	--	--
Toplam	61,4	122,4	148,6	166.0	166.0	100,5	58,4	9,3	811,2

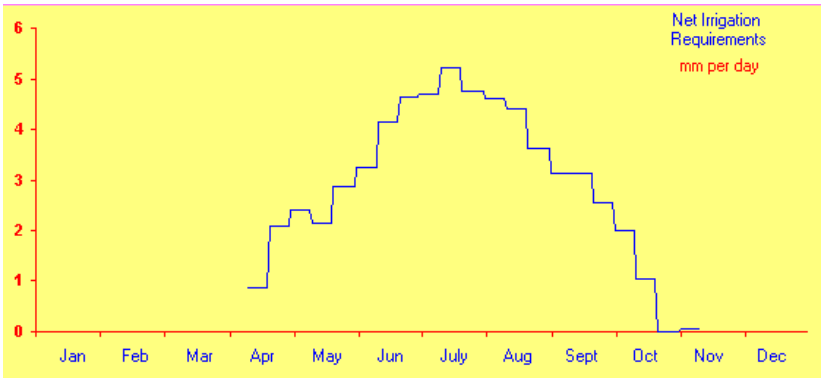
Domates bitkisi için en yüksek CWR değeri Temmuz ayında 231.2 mm, toplam CWR değeri ise 809.6 mm'dir. NIR değeri en yüksek Temmuz ayında 216.8 mm, toplam NIR değeri 703.3 mm'dir. IRSIS programında domates bitkisi için elde edilen net su ihtiyacı değeri 822 mm ve uygulanması gereken su miktarı ise 827 mm'dir.



Şekil 4.35 Yonca bitki su gereksinimi on günlük değişim grafiği

Çizelge 4.37 Yonca bitkisi net sulama gereksinimi (mm)

Aylar									
Dönem	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Toplam
1	--	23.9	32.6	46.9	46.0	31.3	19.7	0.7	--
2	8.7	21.2	41.6	52.2	44.2	31,4	10.3	--	--
3	20.9	31.6	46.4	52.4	39.8	25,3	0.0	--	--
Toplam	29,6	76,9	120,7	151,6	130.0	88,2	30,1	0,7	628.0



Şekil 4.36 Yonca net sulama gereksinimi on günlük değişim grafiği

Mısır bitkisi için en yüksek CWR değeri Temmuz ayında 238.7 mm, toplam CWR değeri ise 585.2 mm'dir. NIR değeri en yüksek yine Temmuz ayında 224.3 mm, toplam NIR değeri ise 469.5 mm'dir. IRSIS programında mısır bitkisi için elde edilen net su ihtiyacı değeri 515 mm, uygulanması gereken su miktarı ise 505 mm'dir.

SIMIS modelinde bağ bitkisi için elde edilen en yüksek CWR değeri 174. 2 mm, NIR değeri 159.8 mm olup her ikisi de Temmuz ayındadır. Toplam CWR değeri 668.6 mm, toplam NIR değeri 502.8 mm'dir. IRSIS´ten elde edilen sonuçlarda ise net su ihtiyacı 563 mm, toplam su miktarı 582 mm'dir.

Kışlık bir bitki olan buğdayın en yüksek CWR ve NIR değerleri Mayıs ayında olup sırasıyla 119.4 mm ve 129.6 mm'dir. Toplam CWR 522.6 mm, toplam NIR 309.9 mm'dir. IRSIS programında buğday için net su ihtiyacı 256 mm, toplam uygulanması gereken su miktarı 262 mm bulunmuştur.

Yonca bitkisi için CWR ve NIR'ın en yüksek değerleri 116 mm ve 1151.6 mm olup Temmuz ayındadır. Yoncanın toplam NIR değeri 628 mm, toplam CWR değeri 811.2 mm'dir. IRSIS'ten elde edilen net su ihtiyacı ve toplam uygulanması gereken su miktarı değerleri sırasıyla 636 mm ve 643 mm'dir.

IRSIS ve SIMIS modellerine ilişkin sonuçlar karşılaştırıldığında SIMIS modelinin eksik veya fazla CWR ve NIR değerleri hesaplayabildiği görülmektedir. Örneğin; mevcut durumda çiftçiler domates bitkisini sulama sezonu boyunca 7-8 defa sularken IRSIS

programında domates bitkisi için planlanan sulama sayısı 20, SIMIS yazılımında ise sulama sayısı 16'dır. Çiftçilerin az sayıda sulama yapması su-verim ilişkileri yönünden uygun olmayıp, bitkide stres oluşmasına ve verim azalmalarına neden olmaktadır.

4.3.2.2 Sulama zaman planları

Programın bu alt modülü ile girilen bitkilerin olası tüm ekim dikim zamanlarına göre, sulama zaman ve miktarlarını ifade eden sulama programları iklim ve toprak verileri kullanılarak, bitki kök gelişim düzeyleri de dikkate alınarak yapılmıştır.

Bu aşamada elde edilen sonuçlardan Mayıs ayının ikinci on günü içerisinde dikilen domates bitkisine ilişkin sulama zaman planı Çizelge 4.38'de bitkinin günlük kök gelişimine göre kullanabileceği nem miktarı (RAM) ve toprak nem azalımı (SWD) değerleri ile birlikte verilmiştir. Bu değerlere ilişkin program tarafından ortaya konan grafik Şekil 4.37'de verilmiştir.

SIMIS modeli ile domates bitkisi için 16 adet sulama zamanı planlanmıştır. Model zamanlamada ekim-dikim tarihlerini ve iklim koşullarını dikkate almakta ve sulama sayısı bu kriterlere göre değişim göstermektedir. Şekil 4.37'de yatay eksenin üst bölümünde program Haziran ayının 1. dönemindeki sulamadan sonra yağışı da hesaba katmıştır.

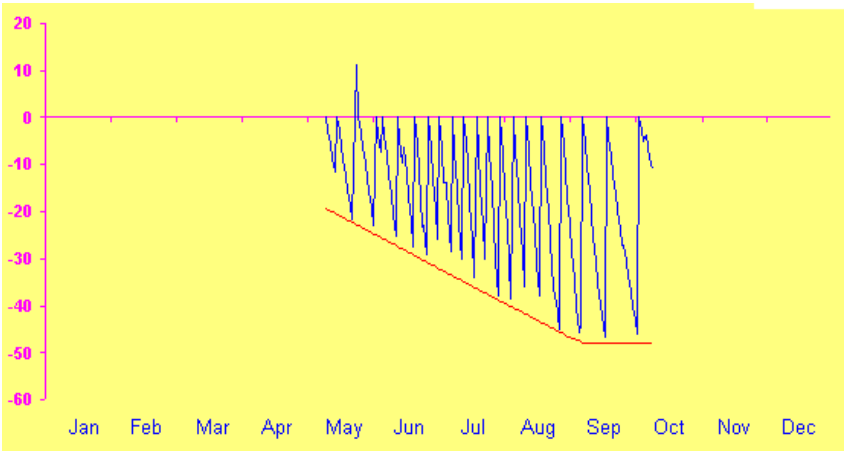
Mısır bitkisi için SIMIS modelinden elde edilen sulama programı Çizelge 4.39'da, grafiksel gösterimi ise Şekil 4.38'de verilmiştir. Sulama sayısı 7'dir.

Bağ için SIMIS modelinden elde edilen sulama programı Çizelge 4.40'da, grafiksel gösterimi ise Şekil 4.39'da verilmiştir.Sulama sayısı ise 7'dir.

Buğday bitkisine ilişkin sulama programı Çizelge 4.41'de, grafiği ise Şekil 4.40'da verilmiştir. Buğdayın sulama sayısı ise 4'tür.

Çizelge 4.38 Domates bitkisi sulama zaman planı

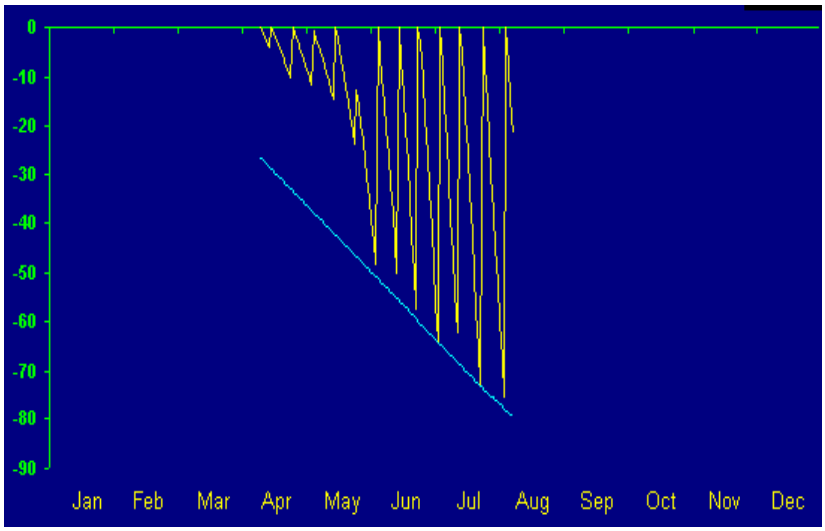
Sulama tarihi	RAM (mm)	SWD (mm)	Sulama suyu miktarı (mm)	Dikimden sonra gün sayısı	Sulama aralığı (gün)
24/5	24.6	0	24.8	14	14
4/6	27.6	0	30.2	25	11
14/6	30.1	0	34.6	35	10
23/6	32.5	0	37.7	44	9
30/6	34.3	0	36.9	51	7
7/7	36.2	0	40.9	58	7
13/7	37.8	0	44.6	64	6
19/7	39.3	0	44.6	70	6
25/7	40.9	0	46.7	76	6
31/7	42.5	0	44.9	82	6
7/8	44.3	0	47.7	89	7
14/8	46.2	0	49.5	96	7
23/8	48.5	0	53.1	105	9
2/9	51.1	0	53.4	115	10
14/9	52.5	0	56.3	127	12
30/9	52.5	0	53.2	143	16



Şekil 4.37 Domates bitkisi yetişme dönemi su kullanımı grafiği

Çizelge 4.39 Mısır bitkisi sulama zaman planı

Sulama tarihi	RAM (mm)	SWD (mm)	Sulama suyu miktarı (mm)	Dikimden sonra gün sayısı	Sulama aralığı (gün)
5/6	51.2	0	53.2	56	56
15/6	55.6	0	56.5	66	10
24/6	59.6	0	64.7	75	9
5/7	64.5	0	71.7	86	11
14/7	68.5	0	69.8	95	9
25/7	73.4	0	80.5	106	11
5/8	78.3	0	82.6	117	11



Şekil 4.38 Mısır bitkisi yetişme dönemi su kullanımı grafiği

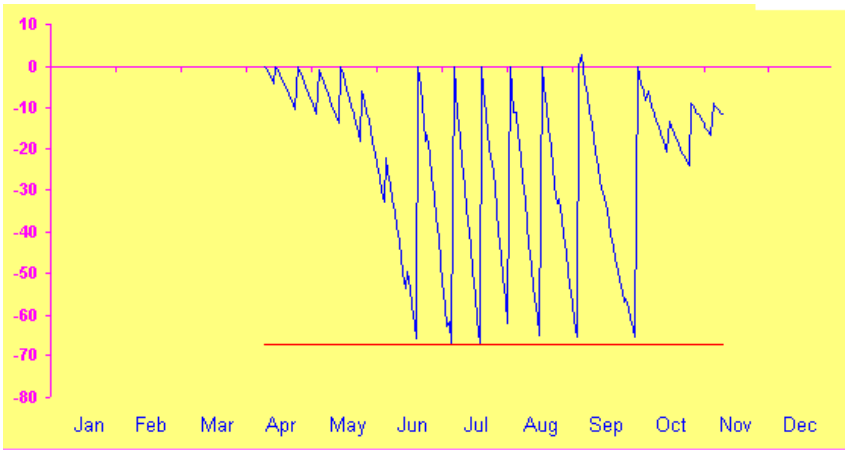
Yonca bitkisi için elde edilen sulama programı Çizelge 4.42'de, bu değerlere ilişkin grafik ise Şekil 4.41'de verilmiştir. Sulama sayısı 6'dır.

4.3.2.3 Kanal ve parsel su gereksinimleri

Bu alt modülde sulama ağı bölümünde programa girilen bileşen bilgileri, parsel bitki desenleri bölümünde girilen bilgiler ve iklim verilerine göre parsel ve kanal su gereksinimleri hesaplanmıştır.

Çizelge 4.40 Bağ sulama zaman planı

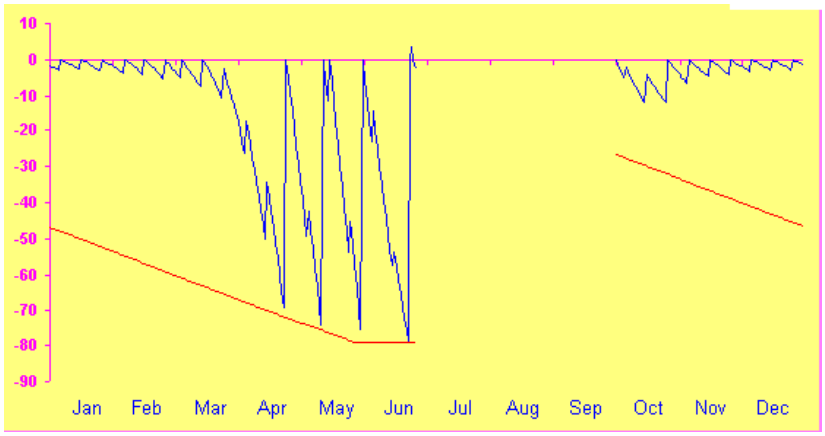
Sulama tarihi	RAM (mm)	SWD (mm)	Sulama suyu miktarı (mm)	Dikimden sonra gün sayısı	Sulama aralığı (gün)
21/6	67.2	0	70.3	72	72
8/7	67.2	0	72.7	89	17
21/7	67.2	0	72.9	102	13
3/8	67.2	0	67.6	115	13
18/8	67.2	0	69.9	130	15
4/9	67.2	0	68.9	147	17
1/10	67.2	0	67.5	174	27



Şekil 4.39 Bağ yetişme dönemi su kullanımı grafiği

Çizelge 4.41 Buğday bitkisi sulama zaman planı

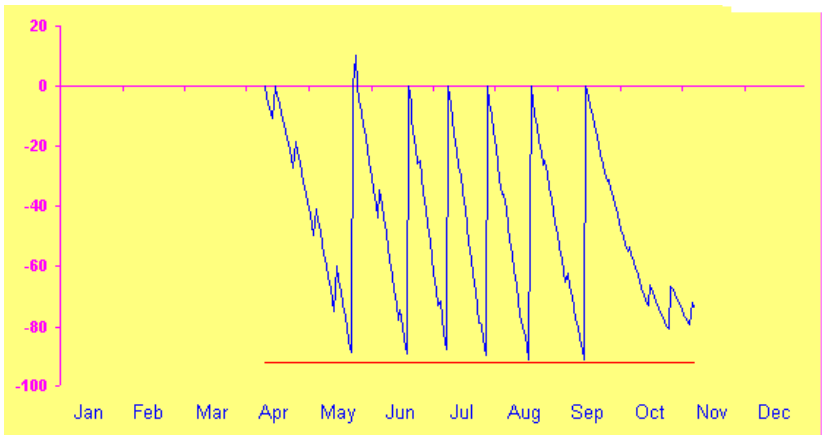
Sulama tarihi	RAM (mm)	SWD (mm)	Sulama suyu miktarı (mm)	Dikimden sonra gün sayısı	Sulama aralığı (gün)
25/4	71.9	0	73.7	207	207
13/5	75.9	0	79.8	225	18
1/6	79.2	0	81.0	244	19
24/6	79.2	0	81.7	267	23



Şekil 4.40 Buğday bitkisi yetişme dönemi su kullanımı grafiği

Çizelge 4.42 Yonca bitkisi sulama zaman planı

Sulama tarihi	RAM (mm)	SWD (mm)	Sulama suyu miktarı (mm)	Dikimden sonra gün sayısı	Sulama aralığı (gün)
24/5	92.4	0	93.1	44	44
20/6	92.4	0	94.7	71	27
10/7	92.4	0	93.1	91	20
29/7	92.4	0	95.0	110	19
19/8	92.4	0	95.9	131	21
15/9	92.4	0	94.8	158	27

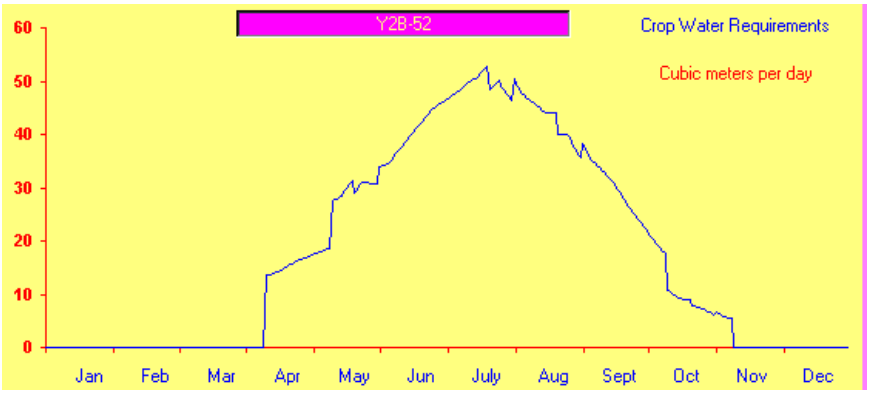


Şekil 4.41 Yonca bitkisi yetişme dönemi su kullanımı grafiği

Bu hesaplama için ilk olarak modelde parsel ve kanal seçimi yapılması istenmektedir. Ayrıca hesaplamada bileşenlere ait randımanların dikkate alınması kullanıcı tercihine bırakılmaktadır. İklim verilerinin temin edileceği meteoroloji istasyonu seçiminin ardından seçilen bileşene ait CWR (m^3/ay), NIR (m^3/ay), debi gereksinimi (FR, L/s) ve hektara ortalama su gereksinimi (AVH, m^3/ay) değerleri hesaplanabilmektedir. Çalışmada çok sayıda kanal ve parsel olduğu için hesaplanan bu değerlere örnek olarak sadece Y2B-52 kanalı seçilmiştir. "Y2B-52" kanalına ait hesaplama sonuçları sırası ile Çizelge 4.43, Çizelge 4.44, Çizelge 4.45 ve Çizelge 4.46'da ve bu sonuçlara ilişkin grafiksel gösterimler sırası ise ile Şekil 4.42, Şekil 4.43 ile Şekil 4.44 ve Şekil 4.45'te verilmiştir.

Çizelge 4.43 Y2B-52 kanalı için bitki su gereksinimi değerleri (mm)

	Aylar											
Dönem	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	0	0	0	180	349	478	477	352	187	46	0
2	0	0	0	143	290	397	511	443	303	95	0	0
3	0	0	0	164	335	445	534	424	245	77	0	0
Toplam	0	0	0	307	806	1193	1524	1345	901	360	46	0



Şekil 4.42 Y2B-52 kanalı bitki su gereksinimi değerleri değişim grafiği

Bu bölümde parsel bitki desenlerine dayalı olarak hesaplanan kanal ve parsel su gereksinimleri özellikle SIMIS modelinin *Su Dağıtım Planlaması* modülünün kullanılmadığı koşullarda su dağıtım programlarının hazırlanmasında oldukça önemli karar-destek bilgileridir.

Çizelge 4.44 Y2B-52 kanalı net sulama gereksinimi (mm)

Aylar												
Dönem	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	0	0	0	119	240	425	435	300	155	3	0
2	0	0	0	43	140	333	488	416	284	52	0	0
3	0	0	0	104	219	395	495	378	218	0	0	0
Toplam	0	0	0	148	479	969	1408	1230	803	207	3	0



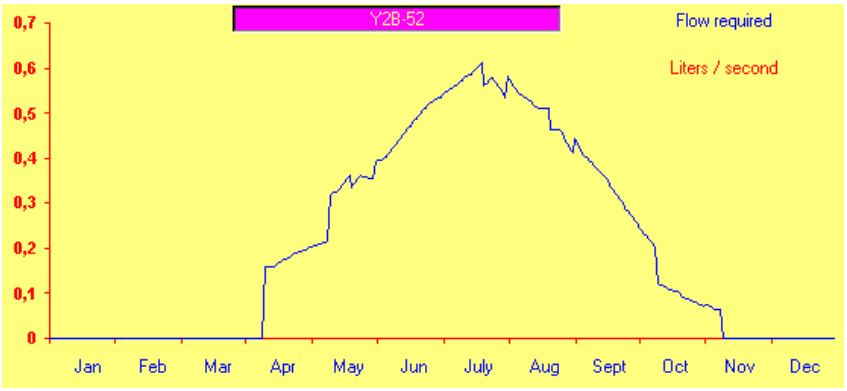
Şekil 4.43 Y2B-52 kanalı net sulama gereksinimi değerleri değişim grafiği

Çizelge 4.45 Y2B-52 kanalı debi gereksinimi değerleri (L/s)

Aylar												
Dönem	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4	0.8	0.8	0.6	0.3	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.6	0.9	0.8	0.5	0.1	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4	0.7	0.9	0.6	0.4	0.0	0.0	0.0
Aylık	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.6	0.9	0.7	0.5	0.1	0.0	0.0

Özellikle NIR ve FR bilgileri doğrultusunda yapılacak su dağıtımı planlarının yöneticilere daha çok yararı olacaktır. Ancak, bu bölümde elde edilen bilgilerin kullanılabilmesi için, modele parsel bitki desenleri bilgileri girildikten sonra, hesaplanan parsel su gereksinimi bilgilerinin çiftçilere iletilmesi, benimsetilmesi ve uygulattırılması gerekmektedir. Bu bilgilerin çiftçiler tarafından uygulamaya aktarılmaması sadece bu modülün değil SIMIS modelinin tamamının başarısız olması anlamı taşımaktadır.

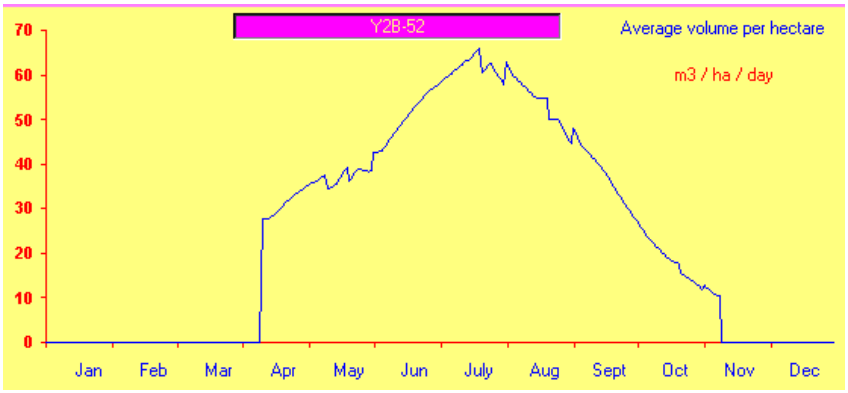
Ayrıca bu bilgiler her yıl yenilenmeli ve çiftçiler bu bilgiler doğrultusunda yönlendirilmelidir. Özellikle su kısıtının yaşanacağı dönemlerde, sistemin su gereksiniminin bilinmesi çeşitli tedbirlerin önceden alınmasını sağlayacaktır.



Şekil 4.44 Y2B-52 kanalı debi gereksinimi değerleri değişim grafiği

Çizelge 4.46 Y2B-52 kanalı hektara ortalama su gereksinim değerleri (m^3/ha/gün)

Aylar												
Dönem	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	0	0	0	416	522	924	947	652	350	15	0
2	0	0	0	152	304	726	1062	904	619	180	0	0
3	0	0	0	363	476	860	1076	823	475	0	0	0
Toplam	0	0	0	515	1198	2109	3063	2675	1747	531	15	0



Şekil 4.45 Y2B-52 kanalı hektara ortalama su gereksinimi değerleri değişim grafiği

4.3.2.4 Su dağıtım planı

Ayaş Asartepe Sulama Projesi için yapılan çalışmada programın sulama planı ve su dağıtım planlaması modülleri ile ilgili bazı çözümler alınmış, ancak elde edilen sonuçların kabul edilebilir sonuçlar olmadığı görülmüştür. Bu nedenle bu sonuçlara burada yer verilmemiştir. Köksal (2002) ve Kodal (2003)'te benzer durumlarla karşılaşıldığı bildirilmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada esasları verilen SZP D-İ SDP çalışmasında su dağıtımı elle yapılmaktadır. Elle yapılan su dağıtım planlaması, küçük bir alanda ve az sayıdaki parselde bile uzun zaman almakta ve hataya açık olmaktadır. Çok büyük alanlarda bu işlemlerin elle ve hatasız yapılması mümkün gözükmemektedir. Bu nedenle sulama birliklerinde sulama zaman planlaması destekli ve interaktif su dağıtım planlaması yapan bir bilgisayar yazılımına ihtiyaç vardır. Bu yazılım karşılaşılabilecek farklı koşullara uygulanabilecek esnekliğe sahip olmalı, su tasarrufu sağlamalı (su kaybını en aza düşürmeli) ve adil olmalıdır.

Bu çalışmada iklim faktörlerinin uzun yıllar ortalaması kullanılarak ortalama bir yıl için bitki su tüketimleri, sulama suyu ihtiyaçları ve sulama zaman planları hazırlanmıştır. Sadece bu sulama zaman planlarının elde edilmesi bile mevcut yanlış uygulamalarda aşırı su kullanımının ve verim kaybının önlenmesi açısından önemlidir. İklim faktörlerinin, özellikle yağışın yıldan yıla değişimi gözönüne alınarak, ortalama iklim faktörleri yerine gerçek iklim faktörlerini gözönüne alan gerçek zamanlı sulama zaman planlaması yapılması ve buna dayalı su dağıtım planlaması yapılması daha gerçekçi sonuçlar verecektir. Bu nedenle hazırlanacak yazılım gerçek zamanlı sulama zaman planlaması ve buna dayalı su dağıtım planlaması yapacak özelliğe sahip olmalıdır. Bu yazılım aynı zamanda çiftçiler bazında su ücretinin hesaplanması, tahsili, takibi, bütçe hazırlanması vb. hizmetler için de kullanılabilmelidir

Ülkemizde sulama birliklerinde, bilgisayar yazılımlarının kullanımı henüz yaygın değildir. Bunun başlıca nedeni bu amaca yönelik yazılımların az olması ve kullanıcıya ulaşmamasıdır. SIMIS genel formatı ile sulama birliklerinde, su yönetim faaliyetlerinin planlanması, uygulanması ve izlenmesinde çok iyi ve örnek bir modeldir. Ancak yukarıda belirtildiği gibi gerek veri giriş formatında ilgili kurum ve kuruluşlarda yeterli düzeyde veri tabanlarının bulunmaması, gerek elde edilen bilgilerin kullanıcı sayısı fazla olan projelerde uygulanmasının zorluğu ve kendi içerisinde bazı çelişkilere sahip olmasından dolayı SIMIS modelinin ülkemizde sulama birliklerinde kullanımının oldukça güç olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmada su dağıtım planlaması çalışmaları için, sulama zaman planlamalarını da dikkate alan yeterli ve kısıtlı su koşullarında adil su dağıtımı sağlayan SZP D-İ SDP yaklaşımı, mevcut su dağıtımı çalışmaları ve SIMIS'te karşılaşılan olumsuzlukların giderilmesi amacıyla önerilmektedir. Önerilen yöntem sulama, sulama zamanının planlanması, su verim ilişkileri, su dağıtımının planlanması gibi konulara ilişkin temel teorik ve pratik esasları içermektedir.

Ülkemizde sulama birliklerinde uygulanan ve çiftçi talebine dayanan su dağıtım planlaması sonucunda bir yandan aşırı su verildiği, diğer yandan mevcut su yeterli olduğu halde geç sulama yapılması veya gerekenden az su verilmesi nedeniyle gereksiz stres ve verim azalması yaratıldığı, bunun sonucunda gelir kaybı ve çevre sorunları ile karşılaşıldığı bilinmektedir. Ayrıca, çiftçiler açısından adil olmayan bir su dağıtımı gerçekleşebilmekte, bir çiftçi diğerine oranla daha az su kullanabilmekte ve daha yüksek verim azalması ile karşılaşılabilmektedir. Burada önerilen sulama zaman planlaması destekli ve interaktif su dağıtım planlaması yaklaşımı ile gerek yeterli gerekse kısıtlı su koşullarında adil su dağıtımı sağlanmakta, aşırı su kaybı ve gereksiz strese yol açılmamakta, verim ve gelir azalması olmamakta, mevcut su daha etkin kullanılmakta, çevre sorunlarına yol açılmamakta, toplam su kaybı minimumda tutulmaktadır. Bu nedenle ülkemizde sulama birliklerinde bir an önce sulama zaman planlaması destekli ve interaktif su dağıtım planlaması yaklaşımı ile su dağıtım planlamasına geçilmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Abdulmumin, S. and Bastiaansen, J. 1991. Training manual on applications of climatic data for effective irrigation planning and management. Organized by FAO and World Meteorological Organization, 162p. , Ankara.

Aküzüm, T. ve Çakmak, B. 1994. Su dağıtım sisteminin ve işletim kısıtlarının sistem kapasitesine etkisi. TOPRAKSU Dergisi, 94/2, Ankara.

Allen, R. G., Pereira, L.S., Raes, D. and Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration, guidelines for computing crop water requirements. FAO irrigation and drainage paper no 56, 300 p., Rome.

Ankum, P. 1995. Selection of operation methods in canal irrigation delivery systems. Irrigation Scheduling: From Theory to Practice-Proceedings, ICID/ FAO Workshop, 12-13 Sept. 1995. Rome.

Anonim. 1984. Planlı Su Dağıtımı Genel Talimatı. DSİ Genel Müdürlüğü İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı, Ankara.

Anonim. 1995a. Planlı Su Dağıtımı Çalışmaları. DSİ Genel Müdürlüğü İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı, Ankara.

Anonim. 1995b. Asartepe Sulaması Geliştirme Raporu. DSİ Genel Müdürlüğü İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı, Ankara.

Anonim. 2001a. DSİ Jeoteknik Hizmetler ve YAS Dairesi Başkanlığı Kayıtları, Ankara.

Anonim. 2001b. DSİ Genel Müdürlüğü 2000 yılı üretim sonuçları raporu, Ankara.

Anonim. 2005. DSİ Genel Müdürlüğü 2004 yılı DSİ'ce işletilen ve devredilen sulama tesisleri değerlendirme raporu, Ankara.

Anonim. 2006a. Web sitesi. http://www.dsi.gov.tr/hizmet/tarim.htm. Erişim Tarihi: 01.09.2006.

Anonim. 2006b. Web sitesi. http://www.dsi.gov.tr/topraksu.htm. Erişim Tarihi: 01.09.2006.

Anonymous. 1994. Irrigation Water Delivery Models. Water Reports, 2, p.312, FAO,Rome.

Anonymous. 1999a. Simis manual book. FAO, Rome.

Anonymous. 1999b. Scheme Irrigation Management Information System, SIMIS. http://www.fao.org/ag/agl/aglw/simis.htm

Anonymous. 1999c. Transfer of irrigation management services. Irrigation and drainage paper 58, p. 1-3.

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

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.

Bird, J.D. and Makin, I.W. 1992. Generalized Irrigation Management Software: Database and main system scheduling model. Overseas development unit OD/P 115, HR Wallingford, UK.

Bun, C.M. 1995. "Essential water delivery policies for modern on farm irrigation management". Irrigation Scheduling: From theory to practice-proceedings, ICID/FAO Workshop, 12-13 Sept. 1995, Rome.

Burton, M.A. 1993. A simulation approach to irrigation management. PhD Thesis, Dept. Civil and Environmental Engineering, University of Southampton, UK.

Burton, M.A. 1994. A simulation of water allocation policies in times of water shortage. Irrig. Drain. Syst. Int. J. 8:66-81

Cuenca, R.H. 1989. Irrigation system design: An engineering approach. Prentice Hall, Englewood Cliffs, 552 p., New Jersey.

Çakmak, B., Beyribey, M., Kodal, S., Erözel, A.Z. ve Aküzüm, T. 1995. Sulama şebekelerinin kullanıcıya devri. 5. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, 30 Mart – 2 Nisan 1995, Kültürteknik Derneği, s. 95-110, Kemer, Antalya.

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.

Doorenbos, J. and Pruitt, W.O. 1984. Guidelines for predicting crop water requirement, second edition. FAO Irrigation and Drainage Paper 24, 156 p., Rome.

Doorenbos, J. and Pruitt, W.O. 1992. Guidelines for predicting crop water requirement, third edition. FAO Irrigation and Drainage Paper 24, 193 p., Rome.

Erdoğan, F.C. 1995. DSİ sulama tesislerinde kurdukları işletme ve bakım hizmetlerinin faydalananların kurdukları örgütlere devrine ilişkin çalışmalar. DSİ Bülteni sayı: 407-408, Temmuz-Ağustos 1995.

Erdoğan, F.C. ve Döker, E. 2001. Türkiye'de katılımcı sulama yönetimi (devir) çalışmaları ve sulama birlikleri. I. Ulusal Sulama Kongresi, 8-11 Kasım 2001, s. 92-100, Kültürteknik Derneği, Antalya.

Goussard, J. 1995. "Interaction Between Water Delivery and Irrigation". Irrigation scheduling: From theory to practice-proceedings, ICID/FAO Workshop, 12-13 Sept. 1995, Rome.

Gündoğdu, K., Akkaya Aslan, Ş.T., Değirmenci, H., Demir, A.O., Demirtaş, Ç. ve Arıcı, İ. 2001. Sulama projelerinin izleme ve değerlendirilmesinde GIS destekli veri tabanı oluşturulması. I. Ulusal Sulama Kongresi 08-11 Kasım, s.233-239, Belek, Antalya.

Güngör, Y., Erözel, A.Z. ve Yıldırım, O. 1996. Sulama. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 1525, Ankara.

Güvensoy, O. 2006. Bilgisayar ortamında sulama suyu dağıtım planlaması. Yüksek lisans tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, 43s, Kahramanmaraş.

Hales, A. L. 1994. A model to determine optimal water management procedures for multi-variable irrigation systems. Unpublished Ph.D. Thesis, University of Southampton, 11-33, UK.

Hales, A. L. and Burton, M.A. 2000. Using the IRMOS model for diagnostic analysis and performance enhancement of the Rio Cobre Irrigation Scheme, Jamaica. Agricultural Water Management, 45 (2000): 185-202.

Horst, L. 1995. "The discrepancy between irrigation scheduling and actual water distribution: An analysis and suggestions for possible solutions". Irrigation Scheduling: From theory to practice-proceedings, ICID/FAO Workshop, 12-13 Sept. 1995, Rome.

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.

Jensen, M.E., Burman, R.D. and Allen, R.G. 1990. Evapotranspiration and irrigation water requirements. ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice No. 70, 332 p., New York.

Kılıç, M. 2004. Sulama şebekelerinde en iyi su dağıtımının doğrusal olmayan programlama yöntemi ile belirlenmesi. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, 137s, İzmir.

Kıral, T., Aküzüm, T., Tatlıdil, F., Çakmak, B. ve Çağıl, N. 1995. Sulama işletmeciliğinde çiftçi organizasyonları. Tarımda Su Yönetimi ve Çiftçi Katılımları Sempozyumu, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, 258-271, Ankara.

Kodal, S. 1996. Ankara-Beypazarı ekolojisinde yeterli ve kısıtlı su koşullarında sulama programlaması, işletme optimizasyonu ve optimum su dağıtımı. A.Ü. Ziraat Fak. Yayın No: 1465, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 807, 69s., Ankara.

Kodal, S., Köksal, E.S., Tüzün, M., Demir, A.O. ve Özbek, Y. 2003. Sulama şebekelerinin yönetiminde planlı su dağıtım esasları ve bilgisayar yazılımlarının önemi. I. Ulusal Su Mühendisliği Sempozyumu, DSİ Genel Müdürlüğü ve Araştırmacı Su Mühendisleri Derneği. 22-26 Eylül 2003, s:509-520, Gümüldür/ İzmir.

Kodal, S., Erkan, A.Z., Baysan, N. ve 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.

Köksal, H., Kanber, R. ve Ünlü, M. 2000. Bitki-atmosfer ilişkileri seminer notları. 4-8 Eylül 2000., 156 s. , Erzurum.

Köksal, E.S. 2002. Sulama proje bilgi sistemi (SIMIS) modelinin sulama birliklerinde kullanım olanakları üzerine bir araştırma. U.Ü. Fen Bil. Ens. Yüksek Lisans Tezi, Bursa.

Malano, H.M., Boonlue, C. and Mcmahon, T.A. 1993. Developing an improved operational strategy for the Thup Salao Irrigation System, Thailand. Irrigation and drainage systems, 7:205-220.

Nijman, C. 1993. A management perspective on the performance of the irrigation subsector. IIMI. Wageningen Agricultural University.

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.

Rao, N.H., Sarma, P.B.S. and Subhash, C. 1988. Irrigation scheduling under a limited water supply. Agric. Water Mgmt., vol. 15:165-175.

Sagardoy, J. A. , Bottrall, A. and Uittenbagaard, G. O. 1986. Organization, operation and maintenance of irrigation schemes. FAO Irrigation and drainage paper 40, Rome, 166 p.

Sisodia, J. S. 1992. Performance Monitoring Study of the Warabandi System of Irrigation Management in Chambal Area. Ind. Jn. Of Agri. Econ. Vol. 47 No.4 Oct-Dec 92, 1992.

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

Sungur, T. 1989. Su yapıları, cilt 3, DSİ Yayınları, Ankara.

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, Berbeley, June 5-8, California.

Teixeira, J.L. and Pereira, L.S. 1992. ISAREG, An irrigation scheduling simulation model. ICID Bulletin 41(2):29-48.

Tekinel, O., Kanber, R., Ünlü, M. ve Topal, F. 2001. Güneydoğu Anadolu Proje alanlarında sulama suyu kullanımının değerlendirilmesi. 1. Ulusal Sulama Kongresi, s. 33-37, Antalya.

Tümer, T. 1975. Sulama ve drenaj şebekeleri ve proje esasları, Sulama ve Drenaj Türk Milli Komitesi Yayınevi, Ankara.

Ünal, H.B. ve Aşık, Ş. 2001. Açık kanal sulama sistemlerinde sulama programları ile su dağıtımı arasındaki ilişkiler. I. Ulusal Sulama Kongresi, 8-11 Kasım 2001, s. 164-169, Kültürteknik Derneği, Antalya.

EKLER

EK 1 Y2 Yedek Kanalının Hizmet Ettiği Alana ait Parselasyon Haritası

EK 2 Anket Soru Formu ve Cevapları

EK 3 Y2 Yedek Kanalı Parsel Veri Tabanı

EK 4 Optimum Koşullar İçin Yapılan Su Dağıtım Planında SZP1 ve SZP2 Sonuçlarının Karşılaştırılması

EK 5 Optimum Koşullar için Elde Edilen Su Dağıtım Planı

EK 6 Rotasyondan Sonra Parsellere ilişkin Su Miktarları ve Verimdeki Sapma Miktarları

EK 7 Revizeden Sonra Parsellere ilişkin Su Miktarları ve Verimdeki Sapma Miktarları

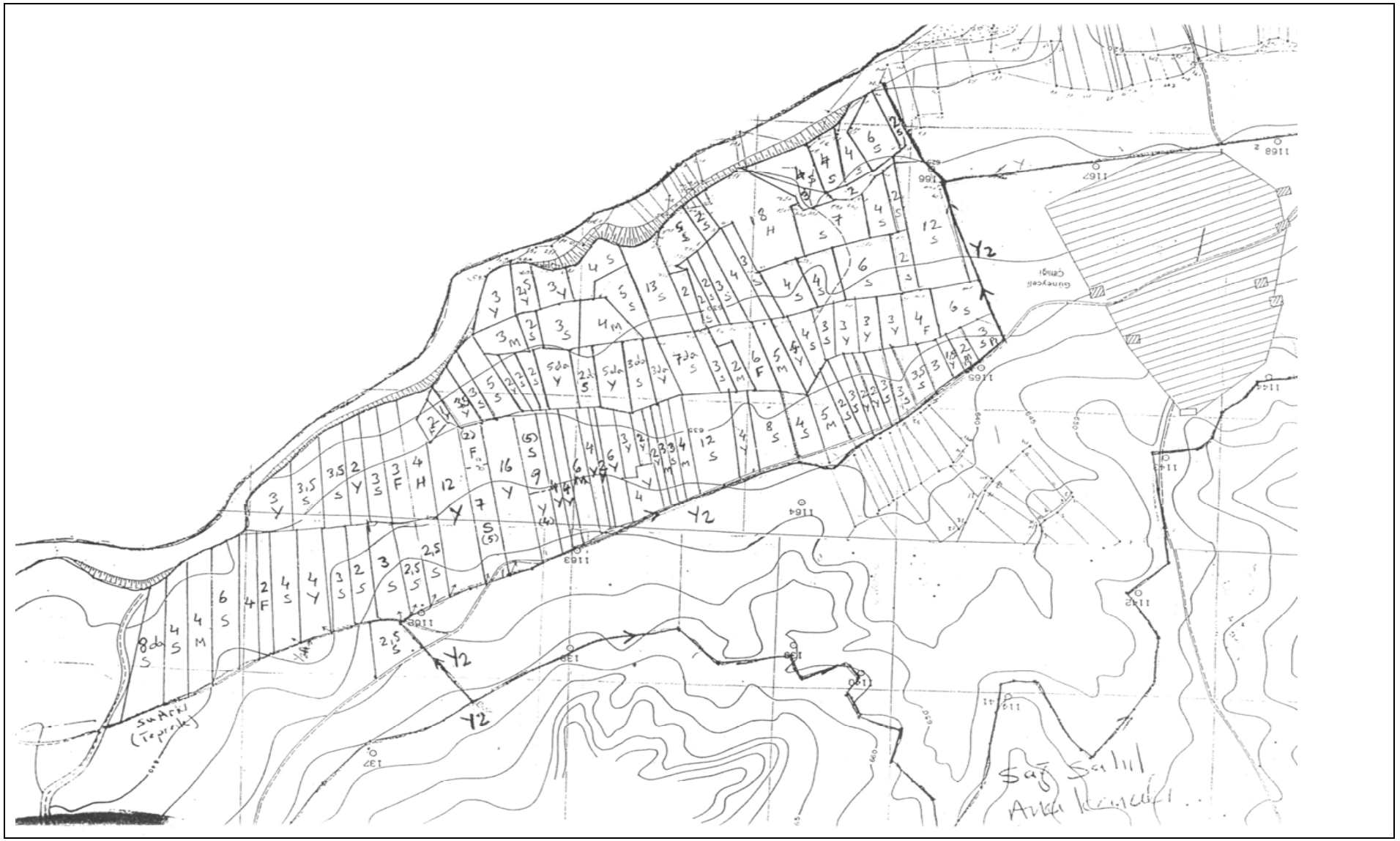
EK 8 Rotasyon Koşulu için Elde Edilen Revize Su Dağıtım Planı

EK 9 Kısıntılı Koşullarda Parsellere ilişkin Su Miktarları ve Verimdeki Sapma Miktarları

EK 10 Kısıtlı Koşul için Elde Edilen Su Dağıtım Planı

EK 11 Sektörizasyon Modülü ile Programın Sağladığı Şema

EK 1 Y2 Yedek Kanalının Hizmet Ettiği Alana ait Parselasyon Haritası



EK 2 Anket Soru Formu ve Cevapları

SORULAR	CEVAP SAYI	%
1.Tarımsal faaliyette bulunan nüfusun cinsiyeti		
1. Kadın	51	51.0
2.Erkek	49	49.0
	100.0	100.0
2.Tarımsal faaliyette bulunan nüfusun eğitim durumu		
1.İlkokul	79	79.0
2.Ortaokul	11	11.0
3.Lise	10	10.0
	100.0	100.0
3.Yabancı işgücünün çalıştığı süre		
1.2 ay	10	33.3
2.6 ay	14	46.7
3.8 ay	6	20.0
	30	100.0
4.Sulama yöntemi		
1.Karık	32	76.2
2.Salma	10	23.8
	42	100.0
5.Bitkisel ürünlerin kime satıldığı		
1.Hal	22	56.4
2.Tüccar	17	43.6
	39	100.0
6.Sulama sisteminde su kaybı fazla mı?		
1.Evet	33	78.6
2.Hayır	9	21.4
	42	100.0
7.Sulama şebekesinin kapalı sisteme dönüştürülmesini ister misiniz?		
1.Evet	33	78.6
2.Hayır	9	21.4
	42	100.0
8.Size son beş yılda sulama konusunda hiç eğitim verildi mi?		
1.Evet	0	0.0
2.Hayır	42	100.0
	42	100.0
9.Sulama konusunda köyünüzde yapılacak bir eğitim çalışmasına katılmak ister misiniz?		
1.Evet	37	88.1
2.Hayır	5	11.9
	42	100.0
10.Cevap evet ise ne tür bir eğitimi tercih edersiniz?		
1.Tarlada uygulama	36	78.3
2.TV programı	3	6.5
3.Broşür	0	0.0

4.Video filmi	2	4.3
5.Sözlü anlatım	5	10.9
6.Bilgisayar gösterimi	0	0.0
7.Diğer	0	0.0
	46	100.0
11.Sulama zamanına nasıl karar veriyorsunuz?		
1.Bitkinin görünüşüne göre	27	64.3
2.Toprağı elle kontrol ederek	0	0.0
3.Tansiyometre ile	0	0.0
4.Geçmiş tecrübeye dayanarak	13	31.0
5.Gelişigüzel	2	4.8
6.Diğer	0	0.0
	42	100.0
12.Sulama sırasında karşılaştığınız belli başlı sorunlar		
1.Su miktarının yetersizliği	37	88.1
2.Su temin zamanının uygunsuzluğu	5	11.9
	42	100.0
13.Sulama kanalından su alımında sifon kullanıyor musunuz?		
1.Evet	42	100.0
2.Hayır	0	0.0
	42	100.0
14.Sulama dışındaki konularda eğitim ister misiniz?		
1.Evet	36	86.8
2.Hayır	6	13.2
	42	100.0
15.Cevap evet ise hangi konularda?		
1.Toprak işleme	15	24.3
2.Ekim-dikim	5	8.1
3.Gübreleme	4	6.8
4.Z.İlaçlama	10	16.2
5.Bitki yetiştirme	5	8.1
6.Hasat	4	6.8
7.Ambalajlama	2	2.7
8.Ürün kalite kontrol	4	6.8
9.Çeşit tanıtımı	2	2.7
10.Elektronik ticaret	2	2.7
12.Uluslararası standartlar (EUREPGAP)	1	1.4
13.Organik tarım	8	6.2
14.Pazarlama	10	7.8
15.Kredi-teşvik mevzuatı	8	6.2
	78	100.0
16.Gece sulama yapıyor musunuz?		
1.Evet	0	-
2.Hayır	42	100.0
	42	100.0

EK 3 Y2 Yedek Kanalı Parsel Veri Tabanı

Parsel sıra no	Parsel kodu	Alanı		Sifon sayısı	Bir sifon debisi (L/s)	Parsel debisi (L/s)	Bitki	Ekim tarihi	Hasat tarihi	Bağlı olduğu kanal	Bağlantı noktası (m)
		(ha)	(da)								
30	P30A	0.2	2	1	20	20	BAĞ	07.Nis	05.Kas	Y2B	370
39	P39	0.2	2	1	20	20	BAĞ	07.Nis	05.Kas	Y2A	200
50	P50	0.3	3	1	20	20	BAĞ	07.Nis	05.Kas	Y2B-50	190
55	P55	0.4	4	1	20	20	BAĞ	07.Nis	05.Kas	Y2B-55	1020
63	P63	0.6	6	2	20	40	BAĞ	07.Nis	05.Kas	Y2B-63	775
79	P79	0.2	2	1	20	20	BAĞ	07.Nis	05.Kas	Y2B-79	355
1	P1	0.3	3	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B	100
4	P4	0.3	3	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B	920
5	P5	0.35	3.5	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B	880
6	P6	0.3	3	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B	850
7	P7	0.3	3	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B	830
10	P10	0.3	3	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B	785
11	P11	0.2	2	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B	760
13	P13	0.4	4	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B	675
14	P14	0.8	8	2	20	40	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B	610
16	P16	1.2	12	3	20	60	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B	510
18	P18	0.3	3	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B	470
28	P28-A	0.5	5	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B	410
114	P30B	0.5	5	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B	130
32	P32	0.25	2.5	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B	50
33	P33	0.25	2.5	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B	20
34	P34	0.3	3	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2A	0
35	P35	0.2	2	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2A	30
36	P36	0.3	3	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2A	70
38	P38	0.4	4	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2A	155
40	P40	0.4	4	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2A	225
41	P41	0.6	6	2	20	40	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2A	260
43	P43	0.4	4	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2A	355
44	P44	0.8	8	2	20	40	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2A	405
46	P46	0.35	3.5	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2A-46	275
47	P47	0.35	3.5	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2A-48	225
49	P49	0.3	3	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B-49	200
54	P54	0.6	6	2	20	40	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B-54	1015
59	P59	0.3	3	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B-59	925
60	P60	0.4	4	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B-60	875
65	P65	0.3	3	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B-66	745
66	P66	0.7	7	2	20	40	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B-66	685
68	P68	0.3	3	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B-52	625
70	P70	0.2	2	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B-70	585
72	P72	0.2	2	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B-73	535
73	P73	0.2	2	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B-73	525
75	P75	0.5	5	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B-76	485
76	P76	0.3	3	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B-76	455
81	P81	0.2	2	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B-73	650

EK 3 Y2 Yedek Kanalı Parsel Veri Tabanı (devam)

Parsel sıra no	Parsel kodu	Alanı		Sifon sayısı	Bir sifon debisi (L/s)	Parsel debisi (L/s)	Bitki	Ekim tarihi	Hasat tarihi	Bağlı olduğu kanal	Bağlantı noktası (m)
		(ha)	(da)								
82	P82	0.3	3	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B-71	660
84	P84	0.5	5	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B-67	775
85	P85	1.3	13	3	20	60	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B-66	795
86	P86	0.2	2	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B-66	865
87	P87	0.2	2	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B-66	885
88	P88	0.2	2	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B-64	890
89	P89	0.3	3	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B-64	1050
90	P90	0.4	4	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B-62	930
91	P91	0.3	3	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B-60	1020
92	P92	0.4	4	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B-60	1190
93	P93	0.4	4	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B-59	100
94	P94	0.6	6	2	20	40	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B-94	1050
95	P95	0.2	2	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B-55	1110
96	P96	1.2	12	3	20	60	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B-55	1140
97	P97	0.2	2	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B-55	1225
98	P98	0.4	4	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B-94	1200
99	P99	0.7	7	2	20	40	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B-59	1105
101	P101	0.2	2	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B-62	1090
102	P102	0.5	5	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B-66	975
103	P103	0.4	4	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B-71	810
107	P107	0.2	2	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B-55	1390
108	P108	0.6	6	2	20	40	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B-59	1385
109	P109	0.4	4	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B-59	1335
110	P110	0.4	4	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B-59	1300
111	P111	0.4	4	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B-59	1300
113	P113	0.2	2	1	20	20	DOMATES	11.May	30.Eki	Y2B-59	1280
51	P51	0.4	4	1	20	20	HUBUBAT	15.Eki	15.Tem	Y2B-51	200
100	P100	1.8	18	4	20	80	HUBUBAT	15.Eki	15.Tem	Y2B-60	1280
112	P112	0.3	3	1	20	20	HUBUBAT	15.Eki	15.Tem	Y2B-59	1215
2	P2	0.2	2	1	20	20	MISIR	10.Nis	30.Eyl	Y2B	975
17	P17	0.4	4	1	20	20	MISIR	10.Nis	30.Eyl	Y2B	485
12	P12	0.5	5	1	20	20	MISIR	10.Nis	30.Eyl	Y2B	715
19	P19	0.3	3	1	20	20	MISIR	10.Nis	30.Eyl	Y2B	460
25	P25	0.6	6	2	20	40	MISIR	10.Nis	30.Eyl	Y2B	305
42	P42	0.4	4	1	20	20	MISIR	10.Nis	30.Eyl	Y2A	310
62	P62	0.5	5	1	20	20	MISIR	10.Nis	30.Eyl	Y2B-62	800
64	P64	0.2	2	1	20	20	MISIR	10.Nis	30.Eyl	Y2B-64	750
80	P80	0.3	3	1	20	20	MISIR	10.Nis	30.Eyl	Y2B-74	630
83	P83	0.4	4	1	20	20	MISIR	10.Nis	30.Eyl	Y2B-70	700
3	P3	0.15	1.5	1	20	20	YONCA	07.Nis	05.Kas	Y2B	950
8	P8	0.2	2	1	20	20	YONCA	07.Nis	05.Kas	Y2B	815
9	P9	0.2	2	1	20	20	YONCA	07.Nis	05.Kas	Y2B	795
15	P15	0.4	4	1	20	20	YONCA	07.Nis	05.Kas	Y2B	575

EK 3 Y2 Yedek Kanalı Parsel Veri Tabanı (devam)

Parsel sıra no	Parsel kodu	Alanı		Sifon sayısı	Bir sifon debisi (L/s)	Parsel debisi (L/s)	Bitki	Ekim tarihi	Hasat tarihi	Bağlı olduğu kanal	Bağlantı noktası (m)
		(ha)	(da)								
20	P20	0.2	2	1	20	20	YONCA	07.Nis	05.Kas	Y2B	445
21	P21	0.4	4	1	20	20	YONCA	07.Nis	05.Kas	Y2B	390
22	P22	0.6	6	2	20	40	YONCA	07.Nis	05.Kas	Y2B	365
23	P23	0.2	2	1	20	20	YONCA	07.Nis	05.Kas	Y2B	355
24	P24	0.4	4	1	20	20	YONCA	07.Nis	05.Kas	Y2B	340
26	P26	0.4	4	1	20	20	YONCA	07.Nis	05.Kas	Y2B	285
27	P27	0.4	4	1	20	20	YONCA	07.Nis	05.Kas	Y2B	265
115	P28-B	0.4	4	1	20	20	YONCA	07.Nis	05.Kas	Y2B	230
29	P29	1.6	16	4	20	80	YONCA	07.Nis	05.Kas	Y2B	175
31	P31	1.2	12	3	20	60	YONCA	07.Nis	05.Kas	Y2B	75
37	P37	0.4	4	1	20	20	YONCA	07.Nis	05.Kas	Y2A	110
45	P45	0.3	3	1	20	20	YONCA	07.Nis	05.Kas	Y2A-45	355
48	P48	0.2	2	1	20	20	YONCA	07.Nis	05.Kas	Y2A-48	205
52	P52	0.3	3	1	20	20	YONCA	07.Nis	05.Kas	Y2B-52	450
53	P53	0.2	2	1	20	20	YONCA	07.Nis	05.Kas	Y2B-52	490
56	P56	0.3	3	1	20	20	YONCA	07.Nis	05.Kas	Y2B-56	955
57	P57	0.3	3	1	20	20	YONCA	07.Nis	05.Kas	Y2B-57	960
58	P58	0.3	3	1	20	20	YONCA	07.Nis	05.Kas	Y2B-58	945
61	P61	0.4	4	1	20	20	YONCA	07.Nis	05.Kas	Y2B-60	840
67	P67	0.3	3	1	20	20	YONCA	07.Nis	05.Kas	Y2B-67	655
69	P69	0.5	5	1	20	20	YONCA	07.Nis	05.Kas	Y2B-69	600
71	P71	0.5	5	1	20	20	YONCA	07.Nis	05.Kas	Y2B-71	540
74	P74	0.2	2	1	20	20	YONCA	07.Nis	05.Kas	Y2B-74	515
77	P77	0.35	3.5	1	20	20	YONCA	07.Nis	05.Kas	Y2B-77	420
78	P78	0.1	1	1	20	20	YONCA	07.Nis	05.Kas	Y2B-79	400
104	P104	0.3	3	1	20	20	YONCA	07.Nis	05.Kas	Y2B-71	755
105	P105	0.25	2.5	1	20	20	YONCA	07.Nis	05.Kas	Y2B-73	715
106	P106	0.3	3	1	20	20	YONCA	07.Nis	05.Kas	Y2B-74	670

EK 4 Optimum Koşullar için Yapılan Su Dağıtım Planında SZP1 ve SZP2 Sonuçlarının Karşılaştırılması

Bitki	Parsel no	Toplam sapma (gün)	Brüt su miktarı (mm)	Toplam sulama suyu kaybı (mm)	Sulama suyu kaybı (%)	Verim azalması (%)	Yağış etkinliği (%)	Sulama etkinliği (%)
BAĞ	30a	3		0.4		0.0	99.8	100.0
BAĞ	39	3		0.4		0.0	99.8	100.0
BAĞ	50	3		0.4		0.0	99.8	100.0
BAĞ	55	3		0.4		0.0	99.8	100.0
BAĞ	63	3		0.4		0.0	99.8	100.0
BAĞ	79	4		0.7		0.0	99.7	100.0
BAĞ ort		3.2	970	0.5	0.0	0.0	99.8	100.0
BAĞmin		3		0.4		0.0	99.7	100.0
BAĞmaks		4		0.7		0.0	99.8	100.0
BUĞDAY	51	0		56.2		0.0	93.3	100.0
BUĞDAY	100	0		56.2		0.0	93.3	100.0
BUĞDAY	112	0		56.2		0.0	93.3	100.0
BUĞDAYort		0	437	56.2	12.9	0.0	93.3	100.0
BUĞDAYmin		0		0.4		0.0	93.3	100.0
BUĞDAYmaks		0		56.2		0.0	93.3	100.0
MISIR	2	0		0.1		0.1	99.9	100.0
MISIR	12	0		0.1		0.1	99.9	100.0
MISIR	17	0		0.1		0.1	99.9	100.0
MISIR	19	0		0.1		0.1	99.9	100.0
MISIR	25	0		0.1		0.1	99.9	100.0
MISIR	42	0		0.1		0.1	99.9	100.0
MISIR	62	0		0.1		0.1	99.9	100.0
MISIR	64	0		0.1		0.1	99.9	100.0
MISIR	80	0		0.1		0.1	99.9	100.0
MISIR	83	0		0.1		0.1	99.9	100.0
MISIRort		0	841	0.1	0.0	0.1	99.9	100.0
MISIRmin		0		0.1		0.1	99.9	100.0
MISIRmaks		0		0.1		0.1	99.9	100.0
YONCA	3	1		1.9		0.1	99.8	99.8
YONCA	8	1		1.9		0.1	99.8	99.8
YONCA	9	1		1.9		0.1	99.8	99.8
YONCA	15	2		2.3		0.2	99.8	99.7
YONCA	20	0		0.0		0.0	100.0	100.0
YONCA	21	0		0.0		0.0	100.0	100.0
YONCA	22	4		3.4		0.2	98.7	99.9
YONCA	23	4		2.7		0.1	98.9	99.9
YONCA	24	2		1.9		0.1	99.8	99.8
YONCA	26	1		1.9		0.1	99.8	99.8
YONCA	27	1		1.9		0.1	99.8	99.8
YONCA	28-b	1		0.0		0.1	100.0	100.0
YONCA	29	3		2.7		0.2	98.9	99.9
YONCA	31	6		2.7		0.4	98.9	99.9
YONCA	37	4		2.7		0.2	98.9	99.9

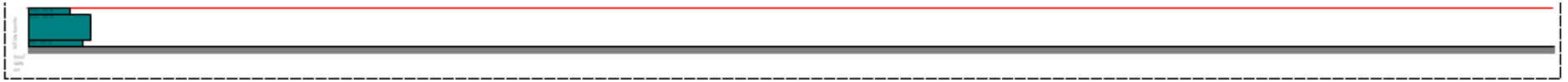
EK 4 Optimum Koşullar için Yapılan Su Dağıtım Planında SZP1 ve SZP2 Sonuçlarının Karşılaştırılması (devam)

Bitki	Parsel no	Toplam sapma (gün)	Brüt su miktarı (mm)	Toplam sulama suyu kaybı (mm)	Sulama suyu kaybı (%)	Verim azalması (%)	Yağış etkinliği (%)	Sulama etkinliği (%)
YONCA	45	6		2.7		0.4	98.9	99.9
YONCA	48	1		0.0		0.1	100.0	100.0
YONCA	52	4		2.0		0.1	99.8	99.8
YONCA	56	3		2.7		0.1	98.9	99.9
YONCA	57	5		0.0		0.2	100.0	100.0
YONCA	58	5		0.0		0.2	100.0	100.0
YONCA	61	4		0.0		0.2	100.0	100.0
YONCA	67	4		0.0		0.2	100.0	100.0
YONCA	69	1		0.0		0.1	100.0	100.0
YONCA	71	1		0.0		0.1	100.0	100.0
YONCA	74	2		1.9		0.1	99.8	99.8
YONCA	77	2		0.0		0.2	100.0	100.0
YONCA	78	4		0.0		0.3	100.0	100.0
YONCA	104	2		0.0		0.2	100.0	100.0
YONCA	105	4		2.3		0.3	99.8	99.7
YONCA	106	6		2.3		0.3	99.8	99.7
YONCAort		2.8	1072	1.4	0.1	0.2	99.7	99.9
YONCAmin		2		0.0		0.1	99.8	99.7
YONCAmaks		6		2.3		0.3	100.0	100.0
DOMATES	1	1		1.7		0.0	99.6	99.8
DOMATES	4	1		1.7		0.0	99.6	99.8
DOMATES	5	1		1.7		0.0	99.6	99.8
DOMATES	5	1		1.7		0.0	99.6	99.8
DOMATES	7	1		1.7		0.0	99.6	99.8
DOMATES	10	1		1.7		0.0	99.6	99.8
DOMATES	11	1		1.7		0.0	99.6	99.8
DOMATES	13	1		1.7		0.0	99.6	99.8
DOMATES	14	1		0.0		0.0	100.0	100.0
DOMATES	16	1		0.0		0.0	100.0	100.0
DOMATES	18	1		0.0		0.0	100.0	100.0
DOMATES	28-a	1		1.7		0.0	99.6	99.8
DOMATES	30-b	1		1.7		0.0	99.6	99.8
DOMATES	32	1		0.0		0.0	100.0	100.0
DOMATES	33	1		0.0		0.0	100.0	100.0
DOMATES	34	1		0.0		0.0	100.0	100.0
DOMATES	35	1		1.7		0.0	99.6	99.8
DOMATES	36	1		0.0		0.0	100.0	100.0
DOMATES	38	2		0.0		0.0	100.0	100.0
DOMATES	40	2		0.0		0.0	100.0	100.0
DOMATES	41	3		0.0		0.1	100.0	100.0
DOMATES	43	3		0.0		0.1	100.0	100.0
DOMATES	44	5		0.0		0.1	100.0	100.0
DOMATES	46	5		0.0		0.1	100.0	100.0
DOMATES	47	4		0.0		0.1	100.0	100.0
DOMATES	49	4		0.0		0.1	100.0	100.0

EK 4 Optimum Koşullar için Yapılan Su Dağıtım Planında SZP1 ve SZP2 Sonuçlarının Karşılaştırılması (devam)

Bitki	Parsel no	Toplam sapma (gün)	Brüt su miktarı (mm)	Toplam sulama suyu kaybı (mm)	Sulama suyu kaybı (%)	Verim azalması (%)	Yağış etkinliği (%)	Sulama etkinliği (%)
DOMATES	54	5		0.0		0.1	100.0	100.0
DOMATES	59	4		0.0		0.1	100.0	100.0
DOMATES	60	4		0.0		0.1	100.0	100.0
DOMATES	65	5		0.0		0.1	100.0	100.0
DOMATES	66	8		1.9		0.1	99.9	99.8
DOMATES	68	5		0.0		0.1	100.0	100.0
DOMATES	70	5		0.0		0.1	100.0	100.0
DOMATES	72	6		0.0		0.1	100.0	100.0
DOMATES	73	6		0.0		0.1	100.0	100.0
DOMATES	75	8		2.4		0.0	98.7	99.9
DOMATES	76	7		1.2		0.0	99.7	99.9
DOMATES	81	8		5.9		0.1	99.2	99.4
DOMATES	82	12		2.9		0.1	98.6	99.9
DOMATES	84	15		3.2		0.1	98.8	99.8
DOMATES	85	19		4,0		0.2	98.6	99.7
DOMATES	86	19		3.8		0.1	98.4	99.8
DOMATES	87	17		3.7		0.1	98.6	99.8
DOMATES	88	19		3.7		0.1	98.6	99.8
DOMATES	89	20		3.9		0.2	98.4	99.8
DOMATES	90	20		3.8		0.1	98.4	99.8
DOMATES	91	19		4.3		0.2	98.0	99.8
DOMATES	92	21		4.7		0.2	98.0	99.7
DOMATES	93	20		4.3		0.2	98.0	99.8
DOMATES	94	20		4.3		0.2	98.0	99.8
DOMATES	95	20		4.3		0.2	98.0	99.8
DOMATES	96	21		4.7		0.3	99.7	98.2
DOMATES	97	20		4.3		0.2	98.0	99.8
DOMATES	98	21		4.6		0.2	98.0	99.7
DOMATES	99	22		4.6		0.3	98.0	99.7
DOMATES	101	21		4.6		0.2	98.0	99.7
DOMATES	102	22		4.6		0.3	98.0	99.7
DOMATES	103	21		4.6		0.2	98.0	99.7
DOMATES	107	23		4.6		0.3	98.0	99.7
DOMATES	108	21		4,9		0.2	98.3	99.7
DOMATES	109	22		4.6		0.3	98.0	99.7
DOMATES	110	21		4.6		0.2	98.0	99.7
DOMATES	111	23		5.0		0.3	97.9	99.7
DOMATES	113	23		4.7		0.3	97.9	99.7
DOM.ort		10.0	1378	2.2	0.2	0.1	99.2	99.8
DOM. min		1		4.6		0.2	97.9	99.7
DOM. maks		23		5.0		0.3	99.2	99.8
GENEL								
Ort		3.2		12.1	2.6	0.1	98.4	99.9
Min		0		0.0	0	0.0	93.3	99.7
Maks		23		56.2	0	0.3	99.9	100.0
Kontrol P.		20		30	5	2	90	95
Kontrol		UY DEĞ		'UYGUN'	'UYGUN'	'UYGUN'	'UYGUN'	'UYGUN'

EK 5 Optimum Koşullar için Elde Edilen Su Dağıtım Planı



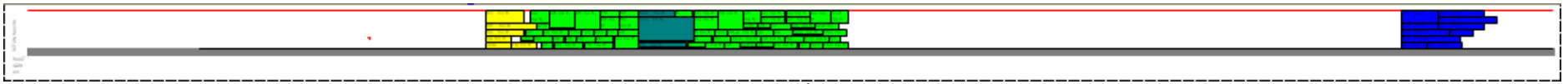
11-20 MAYIS



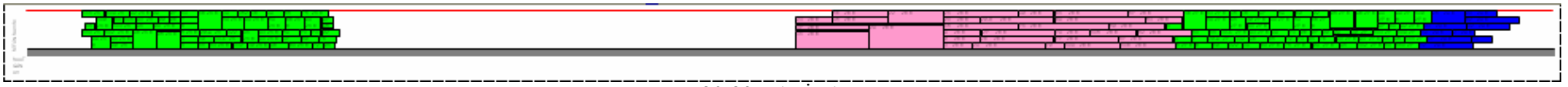
21-30 MAYIS



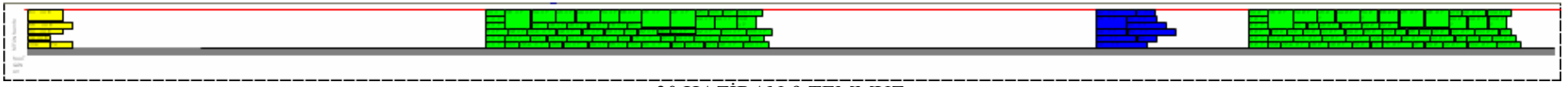
31 MAYIS-9 HAZİRAN



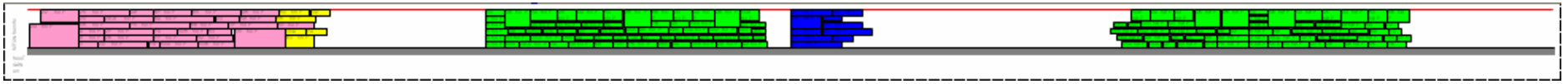
10-19 HAZİRAN



20-29 HAZİRAN



30 HAZİRAN-9 TEMMUZ

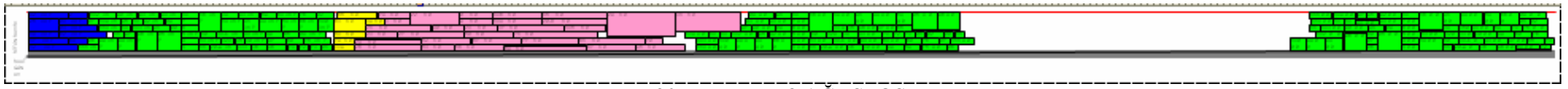


10-19 TEMMUZ

EK 5 Optimum Koşullar için Elde Edilen Su Dağıtım Planı (devam)



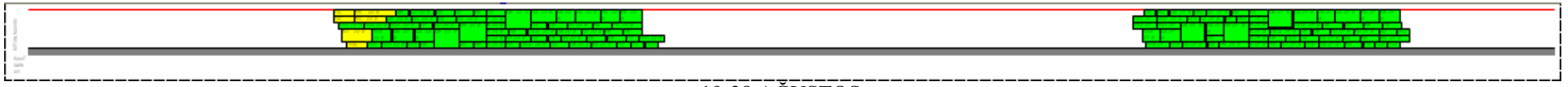
20-29 TEMMUZ



30 TEMMUZ-8 AĞUSTOS



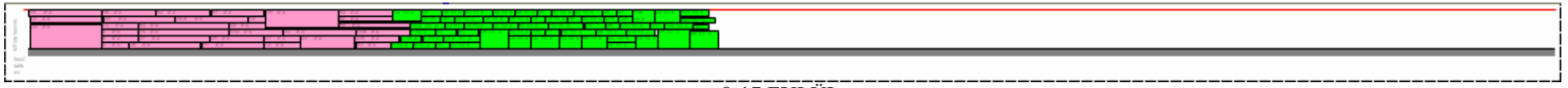
9-18 AĞUSTOS



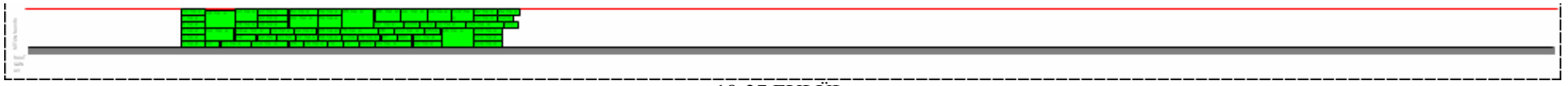
19-28 AĞUSTOS



29AĞUSTOS-7 EYLÜL



8-17 EYLÜL



18-27 EYLÜL

EK 6 Rotasyondan Sonra Parsellere İlişkin Su Miktarları ve Verimdeki Sapma Miktarları

Bitki	Parsel no	Toplam sapma (gün)	Brüt su miktarı (mm)	Toplam sulama suyu kaybı (mm)	Sulama suyu kaybı (%)	Verim azalması (%)	Yağış etkinliği (%)	Sulama etkinliği (%)
BAĞ	30a	1		0.0		0.0	100.0	100.0
BAĞ	39	1		0.0		0.0	100.0	100.0
BAĞ	50	1		0.0		0.0	100.0	100.0
BAĞ	55	1		0.0		0.0	100.0	100.0
BAĞ	63	1		0.0		0.0	100.0	100.0
BAĞ	79	1		0.0		0.0	100.0	100.0
BAĞ ort		1	970	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0
BAĞmin		1		0.0		0.0	100.0	100.0
BAĞmaks		1		0.0		0.0	100.0	100.0
BUĞDAY	51	0		56.2		0.0	93.3	100.0
BUĞDAY	100	0		56.2		0.0	93.3	100.0
BUĞDAY	112	0		56.2		0.0	93.3	100.0
BUĞDAYort		0	437	56.2	12.9	0.0	93.3	100.0
BUĞDAYmin		0		0.0		0.0	93.3	100.0
BUĞDAYmaks		0		56.2		0.0	100.0	100.0
MISIR	2	6		8.1		0.7	99.0	98.7
MISIR	12	6		8.1		0.7	99.0	98.7
MISIR	17	6		8.1		0.7	99.0	98.7
MISIR	19	6		8.1		0.7	99.0	98.7
MISIR	25	6		8.1		0.7	99.0	98.7
MISIR	42	6		8.1		0.7	99.0	98.7
MISIR	62	6		8.1		0.7	99.0	98.7
MISIR	64	6		8.1		0.7	99.0	98.7
MISIR	80	6		8.1		0.7	99.0	98.7
MISIR	83	6		8.1		0.7	99.0	98.7
MISIRort		6	841	8.1	1.0	0.7	99.0	98.7
MISIRmin		6		8.1		0.7	99.0	98.7
MISIRmaks		6		8.1		0.7	99.0	98.7
YONCA	3	4		4.1		0.1	99.4	99.6
YONCA	8	4		4.1		0.1	99.4	99.6
YONCA	9	4		4.1		0.1	99.4	99.6
YONCA	15	6		4.7		0.2	99.3	99.5
YONCA	20	3		3.8		0.1	99.5	99.6
YONCA	21	4		3.8		0.1	99.5	99.6
YONCA	22	6		4.5		0.1	98.9	99.7
YONCA	23	5		4.5		0.2	98.9	99.7
YONCA	24	6		4.1		0.1	99.4	99.6
YONCA	26	5		4.1		0.1	99.4	99.6
YONCA	27	5		4.1		0.1	99.4	99.6
YONCA	28-b	5		3.8		0.2	99.5	99.6
YONCA	29	6		4.5		0.2	98.9	99.7
YONCA	31	7		4.5		0.4	98.9	99.7
YONCA	37	5		4.5		0.2	98.9	99.7
YONCA	45	7		4.5		0.4	98.9	99.7

EK 6 Rotasyondan Sonra Parsellere İlişkin Su Miktarları ve Verimdeki Sapma Miktarları (devam)

Bitki	Parsel no	Toplam sapma (gün)	Brüt su miktarı (mm)	Toplam sulama suyu kaybı (mm)	Sulama suyu kaybı (%)	Verim azalması (%)	Yağış etkinliği (%)	Sulama etkinliği (%)
YONCA	48	3		3.8		0.2	99.5	99.6
YONCA	52	7		9.6		0.3	99.2	98.8
YONCA	53	6		4.2		0.1	99.4	99.5
YONCA	56	4		4.5		0.1	98.9	99.7
YONCA	57	7		9.6		0.4	99.2	98.8
YONCA	58	7		0.0		0.3	100.0	100.0
YONCA	61	6		0.3		0.3	99.8	100.0
YONCA	67	8		0.0		0.3	100.0	100.0
YONCA	69	9		11.8		0.4	99.0	98.5
YONCA	71	7		8.1		0.3	99.3	99
YONCA	74	6		4.1		0.2	99.4	99.6
YONCA	77	8		8.1		0.4	99.3	99
YONCA	78	8		4.0		0.4	99.5	99.5
YONCA	104	6		3.8		0.3	99.5	99.6
YONCA	105	5		4.7		0.2	99.3	99.5
YONCA	106	7		3.0		0.3	99.8	99.6
YONCAort		5.8	1072	4.6	0.4	0.2	99.3	99.5
YONCAmin		3		0.0		0.1	98.9	98.5
YONCAmaks		9		11.8		0.4	100.0	100.0
DOMATES	1	11		8.3		0.2	99.3	99.1
DOMATES	4	13		8.3		0.5	99.3	99.1
DOMATES	5	13		8.3		0.2	99.3	99.1
DOMATES	6	10		6.0		0.1	99.3	99.4
DOMATES	7	11		8.3		0.2	99.3	99.1
DOMATES	10	13		8.3		0.2	99.3	99.1
DOMATES	11	9		8.5		0.2	99.3	99.1
DOMATES	13	11		8.3		0.2	99.3	99.1
DOMATES	14	15		8.3		0.7	99.3	99.1
DOMATES	16	14		8.3		0.6	99.3	99.1
DOMATES	18	14		10.2		0.6	99.0	98.9
DOMATES	28-a	13		8.3		0.5	99.3	99.1
DOMATES	30-b	12		6.0		0.4	99.3	99.4
DOMATES	32	14		10.2		0.6	99.0	98.9
DOMATES	33	14		10.2		0.6	99.0	98.9
DOMATES	34	15		10.1		0.6	99.0	98.9
DOMATES	35	13		8.3		0.5	99.3	99.1
DOMATES	36	15		10.1		0.6	99.0	98.9
DOMATES	38	15		10.2		0.6	99.0	98.9
DOMATES	40	16		10.2		0.6	99.0	98.9
DOMATES	41	15		8.3		0.7	99.3	99.1
DOMATES	43	16		10.2		0.6	99.0	98.9
DOMATES	44	17		10.1		0.6	99.0	98.9

EK 6 Rotasyondan Sonra Parsellere İlişkin Su Miktarları ve Verimdeki Sapma Miktarları (devam)

Bitki	Parsel no	Toplam sapma (gün)	Brüt su miktarı (mm)	Toplam sulama suyu kaybı (mm)	Sulama suyu kaybı (%)	Verim azalması (%)	Yağış etkinliği (%)	Sulama etkinliği (%)
DOMATES	46	17		10.1		0.6	99.0	98.9
DOMATES	47	15		10.6		0.6	99.0	98.9
DOMATES	49	15		10.6		0.6	99.0	98.9
DOMATES	54	16		10.0		0.6	99.3	98.9
DOMATES	59	16		10.2		0.6	99.0	98.9
DOMATES	60	14		10.6		0.5	99.0	98.9
DOMATES	65	15		10.5		0.5	99.0	98.9
DOMATES	66	18		10.4		0.5	99.3	98.9
DOMATES	68	16		10.1		0.5	99.0	98.9
DOMATES	70	15		10.3		0.6	99.3	98.9
DOMATES	72	17		10.1		0.5	99.0	98.9
DOMATES	73	17		10.3		0.6	99.3	98.9
DOMATES	75	18		6.6		0.5	99.3	99.3
DOMATES	76	17		9.1		0.5	99.0	99.1
DOMATES	81	16		6.5		0.4	99.2	99.3
DOMATES	82	21		7.1		0.6	99.0	99.3
DOMATES	84	23		6.9		0.5	99.1	99.3
DOMATES	85	24		13.1		0.9	99.3	98.5
DOMATES	86	25		12.2		0,8	98.7	98.7
DOMATES	87	26		12.4		1.0	98.4	98.7
DOMATES	88	23		11.6		0.9	99.0	98.7
DOMATES	89	26		12.2		0.9	98.7	98.7
DOMATES	90	25		12.2		0.9	98.7	98.7
DOMATES	91	24		13.1		0.6	98.4	98.7
DOMATES	92	24		13.5		0.7	97.9	98.7
DOMATES	93	23		13.1		0.6	97.9	98.7
DOMATES	94	23		13.2		0.6	98.4	98.6
DOMATES	95	22		12.5		0.6	98.1	98.8
DOMATES	96	25		13.4		1.0	98.8	98.6
DOMATES	97	21		12.3		0.6	98.2	98.8
DOMATES	98	24		13.3		0.6	97.9	98.7
DOMATES	99	24		13.3		0.6	97.9	98.7
DOMATES	101	25		13.5		0.7	97.7	98.7
DOMATES	102	24		13.3		0.6	97.9	98.7
DOMATES	103	25		13.5		0.7	97.7	98.7
DOMATES	107	26		13.5		0.7	97.7	98.7
DOMATES	108	24		10,8		0.5	98.2	99.0
DOMATES	109	25		13.5		0.7	97.7	98.7
DOMATES	110	25		13.5		0.7	97.7	98.7
DOMATES	111	26		14.3		0,8	97.6	98.6
DOMATES	113	24		12.1		0.7	98.2	98.8

EK 6 Rotasyondan Sonra Parsellere İlişkin Su Miktarları ve Verimdeki Sapma Miktarları (devam)

Bitki	Parsel no	Toplam sapma (gün)	Brüt su miktarı (mm)	Toplam sulama suyu kaybı (mm)	Sulama suyu kaybı (%)	Verim azalması (%)	Yağış etkinliği (%)	Sulama etkinliği (%)
DOM.ort		18.4	1378	10.5	0.8	0.6	97.6	98.9
DOM.min		9		6.0		0.1	97.6	98.5
DOM.maks		26		14.3		0.8	98.2	98.8
GENEL								
Ort		6.2		15,.9	3.0	0.3	97.8	99.4
Min		0		0.0	0	0.0	93.3	98.5
Maks		26		56.2	0	0.7	100.0	100.0
Kontrol Parametreleri		20		30	5	2	90	95
Kontrol		'UY DEĞİL'		'UY DEĞİL'	'UYGUN'	'UYGUN'	'UYGUN'	'UYGUN'

EK 7 Revizeden Sonra Parsellere İlişkin Su Miktarları ve Verimdeki Sapma Miktarları

Bitki	Parsel no	Toplam sapma (gün)	Brüt su miktarı (mm)	Toplam sulama suyu kaybı (mm)	Sulama suyu kaybı (%)	Verim azalması (%)	Yağış etkinliği (%)	Sulama etkinliği (%)
BAĞ	30a	5		0.0		0.0	100.0	100.0
BAĞ	39	1		0.0		0.0	100.0	100.0
BAĞ	50	6		0.0		0.0	100.0	100.0
BAĞ	55	5		0.0		0.0	100.0	100.0
BAĞ	63	3		0.0		0.0	100.0	100.0
BAĞ	79	5		0.0		0.0	100.0	100.0
BAĞort		4.17	970	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0
BAĞmin		1		0.0		0.0	100.0	100.0
BAĞmaks		6		0.0		0.0	100.0	100.0
BUĞDAY	51	0		0.0		0.0	93.3	100.0
BUĞDAY	100	0		0.0		0.0	93.3	100.0
BUĞDAY	112	0		0.0		0.0	93.3	100.0
BUĞDAYort		0	437	0.0	0.0	0.0	93.3	100.0
BUĞDAYmin		0		0.0		0.0	93.3	100.0
BUĞDAYmaks		0		0.0		0.0	93.3	100.0
MISIR	2	7		8.1		0.7	99.0	98.7
MISIR	12	6		8.1		0.7	99.0	98.7
MISIR	17	6		8.1		0.7	99.0	98.7
MISIR	19	6		8.1		0.7	99.0	98.7
MISIR	25	6		8.1		0.7	99.0	98.7
MISIR	42	7		8.1		0.7	99.0	98.7
MISIR	62	6		8.1		0.7	99.0	98.7
MISIR	64	6		8.1		0.7	99.0	98.7
MISIR	80	6		8.1		0.7	99.0	98.7
MISIR	83	6		8.1		0.7	99.0	98.7
MISIRort		6.2	841	8.1	1.0	0.7	99.0	98.7
MISIRmin		6		8.1		0.7	99.0	98.7
MISIRmaks		7		8.1		0.7	99.0	98.7
YONCA	3	4		4.1		0.1	99.4	99.6
YONCA	8	4		4.1		0.1	99.4	99.6
YONCA	9	4		4.1		0.1	99.4	99.6
YONCA	15	6		4.7		0.2	99.3	99.5
YONCA	20	3		3.8		0.1	99.5	99.6
YONCA	21	4		3.8		0.1	99.5	99.6
YONCA	22	6		4.5		0.1	98.9	99.7
YONCA	23	5		4.5		0.2	98.9	99.7
YONCA	24	6		4.1		0.1	99.4	99.6
YONCA	26	5		4.1		0.1	99.4	99.6
YONCA	27	5		4.1		0.1	99.4	99.6
YONCA	28-b	8		3.8		0.2	99.5	99.6
YONCA	29	6		4.5		0.2	98.9	99.7

EK 7 Revizeden Sonra Parsellere İlişkin Su Miktarları ve Verimdeki Sapma Miktarları (devam)

Bitki	Parsel no	Toplam sapma (gün)	Brüt su miktarı (mm)	Toplam sulama suyu kaybı (mm)	Sulama suyu kaybı (%)	Verim azalması (%)	Yağış etkinliği (%)	Sulama etkinliği (%)
YONCA	31	10		4.5		0.4	98.9	99.7
YONCA	37	7		4.5		0.2	98.9	99.7
YONCA	45	7		4.5		0.4	98.9	99.7
YONCA	48	3		3.8		0.2	99.5	99.6
YONCA	52	7		9,6		0.3	99.2	98.8
YONCA	53	6		4.2		0.1	99.4	99.5
YONCA	56	7		4.5		0.1	98.9	99.7
YONCA	57	7		9.6		0.4	99.2	98.8
YONCA	58	7		0.0		0.3	100.0	100.0
YONCA	61	6		0.3		0.3	99.8	100.0
YONCA	67	8		0.0		0.3	100.0	100.0
YONCA	69	9		11.8		0.4	99.0	98.5
YONCA	71	7		8.1		0.3	99.3	99.0
YONCA	74	8		4.1		0.2	99.4	99.6
YONCA	77	8		8.1		0.4	99.3	99.0
YONCA	78	8		4.0		0.4	99.5	99.5
YONCA	104	6		3.8		0.3	99.5	99.6
YONCA	105	5		4.7		0.2	99.3	99.5
YONCA	106	7		3.0		0.3	99.8	99.6
YONCAort		6.2	2	4.6	0.4	0.2	99.3	99.5
YONCAmin		3		0.0		0.1	98.9	98.5
YONCAmaks		10		11.8		0.4	100.0	100.0
DOMATES	1	15		10.2		0.4	99.0	98.9
DOMATES	4	16		8.3		0.5	99.3	99.1
DOMATES	5	14		8.3		0.5	99.3	99.1
DOMATES	6	15		6.0		0.5	99.3	99.4
DOMATES	7	16		8.3		0.4	99.3	99.1
DOMATES	10	16		12.6		0.8	99.3	98.6
DOMATES	11	16		12.8		0.6	99.3	98.6
DOMATES	13	17		10.2		0.5	99.0	98.9
DOMATES	14	16		8.6		0.7	99.3	99.1
DOMATES	16	18		8.3		0.7	99.3	99.1
DOMATES	18	14		10.2		0.6	99.0	98.9
DOMATES	28-a	16		10.2		0.6	99.0	98.9
DOMATES	30-b	17		9.2		0.6	99.0	99.0
DOMATES	32	16		12.6		0,8	99.3	98.6
DOMATES	33	15		10.6		0.3	98.4	99.0
DOMATES	34	15		10.1		0.6	99.0	98.9
DOMATES	35	15		8.5		0.6	99.3	99.1
DOMATES	36	15		10.1		0.6	99.0	98.9
DOMATES	38	18		10.8		0.7	98.4	98.9
DOMATES	40	17		9.3		0.5	98.7	99.1

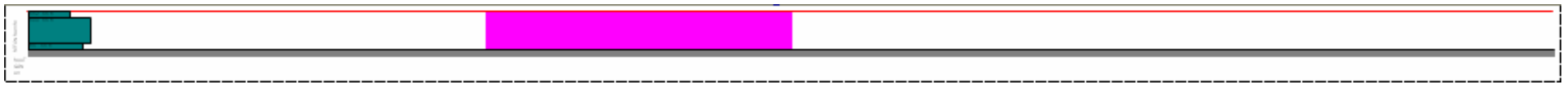
EK 7 Revizeden Sonra Parsellere İlişkin Su Miktarları ve Verimdeki Sapma Miktarları (devam)

Bitki	Parsel no	Toplam sapma (gün)	Brüt su miktarı (mm)	Toplam sulama suyu kaybı (mm)	Sulama suyu kaybı (%)	Verim azalması (%)	Yağış etkinliği (%)	Sulama etkinliği (%)
DOMATES	41	17		8.5		0.7	99.3	99.1
DOMATES	43	18		10.5		0.6	99.0	98.9
DOMATES	44	17		10.1		0.6	99.0	98.9
DOMATES	46	17		10.3		0.6	99.0	98.9
DOMATES	47	15		8.7		0.6	99.3	99
DOMATES	49	14		10.6		0.3	99.0	98.9
DOMATES	54	18		10.0		0.6	99.3	98.9
DOMATES	59	16		10.2		0.5	99.0	98.9
DOMATES	60	17		13.3		0.6	99.2	98.5
DOMATES	65	16		12.9		0.6	99.3	98.5
DOMATES	66	18		10.4		0.5	99.3	98.9
DOMATES	68	17		10.3		0.5	99.0	98.9
DOMATES	41	17		8.5		0.7	99.3	99.1
DOMATES	43	18		10.5		0.6	99.0	98.9
DOMATES	44	17		10.1		0.6	99.0	98.9
DOMATES	46	17		10.3		0.6	99.0	98.9
DOMATES	47	15		8.7		0.6	99.3	99
DOMATES	49	14		10.6		0.3	99.0	98.9
DOMATES	54	18		10.0		0.6	99.3	98.9
DOMATES	59	16		10.2		0.5	99.0	98.9
DOMATES	60	17		13.3		0.6	99.2	98.5
DOMATES	65	16		12.9		0.6	99.3	98.5
DOMATES	66	18		10.4		0.5	99.3	98.9
DOMATES	68	17		10.3		0.5	99.0	98.9
DOMATES	70	17		12.5		0.7	99.3	98.6
DOMATES	72	17		10.1		0.5	99.0	98.9
DOMATES	73	15		6.6		0.5	99.6	99.3
DOMATES	75	18		6.6		0.5	99.3	99.3
DOMATES	76	17		9.1		0.5	99.0	99.1
DOMATES	81	13		6.4		0.1	99.3	99.3
DOMATES	82	18		6.9		0.4	99.0	99.3
DOMATES	84	18		6.7		0.2	99.3	99.3
DOMATES	85	19		12.0		0.6	98.7	98.7
DOMATES	86	17		3.4		0.1	98.9	99.8
DOMATES	87	17		3.1		0.2	98.8	99.8
DOMATES	88	19		11.6		0.6	99.0	98.7
DOMATES	89	19		3.6		0.2	99.0	99.7
DOMATES	90	18		5.0		0.4	98.4	99.6
DOMATES	91	19		13.1		0.6	98.4	98.7
DOMATES	92	19		13.5		0.7	97.9	98.7
DOMATES	93	19		13.1		0.6	97.9	98.7
DOMATES	94	19		13.2		0.6	98.4	98.6

EK 7 Revizeden Sonra Parsellere İlişkin Su Miktarları ve Verimdeki Sapma Miktarları (devam)

Bitki	Parsel no	Toplam sapma (gün)	Brüt su miktarı (mm)	Toplam sulama suyu kaybı (mm)	Sulama suyu kaybı (%)	Verim azalması (%)	Yağış etkinliği (%)	Sulama etkinliği (%)
DOMATES	95	19		12.5		0.6	98.1	98.8
DOMATES	96	17		13.4		1.0	98.8	98.6
DOMATES	97	18		12.3		0.6	98.2	98.8
DOMATES	98	17		13.3		0.6	97.9	98.7
DOMATES	99	19		13.3		0.6	97.9	98.7
DOMATES	101	19		13.5		0.7	97.7	98.7
DOMATES	102	19		13.3		0.6	97.9	98.7
DOMATES	103	17		13.5		0.7	97.7	98.7
DOMATES	107	17		13.5		0.7	97.7	98.7
DOMATES	108	19		10.8		0.5	98.2	99
DOMATES	109	18		13.5		0.7	97.7	98.7
DOMATES	110	18		13.5		0.7	97.7	98.7
DOMATES	111	19		14.3		0,8	97.6	98.6
DOMATES	113	18		12.1		0.7	98.2	98.8
DOM.ort		17.0	1378	10.3	0.7	0.6	98.8	98.9
DOM.min		13		3.1		0.1	97.6	98.5
DOM.maks		19		14.3		1.0	99.6	99.8
GENEL								
Ort		6.7		4.6	0.4	0.3	98.1	99.4
Min		0		0.0	0	0.0	93.3	98.5
Maks		19		14.3	0	1.0	100.0	100.0
Kontrol Parametreleri		20		30	5	2	90	95
KONTROL		'UYGUN'		'UYGUN'	'UYGUN'	'UYGUN'	'UYGUN'	'UYGUN'

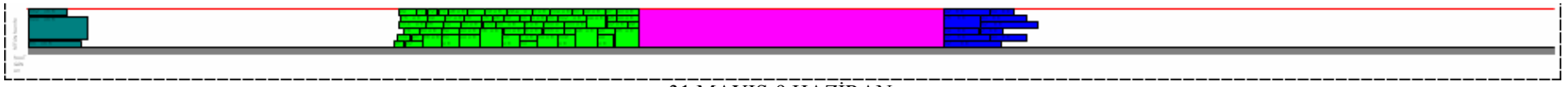
EK 8 Rotasyon Koşulu için Elde Edilen Revize Su Dağıtım Planı



11-20 MAYIS



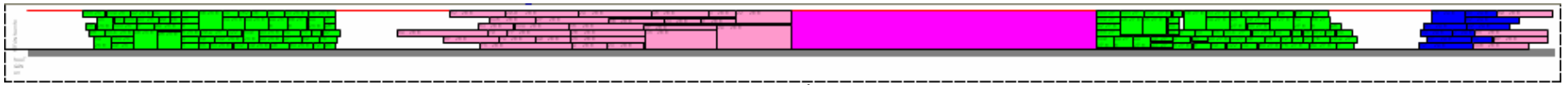
21-30 MAYIS



31 MAYIS-9 HAZİRAN



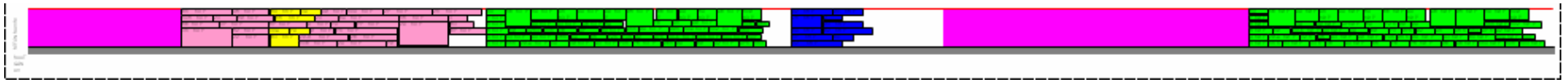
10-19 HAZİRAN



20-29 HAZİRAN

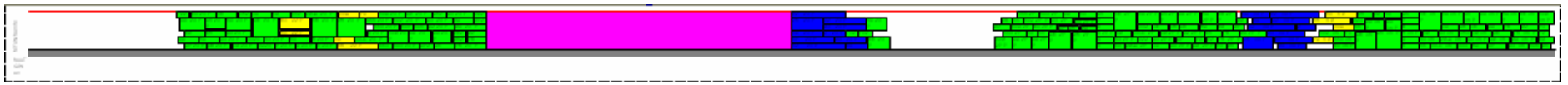


30 HAZİRAN-9 TEMMUZ



10-19 TEMMUZ

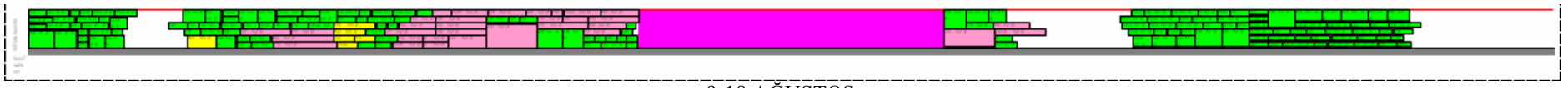
EK 8 Rotasyon Koşulu için Elde Edilen Revize Su Dağıtım Planı (devam)



20-29 TEMMUZ



30 TEMMUZ-8 AĞUSTOS



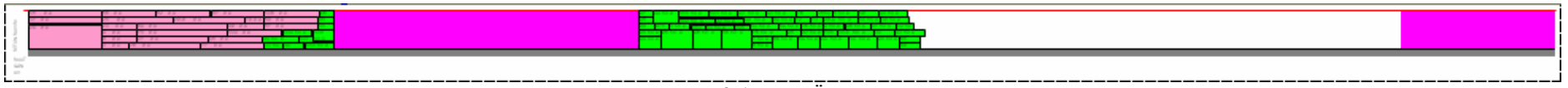
9-18 AĞUSTOS



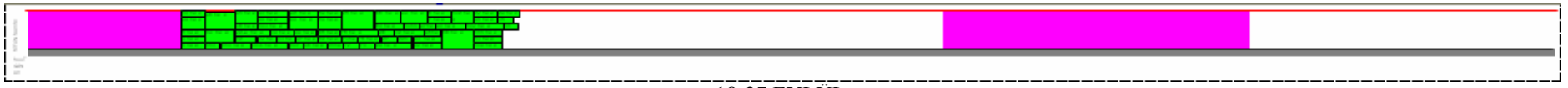
19-28 AĞUSTOS



29AĞUSTOS-7 EYLÜL



8-17 EYLÜL



18-27 EYLÜL

EK 9 Kısıntılı Koşullarda Parsellere İlişkin Su Miktarları ve Verimdeki Sapma Miktarları

Bitki	Parsel no	Toplam sapma (gün)	Brüt su miktarı (mm)	Toplam sulama suyu kaybı (mm)	Sulama suyu kaybı (%)	Verim azalması (%)	Yağış etkinliği (%)	Sulama etkinliği (%)
BAĞ	30a	5		0.0		1.3	100.0	100.0
BAĞ	39	5		0.0		1.3	100.0	100.0
BAĞ	50	9		0.0		1.4	100.0	100.0
BAĞ	55	11		0.0		1.5	100.0	100.0
BAĞ	63	7		0.0		1.4	100.0	100.0
BAĞ	79	7		0.0		1.4	100.0	100.0
BAĞ ort		7.3	558	0.0	0.0	1.4	100.0	100.0
BAĞmin		5		0.0		1.3	100.0	100.0
BAĞmaks		11		0.0		1.5	100.0	100.0
BUĞDAY	51	3		13.5		0.2	92.8	96.9
BUĞDAY	100	3		13.5		0.2	92.8	96.9
BUĞDAY	112	3		13.5		0.2	92.8	96.9
BUĞDAYort		3	262	13.5	5.2	0.2	92.8	96.9
BUĞDAYmin		3		13.5		0.2	92.8	96.9
BUĞDAYmaks		3		13.5		0.2	92.8	96.9
MISIR	2	6		3.9		4.1	99.4	99.3
MISIR	12	5		3.5		4.0	99.4	99.4
MISIR	17	5		3.5		4.0	99.4	99.4
MISIR	19	5		3.5		4.0	99.4	99.4
MISIR	25	5		3.5		4.0	99.4	99.4
MISIR	42	5		3.5		4.0	99.4	99.4
MISIR	62	5		3.5		4.0	99.4	99.4
MISIR	64	6		3.9		4.1	99.4	99.3
MISIR	80	5		3.5		4.0	99.4	99.4
MISIR	83	5		3.5		4.0	99.4	99.4
MISIRort		5.2	454	3.6	0.8	4.0	99.4	99.4
MISIRmin		5		3.5		4.0	99.4	99.3
MISIRmaks		6		3.9		4.1	99.4	99.4
YONCA	3	5		1.8		2.4	99.6	99.8
YONCA	8	10	5	1.8		2.4	99.6	99.8
YONCA	9	7		1.8		2.4	99.6	99.8
YONCA	15	10		4.3		2.6	99.5	99.5
YONCA	20	9		4,0		2.6	99.5	99.5
YONCA	21	10		4.3		2.6	99.5	99.5
YONCA	22	13		3.6		2.4	99.1	99.7
YONCA	23	11		5.5		2.6	98.9	99.5
YONCA	24	6		0.0		2.2	100.0	100.0
YONCA	26	6		0.0		2.2	100.0	100.0
YONCA	27	8		0.0		2.2	100.0	100.0
YONCA	28b	9		2.1		2.6	99.6	99.8

EK 9 Kısıntılı Koşullarda Parsellere İlişkin Su Miktarları ve Verimdeki Sapma Miktarları (devam)

Bitki	Parsel no	Toplam sapma (gün)	Brüt su miktarı (mm)	Toplam sulama suyu kaybı (mm)	Sulama suyu kaybı (%)	Verim azalması (%)	Yağış etkinliği (%)	Sulama etkinliği (%)
YONCA	29	16		7.1		2.6	98.5	99.3
YONCA	31	16		7.1		2,5	98.5	99.3
YONCA	37	14		5.5		2,8	98.9	99.5
YONCA	45	8		5.5		2,9	98.9	99.5
YONCA	48	6		1.9		2.6	99.6	99.8
YONCA	52	12		21.0		4.3	98.6	97,0
YONCA	53	4		0.0		2.4	100.0	100.0
YONCA	56	10		5.5		2.9	98.9	99.5
YONCA	57	6		1.9		2.8	99.6	99.8
YONCA	58	12		21.0		4.4	98.6	97.0
YONCA	61	15		23.9		4.7	98.5	96,6
YONCA	67	13		21.0		4.4	98.6	97.0
YONCA	69	19		23.9		4.7	98.5	96.6
YONCA	71	17		23.3		4.6	98.5	96.7
YONCA	74	4		0.0		2.6	100.0	100.0
YONCA	77	14		20.8		4.7	98.6	97.0
YONCA	78	4		0.0		2.2	100.0	100.0
YONCA	104	12		20,8		4.6	98.6	97.0
YONCA	105	13		21.0		4.6	98.6	97.0
YONCA	106	13		21.0		4.6	98.6	97.0
YONCAort		10.4	602	8.8	1.5	3.2	99.2	98.8
YONCAmin		4		0.0		2.2	98.5	96.6
YONCAmaks		19		23.9		4.7	100.0	100.0
DOMATES	1	25		1.8		5.6	99.4	99.9
DOMATES	4	23		1.8		5.4	99.4	99.9
DOMATES	5	22		1.7		5.2	100.0	100.0
DOMATES	6	22		0.0		5.2	100.0	100.0
DOMATES	7	22		0.0		5.2	100.0	100.0
DOMATES	10	21		0.0		5.3	100.0	100.0
DOMATES	11	16		0.0		5.3	100.0	100.0
DOMATES	13	20		0.0		5.3	100.0	100.0
DOMATES	14	27		0.0		5.5	100.0	100.0
DOMATES	16	28		0.0		6.0	100.0	100.0
DOMATES	18	17		0.0		5.3	100.0	100.0
DOMATES	28-a	18		0.0		5.5	100.0	100.0
DOMATES	30-b	16		0.0		5.5	100.0	100.0
DOMATES	32	17		0.0		5.7	100.0	100.0
DOMATES	33	17		0.0		5.7	100.0	100.0
DOMATES	34	18		0.0		5.7	100.0	100.0
DOMATES	35	18		0.0		5.7	100.0	100.0
DOMATES	36	20		0.0		5.6	100.0	100.0
DOMATES	38	16		0.0		5.7	100.0	100.0

EK 9 Kısıntılı Koşullarda Parsellere İlişkin Su Miktarları ve Verimdeki Sapma Miktarları (devam)

Bitki	Parsel no	Toplam sapma (gün)	Brüt su miktarı (mm)	Toplam sulama suyu kaybı (mm)	Sulama suyu kaybı (%)	Verim azalması (%)	Yağış etkinliği (%)	Sulama etkinliği (%)
DOMATES	40	16		0.0		5.7	100.0	100.0
DOMATES	41	23		0.0		5.8	100.0	100.0
DOMATES	43	16		0.0		5.7	100.0	100.0
DOMATES	44	26		0.0		6.0	100.0	100.0
DOMATES	46	16		0.0		6.1	100.0	100.0
DOMATES	47	18		0.0		6.1	100.0	100.0
DOMATES	49	16		0.0		6.1	100.0	100.0
DOMATES	54	23		0.0		5.8	100.0	100.0
DOMATES	59	15		0.0		6.1	100.0	100.0
DOMATES	60	15		0.0		5.8	100.0	100.0
DOMATES	65	19		0.0		5.8	100.0	100.0
DOMATES	66	20		0.0		5.8	100.0	100.0
DOMATES	68	15		0.0		5.8	100.0	100.0
DOMATES	70	14		0.0		5.8	100.0	100.0
DOMATES	72	14		0.0		5.8	100.0	100.0
DOMATES	73	14		0.0		5.9	100.0	100.0
DOMATES	75	19		0.0		5.9	100.0	100.0
DOMATES	76	18		0.0		5.9	100.0	100.0
DOMATES	81	16		0.0		6,0	100.0	100.0
DOMATES	82	19		0.0		5.9	100.0	100.0
DOMATES	84	20		0.0		6.0	100.0	100.0
DOMATES	85	27		0.6		6.7	99.5	100.0
DOMATES	86	17		0.0		6.0	100.0	100.0
DOMATES	87	17		0.0		6.2	100.0	100.0
DOMATES	88	19		0.0		6.1	100.0	100.0
DOMATES	89	18		0.0		6.1	100.0	100.0
DOMATES	90	19		0.0		6.1	100.0	100.0
DOMATES	91	18		0.0		6.1	100.0	100.0
DOMATES	92	21		0.0		6.1	100.0	100.0
DOMATES	93	22		0.2		6.3	99.8	100.0
DOMATES	94	28		0.0		6.2	100.0	100.0
DOMATES	95	24		0.0		6,3	100.0	100.0
DOMATES	96	27		2.8		6.8	99.3	99.7
DOMATES	97	25		0.0		6.4	100.0	100.0
DOMATES	98	25		0.5		6.4	99.8	99.9
DOMATES	99	28		3.6		6.9	99.4	99.6
DOMATES	101	28		3.1		6.9	99.8	99.6
DOMATES	102	28		2.6		6.9	99.8	99.7
DOMATES	103	31		3.1		7,0	99.8	99.6

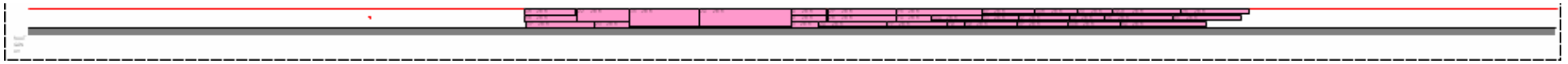
EK 9 Kısıntılı Koşullarda Parsellere İlişkin Su Miktarları ve Verimdeki Sapma Miktarları (devam)

Bitki	Parsel no	Toplam sapma (gün)	Brüt su miktarı (mm)	Toplam sulama suyu kaybı (mm)	Sulama suyu kaybı (%)	Verim azalması (%)	Yağış etkinliği (%)	Sulama etkinliği (%)
DOMATES	107	25		0.0		6.5	100.0	100.0
DOMATES	108	28		5.0		7.1	99.3	99.5
DOMATES	109	35		0.0		6.9	100.0	100.0
DOMATES	110	34		0.0		6.9	100.0	100.0
DOMATES	111	34		0.0		6.9	100.0	100.0
DOMATES	113	29		0.0		6.3	100.0	100.0
DOM.ort		21.3	770	0.4	0.1	6.0	99.9	100.0
DOM.min		14		0.0		5.2	99.3	99.5
DOM.maks		35		5.0		7.1	100.0	100.0
GENEL								
Ort.		9.4		5.3	1.5	3.0	98.3	99.0
Min.		3		0.0	0	0.2	92.8	96.6
Maks.		35		23.9	0	7.1	100.0	100.0
Kontrol Parametreleri		40		30	5	10	90	95
KONTROL		'UYGUN'		'UYGUN'	'UYGUN'	'UYGUN'	'UYGUN'	'UYGUN'

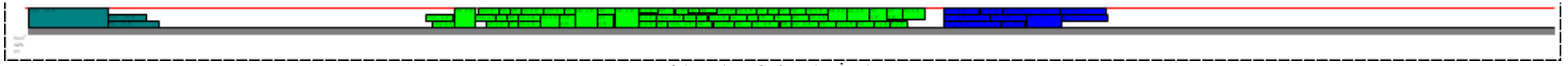
EK 10 Kısıtlı koşul için Elde Edilen Su Dağıtım Planı



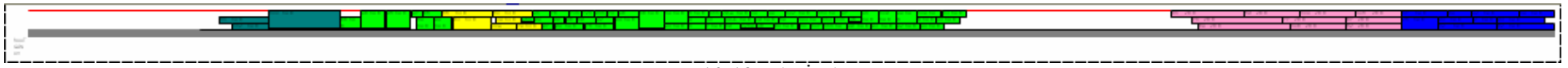
11-20 MAYIS



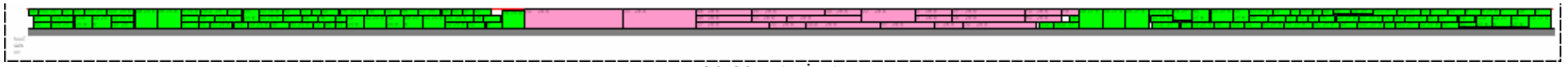
21-30 MAYIS



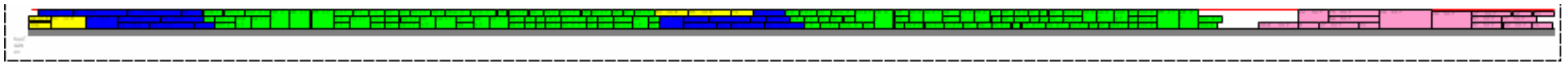
31 MAYIS-9 HAZİRAN



10-19 HAZİRAN



20-29 HAZİRAN

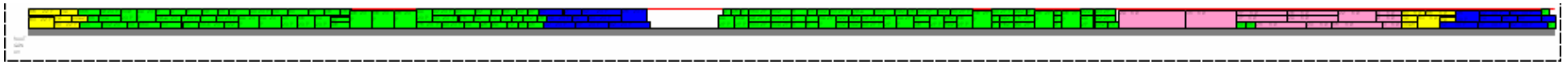


30 HAZİRAN-9 TEMMUZ



10-19 TEMMUZ

EK 10 Kısıtlı koşul için Elde Edilen Su Dağıtım Planı (devam)



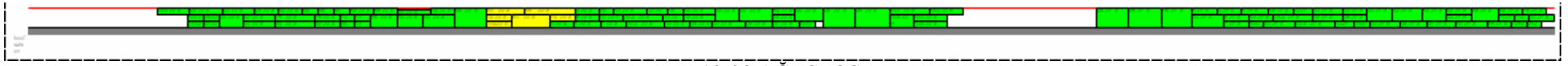
20-29 TEMMUZ



30 TEMMUZ-8 AĞUSTOS



9-18 AĞUSTOS



19-28 AĞUSTOS



29AĞUSTOS-7 EYLÜL

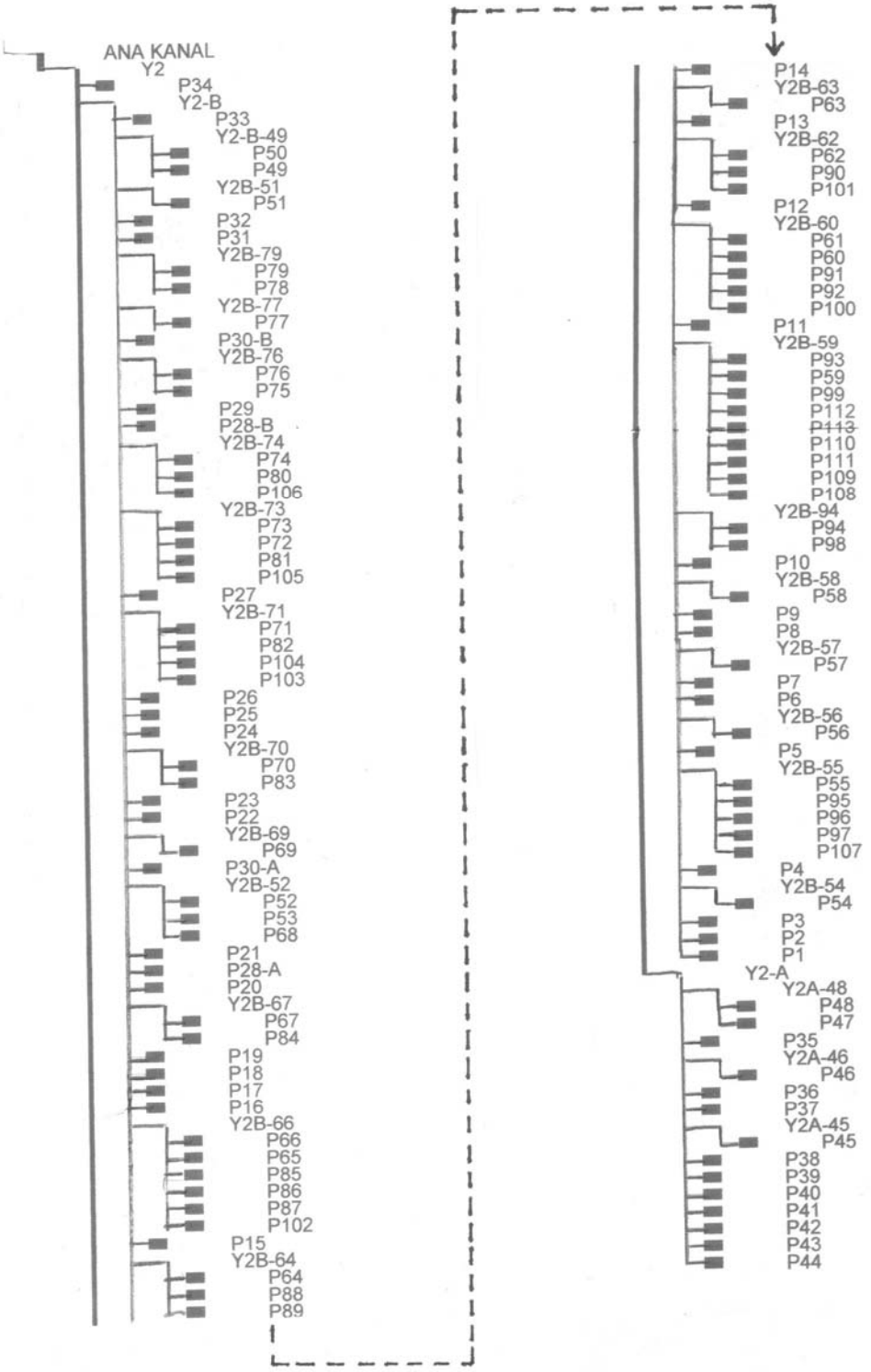


8-17 EYLÜL



18-27 EYLÜL

EK 11 Sektörizasyon Modülü ile Programın Sağladığı Şema



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Pelin KOÇAK TAHMAZ

Doğum Yeri : Ankara – Kızılcahamam

Doğum Tarihi : 08.02.1973

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Ankara Kurtuluş Lisesi - 1990

Lisans : Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü - 1994

Yüksek Lisans: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı-1997

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl:

Ankara Şehit Kubilay İlköğretim Okulu (1997 +)