

**SÜS BİTKİLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİNDE DAMLA
SULAMA UYGULAMALARINDA KARŞILAŞILAN
SORUNLAR ve ÇÖZÜM ÖNERİLERİ**

İlhan ÖZKAN

Yüksek Lisans Tezi

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Tolga ERDEM

2009

**T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**SÜS BİTKİLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİNDE DAMLA SULAMA
UYGULAMALARINDA KARŞILAŞILAN SORUNLAR ve ÇÖZÜM ÖNERİLERİ**

İLHAN ÖZKAN

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

Danışman: Doç. Dr. Tolga ERDEM

TEKİRDAĞ

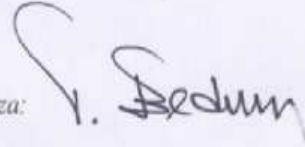
2009

Her hakkı saklıdır

Doç. Dr. Tolga ERDEM danışmanlığında, İlhan ÖZKAN tarafından hazırlanan bu çalışma 27/02/2009 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı'nda Yüksek lisans tezi olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

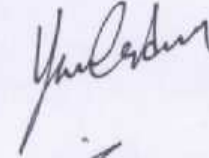
Juri Başkanı: Doç. Dr. Tolga ERDEM (Danışman)

İmza:



Üye : Doç. Dr. Yeşim ERDEM

İmza:



Üye : Yrd.Doç.Dr. İlker H. ÇELEN

İmza:



Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Orhan DAĞLIOĞLU

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SÜS BİTKİLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİNDE DAMLA SULAMA UYGULAMALARINDA KARŞILAŞILAN SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

İlhan ÖZKAN

Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Tolga ERDEM

Bu çalışmada, Sakarya yöresinde damla sulama yöntemi uygulanan ve süs bitkileri yetiştiriciliği yapılan 10 adet işletmede, sulama sistemleri incelenmiş, mevcut sulama durumu ortaya konmuş, mevcut koşullar göz önüne alınarak damla sulama sistem unsurları yeniden boyutlandırılmış ve sonuçlar mevcut sulama uygulamalarıyla karşılaştırılmıştır.

Araştırma sonucunda bitkinin tükettiği su miktarı, uygulanacak sulama suyu miktarı, sulama süresi, sulama zamanı gibi ön projelendirme faktörlerinin doğru olarak elde edilmesinin, sistemin başarısı için kaçınılmaz olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, üniform bir su uygulaması için uygun damlatıcı aralığının doğru olarak seçilmesi, bunun için de toprağın infiltrasyon hızının ölçülmesi gerektiği üzerinde durulmuştur. Ayrıca, sulama alanlarında gerekli işletme birimleri, lateral, manifold ve ana boru çapları, kontrol birimi unsurları ve pompa birimi unsurlarının toprak-bitki-atmosfer ve su ilişkilerinin irdelenmeden uzman olmayan kişiler tarafından projelendiği belirlenmiştir. Diğer yandan, araştırma alanlarında yapılan incelemelerde süs bitkileri yetiştiriciliği yapan çiftçilerin damla sulama yöntemi hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıkları da gözlemlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Süs bitkileri, damla sulama yöntemi, damlatıcı aralığı, infiltrasyon hızı, kontrol birimi.

2009, 88 sayfa

ABSTRACT

MSc Thesis

THE DRIP IRRIGATION APPLICATION PROBLEMS and SUGGESTIONS of ORNAMENTAL PLANTS

İlhan ÖZKAN

Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Science

Main Science Division of Agricultural Construction and Irrigation

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Tolga ERDEM

In this study, the drip irrigation systems of 10 different farms in Sakarya region were evaluated, the system components were redesigned by taking present conditions and the results obtained were compared with the irrigation applications.

As a result of this study, the consumption of plant water amount, the amount of irrigation water, irrigation duration, irrigation time factors accurate as to obtain the system for success were determined to be unavoidable. Besides, for the irrigation uniformity, appropriate emitter spacing must be selected and for that the soil infiltration rate must have been measured. Also, application units, lateral, manifold and the main pipe diameters, control unit and pump unit elements were identified by people not expert on the project with not taking the soil-plant-atmosphere water relations. On the other hand, research done in the fields of farmers in the cultivation of ornamental plants on the drip irrigation method also has been observed not have enough information.

Key words: Ornamental plants, drip irrigation method, emitter spacing, infiltration rate, control unit.

2009, 88 pages

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Dünya nüfusunun hızla artması, artan nüfusun gıda ihtiyaçlarının karşılanması toprak ve su gibi doğal kaynakların en iyi şekilde kullanılmalarının sağlanmasını zorunlu kılmaktadır. Dünya üzerinde gelişmiş ülkeleri incelediğimizde bu iki kaynağın çok iyi kullanıldığı ve doğal kaynakların bozulmasını önleyici ciddi tedbirlerin alındığı görülmektedir. Tarımda verimliliğin artırılması için iyi tohumluk kullanımı, zirai mücadele, bakım ve gübrelemenin yanında yetiştirilen kültür bitkisine göre uygun zamanda uygun yöntemlerle iyi bir sulamanın yapılması büyük öneme sahiptir.

Dünyada kontrolsüz ve hızlı gelişen sanayi tesisleri ve fabrikalardan atmosfere bırakılan zehirli gazların sera etkisi oluşturması ve doğal dengeyi bozacak şekilde yerküreye bırakılan kimyevi atıkların yeşil bitki örtüsüne zarar vermesi sonucu dünya yüzeyinde sıcaklığın artması ile küresel ısınma oluşmaktadır. Bu durum modern sulama sistemlerinin yaygınlaştırılmasını zorunlu kılmaktadır.

Sakarya iklim ve toprak özellikleri itibari ile dış mekan süs bitkileri yetiştiriciliğine oldukça elverişlidir. Ülkemizde son yıllarda çevre bilincinin gelişmesi, il ve ilçe belediyelerinin park ve bahçe düzenleme çalışmalarının artması, dış mekan süs bitkileri talebinin yükselmesine sebep olmuştur. İhtiyaç duyulan dış mekan süs bitkileri ihtiyacını ithalatla karşılamak yerine yerli üretimle sağlamak, uzun vadede ihracatını yapan bir konuma gelmek hem ülkemizin döviz kaybını azaltacak, hem de çiftçilerimiz için önemli bir gelir kaynağı oluşturulmuş olacaktır. Bu çerçevede Sakarya da uygulanan dış mekan süs bitkileri yetiştiriciliği projesi bu amaca hizmet etmekte olup 1997 yılında 14 işletmede 635 dekar olan üretim, günümüzde ruhsatsız alanlarla birlikte yaklaşık 9 000 dekara ulaşmıştır.

Bu araştırmada, Sakarya Bölgesinde dış mekan süs bitkileri yetiştiriciliği yapılan 10 işletmede uygulanan damla sulama projeleri yerinde incelenmiş, sulama projelerinin hazırlanmasında kullanılan bütün parametreler tespit edilerek, mevcut projelerde tespit edilen eksiklikler belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışmanın, bölgede üretim yapan ve damla sulama projesi uygulayan ve uygulayacak olan bütün üreticilere ışık tutması hedeflenmektedir.

Bu tezin hazırlanmasında bana yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Tolga ERDEM' e ve Bölümümüzün Yüksek Lisans Öğrencisi Ali KAYHAN'a ve tüm bölüm çalışanlarına teşekkür ederim.

İlhan ÖZKAN

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1.GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
3. MATERYAL ve METOD.....	10
3.1. Materyal	10
3.1.1. Araştırma alanı	10
3.1.2. Araştırma alanının iklim özellikleri	11
3.1.3. Araştırma alanlarının topografya ve toprak özellikleri	13
3.1.4. Araştırma alanlarının su kaynağı özellikleri	13
3.1.5. Araştırma alanlarının mevcut sulama sistemi projeleri	13
3.1.6. Kullanılan bilgisayar paket programları	21
3.2. Metod.....	26
3.2.1. Toprak ve su örneklerinin analizi	26
3.2.2. Toprağın su alma hızı ölçümleri	27
3.2.3. Uygun damlatıcının aralığı ve ıslatılan alan oranının belirlenmesi...	28
3.2.4. Bitki su tüketiminin belirlenmesi.....	29
3.2.5. Uygulanacak sulama suyu miktarı, sulama aralığı, sulama süresi ve maksimum işletme birimi sayısının belirlenmesi.....	31
3.2.6. Lateral ve manifold boru çaplarının belirlenmesi.....	34
3.2.7. Ana boru çapının belirlenmesi.....	36
3.2.8. Kontrol birimi ve pompa biriminin belirlenmesi.....	36
3.2.9.Mevcut ve tasarlanan sulama sistem unsurlarının karşılaştırılması...	37
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	38
4.1. Toprak ve Su Örnekleri Analiz Sonuçları.....	38
4.2. Toprağın Su Alma Hızı Sonuçları	40
4.3. Bitki Su Tüketimi Sonuçları	40

4.4. Uygun Damlatıcının Aralığı ve Islatılan Alan Oranına İlişkin Sonuçlar.....	40
4.5. Uygulanacak Sulama Suyu Miktarı, Sulama Aralığı, Sulama Süresi ve Maksimum İşletme Sayısına İlişkin Sonuçlar.....	42
4.6. Lateral ve Manifold Boru Çaplarına İlişkin Sonuçlar.....	42
4.7. Ana Boru Çapına İlişkin Sonuçlar	44
4.8. Kontrol Birimi ve Pompa Birimine İlişkin Sonuçlar.....	48
4.9. Mevcut ve Tasarlanan Sulama Sistem Unsurlarının İlk Yatırım Masrafları....	60
4.10. Mevcut ve Tasarlanan Sulama Sistemlerinin Karşılaştırılması	71
4.10.1. 1 nolu araştırma alanı	71
4.10.2. 2 nolu araştırma alanı	72
4.10.3. 3 nolu araştırma alanı	73
4.10.4. 4 nolu araştırma alanı	74
4.10.5. 5 nolu araştırma alanı	75
4.10.6. 6 nolu araştırma alanı	76
4.10.7. 7 nolu araştırma alanı	77
4.10.8. 8 nolu araştırma alanı	78
4.10.9. 9 nolu araştırma alanı	79
4.10.10. 10 nolu araştırma alanı	80
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	82
6.KAYNAKLAR	84
ÖZGEÇMİŞ	88

SİMGELER DİZİNİ

atm : atmosfer

bar : bar

cm : santimetre

cm³ : santimetre küp

CU: Christiansen eş su dağılım katsayısı

g : gram

h : saat

HDPE : high density Poli Etilen, yüksek yoğunlukta Poli Etilen

kg : kilogram

kPa : kilopaskal

LDPE : low density Poli Etilen,düşük yoğunlukta Poli Etilen

m : metre

mm : milimetre

mm² : milimetre kare

m² : metre kare

m³ : metre küp

PE : poli etilen

s : saniye

% :yüzde

° : derece

°C : santigrad derece

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Araştırma alanı olarak seçilen işletmelerin konumları	10
Şekil 3.2. 1 nolu proje alanının mevcut sulama sistemi projesi.....	14
Şekil 3.3. 2 nolu proje alanının mevcut sulama sistemi projesi.....	15
Şekil 3.4. 3 nolu proje alanının mevcut sulama sistemi projesi.....	17
Şekil 3.5. 4 nolu proje alanının mevcut sulama sistemi projesi.....	18
Şekil 3.6. 5 nolu proje alanının mevcut sulama sistemi projesi.....	19
Şekil 3.7. 6 nolu proje alanının mevcut sulama sistemi projesi.....	20
Şekil 3.8. 7 nolu proje alanının mevcut sulama sistemi projesi.....	22
Şekil 3.9. 8 nolu proje alanının mevcut sulama sistemi projesi.....	23
Şekil 3.10. 9 nolu proje alanının mevcut sulama sistemi projesi.....	24
Şekil 3.11. 10 nolu proje alanının mevcut sulama sistemi projesi.....	25
Şekil 3.12. Arazi koşullarında bozulmamış toprak örneklerinin alınışı.....	26
Şekil 3.13. Toprağın su alma hızı ölçümleri	27
Şekil 4.1. 1 nolu proje alanının yeniden tasarlanan sulama sistemi projesi.....	50
Şekil 4.2. 2 nolu proje alanının yeniden tasarlanan sulama sistemi projesi.....	51
Şekil 4.3. 3 nolu proje alanının yeniden tasarlanan sulama sistemi projesi.....	52
Şekil 4.4. 4 nolu proje alanının yeniden tasarlanan sulama sistemi projesi.....	53
Şekil 4.5. 5 nolu proje alanının yeniden tasarlanan sulama sistemi projesi.....	54
Şekil 4.6. 6 nolu proje alanının yeniden tasarlanan sulama sistemi projesi.....	55
Şekil 4.7. 7 nolu proje alanının yeniden tasarlanan sulama sistemi projesi.....	56
Şekil 4.8. 8 nolu proje alanının yeniden tasarlanan sulama sistemi projesi	57
Şekil 4.9. 9 nolu proje alanının yeniden tasarlanan sulama sistemi projesi.....	58
Şekil 4.10. 10 nolu proje alanının yeniden tasarlanan sulama sistemi projesi.....	59

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Araştırma alanlarına ait özellikler	11
Çizelge 3.2. Sakarya ili bazı iklim elemanlarının uzun yıllar aylık ortalama değerler (1975-2004).....	12
Çizelge 4.1. Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri	38
Çizelge 4.2. Araştırma alanlarının su örneklerine ilişkin sonuçlar	39
Çizelge 4.3. Süs bitkilerinin Penman-Monteith yöntemine göre hesaplanmış bitki su tüketimi ve sulama suyu ihtiyacı değerleri	41
Çizelge 4.4. Araştırma alanları için kullanılan damlatıcılara ilişkin özellikler	41
Çizelge 4.5. Uygulanacak sulama suyu miktarı ve sulama aralığına ilişkin sonuçlar.....	43
Çizelge 4.6. Lateral boru çaplarına ilişkin sonuçlar.....	45
Çizelge 4.7. Manifold boru çaplarına ilişkin sonuçlar.....	46
Çizelge 4.8. Ana boru çaplarına ilişkin sonuçlar.....	47
Çizelge 4.9. Kontrol birimi unsurlarına ilişkin sonuçlar.....	49
Çizelge 4.10. Pompa birimi unsurlarına ilişkin sonuçlar.....	49
Çizelge 4.11. 1 nolu proje alan için mevcut ve yeniden tasarlanan sulama sistemlerinin ilk yatırım masraflarının karşılaştırılması	61
Çizelge 4.12. 2 nolu proje alan için mevcut ve yeniden tasarlanan sulama sistemlerinin ilk yatırım masraflarının karşılaştırılması	62
Çizelge 4.13. 3 nolu proje alan için mevcut ve yeniden tasarlanan sulama sistemlerinin ilk yatırım masraflarının karşılaştırılması	63
Çizelge 4.14. 4 nolu proje alan için mevcut ve yeniden tasarlanan sulama sistemlerinin ilk yatırım masraflarının karşılaştırılması	64
Çizelge 4.15. 5 nolu proje alan için mevcut ve yeniden tasarlanan sulama sistemlerinin ilk yatırım masraflarının karşılaştırılması	65
Çizelge 4.16. 6 nolu proje alan için mevcut ve yeniden tasarlanan sulama sistemlerinin ilk yatırım masraflarının karşılaştırılması	66
Çizelge 4.17. 7 nolu proje alan için mevcut ve yeniden tasarlanan sulama sistemlerinin ilk yatırım masraflarının karşılaştırılması	67
Çizelge 4.18. 8 nolu proje alan için mevcut ve yeniden tasarlanan sulama sistemlerinin ilk yatırım masraflarının karşılaştırılması	68
Çizelge 4.19. 9 nolu proje alan için mevcut ve yeniden tasarlanan sulama sistemlerinin	

ilk yatırım masraflarının karşılaştırılması	69
Çizelge 4.20. 10 nolu proje alan için mevcut ve yeniden tasarlanan sulama sistemlerinin ilk yatırım masraflarının karşılaştırılması	70

1.GİRİŞ

Süs bitkileri genel bir kavram olup, kesme çiçekler, saksılı salon bitkileri, dış mekan süs bitkileri ve doğal çiçek soğanları olmak üzere dört alt grupta incelenmektedir. Bu alt grup içerisinde % 50' lik pay ile kesme çiçek yetiştiriciliği ön plana çıkmaktadır (Gürsan ve Erkal 1998).

Dünyada ve ülkemizde süs bitkileri üretim ve pazarlaması son 40 yılda gelişen teknoloji ile birlikte çok hızlı bir değişim göstermiş ve yaklaşık 50 milyar dolarlık ekonomik döngüsü ile önemli bir endüstri olmaya başlamıştır (De Groot 1998). Dünyada yaklaşık 145 ülkede ve toplam 225 bin hektar alanda süs bitkileri yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bu ülkeler içerisinde toplam kesme çiçek üretiminin yaklaşık %60' ını karşılayan Hollanda ilk sırayı almaktadır (Gürsan ve Erkal 1998).

Ülkemizde süs bitkileri üretimi 1940' lı yıllarda başlamış ve 1985 yılından sonra Marmara, Ege ve Akdeniz Bölgelerimizde hızlı bir gelişme göstermiştir. Özellikle, kesme çiçek üretim alanının 2000' li yılların başında yaklaşık 15000 dekara kadar çıktığı ve toplam yıllık ekonomik döngüsünün 20 milyon dolar olduğu belirlenmiştir (Karagüzel ve ark. 2001).

Ülkemizde kesme çiçeklik yetiştiriciliğinde hızlı bir ilerleme kaydedilmesine karşın, dış mekan süs bitkileri yetiştiriciliğinde ise bu ilerleme daha yavaş olmuştur. Özellikle, 2000' li yıllara kadar ithal edilen süs bitkileri içerisinde en yüksek payı dış mekan süs bitkileri almaktadır. Fakat son yıllarda, sosyal, ekonomik ve politik açılardan standartlarına uymak için çaba sarf edilen Avrupa Birliği için, kişi başına düşen yeşil alan miktarının artırılması koşulu ile daha fazla yeşil alan talebi, dış mekan süs bitkileri yetiştiriciliğinde ki hızlı gelişime neden olmuştur (Titiz ve ark, 2000) .

Sulama, bitkinin normal gelişmesi için gerekli olan ancak doğal yollarla karşılanamayan suyun bitki kök bölgesine gereken zamanda, gerekli miktarda ve kontrollü olarak verilmesi şeklinde tanımlanmaktadır. Bu tanımın önemi, özellikle, sulama için ayrılacak suyun azalması nedeniyle günümüzde daha da ön plana çıkmaktadır. Sulama programlaması, bir bitkiye yetiştirme periyodu boyunca ne zaman ve ne kadar sulama suyu uygulanacağını belirlenmesine yönelik çalışmaları kapsar. Bu kapsamda, öncelikle yörenin iklim, toprak, topoğrafya ve bitki özelliklerine uygun mevcut suyun etkin olarak kullanılacağı, verim azalması yaratmayacak bir sulama yönteminin seçilmesi gerekmektedir. Sulama yöntemleri içerisinde, üniform su kullanımı, yüksek randıman, sulama suyu tasarrufu ve işletme kolaylığı bakımından, özellikle sebze, meyve ağaçları ve süs bitkilerinin sulanmasında damla sulama yöntemi ön plana çıkmaktadır. Dünyada damla sulama uygulamaları 1960

yılından sonra uygulanmaya başlamış ve özellikle teknolojik gelişmeler ile birlikte 1980'li yıllardan sonra tüm dünya ülkelerinde hızlı bir yayılım göstermeye başlamıştır. Özellikle, 1980' li yıllarda dünyada sulanan toplam tarım arazilerinin yaklaşık olarak % 0.3' ü damla sulama yöntemi ile sulanırken, günümüzde ise İsrail'in sulu tarım alanlarının tamamı, Fransa'nın %95'i, Mısır' ın %62' si ve Amerika Birleşik Devletleri'nin %50' si damla sulama yöntemini içerisine alan basınçlı sulama yöntemleri ile sulanmaktadır (www.icid.org). Damla sulama yönteminin ülkemizdeki gelişimi 1990' lı yıllardan itibaren başlamış ve 2006 yılı FAO verilerine göre ise sulanan toplam 5 milyon ha alanın yaklaşık % 2' lik kısmı olan 100 000 ha alana ulaşmıştır (www.fao.org). Ülkemizde son yıllara kadar damla sulama yönteminin; örtü altı yetiştiriciliğinin ve sebze tarımının yoğun olarak yapıldığı Akdeniz, Ege ve Batı Marmara Bölgelerinde yoğunlaştığı görülmüştür. Günümüzde ise küresel ısınma nedeniyle istenilen sulama suyunun istenilen debi ve zamanda bulunmamasından dolayı her türlü bitki yetiştiriciliğinde ve Doğu Karadeniz Bölgesi hariç bütün bölgelerimizde kullanımı giderek artmaya başlamıştır.

Damla sulama yöntemi genel olarak, su kaynağı, pompa birimi, kontrol birimi, ana boru hattı, yan boru hattı, lateral boru hatları ve damlatıcılardan oluşmakta ve bu elemanların tasarlanması ve seçilmesi ise önemli bir mühendislik işlemini gerektirmektedir. Ayrıca, yöntemin en büyük dezavantajı olan ilk yatırım masraflarının da yüksek oluşu, sistemin iyi bir şekilde planlanması ve işletilmesini zorunlu kılmaktadır.

Günümüzde, küresel ısınma nedeniyle su kaynaklarının azalmasına dikkat çeken uzmanlar, tarımsal sulama için damla sulama yöntemini ön plana çıkarmaktadırlar. Ayrıca, yöntemin çiftçiler tarafından talep görmesini sağlamak için projeler desteklenmekte ve uygun krediler verilmektedir. Bu süreçle beraber, ülkemiz içerisinde, damla sulama yöntemi malzemeleri üretimi, pazarlaması, projelemesi ve uygulanmasını içerisine alan büyük bir endüstriyel pazar ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu pazarın genişlemesi, diğer alanlarda uğraş yapan insanlar için yeni iş imkânları doğurmaya başlamış ve bu da damla sulama yönteminin bilinçli bir şekilde tasarlanıp, uygulanmasında bir takım sorunlara neden olmaktadır.

Dış mekan süs bitkilerine olan talebin artması ile birlikte, birim alandan elde edilen ürün fazlalığı ve pazarlanabilir fiyatları yüksek olması gibi nedenlerle özellikle büyük şehirlere yakın alanlarda yeni bir tarım sektörü gelişmeye başlamıştır. Bu yetiştirme merkezlerinden biri olmaya başlayan ve araştırmada pilot alan olarak seçilen Sakarya' da 2001 yılında 47 adet işletmede 635 dekar alanda yapılan dış mekan süs bitkileri yetiştiriciliği, 2008 yılı verilerine göre 350 farklı işletmede toplam 6580 dekar alanda yapılmaktadır (Anonymous 2008). Fakat üretim alanlarındaki bu hızlı artış tarımsal üretim aşamalarında bir

takım sıkıntıları beraberinde getirmeye başlamıştır. Özellikle, yukarıda ayrıntılı bir şekilde açıklanan damla sulama yönteminin projelenmesi, uygulanması ve işletilmesi aşamalarında ortaya çıkan sorunların fazlalığı, diğer tarımsal ürünlerde olduğu gibi süs bitkileri yetiştiriciliğinde de görülmekte ve azalan mevcut su kaynaklarının optimum kullanımı açısından önlemlerin alınması gerekmektedir.

Bu çalışmada, damla sulama yöntemi ile sulanan açık tarım arazilerinde yetiştirilen çok büyük ekonomik döngüsü olan süs bitkileri yetiştiriciliğinde, mevcut damla sulama sistemi koşulları incelenmiş, karşılaşılan sorunlar belirlenmiş ve çözüm yolları önerilmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

Damla sulama, bitki gelişimi için gerekli olan suyun, kısa aralıklarla ve belirli bir basınç altında lateral boru hatları üzerindeki damlatıcılardan toprak yüzeyine damlatılarak verildiği bir yöntemdir. Damla sulama ile birlikte bitkisel üretim yapılan alanın tamamı yerine, kılcal kök gelişmesinin yeterli olacağı sınırlı toprak hacmi ıslatılmaktadır. Sulama suyu, bitkide nem eksikliğinden kaynaklanan bir gerilim yaratmadan uygulanmaktadır. Ayrıca, besin elementleri sulama suyu karıştırılarak, bitkinin büyüme mevsimi boyunca istenen zamanda ve miktarda uygulanabilmektedir. Tüm bu koşullar, damla sulamada birim alan sulama suyu gereksinimini azaltmakta, buna karşın diğer sulama yöntemlerine göre daha yüksek verim ve kaliteli ürün elde edilmektedir (Yıldırım 2005).

Toprağın su alma hızı (infiltrasyon hızı) değeri, sulama yöntemlerinin projelendirilmesinde en önemli toprak özelliklerinden birisidir. Özellikle, yağmurlama sulama yönteminde başlık debisi ve tertip aralığını, damla sulama yönteminde ise damlatıcı aralığı ve tertip aralığını, ayrıca tüm sulama yöntemlerinde ise sulama süresini saptayıcı özelliğe sahiptir. Tüm tarım alanlarında olduğu gibi süs bitkileri yetiştiriciliği yapılan alanlarda uygun sulama yönteminin projelenebilmesi için çift silindir infiltrometre aracı ile toprağın su alma hızının mm/h olarak belirlenmesi projenin başarısı açısından önemlidir (Güngör ve Yıldırım, 1989).

Damla sulama yönteminde damlatıcı debisi ve damlatıcı aralığı toprak özelliklerine göre saptanmaktadır. Elde edilen ıslatma oranına göre lateral tertip biçimi seçilir ve uygulanacak net ve toplam sulama suyu miktarı, sulama aralığı, sulama süresi, işletme birim sayısı gibi bilgileri içerisine alan ön projelendirme faktörleri elde edilir. Bu bilgilerden, lateral, manifold ve ana boru hatları, kontrol birimi ve pompa birimi gibi sistem unsurları boyutlandırılır. Damla sulama yönteminin projelenmesine ilişkin ayrıntılı bilgiler Nakayama ve Bucks (1986), Cuenca (1989), Dasberg ve Or (1999) ve Yıldırım (2005)'de detaylı olarak verilmiştir.

Bitkilerin su tüketimi uygulamada ya doğrudan ölçülmekte ya da iklim verilerinden yararlanarak tahmin edilmektedir. Doğrudan ölçme yöntemleri daha sağlıklı sonuç 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 amacı ile yapılmaktadır. Dolayısıyla, uygulamada bitki su tüketimi değerleri yaygın olarak, iklim verilerine dayalı tahmin eşitlikleri kullanılarak hesaplanan

referans bitki su tüketimi değerinin, bitki katsayıları ile çarpımı ile elde edilmektedir (Güngör ve ark. 1996).

Damla sulama yönteminde, yüzey ve yağmurlama sulama yöntemlerine oranla, ilk tesis masrafları genellikle yüksek olmaktadır. Fakat bu yöntemle daha yüksek sulama randımanının elde edilmesi, birim alan sulama suyu ihtiyacı ve sistem debisinin daha düşük olması, mevcut su ile daha geniş alanlarının sulanabilmesi, bunların yanında daha yüksek verim ve kaliteli ürün elde edilmesi tercih sebebini artırmaktadır. Ayrıca, sebze ve meyve gibi ekonomik değeri yüksek olan bitkilerin tarımında bir yıla düşen toplam masraflar açısından daha ekonomik olabilmektedir (Yıldırım 1994a).

Tekinel ve ark. (1984), Çukurova koşullarında turfanda çilek yetiştiriciliğinde karık, yağmurlama ve damla sulama sistemlerinin karşılaştırılması üzerinde bir araştırma yapmışlardır. Denemede karık, yağmurlama ve damla sulama sistemlerinin verim, erkencilik, su ekonomisi ve karlılık üzerine olan etkileri karşılaştırılmıştır. Damla sulama ile her iki çeşitte de en yüksek verim elde edilmiş ve bunu yağmurlama sulama izlemiştir. Karık sulama için motopomp gerek olmadığı ve tesis masraflarının dikkate alınamayacak kadar düşük olduğu kabul edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, çilek üretiminde, damla sulama sisteminin yıllık sulama masraflarının diğer iki sulama sistemine göre daha yüksek olmasına karşın, bu sistemin uygulamasıyla elde edilen toplam verimin daha yüksek olduğunu ve bu nedenle damla sulama sisteminin yağmurlama ve karık sulamaya göre daha avantajlı bulunduğunu ortaya koymuşlardır. Sulama mevsimi boyunca damla sulamada karık sulamaya oranla %38, yağmurlama sulamaya oranla ise %20 daha az su uygulanmıştır. Her iki çilek çeşidinde de damla sulama sistemi en karlı sistem olarak bulunmuştur.

Baştuğ ve ark. (2006), Antalya koşullarında damla sulama yönteminin sera koşullarında yetiştirilen kılıç çiçeğinin çiçeklenmesine ve çiçeklenme kalitesi üzerine yürüttükleri araştırmada, sulama uygulamaları A sınıfı buharlaşma kabından oluşan toplam buharlaşmanın %50, 75 ve 100' ü şeklinde yapılmıştır. Araştırma sonunda en yüksek çiçek kalitesinin A sınıfı buharlaşma kabından olan toplam buharlaşmanın %100' ünün uygulandığı koşullarda elde edildiği ve uygulanan 1 mm daha fazla sulama suyu ile birlikte çiçeklenme miktarında % 0.3'lük bir artışın meydana geldiği açıklanmıştır.

Stanley ve ark. (1983), Florida' da açık alanlarda yetiştirilen kasımpatıların sulanması üzerine yürüttükleri araştırmada, damla ve yağmurlama sulama yöntemlerini ekonomik açıdan karşılaştırmışlardır. Araştırmada, su kaynağı olarak şehir içme ve kullanma suyu ile 152.4 m dinamik yüksekliğe sahip derin kuyu dikkate alınmıştır. Her iki su kaynağı içinde sabit masraflar damla sulama yöntemi için önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. Şehir suyunun

kullanılması durumunda ise her iki yöntemde de işletme masrafları yüksek olmuştur. Bu verilere göre, kasımpatı yetiştiriciliğinde şehir suyundan yararlanılması durumunda damla sulama, kuyu suyundan yararlanılması durumunda ise yağmurlama sulama yöntemi önerilmiştir.

Coswell ve Zilberman (1985), California'da sulama sistemlerinin izleme ve değerlendirilmesi amacıyla yaptıkları çalışmada, yöre çiftçilerinin sulama yöntemi seçiminde, su kaynağı özellikleri, sulama suyu maliyeti ve verim kriterlerini dikkate aldıkları, özellikle yer altı su kaynaklarından yararlanıldığı ya da sulama suyu maliyetinin yüksek olduğu koşullarda, su tasarrufuna dayalı damla ya da yağmurlama sulama yöntemlerini tercih ettikleri belirlenmiştir.

Fry (1985), California' da ki mevcut damla sulama sistemlerini incelemiş ve sistemlerin genel olarak yeterli düzeyde eş su dağılımı sağlayacak biçimde projelendirildiğini, ancak uygun olmayan işletme koşulları ve sediment ya da organik madde içeriği yüksek suların kullanılması nedeniyle projede öngörülen eş su dağılım düzeyine ulaşamadığını bulmuştur.

Ayyıldız ve Yıldırım (1986), basınç sulama sistemlerinde yağmurlama başlığı ve damlatıcılardaki yapım farklılıklarının eş su dağılım düzeyine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, yapımcı farklılığının düzeyi ile eş su dağılım düzeyi arasında fark olduğu bulunmuş, yapımcı farklılığı düzeyi arttıkça su dağılım yeknesaklığının bozulduğu ve sulama randımanının düştüğü saptanmıştır. Ayrıca, ülkemizde kalite kontrolüne dayalı yağmurlama başlığı ve damlatıcı üretiminin yapılması gerektiği açıklanmıştır.

Howell ve ark. (1986), optimum bir bitki büyüme ve gelişimi için sulama suyunun toprağa yeknesak bir şekilde uygulanması gerektiğinin bildirmişlerdir. Araştırma sonunda, damlatıcılardaki yapım farklılıkları, tıkanma ve sistemdeki basınç değişiminin damlatıcılarda debi değişimlerine neden olduğunu ve bunun sonucunda da bitki kök bölgesine homojen olmayan su uygulandığını açıklamışlardır.

Yazgan (1988), Yalova Bölgesinde damla sulama yöntemi ile sulanan alanlarda yaptığı araştırmada, sistemin uygulanması aşamalarında birçok sorunla karşılaştığını açıklamıştır. Özellikle, damlatıcıların tıkanma sorununun, manifold boru hatlarının yüzeyde serili olmasına karşın, ürün kalitesinin yüksek olmadığını ve yöntemin en büyük avantajlarından biri olan fertigasyon tekniğinin kullanılmamasının önemli olduğu vurgulanmıştır.

Wallach (1990), sulanan tarım arazilerinden elde edilen ürün miktarına etki eden en önemli faktörün sulama suyunun yeknesak dağılımı olduğunu belirterek, sulama

yeknesaklığına sulama yönteminin, yapılan planlama şeklinin, arazinin topoğrafik yapısının, mevcut rüzgâr hızının ve sistemdeki hidrolik özelliklerin etkili olduğunu bildirmiştir. Bu sebeple, en uygun sulama yönteminin seçiminde, arazi yüzeyindeki su-derinlik ilişkilerinin bilinmesinin bitkisel açıdan önem taşıdığını ve planlama, yönetim ile ekonomik değerlendirmelerin yapılması gerektiği vurgulanmıştır.

Orta (1991), Antalya koşullarında yürüttüğü araştırmada damla sulama yöntemi ile sulanan 9 adet farklı işletmede sulama sistemlerini incelemiş, mevcut sulama durumunu ortaya koyarak, mevcut koşullar göz önüne alınarak sistem unsurları yeniden boyutlandırmış, işletme planlarını hazırlamış ve mevcut sulama uygulamalarıyla karşılaştırmıştır. Araştırma sonucunda, ele alınan işletmelerin tamamında sistem unsurlarının koşullara uygun olarak boyutlandırılmadığı, yeterli bir kontrol birimi ile sulama suyunun filtre edilmediği, sistem işletme basıncı ve damlatıcı debilerinin yetersiz olduğu, sistemin tertiplenmesi ve işletme biçiminin mevcut koşulları yansıtacak şekilde yapılmadığı saptanmıştır. Ayrıca, araştırma alanlarında yapılan incelemelerde belirlenen eksikliklerin; çiftçilerin damla sulama yöntemi hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıklarından ve bazı damla sulama sistem unsurlarının ülkemizde üretilmesinden kaynaklandığı açıklanmıştır.

Kukul (1993) Alaşehir Bölgesindeki bağ alanlarında kullanılan damla sulama sistemlerini, sulama suyunu bitki kök bölgesine uygulama yeknesaklığı, sistem randımanları ve uygun sulama programları açısından değerlendirmiştir. Araştırma sonucunda, damla sulama sistemlerinde, sistem unsurlarının seçimi, hidrolik açıdan projelendirme, uygun işletme ve sulama programlarının uygulanması açısından önemli eksiklikler saptanmıştır. Bu nedenle, bağ alanlarında damla sulama yönteminin daha geniş uygulama potansiyelinin olabilmesi için; sistem unsurlarının mevcut koşullara uygun olanlardan seçilmesi, iyi bir projelendirme ve bitki, toprak, iklim gibi etmenlere bağlı olarak uygun sulama-işletme programlarının belirlenip, uygulanması gerektiği ve tüm işlemlerin konunun uzmanları tarafından yapılması vurgulanmıştır.

Çelikkoparan (1995), yaptığı araştırmada, damla sulama uygulamalarında karşılaşılan başlıca sorunun; damlatıcıların tıkanması olduğunu belirtmiştir. Damlatıcıların tıkanmasının başlıca nedeni olarak; sulama suyu kalitesinin uygun olmaması, suyun iyi filtrasyon yapılamaması, damlatıcıların fiziksel özelliklerinin ve sistemi kuran kişilerin konuya ilişkin bilgilerinin yetersiz olması sayılmıştır.

Yaohu ve ark. (1995), yeknesak bir su uygulaması için damla sulama sisteminin planlanmasında, yan boru ve lateral boru uzunluklarının, çap ve işletme basınçlarının sağlıklı olarak belirlenmesi gerektiğinin belirtmişlerdir.

Farouk (1998), iyi bir damla sulama sisteminde, sulama suyunun araziye yeknesak dağılması gerektiğini belirtmiştir. Kötü su dağılımı, bitkinin ihtiyacından fazla veya az miktarda sulama suyu uygulamasından kaynaklanmaktadır. Sulama randımanı, kök bölgesinde depolanan suyun şebekeye verilen suya göre %' si olarak tanımlanırsa, düşük su dağılımı, pompada fazla enerji tüketimi ve düşük randımana ve aşırı sulamaya sebep olmaktadır. Bunun yanında, aşırı su uygulaması kök bölgesinin altına yıkamak suretiyle gübrenin etkin kullanımını azaltmakta ve böylece yeraltı su kaynaklarının da kirlenmesine sebep olmaktadır. Damla sulama su dağılım yeknesaklığının düşük olmasının başlıca iki önemli sebebinin bulunduğu ve bunların; damlatıcıların tıkanması ve düzensiz basınç dağılımları olduğunu açıklanmıştır.

Soccol ve ark. (2002), 2000 yılında elma bahçesinde damla sulama sisteminin performansını değerlendirmişlerdir. Çalışma sonuçlarında, damla sulama sisteminin, damlatıcı akışı, hidrolik boyutlar, üretim değişimleri ve damlatıcı tıkanıklığından etkilendiklerini ortaya koymuşlardır. Eğer damlatıcı akışı kontrolsüz ise sıcaklıktan etkilenmesinin daha az olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışmanın sonucunda elma ağaçlarında iyi bir damla sulama sisteminin işletilebilmesi için; sistemin etkinliğini tanımlamak, sistemin etkili bir şekilde çalıştırılıp, çalıştırılmadığından belirlenmesinin gerekliliği vurgulanmıştır. Ayrıca, damlatıcı debisinin doğru seçilmesinin, sulama zamanının ayarlanmasının, eklenecek sistemler için müsait olmasının ve damlatıcı aralıklarının seçiminin sistemin etkinliği açısından oldukça önemli olduğu vurgulanmıştır.

Yıldırım (2003), peyzaj alanlarında oluşturulan vejetasyonun canlılığının sürdürülebilmesi için sulama sisteminin projelenmesi ve uygulama aşamasının önemli olduğunu vurgulamıştır. Bunun sonucunda, yüksek performansın ve eş bir su dağılımının elde edilebilmesi için sulama sisteminin projelendirilmesinde belirli ölçütlere uyulması ve bu kriterleri yerine getirecek kişilerin, konusunda uzman peyzaj mimarları ve sulama mühendislerinin olması gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca, bu alanların sulama projesini hazırlayacak sulama mühendislerinin toprak-bitki-su ilişkilerini iyi bilen ve bunlar arasındaki kombinasyonu en iyi sağlayacak bilgi birikimine sahip olması gerektiği üzerinde durmuştur.

Aymammedov (2004), yürüttüğü araştırmada, damla sulama sistemi birim ve toplam tesis maliyetinin, kurulacağı tarım alanının büyüklüğünün artışı ile doğrudan ilgili olduğunu belirtmiştir. Sistemin kurulacağı parselin büyüklüğü arttıkça, birim ve toplam tesis maliyeti azalış göstermiştir. Bunun nedeni olarak; damla sulama sisteminin önemli bileşeni olan kontrol birimi maliyetinin toplam tesis maliyeti içindeki payının yüksek olması şeklinde açıklanmıştır. Sonuçta, damla sulama yönteminin en büyük dezavantajı olan ilk yatırım

masraflarının azaltılması için tarım arazilerindeki çok parçalılığın giderilerek, tek parça tarım alanlarının kullanılması gerektiği belirlenmiştir.

Danyeli (2004), Erdemli' de 380 da' lık limon bahçesinde yürüttüğü araştırmada, tam otomatik damla sulama sistemini uygulama açısından değerlendirmiştir. Araştırma sonucunda, lateral boru hatlarında basınç farklılığına damlatıcıların basınç düzenleyicili olmadığından kaynaklanmasına karşın, damlatıcı türdeşliğinin çok iyi olduğu belirlenmiştir. Genel olarak sistem performansının, damlatıcı debilerinin ve değişiminin, uygulama randımanı ve dağıtım türdeşliği açısından iyi durumda olduğu söylenmektedir. Ayrıca, sistemdeki malzeme seçimi, basınç ve debi değişimleri açısından herhangi bir sorunun olmamasına karşın, işletmecilik açısından bir takım düzenlemelerin yapılması gerektiği belirtilmiştir.

Aşılıoğlu (2005), peyzaj mimarlığı açısından rekreatif ve sportif amaçlı yeşil alanlarda sulamanın önemi ve sulama sistemleri adı altında yürüttüğü araştırmada, peyzaj proje çalışmalarında, oluşturulacak çim alanının ve kullanılacak süs bitkilerinin bakım gereksinimlerinin dikkatlice belirlenmesi gerektiğini ve bu gereksinimlerden en önemlisinin sulama olduğunu açıklamıştır. Ayrıca, günümüzde rekreasyon alanlarının sulanmasında otomatik sulama sistemlerinin ön plana çıktığı ve bu sistemlerin projelenirken bitki-toprak-su ve iklim özelliklerinin dikkate alınması gerektiği belirtilmiştir.

Bağdatlı (2006), Konya' da sebze tarımı yapılan alanlarda damla sulama yönteminin performansını belirlemek amacıyla yürüttüğü araştırmada, damla sulama sisteminin projelenmesi ve uygulanması aşamalarında ortaya çıkan sorunları belirlemiştir. Araştırma sonucunda, çiftçilerin incelen alanların bazılarında yeterli bilgi ve teknik desteğinin alınmasına karşın bazılarında hiç alınmadığını tespit etmiştir. Seçilen işletmelerde kontrol birimi unsurlarının eksik olarak uygulandığı ve sulama suyu uygulamalarından sonra özellikler filtrelerde temizleme yapılmadığı belirlenmiştir. Bunu yanı sıra, damla sulama yönteminin en önemli projelene özelliği olan ve toprağın su alma hızı ile damlatıcı debisine göre belirlenmesi gereken uygun damlatıcı seçiminin bitkiye ve satıcı firmanın tavsiyelerine göre seçildiği görülmüştür.

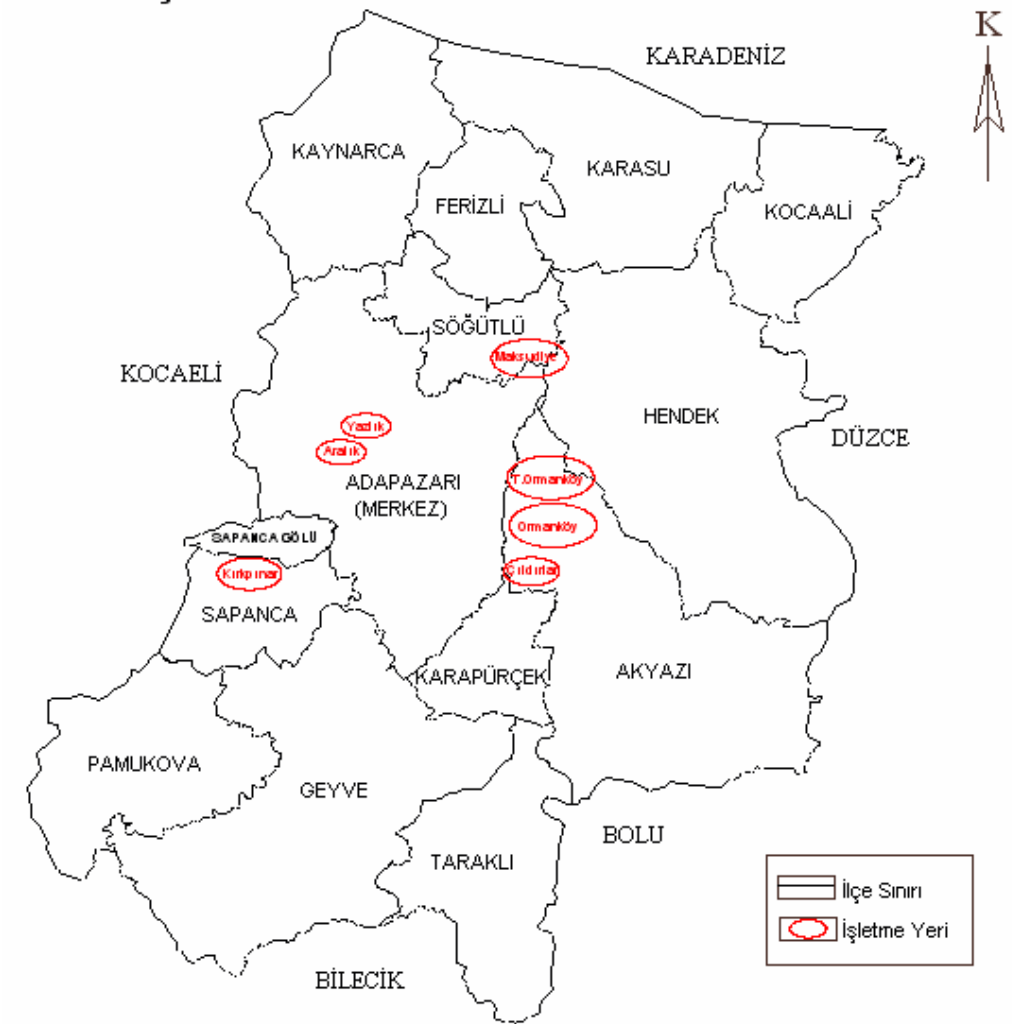
3. MATERYAL ve METOD

Bu bölümde araştırma alanında kullanılan materyal ile uygulanan yöntemler açıklanmıştır.

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma alanı

Araştırma alanı olarak; süs bitkileri yetiştiriciliğinin hızla arttığı Sakarya ilinde bulunan ve büyüklükleri 3.24 da ile 16.38 da arasında değişen 10 farklı işletme seçilmiştir. Araştırma alanlarının Sakarya iline göre konumları Şekil 3.1’ de, alan büyüklüğü ile yetiştirilen bitki özellikleri ise Çizelge 3.1’ de verilmiştir.



Şekil 3.1. Araştırma alanı olarak seçilen işletmelerin konumları

Çizelge 3.1. Araştırma alanlarına ait özellikler

İşletme No	İşletme Sahibi	Konumu	Büyüküğü (da)	Yetiştirilen bitkiler
1	İsmail Deniz	Söğütlü Maksudiye	16.38	Leylandi, mazı, mavi selvi, smargat
2	Naci Can	Akyazı Türkorman	12.24	Akasya, çınar, süs eriği, akça ağaç leylandi
3	İlyas Erbay	Söğütlü Maksudiye	6.34	Mazı, smargat, mavi selvi
4	Gökhan Bayrak	Söğütlü Maksudiye	10.00	Çınar, çam, mazı, smargat, kiraz, mavi selvi
5	Namık Çiçek	Akyazı Ormanköy	10.87	Akasya, şimşir
6	Erol Kaya	Adapazarı Yazlık	13.87	Ihlamur, akça ağaç
7	Yusuf Sağlık	Adapazarı Aralık	3.24	Leylandi
8	Semih Yılmaz	Akyazı Çıldırılar	5.50	Mazı, smargat
9	Hilmi Sincar	Sapanca Çıldırılar	5.27	Top mazı, piramidal mazı
10	Sefer Açıkmeşe	Akyazı Çıldırılar	3.67	Leylandi, piramidal mazı

3.1.2. Araştırma alanının iklim özellikleri

Marmara Bölgesinde bulunan Sakarya ili 40⁰ 47' kuzey enlemi ve 30⁰ 25' doğu boylamı üzerindedir. Ortalama denizden yükseklik 30 m' dir. Yıllık ortalama sıcaklık 14.4⁰C, ortalama güneşlenme süresi 5.24 h, ortalama bağıl nem % 72, ortalama rüzgar hızı 1.5 m/s ve ortalama toplam yağış miktarı 840.6 mm' dir. Ortalama ilk don tarihi 9 Kasım ve son don tarih ise 10 Nisan' dır. Bazı iklim elemanlarının uzun yıllar aylık ortalama değerleri Çizelge 3.2' de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Sakarya ili bazı iklim elemanlarının uzun yıllar aylık ortalama değerleri (1975-2004)*

İklim elemanları	Aylar												Yıllık ortalama
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Sıcaklık (⁰ C)	6.0	6.3	8.5	12.7	17.2	21.4	23.3	23.0	19.5	15.4	11.0	7.9	14.4
Rüzgâr hızı (m/s)	1.9	1.8	1.6	1.5	1.4	1.4	1.5	1.4	1.1	1	1.3	1.9	1.5
Ortalama bağıl nem (%)	73	72	71	70	71	69	71	73	73	76	74	73	72
En düşük bağıl nem (%)	22	17	14	11	17	20	20	17	13	17	14	24	11
Güneşlenme süresi (h)	2.24	3.06	3.55	4.57	6.41	8.13	8.45	8.15	6.58	4.37	3.07	2.24	5.17
Yağış miktarı (mm)	93.7	72.3	67.8	61.6	48.2	69.4	54.9	50.1	43.4	88.2	87.7	103.2	840.6

* Veriler Devlet Meteoroloji İşleri Müdürlüğünden elde edilmiştir.

3.1.3. Araştırma alanlarının topografya ve toprak zellikleri

Araştırmada ele alınan işletmeler farklı bölgelerde olmasına karşın yetiştiriciliğin yapıldığı alanların eğimleri oldukça dūřuktur. Eęim değerleri ortalama % 1-2 kadardır.

Gz önüne alınan alanlarda toprak özellikleri önemli düzeyde farklılıklar göstermektedir.

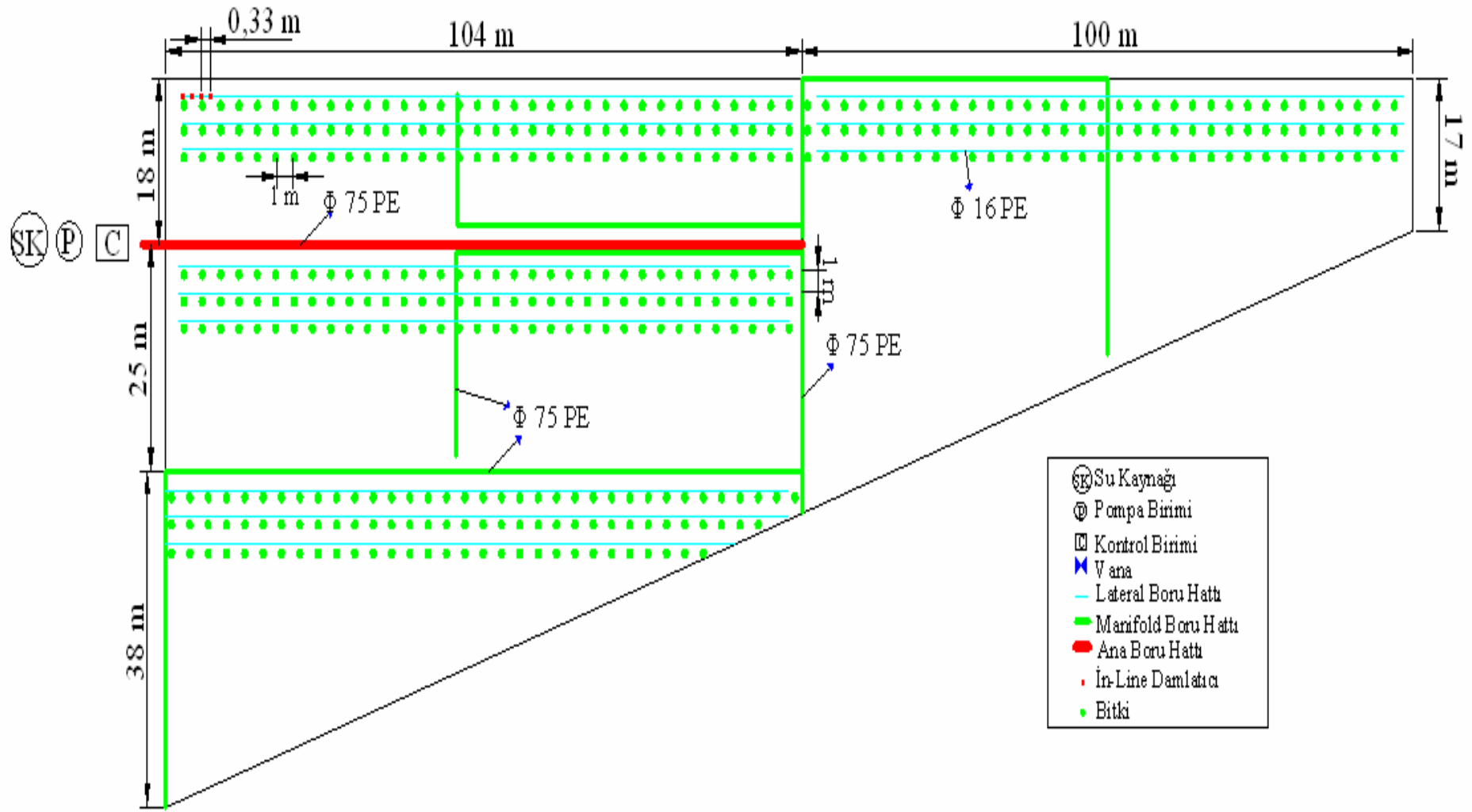
3.1.4. Araştırma alanlarının su kaynağı zellikleri

Araştırmada ele alınan 10 adet süs bitkisi üretim işletmelerinde su kaynağı olarak, 5 ve 6 nolu işletmelerde yüzey suyu kullanılırken (dere), diğer işletmelerde ise yeraltı suyundan (kuyu) yararlanılmıştır.

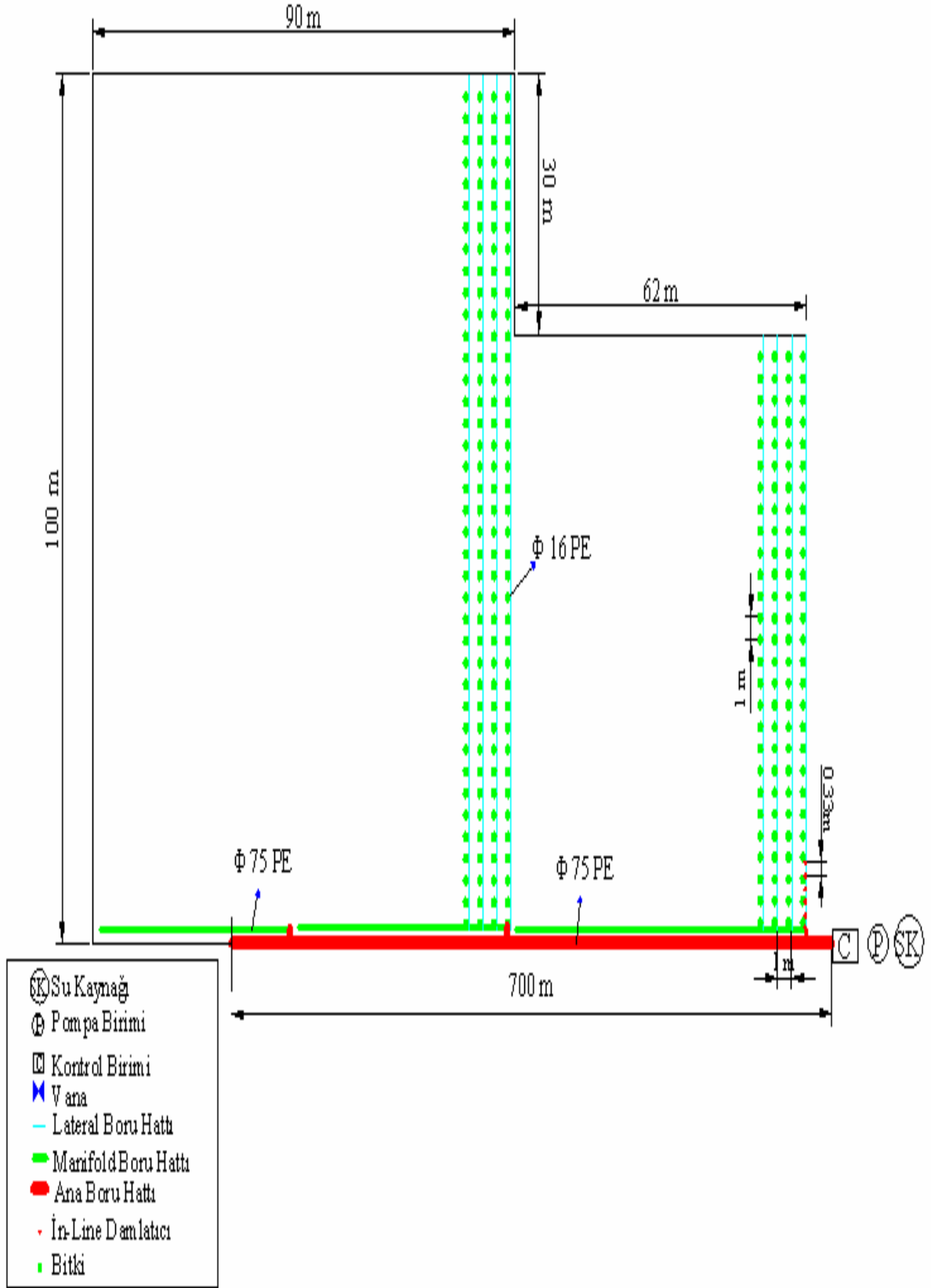
3.1.5. Araştırma alanlarının mevcut sulama sistemi projeleri

Toplam 16.38 da büyüklüğü olan 1 nolu proje alanında sulama suyu, keson kuyudan sağlanmaktadır. Ana ve manifold boru hatları 75 mm dış çaplı 6 atmosfere dayanıklı sert PE borulardan oluşturulurken, lateral boru hatları ise 16 mm dış çaplı 4 atmosfere dayanıklı yumuşak PE borulardan oluşturulmuştur. Lateral hatları üzerinde ise 4 L/h debili 0.33 m damlatıcı aralığına sahip inline tipi damlatıcılar kullanılmıştır. Proje alanındaki kontrol birimi incelendiğinde ise yalnızca elek filtre ve basınç regülâtörünün kullanıldığı grlmştur. 1 nolu proje alanının mevcut sulama sistemi projesi Şekil 3.2' de verilmiştir.

Sulama suyunun derin kuyudan dalgıç tipi sulama motopompu ile iletildiği 2 nolu proje alanının mevcut sulama sistemi projesi Şekil 3.3' de verilmiştir. Büyüklüğünün 12.24 da olduğu alanda, ana ve manifold boru hatları 75 mm dış çaplı 6 atmosfere dayanıklı sert PE borulardan oluştururken, lateral boru hatları ise 16 mm dış çaplı 4 atmosfere dayanıklı yumuşak PE borulardan oluşturulmuştur. Lateral hatları üzerinde ise 4 L/h debili 0.33 m damlatıcı aralığına sahip inline tipi damlatıcılar kullanılmıştır. Ayrıca, proje alanında kontrol birimi unsurlarından ise hidrosiklon, kum-çakıl filtre tankı ve elek filtrenin kullanıldığı tespit edilmiştir.



Şekil 3.2. 1 nolu proje alanının mevcut sulama sistemi projesi



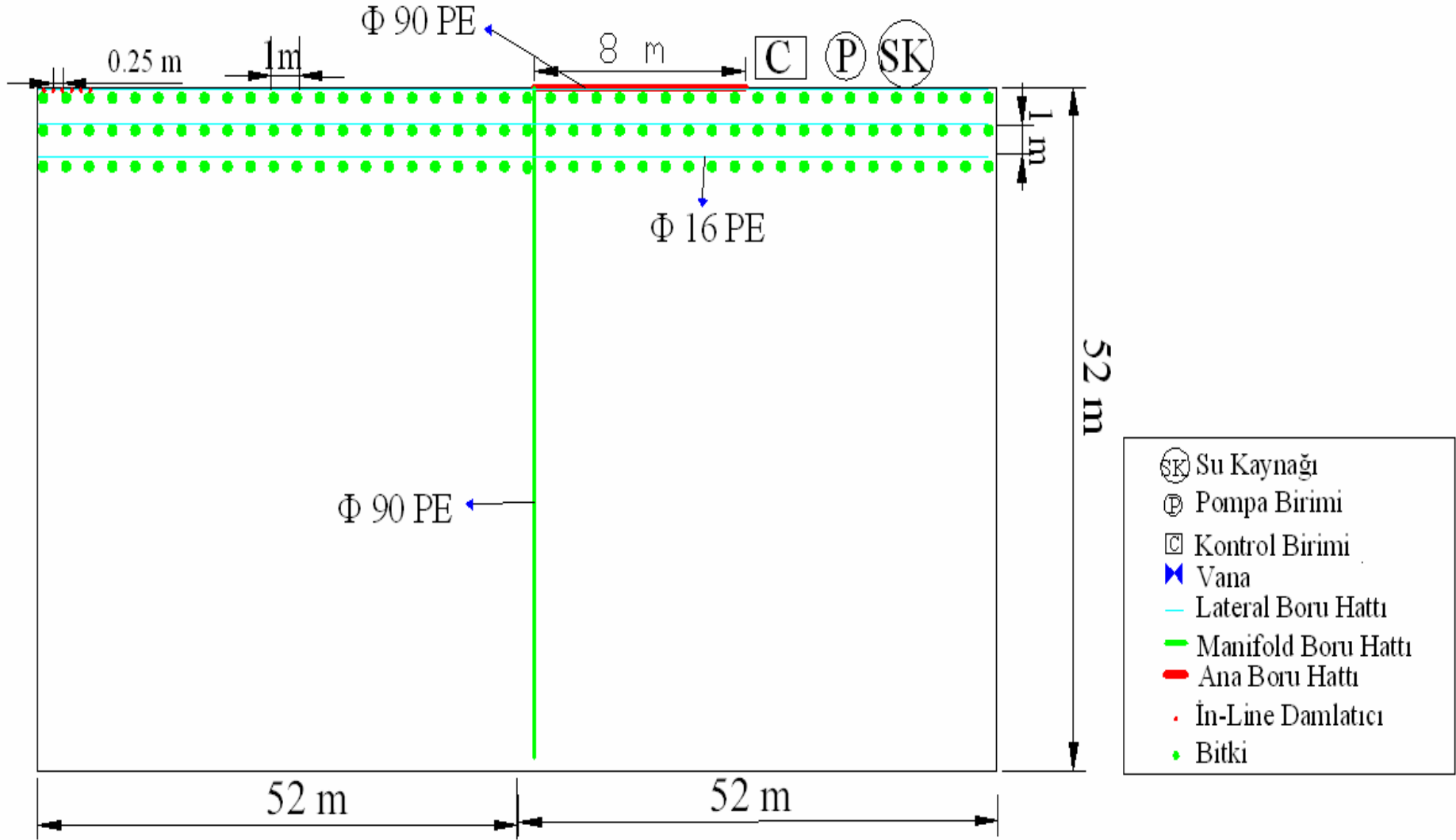
Şekil 3.3. 2 nolu proje alanının mevcut sulama sistemi projesi

Toplam 6.34 da büyüklüğü olan 3 nolu proje alanında sulama suyu, derin kuyudan doldurulan havuzdan sağlanmaktadır. Ana ve manifold boru hatları 90 mm dış çaplı 6 atmosfere dayanıklı sert PE borulardan oluştururken, lateral boru hatlarında ise 16 mm dış çaplı 4 atmosfere dayanıklı yumuşak PE borulardan oluşturulmuştur. Lateral hatları üzerinde ise 4 L/h debili 0.25 m damlatıcı aralığına sahip inline tipi damlatıcılar kullanılmıştır. Proje alanındaki kontrol birimi incelendiğinde ise hidrosiklon, kum-çakıl filtre tankı ve basınç regülâtörünün kullanıldığı tespit edilmiştir. 3 nolu proje alanının mevcut sulama sistemi projesi Şekil 3.4' de verilmiştir.

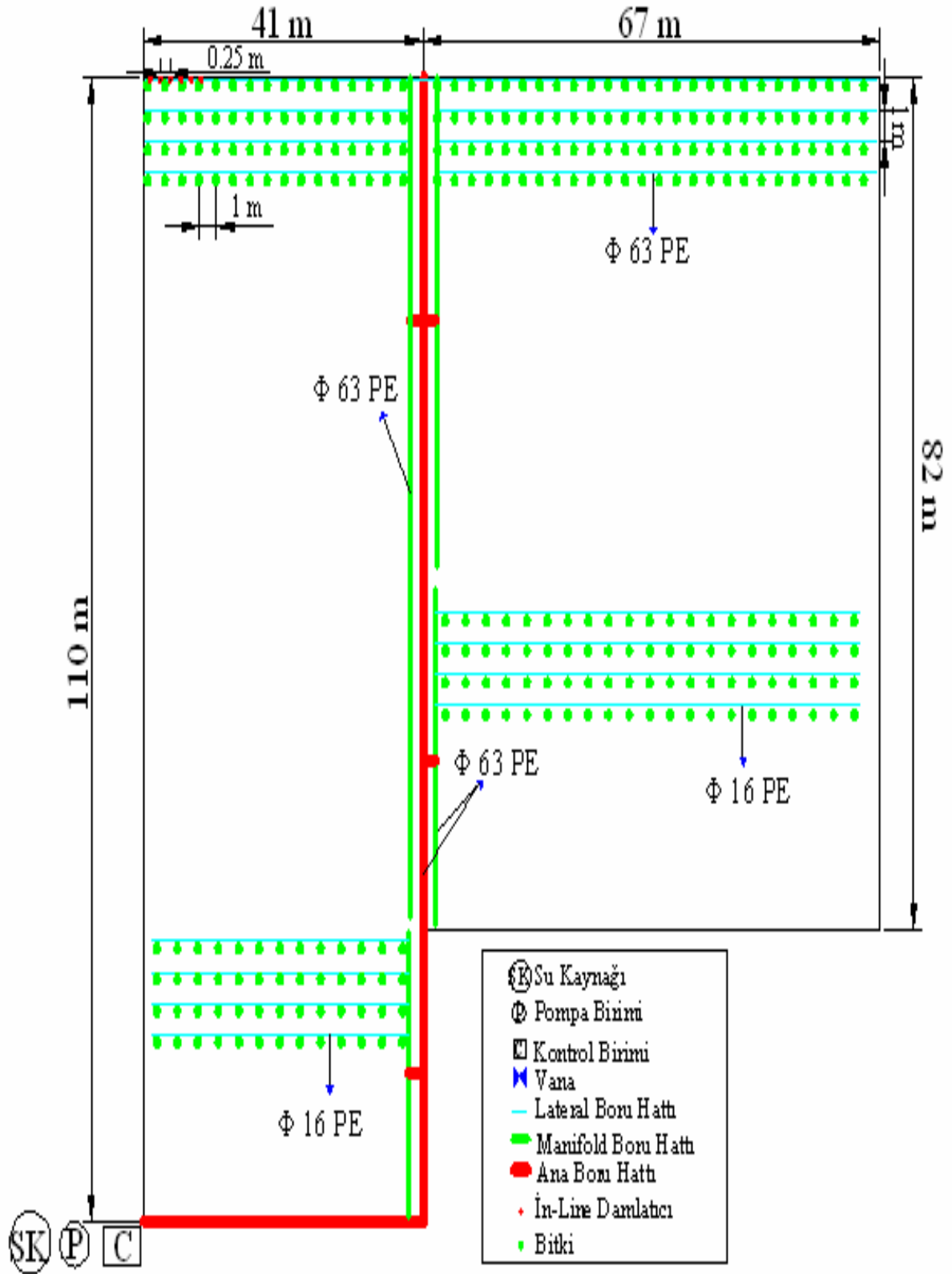
Ana ve manifold boru hatlarının 63 mm dış çaplı 6 atmosfere dayanıklı sert PE borulardan oluşturulduğu 10.0 da büyüklüğündeki 4 nolu proje alanında sulama suyu, kuyudan basılarak doldurulan havuzdan sağlanmaktadır. Şekil 3.5' de görüldüğü gibi lateral hatları, 0.25 m damlatıcı aralığına ve 4 L/h debiye sahip inline tipi damlatıcılar bulunan 16 mm dış çaplı 4 atmosfere dayanıklı yumuşak PE borulardan oluşturulmuştur. Ayrıca, kontrol birimi unsurlarından hidrosiklon, kum-çakıl filtre tankı, elek filtre ve basınç regülâtörünün kullanıldığı belirlenmiştir.

Sulama suyunun alanın yakınında bulunan dereden alınan ve santrifüj tipi sulama motopompu ile iletiildiği 5 nolu proje alanının mevcut sulama sistemi projesi Şekil 3.6' da verilmiştir. Büyüklüğü 10.87 da olan alanda, ana ve manifold boru hatları 75 mm dış çaplı 6 atmosfere dayanıklı sert PE borulardan oluşturulurken, lateral boru hatlarında ise 16 mm dış çaplı 4 atmosfere dayanıklı yumuşak PE kullanılmıştır. Lateral hatları üzerinde ise 4 L/h debili 0.33 m damlatıcı aralığına sahip inline tipi damlatıcılar kullanılmıştır. Proje alanındaki kontrol birimi incelendiğinde ise hidrosiklon, kum-çakıl filtre tankı, elek filtre ve basınç regülâtörünün kullanıldığı görülmüştür.

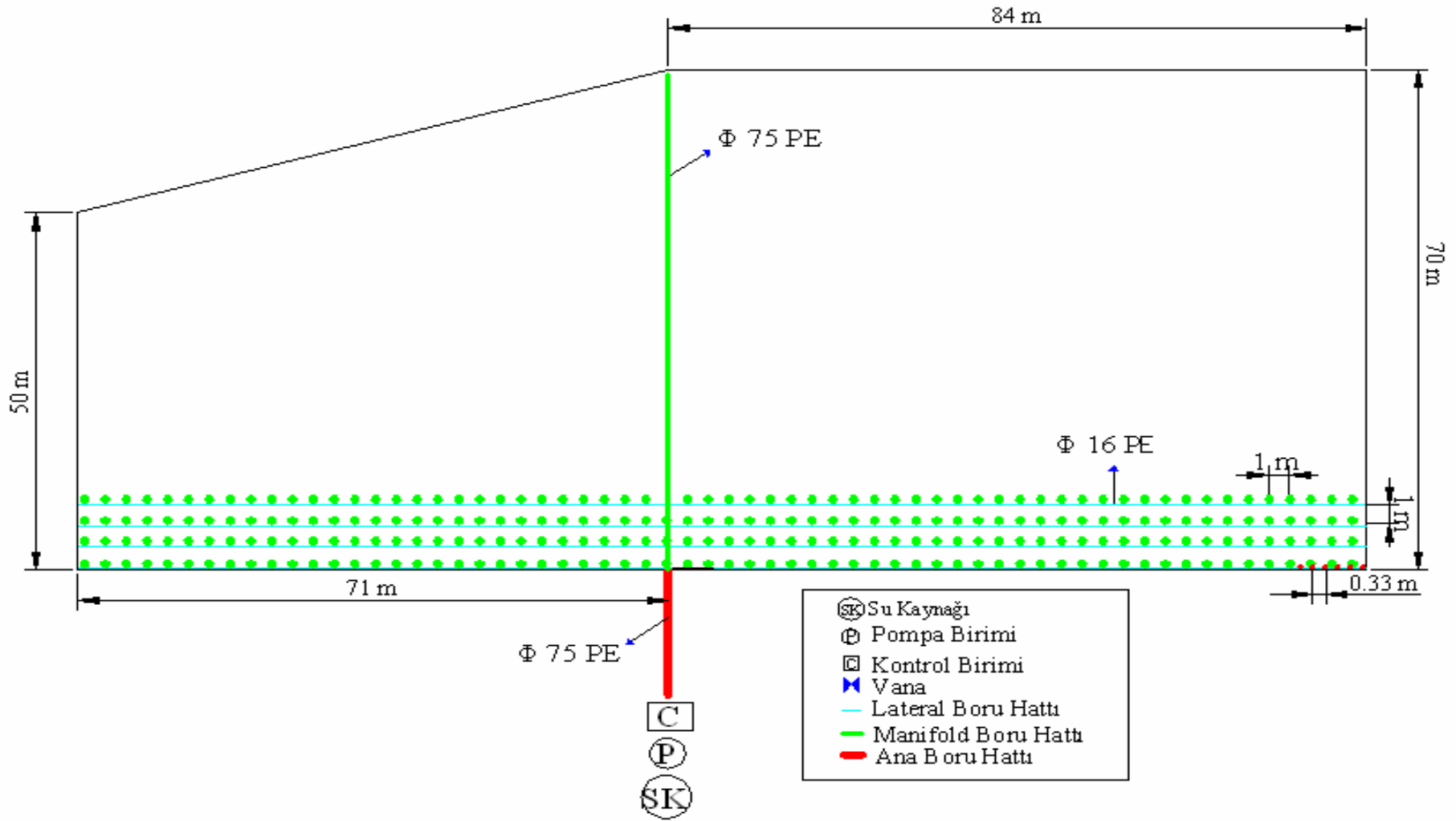
Şekil 3.7' de ayrıntılı olarak verilen ve büyüklüğü 13.87 da olan 6 nolu proje alanı için gerekli sulama suyu dereden santrifüj tipi sulama motopompu ile alınmıştır. Sulama sistemi içerisinde ana ve manifold boru hatları 90 mm dış çaplı 6 atmosfere dayanıklı sert PE borulardan oluşturulurken, lateral boru hatlarında ise 16 mm dış çaplı 4 atmosfere dayanıklı yumuşak PE oluşturulmuştur. Lateral hatları üzerinde ise 4 L/h debili 0.25 m damlatıcı aralığına sahip inline tipi damlatıcılar kullanılmıştır. Proje alanındaki kontrol birimi incelendiğinde ise kum-çakıl filtre tankı, elek filtre ve basınç regülâtörünün kullanıldığı tespit edilmiştir.



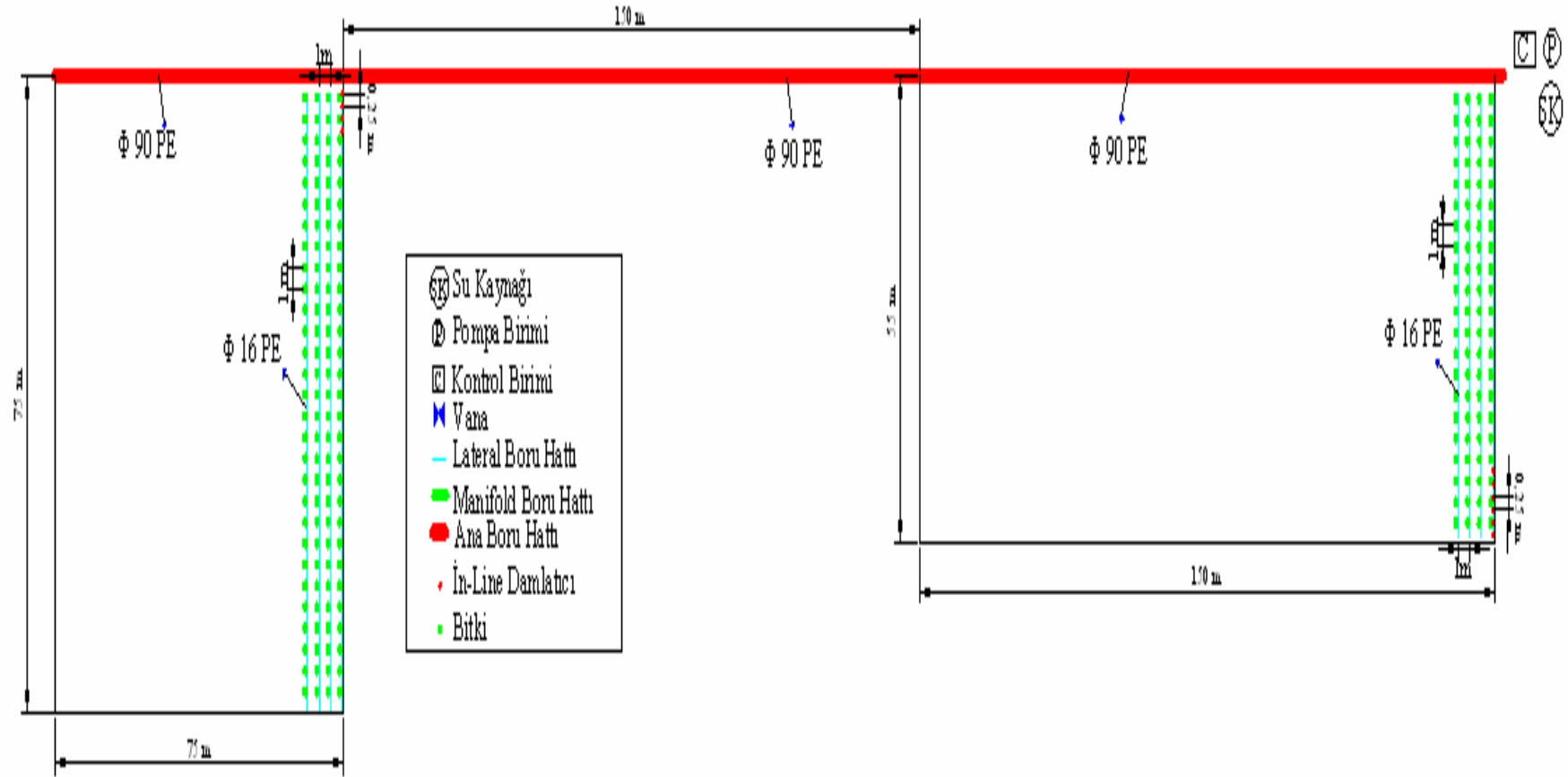
Şekil 3.4. 3 nolu proje alanının mevcut sulama sistemi projesi



Şekil 3.5. 4 nolu proje alanının mevcut sulama sistemi projesi



Şekil 3.6. 5 nolu proje alanının mevcut sulama sistemi projesi



Şekil 3.7. 6 nolu proje alanının mevcut sulama sistemi projesi

Toplam 3.24 da büyüklüğü olan 7 nolu proje alanında sulama suyu, derin kuyudan basılan havuzdan sağlanmaktadır. Ana ve manifold boru hatları 50 mm dış çaplı 6 atmosfere dayanıklı sert PE borulardan oluşturulurken, lateral boru hatları ise 16 mm dış çaplı 4 atmosfere dayanıklı yumuşak PE borulardan oluşturulmuştur. Lateral hatları üzerinde ise 4 L/h debili 0.33 m damlatıcı aralığına sahip inline tipi damlatıcılar kullanılmıştır. Proje alanındaki kontrol birimi incelendiğinde ise yalnızca elek filtre ve basınç regülâtörünün kullanıldığı görülmüştür. 7 nolu proje alanının mevcut sulama sistemi projesi Şekil 3.8' de verilmiştir.

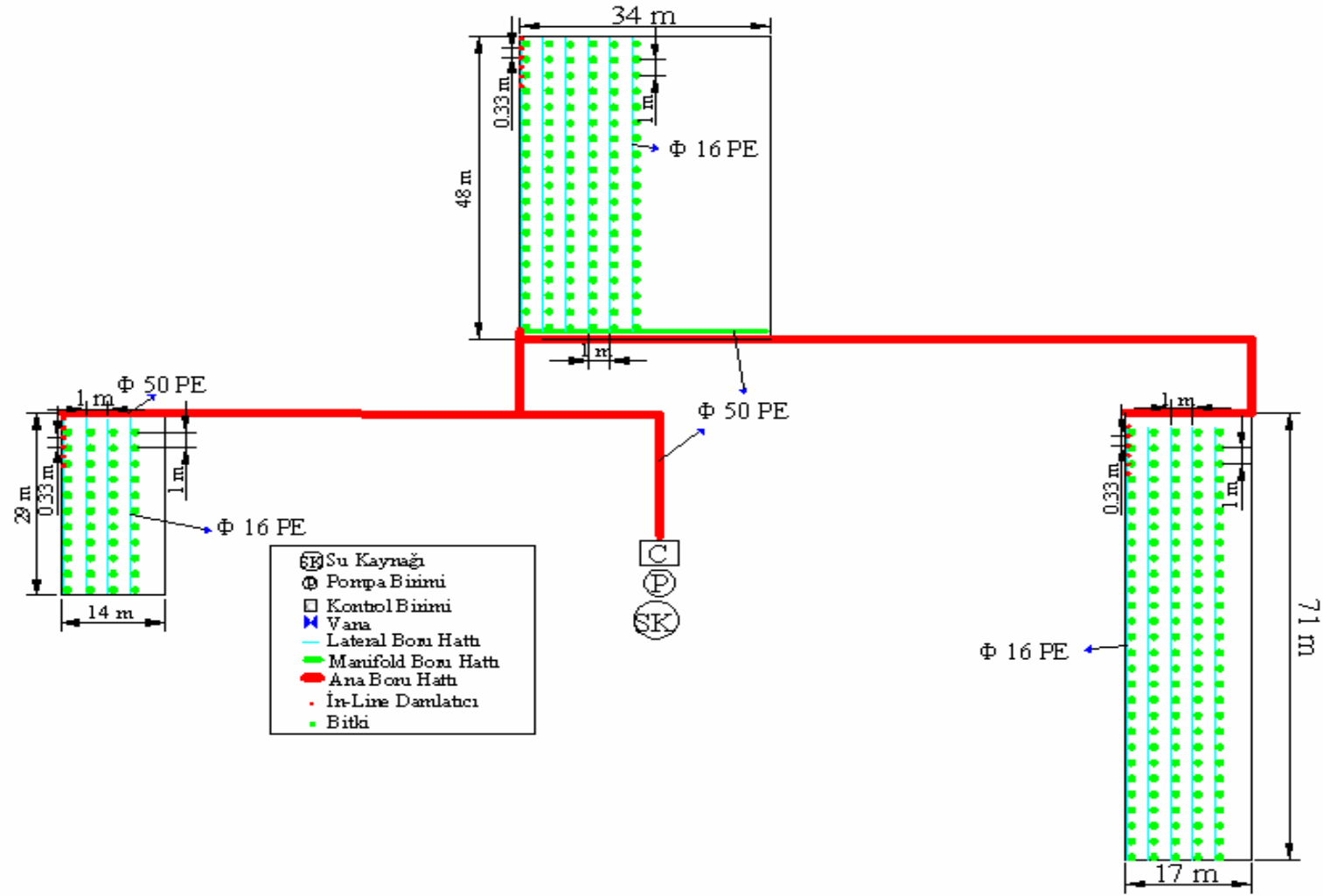
Sulama suyunun derin kuyudan dalgıç tipi sulama motopompu ile iletildiği 8 nolu proje alanının mevcut sulama sistemi projesi Şekil 3.9' da verilmiştir. Büyüklüğünün 5.50 da olduğu alanda, ana ve manifold boru hatlarında 75 mm dış çaplı 6 atmosfere dayanıklı sert PE borulardan oluştururken, lateral boru hatlarında ise 16 mm dış çaplı 4 atmosfere dayanıklı yumuşak PE oluşturulmuştur. Lateral hatları üzerinde ise 4 L/h debili 0.33 m damlatıcı aralığına sahip inline tipi damlatıcılar kullanılmıştır. Proje alanındaki kontrol birimi incelendiğinde ise yalnızca elek filtrenin kullanıldığı görülmüştür

Ana ve manifold boru hatlarının 63 mm dış çaplı 6 atmosfere dayanıklı sert PE borulardan oluşturduğu 5.27 da büyüklüğündeki 9 nolu proje alanında sulama suyu, kuyudan basılarak doldurulan havuzdan sağlanmaktadır. Şekil 3.10' da görüldüğü gibi lateral hatları, 0.25 m damlatıcı aralığına ve 4 L/h debiye sahip inline tipi damlatıcılar bulunan 16 mm dış çaplı 4 atmosfere dayanıklı yumuşak PE borulardan oluşturulmuştur. Ayrıca, kontrol birimi unsurlarından yalnızca elek filtrenin kullanıldığı belirlenmiştir.

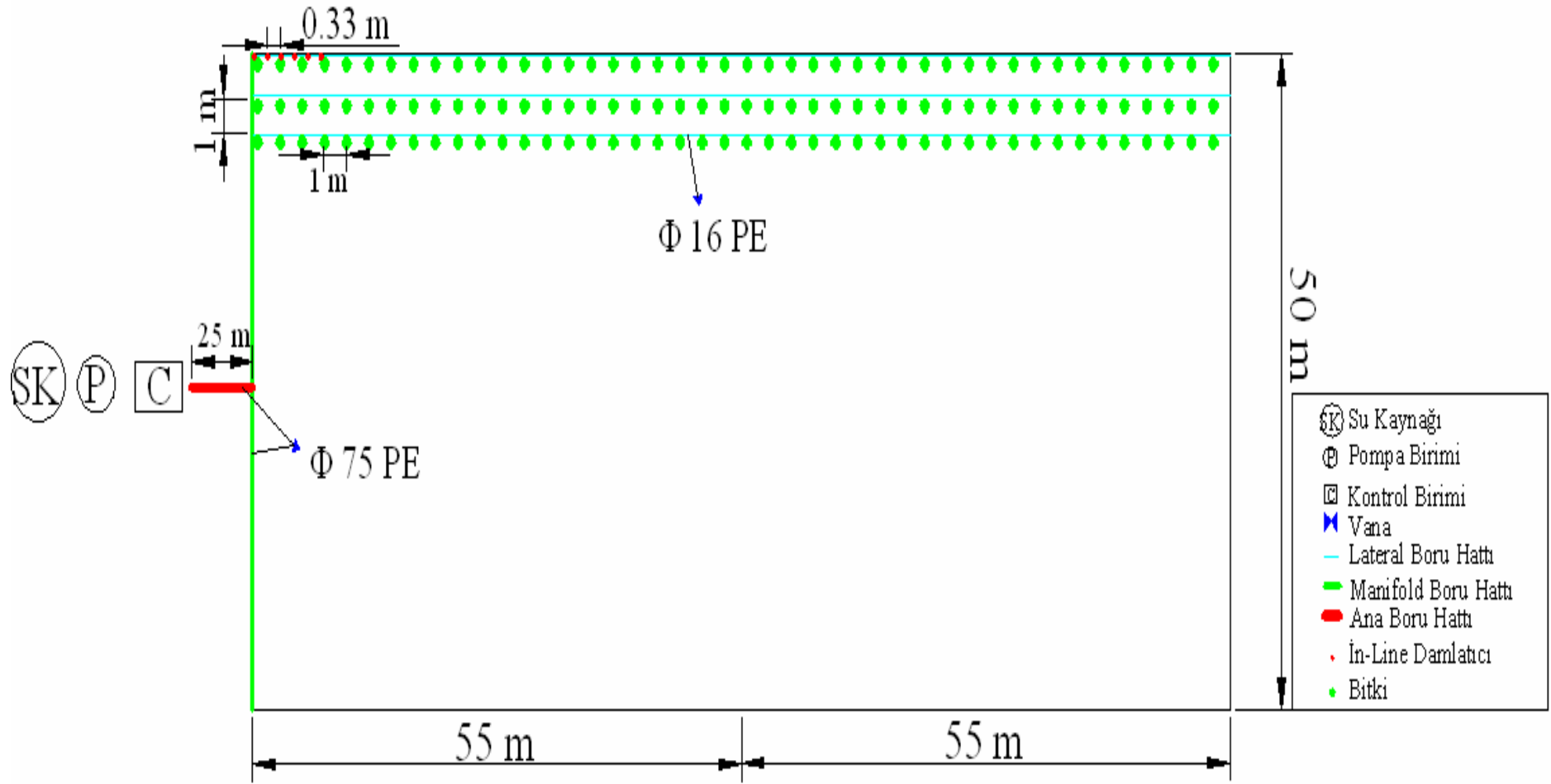
Toplam 3.67 da büyüklüğü olan 10 nolu proje alanında sulama suyu, derin kuyudan basılan havuzdan sağlanmaktadır. Ana ve manifold boru hatları 75 mm dış çaplı 6 atmosfere dayanıklı sert PE borulardan oluştururken, lateral boru hatları ise 16 mm dış çaplı 4 atmosfere dayanıklı yumuşak PE borulardan oluşturulmuştur. Lateral hatları üzerinde ise 4 L/h debili 0.33 m damlatıcı aralığına sahip inline tipi damlatıcılar kullanılmıştır. Proje alanındaki kontrol birimi incelendiğinde ise yalnızca elek filtrenin kullanıldığı görülmüştür. 1 nolu proje alanının mevcut sulama sistemi projesi Şekil 3.11' de verilmiştir.

3.1.6. Kullanılan bilgisayar paket programları

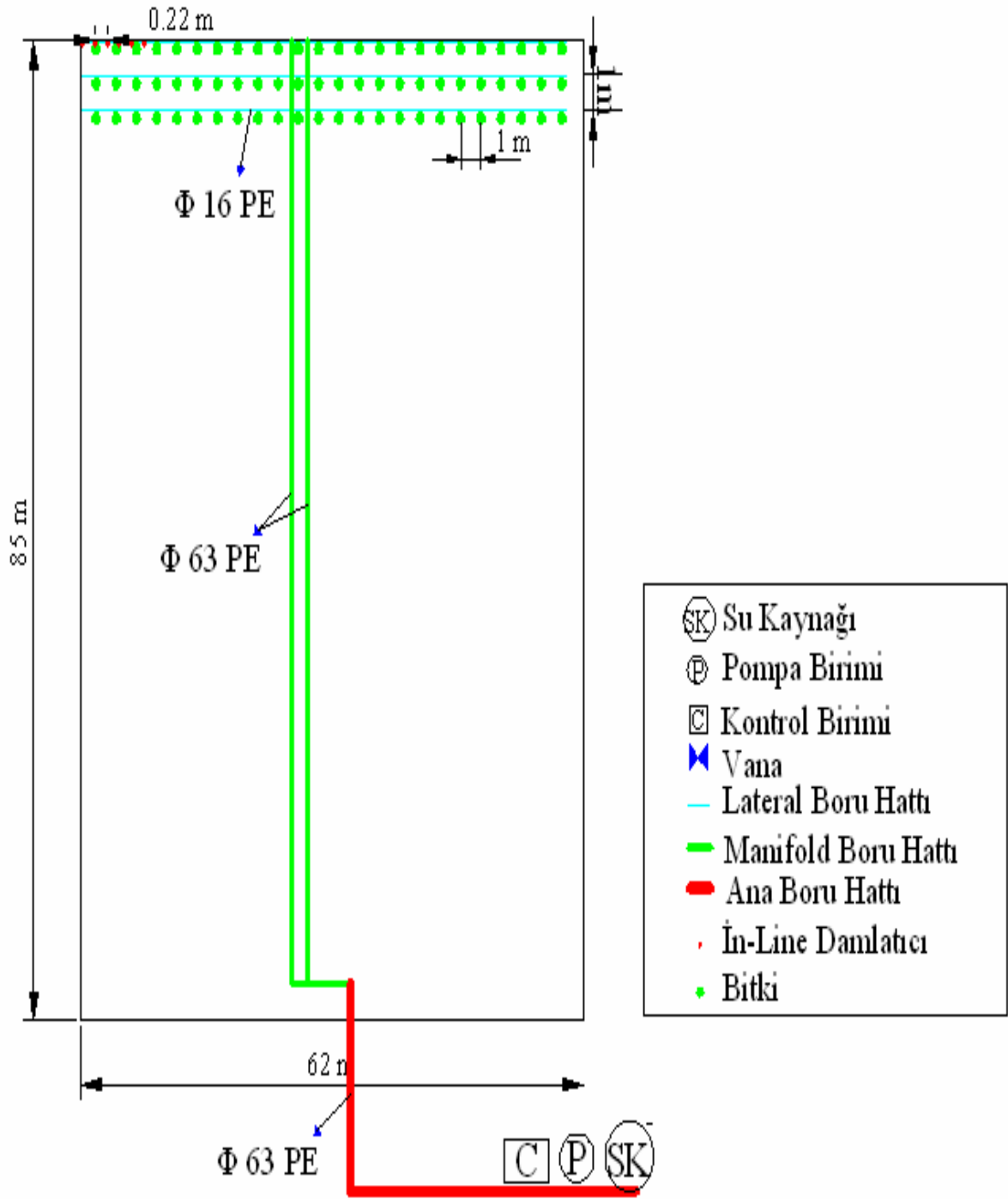
Araştırmada, bölge koşullarında referans bitki su tüketimi değerlerinin hesaplanmasında CROPWAT ile sulama projelerinin tasarımında ise AUTOCAD 2006 paket programlarından yararlanılmıştır (Smith 1992, Bora ve Şen 2006).



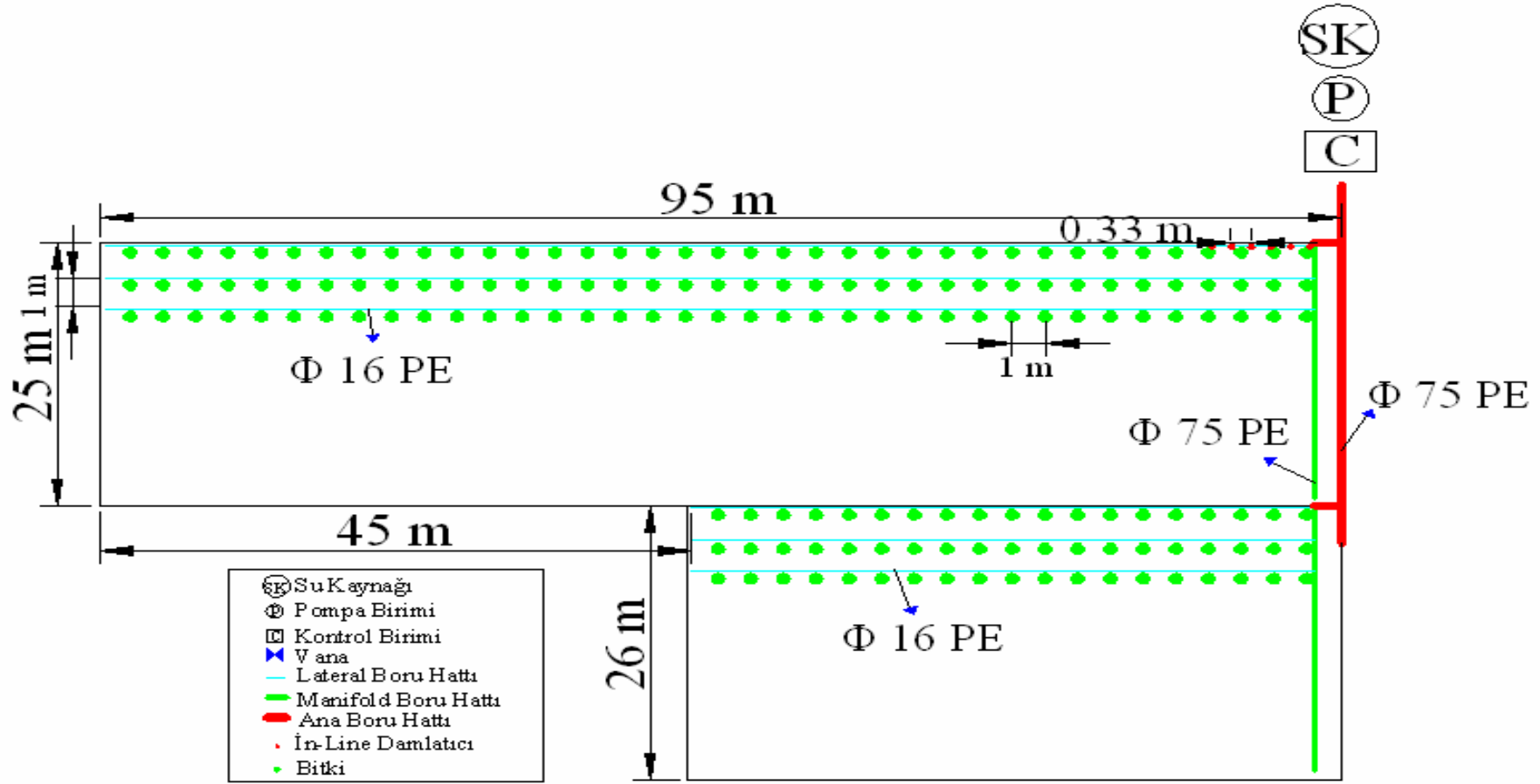
Şekil 3.8. 7 nolu proje alanının mevcut sulama sistemi projesi



Şekil 3.9. 8 nolu proje alanının mevcut sulama sistemi projesi



Şekil 3.10. 9 nolu proje alanının mevcut sulama sistemi projesi



Şekil 3.11. 10 nolu proje alanının mevcut sulama sistemi projesi

3.2. Metod

3.2.1. Toprak ve su örneklerinin analizi

Araştırma alanlarında sulama sistemi tasarımının ön projelendirme aşamasında gerekli, toprak bünyesi, tarla kapasitesi, solma noktası, kullanılabilir su tutma kapasitesi ve hacim ağırlığı gibi toprak özelliklerinin saptanması amacıyla 0-30, 30-60 cm derinlikteki toprak katmanlarından bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır (Şekil 3.5). Bozulmamış toprak örneklerinden hacim ağırlığı ve tarla kapasitesi, bozulmuş toprak örneklerinden ise solma noktası ve bünye sınıfı değerleri belirlenmiştir (Blake 1965, Benami ve Diskin 1965).

Ayrıca, alanlarda kullanılan sulama suyunun özelliklerini belirlemek amacıyla su örnekleri alınmıştır (Ayyıldız 1990).



Şekil 3.12. Arazi koşullarında bozulmamış toprak örneklerinin alınışı

3.2.2. Toprağın su alma hızı ölçümleri

Sulama sistemlerinin tasarımında kullanılacak damla sulama yönteminde; damlatıcı aralığı ve tertip aralığının belirlenmesinde önemli bir kriter olan toprağın su alma hızı (infiltrasyon hızı) ölçümleri Güngör ve Yıldırım (1989)' da verilen esaslara göre çift silindir infiltrometre yöntemine göre yapılmıştır. Ölçümlere su alma hızı değeri sabitleşinceye kadar devam edilmiştir (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Toprağın su alma hızı ölçümleri

3.2.3. Uygun damlatıcının aralığı ve ıslatılan alan oranının belirlenmesi

Damla sulama uygulamalarında temel prensip, bitki sıralarına döşenen lateral boru hattı boyunca toprak yüzeyinde eş su dağılımını sağlayan ıslak şeridin elde edilmesidir. Damlatıcı aralığı, ıslatma çapının %80' i kadar alınmaktadır. Fakat arazi koşullarında ıslatma çapının belirlenmesi kolay olmadığından, damlatıcı aralığının belirlenmesinde Papazafirou (1980) tarafından geliştirilen aşağıdaki eşitlik kullanılmaktadır.

$$S_d = 0.9 \sqrt{\frac{q}{I}} \quad (3.1)$$

Eşitlikte;

S_d : Damlatıcı aralığı, m,

q : Damlatıcı debisi, L/h,

I : Toprağın su alma hızı, mm/h'dir.

Uygulamada geniş aralıklarla değişen damlatıcı debilerine sahip farklı tiplerde damlatıcılar bulunmasına karşın genelde 2 – 8 L/h arasında değişen damlatıcı debileri kullanılmaktadır. Bu debilerin seçiminde ise toprak bünyesi dikkate alınmaktadır (Yıldırım 2005).

Damla sulama yönteminde yeterli kılcal kök gelişimi sağlamak için ıslatılan alan oranının bölgenin iklim yapısına göre en az % 25- 35 arasında olması gerekmektedir (Yıldırım 2005). Islatılan alan oranı;

$$P = \frac{S_d}{S_l} \quad (3.2)$$

eşitliği ile hesaplanmaktadır. Eşitlikte;

P : Islatılan alan oranı, %,

S_d : Damlatıcı aralığı, m,

S_l : Lateral aralığı, m' dir.

3.2.4. Bitki su tüketiminin belirlenmesi

Araştırma alanlarında yetiştirilen bitkilerin sulama suyu ihtiyaçlarını saptayabilmek için öncelikle bitki su tüketim değerleri belirlenmiştir. Bu amaçla, çok sayıda iklim elemanının kapsadığından ve dolayısıyla diğer yöntemlere göre daha sağlıklı sonuç veren Penman FAO modifikasyonu dikkate alınarak geliştirilen Penman-Monteith yöntemi ile tahmin edilmiştir. Bu yöntemde önce referans bitki su tüketimi hesaplanmakta, bu değer daha sonra bitki katsayısı ile düzeltilerek bitki su tüketimi değeri elde edilmektedir (Doorenbos ve Pruitt 1977). Penman-Monteith yöntemi ile referans bitki su tüketiminin hesaplanmasında;

$$ET_o = \frac{\delta}{\delta + \gamma^*} (R_n - G) \frac{1}{\lambda} + \frac{\lambda}{\delta + \gamma^*} \frac{900}{(T + 275)} U_2 (e_a - e_d) \quad (3.3)$$

$$\delta = \frac{4098e_a}{(T + 237.3)^2} \quad (3.4)$$

$$\lambda = 2.501 - (2.361 \times 10^{-3}) \times T \quad (3.5)$$

$$\gamma^* = 0.0016286 \frac{P}{100} \quad (3.6)$$

$$\gamma^* = \gamma (1 + 0.34U_2) \quad (3.7)$$

$$R_n = R_{ns} - R_{nl} \quad (3.8)$$

$$R_{ns} = 0.75R_s \quad (3.9)$$

$$R_{nl} = 2.451f(T)f(ed)f(n/N) \quad (3.10)$$

$$R_s = (0.25 + 0.50 \frac{n}{N}) R_a \quad (3.11)$$

$$e_d = e_a \frac{RH}{100} \quad (3.12)$$

$$U_2 = U_z \left(\frac{2}{z} \right)^2 \quad (3.13)$$

eşitlikleri kullanılmaktadır. Eşitliklerde;

ET: Referans bitki su tüketimi, mm/gün,

δ : Buhar basıncı eğrisinin eğimi, kPa/⁰C,

γ^* : Modifiye psikrometrik sabite, kPa/⁰C,

γ = Psikrometrik sabite, kPa/ $^{\circ}$ C,
P: Atmosfer basıncı, kPa,
 R_n : Bitki yüzeyindeki net radyasyon, MJ/m²/gün,
 R_a : Atmosferin dış yüzüne ulaşan radyasyon, MJ/m²/gün,
 R_s : Yeryüzüne ulaşan kısa dalgalı radyasyon, MJ/m²/gün,
 R_{ns} : Kısa dalgalı net radyasyon, MJ/m²/gün,
 R_{nl} : Uzun dalgalı net radyasyon, MJ/m²/gün,
f(T): Sıcaklık fonksiyonu,
T: Sıcaklık, $^{\circ}$ C,
f(e_d): Buhar basıncı fonksiyonu,
 e_d : Ortalama hava sıcaklığındaki gerçek buhar basıncı, kPa,
 e_a : Ortalama hava sıcaklığındaki doymuş buhar basıncı, kPa,
f(n/N): Güneşlenme oranı fonksiyonu,
n: Güneşlenme süresi, h,
N: Olası maksimum güneşlenme süresi, h,
G: Topraktaki ısı akımı, MJ/m²/gün,
 λ = Buharlaşma gizli ısı, MJ/kg,
 U_2 : 2m yükseklikte ölçülmüş rüzgâr hızı, m/s,
 U_z : Z metre yükseklikte ölçülmüş rüzgâr hızı, m/s,
Z: Rüzgâr hızının ölçüldüğü yükseklik, m,
RH: Ortalama bağıl nem, %

değerlerini göstermektedir. Yukarıdaki eşitliklerde yer alan bazı parametreler Doorenbos ve Pruitt (1977)' de verilen çizelgelerden yararlanılarak belirlenmiş, hesaplamalarda kullanılan iklim elemanları ise araştırma alanlarına en yakın meteoroloji istasyonlarından alınmıştır.

Bitki su tüketiminin hesaplanmasında;

$$ET = k_c \times ET_0 \quad (3.14)$$

eşitliği kullanılmıştır. Eşitlikte;

ET: Bitki su tüketimi, mm/gün,

k_c : Bitki katsayısı,

ET_o : Referens bitki su tüketimi, mm/gün'dür.

Eşitlikteki bitki katsayısı (k_c) değeri olarak bölge koşulları ve daha önce yürütülen araştırmalar dikkate alınarak 1.20 olarak alınmıştır (Doorenbos ve Pruitt 1977, Yıldırım 1994b, Barrett ve ark., 2003).

Damla sulama yöntemi için göz önüne alınacak bitki su tüketimi değerlerinin tahmininde;

$$T = ET \frac{P_s}{85} \quad (3.15)$$

eşitliğinden yararlanılmıştır (Yıldırım 2005). Eşitlikte;

T: Damla sulama yönteminde bitki su tüketimi, mm/gün,

P_s : Bitki tarafından gölgelenen alan yüzdesi, %,

ET: Bitki su tüketimi, mm/gün'dür.

Eşitlikteki P_s değeri süs bitkileri için % 85 olarak alınmıştır (Orta 1991, Yıldırım 2005).

3.2.5. Uygulanacak sulama suyu miktarı, sulama aralığı, sulama süresi ve maksimum işletme birimi sayısının belirlenmesi

Her sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarları;

$$d_{n \max} = \frac{(TK - SN)}{100} \times R_y \times \gamma t \times D \times P \quad (3.16)$$

eşitliği ile hesaplanmıştır (Yıldırım 2005). Bu eşitlikte;

$d_{n \max}$: Her sulamada uygulanacak maksimum net sulama suyu miktarı, mm,

TK: Tarla kapasitesi, %,

SN: Solma noktası, %,

R_y : Kullanılabilir su tutma kapasitesinin tüketilmesine izin verilen kısmı, %,

γ_t : Toprağın hacim ağırlığı, g/cm^3 ,

D: Islatılacak toprak derinliği, mm,

P: Islatılan alan yüzdesi, %' dir.

Proje alanlarında yetiştirilen bitkiler dış mekan süs bitkisi olduğundan etkili kök derinliği olarak 45 cm' lik toprak katmanı ve kullanılabilir su tutma kapasitesinin %40'ı tüketildiğinde sulanmaya başlanması dikkate alınmıştır. Sulama uygulamalarında göz önüne alınabilecek maksimum sulama aralığı;

$$SA_{max} = \frac{d_{nmax}}{ET_{max}} \quad (3.17)$$

eşitliği ile hesaplanmaktadır (Yıldırım 2005).Eşitlikte;

SA_{max} : Maksimum sulama aralığı, gün,

d_{nmax} : Her sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı, mm,

T: Damla sulama yönteminde bitki su tüketimi, mm/gün' dür.

Damla sulama sistemlerinin kurulduğu alanlarının tasarım aşamasında, sulama aralığı değerinin (SA), maksimum sulama aralığı (SA_{max}) değerinden küçük veya eşit olacak şekilde belirlenmesi gerekmektedir (Yıldırım 2005). Ayrıca, seçilen sulama aralığı değerine göre uygulanacak net sulama suyu miktarı aşağıdaki eşitlik ile yeniden düzenlenmektedir.

$$d_n = T (SA) \quad (3.18)$$

Bu eşitlikte;

d_n = Uygulanacak net sulama suyu miktarı, mm,

T= Damla sulama yönteminde bitki su tüketimi, mm/gün,

SA= Seçilen sulama aralığı, gün' dür.

Her sulamada uygulanacak toplam sulama suyu miktarı ise;

$$dt = \frac{d_n}{E_a} \quad (3.19)$$

eşitliği ile elde edilmektedir (Yıldırım 2005). Eşitlikte;

d_t : Her sulamada uygulanacak toplam sulama suyu miktarı, mm,

d_n : Her sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı, mm,

E_a : Su uygulama randımanı, %' dir.

Damla sulama sistemlerinin su uygulama randımanı değeri kullanılan damlatıcı tipi, boru hatlarında oluşan yük kayıpları, eğim farklılıkları gibi farklılıklardan dolayı değişmesine karşın genelde % 85 alınmaktadır (Yıldırım 2005).

Sulama süresi;

$$T_a = \frac{1000 \times dt}{q \times N} \quad (3.20)$$

eşitliği ile hesaplanmaktadır (Yıldırım 2005). Eşitlikte;

T_a : Sulama süresi, h,

d_t : Her sulamada uygulanacak toplam sulama suyu miktarı, mm,

q : damlatıcı debisi L/h,

N : Bir dekar alandaki damlatıcı sayısı, adet/da' dır.

Damla sulama sistemlerinde proje alanı belirli sayıda işletme birimine ayrılır ve maksimum işletme birimi sayısı aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir (Yıldırım 2005).

$$N_{\max} = \left(\frac{T_g}{T_a} \right) \times SA \quad (3.21)$$

Eşitlikte;

N_{max} : Maksimum işletme birim sayısı, adet

T_g : Günlük sulama süresi, h/gün,

T_a : Sulama süresi, h,

SA: Seçilen sulama aralığı, gün' dür.

Araştırmada günlük maksimum sulama süresi olarak çiftçi koşulları göz önüne alınarak 12 saat dikkate alınmıştır.

3.2.6. Lateral ve manifold boru çaplarının belirlenmesi

Damla sulama sistemlerinde bir işletme birimi, üzerinde damlatıcıların bulunduğu çok sayıda lateral boru hattı ve belirli sayıda lateralin bağlandığı manifold boru hattından oluşur. Lateral boru hatlarının olanaklar ölçüsünde eğimsiz ya da bayır aşağı eğimde döşenmesine özen gösterilmesi gerekmektedir. Lateral ve manifold boru büyüklüklerinin seçiminde Christiansen Yöntemi kullanılmaktadır. Christiansen eş su dağılımı katsayısının lateral boru hatlarında (CU) % 98' den, manifold boru hatlarında ise 97.5' dan daha düşük olması istenmez. Ayrıca, lateral ve manifold boru hatlarında gerek sediment gibi materyal birikimini engellemek gerekse, boru hattında oluşabilecek su darbesini azaltmak ve kavitasyonu engellemek için boru hattı su akış hızınının 0.5–2 m/s arasında olması tercih edilmiştir (Nakayama ve Bucks 1986, Keller ve Bliesner 1990, Yıldırım 2005).

Damla sulama sistemlerinde manifold ve manifolda bağlı lateral boru hatlarından oluşan işletme biriminde, izin verilebilen yük kayıplarının sistem işletme basıncının en çok %20' si kadar alınmaktadır (Yıldırım 2005). Kabul edilebilir düzeyde su dağılımı sağlamak açısından değinilen yük kayıplarının en çok % 55' inin lateral boru hattı boyunca, % 45' inin ise manifold boru hattı boyunca oluşması istenmektedir. Bu nedenle lateral ve manifold boru hatlarında izin verilebilir yük kayıpları;

$$h: 0.20 h_o \quad (3.22)$$

$$h_l = 0.55 h \pm h_{gl} \quad (3.23)$$

$$h_m = 0.45 h \pm h_{gm} \quad (3.24)$$

eşitlikleri ile hesaplanabilir. Eşitliklerde;

- h: İşletme biriminde izin verilen yük kaybı, m,
- h_o : Sistem işletme basıncı, m,
- h_l : Lateral boyunca izin verilebilen yük kayıpları, m,
- h_{gl} : Lateral boyunca eğimden kaynaklanan yükseklik farkı, m,
- h_m : Manifold boyunca izin verilebilen yük kayıpları, m,
- h_{gm} : Manifold boyunca eğimden kaynaklanan yükseklik farkı, m' dir.

Lateral boru hatlarının seçiminde 3.23 nolu eşitlikte verilen yük kayıplarını, yan boru hatlarında ise 3.24 nolu eşitlikte verilen yük kayıplarını aşmayacak biçimde boru çapları belirlenmiştir. Lateral boru hatları toprak yüzeyine serili, 4 atm işletme basınçlı, üzerinde toprak özelliklerine göre damlatıcı aralığı belirlenmiş in-line damlatıcıların bulunduğu yumuşak PE borulardan oluşturulmuştur. Manifold boru hatları ise yüzeyde, en az 6 atm işletme basınçlı sert PE borulardan oluşturulmuştur.

Ayrıca, lateral giriş basıncı ve manifold giriş basınçları aşağıdaki eşitlikler yardımı ile hesaplanabilir (Nakayama ve Bucks 1986, Keller ve Bliesner 1990, Yıldırım 2005).

$$H_l = h_o + E_o h_{fl} \pm L_o h_{gl} \quad (3.25)$$

$$H_m = H_l + h_{fm} \pm h_{gm} \quad (3.26)$$

Eşitliklerde;

- H_l : Lateral giriş basıncı, m,
- h_o : İşletme basıncı, m,
- E_o : Boyutsuz yük kaybı oranı,
- h_{fl} : Lateral boyunca oluşan toplam yük kayıpları, m,
- L_o : Boyutsuz uzunluk oranı,
- h_{gl} : Lateral boyunca eğimden kaynaklanan yükseklik farkı, m,
- H_m : Manifold giriş basıncı, m,
- h_{fm} : Manifold boyunca oluşan toplam yük kaybı, m
- h_{gm} : Manifold boyunca eğimden kaynaklanan yükseklik farkı, m' dir.

Boyutsuz yük kaybı oranı ve boyutsuz uzunluk oranı değerleri Yıldırım (2005)' den elde edilmiştir.

3.2.7. Ana boru çapının belirlenmesi

Ana boru hattı çapının seçilmesinde, ana boru hattında istenen basınç ve aynı anda çalışacak işletme birimlerine göre belirlenen debi miktarı göz önüne alınarak modifiye Keller yöntemi kullanılmıştır (Yıldırım 2005). Ana boru hattında istenen basınç;

$$H_a: H_m + h_{ym} + h_{fa} \pm h_{ga} \quad (3.27)$$

eşitliği ile belirlenmiştir. Eşitlikte;

H_a : Ana boru hattında istenen basınç, m,

H_m : Manifold giriş basıncı, m,

h_{ym} =Yersel kayıplar, m,

H_{fa} = Ana boru hatı boyunca oluşan toplam yük kaybı, m

H_{ga} = Ana boru hattı boyunca eğimden kaynaklanan yükseklik farkı, m' dir

Eşitlikte, lateral boru hattında oluşan yersel yük kayıpları; hat boyunca oluşan yük kayıplarının % 10' u kadar alınmıştır. Ana boru çapı seçilirken; gerek sediment gibi materyal birikimini engellemek gerekse, boru hattında oluşabilecek su darbesini azaltmak ve kavitasyonu engellemek için boru hattı su akış hızının 0.5–2 m/s arasında olması tercih edilmiştir (Yıldırım 2005). Ayrıca, ana boru hatları da sulama alanları küçük olduğundan yüzeyde olacak şekilde en az 6 atm işletme basınçlı sert PE (Polietilen) borulardan oluşturulması planlanmıştır.

3.2.8. Kontrol birimi ve pompa biriminin belirlenmesi

Kontrol birimi unsurlarının seçiminde Dasberg ve Or (1999) ve Yıldırım (2005)' de verilen esaslar kullanılmıştır. Ayrıca, bu unsurlarının seçiminde, kullanılan sulama suyu özellikleri ve üretici bilgilerinden yararlanılmıştır.

Pompa biriminde ise, aşağıdaki eşitlik ile hesaplanan manometrik ylık değeri ve istenilen debiye göre, işletme ve bakım kolaylığı açısından uygun sistemler tercih edilmiştir. Manometrik ylık değeri;

$$H_{\text{mano}}: H_{\text{de}} \pm h_g + h_{\text{fk}} + H_a \quad (3.28)$$

eşitliği ile hesaplanmaktadır (Yıldırım 2005). Eşitlikte,

H_{mano} : Manometrik ylık, m,

H_{de} : Dinamik emme ylıkliği, m,

h_g : Pompa birimi ile basma noktası arasındaki ylık farkı, m,

h_{fk} : Kontrol biriminde oluşan ylık kayıpları, m,

H_a : Ana boru hattında istenen basınç, m' dir.

3.2.9. Mevcut ve tasarlanan sulama sistem unsurlarının karşılaştırılması

Araştırmada, 10 farklı alandaki mevcut sulama sistemleri detaylı bir şekilde incelenmiş ve yukarıda açıklanan tasarım aşamaları uygulanarak yeniden projelermeler yapılmıştır. Böylece, mevcut sulama projesi ile tasarlanan sulama projesi arasındaki farklar ortaya konulmaya çalışılmıştır. Ayrıca, mevcut ve tasarlanan sulama projeleri ilk yatırım masrafları açısından da karşılaştırılmıştır. İlk yatırım masraflarının değerlendirilmesinde, bölgeye hakim olan firmaların 2009 yılı piyasa fiyatları göz önüne alınmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Toprak ve Su Örnekleri Analiz Sonuçları

Araştırma alanlarından alınan toprak örneklerinin fiziksel analizleri sonucunda elde edilen bünye, tarla kapasitesi, solma noktası, hacim ağırlığı ve kullanılabilir su tutma kapasitesine ilişkin değerler Çizelge 4.1’ de verilmiştir. Araştırma alanı topraklarının birbirinden farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Hacim ağırlığı değerleri 1.26 – 1.80 g/cm³ arasında değişirken, kullanılabilir su tutma kapasitesi değerleri 0 – 45 cm toprak katmanı için 102.32 mm ile 126.61 mm arasında değişmiştir. Ayrıca, araştırma alanlarındaki sulama suları analiz sonuçları Çizelge 4.2’ de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, alanlardaki sulama suyu sınıflarının T₂S₁ ve T₃S₁ olarak değiştiği görülmüştür.

Çizelge 4.1. Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri

Proje alanı	Profil derinliği (cm)	Bünye sınıfı	Hacim ağırlığı	Tarla kapasitesi		Solma noktası		Kullanılabilir su tutma kapasitesi	
			g/cm ³	%	mm	%	mm	%	mm
1	0-30	Tın	1.63	23.38	114.33	8.36	40.88	15.02	73.45
	30-60	Tın	1.70	18.16	92.62	6.84	34.88	11.32	57.73
2	0-30	Killi- Tın	1.67	27.83	139.43	12.47	62.47	15.36	76.95
	30-60	Tın	1.61	23.74	114.66	9.33	45.06	14.41	69.60
3	0-30	Tın	1.52	30.75	140.22	11.39	51.94	19.36	88.28
	30-60	Siltli - Kum	1.45	26.15	113.75	8.53	37.11	17.62	76.65
4	0-30	Siltli- Killi-Tın	1.67	30.34	152.00	13.80	69.14	16.54	82.87
	30-60	Tın	1.61	26.14	126.26	9.84	47.53	16.30	78.73
5	0-30	Killi - Tın	1.63	24.36	119.12	9.94	48.61	14.42	70.51
	30-60	Tın	1.64	20.87	102.68	7.90	38.87	12.97	63.81
6	0-30	Kil	1.34	34.77	139.78	17.23	69.26	17.54	70.51
	30-60	Siltli- Killi-Tın	1.45	35.20	153.12	15.48	67.34	19.72	85.78
7	0-30	Kil	1.26	41.33	156.23	23.14	87.47	18.19	68.76
	30-60	Kil	1.39	39.52	164.80	21.42	89.32	18.10	75.48
8	0-30	Tın	1.49	26.38	117.92	10.30	46.04	16.08	71.88
	30-60	Tın	1.69	21.30	107.99	9.72	49.28	11.58	58.71
9	0-30	Kumlu- Tın	1.71	17.51	89.83	2.83	14.52	14.68	75.31
	30-60	Kumlu- Tın	1.73	12.59	65.34	1.68	8.72	10.91	56.62
10	0-30	Killi-Tın	1.80	22.59	121.99	9.17	49.52	13.42	72.47
	30-60	Tın	1.56	21.94	102.68	8.85	41.42	13.09	61.26

Çizelge 4.2. Araştırma alanlarının su örneklerine ilişkin sonuçlar

Proje Alanı	pH	EC*10 ⁶	Kasyonlar				Anyonlar					SAR	Tuzluluk (T)	Alkalilik (A)
			Na	K	Ca+Mg	Toplam	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄	Toplam			
1	6.91	1210	3.37	0.202	10.21	13.782	Yok	1.25	1.70	10.832	13.782	1.49	T ₃	S ₁
2	7.07	760	3.495	0.07	5.40	8.965	Yok	6.50	0.51	1.955	8.965	2.13	T ₃	S ₁
3	7.03	915	5.585	0.214	5.30	11.099	Yok	8.25	1.16	1.689	11.099	3.43	T ₃	S ₁
4	7.30	1050	3.875	0.07	7.50	11.445	Yok	7.60	1.40	2.445	11.445	2.00	T ₃	S ₁
5	7.28	530	1.974	0.202	4.00	6.176	Yok	3.90	1.40	0.876	6.176	1.40	T ₂	S ₁
6	6.75	990	3.495	0.327	7.97	11.792	Yok	5.60	1.80	4.392	11.792	1.75	T ₃	S ₁
7	6.61	1200	3.495	0.238	8.80	12.533	Yok	9.60	1.10	1.833	12.533	1.67	T ₃	S ₁
8	6.83	530	0.47	0.07	5.30	5.84	Yok	3.75	0.40	1.99	5.84	0.29	T ₂	S ₁
9	7.21	325	0.491	0.02	3.43	3.941	Yok	3.30	0.20	0.441	3.941	0.38	T ₂	S ₁
10	6.85	550	0.37	0.061	5.50	5.931	Yok	4.25	0.45	1.031	5.931	0.22	T ₂	S ₁

4.2. Toprağın Su Alma Hızı Sonuçları

Araştırma alanlarında, çift silindir infiltrometre yöntemi ile toprağın su alma hızı değeri sabitleşinceye kadar devam eden ölçümler sonucunda, toprağın su alma hızı değerleri 8 mm/h ile 21.5 mm/h arasında değişmiştir.

4.3. Bitki Su Tüketimi Sonuçları

Araştırma alanının uzun yıllar iklim verilerinden yararlanılarak CROPWAT bilgisayar programı ile Penman-Monteith yöntemiyle hesaplanan referans bitki su tüketimi değerleri ve bu değerlerin bitki katsayısı ile düzeltilmesi elde edilen bitki su tüketimi değerleri Çizelge 4.3' de verilmiştir. Çizelgeden izleneceği gibi Sakarya bölgesi için referans bitki su tüketimi değerleri Nisan – Ekim ayları arasındaki periyotta 1.65 mm/gün ile 4.96 mm/gün arasında değişirken, bitki su tüketimi değerleri ise 1.98 mm/gün ile 5.95 mm/gün arasında değişmiştir. Ayrıca, genel olarak dış mekan süs bitkilerinin mevsimlik net sulama suyu ihtiyacı 529.64 mm olarak hesaplanmıştır. Aylar bazında dikkate alındığında, en yüksek bitki su tüketimi ve aylık net sulama suyu ihtiyacının Temmuz ayında 184.45 mm/ay bitki su tüketimi ve 129.55 mm/ay olarak elde edildiği görülebilir.

4.4. Uygun Damlatıcının Aralığı ve Islatılan Alan Oranına İlişkin Sonuçlar

Araştırma alanları için belirlenen damlatıcı debisi, damlatıcı aralığı, lateral aralığı ve ıslatılan alan oranlarına ilişkin sonuçlar Çizelge 4.4' de verilmiştir. Proje alanındaki toprakların bünyesi orta bünyeli olduğundan damlatıcı debisi (q) 4 L/h olacak şekilde planlama yapılmıştır. Damlatıcı debisi ve toprağın infiltirasyon hızı değerlerinin 3.1 nolu eşitliğe konulması ile damlatıcı aralığı (S_d) değerleri 0.46 ile 0.64 m arasında hesaplanmıştır. Fakat uygulama kolaylığı bakımından in-line tipi damlatıcılar tercih edildiğinden, araştırma alanlarında damlatıcı aralığı değerleri; 5 nolu proje alanında 0.60 m, 9 nolu proje alanında 0.40 m diğerlerinde ise 0.50 m olarak şekilde planlanmıştır. Araştırma alanlarındaki bitki sıra aralığı 1.0 m olduğundan, her bitki sırasında bir lateral boru hattı döşenmiştir. Seçilen damlatıcı aralığı ve lateral aralığı değerlerinin 3.2 eşitlikte yerine konulması ile ıslatma alanı oranı (P) değerleri % 53 ile 60 arasında hesaplanmıştır. Böylece, damla sulama yöntemi projelendirme esaslarından olan ıslatılan alan oranının en az % 30 olma koşulu sağlanmıştır.

Çizelge 4.3. Süs bitkilerinin Penman-Monteith yöntemine göre hesaplanmış bitki su tüketimi ve sulama suyu ihtiyacı değerleri

Aylar	Referans bitki su tüketimi	Bitki katsayısı	Bitki su tüketimi		Yağış miktarı	Net sulama suyu ihtiyacı
	mm/gün		mm/gün	mm/ay		
Nisan	2.74	1.20	3.29	98.70	61.60	37.10
Mayıs	3.72	1.20	4.46	138.26	48.20	90.06
Haziran	4.56	1.20	5.47	164.10	69.40	94.70
Temmuz	4.96	1.20	5.95	184.45	54.90	129.55
Ağustos	4.44	1.20	5.33	165.23	50.10	115.13
Eylül	2.96	1.20	3.55	106.50	43.40	63.10
Ekim	1.65	1.20	1.98	61.38	88.20	-
TOPLAM						529.64

Çizelge 4.4. Araştırma alanları için kullanılan damlatıcılara ilişkin özellikler

İşletme no	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Su alma hızı değerleri (I) mm/h	12.5	10.0	12.0	10.0	8.0	15.5	10.0	13.0	21.5	10.0
Damlatıcı debisi (q), L/h	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Hesaplanan damlatıcı aralığı, m	0.51	0.57	0.52	0.57	0.64	0.46	0.57	0.50	0.39	0.57
Seçilen damlatıcı aralığı (S _d), m	0.50	0.50	0.50	0.50	0.60	0.50	0.50	0.50	0.40	0.50
Bitki sıra aralığı, m	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Lateral aralığı (S _l), m	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Islatılan alan oranı (P), %	0.50	0.50	0.50	0.50	0.60	0.50	0.50	0.50	0.40	0.53

4.5. Uygulanacak Sulama Suyu Miktarı, Sulama Aralığı, Sulama Süresi ve Maksimum İşletme Sayısına İlişkin Sonuçlar

Ele alınan araştırma alanları için metot bölümünde 3.16, 3.17, 3.18, 3.19, 3.20 ve 3.21 eşitlikleri ile açıklanan, her sulamada uygulanacak net sulama suyu ihtiyacı, toplam sulama suyu ihtiyacı, sulama aralığı, sulama süresi ve maksimum işletme sayısına ilişkin değerleri Çizelge 4.5' de verilmiştir. Çizelgeden izleneceği gibi, her sulamada uygulanacak maksimum net sulama suyu miktarları 16.58 ile 25.32 mm arasında değişmiştir. Maksimum sulama aralığı değerleri ise 3.34 gün ile 5.10 gün arasında hesaplanmıştır. Fakat her alan için proje sulama aralığı olarak 3 gün değeri dikkate alınmıştır. Ayrıca, su uygulama randımanı ile düzeltilmiş toplam sulama suyu miktarları ise 17.51 mm olarak belirlenmiştir.

Seçilen damlatıcı aralığı, uygulanacak toplam sulama suyu miktarına göre hesaplanan sulama süresi değerleri ise 1.75 ile 2.63 h arasında değişmiştir. Çiftçinin uygulayabileceği maksimum 12 saatlik su uygulaması ve sulama aralığı değerleri dikkate alındığında ise proje alanlarında oluşturulabilecek maksimum işletme birimi sayıları 12 ile 18 adet arasında değişmiştir.

4.6. Lateral ve Manifold Boru Çaplarına İlişkin Sonuçlar

Her bir araştırma alanı için metot kısmında detaylı şekilde açıklanan eşitliklere ve kriterlere göre belirlenen lateral boru uzunluğu, bir lateral boru hattındaki damlatıcı sayısı, lateral debisi, lateral işletme basıncı, lateral boyunca izin verilen yük kaybı, lateral boru çapı, lateral boyunca oluşan toplam yük kaybı ve lateral giriş basıncına ilişkin sonuçlar Çizelge 4.6' da verilmiştir. Çizelge incelendiğinde araştırma alanlarında lateral boru uzunluklarının 29 m ile 84 m arasında değiştiği görülebilir. Ayrıca, toprağın infiltrasyon hızına göre belirlenen damlatıcı aralığı değerlerine göre bir lateral üzerindeki damlatıcı sayıları 58 ile 155 arasında değişirken, bu değerlerin damlatıcı debileri ile çarpılması sonucunda lateral debisi değerleri ise 280 ile 620 L/h arasında değişmiştir.

Laterallerin 10 m basınç altında çalıştırılacağı planlanmış ve böylece lateral hatları boyunca izin verilen yük kaybı değeri 1.1 m olarak hesaplanmıştır. Yük kaybı değerleri hesaplanırken araştırma alanları eğimsiz olduğundan eğimden kaynaklanan yük kaybı dikkate alınmamıştır. Bu değerlere göre, araştırma alanlarındaki laterallerin; 16 veya 20 mm dış çaplı 4 atmosfer basınca dayanıklı, basınç ayarlı, üzerinde belirlenen damlatıcı aralığına göre ayarlanmış in-line boru hatlarından oluşturulması belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. Uygulanacak sulama suyu miktarı ve sulama aralığına ilişkin sonuçlar

Ön projelendirme kriterleri	İşletme no									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Her sulamada uygulanacak maksimum net sulama suyu miktarı ($d_{n \max}$), mm	20.41	22.35	25.32	24.45	24.58	22.68	21.30	20.25	16.58	20.62
Maksimum günlük bitki su tüketimi, (ET_{\max}), mm/gün	4.96	4.96	4.96	4.96	4.96	4.96	4.96	4.96	4.96	4.96
Maksimum sulama aralığı (SA_{\max}), gün	4.11	4.51	5.10	4.93	4.96	4.57	4.29	4.08	3.34	4.16
Proje sulama aralığı (SA), gün	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Uygulanacak net sulama suyu miktarı (d_n), mm	14.88	14.88	14.88	14.88	14.88	14.88	14.88	14.88	14.88	14.88
Su uygulama randımanı (E_a), %	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
Uygulanacak toplam sulama suyu miktarı (d_t), mm	17.51	17.51	17.51	17.51	17.51	17.51	17.51	17.51	17.51	17.51
1 da alandaki damlatıcı sayısı(N), adet	2000	2000	2000	2000	1667	2000	2000	2000	2500	2000
Sulama süresi (T_a), h	2.19	2.19	2.19	2.19	2.63	2.19	2.19	2.19	1.75	2.19
Maksimum işletme birimi sayısı (N_{\max}), adet	15	15	15	15	12	15	15	15	18	15

Ayrıca, seçilen lateral boru çapı ve lateral boru hatlarının uzunluğuna göre metod kısmındaki 3.25 nolu eşitlik ile hesaplanan lateral giriş basınçları 10.15 ile 10.74 m arasında değişmiştir.

Araştırma alanları için seçilen işletme birimi sayısı, aynı anda çalışan işletme birimi sayısı, manifold uzunluğu, manifold debisi, manifold boyunca izin verilen yük kaybı, manifold boru çapı, manifold boyunca oluşan toplam yük kaybı ve manifold giriş basıncına ilişkin sonuçlar Çizelge 4.7' de verilmiştir.

Çizelge incelendiğinde, araştırma alanları için seçilen işletme birimlerinin 2 ile 7 arasında değiştiği ve her alanda aynı anda bir işletme biriminin çalıştırılacağı görülebilir. Araştırma alanlarına göre manifold boru uzunlukları ise 15.3 m ile 37.5 m arasında değişmiştir. Bir manifold üzerindeki lateral sayıları 16 ile 54 arasında değişirken, bu değerlere göre hesaplanan manifold debisi değerleri 0.90 ile 6.12 L/s arasında değişmiştir. Manifold boru hatlarında izin verilen 0.90 m yük kaybı değeri dikkate alınarak seçilen manifold boru hatları dış çapı 40 mm ile 90 mm arasında değişen, 6 atmosfer basınca dayanıklı sert PE borulardan oluşturulmuştur. Ayrıca, metod kısmında 3.26 nolu eşitlikle hesaplanan manifold giriş basıncı değerleri 10.60 ile 11.52 m arasında hesaplanmıştır.

4.7. Ana Boru Çapına İlişkin Sonuçlar

Her bir araştırma alanı için belirlenen aynı anda çalışan işletme birimi sayısı, ana boru hattı uzunluğu, ana boru hattı debisi, ana boru hattı çapı, boru hattı boyunca oluşacak yük kaybı ve ana boru hattında istenen basınca ilişkin sonuçlar Çizelge 4.8' de özetlenmiştir.

Araştırma alanlarında ana boru hattı uzunlukları 27 m ile 388 m arasında, iletilecek su debileri ise 0.90 ile 6.12 L/h arasında değişmiştir. Bu değerlere göre belirlenen ana boru hatları dış çapı 40 mm ile 90 mm arasında değişen, 6 atmosfer basınca dayanıklı sert PE borulardan oluşturulmuştur. Ayrıca, ana boru hattı giriş basıncı değerleri ise manifold giriş basınçları ve ana boru hattı boyunca meydana gelecek yük kayıpları dikkate alınarak 11.42 m ile 22.16 m arasında hesaplanmıştır.

Çizelge 4.6. Lateral boru çaplarına ilişkin sonuçlar

Projeleme kriterleri	İşletme no									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lateral boru uzunluğu (L_l), m	51	35 50	52	54 41	71 84	37.5 55	29 48 71	55	62	45 50
Lateral üzerindeki damlatıcı sayısı, adet	102	70 100	104	108 82	119 140	75 110	58 96 142	110	155	90 100
Lateral debisi (Q_l), L/h	408	280 400	416	432 328	476 560	300 440	232 384 568	440	620	360 400
Lateral işletme basıncı (h_o), m	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Lateral boyunca izin verilen yük kaybı (h_l), m	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
Lateral boru çapı (D_l), mm	16	16 16	16	16	20 20	16 16	16 16 20	16	20	16 16
Lateral boyunca oluşan toplam yük kaybı (h_{fl}), m	0.9	0.3 0.9	0.95	1.0 0.4	0.3 0.5	0.4 1.0	0.2 0.8 0.4	1.0	0.7	0.8 0.9
Lateral giriş basıncı (H_l), m	10.66	10.22 10.66	10.70	10.74 10.30	10.22 10.37	10.30 10.74	10.15 10.59 10.30	10.74	10.52	10.59 10.66

Çizelge 4.7. Manifold boru çaplarına ilişkin sonuçlar

Projeleme kriterleri	İşletme no									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
İşletme birimi sayısı, adet	5	6	4	5	4	7	3	3	5	2
Aynı anda çalışan işletme birimi sayısı, adet	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Manifold boru hattı uzunluğu (L_m), m	27	31 20.5	15.3	20.5 28	17.5	25 37.5	14 34 17	17	17	25 26
Manifold üzerindeki lateral sayısı, adet	27 54	62 41	16	41 28	35	50 38	14 34 17	34	17	50 26
Manifold debisi (Q_m), L/s	3.06 6.12	4.82 5.00	3.7	4.92 2.55	5.02	4.17 4.58	0.90 3.63 2.68	4.16	2.93	5 2.89
Manifold boyunca izin verilen yük kaybı (h_m), m	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Manifold boru çapı (D_m), mm	75 90	75 75	75	75 63	75	75 75	40 75 63	63	63	75 63
Manifold boyunca oluşan toplam yük kayıpları (h_{η}), m	0.68 0.49	0.87 0.68	0.38	0.62 0.34	0.53	0.50 0.75	0.45 0.68 0.46	0.78	0.46	0.75 0.68
Manifold giriş basıncı (H_m), m	11.34 11.15	11.09 11.34	11.08	11.36 10.64	10.90	10.80 11.49	10.60 11.27 10.76	11.52	10.98	11.34 11.34

Çizelge 4.8. Ana boru çaplarına ilişkin sonuçlar

Projeleme kriterleri	İşletme no									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aynı anda çalışan işletme birimi sayısı, adet	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ana boru hattı uzunluğu (L_a), m	27 156	168	55	145	55	388	25 20 30	75	70	50 30
Ana boru hattı debisi (Q_m), L/s	3.06 6.12	5.00	3.7	4.92	5.02	4.58	0.90 3.63 2.68	4.16	2.93	5.00 2.89
Ana boru hattı çapı (D_a), mm	75 90	75	75	75	75	75	40 75 63	63	63	75 63
Ana boru hattı boyunca oluşan toplam yük kaybı (h_{fl}), m	0.27 2.65	5.04	0.94	4.35	1.65	9.70	0.80 0.52 0.60	3.75	1.89	1.50 0.81
Ana boru hattı giriş basıncı (H_a), m	11.64 13.07	16.88	12.11	16.15	12.72	22.16	11.48 11.84 11.42	15.65	12.97	12.99 12.23

4.8. Kontrol Birimi ve Pompa Birimine İlişkin Sonuçlar

Araştırma alanlarında, su kaynağının özelliklerine göre kontrol birimi unsurlarından hidrosiklon veya kum-çakıl filtre tankı veya her ikisi birlikte kullanılmıştır. Ayrıca, her işletmede gübre tankı, elek filtre ve basınç regülatörü de ilave edilmiştir. Her bir kontrol birimi unsurlarının büyüklüğü ise ana boru çapı ve ana boru hattında istenilen debi miktarına göre belirlenmiştir. Çizelge 4.9' da her bir işletme alanında kullanılan kontrol birimi ekipmanları, büyüklükleri ve oluşabilecek yük kayıpları görülebilir. Kontrol birimi unsurlarından hidrosiklon sulama suyunun yeraltı suyunda veya bu sudan doldurulan havuzdan alındığı araştırma alanlarında kullanılmış ve giriş-çıkış çapları 2" ile 3" arasında değişmiştir. Kum-çakıl filtre tankı ise sulama suyunun derin kuyudan alınmadığı koşullar için seçilmiş ve giriş-çıkış çapları 2" ile 3" arasında değişmiştir. Araştırma alanlarında kontrol birimi için sulama suyu ile birlikte bitki besin maddelerinden rahatlıkla uygulanabilmesi için sistem debilerine göre seçilmiş 60 L' lik gübre tankları ilave edilmiştir. Ayrıca, her bir kontrol birimi için giriş-çıkış çapları 2" ile 3" arasında değişen elek filtre ve sistemindeki basıncın düzenlenmesi amacıyla basınç regülatörü planlanmıştır. Her bir kontrol birimini oluşturan unsurlarda meydana gelecek yük kayıpları hesaplanmış ve bu değerler Çizelge 4.9' da görüldüğü gibi 1.80 ile 4.10 m arasında değişmiştir.

Ana boru hattında istenen basınç, dinamik emme yüksekliği, kontrol biriminde oluşan kayıplar göz önüne alınarak hesaplanan pompa manometrik yükseklik değeri ve gerekli pompa debisine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.10' da verilmiştir. Çizelgeden görüleceği gibi, pompa manometrik yükseklik değerleri 20 ile 30 m arasında, gerekli pompa debileri ise 13.07 ile 22.03 m³/h arasında değişmiştir.

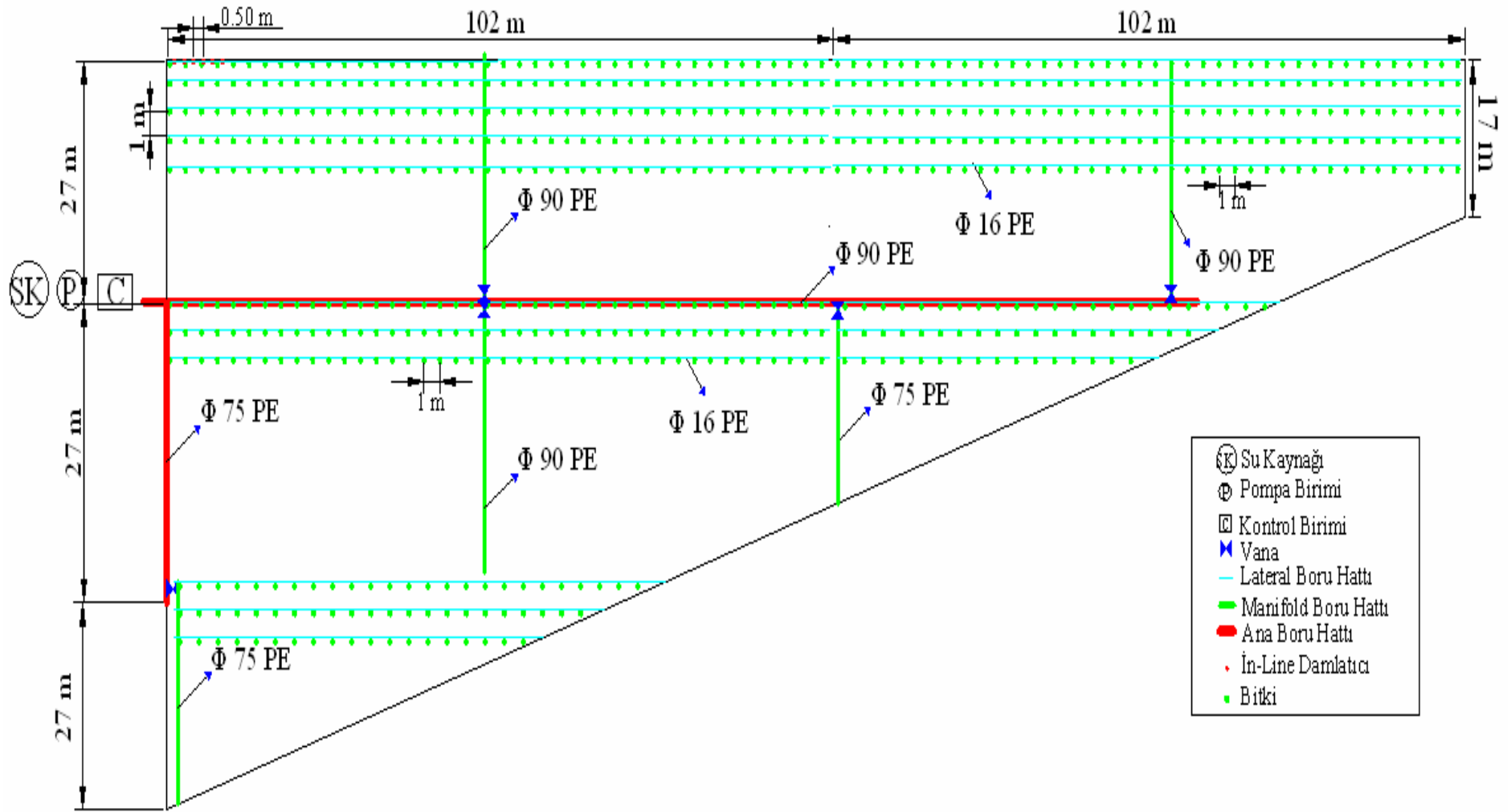
Araştırmada ele alınan her bir alan için yeniden tasarlanan sulama sistemi projeleri Şekil 4.1 ile 4.10 arasında verilmiştir.

Çizelge 4.9. Kontrol birimi unsurlarına ilişkin sonuçlar

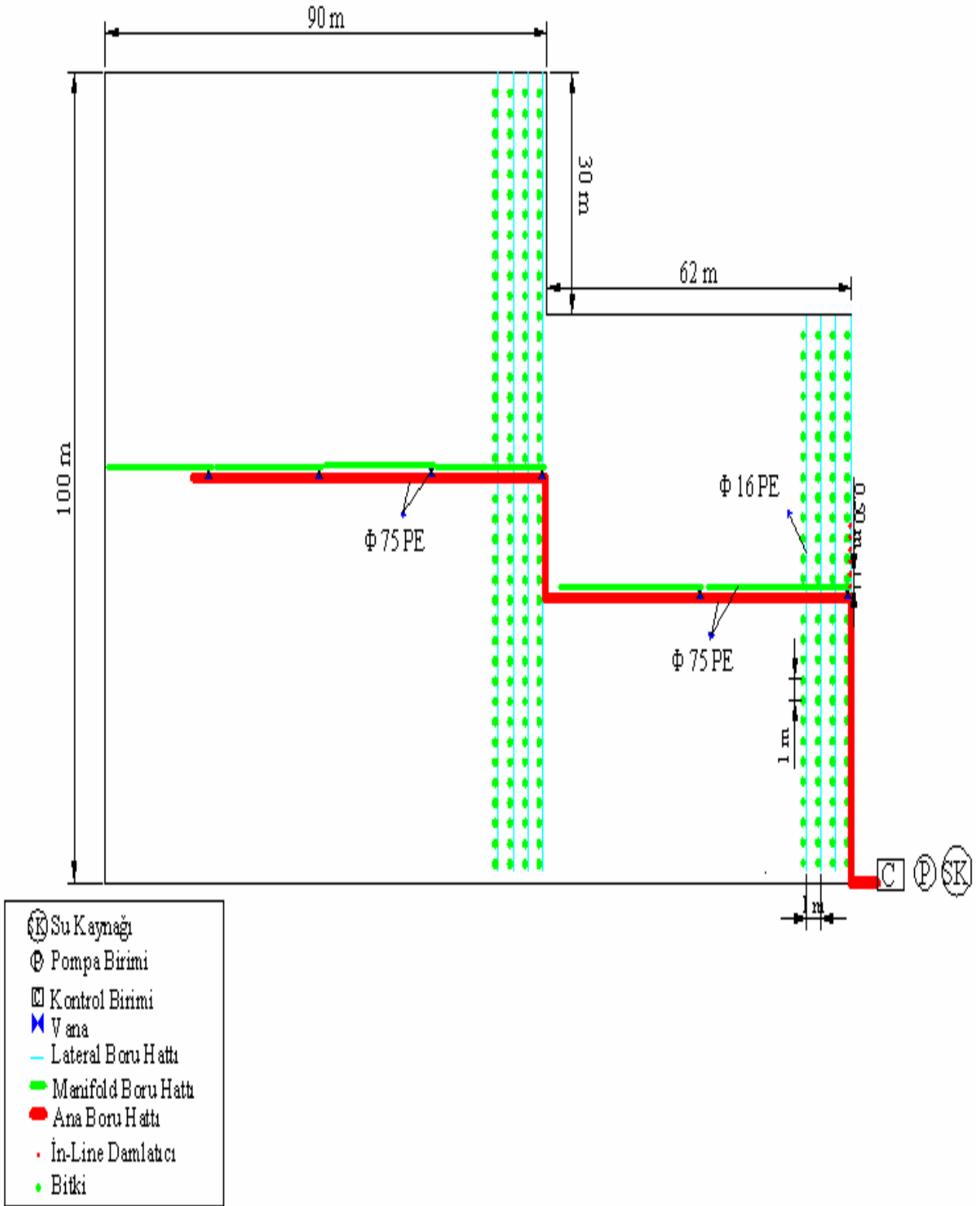
Projeleme kriterleri	İşletme no									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hidrosiklon giriş – çıkış çapı, mm	3''	2 ^{1/2} ''	2 ^{1/2} ''	2 ^{1/2} ''	-	-	2 ^{1/2} ''	2''	2''	2 ^{1/2} ''
Kum-çakıl fitre tankı giriş – çıkış çapı, mm	3''	-	2 ^{1/2} ''	2 ^{1/2} ''	2 ^{1/2} ''	2 ^{1/2} ''	2 ^{1/2} ''	-	2''	2 ^{1/2} ''
Gübre tankı kapasitesi, L	60 L	60 L	60 L	60 L	60 L	60 L	60 L	60 L	60 L	60 L
Elek filtre giriş – çıkış çapı, mm	3''	2 ^{1/2} ''	2 ^{1/2} ''	2 ^{1/2} ''	2 ^{1/2} ''	2 ^{1/2} ''	2 ^{1/2} ''	2''	2''	2 ^{1/2} ''
Basınç regülatörü giriş – çıkış çapı, mm	3''	2 ^{1/2} ''	2 ^{1/2} ''	2 ^{1/2} ''	2 ^{1/2} ''	2 ^{1/2} ''	2 ^{1/2} ''	2''	2''	2 ^{1/2} ''
Kontrol birimi unsurlarında oluşan yük kaybı, h _{fk} , m	4.10	2.25	2.50	3.00	1.80	1.80	2.50	2.50	2.60	2.70

Çizelge 4.10. Pompa birimi unsurlarına ilişkin sonuçlar

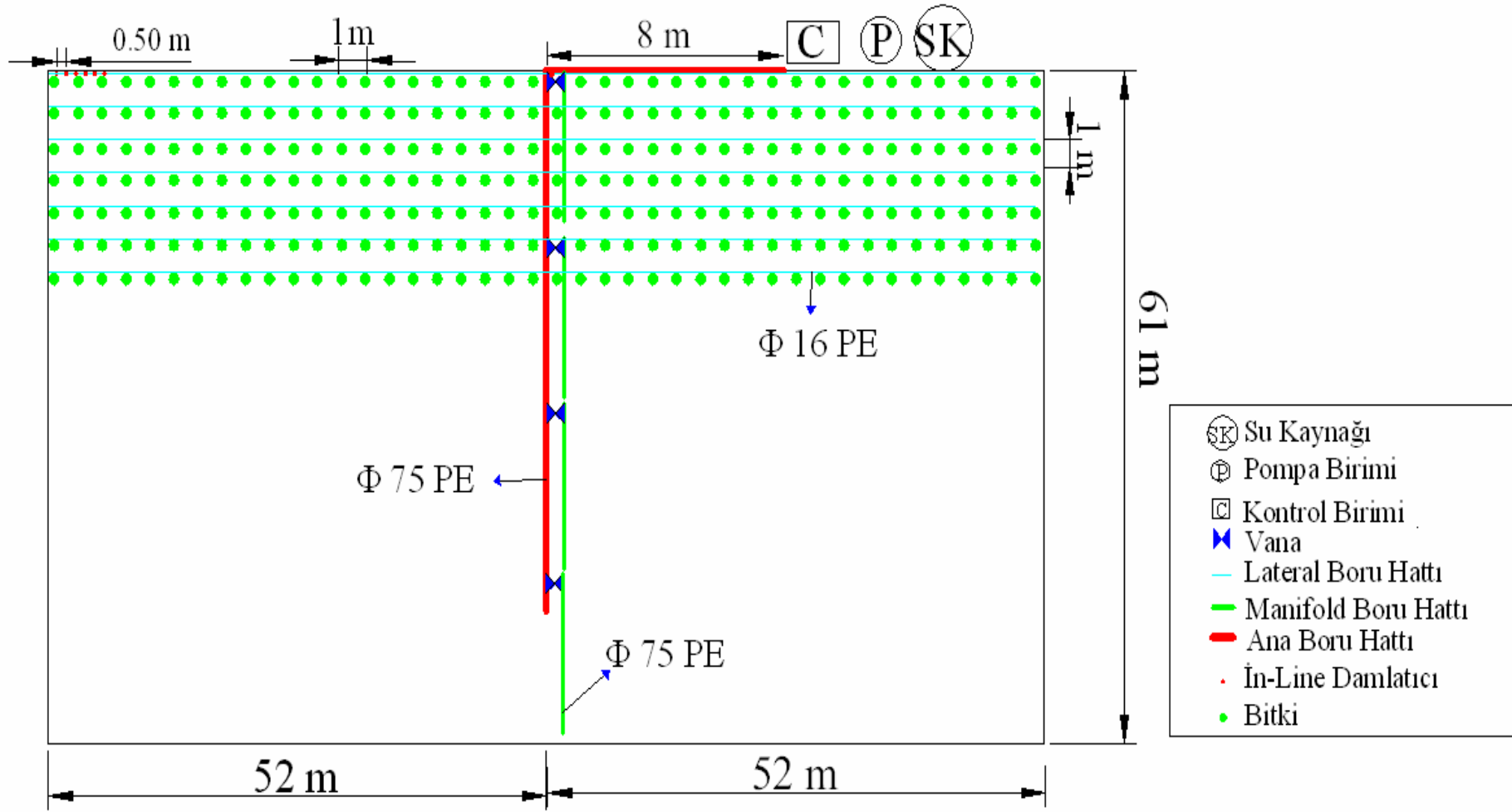
Projeleme kriterleri	İşletme no									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ana boru hattı giriş basıncı (H _a), m	13.07	16.88	12.11	16.15	12.72	22.16	11.84	15.65	12.97	12.99
Dinamik emme yüksekliği (H _d), m	3.00	6.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	6.00	2.00	2.00
Kontrol birimi unsurlarında oluşan yük kaybı, h _{fk} , m	4.1	2.25	2.50	3.00	1.80	1.80	2.50	2.50	2.60	2.70
Manometrik yükseklik, H _{mano} , m	25	30	20	25	20	30	20	25	20	20
Pompa debisi, Q, m ³ /h	22.03	18.00	13.32	17.71	18.07	16.49	13.07	14.98	10.55	18.00



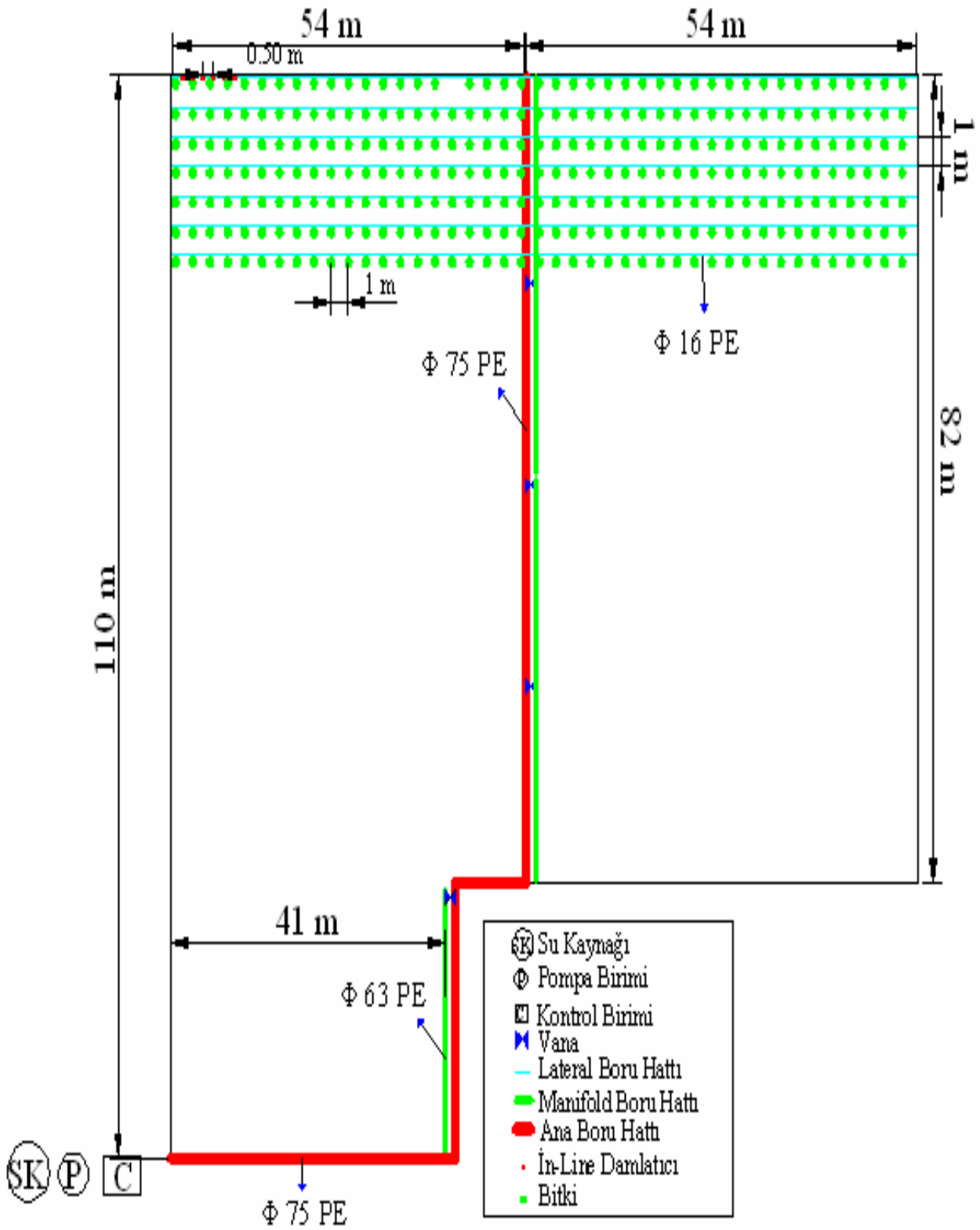
Şekil 4.1. 1 nolu proje alanının yeniden tasarlanan sulama sistemi projesi



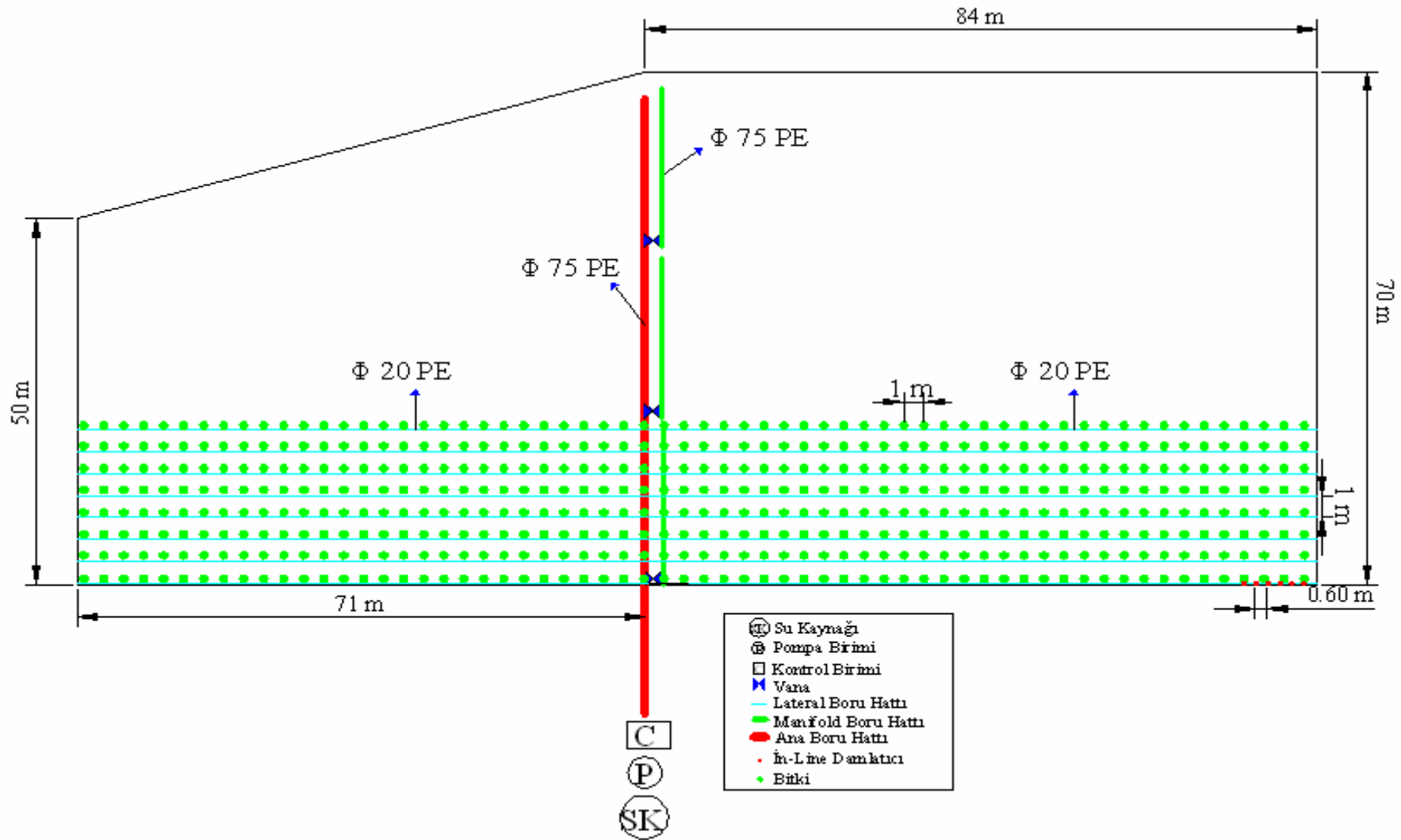
Şekil 4.2. 2 nolu proje alanının yeniden tasarlanan sulama sistemi projesi



Şekil 4.3. 3 nolu proje alanının yeniden tasarlanan sulama sistemi projesi



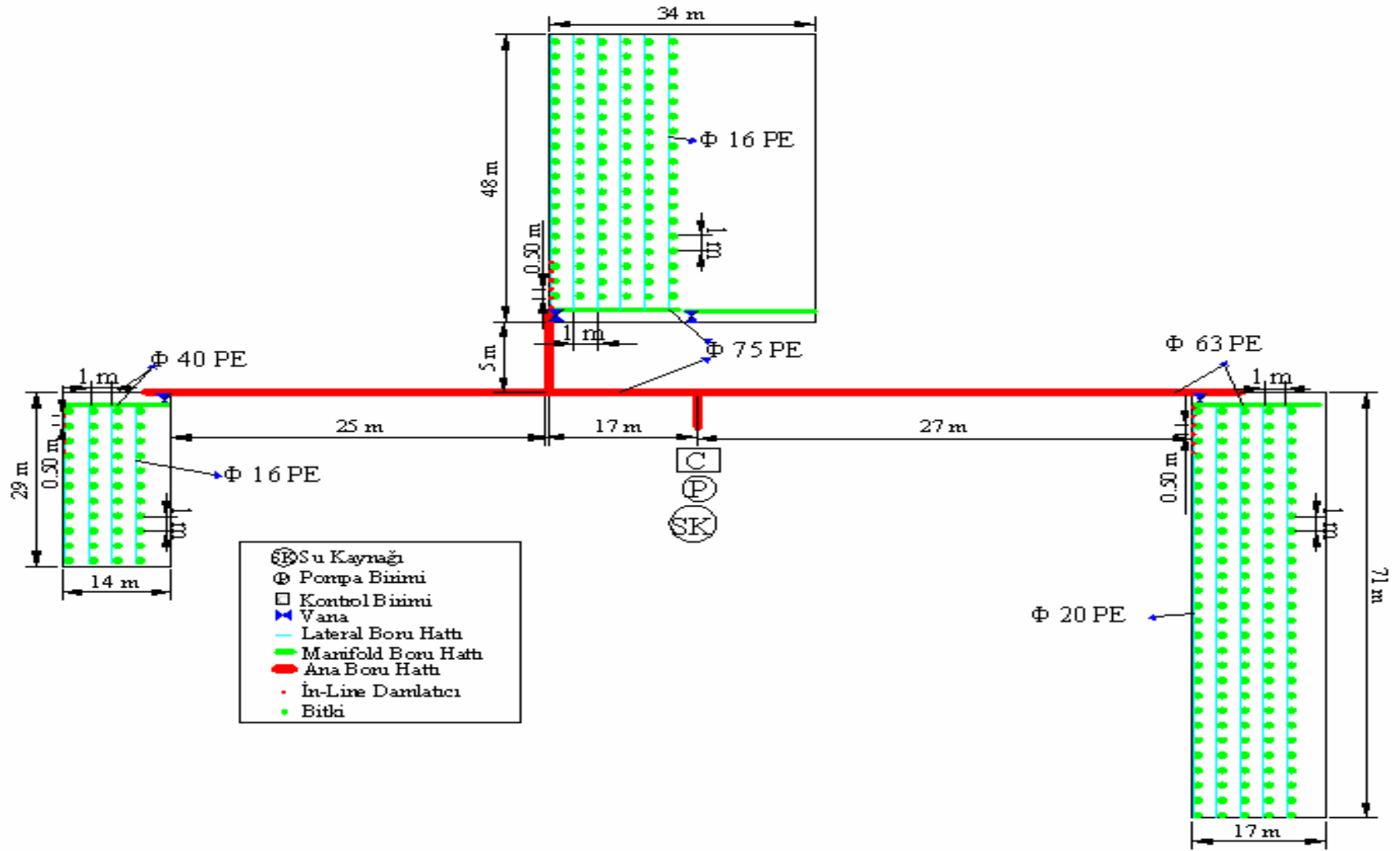
Şekil 4.4. 4 nolu proje alanının yeniden tasarlanan sulama sistemi projesi



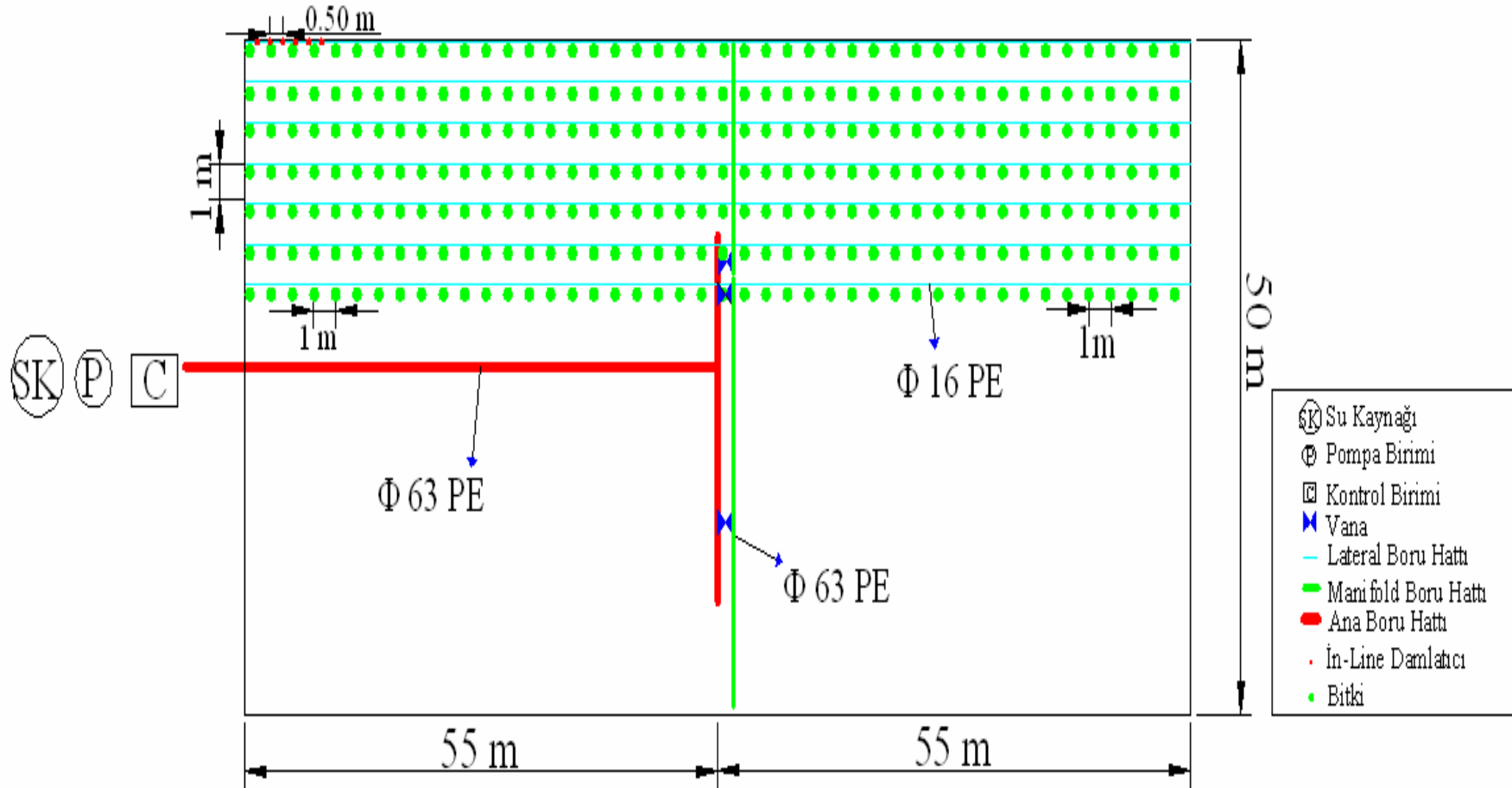
Şekil 4.5. 5 nolu proje alanının yeniden tasarlanan sulama sistemi projesi



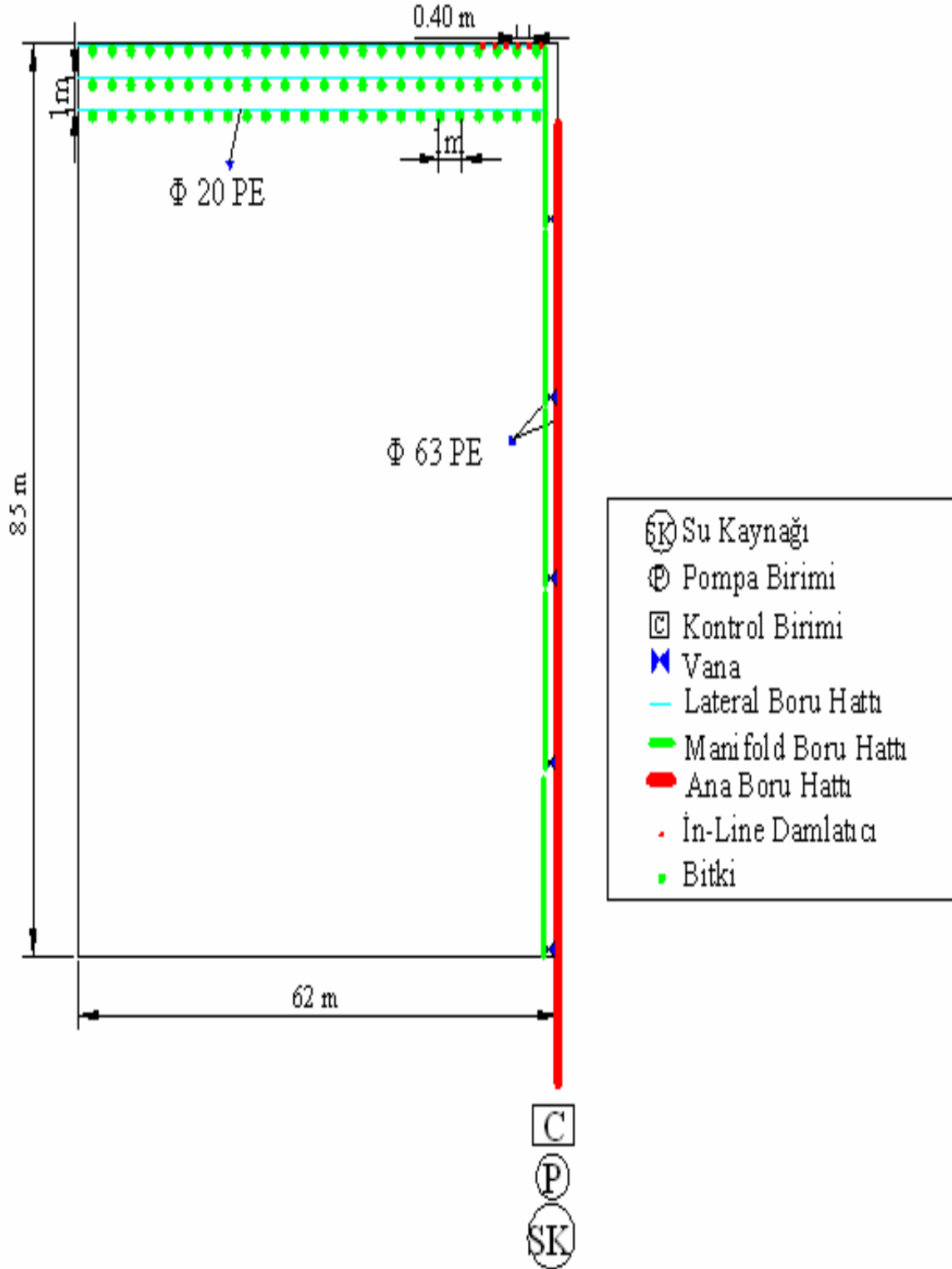
Şekil 4.6. 6 nolu proje alanının yeniden tasarlanan sulama sistemi projesi



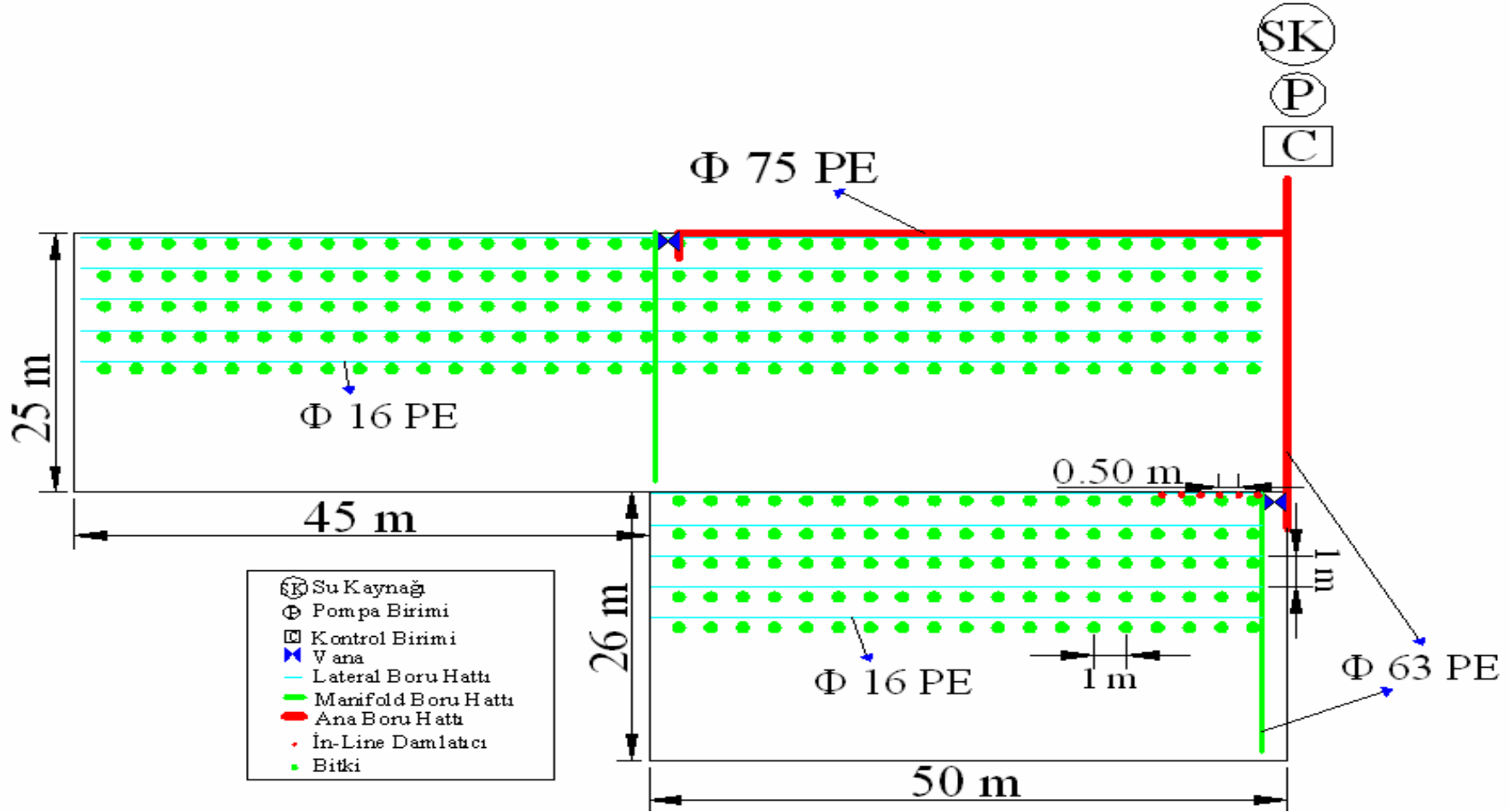
Şekil 4.7. 7 nolu proje alanının yeniden tasarlanan sulama sistemi projesi



Şekil 4.8. 8 nolu proje alanının yeniden tasarlanan sulama sistemi projesi



Şekil 4.9. 9 nolu proje alanının yeniden tasarlanan sulama sistemi projesi



Şekil 4.10. 10 nolu proje alanının yeniden tasarlanan sulama sistemi projesi

4.9. Mevcut ve Tasarlanan Sulama Sistem Unsurlarının İlk Yatırım Masrafları

Araştırma alanları sulama sistemi projelerinin mevcut ve yeniden tasarlanması sonucunda kullanılan malzemelerin 2009 yılı Ocak ayı piyasa değerlerine göre hesaplanan ilk yatırım masrafları Çizelge 4.11 ile Çizelge 4.20 arasında verilmiştir. Çizelgelerden izleneceği gibi, alanlardaki mevcut sulama sistemlerinin ilk yatırım masrafları 4072 TL ile 11627 TL arasında değişirken, bu değerler yeniden tasarım sonucunda ise 5055 TL ile 15537 TL arasında değişmiştir.

Sulama sistemleri açısından ilk yatırım masrafları yeniden tasarım sonucunda 3 ile 8 nolu alanlarının dışında mevcut sistemlere göre % 16 ile 53 daha fazla olmuştur. Bunun nedeni olarak; yeniden tasarlanan projelerde basınç ayarlı damlatıcıların tercih edilmesi, kontrol birimi unsurlarının damla sulama projelendirme kriterlerine uygun olarak seçilmesi olarak açıklanabilir. Ayrıca, mevcut projelerde pompa giderlerinin yeniden tasarlanan projelere göre daha fazla olduğu dikkat çekmektedir.

Süs bitkileri yapılan alanlarda sulama sistemi ilk yatırım maliyetleri, uygun projelendirme yapıldığı koşullarda 893 TL/da ile 1701 TL/da arasında değişmektedir. Süs bitkileri yetiştiriciliğinde damla sulama sisteminin ilk yatırım maliyetlerinin alanın topografik yapısı, su kaynağının özelliklerine bağlı olmasına karşın, genel olarak sulanacak alan büyüdükçe birim alan ilk yatırım maliyetlerinin azaldığı söylenebilir.

Çizelge 4.11. 1 nolu proje alan için mevcut ve yeniden tasarlanan sulama sistemlerinin ilk yatırım masraflarının karşılaştırılması

Malzemenin cinsi	Adedi	Birimi	Birim fiyatı (TL)	Toplam (TL)
<i>Mevcut sulama sistemi</i>				
Φ 16, 33 cm damlatıcı aralıklı 4 L/h debili yumuşak PE boru	16380	m	0.269	4406.22
Φ 16 PE Conta	216	adet	0.052	11.232
Φ 16 PE Çıkış nipel	216	adet	0.036	7.776
Φ 16 PE Körtapa	216	adet	0.036	7.776
Φ 16 PE Küresel vana	216	adet	0.420	90.72
Φ 75, 6 atm sert PE boru	400	m	6.58	2632
Φ 75 sert PE T parçası	5	adet	24.74	123.7
Φ 75 sert PE 90 ⁰ dirsek	4	adet	13.23	52.92
Φ 75 sert PE körtapa	4	adet	9.20	36.8
3" Elek filtre	1	adet	124	124
3" Basınç regülatörü	1	adet	275	275
40 m ³ /h debili pompa	1	adet	2500	2500
GENEL TOPLAM				10268.14
<i>Yeniden tasarlanan sulama sistemi</i>				
Φ 16, 50 cm damlatıcı aralıklı 4 L/h debili basınç ayarlı yumuşak PE boru	16380	m	0.447	7321.86
Φ 16 PE Conta	216	adet	0.052	11.232
Φ 16 PE Çıkış nipel	216	adet	0.036	7.776
Φ 16 PE Körtapa	216	adet	0.036	7.776
Φ 90, 6 atm sert PE boru	234	m	9.43	2206.62
Φ 75, 6 atm sert PE boru	71	m	6.58	467.18
Φ 90 sert PE T parçası	3	adet	39.51	118.53
Φ 90/75 sert PE T parçası	2	adet	41.40	82.8
Φ 75 sert PE T parçası	1	adet	24.74	24.74
Φ 90 sert PE körtapa	4	adet	14.95	59.8
Φ 75 sert PE körtapa	3	adet	9.20	27.6
Φ 90 Küresel vana	3	adet	85.85	257.55
Φ 75 Küresel vana	2	adet	72.25	144.5
3" Hidrosiklon	1	adet	275	275
3" Kum-çakıl filtre tankı	1	adet	925	925
Gübre tankı, 60 L	1	adet	149	149
3" Elek filtre	1	adet	124	124
3" Basınç regülatörü	1	adet	275	275
H _{mano} : 25, 22.03 m ³ /h debili pompa	1	adet	1975	1975
GENEL TOPLAM				14460.96

Çizelge 4.12. 2 nolu proje alan için mevcut ve yeniden tasarlanan sulama sistemlerinin ilk yatırım masraflarının karşılaştırılması

Malzemenin cinsi	Adedi	Birimi	Birim fiyatı (TL)	Toplam (TL)
<i>Mevcut sulama sistemi</i>				
Φ 16, 33 cm damlatıcı aralıklı 4 L/h debili yumuşak PE boru	12240	m	0.269	3292.56
Φ 16 PE Conta	152	adet	0.052	7.904
Φ 16 PE Çıkış nipel	152	adet	0.036	5.472
Φ 16 PE Körtapa	152	adet	0.036	5.472
Φ 16 PE Küresel vana	152	adet	0.420	63.84
Φ 75, 6 atm sert PE boru	250	m	6.58	1645
Φ 75 sert PE T parçası	3	adet	24.74	74.22
Φ 75 Küresel vana	3	adet	72.25	216.75
Φ 75 sert PE körtapa	4	adet	9.20	36.8
2 ^{1/2} " Hidrosiklon	1	adet	254	254
2 ^{1/2} " Kum-çakıl filtre	1	adet	872	872
2 ^{1/2} " Elek filtre	1	adet	124	124
60 m ³ /h debili pompa	1	adet	2850	2850
GENEL TOPLAM				9448.02
<i>Yeniden tasarlanan sulama sistemi</i>				
Φ 16, 50 cm damlatıcı aralıklı 4 L/h debili basınç ayarlı yumuşak PE boru	12240	m	0.447	5471.28
Φ 16 PE Conta	320	adet	0.052	16.64
Φ 16 PE Çıkış nipel	320	adet	0.036	11.52
Φ 16 PE Körtapa	320	adet	0.036	11.52
Φ 75, 6 atm sert PE boru	290	m	6.58	1908.2
Φ 75 sert PE T parçası	5	adet	24.74	123.7
Φ 75 sert PE 90 ⁰ dirsek	4	adet	13.23	52.92
Φ 75 sert PE körtapa	7	adet	9.20	64.4
Φ 75 Küresel vana	6	adet	72.25	433.5
2 ^{1/2} " Hidrosiklon	1	adet	254	254
Gübre tankı. 60 L	1	adet	149	149
2 ^{1/2} " Elek filtre	1	adet	124	124
2 ^{1/2} " Basınç regülatörü	1	adet	165	165
H _{mano} : 30. 18.00 m ³ /h debili pompa	1	adet	2150	2150
GENEL TOPLAM				10935.68

Çizelge 4.13. 3 nolu proje alan için mevcut ve yeniden tasarlanan sulama sistemlerinin ilk yatırım masraflarının karşılaştırılması

Malzemenin cinsi	Adedi	Birimi	Birim fiyatı (TL)	Toplam (TL)
<i>Mevcut sulama sistemi</i>				
Φ 16, 25 cm damlatıcı aralıklı 4 L/h debili yumuşak PE boru	6340	m	0.278	1762.52
Φ 16 PE Conta	104	adet	0.052	5.408
Φ 16 PE Çıkış nipel	104	adet	0.036	3.744
Φ 16 PE Körtapa	104	adet	0.036	3.744
Φ 90, 6 atm sert PE boru	60	m	9.43	565.8
Φ 90 sert PE körtapa	1	adet	14.95	14.95
Φ 90 sert PE 90 ⁰ dirsek	1	adet	18.66	18.66
3" Hidrosiklon	1	adet	275	275
3" Kum-çakıl filtre	1	adet	925	925
3" Basınç regülatörü	1	adet	275	275
60 m ³ /h debili pompa	1	adet	2850	2850
GENEL TOPLAM				6699.83
<i>Yeniden tasarlanan sulama sistemi</i>				
Φ 16, 50 cm damlatıcı aralıklı 4 L/h debili basınç ayarlı yumuşak PE boru	6340	m	0.447	2833.98
Φ 16 PE Conta	104	adet	0.052	5.408
Φ 16 PE Çıkış nipel	104	adet	0.036	3.744
Φ 16 PE Körtapa	104	adet	0.036	3.744
Φ 75, 6 atm sert PE Boru	54	m	6.58	355.32
Φ 75 sert PE T parçası	4	adet	24.74	98.96
Φ 75 sert PE 90 ⁰ dirsek	1	adet	13.23	13.23
Φ 75 sert PE körtapa	5	adet	9.20	46
Φ 75 Küresel vana	4	adet	72.25	289
2 ^{1/2} " Hidrosiklon	1	adet	254	254
2 ^{1/2} " Kum-çakıl filtre	1	adet	872	872
Gübre tankı. 60 L	1	adet	149	149
2 ^{1/2} " Eleme filtre	1	adet	124	124
2 ^{1/2} " Basınç regülatörü	1	adet	165	165
H _{mano} : 20. 13.32 m ³ /h debili pompa	1	adet	1270	1270
GENEL TOPLAM				6483.39

Çizelge 4.14. 4 nolu proje alan için mevcut ve yeniden tasarlanan sulama sistemlerinin ilk yatırım masraflarının karşılaştırılması

Malzemenin cinsi	Adedi	Birimi	Birim fiyatı (TL)	Toplam (TL)
<i>Mevcut sulama sistemi</i>				
Φ 16, 25 cm damlatıcı aralıklı 4 L/h debili yumuşak PE boru	10000	m	0.278	2780
Φ 16 PE Conta	192	adet	0.052	9.984
Φ 16 PE Çıkış nipeli	192	adet	0.036	6.912
Φ 16 PE Körtapa	192	adet	0.036	6.912
Φ 63, 6 atm sert PE boru	343	m	4.65	1594.95
Φ 63 sert PE körtapa	7	adet	5.75	40.25
Φ 63 sert PE T Parçası	4	adet	14.93	59.72
Φ 63 sert PE 90 ⁰ dirsek	1	adet	7.03	7.03
Φ 63 Küresel vana	4	adet	28.05	112.20
2" Hidrosiklon	1	adet	233	233
2" Kum-çakıl filtre	1	adet	582	582
2" Elek filtre	1	adet	124	124
2" Basınç regülatörü	1	adet	165	165
40 m ³ /h debili pompa	1	adet	2500	2500
GENEL TOPLAM				8221.96
<i>Yeniden tasarlanan sulama sistemi</i>				
Φ 16, 50 cm damlatıcı aralıklı 4 L/h debili basınç ayarlı yumuşak PE boru	10000	m	0.447	4470
Φ 16 PE Conta	192	adet	0.052	9.984
Φ 16 PE Çıkış nipeli	192	adet	0.036	6.912
Φ 16 PE Körtapa	192	adet	0.036	6.912
Φ 75, 6 atm sert PE boru	246	m	6.58	1618.68
Φ 75 sert PE T parçası	5	adet	24.74	123.7
Φ 75 sert PE 90 ⁰ dirsek	2	adet	13.23	26.46
Φ 75 sert PE körtapa	6	adet	9.20	55.2
Φ 75 Küresel vana	5	adet	72.25	361.25
2 ^{1/2} " Hidrosiklon	1	adet	254	254
2 ^{1/2} " Kum-çakıl filtre	1	adet	872	872
Gübre tankı. 60 L	1	adet	149	149
2 ^{1/2} " Elek filtre	1	adet	124	124
2 ^{1/2} " Basınç regülatörü	1	adet	165	165
H _{mano} : 25. 17.71 m ³ /h debili pompa	1	adet	1975	1975
GENEL TOPLAM				10218.10

Çizelge 4.15. 5 nolu proje alan için mevcut ve yeniden tasarlanan sulama sistemlerinin ilk yatırım masraflarının karşılaştırılması

Malzemenin cinsi	Adedi	Birimi	Birim fiyatı (TL)	Toplam (TL)
<i>Mevcut sulama sistemi</i>				
Φ 16, 33 cm damlatıcı aralıklı 4 L/h debili yumuşak PE boru	10870	m	0.269	2924.03
Φ 16 PE Conta	125	adet	0.052	6.5
Φ 16 PE Çıkış nipel	125	adet	0.036	4.5
Φ 16 PE Körtapa	125	adet	0.036	4.5
Φ 16 PE Küresel vana	125	adet	0.420	52.5
Φ 75, 6 atm sert PE boru	80	m	6.58	526.4
Φ 75, sert PE körtapa	1	adet	9.20	9.2
2 ^{1/2} " Hidrosiklon	1	adet	254	254
2 ^{1/2} " Kum-çakıl filtre	1	adet	872	872
2 ^{1/2} " Elek filtre	1	adet	124	124
2 ^{1/2} " Basınç regülatörü	1	adet	165	165
60 m ³ /h debili pompa	1	adet	2850	2850
	GENEL TOPLAM			7792.63
<i>Yeniden tasarlanan sulama sistemi</i>				
Φ 20, 60 cm damlatıcı aralıklı 4 L/h debili basınç ayarlı yumuşak PE boru	10870	m	0.515	5598.05
Φ 16 PE Conta	192	adet	0.052	9.984
Φ 16 PE Çıkış nipel	192	adet	0.036	6.912
Φ 16 PE Körtapa	192	adet	0.036	6.912
Φ 75, 6 atm sert PE boru	126	m	6.58	829.08
Φ 75 sert PE T parçası	3	adet	24.74	74.22
Φ 75 sert PE körtapa	4	adet	9.20	36.8
Φ 75 Küresel vana	3	adet	72.25	216.75
2 ^{1/2} " Kum-çakıl filtre	1	adet	872	872
Gübre tankı. 60 L	1	adet	149	149
2 ^{1/2} " Elek filtre	1	adet	124	124
2 ^{1/2} " Basınç regülatörü	1	adet	165	165
H _{mano} : 20. 18.07 m ³ /h debili pompa	1	adet	1975	1975
	GENEL TOPLAM			10063.71

Çizelge 4.16. 6 nolu proje alan için mevcut ve yeniden tasarlanan sulama sistemlerinin ilk yatırım masraflarının karşılaştırılması

Malzemenin cinsi	Adedi	Birimi	Birim fiyatı (TL)	Toplam (TL)
<i>Mevcut sulama sistemi</i>				
Φ 16. 25 cm damlatıcı aralıklı 4 L/h debili yumuşak PE boru	13870	m	0.278	3855.86
Φ 16 PE Conta	225	adet	0.052	11.7
Φ 16 PE Çıkış nipeli	225	adet	0.036	8.1
Φ 16 PE Körtapa	225	adet	0.036	8.1
Φ 16 PE Küresel vana	225	adet	0.420	94.5
Φ 90, 6 atm sert PE boru	375	m	9.43	3536.25
Φ 90 sert PE körtapa	2	adet	14.95	29.9
Φ 90 Küresel vana	2	adet	85.85	171.7
2 ^{1/2} " Kum-çakıl filtre	1	adet	872	872
2 ^{1/2} " Elek filtre	1	adet	124	124
2 ^{1/2} " Basınç regülatörü	1	adet	165	165
55 m ³ /h debili pompa	1	adet	2750	2750
GENEL TOPLAM				11627.11
<i>Yeniden tasarlanan sulama sistemi</i>				
Φ 20. 50 cm damlatıcı aralıklı 4 L/h debili basınç ayarlı yumuşak PE boru	13870	m	0.551	7642.37
Φ 20 PE Conta	225	adet	0.052	11.7
Φ 20 PE Çıkış nipeli	225	adet	0.036	8.1
Φ 20 PE Körtapa	225	adet	0.036	8.1
Φ 75, 6 atm sert PE boru	575	m	6.58	3783.5
Φ 75 sert PE T parçası	7	adet	24.74	173.18
Φ 75 sert PE 90 ⁰ dirsek	2	adet	18.66	37.32
Φ 75 sert PE kör tapa	9	adet	9.20	82.8
Φ 75 Küresel vana	7	adet	72.25	505.75
2 ^{1/2} " Kum-çakıl filtre	1	adet	872	872
Gübre tankı. 60 L	1	adet	149	149
2 ^{1/2} " Elek filtre	1	adet	124	124
2 ^{1/2} " Basınç regülatörü	1	adet	165	165
H _{mano} : 30. 16.49 m ³ /h debili pompa	1	adet	1975	1975
GENEL TOPLAM				15537.82

Çizelge 4.17. 7 nolu proje alan için mevcut ve yeniden tasarlanan sulama sistemlerinin ilk yatırım masraflarının karşılaştırılması

Malzemenin cinsi	Adedi	Birimi	Birim fiyatı (TL)	Toplam (TL)
<i>Mevcut sulama sistemi</i>				
Φ 16, 33 cm damlatıcı aralıklı 4 L/h debili yumuşak PE boru	3245	m	0.269	872.905
Φ 16 PE Conta	65	adet	0.052	3.38
Φ 16 PE Çıkış nipel	65	adet	0.036	2.34
Φ 16 PE Kör tapa	65	adet	0.036	2.34
Φ 50, 6 atm sert PE boru	139	m	3.00	417
Φ 50 sert PE körtapa	2	adet	3.92	7.84
Φ 50 Küresel vana	3	adet	21.59	64.77
2 ^{1/2} '' Elek filtre	1	adet	124	124
2 ^{1/2} '' Basınç regülatörü	1	adet	165	165
40 m ³ /h debili pompa	1	adet	2500	2500
			GENEL TOPLAM	4159.58
<i>Yeniden tasarlanan sulama sistemi</i>				
Φ 16, 50 cm damlatıcı aralıklı 4 L/h debili basınç ayarlı yumuşak PE boru	2038	m	0.447	910.986
Φ 20, 50 cm damlatıcı aralıklı 4 L/h debili basınç ayarlı yumuşak PE boru	1207	m	0.551	665.057
Φ 16 PE Conta	48	adet	0.052	2.496
Φ 16 PE Çıkış nipel	48	adet	0.036	1.728
Φ 16 PE Körtapa	48	adet	0.036	1.728
Φ 20 PE Conta	17	adet	0.068	1.156
Φ 20 PE Çıkış nipel	17	adet	0.063	1.071
Φ 20 PE Kör tapa	17	adet	0.047	0.799
Φ 40, 6 atm sert PE boru	40	m	1.98	79.2
Φ 63, 6 atm sert PE boru	65	m	4.65	302.25
Φ 75, 6 atm sert PE boru	59	m	6.58	388.22
Φ 75/63. sert PE T parçası	2	adet	28.75	57.5
Φ 40 sert PE T parçası	1	adet	7.06	7.06
Φ 63 sert PE T parçası	1	adet	14.93	14.93
Φ 75 sert PE T parçası	1	adet	24.74	24.74
Φ 40 sert PE körtapa	1	adet	2.67	2.67
Φ 63 sert PE körtapa	1	adet	5.75	5.75
Φ 75 sert PE körtapa	2	adet	9.20	18.4
Φ 40 Küresel vana	1	adet	19.70	19.7
Φ 63 Küresel vana	1	adet	28.05	28.05
Φ 75 Küresel vana	2	adet	72.25	144.5
2 ^{1/2} '' Hidrosiklon	1	adet	254	254
2 ^{1/2} '' Kum-çakıl filtre	1	adet	872	872
Gübre tankı. 60 L	1	adet	149	149
2 ^{1/2} '' Elek filtre	1	adet	124	124
2 ^{1/2} '' Basınç regülatörü	1	adet	165	165
H _{mano} : 20. 13.07 m ³ /h debili pompa	1	adet	1270	1270
			GENEL TOPLAM	5511.99

Çizelge 4.18. 8 nolu proje alan için mevcut ve yeniden tasarlanan sulama sistemlerinin ilk yatırım masraflarının karşılaştırılması

Malzemenin cinsi	Adedi	Birimi	Birim fiyatı (TL)	Toplam (TL)
<i>Mevcut sulama sistemi</i>				
Φ 16, 33 cm damlatıcı aralıklı 4 L/h debili yumuşak PE boru	5500	m	0.269	1479.5
Φ 16 PE Conta	50	adet	0.052	2.6
Φ 16 PE Çıkış nipeli	50	adet	0.036	1.8
Φ 16 PE Körtapa	50	adet	0.036	1.8
Φ 16 PE Küresel vana	50	adet	0.420	21
Φ 75, 6 atm sert PE boru	525	m	6.58	3454.5
Φ 75 sert PE körtapa	2	adet	24.74	49.48
2 ^{1/2} " Elek filtre	1	adet	124	124
20 m ³ /h debili pompa	1	adet	2000	2000
GENEL TOPLAM				7134.68
<i>Yeniden tasarlanan sulama sistemi</i>				
Φ 16, 50 cm damlatıcı aralıklı 4 L/h debili basınç ayarlı yumuşak PE boru	5500	m	0.447	2458.5
Φ 16 PE Conta	100	adet	0.052	5.2
Φ 16 PE Çıkış nipeli	100	adet	0.036	3.6
Φ 16 PE Körtapa	100	adet	0.036	3.6
Φ 63, 6 atm sert PE boru	105	m	4.65	488.25
Φ 63 sert PE T parçası	4	adet	14.93	59.72
Φ 63 sert PE kör tapa	2	adet	5.75	11.5
Φ 63 Küresel vana	3	adet	28.05	84.15
2" Hidrosiklon	1	adet	233	233
Gübre tankı. 60 L	1	adet	149	149
2" Elek filtre	1	adet	124	124
2" Basınç regülatörü	1	adet	165	165
H _{mano} : 25. 14.98 m ³ /h debili pompa	1	adet	1270	1270
GENEL TOPLAM				5055.52

Çizelge 4.19. 9 nolu proje alan için mevcut ve yeniden tasarlanan sulama sistemlerinin ilk yatırım masraflarının karşılaştırılması

Malzemenin cinsi	Adedi	Birimi	Birim fiyatı (TL)	Toplam (TL)
<i>Mevcut sulama sistemi</i>				
Φ 16, 25 cm damlatıcı aralıklı 4 L/h debili yumuşak PE boru	5270	m	0.278	1465.06
Φ 16 PE Conta	170	adet	0.052	8.84
Φ 16 PE Çıkış nipel	170	adet	0.036	6.12
Φ 16 PE Körtapa	170	adet	0.036	6.12
Φ 16 PE Küresel vana	170	adet	0.420	71.4
Φ 63, 6 atm sert PE boru	200	m	4.65	930
Φ 63 sert PE körtapa	1	adet	5.75	5.75
Φ 63 sert PE T parçası	1	adet	14.93	14.93
Φ 63 sert 90 ⁰ dirsek	3	adet	7.03	21.09
2 ^{1/2} " Elek filtre	1	adet	124	124
40 m ³ /h debili pompa	1	adet	2500	2500
GENEL TOPLAM				5153.51
<i>Yeniden tasarlanan sulama sistemi</i>				
Φ 20. 40 cm damlatıcı aralıklı 4 L/h debili basınç ayarlı yumuşak PE boru	5270	m	0.592	3119.84
Φ 20 PE Conta	85	adet	0.068	5.78
Φ 20 PE Çıkış nipel	85	adet	0.063	5.355
Φ 20 PE Körtapa	85	adet	0.047	3.995
Φ 63, 6 atm sert PE boru	100	m	4.65	465
Φ 63 sert PE T parçası	5	adet	14.93	74.65
Φ 63 sert PE kör tapa	5	adet	5.75	28.75
Φ 63 Küresel vana	5	adet	28.05	140.25
2" Hidrosiklon	1	adet	233	233
2" Kum-çakıl filtre tankı	1	adet	582	582
Gübre tankı. 60 L	1	adet	149	149
2" Elek filtre	1	adet	124	124
2" Basınç regülatörü	1	adet	165	165
H _{mano} : 20. 10.55 m ³ /h debili pompa	1	adet	1270	1270
GENEL TOPLAM				6366.62

Çizelge 4.20. 10 nolu proje alan için mevcut ve yeniden tasarlanan sulama sistemlerinin ilk yatırım masraflarının karşılaştırılması

Malzemenin cinsi	Adedi	Birimi	Birim fiyatı (TL)	Toplam (TL)
<i>Mevcut sulama sistemi</i>				
Φ 16. 33 cm damlatıcı aralıklı 4 L/h debili yumuşak PE boru	3670	m	0.269	987.23
Φ 16 PE Conta	51	adet	0.052	2.652
Φ 16 PE Çıkış nipeli	51	adet	0.036	1.836
Φ 16 PE Körtapa	51	adet	0.036	1.836
Φ 75, 6 atm sert PE boru	81	m	6.58	532.98
Φ 75 sert PE körtapa	3	adet	9.20	27.6
Φ 75 Küresel vana	2	adet	72.25	144.5
2 ^{1/2} " Elek filtre	1	adet	124	124
30 m ³ /h debili pompa	1	adet	2250	2250
GENEL TOPLAM				4072.63
<i>Yeniden tasarlanan sulama sistemi</i>				
Φ 16, 50 cm damlatıcı aralıklı 4 L/h debili basınç ayarlı yumuşak PE boru	3670	m	0.412	1512.04
Φ 16 PE Conta	76	adet	0.052	3.952
Φ 16 PE Çıkış nipeli	76	adet	0.036	2.736
Φ 16 PE Körtapa	76	adet	0.036	2.736
Φ 63, 6 atm sert PE boru	26	m	4.65	120.9
Φ 75, 6 atm sert PE boru	130	m	6.58	855.4
Φ 63 sert PE T parçası	1	adet	14.93	14.93
Φ 75 sert PE T parçası	2	adet	24.74	49.48
Φ 63 sert PE körtapa	1	adet	5.75	5.75
Φ 75 sert PE körtapa	1	adet	9.20	9.20
Φ 63 Küresel vana	1	adet	28.05	28.05
Φ 75 Küresel vana	1	adet	72.25	72.25
2 ^{1/2} " Hidrosiklon	1	adet	254	254
2 ^{1/2} " Kum-çakıl filtre	1	adet	872	872
Gübre tankı. 60 L	1	adet	149	149
2 ^{1/2} " Elek filtre	1	adet	124	124
2 ^{1/2} " Basınç regülatörü	1	adet	165	165
H _{mano} : 20. 18.00 m ³ /h debili pompa	1	adet	1975	1975
GENEL TOPLAM				6216.42

4.10. Mevcut ve Tasarlanan Sulama Sistemlerinin Karşılaştırılması

4.10.1. 1 nolu araştırma alanı

1 nolu proje alanı için mevcut ve yeniden tasarlanan sulama sistemleri karşılaştırıldığında aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır.

Mevcut projede ön projelendirme koşullarının dikkate alınmadığı ve özellikle uygun damlatıcı aralığının saptanmasında toprağın infiltrasyon hızının ölçülmediği belirlenmiştir. Bu nedenle mevcut projede 33 cm damlatıcı aralığı kullanılmasına karşın, ön projelendirme koşulları ve toprağın infiltrasyon hızı dikkate alınarak damlatıcı aralığı 50 cm olarak belirlenmiştir. Ayrıca, mevcut sistemde lateral boru hatlarının basınç ayarsız in-line damlatıcılardan oluştuğu görülürken, yeniden tasarlama sonucunda lateral boru hatları, basınç ayarlı in-line damlatıcılardan oluşturulmuştur. Sulama alanında, uygun sulama aralığına göre hesaplanan işletim birimleri sayısına dikkate alınmamış ve sulama süreleri lateral boru hatlarını ana boru hatlarına bağlayan küresel vanalar yardımı ile sağlanmıştır. Böylece, alanda lateral sayısına eşit sayıda küresel vana kullanılmış ve bu vanalarının açılıp kapanmasında önemli bir zaman kaybı olduğu görülmüştür. Oysaki yeniden tasarlama sonucunda, 16.38 da büyüklüğündeki alan 5 alt işletim birimine bölünmüş, bu işletim birimlerindeki lateral boru hatları manifold boru hatlarına bağlanarak çalışma kolaylığı sağlanmıştır. Mevcut sulama sisteminde lateral boru hatları uzunluklarının bazı yerlerde 100 m' ye kadar uzandığı belirlenirken, yeni tasarım sonucunda basınç ayarlı damlatıcılar kullanılmasına karşın maksimum lateral uzunlukları 55-60 m' yi geçmemiştir. Mevcut sulama sisteminde ana boru hatları 75 mm dış çaplı PE borulardan oluşturulurken, yeniden tasarlanan sulama sisteminde alt işletme birimleri olmasına rağmen, ana boru hatları ve manifold boru hatları gerektiği yerlerde 90 mm gerektiği yerlerde ise 75 mm olarak kullanılmıştır. Bu sonuç, mevcut sistemde 75 mm dış çaplı ana boru hatları ile üniform sulama uygulaması yapılmadığını desteklemektedir.

Kontrol birimi unsurları değerlendirildiğinde; mevcut sistemde yalnızca elek filtre ve basınç regülatörünün kullanıldığı görülmektedir. Fakat sulama suyu derin kuyudan alınıp bir havuzdan depolandığı için kontrol biriminin hidrosiklon, kum-çakıl filtre tankı, gübre tankı, elek filtre ve basınç regülatöründen oluşması gerekmektedir. Araştırma alanındaki kontrol birimi unsurlarının projelendirme koşullarına uygun olarak projelendirilmesi koşullarında, üniform sulama suyu uygulamama sorunlarının yanı sıra sulama sistemi unsurlarının ekonomik ömrünün azalmasına da neden olacaktır. Mevcut sulama sisteminde tüm alanın aynı anda veya lateral başlarındaki küresel vanaların açılıp kapanması ile sulamanın gerçekleştirileceği

düşünülerek yüksek debili bir pompa birimi oluşturulmuştur. Bunun nedeni olarak, sulama süresi, sulama zamanı, uygulanacak sulama suyu miktarı ve işletim düzeni gibi ön projelendirme faktörlerinin dikkate alınmadığı söylenebilir. Öte yandan, yeniden tasarım sonucunda alanın tamamı rotasyon şeklinde sulanacağı düşünülerek, daha düşük debili pompa birimi planlanmıştır.

Mevcut projelendirme koşullarında 10268 TL olan ilk yatırım masrafları, yeni tasarım sonucunda 14460 TL olarak hesaplanmıştır. Görüldüğü gibi yeni tasarım sonucunda % 41' lik fazla bir değer elde edilmiştir. Bunun nedeni olarak, damlatıcıların basınç ayarlı, laterallerin maksimum uzatma mesafesine göre belirlendiği, sulama uygulamaları için alt işletim birimlerinin oluşturulması ve kontrol birimindeki unsurların projelendirme kriterlerine uygun olarak seçilmesi olduğu söylenebilir.

4.10.2. 2 nolu araştırma alanı

2 nolu proje alanı için mevcut ve yeniden tasarlanan sulama sistemleri karşılaştırıldığında aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır.

Mevcut projede 33 cm damlatıcı aralığı kullanılmasına karşın, ön projelendirme koşulları ve toprağın infiltrasyon hızı dikkate alınarak damlatıcı aralığı 50 cm olarak belirlenmiştir. Mevcut projede ön projelendirme koşullarının dikkate alınmadığı ve özellikle uygun damlatıcı aralığının saptanmasında toprağın infiltrasyon hızının ölçülmediği belirlenmiştir. Ayrıca, mevcut sistemde lateral boru hatlarının basınç ayarsız in-line damlatıcılardan oluştuğu görülürken, yeniden tasarlama sonucunda lateral boru hatları, basınç ayarlı in-line damlatıcılardan oluşturulmuştur. Sulama alanında, uygun sulama aralığına göre hesaplanan işletim birimleri sayısına dikkate alınmamış ve sulama süreleri lateral boru hatlarını ana boru hatlarına bağlayan küresel vanalar yardımı ile sağlanmıştır. Böylece, alanda lateral sayısına eşit sayıda küresel vana kullanılmış ve bu vanalarının açılıp kapanmasında önemli bir zaman kaybı olduğu görülmüştür. Yeniden tasarlama sonucunda, sulama alanı 6 alt işletim birimine bölünmüş, bu işletim birimlerindeki lateral boru hatları manifold boru hatlarına bağlanarak çalışma kolaylığı sağlanmıştır. Mevcut sulama sisteminde lateral boru hatları uzunluklarının bazı yerlerde 100 m' ye kadar uzandığı belirlenirken, yeni tasarım sonucunda basınç ayarlı damlatıcılar kullanılmasına karşın maksimum lateral uzunlukları 50 m' yi geçmemiştir. Mevcut sulama sisteminde ana boru hatları 75 mm dış çaplı PE borulardan oluştururken, yeniden tasarlanan sulama sisteminde alt işletme birimleri olmasına rağmen, ana boru hatları ve manifold boru hatları ise 75 mm dış çaplı borulardan oluşturulmuştur.

Kontrol birimi unsurları değerlendirildiğinde; mevcut sistemde basınç regülatörü dışında tüm unsurların kullanıldığı belirlenmiştir. Fakat sulama suyu derin kuyudan alındığı için yeni tasarımda kum-çakıl filtre tankı kullanılmamıştır. Mevcut sulama sisteminde tüm alanın aynı anda veya lateral başlarındaki küresel vanaların açılıp kapanması ile sulamanın gerçekleştirileceği düşünülere 60 m³/h debili bir pompa birimi oluşturulmuştur. Bunun nedeni olarak, sulama süresi, sulama zamanı, uygulanacak sulama suyu miktarı ve işletim düzeni gibi ön projelendirme faktörlerinin dikkate alınmadığı söylenebilir. Öte yandan, yeniden tasarım sonucunda alanın tamamı rotasyon şeklinde sulanacağı düşünülerek, 18 m³/h debili pompa birimi planlanmıştır.

Mevcut projelendirme koşullarında 9448 TL olan ilk yatırım masrafları, yeni tasarım sonucunda 10935 TL olarak hesaplanmıştır. Görüldüğü gibi yeni tasarım sonucunda % 16'lık fazla bir değer elde edilmiştir. Bunun nedeni olarak, damlatıcıların basınç ayarlı, laterallerin maksimum uzatma mesafesine göre belirlenmesi ve sulama uygulamaları için alt işletim birimlerinin oluşturulması olduğu söylenebilir.

4.10.3. 3 nolu araştırma alanı

3 nolu proje alanı için mevcut ve yeniden tasarlanan sulama sistemleri karşılaştırıldığında aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır.

Mevcut projede ön projelendirme koşullarının dikkate alınmadığı ve özellikle uygun damlatıcı aralığının saptanmasında toprağın infiltrasyon hızının ölçülmediği belirlenmiştir. Bu nedenle mevcut projede 25 cm damlatıcı aralığı kullanılmasına karşın, ön projelendirme koşulları ve toprağın infiltrasyon hızı dikkate alınarak damlatıcı aralığı 50 cm olarak belirlenmiştir. Ayrıca, mevcut sistemde lateral boru hatlarının basınç ayarsız in-line damlatıcılardan oluştuğu görülürken, yeniden tasarlama sonucunda lateral boru hatları, basınç ayarlı in-line damlatıcılardan oluşturulmuştur. Sulama alanında, uygun sulama aralığına göre hesaplanan işletim birimleri sayısına dikkate alınmamış ve tüm alanın sulanması aynı anda tamamlanmıştır. Oysaki yeniden tasarlama sonucunda, 6.34 da büyüklüğündeki alan 4 alt işletim birimine bölünmüş, bu işletim birimlerindeki lateral boru hatları manifold boru hatlarına bağlanarak çalışma kolaylığı sağlanmıştır. Yeni tasarım sonucunda basınç ayarlı damlatıcılar kullanılmasına karşın maksimum lateral uzunlukları 52 m olarak alınmıştır. Mevcut sulama sisteminde ana boru hatları 90 mm dış çaplı PE borulardan oluşturulurken, yeniden tasarlanan sulama sisteminde alt işletim birimleri olmasına rağmen, ana boru hatları ve manifold boru hatları 75 mm'lik borulardan oluşturulmuştur.

Kontrol birimi unsurları değerlendirildiğinde; mevcut sistemde yalnızca hidrosiklon, kum-çakıl filtre tankı ve basınç regülatörünün kullanıldığı görülmektedir. Fakat sulama suyu derin kuyudan alınıp bir havuzdan depolandığı için kontrol biriminin hidrosiklon, kum-çakıl filtre tankı, gübre tankı, elek filtre ve basınç regülatöründen oluşması gerekmektedir. Araştırma alanındaki kontrol birimi unsurlarının projelendirme koşullarına uygun olarak projelendirilmesi koşullarında, üniform sulama suyu uygulamama sorunlarının yanı sıra sulama sistemi unsurlarının ekonomik ömrünün azalmasına da neden olacaktır. Öte yandan, yeniden tasarım sonucunda alanın tamamı rotasyon şeklinde sulanacağı düşünülerek, daha düşük debili pompa birimi planlanmıştır.

Mevcut projelendirme koşullarında 6699 TL olan ilk yatırım masrafları, yeni tasarım sonucunda 6483 TL olarak hesaplanmıştır. Görüldüğü gibi yeni tasarım sonucunda % 3' lük bir azalma söz konusudur. Bunun nedeni olarak, yeni tasarımda daha yüksek birim fiyatı olan basınç ayarlı damlatıcıların kullanılmasına karşın, ana boru hattı çaplarının düşük olarak seçilmesidir.

4.10.4. 4 nolu araştırma alanı

4 nolu proje alanı için mevcut ve yeniden tasarlanan sulama sistemleri karşılaştırıldığında aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır.

Mevcut projede 25 cm damlatıcı aralığı kullanılmasına karşın, ön projelendirme koşulları ve toprağın infiltrasyon hızı dikkate alınarak damlatıcı aralığı 50 cm olarak belirlenmiştir. Mevcut projede ön projelendirme koşullarının dikkate alınmadığı ve özellikle uygun damlatıcı aralığının saptanmasında toprağın infiltrasyon hızının ölçülmediği belirlenmiştir. Ayrıca, mevcut sistemde lateral boru hatlarının basınç ayarsız in-line damlatıcılardan oluştuğu görülürken, yeniden tasarlama sonucunda lateral boru hatları, basınç ayarlı in-line damlatıcılardan oluşturulmuştur. Mevcut sulama sisteminde dört işletme birimine bölünen araştırma alanı yeniden tasarlama sonucunda 6 alt işletim birimine bölünmüş, bu işletim birimlerindeki lateral boru hatları manifold boru hatlarına bağlanarak çalışma kolaylığı sağlanmıştır. Mevcut sulama sisteminde lateral boru hatları uzunluklarının bazı yerlerde 70 m' ye kadar uzandığı belirlenirken, yeni tasarım sonucunda basınç ayarlı damlatıcılar kullanılmasına karşın maksimum lateral uzunlukları 54 m' yi geçmemiştir. Mevcut sulama sisteminde ana ve manifold boru hatları 63 mm dış çaplı PE borulardan oluşturulurken, yeniden tasarlanan sulama sisteminde, ana boru hatları ve manifold boru hatları ise 75 mm dış çaplı borulardan oluşturulmuştur.

Kontrol birimi unsurları değerlendirildiğinde; mevcut sistemde yalnızca hidrosiklon, kum-çakıl filtre tankı ve basınç regülatörünün kullanıldığı görülmektedir. Fakat sulama suyu derin kuyudan alınıp bir havuzdan depolandığı için kontrol biriminin hidrosiklon, kum-çakıl filtre tankı, gübre tankı, elek filtre ve basınç regülatöründen oluşması gerekmektedir. Araştırma alanındaki kontrol birimi unsurlarının projelendirme koşullarına uygun olarak projelendirilmesi koşullarında, üniform sulama suyu uygulamama sorunlarının yanı sıra sulama sistemi unsurlarının ekonomik ömrünün azalmasına da neden olacaktır. Öte yandan, yeniden tasarım sonucunda alanın tamamı rotasyon şeklinde sulanacağı düşünülerek, daha düşük debili pompa birimi planlanmıştır.

Mevcut projelendirme koşullarında 8221 TL olan ilk yatırım masrafları, yeni tasarım sonucunda 10218 TL olarak hesaplanmıştır. Görüldüğü gibi yeni tasarım sonucunda % 24' lük fazla bir değer elde edilmiştir. Bunun nedeni olarak, damlatıcıların basınç ayarlı, laterallerin maksimum uzatma mesafesine göre belirlenmesi ve sulama uygulamaları için daha fazla alt işletim birimlerinin oluşturulması olduğu söylenebilir.

4.10.5. 5 nolu araştırma alanı

5 nolu proje alanı için mevcut ve yeniden tasarlanan sulama sistemleri karşılaştırıldığında aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır.

Mevcut projede ön projelendirme koşullarının dikkate alınmadığı ve özellikle uygun damlatıcı aralığının saptanmasında toprağın infiltrasyon hızının ölçülmediği belirlenmiştir. Bu nedenle mevcut projede 33 cm damlatıcı aralığı kullanılmasına karşın, ön projelendirme koşulları ve toprağın infiltrasyon hızı dikkate alınarak damlatıcı aralığı 60 cm olarak belirlenmiştir. Ayrıca, mevcut sistemde lateral boru hatlarının basınç ayarsız in-line damlatıcılardan oluştuğu görülürken, yeniden tasarlama sonucunda lateral boru hatları, basınç ayarlı in-line damlatıcılardan oluşturulmuştur. Sulama alanında, uygun sulama aralığına göre hesaplanan işletim birimleri sayısına dikkate alınmamış ve tüm alanın sulanması aynı anda tamamlanmıştır. Oysaki yeniden tasarlama sonucunda, 10.87 da büyüklüğündeki alan 3 alt işletim birimine bölünmüş, bu işletim birimlerindeki 20 mm dış çaplı lateral boru hatları manifold boru hatlarına bağlanarak çalışma kolaylığı sağlanmıştır. Yeni tasarım sonucunda basınç ayarlı damlatıcılar kullanılmasına karşın maksimum lateral uzunlukları 71 - 84 m olarak alınmıştır. Mevcut sulama sisteminde ana boru hatları 75 mm dış çaplı PE borulardan oluşturulurken, yeniden tasarlanan sulama sisteminde alt işletme birimleri olmasına rağmen, ana boru hatları ve manifold boru hatları 75 mm' lik borulardan oluşturulmuştur.

Kontrol birimi unsurları değerlendirildiğinde; mevcut sistemde yalnızca hidrosiklon, kum-çakıl filtre tankı, elek fitre ve basınç regülatörünün kullanıldığı görülmektedir. Fakat sulama suyu dereden alındığı için yeni tasarım aşamasında hidrosiklon planlanmamıştır. Mevcut sulama siteminde tüm alanın aynı anda veya lateral başlarındaki küresel vanaların açılıp kapanması ile sulamanın gerçekleştirileceği düşünüle 60 m³/h debili bir pompa birimi oluşturulmuştur. Bunun nedeni olarak, sulama süresi, sulama zamanı, uygulanacak sulama suyu miktarı ve işletim düzeni gibi ön projelendirme faktörlerinin dikkate alınmadığı söylenebilir. Öte yandan, yeniden tasarım sonucunda alanın tamamı rotasyon şeklinde sulanacağı düşünüle 18.07 m³/h debili pompa birimi planlanmıştır.

Mevcut projelendirme koşullarında 7792 TL olan ilk yatırım masrafları, yeni tasarım sonucunda 10063 TL olarak hesaplanmıştır. Görüldüğü gibi yeni tasarım sonucunda % 29' lık bir artış söz konusudur. Bunun nedeni olarak, damlatıcıların basınç ayarlı, laterallerin maksimum uzatma mesafesine göre belirlendiği, sulama uygulamaları için alt işletim birimlerinin oluşturulması ve kontrol birimindeki unsurları projelendirme kriterlerine uygun olarak seçilmesi olduğu söylenebilir.

4.10.6. 6 nolu araştırma alanı

6 nolu proje alanı için mevcut ve yeniden tasarlanan sulama sistemleri karşılaştırıldığında aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır.

Mevcut projede ön projelendirme koşullarının dikkate alınmadığı ve özellikle uygun damlatıcı aralığının saptanmasında toprağın infiltrasyon hızının ölçülmediği belirlenmiştir. Bu nedenle mevcut projede 25 cm damlatıcı aralığı kullanılmasına karşın, ön projelendirme koşulları ve toprağın infiltrasyon hızı dikkate alınarak damlatıcı aralığı 50 cm olarak belirlenmiştir. Ayrıca, mevcut sistemde lateral boru hatlarının basınç ayarsız in-line damlatıcılardan oluştuğu görülürken, yeniden tasarlama sonucunda lateral boru hatları, basınç ayarlı in-line damlatıcılardan oluşturulmuştur. Sulama alanında, uygun sulama aralığına göre hesaplanan işletim birimleri sayısına dikkate alınmamış ve sulama süreleri lateral boru hatlarını ana boru hatlarına bağlayan küresel vanalar yardımı ile sağlanmıştır. Böylece, alanda lateral sayısına eşit sayıda küresel vana kullanılmış ve bu vanalarının açılıp kapanmasında önemli bir zaman kaybı olduğu görülmüştür. Oysaki yeniden tasarlama sonucunda, 13.87 da büyüklüğündeki alan 7 alt işletim birimine bölünmüş, bu işletim birimlerindeki lateral boru hatları manifold boru hatlarına bağlanarak çalışma kolaylığı sağlanmıştır. Mevcut sulama sisteminde lateral boru hatları uzunluklarının bazı yerlerde 75 m' ye kadar uzandığı belirlenirken, yeni tasarım

sonucunda basınç ayarlı damlatıcılar kullanılmasına karşın maksimum lateral uzunlukları 55 m' yi geçmemiştir. Mevcut sulama sisteminde ana boru hatları 90 mm dış çaplı PE borulardan oluştururken, yeniden tasarlanan sulama sisteminde alt işletme birimleri olmasına rağmen, ana boru hatları ve manifold boru hatları 75 mm dış çaplı borulardan oluşturulmuştur.

Kontrol birimi unsurları değerlendirildiğinde; mevcut sistemde kum-çakıl filtre, elek filtre ve basınç regülatörünün kullanıldığı görülmektedir. Fakat sulama suyu dereden alındığı için kontrol biriminin kum-çakıl filtre tankı, gübre tankı, elek filtre ve basınç regülatöründen oluşması gerekmektedir. Mevcut sulama sisteminde tüm alanın aynı anda veya lateral başlarındaki küresel vanaların açılıp kapanması ile sulamanın gerçekleştirileceği düşünülecek yüksek debili bir pompa birimi oluşturulmuştur. Bunun nedeni olarak, sulama süresi, sulama zamanı, uygulanacak sulama suyu miktarı ve işletim düzeni gibi ön projelendirme faktörlerinin dikkate alınmadığı söylenebilir. Öte yandan, yeniden tasarım sonucunda alanın tamamı rotasyon şeklinde sulanacağı düşünülecek, daha düşük debili pompa birimi planlanmıştır.

Mevcut projelendirme koşullarında 11627 TL olan ilk yatırım masrafları, yeni tasarım sonucunda 15387 TL olarak hesaplanmıştır. Görüldüğü gibi yeni tasarım sonucunda % 34' lük fazla bir değer elde edilmiştir. Bunun nedeni olarak, damlatıcıların basınç ayarlı, laterallerin maksimum uzatma mesafesine göre belirlendiği, sulama uygulamaları için alt işletim birimlerinin oluşturulması ve kontrol birimi ile pompa birimi unsurları projelendirme kriterlerine uygun olarak seçilmesi olduğu söylenebilir.

4.107. 7 nolu araştırma alanı

7 nolu proje alanı için mevcut ve yeniden tasarlanan sulama sistemleri karşılaştırıldığında aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır.

Mevcut projede 33 cm damlatıcı aralığı kullanılmasına karşın, ön projelendirme koşulları ve toprağın infiltrasyon hızı dikkate alınarak damlatıcı aralığı 50 cm olarak belirlenmiştir. Mevcut projede ön projelendirme koşullarının dikkate alınmadığı ve özellikle uygun damlatıcı aralığının saptanmasında toprağın infiltrasyon hızının ölçülmediği belirlenmiştir. Ayrıca, mevcut sistemde lateral boru hatlarının 16 mm dış çaplı, basınç ayarsız in-line damlatıcılardan oluştuğu görülürken, yeniden tasarlama sonucunda lateral boru hatları, basınç ayarlı in-line damlatıcılardan ve 16 ile 20 mm dış çaplı borulardan oluşturulmuştur. Mevcut sulama sisteminde 3 işletme birimine bölünen araştırma alanı yeniden tasarlama sonucunda 4 alt işletim birimine bölünmüş, bu işletim birimlerindeki lateral boru hatları manifold boru hatlarına bağlanarak çalışma kolaylığı sağlanmıştır. Mevcut sulama sisteminde lateral boru

hatları uzunluklarının bazı yerlerde 71 m' ye kadar uzandığı belirlenirken, yeni tasarım sonucunda basınç ayarlı damlatıcılar kullanılmasına karşın maksimum lateral uzunlukları 71 m' yi geçmemiştir. Mevcut sulama sisteminde ana ve manifold boru hatları 50 mm dış çaplı PE borulardan oluştururken, yeniden tasarlanan sulama sisteminde, ana boru hatları ve manifold boru hatları ise 40 ile 75 mm arasında değişen dış çaplı borulardan oluşturulmuştur.

Kontrol birimi unsurları değerlendirildiğinde; mevcut sistemde yalnızca elek filtre ve basınç regülatörünün kullanıldığı görülmektedir. Fakat sulama suyu derin kuyudan alınıp bir havuzdan depolandığı için kontrol biriminin hidrosiklon, kum-çakıl filtre tankı, gübre tankı, elek filtre ve basınç regülatöründen oluşması gerekmektedir. Araştırma alanındaki kontrol birimi unsurlarının projelendirme koşullarına uygun olarak projelendirilmesi koşullarında, üniform sulama suyu uygulamama sorunlarının yanı sıra sulama sistemi unsurlarının ekonomik ömrünün azalmasına da neden olacaktır. Öte yandan, yeniden tasarım sonucunda alanın tamamı rotasyon şeklinde sulanacağı düşünülerek, daha düşük debili pompa birimi planlanmıştır.

Mevcut projelendirme koşullarında 4160 TL olan ilk yatırım masrafları, yeni tasarım sonucunda 5151 TL olarak hesaplanmıştır. Görüldüğü gibi yeni tasarım sonucunda % 32' lük fazla bir değer elde edilmiştir. Bunun nedeni olarak, damlatıcıların basınç ayarlı, laterallerin maksimum uzatma mesafesine göre belirlenmesi ve sulama uygulamaları için daha fazla alt işletim birimlerinin oluşturulması olduğu söylenebilir.

4.10.8. 8 nolu araştırma alanı

8 nolu proje alanı için mevcut ve yeniden tasarlanan sulama sistemleri karşılaştırıldığında aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır.

Mevcut projede 33 cm damlatıcı aralığı kullanılmasına karşın, ön projelendirme koşulları ve toprağın infiltrasyon hızı dikkate alınarak damlatıcı aralığı 50 cm olarak belirlenmiştir. Mevcut projede ön projelendirme koşullarının dikkate alınmadığı ve özellikle uygun damlatıcı aralığının saptanmasında toprağın infiltrasyon hızının ölçülmediği belirlenmiştir. Ayrıca, mevcut sistemde lateral boru hatlarının basınç ayarsız in-line damlatıcılardan oluştuğu görülürken, yeniden tasarlama sonucunda lateral boru hatları, basınç ayarlı in-line damlatıcılardan oluşturulmuştur. Sulama alanında, uygun sulama aralığına göre hesaplanan işletim birimleri sayısına dikkate alınmamış ve sulama süreleri lateral boru hatlarını ana boru hatlarına bağlayan küresel vanalar yardımı ile sağlanmıştır. Böylece, alanda lateral sayısına eşit sayıda küresel vana kullanılmış ve bu vanalarının açılıp kapanmasında önemli bir zaman

kaybı olduğu görülmüştür. Yeniden tasarlama sonucunda, sulama alanı 3 alt işletim birimine bölünmüş, bu işletim birimlerindeki lateral boru hatları manifold boru hatlarına bağlanarak çalışma kolaylığı sağlanmıştır. Mevcut sulama sisteminde lateral boru hatları uzunluklarının bazı yerlerde 110 m' ye kadar uzandığı belirlenirken, yeni tasarım sonucunda basınç ayarlı damlaticılar kullanılmasına karşın maksimum lateral uzunlukları 55 m' yi geçmemiştir. Mevcut sulama sisteminde ana boru hatları 75 mm dış çaplı PE borulardan oluştururken, yeniden tasarlanan sulama sisteminde alt işletme birimleri olmasına rağmen, ana boru hatları ve manifold boru hatları ise 63 mm dış çaplı borulardan oluşturulmuştur.

Kontrol birimi unsurları değerlendirildiğinde; mevcut sistemde yalnızca elek filtrenin kullanıldığı belirlenmiştir. Fakat sulama suyu derin kuyudan alındığı için yeni tasarımda kum-çakıl filtre tankı dışındaki tüm unsurlar kullanılmıştır. Mevcut sulama sisteminde tüm alanın aynı anda veya lateral başlarındaki küresel vanaların açılıp kapanması ile sulamanın gerçekleştirileceği düşünülecek 20 m³/h debili bir pompa birimi oluşturulmuştur. Bunun nedeni olarak, sulama süresi, sulama zamanı, uygulanacak sulama suyu miktarı ve işletim düzeni gibi ön projelendirme faktörlerinin dikkate alınmadığı söylenebilir. Öte yandan, yeniden tasarım sonucunda alanın tamamı rotasyon şeklinde sulanacağı düşünülerek, 14.98 m³/h debili pompa birimi planlanmıştır.

Mevcut projelendirme koşullarında 7134 TL olan ilk yatırım masrafları, yeni tasarım sonucunda 5055 TL olarak hesaplanmıştır. Görüldüğü gibi yeni tasarım sonucunda % 29' luk bir azalma söz konusudur. Bunun nedeni olarak, yeni tasarım ile daha kısa ve daha düşük çaplı ana boru hatlarının geçirilmesi söylenebilir.

4.10.9. 9 nolu araştırma alanı

9 nolu proje alanı için mevcut ve yeniden tasarlanan sulama sistemleri karşılaştırıldığında aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır.

Mevcut projede ön projelendirme koşullarının dikkate alınmadığı ve özellikle uygun damlaticı aralığının saptanmasında toprağın infiltrasyon hızının ölçülmediği belirlenmiştir. Bu nedenle mevcut projede 25 cm damlaticı aralığı kullanılmasına karşın, ön projelendirme koşulları ve toprağın infiltrasyon hızı dikkate alınarak damlaticı aralığı 40 cm olarak belirlenmiştir. Ayrıca, mevcut sistemde lateral boru hatlarının basınç ayarsız in-line damlaticılardan oluştuğu görülürken, yeniden tasarlama sonucunda lateral boru hatları, 20 cm dış çaplı, basınç ayarlı in-line damlaticılardan oluşturulmuştur. Sulama alanında, uygun sulama aralığına göre hesaplanan işletim birimleri sayısına dikkate alınmamış ve tüm alanın sulanması aynı anda

tamamlanmıştır. Oysaki yeniden tasarlama sonucunda 5.27 da büyüklüğündeki alan 5 alt işletim birimine bölünmüş, bu işletim birimlerindeki lateral boru hatları manifold boru hatlarına bağlanarak çalışma kolaylığı sağlanmıştır. Yeni tasarım sonucunda basınç ayarlı damlatıcılar kullanılmasına karşın maksimum lateral uzunlukları 62 m olarak alınmıştır.. Mevcut sulama sisteminde ana boru hatları 63 mm dış çaplı PE borulardan oluştururken, yeniden tasarlanan sulama sisteminde alt işletme birimleri olmasına rağmen, ana boru hatları ve manifold boru hatları yine 63 mm' lik borulardan oluşturulmuştur.

Kontrol birimi unsurları değerlendirildiğinde; mevcut sistemde yalnızca elek filtrenin kullanıldığı görülmektedir. Fakat sulama suyu derin kuyudan alınıp bir havuzdan depolandığı için kontrol biriminin hidrosiklon, kum-çakıl filtre tankı, gübre tankı, elek filtre ve basınç regülatöründen oluşması gerekmektedir. Araştırma alanındaki kontrol birimi unsurlarının projelene koşullarına uygun olarak projelenmemesi koşullarında, üniform sulama suyu uygulamama sorunlarının yanı sıra sulama sistemi unsurlarının ekonomik ömrünün azalmasına da neden olacaktır. Öte yandan, yeniden tasarım sonucunda alanın tamamı rotasyon şeklinde sulanacağı düşünülerek, daha düşük debili pompa birimi planlanmıştır.

Mevcut projelene koşullarında 5153 TL olan ilk yatırım masrafları, yeni tasarım sonucunda 6366 TL olarak hesaplanmıştır. Görüldüğü gibi yeni tasarım sonucunda % 24' lük bir artış söz konusudur. Bunun nedeni olarak, yeni tasarımda daha yüksek birim fiyatı olan basınç ayarlı damlatıcıların ve kontrol birimi unsurlarının tamamının kullanılması söylenebilir.

4.10.10. 10 nolu araştırma alanı

10 nolu proje alanı için mevcut ve yeniden tasarlanan sulama sistemleri karşılaştırıldığında aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır.

Mevcut projede ön projelene koşullarının dikkate alınmadığı ve özellikle uygun damlatıcı aralığının saptanmasında toprağın infiltrasyon hızının ölçülmediği belirlenmiştir. Bu nedenle mevcut projede 33 cm damlatıcı aralığı kullanılmasına karşın, ön projelene koşulları ve toprağın infiltrasyon hızı dikkate alınarak damlatıcı aralığı 50 cm olarak belirlenmiştir. Ayrıca, mevcut sistemde lateral boru hatlarının basınç ayarsız in-line damlatıcılardan oluştuğu görülürken, yeniden tasarlama sonucunda lateral boru hatları, basınç ayarlı in-line damlatıcılardan oluşturulmuştur. Mevcut sulama sisteminde 2 işletme birimine bölünen araştırma alanı yeniden tasarlama sonucunda da 2 alt işletim birimine bölünmüştür. Yeni tasarım sonucunda basınç ayarlı damlatıcılar kullanılmasına karşın mevcut sistemde 95 m

alınan maksimum lateral uzunlukları 50 m olarak alınmıştır. Mevcut sulama sisteminde ana ve manifold boru hatları 75 mm dış çaplı PE borulardan oluştururken, yeniden tasarlanan sulama sisteminde alt işletme birimleri olmasına rağmen, ana boru hatları ve manifold boru hatları yine 75 mm' lik borulardan oluşturulmuştur.

Kontrol birimi unsurları değerlendirildiğinde; mevcut sistemde yalnızca elek filtrenin kullanıldığı görülmektedir. Fakat sulama suyu derin kuyudan alınıp bir havuzdan depolandığı için kontrol biriminin hidrosiklon, kum-çakıl filtre tankı, gübre tankı, elek filtre ve basınç regülatöründen oluşması gerekmektedir. Araştırma alanındaki kontrol birimi unsurlarının projelendirme koşullarına uygun olarak projelendirilmesi koşullarında, üniform sulama suyu uygulamama sorunlarının yanı sıra sulama sistemi unsurlarının ekonomik ömrünün azalmasına da neden olacaktır. Öte yandan, yeniden tasarım sonucunda alanın tamamı rotasyon şeklinde sulanacağı düşünülerek, daha düşük debili pompa birimi planlanmıştır.

Mevcut projelendirme koşullarında 4072.63 TL olan ilk yatırım masrafları, yeni tasarım sonucunda 6216.42 TL olarak hesaplanmıştır. Görüldüğü gibi yeni tasarım sonucunda % 53' lük bir artış söz konusudur. Bunun nedeni olarak, yeni tasarımda daha yüksek birim fiyatı olan basınç ayarlı damlatıcıların kullanılmasına karşın, ana boru hattı çaplarının düşük olarak seçilmesidir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Süs bitkileri yetiştiriciliğinin yapıldığı tarım alanlarında kullanılan damla sulama sistemlerinin tasarım ve uygulama aşamalarında ortaya çıkan sorunlar ve çözüm önerilerini belirlemek amacıyla on farklı alanda yapılan incelemeler sonucunda aşağıdaki sonuçlar ve çözüm önerileri ortaya çıkmıştır.

- Damla sulama uygulamasının başarısı; iyi bir planlama, projelendirme, uygulama ve işletmeyi içerisine alan mühendislik çalışmaları ile toprak-bitki-atmosfer ve su ilişkilerinin iyi bir şekilde irdelenmesine bağlıdır. Fakat özellikle ülkemizde bu bilgi birikimine sahip olmayan kişi veya kişiler tarafından sulama projelerinin hazırlandığı ve uygulandığı bir gerçektir.
- Bitkinin tükettiği su miktarı, uygulanacak sulama suyu miktarı, sulama süresi, sulama zamanı gibi ön projelendirme faktörlerinin doğru olarak elde edilmesi damla sulama sisteminin başarısı için kaçınılmaz özelliklerdir. Fakat ele alınan projelerde bu özelliklere dikkat edilmediği gözlemlenmiştir
- İncelenen alanlarda uygun damlatıcı aralığının ve lateral uzunluğunun doğru olarak seçimi en önemli aşama olarak görülmektedir. Bu nedenle, sulama sisteminde kullanılacak damlatıcı debisinin ve toprağın infiltrasyon hızının doğru olarak belirlenmesi gerekmektedir. Hem araştırmada ele aldığımız on örnek projede hem de yapılan diğer uygulamaları dikkate aldığımızda toprağın infiltrasyon hızı değerinin belirlenmesine yönelik ölçümlerin kullanılmadığı açıkça görülmektedir. Ayrıca, incelenen alanlarda lateral uzunluklarının hidrolik hesaplara göre belirlenenlerden çok daha fazla olduğu ve kullanılan damlatıcıların basınç ayarsız olduğu görülmüştür.
- Ele alınan araştırma alanlarının çoğunda alt işletme birimlerinin olmadığı, lateral boru hatlarının küresel vanalar yardımı ile direkt ana boru hatlarına bağlandığı görülmüştür. Buradaki amaç, çiftçinin sulama uygulamasını aynı anda bitirme isteği olmasına karşın, özellikle ana boru ve pompa birimi kapasitelerinin artmasıyla ilk yatırım masrafları artmaktadır.
- Araştırma alanlarında seçilen manifold ve ana boru hatlarının hidrolik özelliklerinin dikkate alınmadığı, boru çapları seçilirken yalnızca iletilecek debi miktarının dikkate alındığı belirlenmiştir. Özellikle boru çaplarının seçiminde, gerek sediment gibi materyal birikimini engellemek gerekse, boru hattında oluşabilecek su darbesini

azaltmak ve kavitasyonu engellemek için boru hattı su akış hızının 0.5–2 m/s arasında olması tercih edilmelidir. Ayrıca, kullanılacak boru çaplarına göre oluşacak yük kayıplarının doğru olarak hesaplanmadığı belirlenmiştir.

- Damla sulama yönteminde kullanılan malzemelerin ekonomik ömrünü artırmak ve üniform su dağılımı açısından en fazla dikkat edilmesi gereken kontrol birimi unsurlarının gerektiği gibi seçilmediği gözlemlenmiştir. Ele alınan araştırma alanlarının bir kısmında yalnızca elek filtrenin kullanıldığı, su kaynağı özelliklerine göre hidrosiklon ve kum-çakıl filtre tankının hiç kullanılmadığı belirlenmiştir. Ayrıca, sistemde gerekli işletme basıncı altında üniform su kullanımı sağlayan basınç regülatörünün çok fazla tercih edilmediği belirlenmiştir. Öte yandan, damla sulama sisteminin en büyük kullanım özelliklerinden biri olan kimyasal gübrelerin sulama suyu ile birlikte verilmesi için gerekli olan gübre tankının hiçbir alanda kullanılmaması dikkat çekmiştir.
- Araştırma alanlarının çoğunun temel amacı tüm alandaki sulama uygulamalarını aynı anda bitirmek olduğundan, pompa birimleri çok yüksek debili olarak seçilmiştir. Oysaki sistem içerisinde alt birimlerinin oluşturulması durumunda gerekli pompa özellikleri çok daha azalmaktadır.
- Ele alınan on işletmede de damla sulama sisteminin projelenmesi ve uygulanması aşamalarında aynı temel sorunların ortaya çıktığı belirlenmiştir. Fakat damla sulama sisteminin projelenmesinde temel faktörler olan toprak, bitki, su kaynağı gibi özelliklerin alandan alana farklılık gösterdiği dikkate alınmamıştır.

6.KAYNAKLAR

- Anonymous (2008). Sakarya Tarım İl Müdürlüğü 2007 Faaliyet Raporu.
- Aşılioğlu F (2005). Peyzaj Mimarlığı Açısından Rekreatif ve Sportif Amaçlı Yeşil Alanlarda Sulamanın Önemi ve Sulama Sistemleri. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Aymammedov G (2004). Parsel Büyüklüğünün Damla Sulama Sistemi Tesis Maliyeti Üzerine Etkisi. Araştırma Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir.
- Ayyıldız M, Yıldırım O (1986). Basınçlı sulama sistemlerinde yağmurlama başlığı ve damlatıcılardaki yapım farklılığının eş su dağılım düzeylerine etkileri. II. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü. Cilt: 2. 417-433. Adana.
- Ayyıldız M (1990). Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1196. 396s. Ankara.
- Bağdatlı MC (2006). Konya Çevresinde Sebze Bahçelerinde Uygulanan Damla Sulama Sistemleri Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Konya.
- Barrett J, Vinchesi B, Dobson R, Roche P, Zoldoske D (2003). Golf Course Irrigation. Enviromental Design and Management Practices. John Wiley & Sons. Inc. 440p. New Jersey.
- Bastug R, Karaguzel O, Aydınşakir K, Buyuktas D (2006). The effects of drip irrigation on flowering and flower quality of glasshouse gladiolus plant Agricultural Water Management. Volume 81. Issues 1-2. . Pages 132-144.
- Benami A, Diskin MH (1965). Design of Sprinkling Irrigation. Israel Institute of Technology. Lowdermilk Faculty of Agricultural Engineering Publications. 143p. Israel.
- Blake GR (1965). Bulk Density Method of Soil Analysis. Am. Soc. Argon No:6. Wisconsin. USA.
- Bora H, Şen İZ (2006). AUTOCAD 2006: Bilgisayar Destekli Tasarım. Ege Basım. 288s.
- Coswell M, Zilberman D (1985). The choosing of irrigation technologies in California. Am. Jour . Agric. Economics. 67 (2): 224-234. California.
- Cuenca RH (1989). Irrigation System Design: An Engineering Approach. Prentice-Hall. Inc..546p..

- Çelikkoparan E (1995). Türkiye’ de Mikrosulamanın Gelişimi Üzerine Bir İnceleme. Yüksek Lisans Tezi. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Bursa.
- Danyeli İ (2004). Mersin – Erdemli Beldesinde Teraslı Bir Alanda Bulunan Narenciye Bahçesinde Kurulu Tam Otomatik Damla Sulama Sisteminin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana.
- Dasberg S, Or D (1999). Drip Irrigation. Springer-Verlag Berlin Heidebelberg. 159 p. New York.
- De Groot NSP (1988). Floriculture Worldwide Trade and Consumption Patterns. World Conference on Horticultural Products. Rome. 1-20 June.
- Doorenbos J, Pruitt WO (1977). Guidelines for Predicting Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No: 24. 114p. Rome.
- Farouk HA (1998). Evaluation of Emission Uniformity for Efficient Microirrigation. PhD Thesis. Irrigation and Soils with Agro-Industrial Management. Fresno. California.
- Fry RA (1985). Trickle system evaluation findings in the San Joaquin Valley. California. Drip/Trickle Irrigation in Action. Vol 1. 288-293. Michigan. USA.
- Güngör Y, Erözel AZ, Yıldırım O (1996). Sulama. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1443. 295s. Ankara.
- Güngör Y, Yıldırım O (1989). Tarla Sulama Sistemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1155. 396s. Ankara.
- Gürsan K, Erkal S (1998). Dünyada ve Türkiye’de Süs Bitkileri Üretim ve Ticaretindeki Gelişmeler. I.Ulusal Süs Bitkileri Kongresi Bildiriler Kitabı. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü. 1-11. Yalova.
- Howell TA, Bucks DA, Lima JM. (1986). Management Principles: 4.1 Irrigation Scheduling.". in Trickle Irrigation for Crop Production: Design. Operation and Management (F. S. Nakayama and D. A. Bucks (ed)). Elsevier.
- Karagüzel O, Akaya F, Turkey C, Gürsan K, Özçelik A, Erken K, Çelikel. FG (2001). Bitkisel Üretim Özel İhtisas Komisyonu Süs Bitkileri Alt Komisyon Raporu.
- Keller J, Bliesner RD (1990). Sprinkle and Drip Irrigation. Van Nostrand Reinhold.
- Kukul. YS (1993). Alaşehir Bölgesindeki Bağlarda Kullanılmakta Olan Bazı Damla Sulama Sistemlerinin Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir.
- Nakayama FS, Bucks DA (1986). Trickle Irrigation for Crop Production : Design. Operation and Management . Elsevier Science Publishers B.V. 363 p. Amsterdam.

- Papazafiriou ZG (1980). A compact procedure for trickle irrigation systems design. ICID Bulletin, 29(1): 28-45.
- Orta AH (1991). Antalya Yöresindeki Damla Sulama Uygulamalarında Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Yolları. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Smith M (1992). CROPWAT: A Computer Program for Irrigation Planning and Management. FAO Irrigation and Drainage Paper No: 46. 127p. Rome.
- Socol OJ, Ulman MN, Frizzone JA, (2002). Performance analysis of trickle irrigation subunit installed in an apple orchard. Brazilian Archives of Biology and Technology. Vol. 45. n. 4; pp.525-530.
- Stanley CD, Prevatt JW, Kovach SP, Harbaugh BK (1983). An economic analysis of two irrigation systems for field production of cut-flower chrysanthemum. Proceedings of the Soil and Crop Science Society of Florida. Vol. 42. 149-153.
- Tekinel O, Kaşka N, Dinç G, Yurdakul O (1984). Çukurova koşullarında turfanda çilek yetiştiriciliğinde karık, yağmurlama ve damla sulama metotlarının karşılaştırılması üzerinde bir araştırma. Doğa Bil. Der. 8(1): 48-56.
- Titiz S, Çakıroğlu N, Yıldırım TB, Çakmak S (2000): Süs bitkileri üretim ve ticaretindeki gelişmeler. Türkiye Ziraat Mühendisliği 5. Teknik Kongresi, Ankara.
- Wallach R (1990). Effective irrigation uniformity as related to root zone depth. Irrigation Science. Vol. 11. pp. 15-21.
- Yaohu K, Nishiyama S, Kawano H, (1995). A simple method of designing uniform water application drip irrigation system. Transactions of The Japanese Society of Irrigation, Drainage and Reclamation Engineering. Vol: 176. 33-41.
- Yazgan S (1988). Yalova ve Yöresinde Damla ve Mini Yağmurlama Başlıkları ile Sulama Sistemleri Üzerine Bir İnceleme. Yüksek Lisans Tezi. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Bursa.
- Yıldırım M (2003). Rekreasyon alanı sulama sistemlerinde uyulması gerekli kurallar. II. Ulusal Sulama Kongresi. 134-142. Kuşadası.
- Yıldırım O (1994b). Meyve Ağaçlarının Sulanmasında Damla, Yağmurlama ve Karık Yöntemlerinin Ekonomik Yönden Karşılaştırılması. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yayınları 1347, 47s, Ankara.
- Yıldırım O (1994b). Çim alanlarının sulanması. Çağdaş Yaşamda Çim Alanlar Sempozyumu II. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No:2. 16-46. Ankara.

Yıldırım O (2005). Sulama Sistemlerinin Tasarımı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi

Yayın No: 1542. 348s. Ankara.

www.icid.org

www.fao.org

ÖZGEÇMİŞ

Kastamonu İli, Azdavay İlçesinde 1975 yılında doğdu. İlkokulu Azdavay İlçesinde, Ortaokulu Karadeniz Eregli' de, lise öğrenimi ise Çankırı Meslek Lisesinde tamamladı. 1993 yılında Kastamonu Azdavay İlçesinde Ziraat Teknisyeni olarak göreve başladı. 1995 yılında Samsun Tarım İl Müdürlüğüne atandı. 1998 yılında 19 Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümünden Ziraat Mühendis olarak mezun oldu. 2006 yılında Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde yüksek lisans eğitimine başladı. 2002 yılından beri Sakarya Tarım İl Müdürlüğünde Ziraat Mühendisi, 2007 yılından bu yana ise Destekleme Şube Müdürü olarak görev yapmaktadır. Evli ve iki çocuk babasıdır.