



**T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**DAMLA SULAMA ALT BORU ÜNİTELERİNİN HİDROLİK VE
EKONOMİK TASARIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Batool Fouad Kadhim KOYSHA

DANIŞMAN

Prof. Dr. Gürol YILDIRIM

AKSARAY, 2021

Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 162303802 numaralı Yüksek Lisans öğrencisi, Batoool Fouad Kadhim KOYSHA tarafından hazırlanan “**DAMLA SULAMA ALT BORU ÜNİTELERİNİN HİDROLİK VE EKONOMİK TASARIMI**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Gürol YILDIRIM

Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Üye: Prof. Dr. Ömer KÖSE

Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Taner CENGİZ

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Tez Savunma Tarihi: 04/02/2021

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Doç. Dr. Mehmet Ali HİNİS

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

DOĞRULUK BEYANI

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, akademik kurallara ve bilimsel etik, ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, çalışmamda kullandığım verilerin orijinalliğini ve her türlü intihalden uzak olduğunu beyan ederim.

Enstitü tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

Batool Fouad Kadhim KOYSHA

TEŞEKKÜR

Saygı değer danışman hocam Gürol YILDIRIM’a engin bilgi birikimini benimle paylaştığı, sıkıntı yaşadığım her anda hiç tereddüt etmeden yoluma devam etmemi sağladığı ve bu uzun süreçte yolumu aydınlattığı için çok teşekkür ederim. Ayrıca bu süreç boyunca sabrı, güveni, bana olan inancı ve bir ailede gösterilebilecek tüm özelliklerle manevi anlamda da yanımda olduğu için sevgili hocama minnet duygularımı sunuyorum.

Tez sürecimin her anında yanımda olan babam Fouad KOYSHA ve annem Howida’ya teşekkür ediyorum. Canım ailem sadece tez sürecimde değil aynı zamanda bu ana kadar yaşamış olduğum her süre zarfı boyunca sabırla, sevgiyle, inançla, hoş görüşle daima yanımda olup beni desteklediler. Canım aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı hayatımın boyunca size teşekkür sunuyorum.

Batool Fouad Kadhim KOYSHA
AKSARAY, 2021

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
1. GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Amacı	2
2. LİTERATÜR TARAMASI	4
2.1 Sulama Tanımı	5
2.1.1 Sulama neden önemli.....	5
2.1.2 Sulama yöntemleri.....	5
2.1.3 Sulama yöntemlerinde su uygulama randımanları	6
2.2 Damla Sulama Borularının Çeşitleri	11
2.3 Damla Sulama Sisteminin Unsurları	13
2.4 Hedefler	19
2.4.1 SDI avantajları.....	20
2.4.1.1 SDI dezavantajları.....	21
2.4.2 Sistem altyapısı ile ilgili dezavantajlar	22
2.4.3 Damlama, sulama, yüzey ve yeraltı.....	24
2.4.4 Hidrolik tasarımı.....	24
2.4.5 Aşırı ve yanlış sulamanın zararları	26
2.4.6 Toprak ve su ile ilgili üstünlükleri.....	27
2.4.7 Toprak altı damla sulama sistemlerinin kullanılabilirliği.....	28
2.5 Bitki ve Kültürel İşlemler ile İlgili Üstünlükleri	28
2.5.1 Bağlarda toprak altı damla sulama sistemi	28
2.5.1.1 Emniyet ekonomi dengesi.....	29
2.5.2 Toprak altı damla sulama sistemini sınırlayan etmenler	33
2.5.2.1 Damlama sulama teknolojisi.....	33
2.5.2.2 Sınırlamalar.....	33
2.5.3 Damla sulamada verim yüksek, ne kadar	34
2.5.3.1 Toprak altı damla sulama sisteminin uygulanacağı koşullar	34
2.5.3.2 Toprak ve topografya koşulları	35
2.5.3.3 Su kaynağının özellikleri	35
2.5.3.4 Toprak altı damla sulama sistemlerinin tasarım ve kurulumu	35
2.5.3.5 Toprak altı damla sulama sisteminin bakımı ve yönetimi	38
2.5.3.6 Damla sulama yöntemin yararları.....	39
2.5.4 Hangi bitkiler damla sulama yöntemi ile sulanabilir	39
2.5.4.1 Damla sulama sistemin diğer sulama sistemlerine göre avantajları.....	39

2.5.4.2 Damla sulama borularının temizliği.....	40
2.5.4.3 Damla sulama sistemlerinin tasarımı dikkat edilmesi gereken hususlar	40
2.5.4.4 Damla sulama sisteminin işletilmesi sırasında dikkat edilmesi gereken hususlar	42
2.5.4.5 Sistem alt yapısı ile ilgili sınırlayıcı etmenler.....	42
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	51
3.1 Damla Sulama Sisteminde Islatma Desenleri ve Lateral Tertip Biçimleri	51
3.1.1 Tek lateralli sistem.....	54
3.1.2 Kullanılacak boru veya bağlantı elemanının iç çapının hesabı	57
3.1.3 Maliyet etkinliği	58
3.1.4 Çalıştırma ve bakım.....	59
3.2 Dünya Çapında Kapalı Sulama	60
3.2.1 Su iletiminde temel denklemler	60
3.2.2 Enerji denklemi.....	61
3.2.2.1 Baş kaybı formülleri	62
3.2.3 Tüketici kullanımı (buharlaşma).....	68
3.3 Kapalı Sulama Sistemi	79
3.3.1 Çalışma alanı düzeni.....	80
3.3.2 Borular malzeme ve tasarım parametreleri.....	81
3.3.3 Tasarım parametreleri	82
4. EPANET YAZILIM GİRİŞİ.....	86
4.1 EPANET Simülasyon Aracı.....	86
4.2 EPANET Yazılımı.....	87
4.2.1 Su kalitesi modelleme yetenekleri	88
4.2.2 EPANET'i kullanma adımları	89
4.2.3 EPANET giriş veri dosyası.....	89
4.2.4 EPANET girişleri	90
4.2.5 Fiziksel bileşenler EPANET.....	90
4.2.6 EPANET'in devre edilmesi.....	93
4.3 EPANET Avantajları.....	93
4.3.1 EPANET dezavantajları.....	94
4.4 İşletim Sistemleri ve Kontrol Cihazları.....	117
4.4.1 Sulama sistemi kontrolörleri.....	117
4.4.2 Sistem işletme vanaları	122
4.4.3 Ölçüm cihazları.....	124
4.4.4 Su çekiç kontrolü	125
4.4.5 Maliyet analizi	126
4.5 Bir Yeraltı Boru Hattı Üzerinden Toplam Taşıma Maliyeti	131
4.5.1 Sulama suyunun kalitesi	134
4.5.2 Su kalitesi özellikleri	134
4.6 Zemin Karakteristiği.....	136
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	137

KAYNAKLAR	141
EKLER	146
EK A. Çizelgeler	146
ÖZGEÇMİŞ	149



YÜKSEK LİSANS TEZİ

DAMLA SULAMA ALT BORU ÜNİTELERİNİN HİDROLİK VE EKONOMİK TASARIMI

Batool Fouad Kadhim KOYSHA

**Aksaray Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. Gürol YILDIRIM

ÖZET

Artan talebe bağlı olarak dünyadaki tatlı su kıtlığının yanı sıra doğal şartlardaki ve küresel ısınmanın değişmesi ile birlikte, özellikle orta doğu ülkeleri gibi kurak bölgelerde su rasyonizasyonu için yeni yaklaşımlar geliştirmek gerekli hale gelmektedir. Sulama için su talebi, bu ülkelerde gerekli toplam su miktarının % 75'inden oluşabilir. Tarım alanlarına su iletmek, dağıtmak ve uygulamak için kullanılan kanal ağları, yıllardır kullanılan en popüler yöntem olmuştur. Bununla birlikte, sulama kanalları ilk maliyetlerinde en ucuz olabilir ancak bu tür açık yüzeyli sulama, su kıtlığının mevcut kötü durumu ile artık iyi gitmemektedir. Bu, buharlaşma, sızıntı ve kaçak kayıpları nedeniyle suda kayda değer atıklardan kaynaklanıyor olabilir, bu nedenle, su taşıma, dağıtma ve sulama için kapalı boru sistemlerinin kullanılması önemli bir uygulama veya en azından su atığının azaltılması olabilir. Damlama sulama sistemleri, suyu yavaşça ve doğrudan kök bölgeye uygulayan düşük basınçlı sistemlerdir.

Damlama sulama sistemlerinin tasarımı, sulama uygulama veriminin, emisyon homojenliğinin ve üretim sürecindeki ekonomik getirinin iyileştirilmesi için çok önemli bir süreç olarak kabul edilir. Bu nedenle, damlama sulamanın optimum tasarımı ulaşılabilir hidrolik emisyon tekdüzelik ve toplam yıllık maliyeti dikkate alan bir tasarımdır.

Anahtar Kelimeler: Hidrolik Emisyon Tekdüzelik, Toplam Yıllık Maliyeti, Damlama Sulama.

Şubat, 2021; 149 sayfa

M.Sc. THESIS

**HYDRAULIC AND ECONOMIC DESIGN OF DRIP IRRIGATION
SUBMAIN UNITS**

Batool Fouad Kadhim KOYSHA

**Aksaray University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering**

Supervisor: Prof. Dr. Gürol YILDIRIM

ABSTRACT

It becomes necessary to develop new approaches for water rationalization, especially in arid regions such as the Middle East countries, with the changes in natural conditions and global warming as well as the global shortage of freshwater due to the increasing demand. Water demand for irrigation can consist of % 75 of the total amount of water required in these countries. Used to convey, distribute, and apply water to agricultural fields, canal networks have been the most popular method used for years. However, irrigation canals may be the cheapest at their initial cost, but this type of open surface irrigation is no longer doing well with the current plight of water scarcity. This may be due to significant waste in the water due to evaporation, leakage, and leakage losses. Therefore, the use of closed piping systems for water transport, distribution, and irrigation can be an important practice, or at least reducing water waste.

Drip irrigation systems are low-pressure systems that apply water slowly and directly to the root area. The design of drip irrigation systems is considered a crucial process for improving irrigation application efficiency, emission uniformity, and economic return on the production process. Therefore, the optimum design of drip irrigation is one that takes into account the achievable hydraulic emission uniformity and total annual cost.

Keywords: Hydraulic Emission Uniformity, Total Annual Cost, Drip Irrigation.

February, 2021; 149 pages

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Yüzey sulama.....	8
Şekil 2.2. Center pivot sulama sistemi.....	8
Şekil 2.3. Damla sulama sistemi.....	9
Şekil 2.4. Yeraltı damla sulama sistemi.....	9
Şekil 2.5. Sulama sistemi.....	10
Şekil 2.6. Yağmurlama sistemi.....	11
Şekil 2.7. Toprak üstü damla sulama sistemi.....	12
Şekil 2.8. Toprak üstü damla sulama sistemi.....	12
Şekil 2.9. Damla sulama sisteminin unsurları.....	13
Şekil 2.10. Sulama sistemi.....	14
Şekil 2.11. Toprak altı damla sulama boruları kurulumu.....	15
Şekil 2.12. Toprak altı damla sulama boruları.....	15
Şekil 2.13. Bir SDI sisteminin bileşen gereksinimleri.....	26
Şekil 2.14. Çok sarp arazi.....	29
Şekil 2.15. Eğimli arazi.....	30
Şekil 2.16. İnşili çıkışlı arazi.....	30
Şekil 2.17. Uzun sıralı ekim.....	31
Şekil 2.18. Kaba kumlu topraklar.....	31
Şekil 2.19. Tuzlu topraklar.....	32
Şekil 2.20. Yer altı kök bölgesi.....	32
Şekil 2.21. Ana ve yan (manifold) boruları.....	37
Şekil 2.22. Eğimli alanlarda lateral tertip biçimi.....	41
Şekil 2.23. Ağaçlar yaşlarına göre sulama sistemi.....	43
Şekil 2.24. Sulama sistem tasarımı.....	44
Şekil 2.25. Yeraltı sulama boruları kurulumu.....	44
Şekil 2.26. Sulama sistemi tasarım denetimi.....	48
Şekil 2.27. Damla sulama sistem unsurları.....	49
Şekil 2.28. Damla sulama sisteminin unsurları.....	49
Şekil 3.1. İdeal ıslatma şeridi.....	51
Şekil 3.2. Bitki sıra aralığı damlatıcı aralığından büyük, $S_s > S_d$	52
Şekil 3.3. Bitki sıra aralığı damlatıcı aralığından küçük, $S_s < S_d$	52
Şekil 3.4. Tarla bitkileri ve sebzelerde lateral tertip biçimleri.....	53
Şekil 3.5. Meyve ağaçlarında lateral tertip biçimleri.....	53
Şekil 3.6. Basınç-debi ilişkisi.....	56
Şekil 3.7. Hidrolik emisyon homojenliğinin değişimi ile yıllık sabit maliyeti.....	66
Şekil 3.8. Irak haritası üzerinde Kerbela eyaletinin konumu.....	72
Şekil 3.9. Aylık minimum ve maksimum sıcaklıklar ve ETo	74
Şekil 3.10. Aylık nem ve ETo	74
Şekil 3.11. Aylık güneşli saatler ve Eto	75
Şekil 3.12. Aylık rüzgar hızı ve ETo	75
Şekil 3.13. Aylık radyasyonlar ve Eto	76
Şekil 3.14. Tipik tarımsal araziler bölümü.....	81
Şekil 4.1. Epanet programının akış şeması.....	94
Şekil 4.2. Excel programına göre FWS ve hesapları.....	95
Şekil 4.3. Excel programına göre hidrolik hesapları.....	96
Şekil 4.4. Sistem elemanlarının modellenmesinde kullanılan hidrolik özellikler.....	97
Şekil 4.5. Sistem elemanlarının modellenmesinde kullanılan hidrolik özellikler.....	97

Şekil 4.6.	Sistem elemanlarının modellenmesinde kullanılan hidrolik özellikler.	98
Şekil 4.7.	İşletim sırasında boru ağındaki hız ile sistem yerleşimini gösterir.....	98
Şekil 4.8.	İşletim sırasında boru ağındaki talep ve hız ile sistemi gösterir.....	99
Şekil 4.9.	EPANET yazılımındaki giriş ve çıkış verileri.	100
Şekil 4.10.	Mesafe (m) ile baş (m) arası baş profili.....	101
Şekil 4.11.	Mesafe (m) ile temel talep (m) arasındaki temel talep profili.	101
Şekil 4.12.	Mesafe (m) ve basınç (m) arasındaki basınç profili.	102
Şekil 4.13.	Akış (Lps) ve yükseklik (m) arasındaki eğri profili.	102
Şekil 4.14.	Projenin alanı 9 bölüm bölüdü.....	114
Şekil 4.15.	Alt ana, çiftlik dağılımı ve saha boru hattının tasarımını.	115
Şekil 4.16.	Açık döngü kontrol cihazının temel bileşeni.	118
Şekil 4.17.	Kapalı çevrim kontrol ünitesinin temel bileşeni.	119
Şekil 4.18.	Kapalı çevrim kontrol sisteminin temel bileşeni.	119
Şekil 4.19.	Analog-dijital (A/D) arayüz.....	121
Şekil 4.20.	Armatür ve aksesuarlar (GRP boru kataloğu).	125
Şekil 4.21.	Boru hattının yatağı (tüm ölçüler cm).	132
Şekil 4.22.	Düşük PH koşullarında mikro besin toksisitesinden yaprak hasarı.....	135
Şekil 4.23.	Tuzlu yağmurlama suyundan zarar görmüş mısır bitkisi.	135

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Modern sulama yöntemlerinin karşılaştırılması.	50
Çizelge 3.1. ETo yöntemlerinin avantajları ve dezavantajları.	70
Çizelge 3.2. Kerbela ili için iklim ve ETo verileri.	73
Çizelge 3.3. Önerilen kırpma deseni.	77
Çizelge 3.4. Tarımsal ürünler için CWR, IR ve FWS değerleri.	78
Çizelge 3.5. Mevcut değerler sulama sisteminin ana ve şube kanalların değerleri.	79
Çizelge 4.1. Kullanılan yayıcıların özellikleri.	105
Çizelge 4.2. Hesaplamalarda kullanılan hidrolik parametreler ve denklemler.	106
Çizelge 4.3. Yayıcı akış rejimi katsayısı değerleri	107
Çizelge 4.4. Önerilen katsayı sınırları.	107
Çizelge 4.5. Yayıcıların akış özellikleri.	108
Çizelge 4.6. Yayıcıların basınç-akış ilişkisi.	109
Çizelge 4.7. İmalat çeşitliliği katsayısı değerleri.	110
Çizelge 4.8. Yayıcı tekdüzelik, EU.	111
Çizelge 4.9. Sulama suyu düzgün dağılım katsayıları (CU).	112
Çizelge 4.10. İstatistiksel tekdüzelik katsayıları (Us).	113
Çizelge 4.11. Ana boru hattının programa göre tasarım verileri.	114
Çizelge 4.12. Kerbela ilinde su kullanımı için yüzde oran AL-Husseinia kanalları.	116
Çizelge 4.13. Projenin mevcut kanallarının verileri (Kerbela ilindeki ofisi).	127
Çizelge 4.14. DC15 kanalının yapım maliyeti.	128
Çizelge 4.15. DC15 kanalının hidrolik yapı maliyeti.	128
Çizelge 4.16. WC3 yapım maliyeti.	129
Çizelge 4.17. Kanallardan siltasyon kaldırma ekipmanları.	130
Çizelge 4.18. 20 yıldan uzun süredir açık kanalların su kayıplarının maliyeti.	131
Çizelge 4.19. Borunun maliyeti ve montajı.	133
Çizelge 4.20. Kontrol vanalarının maliyeti.	133

SİMGELER VE KISALTMALAR

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
BECC	Sınır Çevre İşbirliği
CBS	Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri
CROPWAT	Su Miktarını Belirlemek İçin Kullanılan Bir Program
CU	Sulama Suyu Dağılım Tekdüzelik Katsayısı
CV	Üretim ve İmalat Çeşitliliği Katsayısı
CWR	Crop Water Requirements
DI	Drip İrrigation
ED	Emitter Deşarjı
ET	Evapotranspirasyon
ETo	Referans Bitki Su Tüketimi
Etd	Damla Sulamada Bitkinin Günlük Su Tüketimi
EU	Yayıcı Tekdüzelik Katsayısı
FAO	Gıda Tarım Örgütü
FWS	Field Water Supply
f	Sürtünme Katsayısı
GRP	Yaygın Kullanılan Borular
HDPE	Malzemenin Kullanılan Ana Boruları
hf	Sürtünme Baş Kaybı
IR	Irrigation Requirements
IWMI	Uluslararası Su Yönetimi Enstitüsü
İMUE	Karık ve Yağmurlama Sulama Uygulama Karşılması
K	Akış Katsayısı
KL	Kayıp Katsayısı
LEPA	Düşük Enerjili Hassas Hesaplama Uygulaması
PH	Sulama Suyunda Asidik Oranı
PVC	Malzemenin Kullanılan Ana Boruları
q	Damlaticı Debisi
R	Korelasyon Katsayısı
Re	Reynold Sayısı
Sd	Damlaticı Aralığı
SDI	Yeraltı Damlama Sulama
SY	Tasarım Esnekliği
TADS	Toprak Altı Damla Sulama
TDS	Toplam Çözünmüş Tuzlar
US	İstatistiksel Tekdüzelik Katsayısı
X	Akış Endeksi
η	Çalışma Sıcaklığında Akışkanın Kinematik Viskozitesi
ρ	Akışkanın Yoğunluğu
Δ	Şev Buharı Basınç Eğrisi
γ	Psikometrik Sabit

1. GİRİŞ

Dünyada nüfus artışına paralel olarak artan gıda ihtiyacı tarımsal ürün taleplerini de arttırmaktadır. 2025 yılında dünya nüfusunun 2000 yılına göre % 35 oranında artarak 8.3 milyara ulaşacağı tahmin edilmektedir. Ülkemizde de artan nüfusun gıda güvenliğini sağlamak için tarımsal üretimin ve tarımsal üretimde verimliliğin artırılması gerekmektedir. Küresel ısınma ve iklim değişikliği yer yüzeyindeki yaşamı tehdit eden en büyük tehlikedir. Bu nedenle de, şüphesiz son zamanların en popüler gündem maddelerinden birisidir. Bu tehlikeye karşı insanoğlunun duyarsız kalması beklenemez. Aksine, bu konudaki duyarlılığın küreselleşmesinin sağlanması, bilimsel araştırmaların sonuçlarına göre önleyici tedbirlerin ivedilikle alınması gerekmektedir. Bu kavramlardan biri, suyun doğrudan kök bölgeye lokalize uygulamasıydı (Vallesquino ve Luque-Escamilla, 2001). Başka bir kavram, suyun buharlaşmasını önlemek için yeraltı suyu uygulamasıydı. Toprak üstü sulama teknolojisi, antic Persliler tarafından kullanılmış ve halen Asya ve Afrika'daki bazı ülkelerde uygulanmaktadır. Unungedindigenous earth-ware'den yapılan kil kaplar, duvarlarda birçok mikro gözeneke sahiptir. Bu mikro gözenekler, suyun hazneden serbest bir şekilde akmasına izin vermez, ancak suyu, emme gradyanı tarafından geliştiği yönde yavaşça serbest bırakır. Saksılar toprağın derinliklerine toprağa gömülmüş, su ile doldurulmuş ve yanlarına dikim bitkileri eklenmiştir. Güneydoğu Asya'da bambu damla sulama 200 yıldan uzun süredir kullanılmaktadır. sulama yapmak için. Bambu boru sistemine giren yüzlerce metrelik bir su akışı ile yaklaşık 18-20 litre su, sonunda her bir tesise dakikada 20-80 damla oranında dağıtılır. Bu geleneksel sistem, kabile çiftçileri tarafından karabiber tarlalarını damla-sulamak için hala kullanılıyor. Su tasarrufu kavramı, on dokuzuncu yüzyıl boyunca daha da ayrıntılandırıldı. Sulama ile ilgili insanlar, israfli yüzey sulama teknolojilerinden memnun değildi. 1860'da, yeraltı karo borularının deneysel olarak Avrupa'da sulama için kullanıldığına dair kanıtlar var. Su tasarrufu sağlayan sulama teknolojileri için patentler Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri'nde tescil edilmiştir.

1.1 Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın temel amacı, damla sulama üniteleri ekonomik kriterlere göre tasarlar. Basitleştirilmiş objektif maliyet işlevinin en aza inmesi ana tasarım ve işletme maliyetleri göz önünde bulundurularak kullanılır tasarım yaklaşımı. Analitik ifadeler kümesi çapları ve ortalama çalışma basıncı hesaplamak baş nesnel fonksiyonun minimum koşulundan çıkarılır. Yakın gelecekte, sulanan tarımın, daha büyük bir nüfusun ihtiyaç duyduğu gıda ürünlerindeki artışın üçte ikisini üretmesi gerekecektir. Sulanan tarıma artan bağımlılık, su için artan rekabet ve kötü tasarım ve yönetimin istenmeyen olumsuz sonuçları hakkında artan farkındalık. Artan talepler, sınırlı kaynaklar, uzay ve zamanda su tablası değişimi ve toprak kirliliği nedeniyle mevcut su kaynaklarının optimum düzeyde yönetilmesi gerekmektedir. Verimli su yönetimi, sulama planlarının başarılı bir şekilde işletilmesi ve yönetiminde anahtar unsurlardan biridir. Sulama suyu yönetimi, ne zaman sulama yapılacağını, her sulama olayında ve tesisin her aşamasında uygulanacak su miktarının belirlenmesini ve sulama sisteminin işletilmesini ve bakımını içerir. Ana yönetim hedefi, üretim sistemini çevreden ödün vermeden ve su mevcudiyeti ile uyumlu olarak kar için yönetmektir. Büyük bir yönetim faaliyeti, sulama yöntemi ve diğer tarla özellikleri dikkate alınarak sulama planlaması veya ne zaman ve ne kadar su uygulanacağını belirlenmesini içerir. Dorota vd. (1994) su mevcudiyetindeki sınırlamalar altında, tam mahsul suyu gereksinimlerine dayanmayan mevcut suyun optimum kullanımını sağlamak için odaklanan yeni sulama planlaması yaklaşımlarının geliştirilmesi gerekmektedir. Bu verimli ve etkili sulama programlarının belirlenmesi (açık sulama stratejileri dahil), ana mahsuller için su gereksinimlerinin doğru bir şekilde belirlenmesini gerektirir. Çiftçiler bitkilerini ne zaman ve ne kadar sulayacağına karar verir. Uzaktan algılama, modelleme ve lysimiter gibi yeni teknolojiler, ürün agronomisi ve sulama hakkında daha iyi bilgi edinmeye, su stresini tespit etmeye, ürün suyu gereksinimlerini belirlemeye ve doğru sulama programlarını elde etmeye katkıda bulunmaktadır. Sulama teknolojisi son yıllarda önemli ilerlemeler kaydetmiştir. Provenzano vd. (2005) toprak tesviyesi, sulama sistemi tasarımı, deşarj yönetmelikleri, ilave yapıları ve kontrol ekipmanı yoluyla su uygulama uygulamalarını iyileştirmek ve rasyonelleştirmek için kriterler ve prosedürler geliştirilmiştir. Ancak, birçok bölgede bu gelişmeler çiftlik aşamasında henüz mevcut değildir. Sulama sistemleri, sürdürülebilir bir üretim süreci oluşturmak için derin

sızma, akış, buharlaşma ve operasyonel kayıpları kontrol ederken, çiftlikte her bir mahsulün sulama gereksinimlerini karşılamak için seçilir, tasarlanır ve işletilir. Çiftlik düzeyinde modern sulama sistemlerinin su mevcudiyeti, iklim, toprak ve mahsul özellikleri, ekonomik ve sosyal koşullar ve dağıtım sisteminin kısıtlamalarına göre uygun sulama sistemi ve stratejisinin seçilmesini gerektirdiğini belirtmişlerdir. Tipik bir damlama sistemi, bir pompalama ünitesinden, bir karışım odasından ve bir ana hattan oluşur, dağıtıcılar, yanallar ve yayıcılar. Ana hat dağıtıcılara suyu iletir ve sırayla, suyu yanallara boşaltır. Su uygulaması yayıcılar tarafından gerçekleştirilir, yanal hatların içine veya üzerine tatbik edilir. Yayıcılar, suyu bitkilere arzu edilen oranda yakınında olan toprak yüzeyine damlalar halinde uygular. Damla sulama sistemi nispeten yüksek ilk yatırım gerektirir ancak akabinde oldukça düşük işletme ve bakım maliyetleri olur. Bu maliyetler esas olarak sistem tasarımına bağlıdır. Bu nedenle, ideal bir tasarım ararken göz önünde bulundurulması gereken nokta sabit giderler ve pompalama maliyetlerinin toplam yıllık maliyetinin ne kadar olduğudur. Sabit maliyetler şunlardır: Başlangıç maliyeti, vergiler ve sigorta ücretleri. Bir damlama alt biriminde sabit maliyet esas olarak aşağıdakileri içerir. Yayıcı, yanal, donanım ve dağıtıcı kombine maliyetleri. Damlama sulama sisteminde pompalama veya enerji maliyeti nispeten düşüktür. İşletme basıncı ve uygulanan tahliyeler, diğer basınçlı sistemler için gerekli olanlardan daha düşüktür. Pompalama maliyetleri esas olarak enerji ve yağlama, bakım, onarım ve işçilik maliyetleridir. Bu nedenle, damla sulama sisteminin optimal tasarımı, hidrolik emisyon (yayılım) düzeni ve toplam yıllık maliyeti olmak üzere her iki ögeyi de dikkate alan bir tasarımdır. Böyle bir ideal tasarım elde etmek için, tasarım parametrelerinde hidrolik emisyon homojenliği ve toplam yıllık maliyet öncelikli işlevler olarak ifade edilmelidir. Ardından, bu tür işlevler bu amaç içinde bir araya getirilir, fonksiyon ve objektif fonksiyonun maksimum değeri çeşitli optimizasyon teknikleri kullanılarak bulunur. Tasarımın temel amacı, emisyon homojenliğini (bütünlüğünü) arttırmaktır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Bazı çalışmalar, sulama sisteminin bu sistemin avantajları ve maliyet analizi gibi çeşitli faktörleri göz önüne alarak farklı açılardan boru hattıyla tartışmaktadır. Açık kanallı kanallar ve yer altı boru hatları aracılığıyla su taşıtının maliyet fonksiyonunu geliştirmiştir. Açık astarlı kanallar ve yeraltı boruları yoluyla su taşınma maliyetinin kombinasyonla azaltılabileceği sonucuna varmıştır. Yeraltı boru hatları ve işlerin ve malzemelerin maliyetini dikkate alan açık kanallar için çığır açan noktayı belirlemek için basit bir matematiksel model geliştirilmiştir. Dolgu yüksekliği ile inşaat arasındaki ilişkiden türemiştir. Araştırma, yeraltı boru hatlarının, dolgu yüksekliği belirli değerleri aştığında, açık kanalların açılmasında daha ekonomik olacağını göstermiştir.

Axiom Blair mühendisliği, Laferia sulama bölgesinde 3,593 ayaklık bir sulama boru hattının inşası için bir fizibilite çalışması sunmuştur. Bu fizibilite çalışması, önerilen bir boru hattını tasarlamak için kullanılan bir hidrolojik ve hidrolik analizin yanı sıra bir ön maliyet tahminini sağlamıştır (Dukes vd., 2005). Nevada eyaletinde alfa üretimine yönelik boru hattı su iletiminin ekonomik uygulanabilirliğini inceledi. Çalışma, toprak kanallarının boru hatları ile değiştirilmesinin sızıntı ve buharlaşma ile su kayıplarını azalttığı ve böylece mahsul üretimini arttırdığı sonucuna varmıştır. Suudi Arabistan'da yarı-gömülü poli-vinil klorür (PVC) boru hattı sisteminin kullanımı ve su korunumunun geliştirilmesine katkısı üzerine bir alan çalışması incelemesini tanımlamıştır. Çalışma, mevcut beton kanallarının PVC boru hattı ile değiştirilmesinin su kayıplarını ortadan kaldırdığı ve yıllık kanal bakım maliyetini düşürdüğü sonucuna varmıştır. Su kaçak ekstra sifonlarla kullanımda taşıma ve dağıtım verimliliği sırasıyla % 25.3 ve % 25 oranında artmıştır. Boru hattı sistemi altında % 29.2 azalmıştır. Uluslararası su yönetimi enstitüsü (IWMI), Hindistan'da (2009), Hindistan'daki maharashtra'da boruların geniş bir alana yüzey kanallarından su yayılması için boru hatlarının kullanılmasını önermiştir. Bu çalışma, yeni bir sulama yönetimi modeli ve çiftçiler ile hükümet arasındaki ortaklık kurmuştur. IWMI, gömülü bir boru dağıtım sisteminin Hindistan, Gugarat'taki Sardar Sarovar'daki alt küçüklere ve tarla kanallarına alternatif olarak değerlendirilmesini önermiştir (Adin ve Sacks, 1991).

Sınır Çevre İşbirliği (BECC), sulama bölgesine su kayıplarını en aza indirmek ve sistemin iletim verimliliğini artırmak için dağıtım sisteminde iyileştirmeler sağlamak için bir proje uyguladı. Proje mevcut harap beton kaplı kanalların eklemli betonarme boru ile değiştirilmesini önermiştir.

2.1 Sulama Tanımı

Sulama, yağmurun başka bir su kaynağıyla değiştirilmesi veya tamamlanmasıdır. Sulama sistemlerinin arkasındaki en plan, çimlerinizin ve bitkilerinizin gereken minimum miktarda su ile korunmasıdır. Su kırılğan bir kaynaktır ve onu korumanın ve aşırı kullanmamanın yollarını eklememiz gerektiğidir. Sulama sisteminin uygulanması, zamandan, paradan tasarruf etmenize, yabancı otların büyümesini önlemenize ve çim, bitki, bitki ve çiçeklerinizin büyüme oranını artırmanıza yardımcı olurken, su tasarrufuna yardımcı olur. Sulama, bitkilere düzenli aralıklarla tarım için kontrollü miktarda su sağlanması tekniğidir, basit bir ifadeyle, yeterli yağmur olmadığında bitkilere büyümeleri için su sağlayacaktır. Sulama sistemlerinin iki ana formu vardır: düşük akış ve yüksek akış. Gerekirse her biri bir bahçede kullanılabilir. Düşük akışlı sistemler küçük sprey, damla yayıcılar veya damla hatlarını ifade eder. Yüksek akışlı sistemler sabit sprey, rotor, darbe, fıskiye ve daha yumuşak hortumdur.

2.1.1 Sulama neden önemli

Buna karşılık gereğinden az ya da fazla toprak nemi, sulama aralığı, sulamanın zamansız yapılması büyüme mevsimi boyunca bitki kök bölgesinde depolanan nem arttıkça verimde artış meydana gelmekte ve verim belirli bir toprak nemi seviyesinde en yüksek değere ulaşmaktadır. Bundan sonra, iyi drenaj koşullarında toprağa giren su miktarı artsa bile verim sabit kalmaktadır.

2.1.2 Sulama yöntemleri

Sulama yöntemi suyun toprağa verilmiş şeklini ifade etmektedir. Dünyada ve ülkemizde içme suyunun dahi giderek azaldığı göz önüne alınırsa, gelecekte tarım alanlarında kullanılabilecek sulama suyunun bulunmasının güçleşeceği şimdiden görülmektedir.

Bu aşamada yapılacak ilk iş, aşırı sulamalardan kaçınan, taban suyu çoraklık sorunları yaratmadan, bitkinin istediği zaman ve istediği miktarda su vermek ve bunu da en uygun yöntemle gerçekleştirmektir, ancak hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın, sulama yöntemiyle, sulanacak alanda bir su dağılımının sağlanması; derine sızma ve yüzey akış kayıplarının en az düzeyde olması, dolayısı ile yüksek sulama randımanlarının elde edilmesi istenir.

Sulama yöntemleri genel olarak 3'e ayrılır

- a) Yüzey sulama yöntemleri
- b) Basınçlı sulama yöntemleri.
- c) Yüzey altı sulama yöntemleri.

Yüzey sulama yöntemleri (geleneksel sulama yöntemleri)

- a) Karık sulama yöntemi.
- b) Tava sulama yöntemi.
- c) Uzun tava (border) sulama yöntemi.

Basınçlı sulama yöntemleri (modern sulama yöntemleri)

- a) Damla sulama yöntemi.
- b) Yağmurlama sulama yöntemi.
- c) Mikro yağmurlama sulama yöntemi.
- d) Sızdırma sulama yöntemi.

2.1.3 Sulama yöntemlerinde su uygulama randımanları

Randıman'ın tanımı şu şekilde yapılır;

Salma Sulama % 50

Karık Sulama % 70

Yağmurlama Sulama % 80

Damla Sulama % 90 - % 95

Yağmurlama sistemi : Bu, sürekli yükselticilere yerleştirilen havai sprinkler, sprey veya tabancalara dayalı hemşirelik sulama sisteminde ortaktır. Ayrıca sistemi

yeraltına gömebilirsiniz ve böylece su basıncı arttığında fiskiyele yükselir, bu da golf sahalarında ve parklarda kullanılmak üzere sevilen bir sulama sistemidir.

Hendek sulaması : Hendek Sulama - sulama malzemeleri mağazası Hendek Sulama, hendek alan ünitesinin kaztığı ve sıraya ekilen alan biriminin olduğu her yerde geleneksel bir tekniktir. Bitkilerin sıraları arasına kanallar veya oluklar koyarak sulanan ekim alanı birimi. Sifon boruları suyu en dibe'den hareket ettirmek için kullanılır o kanallara. Bu sulama tekniği bir zamanlar ABD'de çok modaydı, ancak çoğu modaya uygun sistemlerle değiştirildi.

Yükseltici borular : Daha yaygın olarak çiçek yataklarında kullanılır, su akışının hacmini, açısını ve yönünü kontrol etmek için değiştirilebilir. Çiçekler için etkili olması için bir yükseltici borunun 10 ila 15 dakika açık olması gerekir. Bahçe tarafından daha az buharlaşma ve maksimum emilim sağlamak için bir yükseltici borunun doğru zamanda ayarlanması gerekir. Öğlen saatlerinde ayarlanırsa, bitkilerin üzerindeki çiy damlaları büyüteç görevi görebilir ve yaprakları yakabilir.

Döner Sistemler / sis boruları : Bu sulama tekniği daha geniş alanlara en uygun olanıdır, çünkü fiskiyele yüz metreye kadar mesafelere ulaşacaktır. “Rotary” kelimesi, mekanik olarak çalışan fiskiyelelerin dairesel bir harekete sahip olduğunu ve böylece daha büyük mesafelere ulaştığını gösterir. Bu sistem, daha uzun bir süre boyunca az miktarda su ile daha geniş bir alanı sular. Narin bitkiler ve yüksek yaya trafiği alanları için çok etkilidir. Su, su damlalarını buğulanmaya zorlayan küçük bir delikten geçirilir. Bu daha sonra doğrudan bitkilere yerleşir ve emilir. Sis borusu seralar, hafif veya hassas fideler ve özel koleksiyoncu bitkileri için idealdir. Ayrıca insanların kreşlerde veya kamusal alanlarda ıslanmasını önler, ancak yine de doldurulmadan önce sulama zamanlamasına izin verir. Yüzey sulama, dışarıdan herhangi bir enerji ve basınç gerektirmeden arazi eğiminden dolayı suyun yerçekimi ile hareket etmesinden yararlanılarak yapılır. Sulama suyu arazinin genel eğimi doğrultusunda aşağı doğru farklı genişliklerdeki kanallarda akıtılır veya etrafı seddelerle çevrilmiş düz bir alanda göllendirilir. Bunlar en yaygın biçimde kullanılan sulama yöntemlerini oluşturmaktadırlar Şekil 2.1’de verilmiştir (Burguete vd., 2009).



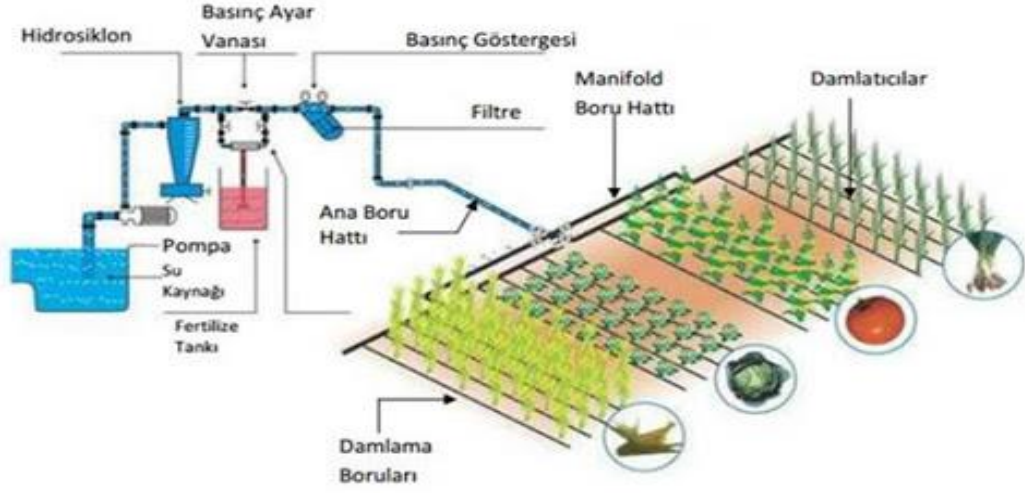
Şekil 2.1. Yüzey sulama.

Center Pivot Sulaması : Bu, üstten sulama yöntemidir. Çelik veya alüminyum borular, tekerlekli kulelere monte edilen kafes kirişlerle desteklenir. Fıskiye kulenin uzunluğuna ayarlanır ve aşırı dairesel bir hareketle hareket ederler (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Center pivot sulama sistemi.

Bir bitkinin bir sulamada 100 birim suya ihtiyacı varsa, bitkinin bu suyu alabilmesi için, salma sulama yöntemi ile tarlaya 200 birim su vermemiz gerekir. Halbuki damla sulama yöntemi ile tarlaya vermemiz gereken su miktarı 110 birim olacaktır (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Damla sulama sistemi.

Yeraltı damla sulama, dışarıdan herhangi bir enerji ve basınç gerektirmeden arazi eğiminden dolayı suyun yerçekimi ile hareket etmesinden yararlanılarak yapılır Şekil 2.4'te verilmiştir.



Şekil 2.4. Yeraltı damla sulama sistemi.

Sulama sisteminin, sulamanın düşük baş boşalmasının, aşırı veya farklı benzer koşulların, bitişik mülk, sulanmayan alanlar, manzaralar, karayolları veya yapıları, sulama sistemi, çimenler hariç bahçenin çeşitli unsurları için en çok sevilir. Mümkün olan her yerde, çimenler veya düşük büyüyen yer örtücüleri için bir yağmurlama sistemi de kullanılır Şekil 2.5'te verilmiştir.



Şekil 2.5. Sulama sistemi.

Yağmurlama Sistemi - Sulama : Bu tip sprinkler profesyonel spor alanları için kullanılır ve hacmi pompalar, çimin en iyi durumda kalması için büyük miktarda suya ihtiyaç duyduğu için profesyonel futbol sahalarında, stadyumlarında sahalarında top fıskiyeleleri kullanır Şekil 2.6'da verilmiştir. Uluslararası stadyumlar da daha büyük bütçelere sahip olma eğilimindedir.



Şekil 2.6. Yağmurlama sistemi.

2.2 Damla Sulama Borularının Çeşitleri

- a. Damla sulama boruları
- b. Üretim yöntemine göre
- c. Damlatıcı işlevine göre

Boru içine geçmiş damlatıcılı borular (in-line)

Standart damlatıcılı borular

Yuvarlak damlatıcılı borula

Basınç ayarlı damlatıcılı borular

Yassı damlatıcı borular

Ayarlanabilir debili damlatıcılı borular

Boru üzerine takılan damlatıcılı borular (on-line).

Toprak üstü damla sulama sistemi Yüzey sulama için brüt marj seviyesi damla sulamadan daha düşüktür (Şekil 2.7), (Şekil 2.8).



Şekil 2.7. Toprak üstü damla sulama sistemi.



Şekil 2.8. Toprak üstü damla sulama sistemi.

2.3 Damla Sulama Sisteminin Unsurları

Yeraltı damlama sulama (SDI) birçok avantajı vardır. Yüzey sulama ile karşılaştırıldığında, SDI'nin başlıca avantajları su tasarrufu ile ilgilidir, çünkü su doğrudan mahsulün kök bölgesine uygulanır, aynı zamanda su kullanımını azaltır, kirliliği azaltır, tarım arazilerini ve sulama verimliliğini artırır ve verimlilik ve ürün kalitesini artırır. Damla sulama sisteminin unsurları aşağıdaki belirttiği gibi ve Şekil 2.9'da verilmiştir.



Şekil 2.9. Damla sulama sisteminin unsurları.

1. Su kaynağı
2. Pompa Birimi (basınç kaynağı)
3. Kontrol Birimi
 - Hidrosiklon filtre (kum ayırıcı)
 - Kum-çakıl Filtre (gravel filtre, yosun filtre)
 - Gübreleme Ekipmanı
 - Elek filtre (meç filtre)-disk filtre ,
 - Basınç regülatörü. SDI, tarla bitkilerinin, meyve bahçeleri, çevre düzenlemesi ve sera sebzelerinin sulanmasında yaygın bir yöntem haline gelmiştir.
4. Ana Boru Hattı, sistemdeki kurumu.
5. Manifold Boru Hattı
6. Lateral Boru Hattı
7. Damlatıcılar



Şekil 2.11. Toprak altı damla sulama boruları kurulumu.

Toprak altı damla sulama sistemlerinin tasarımı ve yönetimi için klasik bir doğrusal olmayan optimizasyon modeli geliştirmiştir; yanal çap, yanal uzunluk, lateral yayıcı sayısı, lateral sayısı, toplam alt birim sayısı, sulama süresi. Bu yaklaşım heterojen toprağa daha iyi uygulanmıştır, ancak, laterallerin hidrolik performansı sadece boru malzemesi, ağ parametreleri (giriş basıncı, boru hattı çapı, eğim, akış rejimi ve yayıcısı aralığı) değil, aynı zamanda toprak fiziksel özellikleri Warrick ve Yitayew (1996) tarafından etkilenir ve bu nedenle karmaşık bir konudur. Toprak altı damla sulama boruları Şekil 2.12’de verilmiştir.



Şekil 2.12. Toprak altı damla sulama boruları.

Yeraltı deşarj hızı toprak sızma kapasitesinden daha yüksek olduğunda kaynak çıkış pozitif hale gelir. Bunun nedeni, topraktaki basınç birikmesinin su iletimini damlatıcıdan uzaklaştırmasıdır.

Toprak koşullarının yarattığı pozitif su basıncının etkileri SDI sistemlerinin performansını etkiler. Bunun belirgin etkisi bu emitter deşarjı (ED) azalmış topraklarda filtrasyon.

Toprak hidrolik özelliklerinin heterojenliği nedeniyle, deşarjı değişkenliği olacaktır, bu da daha sonra aşağıdaki neden olacaktır. İlk olarak, toprak fiziksel özellikleri nedeniyle doğada normal bir dağılım izleyin, alandaki her nokta farklı fiziksel özelliklere sahiptir, ve her yayıcı deşarj üzerinde farklı etkileri vardır. Tasarımcı genellikle homojen toprak olarak fiziksel özellikleri aldı sulama sistemleri ile uğraşmak, sonuç olarak, ölçülen değer ve ED hesaplanan değeri arasında büyük bir hata olacaktır. İkinci olarak, sulama üzerinde veya altında lokalize su uygulamasının mekansal değişkenliği olacaktır. Üçüncü olarak, sulama tekdüzeliğinden etkilenerek, toprak hidrolik özelliklerinin güçlü mekansal değişkenliği ve Buna karşılık gelen SDI tekdüzeliği azaltılacaktır. Kısacası, toprak ve damlama sistemi hidrolik özellikleri kombinasyonu damlama sisteminin sadece özellikleri yerine yerel deşarj etkiler. Tasarım ve yönetim Sulama sistemlerinin tasarımı, sulama uygulamasının, verimliliğin ve üretim sürecindeki ekonomik getirinin iyileştirilmesi sürecinde çok önemli bir konudur. Başarılı bir sulama sisteminde, bir dizi kaynak maksimum getiri sağlar (Bagarello vd., 1995). Bunu başarmak için, sulama koşullarını karşılayan birçok tasarım değişkeni kombinasyonu nedeniyle tarımda su uygulama sistemlerinin tasarımını ve işletimini destekleyen bir optimizasyon süreci gereklidir. Sulama sistemleri, en önemlileri bitki, toprak tipi, topografya ve su mevcudiyeti ve kalitesi olan çeşitli faktörlere dayanan özel uygulamalara sahiptir. Agric vd. (1996) farklı yüzey ve basınçlı sulama yöntemlerinin uygulama verimliliği, tasarım, yönetim ve işleme göre değişir ve değişir. Kuşkusuz, iyi tasarlanmış ve doğru şekilde kullanılan sulama sistemleri, en iyi verim ve su dağıtım seviyelerine sahip olacak ve bu da iyi bir üretim ve yüksek ürün kalitesi ile sonuçlanacaktır (Bagarello vd., 1997). Yüzey sulama sistemlerinin yeterli bir şekilde yönetilmesi ve işletilmesi için, simülasyon modelleri ve ilave sistemler gibi kontrol ve türev yapıları dahil bir dizi destek elemanı geliştirilmiştir. Basınçlı sulama sistemleri durumunda, muazzam gelişmeler,

operasyonunda daha fazla otomasyona, uygulamasında daha fazla hassasiyete ve beslenme ve hastalık kontrolü için kimyasal elementlerin sulama sürecine dahil edilmesine neden olmuştur.

Tarımın sürdürülebilirliğini artırmak için, çeşitli araştırmacılar ve çalışmalar tarafından dikkate alınan önemli bir husus, çiftlik düzeyinde verimli sulama sistemleri tasarlamaktır. Bunlar sulanan tarım için çok önemli bir unsur ve su kaynakları rekabeti nedeniyle önemli bir faktör gibi görünmektedir (Clark vd., 1994). Son yıllarda, birkaç sulama sistemi çiftlik düzeyinde uygulama verimliliğini önemli ölçüde iyileştirerek sulama suyu yönetimini geliştirmiştir. Örneğin, Meksika'nın ana sulama bölgelerinde, yeni teknolojiler ve gerçek zamanlı sulama planlaması ile ilişkili daha verimli bir şekilde tanıtılan ürün, mahsul veriminde kayda değer bir azalma olmadan en az %20 oranında su tasarrufu göstermiştir, bazı çalışmalar, ABD'nin Güney New Mexico bölgesinde soğan üretimi ile yağmurlama, damlama ve karık sulama sistemlerinin analiz edildiği yerlerdir. Böylece, sulama sistemi kullanılarak maksimum sulama suyu kullanım verimliliği (IWUE) elde edilmiştir. Yağmurlama sulama ile karşılaştırıldığında, yer altı damla ve karık sulama sistemleri altında daha düşük IWUE değerleri elde edildi ve karık sulama ile tarlalardan daha yüksek buharlaşma oranları nedeniyle yağmurlama sulama. Sulama sistemlerinin karşılaştırılması, damla sulama ve karık sulama ile kıyaslayarak sulama suyunun % 18-42'sinin karık ile karşılaştırıldığında damlama sistemlerinden kurtarıldığını ve IWUE'nin karık sulama ile karşılaştırıldığında % 35-103 oranında arttığını elde etmiştir. Bu çalışmada, damla sulama, yüzey sulama sistemleri tarafından kullanılan suyun yaklaşık % 35'ini kullandı ve daha yüksek IWUE sağladı, diğer çalışmalar Türkiye'deki yüzey ve yer altı damla sulama sistemlerini analiz etmiştir. Her iki yöntem de benzer verim sonuçlarına sahipti, ancak yüzey damlasının değiştirilmesi zorluğu nedeniyle daha fazla avantajı vardı. Howell ve Hiler (1974) yeraltı sistemleri için daha yüksek maliyet, ayrıca Akdeniz koşullarında erken patateslerde yüzey damlamasını tavsiye ettiler, damla sulama yönteminin, düşük basınçlı yağmurlama sulama ile karşılaştırıldığında, yarı kurak koşullarda fizyolojik süreç ve teknolojik parametrelerin çoğunu olumlu etkilediğini belirlemiştir, damla sistem kullanıldığında benzer miktarlarda uygulanan su bulunan yağmurlama sistemlerine kıyasla verim artışı elde etmişlerdir; ek olarak, damlama sistemleri kök bölgesinin altında sızıntıyı

azaltmıştır. Bir başka çalışmada, Türkiye'de pamuğun düşük enerjili hassas uygulama (LEPA) ve damlama sulama yöntemi incelenerek, her iki sulama sisteminin de bu ülkenin kurak iklim koşullarında başarılı bir şekilde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Basınçlı sulama sistemleri birçok kağıda göre, damla sulama yaygın olarak en umut verici sulama sistemi olarak kabul edilmektedir ve tuzlu su ile birlikte özel olarak tavsiye edilmektedir (Howell ve Barinas, 1980).

Uzaktan algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), veri toplama ve analiz etme yetenekleri ile basınçlı sulama sistemi tasarımı ve yönetimi için etkili ve etkili araçlar olarak görülmektedir. CBS'nin alan ve zaman içindeki bilgileri analiz edebilmesi, basınçlı sulama sistemleri gibi dinamik sistemlerin yönetiminde yardımcı olacaktır. Optimal sulama sistemi tasarımı için ölçülebilen ve kullanılabilen bitkiler; sonuçlar, her bir yayıcının etrafında, bitki başına yer üstü kütlenin mekansal dağılımının genel bir patern izlediğini göstermiştir. Bir yaban mersini mahsulündeki damlatıcıların sayısı ve yeri test edildi, mahsulün sığ ve yayılmış köklerinin, mahsul sırası başına tek bir damlatıcı hattı ile karşılaştırıldığında, mahsulün sığ ve yayılmış köklerinin iki yanal tarafından iyi ıslandığını tespit ederek, daha fazla verim ile sonuçlanır. Damla sulama sisteminin en önemli gelişmelerinden biri yer altı damla sulama sistemidir. Bu sistem, toprak yüzeyinin altına yerleştirilen bir dağıtım hattı boyunca yerleştirilen yayıcılar yoluyla suyun toprak profiline yavaş sık uygulanması olarak tanımlanmaktadır. Aynı zamanda, tahliye oranları genellikle damla sulama ile aynı aralıkta olmak üzere, yayıcılar yoluyla toprak yüzeyinin altına su uygulanması olarak da tanımlanabilir. Diğer bir deyişle, toprak yüzeyinin altına gömülü damlama boruları kullanan düşük basınçlı, düşük hacimli sulama sistemidir. SDI, kuru toprak yüzeyi nedeniyle çok fazla avantaja sahiptir. Bununla birlikte, damlama kaynağının kök bölgesinin uzak kenarına yakınlığı nedeniyle derin perkasyon probleminin bir sonucu olarak bazı dezavantajları vardır. Bu soruna bazı çözümler, bazı araştırmacılar tarafından suyun yatay olarak yayılmasını veya kök bölgesinde kalmasını sağlamak için kök bölgesinin altına fiziksel bir bariyer döşenmesi ile ilgili olarak sunuldu, ancak bunun en büyük dezavantajı çözüm, fiziksel bariyeri döşemek için geniş ve derin bir karık açmanın teknik ve ekonomik sorunudur. Bu karık genişliği, damlatıcı hattını gömmek için gerekli olandan 5 ila 10 kat daha geniştir. Ayrıca, kök cücelik tehlikesine ek olarak fiziksel bariyerin yarattığı nemli ortam

nedeniyle kök bölgesinde hava eksikliği tehlikesi görülebilir, bu nedenle, Hidrolik Bariyer sistemi veya iki taraflı yer altı damlama sistemi olarak adlandırılan yeni bir yöntem denendi. Bu yeni yöntem suyu böyle bir sorun yaşamadan engeller. Hidrolik bariyer yöntemi, primer boru hattına benzer fakat altında bir ikincil boru hattının gömülmesi ve gerekli su hacminin iki boru arasında bölünmesi şeklinde bilgilendirilebilir. Bunun amacı, su modelini genişliğini artıracak ve böylece sık kök bölgesindeki mevcut suyu artıracak şekilde formüle etmektir. Bu teknik, görüldüğü gibi, ekstra hendek genişliği gerektirmez ve hava eksikliğine veya kök cüce olmasına neden olmaz. Yeni tekniğin geçerliliğini kontrol etmek için, inşaat alternatifleri ve yeni yöntemin mevcut yöntemlerle karşılaştırılması konusunda çeşitli saha deneyleri yapılmış olmalıdır (Tüzel, 1993). Bu alanda araştırma yapmak maliyetli ve yorucudur. Bunu başarmanın tek yolu sistemi yüzlerce simülasyon denemesinin kolay ve güvenilir bir şekilde yapılabilmesi için modellemektir. Bu nedenle, yüzey damlaması, yüzey altı damlaması, iki taraflı damlama ve fiziksel bariyer simülasyonu dahil olmak üzere hem mevcut hem de yeni yöntemleri simüle edebilen bir bilgisayar simülasyon modeli yapılmalıdır.

2.4 Hedefler

1. Çift taraflı tüplerin, yanal derinliğin ve fiziksel bariyerin, mahsul verimi ve damlama hattı etrafındaki ıslatma düzeni üzerindeki etkisinin saha deneyleri yoluyla değerlendirilmesi.
2. Hem yüzey hem de yer altı damla sulama sistemlerinin simülasyon modelinin geliştirilmesi; toprak tipi, toprak-su özellikleri, yanal gömme derinliği, yanal boşluk, fiziksel bariyer ve çoklu boruların etkisini gösterebilir.
3. Geliştirilen modeli kullanarak yüzey ve yeraltı sistemleri parametrelerinin ıslatma örüntüsü üzerindeki etkisinin incelenmesi. Eğer tahriş edicinin amacı başarılı bir yeraltı damlası geliştirmek ve işletmekse sulama (SDI) sistemi amacı;

Su tasarrufu ve su kalitesi koruma genellikle SDI dikkate almak için olası amaçlar olarak belirtilmiştir. Eğer öyleyse, öyle SDI sisteminin bir şekilde tasarlanıp işletilmesi zorunluluğu gerçekçi umut bu amaçları karşılamak için, ayrıca unutulmamalıdır ki bir yanlış tasarlanmış SDI sistemi yanlış tasarlanmış bir merkez

pivot sprinkler daha az affedici Sistem. Su dağıtım sorunlarının düzeltilmesi zor veya imkansız olabilir. yanlış tasarlanmış SDI sistemi. Bu çalışmanın amacı, yapımcıya adım adım tasarım ve SDI sistemini yönetirler. Sistem avantajları ve dezavantajları alternatif göre sulama sistemleri kavramsal olarak tartışılmıştır (Bozkurt ve Ödemiş, 2007).

2.4.1 SDI avantajları

SDI, su problemleri, toprak, tarım ve kültürel uygulamalar ve sistem hatlarındaki en bölünmüş SDI'nin altyapı problemleri. Su ve toprak problemlerinin avantajları daha verimli su kullanımı - toprağın buharlaştırılması, yüzey salgılarımı ve derin filtrasyon büyük ölçüde azaltılır veya ortadan kaldırılır. Bucks vd. (1981) infiltrasyon ve mevsimsel yağmur depolama, düşük kurutma makinesi tarafından geliştirilebilir. Bazı durumlarda, sistem çimlenme için küçük bir sulama için kullanılabilir, projeksiyon derinliğine, akış hızı ve toprak kapılarına bağlıdır. Sulama etkinlikleri, mahsul mevsiminde daha iyi su verimliliği kararları sağlayabilir (Bralts ve Kesner, 1993). Eklem aralıklı bitkilerde, toprak büyüklüğünün daha küçük bir kısmı mikrobiyal olabilir, böylece gereksiz sulama kayıplarını azaltır, SDI avantajları:

Gübre kaybı ve besin maddeleri, topikal uygulama nedeniyle en aza indirilir ve filtrelemeyi en aza indirir.

Doğru şekilde yönetilirse verimli su uygulaması yüksektir.

Düzensiz formlara sahip alanları emmek kolaydır.

Nem, kök alanında alan kapasitesinde tutulabilir.

Toprak türü, yinelenen sulamada daha az önemli bir rol oynar.

Gübreleme, minimum gübre atıklarına kolayca dahil edilebilir.

Kuru yeşillik kuru kalır, hastalık riskini azaltır.

Geliştirilmiş gübre yönetimi, Gübrenin hassas ve daha zamanında uygulanması ve sistem üzerinden pestisitler daha fazla etkinlik neden olabilir. Sulama sırasında birçok saha operasyonu oluşabilir. Saha operasyonları daha az toprak sıkıştırma ile sonuçlanır ve sulamanın neden olduğu toprak kabuklanması büyük ölçüde azaltılmış. Toprak su rejimlerinde değişkenlik ve yeniden dağıtım genellikle SDI ile karşılaştırıldığında azalır, ayrıca, yüksek rüzgarlar gibi hava ile ilgili uygulama kısıtlamaları, donma sıcaklıkları ve ıslak toprak yüzeyleri daha az önemlidir (Bravdo

ve Naor, 1996). Donma sırasında sulama yeteneği koşullar, sezon öncesi sulamanın etkin bir şekilde artırılmasında kullanıldığı durumlarda özellikle yararlı olabilir mevsimlik sulama kapasitesi, ayrıca araç hasarına maruz daha az sulama ekipmanları vardır. İşçileri, manuel efor ve yaralanmaları azaltarak daha kuru topraklardan yararlanırlar. Sistem altyapısıyla ilgili avantajlar otomasyon – uygulamayı azaltabilen sistemin kapalı devre basınçlı özelliği değişkenlik ve toprak suyu ve besin yeniden dağıtım değişkenliği sistemi için ideal bir aday yapmak otomasyon ve gelişmiş sulama kontrol teknolojileri. Azalmış enerji maliyetleri – çalışma basınçları genellikle bazı sulama türlerinden daha azdır. SDI'ye atfedilen herhangi bir su tasarrufu da enerji maliyetlerini azaltacaktır. Sistem bütünlüğü sorunları – bir SDI sisteminde daha az mekanize parça mekanik hareket sprinkler sulama sistemleri. Çoğu bileşen plastiktir ve sulama sistemi korozyonu. SDI sistemlerinin sökülmesi ve ekinler arasında kurulması gerekmez ve böylece, daha az hasar yaşayabiliriz (Evans vd., 2007).

SDI sistemi kolay ve ekonomik olabilir mevcut su kaynağına kadar boyutlandırılır. Basınç kompensatör SDI sistemleri yüzeyden daha az eğim sınırlaması vardır yerçekimi sulama. Sistem uzun ömürlü, SDI kurulumları, uygun şekilde tasarlandığında uzun bir ekonomik ömrü olabilir ve Yönetilen uzun sistem ömrü, uzun yıllar boyunca yatırım maliyetlerinin amortismanına tabi daha düşük değerli bitkileri ekonomik SDI ile yetiştirilecek. Daha az haşere hasarı – bazı durumlarda, yaban hayatı ve SDI sistemlerine daha az haşere hasarı olabilir DI sistemleri için daha böcekler, ancak bu gerçeği SDI için haşere hasarı ile temperli olmalıdır sistemleri tespit etmek ve onarmak için daha fazla çaba alabilir (Grabow vd., 2005).

2.4.1.1 SDI dezavantajları

Benzer şekilde, bir SDI seçiminde dezavantajlar sunan durumlar vardır. Bu dezavantajlar da kırpma, su ve toprak sorunları hatları boyunca bölünmüş olabilir. Daha küçük ıslatma deseni – işletme deseni kaba dokulu topraklarda çok küçük olabilir ve bu da çok küçük bir kırpma kök bölgesi. Bu durum, sistem kapasitesini ve sistem güvenilirliğini son derece yetersiz sulama kapasitesi veya sistem arızatampon yeteneği daha az olduğu gibi kritik konular. Sulama olaylarının izlenmesi ve değerlendirilmesi – su uygulamaları büyük ölçüde görülmeyebilir ve sistem işleyişini

ve uygulama tekdüzeliğini değerlendirmek daha zordur. Sistem kötü yönetimi, su altı ve mahsul verimi ve kalite indirimleri veya aşırı sulama yol açan, kötü toprak sonuçlanan havalandırma ve derin perkolasyon sorunları. Toprak uygulama oranı etkileşimleri – emitter deşarj oranları bazı toprakların normal yeniden dağıtım süreçleri altında su yeniden dağıtılır. Bu durumlarda, su basıncı yayıcının dış çevresindeki bölge atmosfer basıncını aşarak yayıcı akışlarını değiştirebilir. Su yanlışlıkla "yüzey" (toprak yüzeyine yayılmalı akışının tünel) neden olabilir alanında istenmeyen ıslak noktalar.

Yüzey problemlerinde, küçük toprak parçacıkları su, tercihli bir akış yolu sağlayan bir "etkisi" neden olabilir kalıcı olarak kaldırmak zor, bir kısmı sonra bile damlama hattı üzerinde kalır toprak. Azaltılmış yukarı su hareketi, Çimlenme için SDI sisteminin kullanılması sınırlı olabilir, kurulum derinliği ne ve toprak özelliklerine bağlı olarak değişir. Bu özellikle topraklarda zahmetli olabilir dikey çatlama'yla. Tuzluluk damlatma hattının üzerinde artırılabilir, tuzluluk tehlikesini ortaya çıkan fideler veya küçük nakli. Satır aralığı ve kırpma rotasyon sorunları – SDI sistemleri mekansal olarak sabit olduğundan, daha fazla farklı satır aralığı bitkileri karşılamak için zor. Bazı ekinler damlalama aralığı çok yakın gerektirebilir ekonomik olarak pratik olmayabilir. Ek bakım sırasında alınmalıdır mahsul oryantasyonu ve aralığının uygun şekilde eşleştirilmesini sağlamak için yıllık sıra mahsul dikimi damla doğrusu konumu. Bitki geliştirme sorunları bazı bitkiler bazı topraklarda SDI altında düzgün gelişmeyebilir ve iklim. Yer fıstığı kuru toprağa düzgün bir şekilde giremeyebilir. Ağaç bitkileri daha büyük bir ıslatma yararlanabilir desen.

2.4.2 Sistem altyapısı ile ilgili dezavantajlar

Damla sulama sisteminin oldukça fazla ekipmandan oluşması bazı dezavantajları da beraberinde getiriyor. Damla sulama sisteminin kurulum maliyeti sisteminin ilk dezavantajı oluyor, belli bir yatırım gerektiren sistem, çiftçilerimizin ilk aşamada zorluk yaşamasına neden olabiliyor. Ayrıca, uzman desteğinin yetersiz ve ekipmanların kalitesiz olduğu durumlarda damla sulamadan yeterli verim alınamayabiliyor. Bu nedenle profesyonel destekle sürecin tamamlanması büyük önem taşıyor. Kalitesiz borular seçildiğinde, borular zamanla tıkanabiliyor. Ayrıca, çiftçilerimiz bazen borular için yeterli özeni gösterse de filtrasyon konusunda o kadar

titiz davranmayabiliyor. Bu durumda filtre problemleri sık sık görülüyor ve onarım maliyetleri zorluk yaratabiliyor. Damla sulama sisteminin yanlış kurulduğu, bitkilerin su stresi yaşadığı zaman kökler damlatıcılara doğru genişleyerek damlatıcıya girmeye çalışabiliyor (Baban ve Aidrus, 2001).

Eğimli arazide damla sulama deposu, arazinin en yüksek yerinde olduğunda, su yalnızca en tazyikli haliyle eğimi en az olan bölüme yöneliyor. Su deposuna yakın yüksek yerlerdeki damlatıcılar daha az su damlatabiliyor. Bu nedenle döşeme ve basınç ayarı sırasında tüm etkenlerin göz önüne alınması doğru malzemelerin seçilmesi gerekiyor. Toprak altındaki damlatıcılar gözle görülemediği için bir su kaçağını veya tıkanmayı takip etmek dikkat gerektiriyor. Su sayaçlarının takibi erken müdahale, herhangi bir kayıp yaşanmaması için büyük önem kazanıyor. Doğru malzeme ve özenli işçilik seçildiğinde damla sulama ile ilgili yaşanabilecek dezavantajlar büyük oranda ortadan kalkıyor. Ayrıca sistemin düzgün işlemesi ve ömrünün uzun olması için düzenli aralıklarla bakım yapılması öneriliyor. SDI sisteminin çoğu yeraltında olduğundan çözmek için. Genellikle daha fazla bileşen gereklidir DI sistemleri daha SDI için, eğer bir vakum sistemi kapatma toprak yutma olasılığı vardır bu nedenle hava tahliye/vakum kırıcı cihazlarının bulunması ve doğru şekilde çalıştırılması gerekir. Herhangi bir olduğu gibi mikrosulama sistemi, bölge büyüklüğü ve çalışma süresi sistem hidrolikleri ile sınırlı olacaktır. Sıkıştırma toprak yükü nedeniyle damlama hattı bazı topraklarda oluşabilir ve bazı derinliklerde, olumsuz neden akış üzerindeki etkileri, Axiom (2003) SDI sistemleri genellikle siteye özgü değişken uygulaması için uygun değildir. Terk edilme sorunları – bazı durumlarda, atık plastik ürün (damlama çizgileri) ile ilgili endişeler vardır SDI sistemi terk edilirse toprak altı. Soruların çakışması avantajların ve dezavantajlarının üç kategoriye bölünmesi

- Su ve toprak sorunları
- Kırpma ve kültürel uygulamalar
- Sistem altyapısı sorunları kavramsal sorunlarına odaklanmaya olanak sağlar. Birincil ve ikincil toprak işleme işlemleri damlatma çizgisi yerleşimi ile sınırlandırılabilir. Kısıtlı bitki kökü geliştirmesi küçük bitki kök bölgeleri sulama ve

gübreleme yapılabilir hem zaman hem de miktar açısından daha kritik konular (Adin ve Sacks, 1991).

2.4.3 Damlama, sulama, yüzey ve yeraltı

Su, bir bitkinin kök bölgesinin damlama hareketinde olduğu yere düşecektir. Sistem düzgün şekilde yerleştirilirse, buharlaşma ve akış nedeniyle su kaybını sürekli olarak kesersiniz. Damla sulama boruları satır içi damla sulama veya yer altı damla sulama olarak adlandırılır. Zemin yüzeylerini sulamak için bir yer altı damla sulama borusu (yeraltı) kullanılmayabilir. Kurulum, zemin kaplamaları için (zeminde) veya sonra (zeminin üzerinde) gerçekleşecektir. Su saatte galon olarak çok yavaş uygulanır. Hattaki damlama, belirli bir oranda sadece çok az miktarda su verecek şekilde düşük bir basınçta açıkça çalışmalıdır; bu nedenle bir basınç düşürücü ve filtrelelere ihtiyaç duyar, Damla sistemleri bir hortum kaplamasına bağlanabilir ve elle veya ana su kaynağınıza iyi bir şekilde bağlanabilir ve otomatik bir kontrolör tarafından çalıştırılabilir.

2.4.4 Hidrolik tasarımı

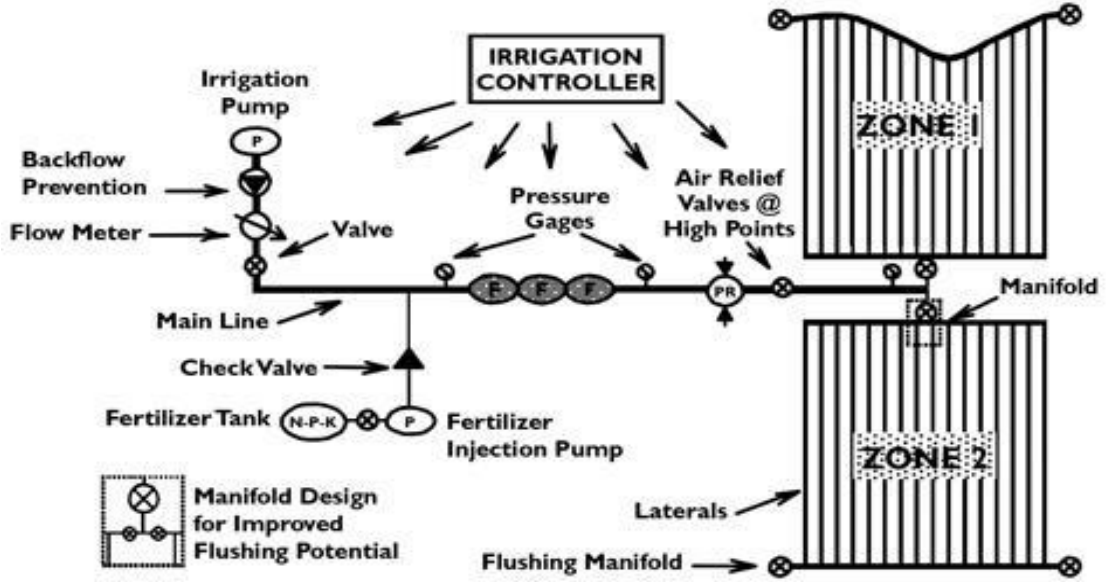
Bir SDI sisteminin başarılı çalıştırması için uygun bir hidrolik tasarım ile hangi mahsul, toprak tipi ve özellikleri, alan büyüklüğü, şekli ve topografya, su kaynağı ve kaynağı. SDI sistem kapasitesi, uygulanan sulama kombinasyonu ile mahsulün pik su gereksinimi miktarı, yağış ve depolanan toprak suyu. Sistem kapasitesi, damla çizgisi akış hızı ve bölge boyutunun seçimi (Agric vd., 1996). Bu öğelerin yanlış seçilmesi, daha pahalı sistemlerin yüklenmesine çalıştırılacaktır. Damlama aralığı açıkça sistem maliyeti önemli bir faktördür ve ekonomi daha geniş aralıklar öneririz. Yeterli toprak suyu elde edilmesi çimlenme için sürekli topraklarda bu derinliklerde mümkün değildir tipik damlatıcı kapasiteleri (gph/emitter veya gpm/100 ft). Toprak, toprak sıkılığı, damlatma derinliği ve damlama kapasitesi toprak suyunu etkileyen faktörlerden sadece birkaçı çimlenme için yeniden dağılım. SDI sistemleri için bu tipik faktörlerin çoğu çimlenme için su elde karşı çalışır.

Damlama çizgileri muhtemelen toprakta var olabilecek herhangi bir kısıtlayıcı kil katmanları üzerinde kurulmalıdır. Bu yanal toprak su dağılımı artırmaya yardımcı olacaktır. Damla sulama borusu hidrolik özellikleri sürtünmeden dolayı su bir

borudan aktığında basınç kayıpları meydana gelir. Bu sürtünme kayıplar borudaki suyun hızı, boru iç çapı ve pürüzlülük ve toplam uzunluk. Yayıcı akış hızı (Q) genellikle basit bir güç denklemi ile karakterize denklem 2.1’de verilmiştir:

$$Q=k H^x \quad (2.1)$$

Burada k, Q ve H birimlerine bağlı bir sabittir, H, basınçtır ve x, yayıcı üssü. X değeri tipik olarak 0 ile 1 arasındadır, ancak değerler aralık dışında mümkündür. İdeal bir ürün için, x eşittir 0, yani yayıcının akış hızı basınçtan bağımsızdır. Bu yüksek maliyeti en aza indirecek çok uzun damla sulama borularında tekdüzellik. Emisyon ürünü 0'ın x'inin tamamen basınç dengeleyici olduğu söylenir. X değeri 1 telafi edici olmayan, yani basınçtaki herhangi bir yüzde değişikliği eşittir akış hızında yüzde değişim. Birçok düz damlama bandı ürününün bir vericisi vardır yaklaşık 0.5 üs üssü. Damla sulama borusu boyunca basınçta % 20'lik bir değişiklik olur üs 0.5 ise akış hızında % 10'luk bir değişikliğe yol açar. Genel bir kural olarak, düzgün tasarlanmış bir sistemde damla sulama borusu boyunca % 10'dan fazla değişmemelidir. Çoğu üretici, ürünleri için yayıcı üs sağlayabilir. Sulayıcılar yayıcı üssünü ürünler arasında karşılaştırmak konusunda dikkatli olun ve bu bilgileri sağlayamayan üreticiler. Daha önce çeşitli damla sulama borusu boyutları için yatırım ve beklenen yönetim maliyetleri kurulumları için en uygun damla sulama borusu boyutunun ne olduğu sonucuna varılır. Daha büyük çaplar sistem için doldurma ve boşaltma sürelerini arttırdıkları için her zaman daha arzu edilmez, su ve kimyasal uygulama homojenliğini etkileyebilir (Şekil 2.13).



Şekil 2.13. Bir SDI sisteminin bileşen gereksinimleri.

2.4.5 Aşırı ve yanlış sulamanın zararları

1. Aşırı sulama ile su kaynağı boşuna harcanmış olur.
2. Toprağın derinliklerine sızar, bitki bundan yararlanamaz.
3. Fazla sular topraktaki fazla bitki besin maddelerini bitkilerin faydalanamayacağı derinliklere taşır.
4. Taban suyunun yükselmesine sebep olabilir. Yüksek taban suyu bitki beslenmesine olumsuz etki yapar. Böyle topraklar geç tava gelir. Zamanında ekim yapılamaz.
5. Aşırı su toprağın yapısını ve bünyesini bozar. Taban suyunun yükselmesi veya suyun uzun süre yüzeyde kalması sonucu toprakta bulunan toprakta bulunan çeşitli tuzlar erir. Suyun hareketi ile yüzeye çıkarak çoraklık yapar.

Aşırı karşı alınacak önlemler

1. Sulama suyu toprağı sürüklemeyecek hız ve miktarda olmalıdır. Sulama suyunun yüksek hızda uygulanmasıyla oluşan yüzey akış üst toprağın taşınarak toprağın veriminin azalmasına yol açar.
2. Arazinin uygulanacak sulama yöntemine uygun şekilde tesviyesi yapılmalıdır. Tavsiye edilen arazide su kayıpları azalır. Suyun derine sızması bitki besin maddelerinin yıkanması, erozyon gibi problemler ortadan kalkar. Bitkiler sudan eşit şekilde yararlanır. Tasviye edilmemiş arazide bir tarafa su göllenirken diğer taraf susuz kalır.

3. Her yıl aynı derinlikte işlendiğinden toprakta 8-10 cm kalınlığında geçirimsiz bir tabaka oluşur. Taban taşı denilen bu tabaka nedeniyle su toprakta alt katmanlara inemez. Bu nedenle taban taşının üç dört yılda bir dip kazanlarla kırılması gerekir. Böylece suyun derinlere süzülmesi sağlanır.
4. Bitkiler için en iyi faydayı sağlayacak sulama yöntemi seçilmelidir. Sulamalarda bitki köklerinin en uygun olduğu toprak katını doyuracak kadar su verilmelidir.
5. Bitki su isteğine ve sulama aralığına dikkat edilerek sulama yapılmalıdır. Suyun azıda zararlıdır. Etkili kök bölgesinde yeteri kadar nem bulunmazsa bitki gelişmez, solmaya başlar ve sonunda kurur.

2.4.6 Toprak ve su ile ilgili üstünlükleri

SDI, mahsullerin düzenli aralıklarda yerleştirilmiş gömülü yayıcıları içeren gömülü plastik tüpler yoluyla sulamadır. Kullanılan çok çeşitli konfigürasyonlar ve ekipman vardır, ancak damlama tüpleri tipik olarak 38 - 84 (134 - 213 cm) aralıkla ve 6 ila 10 (15 ila 25 cm) toprak yüzeyinin altına yerleştirilir. SDI, en çok yıllık sıra ve tarla bitkilerinin sulanması için kullanılır, ancak herhangi bir mahsul için kullanılabilir. Dünyanın diğer bölgelerinde SDI, kalıcı mahsullerin sulanması için yaygın olarak kullanılır, Arizona'da yüzey altı damla sulama kullanılmıştır, en az 25 yıl boyunca, ancak, başlangıçtaki yüksek sermaye maliyeti - genellikle 1000 dolar/dönüm veya daha fazlası - ve yoğun yönetim ihtiyacı dahil olmak üzere, çeşitli nedenlerle yavaş yavaş ilerlemiştir.

SDI kullanımı, bitki sulamada daha yüksek verimler, geliştirilmiş yabani ot kontrolü ve mahsul sağlığı için kuru toprak yüzeyi, su ve besin maddelerinin en aktif kısmına uygulama kabiliyeti dahil olmak üzere birçok avantaj sağlar. kök zonu, damla sularının ekim ve diğer işlemler nedeniyle zarar görmemesi ve insan temasını önlerken atık su ile güvenli bir şekilde sulanabilmesi. Arizona'daki hızlı kentleşmeye rağmen, su kullanımının yaklaşık % 70'inden tarım sorumludur. Büyüyen nüfusumuz, su kullanımını azaltmak için çiftçilere sürekli artan baskı uygular. Diğer sulama yöntemleriyle (yüzey, yağmurlama ve pivot) karşılaştırıldığında damla sulama sistemleri en etkili sulama yöntemidir. 1960 yılların başından itibaren modern tarımsal sulamanın bir parçası olmaya başlamıştır. 1959 yılında Amerika'da tuzluluk laboratuvarlarında sulama mühendisi olarak patates ve turuncugilde toprak altı damla

sulama ve toprak üstü damla sulama denemeleri yürütülmüştür. SDI sistemlerinin tasarımı toprak üstü damla sulama sistemlerine benzerlik göstermekle birlikte TADS'inde filtre elemanları, basınç düzenleme vanaları, manometreler, debi ölçüm araçları, vakum önleme vanaları, hava çıkış vanaları, geri akışı önleyen vanalar ve yıkama sistemlerine daha fazla hassasiyet gösterilmelidir.

2.4.7 Toprak altı damla sulama sistemlerinin kullanılabilirliği

Yüzey sulama sistemleri, 1960'ların başından itibaren modern tarımsal sulamanın bir kısmı başladı. Yeraltı ve yerüstü su kaynaklarında daha az kirlenme, SDI yüzeysel sular ve yeraltı su kaynakları, derine sızma ve yüzey akışının yarattığı kirlilikten daha az etkilenir. Atık suların ve düşük kalitedeki su kaynaklarının kullanımına olanak sağlar, Toprak altı damla sulama ile atık su uygulamaları patojenlerin (mikropların) hareketini, kokuyu ve insanların ve hayvanların bu tip sularla temasını azaltmaktadır.

2.5 Bitki ve Kültürel İşlemler ile İlgili Üstünlükleri

Bitki gelişimi, verim ve kalitedeki artış, Toprak altı damla sulamayla yetiştirilen birçok bitkide verim ve kalitede artışlar olmakta, bitki gelişimi olumlu yönde etkilenmektedir. Bitki sağlığı ile ilgili gelişmeler, Daha kuru toprak yüzeyi ve daha az nemli bitki gövdesi mantari hastalıkların gelişimini azaltmakta ve ayrıca sistem toprak fumigasyonu içinde kullanılabilir. Daha iyi gübreleme ve ilaçlama, Sistem aracılığıyla istenilen zaman ve miktarda uygulanabilen gübre ve pestisitlerin etkinliği artırılabilir. Daha iyi yabancı ot kontrolü, Toprak altı damla sulama sistemlerinde toprak altına yerleştirilen laterallar ile sulama yapıldığından toprak yüzeyi kuru kalmakta böylece yabancı otların çimlenmesi ve gelişimi azalmaktadır. Şekil 2.18'de verilmiştir. Sistem toprak altında olduğu için tarım alet ve ekipmanlarından daha az zarar görecektir. Tarım işçilerinin, sulama ile birlikte uygulanan kimyasallarla olan teması daha az olacaktır.

2.5.1 Bağlarda toprak altı damla sulama sistemi

1980'li yılların başlarında plastik sanayisinde, sulama alet ve ekipmanları üretim teknolojisinde yaşanan gelişmeler, toprak altı damla sulamaya olan ilgiyi tekrar arttırmıştır.

2.5.1.1 Emniyet ekonomi dengesi

- Mühendis, emniyet ile ekonomiyi dengeler.
- Sulamada emniyet eş su dağılımına karşılık gelir.
- Damla sulama sistemi, bitkinin ihtiyaç duyduğu kadar suyu, gereken zamanda ve üniform olarak parsele dağıtmalıdır.
- Her bitki en az ihtiyacı kadar suyu almalıdır, bazı bitkiler daha fazla su alacaktır.
- Tarlanın her bölgesine mümkün olduğunca eşit miktarda su verilmeli.
- Su eşit olmazsa, bir yere az su verilirse, oradaki bitkiler yeterli gelişemez, verim düşer, çiftçi gelir kaybına uğrar.

Aynı zamanda ekonomik açıdan en uygun sistem projelenmelidir eş su dağılımı. Diğer yöntemlerle sulanması zor araziler ise Şekil 2.14’te verilmiştir.



Şekil 2.14. Çok sarp arazi.

Şekil 2.15’te eğimli arazilerde gösteriliyor gibi bitki suya çok fazla istenir. Toprak yüzeyinin kısmen ıslatılması, arsada püskürtme, meyve inceltme ve hasat etme gibi diğer faaliyetlere müdahale etmez. Damla sulama rüzgarlı koşullara devam edebilir. Rüzgar, yağmurlama sulamadan farklı olarak damla sulama ile karışmaz.

Düşük çalışma basıncı nedeniyle, damla sulamada enerji tüketimi yağmurlama ve mekanize sulama sistemleri gibi diğer basınçlı sulama teknolojilerinden önemli ölçüde daha düşüktür.



Şekil 2.15. Eğimli arazi.

Damla sulama, pompanın kanopisini ıslatmaz. Bu, yaprak ve meyve mantar hastalıklarının görülme sıklığını azaltır. Yaprak yanıklarından kaçınmak, yeşillik ıslatmasının ortadan kaldırılması, sulama suyunda bulunan yaprak yanıklarını ve gübreleri. Sulama için acı suların uzun süreli kullanımına izin verir. Damla sulama ile sık sık sulama yapılması, bitki gelişimi ve verimi üzerinde küçük bir etkiye sahip olan ve oldukça yüksek miktarda tuz içeren sulama sularının kullanılmasına izin verir. İnişli çıkışlı arazi Şekil 2.16’da verilmiştir.



Şekil 2.16. İnişli çıkışlı arazi.

Uzun sıralı ekim Şekil 2.17’de, Kaya zemini üzerindeki sık topraklar lateral derinliğini kısıtladığı için toprak altı damla sulama sistemleri için uygun olmayabilir

az olan şerit laterallar kullanıldığında toprak ağırlığı lateralı ezerek akımı yavaşlatmaktadır. Sistemin uygulandığı arazi topografyası dalgalı ise laterallarda oluşacak kırılmalar hem akımı yavaşlatacak hem de sistem kapatıldığında ters sifon etkisi ile damlatıcı etrafındaki nemli toprak damlatıcıya girecektir. Mümkünse arazi arazi eğiminin % 2'den az olması ters sifon etkisini ve laterallardaki kırılmaları önleyecektir. Yarılmış veya ağır killi topraklarda toprak su dağılımında problemlerle karşılaşılabilir.



Şekil 2.17. Uzun sıralı ekim.

Kaba kumlu topraklar Şekil 2.18'de verilmiştir, ayrıca herhangi bir hasar sonucu oluşabilecek sızıntıların yerinin belirlenmesi ve bunların tamiri oldukça güçtür.



Şekil 2.18. Kaba kumlu topraklar.

Toprağa bağlı-tuzlu toprak-tuzlu su koşulunda damla avantajı (tuzlar ıslanma hacminin dışına doğru itilir) (şekil 2.19).



şekil 2.19. Tuzlu topraklar.

Sistem toprak altında olduğu için diğer sistemlere nazaran izlenmesi ve değerlendirilmesi daha zordur, bu yüzden sistemde uygun yerlerde olacak şekilde ilave akım ve basınç ölçerlere ihtiyaç duyulmaktadır (şekil 2.20).



şekil 2.20. Yer altı kök bölgesi.

2.5.2 Toprak altı damla sulama sistemini sınırlayan etmenler

- Sistem toprak altında olduğundan toprak altı aksamda oluşabilecek hasarların tespiti güç olmakta ve gerekli önlemlerin zamanında alınmasını engellemektedir.
- Lateral derinliğine bağlı olarak toprak işleme sınırlı kalmaktadır.
- Kök gelişimi sadece damlatıcının ıslattığı alan ile sınırlı kalmaktadır. Bu sınırlı alanda su ve gübre tüketimi hızlı olmaktadır.
- SDI sistemlerinde montaj işlemi, daha hassas filtreleme birimi.

2.5.2.1 Damlama sulama teknolojisi

Damla sulama teknolojisi, diğer sulama teknolojilerine göre birçok avantaja sahiptir. Damla sulama, su kullanımının verimliliğini önemli ölçüde artırır ve sulanan mahsullerin yetiştirme koşullarını iyileştirir. Doğru yerleştirilmiş su uygulaması. Su, kök dağılımına karşılık gelen, arestrik edilmiş toprak hacmine tam olarak uygulanır. Uygun su yönetimi, kök bölgesinin altındaki su ve besin kayıplarını en aza indirebilir. Buharlaşıma kayıplarının en aza indirilmesi. Azalan ıslanan üst yüzey, toprak yüzeyinden doğrudan buharlaşma ile su kayıplarını azaltır. Arsa marjındaki su kayıplarının giderilmesi. Su ve besin maddelerinin eş zamanlı uygulaması, sulama suyuyla birlikte ıslatılan toprak hacmine doğrudan besin maddesi uygulaması, besin kayıplarını azaltır, besin kullanılabilirliğini artırır ve gübrelerin uygulanması için gereken işçilik ve/veya işçilikten tasarruf sağlar. Büyüme mevsimi boyunca değişen ürün talebine göre suyun ve besin kaynağının ayarlanması otomatik kontrol üniteleri damla sulama sistemlerine kolayca dahil edilebilir. Sert topografik ve toprak şartlarına uyulanabilirlik, damla sulama, dik yamaçlarda, düşük su sızma oranına sahip sık ve sıkıştırılmış topraklarda ve düşük su tutma kapasitesine sahip kumlu topraklarda başarıyla çalışır.

2.5.2.2 Sınırlamalar

Sınırlı ıslanan toprak hacminden dolayı, yayıcılardaki dar su geçitleri ve gerekli ekipmanın büyük miktarda olması nedeniyle, damla sulama bazı dezavantajlara sahiptir. Tıkanma tehlikesi, vericilerdeki dar geçitler, katı partiküller, süspanse edilmiş organik madde ve suda oluşan kimyasal çökeltiler tarafından tıkanmaya karşı hassastır. Tıkanma ayrıca toprak parçacıklarının emilmesi ve damlatıcıya kök sokması ile de meydana gelebilir. Yüksek başlangıç maliyeti, büyük miktarda yanal

ve yayıcı nedeniyle, kırıma mevsiminde damlama sistemlerinin hareketliliği nadiren mümkündür. Çoğu sistem aresolid-setli diziler, böylece alan birim başına yüksek ekipman maliyeti ile sonuçlanır.

Toprak yüzeyinde tuz birikimi. Suyun ıslanan toprak hacminden yukarı doğru kılcal hareketi ve toprağın sürfakelinden buharlaşma, üst toprak tabakasında yüksek konsantrasyonda bir tuzun arkasında kalır. Yağmur mevsiminin başlangıcındaki hafif yağmurlar biriken tuzları aktif kök bölgesine süzer ve üründe tuzluluğa zarar verebilir. Yüzeydeki lateraller ve damlatıcıların hayvanlar tarafından zarar görmüş olduğu kırılabilirliği. Yanallar, özellikle ince cidarlı bantlar ve küçük damlatıcılar kemirgenler, sıçanlar, moller, yaban domuzları ve ağaçkakanlar tarafından eğilimlidir. Yeraltı yüzeyleri ve damlatıcılar da kemirgenler tarafından zarar görebilir. Sulama zaman zaman yerel iklim koşullarını sağlamak için kullanılır - sıcaklıkta sıcaklık düşerken sıcaklık yükselir ve sırasındaki sıcaklık olayları. Yağmurlama ve püskürtücünün sulanmasıyla serpilen suyun bir kısmı buharlaşır, soğuk havalarda atmosfere enerji verir ve sıcak havalarda ısıyı emer. Doğal olarak, bu damla sulama ile gerçekleşmez. Kısıtlanan kök hacmi. Sınırlı toprak hacmine sık yapılan su uygulamaları sınırlı ve bazen sığ kök sistemlerinin gelişmesine yol açar. Sonuç olarak, mahsul sık su uygulamalarına bağlıdır ve aşırı sıcak havalarda su stresine karşı duyarlılığını artırır. Yüksek hızlı rüzgarlar sığ kök sistemleri ile büyük ağaçları yok edebilir.

2.5.3 Damla sulamada verim yüksek, ne kadar

- Damla sulamada su miktarı tarla kapasitesine daha yakın
- Bitki bu suyu daha kolay alır (az enerji harcar).
- Verim daha yüksek olur, ne kadar (% 5- % 100- % 200).
- Bitkiye Bağlı.
- İklimle bağlı.
- Biber sık su ister-damla sulama yöntemi uygun.

2.5.3.1 Toprak altı damla sulama sisteminin uygulanacağı koşullar

SDI sisteminin başarısı bitki çeşidine, coğrafi koşullara, iklim ve toprak koşullarına ve büyük çoğunlukla da sistemi kısıtlayan etmenlerin bir taraf edilmesine bağlıdır.

2.5.3.2 Toprak ve topografya koşulları

Toprak tipi toprak altı damla sulama sistemlerinin tasarımında ilk olarak düşünülmesi gereken tasarım ölçütlerindendir. Lateralların gömülme derinlikleri ve aralıkları toprak tipine bağlı olarak değişmektedir. Damlatıcıdan çıkan suyun toprak yüzeyine doğru hareketi toprak bünyesine bağlı olarak değişim göstermektedir. Kaba bünyeli topraklarda suyun yukarıya doğru olan hareketi güçleştiğinden çimlenme ve bitki çıkışları sorun olmaktadır bu da çimlenme için ilave bir sulama sistemini gerektirebilmektedir.

2.5.3.3 Su kaynağının özellikleri

Su kalitesi, toprak altı damla sulama sistemlerinde filtreleme elemanlarına, kimyasal uygulamalarına ve sistem yönetimine etki eden en önemli unsurlardandır. Toprak altı damla sulama sistemlerinde karşılaşılan en yaygın sorun damlatıcıların su içinde bulunan fiziksel, kimyasal ve biyolojik maddelerle tıkanmasıdır. Yüzey su kaynaklarında alg ve sedimentler daha fazla görülürken, çözülmüş demir, manganez, sülfür ve karbonatlarda daha çok yer altı su kaynaklarında görülmektedir bu yüzden su kaynağı özelliklerine bağlı olarak filtreleme ünitesinin kurulması gerekmektedir. 15 Yer altı su kaynakları yüzey su kaynaklarına göre daha az tıkayıcı maddeler içerdiğinden daha çok tercih edilirler. Bununla birlikte içerdikleri demir ve manganez seviyelerinin sistemi kısa sürede tıkayacak seviyelerde olup olmadığı mutlaka belirlenmeli ve gerekirse kimyasal uygulaması yapılmalıdır.

2.5.3.4 Toprak altı damla sulama sistemlerinin tasarım ve kurulumu

Toprak altı damla sulama sistemlerinin başarısı, sistemin uygun bir şekilde tasarımı ve yönetimi ile yakından ilişkilidir. Yapılan bilimsel çalışmalar ve uygulamalardan elde edilen bilgi ve deneyimler, toprak altı damla sulama sistemlerinin iyi bir şekilde tasarlanıp, kurulup, işletilip ve yönetilmesi ile sistemden beklenen yüksek verim ve su tasarrufuna ulaşılabilceğini göstermiştir. Toprak altı damla sulama sistemi uygun bir şekilde kurulmadığında sistemin yönetimi güçleşmekte su dağılım üniformitesi bozulmakta, arzu edilen su kullanım etkinliğine ulaşamamaktadır. Düzgün bir şekilde kurulan sistemin mutlaka iyi bir şekilde işletilmesi ve yönetilmesi de gerekmektedir.

Toprak altı damla sulama sistemlerinin özellikle hidrolik tasarımı toprak üstü damla sulama sistemlerinden farklı değildir. Damla sulama sistemlerinde kullanılan kontrol ünitesi, bağlantı elemanları, basınç düzenleyicileri, gübre tankı, vanalar, filtreler, akım düzenleyicileri, ana boru, yan borular (manifold), laterallar ve damlaticılar toprak altı damla sulama sistemlerinde de kullanılmaktadır. Toprak altı damla sulama sistemlerinin sürdürülebilirliği ve ekonomik ömrü, sistem unsurlarının eksiksiz ve uygun bir şekilde kurulumuna bağlıdır.

Filtreleme Birimi

Filtreleme sistemleri toprak altı damla sulama sistemlerinin en önemli unsurudur. Sistemin işletiminin ve yönetiminin kullanıcı tarafından çok iyi bir şekilde anlaşılması gerekmektedir. Toprak altı damla sulama sistemlerinde su kaynağına ve damlaticı özelliklerine bağlı olarak birçok filtreleme sistemleri kullanılmaktadır. Sistem su kaynağına bağlı olarak gravel veya hidrosiklon filter ile suyu temizledikten sonra kontrol filtresinden geçen su (disk veya filtre) yine toprak altına gömülmüş olan ana boruya iletir.

Vanalar

Toprak üstü damla sulama sistemlerinde olduğu gibi toprak altı damla sulama sistemlerinde de vanaların doğru seçimi ve uygun yerlere yerleştirilmesi oldukça önemlidir. Vanalar basınç, akım ve su dağılımının kontrolünde önemli rol oynamakta ve sistemin yönetimini kolaylaştırmaktadır kontrol vanaları, kapama vanası, basınç tahliye vanaları, basınç düzenleyiciler ve vantuzlar toprak altı damla sulama sisteminde kullanılan vanalardır. Seçilen vana özelliklerinin (ebatları, çalışma basıncı ve materyali) sistem ihtiyaçlarını karşılayacak özelliklere sahip olması gerekmektedir. Dalgalı topoğrafyalarda arazinin yüksek noktalarına yerleştirilecek vantuzlar büyük önem taşımaktadır. Toprak altı damla sulamada en büyük tehlikelerden biriside sistem kapatıldığında damlaticı etrafındaki nemli toprağın damlaticı içine girerek damlaticıları tıkaşmasıdır. Sistem kapandığında lateral içerisindeki suyun yıkama manifolduna doğru hareketi damlaticıda negatif emme etkisi yaratır. Arazideki % 0.5'lik bir eğim bile bu emme etkisinin oluşması için yeterli olacaktır. Sistemde belli noktalara yerleştirilecek hava boşaltma vanaları ile bu etki ortadan kaldırılabilmektedir. Toprak altı damla sulamanın en önemli

bileşenlerinden biriside, bitki kök bölgesine gömülerek suyu direkt kök bölgesine veren lateral borularıdır. Lateral boruları şerit halinde veya 19 yuvarlak boru olarak üretilmektedir Şekil 2.21’de verilmiştir.



Şekil 2.21. Ana ve yan (manifold) boruları.

SDI sistemlerinde ana ve yan boru kesitleri toprak üstü damla sulama sistemlerinde olduğu gibi hesaplanmaktadır. Farklı olarak toprak altı damla sulama sisteminde yıkama işleminin getirdiği artı yükler hesaba katılır, ayrıca tüm boru aksamı toprak altındadır. Yassı lateralların et kalınlığı yuvarlak laterallardan daha azdır. Yassı boruların fiyatı yuvarlak borulara nazaran daha düşük olduğundan tek yıllık kurulumlarda daha yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Daha pahalı olan yuvarlak borular ise ömrü daha uzun olduğu için çok yıllık olarak genellikle meyve bahçeleri, yem bitkileri ve peyzaj alanlarında kullanılmaktadır. Yassı ve yuvarlak lateral Lateral borusunun seçimi bitki çeşidine, toprak karakteristiklerine ve lateralın dayanıklılığı ile hidrolik özelliklere bağlı olarak değişmektedir. Damlatıcı çapları 10-35 mm arasında olup yapılacak hesaplamalar neticesinde belirlenmektedir. Toprak altı damla sulama sisteminde en fazla araştırılan konuların başında lateralların gömülme derinliği gelmektedir. Damlatıcı laterallarının en uygun gömülme derinliğinin belirlenmesi için toprak yapısı ve bünyesinin ve bitki kök gelişim özelliklerinin çok iyi belirlenmesi gerekmektedir.

2.5.3.5 Toprak altı damla sulama sisteminin bakımı ve yönetimi

Toprak altı damla sulama sistemleri sulama suyunun, düşük debi ve basınç altında üniform bir şekilde dağıtıldığı sistemlerdir. Uygun bir şekilde tasarlanıp yönetildiğinde sistem ömrü 20 yılı geçebilmektedir. Sistemde uzun bir ömür için filtreleme, belli dönemlerde yıkama, klor ve asit uygulamaları mutlaka yapılmalıdır. Bu önlemler düzenli bir şekilde uygulandığı sürece sistemde olabilecek arızalanmalar ve tamir-bakım işleri azalacaktır. Toprak altı damla sulama sistemlerinde su toprak altından uygulandığı için sistemin izleme ve değerlendirilmesine olanak sağlayacak ipuçları bulunmamaktadır, bu yüzden toprak altı damla sulama sistemlerinde akım ölçerler ve basınç ölçerler sistemin yönetilmesinde kolaylık sağlayacaktır. Her bir manifoldun başına koyulan basınçölçerler laterallardaki basıncı verecektir. Akımdaki azalma ve/veya basınç artışı sistemde tıkanıklığı ya da bunun aksi olarak, akımdaki artış ile azalan basınç sistemdeki sızıntının olduğunu gösterebilmektedir. Lateral hatlarının bağlandığı yıkama borusu üzerindeki basınçölçerler temel sistem performansını değerlendirmemize yardımcı olmaktadır. Sistemde kullanılacak basınçölçerlerin çok kaliteli olması gerekmektedir. Belli periyotlarda yapılacak kontrollerle arızalı basınçölçerlerin değiştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Akım ve basınç ölçüm değerleri kayıt altına alınarak sistem sürekli kontrol altında tutulmalıdır. Toprak parçacıkları, kimyasal çökelmeler ve biyolojik maddeler sistemde damlatıcıların tıkanmasına neden olmaktadır. Toprak parçacıklarının sebep olduğu tıkanmalar basınçlı yıkama ile önlenebilmektedir. Sistemde lateral sonlarına bağlanan yıkama borularının sonuna yerleştirilen vanaların açılarak sistem yüksek basınçla yıkanmaktadır. Vanalardan çıkan suyun içerdiği atık miktarına ve sulama suyu kalitesine bağlı olarak yıkama süresi ve sıklığı 22 belirlenmelidir. Sulama suyu kalitesi çok kötü ise atılan atık miktarına da bağlı olarak her sulamadan sonra yıkama yapılmalıdır. Sulama suyu kalitesine ve yıkama da görülen atık miktarına bağlı olarak haftada, iki haftada ya da ayda bir defa yıkama yapılabilir. Yıkama vanaları Sistem tasarlanırken filtreleme ünitesi dikkatli bir şekil seçilmelidir. Sulama suyunun PH'sı yükseldiğinde kalsiyum karbonat gibi kimyasal çökeltiler, damlatıcı içindeki etkinliğini artırmaktadır. Kimyasal çökelmeleri önlemek için sulama suyuna belli dönemlerde asit uygulaması yapılır. Sistemde sülfirik, fosforik, üre-sülfirik ve sitrik asit uygulanabilir. Yaygın olarak ise % 98'lik sülfirik asit tercih edilmektedir. Sitrik asit daha çok organik tarım yapılan alanlarda kullanılmaktadır. Sulama suyunun

özelliğinin önceden belirlenmesi karşılaşılabilecek sorunları görmemize ve gereken önlemleri almamıza yardımcı olacaktır.

2.5.3.6 Damla sulama yöntemin yararları

- Su uygulama randımanı % 90 ile % 95 gibi yüksektir
- Bitkilerde bitki sıra aralarının sulanmaması ve kuru kalması nedeniyle yabancı ot gelişimi azalmakta, bitki hastalık ve zararlılarının gelişmesi önlenmekte, yabancı ot mücadelesi daha başarılı olmakta ve mücadele ilaçlarından tasarruf sağlamaktadır.
- Diğer sulama yöntemlerine göre sulama ve gübreleme işçiliği yok denecek kadar azdır.
- Eğimli arazilerde diğer sulama yöntemlerine göre su ve toprak kaybına yol açmaksızın daha başarılı ve kolay bir şekilde uygulanabilir.
- Düşük basınçta çalıştığından enerji tasarrufu sağlar.
- Kontrollü sulama yapılarak bitki besin maddelerinin kök bölgesinden yıkanmasına engel olur.

2.5.4 Hangi bitkiler damla sulama yöntemi ile sulanabilir

- Sıraya ekilen veya dikilen sebzeler (domates, biber, marul, brokoli, salata, soğan gibi), çiçek yetiştiriciliği,
- Meyve ağaçları ve bağ.
- Sıraya ekilen bazı tarla ürünleri (ayçiçeği, mısır, patates, pamuk gibi).

2.5.4.1 Damla sulama sistemin diğer sulama sistemlerine göre avantajları

- Rüzgâr hızına bağlı kalmaksızın gün içinde herhangi bir saatte sulama imkânı sağlar.
- Az su uygulamalarıyla bitkide stres yaratmadan yetiştiriciliğe ulanak sağlar.
- Düşük basınçlarda sulama imkânı sağlandığından dolayı enerji gereksinimi azdır.
- Üründe önemli oranda kalite ve verim artışı sağlar (% 20–90).
- Mahsul 2–3 hafta erken ulgunlaşır.
- İşgücü gereksinimi azalır.
- Yüzey akışı ve buharlaşma ile su kaybı çok az olup, % 50 su tasarrufu sağlar.
- Sulama ile birlikte gübreleme ve ilaçlama yapılarak, etkinlikleri de artmaktadır. Sulandırılmış gübre eriyiği kullanıldığından, köklerin yanma sorunu da yoktur.

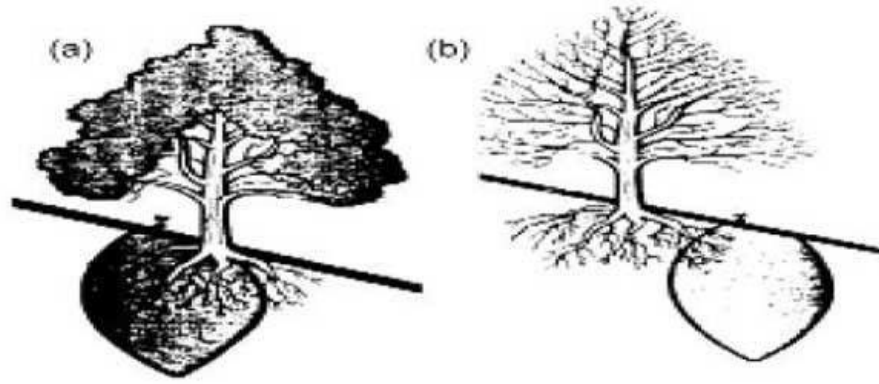
2.5.4.2 Damla sulama borularının temizliği

Damla sulama sistemdeki borularda bulunan damlatıcılar dikkat edilmediği durumlarda tıkanmaktadır. Zaten damla sulama sisteminin en büyük sorunu da, boruların içine gecik şekilde bulunan damlatıcıların tıkanmasından kaynaklanmaktadır. Bu sorun kullanılan sulama suyunun kalitesinin düşük olmasından kaynaklanır. Özellikle tuzlu suların, sulama suyu olarak kullanıldığı bölgelerde, filtre ünitesi kullanılmadığı taktir de damlatıcılar tıkanmaktadır. Damla sulama borularını temizlemek ve bitki besin maddesi gereksinimini karşılamak amacıyla, sulama sezonu boyunca fosforik asit ya da nitrik asit uygulaması yapılması en uygun yöntemdir. Uygulama, sulama sezonu boyunca bir defa, dekara 1 litre gelecek şekilde yapılmalıdır. Sisteme asit verilmeden önce, çalışma basıncına ulaşılıncaya kadar temiz su verilmesine dikkat edilmelidir. Daha sonra yarım saat süreyle asit verilir ve ardından borularda asitli su kalmaması için yeterli miktarda temiz su kullanılır. Ayrıca boruların içerisine dikkat edilmediği durumlarda pislikler karışmaktadır. Bu pislikleri temizlemek için de boruların sonları açılarak, temiz su gelinceye kadar su verilmesi işlemi uygulanmaktadır.

2.5.4.3 Damla sulama sistemlerinin tasarımda dikkat edilmesi gereken hususlar

1. Damla sulama sistemleri topoğrafya, toprak, su kaynağı, bitki ve iklim koşullarına uygun olarak projelendirilmelidir.
2. Kullanılan sulama suyu mutlaka temiz olmalıdır. Sulama suyunun kalitesine bağı olarak kontrol biriminde filtrasyon ünitesi kurulmalıdır, örneğın sulama suyu kuyudan alınıyorsa mutlaka hidrosiklon kullanılmalıdır. Su kaynağımız kum, kil, silt pas, ot, çöp gibi tıkayıcı maddeleri içeriyorsa mutlaka kum-çakıl tankı konmalıdır. Manometrelerdeki basınç değışimleri dikkatli bir şekilde takip edilerek basınç farkı arttığında kum-çakıl tankı ve elek filtre temizlenmelidir.
3. Kontrol biriminde elek filtreden sonra çelik malzemeler PE kullanılmamalı malzemelerle sistemin kurulumuna devam edilmelidir. Aksi takdirde sistemde pas nedeniyle tıkanmalar oluşabilmektedir.
4. Topoğrafya çok değışkense ve eğim fazla ise kendinden basınç düzenleyicisi olan damlatıcılı lateraller kullanılmalıdır.

5. En ideal işletme basıncının 1 atm olduğu unutulmamalıdır. Yıkama esnasında 1 atm nin biraz üstünde bir basınç uygulanarak boru içerisinde birikebilecek maddeler temizlenmelidir.
6. Gömülü olan sistemlerde ana boru ve yan borular toprak ile kapatılmadan önce sistem çalıştırılıp kontroller yapılmalı varsa sorunlar giderilip toprakla kapatılma işlemi yapılmalıdır.
7. Gömülü hatlar tamamen kapatıldıktan sonra laterallerin kör tapaları açık bırakılıp sistem tekrar çalıştırılarak borular içerisine montaj sırasında girmiş tüm tıkalı maddeler su ile birlikte atılır.
8. Eğimli alanlarda lateraller eğim yönünde bitkinin alt kısmından değil, üst tarafından geçirilmelidir, aksi halde eğim nedeniyle sulama suyu bitki kök bölgesinin dışına hareket edecektir. Şekil 2.22’de verilmiştir.



Şekil 2.22. Eğimli alanlarda lateral tertip biçimi.

9. Damlatıcılarda suyun eşdağılımı ile ilgili çalışmada boruya içten geçik damlatıcıların dıştan geçik damlatıcılara göre daha iyi sonuçlar verdiğini bulmuşlardır. Hat üstü damlatıcıların montajı sırasında yapılan hatalar sızıntılara ve eş su dağılımının azalmasına neden olmaktadır.
10. Mümkün olduğunca küçük debili damlatıcılar tercih edilmelidir. Örneğin ağır bünyeli topraklarda 4 l/h fazla debiye sahip damlatıcı seçildiğinde yüzey akışı olma riski çok fazladır. Ayrıca yüksek debili damlatıcılar sistem debisini dolayısı ile sistem maliyetini artıracaktır.

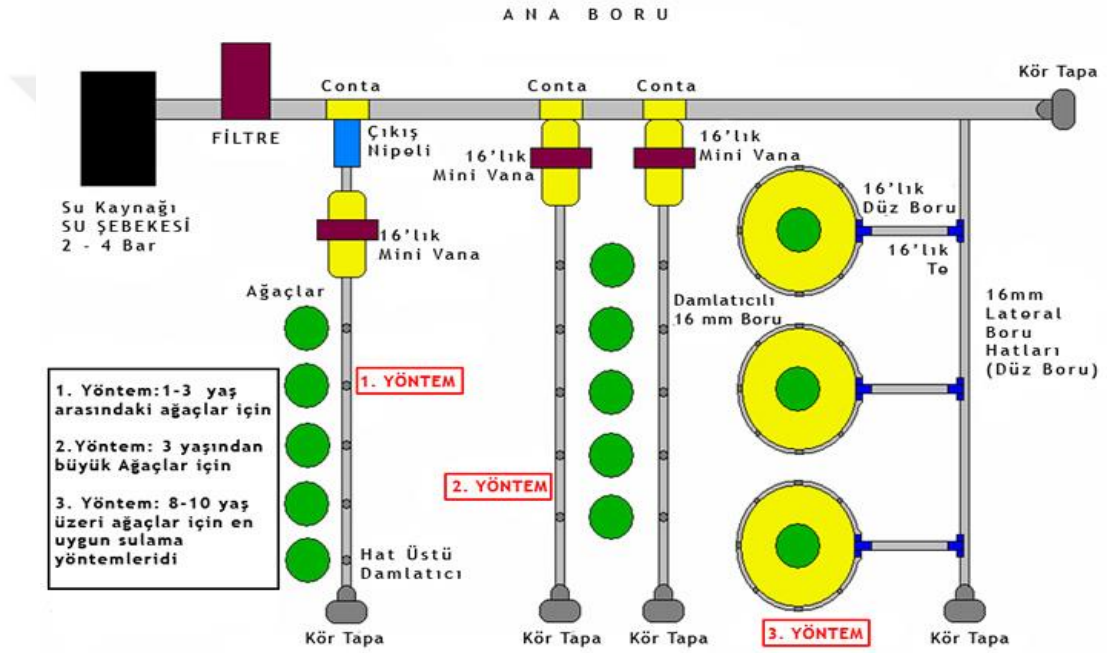
2.5.4.4 Damla sulama sisteminin işletilmesi sırasında dikkat edilmesi gereken hususlar

1. Damla sulama sisteminin kaç işletme biriminden oluştuğu, her birime ne zaman ve ne kadar sulama yapılacağı hesaplanmalıdır.
2. Sulama zamanı belirlenirken toprak nem tansiyonu belirlenmesi prensibine göre çalışan, pratik olarak kullanımı da basit olan tansiyometrelerden faydalanılabilir.
3. Filtreler düzenli olarak temizlenmeli ve bakımları ihmal edilmemelidir. Gübreleme yapıldıktan sonra elek filtre kontrol edilip temizlenmelidir.
4. Sabit sistemlerde sulama sezonu sonunda dondan zarar görmemesi için boru içlerindeki su boru sonlarındaki kör tapaların açılması suretiyle boşaltılmalıdır.

2.5.4.5 Sistem alt yapısı ile ilgili sınırlayıcı etmenler

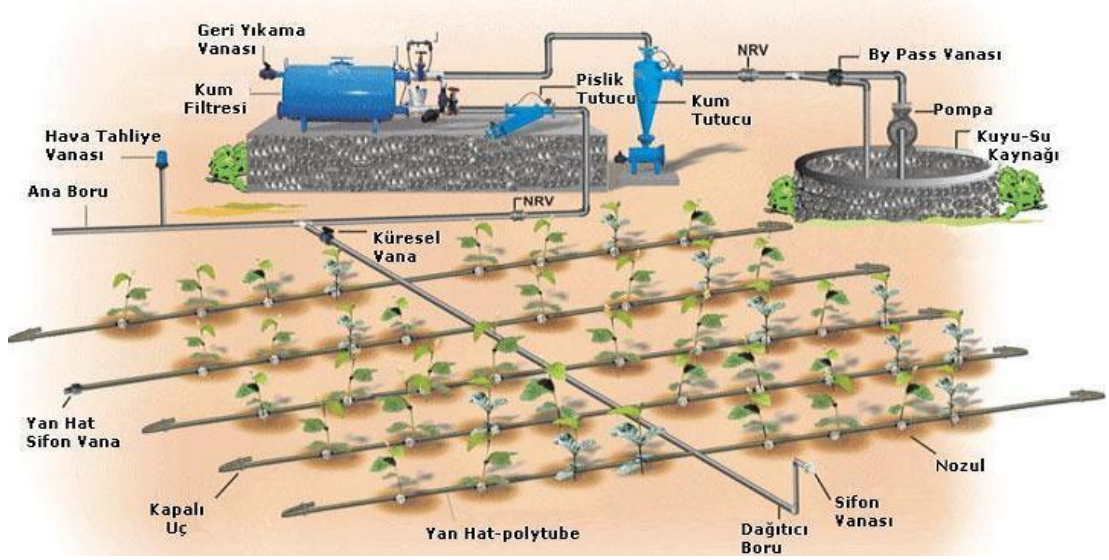
Toprak altı damla sulama sistemlerinde gömme işlemi, daha hassas filtreleme birimi gereksinimi, ilave vanalar ve yıkama boruları ilk yatırım masraflarını artırmaktadır. Arıtım- Tüm mikro sulama sistemlerinde olduğu gibi toprak altı damla sulama sistemlerinde de sistemin uygun bir şekilde işletilmesini sağlamak ve sistem ömrünü uzatmak için sulama suyu arıtımının mutlaka yapılması gerekmektedir. Toprak altı damla sulama sistemlerinde suyun arıtımına toprak üstü damla sulama sistemlerinden daha fazla özen gösterilmelidir, çünkü bu sistemlerde izleme ve değerlendirme olmadığı gibi tıkanmaların yaratacağı sorunun çözümü toprak altı damla sulama sistemlerinde daha zordur. Diğer bakım sorunları, özellikle laterallerin derine yerleştirildiği sistemlerde pestisitlerin neden olduğu hasarlar neticesinde oluşabilecek sızıntıların yerinin belirlenmesi ve bunların tamiri oldukça güç olmaktadır. Yine meyve bahçelerinde ağaç kök sistemleri laterallerin sıkıştırarak su akışını azaltabilmekte veya durdurabilmektedir. İşletim, Sistemde ana ve yan borular, laterallar ve yıkama boruları toprak altında olması, diğer sulama sistemlerine nazaran izleme ve değerlendirmenin daha dikkatli bir şekilde yapılması gerektirmektedir. Sistemde uygulama üniformitesinin görsel olarak değerlendirilmesi çok güçtür. Bu yüzden sistemde uygun yerlerde olacak şekilde ilave akım ve basınçölçerlere ihtiyaç duyulmaktadır. Tasarım, toprak altı damla sulama sistemleri hakkında diğer sulama sistemlerine göre daha az bilgi bulunmaktadır. Toprak altı damla sulama sistemi konusunda bilgi ve tecrübe sahibi üretici sayısı da çok azdır.

Sistemin birçok parçası toprak altında olduğu için, tasarım hatalarının düzeltilmesi oldukça güçtür. Örneğin sistem kapatıldığında oluşabilecek ters emme etkisi ile toprak materyalleri laterallara girebilmektedir. Oluşabilecek bu vakumun önlenmesi için hava tahliye vanalarının belirlenen yerlere mutlaka yerleştirilmesi gerekmektedir. Bazı toprak koşullarında oluşan aşırı toprak yükünün laterallar üzerinde yarattığı basınç akımı azaltmakta ve sistem performansını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Laterallarda biriken toprak ve diğer parçacıkların belli aralıklarla yapılacak basınçlı yıkama ile sistemden uzaklaştırılması gerekmektedir ağaçlar yaşlarına göre sulama sistemi denir (Şekil 2.23).



Şekil 2.23. Ağaçlar yaşlarına göre sulama sistemi.

Sebze damlama sulama ve gübreleme tasarımı sistemi tipik bir bölge; bir sulama kaynağı, bir kontrol bölgesi (vana, filtre ve basınç regülatörü) ve bağlantı parçaları ile birlikte damla sulama borusundan meydana gelir (Şekil 2.24).



Şekil 2.24. Sulama sistem tasarımı.

Damla sulama borusu sistemi, yağmurlama ve rotor tasarımı açısından büyük ölçüde aynı kuralları takip etmektedir. Bağlantı noktası, statik basınç ve çalışma basıncı, debi ve bitki malzemesi vb. gibi benzer tasarım faktörlerinin dikkate alınması gerekir. Doğru şekilde tasarlanması ve monte edilmesi durumunda damla sulama borusu sistemi, ekili alan için tam sulama kapsamı sunar. Tasarım hazırlıkları sırasında, damla sulama borusu sisteminin tasarımı için gerekli bilgiler toplanmalıdır Şekil 2.25'te verilmiştir.



Şekil 2.25. Yeraltı sulama boruları kurulumu.

- Sulanacak sahanın ölçekli bir planını temin edin veya çıkartın.
- Tüm eğimleri plan üzerinde işaretleyin.
- Sulanacak bitki tiplerini belirleyin (yerörtücüler, fundalar, çim veya ağaçlar).
- Toprak tipini belirleyin (Kil, Tın, Kum).
- Su kaynağındaki su tipini belirleyin (içilebilir, içilmez, kuyu suyu, toprak suyu)
- Su kaynağının statik basınç, çalışma basıncı ve hacim değerlerini belirleyin.

Bir damlama alt ünitesinin emisyon homojenliğinin şu şekilde ifade edilebileceğini belirtti:

$$EU = EU_m \cdot EU_h \quad (2.2)$$

Burada;

EU = bir alt ünitenin emisyon homojenliği tasarımı , yüzdesi

EU h = hidrolik emisyon homojenliği, yüzdesi

EU m = üretim emisyon homojenliği, yüzdesi

Denklem 2.2’de Bralts ve Kesner (1983) tarafından yapılan sonucu doğrulamaktadır. Emisyon homojenliğinin iki bileşeni diktir. Damlama sulama sisteminin en iyi tasarımını bulmak için birçok araştırma yapılmıştır. Saad ve Marino (2008) doğrusal olmayan programlama modellerinin iki versiyonunu geliştirdi. Birincisi boru hattının ve gerekli enerjinin yıllık maliyetini en aşağı seviyede tutmayı hedeflerken, ikincisi sulanan ürünün veriminin en üst seviyeye çıkarılmasını amaç edinmiştir. Onlar aynı emisyon değerleri kullanılarak maksimizasyon modelinin, net faydanın artırılması ve her mevsimde daha düşük bir su hacmi kullanılan minimize modelinin de aynı şekilde yüksek faydasının olduğu sonucuna vardılar. Seviye alt birimlerinin diğer teorik sonuçlarla kıyaslayan hidrolik emisyon homojenliğini öngören yeni bir teorik formül tasarımı geliştirdi. Şu sonuca vardılar ki hidrolik emisyon homojenliğini hesaplamak için damlama alt ünitesi adına kapsamlı bir tasarım formülü yapılması gereksizdir. Ayrıca aynı basınç altında test edilmiş yayıcılar, yayıcıların deşarjları, ve püskürtme başlıkları kullanıldığında normal verilerden fazla uzaklaşmadığı sonucuna varıldı. Basıncılı ortamda suyun iletilmesini sağlayan atmosfere kapalı yapılara borulu sistemler denir. Enciso vd. (2001) normal şartlar altında suyu kısmen dolu olarak geçiren yapılar ise açık kanallardır.

Hidrolik profil arıtma tesisindeki hidrolik seviye hattının su yüzeyi profili grafik olarak gösterilmesidir. Proje üzerinde arıtma ünitesi ve boruların, suyun cazibe ile akabilmesini sağlamak üzere gerekli hidrolik eğimi vermek üzere konumları belirlenir. Atıksu arıtma tesisi planlanırken başlangıç noktası arazi topografyasına göre seçilir. Yeterli eğim varsa giriş yapılarındaki kayıplar hesaplanır, aşağı mansaba doğru hareket edilerek uygun noktalarda hidrolik tahkikler yapılır. Yeterli eğim yoksa projelendirmeye deşarj noktası tarafından mansaptan başlanır ve ters istikamette yukarıya (memba) doğru çıkılır. Yük kayıpları hesaplanarak kontrol noktalarının kotları tespit edilir. Kontrol noktası olarak alıcı sudaki yüksek su seviyesi seçilerek hesaplamalar kaynağa doğru ilerletilir veya arıtma tesisinin orta noktasından her iki tarafa doğru hidrolik profil çıkartılır. Yeterli hidrolik eğim verilmediğinde birçok işletme problemi doğabilir, hatta pik yüklemede kontrol dışı taşmalar yaşanabilir (Al-Jamal vd., 2001).

Hidrolik profil

Hidrolik profil atık suyun deşarj edileceği noktaya göre belirlenir. Bir tesiste hidrolik profil hazırlanmasında göz önünde bulundurulması gereken temel prensipler şunlardır:

- Hidrolik profil, pik ve ortalama tasarım debisi ile minimum başlangıç debisi için hazırlanır.
- Hidrolik profil, genellikle tesis içindeki tüm ana su hatları için hazırlanır.
- Arıtma tesisindeki toplam yük kaybı, arıtma üniteleri, bağlantı boruları ve diğer detay kısımlardaki yük kayıplarının toplamıdır.
- Arıtma ünitesindeki yük kayıpları şunlardır:
 - a. Atıksu giriş yapılarındaki yük kayıpları.
 - b. Atıksu çıkış yapılarındaki yük kayıpları.
 - c. Üniteye yük kayıpları.
 - d. Diğer kayıplar.

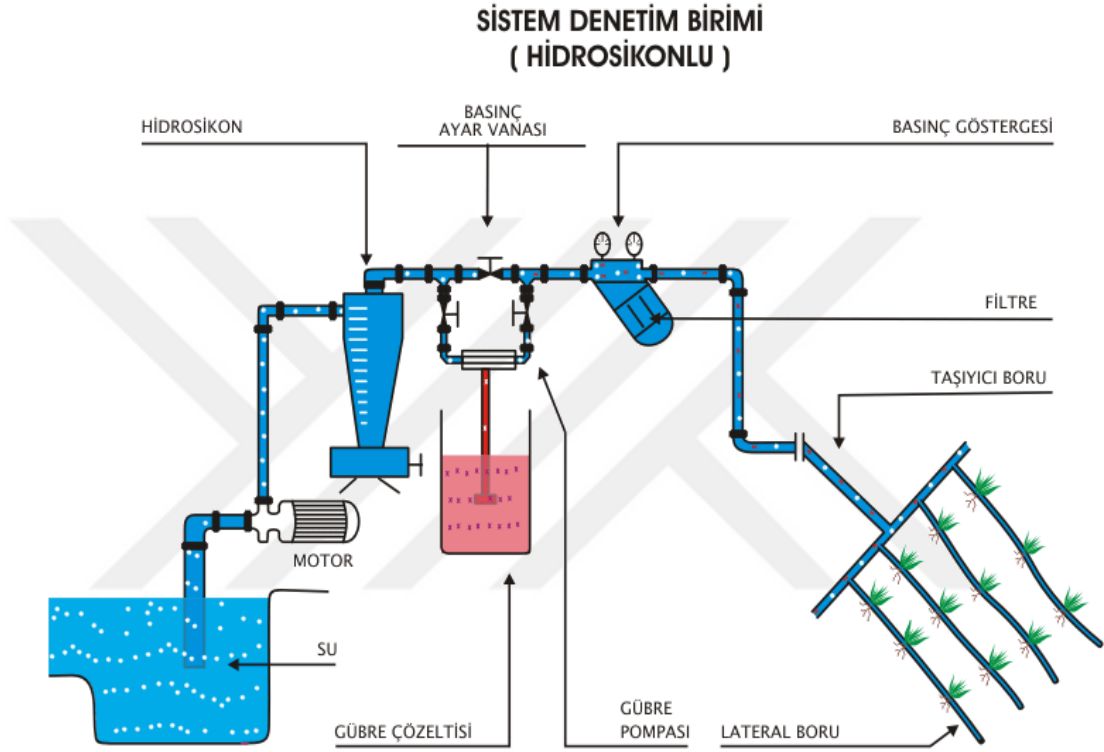
Arıtma tesisinde en büyük yük kaybı, pik tasarım debisi şartlarında, en büyük ünite servis dışı kaldığında, geri devirli durumda oluşur.

- Bağlantı boruları ve kanallardaki toplam kayıp aşağıdakilerin toplamıdır:
 - a. Giriş yük kaybı,
 - b. Çıkış yük kaybı,

- c. Daralma ve genişleme yük kaybı,
- d. Sürtünme (sürekli) yük kaybı,
- e. Dirsek, ara bağlantılar, kapak, vana ve metrelerdeki yük kaybı,
- f. Savak ve diğer hidrolik kontroller için gereken yük,
- g. Serbest düşme için gereken (yük),
- h. Arıtma tesisinin ilerideki genişleme ihtimaline karşı bırakılan yük.

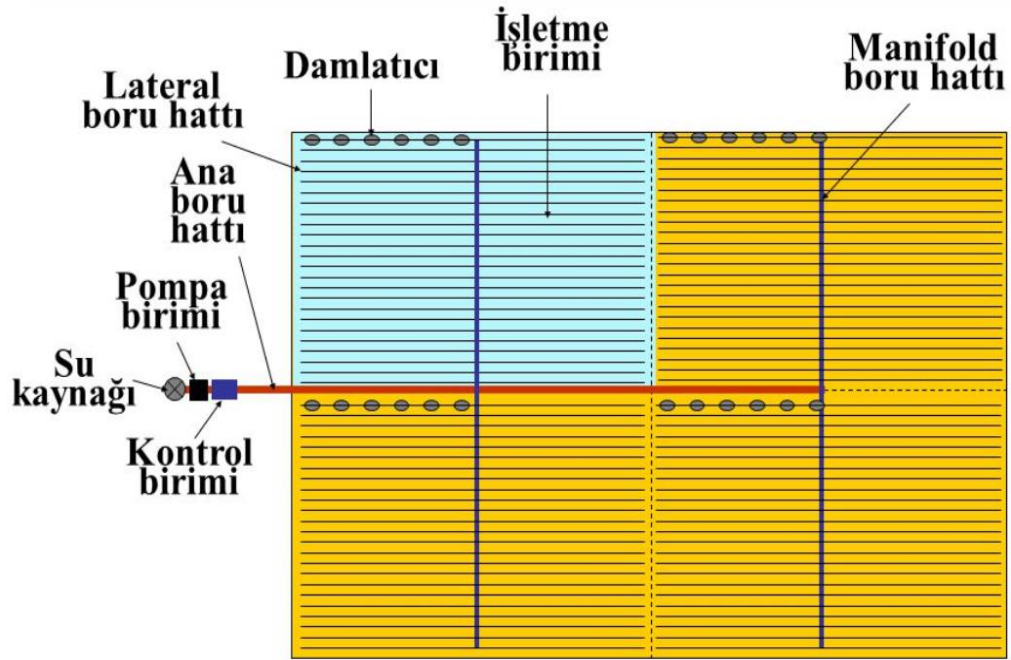
- Boru ve mecraların bağlantı yerlerinde sıvının akış hızı, katıların çökmesine meydan vermeyecek seviyede tutulur. Pik tasarım koşullarında minimum 0.6 m/sn hız yeterlidir. Minimum başlangıç akımında ise 0.3 m/sn hız organik katı maddelerin sürüklenmesi için yeterli görülmektedir. Maksimum ve minimum debi oranı çok büyük olduğundan başlangıç şartlarında (projenin ilk yıllarında) kendi kendini temizleme hızı sağlanamaz. Bu durumda temizleme ancak daha yüksek akış şartlarında sağlanabilir. Bu tür tasarımlarda temizlemenin sıklığı dikkate alınmalıdır. Bazı durumlarda katıları askıda tutmak için havalandırma uygulanır.
- Açık kanal ve mecralarda yersel yük kayıpları hız yüksekliği ($k.v^2/2g$) olarak hesaplanır.
- Basıncı borularda sürtünme kayıpları Hazen-Williams veya Prandte-Colebrook bağıntıları ile bulunabilir.
- Kanallarda akım yüksekliği akış şartlarına bağlıdır. Bu yüzden açık kanallarda derinlik, tasarım debi değerinde, su yüzeyi hidrolik profilini temsil edecek seviyede tutulur. Açık kanallarda akış düzenli veya düzensiz olabilir. Kesiti, debisi ve hızı sabit olan kanallarda akış düzgün olur. Kanal tasarımında genellikle pik tasarım değerinde akışın düzgün olduğu varsayılır. Kesit değişken veya kanala giren atıksu debisi sabit değilse akış düzensiz olur. Bu durumda sürtünme formülü geçerli olmaz. Atıksu arıtma tesislerinde geçiş akışları ve düzensiz akışlar için yeterli tolerans sağlanır. Geçiş için yük kaybı genellikle enerji denklemi kullanılarak hesaplanır.
- Atıksu arıtma tesislerinde kullanılan debi ölçme cihazlarının çoğu yük kaybı esaslı ile çalışır. Hidrolik profil, debi ölçme cihazları için uygun yük kaybı hesaplamalarını da içermelidir (Kharoofa, 1990).
- Hidrolik profil hazırlanmasında y eksenini, arıtma ünitelerini ve su yüzeyindeki yükselmeleri göstermek üzere özellikle deforme edilir, tesiste optimum yükselmeyi

belirlemek ve hidrolik kontrolleri sağlamak üzere toprak seviyesi de belirtilmelidir. Boru hatlarında sürtünmeden kaynaklanan yük kayıpları boru çapı ile ters orantılıdır. Boru çapı büyüdükçe terfi için gerekli enerji maliyeti düşer ancak bu durumda da boru hattının amortisman maliyeti yükselir. Bu iki giderin de minimum olacağı “ekonomik çap” olarak adlandırılan bir boru çapı tanımlanmıştır, ekonomik çapın hesaplanması için geliştirilmiş formüller bulunmaktadır (Şekil 2.26).



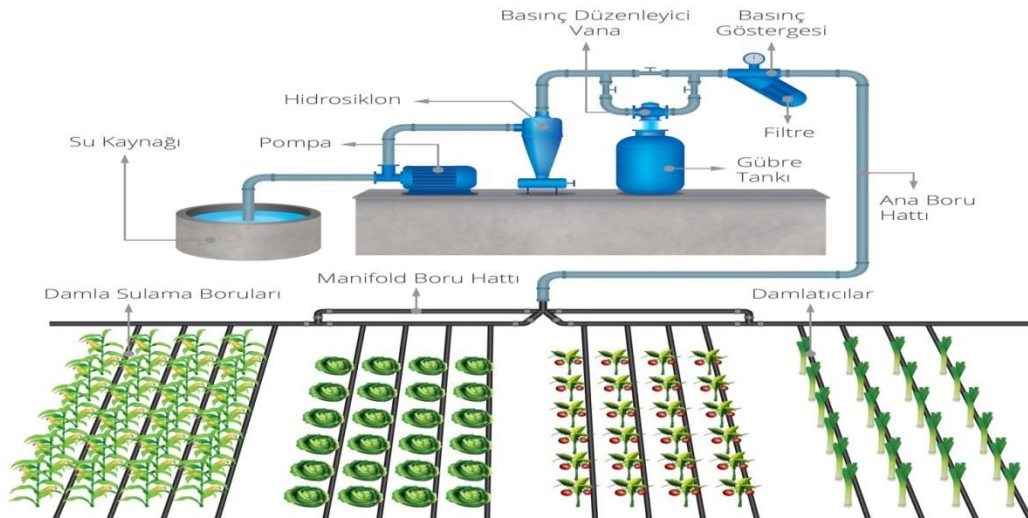
Şekil 2.26. Sulama sistemi tasarım denetimi.

Sulama, bitkisel üretimde kararlılığı sağlayan, diğer tarımsal girdilerin etkinliğini arttıran bitkisel üretim ögesidir. Ülkemizde kurak alan çokluğu sulama gereksinimini ön plana çıkarmaktadır, fakat ülkemizdeki su kaynakları potansiyelinin yetersiz oluşu daha az arazinin sulanmasına imkân vermektedir. Bunun sonucunda da birim alandan alınan verim de azalma görülür. Bu yüzden de verimi artırmak için kısıtlı olan su kaynaklarından en iyi biçimde kullanılmalıdır, bunun için de modern sulama tekniği olan ve sulama teknikleri içerisinde en verimli olan damla sulama sistemidir. Damla sulama ile % 10-15 gübre tasarrufu, % 25-40 su tasarrufu, % 30 verim artışı sağlanmaktadır (Lamm vd., 1997). Çizelge 2.1’de verilmiştir modern sulama karşılaştırılması.



Şekil 2.27. Damla sulama sistem unsurları.

İklim değişikliğine bağlı olarak bazı olumsuzluklar yaşanacağı ortadadır. Ancak, tüm bu olumsuzluklara karşın bazı olumlu gelişmeler yaşanması da beklenmelidir. Ülke insanımızın olduğu kadar çiftçimizin de eğitim seviyesi artacak, su yetersizlikleriyle tanışmış, bunlardan acı deneyimler kazanmış olacaktır. Damla sulama sisteminin unsurları Şekil 2.27’de ve Şekil 2.28’de verilmiştir.



Şekil 2.28. Damla sulama sisteminin unsurları.

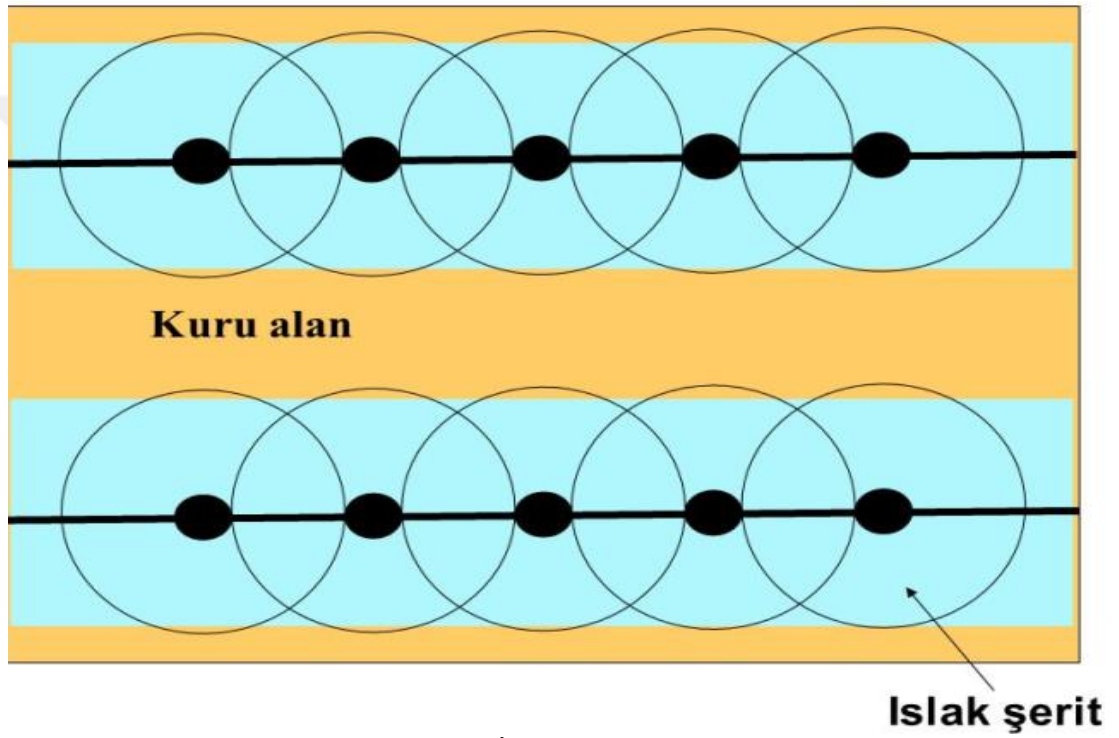
Çizelge 2.1. Modern sulama yöntemlerinin karşılaştırılması.

Öğeler	Yağmurlama sulama	Damlama sulama
Temel kapsam	Yağmurlama başlıkları alana belirli aralıklarla yerleştirilir	Damlama boruları ile su bitkilerin kök zonuna verilir
Yağmurlama oranı	Orta-yüksek	Çok düşük-düşük
Arazi eğimi	Orta dereceli eğimli alanlar	Çok eğimli yerler için uygun
Birim tesis maliyeti	Orta-yüksek	Çalılar için düşük-orta
Çim alan için kullanım	Uygun	Bazı durumlar için uygun
Çalılık alan için kullanım	Uygun	Çok Uygun
Çalışma basıncı	Orta-yüksek	Çok düşük
Su kalitesi	Az önemli	Filtre gerekli
Gübre ve ilaç verebilme	Mümkün	Mümkün
İşletme gideri	Düşük	Çok düşük
Su tasarrufu	Orta	Orta
Buharlaşma kaybı	Orta	En az
Rüzgar	Etkilenir	Etkilenmez
Maliyet	Yüksek	Orta

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Damla Sulama Sisteminde Islatma Desenleri ve Lateral Tertip Biçimleri

Damla sulama yönteminde damlatıcıların genel olarak ıslattığı alan yukarıdan daire şeklinde görülmektedir. Tekil bir damlatıcının toprakta ıslattığı alanın kesiti daha çok bir soğan başına benzemektedir. Bu şekil toprak yapısına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Lateral hat boyunca damlatıcıların birbirini örterek suyun eşit bir şekilde dağılımını sağlayan ıslak bir şerit Şekil 3.1’de oluşturması istenmektedir. Bunun için damlatıcı aralığının çok iyi bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir.



Şekil 3.1. İdeal ıslatma şeridi.

Damlatıcı aralığı, toprağın su alma hızı ve damlatıcı debisinin bir işlevidir, ve aşağıdaki formül ile hesaplanabilmektedir (Denklem 3.1).

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

Burada;

S_d = damlatıcı aralığı, m

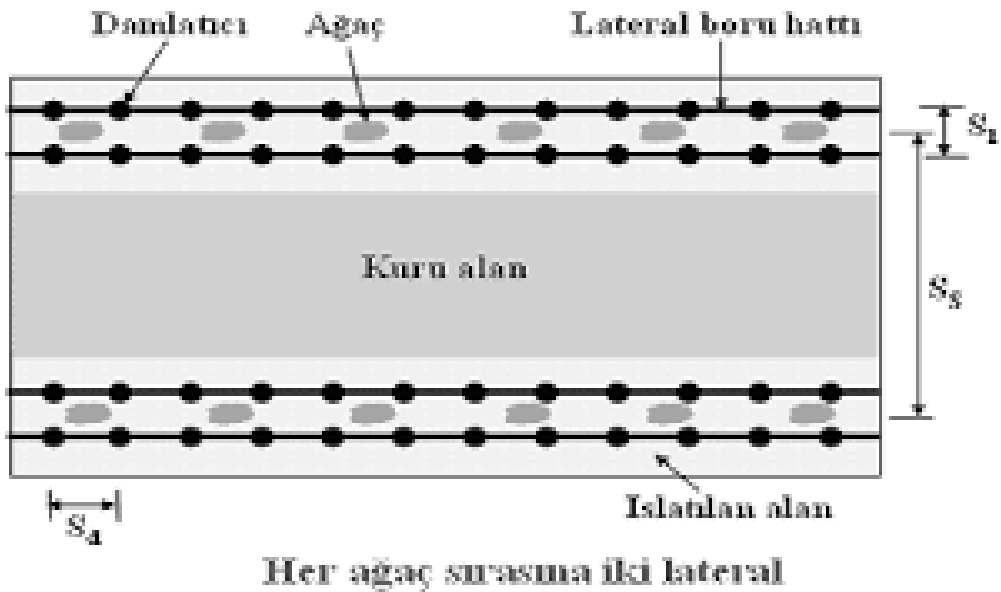
q = damlatıcı debisi l/h

I = toprağın su alma hızı (infiltrasyon) mm/ h

Tarla bitkileri ve sebzelerde lateral tertip biçimleri, Şekil 3.2’de verilmiştir. Bitki sıra aralığı damlatıcı aralığından büyükse her bitki sırasına bir lateral hattı döşenir. Damlatıcı aralığı, bitki sıra aralığına eşit ya da büyük ve sıra aralığının iki katından küçük yada eşit olduğu koşulda ($S_s \leq S_d \leq 2S_s$), her iki bitki sırası arasına bir lateral boru hattı döşenir (Şekil 3.3). Sık ekilen bitkilerde ise lateraller damlatıcı aralığına eşit olacak biçimde döşenir (Kamp vd., 1993).

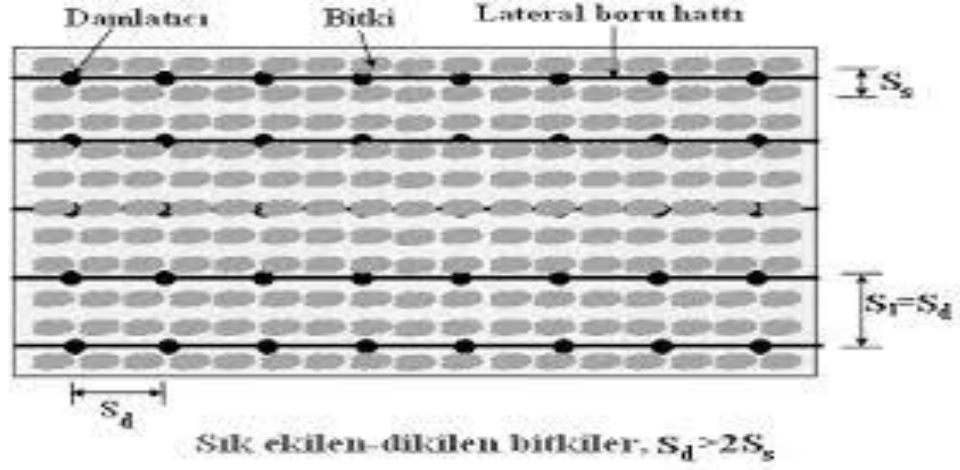


Şekil 3.2. Bitki sıra aralığı damlatıcı aralığından büyük, $S_s > S_d$.



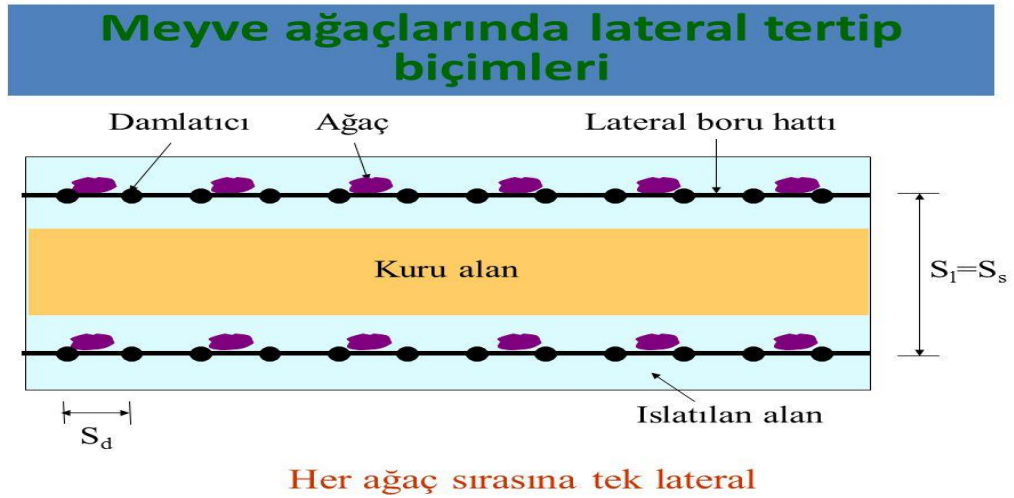
Şekil 3.3. Bitki sıra aralığı damlatıcı aralığından küçük, $S_s < S_d$.

Meyve ağaçlarında lateral tertip biçimleri; damla sulama yönteminin uygulandığı biçimleri Şekil 3.4'te verilmiştir. Bağ ya da sık dikim aralıklarına sahip meyve ağaçları söz konusu olduğunda, her ağaç sırasına bir lateral boru hattı döşenir.



Şekil 3.4. Tarla bitkileri ve sebzelerde lateral tertip biçimleri.

Damlatıcı aralıkları yapılan hesaplamalar neticesinde belirlenir. Böylece ağaç sıra üzeri ıslatılmış olacaktır. Kuru alan ağaç sıra aralarıdır. Lateral aralığı ağaç sıra aralığına eşit olur. Olgun meyve ağaçları da genellikle her ağaç sırasına iki lateral döşenir. Her ağaç sırasında lateraller damlatıcı aralığına eşit olacak şekilde sıralanır. Böylece ağaç sırası boyunca nem eşit bir şekilde dağılmış olacaktır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Meyve ağaçlarında lateral tertip biçimleri.

Damlaticılarda Debi Basınç İlişkisi (denklem 3.2)

$$q = (Kd) * (h^x) \quad (3.2)$$

Burada;

q : Damlaticı debisi

Kd : Damlaticı yapım biçimi ve akış yolu kesit alanına bağlı katsayı

h : işletme basıncı, m

x : Damalaticı akış rejimine bağlı katsayı

3.1.1 Tek lateralli sistem

(Denklemler 3.3, 3.4, 3.5, 3.6'da tek lateralli sistem tasarımı verilmiştir)

$$pw = \frac{n*Se*Sw}{Sp*Sr} * 100 \quad (3.3)$$

$$Sw = \frac{Se}{0.8} \quad (3.4)$$

$$n = \frac{Se}{Sr} \quad (3.5)$$

$$Se = 0.9\sqrt{(q/I)} \quad (3.6)$$

Burada;

Pw: Islak alan yüzdesi (%)

Sp*Sr: Bitki sıra arası(m)xBitki sıra üzeri (m)

Se: Damlaticı aralığı (m)

Sw: Islatma genişliği (m)

q = damlaticı debisi l/h

I = toprağın su alma hızı(infiltrasyon) mm/ h

Damla Sulamada Günlük Bitki Su Tüketimi Etd (mm/Gün) denklem 3.7'de verilmiştir

$$ETd = ET 0.1 (Pd) ^{0.5} \quad (3.7)$$

Burada;

Etd: Damla sulamada bitkinin günlük su tüketimi (mm/gün)

ET: Pik döneminde bitkinin günlük su tüketimi (mm/gün)

Pd : alanın bitkinin dikiliş alanına oranı (%)

Damla sulamada uygulanacak max net sulama derinliği (mm) denklem 3.8’de verilmiştir

$$dn = (FC - WP) * MAD * \% Pw * As * Drz * 10 \quad (3.8)$$

Burada;

dn : Maksimum sulama derinliği (mm)

FC : Tarla kapasitesi (%)

WP : Solma noktası (%)

MAD : İzin Verilebilir nem eksikliği (%)

As : Toprağın hacım ağırlığı (gr/cm³)

Pw : Islanan alan yüzdesi (%)

AW : Toprağın su tutma kapasitesi (mm/m)

Drz : Bitkinin etkili kök derinliği (m)

Sulama aralığı Denklem 3.9’da verilmiştir

$$SA = \frac{dn}{ETd} \quad (3.9)$$

Seçilen sulama aralığında sulama suyu ihtiyacı Denklem 3.10’da verilmiştir

$$d = ETd * SA \text{ " } ETd * SA \text{ " } \quad (3.10)$$

Burada;

d: Her sulamada verilecek net sulama suyu derinliği (mm)

SA’: sulama aralığı (gün).

SA: Sulama aralığı (gün)

ETd: günlük su tüketimi (mm/gün) .

Proje amaçları için olgun mahsulün ETd değerleri projelenmede kullanılacaktır ancak her zaman dn d olmalıdır.

Her bitki için günlük su ihtiyacı (l/gün) Denklem 3.11’de verilmiştir

$$G = \frac{dt}{SA} Sp * Sr \quad (3.11)$$

Burada;

G :Her bitkinin günlük su ihtiyacı (l/gün)

dt :Her sulamada uygulanan toplam su

SA :Kabul edilen sulama aralığı (gün)

$S_p * S_r$: Bitki dikiliş aralığı (m* m)

Sulama süresinin bulunması Denklem 3.12’de verilmiştir

$$T_a = G * n * q * N * S A' \quad (3.12)$$

Burada;

T_a : Sulama süresi (h)

G : (l/gün)

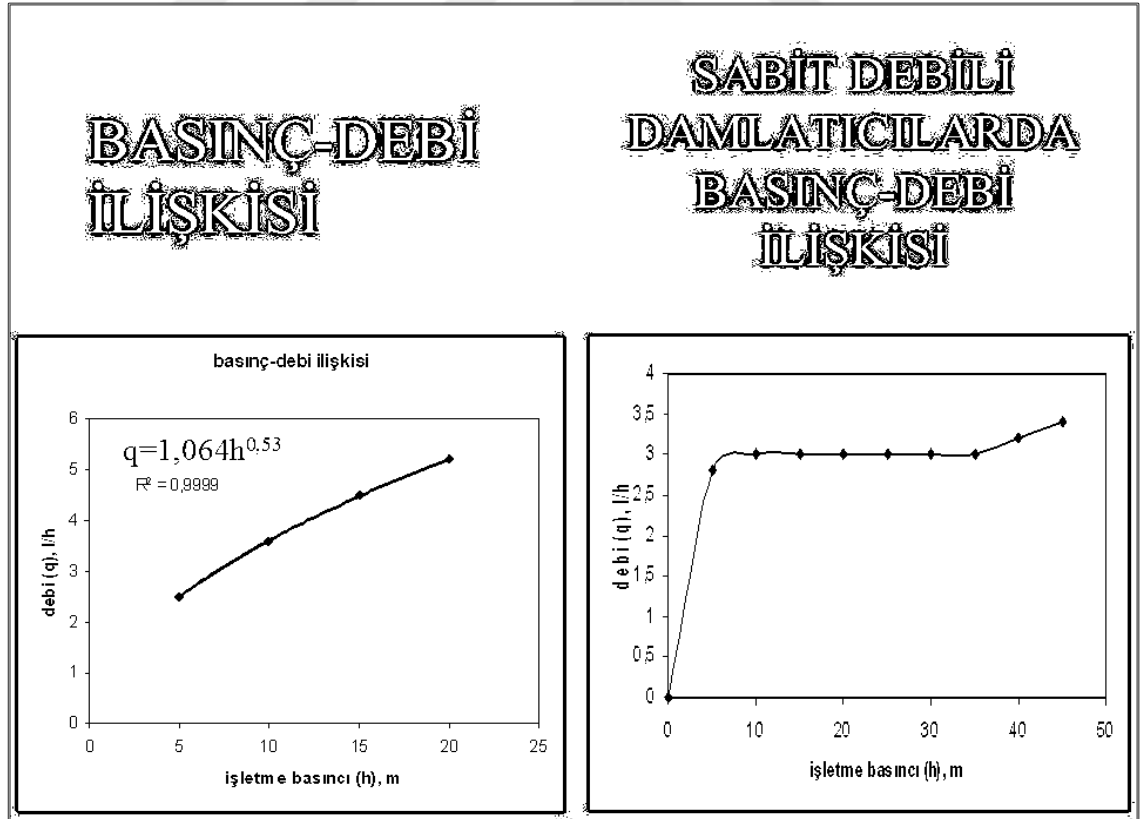
d_t :sulama suyu miktarı (mm)

n : damlatıcı adedi

N : Dekardaki damlatıcı adedi

q : Ortalama damlatıcı debisi

Eğimli ve dalgalı arazilerde (20-30 m eğim) kullanılan basınç damla sulama borusu regülatörlü 2.3 - 3.5 litre /saat debili 40-50-60-75 cm’de bir damlatıcılı damla sulama borusu (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Basınç-debi ilişkisi.

3.1.2 Kullanılacak boru veya bağlantı elemanının iç çapının hesabı

Denklem 3.13'te verilmiştir

$$D = \sqrt{(Q \times 21,22) / v} \quad (3.13)$$

Burada;

Q : debi (litre / dakika),

v : akışkan hızı (m/s),

D : boru veya bağlantı elemanının iç çapı (mm),

Akışkan hızı için: v: 0.6 – 1.2 m/s,

v (basınç) : 2 – 5.5 m/s,

v(dönüş) : 1.5 – 4 m/s alınır.

Boru veya hortumlarda meydana gelen basınç kayıpları
akışkan hızı (Denklem 3.14)

$$V = ((Q \times 21,22) / D^2) \quad (3.14)$$

Reynold sayısı (Denklem 3.15)

$$Re = (1000 \times v \times D) / \nu \quad (3.15)$$

sürtünme katsayısı (Denklem 3.16), (Denklem 3.17)

$$f = \frac{64}{Re} \quad (3.16)$$

$$\Delta P = (v^2 \times f \times L \times \rho) / 2D \quad (3.17)$$

Burada;

Q : debi (litre / dakika)

v : akışkan hızı (m/s)

D : borunun iç çapı (mm)

Re : Reynold sayısı (Laminer bir akış için $Re < 2300$ olması gerekir.)

f : sürtünme katsayısı

ν : çalışma sıcaklığında sıvının kinematik viskozitesi (cst)

ρ - akışkanın yoğunluğu.

Damlama sulama sistemi bir su dağıtım sistemidir; bu nedenle, pompa ünitesinden başlayan, akış yönüne karşı yürütülen ve doğru yayıcılar kullanılan bir tasarım olmalıdır. Bir damlama alt ünitesinin tasarımının temel ilkeleri aşağıdaki

paragraflardaki gibi özetlenebilir: Ortalama yayıcı deşarj Denklem 3.18’de hesaplanabilir.

$$q_a = \frac{dg}{t_a} s_e s_l \quad (3.18)$$

Burada;

q_a = ortalama yayıcı deşarj, lph

dg = brüt sulama derinliği, mm,

t_a = sulama başına uygulama süresi, saat,

s_e = Yanal üzerinde yayma aralığı, m,

s_l = manifold (dağıtım borusu) üzerindeki yanal aralık, m.

Yayıcının ortalama operasyonel basınç yükü, ortalama kullanılarak hesaplanabilir alt ünitedeki yayıcı deşarjı (Denklem 3.19).

$$h_a = \left(\frac{q_a}{k} \right)^{1/x} \quad (3.19)$$

Burada;

x = Akış rejimine bağlı yayıcının üst damlatıcıda,

k = uygulanan yük entegresi (birlik) eşit olduğunda yayıcının deşarjı

3.1.3 Maliyet etkinliği

Boru hattı, toprak kanallarının inşa edilmesine kıyasla çok maliyetli olarak kabul edilir, ancak bu yalnızca arazinin serbest olduğu veya piyasa fiyatının çok az bir kısmında elde edildiği zaman geçerlidir. Kanallar için gereken arsa pazar fiyatından değer alırsa, boru hattı maliyet etkin bir alternatif haline gelir. Bu nedenle sızıntı nedeniyle su kaybı ve açık kanalda buharlaşma üretim kaybına neden olur. 2006 yılında Nevada üniversitesinde bir araştırma çalışması yapılmıştır. Yazarlar, 20 mil uzunluğundaki bir kanaldan buharlaşma ve sızıntı nedeniyle su kayıplarını hesaplamışlardır. Kanalin 11 m³/sn deşarjı var ve kumlu toprak üzerine inşa edilmiş, kayıplar yaklaşık 84.3 m³/sn'dir. Bu su kaybı, yonca ile ekilen 7714 dönümlük bir alandaki üretim kaybına neden oldu (Kamp vd., 1989). Ayrıca, 20 yıl boyunca net getiri hesaplanır ve 300.000 \$ 'a eşittir. Değişken maliyetin ana bileşeni, sistemin hidrolik tasarımına bağlı olan enerji veya pompalama maliyetidir. Pompalama

maliyeti belirli bir alt ünite için gereken güç, sistemin enerji gereksinimleri göz önünde bulundurularak yıllık olarak hesaplanabilir. (Denklem 3.20).

$$kW = \frac{2.722 Q_m TDH}{1000 \varepsilon} \quad (3.20)$$

Burada;

kW = gerekli güç girişi, kW

Q_m = alt birimin toplam tahliyesi,

TDH = alt ünitenin toplam dinamik yükü, m ve

ε = genel pompalama-birim verimliliği, yüzde.

Alt ünitenin toplam tahliyesi Denklem 3.21’de hesaplanabilir:

$$Q_m = \frac{n_e n_l m q_a}{1000} \quad (3.21)$$

Burada;

n_e = Yanaldaki yayıcı sayısı ve

n_l = alt birimdeki yanal sayısı.

3.1.4 Çalıştırma ve bakım

Borulu sistemlerde ihtiyaç duyulan çalışma süresi, açık kanallar için gerekli olanların onda biri ile çeyreğinde değişmektedir. Açık kanallar yetenekli iş gücü gerektirebilirken, herhangi bir kişi boru sistemlerini kolayca çalıştırabilir. Açık kanallarda, köklerin neden olduğu hasarı önlemek için pahalı işlemler gerçekleştirilir; bankalardan sızma; yabancı otların yayılması; siltasyon ve sedimentasyon; çıkışların ve kapıların tıkanması; vb. Borulu sistemlerde, herhangi bir bakım ya da sürekli inşaat onarımı gerekli değildir. Borulu sistemlerin temel bileşen parçaları ilk yedi yıl boyunca minimum bakım gerektirir. Komple boru sistemi, ilk yatırımın yaklaşık yüzde 5’ine mal olan yıllık bir bakım gerektirir.

Diğer avantajlar

- 1- Pervane, kompanzasyon ve köprülere (yollar veya yayalar) ihtiyaç duymaz.
- 2- Kolay kurulum ve bakım, pompalarla sulanan alanların çiftçilerine işletme ve bakım yükünü azaltma.
- 3- Su dağıtımında eşitlik, işe entegre sulama imkanı zamanlama.
- 4- Çeşitli topoğrafya ve toprak alçıklarına uygunluk.

- 5-Onları doğrudan modern tarla sulama sistemleriyle kullanma imkanı (damla sulama gibi) Ek pompalara gerek kalmada
- 6- İletim verimliliğini % 99.8'e kadar yükseltir.

3.2 Dünya Çapında Kapalı Sulama

Son yıllarda, sulama için açık kanallar yerine boruların kullanılması, birçok ülkede, özellikle gelişmiş ülkelerde, bir eğilim haline gelmiştir. ABD'de 1950 yılında su taşıma verimliliğini % 97'ye kadar arttırmak için bir boru sulama çalışması başlatılmıştır. Borulu sulama alanı, eski Sovyetler Birliği'nde 1950'lerde % 1'den azdı ve % 30-40'ına kadar su tasarrufu sağladı. Çin'de 1960'ların ortalarında yaygın olarak kullanılıyordu. Su Koruma Komisyonu, 1991, 1995 yılı sonuna kadar bir dizi anket gerçekleştirdi.

İspanya'daki birçok sulama sistemi, su taşınımını yüzey kanallarından lastik contalı betonarme borulara dönüştürüyor. Teksas'taki Hidalgo ilçesinde bulunan 20000 hektarlık bir sulama sistemi, su ve enerji tasarrufu, sağlık risklerini azaltma ve vektör kontrolünü iyileştirme açısından uygun olduğunu kanıtlamıştır. Kanada'daki Alberta da açık kanalların yerine gömülü borularla güçlendirilmiş benzerliğe sahip. Çiftlik arazisi üzerindeki nüfus baskısının yüksek olduğu Hindistan bağlamında, boru hatları, yüzey kanal ağının gerektirdiği üretken alanların çoğuna olan ihtiyacı azaltabilir.

3.2.1 Su iletiminde temel denklemler

Süreklilik Denklemi:

Süreklilik denklemi, kütlenin korunumu ilkesinin matematiksel bir ifadesidir. Bu denklemin en basit şekli kapalı bir kanaldaki tek boyutlu sıkıştırılmaz sabit akış içindir. Herhangi iki bölüm arasında süreklilik uygulamak, Denklem 3.22'de verilmiştir

$$A_1 V_1 = A_2 V_2 = Q \quad (3.22)$$

Burada;

A, iki bölüm arasındaki ulaşışın enine kesit alanıdır,

V, ulaşmadaki ortalama hızdır,

Q, ulaşma akış hızıdır.

(Denklem 3.22), bölümler arasında ilave sıvı kaybı veya kayıp olmadıkça, herhangi bir sert boru için geçerlidir. Boru bağlantısında olduğu gibi iki veya üç boyutlu akış için, (Denklem 3.23) genelleştirilebilir

$$\sum A_i V_i = 0 \quad (3.23)$$

Bu, borulara uygulandığında, kavşaktaki borulardan geçen kütle akışının toplamının (veya entegrasyonunun) sıfır olması gerektiği anlamına gelir.

3.2.2 Enerji denklemi

Termodinamiğin birinci yasası, bir sistemin iç enerjisindeki değişimin, sıvıya eklenen enerjinin toplamına ve sıvının yaptığı işe eşit olduğunu belirtir. Sıkıştırılmaz boru akışı için (eşit bir hız profili varsayarsak) enerji denkleminin genel bir formu Denklem 3.24'te:

$$\frac{p_1}{\rho} + g Z_1 + \frac{V_1^2}{2} = \frac{p_2}{\rho} + g Z_2 + \frac{V_2^2}{2} - W_P + W_T + W_F \quad (3.24)$$

Her dönemin birimi, birim kütle başına enerji birimidir. Denklemin her iki tarafındaki ilk iki terim potansiyel enerjidir. Eşdeğerlendirme (denklem 3.24) sürekli akışla sınırlandırılmıştır ve nükleer, elektriksel, manyetik ve yüzey gerilimi enerjilerini yok sayar. Denklem bölerek enerji denkleminin alternatif bir formu elde edilir. (Denklem 3.24) yerçekimi ile. Birimler sıvının birim ağırlığına göre enerjidir: ft-lb/lb veya N.m/N, bu sadeleştirme (Denklemin 3.25) sonra sırasıyla ayağa veya ölçereindirgenir:

$$\frac{p_1}{\gamma} + z_1 + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + \frac{V_2^2}{2g} - H_P + H_T + H_F \quad (3.25)$$

İlk üç terim şunlardır: basınç başlığı ($\frac{p}{\gamma}$), bazı verilerin üzerinde yükselme başına (z) ve hız başlığı ($\frac{V^2}{2g}$). Denklemin sağ tarafındaki son üç terim şunlardır:

Bir pompa (H_P) tarafından eklenen veya bir türbin (H_T) tarafından eklenen toplam dinamik baş ve sürtünme artı küçük baş kayıpları (H_F).

3.2.2.1 Baş kaybı formülleri

Denklem (3.25) 'deki baş kaybı terimi, iki tür gerçek - akışkan olayını, boru duvarındaki akışkan kayması nedeniyle oluşan baş kaybı (boru sürtünmesi) ve yerel bozulma (boru kıvrımları ve borunun uzunluğu boyunca mevcut diğer bağlantı parçaları) (Yıldırım ve Ağırlioğlu, 2006). Üç farklı formülden birini kullanarak bir boruda akan suyun kaydığı hidrolik baş:

1- Darcy - Weisbach denklemi

Fransız mühendis Henri Darcy, çalkantılı şartlarda su akışını, uzun düzensiz tek tip çaplı borularda araştırdı. Enerjinin sıvı sürtünmesi ile dağılması, akış yönünde bir peizometrik baş düşmesine neden olur. Boyutsal analiz, sürtünme kaybı (h_f) ve akış parametreleri arasında fonksiyonel bir ilişki sağlamak için kullanılabilir. Ortaya çıkan denkleme Darcy - Weisbach denklemi denir (Denklem 3.26).

$$h_f = \frac{f L V^2}{2g d} = \frac{f L Q^2}{1.23 g d^5} \quad (3.26)$$

2-Hazen - William formula

Hazen - William formülü, ABD'de en sık kullanılan baş kaybı formülüdür. Su dışındaki sıvılar için kullanılamaz ve başlangıçta sadece türbülanslı akış için geliştirilmiştir. Bu denklemin sonuçları, formülle kullanılması gereken sürtünme faktörünün (C) değerine bağlıdır ve bu, boru tipine, boru boyutuna ve su hızına bağlı olarak (80'den 130'a kadar) ve daha yüksek olabilir (Yıldırım ve Ağırlioğlu, 2002). Hazen - William formülü aşağıdaki Denklem 3.27'de verilmiştir

$$h_f = 10.674 \times C^{-1.852} \times D^{-4.871} \times L \times Q^{1.852} \quad (3.27)$$

Burada:

h_f sürtünme baş kaybı (m),

C Hazen - William sürtünme katsayısı (boru pürüzlülüğüne bağlıdır),

D boru çapı (m),

L boru uzunluğu (m)

Q deşarj (m^3/s).

Bir dağıtım borusundaki baş kaybı h_f , Christiansen (1942) 'den hesaplanabilir: (Denklem 3.28)

$$h_f = H_f F \quad (3.28)$$

Burada:

h_f = bir dağıtım borusundaki baş kaybı, m,

F = Christiansen'in azaltma faktörü, 1'e eşit veya daha az hesaplanan (Denklem 3.29).

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n i^{1.852}}{n^{2.852}} \cong \frac{\int_0^n (x+0.5)^{1.852} dx}{n^{2.852}} \quad (3.29)$$

Burada:

i = sayaç

n = toplam açılış sayısı.

Düzgün eğimlerdeki yanallar için yanal giriş basınç gücü h_i , aşağıdaki gibi öngörülebilir (Denklem 3.30) (Keller ve Karmeli, 1974) :

$$h_i = h_a + 0.75 h_{fl} \mp \eta \Delta EL_l \quad (3.30)$$

Burada:

h_i = yanal giriş basınç gücü, m,

h_{fl} = yanal bir borudaki baş kaybı, m,

ΔEL_l = yanal boyunca zemin yükseklik farkı, m, ve

η = tasarımcının tecrübesine göre tercih edebileceği 0 ile 1 arasında bir faktör

Dağıtım borusunun tasarımı, yanalına benzer, ancak daha büyük akış hızları vardır.

(Denklem 3.30) kullanılarak toplam dinamik yük hesaplanabilir (Denklem 3.31).

$$TDH = h_a + \frac{3}{4} h_{fl} + \frac{3}{4} h_{fm} + h_{ml} \pm \eta \Delta EL_l \pm \gamma \Delta EL_m \quad (3.31)$$

Burada;

h_{fm} = Manifold(dağıtım boruları) baş kaybı, m,

h_{ml} = alt birimdeki küçük baş kayıpları, m,

γ = tasarımcının tecrübesine göre 0 ile 1 arasında seçilebilecek bir faktör

ΔEL_m = manifold boyunca zemin yükseklik farkı, m.

Yanal ve manifold daki sürtünmeden dolayı oluşan baş kayıpları (3.27) ve (3.28) denklemleri birleştirilerek hesaplanabilir (Denklem 3.32), (Denklem 3.33).

$$h_{fl} = \lambda q_a^{1.852} D_l^{-4.87} \Gamma_{n_e} (s_e + l_{ee}) \quad (3.32)$$

$$h_{fm} = \lambda q_a^{1.852} m^{1.852} n_e^{1.852} D_m^{-4.87} \Gamma_{n_l} (s_l + l_{el}) \quad (3.33)$$

Burada;

D_l = yanal borusunun çapı mm,

D_m = manifold borusu çapı mm, ve

$\lambda = 0.2933$ 'e eşit bir sabit, 150'ye eşit olduğunda

$$\Gamma_{n_e} = \sum_{i=1}^{n_e} i^{1.852} \quad (3.34)$$

$$\Gamma_{n_l} = \sum_{i=1}^{n_l} i^{1.852} \quad (3.35)$$

Küçük kayıplar ortalama basınç toplamının ve sürtünme baş kaybının bir yüzdesi olarak kabul edilebilir (3.20) ve (3.35) denklemleri kombine edilerek basitleştirilir. Bu durum gösterir ki, Denklem 3.36'da verilmiştir.

$$kW = \frac{1}{\varepsilon} \left(a \frac{q_a^{(1+\frac{1}{x})}}{k^{(\frac{1}{x})}} + a_1 q_a^{2.852} \Gamma_{n_e} (s_e + l_{ee}) + a_2 q_a^{2.852} m^{1.852} \Gamma_{n_l} (s_l + l_{el}) \right) \quad (3.36)$$

$$a = \frac{2.722}{10^6} n_e n_l m R \quad (3.37)$$

$$a_1 = \frac{0.5988}{10^6} n_e n_l m R D_l^{-4.87} \quad (3.38)$$

$$a_2 = \frac{0.5988}{10^6} n_e^{2.852} n_l m R D_m^{-4.87} \quad (3.39)$$

R = küçük kayıplar yani sürtünme yük baş, ortalama basınç toplamının bir yüzdesi olarak ifade edilmiştir.

l_{ee} = Yanaldaki her verici bağlantısının eşdeğer uzunluğu, m, ve

l_{el} = manifold üzerindeki her bir yanal bağlantının eşdeğer uzunluğu m,

Böylelikle, bir alt birim için yıllık pompalama maliyeti aşağıdaki denklem 3.40'ta hesaplanabilir:

$$APC = kW T_a U_c \quad (3.40)$$

APC = yıllık pompalama maliyeti, \$,

T_a = yıllık çalışma süresi: yani her bir sulama faaliyeti süresinin hangi sıklıkta yapıldığı belirtilip çarpılarak yıllık sulama süresinin bulunması,

U_c = birim enerji maliyeti, \$ / kW-saat.

Denklem (3.36) yi denklem (3.40) ya uygulayarak yıllık pompalama maliyeti bulunabilir (Denklem 3.41).

$$APC = \left(a \frac{q_a^{(1+\frac{1}{x})}}{k^{(\frac{1}{x})}} + a_1 q_a^{2.852} \Gamma_{n_e} (s_e + l_{ee}) + a_2 q_a^{2.852} m^{1.852} \Gamma_{n_l} (s_l + l_{el}) \right) \quad (3.41)$$

Burada;

Dg = yıllık brüt derinlik, mm.

Yıllık sabit maliyeti; Denklem 3.42’de verilmiştir

$$AFC = \frac{B}{s_e s_l} + \frac{B_1 + B_2}{s_l} + B_3 \quad (3.42)$$

Toplam yıllık maliyet hesabı denklem (3.42) ve denklem (3.41) kullanılarak elde edilir Denklem 3.43’te verilmiştir.

$$TAC = AFC + APC \quad (3.43)$$

TAC = alt ünitenin toplam yıllık maliyeti, \$.

Bu araştırmada sadece yayıcı ve yanalların aralıkları esas kabul edildi.

Bu nedenle değişkenler ve sunulan problem şu şekilde ifade edilebilir, geniş manada,

$$f(s_e, s_l) = 0 \quad (3.44)$$

$$\text{Bağlı,} \quad 0 \leq s_e \leq \sigma \quad (3.45)$$

$$0 \leq s_l \leq \rho \quad (3.46)$$

σ and ρ = yayıcıların aralığına uygulanan üst sınırlar ve yanallar sırasıyla m.

(Denklem 3.44) verdiği fonksiyona göre aynı anda hidrolik emisyon homojenliği sağlamak ve toplam yıllık maliyeti dikkate almak şöyle uygulanır, (Denklem 3.47)

$$Z = \frac{\alpha EU_h}{TAC} \quad (3.47)$$

Z = amaç işlevi

α = bir ölçeklendirme faktörü.

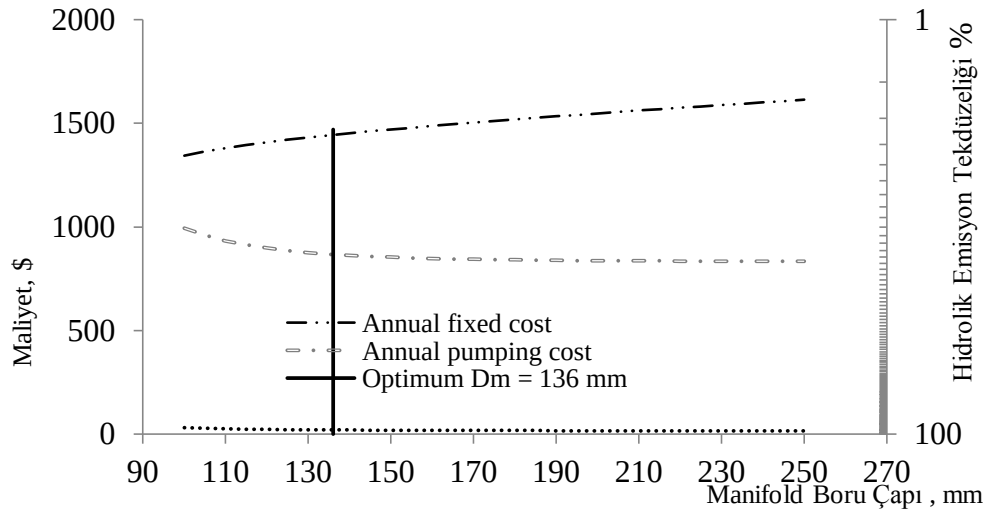
Hidrolik emisyon düzgünlüğü, EU Jafar ve Hayder (2012) tarafından geliştirilen denklem ile aşağıdaki gibi hesaplanır: (Denklem 3.48) (Denklem 3.48a)

$$EU_h = \left[1 - \varphi D_l^{-4.87} (s_e + l_{ee}) \Gamma_{ne} - \varphi (m n_e)^{1.852} D_m^{-4.87} (s_l + l_{el}) \Gamma_{nl} \right]^x \quad (3.48)$$

$$\varphi = \beta k^{1/x} q_a^{1.852-1/x} \quad (3.48a)$$

β = a sabit bir eşitlik, C =150 eğer 0.07332 ise

En ekonomik boru boyutu, asgari toplam yıllık maliyetle ilişkilendirilir. Örneğin, yıllık sabit maliyet ve yıllık pompalama maliyetinin toplamıdır, ancak, en ekonomik boru boyutu sadece ekonomik hususlara dayanmaktadır (Jahad, 2010). Önce manifold çapı ve sulama sistemine özgü ayrıntılı tasarım yürütülmesi, belirli bir veri kümesi kullanılarak, yayıcı ve yanal aralıkları için değerler atanarak gerçekleştirildi, sonra (Denklem 3.48) kullanarak hesaplama yapıldı, ardından toplam yıllık maliyeti (Denklem 3.43) kullanarak hesaplanması, ve sonra (Denklem 3.47) kullanılarak objektif fonksiyonun değerini bulma işlemi yapıldı Şekil 3.7’de manifoldun çapı ile hidrolik emisyon homojenliğinin değişimini, yıllık sabit maliyeti, yıllık pompalama maliyetini, toplam yıllık maliyeti, ve objektif fonksiyonunu göstermektedir.



Şekil 3.7. Hidrolik emisyon homojenliğinin değişimi ile yıllık sabit maliyeti.

3-Chezy - Manning denklemi

Chezy - Manning formülü açık kanal akışı için daha yaygın olarak kullanılır; ancak, tam ve kısmi boru akışına Denklem 3.49' da uygulanabilir:

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R^{2/3} \times S^{1/2} \quad (3.49)$$

Burada;

(N) pürüzlülük faktörü veya sürtünme katsayısı olduğu durumlarda,

R, hidrolik yarı çaptır

S, yatak eğimidir.

b- Küçük baş kaybı

Yerel bir kayıp, tek başına boru sürtünmesine ek olarak, vanaların, kıvrılmaların ve diğer bağlantıların olduğu gibi bazı akış kaynaklarının akışının lokal olarak kesilmesinden kaynaklanan herhangi bir enerji kaybıdır. Bu enerjinin asıl dağılımı, boru hattının sonlu fakat zorunlu olarak kısa boyuna bir kesiti üzerinde gerçekleşmez, ancak hidrolikte, bu kaybın tüm miktarını, akış bozulmasına neden olan cihazın bulunduğu yerde toplayacak veya yoğunlaştıracak kabul edilen bir kuraldır. Bir kayıp, diğer enerji kayıpları ve boru sürtünmesi ile karşılaştırıldığında yeterince küçükse, küçük bir kayıp olarak kabul edilebilir (Safa, 2013). Genellikle küçük çaplı kayıplar, ön çalışmalarda veya boruların çok uzun olduğu zamanlarda meydana geldiği gibi, oldukça küçük olduğu biliniyorsa ihmal edilir. Bununla birlikte, bazı yerel kayıplar, hiçbir zaman küçük bir kayıp olarak adlandırılmayacakları kadar büyük veya önemli olabilirler; örneğin, sadece kısmen açık olan bir vana. Normal olarak, teori tek başına bu cihazların neden olduğu enerji kayıplarının büyüklüklerini ölçemez, bu nedenle bu kayıpların temsili büyük ölçüde deneysel verilere bağlıdır. Yerel kayıplar genellikle Denklem 3.50' de hesaplanır.

$$hL = KL \times v^2 \times 2g \quad (3.50)$$

$v = Q/A$ normalde aşağı akış ortalama hızı ve KL 'dir: kayıp katsayısı ani bir genişleme için birliktir ve çeşitli kademeli konik genişlemeler için 0.2 ve 1.2 arasındaki değerleri alır.

3.2.3 Tüketici kullanımı (buharlaştırma)

Evapotranspirasyon (ET) terimi, kara yüzeyinden atmosfere, buharlaşmaya ve terlemeye iki su kaybı sürecini tanımlamak için yaygın olarak kullanılır. Buharlaştırma, sıvı suyun su buharına (buharlaştırma) dönüştürüldüğü ve toprak yüzeyi, ıslak bitki örtüsü, kaldırım, su kütleleri, vb. gibi kaynaklardan uzaklaştırıldığı işlemidir. Terleme, bir bitki içindeki sıvı suyun buharlaşmasından ve daha sonra kaybedilmesinden oluşur (Yıldırım ve Ağralıoğlu, 2003).

Tüketici kullanım tahmini yöntemleri

Referans ürün Evapotranspiration (ET₀) tahmini, sulama ve tarımsal su araştırması, yönetimi ve geliştirilmesinde önemlidir. ET₀'nun mekansal dağılımına dair genel bilgi, küresel ekosistem araştırması için önemine rağmen hala kabataslakdır. Bunun bir nedeni ET₀, yalnızca ana istasyonlarda gözlemlenen birçok meteorolojik parametreye bağlı olduğundan doğrudan gözlemlenmenin zor olmasıdır. Evapotranspirasyonu farklı iklim değişkenlerinden tahmin etmek için çok sayıda ampirik yöntem geliştirilmiştir.

FAO Penman-Monteith yöntemi, ET₀'nun belirlenmesinde tek yöntem olarak önerilmektedir. Penman-Monteith Metodu şöyle tanımlanabilir: Buharlaştırma transpirasyonunu ısı dengesinin yaklaşık bir çözümü olarak tahmin etmek için Denklem geliştirildi. 1948'de Penman tarafından ve 1965'te Monteith tarafından değiştirildi. 1992'de FAO tarafından, varsayılan sabit parametreler kullanılarak denkleştirmeyi basitleştirmek için, sulama ve drenaj kağıdı ile bir güncelleme denklemi önerildi FAO Penman - ET₀'ı tahmin etmek için en uygun yöntem Denklem 3.51' de:

$$ET_0 = \frac{0.408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 u_2)} \quad (3.51)$$

Burada;

ET₀: referans evapotranspirasyon [mm / gün].

R_n: ürün yüzeyinde net radyasyon [MJ / m² / gün].

G: toprak ısı akısı yoğunluğu [MJ / m² / gün].

T: 2 m yükseklikte ortalama hava sıcaklığı [° C].

u_2 : 2 m yükseklikte rüzgar hızı [m / sn].

e_s : doyma buhar basıncı [kPa].

e_a : gerçek buhar basıncı [kPa].

$e_s - e_a$: doyma buhar basıncı açığı [kPa].

Δ : Şev buharı basınç eğrisi [kPa / ° C].

γ : Psikometrik sabit [kPa / ° C].

ETo yöntemlerinin avantajları ve dezavantajları Çizelge 3.1’de verilmiştir.



Çizelge 3.1. ETo yöntemlerinin avantajları ve dezavantajları.

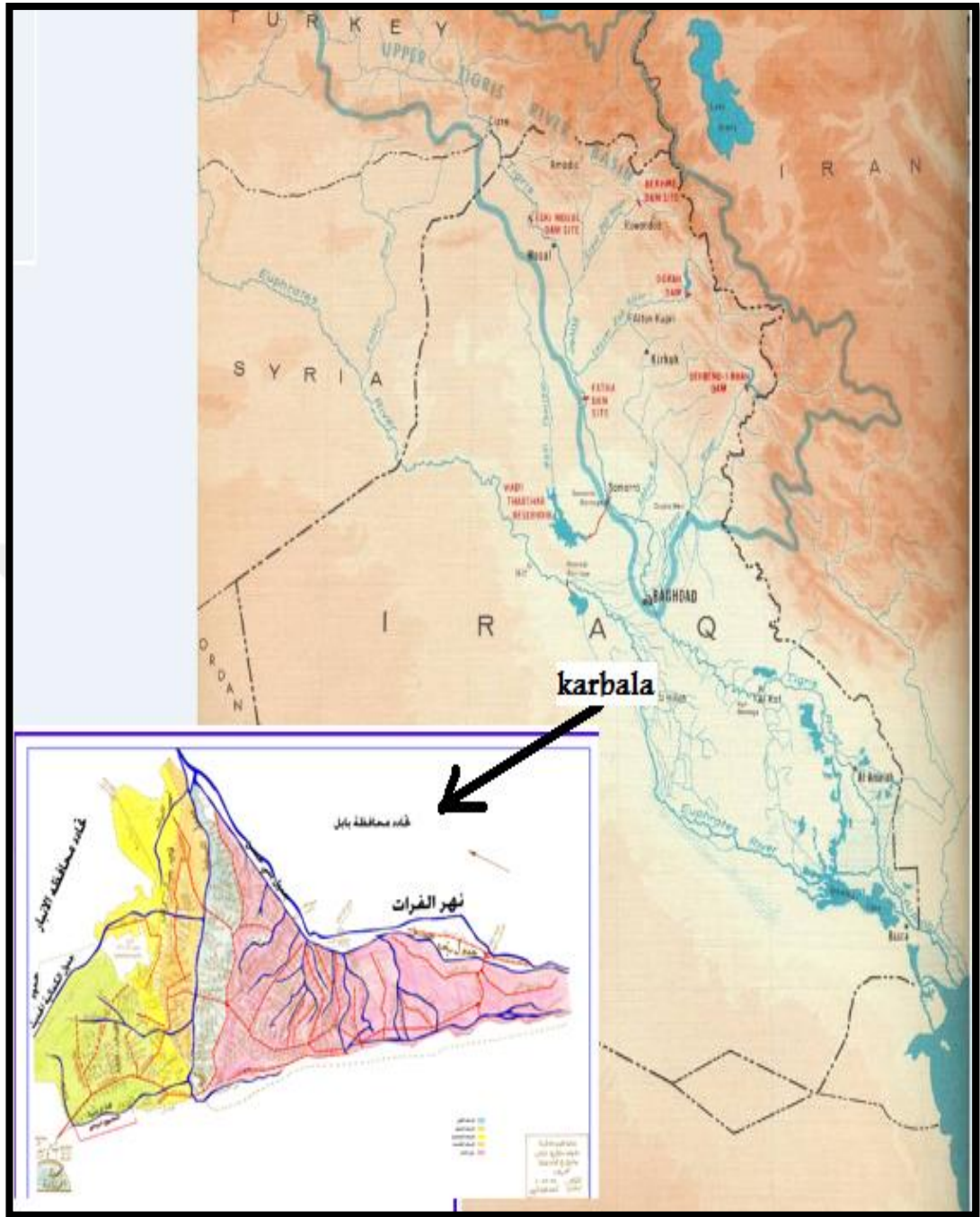
Yöntem	Denklem	Avantajlar	Dezavantajlar
Blaney-Criddle (B.C)	$ET_o = C [p (0,46 T + 8)]$ T: Ortalama günlük Sıcaklık. C: Minimum bağıl neme bağlı olarak faktör katsayısı. P: Yıllık günlük zaman saatlerinin günlük ortalama yüzdesi.	Kullanımı kolay. Minimum iklimsel veri mevcut olduğunda kullanılabilir.	Sonuçlar aşağıdaki durum için güvenilir olmayabilir: Ekvator bölgeleri, küçük adalar, yüksek irtifalar. Geçerliliği, Temp'in genel hava koşullarının iyi bir göstergesi olduğu bölgelerle sınırlıdır. ETo'yu sadece en az bir ay süreyle tahmin etmek için kullanılmalıdır
Radyasyon	$ET_o = C (W R_s)$ Rs: Mj / m² / gün cinsinden ışıma W: Ağırlık faktörü Sıcaklığa bağlı, rakım. C: Katsayı neme ve rüzgara bağlı	Daha güvenilir sonuç verir. Ekvatorial bölgeler için, Küçük adalar veya B.C Yöntemi de yüksek irtifalar. Kullanımı nispeten basittir.	C katsayısının makul sonuçlar elde etmek için doğru olması gerekir. ETO'u en az bir ay süreyle hesaplamak için kullanılır. Kurak iklimlerde evapotranspirasyon u hafife alma eğilimindedir.
Pan(tava) Buharlaştırma	$ET_o = K_p E_{pan}$ Kp: Pan katsayısı Epan: mm / gün cinsinden pan buharlaşması	ETo değerlerini on gün veya daha uzun bir süre için tahmin etmek için kullanılabilir. Buharlaşma tavaşı ucuz ve ayarlanması kolaydır.	Doğruluk, kazanın türüne ve konumuna bağlıdır, kazanın rengi ve malzemesi buharlaşma hızını etkiler. Epan'ın değeri zamanla olmaz.
Penman-Montieth	$ET_o = \frac{0.408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 u_2)}$	FAO, ETO değerini tahmin etmek için tek yöntem olarak öneriyor. İklimsel veriler ve araç FAO'dan temin edilebilir. Günlük olarak ETo'yu tahmin etmek için kullanılabilir.	Hazırda bulunamayan önemli miktarda iklim verisi gerektirir. Bununla birlikte, aylık ortalama iklim verileri, 3250 iklim istasyonu için dijital olarak mevcuttur.

Referans bitki buharlaşması, Eto

Buharlaşma ve terleme aynı anda gerçekleşir ve her iki işlem de güneş radyasyonu, hava sıcaklığı, bağıl nem ve rüzgar hızına bağlıdır. Terleme oranı da mahsul özellikleri, çevresel boyutlar ve yetiştirme uygulamalarından etkilenir. Farklı bitki türleri farklı terleme oranlarına sahip olabilir. Terleme değerlendirilirken sadece mahsul türü değil, mahsul gelişimi, ortamı ve yönetimi de göz önünde bulundurulmalıdır. Örneğin, mahsul küçük olduğunda, toprak yüzeyinin çok azı bitki tarafından kaplandığından su ağırlıklı olarak toprak buharlaşması ile kaybolur, ancak mahsul iyi geliştiğinde ve toprağı tamamen kapladığında terleme ana süreç haline gelir.

Eto halihazırda mevcut olan toprak suyunun belirtilen bitki örtülü yüzeylerden buharlaşma hızı olarak tanımlanır. ETo kavramı, mahsulün türü, mahsul geliştirme ve yönetim uygulamalarından bağımsız olarak atmosferin buharlaşma talebini incelemek için tanıtıldı. Referans yüzeyde su bol miktarda mevcutsa, toprak faktörleri ET'yi etkilemez, ancak toprak suyu içeriğı azaldıkça ET fazla mesaiyi azaltabilir. Bitki buharlaştırma terimlerinin sonuçları cropwat yazılımı uygulanarak elde edilir.

Kerbela ili, Bağdat'ın yaklaşık batısında (100 km) bulunan sözde (orta Fırat) eyaletlerinden biridir. Şehrin Coğrafi konumu N44° 40 ' ile 43.92 " N boylamı ile E33° 31 ' ve 32.70 " E enlemi arasındadır. Kerbela'nın sınırları kuzeyde ve batıda Anbar, güneyde Necef, doğuda Babil ve Bağdat'dır. Sulama ve evsel suyun ana kaynağı Hussainia ve Bani Hasan kanallarıdır. Bu kanallar sularını Hindiya Barajı'nın hemen yukarısında Fırat nehrinin sağ yakasından alıyorlar. Kerbela bölgesi iyi bir yetiştirme olarak tanımlanabilir meyve, sebze, tahıl ve yüksek kalitede tarihleri üreten peyzaj. Meyve bahçeleri hemen hemen her yerde bulunur. Kentin urbans merkezinin zemin seviyesi yaklaşık 22-28 m'dir (ortalama deniz seviyesinin üzerinde), diğer çevre ve kırsal alanlar yaklaşık 30-34 m'dir (ortalama deniz seviyesinin üzerinde) (Şekil 3.8).

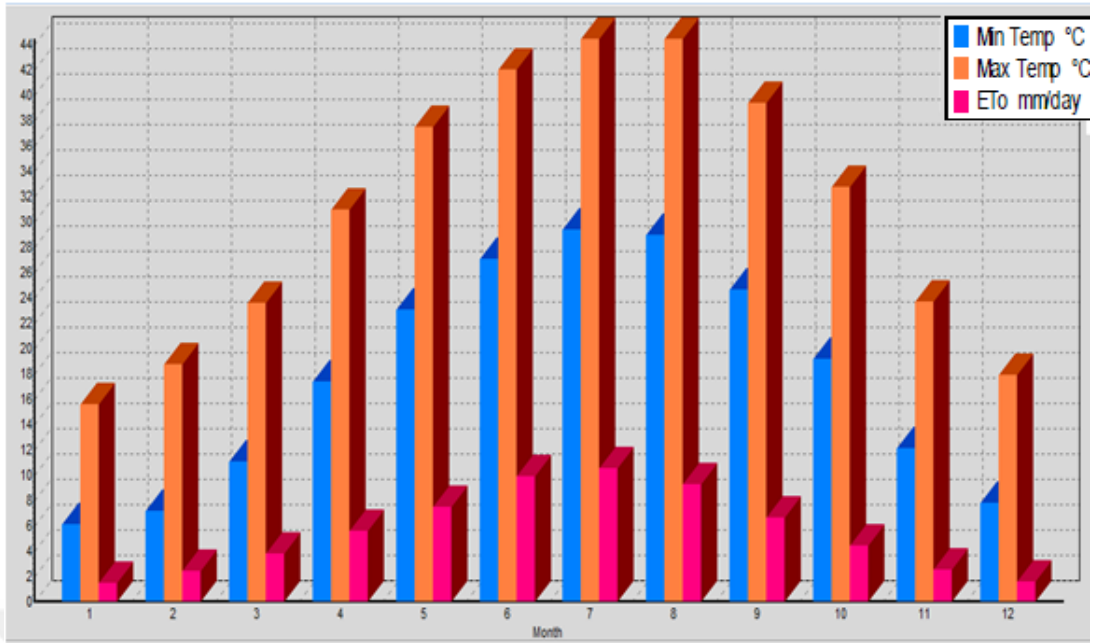


Şekil 3.8. Irak haritası üzerinde Kerbela eyaletinin konumu.

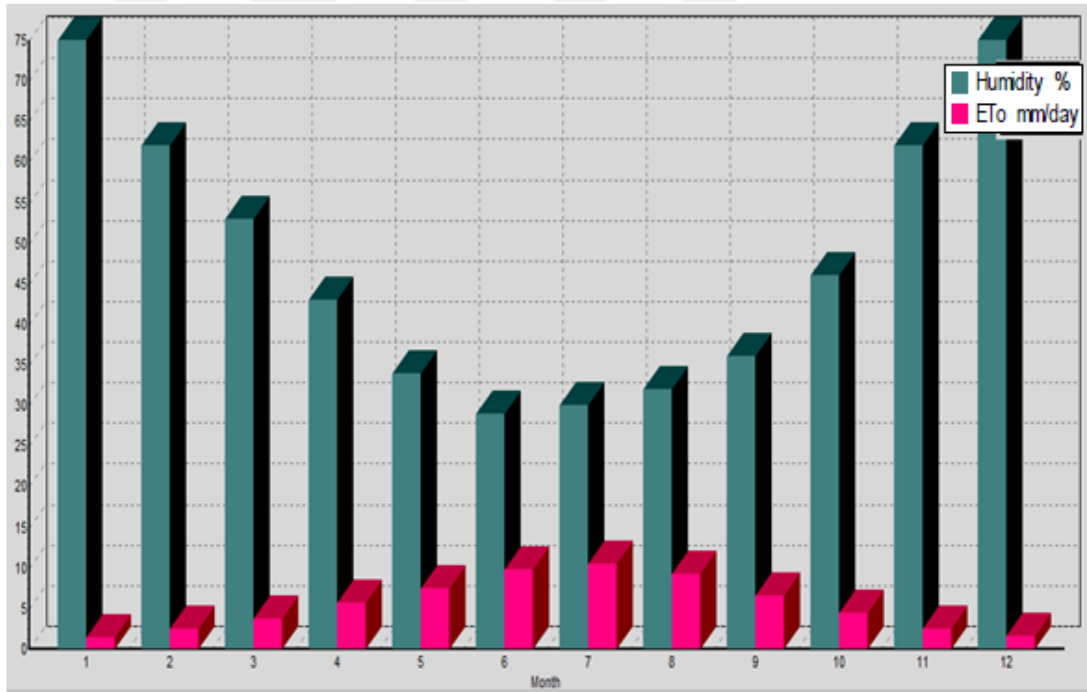
Çizelge 3.2. Kerbela ili için iklim ve ETo verileri.

Climate Data Table							
Country	IRAQ	Station	PILOT PROJECT	Altitude	28.5	(m)	
Month	Max Temp. (C)	Min Temp. (C)	Humidity (%)	WindSpeed (km/d)	SunShine (hours)	Solar Radiation (MJ/m2/d)	ETo (mm/d)
January	15.6	6.1	75.0	144.6	6.1	10.8	1.6
February	18.7	7.2	61.8	169.8	7.4	14.3	2.6
March	23.6	11.0	53.4	199.2	8.0	17.9	4.1
April	30.9	17.4	43.2	204.1	8.6	21.3	6.0
May	37.5	23.0	33.8	213.0	9.5	23.9	7.9
June	42.0	27.0	28.8	267.6	11.6	27.4	10.2
July	44.4	29.4	29.9	282.3	11.6	27.1	10.8
August	44.4	28.9	32.0	229.8	11.2	25.4	9.4
September	39.3	24.6	36.0	159.4	10.3	21.9	6.5
October	32.7	19.2	45.8	133.3	8.5	16.5	4.2
November	23.7	12.1	61.9	123.2	7.2	12.4	2.3
December	17.9	7.8	74.5	125.6	6.1	10.1	1.5
Average	30.9	17.8	48.0	187.7	8.8	19.1	5.6

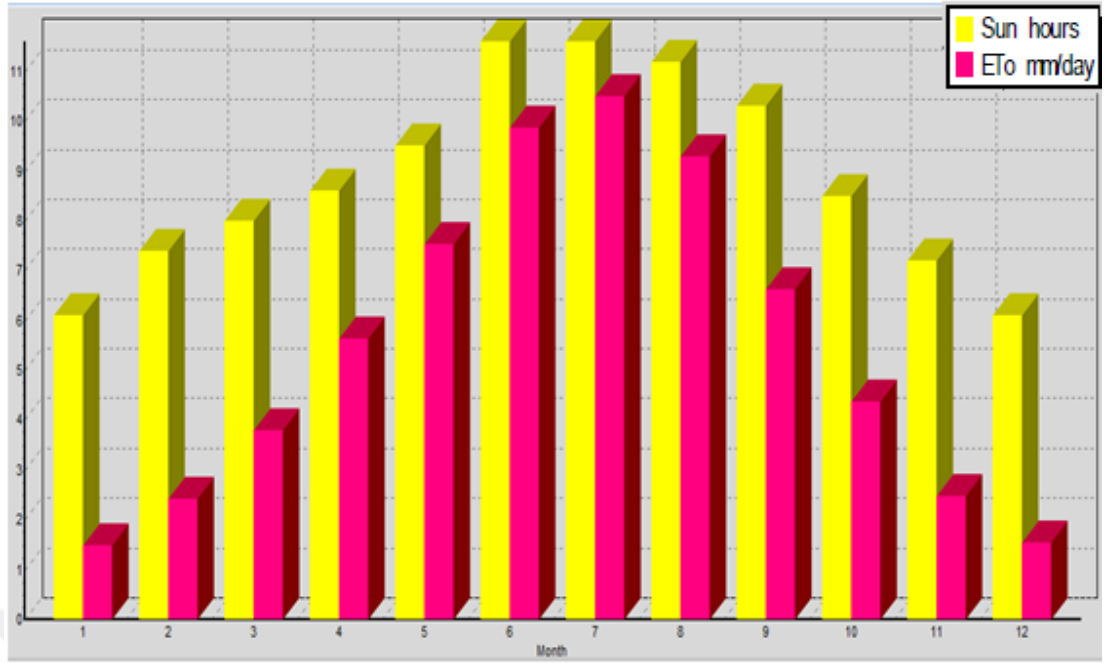
ETo değerlerinin Ocak-Nisan ayları arasında düşük, Mayıs-Eylül ayları arasında arttığı, Temmuz ayında maksimum 10.8 mm / gün değerine ulaştığı ve Ekim-Aralık ayları arasında azaldığı görülmüştür. Eto değerlerindeki bu değişiklik, sıcaklık, güneşin parlak olduğu saatler, radyasyon, rüzgar hızı ve nemin birleşik etkilerine bağlanır. Mayıs-Eylül aylarında ETo'daki artış sıcaklıktaki değişimle ilişkili olabilir, çünkü bu dönemde en yüksek sıcaklıklar kaydedilirken, son aylarda Eto değerindeki düşüş, Çizelge 3.2' de gösterildiği gibi düşük sıcaklıklardan kaynaklanmaktadır.



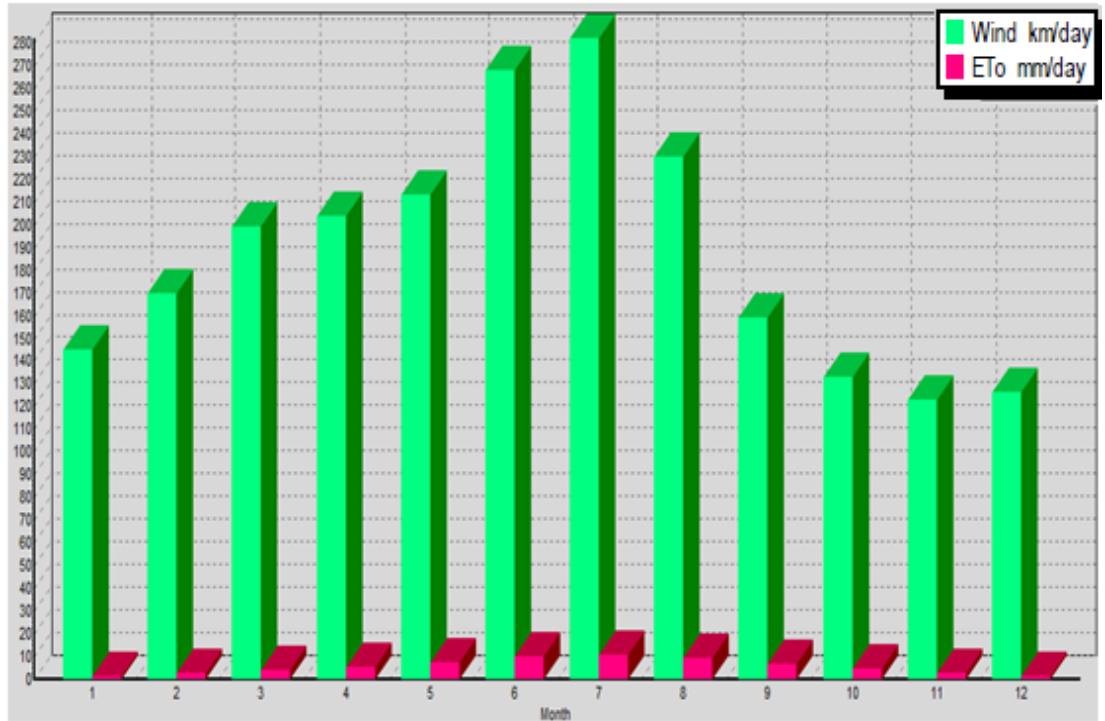
Şekil 3.9. Aylık minimum ve maksimum sıcaklıklar ve ETo.



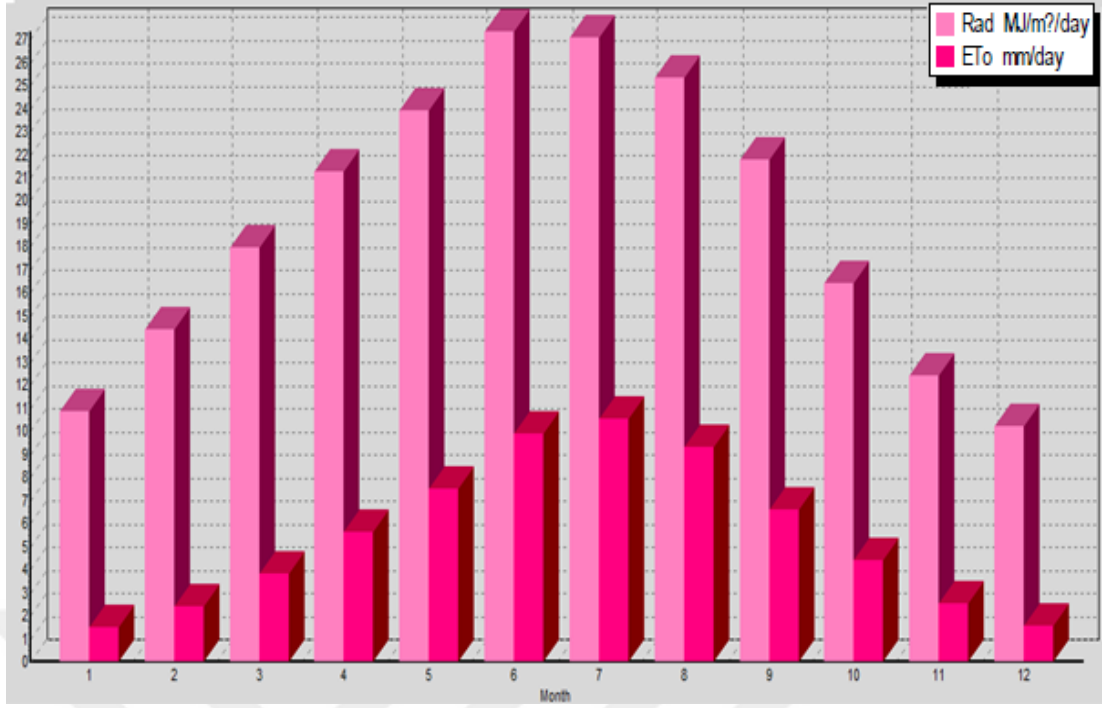
Şekil 3.10. Aylık nem ve ETo.



Şekil 3.11. Aylık güneşli saatler ve Eto.



Şekil 3.12. Aylık rüzgar hızı ve ETo.



Şekil 3.13. Aylık radyasyonlar ve Eto.

Eto ile ters olan aylık nem oranı Şekil 3.9’ da, güneş ışığı ve Evapotranspirasyon arasındaki ilişkiler Şekil 3.10’ da verilmiştir. Güneşin parladığı saatler arttıkça ETo'nun da arttığı fark edilir. Şekil 3.11’ de verilmiştir, evapotranspirasyonun rüzgar hızı ile ilişkisini göstermektedir. Grafik, rüzgar hızındaki değişikliklere rağmen, rüzgar hızının ETo üzerinde hiçbir etkisi olmadığını, ETo'nun sabit kaldığını ve Şekil 3.12’ de verilmiştir. Kuos vd. (2001) ETo ile aylık radyasyon gösterdiğini göstermektedir. Radyasyon ve ETo arasında dalgalanmalar olduğu, radyasyon arttığı sürece ETo'nun da hafif bir artış gösterdiği gözlemlenebilir (Şekil 3.13).

Kırpma Desenleri

Kırpma şekilleri ve kırpma yoğunluğu, bir sulama şemasına verilmesi gereken su miktarını büyük ölçüde etkiler. Seçilen bir kırpma deseni, alanda başarılı bir şekilde yetiştirilebilecek ekinleri, yerel ihtiyaçları, otlaklar için gerekli alanları ve mevcut su kaynaklarını dikkate almalıdır. Ancak, Kerbela eyaletinde, toprak ekime uygundur ve kabul edilen kırpma yoğunluğu mevcut su kaynaklarını ve ekonomik fizibiliteyi dikkate almalıdır. Kerbela eyaletinde, genel plan aşağıdaki kırpma modelini benimsemiştir:

Kış bitkileri: Buğday (% 4); Arpa (% 8); Berseem (% 5); Fasulye (% 4); Sebzeler (% 5); böylece toplam kış şiddeti (% 26) olacaktır.

Yaz bitkileri: Mısır (% 10); Küçük taneli (% 2); Ayçiçeği (% 2), Sebzeler (% 10) ve toplam yaz yoğunluğu (% 24) olacaktır.

Çok yıllık bitkiler: Palmiye ve Meyve Bahçeleri (% 50); Yonca (% 10).

Çizelge 3.3'te çalışma alanı için önerilen kırpma şeklini göstermektedir.

Çizelge 3.3. Önerilen kırpma deseni.

crop	Percentage	Jan	Feb	Mar	April	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec
wheat	4												
Barley	8												
Barseem	5												
Beans	4												
Winter vegetables	5												
Maize	10												
small grain	2												
sun flower	2												
summer vegetables	10												
alfalfa	10												
orchards	50												
cropping intensity	170	77	77	99	99	89	89	89	72	72	74	86	86

Çizelge 3.4' te, mahsul suyu gereksinimlerini (CWR), sulama gereksinimlerini (IR) ve tarla suyu tedarikini (FWS) veya sulama görevini hesaplamak için kırpma deseniindeki tüm ürünler için ETo, yağış ve mahsul katsayısı verileri hakkında bilgileri listeler.

Çizelge 3.4. Tarımsal ürünler için CWR, IR ve FWS değerleri.

Crop Water Requirements Table

All Crops

Time Step (Days): 30

Update

Report...

All Blocks

Irrigation Efficiency (%): 75

Close

Date	ETo (mm/period)	Crop Area (%)	Crop Kc	CWR (ETm) (mm/period)	Total Rain (mm/period)	Effect. Rain (mm/period)	Irig. Req. (mm/period)	FWS (l/s/ha)	
1/1	39.59	50.00	0.40	15.84	0.00	0.00	15.84	0.08	
31/1	68.19	50.00	0.40	27.28	0.00	0.00	27.28	0.14	
2/3	125.09	50.00	0.40	50.04	0.00	0.00	50.04	0.26	
1/4	194.71	50.00	0.40	77.89	0.00	0.00	77.89	0.40	
1/5	257.62	50.00	0.40	103.26	0.00	0.00	103.26	0.53	
31/5	296.80	50.00	0.41	121.02	0.00	0.00	121.02	0.62	
30/6	301.91	50.00	0.41	122.63	0.00	0.00	122.63	0.64	
30/7	271.57	50.00	0.40	109.19	0.00	0.00	109.19	0.56	
29/8	213.66	50.00	0.40	85.46	0.00	0.00	85.46	0.44	
28/9	143.60	50.00	0.40	57.44	0.00	0.00	57.44	0.30	
28/10	80.68	50.00	0.40	32.24	0.00	0.00	32.24	0.17	
27/11	42.38	50.00	0.40	16.88	0.00	0.00	16.88	0.09	
27/12	5.66	50.00	0.40	2.26	0.00	0.00	2.26	0.07	
Total	2041.45			821.42	0.00	0.00	821.42	[0.35]	

Çizelge 3.4'teki satır 1 (1/1 ile başlayan zaman adımı):

Ortalama ETo, 30 gün başına 39.59 mm veya 30 günlük zaman adımı başına 3.959 cm olarak hesaplanır

"Kırpm Kc" = 0.4

Mahsul Su Gereksinimi (CWR) bu nedenle 30 günde $39.59 * 0.4 = 15.84$ mm'dir.

Etkili yağmur ihmal edildiğinden Sulama Gereksinimi 30 günde 15.84 mm'dir

Bir hektar için tarla su temini,

1 hektar * 15.84 mm * (100 / Sulama Verimliliği)

FWS = $100m * 100m * 15.84 / 1000m * (100/75) m^3$ 30 günde

= 30 günde $211.2 m^3$ veya $7.04 m^3 / gün$

= $0.00008 m^3 / saniye$

= Hektar başına saniyede 0.08 litre

Sulama sisteminin tasarımı için en yüksek tüketim kullanımına bağlı olarak, mahsul suyu ihtiyacı (tüketim amaçlı kullanım) (7) mm/gün bahçeler ve tarımsal mahsuller için tarla suyu temini (görev) (0.64 ve 0.54) l/sıraıyla sn/ha.

Çizelge 3.5. Mevcut değerler sulama sisteminin ana ve şube kanallarının değerleri.

Kanal ismi	Tasarım Deşarjı	Çalıştırma deşarjı m³/sn	Sulanan alan donum					Şube sayısı
						Genişlik	Derinlik	
				Uzunluk(km)				
				Toplam	astarlı	(m)	(m)	
(MC)*Al-Hussainia (eski)	17	17	1758	3.6	-----	20	2	36
(MC)AL-Hussainia (yeni)	55	25	90114	27	1.2	22	2.5	339
(DC)*AL-Wend	3	3	14569	11	-----	12	1.5	83
(DC) AL-Kamalia	11	4	42282	25	25	14	1.7	18
(DC)Abu-Zarue	3.5	3.5	12587	15	-----	10	1.5	67
(DC)AL-Rushdia	4	4	12940	13	13	12	1.5	110
(DC)AL-Hindia	2	1	2813	16	4	10	1.5	71
(MC)Bani-Hasan	45	10	114000	65	19.5	22	2.5	181
(DC)AL-Mushurab	3	2	10500	10.5	-----	10	1.5	56
(DC)Abu-Suffon	2.5	2.5	9000	10	-----	10	1.5	117
(DC)AL-Duwaihia	4.5	4	12650	5	4	12	1.5	56
(DC)Shat-Aluaa	1.25	1.25	6000	3.6	-----	8	1.25	30
(DC)Abd-Auwanat	3	3	4000	0.69	-----	12	1.5	6
(DC)Shat-Mula	4	4	5045	6	-----	14	1.5	72

3.3 Kapalı Sulama Sistemi

Iraktaki Kerbela ili için ana su kaynakları AL-Husseinia ve Bani-Hasan kanallarıdır. Bu kanallar Fırat nehrinden çıkar ve şehrin ana dayanağı ve evsel, endüstriyel ve sulama için ana su kaynaklarıdır. Her bir evsel, endüstriyel ve sulama için su ihtiyacının yüzdesi, Çizelge 3.5'te gösterildiği gibi Karbala ilindeki su kaynakları ofisi tarafından belirlenir. Bu kanallar birçok ikincil kanala dallanır, sırayla birçok tersiyer kanala (su sahaları) dallar ve en sonunda alanlara girer. Mevcut kanalların çoğu topraklı kanallardır ve kısmen astarlıdır, astarlı kısımlar toplam kanal uzunluğunun % 35.8'ini oluşturur. Bu sistem (300000) donum için sulama suyu ve sulama ve drenaj kanalı ağları tarafından kaplanan sulu alanın % 20'sini sağlar. Akış, ana ve dal kanallarında sürekli ve su kaynağının hacmi, yılın her ayı su ihtiyacına ve nehirlerdeki mevcut suya bağlı olarak değişkendir. Su seviyeleri ve sistemdeki akış hızı üç noktadan kontrol edilebilir, (1) ana kanalın başındaki ana regülatör; (2) ikincil kanalların başkanlarındaki düzenleyicileri çıkarmak; ve (3) her üçüncül kanala

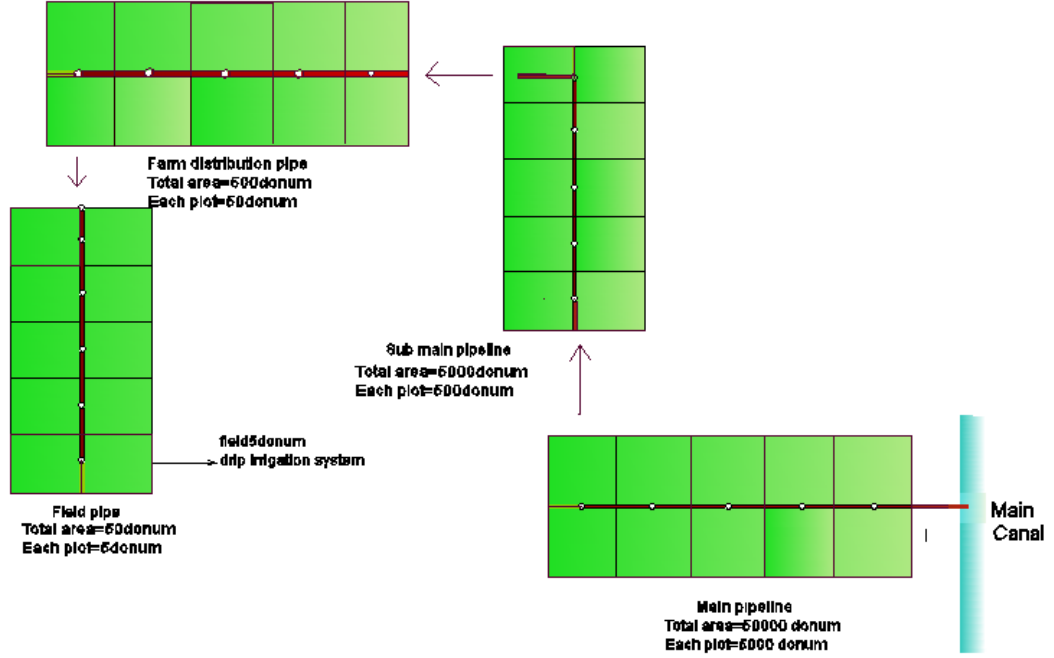
katılım sırasında sabit baş menfezler. Suyun her bir sulanan bölge için sabit bir sulama döneminde verilmesi için bir sulama rotasyonu işlemi uygulanır. Bu rotasyon, ağın son kuyruğundaki çiftçilerin özellikle en yoğun sulama dönemlerinde ve su kıtlığı koşullarında aşırı miktarda su almasını önler.

Mevcut kanal ağları, aşağıdakiler gibi birçok problemten muzdariptir:

- 1-Yasadişı su sahalarına ek olarak, ana kanalların ve dalların çoğunda sürekli sedimentasyon birikmesi.
- 2- Kontrol yapılarında azalma.
- 3- Sızıntı ve buharlaşma nedeniyle oluşan su kayıpları ve birçok kanalın hidrolik verimi, toprak kanallarının astarlanması veya astar kanallarındaki çatlaklar nedeniyle % 46 olarak tahmin edilmektedir. Bakımın devam etmekte olan sorunları vardır. Temmuz ve ağustos aylarında özellikle sulama yeterli değildir.

3.3.1 Çalışma alanı düzeni

Karbala ili sınırları içerisinde (300000) donumun bulunduğu sulanan alan eşit oranda tarımsal alana bölünmüştür. Bu alanların her biri on sulama birimine ayrılmıştır. Hesulama ünitesi bir gruptan veya uygun sayıda çiftlikten oluşur. Her bir çiftliğin alanı (50) donum olup, sırasıyla her biri (5) donum alanı olan birkaç alandan oluşur. Tarım arazilerinin bölünmesini göstermektedir. Tercihen, sulama ünitesindeki çiftliklerin sayısı, nakil boru hattının bir tarafında ya da her iki tarafındaki parsellerin dağılım şemasını kolaylaştırmak ve ayrıca çiftlikler için rotasyon işleminde uygun bir esneklik elde etmek için bile alınır. sulama ünitesi içinde, eşit olarak. Şekil 3.14' te tipik tarımsal araziler bölümü verilmiştir.



Şekil 3.14. Tipik tarımsal araziler bölümü.

Bu çalışmanın temel amacı, uygun sulama yönetimi ve işletimi ile Karbala ili için yeni bir sulama sistemi geliştirmek ve su kayıplarını en aza indirerek sistemin iletim verimliliğini arttırmaktır.

Önerilen proje (gömülü boru hattı), çalışma alanındaki mevcut açık kanalların, yerçekimi altında çalışan ve pompalama gerektirmeyen gömülü boru hattıyla değiştirilmesidir. Bu nedenle, pompa istasyonları, sulama suyunun tarlalara iletilmesi ve dağıtılması için ana boru hattı boyunca dağıtılacaktır. Proje planının önerilen düzenlemesini göstermektedir. Boru hattı, yer seviyesinin altında (1) m altına yeraltına döşenmelidir. Bir yeraltı boru hattının önemli avantajlarından biri, açık kanal ağının inşası için gereken araziye korumak ve tesisatları çiftçilik faaliyetlerinden ve trafik tehlikelerinden korumaktır.

3.3.2 Borular malzeme ve tasarım parametreleri

Sunulan çalışmanın amacına ulaşmak için aşağıdaki özellikler göz önünde bulundurulur ve tartışılır. En yaygın kullanılan boru GRP'dir (Cam elyaf takviyeli polyester boru). Bununla birlikte, dünyanın her yerindeki müşterilere düşük maliyetli ve uzun vadeli borulama çözümlerinin mevcudiyeti, uzun bir özellik ve fayda listesi

gerektirir. Optimum kurulum sistemi ve kullanım ömrü maliyeti sağlamak için ilave edin (GRP boru Kataloğu).

CTP borunun özellikleri ve faydaları:

- 1- Korozyona Dayanıklı
- 2- Hafif.
- 3- Uzun Standart Uzunluk.
- 4- Üstün Hidrolik Karakteristikleri, son derece pürüzsüz delik.
- 5- Hassas Bağlantı.
- 6- Esnek Üretim Süreci.

3.3.3 Tasarım parametreleri

Yeni ağı tasarlamak için kullanılan parametreler şunlardır:

1. Akış Hızı

Akış hızı, çalışma süresi (T) saatlerinde sulama suyunun (VOL) m³ hacminin bölünmesinden hesaplanabilir. Sulama suyunun hacmi, her sulamada uygulanan su derinliği ile sulama alanı çarpılarak hesaplanır. Suyun derinliği, üçüncü bölümde sunulan prosedüre göre hesaplandığında, (5000) donumun sulanan bir alanı için eşit (0.236) metreye eşit olduğu, bunun (ekilmemiş alanın % 20'sinin) hacminin, ihtiyaç duyulan sulama suyu eşittir (2360000 m³). Bu hacim, hesaplandığı gibi (34 gün) aralığında uygulanmalıdır. Ancak, sulama işlemi her gün uygulanacaksa, suyun hacmi (VOL) (69411.76) m³ değerine eşit olacaktır. Bu nedenle, uygulama süresi için (20 saat / gün) boşalma hızı (0.96) m³/sn'ye eşittir. Boru hatlarında su darbesi problemlerini önlemek için akış hızı düşük, (1.5) m/sn'den az, deneyimli sulama sistemleri tasarımcıları için düşük tutulmalıdır. Hiçbir koşulda hızlar asla (3) m/sn'yi aşmamalıdır, bazen (1.5-3) m/sn arasındaki hızlar bazen kullanılır (Al-Jamal vd., 2001).

1. Hem sabit hem de işletme maliyetleri dikkate alındığında ekonomiktir.
2. Boru uygun şekilde basınç derecesine sahiptir.
3. Boru hatları dalgalanmalara karşı korumak için kontrol cihazları monte edilmiştir. GRP borular için önerilen akış hızı, boru içinde taşınan sıvıya bağlı olarak (3 m/sn), daha yüksek akış hızları mümkündür ve kabul edilir (GRP boru Kataloğu).

2 - Çap

Süreklilik denklemi yeniden düzenlenmiş ve boru hattı çapının (D) hesaplanmasında aşağıdaki Denklem 3.52' de gibi kullanılmıştır:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\Pi V}} \quad (3.52)$$

Burada:

Q: boru hattındaki su akışı (m³/sec).

V: boru hattındaki hız (m/sn).

D: boru çapı (m).

Π : 247

CTP boru geniş çaplı boru çapları mevcuttur.

3- Boru hattı sürtünme baş kaybı

Tasarım amaçları için, sürtünme baş kayıpları (hf) aşağıdaki manning denklemi şeklinde hesaplanır. Tam ve kısmi boru akışına uygulanabilir. Denklem 3.53' te

$$v = \frac{1}{n} \times R^{0.667} \times S^{0.5} \quad (3.53)$$

Burada:

R, hidrolik yarıçap = alan/ıslanan çevredir.

S, enerji grad çizgisinin eğimidir = hf/L.

Ve, n pürüzlülük faktörüdür (borusu için n = 0.009)

Kapalı sulama sisteminin tasarım konuları

Su temini kaynağı : önerilen boru hattı sistemi doğrudan açık ana kanallardan (AL-Hussainia ve Bani-Hasan) sulama suyu alacaktır. Bu ana kanallar, bu iki akarsuyun girişlerinin Hindiya Barajı'nın yukarısına yerleştirildiği Fırat Nehri'nden su taşımaktadır.

İletim borusu (ana boru hattı) : ana boru hattı ağdaki en büyük çaplı boru hattıdır. Sistemin akışını uygun hidrolik koşullar altında aktarabilir. Bu boru genellikle sulama suyunu yerçekimi yoluyla belirli bir su kaynağından (ana açık kanal) çıkışlara (çıkış) iletmek için gömülür. Ana boru hattının uzunluğu aşağıdaki prosedüre göre tasarlanmıştır.

1- Her sulamada uygulanacak suyun derinliği, denklem 3.54'te kullanılarak hesaplanabilir:

$$Dw = \frac{Ws \times d}{Ww} [Fc - Mo] \quad (3.54)$$

Burada:

Dw: her sulamada uygulanacak su derinliği (m).

d: kök bölgesinin derinliği (m).

Ws: Toprak birim ağırlığı (gm/cm³).

Ww: suyun birim ağırlığı (gm/cm³).

Fc: alan kapasitesi (mm/m).

Mo: optimum nem içeriği (mm/m).

Sulama sıklığı aşığıdaki gibi Denklem 3.55' te kullanılarak hesaplanabilir:

$$fw = \frac{Dw}{Cu} \quad (3.55)$$

Burada:

fw: sulama sıklığı (gün).

Cu: günlük tüketen kullanım (cm / gün).

Tüketici kullanımı (Cu), CROPWAT programı kullanılarak tahmin edilebilir.

Sulanan alan için (m³) içindeki su miktarı aşığıdaki denklem 3.56'da gibi hesaplanabilir:

$$Hacim = Dw \times A \quad (3.56)$$

Burada:

Hacim: su miktarı (m³).

A: sulanan alan (m²).

Mevcut detaylıda; Uygulanan suyun derinliği hesaplandı ve (23.6 m) 'ye eşit bulundu ve sulama sıklığı (Fw) Cu = 0.7 m için (34) güne eşit bulundu. Toplam su miktarı (Hacim) = 23.6 x 5000 x 2500 x 0.8 = 2360000 m³tür.

Burada su, alana 34 gün arayla uygulanmalıdır. Bu nedenle, günlük hacim eşittir (2360000/34) = 69411.76 m³/gün.

2-Operasyon süresi Kerbela ilinde günde 20 saatten fazla değıldir. Buna göre, prizlerden su alan tüm tarımsal araziler (20 saat/gün) sulayacaktır.

3- Önerilen sistemde, tarımsal arsaların her bir çıkışı için akış hızı Denklem 3.57’de hesaplanmıştır:

$$Q(\text{çıkış}) = \text{Günlük Hacim (VOL)} / \text{çalışma süresi (T)} \quad (3.57)$$

$$= 69411.76 \text{ m}^3 / 20 \text{ saat/gün} = 0.96 \text{ m}^3/\text{sn}$$

Zira, ana boru hattının toplam deşarjı aşağıdaki Denklem 3.58’de gibi olacaktır:

$$Q(\text{ana boru hattı}) = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots \dots \dots \text{vb.} \quad (3.58)$$

$Q_1, 2, 3 \dots \dots$ = her çıkış için akış hızı.

4. EPANET YAZILIM GİRİŞİ

Bu çalışma, bir damla sulama ağını modellemenin yanı sıra çözümlmek için EPANET'i tanıtmayı amaçlamaktadır sulama sistemi ile ilgili bir problem. Model, bir optimizasyon tekniğinden oluşur. Bir ağ çözücü EPANET önerilen şemaya ulaşırdı. EPANET, suyun hem kararlı durumunu hem de uzun süreli simülasyonunu yönettiği için seçilir dağıtım ağı. Bu bölümde epanet simülasyon modeli ile ilgili tartışmalar damla sulama sistemi ve gerçek sulama sistemi örnek modeli.

4.1 EPANET Simülasyon Aracı

EPANET Rossman (2000) kamuya açık, su dağıtım sistemi programı geliştirildi. ABD Çevre Koruma Dairesi'nin Su Temini ve Su Kaynakları Bölümü tarafından. O hem kararlı durum hem de uzun süreli simülasyonlar gerçekleştirir. Hidrolik performansı hesaplar (basınçlar, akışlar, boruda baş kaybı) belirli bir yerleşim ve düğüm talepleri için. Analiz edebilir performans ve dağıtım karşılamak için sistem bileşenleri tasarlamak için kullanılabilir Gereksinimler. Buna ek olarak, su yaşını belirleyerek su kalitesi modellemesi yapabilir, kaynak takibi yapmak, çözülmüş bir maddenin kaderini bulmak veya maddenin belirlenmesi büyüme veya bozulma. Epanet'te yer alan temel hidrolik denklemler kısaca açıklanmıştır altında:

1. Hidrolik modeldeki akış denklemleri kütle ve enerjinin korunumu ile yönetilir. kütle koruma yasası, bir sistemdeki depolama oranının farka eşit olduğunu belirtir sisteme giriş ve çıkış arasında. Her bir kavşak için kütle korunması şu şekilde ifade edilebilir:

$$\Sigma Q_{in} - \Sigma Q_{out} = Q_{ext}$$

Q_{in} ve Q_{out} düğümün giriş ve çıkışları olduğunda; ve Q_{ext} dış taleptir.

2. Enerjinin korunumu, iki nokta arasındaki enerji farkının, sürtünme ve küçük kayıplar ve bu noktalar arasındaki akış bileşenine eklenen enerji.
3. Borudaki baş kaybı, her iki uçtaki düğüm başı arasındaki farktır.

EPANET parçaları

Su dağıtım şebekesi analizi için kullanılan EPANET bilgisayar modeli iki bölümler:

(1) giriş veri dosyası.

(2) EPANET bilgisayar programı. Veri dosyası boruların, düğümlerin (borunun uçları) ve kontrolün özelliklerini tanımlar boru ağındaki bileşenler (pompalar ve vanalar gibi). Bilgisayar programı düğümlerdeki basınçlar ve akış hızları için doğrusal olmayan enerji denklemleri ve doğrusal kütle denklemleri boruları (Gurpal vd., 2011).

4.2 EPANET Yazılımı

Bu modelde kullanılan epanet Sürüm 2 programı, Intel uyumlu kişisel bilgisayarın Windows işletim sistemi altında çalışacak şekilde tasarlanmıştır. Program Borulardaki akış hızlarını ve daha sonra düğümlerdeki deşarji ve borunun çapı hesaplanır. Akış hızlarının hesaplanması kütle ve enerji denklemleri doğrusal olmadığından, birkaç iterasyon içerir İterasyonlar, ağ denklemleri sistemine ve kullanıcı tarafından belirlenen doğruluğa bağlıdır. Bir akış hızlarının tatmin edici çözümü belirtilen doğruluk, koruma yasasını karşılamalıdır su dağıtım sistemindeki kütle ve enerji ve kullanıcı. Ağ denklemleri doğrusal olduğundan. Debi analizi tamamlandıktan sonra su kalitesi hesaplamaları yapılır. Programdaki grafik kullanıcı arabirimi düzeni yapıyı basitleştirir benzetim ağı. Ağdaki bir simgeyi işaretleyerek ve tıklayarak kolayca oluşturulur. Fiziksel varlığı temsil eden (borular, vanalar, fiskiyeler, vb.) Düzenleme özellikleri ağ bileşenleri ve simülasyon seçenekleri de yapılabilir. Epanet, uzun süreli simülasyonu gerçekleştiren bir bilgisayar programıdır. Basınçlı boru şebekelerinde hidrolik ve su kalitesi davranışı. Ağ borular, düğümler (boru bağlantıları), pompalar, valfler ve depolama tanklarından oluşur veya rezervuarlar. EPANET her borudaki su akışını, her düğümdeki basıncı, her tanktaki suyun yüksekliği ve kimyasal bir türün konsantrasyonu ağ boyunca, birden fazla zaman adımından oluşan bir simülasyon dönemi boyunca. Kimyasal türlere ek olarak, su yaşı ve kaynak takibi de simüle edilebilir. Epanet, ürünle ilgili anlayışımızı geliştirmek için bir araştırma aracı olarak tasarlanmıştır. Dağıtım sistemleri içerisindeki içme suyu bileşenlerinin hareketi ve kaderi. Bu olabilir dağıtım sistemleri analizinde birçok farklı uygulamada kullanılabilir. Bunlar şunları içerebilir:

- Çoklu kaynak sistemlerinde kaynak kullanımını değiştirmek.
- Pompalama ve tank doldurma / boşaltma programlarının değiştirilmesi,
- Depolama tanklarında yeniden klorlama gibi uydu işleminin kullanılması,
- Hedeflenen boru temizleme ve değiştirme. Windows altında çalışan epanet, düzenleme için entegre bir ortam sağlar şebeke giriş verileri, hidrolik ve su kalitesi simülasyonlarının çalıştırılması ve çeşitli biçimlerde sonuçlanır. Bunlar renk kodlu ağ haritaları, veri tabloları, zaman serisi grafikleri ve kontur çizimleri. Hidrolik modelleme yetenekleri, tam özellikli ve doğru hidrolik modelleme, etkili yapmak için bir ön koşuldur su kalitesi modellemesi. epanet son teknoloji ürünü bir hidrolik analiz içerir. Aşağıdaki özellikleri içeren motor:
- Ağın analiz edilebilecek boyutuna sınır koymaz
- Hazen-Williams, Darcy-Weisbach veya Chezy-Manning formüllerini kullanarak sürtünme başlığını hesaplar
- Dirsekler, bağlantı parçaları vb. küçük baş kayıplarını içerir.
- Sabit veya değişken hızlı pompa modelleri.
- Pompalama enerjisini ve maliyetini hesaplar.
- Kapatma, çek, basınç dahil çeşitli valf tiplerini modeller regülasyon ve akış kontrol valfleri.
- Depolama tanklarının herhangi bir şekle sahip olmasını sağlar (yani çap, yükseklik)
- Düğümelerde, her biri kendine ait olan birden çok talep kategorisini dikkate alır zaman değişim paterni.
- Yayıcılardan çıkan basınca bağımlı akış modelleri (yağmurlama sistemi) başları.
- Sistem çalışmasını hem basit tank seviyesine hem de zamanlayıcı kontrollerine dayandırabilir ve karmaşık kural tabanlı denetimlerde.

4.2.1 Su kalitesi modelleme yetenekleri

Hidrolik modellemeye ek olarak, epanet aşağıdaki su kalitesini sağlar modelleme yetenekleri:

- Reaktif olmayan bir izleyici malzemenin zaman içinde ağ
- Reaktif bir materyalin büyüdükçe hareketini ve kaderini modeller (dezenfeksiyon yan ürünü) veya bozunma (klor kalıntısı) zamanla.
- Bir ağdaki su yaşını modeller
- Belirli bir düğümden diğer tüm düğümlere ulaşan akış yüzdesini izler mesai

- Boru duvarındaki reaksiyonları modellemek için sıfır veya birinci dereceden kinetik kullanır
- Boru duvarını modellerken kütle aktarım sınırlamalarını hesaba katar reaksiyonları
- Büyüme veya bozulma reaksiyonlarının bir sınırlamaya kadar ilerlemesine izin verir
- Bir programda değiştirilebilen küresel reaksiyon hızı katsayılarını kullanır borudan boruya temel.
- Duvar reaksiyon hızı katsayılarının boru ile ilişkilendirilmesine izin verir pürüzlülük
- Herhangi bir yerde zamanla değişen konsantrasyon veya kütle girdilerine ağda izin verir
- Depolama tanklarını komple karışım, tapa akışı veya iki bölmeli reaktörler.

Bu özellikleri kullanarak, Epanet aşağıdaki gibi su kalitesi inceleyebilir:

- Farklı kaynaklardan gelen suyun karıştırılması
- Sistem genelinde su yaşı
- Klor artıklarının kaybı
- Dezenfeksiyon yan ürünlerinin büyümesi

4.2.2 EPANET'i kullanma adımları

Rossman (2000), EPANET kullanımında aşağıdaki adımları özetlemektedir bir su dağıtım sistemi modellemek:

1. Dağıtım sisteminizin ağ temsilini çizin.
2. Sistemi oluşturan nesnelerin özelliklerini düzenleyin.
3. Sistemin nasıl çalıştığını açıklayın.
4. Bir dizi analiz seçeneği belirleyin
5. Hidrolik / su kalitesi analizi yapın .
6. Analiz sonuçlarını görüntüleyin.

4.2.3 EPANET giriş veri dosyası

EPANET giriş veri dosyası, boruların fiziksel özelliklerinin ve boruları ve boru ağ sistemindeki boruların bağlantısı. Kullanıcı grafiksel olarak istenirse su dağıtım şebekesini düzenleyin. Boru ağı parametreleri için değerler kullanımı kolay iletişim kutuları aracılığıyla girilir. Boru parametreleri uzunluğu içerir, içeride borunun çapı, küçük kayıp katsayısı ve pürüzlülük katsayısı. Her borunun tanımlanmış pozitif akış yönü ve iki düğüm. Şekil 4.2'de verilmiştir. Kontrol bileşenleri genellikle borulara

monte edilir, kontrol vanaları ve destek pompaları içerir. Onlar aynı zamanda girdi veri dosyası (Şekil 4.3).

4.2.4 EPANET girişleri

Talep(l/s), başlangıç kalitesi, kavşaklar koordinatlar, Uzunluk, Çap Pürüzlülük katsayısı (Hazen-Williams C faktörü), D-W, vs.

4.2.5 Fiziksel bileşenler EPANET

bir su dağıtım sistemini, düğümleri. Bağlantılar boruları, pompaları ve kontrol vanalarını temsil eder. Düğümler kavşaklar, tanklar ve rezervuarlar. Aşağıdaki şekilde bu nesnelerin nasıl olabileceği gösterilmektedir bir ağ oluşturmak için birbirine bağlı (Şekil 4.4).

Kavşaklar

Kavşaklar ağdaki bağlantıların bir araya geldiği ve suyun girdiği noktalar veya ağdan çıkabilirsiniz. Kavşaklar için gerekli temel giriş verileri bazı referansların üzerine çıkma (genellikle ortalama deniz seviyesi). Su talebi (şebekeden çekilme oranı). İlk su kalitesi. Bir simülasyonun tüm zaman aralıklarında kavşaklar için hesaplanan çıktı sonuçları şunlardır Hidrolik baş (sıvının birim ağırlığı başına dahili enerji) (Şekil 4.5).

Basınç

Talep zaman içinde değişir birden fazla talep kategorisinin atanması Suyun ağa girmesi konusunda olumsuz talepleriniz varsa bileşenlerin ağa girdiği su kalitesi kaynakları olmak. Çıkış hızını bağımlı kılan yayıcılar (veya jetler) içerir baskı.

Rezervuarlar

Rezervuarlar, sınırsız bir harici kaynağı veya su girişini temsil eden düğümlerdir. Göller, nehirler, yeraltı suyu akiferleri, ve diğer sistemlere bağlanır. Rezervuarlar su kalitesi kaynak noktaları olarak da kullanılabilir. Bir rezervuar bir ağın sınır noktası olduğundan, başı ve su kalitesi ağdaki içerikten etkilenemez. Bu nedenle, hesaplanan çıktı özellikleri, Ancak, başı zamanla değişebilir.

Tanklar

Tanklar, depolanan su hacminin değişebileceği depolama kapasitesine sahip düğümlerdir bir simülasyon sırasında zaman içinde. Tanklar için birincil giriş özellikleri:

Alt yükseklik (su seviyesinin sıfır olduğu yerde). Çap (veya silindirik değilse şekil) Başlangıç, minimum ve maksimum su seviyeleri. Zaman içinde hesaplanan temel çıktılar, hidrolik başı (su yüzey yüksekliği) ve su kalitesi, tanklar minimum ve maksimum seviyelerde çalışmalıdır. EPANET bir tank minimumda ise akışı durdurur ve maksimumda bir tankta akışı durdurur.

Emitörler

Yayıcılar, bir nozuldan akışı modelleyen kavşaklarla ilişkili cihazlardır veya atmosfere deşarj olan delik. Yayıcıdan geçen akış hızı değişir düğümde mevcut basıncın bir fonksiyonu olarak: $g q = C p$ burada q = akış hızı, p = basınç, C = deşarj katsayısı ve g = basınç üs. Memeler ve sprinkler başlıkları için g 0.5'e eşittir ve genellikle üretici deşarj katsayısının $\text{gpm/psi}^{0.5}$ birimi cinsinden değerini sağlar (cihazdan 1 psi basınç düşüşünde akar). Yayıcılar sprinkler sistemleri ve sulama şebekeleri yoluyla akışı modellemek için kullanılır. Bağlantı noktasına bağlı bir borudaki sızıntıyı simüle etmek için de kullanılabilirler (eğer sızıntı çatlağı veya derz için deşarj katsayısı ve basınç üssü veya kavşaktaki bir yangın akışını hesaplayın (bazılarında mevcut akış minimum artık basınç). İkinci durumda, kişi çok yüksek bir değer kullanır. Deşarj katsayısı (örneğin, beklenen maksimum akışın 100 katı) ve basınç hedefinin eşdeğer başlığını içerecek şekilde kavşak kotu. EPANET yayıcıları ayrı bir ağ bileşeni olarak değil, bir kavşağın özelliği olarak ele alır. Borular, suyu ağdaki bir noktadan diğerine aktaran bağlantılardır. (Şekil 4.6) (Şekil 4.7) akışan hızı verilmiştir. EPANET tüm boruların her zaman dolu olduğunu varsayar. Akış yönü sonndan yuksekte hidrolik baş (suyun ağırlığı başına iç enerji). borular için ana hidrolik giriş parametreleri. Başlangıç ve bitiş düğümleri, çap, uzunluk, pürüzlülük katsayısı (tepe boşluğunu belirlemek için), durum (açık, kapalı veya bir çek valf içerir). Parametresi boruların örtülü (kapatma).

Arazi çalışması yapmak için alanı (26 m x 26 m) olan bir arsa seçilir. Bu arazi kalıp tahtası pulluk ile sürülmüş, daha sonra toprak diskli tırmıklar ile yumuşatılmış ve tuzların süzülmesi amacıyla su ile doldurulmuştur. Tekrar sürmeden önce iki haftalık bir süre için ayrıldı. Arazileri büyük sektörlere ve arazilere bölmek ve bölmek için oluklar makinesi ve radyatör makinesi kullanılarak kazılan ana oluklar. Arazi, sektörler arasındaki su ve tuzların hareketini kontrol etmek ve sulama işlemini yürütmek için her bir sektör için boyutları (4 m x 26 m) olan ve her iki sektör (2 m) arasında virgül alan bırakan dört ana sektöre ayrılmıştır. Her bir sektör dört deney birimine (tekrar) ayrıldı, toplam deney birimi sayısı 16 parsel, her deney biriminin alanı 16 m² (4 m x 4 m) idi. Kanallar, sulama suyu dağılımının homojenliğini sağlamak için yükseklikleri (20 cm) olan omuzlar ile arazilerin tanımlanmasıyla kazılmıştır. Deney birimi (arsa) beş oluk ve altı terastan oluşmaktadır. Her iki oluk (0.75 m) ile her bir oluğun uzunluğu, genişliği ve derinliği arasındaki mesafe sırasıyla (4, 0.5 ve 0.2 m) 'dir. Oluklar ve teraslar alanın uzunlamasına yönünde düzenlenmiştir (Şekil 4.8) (Şekil 4.9).

Bitkisel Su İhtiyaçlarının Hesaplanması: herhangi bir bitki olarak tarımı sırasında mahsulün gerçek buharlaştırma (ETa) ve brüt sulama gereksiniminin (IRg) her biri için değerler, Denklem 4.1'de göre hesaplanmıştır:

$$ETa = ETo \times Kc \quad (4.1)$$

Burada: ETa : Mahsulün gerçek evapotranspirasyonu (l/t).

ETo : Referans bitki su tüketimi (l/t), ampirik denklem (Penman-Monteith) Kc : Bitki katsayısı kullanılarak tahmin edilmiştir. (Denklem 4.2)

$$IRg = ETa Ea - (Pe + LR) \quad (4.2)$$

Burada:

IRg:Brüt sulama gereksinimi (mm/gün).

ETa:Mahsulün gerçek evapotranspirasyonu (l/t).

Pe:Etkili yağış (l/t).

LR:Süzme gereksinimi (l/t), (sulama işlemi sırasında süzme gereksinimi kullanılmaz). Ea: Tarla uygulama verimliliği (sulama verimliliği) (%). Sulama Çizelgelemesi, sulama işlemleri, gravimetrik yöntem kullanılarak ve kök derinliğinin

takip gelişimi yoluyla nem azalması mevcut suyun % 50'sine (başlangıç nemi) ulaştığında kök bölgesi derinliği için yıpranma nem esasına bağlı olarak gerçekleştirilir. Ağın tasarımının amacı ağdaki her boru için en uygun boru boyutunu bulmaktır sistemin hidrolik kısıtlamalarını karşılayan belirli bir düzen. Sistemin kısıtlamaları boru gerilmelerinde izin verilen maksimum akış hızı, borulardaki maksimum hızlar genellikle 1.5 m/s'yi geçmemelidir. Yine boruların çapı bazılarında seçilmelidir ticari olarak temin edilebilen ebatlar. Epanet ağındaki düğümler bir hidrantı temsil eder.

$$Q = KH^Y \quad (4.3)$$

Denklem 4.3'te yayıcılar olarak EPANET modelleri

Burada:

Q = deşarj ($m^3/saat$)

K = Verici katsayısı verimli .

H = işletme basıncı (m)

Y = Verici üssü (0.5)

Çizelge 4.1'de excel programına göre Fws ve hesapları

4.2.6 EPANET'in devre edilmesi

EPANET, kendi kendine ayıklanan bir kurulum içeren **en2setup.exe** adlı tek bir dosya olarak dağıtılır programı <https://www.epa.gov/water-research/epanet> adresinden bilgisayara kurulum yapmaktadır. Kurulum ve kullanım kılavuzu EPANET 2.0 User's Manual adresinden indirilebilir. EPANET, USD sertifikasına sahiptir.

4.3 EPANET Avantajları

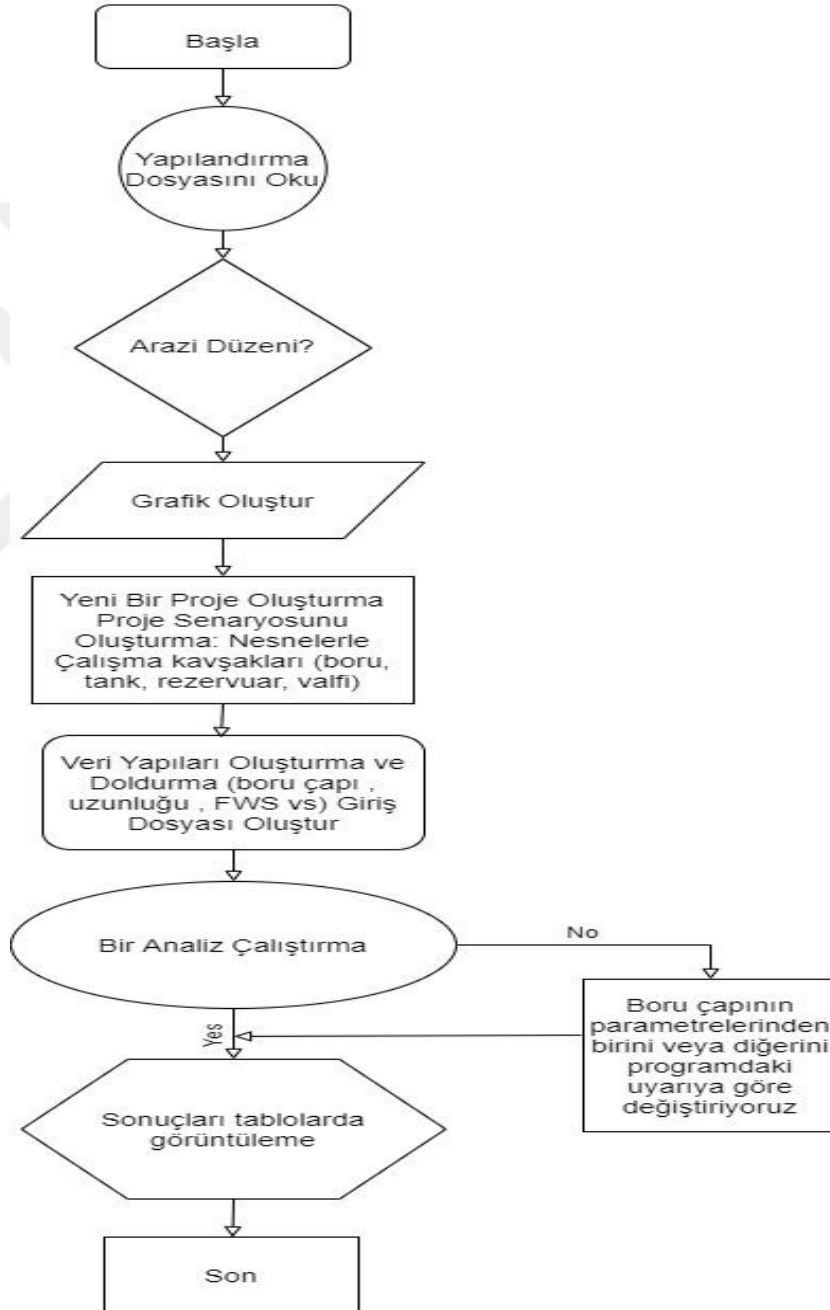
1. Anket verileri programa okunabilir. Tüm hesaplamalar dahili ve hızlı bir şekilde yapılır.
2. Grafikler, hızlı referanslar için özet çıktı tabloları.
3. Değişiklikler hızlı ve kolaydır.
4. Sınırsız ağ boyutu ve karmaşıklığı (döngülü sistemler, vb.).
5. Hata kontrolü ve uyarılar.

4.3.1 EPANET dezavantajları

1. Programı öğrenmek zorunda kalmak (biraz zaman alabilir).
2. Tasarımcının hidrolik prensiplerini anlamasını gerektirir.

Epanet programının akış şeması Şekil 4.1’de verilmiştir.

(Şekil 4.2) ve (Şekil 4.3) Excel programına göre verileri hidrolik hesapları verilmiştir.



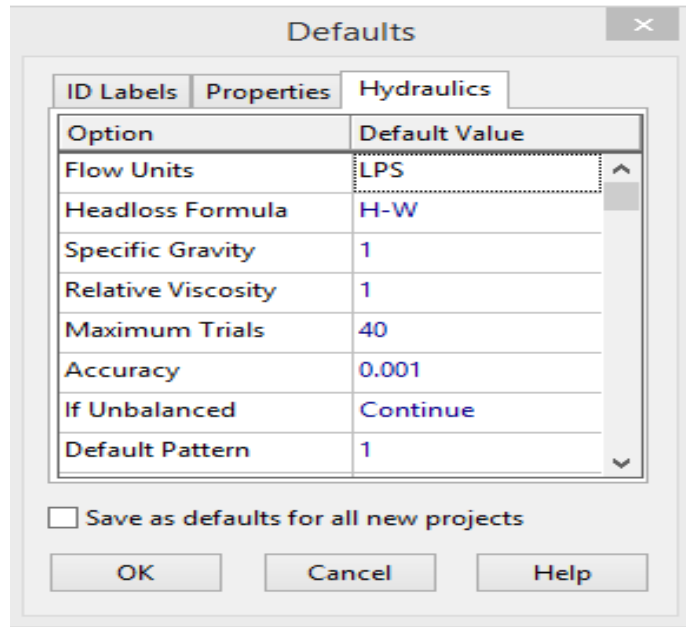
Şekil 4.1. Epanet programının akış şeması.

N3 FWS (m³/s)												
	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Meyve Bahçeleri ve Narenciye için CWR, su ihtiyaçları ve FWS Değerleri											
2												
3	Tarih	Eto (mm/d)	Ekin alanı %	Ekin kc	CWR (Etm) mm/dönem	toplam yağmur (mm/dönem)	Etkili yağmur(mm/dönem)	Sulama ihtiyaçları(mm/dönem)	FWS (m³/30days)	FWS (m³/s)	FWS (l/s/h)	
4	1/ocak	39.59	50	0.4	15.836	0	0	15.836	158.36	211.1467	8.14609E-05	0.081460905
5	31/ocak	68.19	50	0.4	27.276	0	0	27.276	272.76	363.68	0.000140309	0.140308642
6	2/mart	125.09	50	0.4	50.036	0	0	50.036	500.36	667.1467	0.000257387	0.257386831
7	1/nisan	194.71	50	0.4	77.884	0	0	77.884	778.84	1038.453	0.000400638	0.40063786
8	1/mayıs	257.62	50	0.4	103.048	0	0	103.048	1030.48	1373.973	0.000530082	0.530082305
9	31/mayıs	296.8	50	0.4	118.72	0	0	118.72	1187.2	1582.933	0.0006107	0.610699588
10	30/haziran	301.91	50	0.41	123.7831	0	0	123.7831	1237.831	1650.441	0.000636744	0.636744342
11	30/temmuz	271.51	50	0.41	111.3191	0	0	111.3191	1113.191	1484.255	0.000572629	0.572629115
12	29/ağustos	213.66	50	0.4	85.464	0	0	85.464	854.64	1139.52	0.00043963	0.43962963
13	28/eylül	143.6	50	0.4	57.44	0	0	57.44	574.4	765.8667	0.000295473	0.295473251
14	28/ekim	80.68	50	0.4	32.272	0	0	32.272	322.72	430.2933	0.000166008	0.16600823
15	27/kasım	42.38	50	0.4	16.952	0	0	16.952	169.52	226.0267	8.72016E-05	0.087201646
16	27/aralık	5.66	50	0.4	2.264	0	0	2.264	22.64	30.18667	1.16461E-05	0.011646091
17												
18					822.2942			822.2942				4.229908436
19												
20												
21								varsayalım v= 1.5 m³/s				
22		FWS= alan su temini				0.004229908 Q=		0.004229908 m³/s				
23								A=Q/V		0.002819939 m²		
24								A=3.14 *D²/4				
25								D=0.06 m		60 mm		

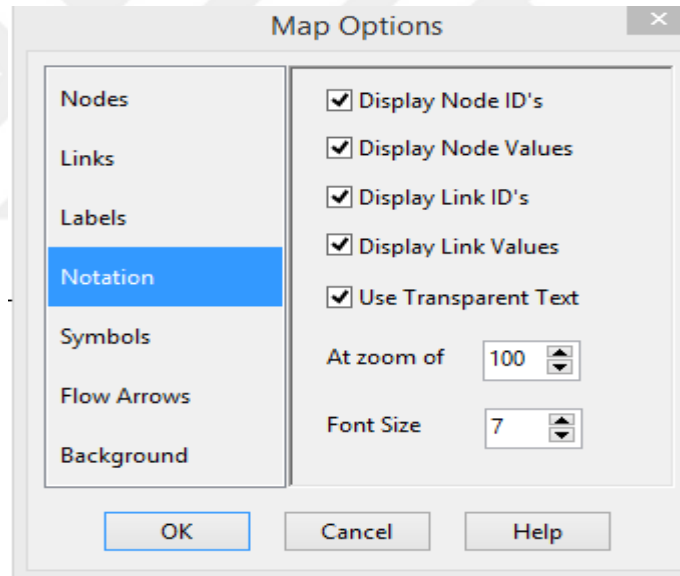
Şekil 4.2. Excel programına göre FWS ve hesapları.

J25											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L
3	pipe no	uzunluk(m	çap (m)	akış (m³/s)	hız (m/s)	Re	f	hf	ΔPf		
4	pipe1	500	0,055	0,0004	0,17	9350	0,008044028	0,12543	1,229219		
5	pipe2	350	0,055	0,00026	0,11	6050	0,008968868	0,040988	0,401679		
6	pipe3	400	0,06	0,00421	1,49	89400	0,004574484	4,782169	46,86525		
7	pipe6	400	0,045	0,00254	1,6	72000	0,004828846	4,365709	42,78395		
8	pipe9	700	0,05	0,0009	0,46	23000	0,006423098	0,933313	9,146466		
9	pipe4	500	0,075	0,00053	0,12	9000	0,008121119	0,086042	0,843208		
10	pipe5	550	0,065	0,00061	0,18	11700	0,007605539	0,172842	1,693855		
11	pipe7	400	0,065	0,00057	0,17	11050	0,007715	0,113738	1,114634		
12	pipe8	600	0,04	0,00044	0,35	14000	0,007271843	0,41946	4,11071		
13	pipe10	500	0,05	0,00025	0,13	6500	0,008809437	0,073025	0,715649		
14	pipe11	800	0,045	0,00035	0,22	9900	0,0079299	0,271091	2,656688		
15				0,0010045		Re > 4000					
16						Turbulent akış					
17											
18	Re= (p V D / μ)	Re< 2000	Laminar akış						ΔPf = pghL = γhL		
19		2000<Re< 4000	Transitional akış				1000		hL = sürtünme yükü kaybı (ft or m)		
20		Re>4000	Turbulent akış			f= 0,0791 / R ^1/4	0,001		p = sıvı yoğunluğu, slugs/ft³ (kg/m³ for S.I.)		
21	p = density of water = 1000 kg /m³					hf=(4 f l v²) / 2g*d	Darcy -Weisbach formula		g = yer çekiminden kaynaklanan ivme, ft/s²		
22							g=	9,81	γ = özel ağırlık, lb/ft³ (N/m³ for S.I.)		
23	μ= suyun dinamik viskozitesi = 0.001 kg / (m.s)						l : uzunluk m				
24	V =akış m/s						d : çapı m				
25	D= boru çapı m						f : sürtünme faktörü				
26							v : hız m/s				
27											

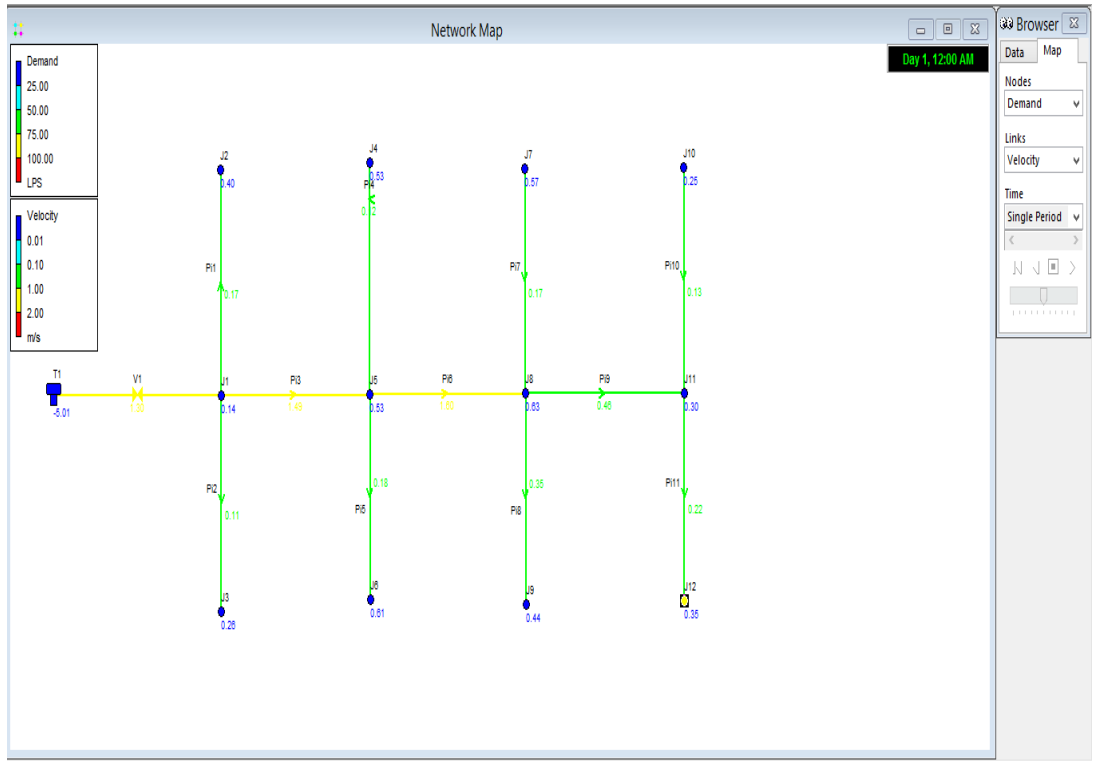
Şekil 4.3. Excel programına göre hidrolik hesapları.



Şekil 4.4. Sistem elemanlarının modellenmesinde kullanılan hidrolik özellikler.



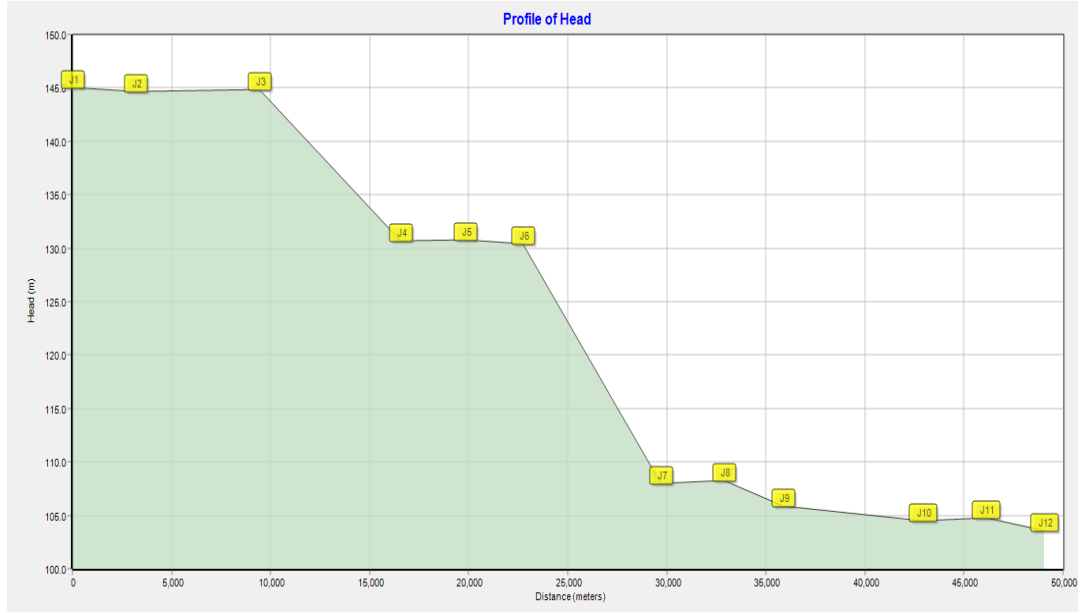
Şekil 4.5. Sistem elemanlarının modellenmesinde kullanılan hidrolik özellikler.



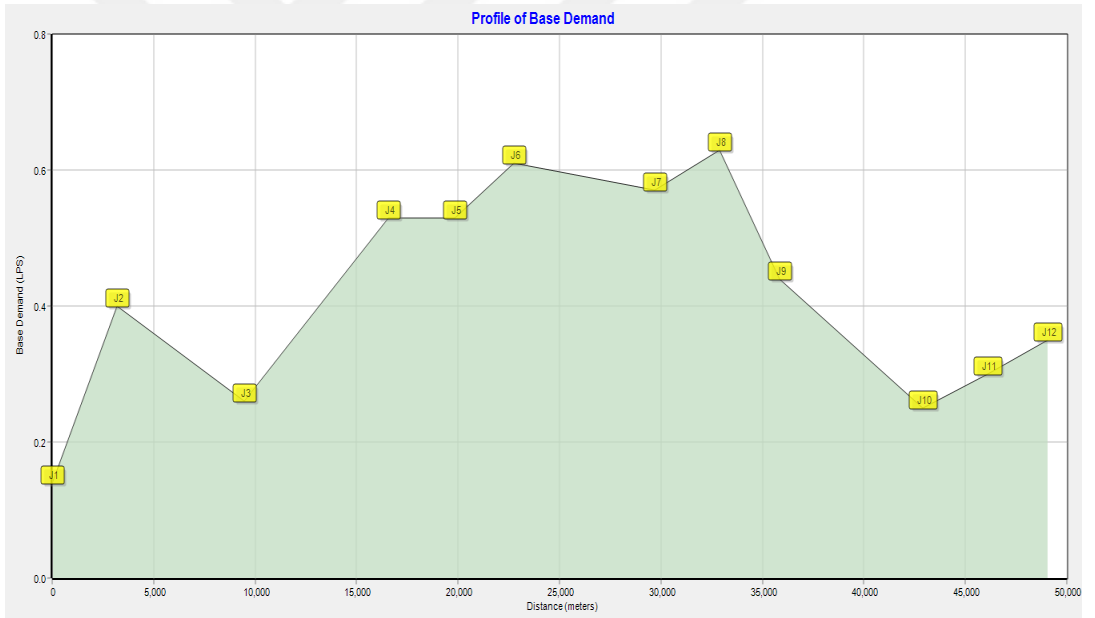
Şekil 4.8. İşletim sırasında boru ağındaki talep ve hız ile sistemi gösterir.

Link ID	Length m	Diameter mm	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor	Status
Pipe Pi1	500	55	0.40	0.17	0.69	0.026	Open
Pipe Pi2	350	55	0.26	0.11	0.31	0.028	Open
Pipe Pi3	400	60	4.21	1.49	35.46	0.019	Open
Pipe Pi6	400	45	2.54	1.60	56.48	0.020	Open
Pipe Pi9	700	50	0.90	0.46	4.95	0.023	Open
Pipe Pi4	500	75	0.53	0.12	0.26	0.026	Open
Pipe Pi5	550	65	0.61	0.18	0.67	0.025	Open
Pipe Pi7	400	65	-0.57	0.17	0.59	0.026	Open
Pipe Pi8	600	40	0.44	0.35	3.90	0.025	Open
Pipe Pi10	500	50	-0.25	0.13	0.46	0.028	Open
Pipe Pi11	800	45	0.35	0.22	1.44	0.026	Open
Valve V1	#N/A	70	5.01	1.30	0.00	0.000	Active

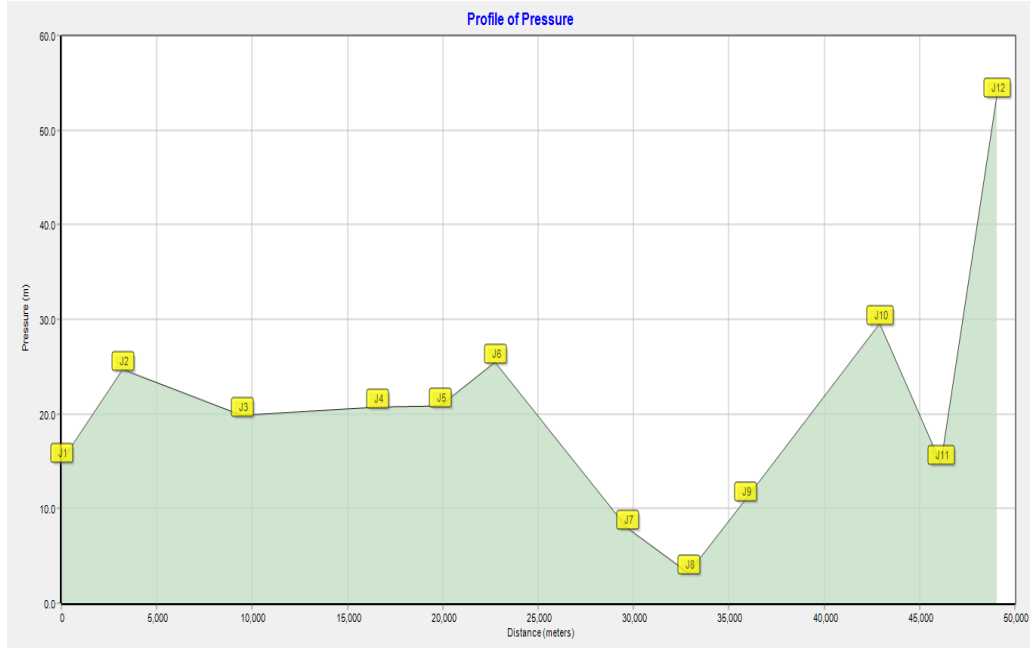
Şekil 4.9. EPANET yazılımındaki giriş ve çıkış verileri.



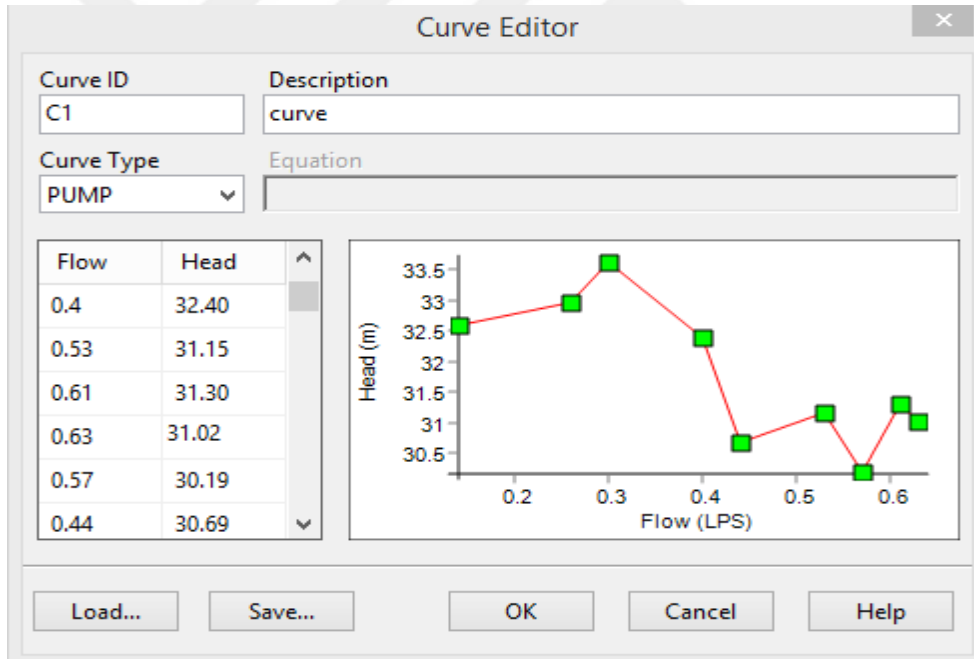
Şekil 4.10. Mesafe (m) ile baş (m) arası baş profili.



Şekil 4.11. Mesafe (m) ile temel talep (m) arasındaki temel talep profili.



Şekil 4.12. Mesafe (m) ve basınç (m) arasındaki basınç profili.



Şekil 4.13. Akış (Lps) ve yükseklik (m) arasındaki eğri profili.

Pompa istasyonu

Pompaların çıkışlara, her çıkışta birer sayıda pompanın hazır bekletilmesiyle takıldığı varsayılmaktadır. Bu pompalar, sulama suyunu ana boru hattından sahaya $0.96 \text{ m}^3/\text{sn}$ akış hızında vereceklerdir. Her bir pompa için gereken yeterli başlığın 30 m'ye eşit olduğunu ve pompaların çalışma süresinin 20 saat/gün olduğunu.

Yayıcısının deşarjı

90 yayıcıların ortalama deşarj hızı, 14 litre kapasiteli, catch cans ve kronometre ile mezun ölçüm silindiri kullanılarak ölçüldü. Model 2 saat boyunca çalışmak için kaldırıldı, daha sonra her yayıcı altında yakalamak topları toplanan su, lisansüstü ölçüm silindiri ile ölçülen. Yöntem litre ortalama hacmi elde etmek için birkaç kez tekrarlandı. Boşalma elde etmek için zamana bölünen ortalama hacim (s) l/saat

Tekdüzelik katsayısı (C_u %)

Tekdüzelik katsayısı aşağıdaki gibi tanımlanmış denkleme göre ölçüldü Christiansen (1942) aşağıdaki denklem 4.4'te verilmiştir:

$$C_u = 100 \left(1 - \frac{\sum \Delta q}{q_n} \right) \quad (4.4)$$

Burada:

C_u = Christiansen'in yüzde tekdüzelik katsayısı

Δq = bireysel yayıcılar deşarj ortalama sapma (L_{hr}^{-1}).

q = ortalama deşarj (L_{hr}^{-1}).

n = gözlem sayısı.

Emisyon tekdüzeliği (E_u %)

Keller ve Blaisner (1990) göre emisyon tekdüzeliği aşağıdaki denklem 4.5'te gibi tanımlanır:

$$EU\% = 100 * \frac{q_n}{q_a} \quad (4.5)$$

Burada:

E_u % = Emisyon tekdüzeliği

qn = emitter deşarj okumalarının alan verilerinin en düşük dörtte birinin ortalama deşarj oranı (L/h),

qa = sahada kontrol edilen tüm yayıcıların ortalama deşarj oranı (L/h) (Denklem 4.6).

$$Cv=(SD/q-)*100\% \quad (4.6)$$

Burada:

CV= yayıcı deşarj varyasyon katsayısı.

SD = yayıcı deşarjının standart sapması.

q- = aynı yanal çizgilerde ortalama deşarj (L/h).

Tıkanma yayıcılar Yüzdesi (Pclog %)

Tıkanma yayıcılar yüzdesi aşağıdaki denklem 4.7’de kullanılarak belirlendi:

$$pclog \% = 100 \left[\frac{Nes \ clog}{Nes \ toplam} \right] \quad (4.7)$$

Burada;

Pclog = yayıcılartık yüzdesi (%).

Nesclog = tıkanmış yayımlayıcıların sayısı.

Nestoplam = toplam yayımlayıcı sayısı.

Malzeme ve Yöntemler

Testlerin yürütülmesi.

Yanal akış hızı testleri yayıcılar üzerinde 4 farklı basınç aralığında (5-10-15 ve 20 m) gerçekleştirildi. Yayıcı basıncı arasındaki ilişkiyi belirlemek için her lateralde toplam 28 yayıcı seçilmiştir – akış hızı ve ölçümler 3 tekrarla yapılmıştır. Ölçümlere başlamadan önce 10 dakikalık doğal damlamaya maruz kalan sisteme su verildi ve yanal giriş basınçları sabit leşene kadar bekletildi. Ölçümler başlatıldı ve tüm lateraller için aynı anda durduruldu. Yayıcı akış hızları, hacim 10 ml dereceli 1000 ml cam gagaile laterallerin altına yerleştirilen damlama tavalarında biriken su miktarını kullanma prensibidir. Her yayıcı için belirlenen akış hızı değerleri Excel yazılımında değerlendirildikten sonra akış rejimi, akış rejimine tabi akış endeksi (x), akış katsayısı (k), korelasyon katsayısı (r), yayılayıcı tekdüzelik katsayısı (EU), Cristiansen Tekdüzelik katsayısı (CU), istatistiksel tekdüzelik katsayısı (US), üretim çeşitliliği katsayısı (CV) değerleri belirlendi ve bu değerlerdeki değişimler değerlendirildi.

Çizelge 4.1. Kullanılan yayıcıların özellikleri.

Emitter adı	Akış hızı ($l\ h^{-1}$)	Yayıcı mesafesi (m)	Lateral tipi	Yayıcı tipi
A (yerel)	4	0.33	Yuvarlak	satır içi-no diyafram
B (yerel)	4	0.33	Yuvarlak	satır içi-no diyafram
C (yabancı)	4	0.33	Yuvarlak	satır içi-no diyafram
D (yabancı)	4	0.33	Yuvarlak	satır içi-no diyafram

Yayıcı akış özelliklerinin belirlenmesi

Emitter akış hızı, akışı karakterize eden basıncın bir fonksiyonudur. Bu nedenle, üretim çeşitliliği, yayıcı parametreleri gibi belirli yayıcı özellikleri deneysel çalışmalarla kolayca belirlenebilir. Emitter giriş basıncı ile emitter akış hızı arasındaki ilişki bir akış karakteristiği olarak tanımlanır ve Çizelge 4.2’de verilen ve denklem 1’de hesaplanan $Q = khx$ eşitliği ile gösterilir.

Burada;

S: yayımlayıcı akış hızı, (l/h);

k : yayımlayıcı boyutlarını ifade eden katsayı,

h: yayıcı giriş basıncı (m) ve,

x: yayımlayıcı akış rejimi katsayısı. k ve x değerleri yayıcı özelliklerini gösterir ve damla sulamada tek tip su dağılımı üzerinde etkisi olan iki önemli parametredir ve yayıcı akış rejimini gösteren katsayılar olarak.

Çizelge 4.2. Hesaplamalarda kullanılan hidrolik parametreler ve denklemler.

Hidrolik parametreler	denklemler
Akış denklemi	$Q = kh^x$ (de.1)
İmalat Çeşitleri Katsayısı (CV) (ASAE, 2002)	$CV = \frac{S}{x_{ort}}$ (de.2)
Yayıcı tekdüzeliği (EU) (Keller ve Karmeli, 1974)	$EU = 100 * \frac{qx}{qa}$ (de.3)
Sulama suyu dağıtım homojenliği (CU) (Cristiansen, 1942)	$CU = 100 * (1 - \frac{\Delta qo}{qn})$ (de.4)
İstatistiksel Tekdüzelik (Us) (Bralts ve Kesner, 1983)	$Us = 100 * (1 - \frac{Sq}{qort})$ (de.5)

Yukarıdaki denklemlerde;

s: yayıcı akış hızı (l/h);

k: akış katsayısı;

h: çalışma basıncı, m;

x: akış rejimine tabi akış indeksi;

qx: en düşük akış hızına sahip yayıcıların ortalaması (l/h);

qa:tüm yayıcı akış hızlarının ortalaması, (l/h);

Δqo : mutlak sapmaların ortalaması için ortalama her yayıcı veya yanak akış hızı,

qo: yayıcı veya yanak giriş akış hızı ortalaması, (l/h);

Sq: yayıcı akış hızlarının standart sapması;

qort: ortalama yayıcı akış hızı (l/h);

Xort: ortalama yayıcısı akış hızı; (l/h);

Emitirer akış hızı özelliklerini tanımlayan farklı araştırmacılar tarafından önerilen akış indeksi değerleri Çizelge 4.3' te verilmiştir. Çalışmada elde edilen akış rejiminin sonuçları Çizelge 4.3' te göre değerlendirildi ve kullanılan laterallerin akış rejimleri belirlendi.

Çizelge 4.3.Yayıcı akış rejimi katsayısı değerleri.

Akış Rejimi	x değeri
	(Bralts et al., 1987)
Basınçlı regülatör yayıcılar	0-0.5
Kısmen türbülanslı akış ve dengesiz akış koşulları	0.5-1.0
Tam türbülans	0.5
Laminar akış	0.5-1.0
Kısmen düzenlenmiş basınç	0-0.5
Tam olarak düzenlenmiş basınç	0

Yayıcı hidrolik parametreleri belirlenirken Çizelge 4.4' te verilen değerlendirme ilkeleri kullanılmış ve hesaplamalar sonucunda elde edilen sayısal değerler sağlanan kriterlere göre sınıflandırılmıştır.

Çizelge 4.4. Önerilen katsayı sınırları.

Sınıflandırma	CV (%)	Us (%)	EU (%)	CU (%)
Çok iyi	<5	100-95	≥94	>90
İyi	5-7	90-85	81-77	80-90
Orta	7-11	80-75	68-75	70-80
Zayıf	11-15	70-65	56-62	60-70
Kabul edilemez	>15	<60	≤50	<60

Yayımlayıcı akış özellikleri

Çizelge 4.5'te, çalışmada kullanılan yayıcılar için akış özellikleri ile ilgili sonuçları özetler. Çalışmada kullanılan B, C ve D yayıcılar için akış indeksi değerleri 0-0.5 arasında belirlendi ve basınç regülatörü olmadan kısmen çalkantılı akış özelliği ni sergiledi. A şirketinin yayımlayıcısı için grafik yöntemi ile belirlenen akış indeksi (x) değeri 0.5035 olup, tam türbülanslı akış rejimine sahip olduğu değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.5. Yayıcıların akış özellikleri.

	Yayıcıların akış özellikleri			
	A (yerel)	B (yerel)	C (yabancı)	D (yabancı)
Akış rejimi	Tam Turbulans	Kısmi Turbulans	Tam Turbulans	Tam Turbulans
Akış denklemleri	$q=1.6811 \cdot h^{0.5035}$	$q=1.3305 \cdot h^{0.4529}$	$q=1.3308 \cdot h^{0.4684}$	$q=1.386 \cdot h^{0.4706}$
k	1.6811	1.3305	1.3308	1.386
x	0.5035	0.4529	0.4686	0.4706
R ²	0.9795	0.9869	0.9881	0.9667

Çalışmada kullanılan yayıcılar 4 farklı çalışma basıncı altında test edilmiş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.5' te özetlenmiştir. Yayıcıların basınç-akış hızı değişiminin incelenmesinde farklı çalışma basınçlarında farklı değerlerin elde edildiği gözlemlenebilir, en düşük ortalama akış hızı değeri, en düşük çalışma basıncında 5 m B yayımlayıcısı için 2.79 -l olurken, en yüksek ortalama akış hızı değeri 20 m'lik bir çalışma basıncında A yayıcısı için 7.73 l/h olarak elde edilebildi. Çizelge 4.6' da da görüleceği gibi, yayıcıların akış karakteristiklerinin belirlenmesi için yapılan çalışma sırasında belirlenen akış hızı değerleri, artan çalışma basıncı ile birlikte artma eğilimi göstermiştir. Sulama teknolojilerinde ki gelişmelere paralel olarak, bu yayıcıların akış karakteristiklerinin yanı sıra yayıcı boruların değişimini belirlemek için birçok araştırmacı tarafından çalışmalar yapılmıştır. Araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda, özellikle basınç regülatörü olmayan yayıcılar kullanan sistemlerde akış hızı değişikliklerinin artan çalışma basıncı ile artma eğiliminde olduğu ileri sürülmektedir. Bu çalışmada basınç-akış hızı değişimlerine ilişkin elde edilen sonuçlar, diğer araştırmacıların bulgularına uygun olarak elde edilmiş ve işletme basıncındaki artışa karşılık gelen yayıcı akış hızlarında artış gözlenmiştir.

Çizelge 4.6. Yayıcılarının basınç-akış ilişkisi.

Basınç (m)	Akış (l h ⁻¹)			
	A (yerel)	B (yerel)	C (yabancı)	D (yabancı)
5	3.89	2.79	2.87	3.02
10	5.02	3.75	3.86	4.03
15	6.70	4.36	4.57	4.65
20	7.73	5.35	5.61	6.02

Çalışmada kullanılan yayıcıların üreticileri tarafından önerilen 1 atm basıncının akış hızı 4 l h/1 olmasına rağmen, bu değerden sapmalar gözlenmiştir. Önerilen akış hızından en yüksek % değişim % 25.5 ile A yayımlayıcısı için gözlenirken, en düşük değişim % 0.75 ile D yayımlayıcısı için gözlemlendi. Söz konusu değerler Tekin ve Ark (2016) bulgularıyla benzerdir. Araştırmacı bu değişikliğin % 1-15.5 arasında değişeceği belirlenmiştir. Ani azalma ve yayıcı B artış yayıcısı anlık basınç değişikliği nedeniyle olduğu düşünülmektedir. Akış hızı değişimi daha az olan ve "iyi" veya "çok iyi" olarak sınıflandırılan sistem kullanıcıları tarafından yayıcıların tercihi, hem sistem performansı hem de ilk tesis maliyeti açısından dikkate alınmalıdır.

İmalat çeşitliliği katsayısı CV

Çalışmada kullanılan yayıcıların üretim çeşitliliği katsayıları denklemler 2 kullanılarak hesaplanmış Wu ve Gitlin (1973) ölçüleri ile değerlendirilmiş ve sınıflandırma ile birlikte elde edilen üretim çeşitliliği katsayıları (CV) Çizelge 4.7' de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde görüldüğü gibi CV katsayıları farklı sınıflandırma gruplarına göre bir değerlendirmeye tabi tutulmuş ve "çok iyi" ile "kabul edilemez" arasında değişen grup değerleri alınmıştır. Bu değerlendirme sonucunda yayıcılar 4 gruba ayrılmıştır.

Çizelge 4.7. İmalat çeşitliliği katsayısı değerleri.

Basınç (m)	CVhes ve Sınıflandırma değeri							
	A (yerel)		B (yerel)		C (yabancı)		D (yabancı)	
5	13.27	Z	5.68	İ	3.74	Çİ	1.39	Çİ
10	8.46	O	3.33	Çİ	1.80	Çİ	1.57	Çİ
15	5.60	İ	2.64	Çİ	2.50	Çİ	1.89	Çİ
20	6.16	İ	1.62	Çİ	1.34	Çİ	2.25	Çİ

5 m çalışma basıncına sahip A yayıcısı yüksek (13.27) CV değeri ne kadar yüksekse de "zayıf" olarak sınıflandırılmıştır. Benzer şekilde, aynı yayıcı 10 m basınç yükünde 8.46 yük ile "ılımlı" değerini alırken, 15 m ve 20 m basınç yüklerinde "iyi" olarak sınıflandırıldı. Sınıflandırma değişim aralığı, b yayımlayıcısı için "iyi" ve "çok iyi" arasında değişmekteydi, ancak değişiklikler a yayımlayıcısınınki kadar dramatik değildi. İhraç edilen C ve D için farklı basınç yükleri altında üretim çeşitliliği katsayıları için değişim aralığı 1.34 en düşük değeri, en yüksek değeri 3.74 ve "çok iyi" bir sınıflandırma ile çok yüksek değildi. Demir vd. (2000) toplam 32 yayıcısı (22 basınç regülatörü olmadan, 6'sı basınç regülatörlü ve 4'ü on-line yayıcılar) 5 farklı çalışma basıncı ve kontrollü laboratuvar koşullarında testlere tabi tutulmuştur. Basınç regülatörü olmayan yayıcıların "kabul edilemez" ve "orta derecede mükemmel" olarak sınıflandırıldığı, üretim çeşitliliği katsayıları esas alınarak yapılan değerlendirme sonucunda gözlenmiştir. Bu çalışmada baskıya maruz kalan CV değerlerindeki değişiklikler literatürdeki diğer araştırmacıların bulgularına uygun olarak bulunmuştur. Yayıcıların üretim çeşitliliği katsayıları % 2-15 arasında değişse de daha yüksek değerler elde etmek mümkündür. Bu çalışmada elde edilen CV değerleri araştırmacılar tarafından belirtilen sınırlarda kalmıştır.

Yayıcı tekdüzeliği (EU)

Çalışmada yer alan yayıcılar için yayıcılar tekdüzelik katsayıları denklem 3 kullanılarak hesaplanmış , uyarınca değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar ile birlikte sınıflandırma sonuçları Çizelge 4.8' de verilmiştir. Olabileceği gibi yayımlayıcı tekdüzelik katsayıları artan veya azalan değişiklikler görüntülenen tablo incelendiğinde görüldü. A, B ve C'de basınç artışına maruz kalan yayıcılarda bir artış

gözlenirken, Tekin ve Ark (2016) için yapılan bir çalışmada, yayıcı tekdüzelik katsayısının tüm baskılarda azaldığı, sadece yayıcı D'nin sonuçlarının diğer tüm yayıcılar için aksine olduğu ve elde edilen sonuçların diğer araştırmacıların bulgularına uygun olmadığı bir çalışma yapılmıştır. Bunun nedeni farklı marka yanallar ve yayıcılar kullanılmış olmasıdır.

Çizelge 4.8. Yayıcı tekdüzelik, EU.

Basınç (m)	EU hes ve sınıflandırma değerleri							
	A (yerel)		B (yerel)		C (yabancı)		D (yabancı)	
5	85.49	I	94.53	ÇI	95.64	ÇI	98.27	ÇI
10	91.86	I	95.46	ÇI	98.11	ÇI	97.82	ÇI
15	92.69	I	96.50	ÇI	96.93	ÇI	97.87	ÇI
20	93.23	I	97.93	ÇI	98.39	ÇI	97.37	ÇI

Yayıcı A, uygulanan tüm baskılar için % 94'ün altında'yken ve "iyi" sınıflandırmasını üstlenirken, diğer yayıcılar "çok iyi" olarak sınıflandırıldı. En düşük yayıcı tekdüzelik katsayısı 5 m basınç yükü altında yayıcısı A için 85.49 olarak belirlenirken, en yüksek değer 20 m basınç yükü altında yayıcı C için 98.39 olarak belirlenmiştir. Emitter tekdüzelik katsayıları, Özekici ve Sneed (1996) bulgularına göre yayıcı A için "iyi" ve "çok iyi" olarak sınıflandırıldı, diğer yayıcılar % 94'ün üzerinde kaldı ve Çamoğlu (2004), Tekin ve Ark (2016) çalışmalarının sonuçlarına göre "çok iyi" olarak sınıflandırıldı. Eskişehir-Sakarya bölgesinde yayıcı sistemi kullanan bitkilerde yayıcı tekdüzelik katsayısının % 80-99 arasında değişmekte olduğu bir çalışma gerçekleştirmiştir.

Sulama suyu tektip dağılım katsayısı (CU)

Yayıcıların sulama suyu dağılım katsayıları denklem 4 kullanılarak hesaplanmış ve ona göre değerlendirilmiş ve Çizelge 4.9' da verilmiştir. Çalışmada elde edilen tüm katsayılar "çok iyi" olarak sınıflandırılırken, sadece yayıcı A 5 m basınç yükü altında "iyi" sınıflandırmasını almıştır. Genel olarak, Cu değerleri A, B ve C yayıcılar için artan basınçla artarken, tüm değerler tüm basınç değerleri altında yayıcı D için benzerdi, Çamoğlu (2004) ortalama CU değerini 97.41 olarak belirlenirken, Tekin ve Ark (2016) ortalama CU değerini % 97.20 olarak belirledi ve "çok iyi" olarak

sınıflandırdı. Bu sonuçlara dayanarak, çalışma basıncı değerinin tekdüzelik katsayısı üzerinde bir etkisi olduğu sonucuna vardılar.

Çizelge 4.9. Sulama suyu düzgün dağılım katsayıları (CU).

Basınç(m)	Sulama suyu dağılım katsayısı (CU),% ve sınıflandırma değerleri							
	A (yerel)		B (yerel)		C (yabancı)		D (yabancı)	
5	89.41	İ	95.47	Çİ	97.02	Çİ	98.89	Çİ
10	93.25	Çİ	97.34	Çİ	98.57	Çİ	98.75	Çİ
15	95.53	Çİ	97.90	Çİ	98.00	Çİ	98.49	Çİ
20	95.08	Çİ	98.71	Çİ	98.93	Çİ	98.21	Çİ

İstatistiksel tekdüzelik (US)

Yayımcılar için istatistiksel tekdüzelik katsayısı değerlerinin uygunluğu denklem 5 kullanılarak hesaplanmış ve ASAE (1994) tabi olarak değerlendirilmiş ve elde edilen Abd katsayıları Çizelge 4.10' da verilmiştir. Çizelge incelendiğinde görüleceği üzere, en düşük istatistiksel tekdüzelik katsayısı 86.73 basınç yükü altında a için 5 m, en yüksek değer ise 98.66 olarak elde edilince 20 m basınç yükü altında. Bu durumda, istatistiksel tekdüzelik sınıflandırma değerleri "iyi" ve "çok iyi" arasında değişmektedir. Genel olarak, US değerleri sadece 5-10 ve 20 m basınç lı yükler altında a yayımlayıcısı için % 94'ün altında olarak belirlenirken, ortalama US değeri % 94'ün üzerinde olarak belirlendi ve "çok iyi" olarak sınıflandırıldı. Çamoğlu (2004) bu değer % 97.11 olarak belirlendiği bir çalışmada, Tekin ve Ark (2016) ise 96.49 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.10. İstatistiksel tekdüzelik katsayıları (Us).

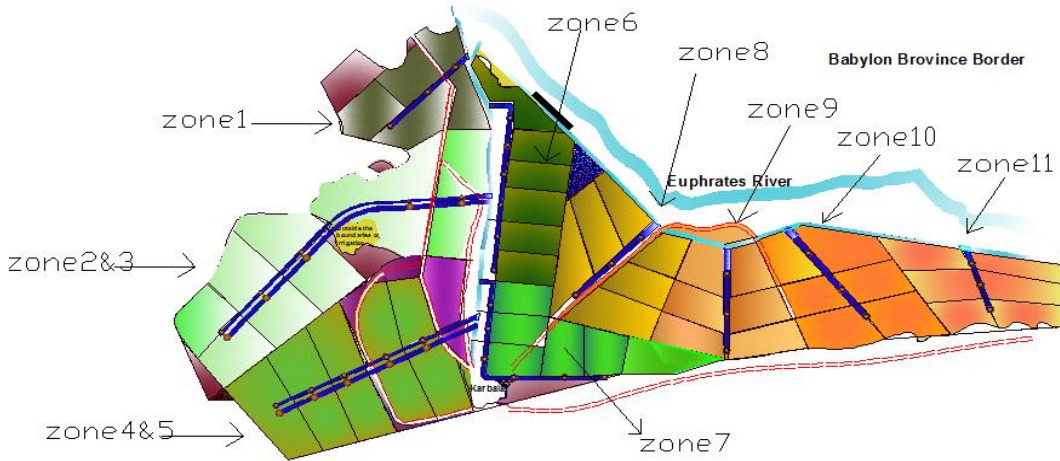
Basınç (m)	Us (%) Sınıflandırma değerleri							
	A (yerel)		B (yerel)		C (yabancı)		D (yabancı)	
5	86.73	İ	94.32	İ	96.26	Çİ	98.61	Çİ
10	91.54	İ	96.67	Çİ	98.20	Çİ	98.43	Çİ
15	94.40	İ	97.36	Çİ	97.50	Çİ	98.11	Çİ
20	93.84	İ	98.38	Çİ	98.66	Çİ	97.75	Çİ

Hindistan'da toprak nem dağılımı ile üretim çeşitliliği katsayısı (CV), tekdüzelik katsayısı (CU) ve istatistiksel tekdüzelik (US) belirlemek amacıyla damla sulama sistemi üzerine bir çalışma yürütmüştür. Araştırmacılar, varyasyon katsayısının (CV) 50.66 kpa sabit basınçta % 0.0207 istatistiksel tekdüzelik (US) yüzde 97 ve tekdüzelik katsayısının (CU) 0.9518 olarak elde edildiğini beyan etti. US ve CU değerleri bulgularımızla tutarlı olmakla birlikte, CV değerlerinin çok düşük olduğu saptandı. Ana boru hattının programa göre tasarım verileri Çizelge 4.11'de verilmiştir. Kapalı bir sulama sistemi kullanarak, akış hızı, deneyimli sulama sistemi tasarımcıları dışında normalde (1.5) m/sn'den düşük tutulmalıdır. Bu, boru hatlarında su darbesi problemlerini önlemek içindir. Hiçbir koşulda hız (3) m/saniyeyi aşmamalıdır, yani normal olarak (1.5-3) m / sn aralığındaki hız tavsiye edilmez.

Çizelge 4.11. Ana boru hattının programa göre tasarım verileri.

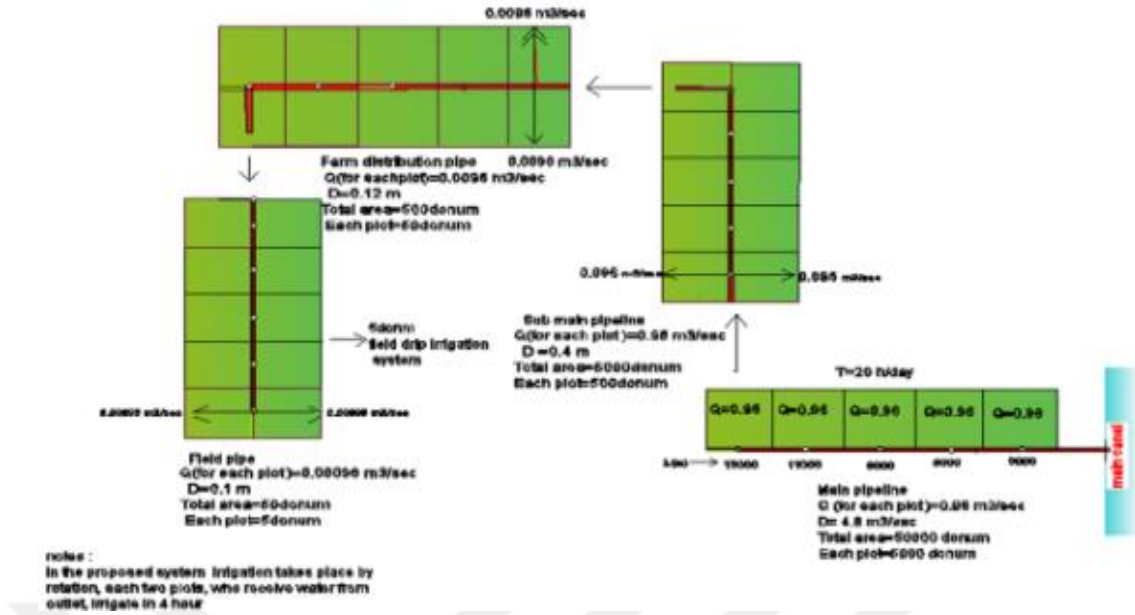
Su kaynağı	Bölge Nu.	T Saat/ gün	Boru parametreleri				
			Q m ³ /sn	D m	V m/sn	Damla	L km
AL-Hussainia	1	20	3.84	2	1.256	1.95	6
	2.3	20	4.8	2.6	0.93	2.5	20
	4.5	20	4.8	2.4	1.09	2.5	13
	6.7	20	5.76	2.6	1.114	1.987	11
Bani-Hasan	8.9						
	10.11	20	5.76	2.4	1.308	2.214	8

Çiftlik dağıtım boru hattı ve saha boru hattı : Bu borular, suyu ana boru hattından arsalarla aktarır. Her çiftlik için uygulanması gereken su hacmi, ana boru hattı için kullanılanla aynı şekilde ve rotasyonla hesaplanır (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Projenin alanı 9 bölüm bölüdü.

Alt ana boru hattı : Hali hazırda önerilen su iletim dağıtım sisteminde, alt ana boru, basınç altında (pompa ile) eşit miktarda su sağlamak için ana nakil borusuna bağlı olmalıdır. Önerilen sistemde sulama rotasyonla gerçekleştirilir, çıkıştan su alan her iki çiftçi günde 4 saat sulanır (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. Alt ana, çiftlik dağılımı ve saha boru hattının tasarımını.

Kerbela ili için ana su kaynakları AL-Hüseyinia ve Bani-Hasan kanallarıdır. Bu kanallar Fırat nehrinden ayrılır ve kentin dayanak noktası ve evsel, endüstriyel ve sulama için ana su kaynakları olarak kabul edilebilir. Her bir endüstriyel, yerli ve sulama için su ihtiyacının yüzdesi, Karbala ilindeki su kaynakları ofisi tarafından Çizelge 4.12' de gösterildiği gibi belirlenir (Sci vd., 2007).

Damlaticılar : Mevcut sulama sisteminde, su kullanım verimliliğini en üst düzeye çıkarmak için mikro sulama tekniği desteklenmektedir. Bu, ek pompalara ihtiyaç duymadan doğrudan kullanılabilir. Ancak, bu tekniğin kurulumu kolaydır ve oldukça ucuzdur.

Çizelge 4.12. Kerbela ilinde su kullanımı için yüzde oran AL-Husseiniea kanalları.

Yıl Kullanılan %	1990	2000	2004
Endüstriyel	5	5	6
yerli	3	3	4
Sulama	92	92	90

Mevcut kanalların çoğu topraklı kanallardır ve kısmen astarlıdır, astarlı parçalar toplam kanal uzunluğunun % 35.8'ini oluşturur. Bu sistem (300000) dönüm için sulama suyu ve sulama ve drenaj kanalı ağlarının kapsadığı sulanan alanın % 20'sini sağlar. Akış ana ve branş kanallarında sürekli ve su kaynağının hacmi, yılın her ayı için su gereksinimlerine ve nehirlerdeki kullanılabilir suya bağlı olarak değişmektedir. Su seviyeleri ve akış sıçanları sistemdeki üç noktadan kontrol edilebilir, yani ana kanalın başındaki ana regülatör; ikincil kanalların başlarındaki regülatörleri çıkarmak; ve her üçüncül kanala katılımda sabit kafalı delikler. Suyu her bir sulama bölgesi için sabit bir sulama döneminde dağıtmak için bir sulama rotasyonu işlemi uygulanır. Bu rotasyon, şebekenin uç kuyruğundaki çiftçilerin özellikle yoğun sulama dönemlerinde ve su kıtlığı koşullarında aşırı miktarda su almasını önler.

Mevcut kanal ağları aşağıdaki gibi birçok sorundan muzdariptir:

- 1- Yasa dışı su yollarının yanı sıra ana kanalların ve dalların çoğunda sürekli sedimantasyon birikimi.
- 2- Kontrol yapılarında azalma.
- 3- Sızıntı ve buharlaşma nedeniyle oluşan su kayıpları ve birçok kanalın hidrolik verimliliği, toprak kanallarının kaplanması veya astar kanallarındaki çatlaklar nedeniyle (% 46) olarak tahmin edilmektedir.
- 4- Kanallardaki deşarj oranı, özellikle Temmuz ayında tüm ekili alanların sulanması için yeterli değildir.

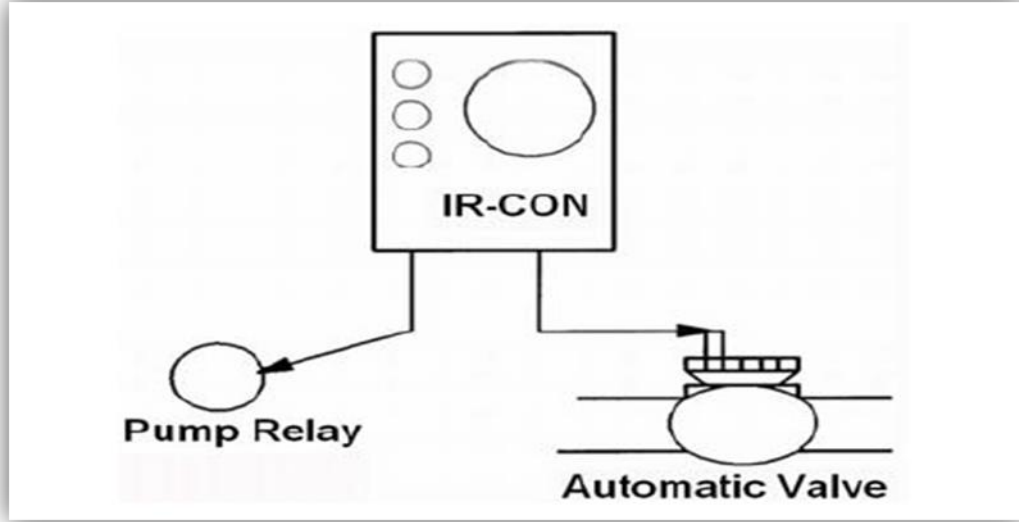
4.4 İşletim Sistemleri ve Kontrol Cihazları

4.4.1 Sulama sistemi kontrolörleri

Kontrolör, sulama sisteminin ayrılmaz bir parçasıdır. Tarımsal üretimi sürdürmek ve su, enerji ve kimyasal kullanımlarda yüksek verim elde etmek için suyu gerekli miktarda ve doğru zamanda uygulamak çok önemli bir araçtır. Sulama kontrolörleri, mekanik ve elektromekanik sulama zamanlayıcıları şeklinde uzun yıllardır kullanılmaktadır. Bu cihazlar, mahsulün çevresel değişikliklerine ve gelişim aşamalarına yanıt verirken suyun, enerjinin ve kimyasalların doğru kontrol edilmesini sağlayan karmaşık bilgisayar tabanlı sistemlere dönüşmüştür. Sulama sistemlerini kontrol etmek için iki genel kontrol cihazı türü yaygın olarak kullanılır:

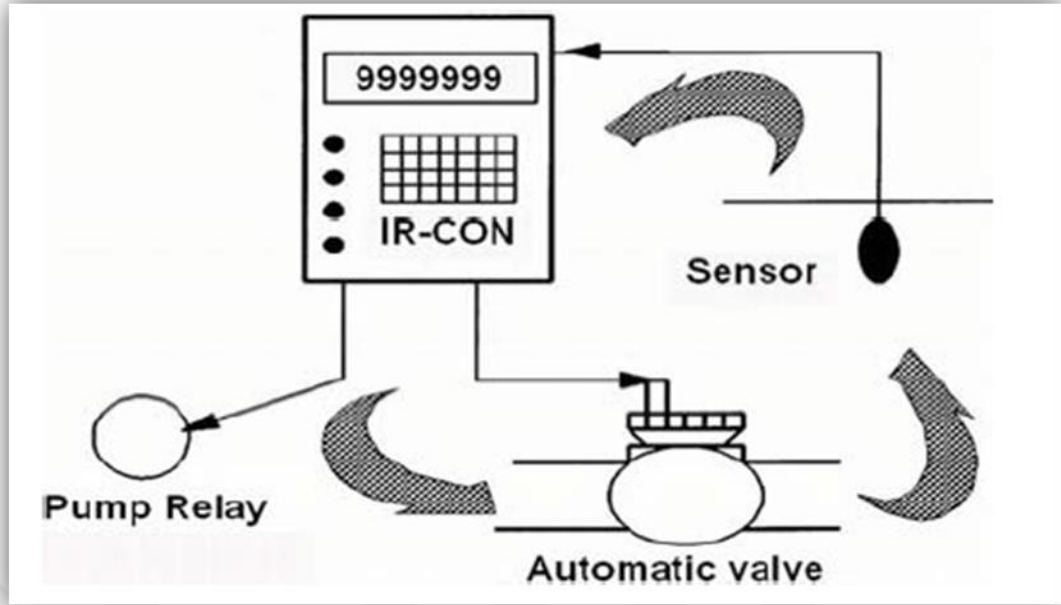
Açık kontrol döngüsü sistemi ve kapalı kontrol döngüsü sistemi. Aralarındaki fark, kapalı kontrol döngüsü sisteminin sensörlerden geri bildirim alması, karar vermesi ve sulama sistemine karar vermesidir. Öte yandan, açık kontrol döngüsü sistemleri, sulama zamanlayıcılarında olduğu gibi önceden ayarlanmış bir eylem uygular.

a-Açık kontrol döngüsü sistemi: Açık bir kontrol döngüsü sistemi kullanılırken, operatör veya su miktarı ve bu suyun ne zaman uygulanması gerektiği konusunda karar verilir. Operatör daha sonra sulama kontrol cihazını istenen programa göre ayarlamaya devam eder. Açık döngü kontrol sistemleri, kontrol amacıyla sulama süresini veya uygulanan hacmi kullanır. Şekil 4.15'te bir açık döngü kontrol cihazının temel bileşenlerini göstermektedir. Bu sistem düşük maliyetli, kolaylıkla temin edilebilen avantajlara sahiptir ve birçok cihaz çeşidi, istasyon sayısı ve program spesifikasyonu ile ilgili farklı esneklik derecelerinde üretilmektedir. Bununla birlikte, ortamdaki değişen koşullara otomatik olarak yanıt vermez ve yüksek sulama verimliliği sağlamak için sık sıfırlama gerektirir. Şekil 4.16'da, bu tip bir sistemin temel bileşenlerinin istenen bir duruma göre karşılaştırıldığını ve sulamanın uygulanıp uygulanmayacağına karar verilmesine dayanarak verilen bir karar verildiğini göstermektedir.



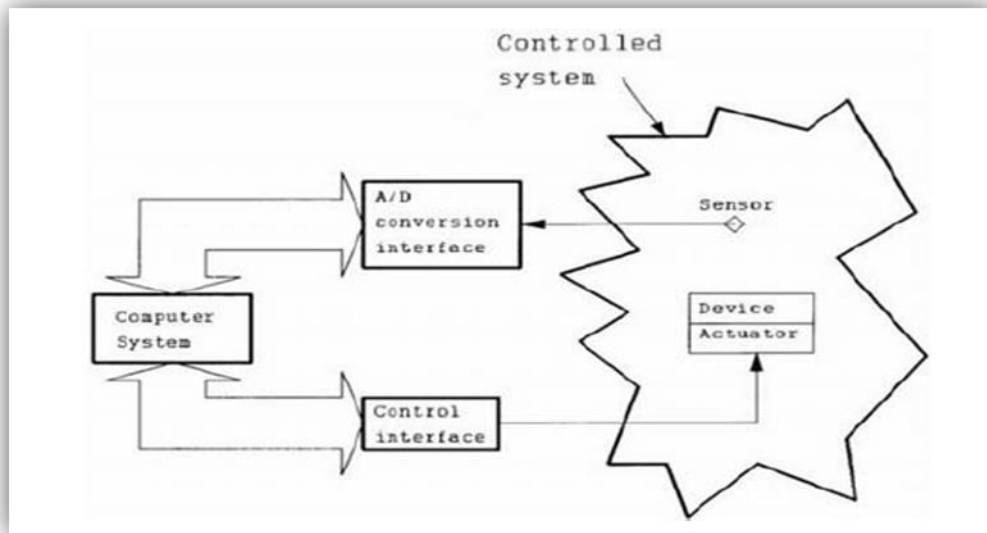
Şekil 4.16. Açık döngü kontrol cihazının temel bileşeni.

b-Kapalı kontrol döngü sistemi: Kapalı bir kontrol döngüsünde operatör kontrol için genel bir strateji oluşturur. Genel strateji tanımlandıktan sonra kontrol sistemi suyu ne zaman ve ne kadar su uygulayacağına dair ayrıntılı kararlar alır. Sensörlerin geri bildirimlerine bağlı olarak, sulama kararları alınır ve gerekirse işlemler yapılır. Bu tip bir sistemde sistemin geri bildiriminin ve kontrolünün sürekli yapıldığını not etmek önemlidir. Bilgisayar tabanlı bir kontrol cihazı kullanırken, kapalı devre kontrol sisteminin çok önemli bir bileşeni, sulama sisteminin işletimi hakkında karar vermek için kullanılan mantıktır. Bu sistemlerden bazıları çok ayrıntılı olabilir ve bir sulama kararına varmak ve işlemi uygun zamanda uygulamak için toprak nemi ölçümleriyle doğrulanmış karmaşık simülasyon modelleri kullanabilir. Bu tip sistemler (farklı karmaşıklık seviyelerinde) hızlı bir şekilde geliştirilmekte ve bazıları son birkaç yılda ticari olarak kullanıma açılmıştır. Bir kapalı devre kontrol sisteminin temel bileşenleri Şekil 4.17’de gösterilebilir. Donanım elemanlarının her biri aşağıda açıklanmaktadır.



Şekil 4.17. Kapalı çevrim kontrol ünitesinin temel bileşeni.

Bir kapalı çevrim kontrol sisteminin temel bileşeni Şekil 4.18’de gösterilebilir. Bu tür bir sistem, denetleyiciye bir veya daha fazla sensör tarafından geri verilmesini gerektirir.



Şekil 4.18. Kapalı çevrim kontrol sisteminin temel bileşeni.

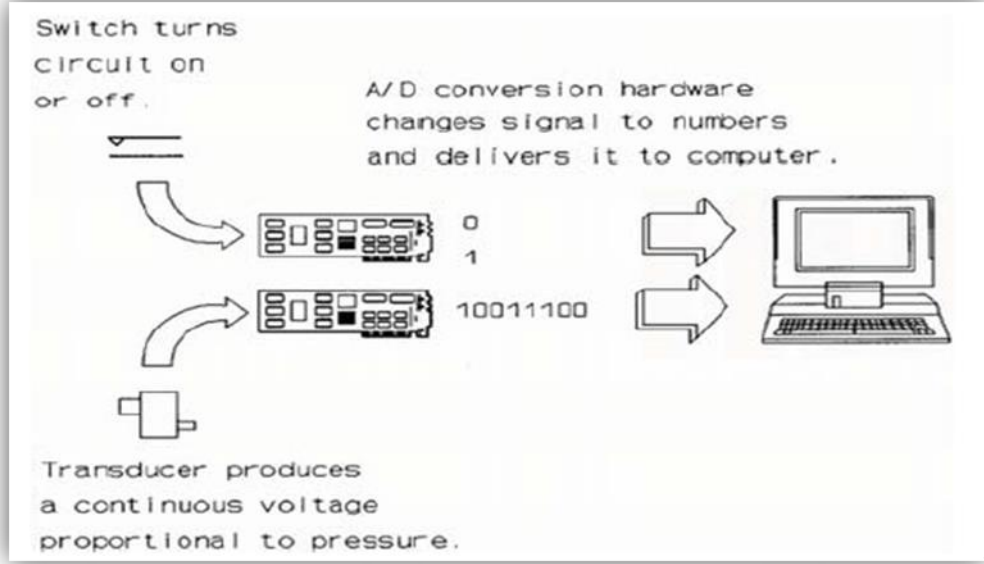
1- Sensörler

Sensör, sisteme yerleştirilen ve doğrudan ölçülecek parametreye bağlı elektrik sinyali üreten bir cihazdır. Sensörler, kontrol döngüsünün son derece önemli bileşenleridir çünkü otomatik kontrol sistemini çalıştıran temel verileri sağlarlar. Bir sensör, uygulamanın gerektirdiği süre içerisinde sistemin durumunu yansıtan bir sinyal vermelidir. Toprak nemi ölçümünü kullanarak (örneğin) sensör, buharlaşma ile oluşan toprak nemindeki değişiklikleri "kaldırabilir". Bu nedenle, sensörlerin doğru seçilmesi ve çalışma prensibinin anlaşılması bir kontrol sisteminin başarısı için kritik öneme sahiptir. Bilgisayar tabanlı kontrol sistemlerinde sıklıkla ölçülen değişkenlerin bazıları şunlardır:

- 1) Akış hızı,
- 2) basınç,
- 3) toprak nemi,
- 4) hava sıcaklığı,
- 5) rüzgar hızı,
- 6) güneş radyasyonu,
- 7) göreceli nemlilik,
- 8) sulama suyundaki toplam tuzlar ve
- 9) sulama suyunun pH'ı .

2- Analog-dijital (A / D) dönüştürücü

Bilgisayar sistemleri dahili olarak sayılarla (rakamlarla) çalıştığından, sensörlerden gelen elektrik sinyallerinin dijital verilere dönüştürülmesi gerekir. Bu, Analog-Dijital (A/D) ara yüzü olarak adlandırılan özel bir donanım aracılığıyla yapılır. Anahtar kapanmalarından ve eşik ölçümlerinden kaynaklanan ayrık sinyaller, 0 ve 1'e dönüştürülür. Sensör sinyalleri tarafından üretilen sürekli elektriksel (analog) sinyaller, algılanan değişken seviyesine bağlı bir sayıya dönüştürülür (Şekil 4.19).



Şekil 4.19. Analog-dijital (A/D) arayüz.

3- Bilgisayar sistemi

A/D dönüştürme donanımı doğrudan bilgisayar sistemine bağlanır. Mevcut teknoloji durumuna göre, bilgisayar sistemi bir kişisel bilgisayar, bir mini bilgisayar veya özellikle sadece kontrol görevine adanmış bir makine olabilir. Makinenin tipi uygulamanın türüne bağlıdır ve çevre özellikleri, kontrol edilen sistemin karmaşıklığı ve dönüşümlerin gerçekleşmesi gereken hız gibi faktörlerden büyük ölçüde etkilenir. Tabanlı kontrol sistemleri pazarlayan artan sistem entegratörleri ve ekipman üreticileri sayısındaki gibi, kişisel bilgisayarlar kullanılarak birçok tarımsal uygulama ekonomik olarak gerçekleştirilebilir. Ayrıca, birçok kontrol cihazı üreticisi özel bilgisayar kontrol sistemleri tasarlamış ve üretmiştir.

4- Kontrol arabirimi

Kontrol yazılımı kullanılarak, kontrol edilen sistemi değiştirmek için kararlar alınabilir. Gerçek değişiklikler, sistemde kontrol edilen değişkenleri etkileyecek cihazlara sahip olarak gerçekleştirilir.

5- Aktüatörler (otomatik valfler)

Uzaktan kumanda için özel olarak tasarlanmış vanalar, sulama kontrol sisteminin önemli bileşenleridir. Bu tip valfler farklı malzemeler kullanılarak üretilir. Tipik olarak pirinç, paslanmaz çelik ve çok çeşitli plastikler. Valfleri çalıştırmak için farklı valf çalıştırma tasarımları kullanılabilir:

- 1) diyafram tipi,
 - 2) piston tipi,
 - 3) ve elektrikli termal motor tipi.
- a- Diyaframlı vanalar

En yaygın otomatik vana tipi diyafram tipidir. Bu tip valflerde, suyun valf içinden geçişini engellemek için bir diyafram kullanılır. Diyafram, yay hareketi ve su basıncı farkları kullanılarak kapalıdan açık bir konuma getirilir. Valflerin tasarımı, basınç farklılıklarının bir aktüatörlü bir solenoid düzeneği veya bir hidrolik basınç borusu kullanılarak manipüle edilebileceği şekildedir .

b- Piston valfleri

Bu valfler, valfleri açmak ve kapatmak için hareketli bir piston kullanır. Çalışmaları, basınç farkları tarafından çalıştırılmaları nedeniyle diyafram vanalarına benzer. Bu valfler sorunlu çünkü deri bardak rondelaları kullanıyorlar. Deri bardak yıkayıcılar kuruma eğilimindedir. O-halkaları uzun süre kullanılmadıktan sonra aşınma ve yapışma eğilimindedir.

c- Elektrikli termal motor vanaları

Bu vanalar, vanayı doğrudan çalıştırmak için termal motor kullanır.

4.4.2 Sistem işletme vanaları

Sulama sistemlerinin dolumunu pompa başlangıcında kontrol etmek, bir sistemin istenen alt birimlerine giden akışları kontrol etmek ve sulama borularının yıkanmasına izin vermek için vanalar gerekir. Sistem basıncı ve hidrolik şok (su darbesi) problemlerinden kaynaklanan arızaları önlemek için sadece uygun basınç dereceli sulama vanaları kullanılmalıdır. Valf malzemeleri ve bileşenleri, sulama suyunun korozyonuna dayanıklı olmalıdır. Aşırı basınç kaybını önlemek için vanalar

uygun şekilde boyutlandırılmalıdır. Normalde, vanalar monte edildikleri boru hattı ile aynı boyutta olmalıdır. Başlangıç maliyetlerinden tasarruf etmek için daha küçük vanaların takılması, sürtünme kayıplarından dolayı sistemin ömrü boyunca daha yüksek işletme maliyetleri sağlayacaktır. Sulama sisteminde kullanılan vanalar şunlardan oluşmaktadır:

1- Vanaları kontrol edin. Pompa tahliyesi ve geri akışın olabileceği boru hattı arasına bir çekvalf yerleştirilmelidir.

2- Basınç emniyet valfleri. Tüm vanalar kapalıyken aşırı basınç oluşabilirse, pompa tahliyesi ile boru hattı arasına bir basınç tahliye vanası yerleştirilecektir. Basınç tahliye vanaları, çek valfin tahliye tarafına, akışın tersine çevrilebileceği bir yere ve gerekirse hattın sonundaki dalgalanmayı gidermek için boru hattının sonuna yerleştirilecektir. Basınç sınırlama valfleri, boru çapının her bir inç için $\frac{1}{4}$ inç nominal boyutundan daha küçük olmayacak ve borunun basınç derecesinin üstünde 5 lb/in^2 'den daha büyük olmayan bir basınçta açılacak şekilde ayarlanmalıdır. Valflerin açılmaya başladığı basınç, her bir basınç emniyet valfinde işaretlenmelidir. Ayarlanabilir basınç tahliye vanaları, vana üzerinde işaretli ayarların değiştirilmesini önlemek için kapatılmalı veya başka şekilde değiştirilmelidir.

•Hava tahliye valfleri. Sulama boru hatlarında kullanım için üç temel hava tahliye vanası tipi aşağıda açıklanmıştır:

•Hava tahliye valfi, genellikle 1/16 ile 3/8 inç arasında değişen, küçük bir havalandırma deliğine sahip sürekli çalışan bir valf. Bu vana, hat doldurulduktan ve çalışma basıncı altında olduktan sonra boru hattından hava ceplerini serbest bırakır.

•Büyük bir havalandırma deliğine sahip bir havalandırma ve vakum tahliye valfi, doldurma sırasında boru hattından büyük miktarda havayı dışarı atar ve havanın hattın yeniden girmesine izin vererek boşaltma sırasında vakum oluşmasını önler. Sürekli etkili değildir çünkü valf kapandığında çalışma basıncında havanın daha fazla kaçmasına izin vermez.

- Bir kombinasyon hava valfi bazen bir kombinasyon hava tahliye ve hava vakum valfi veya kombinasyon hava tahliye ve vakum tahliye valfi olarak da adlandırılır. Sürekli etkilidir ve hem hava tahliye vanasının hem de hava tahliye vanasının ve vakum tahliye vanasının işlevlerini birleştirir. Her iki vana da bir vana gövdesine yerleştirilmiştir.

Doldurma ve havanın boşaltılması sırasında hava çıkışı için pozitif araçlar sağlamak gerekirse, boşaltma sırasında hava tahliyesi ve vakum tahliye valfleri veya kombinasyon hava valfleri tüm zirvelere, girişe ve boru hattının uçlarına takılır.

1-İzolasyon valfleri: İzolasyon valfleri, onarım veya bakım başka yerlerde tamamlanırken sistemin geri kalanının sürekli çalışmasını sağlamak için, bir alt bölüme giden ana teslimat noktaları gibi stratejik noktalara yerleştirilmelidir. İzolasyon vanaları ve dişli operatörleri doğrudan gömme uygulamaları için tasarlanacaktır.

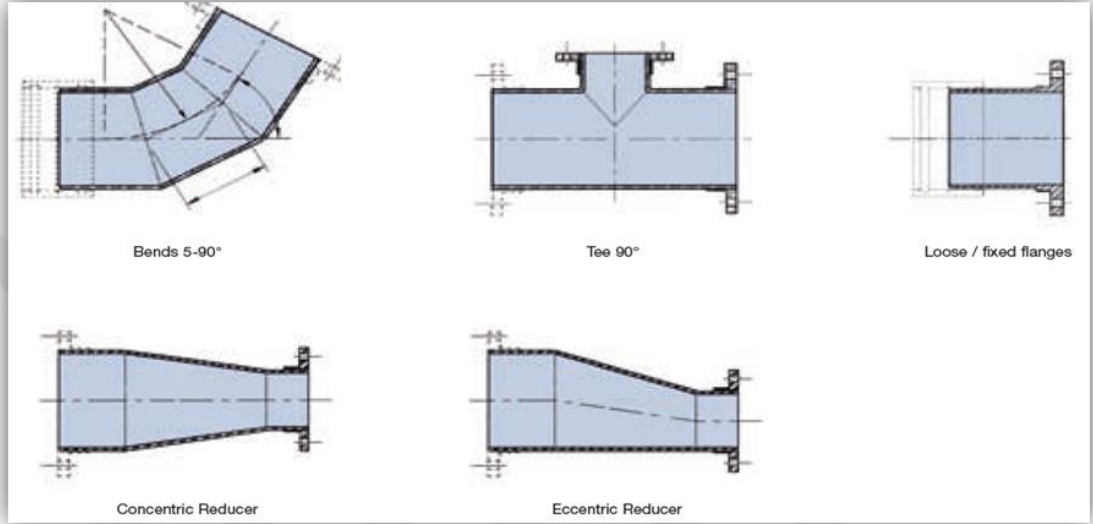
2- Yıkama vanası: Bu vana hattın tortu veya diğer yabancı maddelerden arındırılması için boru hattının uzak ucuna monte edilmelidir.

4.4.3 Ölçüm cihazları

Sulama sistemlerini düzgün bir şekilde yönetmek için, özellikle her sulamada uygulanan su miktarını ölçmek için debi (su) sayaçları gerekir. Sulanan alandaki su uygulamalarının toplamını sağlamak için sulama pompasına sayaçlar yerleştirilebilir. Her bir alt birime yapılan uygulamaları doğru bir şekilde izlemek için alan alt birimlerinde bulunabilirler. Sulama pompalama verimliliğini sürekli olarak izlemek, debi hızlarını ölçerken tıkanma problemlerini belirtmek ve sulama suyunda kimyasal konsantrasyonlar önemli olduğunda kimyasal enjeksiyonların doğru şekilde yapılmasını sağlamak için debi sayaçlarına ihtiyaç vardır. Basınçlı sulama sistemlerinin çalışmasını düzgün bir şekilde izlemek için işlevsel basınç göstergeleri gerekir. Pompanın tahliyesinde minimum bir gösterge ve her bir alan alt biriminde bir adet gereklidir. Filtreler kullanıldığında, pompanın yanında, filtre sisteminin her iki tarafında bir tane olmak üzere iki gösterge gerekir. Basınç göstergeleri, sulama sisteminin hızlı bir şekilde kontrol edilmesini sağlar. Operatörün sistemin doğru basınçta çalıştığını kontrol etmesini sağlar ve bu nedenle uygun ortalama su

miktarının potansiyel olarak uygulanabileceğini gösterir. Akış ölçerler ile birlikte basınç ölçerler ayrıca boru hatlarındaki veya tıkanmış yayıcılarıdaki sızıntıları tespit etmeye yardımcı olur ve pompalama verimliliğini izlemek için araçlar sağlar.

Takma ve aksesuarlar : (GRP boru Kataloğu) 'de gösterildiği gibi dirsekleri, dalları, flanşları veya önceden monte edilmiş, özel tasarım makaraları içerir (Şekil 4.20).



Şekil 4.20. Armatür ve aksesuarlar (GRP boru kataloğu).

4.4.4 Su çekiç kontrolü

Su çekici veya basınç dalgalanması, boru sistemi içindeki akışkan hızındaki ani bir değişimin neden olduğu basınçtaki ani yükselme veya düşmedir. Bu akış değişikliklerinin olağan nedeni, valflerin hızlı bir şekilde kapanması veya açılması veya pompaların aniden başlatılması veya durdurulmasıdır. ve tüm havanın sistemden hızla boşaltılması. Akışta ani değişiklikler meydana geldiğinde, akan su ile ilişkili enerji aniden o konumdaki basınca dönüştürülür. Bu aşırı basınç, yüksek basınç olarak bilinir ve hızdaki büyük değişikliklerle daha büyüktür. Kullanılan malzemeler gibi borunun özellikleri inşaat, duvar kalınlığı ve borunun sıcaklığı, borunun elastik özelliklerini ve dalgalanma basıncına nasıl tepki vereceğini etkiler. Su çekiçinin veya dalgalanma basınçlarının sulama sistemi üzerindeki etkilerini en aza indirmek için tasarım ve yönetim değerlendirmesi yapıldı.

- 1- Tasarım sürecinde, boru, çalışma artı akım basınçlarının kombinasyonuna eşit veya daha büyük bir basınç değerinde seçilmelidir. Örneğin, normal işletme basıncı 517.24 kn/m^2 olan ve 160 psi sınıfında (1103.45 kn/m^2 'ye eşit basınç derecesinde) su hızına (saniyede 2 metre) sahip bir sulama sistemi düşünün. Ve yaklaşık 689.65 kn/m^2 'lik bir hesaplanmış dalgalanma basıncı ani bir valf kapanmasından kaynaklanabilir. Bu, sistemdeki toplam basıncı, borunun 1103.45 kn/m^2 basınç derecesini aşarak yaklaşık 1206.89 kn/m^2 'ye getirecektir.
- 2- Aşırı basınçları en aza indirmek için boru hattındaki maksimum su hızı sınırlandırılmalıdır. Genel öneriler, maksimum çalışma hızlarını saniyede 1.5 metre ile sınırlandırmaktır. Hiçbir durumda, hız saniyede 3 metreyi geçmemelidir.
- 3- Bir boru hattına sıkışan hava sorunlara neden olabilir. Hava çok sıkıştırılabilir ve boru hattında sıkıştırılabilir ve genişleyebilir, bu da değişken hız koşullarına ve dolayısıyla önemli basınç değişikliklerine neden olabilir. Sistemde havanın birikmesini önleyerek havanın hapsolması ile ilgili problemler en aza indirilebilir. Bu, boru sisteminin yüksek noktalarına yerleştirilmiş olan hava tahliye vanaları kullanarak gerçekleştirilebilir. Nispeten düz arazi alanlarında, bunlar aynı zamanda pompanın boşaldığı bölgede, hattın ortasına yakın ve hattın akış aşağı ucunda kullanılmalıdır.

Ek tasarım konuları şunları içerir:

Akım debi regülatörlerinde ve pompa tahliyesinde basınç düşürme valfleri.

Akış kontrolörleri, doldurma hızını en aza indirmek ve dolgulu hatlarda başlatma dalgalanmasını azaltmak için kullanılır. Su darbesi ekonomik bir tasarımda tamamen ortadan kaldırılamaz, ancak yönetim ve işletme sırasında önlemler alınarak etkiler en aza indirilebilir. Başlatma, özellikle boru hatları boş olduğunda kritik öneme sahiptir. Boş hatlar, hapsolmuş havanın çıkmasını sağlamak için mümkün olduğunca yavaş doldurulmalıdır.

4.4.5 Maliyet analizi

Karar verirken sulama projesinin maliyetinin doğru bir tahminine sahip olmak önemlidir. Sulama projesinin toplam maliyeti aşağıdakilerden oluşur:

1- İnşaat maliyeti.

2- İşletme maliyeti.

Bu bölüm toplam açık kanal maliyeti ile kapalı kanal arasında bir karşılaştırma sunar. Bu amaçla, çalışma alanından bu fikri uygulamak için iki kanal seçilmiştir. Toplam maliyet karşılaştırmasını göstermek için bu araştırmada ele alınan kanallar, Çizelge 4.13'te özetlenmiştir.

Çizelge 4.13. Projenin mevcut kanallarının verileri (Kerbela ilindeki ofisi).

Mevcut sistemde adlandırılan kanallar	Kanalın Tipi	Kanal Q tahliyesi (m^3/sn)	Kanalın uzunluğu L (km)	Kanal yatağı genişliği B (m)	Kanalın derinliği h (m)
DC15	Distribütörlük	0.32	1.5	0.6	1.075
WC3	Su kursu	0.06	1	0.4	0.5

İnşaat maliyeti:

Kaplamalı kanalların inşaat maliyeti, arazi edinimi, toprak işleri, kaplama, hidrolik yapı ve köprü inşaatı gibi diğer maliyetlerden oluşmaktadır.

DC15, (BC6) kanalından dallanmış bir dağıtıcı kanalıdır. Bu kanal, sekiz su kanalı sağlar. Kanal, 6.5 cm kalınlığındaki betonla kaplıdır. DC15 kanalının dolum ve astar maliyetinin hesaplanması Çizelge 4.14'te ve hidrolik yapıların maliyetleri Çizelge 4.15 'te verilmektedir.

Çizelge 4.14. DC15 kanalının yapım maliyeti.

Uzunluk (m)	Deşarj (m ³ /s)	Dolum maliyeti			Astar maliyeti		
		Dolum hacmi (m ³)	Birim fiyatı (ID\ m ³)	Maliyet (ID)	Astar alanı (m ²)	Birim fiyatı (ID\ m ²)	Maliyet (ID)
0-50	0.32	1000	3500	3500000	223.75	13000	2908750
50-500	0.27	8000		28000000	1790		23270000
500-1000	0.17	11000		38500000	2461.25		31996250
1000-1500	0.087	10000		35000000	2237.5		29087500
Toplam				105000000			87262500
Toplam Maliyeti =192262500 ID							

Çizelge 4.15. DC15 kanalının hidrolik yapı maliyeti.

Yapı adı	Numara	Maliyet (ID)
Baş regülatörü (kanalda)	1	15000000
Kesme regülatörü	1	14128500
Düşürmek	1	3225000
Kaçış	1	7000000
Baş regülatörü (dağıtılmış kanal için)	8	49022630
Toplam		78571604

(45000) m² alana sahip DC15 kanalının inşası için kullanılan arazinin maliyeti (54000000) ID'ye eşittir (burada 1donm = 30000000ID). Böylece, Dc15 kanalının toplam maliyeti = 810834104 ID.

B-WC3canal:

Bu su akışı (DC15) kanalından, (5.5) cm kalınlığında betonla kaplıdır. Bu kanalın yapım maliyeti Çizelge 4.16' da gösterilmiştir.

Çizelge 4.16. WC3 yapım maliyeti.

Madde		Birim fiyatı	Maliyet (ID)
Dolum maliyeti	8230 m ³	3500	28805000
Astar maliyeti	1814 m ²	12000	21768000
hidrolik yapı:			
1 baş regülatörü	1	4902263	4902263
2 alanlı katılım	10	450000	6750000
Arazi edinimi	8000 m ²	30000000	96000000
Toplam tutarı			153323000

İşletme maliyeti.

Kapalı kanalın işletme maliyeti, sızıntı ve buharlaşmadaki su kayıplarından ve bakım maliyetinden oluşmaktadır.

a- Buharlaşma Kayıpları Maliyeti.

Açık bir kanaldan buharlaşma kaybı, su yüzeyinin bir fonksiyonudur. 20 yıl boyunca kaybedilen suyun maliyeti, (Ce), aşağıdaki ilişkiyle hesaplanabilir: (Denklem 4.8)

$$Ce = E \times W \times Tf \times Cwu \times L \quad (4.8)$$

Burada:

W: Kanal genişliği (m)

L: Kanal uzunluğu (m)

E: Ortalama buharlaşma hızı, günlük 11.1 mm'ye eşittir.

Tf: akış günü / yıl, 365 gün / yıl olarak kabul edildi.

Cwu: su maliyeti (ID/m³), makul olarak 100 ID/m³ olarak kabul edildi.

a- Sızıntı maliyeti

Sızıntı kayıpları buharlaşma kayıplarından daha büyüktür, çizgili bir kanalda sızıntı kayıpları (0.04) m³/m²/gün olarak düşünülebilir (AL Forat sulama çalışmaları ve tasarım projeleri, 1990). 20 yıl (Ss) üzerindeki sızıntı kayıplarının maliyeti şu şekilde hesaplanabilir: (Denklem 4.9)

$$Cs=0.04 \times 365 \times A \times Cwu \quad (4.9)$$

Burada:

A: Astar alanı (m²).

Cwu: Su maliyeti (ID/m³), makul olarak 100 (ID/m³) olarak kabul edildi.

Bakım maliyeti

Bakım ve açık kanallar, temizlik, tuzdan arındırma, yeniden şekillendirme ve küçük onarımlar ve diğerleri gibi birçok öğeden oluşur. Çizelge 4.17’ de gösterildiği gibi kanalların derinliğine bağlı olarak delme kullanılabilir. Çizelge 4.18’de, DC15 ve WC3 kanallarının 20 yıllık faydalı ömrünün yıllık işletme maliyetini göstermektedir. Yıllık olarak birleştirilmiş bir faiz oranını varsayar Denklem 4.10’da verilmiştir.

Çizelge 4.17. Kanallardan siltasyon kaldırma ekipmanları.

Kanal tipi	Ekipman	Günlük üretim ortalaması (m)	Bakım süresi (yıl)
Kanalları (derinlik <1.5m)	Hidrolik delme (kanalın bir tarafında)	750	1
Kanalları (derinlik 1.5-2m)	Hidrolik delme (kanalın bir tarafında)	500	2
Kanalları (derinlik >2m)	Hidrolik delme (kanalın her iki tarafında)	250	2

$$F=P (1 + i) n \quad (4.10)$$

Burada:

F gelecekteki toplamdır

P bugünkü toplamdır

i dönem başına faiz oranıdır (faiz oranının % 3'e eşit olduğunu varsayalım)

n, faiz dönemlerinin sayısıdır.

Gelecekteki toplam (F), yıllık bileşik faiz varsayımıyla, belirli bir süre boyunca yatırılan paranın toplam tutarının (P) net değerini sağlar (Wu ve Gitlin, 1974).

Çizelge 4.18. 20 yıldan uzun süredir açık kanalların su kayıplarının maliyeti.

Açık kanal İşletme maliyeti	DC15	WC3
Buharlaştırma kayıpları maliyeti	4242297	1024444
Sızıntı kayıpları maliyeti	17700341	4783377
Bakım maliyeti	3612222	2709166
Toplam maliyet	25554860	8516987

Hidrolik sondajın (delme) kiralama maliyeti 500000 ID \ gün.

4.5 Bir Yeraltı Boru Hattı Üzerinden Toplam Taşıma Maliyeti

İnşaat maliyeti

Aşağıdakilerden oluşabilir:

a- Boru ve montaj malzemelerinin maliyeti:

Kapalı bir sistemin maliyeti boru, kazı, yatak malzemesi, döşeme ve geri dolum maliyetlerinden oluşur. Borunun maliyeti malzemeye ve çapa bağlıdır. Hafriyat işlerinin maliyeti gerekli yataklar için değerlendirilebilir. Yaygın bir kurala dayalı bir kazı genişliği için, $(B = 3 D + 0.3)$ yüzeyin 1 m altına yerleştirme derinliği ve toprak işinin birim maliyeti (Ce), toprak işinin para / m³'ü. Boru hattının metre uzunluğundaki kazılan hafriyat çalışmasının maliyeti Denklem 4.11'de verilmiştir

$$Ce = (1.5 D^2 + 1.95 D + 0.33) Ceu \quad (4.11)$$

Burada:

Ce: Metre uzunluğunda hendek açma maliyeti, para / metre

D: Boru çapı, m

Ceu: Metreküp başına hafriyat maliyeti, para / m³

Kullanılan yatak tipine bağlı olarak, borunun altına 8-10 cm yatak malzemesi ve bunun üzerine 30 cm'lik bir tabaka döşenir. Boru hattının yatağı Şekil 4.18'de verilmiştir. Birim yatak başına birim yatak (Cgu) ile metre uzunluğu başına yataklama hacmi ve dolayısıyla maliyeti, şöyle ifade edilebilir: (Denklem 4.12)

$$C_G = (0.72 D^2 + 1.14 D + 0.17) C_{gu} \quad (4.12)$$

Burada:

C_G : Yeraltı boru hattının metre uzunluğunda ihtiyaç duyulan yatak malzemesi maliyetini, Para / m

C_{gu} : metreküp başına yatak malzemesi maliyeti, para / m³

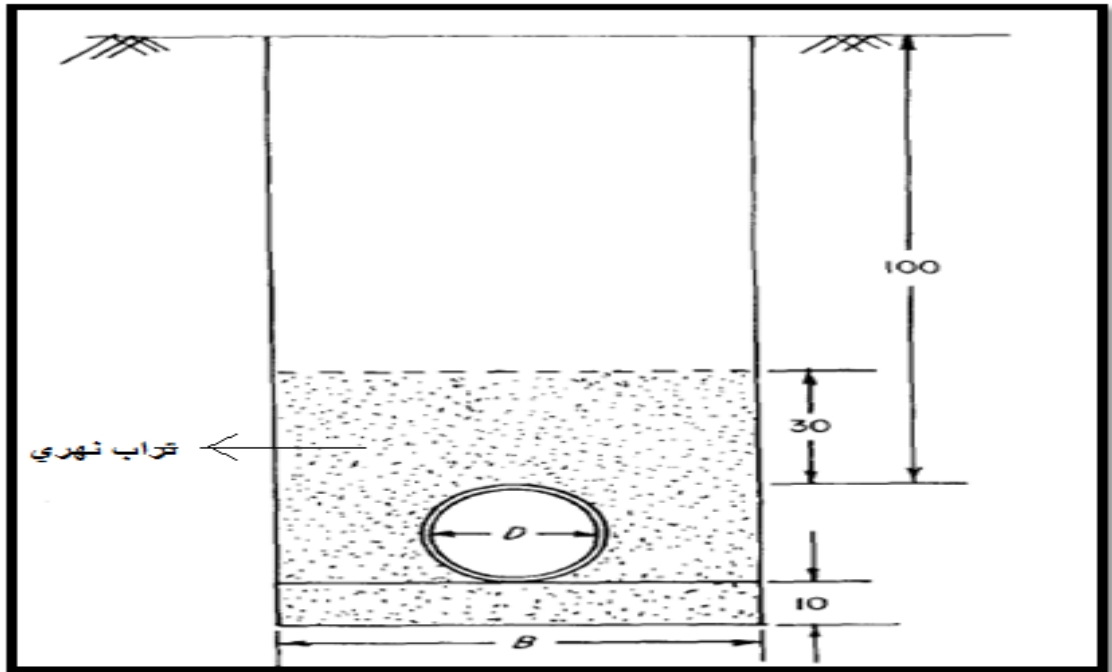
Kazılan toprak geri doldurulur ve kalan toprak uygun bir yere atılır. Aşırı toprak, kazı ile boru hattı ve yatak malzemesi tarafından kullanılan hacim arasındaki farka eşittir. Metre uzunluk başına döşeme ve geri doldurma maliyeti, geri doldurma (C_{fu}), para / m³ birim maliyeti ile belirlenebilir (Denklem 4.13).

$$C_{If} = (0.81 D + 3.13) C_{fu} \quad (4.13)$$

Burada:

C_{If} : metre uzunluğundaki yeraltı borusu uzunluğu başına döşeme ve geri doldurma maliyeti, para / m.

C_{fu} : Yeraltı boru hattının metreküp başına döşeme ve geri doldurma maliyeti, para / m³. Kapalı kanallar olarak kanalların (DC15 ve WC3) yapım maliyeti Çizelge 4.19'da belirtilmektedir.



Şekil 4.21. Boru hattının yatağı (tüm ölçüler cm).

Çizelge 4.19. Borunun maliyeti ve montajı.

Kanal ismi	Çapı mm	Borunun maliyeti Kazı			Yatak malzemesi ve arka dolgu maliyeti			Toplam ID
		Uzunluk m	Birim fiyatı ID\M	Maliyet ID	Hacim m³	Birim fiyatı ID\M	Maliyet ID	
DC15	450	50	180000	9000000	1415	2700	382050	94195350
	400	450	90000	40500000	1125		3037500	
	350	500	45000	22500000	1089		2940300	
	250	500	27000	13500000	865		2335500	
WC3	200	1000	16000	16000000	1497	2700	4041900	20041900

Pompaların maliyetleri toplam dinamik basma yüksekliğine ve deşarjına bağlıdır. Boru şebekesine yeterli baş sağlamak için bir pompa istasyonu olduğu varsayılarak, pompa istasyonu üç pompadan oluşur. Bu, kullanılabilecek tasarım kriterlerinin birkaç alternatifinden birine dayanıyordu (Wu ve Gitlin, 1973).

c- Vanaların Maliyeti.

Boru hattı için vanaların maliyeti hesaplanır ve Çizelge 4.20’de özetlenir.

İşletme maliyeti:

Pompanın bir kişi tarafından çalıştırılması aylık yaklaşık 500000 ID veya 6 milyon ID \ yıllık ücrete sahiptir. Pompaların yakıt ve grese yaklaşık (700000) ID \ ay ihtiyacı vardır. Bu, tüm projenin yıllık işletme maliyetinin (14400000) ID \ yıl olduğu anlamına gelir. 20 yıldan fazla kullanım ömrü, biriken işletme maliyetinin (288000000) ID.

Çizelge 4.20. Kontrol vanalarının maliyeti.

Valfi	DC15		WC3	
	Numara	Maliyet (ID)	Numara	Maliyet (ID)
Hava tahliye valfi	1	500000	1	500000
Basınç tahliye valfi	1	500000	1	500000
Yıkama valfi	1	250000	1	250000
Baınç ölçer	9	18000000	7	14000000
Akış ölçer	9	675000	7	525000
Toplam		19925000		15775000

4.5.1 Sulama suyunun kalitesi

Çiftçilere ve diğer irigatörlere sunulan sulama suyunun kalitesi, hangi bitkilerin başarılı bir şekilde yetiştirilebileceği, bu bitkilerin verimliliği ve su sızması ve diğer toprak fiziksel koşulları üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Neredeyse tüm sulama suları, her iki tesise temas eden tuzları ve diğer kimyasal bileşenleri içerir. Bitkiler suyu kullandıktan sonra, tepe göz fiskiyelerle sulanırsa veya toprakta bırakılırsa yüzeyler. Su bileşenlerinin bazıları, bitkilerin besin ihtiyacına katkıda bulunabilir, ancak konsantrasyonları yeterli aralıkları aştığında da zararlı olabilir. Sulama suyunda bulunan maddeler, parçaların aşınmasına veya yayıcıların tıkanmasına neden olarak sulama ekipmanlarını da etkileyebilir. Ölçüde sulama suyu bitki büyümesini, toprak sağlığını etkileyecek ve sulama ekipmanının işleyişi bir su kalitesi testi ile değerlendirilebilir. Su kalitesi testleri yeni sulama sistemleri yapıldıktan hemen sonra ve bir sulama rejiminin başlamasından sonraki düzenli aralıklarla yapıldığında, uygun peyzaj yönetimi kararları ile olası sorunları önleyebilir.

4.5.2 Su kalitesi özellikleri

Sulama suyu kalitesi aşağıdaki parametrelerle tanımlanabilir:

- PH
- Toplam Çözünen Tuz (elektriksel iletkenlik ile gösterilir)
- Bikarbonatlar, karbonatlar ve toplam alkalilik
- Besinler
- Sertlik
- Sodyum tehlikesi
- Aşırı seviyedeki bitkilere zehirli spesifik iyonlar (bor, klor, sülfat, sodyum)

Su pH'ı. PH terimi "hidrojen iyonu potansiyelini (H +)" belirtir ve suyun asitliği veya alkaliliğini de ifade eden suyun hidrojen iyonu konsantrasyonunun bir ölçüsüdür. PH ölçüm, 0 ila 14 arasındadır (< 7.0 asidik, 7.0 ve > 7.0 alkalın). Suyun pH değeri, sulama suyunda ve gübre çözeltilerinde besinlerin formlarını ve kullanılabilirliğini etkileyebilir, ayrıca bazı pestisitlerin verimini ve ekipmanın çalışmasını etkileyebilir, Şekil 4.21'de sulama suyu PH çok düşük olduğunda (asidik) ortaya çıkabilecek bir problem olan, mikro besin toksisitesinden yaprak ucu hasarına sahip bir avuç içi dalını göstermektedir. Sulama suyunun çoğu için 6.5 ila 8.0 arasında bir PH değeri

istenir. Toplam Çözünmüş Tuzlar (TDS). Sulama suyunda yüksek toplam çözünür tuzların birikmesi, bitkilerin ve toprağın zarar görmesine yol açabilecek ciddi bir sorundur. Arzu edilen tuz seviyelerinden daha yüksek olması, fazla tuzların bitki köklerinden suyu uzaklaştırdığı toprakta fizyolojik kuraklık koşullarına neden olabilir. Fizyolojik kuraklık yaşarken, topraklar çok fazla neme sahip olsalar bile, bitkiler su stresi nedeniyle solabilirler (Şekil 4.22) (Şekil 4.23).



Şekil 4.22. Düşük PH koşullarında mikro besin toksisitesinden yaprak hasarı.



Şekil 4.23. Tuzlu yağmurlama suyundan zarar görmüş mısır bitkisi.

Klor: Sulama suyu, yeterince yüksek konsantrasyonlarda bulunursa, peyzaj bitkileri ve çimenler için toksisite tehlikesi oluşturabilecek doğal olarak oluşan iyonları içerir. Kökte tehlikeli bir iyon biriktiğinde, bitki stres ve kimyasal yaralanmalara maruz kalır. Bazı durumlarda, yüksek miktarlarda bu iyonların bulunduğu sulama suyundan doğrudan bitki teması da toprağa zarar verebilir. En sık toksisite tehlikesi taşıyan iyonlar klorürdür.

Sertlik: Su sertliği, suda çözünmüş mineral içeriğinin bir ölçüsüdür. Sudaki sertliğe katkıda bulunan çözünmüş mineraller ağırlıklı olarak çözünmüş kalsiyum ve magnezyum iyonlarıdır. Bu iyonlar, akiferden veya karadan akarken su minerallerle temas ettiğinde su kaynağına girer. Sert su ile ilişkili kireçli beyaz tortular ve ölçeklendirme, mineral yüklü sudan çöken kalsiyum ve magnezyum bileşiklerinden gelir. Sulama suyunun çoğunda 150 mg / L'den daha düşük sertlik değerleri istenir. Sulama için sert su kullanılması toprak üzerinde sınırlayıcı bir etkiye sahip olabilir, bitki yapraklarında beyaz tortulara neden olabilir ve sulama ekipmanlarını tıkayabilir.

4.6 Zemin Karakteristiği

Fiziksel özellikler:

Proje alanındaki çoğu toprakların toprak yapısı genel olarak dengesiz ve gelişmemiş bir yapıya sahiptir. Bu, bu toprakların düşük organik içeriğinden ve gelişmiş pedagojik özelliklerin bulunmamasından kaynaklanmaktadır. Brüt yoğunluk, ince topraklarda (1.62) ila (1.38) gm / cm³ arasında, orta derecede ince bir toprak için (1.49) ila (1.33) gm / cm³ arasında, kaba topraklarda ise yoğunluk (1.48) ila (1) gm / cm³ arasında değişmektedir.

Kimyasal özellikler:

Alanın temel sorunu toprak tuzluluğudur. Proje sahasının bütün toprakları tuzluluktan etkilenir. Topraktaki tuzun varlığı kurak iklimin sonucudur. Alanın topraklarındaki temel tuz kaynağı tuzlu yeraltı suyu; yeraltı suyunun elektrik iletkenliği 3.9 ila 140.7 mmhos / cm arasında değişmektedir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

SDI sistemleri birçok ürün için birçok farklı coğrafi bölgede benimsenmiş ve uyarlanmıştır çeşitli toprak türleri ve iklimler altında. Potansiyel avantaj ve dezavantajların incelenmesi nedenlerini anlamının yanı sıra, SDI için diğer yeni kullanımları belirlemenin olası bir yoludur ve mevcut kullanımlarda SDI karşı, Bazı durumlarda, güçlü, ama daha az belirgin, avantajları vardır dezavantajları için iyi bir denge sağlayan, benimsenmesi nde baskın faktör. Sulama sistemi tasarımı uygulama verimliliğini önemli ölçüde etkiler ve temel amaçları faydaları en üst düzeye çıkarmak ve maliyetleri en aza indirmek olan çok sayıda değişken ve kısıtlama içerir. Sulama sistemlerinin tasarımı, iyileştirilmesi gereken çok önemli bir konudur sulama uygulaması, üretim sürecinde verimlilik ve ekonomik getiri. Tasarım esas olarak sulama, hidrolik, ekonomik, enerji, çevre ve agronomik konularında bilgi ile ilgili sağlam kriterlere dayanmalıdır. Çiftlik düzeyinde verimli sulama sistemleri tasarımı, sulanan tarım için çok önemli bir unsurdur ve su kaynaklarının diğer sektörlerle rekabeti ve tarımın ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliğine izin vermesi nedeniyle önemli bir faktördür. Genel olarak, yüzey ve basınçlı sulama sistemleri, iyi tasarlandıklarında, uygun şekilde çalıştırıldıklarında ve belirli koşullar için uygun şekilde seçildiklerinde makul bir verimlilik seviyesine ulaşabilirler; çünkü sulama bölgeye özeldir. Sulama işleminin bilgilerinin kaydedilmesi için sensör ve ekipmanlarla birlikte sulama sistemlerinin otomasyonu (yüzey ve basınçlı), sistemlerin toplam potansiyellerini kullanabilmeleri için geliştirilmesi gereken önemli bir konudur. Meyve bahçelerinde vejetatif büyümeyi kontrol etmek için önerilen düzenlenmiş açık sulama, ek olarak verimi azaltmadan sulama suyunda tasarruf sağlar. Böylece kurak sulama, kurak ve yarı kurak şartlar için tarlada sulama yönetimini iyileştirmek için yararlı bir araç olarak gösterilmiştir. Damlama sulama sistemlerinin maliyeti, sabit ve pompalama maliyeti olmak üzere iki ana maliyet türünü içerir. Tasarım kriterlerini iyileştirmek ve optimum tasarıma ulaşmak için birçok araştırma yapılmıştır. Bu çalışmada damlama sulamanın optimum tasarımı, hidrolik emisyon homojenliği ile toplam yıllık maliyet arasındaki oranı maksimize eden tasarım olarak tanımlanmıştır. Bu araştırmanın amacı, damlama sulama alt birimlerinin optimum tasarım parametrelerini seçmek için bir prosedür geliştirmekti, örneğin damlaticılar ve yanallar arasındaki boşluk. Sulama sistemi tasarımı, uygulama verimliliğini önemli ölçüde etkiler ve temel amaçları faydaları en üst

düzeye çıkarmak ve maliyetleri en aza indirmek olan çok sayıda değişken ve kısıtlama içerir. Sulama sistemlerinin tasarımı, üretim sürecinde sulama uygulamasını, verimliliği ve ekonomik getiriye iyileştirmek için çok önemli bir konudur. Tasarım, esas olarak sulama, hidrolik, ekonomik, enerji, çevresel ve tarımsal konulardaki bilgilerle ilgili sağlam kriterler temelinde olmalıdır. Çiftlik düzeyinde verimli sulama sistemleri tasarımı, sulu tarım için çok önemli bir unsur ve diğer sektörlerle su kaynakları için rekabet ve tarımın ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliğine izin vermesi nedeniyle kilit bir faktör olarak görünmektedir. Genel olarak, yüzey ve basınçlı sulama sistemleri, iyi tasarlandıklarında, yeterince çalıştırıldıklarında ve belirli koşullar için uygun şekilde seçildiklerinde makul bir verimlilik düzeyine ulaşabilirler; çünkü sulama sahaya özeldir. Damla sulama sisteminden, en iyi sistem hidrolik ve debi parametreleriyle, gerekli performansı sağlaması, karlı bir şekilde çalıştırılması ve yeterli miktarda suyu optimum koşullarda bitkiye sağlaması beklenir. Sistem parametrelerini oluşturan en önemli faktörlerden olan imalat çeşitlilik katsayılarının en düşük değerleri, emitörler arasında düşük debi değişimlerine ve bitki kök bölgesine yeterli su sağlama kabiliyetine yol açmaktadır. Tüm emitörler için US, CU ve EU katsayıları değerleri, sulamanın başarısını artırırken aynı zamanda tek tip bir bitki gelişimi ve verimde optimum artış sağlar. Yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı, damla sulama sistemi kurulurken hidrolik performansı olumsuz etkileyen tüm faktörler ortadan kaldırılmalı ve sistem etkinlik prensibine göre verimli bir şekilde çalıştırılmalıdır. Ülkemiz ve Bölgemiz sahip olduğu kıt su kaynakları ile sulu tarımın sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi noktasında, mevcut sulama şebeke ve sistemlerinin randımanlarının artırılması ile mümkün olacaktır. Bunun için bölgemizde mevcut su iletim ve dağıtım hatlarında klasik sistemlerin acilen terk edilerek kapalı sistemlere geçişlerinin hızlandırılması ve tarla içi sulama sistemlerinde su kullanım etkinliği yüksek olan basınçlı sulama sistemlerine geçişi büyük önem arz etmektedir. Son yıllarda ülkemizde uygulanan farklı destekleme politikaları ile yağmurlama ve damla sulama sistemleri gibi modern sulama yöntemlerinin bölgemizde yaygınlaştığı görülmektedir. Yaşanan bu olumlu gelişmelere rağmen kısıtlı su kaynakları ve bu kaynaklar üzerinde olan baskıların 25 azaltılması gayesi ile su tasarrufu sağlayacak tüm yöntemlerin araştırılması ve değerlendirilmesi bölgemiz için büyük önem kazanmaktadır.

Son yıllarda mevcut su kaynaklarına olan talebin artmasıyla özellikle kurak ve yarı kurak alanlarda su kullanım etkinliği toprak üstü damla sulama sistemlerine nazaran daha yüksek su tasarrufu sağlayan toprak altı damla sulama sistemlerine olan talep hızlı bir şekilde artış göstermektedir. Toprak altı damla sulama sistemleri, az miktardaki suyun, toprak altına yerleştirilen damlatıcılarla direkt bitki kök bölgesine uygulanabildiği en gelişmiş sulama yöntemidir. Toprak altı damla sulama sistemleri toprak yüzeyinden olan buharlaşma, derine sızma ve yüzey akışıyla gerçekleşen kayıpları azalttığı veya ortadan kaldırdığı için toprak üstü damla sulama sistemlerine göre daha avantajlıdır. Bölgemiz sulu tarım alanlarında su kullanım etkinliği yüksek olan toprak altı damla sulama sistemlerinin uygulama olanaklarının ilgili kurum ve kuruluşlar tarafından araştırılması büyük önem arz etmektedir. Bu araştırmada, Irak'ta kullanılmakta olan açık kanal sisteminin yerini almak üzere yeni bir su iletim sistemi ve sulama uygulamaları dağıtımı önerilmiş, analiz edilmiş ve tasarlanmıştır. Kerbela Valiliği sınırları içindeki kültürel alan örnek olay incelemesi olarak alınmıştır. Arsaların önerilen düzen konfigürasyonu Karbala ilinin neredeyse tüm kültürel alanını kapsıyor ve yeni bir analiz yaklaşımı kullanılarak entegre bir kapalı sulama suyu taşıma sistemi tasarlandı. Su dağıtım borularının uçlarının damla sulama hizmet etmesi gerekiyordu. Pompa istasyonları, eşit veya eşit olmayan hektarlık alanlara sahip arazileri sulayacak şekilde seçilmiş ve tasarlanmıştır.

Bu araştırmanın çalışılan maddelerinden aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilir:

- 1-Kapalı sulama sistemleri için gömülü su taşıma boruları en verimli yöntemlerdir. Bu teknik, açık kanal dağıtım sistemleriyle ilişkili aşağıdaki gibi sorunları ortadan kaldırır: bakım sorunları, buharlaşma ve astarsız veya astarlı kanallar yoluyla sızıntı kayıpları.
- 2-Suyu kapalı kanal veya gömülü boru hattı ile taşımak için açık bir kanalın değiştirilmesi, daha verimli ve modern bir su dağıtım yöntemi sağlar, böylece suyun kullanılabilirliğini ve sulama ve belediye kullanımı için sürdürülebilirliği artırır. Çoğu gömülü boru sistemi için taşıma verimliliği. % 90 ile % 100 arasındadır.

3-Referans buharlaştırma terimini hesaplamak için CROPWAT programının kullanılmasının, bitki suyu gereksinimlerinin ve sulama gereksinimlerinin standart hesaplamaları yapmanın çok daha kolay olduğu görülmüştür; bu tür yazılımlar sulama sistemi tasarımı alanında çok faydalıdır.

4-Su kullanım verimliliğini en üst düzeye çıkarmak için sahada mikro sulamanın teşvik edilmesi meşrulaştırılmıştır, çünkü sulama için büyük miktarda su talebi saklıdır. Öte yandan, komuta alanı çiftçileri damlatıcı sulama kullanacaklarsa, sistemlerini çalıştırmak için gerekli basıncı oluşturmak için pompaları kullanmak zorunda kalacaklardı, yani alanlarına yerçekimi ile su verilmesi gerekiyorsa. Damla sulama, bir yerçekimi akış dağıtım sisteminden çok bir borulu dağıtım sistemine çok daha kolay entegre edilebilir.

5-Kapalı bir sulama sistemi kullanarak, akış hızı, deneyimli sulama sistemi tasarımcıları dışında normalde (1.5) m/sn'den düşük tutulmalıdır. Bu, boru hatlarında su darbesi problemlerini önlemek içindir. Hiçbir koşulda hız (3) m/saniyeyi aşmamalıdır, yani normal olarak (1.5-3) m / sn aralığındaki hız tavsiye edilmez.

6-Bu çalışmada, hidrolik analizin özgünlüğüne, birim baş kaybının değeri, pompalama borusunun farklı erişimleri boyunca sabit tutularak yaklaşılmaktadır. Bu, pompa istasyonundan farklı mesafelerde farklı arazileri sularken, pompa dağıtım borusunun aynı boru çapının kullanılmasına izin verecektir.

7- Dönme zamanı değiştiğinde arsa için su temini oranı sabit tutulurken, ana boru hattının çapı da sabit tutulacaktır.

8-Pompa istasyonu içindeki farklı baş pompalama ünitelerinin seçimi uygun maliyetli bir tasarım olacaktır. En uzak parseller, parseller pompa istasyonuna yaklaştıkça azalan daha büyük pompalama kafasına ihtiyaç duyacaktır. Bu, pompaların eşit bozulmasına yardımcı olacak ve yedek pompa kullanma ihtiyacını ortadan kaldıracaktır. Pompalama dağıtım borusunda, farklı arazileri sulamak için uygulanan deşarj ve su hacmi, aynı alana sahip araziler, diğer yandan farklı bölgelere sahip araziler için, sabit bir şekilde tutulabilir. Bununla birlikte, her iki durumda da, hidrolik eğim (i) sabit tutulur.

KAYNAKLAR

- Al-Jamal, M. S., Ball, S. ve Sammis, T. W., 2001. A case study for adopting the nitrate chloride technique to improve irrigation and nitrogen practices in farmers fields. *Applied Engineering in Agriculture*, 118, 7, 818-822.
- Agric, R., Ruiz-Sánchez, M. C., Sánchez-Blanco, N. J. ve Torrecillas, A., 1996. Seasonal changes in leaf water potential components in two almond cultivars. *Journal of The Science Citation Index*, 16, 115-123.
- Adin, A. ve Sacks, M., 1991. *Journal of the Hydraulics Division*, 117, 6, 813-826.
- Axiom, B., 2003. Feasibility study for Liferia irrigation district Cameron county NO.3 proposed 1.0 pipeline, *Water Engineering Research*, 2, 4, 243-259.
- Bagarello, V., Ferro, V., Provenzano, G. ve Pumo, D., 1995. Experimental study on flow resistance law for small diameter plastic pipes. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 121, 5, 313-316.
- Bagarello, V., Ferro, V., Provenzano, G. ve Pumo, D., 1997. Evaluating pressure losses in drip irrigation lines. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 123, 1, 1-7.
- Baban, R. ve Aidrus, M., 2001. The effect of introducing pipelines in to irrigation water distribution systems on the farm economy. A case study in the southern governorates rural development project. *Journal of irrigation and Drainage Engineering*, 50, 41-52.
- Bravdo, B. ve Naor, A., 1996. Trickle irrigation lateral design. *Journal of the Hydraulics Division*, 85, 113-120.
- Burguete, J., Zapata, N., García-Navarro, P., Maikaka, M., Playán, E. ve Murillo, J., 2009. *The American Society of Agricultural Engineers*, 40, 2118-2124.
- Bucks, D. A., Erie, L.J., French, O. F., Nakayama, F. S. ve Pew, W.D., 1981. Trickle irrigation water quality and preventive maintenance. *Journal of the Hydraulics Division*, 24, 6, 1482-1489.
- Bozkurt, S. ve Ödemiş, B., 2007. Effects of deficit irrigation treatments on yield and plant growth of young apricot trees. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 857, 24-27.
- Bralts, V. F. ve Kesner, C. D., 1983. Drip irrigation field uniformity estimation. *Journal of the Hydraulics Division*, 26, 5, 1369-1374.
- Bralts, V. F., Kelly, S. F., Shayya, W. H. ve Segerlind, L. J., 1993. Finite element analysis of microirrigation hydraulics using a virtual emitter system. *American Society of Agricultural Engineers*, 36, 3, 717-725.

- Camp, C. R., Bauer, P. J., Busscher, W. J. ve Joseph, St., 2000. Subsurface drip irrigation for cotton with conservation tillage. American Society of Agricultural Engineers, 002184.
- Clark, G. A., Smajstra, A. ve Haman, D. Z., 1994. Water hammer in irrigation systems. Institute of food and agricultural sciences, 34, 2-101.
- Christiansen, J. E., 1942. Irrigation by Sprinkling. University of California Agric. experment State, 670-124.
- Çamoğlu, G., 2004. Farklı yapım ve yapım özelliklerine sahip damlatıcılarda su dağılımının incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Demir, V., Yürdem, H., Yazgı, A. ve Degirmencioglu, A., 2000. Determination of the head losses in metal body disc filters used in drip irrigation systems turk Agriculture Sciences, 33, 3, 219-229.
- Dukes, M., Haman, Z. D., Lamm, F., Buchanan, R.J. ve Camp, C., 2005. Site Selection for subsurface drip irrigation systems in the Humid region. Impacts of global climate change proceedings of world water and environmental resources congress.
- Dorota, Z., Fedro, S. ve Forrest, T., 1994. Selection of centrifugal pumping equipment, Institute of food and agricultural sciences, university of Florida, USA.
- Enciso, J., Porter, D., Bordovsky, J. ve Fipps, G., 2001. Maintaining Subsurface Drip Irrigation Systems. Texas cooperative extension. The Texas A&M University Systems.
- Evans, G. R., Wu, P. I. ve Smajstrala, G. A., 2007. Design and Operation of Irrigation Systems, Texas A&M University Systems. American Society of Agricultural Engineers, 632-683.
- Grabow, L. G., Harrison, K., Dukes, D. M., Vories, E., Smith, W. B., Zhu, H. ve Khalilian, A., 2005. Consideration for the design and installation of SDI systems in Humid areas. Proceedings of World Water and Environmental Resources Congress. Anchorage, Alaska, USA.
- Gurpal, S. ve Lusk, M., 2011. Reclaimed water use in the land space , understanding landscape irrigation water quality tests, One of a series of the soil and water science department , university of Florida, USA.
- Howell, T. A. ve Hiler, E. A., 1974. Trickle irrigation lateral design. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 17, 5, 902-908.

- Howell, T. A. ve Barinas, F. A., 1980. Pressure losses across trickle irrigation fittings and emitters. *The Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 23, 4, 928-933.
- Jahad, U. A., 2010. Hydraulic Comparison of The Performance of Irrigation Drippers in Traditional with proposed looped network, Department of water resources, College of Engineering, University of Baghdad, Baghdad, Iraq.
- Jafar, S. N. ve Hayder, A., 2012. Hydraulic and Statistical Analyses of Design Emission Uniformity of Trickle Irrigation Systems.
- Kharoofa, N., 1990. Hydraulic and statistical analyses of design emission uniformity of trickle irrigation systems. *American Society of Agricultural Engineers*, 11,2, 638-624.
- Keller, J. ve Karmeli, D., 1974. Trickle irrigation design parameters. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 17, 4, 678-684.
- Keller, J. ve Blaisner, R. D., 1990. *Sprinkler and Trickle Irrigation*, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Kuos, F., Lin, B. J. ve Shieh, H. J., 2001. Model to evaluate crop water requirements in Taiwan, International commission on irrigation and drainage, 1st Asian regional conference.
- Kamp, C. R., Sadler, E. J. ve Busscher, W. J., 1989. *The American Society of Agricultural Engineers*, 32, 2, 451-456.
- Kamp, C. R., Garrett, T. J., Sadler, E. J. ve Busscher, W. J., 1993. *The Journal of Hydraulics Division*, 36, 6, 1639-1644.
- Lamm, R. F., Clark, A. G., Yitayew, M., Schoneman, A. R., Mead, M. R. ve Schneider, D. A., 1997. Installation Issues For SDI Systems, *The American Society of Agricultural Engineers*, annual international meeting. Minneapolis convention center, Minnesota, USA.
- Özekici, B. ve Sneed, R. E., 1996. Manufacturing Variation For Various Trickle Irrigation On-Line Emitters. *American Society of Agricultural Engineers*, 0883, 8542, 95, 1102-0235.
- Provenzano, G., Pumo, D. ve Di, Dio, P., 2005. Simplified procedure to evaluate head losses in drip irrigation laterals. *The Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 131, 6, 525-532.
- Rolf, K. S., 2006. The economic feasibility of pipe line waer conveyance for alfalfa production in the state of Nevada, university of Nevada, Reno.

- Rossman, L. A., 2000. EPANET 2 users manual. Modeling chlorine residuals in drinking-water distribution systems. National risk management research. Environmental protection agency, Cincinnati, 120, 4, 803–820
- Sci, A. Bekele, S. ve Tilahun, K., 2007. The Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 60, 377-387.
- Safa, N. H., 2013. Irrigation and Drainage, Department of Water Resources, College of Engineering, University of Baghdad, Iraq.
- Saad, J. C. C. ve Mariño, M. A., 2008. Design optimization of trickle irrigation systems using nonlinear programming, Minimization and maximization models, Brazilian congress of Agricultural Engineering, 20093287746.
- Tekin, H. ve Ark, M., 2016. Gaziantep Yöresinde Toprakdan ve Yapraktan Farklı Gübre Uygulamalarının Antepfıstığının Yaprak Bileşimi, Gelişme, Verim ve Ürün Kalitesine Etkilerinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Türkiye.
- Tüzel, İ. H., 1993. Optimum design of micro-irrigation systems in sloping lands. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 30, 2, 119-126.
- Vallesquino, P. ve Luque-Escamilla, P. L., 2001. New algorithm for hydraulic calculation in irrigation laterals. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 127, 4, 254-260.
- Wu, I. P. ve Gitlin, H. M., 1973. Hydraulics and uniformity for drip irrigation. Journal of Irrigation and drainage Engineering, 99, 9786, 157-168.
- Wu, I. P. ve Gitlin, H. M., 1974. Drip irrigation design based on uniformity. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 17, 429-432.
- Warrick, A. W. ve Yitayew, M., 1996. An analytical solution for flow in a manifold. Advances in Water Resources, 10, 58-63.
- Yıldırım, G. ve Ağralıoğlu, N., 2002. Variation of design parameters in micro-irrigation laterals. Proc., International Conference on Advances of Civil Engineering, Technical University of Istanbul, Istanbul.
- Yıldırım, G. ve Ağralıoğlu, N., 2003. Discussion of Continuous outflow variation along irrigation laterals: effect of the number of outlets. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 129, 5, 382-386.
- Yıldırım, G. ve Ağralıoğlu, N., 2006. Closure to comparative analysis of hydraulic calculation methods in design of micro-irrigation laterals. American Society of Civil Engineers, 132, 1, 85-88.

URL-1<<http://www.fao.org/waicent/faoinfo/agricult/agl/aglw/cropwat.htm>,

Erişim tarihi: 10.01.2018.

URL-2<<https://www.epa.gov/water-research/epanet>, Erişim tarihi:15.01.2020.

URL-3<[Self-Extracting Installation Program for EPANET 2.2 \(EXE\)](#), Erişim tarihi:15.01.2020.



EKLER

EK A. Çizelgeler

Çizelge A.1. Aylık yağış.

MONTHLY RAINFALL TOTALS (mm)													
YEAR	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY.	JUN.	JUL.	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.	TOTAL
1970	87.4	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	0.0	0.0	0.0	0.0	N.A.	12.7	13.2	113.3
1971	8.1	N.A.	12.9	83.3	N.A.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.5	27.4	146.2
1972	40.7	N.A.	59.2	20.3	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	N.A.	N.A.	9.5	137.3
1973	11.6	1.0	N.A.	0.5	N.A.	0.0	0.0	0.0	0.0	N.A.	N.A.	N.A.	13.1
1974	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	0.0	0.0	0.0	0.0	N.A.	N.A.	12.7	12.7
1975	69.2	31.2	1.5	10.9	20.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	82.3	223.7
1976	M	23.6	55.0	15.0	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	TR.	5.1	5.0	128.7
1977	16.3	8.5	16.9	2.2	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4	10.7	25.5	93.8
1978	0.3	4.8	5.3	1.3	3.7	0.0	TR.	0.0	0.0	TR.	1.8	28.0	45.2
1979	26.7	0.8	15.9	0.0	0.9	2.2	0.0	0.0	TR.	1.3	3.9	9.5	61.2
1980	7.0	75.3	3.6	16.2	TR.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	14.8	8.6	126.1
1981	12.5	4.9	12.8	4.3	TR.	TR.	0.0	TR.	0.0	7.0	11.1	13.5	66.1
1982	42.1	17.2	10.2	18.1	14.5	0.0	0.0	0.0	TR.	13.8	19.4	4.8	140.1
1983	0.8	0.0	19.2	9.4	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	33.1	71.2
1984	15.3	1.3	18.8	4.0	24.9	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4	7.1	25.7	103.5
1985	18.6	6.9	25.7	1.4	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	30.0	86.5
1986	2.4	30.3	28.3	33.9	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	TR.	36.1	2.1	137.8
1987	0.0	0.3	47.8	TR.	1.2	0.0	0.0	0.0	TR.	29.5	3.2	22.0	104.0
1988	42.9	14.9	29.0	26.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3	0.7	26.5	147.3
1989	2.5	28.6	42.2	0.4	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	TR.	34.7	2.3	112.8
1990	11.8	18.7	17.0	TR.	TR.	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1	TR.	TR.	52.6
1991	30.2	41.4	M	7.2	TR.	0.0	0.0	0.0	8.3	2.4	1.6	2.8	93.9
1992	6.9	4.9	21.7	4.8	0.3	TR.	0.0	0.0	TR.	0.0	22.6	38.9	100.1
1993	37.1	5.0	0.2	68.4	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	0.3	TR.	115.2
1994	10.1	3.8	8.4	2.7	TR.	0.0	0.0	0.0	1.0	3.9	36.2	32.0	98.1
1995	3.2	54.6	6.9	23.2	TR.	0.0	0.0	0.0	0.0	TR.	0.0	11.6	99.5
1996	49.8	7.3	23.8	32.1	0.6	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	4.1	7.8	125.8
1997	14.3	3.0	8.4	9.7	1.0	TR.	0.0	0.0	0.0	11.6	39.3	51.4	138.7
1998	53.9	16.4	25.2	1.6	0.5	0.0	TR.	0.0	0.0	0.0	2.2	TR.	99.8
1999	16.8	1.2	3.5	TR.	TR.	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	1.8	14.4	40.9
2000	11.1	TR.	2.8	3.5	TR.	0.0	0.0	0.0	TR.	TR.	6.9	17.9	42.2
2001	7.6	22.5	19.3	23.8	1.4	0.0	0.0	0.0	TR.	1.6	0.8	6.8	83.8
2002	12.5	1.0	4.3	29.4	11.3	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	9.1	6.6	78.2
2003	N.A.	N.A.	TR.	TR.	3.5	TR.	N.A.	N.A.	N.A.	0.7	22.8	32.7	59.7
2004	16.2	1.8	TR.	5.6	1.3	0	0	0	0	0.4	32.6	4.7	62.6
2005	20.7	11.7	21.3	8.0	TR.	0	0	0	0	0	3.8	2.5	68.0
2006	13.3	28.9	3.1	13.8	TR.	0	0	0	0	4.2	6.4	26.5	96.2
2007	21.1												

Çizelge A.2. 10 m yükseklikteki aylık rüzgar hızı.

	MEAN MONTHLY OF WIND SPEED(M/S)											
YEARES	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY.	JUN.	JUL.	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.
1976	1.3	1.5	2.2	2.9	2.5	3.7	3.9	3.6	2.7	1.6	1.3	1.4
1977	1.5	2	2.8	2.9	2.2	2.9	3.8	2.3	1.9	1.7	1	1.2
1978	2.1	1.8	2.1	2	2.4	2.7	3	3.3	2.3	1.5	1	0.9
1979	1.4	1.5	1.7	2.8	2.1	2.4	3.4	2.1	1.6	1.3	1.1	1.6
1980	1.2	3.6	2.9	4	3.5	4.7	4	4.1	3.1	2.6	2.8	2.6
1981	2.7	2.8	3	3.2	3.6	4	4.5	4.2	2.6	2.5	2.4	2.2
1982	3.1	2.8	2	2.6	2.8	3.6	3.2	4.5	2.5	2	2	2.4
1983	3.4	2.8	2.8	3.4	3.3	3.5	4.3	4.6	2.9	2.6	2	2.3
1984	2.2	2.8	3.3	3	3.2	5.2	4.2	4.6	2.7	2.7	2.2	2.5
1985	2.8	3.7	3.9	4.2	3.2	4.9	4.6	3.3	2.8	2.5	2	1.9
1986	2.2	3.2	3.3	2.8	3.3	3.5	4	3.2	2.2	2.5	2.2	2.3
1987	2.2	2.7	3.6	3.8	3.7	4.2	3.5	3.4	2.7	3.1	2.7	3.4
1988	2.6	2.7	3.8	3.5	3.5	3.6	4.6	3.6	2.5	2.8	2.5	2.8
1989	2.7	2.3	3.7	2.4	3.5	4.9	5	3.5	3.1	2.8	2.2	1.9
1990	2	3.3	3.9	3.7	4.1	5.1	5.1	4.7	3.2	2	2.1	2.1
1991	1.8	2.8	2.8	4.5	4.8	5.2	7.3	4.8	3	1.4	2	2
1992	2.7	3.7	2.3	2.9	2.9	3	5.2	3.7	2	1.6	2.1	1.7
1993	2	2	2.3	2.9	3.6	3.6	4.5	2.3	1.8	1.5	1.9	1.1
1994	2	2.5	2.7	3.2	2.7	4.3	4.4	3.4	1.7	1.2	1.9	2.1
1995	1	2.3	2.5	2.6	2.9	3.7	4.2	3.5	2.2	1.6	1.5	0.5
1996	1.9	2.6	3.2	3.2	2.6	3.8	3.4	2.6	3	1.7	1.3	2
1997	1.5	1.9	3.2	2.9	2.6	2.6	5.4	4.6	1.7	1.4	1.4	1.2
1998	1.9	2	3	2.8	2.7	3.7	3.5	2.5	2.4	2	1	1.4
1999	1.7	2.1	3.4	3.1	3.8	3.6	4.8	3.4	2.1	1.8	1.7	1.8
2000	2.6	2.3	3.6	3.8	2.9	5.6	4	3.3	3	1.3	1.3	2
2001	2.1	2.7	2.3	3	4.5	5.3	3.8	3.1	2.4	2.1	2.1	1.9
2002	miss	miss	miss	miss	miss	miss	miss	miss	miss	miss	miss	miss
2003	miss	miss	4.1	2.5	3.2	5	miss	miss	miss	2.7	1.8	1.6
2004		2.6	2.6	3.3	3.2	3.7	3.7	2.6	2	1.4	1.6	2
2005	2.6	2.1	2.5	2.4	2.8	3.8	3.4	3.2	2.3	2	1.9	1.7
2006	2.1	2.4	3	3.1	3.1	3.7	4.1	3.2	2.4	2.7	2.2	1.9
SUM	49.1	60.3	73.8	75.6	78.9	99.1	100.2	81.6	56.6	49.4	45.6	46.5
AVG	2.2318	2.6217	3.075	3.15	3.2875	4.1292	4.3565	3.5478	2.4609	2.0583	1.9	1.9375
K/D	192.83	226.52	265.68	272.16	284.04	356.76	376.4	306.53	212.62	177.84	164.16	167.4

Çizelge A.3. Minimum ve maksimum sıcaklık.

station: kerbela												
MEAN MAX. TEMP.(C)												
YEARS	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUN.	JUL.	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.
1992	13.3	15.7	19.9	29.0	34.5	40.4	41.9	43.4	39.6	33.7	22.4	14.6
1993	14.2	17.4	23.6	29.2	35.0	41.2	44.4	43.9	40.7	34.0	22.3	19.4
1994	18.2	20.2	25.5	33.3	37.7	41.1	42.9	43.0	40.3	33.7	22.5	14.0
1995	17.0	19.2	24.7	29.8	38.3	41.9	42.7	43.8	39.2	32.8	23.8	17.1
1996	16.3	19.8	22.3	29.4	39.4	41.7	46.5	45.0	39.8	32.7	23.7	20.8
1997	16.6	16.8	20.8	29.3	39.2	42.4	42.9	40.9	39.5	33.2	23.0	17.1
1998	14.0	17.7	22.0	32.0	37.7	44.1	45.6	46.8	40.6	34.5	27.6	21.2
1999	18.1	21.6	25.6	32.1	38.4	42.7	44.4	44.5	40.1	35.1	24.7	18.2
2000	16.2	18.9	24.4	33.2	38.1	42.2	47.2	46.1	32.0	23.4	23.7	17.7
2001	12.1	20.1	27.2	31.4	36.7	41.8	45.0	46.2	41.1	34.1	23.6	19.7
AVG.	15.6	18.7	23.6	30.9	37.5	42.0	44.4	44.4	39.3	32.7	23.7	18.0
MEAN MIN. TEMP.(C)												
YEARS	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUN.	JUL.	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.
1992	2.2	5.3	8.1	15.7	21.0	26.2	27.5	27.8	23.8	17.7	11.6	6.2
1993	4.4	6.1	10.7	16.4	22.3	26.0	29.1	28.1	24.4	19.8	11.1	7.9
1994	8.4	7.8	12.1	19.5	23.0	26.9	28.2	27.3	25.3	21.1	12.8	5.3
1995	6.9	9.0	12.3	16.9	23.8	27.3	28.9	28.4	24.3	17.8	10.6	6.1
1996	7.9	9.4	11.5	16.1	24.9	26.7	30.4	29.0	25.2	18.3	12.7	10.0
1997	6.3	3.8	8.6	15.5	23.3	27.1	28.9	27.0	23.6	19.9	13.7	9.0
1998	5.3	7.6	11.1	17.8	23.0	28.7	30.5	30.8	25.7	19.0	14.1	9.1
1999	7.8	9.4	11.7	17.6	23.8	27.3	29.7	30.2	24.2	21.1	11.9	7.7
2000	5.3	6.0	10.3	20.5	22.9	26.8	31.8	30.0	24.4	17.9	11.2	7.9
2001	6.3	8.0	14.0	18.1	22.2	26.7	28.9	30.2	25.4	19.5	10.8	8.6
AVG	6.1	7.2	11.0	17.4	23.0	27.0	29.4	28.9	24.6	19.2	12.1	7.7

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Batool Fouad Kadhim KOYSHA

EĞİTİM BİLGİLERİ (Kurum ve Yıl)

Lisans : Bağdat Üniversitesi, Su Kaynakları Bölümü, 2010-2015

Yüksek Lisans : Aksaray Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği, Hidrolik Anabilim Dalı, 2017-2021

