T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ SARICALAR ARAŞTIRMA VE UYGULAMA ÇİFTLİĞİ'NE UYGUN YAĞMURLAMA SİSTEMİNİN PROJELENMESİ

Celil ÇALIŞ

Yüksek Lisans Tezi
TARIMSAL YAPILAR VE
SULAMA ANABİLİM DALI
Konya 2008

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ SARICALAR ARAŞTIRMA VE UYGULAMA ÇİFTLİĞİ'NE UYGUN YAĞMURLAMA SİSTEMİNİN PROJELENMESİ

Celil ÇALIŞ

Yüksek Lisans Tezi
TARIMSAL YAPILAR VE
SULAMA ANABİLİM DALI
Konya 2008

T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ SARICALAR ARAŞTIRMA VE UYGULAMA ÇİFTLİĞİ'NE UYGUN YAĞMURLAMA SİSTEMİNİN PROJELENMESİ

Celil ÇALIŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

Bu tez 16/09/2008 tarihinde aşağıdaki jürü tarafından oybirliği/~~oy çokluğu~~ ile kabul edilmiştir.

Prof.Dr. Mehmet KARA	**Doç.Dr. Ramazan TOPAK**	**Yrd.Doç.Dr. Mehmet ŞAHİN**
(Danışman)	**(Üye)**	**(Üye)**

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ SARICALAR ARAŞTIRMA VE UYGULAMA ÇİFTLİĞİ'NE UYGUN YAĞMURLAMA SİSTEMİNİN PROJELENMESİ

Celil ÇALIŞ

Selçuk Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Mehmet KARA

2008, Sayfa : 64

Jüri : Prof. Dr. Mehmet KARA

Doç. Dr. Ramazan TOPAK

Yrd.DoçDr. Mehmet ŞAHİN

Bu araştırma projesi ile, Selçuk Üniversitesi Sarıcalar Uygulama ve Araştırma Çiftliğine ait 50 l/sn debiye sahip 1 adet derin kuyudan, çiftlik arazisinin bir kısmının yağmurlama sulama sistemi ile sulanabilir şekilde projelendirilmesi yapılmıştır. Araştırma ve hesaplamalar sonucunda sistemin yarı sabit olarak projelendirilmesi kararlaştırılmış; sistem tertip aralıkları 18 x 18 metre olarak planlanmış, maksimum lateral uzunlukları 300 metre olarak öngörülmüştür. Ayrıca sisteme Üniversitenin daha sonra açmayı planladığı kuyularında bağlanarak, hat uzatmalarla daha fazla tarım alanının sulanması imkanı da dikkate alınmış ve hat uzatmalarına imkan sağlayan hat kesme vanaları ve körtapayla kapatılan uzatmalar yapılmıştır. Sistem tertibinde 200/175 mm çaplı, 10 atmosfer basınca dayanıklı 2266 metre PVC boru, 13 adet 150 mm çaplı su almacı, 8 adet 200 mm hat kesme vanası, 1 adet pompa ünitesi tesisi öngörülmüş ve ayrıca bu yapılan imalatları koruyacak 21 adet rogar ve 1 adet pompa koruma odası yapılması planlanmıştır.

Anahtar Kelime : Yağmurlama sulama, Almaç

ABSTRACT

Master's Degree Thesis

DESING OF THE APPROPRIATE SPRINKLER SYSTEM FOR THE SELCUK UNIVERSITY SARICALAR RESEARCH AND PRACTICE FARM

Celil ÇALIŞ

SELCUK UNIVERSITY

Graudate School of Natural and Applied Sciences

Department of Farm Structures and Irrigation

Supervisor : **Prof. Dr. Mehmet KARA**

2008,page:64

Jury : Prof. Dr. Mehmet KARA

Doç. Dr. Ramazan TOPAK

Yrd.Doç.Dr. Mehmet ŞAHİN

With this research project, the preparation of the watering of part of a farmland has been done through a sprinkling system from one deep well with a flow rate of 50 liter per second that belongs to Selçuk University Practice and Research Farm in Sarıcalar. After the required research and calculations, the system has been determined to be semi stable; the system order gaps have been planned as 18 X 18 meters and the maximum lateral lengths as 300 meters. Also, the possibility of watering more farmland with the extension of the lines after new wells are drilled has been taken into consideration, and the extensions have been made to enable line extensions that are blocked with valves and pipe stoppers. In system configuration, 2266-meter-long PVC pipe with a diameter of 200/175 mm and with a durability of 10-atmosphere pressure, 13 water receivers with 150-milimeter diameter, 8 line stoppers with 200-milimeter diameter and 1 pumping unit have been planned; moreover, 21 manholes and 1 pump protection chamber have been designated.

Keywords: Sprinkling System,Receiver

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışma konusunun belirlenmesinde, yürütülmesinde ve sonuçların değerlendirilmesinde beni yönlendiren ve araştırmanın her safhasında yardımlarını benden esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Mehmet KARA'ya; çalışmanın her safhasında büyük destek ve katkılarından dolayı hocalarım; Doç. Dr. Ramazan TOPAK'a, Yrd.Doç.Dr. Mehmet ŞAHİN'e, Dr.Sinan SÜHERİ ve araştırma görevlisi Duran YAVUZ'a en içten duygularımla teşekkür ederim.

Celil ÇALIŞ

İÇİNDEKİLER

Sayfa No :

ÖZET……i
ABSTRACT……..ii
TEŞEKKÜR…….iii
İÇİNDEKİLER……iv
ÇİZELGE LİSTESİ……...vi
ŞEKİL LİSTESİ……...vii
RESİM LİSTESİ…….viii
SİMGELER LİSTESİ……ix
1.GİRİŞ……...1
1.1. Yağmurlama sulama sistemi…… .....……4
1.2.. Yağmurlama sulama sisteminin elemanları **.....**……6
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI……...8
3. MATERYAL VE METOD …….14
3.1. Materyal ……..……...……14
3.1.1. Proje alanının konumu…..…...…….14
3.1.2. İklim özellikleri……..……..16
3.1.3. Topoğrafya ve toprak özellikleri …… ……18
3.1.4. Su kaynakları…….……..……..……..18
3.2. Metod……..……....19
3.2.1. Su ve toprak örneklerinin alınması ve analiz yöntemleri……..…….19
3.2.2. Bitki su tüketimi hesabı……...……...21
3.2.3. Buharlaşma, infiltrasyon ve yağış değerlerinin ölçülmesi…..……...22
3.2.4. Sulama randımanının hesabı...…..……..…22
3.2.5. Sulama suyu ihtiyacı ve sulama modülü hesabı……..……..23
3.2.6. Yağmurlama sulama sistemi ve sistem elemanlarının seçimi.....……..24
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....……25
4.1. Toprak özellikleri **....**…….……..……..25
4.2. Kullanılan sulama suyu kalitesi……..……...29
4.3. Sulama suyu ihtiyacının belirlenmesi . ……...……...……...31
4.3.1. Bitki deseni...……...……...31
4.3.2. Bitki su tüketimi ve sulama suyu ihtiyacı…..……..…..32

4.3.3. Sulama modülü ……..…..……..32
4.3.4. Her sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı……..33
4.3.5.Her sulamada verilecek toplam sulama suyu miktarı……...34
4.4. Yağmurlama sulama sistem ve sistem elemanlarının seçim…...……. 34
4.4.1. Yağmurlama sulama sisteminin seçimi…..……..34
4.4.2. Yağmurlama başlığının seçimi……..……..35
4.4.3. Yağmurlama hızı (şiddeti, intensitesi) ……...35
4.4.4. Yağmurlama süresi ve lateral çalışma şekli…….……...36
4.4.5. Lateral boru debisi ve her sulamada kullanılacak lateral sayısı……..…...38
4.4.6. Pompa debisi (sistem debisi) …….39
4.4.7. Hidrolik yük kayıpları …...……..……...39
4.4.8. Ana boru çapı ve hat güzergahının belirlenmesi…….……..40
4.5. Motor gücü ihtiyacı ve enerji giderleri**……**……..……..…45
4.6 . Sistemde kullanılacak ek parça ve gerekli özel parçalar..…… 46
4.7. Gerekli sanat yapıları ..……..……..47
4.7.1. Pompa kontrol ünitesi…..……47
4.7.2. Hat ayrımı vana rogarı…….49
4.7.3. Su alma vana rogarı…….49
4.7.4. Tespit kitle betonları……..……..49
4.7.5. Ana boru hattı hendekleri…...…….52
4.8. Proje metrajı…….……..53
5. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ ..…….……..58
6. YARARLANILAN KAYNAKLAR ..…….……...62

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa No :

Çizelge 3.1. Proje alanı iklim özellikleri ..……...……17
Çizelge 3.2. Projede kullanılacak kuyunun karakteristikleri…….. …….18
Çizelge 4.1. Proje sahasına ait toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri …...……..26
Çizelge 4.2. Araştırmada kullanılan sulama suyunun kimyasal analiz sonuçları.....…….30
Çizelge 4.3. Proje sonrası düşünülen bitki paterni …...…….....31
Çizelge 4.4. Proje alanı temmuz ayı sulama suyu ihtiyacı ….……32
Çizelge 4.5. Kullanılabilir su tutma kapasitesi tayini…….……..……33
Çizelge 4.6. Kullanılacak meme çapı özellikleri .....……...……...35
Çizelge 4.7. Kullanılacak lateral boru özellikleri …...……..……...38
Çizelge 4.8.Almaç giriş basıncı …..…...……..40
Çizelge 4.9. Ana boru çapının belirlenmesi……..……...42
Çizelge 4.10. Sistemde kullanılacak ek parçalar…. …..……..46
Çizelge 4.11. Pompa kontrol ünitesi kontrol elemanları ve koruma odası metrajı……..…… 54
Çizelge 4.12. Hat ayrımı vana rogarı metrajı…….…..…….55
Çizelge 4.13. Su alma vanası rogarı metrajı **.....……**55
Çizelge 4.14. Tespit kitle betonları metrajı…….…… 56
Çizelge 4.15. Boru hatları hendek metrajı……..……..56
Çizelge 4.16. Proje genel metrajı……...……...57

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No :

Şekil 3.1. Proje alanının Türkiye ve Konya'daki yeri……..14
Şekil 3.2. Proje alanının 1/1000 lik haritası……..15
Şekil 4.1. İnfiltrasyon eğrisi……..27
Şekil 4.2. Proje sahasında uygulanacak lateral ve başlık tertip aralıkları…….……...37
Şekil 4.3. Ana boru güzergahının hat planı …..……...43
Şekil 4.4. Ana boru güzergahının döşeme planı ...……...44
Şekil 4.5. Pompa kontrol ünitesi ve kontrol elemanları ……...48
Şekil 4.6. Pompa koruma odası görünüş ve ölçüleri……48
Şekil 4.7. Hat ayrımı vana rogarı şekli ve ölçüleri…..……...……..50
Şekil 4.8. Su alma vana rogarı şekli ve ölçüleri…..…….……..51
Şekil 4.9. Tespit kitle betonları şekil ve ölçüleri ……52
Şekil 4.10. Ana boru hattı hendeği en kesiti ve ölçüleri…….……53

RESİM LİSTESİ

Sayfa No :

Resim 3.1. Toprak profili …….19
Resim 3.2. Bozulmamış toprak örmeği alımı …….20
Resim 4.1.İnfiltrasyon testi I ……..28
Resim 4.2.İnfiltrasyon testi II ……28

SİMGELER LİSTESİ

ETo : Referans bitki su tüketimi (mm/gün)

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

G : Topraktaki ısı akımı (MJ/m^2/gün)

T : 2 m yükseklikteki hava sıcaklığı (^0C)

u_2 : 2 m yükseklikteki rüzgar hızı (m/sn)

e_s : Doygun buhar basıncı (kPa)

e_a : Gerçek buhar basıncı (kPa)

e_s-e_a : Havanın buhar basıncı açığı (kPa)

Δ : Buhar basıncı eğrisinin eğimi (kPa/^0C)

y : Pisikometrik katsayı (kPa/^0C)

q = Sulama Modülü (l/sn/ha)

dt = Ortalama aylık sulama suyu ihtiyacı (mm)

T = Aylık toplam sulama süresi (saat)

dn = Bitkinin ihtiyaç duyduğu net su ihtiyacı (mm)

Ea = İletim randımanı %

Ec = Uygulama randımanı %

ET = Aylık su ihtiyacı (mm)

r = Aylık etkili yağış (mm)

h_b = Püskürtme basıncı, yani başlıkta istenen basınç

h_h = Sistemde meydana gelen hidrolik yük kayıpları

h_f = Pompa ile arazinin en yüksek noktasında bulunan başlık arasındaki yükseklik farkı

P = Motopomp gücü (BG)
Q = Debi l/sn
Hm = Manometrik yükseklik (mss)
ή = Pompa randımanı (Genellikle % 70-80 civarındadır.)
Q_L = Lateral boru debisi (l/sn)

q_b = Başlık debisi (l/sn)

n_b = Lateral üzerindeki başlık sayısı

n_L = Ana borudan aynı anda su alan lateral boru sayısı

Q_A = Ana boru debisi (l/sn)

Q_L = Bir lateral boru debisi (l/sn)


MMB = Üç Tarafı Muflu Boru Ek Parçası


MMA = İki Tarafı Muflu Bir Tarafı Flanşlı Boru Ek Parçası


VANA = Hat Kesme Vanası


GE = Bir Tarafı Muflu Bir Tarafı Flanşlı Boru Ek Parçası


GF = Bir Tarafı Flanşlı Boru Ek Parçası


PT = Üç Tarafı Flanşlı Boru Ek Parçası


GMQ = 45^0 Dirsek


N = 90^0 Derece Çift Tarafı Flanşlı Dirsek


ALMAÇ = Su Alma Vanası


VANTUZ = Sistem Hava Alma parçası


P = Pompa

1. GİRİŞ

Yaşamın devamı için su; içme-kullanma, endüstri, sanayi, hidroelektirik güç üretimi, sulama, balıkçılık, rekreasyon gibi çeşitli temel ihtiyaçları gidermek amacıyla kullanılmaktadır. Su, sahip olduğu özellikleri ve kullanım alanlarına göre ekonomik ve sosyal gelişmeyi etkilemektedir. Ayrıca su, küresel, bölgesel, ve yöresel düzeylerde arz talep dengesine de bağlı olarak stratejik öneme sahip en önemli doğal kaynakların başında gelmektedir. Özellikle sulama imkanı olabilecek kurak ve yarı kurak alanlarda sulu tarımın yaygınlaştırılması, içme-kullanma suyu ve endüstri suyu talebindeki artış, hidrolojik çevrimdeki suyu nitelik ve nicelik yönlerinden etkilemekte, ülkeleri su kaynaklarının kullanılması ile ilgili ortak kaygılara yönelik politikaların geliştirilmesi ve uygulamasına zorlamaktadır (Kulga, 1994). Türkiye'nin de taraf olduğu bir çok uluslar arası toplantılarda, su kaynaklarının kullanımı, geliştirilmesi, korunması ve yönetimi konuları değerlendirilmiştir. Dünyada su sektöründe reform yapılması gerekliliği vurgulanarak suyun ekonomik değerinin de dikkate alınması gereken önemli bir husus olduğu belirtilmiştir (Keating, 1993).

Dünya su varlığı 1.36 milyar $km^{3'}$ tür. Bu suyun yaklaşık % 97.5'i tuzlu sudur. Toplam su varlığının sadece % 2.5'i tatlı (35 milyon km^3) sudur. Bu suyun % 68.9'u kutuplarda ve yüksek bölgelerde sürekli don olarak, % 30.8'i ise toprak nemi ve yer altı suyu olarak bulunur. Dünya su varlığının sadece % 0.3'ü nehirlerde ve göllerde bulunur (Çiftçi ve Kutlar, 2007).

Dünyada tarım üretim alanları sınırlarının geliştirilmesi imkanı bulunmamaktadır. Bu koşullarda tarımsal üretimde verim ve kalitenin arttırılması teknolojik üretim faktörlerinin kullanımı ile sağlanabilecektir. Bu kapsamda arazi ıslahı, toprak koruma, arazi toplulaştırması, sulama, gübreleme, kaliteli tohum kullanımı, zirai mücadele, uygun alet-makine ve teknik bilgi gibi verim arttırıcı teknolojik üretim faktörlerinden yararlanılabilir. Özellikle kurak ve yarıkurak bölgelerde sulama diğer üretim faktörlerine göre daha fazla önem taşımaktadır. Bu alanlarda gübrelemenin etkinliği de sulamaya bağlı olmaktadır (Kara, 2005).

Tarımsal üretimde, yetiştirme sezonu boyunca bitki kök bölgesinde yeterli seviyede nemin bulunması bitki gelişimi, verimi ve ürün kalitesi açısından son derece önemlidir. Bu nemi sağlayan kaynaklardan ilki doğal yağışlardır. Kurak ve

yarıkurak bölgelerde bitkisel üretim sezonu boyunca düşen yağışlar hem miktar hem de dağılım açısından yetersiz kalmaktadır ve bitki su ihtiyacını karşılayamamaktadır. Bu nedenle bitki kök bölgesindeki eksik nem sulama ile tamamlanmaktadır. Coğrafi konumu ve iklim özellikleri yönünden Doğu Karadeniz Bölgesindeki dar bir alan dışında Türkiye'nin tamamında kurak ve yarıkurak iklim hakimdir. Dolayısıyla Türkiye'de sulama bitkisel üretim için oldukça önemlidir.

Kurak ve yarıkurak alanlarda tarımsal üretimi sınırlandıran en önemli faktör sulama suyunun yetersizliğidir. Bu tip alanlarda sulama, tarımsal üretimde çeşitlilik, verim artışı ve ürün kalitesini etkileyen önemli bir faktördür. Kurak ve yarıkurak iklim bölgelerinde kültür bitkilerinin su ihtiyacı karşılanmadığı sürece, tarımsal üretim konusunda yapılan tüm gayretler sonuçsuz kalacaktır. Yani kuraklığın hüküm sürdüğü bölgelerde sulama, tarımsal üretim için vazgeçilmez bir zorunluluktur.

Türkiye' de sulu tarıma açılan alanlar her yıl artmaktadır. Ancak bu artışta mevcut su kaynaklarının akılcı ve dengeli tüketimi yeterli ölçüde olmamaktadır. Sulama tesisleri olmayan alanlarda sulardan fayda temin edilememekte, tesisleri yapılmış, ancak developmanı tamamlanmamış alanlarda ise istenilen seviyede fayda sağlanamamaktadır. Günümüzde sulanan alanların bir çoğunda kontrolsüz sulama yapılmaktadır. Bunun başlıca sebeplerinden birisi de su dağıtım planlaması ve işletmeciliğinde meydana gelen sorunlardır.

Tarımın en önemli girdilerinden birisi olan sulama suyunun temini konusundaki yatırımlar, daha ziyade devlet tarafından gerçekleştirilmektedir. Sulama proje ve yatırımlarının gerçekleştirilmesinde DSİ Genel Müdürlüğü ile Mülga Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü ve onun yerini alan İl Özel İdareleri yükümlü bulunmaktadır. Buna ilaveten halk tarafından gerçekleştirilen düşük maliyetli sulama yatırımları da mevcuttur.

Türkiye'nin toplam yüzölçümü 78 milyon hektar olup bunun yaklaşık 28 milyon hektarı tarıma elverişlidir. Sulamaya açılmış arazi miktarı günümüzde 5 milyon hektara ulaşmıştır (Anonymous, 2008). Ülkede iklim kurak ve yarı kurak özellik arz eder. Ancak iklim değişimi mevsimsel ve bölgesel farklılıklar göstermektedir. Yıllık ortalama yağış 643 mm dir. Bu da yıllık 501 milyar m^3 suya karşılık gelmektedir. Bu miktarın 274 milyar $m^{3'}$ ü evapotransprasyonla atmosfere dönmekte, 41 milyar m^3 ü yüzeyden sızmalarla yeraltına sızmakta, arta kalan186 milyar m^3 su yüzey akışına geçerek potansiyel suyu oluşturmaktadır. Yüzey akışına geçen suların 98 milyar $m^{3'}$ü kullanılabilir özelliktedir. Ülkenin çekilebilir yeraltı su potansiyeli ise 12 milyar m^3 tür. Günümüz şartlarında ülkenin kullanılabilir toplam su hacmi 110 milyar m^3/yıldır (Çiftçi ve Kutlar, 2007). Kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su varlığı ise yaklaşık 1600 m^3 tür. Bu oran Batı Avrupa da 5000 m^3, Suriye' de 1200 m^3, Güney Amerika da 23000 m^3 ve Dünya ortalaması ise 7600 $m^{3'}$ tür. Kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 2000 m^3 ün altında olan ülkeler su azlığı olan ülkeler konumunda sayılır. Bir ülkenin su zengini sayılabilmesi için kişi başına düşen kullanılabilir suyun 8000-10000 m^3 olması istenir. Türkiye nüfusunun 2025 de 80 milyona ulaşacağı tahmin edildiğinde bu rakam 1375 m^3 olacaktır. Günümüz rakamlarına bakıldığında Türkiye, kişi başına düşen kullanılabilir su (1600 m^3) açısından zengin ülke değil, su stresi yani su azlığı çeken ülke konumundadır. Bu da ülkemizin su kaynağı bakımından hiç te öyle zengin sayılacak düzeyde olmadığını, bilakis kontrollü su kullanım zorunluluğu bulunduğunu gösterir. Dünyada suyun en yoğun kullanıldığı alan tarımsal sulamadır (Çiftçi ve Kutlar, 2007). Türkiye'nin tarım yapılabilir arazilerinin yaklaşık % 10'u Konya Ovasından oluşmaktadır. Konya Ovası kapalı bir havzada yer almaktadır ve kurak iklime sahiptir. Ortalama yıllık yağışı 300 mm civarında seyretmektedir. Tarım yapılabilir arazi potansiyeli bakımından değerlendirildiğinde Konya Ovası Ülkemizin en önemli ovalarındandır. Dolayısı ile Türkiye'nin ilk planlı sulama projesi de Konya Ovasında yer almaktadır. Fakat havzanın su kaynakları hayli sınırlıdır. Konya Ovasının sulanabilir arazileri tarım yapılabilen arazilerinin % 17'sine tekabül etmektedir.

Bitkilerin ihtiyacı olan su doğal yağışlarla karşılanamadığında,yani yağmur yağmadığı veya yetersiz yağdığında, insanlar bu eksikliği kendileri karşılayarak bitkinin kullanacağı suyu toprağa verirler ki buna sulama denir. Ancak toprağa

rastgele her su verilişi sulama değildir. Toprağa verilen suyun teknik ve bilimsel anlamda sulama sayılabilmesi için belirli koşulları taşıması gerekir. Bitkilerin ihtiyacını karşılamak üzere toprağa verilen suyun sulama sayılabilmesi için gerekli koşullar şunlardır:

1. Toprağa, dolayısıyla tarım arazilerine yapay yollardan su verilmesi, bitkilerin ihtiyacı olduğu halde yeterli yağış olmadığı yer ve zamanda yapılmalıdır.
2. Verilecek suyun miktarı, bitki cinsi ve toprak özelliklerine göre hesaplanarak belirlenmeli, rastgele verilmemelidir; yani kontrol altında olmalıdır.
3. Verilen suyun, bitki kök bölgesinin bulunduğu toprak içerisinde dengeli (homojen) dağılımı sağlanmalıdır.

Buna göre **sulama**, doğal yağışlarla karşılanamayan kültür bitkileri su ihtiyacının kontrollü bir şekilde araziye verilerek bitki kök bölgesinde dengeli olarak depolanmasını sağlamaktır (Kara 2005).

Tarla başına getirilen suyun bitki kök bölgesine veriliş şekline sulama yöntemi denir. Yüzey, basınçlı ve sızdırma olmak üzere üç çeşit sulama yöntemi vardır. Konya ovasında, tarla tarımında en fazla kullanılan yöntem yağmurlama sulama yöntemidir.

İlk yatırım giderlerinin yüksek ve sürekli enerji tüketilmesi gibi sakıncaları olmakla birlikte, su tasarrufu sağlanması ve kolay bir sulama işletmeciliği sunması başta olmak üzere birçok üstünlüğü nedeniyle yağmurlama sulamanın yaygınlaşması istenmektedir. Su kaynaklarının kıt olduğu Konya ovası açısından bu husus önemlidir.

1.1. Yağmurlama sulama sistemi

Sulama suyunun kapalı borularla araziye iletilip dağıtarak, belirli bir basınç altında mekanik püskürtücülerle atmosfere doğal yağış şeklinde püskürtülerek toprağa verilmesine **yağmurlama sulama metodu,** bunu sağlayan sisteme de **yağmurlama sulama sistemi** denir (Kara 2005).

Bu tanıma uygun olarak sulama yapılabilmesi için, suyu temin edecek su kaynağına, kaynaktan alınan suyu sulanacak araziye ileten ve orada dağıtımını sağlayan yapı ve tesislerden oluşan sulama şebekesine, sulama şebekesi ile tarlaya getirilen suyun toprağa verilişini sağlayan sulama sistemlerine ihtiyaç vardır. Sulama

basit bir işlem değil, sulama şebeke ve sistemlerinin kurulması nedeniyle büyük yatırımları gerektiren bir teknolojik üretim faktörüdür (Kara 2005).

Sulamanın yapılabildiği çoğu yerde yağmurlama sulama yöntemi uygulanabilir. Ancak sıcaklık ve rüzgar hızının yüksek olduğu yerlerde sulama suyunun üniform ve randımanlı bir şekilde toprağa uygulanması engellenebilir.

Yağmurlama sulama yönteminin yüzey sulama yöntemlerine göre bir takım üstünlükleri vardır. Bunlar şöyle sıralanabilir(Kara 2005):

1- Her çeşit engebeli arazide tesviyeye gerek kalmadan sulama yapma imkanı sağlar.
2- Suyun kontrolü daha kolay,tarla içi su iletim ve sızma kayıpları daha az olduğundan su tasarrufu sağlar.
3- Sızma kayıplarının fazla olduğu geçirgen ve sığ topraklarda, daha yüksek sulama randımanı ile sulama yapılabilir.
4- Yağmurlama hızı toprağın infiltrasyon hızından küçük tutularak eğimli arazilerde sulamanın neden olabileceği toprak erozyonu önlenir.
5- Tarla içi su dağıtım hendek ve arkları ortadan kalktığı için net ekim alanı artar, hendeklerdeki bakım ve yabancı ot mücadelesi ortadan kalkar.
6- Kontrolsüz çalışma süresi daha uzundur, özellikle sabit sistemlerde aralıksız sulama yapılabilir.
7- Sabit ve yarısabit sistemlerde birim alana düşen işgücü ihtiyacı daha azdır.
8- Sistem don etkisinden korunma amacı ile de kullanılabilir.
9- Yağmurlama sistemi ticari gübrelerin verilmesinde ve atık suların değerlendirilmesinde kullanılabilir.
10- Yağmurlama sulama sisteminden yararlanılarak ilaçlama yapılabilir.

Arazilerin yağmurlama sulama metodu ile sulanmasında ana elemanların konum ve yer değiştirmesine göre farklı yağmurlama sistemleri geliştirilmiştir. Bunlar aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Tesis ve işletme durumuna göre yağmurlama sistemleri :

*** Sabit yağmurlama sistemleri :** Sistemin tüm unsurları konum yönünden sabittir. Yalnızca yağmurlama başlıkları sulama mevsimi başlangıcında takılır, mevsim sonunda sökülür. İlk yatırım masrafları yüksek, işçilik masrafları düşüktür.

*** Yarı sabit yağmurlama sistemleri :** Genelde pompa birimi ve ana boru hattı sabit, lataral boru hatlarının hareketli olduğu sistemlerdir. İlk yatırım masrafları yüksek, işçilik masrafları düşüktür. Uygulamada en yaygın kullanılan sistemdir.

*** Taşınabilir yağmurlama sistemleri :** Sulama süresi tamamlandıktan sonra hem ana boru hattı hem de lateral boru hatlarının bir diğer konuma taşındığı sistemlerdir. İlk yatırım masrafları düşük, işçilik masrafları yüksektir.

Kapsama göre yağmurlama sistemleri

*** Tarla Sistemleri :** Çiftçinin herhangi bir tarlasına veya çiftlik arazisinin bir bölümüne, bitkilerin çimlenme ve çıkışını sağlamak, destekleme sulaması yapmak ya da ekim nöbetinde yer alan özel bir bitkiyi sulamak amacıyla genellikle geçici olarak ve taşınabilir özellikteki sistemlerdir.

*** Çiftlik Sistemleri :** Bir tarım işletmesinde temel sulama yöntemi yağmurlama olduğunda kurulan ve tüm yağmurlama sulama sistemi unsurlarını kapsayan, taşınabilir yada yarı sabit sistemlerdir. Uygulamada en yaygın sistem olup, **bireysel yağmurlama sistemi** de denir.

*** Toplu Sistemler :** Çok sayıda tarımsal işletmeyi kapsayan, büyük alanlara hizmet götüren sitemlerdir. Birçok çiftlik sitemini kapsar. Su proje alanına basınçlı bir boru ağı ile dağıtılır. Bu dağıtım ağı üzerine her işletme için bir su alma yapısı (hidrant veya almaç) yerleştirilir. İşletme, kendi çiftlik sistemine suyu hidranttan veya almaçtan alır.

1.2. Yağmurlama sulama sisteminin elemanları

Bir yağmurlama sulama sisteminin elemanları şöyle sıralanılabilir(Korukçu ve Yıldırım 1981).

*** Pompa Birimi :**Yağmurlama sulama sistemlerinde gerekli işletme basıncını sağlar, statik emme yüksekliği az ise santrüfij tipi pompalar, fazla ise (derin kuyularla) derin kuyu pompaları ya da dalgıç tipi pompalar kullanılır.

***İletim Birimi :** Kaynaktan alınan suyu yağmurlama (püskürtme) elemanlarına ileten birimdir. Suyu kaynaktan alıp lateral boru hatlarına ileten birime, **Ana boru hattı**, ana borudan alınan suyu yağmurlama başlıklarına ileten birime de

lateral boru hattı denir. Borular **s**istemin sabit, yarı sabit ya da taşınabilir oluşuna göre toprak altına veya toprak yüzeyine döşenebilir.

*** Püskürtme Birimi (Yağmurlama Başlıkları) :** Lateral boru hatları üzerinde yer alır. Bitki boyuna göre seçilen yükseltici borular ile lateral boru hattına bağlantısı sağlanır. Yağmurlama başlıkları dönüş hızlarına, işletme basıncına ve işlevlerine göre sınıflandırılabilir. Uygulamada döner tipteki yağmurlama başlıklarından dönme hızı 0,8-1,2 d/d (devir/dakika) ve işletme basıncı 2-4 atü olan başlıklar yaygın olarak kullanılır.

Yukarıda sayılan üstünlükleri göz önüne alınarak, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Sarıcalar araştırma ve uygulama çiftliğinin bir kısım arazisinde basınçlı sulama yöntemi, öncelikli yağmurlama yöntemi uygulamasına karar verilmiştir.

Çiftlik yönetimi, arazinin yaklaşık olarak birbirine denk ve bitişik sekiz parselden oluşan 72 hektarlık kısmını, deneme ve üretimde basınçlı sulama (yağmurlama,damlama) yöntemlerinin uygulanmasına ayırmış ve gerektiğinde yüzey salma sulama yöntemlerinin de uygulanabileceği bir planlama istemiştir. Ayrıca 50 l/sn lik derin kuyuya ek olarak yeni kuyular açıldığı taktirde, bunların aynı sisteme entegre edilebilmesi koşulunu getirmiştir.

Bu çalışma ile, mevcut koşullarda, çiftlik yönetiminin taleplerine en uygun ve aynı zamanda çevredeki yöre çiftçine örnek olabilecek bir yağmurlama sulama sistemi projesi oluşturulmaya çalışılmıştır.

Projede ihtiyaç duyulan su başlangıçta bir kuyudan sağlanarak, daha sonra açılması planlanan 2 kuyu daha sisteme bağlanabilecektir. 3 kuyudan da su alındığında sistemde tüm kuyular birbirinden bağımsız ama aynı borulardan su taşınarak sulama yapılabilecektir.

2- KAYNAK ARAŞTIRMASI

Christiansen (1942)'e göre bir yağmurlama sisteminde lateral ve başlıklar arasındaki mesafe yağmurlama üniformluğunun % 85'den büyük olmasını sağlayacak şekilde olmalıdır. Rüzgarsız ortamda başlık aralığının başlık ıslatma çapının % 50'si kadar olmalıdır.

Lateral boyunca kabul edilebilir düzeyde eş su dağılımı sağlamak için, başlık basınçları ve debileri arasındaki farklılığın belirli bir sınırı geçmemesi gerekir. Genel bir kaide olarak basınç kayıpları, lateralin ortalama basıncının % 20'sini aşmamalıdır. Buna göre, lateralin ilk ve son başlığı arasındaki debi farkı da yaklaşık % 10 civarında olacaktır. Basınç ve debi farklılığına neden olan kayıplar, lateral boru çapı, başlık debisi, başlık sayısı, lateral üzerindeki başlık aralığı ve tarlanın topoğrafik durumuna göre değişmektedir(Balaban 1968).

Rüzgar, püskürtücü başlıktan çıkan su huzmesini saptırarak yağmurlama paternini bozar ve su zerrelerini sürükleyerek sulama yapılan saha dışına taşırır. Genel olarak yağmurlama sulamasının günün rüzgarsız veya rüzgar hızının hafif olduğu (0-2.5 m\s) zamanlarda yapılması tavsiye edilir.(Balaban1968).

Aynı rüzgar şartlarında yağmurlama sistemlerinde başlıkların aynı tertip aralıklarındaki dörtgen ve üçgen tertip biçimi için elde edilen eşdağılım katsayılarının değişimini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda; ortalama rüzgar hızı 1.86 m/s'nin altında bulunduğu durumda eş dağılım katsayısı her iki tertip biçimi için uygun bulunmuş, rüzgar hızı 2.3 m/s olduğu durumda eş dağılım katsayısı dörtgen tertipte % 82.3 olurken, üçgen tertip biçiminde % 85.1 olarak bulunmuş ve üçgen tertip biçiminin 2.3 m/s rüzgar hızında da su dağılımı açısından bir problem oluşturmadığını belirtmişlerdir (Ayyıldız ve ark. 1973).

Yağmurlama sulamada su uygulama randımanı özellikle havanın sıcak, kuru, damlacıkların küçük veya uygulama hızının az olduğu şartlarda önemli ölçüde rüzgardan etkilenir. Su dağılım yeknesaklığı ve uygulama randımanı rüzgar hızının 2.8 m\s'den az olduğu şartlarda fazla etkilenmez, ancak rüzgar hızının 4.2 m\s'yi geçtiği durumlarda su dağılım yeknesaklığı ve su uygulama randımanı hızla azalır. Bu durumdan, en çok yüksek basınçlı ve geniş ıslatma yarıçapına sahip yağmurlama başlıkları etkilenir (Kolh 1974).

Özdengiz (1974), yerli yapım bazı çift memeli yağmurlama başlıklarını değişik işletme basıncı koşullarında deneyerek su dağılımlarını elde etmiş, elde ettiği su dağılımlarından değişik tertip aralarında başlıkların dörtgen tertip biçimi için eş dağılım katsayılarını christiansen yöntemine göre hesaplamıştır.

Aküzüm (1976), yağmurlama başlıklarının su dağılım özelliklerinin belirlenmesi amacı ile yaptığı bir araştırmada, yağmurlama sulamada rüzgarın su dağılım yeknesaklığına etkisini de araştırmıştır. Rüzgar hızının su dağılım yeknesaklığı üzerindeki etkisinin tertip aralıklarına göre değişim gösterdiği belirterek, rüzgar hızının 0.55 m/s'den 2.2 m/s'ye çıkmasıyla 12x12 m tertip aralığı için eş dağılım katsayısı % 92.9'dan % 82.9'a, buna karşılık 18x18 m için % 82.2'den % 59.3'e düştüğü belirtilmiş ve yüksek rüzgar hızlarında yağmurlama başlıklarına verilecek lateral aralıkları azaltılmasını önermiştir.

Madanoğlu (1977), Ankara şartlarında şeker pancarının azot-su ilişkileri konulu araştırmasında, şeker pancarının çimlenmeden hasada kadar 0-90 cm toprak derinliğinde faydalı nemin % 30'a düştüğü zaman tarla kapasitesine getirecek şekilde suladığında, bu taktirde mevsimlik su tüketiminin 1240 mm sulama suyu ihtiyacının 1000 mm, sulama sayısının 10 ve sulama aralığının da 18-23 gün olduğunu belirtmektedir.

Apaydın ve Öztürk (1977), yağmurlama sulama sistemi tasarımını kolaylaştırmak için sistem tertip yapabilecek yağmurlama sulama sistemi ismi verilen, bir program hazırlanmıştır. Bu program, su ve yağmurlama başlığına ait bilgilerin kullanılmasıyla her bir alternatif başlık için sistem tertibi ve sistemin şeklini vermektedir.

Ayyıldız ve ark.(1973), bir yağmurlama sistemi planlamasında; toprak özellikleri, topoğrafya, bitki cinsi, su kaynağı varlığı, bitki su tüketimi, sistemin hidrolik boyutu yanında işçilik durumu, ekipman ve işletme giderleri gibi faktörlerinde göz önüne alınması gerekir. Ayrıca bir yağmurlama sulama sisteminde homojen bir su dağılımı elde edebilmek için planlanan alana uygulanan sulama suyu derinliğindeki değişim % 20'den daha az olmalı, bununla beraber lateral hat boyunca basınç % 20'den daha fazla değişim göstermemelidir. Sistemin işletme basıncı, sulanan bitki ve toprak yüzeyinde hasara yol açmayacak damla büyüklünü sağlayacak değerde olmalıdır.

Ertaş (1979), Konya Ovası'nda şeker pancarının ağır bünyeli topraklarda 6, orta bünyeli topraklarda 7, hafif bünyeli topraklarda 8 kez sulanmasını ilk sulamanın haziran ayının ilk haftasında, son sulamanın ise eylül ayının üçüncü haftasında yapılmasını önermektedir.

Korukçu ve Yıldırım (1983), yağmurlama sulama yönteminde eş su dağılım düzeyi ile su uygulama ve depolama randımanı arasındaki ilişkilerin saptanması amacıyla yaptıkları bir çalışmada, gerek su uygulama gerekse su depolama randımanının, başlığın eş su dağılım düzeyi ile değiştiğini belirtmişler, ayrıca eş su dağılım katsayısına bağlı su uygulama ve depolama randımanı hesabı için eşitlikler geliştirmişlerdir.

Yazar (1983), yağmurlama sulama sistemlerinde buharlaşma ve sürüklenme kayıplarını belirlemek, kayıpları etkileyen etmenler ve bu etmenler arasındaki ilişkileri saptamak amacıyla, Nebraska üniversitesi araştırma alanında yaptığı bir araştırmada; rüzgar hızına bağlı olarak sürüklenme kayıplarını, rüzgar hızı 6.7 m/s olduğunda lateralden uzaklığa göre, % 5.1-10.4, rüzgar hızı 2.68 m/s olduğunda ise % 2-1.5 olarak tespit etmiştir.

Benami ve Ofen (1984), bir yağmurlama sisteminde aynı rüzgar ve işletme şartlarında (basınç, tertip ve tertip biçimi) yapılan sulamada, farklı su dağılım yeknesaklık değerleri ortaya çıkabileceğini belirtmişleridir. Aynı araştırıcılar, değişik rüzgar hızlarında fakat aynı işletme şartlarında yapılan tekerrürlü su dağılım denemesinde, farklı yeknesaklık katsayıları (Cu %) elde etmişlerdir.

Ertaş (1984), Konya Ovası koşullarında yaptığı bir araştırmada şeker pancarının sulama suyu ihtiyacının 450-750 mm, mevsimlik su tüketiminin 850-900 mm olduğunu belirtmiş ve pancarın yağmurlama yöntemi ile 8-9 kez sulanarak her sulamada 80-90 mm su verilmesini önermişlerdir.

Vanlı (1987), Konya bölgesi şeker pancarı tarımında kök bölgesi derinliğinin 90 cm olması dikkate alındığında ekonomik sulama sayısı 6-8 olarak belirlemiştir.

Su iletim hattını oluşturan boruların çapı, uzunluğu, düzgünlüğü ile hat üzerindeki yağmurlama başlığı tipi ve sayısı, hidrolik yük kayıplarını oluşturan, sürtünme kayıplarını etkiler. Yağmurlama sulamada, su dağılımı yeknesaklığının yaygın olarak kabul edilen standardı, aynı anda işletilen bir sistemden en yüksek ve en düşük başlık debi farkının % 10'u geçmemesi şeklindedir(Hillel 1988).

Par (1990), Eskişehir Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü arazisindeki yağmurlama tesisinde su dağılım düzeyini belirlemek amacıyla yaptığı araştırmada 12x12 dörtgen tertip biçimi için eş dağılım katsayısını, % 73.00, 12x18 m tertip aralığında ise % 72.25 olarak bulmuştur.

Yağmurlama sulama sistemlerinde, darbe etkisi de göz önüne alınarak boruların büyüklükleri doğrusal programlama tekniği ile saptanmalıdır. Darbe etkisinin dikkate alınmadığı durumlarda, sistem daha ekonomik olsa da darbeden dolayı büyük onarım giderlerine yol açabilir (Yaşar ve ark. 1990).

Yıldırım ve Kodal (1990), .Konya-Yunak-Gökpınar sulamasında yağmurlama ve yüzey sulama sistemlerini ekonomik açıdan değerlendirmişlerdir. Araştırıcılar, yağmurlama sulamada 6-12 gün sulama aralığını ekonomik bulurken 9-18 gün sulama aralığını ekonomik bulmamışlardır.

Çakmak (1994), Konya-Çumra sulama şebekesi alanında, su dağıtım ve kullanım etkinliğini araştırdığı çalışmasında tarla su uygulama randımanlarını karık sulamada % 45-68, tava sulamada % 34-87 ve yağmurlama sulamada ise % 31-74 olarak bulmuştur.

Topak (1996), yaptığı bir araştırmada Çumra bölgesinde çiftçi tarlalarının toprak özellikleri dikkate alınarak hesaplanan sulama sayısının ortalama 12, ancak araştırma sahasında çiftçilerin uyguladıkları sulama sayısının ortalama 9 olduğunu belirtmiştir. Bununla birlikte araştırma sahasında başlıkların tertip deseninin % 63 oranında 10x10 m biçiminde olduğunu, halbuki en az 10x10 m hatta bazı yerlerde 10x15 m olması gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca bölgede çiftçilerin % 80'inin tek lateral ile sulama yaptıklarını tespit etmiştir.

Özder ve ark. (1997), yaptıkları bir araştırmada yağmurlama sulama sisteminde ana boru büyüklüğünün belirlenmesine yönelik olarak seçilen üç farklı optimizasyon tekniğinde farklı boru çapı elde edilmiştir. Söz konusu farklılığın istatistiki olarak değerlendirilmesi sonucu, tüm tekniklerin birbirine yakın sonuçlar verdiğini, dolayısıyla sistem tasarımının kullanılması en kolay tekniğin tercih edilmesi gerektiğini belirtmektedir.

Evsahibioğlu ve Ünlükara (2003), yaptıkları bir araştırmada, taşınabilir yağmurlama sistemlerinde yatırım maliyetinin 450/670 $/ha, enerji tüketiminin 88-

214 kWh/1000 m^3 , yıllık bakım maliyeti faktörünün % 2 ve randımanın ise % 65-75 olduğunun belirtmişlerdir.

Yıldırım ve ark. (2003)tarafından, Afyon-Şuhut-Atlıhisar Sulama Kooperatifi 48019 nolu kuyunun hizmet ettiği alanda toplu yağmurlama, KTCC'nin Güzelyurt bölgesinde 626-12 nolu kuyunun hizmet ettiği alanda ise toplu damla sulama sistemlerinin, istek ve rotasyon işletme yöntemlerine göre ayrı sistem tasarımları yapılmış ve farklı sistem debileri ile farklı sistem maliyet unsurları elde edilmiştir. Bu değerlerin karşılaştırılması sonucunda, toplu yağmurlama sulama sisteminin istek yöntemine göre işletilmesi koşulunda, rotasyon işletme yöntemine oranla, sistem debisinin % 19 ve sistem masraflarının % 44 daha düşük olduğu, toplu damla sulama sisteminde ise, yağmurlamanın aksine,nöbet işletme yönteminde sistem debisinin % 38 ve sistem maliyetinin % 10 daha düşük olduğu belirtmiştir.

Kara (2005), taşınabilir yağmurlama sistemi ile bir tarlanın az sayıda iletim borusu ve yağmurlama başlığı ile sulanabildiğini, bir adet yağmurlama tesisi ile birden fazla tarlada nöbetleşe sulama yapılabildiğini bu nedenle de birim alana düşün tesis masraflarının diğerlerine göre az olacağından toplulaştırma yapılmamış parçalı arazilerde bu sistemin tavsiye edilebileceğini belirtmiştir.

Şahin (2005), Konya Büyükşehir Belediyesi çim alanlarının; % 17,4'ünün sabit başlıklı yağmurlama, %24,8'inin taşınabilir tekil başlık yağmurlama, ve % 57,8'inin ise hortumla (el ile) sulama yöntemi ile sulandığını tespit etmiştir. Bu uygulamalarda sulama randımanlarının sırası ile % 71, % 63, % 46,5 olarak ölçmüştür. Sulama mevsimi boyunca uygulanan sulama suyu miktarının ortalama değerleri ise sabit başlıklı sulamada 1609 mm, taşınabilir tekil başlıklı sulamada 2106 mm, hortumla sulamada 2871 mm olarak hesaplamıştır. Bu değerler, deneme ile bulunan sulama suyu miktarına göre sırasıyla; % 100, % 162, % 257 daha fazla olduğunu belirtmiştir.

Yavuz (2006), yüzey ve yeraltı su kaynaklarından sulama yapan yağmurlama sistemlerinde birim alana yıllık enerji tüketimi; dizel ve elektirik enerjisi, ekipman üretim enerjisi ve insangücü enerjisi olarak sırasıyla motopomplu sistemlerde ortalama 14107,923 ve 44 MJ/ha-yıl olarak hesaplamıştır. Aynı değerler yer altı su kaynaklarından sulama yapan yağmurlama sistemlerinden kuyruk mili ile tahrik edilen düşey milli pompalı sistemlerde; 35748,3873 ve 40 MJ/ha-yıl, elektrik motoru

ile tahrik edilen düşey milli pompalı sistemlerde, 35491,1164 ve 42 MJ/ha-yıl dalgıç pompalı sistemlerde ise; 47152,1321 ve 37 MJ/ha-yıl olarak hesaplamıştır.

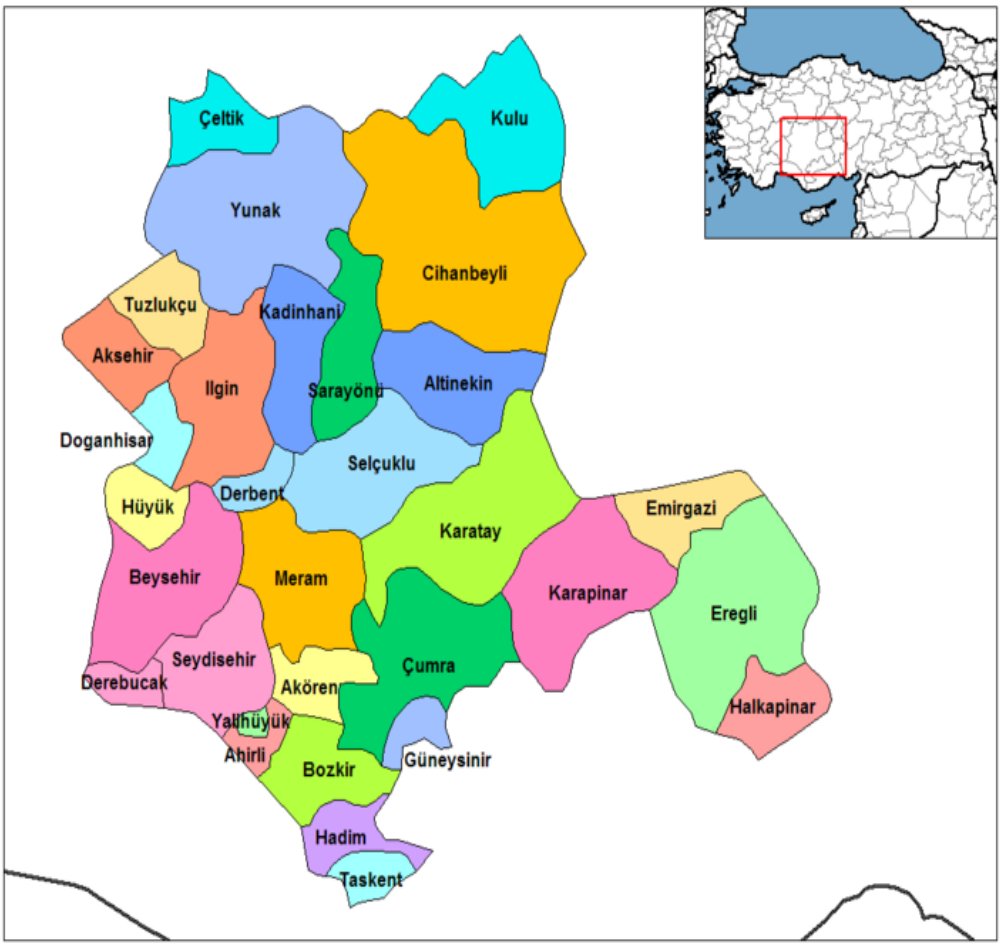
3. MARERYAL VE METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Proje alanının konumu

Araştırma projesi Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Sarıcalar araştırma ve uygulama çiftliğinde yürütülmüştür. Uygulama Çiftliği Konya il merkezinin kuzeyinde, Selçuklu ilçesi sınırları içerisinde 37^0 52' kuzey enlemi ve 32^0 29' doğu boylamında arasında yer almaktadır. Konya il merkezine uzaklığı 32 km, denizden ortalama yüksekliği 1031 m'dir (Anonymous, 1982).

Şekil 3.1'de proje alanının Türkiye ve Konya'daki yeri, Şekil 3.2'de ise Araştırma –Uygulama çiftliği vaziyet planı ile yağmurlama tesisi kurulacak parsellerin yeri gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Proje alanının Türkiye ve Konya'daki yeri.



Çiftlik alanı

Proje alanı

Proje, Ziraat Fakültesi'nin tasarladığı yol ve parselasyon kriterleri göz önünde bulundurularak araştırma ve deneme uygulamalarının rahatlıkla yapılabileceği şekilde planlanmıştır.

Proje sahasında üç adet sondaj kuyusu bulunmakta olup, bu kuyulardan bir tanesi kullanılarak taşınabilir yağmurlama sulama sistemi ile sulama yapılması planlanmıştır. Hazırlanan proje ile, mevcut 50 l/sn'lik su kaynağı ile sulanabilecek alan belirlenmiş bunun için uygun bir yağmurlama sulama sistemi uygulanması düşünülmüştür.

3.1.2. İklim özellikleri

Araştırma sahası karasal iklim özelliği gösterip, yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlıdır. Proje ile ilgili iklim değerleri, proje sahasına en yakın konumdaki Selçuklu Meteoroloji istasyonundan alınmış olup, ayrıntıları çizelge 3.1. de verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği gibi, en düşük ortalama yağış 5,5 mm olarak ağustos ayında, en yüksek ortalama yağış ise 43,5 mm ile mayıs ayında düşmektedir. Aylık en düşük sıcaklık ortalaması -0,3 ^{0}C ile Ocak ayında en yüksek sıcaklık ortalaması ise 23,5 ^{0}C ile temmuz ayında meydana gelmiştir. Araştırma alanında ortalama yıllık yağış 323,6 mm ve sıcaklık ise 11,4 ^{0}C dir.

Çizelge 3.1. de verilen iklim değerleri Konya Meteoroloji Bölge Müdürlüğünün araştırma ve uygulama çiftliğine en yakın olan Konya Hava alanı Meteoroloji istasyonu değerleridir.

Çizelge 3.1. Proje alanı iklim özellikleri (Son 30 yıl ortalama verileri)

İSTASYON ADI	**KONYA**	**SELÇUKLU**
YÜKSEKLİK	**1031 M**	
ENLEM DERECESİ	**37^{O} 52 N**	**37.87**
BOYLAM DERECESİ	**32^{O} 29 E**	**32.48**

ORTALAMA BUHARLAŞMA	**1324,2 mm**
ORTALAMA SICAKLIK	**11.4 ^{O}C**
ORTALAMA NEM	**58.8 %**
ORTALAMA YAĞIŞ	**323,6 mm**

AYLAR	ORT. MAX. SICAKLIK (^{0}C)	ORT. MİN. SICAKLIK (^{0}C)	ORT. SICAKLIK (^{0}C)	ORTALAMA NEM (%)	RÜZGAR HIZI			GÜNEŞLENME SÜRESİ		YAĞIŞ (mm) (Ortalama)
					10 m'de (m/sn)	2 m'de (m/sn)	2 m'de (km/gün)	(Saat ve dak.)	(Saat)	
OCAK	4,6	-4,2	-0,3	76,0	1,8	1,3	112,3	3 , 10	3,17	34,8
ŞUBAT	6,6	-3,6	1,0	70,0	2,3	1,7	146,9	4 , 36	4,60	24,1
MART	11,8	-0,3	5,4	62,0	2,5	1,8	155,5	6 , 6	6,10	26,5
NİSAN	17,5	4,4	10,9	58,0	2,3	1,7	146,9	6 , 58	6,97	39,5
MAYIS	22,2	8,5	15,6	55,0	2,1	1,5	129,6	8 , 37	8,62	43,5
HAZİRAN	26,7	12,8	20,1	47,0	2,4	1,7	146,9	10 , 24	10,40	21,9
TEMMUZ	30,2	16,1	23,5	42,0	2,6	1,9	164,2	11 , 17	11,28	7,9
AĞUSTOS	30,0	15,5	22,9	43,0	2,4	1,7	146,9	11 , 0	11,00	5,5
EYLÜL	26,3	11,2	18,6	46,0	2,0	1,4	121,0	9 , 38	9,63	10,0
EKİM	20,0	6,0	12,4	59,0	1,7	1,2	103,7	7 , 12	7,20	32,4
KASIM	12,4	0,5	5,7	70,0	1,7	1,2	103,7	4 , 58	4,97	36,1
ARALIK	6,0	-2,5	1,4	77,0	1,8	1,3	112,3	2 , 57	2,95	41,4
YILLIK	**17,9**	**5,4**	**11,4**	**58,8**	**2,1**	**1,5**	**132,5**	**7 , 15**	**7,24**	**323,6**

3.1.3. Topoğrafya ve toprak özellikleri

Araştırma sahası, düz ve düze yakın eğimi (% 0-2) olup, rakım 1005-1006 m aralığındadır. Proje sahası, topraklarının ana maddesi eski göl tabanı olup, taşınarak birikmiş alivüyal materyalden oluşmaktadır. Proje alanı arazilerinin toprakları çok derin (90 +), profil boyunca kili tın bünyeli, yuvarlak blok yapıda yapışkan plastik, kuru iken hafif sert, nemlide gevşek hafif tuzlu, kireç bakımından orta kireçli, hafif alkali, kuruda açık kahverengi renkli ve taşsızdırlar. Drenaj, tuzluluk ve alkalilik sorunu bulunmamakla birlikte, önlem alınması gerekmektedir. Mahsuldarlık sınıfı iyi olup dekara az devolopman masrafı gerektiren topraklardır.

3.1.4. Su kaynakları

Proje sahasında sulama amaçlı kullanılabilecek yer üstü su kaynağı bulunmadığı gibi, gölet yapımına uygun bir topoğrafya da bulunmamaktadır. Sulama için yeraltı suyundan faydalanabilmek amacıyla DSİ tarafından açılan ve bu projede kullanılacak olan kuyuya ait bazı karakteristikler çizelge 3.2 de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Projede kullanılacak kuyunun karekteristikleri

Verim (lt/sn)	Emme Derinliği (m)	Sistem yük Kayıpları (m)	Toplam Hm (Toplam Yükseklik) (m)	Su Kalitesi
50	75	51,92	127	T3S1

3.2. METOD

3.2.1. Su ve toprak örneklerinin alınması ve analiz yöntemleri

Araştırma proje sahasında, 2 adet toprak profili 200 cm derinliğe kadar açılarak (Resim 3.1) 0-90 cm arası her profilden (Resim 3.2) 30 cm derinlik aralıklarından bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Örneklerin alınmasında Demiralay (1977) tarafından önerilen metod ve prensiplere uyulmuştur. Alınan örnekler naylon poşetler içinde numaralandırılıp muhafaza edilerek laboratuara getirilmiştir.

Araştırma proje sahasının su örnekleri, sondaj derin kuyusundan alınmıştır. Alınan su örnekleri, bir litrelik cam şişelerde muhafaza edilmiştir. Su örnekleri alınırken, örneğin muhafaza edileceği cam şişe ve kapağı dört defa örnek su ile yıkanmış ve üzerine etiket yapıştırılmıştır (Farouk 1998).

Toprak örneklerinde yapılan ölçme ve tayinler ile bunların yapılış metodları aşağıda açıklanmıştır.



Resim 3.1.Toprak profili

Toprak bünyesi : Bouyoucus (1951) tarafından geliştirilen hidrometre yöntemine göre yapılmıştır (Demiralay 1977).

Hacim ağırlığı : Bozulmamış toprak örnekleri A.B.D. Tuzluluk laboratuarları 38 numaralı metoda göre yapılmıştır (Anonymous 1954).

Tarla kapasitesi : 1/3 atmosferlik emiş altında basınçlı tabla kullanılarak belirlenmiştir (Demiralay 1977).

. **Solma Noktası :** 15 atmosferlik emiş altında basınçlı tabla kullanılarak belirlenmiştir (Demiralay 1977).

pH : Cam elektrodlu, dijital göstergeli pH metre ile saturasyon ekstratında ölçülmüştür (Richards 1954).

Elektriksel iletkenlik : Dijital göstergeli iletkenlik ölçer ile saturasyon ekstratında ölçümler yapılmıştır (Richards 1954).

Organik madde (%) : Smith-Weldon metoduna göre tayin edilmiştir (Sağlam 1978).



Resim 3.2. Bozulmamış toprak örneği alımı

Su örneklerinde yapılan ölçme ve tayinler ile bunların yapılış metodları aşağıda açıklanmıştır.

pH : Cam elekrotlu, dijital göstergeli pH metre ile ölçülmüştür (Richards 1954).

Elektriksel iletkenlik (ECx10^6 25 ^oC) : Dijital göstergeli iletkenlik ölçme aleti ile ölçülmüştür (Richards 1954).

Suda çözünebilir anyon ve katyonlar : Kalsiyum ve mağnezyum versanet metoduyla, sodyum ve potasyum alev fetometresi kullanılarak, karbonat ve bikarbonat H_2SO_4 ile titre edilerek; klor $AgNO_3$ ile titrasyon suretiyle; sülfat $BaSO_4$ şeklinde çökeltilerek belirlenmiştir.

3.2.2. Bitki su tüketimi hesabı

Araştırmacılar, sulama için bilinmesi gereken bitki su tüketimi, yani evapotranspasyon ile bunu etkileyen faktörler arasıdaki ilişkiyi veren formüller geliştirmişlerdir. Bunu yaparken lizimetre ve tarla deneme parselleri gibi yöntemlerle bulunan gerçeğe yakın su tüketim değerlerinden yararlanmışlardır. Bu yüzden, geliştirilen formüller, genellikle denemelere dayalı, katsayılı ampirik formüllerdir (Kara 2005).

Bitki su tüketiminin belirlenmesinde meteorolojik verilere dayalı hesap metodlarından Penman metodunun FAO tarafından düzenlenmiş Penman–Monteith modifikasyonu yöntemi kullanılmıştır. Bu amaçla, geliştirilen bazı bilgisayar programlarından da faydalanılmıştır.

FAO-Penman-Monteith yöntemi (FAO PM)

Açık su ve bitki yüzeylerinden meydana gelen buharlaşmayı tahmin eden orijinal penman denklemi, Monteith tarafından, bitkilerin yüzey şekli ve aerodinamik iletkenliklerinin etkisini dikkate alarak yeniden düzenlenmiş ve referans bitki su tüketimi hesabında kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan Penman Monteith eşitliği aşağıda verilmiştir (Allen ve ark 1998).

$$ET_0 = \frac{0{,}408\,\Delta\,(Rn-G) + y\,\dfrac{900}{T+273}\,u_2\,(e_s-e_a)}{\Delta + y\,(1 + 0{,}34\,u_2)}$$

Eşitlikte;

ETo : Referans bitki su tüketimi (mm/gün)

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

G : Topraktaki ısı akımı (MJ/m^2/gün)

T : 2 m yükseklikteki hava sıcaklığı (^0C)

u_2 : 2 m yükseklikteki rüzgar hızı (m/sn)

e_s : Doygun buhar basıncı (kPa)

e_a : Gerçek buhar basıncı (kPa)

e_s-e_a : Havanın buhar basıncı açığı (kPa)

Δ : Buhar basıncı eğrisinin eğimi (kPa/^0C)

y : Pisikometrik katsayı (kPa/^0C)

göstermektedir.

Penman - Monteith yöntemine göre, referans bitki su tüketimi hesaplaması için gerekli iklim verileri; radyasyon, hava sıcaklığı, hava nemi ve rüzgar hızıdır. Eşitliğin çözümünde Allen ve ark. (1998)'de verilen çizelge ve abaklardan faydalanılmıştır.

3.2.3.Buharlaşma, infiltrasyon ve yağış değerlerinin elde edilmesi

Araştırmada toprakların infiltrasyon hızlarının hesaplanmasında çift silindir infiltrometre yöntemi uygulanmıştır (Merriam ve ark. 1980, Kanber 1997).

Bitki su ihtiyacı hesabında kullanılan yağış ve buharlaşma değerleri, Selçuklu meteoroloji istasyonundan temin edilmiştir.

3.2.4.Sulama randımanının hesabı

Araştırma alanında sulama randımanı için bir ölçüm yapılmamıştır. Daha önce Konya Ovası arazilerinde yapılan denemelerde yağmurlama sulama için

belirlenen % 78-81 aralığı dikkate alınarak (Topak 1996), proje sahası için sulama randımanı, alt sınır değeri % 70 olarak kabul edilmiştir.

3.2.5. Sulama suyu ihtiyacı ve sulama modülü hesabı

Belirlenen bitki paterni dikkate alınarak, Penman yöntemine göre Cropwat bilgisayar programı yardımıyla elde edilen verilerle sulama suyu ihtiyacı ve sulama modülü hesaplanmıştır.

Sulama modülü, 1 ha arazinin sulanabilmesi için gerekli sürekli debi olarak tanımlanabilir ve birimi l/sn/ha'dır. Aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmaktadır.

$q = 10 \times dt / 3{,}6 \times T$

$dt = dn/Ea*Ec$ $\quad\quad$ $dn = ET-r$

q = Sulama Modülü (l/sn/ha)

dt = Ortalama aylık sulama suyu ihtiyacı (mm)

T = Aylık toplam sulama süresi (saat)

dn = Bitkinin ihtiyaç duyduğu net su ihtiyacı (mm)

Ea = İletim randımanı %

Ec = Uygulama randımanı %

ET = Aylık su ihtiyacı (mm)

r = Aylık etkili yağış (mm)

Bitki su tüketimi, etkili yağış ve bitki sulama suyu ihtiyacında olduğu gibi sulama suyu ihtiyacı da derinlik birimi olan mm ile ifade edilmektedir. Sulama uygulamasında tarlaya birim zamanda verilen suyun miktarı (sulama debisi) ve su iletim elemanlarının kapasiteleri ise birim zamanda akan su hacmi, yani debi ile ifade edilmektedir. Su miktarının derinlik olarak ifade edilmesinin amacı, sulanacak arazi yüzölçümünden bağımsız olmaktadır. Debi olarak ifade edilirken sulanacak arazi yüzölçümünün ve suyun akacağı sürenini bilinmesi gerekir. Sulama şebekesi dağıtım elemanlarının hizmet edeceği alan yüzölçümleri birbirinden farklı olduğu için çok sayıda debi hesabı lüzumu ortaya çıkar. Bu mülahazalar göz önüne alınarak projelendirmelerde öncelikle, sulanacak birim alan debisinin hesabı fikri ortaya çıkmıştır (Kara 2005).

3.2.6. Yağmurlama sulama sistemi ve sistem elemanlarının seçimi

Proje sahası için pompa ünitesi, ana boru hatları, hat ayrım vanaları, su alma vanaları sabit olarak; lateral borular, başlık yükselticileri ve yağmurlama başlıkları taşınabilir elemanlar olarak planlanmıştır. Planlamanın geneli göz önüne alındığında proje yarı sabit yağmurlama sulama sistemi şeklindedir.

Sistem tertibinde ana boru hatları 1,20 m derinliğe döşenmesi planlanmıştır. 1,20 derinliğinin esas amacı Konya şartlarında don derinliğinin 0,90 m olmasındandır. Ana boru seçiminde 200/175 mm çapında 10 atmosfer basınca dayanıklı PVC borular seçilmiştir.

Lateral boru hatlarının eğimsiz ya da bayır aşağı eğimde olmasına özen gösterilmiş imkanlar ölçüsünde bayır yukarı eğimde döşemekten kaçınılmıştır. Lateral boru çapını artırmamak ve boru hatlarının kolayca taşınmasını sağlamak için lateral uzunlukları 250 m'den fazla alınmamıştır. Her tarım işletmesinde kabul edilebilir düzeyde eş su dağılımı sağlayacak biçimde lateral ve ana boru çapları tespit edilmiştir.

Tarım alanlarının sulanmasında yaygın olarak kullanılan püskürtücüler döner yağmurlama başlıklarıdır. Bu başlıklarda; meme çapı, püskürtme basıncı, başlık debisi, püskürtme mesafesi ve ıslatma alanı gibi teknik özellikler arasında birbirini etkileyen ilişkiler vardır. Üretici firma kataloglarında, hangi meme çaplarının hangi basınçta ne kadar başlık debisi vereceği belirtilir. Bu teknik özelliklerin yanında, sulanacak bitki cinsi ve iklim gibi faktörler de göz önüne alınarak, günümüzde çok değişik tipte döner başlıklar geliştirilmiştir. Eğer bir sınıflandırma gerekirse; hıza, bitki cinsine, ve çalışma basıncına göre sınıflandırma yapılabilir (Kara 2005).

Araştırma projesinde kullanılmak üzere yağmurlama başlık seçiminde yaygın olarak kullanılan döner yağmurlama başlıklarından en uygunu seçilecektir.

Yağmurlama başlığı üreten kuruluşların teknik çizelgelerine bakılarak farklı tertip aralıkları için hesaplanan alternatif başlık debilerine en yakın debiye sahip başlık seçilecek ve başlıkların teknik özellikleri dikkate alınarak bireysel sistem debileri hesaplanarak yağmurlama başlık tertip aralığı belirlenecektir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Toprak özellikleri

Araştırma sahası, topraklarının ana maddesi eski göl tabanı olup, taşınarak birikmiş alivüyal materyalden oluşmaktadır. Proje alanı arazilerinin toprakları çok derin (90 +), profil boyunca killi tın bünyeli, yuvarlak blok yapıda yapışkan plastik, kuru iken hafif sert, nemlide gevşek hafif tuzlu, kireç bakımından orta kireçli, hafif alkali, kuruda açık kahverengi renkli ve taşsızdırlar. Drenaj, tuzluluk ve alkalilik sorunu bulunmamakla birlikte önlem alınması gerekmektedir.

Araştırma sahasında açılan 2 toprak profilinden, ikişer tekerrür olmak üzere, 0-30, 30-60, 60-90 cm derinliklerden alınan toprak örneklerinde yapılan bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları çizelge 4.1'de verilmiştir. Çizelgede de görüldüğü üzere, araştırma ve deneme alanı toprakları Killi-tın (SİCL) bünyeye sahiptir. Araştırma alanı topraklarının bünyesi, 0-90 cm derinlik için, % 45 kil, % 39 tın ve % 16 kumlu toprak karışımından olup, hacim ağırlık değerleri 1,16 – 1,25 gr/cm^3 arasında değişmekte ve bu değerler toprağın bünyesiyle bağdaşmaktadır.

Ağırlık esasına göre tarla kapasitesi (TK) % 29,3 – 33,6, solma noktası (SN) ise % 17,3 – 19,8 arasında değişmektedir. Tarla kapasitesinin biraz yüksek olması, toprak bünyesinde kil ve tın oranının yüksek olmasıyla açıklanabilir. Topraktaki organik madde içerikleri % 1,45 – 1,74, ve saturasyon yüzdeleri ise % 50-65 arasında değişmektedir.

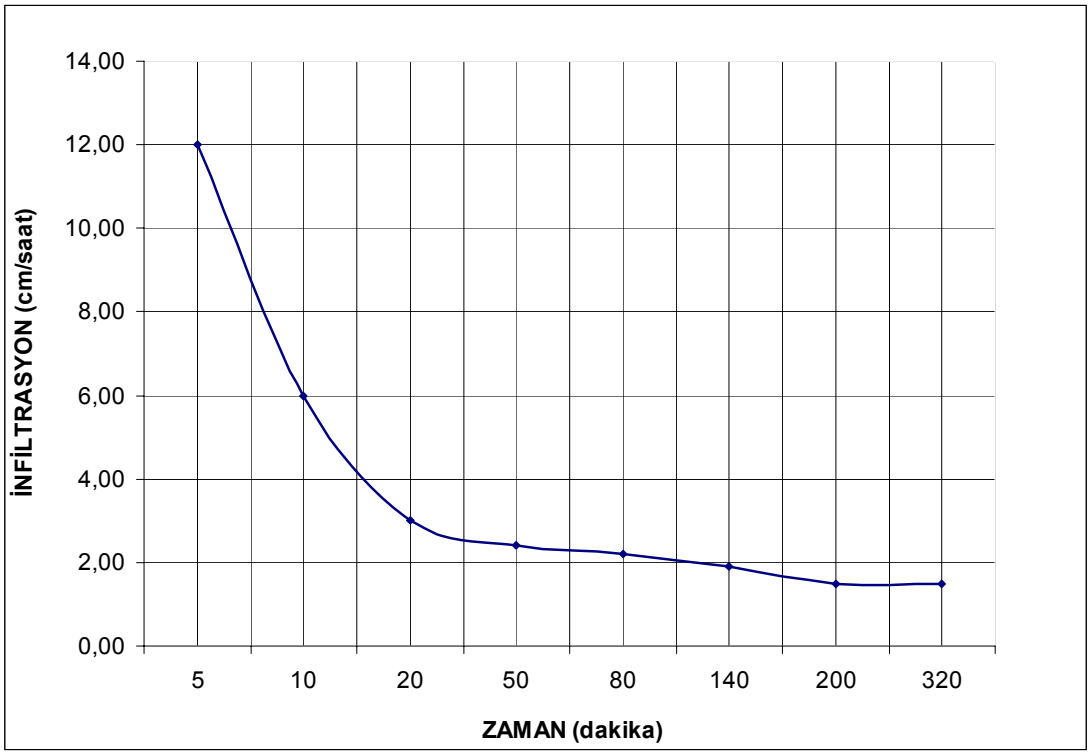
Araştırma sahası topraklarında tuzluluk değerleri, tuzluluk sınırı olan 4 mmhos/cm den az olup, 1,0 – 1,8 mmhos/cm arasında değişmektedir. Toprağın pH değeri ise, 7,8 – 8,2 arasında olup, nötr toprak özelliğine yakın olmakla birlikte hafif bazik toprak özellik göstermektedir.

Yağmurlama sulamada önemli olan toprak özelliklerinden birisi de infiltrasyon hızıdır. Zira yağmurlama hızı toprak infiltrasyon hızından daha düşük olmalıdır. Aksi taktirde yağmurlanan sular arazi yüzeyinde birikerek, eğimli arazilerde yüzey akışına geçip erezyona neden olur, düz killi bünyeye sahip arazilerde ise kaymak tabakası oluşmasına yol açar.

Çizelge 4.1. Proje sahasına ait Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak Örneğinin Alındığı		**Hacim Ağırlığı gr/cm^3**	**Saturasyon (%)**	**Tarla Kapas. (Ağırlık) (%)**	**Solma Noktası (Ağırlık) (%)**	**FSK**	**Toprak Bünyesi**				**Saturasyon Ekst.**		**Organik Madde (%)**
Profil No	**Derinlik (cm)**						**Kil (%)**	**Silt (%)**	**Kum (%)**	**Bünye**	**EC (mmhos/cm) (25 ^{0}C)**	**pH**	
P-1	0-30	1,25	65	29,3	17,5	11,8	37,6	44,8	17,6	SİCL	1,8	7,8	1,74
P-1	30-60	1,17	65	31,4	19,8	11,6	45,6	38,8	15,6	C	1,3	7,8	-
P-1	60-90	1,19	60	31,2	19,4	11,8	47,6	32,8	19,6	C	1,0	8,0	-
P-2	0-30	1,23	60	29,0	17,3	11,7	37,6	48,8	13,6	SİCL	1,6	7,9	1,45
P-2	30-60	1,18	55	32,8	19,0	13,8	47,6	36,8	15,6	C	1,6	8,0	-
P-2	60-90	1,16	50	33,6	19,4	14,2	53,6	30,8	15,6	C	1,5	8,2	-

Araştırmada toprakların infiltrasyon hızlarının hesaplanmasında çift silindir infiltrometre yöntemi uygulanmıştır(Resim 4.1-4.2). Ölçümler sonucunda çizilen infiltrasyon eğrisi şekil 4.1'de gösterilmiştir. Toprağın sabit İnfiltrasyon hızı 15 mm/h olarak tespit edilmiştir. Bu değer yağmurlama sulama için sınır değer olan 12,5 mm/h'ın üzerinde olduğundan, çiftlik arazisi, infiltrasyon yönünden yağmurlama sulamaya uygundur.



Şekil 4.1. İnfiltrasyon eğrisi



Resim 4.1.İnfiltrasyon testi I



Resim 4.2.İnfiltrasyon testi II

4.2.Kullanılan sulama suyunun kalitesi

Araştırma alanında kullanılacak sulama suyu, sondaj kuyusundan alınan yer altı suyudur. Araştırma sahasına ait sulama suyunun kimyasal özellikleri Çizelge 4.2 de verilmiştir. Sulama suyunun tuzluluk açısından değerlendirilmesinde, yaygın olarak kullanılan A.B.D. tuzluluk laboratuarları (Anonymous 1954) kriterlerine göre değerlendirildiğinde; sulama suyu EC değeri 1607 micromhos/cm olup, 750-2250 micromhos/cm aralığında olduğundan 3. sınıf (T_3) yüksek tuzlu su sınıfındadır. Bu sınıfta yer alan suların, sulama suyu olarak kullanılacağı yerlerde, toprak ve topoğrafya şartları da göz önüne alınarak yeterli geçirgenlik ve drenaj şartlarında dahi tuzluluk kontrol tedbirleri alınmalıdır. Sulama suyunun pH değeri ise 8.1 olarak ölçülmüştür.

Sulama suyunun alkalilik yönünden ölçüsü olan SAR değeri 2,4'tür. Bu değer sınır değeri olan 10'dan küçük olduğundan, sulama suyu alkalilik yönünden 1. sınıf (S_1) tır. Bu değerin düşük olması, toprak strüktürünün bozulmaması açısından istenen bir sonuçtur.

Sonuç olarak araştırma sahasında kullanılacak sulama suyu, A.B.D. tuzluluk laboratuarları sınıflandırma sistemine göre T_3S_1 sulama suyu sınıfına girdiği, tuz oranı yüksek, sodyum konsantrasyonu düşük olduğunu söylemek mümkündür. Üçüncü sınıf sulama suları ile sulanan araziler, drenaj ve tuzluluk önleminin mutlaka alınması gereken, aksi halde tuzluluk sorunu ile karşılaşılabilecek arazilerdir.

Çizelge 4.2. Araştırmada kullanılan sulama suyunun kimyasal analiz sonuçları

Yer	pH	Ecx10^6 (25 ^{0}C)	SUDA ÇÖZÜNEBİLİR										RCS	SAR	% Na	Sulama Suyu Sınıfı
			ANYONLAR (me/l)					KATYONLAR (me/l)								
			CO^{--}_3	HCO^{-}_3	Cl^-	SO^{--}_4	Toplam	Na^+	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}	Toplam				
1 nolu kuyu	8.1	1607	-	5.80	3.95	6.73	16.48	5.6	0.28	4.00	6.60	16.48	-	2.43	33.98	T_3S_1

4.3. Sulama suyu ihtiyacının belirlenmesi

4.3.1.Bitki deseni

Yerinde yapılan incelemeler ve çiftliği işleten S.Ü. Ziraat Fakültesi yetkilileri ile yapılan görüşmeler sonucunda proje alanında kuru koşullarda buğday-nadas münavebesinin uygulandığı belirlenmiştir. Alanın tamamının sulamaya açılması ile en kritik şartlarda (şeker pancarı tarımı yapılan yıllar) oluşabilecek bitki deseninin çizelge 4.3 de verildiği gibi olacağı düşünülmektedir.

Çizelge 4.3. Proje sonrası düşünülen bitki paterni

Yetiştirilecek Bitki Cinsi	Ekiliş Oranı (%)	Etkili Kök Derinliği(cm)	Vegatasyon Süresi
Buğday	30	75	15 Ekim-15 Temmuz
Ş.Pancarı	30	90	15 Nisan-10 Ekim
Patates	20	60	15 Nisan-15 Eylül
K.Fasulye	20	60	15 Nisan-15 Eylül

Bitkiler normal gelişimlerini sürdürebilmeleri için kökleri aracılığı ile topraktan devamlı su alırlar. Toprakta bitkiler için gerekli olan nemin sağlandığı en önemli kaynak yağıştır. Yağışların bitki su ihtiyacını karşılayamadığı dönemlerde, topraktaki nem açığını kapatmak için sulama yapılması zorunludur. Kültür bitkilerinde sulama, birim alandan daha fazla ürün alınması için önemli bir girdidir. Sulamada önemli olan toprağın bünyesinde tutabildiği toplam su miktarından ziyade tutulan sudan bitkilerin faydalanabildiği miktardır. Buna faydalı su kapasitesi (FSK) denir. Bir toprağın solma noktasından daha fazla nem ihtiva ettiği herhangi bir noktadaki su miktarı ile tarla kapasitesi arasındaki su miktarı farklı toprakta o andaki faydalı (kullanılabilir) suyu verir. Kullanılabilir su kapasitesinin maksimum miktarı faydalı su kapasitesidir. Bu ise, tarla kapasitesi (1/3 atm ile tutulan su) ile solma noktası (15 atm ile tutulan su) arasında tutulan sudur (Şahin 2005).

4.3.2. Bitki su tüketimi ve sulama suyu ihtiyacı

En fazla bitki su ihtiyacının olduğu ay Orta Anadolu'nun genelinde olduğu gibi proje alanında da temmuz ayıdır. Buğday bitkisi bu dönemde hasat edildiğinden buğdayın bitki su ihtiyacı hesap edilmemiştir. Buğday mayıs, haziran da 1-2 defa sulanabilir ancak projelemede en fazla bitki su tüketimi olan ay hesap edildiğinden, elde edilen sulana programı diğer aylarda da kullanılabilmektedir.

Proje alanı için öngörülen bitkilerin temmuz ayı sulama suyu ihtiyaç değerleri, Penman - Monteith yöntemine göre (cropwat bilgisayar programından yararlanılarak) hesaplanarak çizelge 4.4, de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Proje alanı temmuz ayı sulama suyu ihtiyacı

Bitki Cinsi	Ekiliş (%) A	Net Sulama Suyu İhtiyacı (mm) B	Randıman (%) C	Toplam Sulama Suyu İhtiyacı (mm) D=(B/A)	Proje Alanı Sulama Suyu İhtiyacı (mm) E=(D/A)
Buğday	30	-	-	-	-
Şeker Pancarı	30	190,80	70	272,57	81.77
Patates	20	165,20	70	236,00	47,2
Kuru Fasulye	20	128,20	70	183,14	36,63
TOPLAM	100				165,60

4.3.3. Sulama modülü

Bir sulama proje sahasında birim alanın sulama suyu ihtiyacının karşılanabilmesi için gerekli olan sürekli debiye sulama modülü denir. Birim alan olarak hektar (ha) esas alındığı için sulama modülünün birimi lt/sn/ha dır. Araştırma alanı için sulama modülü aşağıda hesaplanmıştır.

$q = 10 \times dt / 3,6 \times T$ $q = 10 * 165,60 / 3,6 * 24*31 = 0,62$ l/sn/ha.

Proje alanı için sulama modülü 0,62 l/sn/ha olarak hesaplanmıştır. Bu değere ve mevcut kuyu debisine göre sulanabilecek alan 80 hektar olup, bu alan 72 hektar olan proje sahasından daha büyük olduğundan mevcut kuyu debisi proje alanının sulanması için yeterlidir.

4.3.4.Her sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı

Her sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı kritik bitki olarak seçilen şeker pancarı'nın su ihtiyacına göre belirlenmiştir. Toprak derinliği, bitki kök bölgesinin etkili olarak faydalanıldığı 90 cm seçilmiştir.

Çizelge-4.5. Kullanılabilir su tutma kapasitesi tayını

Profil No	Derinlik (m)	Tarla Kapasitesi (%)	Solma Noktası (%)	Hacim Ağırlığı g/cm)	FSK (mm)
1	0-30	28,80	17,50	1,25	42,38
1	30-60	30,90	19,80	1,17	38,96
1	60-90	30,20	19,40	1,19	38,56
TOPLAM					**119,89**
2	0-30	29,40	17,30	1,23	44,65
2	30-60	32,30	19,00	1,18	47,08
2	60-90	32,80	19,40	1,16	46,63
TOPLAM					**138,36**

Sulama sahasında, 2 nolu profil'in toprak özellikleri hakim olduğundan FSK olarak bu profilin değeri olan 138,36 mm/90 cm değeri kullanılacaktır.

Sulama uygulamalarında orta ve orta ağır topraklarda faydalı su kapasitesinin yarısı tüketildiğinde sulama yapılır. Bitkinin strese girmemesi için bu gereklidir. Burada da her sulamada verilecek sulama suyu miktarı hesabında, kullanılabilir toprak neminin % 50' si alınmıştır. Her sulamada verilecek sulama suyu miktarı şu eşitliğe göre hesaplanır:

dn= dk*Ry (mm)

dn= Her sulamada verilecek net sulama suyu

dk= Kullanılabilir su tutma kapasitesi (mm/m)

Ry= Sulamaya başlanacak toprak nemi düzeyi 50 (%)

Araştırmada Ry değeri % 50 alındığına göre, her sulamada verilecek sulama suyu miktarı ;

dn= 138,36 * 0,5 = 69,2 mm dir.

4.3.5.Her sulamada verilecek toplam sulama suyu miktarı dt (mm)

Sulama ile bitki kök bölgesinde depolanan sulama suyu miktarının su kaynağından iletim elemanına saptırılan su miktarına oranına toplam sulama randımanı denir. Bunu belirleyen tarla sulama kayıpları ile su iletim kayıplarının toplamıdır. Projede yağmurlama sulama sistemi uygulanacağından su iletim kaybı olmadığı varsayılmış, verilecek toplam sulama suyunun hesabında yalnızca su uygulama randımanı kullanılmıştır.

dt= dn/Ea

dn= Her Sulamada Uygulanacak Net Sulama Suyu Miktarı (mm) 69,2 mm/gün

Ea= Sulama Randımanı %

dt= 69,2 / 0,70 = 98,85 mm dir.

4.4. Yağmurlama sulama sistemi ve sistem elemanlarının seçimi

Mevcut sulama suyu debisi, elde edilen toprak özellik değerleri, oluşturulması düşünülen bitki paterni, arazi topoğrafyası, arazi büyüklüğü gibi yağmurlama sulama projesinin planlanmasına etkili faktörler dikkate alınarak, seçilecek yağmurlama sistemi ve bu sistem için gerekli elemanları bu bölümde verilecektir.

4.4.1. Yağmurlama sulama sisteminin seçimi

Giriş bölümü'nde bahsedildiği üzere, yağmurlama sistemleri sabit, yarı sabit ve taşınabilir olmak üzere planlanabilmektedir. Sabit sistemler genellikle çok yılık bitki yetiştirilen arazilerde uygulanır ve birim alana düşen tesis masrafları yüksektir. Taşınabilir sistemler arazi parçalanmasının yoğun olduğu yerlerde, küçük çiftçiler için uygun sistemlerdir; genellikle kapasiteleri düşüktür, birim alana düşen tesis masrafları düşük olmakla birlikte işçilik giderleri yüksektir. Yarı sabit sistemlerde pompa ve ana boru hattı sabit, lateraller taşınabilir özellikte olduklarından belirli bir alanının sulanmasında; sulama yönteminin değiştirilmesi, gerekli su kaynağı debilerine uyum sağlaması, başlık tertibi gibi kurumlarda, bu sistemler diğerlerine göre daha çok esnekliğe sahiptir. Sabit olan ana boru hattındaki su alma vanaları sayesinde; arazinin bir kısmında yağmurlama yapılırken, bir kısmında damla sulama yöntemi, başka bir kısmında ise karık sulama yapılabilir. Bu hususlar sisteme ileride

başka su kuyularının entegre edilebileceği, sulanacak arazinin parselasyon şekli, çiftlik yönetiminin talepleri ile ele alındığında, projenin yarı sabit sulama sistemi olarak planlanmasının uygun olacağı kanaatine varılmıştır.

4.4.2. Yağmurlama başlığının seçimi

Tarım alanlarının sulanmasında yaygın olarak kullanılan püskürtücüler döner yağmurlama başlıklarıdır. Bu başlıklarda; meme çapı, püskürtme basıncı, başlık debisi, püskürtme mesafesi ve ıslatma alanı gibi teknik özellikler arasında birbirini etkileyen ilişkiler vardır. Üretici firma kataloglarında, hangi meme çaplarının hangi basınçta ne kadar başlık debisi verileceği belirtilir. Bu teknik özelliklerin yanında, sulanacak bitki cinsi ve iklim gibi faktörler de göz önüne alınarak, günümüzde çok değişik tipte döner başlıklar geliştirilmiştir. Eğer bir sınıflandırma gerekirse; hıza, bitki cinsine, ve çalışma basıncına göre sınıflandırma yapılabilir (Kara 2005).

Yağmurlama başlığı üreten kuruluşların teknik çizelgelerine bakılarak farklı tertip aralıkları için hesaplanan alternatif başlık debilerine en yakın debiye sahip başlık kullanılmıştır. Bu başlıkların teknik özellikleri dikkate alınarak bireysel sistem debileri saptanmıştır. Buna göre, proje alanındaki parsellerde çizelge 4.6 daki özellikleri belirtilen başlık uygun en düşük sistem debisi ve en geniş tertip aralığına sahip olduğu için uygun görülmüştür.

Sonuç olarak proje alanında kullanılacak yağmurlama başlığının teknik özellikleri aşağıdaki gibi olacaktır.

Çizelge 4-6. Kullanılacak meme çapı özellikleri

Meme Çapı (mm)	Çalışma Basıncı (Bar)	Etkin Mesafe (m)	Debi (m^3/h)	Tertip Aralığı (S_1X S_2) (m-m)	Sulama Alanı (m^2)	Yağmurlama Hızı (mm/h)
6,0*4,1	2	19.2	2,98	18*18	324	9,22

4.4.3. Yağmurlama hızı (şiddeti, intensitesi)

Sulanan alana birim zamanda verilen su miktarının yağmurlama hızı, şiddeti veya intensitesi denilip birimi genellikle mm/saat olarak ifade edilir. Bir yağmurlama başlığının debisi bilindiği taktirde, bunun, başlığın suladığı alanın yüzölçümüne bölünmesiyle yağmurlama hızı bulunur. Başlıklar, ıslatma alanları birbirini örtecek şekilde tertiplendiklerinden, yağmurlama hızı hesabında başlığın tek başına ıslattığı

dairesel alan yerine, başlık (a) ve lateral (b) aralıkları arasındaki alan esas alınır. Bu durumda bir başlığa düşen ıslatma alanı (a*b) m^2 olur ve yağmurlama şiddeti aşağıdaki şekilde hesaplanır(Kara 2005):

$$Iy = \frac{q_b * 3600}{a * b}$$

Iy = Yağmurlama hızı (mm/saat)

q_b = Başlık debisi (l/sn)

a = Başlık aralığı (m)

b = Lateral aralığı (m)

Çizelge 4.6.'daki değerlere göre, başlık debisi 2.98 m^3/h (0,83 l/sn), tertip aralığı a*b = 18*18 olarak hesaplanırsa yağmurlama hızı ;

$$Iy = \frac{0,83 * 3600}{18 * 18} = 9,22 \text{ mm/saat olarak bulunur.}$$

Bu değer toprak infiltrasyon hızından (15 mm/h) daha düşüktür.

4.4.4. Yağmurlama süresi ve lateral tertibi

Yağmurlama süresi, bir sulamada verilecek su miktarının, yağmurlama hızına bölünmesiyle bulunur. Eğer yağmurlama esnasında hiç kayıp olmayıp tarla randımanı % 100 olsaydı, bitki sulama suyu ihtiyacı, yani bir sulamada bitki kök bölgesinde depolanması gereken su miktarı aynı zamanda bir sulamada verilecek sulama miktarına eşit olurdu.Ancak yağmurlama sulamada da, rüzgar ve kuru havanın neden olduğu buharlaşma kayıpları başta olmak üzere bir takım kayıplar olduğundan, yağmurlama süresi hesabında bu hususun göz önüne alınması gerekir (Kara 2005).

Bu açıklama ve proje uygulama sahasında yapılan toprak ve iklim özelliklerine göre sulama süresi hesabı şu eşitliğe göre hesaplanır:

$$Ty = \frac{d}{Iy * Ea}$$

Ty = Yağmurlama süresi (saat)

d = Her sulamada bitki sulama suyu ihtiyacı (mm)

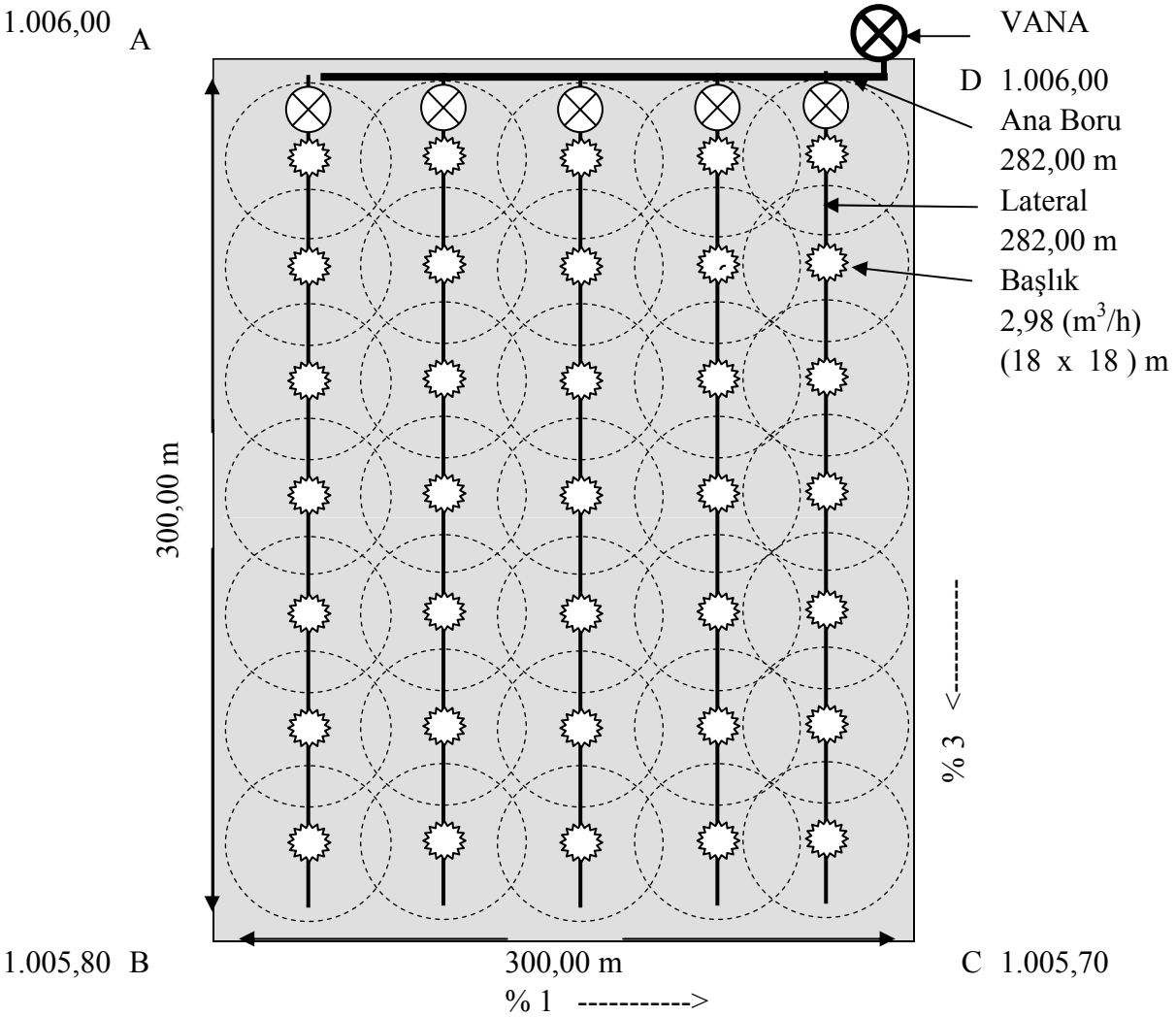
Iy = Yağmurlama hızı (mm/saat)

Ea = Tarla sulama randımanı

Araştırma alanı için bulunan değerler bu eşitlikte yerine koyulduğunda yağmurlama süresi;

$$Ty = \frac{69,2}{9,22 * 0,70} = 11 \text{ saat olarak bulunur.}$$

Projede uygulanması düşünülen lateral ve başlık tertip biçimi şekil 4.2'de gösterilmiştir.



Lateral boru çapını arttırmamak ve boru hatlarının kolayca taşınmasını sağlamak için lateral uzunluğu 300 m'den fazla alınmamıştır. Lateral hattı uzunluğu

ve çapı belirlenirken kabul edilebilir düzeyde eş su dağılımı sağlaması da göz önünde bulundurulmuştur.

4.4.5. Lateral boru debisi ve her sulamada kullanılacak lateral sayısı

Bir lateral borunun debisi, lateral üzerindeki başlık sayısı ile her bir başlık debisinin çarpımı ile bulunur (Kara 2005).

$Q_L = q_b * n_b$

Q_L = Lateral boru debisi (l/sn)

q_b = Başlık debisi (l/sn)

n_b = Lateral üzerindeki başlık sayısı

Buna göre, lateral debisi (0,83 l/sn) ile her bir lateral üzerindeki başlık sayısı (16) göz önüne alındığında, lateral debisi;

$Q_L = 0,83 * 16 = 13,28$ l/sn

Çizelge 4-7 Kullanılacak lateral boru özellikleri

Boru İç Çapı (mm)	Debi (l/s)	Lateral Uzunluğu (m)	Yük Kaybı (m/m)	Yük Kaybı (m)	Düzeltme Katsayısı	Toplam Yük Kaybı (m)
100	13,28	282	0,028	7,90	0,417	3,29

Proje sahasının sulanmasında su kaynağı olarak 50 l/sn debili derin sondaj kuyusunun kullanılacağı 3.1.4 de belirtilmişti.

Ana boru debisinin bir lateralin kullanacağı debiye bölünerek, ana borudan aynı anda su alabilecek lateral sayısı bulunur.

$n_L = Q_A / Q_L$

n_L = Ana borudan aynı anda su alan lateral boru sayısı

Q_A = Ana boru debisi (l/sn)

Q_L = Bir lateral boru debisi (l/sn)

Buna göre proje alanında, ana borudan aynı anda su alabilecek lateral sayısı ;

$n_L = 50 / 13,28 = 4$ adettir.

Bu sonuçlar, 9,22 mm yağmurlama şiddeti ve her lateral konumunda 11 saatlik yağmurlama süresine göre hesaplanmıştır. Toprak infiltrasyon hızının 15 mm/h olduğu göz önüne alındığında, yağmurlama hızı bu değeri geçmeyecek şekilde arttırılarak sulama süresi kısaltılabilir. Piyasada mevcut püskürtme başlık özellikleri

dikkate alındığında, meme çapı 6,0*4,1 nolu olan başlık yerine 7,0*4,1 mm'lik başlıklar kullanılarak aynı hesaplamalar yapıldığında, 1,05 l/sn lik başlık debisine göre yağmurlama hızı (Iy) ve yağmurlama süresi (Ty);

$$Iy = \frac{1,05 * 3600}{18 * 18} = 11,66 \text{ mm/saat olarak bulunur.}$$

$$Ty = \frac{69,2}{11,66 * 0,70} = 8,5 \text{ saat olarak bulunur.}$$

Buna göre lateral debisi;

$Q_L = 1,05 * 16 = 16,8$ l/sn dir, ve sisteme her seferinde uygulanabilecek lateral sayısı;

$n_L = 50 / 16,8 = 3$ adettir

Sistem bu şekilde seçildiğinde (7,0x4,1 no'lu başlık) kullanılarak lateral boru değerleri aşağıdaki gibi olur:

Boru İç Çapı (mm)	Debi (l/s)	Lateral Uzunluğu (m)	Yük Kaybı (m/m)	Yük Kaybı (m)	Düzeltme Katsayısı	Toplam Yük Kaybı (m)
100	16,8	282	0,040	11,28	0,417	4,70

4.4.6. Pompa debisi (sistem debisi)

Bir yağmurlama sisteminde pompa debisi, her şeyden önce su kaynağının debisine bağlıdır; ondan daha yüksek olamaz. Su kaynağında herhangi bir sınırlama yoksa debiyi sistemin kuruluş ve işletme durumu tayin eder (Kara 2005). Proje alanı su kaynağı debisi 50 l/sn olduğundan pompa debisi de 50 l/sn kabul edilmiştir.

4.4.7. Hidrolik yük kayıplar

Bir yağmurlama sistemindeki hidrolik yük kayıpları; borulardaki sürtünmeden kaynaklanan sürekli yük kayıpları ile yön ve kesit değişme noktalarında meydana gelen yerel yük kayıplarından oluşur. Yön değiştirme genellikle bağlantı noktalarındaki dirseklerde, kesit ve yön değiştirme ise genellikle yükselticilerde görülür (Korukçu ve yıldırım 1981).

İletim hattındaki yük kayıpları boru çapı ve su hızı ile yakından ilişkilidir. Hız arttıkça ve çap küçüldükçe yük kayıpları artar. Yük kayıplarının belirli limitleri aşması durumunda boru çapları arttırılarak yük kayıplarının düşürülmesi yoluna gidilir. Dengeli bir su dağıtımı için iletim hatlarındaki yük kayıplarının sınırları ile ilgili olarak şunlar tavsiye edilir :

- ana boru hatlarındaki yük kayıpları pompa basıncının % 15'ini geçmemelidir.
- Lateral hattındaki ilk ve son püskürtme başlığı arasındaki basınç farkı, hat basıncının % 20' sini aşmamalıdır.
- Sistemdeki toplam yük kayıpları, başlık meme basıncının yarısını geçmemelidir (Perrot 1996).

Yağmurlama sulamada işletme basıncı; yağmurlama başlığı çıkışında istenen basınç olup, başlık teknik özellikleri, başlık-lateral tertip biçimleri ve toprak infiltrasyon hızına bağlı olarak hesaplanır.

Lateralde meydana gelen yük kayıpları; lateral boru çapı, lateralden geçen su debisine ve lateral uzunluğuna bağlıdır.

Almaç giriş basıncı

AGB = ho + hf + yükseltici boyu

Çizelge 4-8 Almaç giriş basıncı

Almaç Giriş basıncı	İşletme basıncı (m)	Lateral yük kayıpları (m)	Yükseltici boyu (m)	Toplam (m)
	20	3,29	0,8	24,09

Almaç çıkış basıncı

AÇB = AGB + Almaç yük kayıpları

AÇB = 24,09 + 1,50 = 25,59 m

Projede kullanılacak almaç çıkış basıncı 25,59 metre dir.

4.4.8. Ana boru çapı ve hat güzergahının belirlenmesi

Ana boru hatlarının belirlenmesinde, araştırma çiftliğinin; yol ve parsel şekilleri, sulamada kullanılacak suyun debisi, toprak özellikleri ve yetiştirilmesi düşünülen bitki paterni etkili olmuştur.

Borularda belirli bir debinin iletilmesinde, süreklilik denklemine göre hız ve en kesitin çarpımı sabittir, çap küçüldükçe hız artar. Çapın küçük tutulması yatırım maliyetini düşürür, ancak yük kayıplarını arttırır (Kara 2005). Müsaade edilebilir kayıplar ve su hızı ($0,5<v<2,00$) belirlendikten sonra boru çapı belirlenir. Borularda; debi, çap, akış hızı ve yük kayıpları arasındaki ilişkiler hesaplanarak çizelge veya diyagramlar hazırlanmıştır. Her boru hattı için her seferinde ayrı ayrı çap, yük kaybı vb. hesaplamalar yapmak yerine bu çizelge ve diyagramlardan yararlanılır. Çizelge 4.9'da bu amaçla bir örnek verilmiştir.

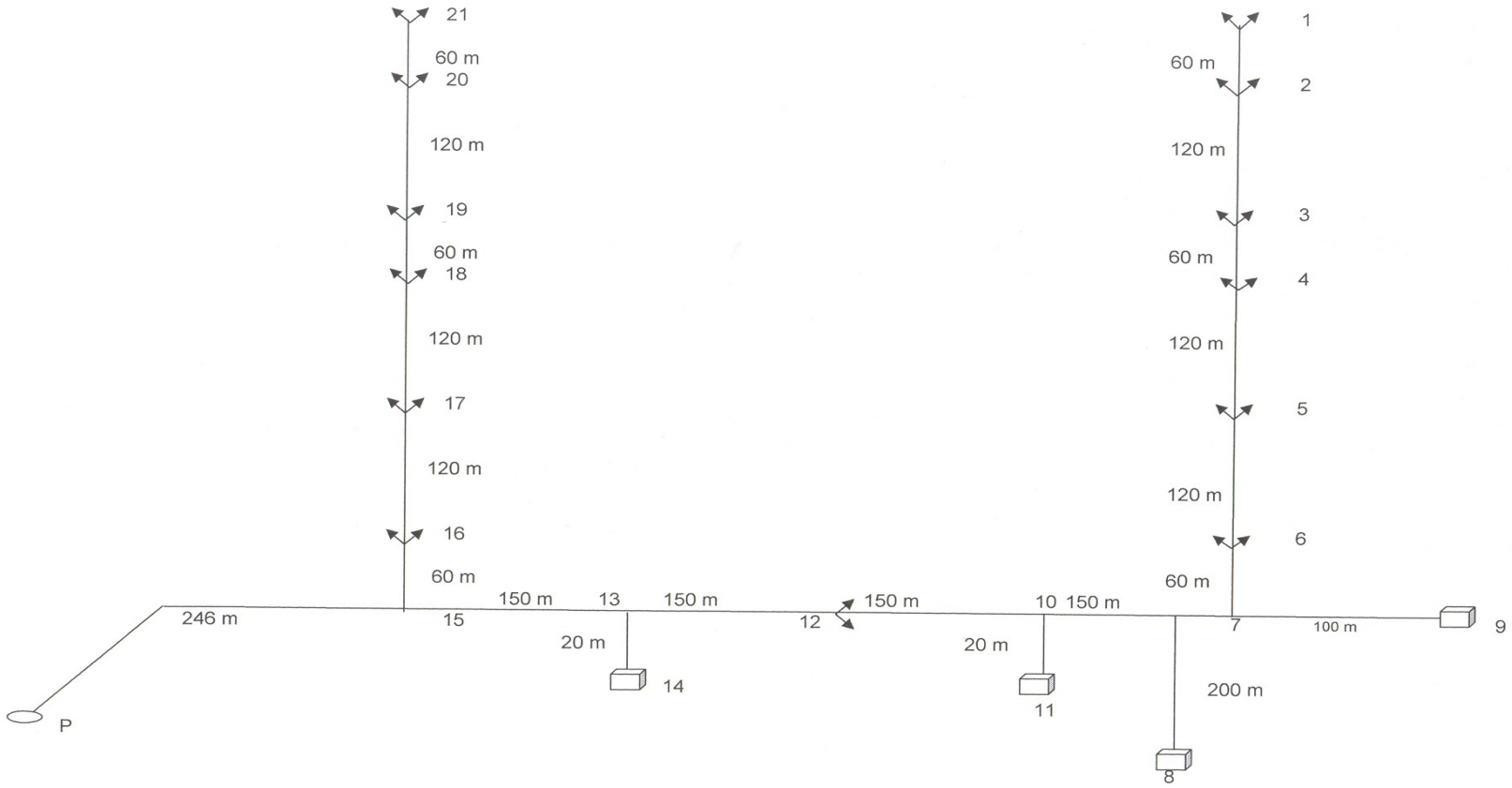
Ana boru hattı için 50 l/sn debi ve 1,95 m/sn su akışına göre boru iç çapı 175 mm olarak hesaplanmıştır ve 10 atmosfer basınca dayalı PVC boruların kullanılması öngörülmüştür.

Araştırma ve uygulama çiftliğine tasarlanan yağmurlama sisteminin ana boru güzergahı hat planı şekil 4.3'de verilmiştir.

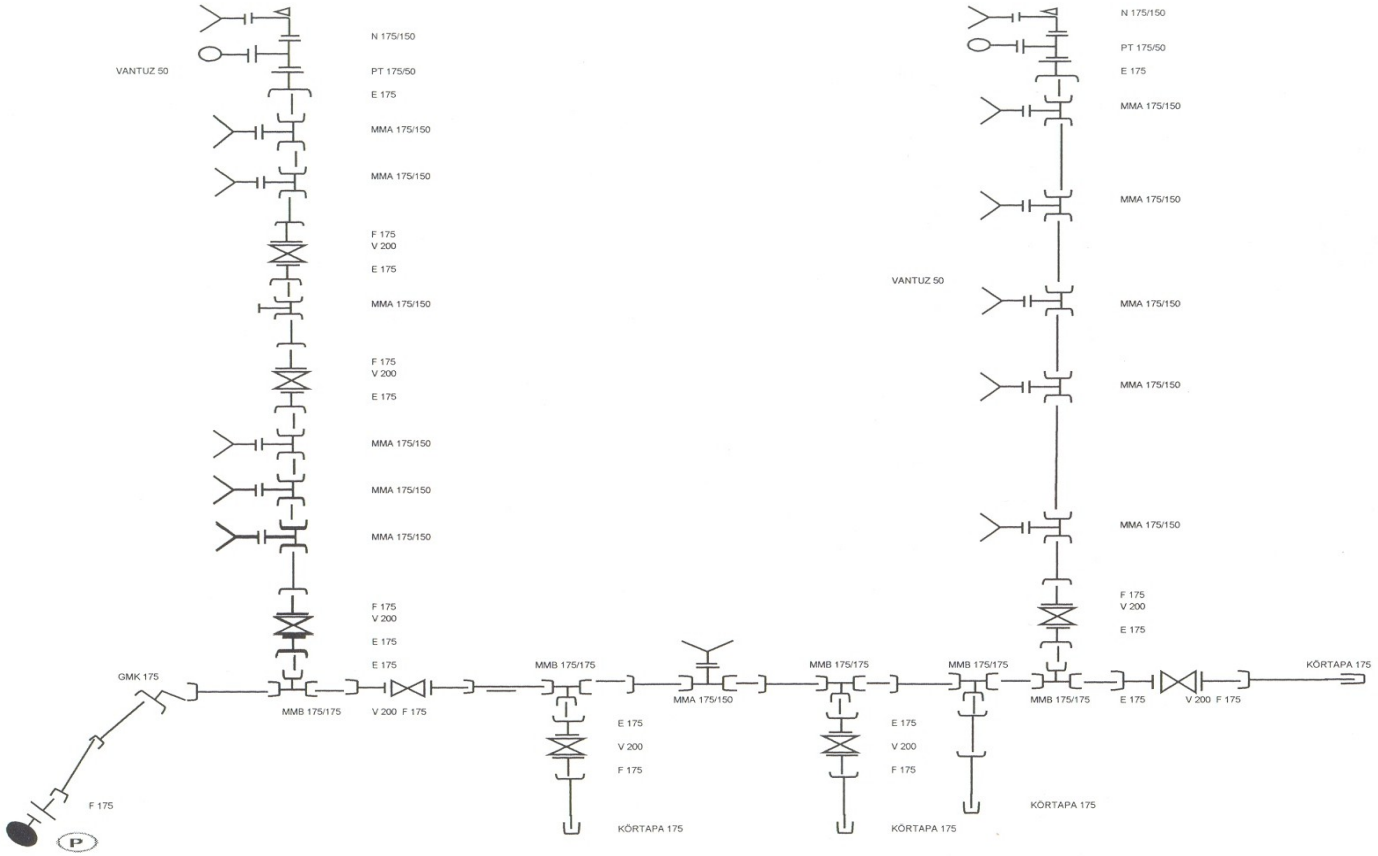
Araştırma ve uygulama çiftliğine tasarlanan yağmurlama sisteminin nasıl döşeneceğini, hat ayrım vanalarının yerlerini, su almaçlarının yerlerini gösteren ayrıntılı döşeme planı şekil 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.9. Borularda,çap, hız, yük kaybı ilişkileri

Boru Bölümü	Boru Çapı (mm)	Boru İç Çapı (mm)	Debi (l/s)	Lateral Uzunluğu (m)	Su Hızı (m/s) 0.5<v<2.0	Yük Kaybı (m/m)	Toplam Yük Kaybı (m)	
1-2	200/175	180,8	50,00	60,00	1,95	0,016	0,968	
2-3	200/175	180,8	50,00	120,00	1,95	0,016	1,936	
3-4	200/175	180,8	50,00	60,00	1,95	0,016	0,968	
4-5	200/175	180,8	50,00	120,00	1,95	0,016	1,936	
5-6	200/175	180,8	50,00	120,00	1,95	0,016	1,936	
6-7	200/175	180,8	50,00	60,00	1,95	0,016	0,968	
7-10	200/175	180,8	50,00	150,00	1,95	0,016	2,420	
10-12	200/175	180,8	50,00	150,00	1,95	0,016	2,420	
12-13	200/175	180,8	50,00	150,00	1,95	0,016	2,420	
13-15	200/175	180,8	50,00	150,00	1,95	0,016	2,420	
15-P	200/175	180,8	50,00	246,00	1,95	0,016	3,969	
								22,364
7-9	200/175	180,8	50,00	100,00	1,95	0,016	1,614	
7-8	200/175	180,8	50,00	200,00	1,95	0,016	3,227	
10-11	200/175	180,8	50,00	20,00	1,95	0,016	0,323	
13-14	200/175	180,8	50,00	20,00	1,95	0,016	0,323	
15-16	200/175	180,8	50,00	60,00	1,95	0,016	0,968	
16-17	200/175	180,8	50,00	120,00	1,95	0,016	1,936	
17-18	200/175	180,8	50,00	120,00	1,95	0,016	1,936	
18-19	200/175	180,8	50,00	60,00	1,95	0,016	0,968	
19-20	200/175	180,8	50,00	120,00	1,95	0,016	1,936	
20-21	200/175	180,8	50,00	60,00	1,95	0,016	0,968	
Kritik Hat Kotu				1006		Boru yük Kaybı		22,36
Pompa Kotu				1006,5		Almaç Giriş Basıncı		25,59
Hat Uzunluğu				2266		Armatür yük kaybı		4,47
						Hg		-0,5
İhtiyaç Olan İlave Hm---------->								51,92



Şekil 4.3. Ana Boru Güzergahının Hat Planı



Şekil 4.4. Ana Boru Güzergahının Döşeme Planı

4.5. Motor gücü ihtiyacı ve enerji giderleri

Bir yağmurlama sisteminde, pompanın bulunduğu yerde oluşturulması gereken basınç, pompa basma yüksekliğidir(Kara 2005). Şu unsurlardan oluşur:

- Püskürtme basıncı, yani başlıkta istenen basınç (h_b)
- Sistemde meydana gelen hidrolik yük kayıpları (h_h)
- Pompa ile arazinin en yüksek noktasında bulunan başlık arasındaki yükseklik farkı (h_f)

Buna göre basma yüksekliği;

$H_m = h_b + h_h + h_f$

H_m'e manometrik yükseklik denir.

Eğer su kaynağının seviyesi pompa seviyesinden aşağıda ise, aradaki kot farkı emme yüksekliği (h_e) olarak buna eklenmelidir. Bu durumda, pompa motor gücünü belirlemede esas alınacak manometrik yükseklik;

$H_m = h_b + h_h + h_f + h_e$ olur.

Buna göre motor gücü ;

$$P = \frac{Q \text{ X } Hm}{75 \text{ x } ή}$$

P : Motopomp gücü (BG)
Q : Debi l/sn
Hm : Manometrik yükseklik (mss)
ή : Pompa randımanı (Genellikle % 85 civarındadır.)

$H_m = 20 + 48 + 0{,}30 + 75 = 143$ m

$$P = \frac{50 \text{ X } 143}{75 \text{ x } 0{,}85} = 112 \sim 115 \text{ BG}$$

BG =Q*H/(75*µ) =	BG	115
Elektirik motorları için KW =	Kw	85

Yağmurlama sulama sürekli enerji tüketen bir sistemdir. Enerji giderlerinin bilinmesi için tahmini saatlik enerji gideri aşağıda hesaplanmıştır.

ENERJİ MASRAFI

EM =Mkw*T*Pe

Motorun gücü Mkw=	85	kw
Çalışma süresi T =	1,00	saat
Pe = (Elektirik fiyatı) =	0,15	YTL/KW
EM =	12,75	YTL

4.6. Sistemde kullanılacak ek parça ve gerekli özel parçalar

Yağmurlama sulama tesisinin kurulmasında PVC boruların döşenmesinde kullanılacak ek parçalar, farklı hatlarda sulama imkanı veren hat kesme vanaları, sistemin çalışmasında sistemde bulunan havanın alınmasını sağlayan vantuzlar, pompa ünitesinin basınç ve geri tepme zararını engelleyecek Tevfik klapesi (çekvalf) ve basınç rölief vanası sistem tertibinde kullanılan ek parçaları oluşturmaktadır. Bunlara uygulama dilinde kırdöküm parçaları da denilen muhtelif parçalar ilave edilir.

Çizelge 4.10. Sistemde kullanılacak ek parçalar

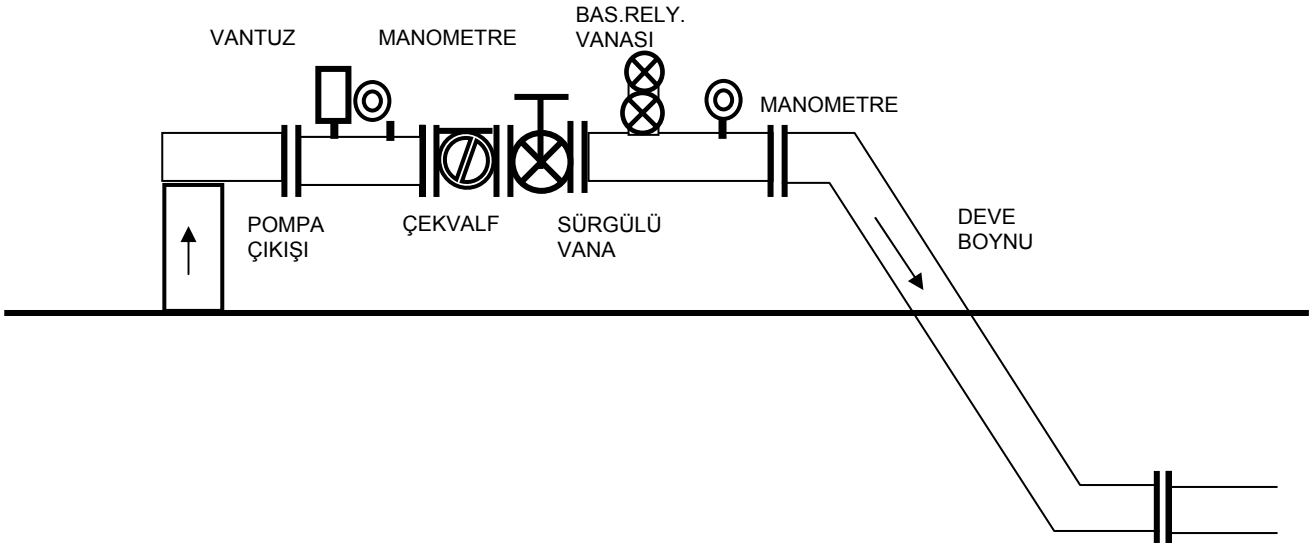
Parça Adı	Çapı	Miktarı
Basınç Sab. Kont Vanası	50 mm	1 Adet
Çekvalf	200 mm	1 Adet
Tek Küreli Vantuz	½”	1 Adet
Manometre	16 atm	2 Adet
Çelik Boru	200/175 mm	6 Metre
Çelik Boru	160/150 mm	10 Metre
Flanş	175 mm	7 Adet
Flanş	150 mm	26 Adet
Su alma vanası	150 mm	13 Adet
Tek Küreli Vantuz	50 mm	2 Adet
Volanlı Vana	200 mm	8 Adet
Kırdöküm Ek parçalar	Muhtelif	1537,8 kg

4.7. Gerekli sanat yapıları

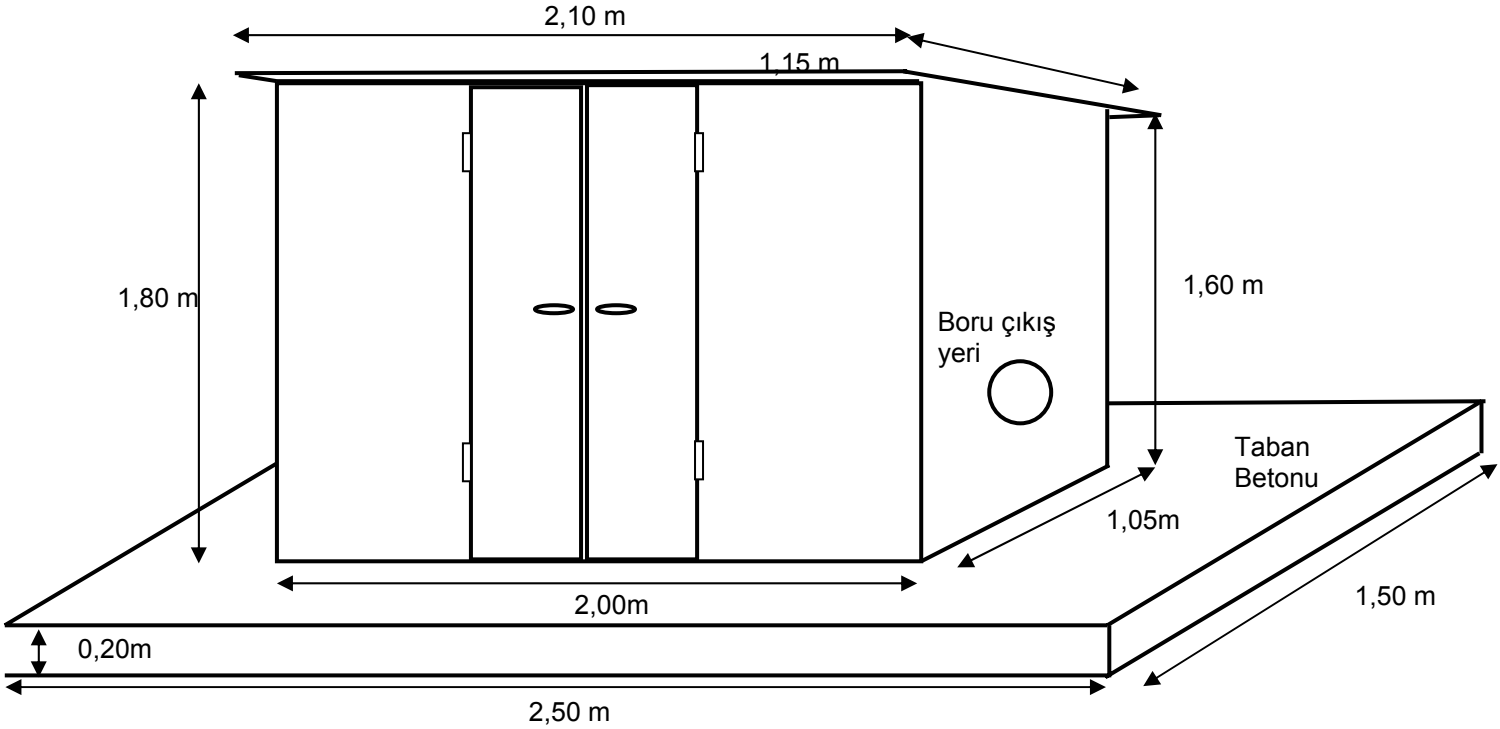
Proje alanındaki her su alım noktası ve hat ayırım vanası için beton rogar planlanmıştır. Ayrıca su dağıtım ağındaki dirsek, su ayırım noktası ve kör tapalarda beton tespit kitleleri öngörülmüştür. Bu sanat yapılarına ilişkin ayrıntılar Ek'lerde verilmiştir. İlk bölümde de bahsedildiği üzere, yağmurlama sistemi, ana borular sabit ve yer altına gömülü, lateraller ise toprak yüzeyinde ve taşınabilir olarak projelendirilmiştir. Ana boru hattının toprak altına gömülü olması, beton sanat yapıları inşaatını gerektirmiştir. Sanat yapıları, suyun sisteme alındığı kuyunun bulunduğu yerden başlayıp ana borunun lateral boruya bağlandığı yerde biter. Lateral borular üzerinde sanat yapısı yoktur. Bu projedeki sanat yapıları: Pompa kontrol ünitesi ve koruma odası, hat ayrım vanası ragarı(kuyusu), su alma vanası rogarı, tespit kitle betonu.

4.7.1. Pompa kontrol ünitesi

Pompa kontrol ünitesi; sisteme hava girişini önleyen bir hava alma düzeneği olan vantuz, sistem basıncını ölçmeye yarayan manometre, sistemdeki su akışı durdurulduğunda borulardaki suyun geri akışını önleyen çekvalf, sisteme giren su debisinin kontrolünü sağlayan vana veya vanalardan ibarettir. Birbiriyle yan yana bulunan bu kontrol ünitesi elemanlarını muhafaza altına almak amacıyla bunları çevreleyen bir koruma odası yapılır. Şekil 4.5'de pompa kontrol ünitesi elemanları, şekil 4.6'da ise koruma odasının görünüşü ve ölçüleri verilmiştir. Manometreler; birisi vanalardan önce, diğeri vanalardan sonra olmak üzere iki adettir. Vanalar da; birisi hat kesme vanası, diğeri de onun mansap kısmında olmak üzere iki adettir.



Şekil 4.5. pompa kontrol ünitesi kontrol elemanları



Şekil 4.6. pompa koruma odası görünüş ve ölçüleri

4.7.2. Hat ayrımı vana rogarı

Ana boru hattı, kontrol ünitesinden aldığı suyu sulanacak araziye ileten hat ile, içerisinde laterallere ulaştıran tali ana hatlardan oluşmaktadır. Ana hattan tali hatlara su saptırılması hat ayrım vanaları ile sağlanır. Bu vanalar beton rogarlar içerisine alınır. Bu rogara hat ayrımı vana rogarı denir. Bu rogarların derinliği boru alt yüzey derinliğinden 10 cm daha derin ve arazi yüzeyinden 35 cm yüksek yapılır. Projede boru döşeme derinliği 120 cm olduğundan, rogar derinliği (1,20+0,10+0,35) 1,65 cm olarak hesaplanmıştır. Şekil 4.7'de hat ayrımı vanası rogarının görünüşü ve ölçüleri verilmiştir.

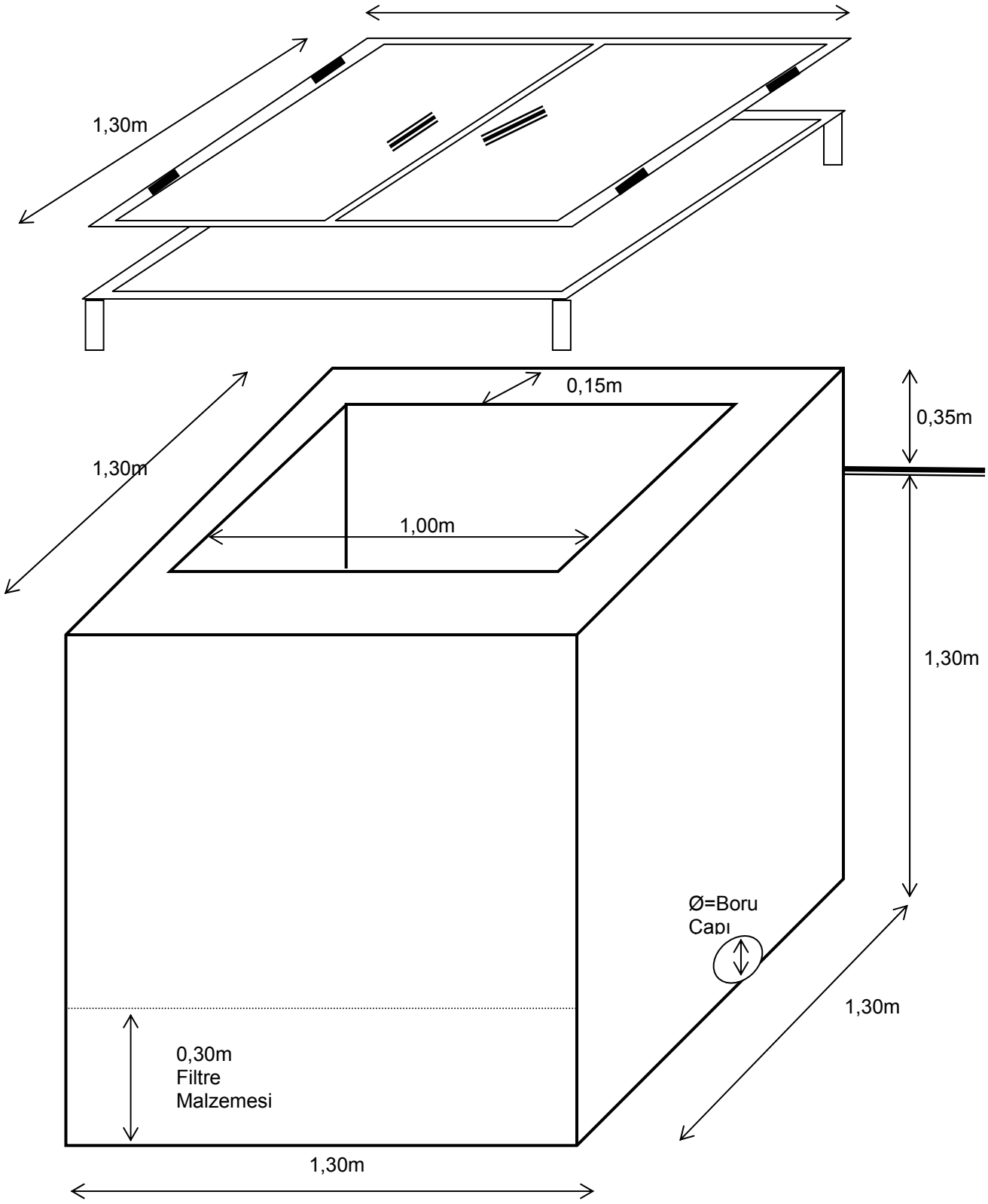
4.7.3. Su alma vana rogarı

Ana borulardan lateral borulara su saptırılması su alma vanaları ile yapılır. Bunlar da hat ayrımı vanalarında olduğu gibi rogarlar içerisine yerleştirilir. Bu rogarların şekil ve ölçüleri hat ayrımı vana rogarlarına benzer; farkı, üst yüzeylerinde 40 cm derinliğinde, yarım daire şeklinde lateral çıkış borusu ağzının bulunmasıdır(Şekil 4.8).

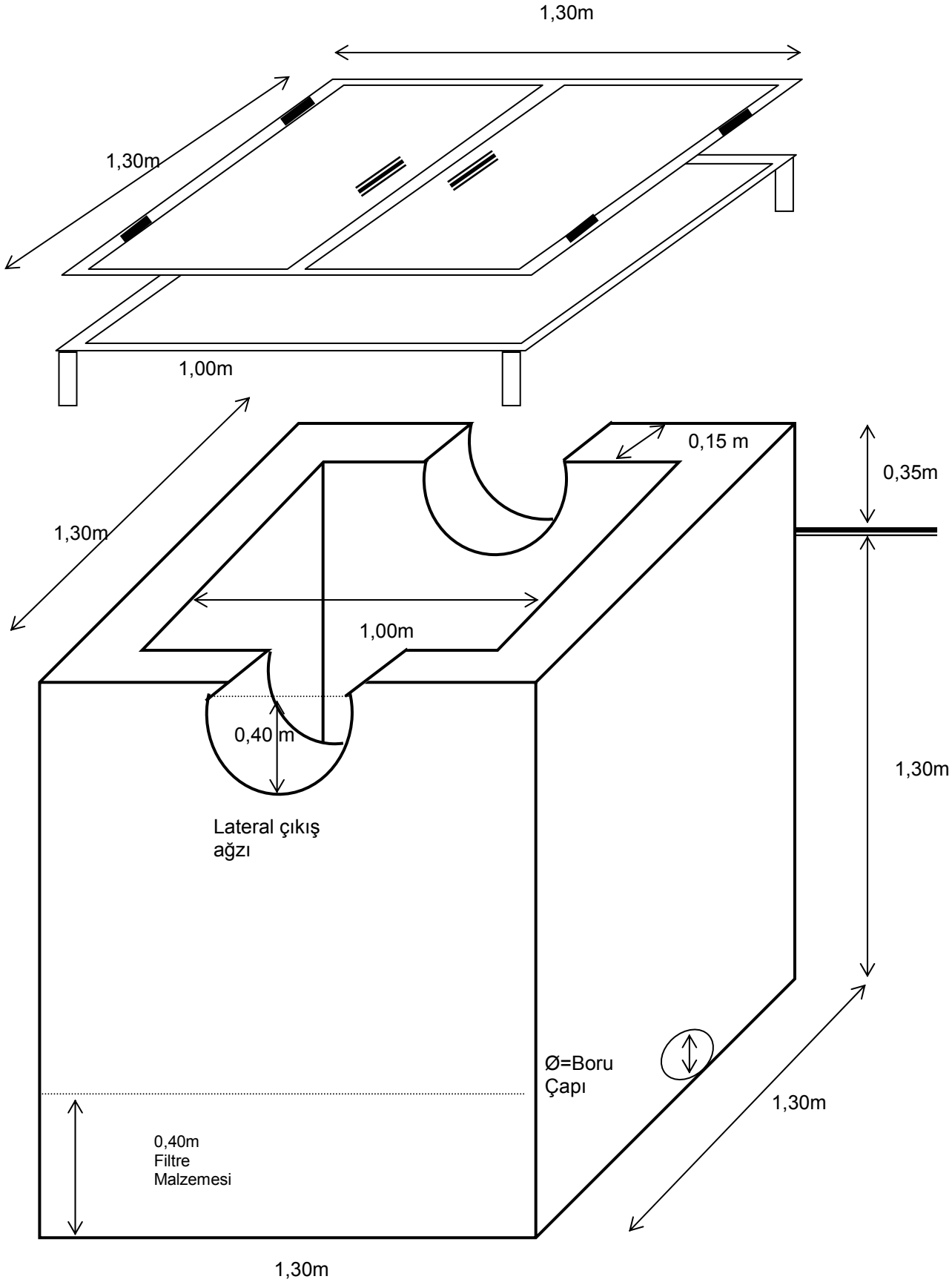
4.7.4. Tespit kitle betonları

Sulama tesisi sistem tertibinde, kuyu çıkışı PVC boru bağlantısında, dirseklerde, hat dönüşlerinde oluşabilecek basınç yüklenmelerinden sistemin zarar görmemesi, su alma vanalarından su alımı sırasında sarsıntının oluşmaması için aşağıda belirtilen noktaların 250 dozlu betonla tespit edilmesi gerekmektedir. Bunun için tespit kitle betonları kullanılır. Tespit kitle betonları şekil 4.9'da gösterilmiştir.

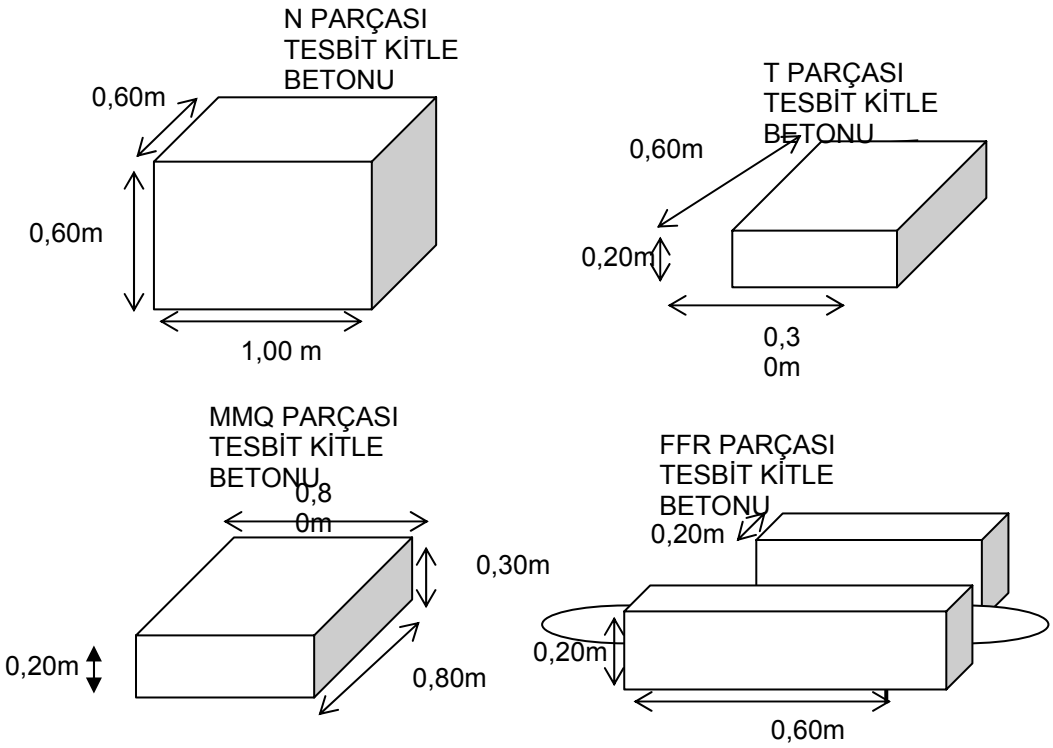
Şekillerde verilen tespit betonlarının nereye konacağı ise ; N Parçası : hat sonlarında almaçların altına konan ek parçadır, T parçası : hat dönüşlerine konan parçalardır, MMQ : ayrım olmadan arazi içerisinde ana boru dönüşleridir, FFR : çift tarafı flanşlı boru düşürücü görevi yapan ek parçadır.



Şekil 4.7 Hat ayrımı vana rogarı şekli ve ölçüleri



Şekil 4.8. Su alma vana rogarı şekli ve ölçüleri

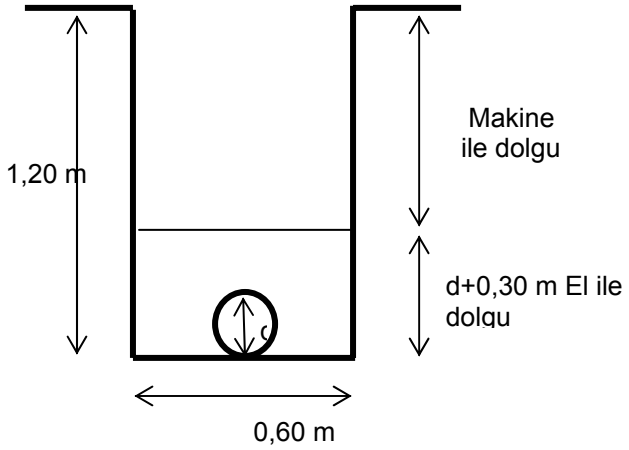


Şekil 4.9. Tespit kitle betonları şekil ve ölçüleri

4.7.5. Ana boru hattı hendekleri

Sistemde bir sanat yapısı olmamakla birlikte, inşaat maliyetinde önemli bir yer tutan ana boru hendekleri de bu kategori içine alınabilir.

Araştırma ve uygulama projesi için planlanan ana boru hatlarının döşeneceği hendeklerin derinliği 1,20 metre olarak öngörülmüştür. 1.20 metredeki amaç Konya şartları için etkin olan 90 cm don derinliğinin altına inmektir. Sulama mevsiminde boru içinde kalan suların donmasıyla boruya zarar vermesi önlenmiş olacaktır. Ana boru hatları hendeği en kesiti ve ölçüleri şekil 4.10'da gösterilmiştir.



Şekil 4.10. Ana boru hattı hendeği en kesiti ve ölçüleri

4.8. Proje metrajı

Bir inşaat projesinde maliyeti etkileyen her türlü iş ve faaliyetin cins, birim ve miktarını gösteren çizelgeye proje metrajı denir. Yağmurlama projesinde metrajlar; sanat yapıları, pompa ünitesi, boru hatlarının yerleştirileceği hendekler için yapılır. Aşağıda çizelge 11,12,13,14,15 de, örnek olması bakımından, pompa kontrol ünitesi ve odası, hat ayrımı vana rogarı, su alma vanası rogarı, tespit kitle betonu, boru hattı hendek metrajları verilmiştir; ayrıca bunların birleştirilmesiyle elde edilen genel metraj çizelgesi çizelge 4.16'da verilmiştir.

Proje metrajı, inşaat maliyetinin belirlenmesi amacıyla hazırlanır. Metraj cetvelinde birim ve miktarı belirtilen kalemler, birim fiyatları ile çarpılarak tutarları bulunur, her kalemdeki tutarların toplanmasıyla da proje maliyeti ortaya çıkar.

Çizelge 4.11. Pompa kontrol ünitesi kontrol elemanları ve koruma odası metrajı

Sıra No	Yapılacak İşin Cinsi	Birimi	Mikarı
1	200 mm flanşlı boru başlarının lastik conta ile bağlanması	Adet	6
2	Çelik boru başlarına kaynakla flanşlı baş yapımı	Adet	7
3	Çelik boru başlarının kaynakla bağlanması	Adet	2
4	Çelik boru döşenmesi	Metre	6
5	200 mm Kırdöküm volanlı vananın yerine konması	Adet	1
6	Manometrenin yerine konması	Adet	2
7	1/2” Sarı vantuzların yerine konması	Adet	1
8	200 mm Çekvalf’in yerine konması	Adet	1
9	50 mm Basınç rölief vanasının yerine konması	Adet	1
10	50 mm Küresel vananın yerine konması	Adet	1
11	Çelik boru nakli (22,8*6)	Ton	0,137
12	Profil saç ile koruma evinin yapılması	Kg	327
13	Demir imalatının 1 kat sülyen boya ile boyanması	M^2	25,570
14	250 Dozlu demirsiz beton inşaatı	M^3	0,750
15	Düz yüzeyli beton kalıbı	M^2	1,620
16	Çimento nakli	Ton	0,188
17	Kum çakıl nakli	Ton	1,464
18	Demir nakli	Ton	0,327

Çizelge 4.12. Hat ayrım vana rogarı metrajı

Sıra No	Yapılacak İşin Cinsi	Birimi	Miktarı	Rogar Sayısı	Toplam Miktarı
1	El ile her derinlikte sert ve yumuşak toprağın kazısı	M^3	2,592	8	20,736
2	El ile serme (Rogar içerisine kırmataş)	M^3	0,300	8	2,400
3	300 Dozlu demirsiz beton inşaatı	M^3	1,069	8	8,552
4	Düz yüzeyli beton kalıbı	M^2	14,260	8	114,080
5	Profil ve sac ile rogar kapağı yapılması	Kg	80,00	8	640,000
6	Demir imalatının 1 kat sülyen boya ile boyanması	M^2	3,408	8	27,264
7	Çimento nakli	Ton	0,321	8	2,568
8	Kum çakıl nakli	Ton	2,532	8	20,256
9	Demir nakli	Ton	0,080	8	0,640

Çizelge 4.13. Su alma vanası rogarı metrajı

Sıra No	Yapılacak İşin Cinsi	Birimi	Miktarı	Rogar Sayısı	Toplam Miktarı
1	El ile her derinlikte sert ve yumuşak toprağın kazısı	M^3	2,592	13	33,696
2	El ile serme (Rogar içerisine kırmataş)	M^3	0,400	13	5,200
3	300 Dozlu demirsiz beton inşaatı	M^3	0,994	13	12,922
4	Düz yüzeyli beton kalıbı	M^2	14,260	13	185,380
5	Eğri yüzeyli beton kalıbı	M^2	0,377	13	4,901
6	Profil ve sac ile rogar kapağı yapılması	Kg	80,00	13	1040,000
7	Demir imalatının 1 kat sülyen boya ile boyanması	M^2	3,408	13	44,304
8	Çimento nakli	Ton	0,298	13	3,874
9	Kum çakıl nakli	Ton	2,547	13	33,111
10	Demir nakli	Ton	0,080	13	1,040

Çizelge 4.14. Tespit kitle betonları metrajı

Sıra No	Yapılacak İşin Cinsi	Birimi	Miktarı
1	300 Dozlu demirsiz beton inşaatı	M^3	3,801
2	Düz yüzeyli beton kalıbı	M^2	10,160
3	Çimento nakli	Ton	0,904
4	Kum çakıl nakli	Ton	7,429

Çizelge 4.15. Boru hatları hendek metrajı

Sıra No	Yapılacak İşin Cinsi	Birimi	Miktarı	Hendek Uzunluğu	Toplam Miktarı
1	El ile her zeminde hendek dolgusunun yapılması	M^3	0,300	2,266	679,800
2	Makine ile her derinlikte dar derin yumuşak ve sert toprağın kazılması	M^3	0,72	2,266	1.631,520
3	El ile yapılan hendek dolgusunun üzerine makine ile dolgu yapılması	M^3	0,42	2,266	951,720

Çizelge 4.16. Proje genel metrajı

SNO	YAPILACAK İŞİN CİNSİ	BİRİMİ	MİKTARI
1	El İle Her Cins Zemin Hendek Dolgusu Yapılması	m^3	679,80
2	El İle Yumuşak,Sert Toprağın Geniş Derin Kaz.Ser.Düzeltilmesi	m^3	54,43
3	Makina İle Dar Derin Yumuşak,Sert Toprağın Kaz..(Ser.Düz.Hariç)	m^3	1.631,52
3	El İle Yap.Hendek Dolgusu Üstünün Mak.İle Doldurulması	m^3	951,72
4	El İle Serme (Kırmataş,Kum,Çakıl ve Benzeri Malzeme)	m^3	7,60
5	300 Dozlu Demirsiz Beton (Makina İle Hazırlanmış Elenmiş Kum Çakıl)	m^3	21,47
6	Düz Yüzeyli Beton ve Betonarme Kalıbı	m^2	311,24
7	Eğri Yüzeyli Beton ve Betonarme Kalıbı	m^2	4,90
8	Çeşitli Profil Demiri ve Sac Levhalardan Münf.İmalat Yapılması ve Yerine Konulması	kg	2.007,00
9	Demir İmalatın Bir Kat Sülyen, İki Kat Yağlı Boya İle Boyanması	m2	97,14
10	Ø 150 mm Flanşlı Boru Baş.Plastik Conta İle Bağlanması	ad	43,00
11	Ø 175 mm Flanşlı Boru Baş.Plastik Conta İle Bağlanması	ad	19,00
12	Ø 200 mm Flanşlı Boru Baş.Plastik Conta İle Bağlanması	ad	7,00
13	Ø 50 mm Flanşlı Boru Baş.Plastik Conta İle Bağlanması	ad	2,00
14	Ø 8" (200 mm) Cidar=4 mm Çel.Boru Baş.Kaynakla Bağlanması	ad	2,00
15	Ø 2 1/2" (65 mm) Cidar=3.65 mm Çelik Boru Başlarının Kaynakla Bağlanması	ad	7,00
16	Ø 6" (150 mm) Cidar=3.65 mm Çel.Boru Baş.Kaynakla Bağlanması	ad	13,00
17	Ø 8" (200 mm) Cidar=4 mm Çelik Boru.Kaynakla Flanşlı Baş Yapımı	a	7,00
18	Ø 6" (150 mm) Cidar=3.65 mm Çelik Boru.Kaynakla Flanşlı Baş Yapımı	ad	26,00
19	Ø 200 mm PVC Boru Başının Bağlanması	mt	2.266,00
20	Ø 8" 200 mm Font Ve Çelik Boruların Kesilmesi	ad	7,00
21	Ø 8" (200 mm) Cidar=4 mm Tecr.Düz Uçlu Kaynak Ağzı Açıl.Çelik Boru Döşenmesi	mt	6,00
22	Ø 6" (150 mm) Cidar=3.65 mm Tecr.Düz Uçlu Kaynak Ağzı Açıl.Çelik Boru Döşenmesi	mt	10,40
23	Ø 200 mm 10 Atm Basınç Day.Geçme Muflu PVC Boru Döşenmesi	mt	2.266,00
24	PVC Boru Özel Parçalarının Döşenmesi	kg	1.537,80
25	Ø 200 mm 10 Atü 45 ° Geçme Muflu Deve Boynu	ad	1,00
26	Ø 200 mm 10-16 Atü Basınç.Day.Font Volanlı Vananın Yerine Konması	ad	9,00
27	Ø 50 mm Tek Küreli Vantuzların Yerine Konması	ad	2,00
28	2" Küresel Vana Damla Sulama Yapılması	ad	1,00
29	1/2" Lik Vantuz	ad	1,00
30	Basınç=30atü Manometre	ad	2,00
31	Ø 50 mm 10-16 Atü Basınç Sabitl.Rölief VanasınınYerine Konması	ad	1,00
32	150 mm Girişli Çift Çıkışlı Su Alım Vanası	ad	13,00
33	50 mm Basınçlı Relief Vanası	ad	1,00
34	Kum-Çakıl Nakli	ton	62,26
35	Çimento Nakli	ton	7,58
36	Demir Nakli	ton	2,01
37	Çelik Boru Nakli	ton	0,23
38	PVC Boru Nakli	ton	10,90

5. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Türkiye'de, kullanılmakta olan su kaynaklarının %70'ine yakın bölümü sulama amacıyla tarımda kullanılmaktadır. Son yıllarda ülkenin önemli bir bölümünde çok büyük boyutlara ulasan kuraklık, hem yeraltı hem de yerüstü su kaynaklarını olumsuz yönde etkilemiştir. Diğer taraftan bu bölgelerde endüstriyel kullanım ve kentsel içme kullanma suyu gereksinimleri, sulama suyu kaynakları üzerinde büyük bir rekabete yol açmıştır. Tüm bunlara ek olarak, sürekli artış gösteren enerji ve isçilik giderleri de su kaynaklarının, tarımda daha etkin kullanımını zorunlu kılmaktadır. Belirtilen nedenlerle tarım, su tasarrufu sağlamak bakımından en yüksek potansiyele sahiptir.

Tarımda suyun etkin kullanımı, kaynağından alınan suyun en az kayıpla bitki kök bölgesine ulaştırılıp yine en az kayıpla bitki kök bölgesinde depolanmasının sağlanmasıdır. Bu amaçla; yöre veya bölgeye uygun bitki çeşidi seçilmesi, uygun sulama programlarının yapılması, suyun iletimi, dağıtımı ve toprağa uygulanmasında su kaybı az olan sulama yöntemlerinin seçilmesi ve suyu uygulayıcıların eğitilmesi suyun etkin kullanılmasında önemli faktörlerdir.

Türkiye'nin tarım yapılabilir arazi varlığının yaklaşık %10'unu oluşturan ve kurak bir iklime sahip olan Konya ovasında su kaynakları oldukça sınırlıdır ve gerek iklimsel faktörlerden gerekse de tarımda aşırı su kullanılması nedeniyle su kaynakları hızlı bir şekilde azalmaktadır. Konya ovasında, günümüzde sulamaya açılmış arazi yaklaşık 400 bin ha kadardır. Konya ovasının uzun yıllar ortalamasına göre yıllık yağış toplamı 323 mm'dir ve bunun da sadece 90-100 mm kadarı bitki yetişme döneminde düşmektedir. Dolayısı ile ovada bitkisel üretimde çeşitlilik, verim ve kalite artışının sağlanabilmesi sulamaya bağlıdır. Diğer bir ifade ile ovada bitkisel üretim için sulama, vazgeçilemezdir. Bu nedenle, Konya ovasında bitkisel üretimin sürdürülebilirliği ve yeni alanların sulamaya açılabilmesi için kıt olan su kaynaklarının da etkin kullanımının sağlanması gerekir. Bunun sağlanabilmesi için tarımı yapılan bitkilerin su-verim ilişkilerinin analiz edilmesi, uygun sulama programlarının oluşturulması, uygun sulama yöntemlerinin belirlenmesi ve bu yönteme ilişkin planlama ve işletme prensiplerinin ortaya koyulmasına gereksinim vardır.

Konya Ovasında su kaynakları oldukça kısıtlıdır. Mevcut yer altı ve yer üstü kullanılabilir su potansiyeli 3,8 milyar m^3/yıl dır. Ovanın toplam sulama suyu ihtiyacı 12 milyar m^3/yıl'dır. Bu rakamlar su potansiyelinin en etkin şekilde kullanılmasının zorunlu olduğunu göstermektedir.

Mevcut geleneksel sulama yöntemlerinin kullanılabilirliği devam ettiği sürece, uzun zaman periyotları içerisinde su kıtlığı ve tarım arazilerinde meydana gelen tuzluluk gibi ortaya çıkacak olan sorunlar ile karşı karşıya kalınacağı açık bir gerçektir. Bu nedenledir ki, su kaynaklarının daha etkin kullanılmasına olanak sağlayan basınçlı sulama yöntemlerinin tarım alanlarında yaygınlaştırılması gerekmektedir. Yağmurlama ve damla sulama sistemleri şeklinde uygulanabilen basınçlı sulama sistemlerinden damla sisteminin uygulama alanı, özellikle bitki çeşidi yönünden sınırlıdır. Konya ovasındaki yaygın bitki paterni göz önüne alındığında, yağmurlamanın uygulanmasında sulama için önemli bir sınırlama yoktur. Bu nedenle yağmurlama sulama yöntemi daha geniş bir alanda uygulanacaktır.

Su kaynaklarının etkin kullanılabilmesi için;

- Sulama şebekesi iletim ve dağıtım kayıplarının minimum olması,
- Suyun dağıtımı ve sulamada kullanılması esnasında iyi bir ölçüm ve su yönetiminin planlanması gerekir.

Yağmurlama sulama sistemleri, suyun iletiminde su kayıplarının hemen hemen hiç gerçekleşmediği sistemlerdir. Özellikle yer altı sularının sulamada kullanılmasında tercih edilebilecek yaygın sulama yöntemidir. Yağmurlama sulama sistemleri iyi şekilde planlanıp işletildiğinde su uygulama randımanı %85'in üzerinde gerçekleşebilmektedir. Ayrıca yağmurlama sulama sistemleri, günümüzde geniş tarım alanlarının sulanmasında salma sulama yöntemlerinden sonra en çok tercih edilen sulama yöntemidir. Yağmurlama sulama sistemleri sulama programlarının en kolay gerçekleştirildiği sistemlerden birisidir.

Çiftlik arazisine planlanan yağmurlama sulama projesi ile:

Bu proje ile 1320 metre'si tali hat olmak üzere 175 mm iç çaplı toplam 2266 metre uzunluğunda, 10 atmosfer basınca dayanıklı sabit ve yer altına gömülen PVC boru hattı döşenecektir. Taşınabilir lateral boruların iç çapları sulama süresine göre 100 mm ve 125 mm olarak hesaplanmıştır. Yine sulama süresine göre aynı anda 300

metre uzunluğunda dört veya üç lateralin çalışabileceği hesaplanmıştır. Diğer taraftan sistemin kurulması için 8 adet hat ayrımı vanası, 13 adet su alma vanası, bir kuyu pompa ünitesi, bir adet daha sonra açılması öngürülen kuyuya döşenecek hattın ucuna ve hattın uzatılması düşünülen üç hatta körtapa, iki hat sonuna hattın havasını almak için vantuz ile bunlar için gerekli sanat yapılarına ihtiyaç olduğu hesaplanmış; 75 metre derinlikteki kuyu suyunun çekilip, 2 atmosfer basınçla başlıklardan püskürtülmesi için 115 BG gücünde motor kullanılması ihtiyacı ortaya çıkmıştır.

Selçuk üniversitesi araştırma ve uygulama çiftliği arazisinin su kaynakları sınırlı olduğundan, sulamada su tasarrufu ve suyun kontrolü önemlidir. Ayrıca, basınçlı sulama yöntemleri konusunda yapılacak araştırmalar önem kazanmıştır. Çiftlik arazisinin toprak özellikleri de göz önüne alınarak hazırlanan bu proje, uygulandığı takdirde:

1- S.Ü. Araştırma ve Uygulama Çiftliği arazisi planlı su dağıtımının yapılabileceği bir sulama şebekesine kavuşturulacaktır.
2- Kısıtlı olan su kaynaklarının etkin kullanılmasına katkıda bulunulmuş olacaktır.
3- Mevcut sulama suyunun kayıpsız olarak, hassas bir debi kontrolü ile sulanacak araziye iletimini sağlayacaktır.
4- Ana borudan lateral veya lateral gruplarına suyun saptırılması vanalarla kontrol altında tutulabildiğinden, farklı parsellerde farklı intensite, süre ve zamanda yağmurlama sulama uygulamasına fırsat verecektir. Bu sayede, farklı deneme paesellerinin, denemenin öngördüğü koşullara göre sulanması sağlanacaktır.
5- Tali ana boru üzerindeki su alma vanaları sayesinde sistem; damla sulama uygulamasına ve gerektiği taktirde karık sulama, tava sulama gibi yüzey salma sulama uygulamalarına fırsat verecektir.
6- Araştırmalarda, aynı koşullarda farklı sulama yöntemlerinin karşılaştırılmasına imkan sağlayacaktır.
7- Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi öğrencilerine uygulamalı eğitim görme imkanı sağlayacaktır.

8- Sulu tarım alanında her türlü bilimsel araştırmanın yapılmasına olanak sağlayacaktır.
9- Gerek yöre çiftçilerinin ve gerekse bu konuda proje ve müteahhitlik hizmeti veren firma veya kuruluşların bilgi ve görgülerini arttırmaları açısından bir uygulama örneği olacaktır.
10- Gerçekleştirilecek üretim ile üniversite bütçesine katkı sağlanabilecektir.

6- YARARLANILAN KAYNAKLAR

Akkaya S. 2000. Yağmurlama Sulama Şebekesinin Projelenmesine etkili Faktörler, S.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü Seminer Notları, Konya.

Aküzüm, T.ve M. Ayyıldız, 1976. Türkiye'de İmal Edilen Yağmurlama Başlıklarının Su Dağılım Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma. A.Ü.Zir.Fak.Diploma Sonrası Yüksek Okulu Doktora Tez Özetleri, Ankara

Altınorak, Y., 1987. Uygun Sulama Yönteminin Seçimine Ekonomik Faktörlerin Etkisi. Ankara Ünv. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Apaydın H., Öztürk, F., 1997 Yağmurlama Sulama Sisteminin Bilgisayar Destekli Tasarımı, 6. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirgesi 5-8 Haziran, (Uludağ Ünv. Zir. Fak. Kültürteknik Dergisi Yayınları) Bursa.

Ayyıldız, M. Aküzüm,T. ve Güngör, Y.1979. Yağmurlama Sistemlerinde Başlıkların Tertip Biçimi ile Rüzgar Hızı Arasındaki ilişkiler. Tubitak Doğa Bilim Dergisi, 3 (4) Ankara.

Balaban, A., 1968. Yağmurlama Sulaması, Köy İşleri Bakanlığı, Topraksu Genel Müdürlüğü Yayınlar (Çeviri)No.84 Ankara.

Benami, A. ve Ofen, A. 1984. Irrigation Engineerring. Faculty of Agricultural Engineering. Technion Israel Institute of Technology. Israel.

Ertuğrul, lH.ve M. Apan, 1979 Sulama Sistemlerinin Projelenmesi, Atatürk Üniv.Zir. Fak.Yayınları No.252, Erzurum.

Çakmak, B., 1994. Konya Çumra Sulamasında Su Dağılım ve Kullanım Etkinliği. Ankara Ünv. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara.

Çiftçi, N. ve Kutlar, İ. 2007. Konya İli Sulama Kooperatiflerinin Sulamadaki Etkinliği. Selçuk Üniversitesi Zir. Fak. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü-Konya

Ertaş, M.R., 1979. Konya Ovası Sulama Şebekesi Sulama Rehberi. Köy İşleri ve Kooperatifler Bakanlığı, Toprak Su Genel Müdürlüğü, Konya Toprak Su Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları No: 60, Konya.

Ertuğrul, H. Ve Apan, M. 1979. Sulama Sistemlerinin projelenmesi. Atatürk Ünv. Zir.Fak. Yayınları, No: 252, Erzurum.

Evsahibioğlu, A. N., Ünlükara A., 2003 Basınçlı Sulama Sistemleri ve Uygun Sulama Sisteminin Seçimi. '. Ulusal Sulama Kongresi 16-19 Ekim, Bildiriler Kitabı. Kültürteknik Dergisi Yayınları, Aydın.

Hillel, D.,1988. Modern Irrigation Systems: Knowing the Basics Agribusiness Worldwide, 10-22p.

Kara, M., 2005. Sulama ve Sulama Tesisleri. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, KONYA

Korukçu, A. ve Yıldırım, O. 1981. Yağmurlama Sistemlerinin Projelenmesi. Toprak Su Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara

Modanoğlu, K., 1977. Anadolu Koşullarında Şeker Pancarında Azot-su İlişkileri ve Su Tüketimi. Merkez Toprak Su Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları No:50, Ankara.

Özdengiz, A., 1974. Yerli Yapı Bazı Yağmurlayıcı Başlıklarının Su Dağıtma Kaliteleri Üzerinde Bir Araştırma. Atatürk Ünv. Zir.Fak. Yayınları No: 169, Sevinç Matbaası, Ankara.

Özder, E. ve Ark. 1997. Yağmurlama Sulama Sistemlerinde Su Dağıtım Ağının Optimum Tasarımına Yönelik Tekniklerin Karşılaştırılması. 6. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirgesi 5-8 Haziran, Uludağ Ünv. Zir. Fak. Kültürteknik Dergisi Yayınları, Bursa.

Şahin M. 2005. Konya Kent Merkezi Yeşil Alanlarının Sulanmasında Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri S.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Konya.

Tekinel, O., 1973. Yağmurlama Metodu Sulamanın Aşağı Seyhan Ovasında Uygulama Olanakları Üzerinde Bir İnceleme. Ziraat Mühendisliği Dergisi Sayı: 83, Ankara.

Topak, R. 1993. Yağmurlama Sulamada Rüzgarın Etkisi. S.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora tezi, Konya.

Yaşar, S. ve Ark. 1990. Yağmurlama Sulama Sistemlerinde Ana Boru Büyüklüklerinin Darbe Etkisi de Dikkate alınarak Saptanmasında Doğrusal Proğramlamanın Uygulanabilme Olanakları Üzerinde Bir Araştırma. Ege Ünv. Zir.Fak. Dergisi, Cilt: 27, Sayı :2, İzmir.

Yavuz D. 2006. Yağmurlama Sulamanın Enerji Gereksinimi, S.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Konya.

Yazar, A., 1983. Yağmurlama Sulama Sistemlerinde Rüzgarla Su Sürüklenmesi Kayıplarının Ölçülmesi. Dicle Ünv. Urfa Zirr.Fak. Yıllığı,2 (2)

Yıldırım, O. 1996. sulama Sistemleri II. Ankara Üniversitesi Zir.Fak. Yayınları No.1449. Ankara

Yıldırım O. ve Ark.., 2003. Toplu Yağmurlama ve Damla Sulama Sistemlerinde İstek ve Nöbet İşletme Yöntemlerinin Karşılaştırılması. 2. Ulusal Sulama Kongresi, 16-19 Ekim, Bildiriler Kitabı, Kültürteknik Dergisi Yayınları, Aydın.