

57114

T.C.  
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KONYA ÇUMRA OVASINDAKİ YAĞMURLAMA  
SULAMALARINDA UYGULAMA SORUNLARI

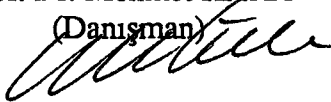
Ramazan TOPAK

DOKTORA TEZİ

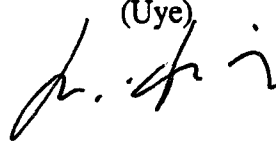
TARIMSAL YAPILAR VE  
SULAMA ANABİLİM DALI

Bu tez 25.7./1996 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından ~~DS..(D..Baş.)~~  
not takdir edilerek oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

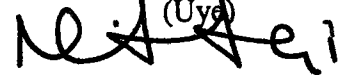
Prof. Dr. Mehmet KARA  
(Danışman)



Prof. Dr. Süreyya BAŞ  
(Üye)



Doç. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ  
(Üye)



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

**KURUM  
KURUM  
KURUM**

**KONYA ÇUMRA OVASINDAKİ  
YAĞMURLAMA SULAMALARINDA  
UYGULAMA SORUNLARI**

**Ramazan TOPAK**

**DOKTORA TEZİ**

**TARIMSAL YAPILAR VE  
SULAMA ANABİLİM DALI**

**KONYA, 1996**

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

**KONYA ÇUMRA OVASINDAKİ  
YAĞMURLAMA SULAMALARINDA  
UYGULAMA SORUNLARI**

**Ramazan TOPAK  
DOKTORA TEZİ  
TARIMSAL YAPILAR VE  
SULAMA ANABİLİM DALI  
KONYA, 1996**

**ÖZ**

**Doktora Tezi**

**KONYA ÇUMRA OVASINDAKİ YAĞMURLAMA  
SULAMALARINDA UYGULAMA SORUNLARI**

**Ramazan TOPAK**

**Selçuk Üniversitesi**

**Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı**

**Danışman : Prof. Dr. Mehmet KARA**

**1996, Sayfa : 88**

**Jüri : Prof. Dr. Mehmet KARA**

**Prof. Dr. Süreyya BAŞ**

**Doç. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ**

Bu çalışma Çumra Ovası'ndaki yağmurlama sulama uygulamalarını izleme ve değerlendirme amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla bölgede bazı işletmelerde sulanan alanda yağmurlama sulamanın uygulanma oranı, uygulanan yağmurlama sistemlerinin ve elemanlarının özellikleri, yağmurlama yöntemi ile su uygulamaları, su dağılım performansı ve tarla su uygulama randımanı araştırılmıştır. Çalışmada 73 adet yağmurlama tesisinin ve tesis elemanlarının özellikleri belirlenmiştir. Tarla su uygulama randımanı belirlenmesi için 17, su dağılım performansı belirlenmesi için 8, infiltrasyon hızının belirlenmesi için 10 adet deneme ve test yapılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre, sulanan alanların yaklaşık % 72'si yağmurlama yöntemi ile sulanmaktadır. Araştırma alanında tesis edilen yağmurlama sistemlerinin tamamı taşınabilir özellikte olup, genelde tek lateral şeklinde tertiplenmektedir. Çiftçilerin fazla su kullanma eğiliminde olmadıkları, ancak sulamayı zamanında yapmadıkları belirlenmiştir. Genelde yağmurlama sulamalarında tarla su uygulama randımanı yüksektir ve ortalama % 81.39 olarak bulunmuştur. Yağmurlama sistemlerinde su dağılım performansı % 72.86 ile % 91.37 arasında değişmektedir.

**Anahtar Kelimeler :** Yağmurlama sulama, taşınabilir yağmurlama sistemi, yağmurlama hızı, su dağılım performansı, tarla su uygulama randımanı.

## **ABSTRACT**

**PhD Thesis**

### **APPLICATION PROBLEMS OF SPRINKLER IRRIGATION IN KONYA ÇUMRA REGION**

**Ramazan TOPAK**

**Selçuk University**

**Graduate School of Natural and Applied Sciences**

**Department of Agricultural Structures and Irrigation**

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

**1996, Page : 88**

**Jury : Prof. Dr. Mehmet KARA**

**Prof. Dr. Süreyya BAŞ**

**Doç. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ**

This study was conducted to determine and evaluate the sprinkler irrigation applications in Konya-Çumra region. For this purpose, application rate of sprinkler in irrigated area for some farms, applied sprinkler systems and their characteristics, water application with sprinkler irrigation water distribution performance and field application efficiency were investigated. In this research was determined 73 sprinkler systems and their characteristics. In study the determination of field application efficiency 17, for water distribution 8 and for infiltration 10 tests was made.

The results show that approximately 72 % of the irrigated area is irrigated by sprinkler method. All sprinklers in study area were portable types and they had single lateral. Farmers did not tend to use water excessively, but water was not applied to the field at the correct time. In general, field application efficiency in sprinkler irrigation is high and was determined average 81.39 %. Water distribution performances were in the range of 72.86 % and 91.37 % in sprinkler systems.

**Key Words : Sprinkler irrigation, portable sprinkler system, application rate, water distribution performance, field application efficiency.**

## TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın doktora tezi olarak planlanıp, y¼r¼t¼lmesi ve sonularının değerlendirilmesinde daima yardımlarını g¼rd¼ę¼m danışman hocam sayın Prof. Dr. Mehmet KARA'ya ve sayın hocam Doç. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ'ye teŐekk¼r¼ bir borç bilirim. Arazi alıŐmaları esnasında daima yardımlarını g¼rd¼ę¼m sayın ArŐ. G¼r. Nuh UğURLU ve ArŐ. G¼r. Haydar HACISEFEROęULLARI'na, ayrıca Konya Şeker Fabrikası A.Ő. Çumra B¼lge SatıŐ Őefi Ziraat M¼hendisi Abdullah ¼ZER'e teŐekk¼r ederim.

Konya, Mayıs 1996

Ramazan TOPAK

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZ.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
1.GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	4
2.1. Yağmurlama Yöntemi Sulama İle İlgili Çalışmalar.....	4
2.2. Yağmurlama Sistemleri ve Tertiplenme Esasları İle İlgili Çalışmalar.....	10
2.3. Yağmurlamada Tarla Su Uygulama Randımanı Konusunda Yapılan Çalışmalar.....	13
2.4. Şeker Pancarları Sulanması İle İlgili Çalışmalar.....	15
3. MATERYAL VE METOD.....	18
3.1.Materyal.....	18
3.1.1. Araştırma alanı hakkında genel bilgiler.....	18
3.1.1.1. Konum.....	18
3.1.1.2. İklim özellikleri.....	19
3.1.1.3. Toprak ve su kaynakları.....	19
3.1.1.4. Araştırma alanında tarımsal yapı.....	21
3.1.2. Sulama ve uygulanan sulama metodları.....	21
3.1.3. Yağmurlama sistemlerinin seçimi ve yerleri.....	22
3.1.4. Bölgede uygulanan yağmurlama tesisleri.....	22
3.1.5. Sulama denemeleri yapılan yerler.....	23
3.1.6. Su dağılımının ölçüldüğü yerler.....	23
3.1.7. Toprak profili açılan yerler.....	25
3.2. Metod.....	25
3.2.1.Yağmurlama ile sulanan bitki seçimi.....	25
3.2.2. Pilot alanın seçilmesi.....	25
3.2.3. Anket çalışmaları.....	28
3.2.4. Yağmurlama tesisleri özelliklerinin belirlenmesi.....	28
3.2.5. Toprakların bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi.....	29
3.2.6. Toprak infiltrasyon hızının belirlenmesi.....	30
3.2.7. Uygulanan su miktarının ölçülmesi.....	31

3.2.8. Toprakta nem tayini.....	32
3.2.9. Faydalı su kapasitesinin hesaplanması.....	33
3.2.10. Bitki su tüketiminin hesaplanması.....	33
3.2.11. Bitki kök bölgesi derinliğinin tesbiti.....	33
3.2.12. Tarla su uygulama randımanının belirlenmesi.....	33
3.2.13. Lateral boru çapının değerlendirilmesi.....	36
3.2.14. Su dağılımının ölçülmesi.....	36
3.2.15. Su dağılım desenlerinin elde edilmesi ve yeknasaklık katsayılarının hesaplanması.....	38
3.2.16. Püskürtme kayıplarının hesaplanması.....	39
3.2.17. Çiftçilerin sulama zamanını belirleme yeteneklerinin tesbiti.....	40
3.2.18. Sulama aralığı, sulama süresi ve sulama sayısının hesaplanması....	40
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	42
4.1. Çumra Ovasında Yağmurlama Sulamanın Uygulanma Oranı.....	42
4.2. Uygulanan Yağmurlama Sistemlerinin Unsurları İle İlgili Özellikleri.....	44
4.2.1. Su kaynağı.....	45
4.2.1. Pompaj birimi.....	45
4.2.3. Boru hatları.....	46
4.2.4. Yağmurlama başlıkları.....	47
4.3. Yağmurlama Sistemlerinin Tertiplenmesi.....	47
4.3.1. Laterallerin tertiplenmesi.....	48
4.3.2. Tertiplenen laterallerin boru çapları (büyüklükleri).....	50
4.3.3. Başlıkların tertibi.....	51
4.4. Yağmurlama Sistemleri İle Sulama Uygulamaları.....	53
4.4.1. Yağmurlama sistemlerinde işletme basınçları.....	53
4.4.2. Sulama zamanı.....	54
4.4.3. Sulama süresi.....	59
4.4.4. Sulama aralıkları.....	61
4.4.5. Sulama sayıları.....	63
4.5. Toprak İnfiltrasyon Hızı-Yağmurlama Hızı İlişkileri.....	64
4.6. Yağmurlama Sulamasında Su Dağılım Performansına İlişkin Sonuçlar.....	65
4.7. Rüzgar Sürüklenme ve Buharlaştırma Kayıpları.....	69
4.8. Tarla Su Uygulama Randımanına İlişkin Sonuçlar.....	71
5. ÖNERİLER.....	75
ÖZET.....	79
6. KAYNAKLAR.....	81



## ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Cizelge No</u>	<u>Sayfa No</u>
3.1. Araştırma Alanına İlişkin Meteorolojik Veriler.....	20
3.2. Araştırma Alanında Şeker Pancarı Ekim Alanı ve Verim.....	21
3.3. Araştırma Yapılan Pilot Alan Pancar Ekim Sahaları İle Ekim Alanları.....	26
4.1. Araştırma Alanı, Konya ve Türkiye Geneline Mevcut Yağmurlama Tesisleri Sayıları.....	42
4.2. Araştırma Alanında Yağmurlama İle Sulama Oranına İlişkin Sonuçlar.....	43
4.3. Araştırma Alanında Çiftçilerin Yağmurlama Sulamayı Tercih Etme Nedenleri.....	44
4.4. Yağmurlama Sistemlerinin Su Kaynağı ve Özellikleri.....	45
4.5. Araştırma Alanındaki Yağmurlama Sistemlerinde Pompaj Çeşitleri.....	45
4.6. Yağmurlama Tesislerinin Ana Boru Hatlarında Kullanılan Boruların Özellikleri.....	46
4.7. Yağmurlama Tesislerinin Lateral Boru Hattı Özellikleri.....	47
4.8. Araştırma Alanı Yağmurlama Tesislerinin Başlık Özellikleri.....	47
4.9. Lateral Hatların Tertibi Bakımından Yağmurlama Tesislerinin Durumu.....	49
4.10. Yağmurlama Tesislerinin Lateral Hatlarının Yük Kayıpları Açısından Değerlendirilmesi.....	50
4.11. Başlıkların Tertibi Bakımından Yağmurlama Tesislerinin Durumu.....	52
4.12. Yağmurlama Tesislerinde Firmaca Önerilen En Küçük İşletme Basıncı ve Mevcut İşletme Basıncı Değerlerinin Karşılaştırılması.....	53
4.13. Araştırma Alanında Çiftçilerin Sulama Zamanını Belirleme Yeteneklerinin Tesbiti İçin Alınan Toprak Örneklerinin Analiz Sonuçları.....	55
4.14. Araştırma Alanında Çiftçilerin Sulama Zamanının Değerlendirilmesi İle İlgili Toprak Nem Değerleri.....	56
4.15. Araştırma Alanında Yağmurlama Sulamalarında Uygulanan ve Uygulanması Gereken Sulama Sürelerinin Karşılaştırılması.....	60
4.16. Yağmurlama Sulamalarında Mevcut Uygulanan ve Hesaplanan Sulama Aralıkları.....	62
4.17. Yağmurlama Sulamalarında Uygulanan ve Hesaplanan Sulama Sayı ve Oranları.....	63
4.18. Yağmurlama ve İnfiltrasyon Hızlarının Karşılaştırılması.....	64

4.19. Yağmurlama Tesisleri Su Dağılım Ölçüm Şartları ve Sonuçları.....	67
4.20. Araştırma Alanındaki Yağmurlama Tesislerinde Belirlenen Püskürtme Kayıpları.....	70
4.21. Araştırma Alanında Uygulanan Yağmurlama Sulamalarında Tarla Su Uygulama Randımanı.....	72
4.22. Tarlaların 60-90 cm'lik Toprak Katmanına Ait Mevcut ve Sulama Sonrası % Nem Değerleri.....	74



## ŞEKİL LİSTESİ

<u>Sekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
3.1. Araştırma alanının Türkiye ve Konya'daki yeri.....	18
3.2. Sulama, su dağılımı denemesi yapılan ve profil açılan yerler...	24
3.3. Araştırma alanında pilot alanın yeri.....	28
3.4. Bozulmamış toprak örneklerinin alınışı.....	30
3.5. Çift silindirli infiltrometre ile infiltrasyon hızının ölçülmesi.....	31
3.6. Başlık debilerinin ölçülmesi.....	31
3.7. Başlık basınçlarının ölçülmesinde kullanılan pitot tüplü manometre.....	32
3.8. Etkili bitki kök derinliğinin belirlenmesi.....	34
3.9. Tekil lateral yönteminde deneme yerinin sistemdeki konumu.....	36
3.10. Su dağılımı ölçümü için denemenin tertip şekli.....	37
3.11. Yapılan bir su dağılımı denemesinden genel görünüş.....	37
3.12. Su dağılımı ölçümünde kullanılan su toplama kaplarından birisinin sehpa ile görünüşü.....	38
4.1. Sulama zamanı belirlenen parsellerde tarla kapasitesi (TK), sulamaya başlanması gereken toprak nemi (SBTN), solma noktası (SN) çiftçilerin sulamaya başladığı toprak nemi (ÇSBTN) ve sulama sonrası toprak nemi (SSTN) değerleri.....	57

## 1. GİRİŞ

Türkiye'nin büyük bir kısmında olduğu gibi dünyada da kurak ve yarı kurak bölgelerde tarımsal üretimi arttırmada en önemli faktörlerden biri sulamadır. Türkiye'de sulanan alanların genişlemesine rağmen sulama suyu miktarının aynı oranda artmadığı görülmektedir. Bu nedenle koşullara en uygun su ve enerji tasarrufu sağlayan yeni sulama teknolojilerinin geliştirilmesi ve uygulamaya konulması zorunluluk arz etmektedir.

Türkiye'de kurak ve yarıkurak iklim kuşağında yer alan bölgelerde tarımsal üretimin artırılmasında sulama en etkili faktörlerden birisidir. Türkiye ve dünyada yapılan araştırmaların sonucuna göre diğer üretim girdileri (tohumluk, gübre, zirai mücadele vb.) aynı tutulmak kaydıyla sulamanın verime etkisi bazı ürünlerde % 100 ile % 400 arasında değişmektedir (Şener, 1991).

Türkiye'de 1950'li yılların başlarında 500.000 ha olan sulu tarım alanları (Şener ve ark., 1990) günümüzde 4.2 milyon ha ulaşmış bulunmaktadır (Kodal ve ark., 1995). 2000'li yılların başlarında başta Atatürk Barajı ve Güney Doğu Anadolu Projesi (GAP) olmak üzere, inşaatı süren veya projesi tamamlanmış barajların ve göletlerin devreye girmesi ile toplam sulu tarım alanlarının 6.0 milyon ha'a ulaşması beklenmektedir. Bu miktar Türkiye'de ekonomik olarak sulanabilecek 8.5 milyon ha alanın yaklaşık % 70'ini kapsamaktadır (Şener ve ark., 1990).

Türkiye'de günümüzde mevcut sulanabilen tarım alanı, ekonomik olarak sulanabilir arazi miktarının % 49.4'ü kadardır. Sulu tarıma geçişte sulama suyu kaynaklarından yeterince faydalanılamamaktadır. Sulanmaya müsait tarım alanlarının büyük çoğunluğunun bulunduğu bazı bölgelerde su kaynakları yetersizdir. Su kaynaklarının bulunduğu başka havzalardan buralara su temini için büyük mali yatırımlar gerekmektedir. Bu özellikteki bölgelerin en önemlilerinden biri de Konya Ovalarıdır.

Konya Ovalarının toprak ve su kaynaklarının değerlendirilerek tarım potansiyelinin geliştirilmesi Konya Ovaları Projesi (KOP) olarak isimlendirilmektedir. KOP'ta işlenebilir tarım arazisi 2.1 milyon ha civarındadır. Bunun 1.9 milyon ha (% 89) 'ı sulanabilir niteliktedir. Bölgede halen 370 bin ha arazi sulanmaktadır. Sulanan alanlarda sulama suyu yerüstü ve yeraltı su kaynaklarından temin edilmektedir. KOP'un mevcut ekonomik olarak kullanılabilir sulama suyu miktarı 3.820 milyar m<sup>3</sup>/yıl'dır. Bunun tamamı ile sulanabilecek arazi varlığı 550.000 ha kadardır. Sulanabilir nitelikteki arazi varlığının sulanması için gerekli sulama suyu miktarı ise 12 milyar

$m^3/yıl$ 'dır. Bu durumda KOP için sulama suyu açığı 8.2 milyar  $m^3/yıl$ 'dır. Bu açığın karşılanması için komşu havza imkanlarının kullanılması ile birlikte bölgede sulanan alanlarda düşük olan sulama oranı ve sulama randımanının artırılması gerekmektedir (Kara ve ark., 1992).

KOP'ta halen mevcut sulanan alanlardan yaklaşık 50.000 ha'lı KOP projesi içinde yer alan Çumra ovasındadır. Çumra ovasında sulanabilir nitelikteki arazi varlığı 85.000 ha kadardır (Anonymous, 1995 a). Çumra ovasında yaklaşık 35.000 ha'lık bir arazi su yetersizliği sebebi ile sulanamamaktadır.

Çumra Ovası sulamasında Beyşehir Gölü ve Çarşamba Çayı'ndan beslenen Apa Barajı yanında yeraltı sularından da büyük ölçüde faydalanılmaktadır. Özellikle Beyşehir gölü sularının ovaya zamanında ve yeterli ölçüde verilememesi yeraltı sularının kullanılmasını büyük ölçüde artırmaktadır. Bu amaçla bölgede çok sayıda sulama kooperatifi kurularak işletmeye açılmıştır.

Sulamada amaç, bitki gelişmesi için gerekli olan suyun imkanlar ölçüsünde, sulanan alanın her tarafına eşit olarak, bitki kök bölgesinde depolanmasıdır. Bu amaca ulaşılması için, suyun bitki kök bölgesine şartlara en uygun bir biçimde verilmesi gerekir. Suyun bitki kök bölgesine veriliş biçimi sulama yöntemi olarak tanımlanmaktadır (Korukçu, 1980).

Sulama suyu kaynaklarının kıt ve sulanabilir nitelikte arazinin çok olduğu bölgelerde su tasarrufu sağlayan yeni sulama teknolojilerinin uygulanması gerekmektedir. Bu sulama teknolojilerinin başında basınçlı sulama sistemleri gelmektedir. Su tasarrufu sağlayan bu sulama sistemleri aynı zamanda bitkisel üretimde verim artışı, besin elementlerinin yarayışlılığının muhafazası, tabansuyu yükselmesine sebebiyet vermeme gibi özelliklere de sahiptir. Bu nedenlerle sulamada basınçlı sulama sistemlerinin kullanılmasının önemi hergeçen gün artmaktadır.

Günümüzde değişik bölge, iklim, bitki ve çiftçi şartlarına bağlı olarak basınçlı sulama sistemlerinin değişik tipleri geliştirilmiş ve uygulamaya konulmuştur. Bunlardan bazılarını; klasik sabit yağmurlama sistemi, klasik taşınabilir yağmurlama sistemi, Center Pivot, lineer hareketli yağmurlama sistemleri, mini yağmurlama sistemleri ve damla sulama sistemleri şeklinde sıralamak mümkündür.

Türkiye'de sulu tarım alanlarında yüzey sulama yöntemleri yanında özellikle yağmurlama sulama yöntemi de gün geçtikçe gelişerek belli bir uygulama alanı bul-

muştur. Ayyıldız ve Yıldırım (1986)'ın Anonymous (1981 a)'dan bildirdiğine göre, 1981 yılında Türkiye'de yağmurlama yöntemi ile sulanan alan 180.000 ha civarındadır. Aynı yıl Türkiye'de mevcut yağmurlama tesisi sayısı 35.000 adet olarak verilmiştir (Anonymous, 1981 b). Türkiye genelinde 1993 yılı itibari ile mevcut olan yağmurlama tesisi sayısı 117. 498 adet olarak belirlenmiştir (Anonymous, 1994). Yağmurlama tesisi ile sulanan alanların, tesis sayısına paralel olarak arttığı kabul edilirse, günümüzde yaklaşık 600.000 ha dan fazla bir alanın yağmurlama yöntemi ile sulandığı ortaya çıkmaktadır. Bu da Türkiye'de mecut sulanan 4.2 milyon ha alanın yaklaşık % 15'e yakınının yağmurlama yöntemi ile sulandığını göstermektedir.

Konya Çumra Ovasında yağmurlama sulama yöntemi büyük bir kullanım alanına sahiptir. Bölge çiftçileri çok değişik bitkilerin sulanmasında yağmurlama yöntemini uygulayabilmektedirler. Örneğin Akınerdem (1994)'e göre Çumra Ovasında şekerpancarının sulanmasında % 70 oranında yağmurlama yöntemi uygulanmaktadır.

Çumra Ovası'nda sulanan alanlarda şeker pancarı ekiliş oranı % 20 civarındadır (Anonymous, 1995 a). Ovada 1995 yılında sulaması gerçekleştirilen 47.000 ha arazinin 8.500 ha'ı şeker pancarı alanlarından oluşmaktadır. Çumra Pancar Bölge Müdürlüğü'nden alınan bilgiler ve bölgedeki yapılan iki yıllık gözlemler sonucunda şeker pancarı tarım alanlarında yağmurlama yöntemi ile sulama yaygın bir biçimde uygulanmaktadır. Başka bir ifadeyle araştırma alanında yağmurlama yöntemi ile sulama en yaygın biçimde şeker pancarı tarımında uygulanmaktadır. Çumra ovasındaki yağmurlama sulama uygulamaları ve karşılaşılan sorunların tesbiti amacıyla araştırma alanında seçilen pilot bölgede tarla denemeleri şeker pancarı ekim alanlarında yapılmış ve sulama ile ilgili değerlendirmeler de bu bitki özelliği dikkate alınarak yapılmıştır.

Bu çalışmanın amacı, Çumra Ovasında geniş bir uygulama oranına sahip yağmurlama yöntemi ile sulamanın sulama uygulamaları açısından değerlendirilmesidir. Bu amaç altında; bölgede uygulanan yağmurlama sistemleri ve elemanlarının özellikleri, işletmelerde yağmurlama yöntemi ile sulanan alan oranı, yağmurlama süresi, sulama aralığı, sulama sayısı, tarla su uygulama randımanı, yağmurlama sulamasında su dağılımı ve buna rüzgarın etkisi, buharlaşma ve rüzgar sürüklemesi ile su kaybı ve çiftçilerin yağmurlama sulamada sulama zamanını belirleme alışkanlıkları gibi hususlar araştırılmıştır.

Beş bölümden oluşan bu çalışmada giriş bölümünden sonra ikinci bölümde konu ile ilgili olarak yapılmış olan çalışmalar gözden geçirilmiştir. Üçüncü bölümde araştırmada kullanılan materyal ve metod açıklanmış, dördüncü bölümde ise araştırmadan elde edilen sonuçlar değerlendirilerek tartışılmış ve beşinci bölümde gerekli öneriler yapılmıştır.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu bölümde konu ile ilgili çalışmalar yağmurlama yöntemi ile ilgili çalışmalar, yağmurlama sistemleri ve tertiplenme esasları ile ilgili çalışmalar, yağmurlamada tarla su uygulama randımanı konusunda yapılan çalışmalar ve şeker pancarı ve sulaması ile ilgili çalışmalar başlıkları altında toplanarak aşağıda özetlenmiştir.

### 2.1. Yağmurlama Yöntemi Sulama İle İlgili Çalışmalar

Frost ve Schwalen (1955), yağmurlama sulamasındaki buharlaşma kayıplarını ve bunu etkileyen faktörleri incelemişlerdir. Araştırmacılar buharlaşma kayıplarına sıcaklık, bağıl nem, rüzgar hızı, basınç ve meme çapına bağlı olarak değişen damla büyüklüğünün etkili olduğunu açıklamışlardır. Yağmurlama sulamasında buharlaşma kayıplarının değişen koşullara göre % 2-8 arasında olacağını belirtmişlerdir.

Rüzgar, püskürtücü başlıktan çıkan su hüzmesini saptırarak yağmurlama patternini bozar; su zerrecelerini sürükleyerek sulama yapılan saha dışına taşır. Genel olarak yağmurlama sulamasının günün rüzgarsız veya rüzgar hızının hafif olduğu (0-2.5 m/s) zamanlarda yapılması tavsiye edilir (Balaban, 1968).

Korukçu (1969), Ankara, Denizli, Eskişehir ve Hatay'da kurulu bulunan 9 adet yağmurlama sulama sisteminin problemlerini inceleyerek bu sistemlerden 7 adedinin proje alanını sulayabilecek kapasiteye sahip olmadığını, 3 adedinin de yağmurlama hızının toprağın infiltrasyon hızından yüksek olduğunu, 2 adedinde işletme basıncının önerilenin üzerinde, 5 adedi ise önerilen basıncın altında olduğunu, 7 adedinde eş bir su dağılımı sağlanamadığını saptayarak yağmurlama sulama sistemleri hakkında önerilerde bulunmuştur.

Tekinel (1993), yaptığı bir incelemede Çukurova bölgesinde yağmurlama sulama yönteminin kullanılması ile Seyhan Barajından çıkan ve sol sahil ana kanallarının üst tarafında bulunan alanların sulanabileceğini, çiftçilerin fazla su kullanma alışkanlığı nedeni ile ova topraklarını tehdit eden çoraklaşma sorununun da giderilebileceğini belirtmiştir.

Yağmurlama sulamada su uygulama randımanı özellikle havanın sıcak, kuru, damlacıkların küçük veya uygulama hızının az olduğu şartlarda önemli ölçüde rüzgardan etkilenir. Su dağılımı yeknasaklığı ve uygulama randımanı rüzgar hızının

2.8 m/s'den daha az olduğu şartlarda fazla etkilenmez, ancak rüzgar hızının 4.2 m/s'yi geçtiği durumlarda su dağıtım yeknasaklığı ve su uygulama randımanı hızla azalır. Bu durumdan en çok yüksek basınçlı ve geniş ıslatma yarıçapına sahip yağmurlama başlıkları etkilenir (Kohl, 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. Bulunan eş dağılım katsayıları % 67.3 ile % 91.8 arasında değişmiştir.

Aküzüm (1976), yağmurlama başlıklarının su dağılım özelliklerinin belirlenmesi amacı ile yaptığı bir araştırmada, yağmurlama sulamasında rüzgar hızının su dağılım yeknasaklığına etkisini de araştırmıştır. Rüzgar hızının su dağılım yeknasaklığı üzerindeki etkisinin tertip aralıklarına göre değişim gösterdiğini belirterek rüzgar hızının 0.55 m/s'den 2.2 m/s'ye çıkmasıyla 12 x 12 m tertip aralığı için eşdağılım katsayısı % 92.9'dan % 82.9'a, buna karşılık 18 x 18 m için % 82.2'den % 59.3'e düştüğünü belirtmiş ve yüksek rüzgar hızlarında yağmurlama başlıklarına verilecek aralıkların azaltılmasını önermiştir.

Ayyıldız ve ark. (1979), yağmurlama sistemlerinde başlıkların aynı tertip aralıklarındaki dörtgen ve üçgen tertip biçimi için elde edilen eşdağılım katsayılarının aynı rüzgar şartlarında değişimini araştırmışlar; ortalama rüzgar hızı 1.86 m/s'nin altında bulunduğu durumda eşdağılım katsayısı her iki tertip biçimi için uygun bulunmuş, rüzgar hızının 2.3 m/s olduğu durumda eşdağılım 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.

Uygun bir sulama açısından 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 gözönüne 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 büyüklüğü sağlayacak değerde olmalıdır.



Rüzgarlı ortamlarda homojen bir sulama açısından lateraller esen rüzgar yönüne belirli bir açı yapacak şekilde tertiplenmeli ve yağmurlayıcı aralıkları dar tutulmalı, rüzgar hızının 4.2 m/s'yi geçmesi durumunda sulamaya ara verilmelidir (Hansen ve ark., 1979).

Korukçu ve Yıldırım (1981), arazide kurulmuş bir yağmurlama tesisinin yeterliliğini saptamak amacıyla; yağmurlama hızı, su uygulama derinliği, sistemin kapasitesi, eş su dağılımı ve bitki zararlanması gibi 5 temel etmenin kontrol edilmesi gerektiğini belirtmektedirler.

Korukçu ve ark. (1982), Niğde-Misli ovasında yağmurlama sulama uygulaması imkanını araştırdıkları çalışmalarında yağmurlama yöntemiyle yüzey sulama uygulamasını su kullanımı açısından değerlendirmişler, bölgede uygulanacak yağmurlama sulaması ile su kullanımında 1 da alan için 25.28 mm'lik su ekonomisi sağlanabileceğini belirtmişler ve yağmurlama yöntemi uygulanmasıyla daha çok alanın sulanmasına imkan verileceğini vurgulamışlardır.

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

Yazar (1983), Nebraska Üniversitesi araştırma alanında yağmurlama sulama sistemlerinde buharlaşma ve sürüklenme kayıplarını belirlemek, kayıpları etkileyen etmenler ve bu etmenler arasındaki ilişkileri saptamak amacıyla yaptığı bir araştırmada; rüzgar hızına bağlı olarak sürüklenme kayıplarını, rüzgar hızı 6.71 m/s olduğunda lateralden uzaklığa göre % 5.1-10.4, rüzgar hızı 2.68 m/s iken % 2-1.5 olarak tespit etmiştir.

Bemani ve Ofen (1984), bir yağmurlama sisteminde aynı rüzgar ve işletme şartlarında (basınç, tertip aralığı ve tertip biçimi) yapılan sulamada farklı su dağılım yeknasaklık değerleri ortaya çıkabileceğini belirtmişlerdir. Aynı araştırmacılar bir yağmurlama sisteminde değişik rüzgar hızlarında fakat aynı işletme şartlarında yapılan tekerrürlü su dağılım denemesinde aşağıdaki yeknasaklık katsayılarını (Cu, %) elde etmişlerdir.

<u>Test No</u>	<u>Ortalama Rüzgar Hızı (m/s)</u>	<u>C<sub>u</sub> (%)</u>
1	0.58	86.8
2	0.58	82.1
3	0.80	82.1
4	0.80	79.2
5	0.85	84.0
6	0.85	79.3

Ayyıldız ve Yaralı (1985), yağmurlama başlıklarında yapımcı farklılığının eş su dağılımına etkisini araştırdıkları çalışmalarında; Türkiye'de üretilen yağmurlama başlıklarında yapımcı farklılığı nedeniyle önemli verdi değişiklikleri olduğunu, bu verdi değişikliklerinin lateral boyunca toprak yüzeyine verilen suyun eş dağılım düzeyini önemli ölçüde düşürdüğünü belirtmişlerdir.

English ve ark. (1986), yağmurlama sulamasında performansın belirlenmesi ve sulama sistemlerinin randımanının daha sağlıklı olarak tahmin edilmesi için bir bilgisayar programı geliştirmişler, bu model program ile brüt bitki su tüketimi, rüzgar ve buharlaşma kayıpları, yüzey akışı, derine sızma ve bitki verimlerinin tahmin edilebileceğini belirtmişlerdir.

Konca (1986), Polatlı-Basri köyü sulama alanlarında karşılaşılan sorunlar ve çözüm yolları konulu araştırmasında; yağmurlama sulamalarında yağmurlama hızı değerlerinin toprakların su alma hızından daha yüksek olduğunu ve su dağılımının istenilen sınırlar içerisinde olmadığını belirtmiş ve bu sorunların çözümü için çift memeli başlık yerine tek memeli yağmurlama başlıklarının 18 x 18 tertibi yerine 18 x 12 m tertip biçiminde kullanılmasını önermiştir. Araştırmacı ayrıca bir sulama mevsiminde hububat için 2 şeker pancarı için ise 6 sulama yapıldığını, hesaplamalarına göre şeker pancarı için 4 sulamanın yeterli olacağını belirtmektedir.

Altınorak (1987), uygun sulama yönteminin seçimine ekonomik faktörlerin etkisini araştırmış; yüzey ve yağmurlama sulama sistemlerinin uygulanma olanağı bulunan tarım alanlarında damla sulama yönteminin ekonomik olmadığını ve sulama suyunun derin kuyulardan sağlandığı ve ekonomik etmenlerin dışında tüm faktörlerin yağmurlama, damla ve karık sulama yöntemleri için uygun olduğu model alanda ekonomik etmenler dikkate alındığında en uygun sulama yöntemi olarak yağmurlama sulama yönteminin olduğu sonucuna varmıştır.

Fischer ve Wallender (1988), su toplama kabının çapı ve test süresinin yağmurlama sulamada su dağılımı denemesi üzerindeki etkisini araştırmak için bu iki faktörü dikkate alarak 35 adet deneme yapmışlardır. Denemeler 3 değişik kap çapı (40, 127, 235 mm) ve 5-120 dakika arasında değişen test süreleri dikkate alınarak yürütülmüştür. Kaplarda toplanan ortalama su miktarı dikkate alınarak yağmurlama sulamasında su dağılımı ölçümünde test süresinin kısa tutulması planlandığı durumlarda büyük çaplı su toplama kaplarının kullanılması gerektiğini, küçük çaplı su toplayıcı kaplar kullanılması durumunda da daha uzun test sürelerinin uygulanmasının daha doğru sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir.

Yıldırım (1988), yağmurlama sulama yönteminde eş su dağılımının ekonomik yönünü araştırdığı çalışmasında farklı lateral uzunluğu, farklı sistem tertibi ve farklı eş dağılım katsayılarının farklı fayda masraf oranları ortaya çıkardığını, eş dağılım katsayısı küçüldükçe verimde belirli oranda düşme gerçekleştiğini belirtmiş, 18 x 12 m başlık tertip biçimi ve 400 m yağmurlama hattı uzunluğunun deneme yapılan örnek alan için en ekonomik sistem tertibi olduğunu belirlemiştir.

Ben Hur ve ark. (1989), siltli tın ve killi tınlı toprakta pamuğun yağmurlama ile sulanması sırasında meydana gelen yüzey akışını belirlemiştir. Malçlı koşullarda 650 lt/m/h ve yağmurlama hızında killi tınlı arazide yüzey akışı % 0-22 gerçekleşmiştir. Bunun yanında aynı şartlarda malçsız koşulda killi tında sırasıyla % 39-53 yüzey akışı meydana gelmiştir. Malçsız şartlarda bu yüzey akışlarının asıl sebebi toprak yüzeyinde kaymak tabakası oluşmasıdır. Sulama suyu damlalarının çarpma kuvvetinin yüzeyde toprağın yapısının bozulmasına ve bunun sonucunda da yüzeyde tıkanma etkisi göstererek toprağın infiltrasyon hızının azalmasına neden olduğunu belirtmişlerdir. Aynı arazi koşullarında sulama aralığının 7 gün olması halinde sezon sonuna kadarki her sulamada yüzey akış oranı yaklaşık % 50, 14-18 günlük sulama aralığında da yüzey akış oranının % 15'e kadar düştüğünü bildirmişlerdir. 2-3 günlük sulama aralığında yüzey akış oranı yaklaşık % 20 olarak bulunmuştur. Araştırmacılar kuruma aralığının az tutulmasına rağmen yüzey akış oranının düşük olmasına neden olarak, bu toprakta düşük sulama hızının kaymak tabakası oluşumuna yeterli olmadığını göstermişlerdir.

Hills ve Gu (1989), yağmurlama sisteminde işletme basıncı ile damla büyüklüğü arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacı ile laboratuvar şartlarında bir araştırma yapmışlardır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; işletme basıncı belirli

sınırlar içerisinde arttıkça, damla çapı küçülmekte ve her işletme basınç değerinde yağmurlayıcıdan olan mesafe arttıkça damla çapı büyümektedir.

Par (1990), Eskişehir Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü arazisindeki yağmurlama tesisinde su dağılım düzeyini belirlemek amacıyla yaptığı araştırmada dörtgen tertip biçimi için eş dağılım katsayısını 12 x 12 m tertip aralığında % 73, 12 x 18 m tertip aralığında % 72.25 olarak bulmuştur.

Yıldırım ve Kodal (1990), Konya-Yunak Gökpinar sulamasında yağmurlama ve yüzey sulama sistemlerini ekonomik açıdan değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar, sulama alanında kısıtlı sulama koşullarında yüzey sulama ve 9-18 gün sulama aralığında da yağmurlama sulama yöntemini ekonomik bulmamışlardır. Araştırma alanı için yağmurlama sulamada 6-12 gün sulama aralığı ekonomik bulunmuş ve bu sulama alanı için uygulanması önerilmiştir.

Da Silva Paz ve ark. (1991) tarafından, Portekiz Sao sulama projesi alanında yağmurlama sulamada eş su dağılım düzeyi araştırılmıştır. Buna göre, 12 x 12 m ve 12 x 18 m tertip aralıklarında 1.5 ile 2.5 m/s arasında değişen rüzgar hızlarında yapılan yağmurlama testlerinde Christiansen yeknasaklık katsayısı (Cu) % 84 olarak elde edilmiştir. 18 x 18 m tertip aralığında 1.5 m/s rüzgar hızı şartlarında su dağılım yeknasaklık katsayısı (Cu) > % 84 ve 1.5 m/s'den 2.7 m/s'yeye kadarki rüzgar hızlarında ise su dağılım yeknasaklık katsayısı (Cu) % 80 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuca göre 18 x 18 m'lik tertip aralığı rüzgar hızı 1.5 m/s'yi geçtikçe su dağılımının homojenliği bozulduğundan o sulama alanı için tavsiye edilmemiştir.

Faci ve Belcero (1991) tarafından, İspanya'nın Ebro vadisinde sulanan alanlarda sulama süresince rüzgar hızının yağmurlama sulamasında su dağılım yeknasaklığı, buharlaşma ve rüzgar sürüklenmesi kayıpları üzerine etkisi araştırılmış, rüzgar hızının 4.3 m/s'nin üzerindeki değerlerinde yağmurlama sulama sistemlerinde su dağılım yeknasaklığının lineer olarak azaldığı saptanmıştır. Yağmurlama sulamasında buharlaşma kayıpları ile rüzgar sürüklenmesi kayıpları arasında lineer bir ilişki bulunmuştur.

Soares ve ark. (1991), sıfır eğim ve rüzgarsız şartlarda tekil başlık denemesinden elde ettikleri yağmurlama verilerini değişik arazi eğimi ve farklı yükseltici açılarını birlikte dikkate alarak, yağmurlayıcı verilerini bu şartlarda değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar, yağmurlama sulamada başlık yükselticilerinin arazi yüzeyine uygun

şekilde yerleştirilmesinin su dağılım yeknasaklığını artırdığını ve erozyon riskini de azalttığını belirtmişlerdir.

Abo Ghobar ve ark. (1992), Suudi Arabistan'da küçük çiftliklerde kullanılan 12 adet yağmurlama tesisinde performans özelliklerini araştırmışlardır. Çalışma 2, 2.5 ve 3 atm işletme basıncında yürütülmüştür. Araştırmada yağmurlama debisi, yağmurlama hızı, su dağılımı, başlık ıslatma çapı gibi performans değerleri ele alınmıştır. Performans değerlerinden elde edilen veriler, satıcı firma kataloglarıyla karşılaştırılmış, elde edilen performans değerleri ile firma katalog değerleri arasında bazı farklılıklar bulunmuştur. Bunun sebebinin arazi özelliklerinden kaynaklanabileceği kanaatine varılmıştır.

Ruzicka (1992), eş su dağılım düzeyini belirlemek amacıyla 12, 14, 16, 18 ve 20 mm meme çaplı yağmurlama başlıklarını 3, 4, 5 ve 6 atm, işletme basınçlarında rüzgarsız şartlarda (rüzgar hızı  $< 1$  m/sn) teste tabi tutmuş, en iyi eş su dağılımı 20 mm meme çaplı yağmurlayıcıda gerçekleşmiştir. Bu yağmurlayıcının deneme koşullarındaki Christiansen yeknasaklık katsayısı (Cu) % 72.9 bulunmuştur.

## 2.2. Yağmurlama Sistemleri ve Tertiplenme Esasları İle İlgili Çalışmalar

ASAE (1951)'de yağmurlama sulamasında tesis, projelendirme ve kullanılacak ekipman yönünden gözönünde bulundurulması gereken genel esaslar belirtilmiş ve yeknasak bir su dağılımı elde etmek için bir lateral üzerinde bulunan başlıklar arasındaki basınç değerlerine ilişkin sapmaların  $\pm$  % 10 olması gerektiği belirtilmiştir.

Herhangi bir yağmurlama lateralinde borunun çapına, sürtünme katsayısına, yağmurlama debisine, başlıkların aralığına ve sayısına bağlı olarak belirli basınç kayıpları meydana gelir. İlk ve son başlık arasındaki basınç farkı ortalama hat basıncının % 20'sini aşmamalıdır. Bu % 20 basınç farkı takriben % 10'luk debi farkına tekabül edecektir (Balaban, 1968).

Suyun basınç altında bir orifis veya memeden püskürtülmesi sonucunda damlacıklar biçiminde tarla üzerine uygulanması ve dağıtılması yağmurlama sulama olarak tanımlanabilir. Bir başka deyişle yağmurlama sulama su uygulama, sıklığı, süresi, şiddeti, damla büyüklüğü ve dağılımı kontrol edilebilen simüle edilmiş bir seri yağmurun oluşturulmasıdır. Bir yağmurlama sistemi su kaynağı, pompaj birimi, basınçlı iletim sistemi veya boru şebekesi ile suyun havaya püskürtülerek tarla üzerine damlacıklar şeklinde uygulanmasını sağlayan başlıklardan oluşur (Pair, 1975).

Korukçu ve Aküzüm (1977), yağmurlama sisteminde başlıkların belirli aralıklarda olmak üzere dikdörtgen veya üçgen biçiminde tertiplendiklerini belirtmişlerdir. Aynı araştırmacılar yaptıkları bir araştırmanın sonucunda yağmurlama başlıklarının üçgen biçiminde tertiplenmesinin daha yeknasak bir su dağılımı oluşturduğunu ve başlık kullanım alanının genişleyebilmesine imkan sağladığını bildirmektedirler.

Ertuğrul ve Apan (1979), bir yağmurlama tesisinde lateral üzerindeki başlık aralığının, başlık ıslatma çapının % 50'sinden fazla olmaması gerektiğini belirtmişler, laterallerin arazide pratik çalışma bakımından devamlı esen rüzgar yönüne 90°lik açı ile yerleştirilmesini önermişler ve laterallerin kaydırılma aralığını rüzgar koşullarını da dikkate alarak aşağıdaki şekilde olmasını belirtmişlerdir.

#### Rüzgar durumu

Rüzgarsız

Rüzgar hızı < 2.22 m/s

Rüzgar hızı 2.22-4.44 m/s

Rüzgar hızı > 4.44 m/s

#### Lateral arası uzaklık

Başlık ıslatma çapının % 65'i

Başlık ıslatma çapının % 60'ı

Başlık ıslatma çapının % 50'si

Başlık ıslatma çapının % 22-30'u

Bir yağmurlama sistemi arazinin yüzey şekillerine bağlı olmaksızın sulanacak tarlaya suyu iletecek şekilde dizayn edilir. Toprak yüzeyinde göllenmeyi ve yüzey akışını önlemek için yağmurlama başlıkları, toprağın infiltrasyon kapasitesini geçmemeycek hızlarda su uygulanacak biçimde ve aralıklarda tertiplenir. Toprağın infiltrasyon hızından daha düşük uygulama hızları toprak havalanmasına imkan verir ve yüzeydeki toprak yapısının zarar görmesini en aza indirdiğinden tercih edilir (Jansen, 1980).

Korukçu ve Yıldırım (1981)'a göre yağmurlama sistemlerinin tertiplenmesinde dikkate alınması gereken temel ilkeler şunlardır :

- Ana boru hattı etken eğim doğrultusuna gelecek biçimde yerleştirilmelidir,
- Yağmurlama lateralleri, etken eğime dik ve olanak oranında tesviye eğrilerine paralel doğrultuda olmalıdır,
- Rüzgar hızının fazla olduğu yerlerde lateraller etken rüzgar yönüne dik gelecek biçimde yerleştirilmelidir,

- Çok uzun laterallerin kullanılmasından kaçınılmalıdır. Çünkü lateral uzunluğu; su dağılımı, işçilik gereksinimi ve kullanılacak boru çapını etkilemektedir,
- Laterallerin ana hat üzerindeki hareketi, en az iş gücüne gerek gösterecek biçimde düzenlenmelidir,
- Yağmurlama sisteminin tertibi ve boru büyüklüğü yıllık masrafları en az kılacak düzeyde olmalıdır.

Kara (1983), 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 birim alana düşen tesis masraflarının diğerlerine göre daha az olacağını bu yüzden toplulaştırma yapılmamış parçalı arazilerde bu sistemin tavsiye edilebileceğini belirtmektedir.

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

Güngör ve Yıldırım (1989), yağmurlama sulama sistemlerini; kaplanan alana göre, tesis ve işletme durumuna göre ve suyun bitkiye verilmiş biçimine göre olmak üzere üç ana gruba ayırarak bu sistemler hakkında bilgi vermişlerdir. Araştırmacılar bireysel bir yağmurlama sulama sisteminin tertiplenmesine etkili faktörler hakkında da bilgi vermişler ve bu faktörleri;

- Arazinin büyüklüğü, biçimi ve topoğrafik yapısı,
- Su kaynağının türü ve konumu,
- Rüzgarın etken yönü ve hızı,
- Sulanacak bitki cinsi,
- işçilik temin durumu

olarak özetlemişlerdir.

Pereira (1990), bir yağmurlama sisteminin tertibinde başlık aralığının başlık özelliği ve tertip biçimine, işletme basıncına, istenen su dağılım yeknesaklığına, rüzgar hızına ve sistemin kullanım amacına göre değişebileceğini, özellikle sulama açısından

önemli olan su dağılım yeknesaklığının, sulanan bitkinin ekonomik değerine göre değişebileceğini belirtmiş ve ekonomik değeri yüksek olan bitkilerde su dağılım yeknesaklık katsayısının yüksek değerde olması gerektiğini vurgulamıştır. Araştırmacı rüzgarsız ve rüzgarlı ortamlar için iyi bir su dağılım yeknesaklığının elde edilebilmesi için lateral hat aralığının aşağıdaki şekilde olması gerektiğini belirtmiştir.

#### **Rüzgar şartları**

Rüzgarsız ortam  
< 2.22 m/s  
2.22-4.44 m/s  
> 4.44 m/s

#### **Lateral Aralığı**

Etkili ıslatma çapının % 65'i  
Etkili ıslatma çapının % 60'ı  
Etkili ıslatma çapının % 50'si  
Etkili ıslatma çapının % 30'u

Yazar ve ark. (1990), sulama sistemlerindeki son gelişmeleri ele alarak değerlendirdikleri çalışmalarında yüzey, yağmurlama ve damla sulama sistemlerindeki gelişmeler ve uygulanma imkanları hakkında bilgi vermişlerdir. Özellikle sabit, taşınabilir, hareketli, Center-Pivot ve LEPA (düşük enerji kusursuz uygulama) yağmurlama sistemlerini ele alarak uygulamalarını değerlendiren araştırmacılar, taşınabilir yağmurlama sistemlerinin sulamanın 5 veya 7 günden daha kısa sürede gerekmediği durumlarda, sabit veya sürekli hareket eden yağmurlama sistemlerinin ise sık sık fakat az miktarda su uygulamalarının gerektiği hallerde uygun olacağını belirtmişlerdir.

Topak ve ark. (1992), Çumra Ovasında yaptıkları bir araştırma sonucunda bölgenin yağmurlama sistemlerinin % 69 civarında tek lateral olarak tertiplendiğini, yağmurlama tesislerinin % 46'sında lateral hat hidrolik yük kayıplarının müsaade edilebilir değerden fazla gerçekleştiğini belirlemişlerdir.

### **2.3. Yağmurlamada Tarla Su Uygulama Randımanı Konusunda Yapılan Çalışmalar**

İsraelsen (1953), sulama randımanını etkileyen önemli faktörün sulama suyu miktarı olduğunu, fazla suyun arazi üzerine üniform olarak yayılsa bile düşük randımana neden olabileceğini, tesviye ve sulama metodu, sulama suyu debisi, toprak bünyesi, sulama derinliği ve sulama süresi gibi faktörlerin sulama randımanını etkilediğini belirtmektedir (Öğretir, 1981).

Muhtelif sulama metotlarında su uygulama randımanları değişik olup, metodların planlanmasına ve sulama uygulamasına tabi olarak farklılık gösterirler.



Yağmurlama sistemlerinde tarla su uygulama randımanı % 60-80 sınırlarındadır (Boyacı, 1962).

Balaban ve Ayyıldız (1970)'a göre; Orta Anadolu'da sulama randımanları, karık sulamasında % 30-82, yağmurlama sulamada ise % 75-85'dir. Yağmurlama sulamada randımanın yüksek bulunmasının sebebi toprağa daha az ve üniform bir su verilmesidir.

Öğretir (1981), Eskişehir Çifteler sulama şebekesi sulama alanında tarla su uygulama randımanlarını; salma sulama yönteminde % 31.84-% 56.36, yağmurlama sulama yönteminde % 52.14-% 76.79 arasında bulmuş ve ortalama su uygulama randımanını % 55.78 olarak saptamıştır.

Twedt et al. (1984), Idaho Malad vadisinin güneydoğusundaki sulu tarım alanlarında sulama randımanının araştırılmasının yabancı bitkilerin yetişmesine etkilerini araştırmışlardır. Yağmurlama sulama uygulanan alanlarda randıman artırıldığında derine sızma ve yüzey akış % 27, bitki su tüketimi % 2.4-8 azalmıştır.

Oğuzer ve Önder (1988), Harran ovası koşullarında soya bitkisinde karık ve yağmurlama yöntemlerinin proje ölçütlerini irdelemişler, çalışmalarında tarla sulama randımanlarını yağmurlama sulamasında % 34-94, ortalama % 61, karık sulama yönteminde ise % 17-52, ortalama % 38 olarak tesbit etmişlerdir.

Şimşek (1990), Niğde-Misli ovasında sulanan alanlarda tarla sulama randımanı üzerine yapmış olduğu bir araştırmada; su uygulama randımanını yağmurlama sulamalarında ortalama % 33.7 olarak tesbit etmiştir. Randımanın düşük olmasını, sulama aralığının kısa ve sulama süresinin uzun tutulması sonucu ortaya çıkan fazla su kullanımından kaynaklandığını belirlemiştir.

Kara ve ark. (1991), Orta Anadolu'da sulamada verimliliği; sulama ile sağlanan verim artışı ve sulama şebekesinin verimliliği olmak üzere iki açıdan değerlendirmişlerdir. Sulama ile Orta Anadolu'da buğdayda % 100, şeker pancarında gübresiz % 206, gübreli koşullarda % 326'ya varan verim artışı sağlanabileceğini ileri sürmüşlerdir. Araştırmacılar bölgede sulama randımanının % 20 artırılabilmesi durumunda etkin sulama alanının mevcut durumdan % 48 daha fazla olabileceğini belirtmişlerdir.

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

Oğuz (1994) Gökçeada sulamasının izleme ve değerlendirilmesi amacı ile yaptığı bir araştırmada tarla sulama randımanını yağmurlama yönteminde % 48-75 olarak tesbit etmiş, su uygulama randımanının geniş sınırlar içinde değişmesini de, toprak bünyesi ve çiftçilerin sulama bilgilerinin farklılığından ileri geldiğini belirtmiştir. Araştırmacı, çiftçilerin sulamayı, toprak nemi solma noktasının altına düştüğünde yaptıklarını saptamıştır.

Ünlükalaycı (1994), Konya-Ilgın Atlantı Ovası sulamasında su dağıtım ve kullanım etkinliğini incelediği araştırmasında su uygulama randımanlarını, salma sulamada % 26-72 (ortalama % 46.7) yağmurlama sulamada % 81-89 (ortalama % 84.3) arasında bulmuştur.

#### 2.4. Şeker Pancarı Sulaması İle İlgili Çalışmalar

Göbelez (1961), şeker pancarı köklerinin topraktan su emme gücünün 12-16 atmosfer ve transpirasyon katsayısının ise yaklaşık 380 olduğunu bildirmektedir. Araştırmacı şeker pancarı sulamasında; pancarın ilk devreleri için 0-30 cm, yazın 0-60 cm ve sonraları içinde 0-90 cm derinliğe kadarki toprak hacimleri dikkate alınarak sulama yapılmasını önermektedir.

Vanlı (1970), Pitman ve Stewart'ın şeker pancarına bir gelişme döneminde 600-800 mm'den fazla su uygulanmasının verimi yükseltmediğini denemeler sonucu gösterdiklerini belirtmiştir.

Ertaş (1976), Konya-Çumra Ovası koşullarında lizimetrede şeker pancarının su tüketimini belirlemek amacı ile yaptığı çalışmada şeker pancarının aylık su tüketimlerini; Nisan'da 29.3, Mayıs ayında 53.8, Haziran ayı için 188, Temmuz'da 222, Ağustos ayında 221 ve Eylül ayı için 124.5 mm olarak bulmuştur.

Bilgen ve ark. (1977)'nin bildirdiğine göre; şeker pancarı suyun yaklaşık % 65'ini toprağın ilk 30 cm'lik, % 85'ini de ilk 60 cm'lik tabakasından sağlamaktadır. Şeker pancarı sulamasında en önemli husus üst 30 cm'lik toprak katmanını nemli olarak tutmaktır. Bu da daha sık fakat hafif sulamayı gerektirmektedir. Sulamada gereğinden fazla su kullanılırsa suda eriyebilir olan bitki besin maddeleri topraktan uzaklaştırılır veya kolayca istifade edilemeyecek derinliklere iner.

Madanoğlu (1977), Ankara şartlarında yaptığı şeker pancarında azot-su ilişkileri konulu araştırmanın sonucunda şeker pancarını, çimlenmeden hasada kadar 0-

90 cm toprak derinliğinde faydalı nemin % 30'a düştüğü zaman tarla kapasitesine getirecek şekilde sulamayı, bu takdirde mevsimlik su tüketiminin 1240 mm, sulama suyu ihtiyacının 1000 mm, sulama sayısının 10 ve sulama aralığının 18-23 gün olduğunu belirtmektedir.

Yadav ve Girdhar (1978)'in şeker pancarında karık ve yağmurlama sulaması uygulayarak yaptıkları bir çalışmada; pancar kök verimi yağmurlama sulamanın uygulandığı parsellerde 40.5 t/ha, karık sulamanın uygulandığı parsellerde 38.6 t/ha olarak elde edilmiştir. Su kullanma randımanı yağmurlama sulamada daha fazla gerçekleşmiştir.

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 suyun Eylül'ün üçüncü haftasında verilmesini önermektedir. Aynı araştırmacı (1980) Konya ovası için şeker pancarının lizimetrede belirlenen mevsimlik su tüketimini 850-950 mm, sulama suyu ihtiyacını ise 650-750 mm olarak belirtmektedir.

Yağmurlama sistemlerinin projelenmesinde dikkate alınacak etkili kök derinlikleri bitkilere göre değişmektedir. Şeker pancarı için bu derinlik 60 ile 90 cm'dir (Korukçu ve Yıldırım, 1981).

Anonymous (1982) tarafından Çumra ovası için şeker pancarının mevsimlik su tüketimi 801.8 mm olarak verilmektedir.

Kara (1983), şeker pancarının orta-derin köklü bir bitki olduğunu su tüketiminin % 62'sinin ilk 30 cm'lik % 19'unun 30-60 cm'lik ve % 12'sinin 60-90 cm'lik toprak katmanlarından gerçekleştiğini belirtmektedir.

Ertaş (1984), Konya ovası koşullarında yaptığı bir araştırmada şeker pancarının sulama suyu ihtiyacının 650-750 mm, mevsimlik su tüketiminin 850-900 mm olduğunu belirtmekte ve yağmurlama yöntemi ile her sulamada 80-90 mm su verilmesini, pancarın 8-9 kez sulanmasını önermektedir.

Özdoğan (1987)'a göre şeker pancarı, su ihtiyacının takriben % 60'ını toprağın üst 30 cm'lik tabakasından, % 20'sini de bunun altındaki 30 cm'lik tabakadan alır. Şeker pancarı sulamasında önemli olan husus üst 30 cm'lik toprak katmanını nemli olarak tutmaktır. Bunun için sık aralıklarla sulama yapılmalı gereğinden fazla su verilmemelidir.

Vanlı (1987), Şeker pancarının vejetasyon devresi boyunca kullandığı suyun % 80'ini 0-60 cm'lik toprak derinliğinden aldığını, bu derinliğin ekonomik bir sulama uygulamasının sağlanması yönünden etkili kök derinliği olarak alınabileceğini bildirmektedir. Araştırmacı Konya ovası için şeker pancarında 6-8 kez sulamanın ekonomik bir sulama açısından yeterli olduğunu belirtmektedir.

Güngör ve Yıldırım (1989), bazı kültür bitkilerinin olgunlaşma dönemine ait etkili kök derinliklerini belirtmişler ve şeker pancarı için bu derinliği 75-90 cm olarak vermişlerdir.

Akınerdem (1994)'in bildirdiğine göre, Çumra Ovasında şeker pancarı sulamasında % 70 yağmurlama ve % 30 yüzey sulama yöntemi uygulanmaktadır. Bölgede şeker pancarının sulama sayısı 6-14 arasında değişmektedir.

Balcın ve Çelik (1994), Tokat-Kazova şartlarında şeker pancarında kısıntılı koşullarda sulama sayısını 7 adet, sulama aralığını ortalama 12 gün olarak belirlemişlerdir. İlk suyun Haziranın ikinci yarısında uygulanmasını, her sulamada 40 mm su verilmesini, sulamanın kontrollü olması açısından yağmurlama yöntemi ile yapılmasını tavsiye etmektedirler.

Kodal (1994), şeker pancarında çimlenme ve çıkış döneminde topraktaki su miktarının toprağın kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 40'ın altına düşmemesi gerektiğini, vejetatif gelişme ve kök oluşumu döneminde toprağın su tutma kapasitesinin % 50-60'ının kullanılmasına izin verilebileceğini ve sulama suyunun kısıtlı olduğu durumda bu oranın % 80'e kadar artırılabilir olduğunu bildirmektedir. Araştırmacı, şeker pancarının sulanmasında en ideal sulama yönteminin yağmurlama yöntemi olduğunu belirterek, yağmurlama sulamanın kök ve şeker verimini ve şeker varlığını diğer sulama yöntemlerine göre önemli düzeyde artırdığını belirtmektedir.

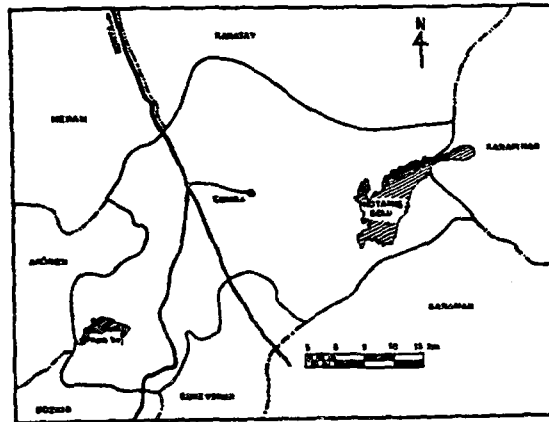
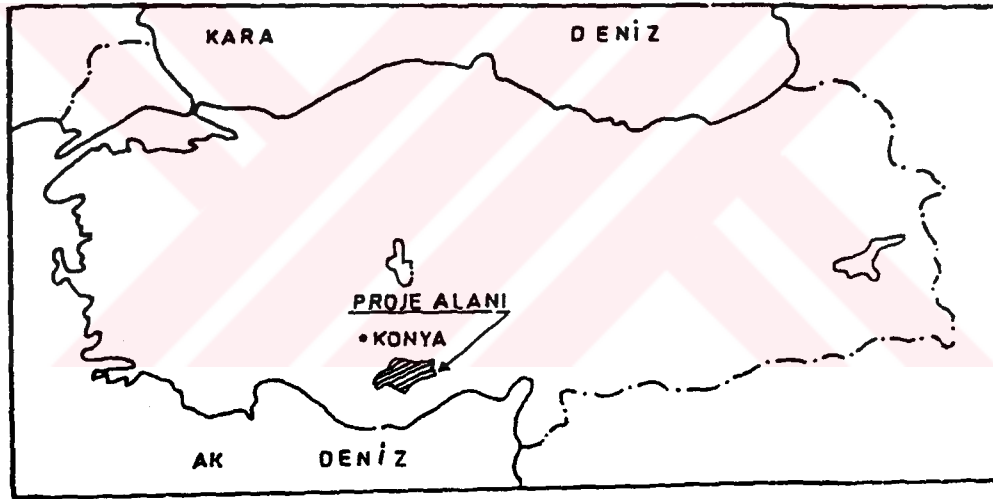
### 3. MATERYAL VE METOD

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Araştırma alanı hakkında genel bilgiler

###### 3.1.1.1. Konum

Araştırmanın yapıldığı Çumra Ovası, Konya ilinin güneyinde  $37^{\circ}35'$  kuzey enlemi ve  $32^{\circ}47'$  doğu boylamı arasında yer almaktadır. Denizden ortalama yüksekliği 1013 m'dir (Anonymous, 1982). Araştırma alanı, güneydoğusunda Karaman, batısında Akören, güneyinde Bozkır, kuzeyinde Konya ve Karapınar ile komşudur (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Araştırma alanının Türkiye ve Konya'daki yeri

### 3.1.1.2. İklim özellikleri

İç Anadolu bölgesi sınırları içerisinde yer alan araştırma alanı yazları kurak ve sıcak, kışları soğuk ve yağışlı bir iklime sahiptir. Yıllık ortalama sıcaklık 10.7°C, en soğuk ay ortalaması -0.6°C ile Ocak, en sıcak ay ise ortalama 22°C ile Temmuz ayıdır. Yağışı en çok olan aylar Mayıs, Kasım ve Aralıktır. Yıllık ortalama nisbi nem % 63.1, sulama periyodundaki nisbi nem % 52.8 ile % 60.9 arasında değişmektedir. Yıllık ortalama rüzgar hızı 1.3 m/s, hakim rüzgar ise kuzey rüzgarlarıdır (Anonymous, 1995 b). Araştırma alanına ait meteorolojik verilerin çok yıllık ortalamaları Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Yıllık ortalama yağış miktarı 301.4 mm olup, bunun bitki gelişme mevsimi süresindeki miktarı 132.2 mm'dir. Bu durumda toplam yağışın ancak % 43.86'sı bitki yetişme döneminde düşmektedir.

### 3.1.1.3. Toprak ve su kaynakları

Araştırma alanında tarım yapılabilir arazi varlığı 107.114 hektar civarında olup, bunun sulu tarım yapılabilir kısmı 85.000 hektar, mevcut sulanan alan 48.000 hektar kadardır (Anonymous, 1995 a).

Bünye itibari ile killi toprak karakterinde olan araştırma alanı arazilerinde orta, hafif ve çok hafif bünyeli topraklar da bulunmaktadır (Anonymous, 1992). Topraklar genellikle orta ve yüksek infiltrasyon hızına sahiptir. İnfiltrasyon hızı 5-150 mm/h arasında değişmektedir (Ertaş, 1979; Kara ve ark., 1990).

Çumra Ovası sulamasında yerüstü ve yeraltı su kaynaklarından faydalanılmaktadır. Yerüstü su kaynağı Apa barajıdır. Apa barajının rezervini ise Beyşehir ve Suğla gölleri ile Çarşamba çayı akımları oluşturmaktadır. Apa barajından sulama amaçlı yıllık ortalama olarak  $335 \times 10^6 \text{ m}^3$ 'lük akım sağlanmaktadır (Anonymous, 1991). Ayrıca araştırma alanında  $323 \times 10^6 \text{ m}^3$ 'lük yeraltı su potansiyeli bulunmaktadır (Anonymous, 1978). Çumra ovasında faaliyet gösteren 16 adet sulama kooperatifi 564 adet kuyu ile yeraltı sularının sulamada kullanılmasında hizmet vermektedir (Çiftçi ve ark., 1995).

Çizelge 3.1. Araştırma Alanına İlişkin Meteorolojik Veriler (Anonymous 1995 b)

Meteorolojik Değerler	A Y L A R												Yıllık		
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık			
Uzun Yıllar Ortalaması (1980-1993)															
Sıcaklık °C	-0.6	-0.1	5.1	11.3	14.3	19.4	22.0	21.4	17.3	11.7	5.3	1.6	10.7		
Yağış (mm)	33.8	28.2	31.0	33.1	42.4	16.7	4.9	2.0	5.1	28.0	39.8	36.4	301.4		
Nisbi Nem (%)	76.7	73.7	67.4	59.7	60.9	56.5	53.5	52.8	55.8	65.2	74.5	77.0	63.1		
Rüz. Hızı (m/s)	0.93	1.13	1.20	1.3	1.45	1.65	2.0	1.7	1.13	1.0	0.93	1.0	1.3		
Güneş. süresi (h/gün)	2.9	4.0	5.9	7.0	8.3	10.2	11.2	11.0	9.7	7.1	4.3	2.9	7.0		
1994															
Sıcaklık °C	3.1	2.5	5.7	13.0	16.7	19.9	23.0	22.1	21.0	14.6	5.4	0.3	12.3		
Yağış (mm)	39.6	13.4	33.8	63.7	11.8	6.1	2.0	-	0.7	43.0	65.9	51.1	33.1		
Nisbi Nem (%)	76.5	70.1	64.9	57.2	57.1	50.1	47.8	45.1	46.5	67.0	73.1	80.3	61.3		
Rüz. Hızı (m/s)	1.1	1.4	2.0	1.8	1.7	2.4	2.2	2.1	1.47	1.6	1.0	1.8	1.7		
Güneş. süresi (h/gün)	4.0	4.3	5.8	8.0	9.9	11.7	11.0	10.9	10.2	6.8	4.2	3.4	7.5		

### 3.1.1.4. Araştırma alanında tarımsal yapı

Araştırma alanında yaygın olarak hububat tarımı yapılmaktadır. Tarımı yapılan diğer bitkiler; şekerpancarı, sebze, yem bitkileri, baklagil, bostan ve meyvedir. Çumra sulama şebekesi sulama alanında mevcut bitki deseni; hububat % 75, şekerpancarı % 15, baklagil % 3, yonca % 3, bostan % 2 ve meyve-sebze % 2 şeklindedir (Çakmak, 1994). Çumra Ovasında sulanan alanlardaki şeker pancarı ekiliş oranı % 20 civarındadır (Anonymous, 1995 a).

Araştırma alanında 1983-1995 yılları arasında şekerpancarı tarımı yapılan alan ve verim durumu Çizelge 3.2'de verilmiştir (Anonymous, 1996).

Çizelge 3.2. Araştırma Alanında Şekerpancarı Ekim Alanı ve Verim

Yıllar	Şeker Pancarı	
	Ekiliş Alanı (ha)	Verim (kg/ha)
1983	7289.7	45360
1984	5743.0	43840
1985	4850.1	41950
1986	6545.0	48850
1987	5535.1	46230
1988	5981.6	51980
1989	7785.1	51730
1990	9463.4	54460
1991	7456.3	52500
1992	8457.5	54950
1993	10179.6	53050
1994	10068.4	44570

### 3.1.2. Sulama ve uygulanan sulama metodları

Konya-Çumra ovası sulama şebekesi devlet eli ile yapılan ilk sulama şebekelerinden biridir. 1914'te hizmete açılan şebekede o günden bu güne dek sulama yapılmaktadır. Çumra Ovasında 47859 ha arazi sulu tarıma açılmış bulunmakta olup, bunun yaklaşık 40671 ha devlet sulaması 7178 ha halk sulamasıdır (Anonymous, 1995 a).



Çumra Ovası sulamasında, yeraltı suları önemli bir yer tutmaktadır. Faaliyet gösteren 16 adet yeraltı sulama kooperatifi 564 adet kuyusu ile yeraltı sularının sulamada kullanılmasına imkan vermektedir (Çiftçi ve ark., 1995).

Konya bölgesi şartlarında sulanan alanlarda uygulanan sulama yöntemleri; karık, tava ve yağmurlama yöntemidir. Çiftçilerin % 75'i en uygun sulama yöntemi olarak yağmurlamayı benimsemektedir (Çiftçi ve ark., 1994).

Çumra ovasında pancar tarımında sulama sayısı 6-14 adet arasında değişmekte ve ortalama sulama sayısı 8'dir. Bu bölgede sulamanın % 70'i yağmurlama, % 30'u salma usulle yapılmaktadır (Akınerdem, 1994).

Araştırma alanında başta şekerpancarı olmak üzere fasulye, domates, patates, yonca, soğan, nohut, buğday ve arpa'nın sulanmasında yağmurlama yöntemi uygulanabilmektedir.

### 3.1.3. Yağmurlama tesislerinin seçimi ve yerleri

Çumra Ovasında, yağmurlama sulama yönteminin yaygın olarak kullanıldığı İçeri Çumra, Çumra (Merkez), Güvercinlik, Okcu, Fethiye ve Kargın yerleşim yerlerini içine alan saha araştırma için pilot bölge seçilmiştir.

Çiftçilerin uyguladıkları yağmurlama sistemlerinin teknik özelliklerinin belirlenmesi amacı ile bu bölgede 73 adet yağmurlama tesisi incelenmiştir. Bu yağmurlama tesisleri araştırma alanında tesadüfi olarak seçilmiştir. Seçilen tesislerin 28'i İçeri Çumra, 16'sı Çumra, 4'ü Fethiye, 12 adedi Okçu-Güvercinlik ve 13'ü Kargın sınırları içerisinde.

Seçilen yağmurlama tesislerinde; su kaynağı, kuvvet kaynağı, boru hatlarının çapı, boru cinsi, lateral aralığı, lateral sayısı, yağmurlama başlığı sayısı, başlık aralığı, başlık meme çapı, başlık yükseltici boyu ve sistemin işletme basıncı gibi bilgiler teknik bilgi toplama formuna kaydedilmiştir.

### 3.1.4. Bölgede uygulanan yağmurlama tesisleri

Yağmurlama sistemleri tesis ve işletme durumuna bağlı olarak; sabit, yarı sabit ya da taşınabilir biçimde sınıflanabilir. Sabit sistemler su kaynağından başlayarak tüm unsurlar konum yönünden sabittir. Yarı sabit sistemde genel olarak pompaj ünitesi ve

ana hat sabit, lateraller hareketlidir. Taşınabilir sistemler, sabit ya da hareketli bir pompaj ünitesi, hareketli olan ana boru ve lateral boru hatlarından oluşur. Tümü ile taşınabilir bir sistemde bütün borular ve pompaj ünitesi hareketli olabilir. Taşınabilir bir yağmurlama tesisi sulanacak arazinin bir yerinden başka bir yere taşınabildiği gibi, bir tarladan başka bir tarlaya da taşınabilir (Kara, 1983; Korukçu ve Yıldırım, 1981).

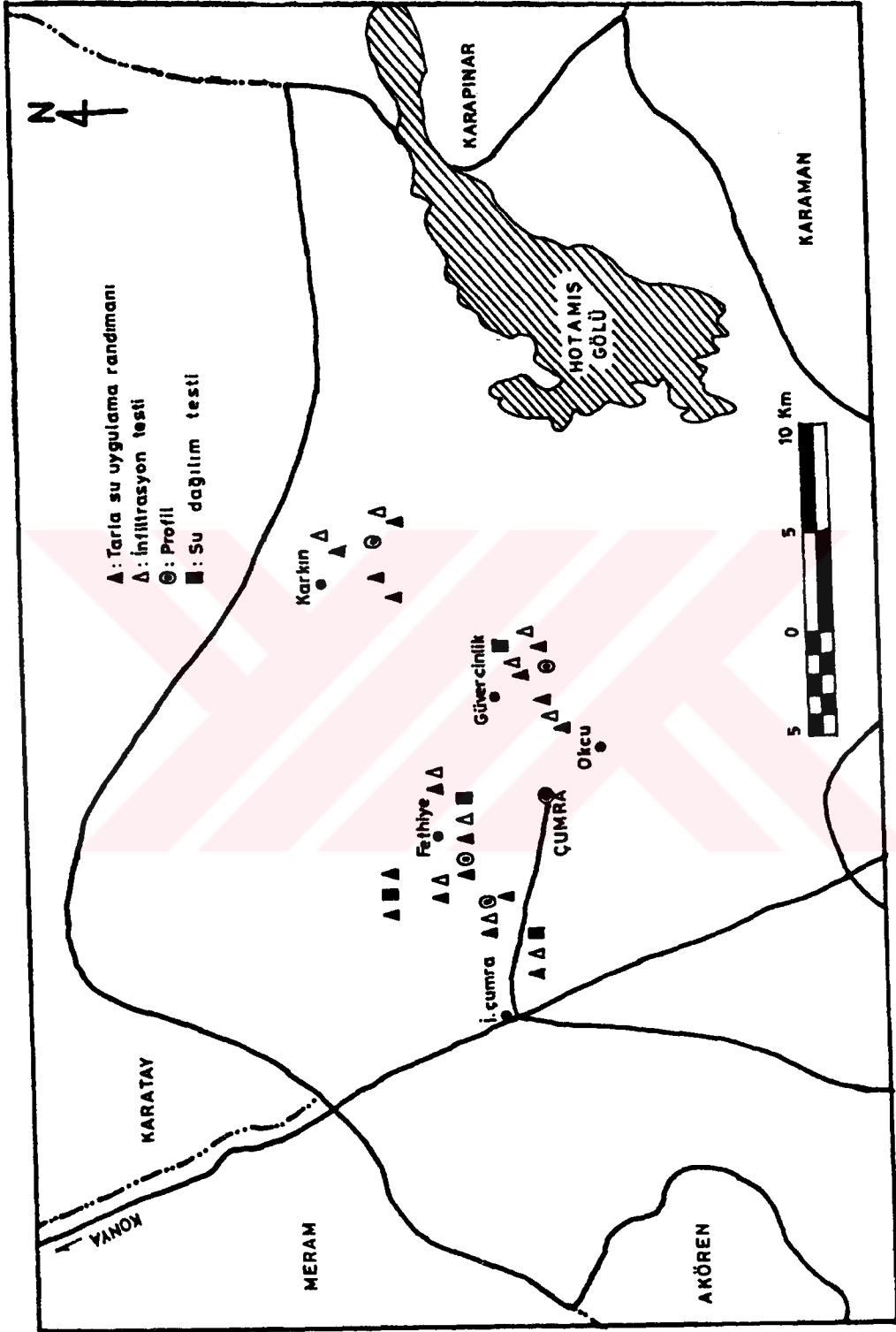
Araştırma bölgesinde uygulanan yağmurlama sistemleri, tüm elemanları taşınabilen sistemlerdir. Boru hatları plastik borulardan oluşmaktadır. Standart boru boyları 5-6 m'dir. Çoğunluğu tek lateralli sistemlerdir. Yağmurlama başlıkları, çift memeli ve orta yüksek işletme basıncına haiz başlıklardır (Topak ve ark., 1992).

### **3.1.5. Sulama denemeleri yapılan yerler**

Pilot bölge olarak seçilen sahada sulama yapan 17 çiftçi tarlasındaki yağmurlama tesisleri, daha önce değinildiği gibi tesadüfi olarak seçilmişlerdir. Tesislerin özellikleri itibari ile bölgede en çok uygulanan sistemlerden olmasına dikkat edilmiştir. Bu tarlalarda sulama zamanının belirlenerek çiftçi uygulamaları ile karşılaştırılması için toprak örnekleri alınmıştır. Aynı tarlalarda tarla su uygulama randımanının belirlenebilmesi için yağmurlama sisteminin debisi ölçülmüş, sulama öncesi ve sonrasında nem tayini için toprak örnekleri alınmıştır. 17 adet tarlanın 10'unda infiltrasyon hızı ölçümleri yapılmış ve bu tarlalarda sulama yapan yağmurlamaların yağmurlama hızının belirlenmesi için başlık debisi ölçümü yapılmıştır. Sulama denemesi yapılan yerler Şekil 3.2'de verilmiştir.

### **3.1.6. Su dağılımının ölçüldüğü yerler**

Araştırma alanında yağmurlama sistemleri ile yapılan sulama uygulamalarında su dağılımının belirlenmesi amacı ile dört ayrı yerde su dağılımı ölçümü yapılmıştır. Su dağılımı ölçümü hem çiftçi yağmurlamalarında, hem de S.Ü Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama çiftliğinde gerçekleştirilmiştir. Su dağılımı denemesi yapılan yağmurlamaların bölgede uygulanan yağmurlama sistemlerinin özelliklerini karakterize etmesine dikkat edilmiştir. Su dağılımı ölçümüne tabii tutulan yağmurlama sistemlerinin yeri Şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.2. Sulama, su dağılımı denemesi yapılan ve profil açılan yerler.

### 3.1.7. Toprak profili açılan yerler

Araştırma sahasında uygulanan yağmurlama sulamalarında, çiftçi sulamalarının değerlendirilmesi amacı ile toprakların hacim ağırlığı tesbit edilmiştir. Hacim ağırlığı belirlenmesi için araştırma alanının 4 değişik yerinde profil açılarak bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Profil açılan yerler Şekil 3.2'de gösterilmiştir.

## 3.2. Metod

### 3.2.1. Yağmurlama ile sulanan bitki seçimi

Çumra ovasında bitki deseninde hububat tarımı büyük bir orana sahiptir. Ancak bölgede 40 yıllık geçmişe sahip olan şeker pancarı da geniş bir ekiliş oranına sahiptir. Ayrıca tarla fasulyesi, domates, patates, yonca, nohut, bostan gibi tarla bitkileri de araştırma alanında yetiştirilmektedir. Ovada tarımı yapılan bu tarla ürünlerinin hemen tamamı sulamaya ihtiyaç göstermektedir.

Araştırma alanında tarımı yapılan bitkilerin hemen tamamının sulanmasında yağmurlama yöntemi uygulanabilmektedir. Ancak bu araştırmada şekerpancarı sulamalarında uygulanan yağmurlama tesisleri esas alınmıştır. Bu seçimde şu hususlar etkili olmuştur:

- Yağmurlama sulamanın yörede en çok uygulandığı bitki olması,
- Geniş bir ekiliş oranına sahip olması,
- Sulama periyodunun uzun olması,
- Hassas bir bitki özelliği taşımaması (denemeler esnasında zedelenme gibi),
- Sulama işçilik faaliyetlerinin kolay yürütüleceği düşüncesi,
- Şekerpancarı tarımının bir kuruluş himayesinde yapılıyor olması ve dolayısı ile ekim sahaları ile ilgili bilgilerin kolay temin edilerek araştırmanın yürütülmesinde kullanılabileceği düşüncesi.

### 3.2.2. Pilot alanının seçilmesi

Çumra Ovasında Çumra dahil 32 yerleşim yerinin arazilerinde şeker pancarı tarımı yapılmaktadır. 1994 yılında Çumra Ovasında 100600 da alanda pancar ekimi

gerçekleştirilmiştir (Anonymous, 1994). Çumra Pancar Ziraat Müdürlüğü elemanlarının bilgileri ve bölgede yaptığımız incelemeler sonucunda şekerpancarı sulamasında yağmurlama sulama uygulanmaktadır.

Araştırmanın çok değişik yerleşim yerinde ve bu kadar geniş bir alanda yapılmasının zorluğu dikkate alınarak, bölgeyi temsil edebilecek tarzda bir pilot alan seçilmiş ve çalışmalar bu alanda yürütülmüştür (Şekil 3.3).

Pilot alan seçiminde;

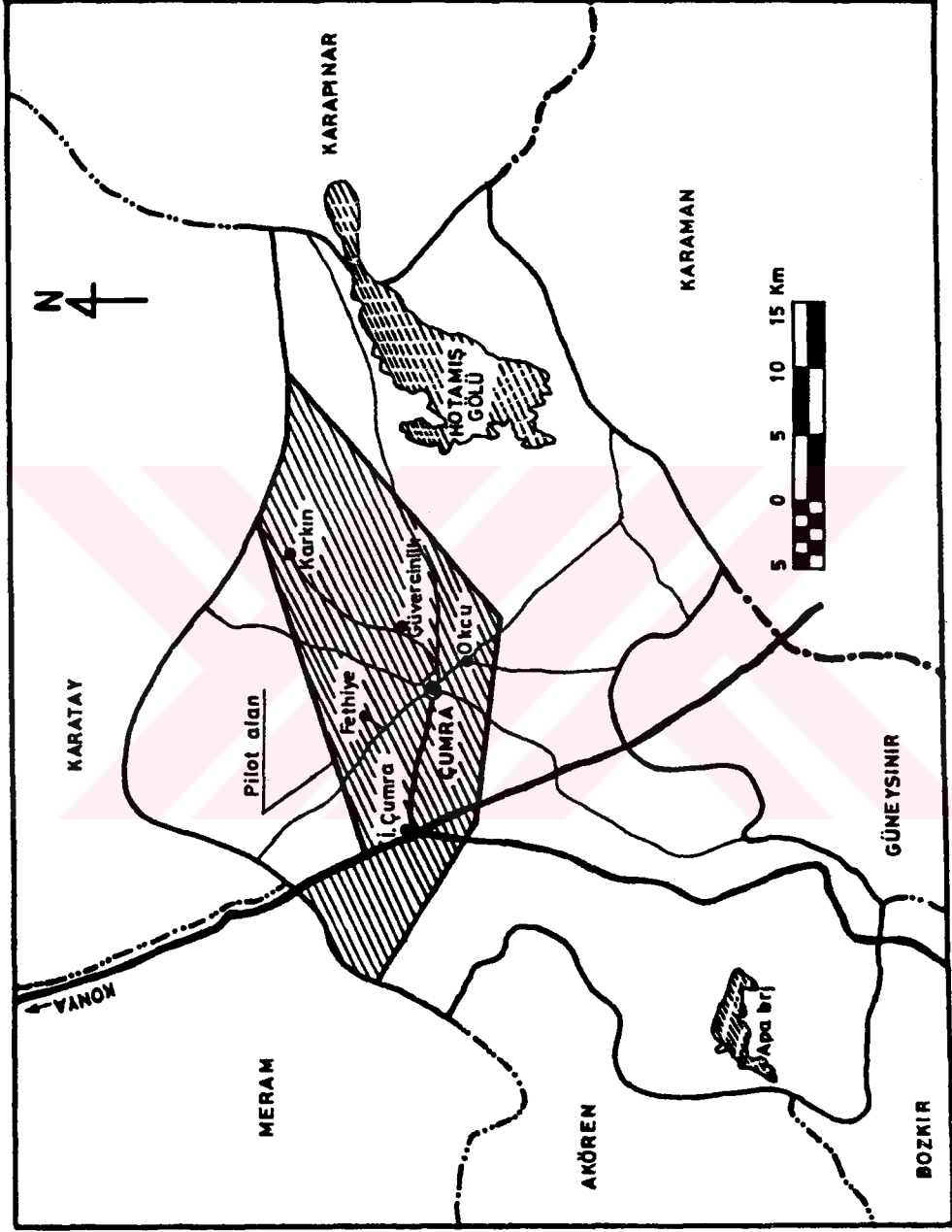
- Bölgede pancar tarımı yapılan toplam alanı temsil edecek büyüklükte olmasına,
- Pancar sulamasının yoğun olarak yağmurlama ile yapılıyor olmasına,
- Mevcut imkanlar da dikkate alınarak gerek ulaşım ve gerekse çalışma kolaylıklarına,
- Yeraltı suları (keson kuyular) ve şebeke suları ile de sulamanın yapılıyor olmasına,

dikkat edilmiştir.

Örnek olarak seçilen pilot alan, 1994 yılına ait toplam pancar ekili alanların % 66'sı kadardır. Bu alan Çumra, İçeriçumra, Okçu, Güvercinlik, Fethiye ve Kargın pancar sahalarından oluşmaktadır. Seçilen pilot alan büyüklüğü ve pilot alanı oluşturan pancar sahaları Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Araştırma Yapılan Pilot Alan Pancar Ekim Sahaları (Anonymous, 1994).

Pilot alan Pancar Sahası	
Adı	Ekim Alanı (da)
Çumra (Merkez)	11562
Fethiye	1199
İçeriçumra	27368
Kargın	13832
Güvercinlik	7712
Okçu	3942
<b>Toplam</b>	<b>65615</b>



Şekil 3.3. Araştırma alanında pilot alanın yeri

### 3.2.3. Anket çalışmaları

Araştırma alanında çiftçilerin yağmurlama tekniği ile sulama konusundaki bilgi beceri ve tecrübelerinin ortaya çıkarılabilmesi için anket yapmak amacıyla bir bilgi formu hazırlanmıştır. Bu formda çiftçilerden özet olarak şu sorulara cevap istenmiştir.

- Tarım yaptığı arazi varlığı, mülkiyet durumu, kuru ve sulu tarım alanı,
- Suladığı alanda uyguladığı sulama yöntemi,
- Yağmurlama yöntemi ile suladığı tarla alanı, sayısı ve bitkiler,
- Yağmurlama yöntemine geçiş yılı ve her yıl sulamada kullanım durumu,
- Yağmurlama tesisinin elemanları, araziye tertibi ve çalışma şartları,
- Yağmurlama yöntemi ile sulama uygulamaları; sulama zamanı, sulama aralığı, sulama süresi ve sulama sayısı.
- Bölgenin rüzgar durumu ve yağmurlama sulamadaki etki durumu,
- Yağmurlama sulamayı tercih nedenleri ve karşılaşılan sorunlar.

Hazırlanan bilgi formu ile 1994 yılı sulama mevsiminde araştırma alanında çiftçilerle karşılıklı görüşerek gerekli bilgiler toplanmıştır. Bilgi toplama amacı ile görüşülen, hakkında bilgi toplanan yağmurlama sulama tesisi sahibi çiftçi sayısı 73 adettir.

### 3.2.4. Yağmurlama tesisleri özelliklerinin belirlenmesi

Araştırma alanında uygulanan yağmurlama tesislerinin özellikleri işletme durumu ve sistem unsurları açısından olmak üzere iki başlık altında incelenmiştir.

Tesislerin işletilmesi ile ilgili olarak şu özellikler belirlenmiştir :

- Yağmurlama sisteminin tipi (sabit, yarı sabit, hareketli),
- Sistemin ana boru hattının olup olmadığı,
- Laterallerin ana hatta bağlantı şekli (L.T.Z)
- Lateral sayısı
- Laterallerin arazideki tertip düzeni (Rüzgar yönüne göre)
- Başlıkların yerden yüksekliği
- Başlıkların lateral üzeri aralığı

- Lateral kaydırma aralığı

Sistemin unsurları olarak şu özellikler belirlenmiştir :

- Sulama suyu kaynağı,

- Pompaj ünitesi,

- Boru hatlarının cinsi (plastik, aliminyum)

- Ana hat boru çapı

- Lateral boru çapı

- Yağmurlayıcı başlıklar; tipi, meme çapı, mevcut işletme basıncı ve lateral üzerindeki sayıları.

Araştırma alanında uygulanan yağmurlama sistemlerinin özelliklerinden bazıları yağmurlama sistemi üzerinde yapılan inceleme ile bazıları işletme sahibine sorulmak sureti ile bazıları da ölçülerek elde edilmiştir. Yağmurlama hattındaki mevcut başlık basınçları pitot tüplü manometre ile ölçülmüştür.

### 3.2.5. Toprakların bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi

Sulamada toprağın bünyesi, hacim ağırlığı, özgül ağırlığı, tarla kapasitesi, solma noktası ve faydalı su tutma kapasiteleri gibi bazı fiziksel özellikleri önemlidir. Araştırma alanındaki toprakların bünyesi, hacim ağırlığı, tarla kapasitesi, solma noktası ve faydalı su tutma kapasitesi gibi bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi amacı ile sulama denemelerinin yapıldığı tarlalardan 0-30, 30-60 ve 60-90 cm'lik toprak katmanlarından bozulmuş ve bozulmamış (profillerden) toprak örnekleri alınmıştır. Bozulmuş toprak örnekleri her örnek yerinde tarlayı temsil edecek şekilde en az iki noktadan toprak burgusu ile alınmıştır. Bozulmuş örnekler havada kurutulup 2 mm'lik elekte elendikten sonra, laboratuvarında bünye analizi, tarla kapasitesi ve solma noktası tayin edilmiştir. Hacim ağırlığının belirlenmesi için değişik yerde profil açılarak 100 cm<sup>3</sup> hacimli silindirlerin çakma başlığı ile çakılması sonucu bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örneklerinin alınmasında Demiralay (1977) tarafından önerilen kurallara uyulmuştur.

Araştırma alanında açılan profillerin yerleri Şekil 3.2'de, buralardan bozulmamış örneklerin alınışı Şekil 3.4'de verilmiştir. Toprak fiziksel özelliklerinin belirlenmesinde uygulanan metodlar aşağıda açıklanmıştır.





Şekil 3.4. Bozulmamış toprak örneklerinin alınışı

Bünye analizi : Bouyoucos (1951) tarafından geliştirilen hidrometre yöntemine göre yapılmıştır (Demiralay, 1977). Bünye sınıfları tekstür üçgeninden bulunmuştur.

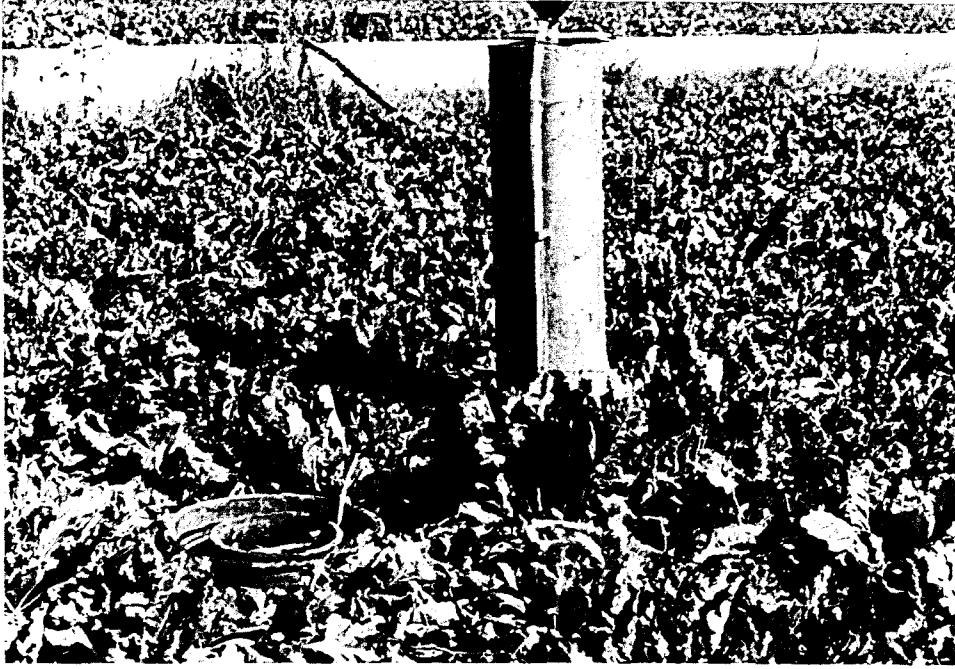
Tarla kapasitesi :  $1/3$  atmosferlik emiş altında basınçlı tabla kullanılarak belirlenmiştir (Richards, 1954).

Solma noktası : 15 atmosferlik emiş altında basınçlı tabla kullanılarak belirlenmiştir (Demiralay, 1977).

Hacim ağırlığı : Bozulmamış toprak örneklerinde fırın kurusu ağırlığın örnek hacmine bölünmesi ile hesaplanmıştır (Richards, 1954).

### 3.2.6. Toprak infiltrasyon hızının belirlenmesi

Araştırma alanında sulama denemelerinin yapıldığı tarlaların 10 adedinde infiltrasyon hızı ölçümleri yapılmıştır. Bu amaçla sabit seviyeli çift silindirli infiltrometre kullanılmıştır (Şekil 3.5). Elde edilen sonuçlardan, Ertuğrul ve Apan (1979), Güngör ve Yıldırım (1989) tarafından verilen esaslara göre infiltrasyon hızı hesaplanmıştır.



Şekil 3.5. Sabit seviyeli çift silindirli infiltrometre ile infiltrasyon hızının ölçülmesi

### 3.2.7. Uygulanan su miktarının ölçülmesi

Lateral hat üzerindeki uç başlıkların debileri ve basınçları ölçülmek sureti ile ortalama lateral debisi hesaplanmıştır. Başlıkların debileri, önceden hazırlanmış olan plastik hortumlu başlık, 20 L'lik su toplama kabı ve kronometre yardımı ile ölçülmüştür (Şekil 3.6). Kab hacmi dolma süresine bölünerek başlığın debisi hesap-



Şekil 3.6. Başlık debilerinin ölçülmesi

lanmıştır. Uç başlıkların basınçları pitot tüplü manometre ile belirlenmiştir. Bu amaçla kullanılan manometre % 5 hassasiyetindedir. Başlık meme basıncı ölçümünde kullanılan pitot tüplü manometre Şekil 3.7'de gösterilmiştir.

Lateral debisi, Balaban (1968) tarafından verilen formülle hesaplanmıştır.

$$Q = N \times q_0 \left[ 1 + 0.12 \left( \frac{P_n}{P_0} - 1 \right) \right]$$

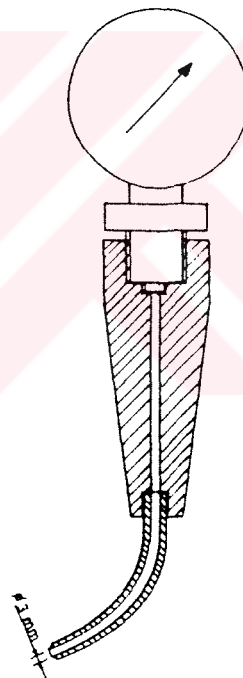
Q : Lateral debisi m<sup>3</sup>/h

N : Lateraldeki toplam başlık sayısı

q<sub>0</sub> : Lateralin sonundaki başlık debisi (m<sup>3</sup>/h)

P<sub>n</sub> : Lateralin başlangıç ucundaki başlık basıncı (atm)

P<sub>0</sub> : Lateralin sonundaki başlık basıncı (atm)



Şekil 3.7. Başlık basınçlarının ölçülmesinde kullanılan pitot tüplü manometre.

### 3.2.8. Toprakta nem tayini

Toprak neminin belirlenmesi amacı sulamadan önce ve sulamadan 2-5 gün sonra 0-30, 30-60 ve 60-90 cm derinliklerden alınan toprak örneklerinden nem tayini, laboratuvarında gravimetrik metod esasına göre yapılmıştır (Kara, 1983).

### 3.2.9. Faydalı su kapasitesinin hesaplanması

Bilindiği üzere, tarla kapasitesi ile solma noktası nem yüzdeleri farkı, söz konusu toprak için faydalı su miktarını vermektedir.

Tarla kapasitesi ve solma noktası değerlerinden faydalanarak etkili bitki kök derinliği için faydalı su kapasitesi miktarları hesaplanmıştır.

### 3.2.10. Bitki su tüketiminin hesaplanması

Araştırma alanı için bitki su tüketiminin belirlenmesinde Penman yöntemi uygulanmıştır (Güngör ve Yıldırım, 1989).

Bitki su tüketiminin tahmininde kullanılan Penman eşitliği aşağıda verilmiştir.

$$ET_O = C \cdot [w \cdot R_n + (1-w) \cdot f_{(u)} \cdot (e_a - e_d)]$$

$ET_O$  : Referans bitki su tüketimi, mm/gün,

$C$  : Düzeltme faktörü,

$W$  : Ağırlık faktörü,

$R_n$  : Eşdeğer buharlaşma cinsinden net radyasyon, mm/gün,

$f_{(u)}$  : Rüzgar fonksiyonu,

$e_a$  : Ortalama hava sıcaklığındaki doymuş buhar basıncı, mb,

$e_d$  : Ortalama hava sıcaklığındaki gerçek buhar basıncı, mb.

### 3.2.11. Bitki kök bölgesi derinliğinin tesbiti

Şekerpancarı etkili kök bölgesi derinliği araştırma alanında 4 değişik tarlada kök bölgesi açılmak sureti ile saptanmıştır (Şekil 3.8).

### 3.2.12. Tarla su uygulama randımanının belirlenmesi

Tarla su uygulama randımanı, sulama öncesi ve sonrası etkili bitki kök bölgesi derinliğindeki toprak nemi izlenerek bulunmuştur. Sulama sonrası toprak neminin belirlenmesi amacıyla sulamadan 2-5 gün sonra toprak örnekleri alınmıştır. Sulamadan sonra geçen her günün bitki su tüketimleri toprakta tutulan su olarak işleme konmuştur.



Şekil 3.8. Etkili bitki kök derinliğinin belirlenmesi

Araştırma alanında seçilen her tarlada sulamadan önce ve sonra en az iki noktadan çakma burgu ile 0-30, 30-60, 60-90 cm derinliklerden alınan toprak örneklerinde gravimetrik yöntemle nem tayini yapılmış ve nem değeri Kara (1983)'nın verdiği formülle hesaplanmıştır.

$$P_w = \frac{W_w - W_d}{W_d} \times 100$$

$P_w$  : % su (ağırlık yüzdesi)

$W_w$  : Toprağın yaş ağırlığı

$W_d$  : Toprağın kuru ağırlığı

Sulamadan sonraki toprak nem değerlerinden, sulamadan önceki toprak nem değeri çıkarılarak sulama ile toprakta depolanan nem miktarı hesaplanmıştır.

Toprakta sulama ile depolanan nem değerleri, etkili kök bölgesi derinliği için eşdeğer su miktarı olarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Kara, 1983).

$$d = \frac{P_w \cdot \gamma_t \cdot D}{100}$$

$d$  : Su derinliği (cm)

$P_w$  : Ağırlığa göre % su

$\gamma_t$  : Toprağın hacim ağırlığı ( $g/cm^3$ )

$D$  : Toprak derinliği (cm)

Tarla su uygulama randımanı aşağıda verilen eşitlik ile belirlenmiştir (Güngör ve Yıldırım, 1989).

$$E_a = 100 \times \frac{W_s}{W_f}$$

$E_a$  : Su uygulama randımanı, %

$W_s$  : Etkili kök bölgesinde depolanan su miktarı

$W_f$  : Tarlaya verilen su.

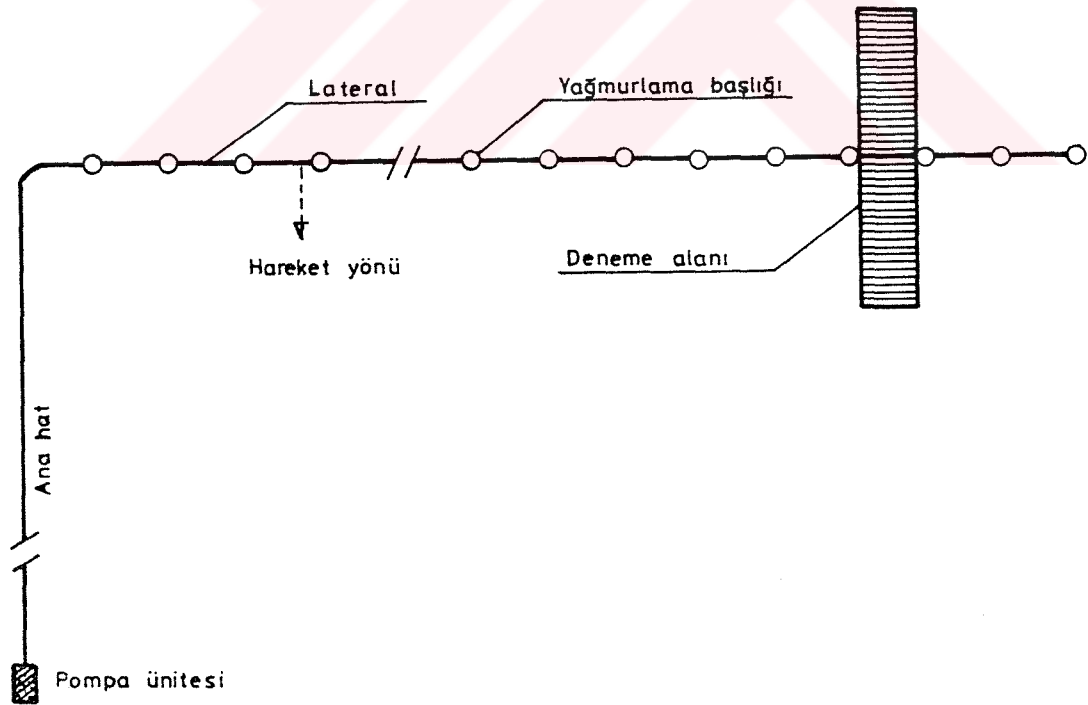
Su uygulama randımanı belirlenen araziler Şekil 3.2'de gösterilmiştir.

### 3.2.13. Lateral boru çapının değerlendirilmesi

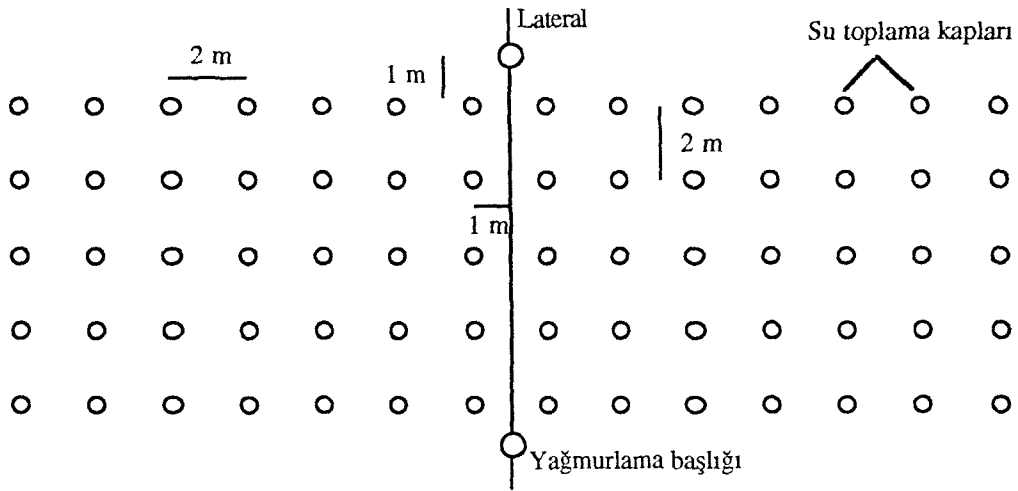
Lateral boru çapının hidrolik yönden değerlendirilmesinde uygulamada yaygın olarak kullanılan Christiansen yönteminden yararlanılmıştır. Bu yöntemde en büyük ve en küçük basınçların uç başlıklarda olduğu varsayılmaktadır. Dolayısı ile lateral boru çapı öyle olmalıdır ki, uç başlıklar arasında oluşacak yük kayıpları, yağmurlama başlığının ortalama işletme basıncının % 20'sini aşmamalıdır (Korukçu ve Yıldırım, 1981).

### 3.2.14. Su dağılımının ölçülmesi

Araştırma alanında uygulanan yağmurlama sulama sistemlerinin su dağılım alanlarının elde edilmesinde tekil lateral metodu (Balaban ve Korukçu, 1970) uygulanmıştır. Tekil lateralde deneme yerinin sistemdeki konumu Şekil 3.9 ve tekil lateraldeki denemenin tertibi Şekil 3.10'da verilmiştir.



Şekil 3.9. Tekil lateral yönteminde deneme yerinin sistemdeki konumu.



Şekil 3.10. Su dağılımı ölçümü için denemenin tertip şekli

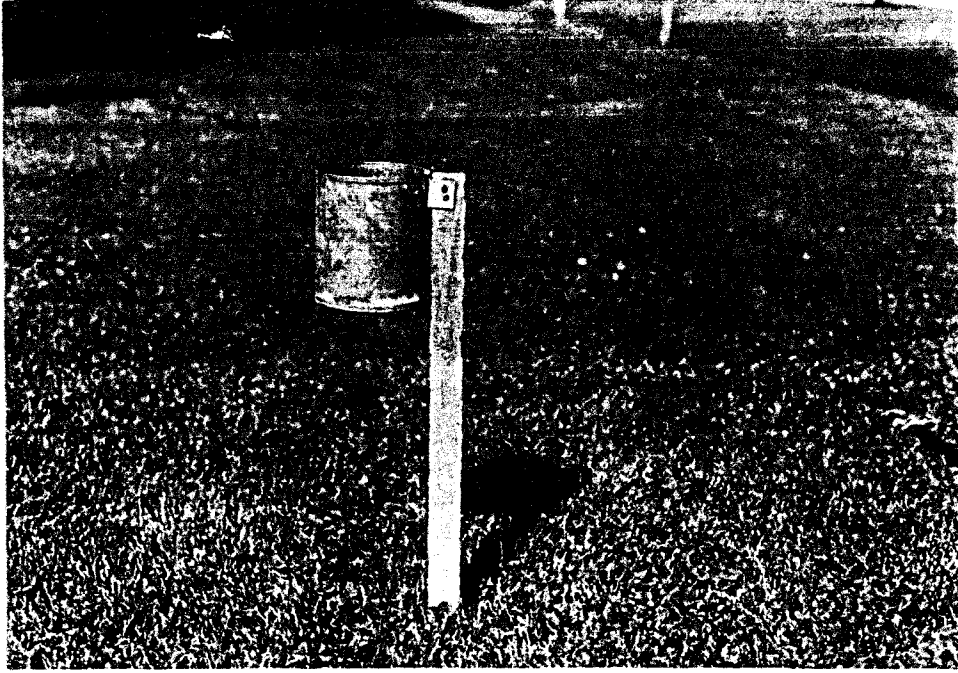
Su dağılımı denemesinde su toplama kapları ikişer metre ara ile yerden 40 cm yükseklikte araziye yerleştirilmiş olan ahşap kazıklar üzerine konmuştur (Balaban ve Korukçu, 1970).

Tekil lateral yöntemi uygulanarak bir yağmurlama tesisinde su dağılımının ölçülmesi Şekil 3.11'de gösterilmiştir. Denemede kullanılan su toplama kapları 10 cm iç çapında ve 12 cm yüksekliğinde olup alüminyum saçtan yapılmıştır. Kullanılan bu kaplardan biri ve ahşap sehпасı Şekil 3.12'de görülmektedir.



Şekil 3.11. Yapılan bir su dağılım denemesinden genel görünüş.





Şekil 3.12. Su dağılımı ölçümünde kullanılan su toplama kaplarından birinin sehpa ile görünüşü.

Deneme alanındaki yağmurlama başlıklarının işletme basıncı pitot tüplü manometre ile ölçülmüştür (Şekil 3.7).

Denemelerin yapıldığı zaman dilimindeki rüzgar hızının belirlenmesinde anemometre kullanılmış ve denemenin başlangıcından itibaren her 15 dakikada bir hız ölçümü gerçekleştirilmiştir.

Yağmurlama tesislerinde su dağılımı ölçümü 2 saat süre ile yapılmıştır (Balaban ve Korukçu, 1970). Denemeler sonunda, su toplama kaplarında toplanan su miktarları hacimsel olarak ölçülmüş ve su dağılımı deneme çizelgesine işlenerek bir yağmurlama tesisine ait su dağılım alanı bulunmuştur.

### **3.2.15. Su dağılım desenlerinin elde edilmesi ve yeknasaklık katsayılarının hesaplanması**

Denemelerden elde edilen su dağılımı alanları, örtme yöntemine göre (Balaban ve Korukçu, 1970) değerlendirilmiştir. Bu yöntemde amaç denemenin yapıldığı işletme basıncı ve başlık aralığında, lateral kaydırma aralığına göre yağmurlama tesisinin su dağılım deseninin elde edilmesidir. Örtme metodu ile su dağılım deseninin hesaplan-

ması için, örtmenin yapılacağı başlık tertip aralığına göre ölçekli şeffaf kağıttan bir plan hazırlanır. Planın ölçeği, denemeden elde edilen su miktarlarının işlendiği planla aynı ölçekte ve önceki ile sonraki lateral konumlarını kapsayacak biçimdedir. Daha sonra lateral konumları, hazırlanan plan üzerindeki yerleri üzerine ayrı ayrı yerleştirilir. Bu işlemde her konumdan gelebilecek su miktarları değerleri yazılarak toplanır. Böylelikle, yağmurlama başlıklarının tek bir tertip aralığı için, sistemin su dağılım deseni elde edilir. Desende, örtme sonucu farklı su toplama kaplarından gelen su miktarları toplamı, hacimsel ve birim zamandaki su derinliği olarak bulunmaktadır.

Yağmurlama tesisinde mevcut başlık tertip aralıklarına ilişkin su dağılım desenleri elde edildikten sonra, bunun su dağılım yeknasaklığının belirlenmesinde Christiansen'in  $C_u$  yeknasaklık katsayısı formülü kullanılmıştır (Balaban ve Korukçu, 1970).

$$C_u = \left(1 - \frac{\sum d}{h_o \times n}\right) \times 100$$

$C_u$  : Yağmurlama yeknasaklığı, %

$\sum d$  : Su dağılım deseninde, ortalama değer olan  $h_o$ 'dan her bir okumanın sapması toplamı ( $cm^3$ )

$h_o$  : Desendeki okumaların ortalaması, ( $cm^3$ )

$n$  : Desendeki okuma sayısı

### 3.2.16. Püskürtme kayıplarının hesaplanması

Yağmurlama sulama sistemlerinden buharlaşma ve rüzgarla sürüklenme yollarıyla oluşan su kayıpları uygulanan sulama suyunun bir bölümünü oluşturmakta ve dolayısı ile uygulama randımanının azalmasına neden olmaktadır.

Araştırma alanında yağmurlama sulamalarında, buharlaşma ve rüzgar sürüklemesi ile kaybolan su miktarları belirlenmeye çalışılmıştır. Bunun için Balaban ve Korukçu (1970)'nin belirttiği aşağıdaki esaslara uyulmuştur.

Su dağılımı deneme alanına su veren yağmurlama başlığının yağmurlama hızı aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$h_m = \frac{q \times 1000}{L_1 \times L_2}$$

$h_m$  : Başlığın ortalama yağmurlama hızı (mm/h)

$q$  : Başlık debisi ( $m^3/h$ )

$L_1$  : Lateral üzerinde başlık aralığı (m)

$L_2$  : Lateral aralığı (m)

Deneme sonunda elde edilen su dağılım desenindeki kaplarda biriken su miktarları ölçülerek, desendeki değerler kullanılan kabın kesit alanı ve deneme süresi dikkate alınarak birim zamandaki yağmurlama hızı aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$h = \frac{v \times 10}{t \times a}$$

$h$  : Yağmurlama hızı (mm/h)

$v$  : Örtme sonucu su toplama kabında toplanan su ( $cm^3$ )

$t$  : Deneme süresi (h)

$a$  : Su toplama kabının kesit alanı ( $cm^2$ )

Desendeki değerlerin aritmetik ortalaması alındığında, toprak ve bitki örtüsüne ulaşan ortalama yağmurlama hızı ( $h_o$ ) elde edilir. Deneme alanındaki başlıkların ortalama yağmurlama hızı ( $h_m$ ) değerinden  $h_o$  çıkarılmak sureti ile püskürtme kayıpları bulunmuştur.

### 3.2.17.Çiftçilerin sulama zamanını belirleme yeteneklerinin tesbiti

Pilot alanda tesadüfi olarak seçilen ve sulama denemesi yapılan tarlalardan sulama öncesi ve sulama sonrası alınan toprak örneklerinde nem tayini yapılmıştır. Yağış, bitki ve toprak özelliklerine ilişkin veriler elde edilmiş ve sulama zamanı konusunda çiftçilerin görüşleri alınmıştır. Elde edilen bu değerlerden faydalanarak çiftçilerin sulama zamanını belirleme alışkanlıkları değerlendirilmiştir.

### 3.2.18. Sulama aralığı, sulama süresi ve sulama sayısının hesaplanması

Sulama aralığının hesaplanmasında önce her sulamada uygulanacak sulama suyu miktarı;

$$d_n = \frac{(TK-SN) \times R_y}{100} \times \gamma_t \times D$$

eşitliği ile hesaplanmıştır (Güngör ve Yıldırım, 1989).

$d_n$  : Her sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı (cm)

TK : Tarla kapasitesi (%)

SN : Solma noktası (%)

$R_y$  : Faydalı su kapasitesinin tüketilmesine izin verilen kısmı (%)

$\gamma_t$  : Toprağın hacim ağırlığı ( $g/cm^3$ )

D : Etkili kök derinliği (cm)

Sulamada uygulanan net sulama suyu miktarının, bitkinin günlük su tüketimine bölünmesi ile sulama aralığı elde edilmiştir (Güngör ve Yıldırım, 1989).

$$S.A. = \frac{d_n}{u}$$

SA : Sulama aralığı (gün)

$d_n$  : Her sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı (mm)

u : Günlük ortalama bitki su tüketimi (mm/gün)

Yağmurlama sulama sisteminde bir sulamada gereken sulama suyunun belirli bir sürede başlıklardan tarlaya verilmesi gerekir. Sulama suyunun verilme süresi, başlığın yağmurlama hızına bağlıdır. Sulama süreleri aşağıdaki eşitlik yardımı ile hesaplanmıştır (Korukçu ve Yıldırım, 1981).

$$t = \frac{d_n}{E_a \times I}$$

t : Sulama süresi (h)

$d_n$  : Her sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı (mm)

$E_a$  : Su uygulama randımanı

I : Yağmurlama hızı (mm/h)

Yağmurlama ile şeker pancarı sulamalarında sulama mevsiminde uygulanması gerekli sulama sayısı, pancarın net sulama suyu ihtiyacının, her sulamada uygulanması gerekli net sulama suyu miktarına bölünmesi ile hesaplanmıştır.

Hesaplanan sulama aralıkları, sulama süreleri ve mevsimlik sulama sayıları çiftçilerin mevcut uygulamaları ile karşılaştırılmıştır.

## 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

### 4.1. Çumra Ovasında Yağmurlama Sulamanın Uygulanma Oranı

Çiftçiler ile yapılan anket sonuçlarına göre ovada yağmurlama yöntemi ile sulama yapılmasına 1970'li yıllarda başlandığı, 1980-1985 yılları arasında da büyük bir yayılma gösterdiği anlaşılmakta ve günümüzde, sulu ziraat yapan çiftçilerin hemen tamamına yakınının yağmurlama tesisine sahip olduğu ortaya konulmaktadır.

Çiftçi anketlerinin sonuçları bölgede yağmurlama ile sulamanın genelde gündüz saatlerinde yapıldığını, gece sulamalarının benimsenmediğini ortaya koymuştur.

Araştırma bölgesinde sulama uygulamalarında kullanılan yağmurlama tesisi sayısının yaklaşık olarak 8 bin civarında olabileceği bölge çiftçileri ve Çumra'da hizmet veren tarım kuruluşları tarafından ifade edilmiştir. Konya Şeker Fabrikası Çumra Bölge Ziraat Müdürlüğüne yaklaşık olarak 32 yerleşim yerinde şekerpancarı tarımı yapılmaktadır. Pancar tarımı yapılan alanlardan sorumlu bölge ziraat şefleri, bir kaç pancar sahası dışında tüm sahalarda yağmurlama sulama uygulaması yapıldığını belirtmişlerdir. Çumra ovasında 1994 yılında 7972 çiftçi pancar ekimi yapmıştır (Anonymous, 1996). Bu değer de yukarıda zikredilen yağmurlama tesisi sayısı ile paralellik göstermektedir.

Araştırma alanında yağmurlama sulamanın öneminin anlaşılması bakımından Türkiye ve Konya genelinde mevcut yağmurlama tesisi sayısı (Anonymous, 1993) ile Çumra genelinde mevcut olduğu tahmin edilen yağmurlama tesislerinin sayıları Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Araştırma Alanı, Konya ve Türkiye'de Mevcut Yağmurlama Tesisi Sayıları (Anonymous, 1993)

	Çumra	Konya	Türkiye
Yağmurlama tesisi sayısı (adet)	8000	11.233	117498
Konya ve Türkiye geneline oranı (%)	100	72.7	6.8

Çizelge 4.1'de görüleceği gibi Çumra çiftçisinin sahip olduğu yağmurlama tesisi, Konya genelinin % 72.7'sini, Türkiye genelinin de % 6.8'ini oluşturmaktadır.

Araştırma alanındaki işletmelerde sulanan alanda yağmurlama yönteminin uygulanma oranını belirlemek amacıyla pilot alanda 21 çiftçi arasında anket yapılmış ve bununla ilgili sonuçlar Çizelge 4.2'de verilmiştir. Bu çiftçilerden 17 adedi tarlasında sulama denemeleri yapılan çiftçilerdir.

Çizelge 4.2. Araştırma Alanında Yağmurlama İle Sulama Oranına İlişkin Sonuçlar

İşletme No.	Toplam Tarla Alanı (da)	Arazinin Mülkiyet Durumu	Sulanan Alan (da)	Yağ. İle Sul. Alan (da)	İşletmede Yağmur. Uyg. Oranı (%)
1	12.5	İ+K	12.5	10	80
2	75	İ+K	70	70	100
3	25	İ+K	25	25	100
4	11.25	K	11.25	11.25	100
5	100	K	100	55	55
6	125	İ	125	12.5	100
7	375	İ	375	150	40
8	15	İ	15	15	100
9	22.5	İ	22.5	22.5	100
10	75	K	75	75	100
11	50	İ	50	50	100
12	150	İ	150	125	83.3
13	82.5	İ	82.5	82.5	100
14	50	İ	50	50	100
15	55	İ	55	55	100
16	80	İ	80	80	100
17	317.5	İ	317.5	217.5	68.5
18	67.5	K	67.5	67.5	100
19	125	İ+K	125	40	32
20	75	K	75	75	100
21	100	K	100	37.5	37.5
Toplam	1988.75		1983.75	1438.5	
Yağmurlama ile sulanan alan (%)			72.52		

İ : İşletme arazisi  
K : Kiralanan arazi.

Çizelge 4.2'de görüldüğü gibi anket yapılan toplam 21 çiftçi ailesinin sulanan arazisi 1983.75 da'dır. Bu alanın 1438.75 da'ı yağmurlama sistemi ile sulanmaktadır. Sulanan alanlar içerisinde yağmurlama yöntemi ile sulama oranı ortalama % 72.52'dir. Aynı çizelgeden görüldüğü gibi işletmeler bazında sulanan alanlarda yağmurlama ile sulama oranı % 32 ile % 100 arasında değişmekte olup, ortalama uygulanma oranı % 85.53 olarak gerçekleşmektedir. İşletmelerde yağmurlama yöntemi sulamanın % 100 olarak uygulandığı bitki çeşidi büyük oranda şekerpancarıdır.

Araştırma alanı çiftçilerinin yağmurlama yöntemi ile sulamayı tercih etme nedenleri araştırılmış ve bununla ilgili sonuçlar Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Araştırma Alanında Çiftçilerin Yağmurlama Sulamayı Tercih Etme Nedenleri

Çiftçi	Sulama Kolay İşçiliği Az	Toprağı Sıkıştırılmıyor	Verimi Yükseltiyor	Tarlanın Tesviyesiz Olması	Sulama Homojen Yapılıyor
Sayısı	13	13	8	6	4
Oran (%)	62	62	38	29	19

Araştırma alanında çiftçiler yağmurlama sulamayı tercih etme nedenini birden fazla faktöre bağlamışlardır.

Çizelge 4.3'de görüldüğü üzere çiftçilerin % 62'u yağmurlama sulamayı tercih etme nedenini birinci sırada sulamanın kolay-işçiliğinin az olmasını ve yağmurlama ile sulamada toprağın sıkıştırılmadığını belirtmiştir. Çiftçilerin % 38'i yağmurlamayı tercih etme sebebini ise verim artışı sağlaması şeklinde de belirtmiştir. % 29 oranındaki çiftçi tarlalarının tesviye ihtiyacı bulunduğunu, % 19 oranında da tercih sebebi olarak sulamanın homojen yapılması gösterilmiştir.

#### 4.2. Uygulanan Yağmurlama Sistemlerinin Unsurları İle İlgili Özellikleri

Bir yağmurlama sistemi; suyun elde edildiği kaynaktan yeterli bir basınçla sağlanması, iletimi ve toprağa verilmesi için gerekli olan unsurların bir bütünüdür. Sistemi oluşturan esas unsurlar; su kaynağı, pompaj birimi, borular ve özel parçalar ile su püskürtme sistemi olmak üzere dört kısımda toplanabilir (Korukçu ve Yıldırım, 1981).

Araştırma alanında mevcut uygulanmakta olan yağmurlama sistemlerinin özellikleri yukarıda vurgulanan unsurlar itibari ile belirlenmiştir.

#### 4.2.1. Su kaynağı

Seçilen pilot alanda uygulanmakta olan yağmurlama sulamalarında sulama suyu kaynağı ve özellikleri ile ilgili sonuçlar Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Yağmurlama Sistemlerinin Su Kaynağı ve Özellikleri

Yağmurlama Tesisi	Sulama Suyu						
	Kaynağı			Alınış Yeri			
	Yeraltı	Yüzey	Toplam	Keson kuyu	Kanalet	Kanal	Toplam
Sayı (adet)	66	7	73	50	14	9	73
Oran (%)	90.4	9.6	100	68.5	19.2	12.3	100

Çizelge 4.4'den görüleceği gibi, yağmurlama sulamalarında sulama suyu kaynağını % 90.4 oranında yeraltı suları oluşturmaktadır. Bunun sebebi olarak yeraltı suyunun yüzeğe yakın olması, sulama periyodunda yüzey su kaynağı olarak kullanılan Apa barajından suyun temin edilememesi ve bunun sulamada yeterli olamayışı gösterilebilir. Aynı çizelgeden görüldüğü gibi, yeraltı suyundan faydalanan çiftçilerin % 68.5 gibi büyük bir oranı tarlalarına derin olmayan santrifüj pompalı kuyular kurdu muştur. Bunun nedeni olarak; tarlalarının sulama ağından uzakta olması, sulama şebekesinden zamanında sulama suyunun alınamaması sebebi ile sulanan mahsülün emniyete alınması gibi faktörler gösterilebilir.

#### 4.2.2. Pompaj birimi

Araştırma alanında incelemeye tabii tutulan 73 adet yağmurlama sisteminin pompaj birimi ile ilgili bilgiler Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Araştırma Alanındaki Yağmurlama Sistemlerinde Pompaj Çeşitleri.

Yağmurlama Tesisi	Pompaj Birimi	
	Motopomp	Traktör-Pompa
Sayı (adet)	68	5
Oran (%)	93.2	6.8



Çiftçilerin % 93.2'si yağmurlama tesislerinde pompaj birimi olarak motopomp uygulamaktadır. Motopompların güç kaynaklarını diesel motorlar oluşturmaktadır; bunların kuvvet kaynaklarının gücü 9-17 BG arasında değişmektedir.

#### 4.2.3. Boru hatları

Araştırma alanında uygulanan yağmurlama tesislerinden 73 adetinin boru hatlarına ilişkin tarama yapılmıştır. Bu amaçla; yağmurlama tesislerinde kullanılan boruların cinsi, standart boru boyları ana boru hatlarının çapı, laterallerin çapı belirlenmiştir.

Yağmurlama tesislerinin boru hatları tamamen taşınabilir hareketli hatlardır. Ana hattı ve lateral hatları toprağa gömülü hiçbir sisteme rastlanmamıştır.

Boru hatlarına ilişkin bilgiler ana hat ve lateral hat olarak ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Ana hatlara ait özellikler Çizelge 4.6'da lateral hatlara ilişkin özellikler Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Yağmurlama Tesislerinin Ana Boru Hatlarında Kullanılan Boruların Özellikleri

Yağmurlama Tesisleri	A n a B o r u H a t t ı					
	Boru Cinsi	Boru Uzunluğu (m)		Boru Çapları (mm)		
	Plastik	5	6	75	110	75-110
Sayısı	73	67	6	35	21	17
Oranı (%)	100	92	8	48	29	23

Yağmurlama tesislerinin tamamında plastik borular kullanılmaktadır. Çiftçilerin sahip oldukları ana boruların büyük bir bölümünün (% 92) standart uzunluğu 5 m, boru çapları büyük oranda (% 48) 75 mm'dir. Çiftçilerin % 29'u 110 mm çaplı borularla, % 23'ü de 75 ve 110 mm çaplı boruları birlikte kullanarak ana hat oluşturmaktadırlar (Çizelge 4.6).

Ana boru hatlarının küçük çaplı (75 mm) borulardan oluşması, tesisin enerji giderlerinin artmasına ve lateralde basıncın düşük olmasına sebep olmaktadır.

Yağmurlama tesislerinin ana hatlarında, büyük çaplı boruların bulunmayışına bu boruların birim fiyatlarının küçük çaplı borularinkine göre çok yüksek olması sebep gösterilebilir.

Çizelge 4.7. Yağmurlama Tesislerinin Lateral Boru Hattı Özellikleri

Yağmurlama Tesisleri	Lateral Boru			
	Cinsi	Boy (m)		Çapı (mm)
	Plastik	5	6	75
Sayı (adet)	73	70	3	73
Oran (%)	100	96	4	100

Çizelge 4.7'den görüldüğü gibi araştırma alanında çiftçilerin % 96'sı sistemin lateral hattını 5 m boyundaki borulardan kurmaktadır ve yağmurlama tesislerinin tamamında lateral hat boru çapı 75 mm'dir.

#### 4.2.4. Yağmurlama başlıkları

Araştırma alanında uygulanmakta olan yağmurlama tesislerinde kullanılan yağmurlama başlıkları ile ilgili olarak elde edilen bilgiler Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Araştırma Alanı Yağmurlama Tesislerinin Başlık Özellikleri

Yağmurlama Tesisleri	Yağmurlama Başlığı			
	Tip	Meme çapı (mm)		
	Çift memeli	4.5/4.8	4.5/5.5	5.0/5.5
Sayı (adet)	73	66	5	2
Oran (%)	100	90.4	6.86	2.74

Araştırma alanı yağmurlama sulamalarında kullanılan yağmurlama başlıklarının tamamı çift memeli başlıklardır (Çizelge 4.8). Başlıklar, sahip oldukları memelerin çapları bakımından az da olsa farklılık göstermekte, ancak başlıklar büyük oranda (% 90.4) 4.5/4.8 mm çaplı, az miktarda da (% 6.86) 4.5/5.5 mm çaplı memelere sahiptir.

#### 4.3. Yağmurlama Sistemlerinin Tertiplenmesi

Araştırma alanında pancar ekili tarlalar arazi büyüklüğü ve boyutları, su kaynağı türü ve tarlaya göre konumu bakımından oldukça farklılık göstermektedir. Sulama

denemelerinin yapıldığı tarlaların büyüklüğü 5-75 da arasında değişmekte, yağmurlama sulamasında işçilik aile içinden temin edilmektedir. Anonymous (1995 b)'a göre bölgede sulama periyodunda etken rüzgar yönü kuzeydir.

Yağmurlama sistemlerinde uygulanan ana hatların uzunluğu 20-110 m arasında değişim göstermektedir. Ana hatların uzunluk olarak boyutlandırılmasında tarla parsel boyutları ve su kaynağının tarlaya göre konumu önemli etmenlerdir.

#### 4.3.1. Laterallerin tertibi

Yağmurlama tesislerinde uygulanan lateral hatların sayısı, uzunluğu, bağlantı şekli ve aralıkları ile ilgili araştırma sonuçları Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Yağmurlama uygulamalarında tertip edilen laterallerin uzunlukları 35-200 m arasında değişmektedir (Çizelge 4.9). Çizelgeden görüldüğü gibi çiftçilerin % 11'i 35-50 m, % 29'u 55-100 m, % 38'i 105-150 m, % 22'si 155-200 m uzunluğunda lateral tertiplemektedir. Güngör ve Yıldırım (1989) lateral hatların uzunluğunu zorunlu kalmadıkça 250 m'den daha uzun tertiplenmemesini önermektedir. Araştırma alanında 200 m'den daha uzun hatta rastlanılmamıştır.

Araştırma alanında yağmurlama tesislerinde tertiplenen lateral uzunluklarının farklılık göstermesinde etkili faktörleri;

- Sulanan tarlanın şekil ve boyutları,
- Su kaynağının tarlaya göre konumu,
- Keson kuyulardan sulama yapan tesislerde yeraltı su seviyesinin düşmesi sonucu yeterli suyun alınamaması nedeni ile az başlık bağlanması zorunluluğu,
- Yeteri sayıda borunun mevcut olmayışı

şeklinde ifade etmek mümkündür.

Çizelge 4.9'da görüldüğü gibi yağmurlama sulamalarında çiftçilerin % 20'si iki, % 80'i bir lateral tertipleyerek sulama yapmaktadır. Bu da araştırma alanında uygulanan yağmurlama tesislerinin büyük çoğunluğunun tek lateralli sistemler olduğunu göstermektedir.

Yağmurlama tesislerinde lateral hatların ana hatta bağlantısı L ve T şeklindedir. Bunların % 14'ünde T ve % 86'sında L şeklinde lateral bağlantısı yapıldığı belirlenmiştir. Lateral hatların aralığı % 90 oranında 10 m olarak tertiplenmektedir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Lateral Hatların Tertibi Bakımından Yağmurlama Tesislerinin Durumu

Yağmurlama Tesisleri	Lateral Hat									
	Sayısı (adet)	Uzunluğu (m)			Bağlantı Şekli	Aralığı (m)				
2	1	35-50	55-100	105-150	155-200	L T	10 12 18			
Sayısı	15	8	21	28	16	63	10	6	1	
Oran (%)	20	11	29	38	22	86	14	90.4	8.2	1.4

#### 4.3.2. Tertiplenen laterallerin boru çapları (büyüklüğü)

Araştırma alanında yağmurlama tesislerinde tertiplenen lateral hatların mevcut çalışma şartları için boru büyüklükleri Christiansen yöntemine göre değerlendirilmiştir. Lateral hatlarda meydana gelen yük kayıplarının müsaade edilebilir sınır değerinin üzerinde gerçekleşmesi durumunda lateral hat üzerindeki başlık debileri arasındaki farkın büyümesi neticesinde, hat boyunca homojen bir sulama yapılması mümkün olmamaktadır.

Araştırma alanı yağmurlama tesislerinde lateral hat boru büyüklüğü 75 mm'dir. Bu büyüklükteki lateral hatlarda gerçekleşen yük kayıpları ölçülmüş ve mevcut çalışma şartlarına göre müsaade edilebilir yük kaybı değerleri de hesaplanmıştır. Uygulamada esas olan, lateral hat hidrolik yük kaybı değerinin lateral hat ortalama başlık işletme basıncı (Pa) değerinin % 20'sinin altında olmasıdır. Diğer bir ifade ile yağmurlama sistemi lateral hattında müsaade edilebilir hidrolik yük kaybı değeri, sınır değer olan 0.20 Pa'nın altında olmalıdır. Araştırma alanındaki yağmurlama sistemlerinin lateral boru büyüklüğü bu kritere göre değerlendirilmiş ve sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Yağmurlama Tesislerinin Lateral Hatlarının Yük Kayıpları Açısından Değerlendirilmesi

Yağmurlama Tesisleri	Lateral Hatlarda Ölçülen Yük Kaybı	
	< 0.20 Pa	> 0.20 Pa
Sayısı (adet)	52	21
Oran (%)	71.2	28.8

Çizelge 4.10'da görüldüğü gibi, yük kayıpları bakımından lateral boru çapları, yağmurlama tesislerinin % 71.2'sinde yeterli % 28.8'inde yetersizdir. Yani işletmelerin % 28.8'inde lateral boru çapları büyüklük bakımından yetersizdir. Bazı tesislerde yük kayıplarının müsaade edilebilir sınır değerlerinden büyük olmasındaki etkili faktörleri;

- Yağmurlama tesislerinde ana hatlarda 75 mm'lik boru kullanılması ve bazı tesislerde küçük çaplı (75 mm) borularla uzun ana hat oluşturulması,
- Yağmurlama laterallerinin dar aralıklarla çok sayıda başlıkla yüklenmesi şeklinde ifade etmek mümkündür.

Lateral hattında yük kaybı fazla gerçekleşen yağmurlama tesislerinde bu olumsuzluğu önlemek için şu hususlara dikkat edilmelidir :

- Mümkünse ana hatlarda 110 mm çaplı borular kullanılmalı,
- Lateral hat üzerinde başlık sayıları azaltılmalıdır.

#### 4.3.3. Başlıkların tertibi

Uygulamada yeknasak bir su dağılımı için yağmurlama başlıkları, ıslatma daireleri birbirini belirli bir oranda örtecek biçimde tertiplenirler. Su dağılımının yeterli bir düzeyde bulunduğu desenleri yansıtan tertip aralıkları sistem tasarımında kullanılmak üzere belirlenerek tavsiye edilir.

Araştırma alanındaki yağmurlama tesislerinin lateral hatlarına yağmurlama başlıkları % 67.2 oranında 10 m ve % 24.6'sında ise 5 m aralıkla tertip edilmektedir (Çizelge 4.11). Lateral hatların ve yağmurlama başlıklarının tertiplenme aralığı dikkate alındığında araştırma alanında yağmurlama tesislerinde uygulanan başlıkların tertip biçiminin büyük oranda kare şeklinde ve bazılarında da dikdörtgen şeklindedir.

Çizelge 4.11'de görüldüğü gibi tertiplenen laterallere bağlanan başlık sayıları yağmurlama tesislerinin % 12.4'ünde 10 başlıktan az, % 52'sinde 10-15 başlık, % 30.1'inde 16-20 başlık % 5.5'inde de 20'den fazla başlık bağlanmıştır. Çizelge 4.7'de belirtildiği gibi yağmurlama laterallerinin çapı 75 mm'dir. Anonymous (1989), 75 mm'lik boru hattı üzerinde yeterli basınç şartlarında (2.5 atm) 13-14 adet yağmurlama başlığının bulunmasının uygun olacağını, lateral hattın daha çok başlıkla yüklenmesinin yapılan sulamayı olumsuz etkileyeceğini hem de yeterli basınç temininde sıkıntı olabileceğini belirtmektedir.

Araştırma alanında yağmurlama tesislerinde başlıkların tertip deseni Çizelge 4.11'de görüldüğü gibi % 63 nisbetinde 10 x 10 m, % 21.92 oranında da 5 x 10 m biçimindedir. Çok az oranlarda değişik tertip deseni uygulayan çiftçiler de mevcuttur.

Çizelge 4.11. Başlıkların Teribi Bakımından Yağmurlama Tesislerinin Durumu

Yağmurlama Tesisleri	Başlık											
	Aralığı (m)		Sayısı (adet)			Terip Deseni						
	<10	10-15	15-20	>20	6x18	12x10	12x12	10x12	10x10	5x10	5x12	5-10x10
Sayı	9	38	22	4	1	1	1	3	46	16	2	3
Oran(%)	12.4	52.0	30.1	5.5	1.38	1.38	1.38	4.1	63.0	21.92	2.74	4.10

#### 4.4. Yağmurlama Sistemleri İle Sulama Uygulamaları

##### 4.4.1. Yağmurlama sistemlerinde işletme basınçları

Başlık debisi, meme çapının ve basıncının bir fonksiyonudur. Yağmurlama başlıkları, optimum su dağıtma paterninin temini maksadıyla, belirli basınç sınırları içerisinde çalıştırılmalıdır. Fazla basınç, memelerin çabuk aşınmasına, düşük basınç ise memeden çıkan su hüzmesinin yetersiz parçalanmasına ve dolayısı ile homojen olmayan bir su dağılmasına sebep olacaktır. Yüksek basınç ayrıca, memeden çıkan su hüzmesinin çok fazla parçalanmasına, fırlatma mesafesinin küçülmesine ve başlık yakınına fazla su düşmesine yol açar (Balaban, 1968).

İncelenen yağmurlama tesislerinin mevcut işletme basınçlarının belirlenmesi amacıyla yağmurlama tesisinin lateralindeki uç başlık basınçları pitot tüplü manometre ile ölçülmüştür. Ölçülen başlık basınçlarından sistemin işletme basıncı hesaplanarak belirlenmiştir. Yağmurlama tesislerinde kullanılan yağmurlama başlıkları için firmaca önerilen en küçük işletme basınçları belirlenerek, tesislerin mevcut işletme basınçları ile karşılaştırılmıştır. Bununla ilgili bilgiler Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Yağmurlama Tesislerinde Firmaca Önerilen En Küçük İşletme Basıncı ve Mevcut İşletme Basıncı Değerlerinin Karşılaştırılması

Yağmurlama Tesisleri	Firmaca Önerilen En Düşük İşletme Basıncı Değeri (Atm)		Mevcut İşletme Basınçları (Atm)			
	2	2.5	<1.0	1.0-1.5	1.6-1.9	>2.0
Sayı	7	66	20	42	10	1
Oran (%)	9.6	90.4	27.4	57.5	13.7	1.4

Çizelgeden görüldüğü gibi, incelenen yağmurlama tesislerinin başlık özellikleri dikkate alındığında; tesislerin % 9.6'sının en düşük işletme basıncı değeri 2.0 atm, % 90.4'ünde de 2.5 atm olması gerekmektedir. Aynı çizelgeden görüldüğü gibi, mevcut uygulamanın işletme basıncı tesislerin % 27.4'ünde 1.0 atm'den küçük, % 57.5'inde 1.0-1.5 atm ve ara değerlerinde, % 13.7'sinde 1.6-1.9 atm ve ara değerlerinde, % 1.4'ünde ise 2.0 atm'den büyük bulunmuştur. Yağmurlama tesislerinde bulunan başlıkların meme çapları % 90.4 oranında 4.5/4.8 mm'dir (Çizelge 4.8). Bu meme ebatları için yapımcı firmaların önerdiği en düşük işletme basıncı 2.5 atmosferdir.



ferdir. Çizelge 4.12'de görüldüğü gibi araştırma alanında kullanılan başlıklardan % 90.4'ünün en düşük 2.5 atmosferde işletilmesi gerekmektedir. Ancak çiftçilerin uyguladıkları işletme basıncı yağmurlama tesislerinin % 98.6'sında 2.0 atmosfer işletme basıncı değerinin altındadır.

Yağmurlama tesislerinde düşük olan işletme basıncı, başlık tertip aralıklarının dar tutulmasına sebep olmaktadır. Bu durum ise yağmurlama tesislerinde yağmurlama hızının yüksek olmasına neden olmaktadır. Yağmurlama tesislerinde ölçülen basınç değerlerinin düşük olması şu nedenlere bağlanabilir:

- Tesislerin ana boru hatlarında küçük çaplı (75 mm) boru kullanılması,
- Yağmurlama hatlarının çok başlıkla yüklenmesi,
- Keson kuyulardan sulama yapan çiftçilerin yeraltı su seviyesinin düşmesi sonucu yeterli suyu temin edememesi sebebi ile motorları düşük devirde çalıştırması.
- Yakıttan tasarruf etme düşüncesi ile motorların düşük devirde çalıştırılması,
- Rüzgardan etkilenilmemesi ve buharlaşma kaybını azaltma düşüncesi ile basınç düşük tutularak suyun fazla parçalanmasının önlenmek istenmesi.

Belirtilen bu sebeplerden en geçerli ve yaygın olanları; yeraltı su seviyesinin düşmesi neticesinde yeterli suyun temin edilememesi ve yakıttan tasarruf edilmesi düşüncesidir.

#### 4.4.2. Sulama zamanı

Araştırma alanında tarla su uygulama randımanı tesbit edilen parsellerde aynı zamanda çiftçilerin sulama zamanını belirleme yetenekleri araştırılmıştır. Bu amaçla araziden 0-30, 30-60 cm derinliklerden alınan toprak örneklerinde toprağın sulama yönünden özellikleri belirlenmiş, 0-60 cm'lik toprak katmanı için değerlerin ağırlıklı ortalamaları Çizelge 4.13'de verilmiştir.

Çizelge 4.13'den görüleceği gibi toprakların % 65'i killi, % 23'ü killi-tınlı, % 6'sı siltli tun ve % 6'sı da siltli-killi tun özelliğindedir. Toprakların hacim ağırlıkları 1.40-1.51 gr/cm<sup>3</sup> arasında, tarla kapasiteleri ağırlık esasına % 22.85 ile % 36.13 arasında, solma noktaları ise % 13-% 24.18 arasında bulunmuştur. Derinlik olarak toprakların faydalı su kapasiteleri 75.65-106.01 mm arasında değişmektedir.

Çizelge 4.13. Araştırma Alanında Çiftçilerin Sulama Zamanını Belirleme Yeteneklerinin Tesbiti İçin Alınan Toprak Örneklerinin Analiz Sonuçları

Tarla No	Bünye	Hacim Ağırlığı (g/cm <sup>3</sup> )	Ağırlık Esasına Göre		Kullanılabilir Su Tutma Kapasitesi (mm/60 cm)
			Tarla Kapasitesi (%)	Solma Noktası (%)	
1	SL	1.40	26.33	16.77	80.30
2	CL	1.40	30.68	20.67	84.62
3	C	1.48	25.38	14.59	95.81
4	C	1.48	23.42	12.45	97.41
5	C	1.48	27.21	13.00	126.18
6	C	1.48	25.84	17.21	76.63
7	C	1.48	31.77	21.12	94.57
8	C	1.48	25.76	17.24	75.65
9	C	1.48	25.34	16.77	81.43
10	CL	1.40	30.74	19.88	91.22
11	C	1.51	32.51	21.36	101.02
12	SCL	1.46	22.85	13.86	78.75
13	CL	1.46	25.95	15.57	90.93
14	CL	1.46	29.18	18.52	93.38
15	C	1.51	34.77	23.32	103.74
16	C	1.51	34.46	24.18	93.14
17	C	1.40	36.13	23.51	106.01

Şeker pancarının etkili kök bölgesi derinliği 60 cm olarak alındığı için bu derinlikteki faydalı suyun % 60'ının tüketilmesi esasına göre sulama zamanı belirlenmiştir.

Toprak analiz sonuçlarına göre belirlenen sulama zamanı toprak nemi ile çiftçilerin sulamaya başladıkları toprak nemi değerleri Çizelge 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.14'de görüldüğü gibi tarlaların % 94'ünde çiftçilerin sulamaya başladıkları toprak nemi, teorik olarak hesaplanan toprak nemi değerinden düşük çıkmıştır. Bir başka ifadeyle tarlaların % 94'ünde sulama zamanı geciktirilmiştir. Yine Çizelge 4.13 ve 4.14 birlikte değerlendirildiğinde tarlaların % 47'sinde sulamaya başlandığındaki toprak neminin, solma noktası nem değerinin altına düştüğü görülmektedir.

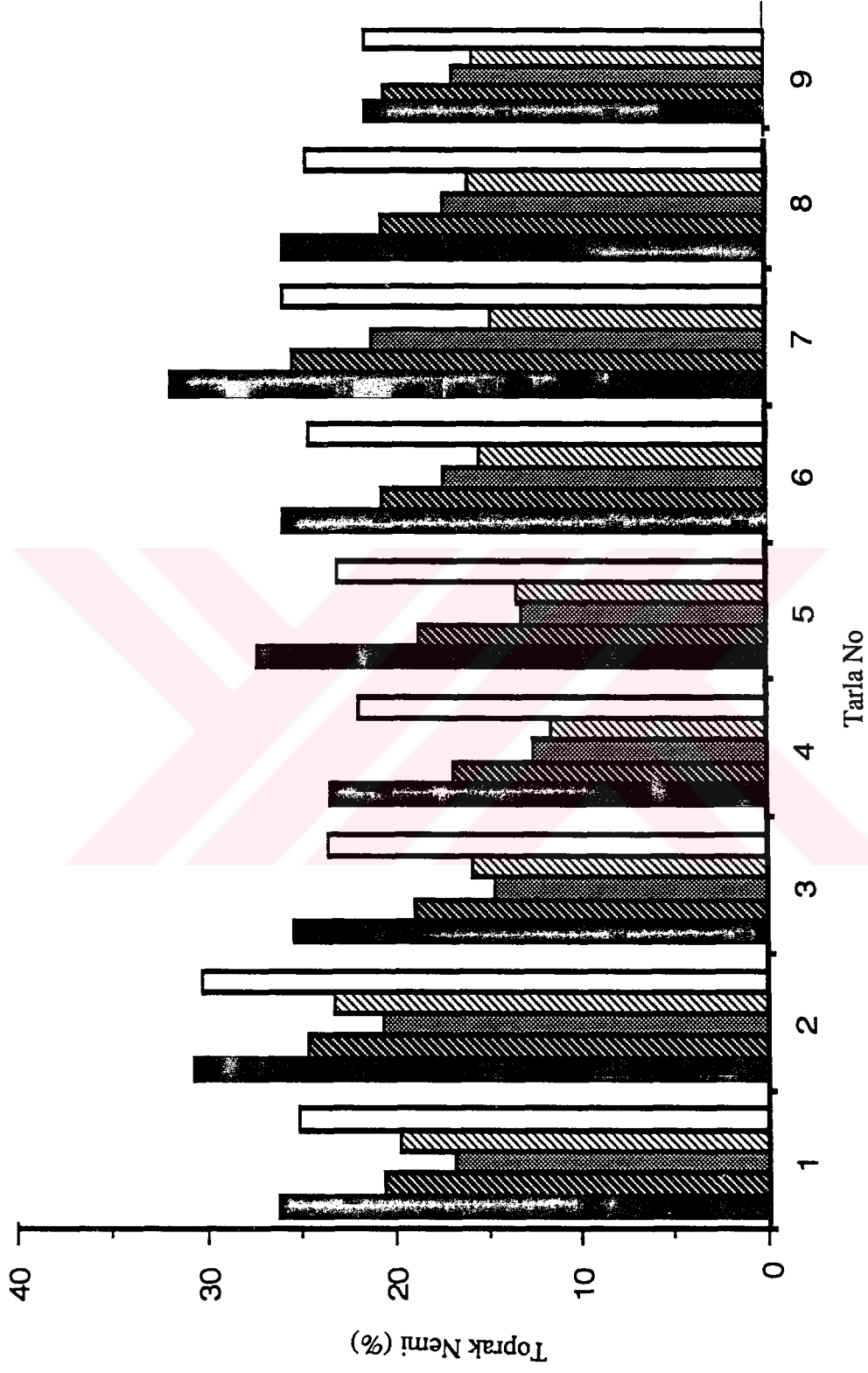
Çizelge 4.14. Araştırma Alanında Çiftçilerin Sulama Zamanının Değerlendirilmesi İle İlgili Toprak Nem Değerleri

Tarla No	Ağırlık Esasına Göre Toprak Nemi (%)		
	Sulama Öncesi	Sulamaya Başlanması Gereken	Sulama Sonrası
1	19.86	20.59	25.20
2	23.17	24.67	30.10
3	15.79	18.90	23.57
4	11.42	16.84	22.00
5	13.46	18.68	23.06
6	15.40	20.66	24.50
7	14.68	25.38	25.75
8	16.02	20.65	24.67
9	15.65	20.42	21.36
10	21.24	24.22	29.16
11	22.19	25.82	28.79
12	14.94	17.46	22.93
13	14.12	19.72	23.85
14	16.25	22.78	27.16
15	23.77	27.90	33.10
16	26.15	28.29	33.73
17	20.93	28.56	34.23

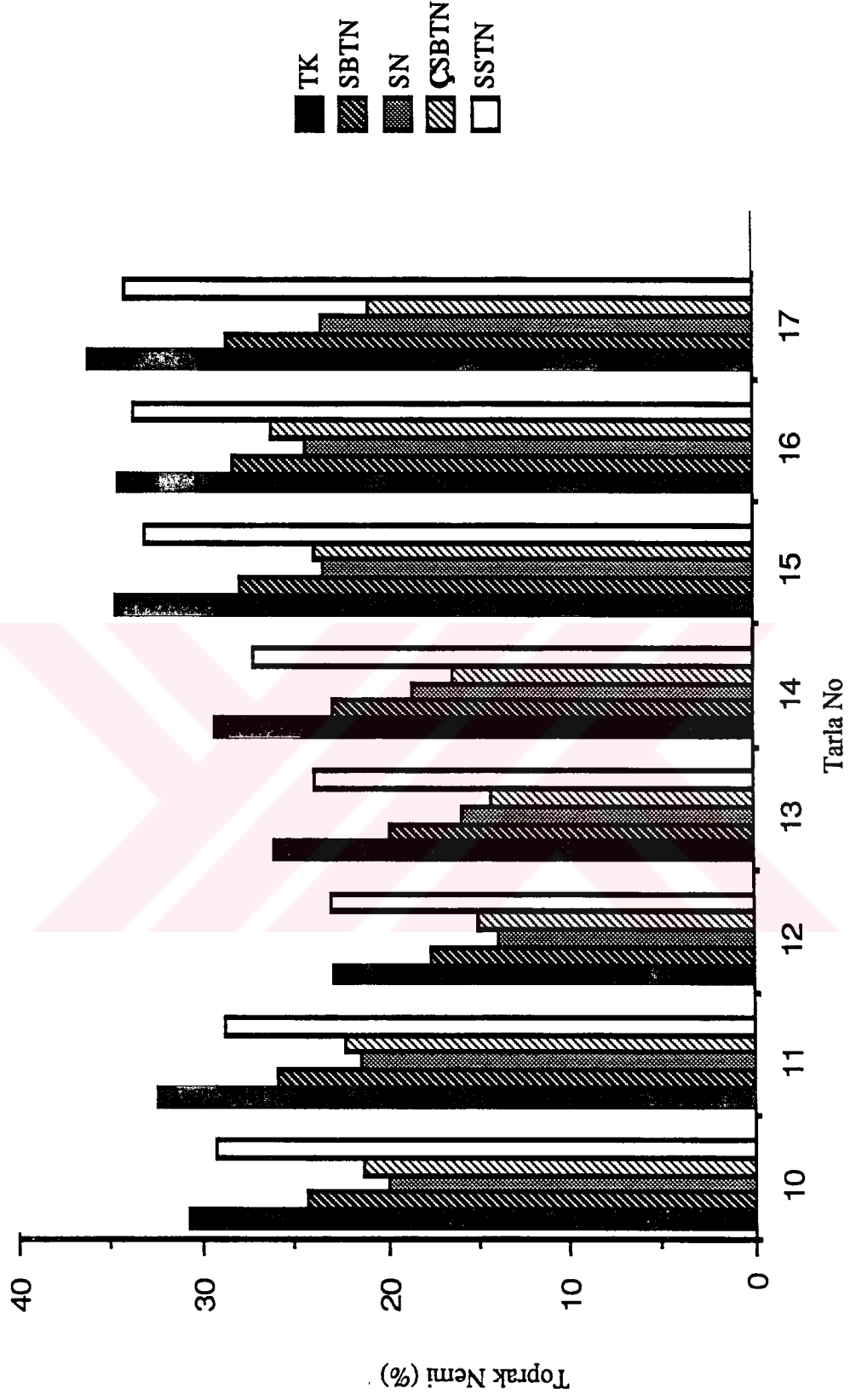
Sulamada temel amaç toprağın nem oranının tarla kapasitesine ulaştırmaktır. Tarla kapasitesi üzerindeki su sızan su olarak değerlendirilmektedir. Araştırma tarlalarında çiftçilerin sulama sonrası toprak nem değerleri ile toprakların tarla kapasiteleri nem değerleri karşılaştırıldığında ise tarlaların tamamına yakınında (% 94) sulama sonrası toprak nem değerleri tarla kapasitesi nem değerinin altında bulunmuştur. Bir başka ifade ile çiftçiler, kök bölgesinin tamamı ele alındığında, sulama ile toprak nemini tarla kapasitesine ulaştıramamaktadır.

Çizelge 4.13 ve 4.14'deki değerler birlikte kullanılarak tarlalara ait tarla kapasitesi, solma noktası, sulamaya başlanan, sulamaya başlanması gereken ve sulama sonrası toprak nem değerleri Şekil 4.1'de şematize edilmiştir.

Araştırma alanında yağmurlama sulamalarında sulamanın geciktirilmesinde ekonomik faktörler ön planda bulunmaktadır. Görüşleri alınan çiftçilerin hemen tamamına yakını yakıt fiyatlarını yüksek bulmaktadır. Sulama maliyetini düşük tutabilme



Şekil 4.1. Sulama zamanı belirlenen parsellerde tarla kapasitesi (TK), sulamaya başlanması gereken toprak nemi (SBTN), solma noktası (SN), çiftçilerin sulamaya başladığı toprak nemi (ÇSBTN) ve sulama sonrası toprak nemi (ŞŞTN) değerleri



Şekil 4.1. (devam)

düşüncesi sulamaların geciktirilmesine sebep olmaktadır. Sulamaların geciktirilmesini etkileyen diğer faktörler; çiftçilerin ellerindeki yağmurlama ekipmanları ile zamanında sulamayı tamamlayamaması, bir çiftçinin bir kaç yerde aynı yağmurlama tesisi ile sulama yapması, kanal ve kanaletlere suyun verilme aralığıdır. Sulama zamanını etkileyen bir diğer faktör ise çiftçilerin sulama zamanına, toprakta mevcut neme göre değil pancarın fizyolojik görünüşe göre karar vermeleridir. Görüşleri alınan çiftçilerin büyük çoğunluğu, pancarın görünüşüne bakarak sulama yapmaktadırlar.

#### 4.4.3. Sulama süresi

Pilot alanda uygulanan yağmurlama sulamalarında çiftçilerin bir durakta sulama süreleri, tarlada sulama yapan çiftçilerle görüşülerek, mevcut kurulu durumdaki yağmurlama tesisinde bir duraktaki sulama süresi sorulmak sureti ile tesbit edilmiştir.

Araştırma alanı topraklarının özellikleri, faydalı suyun % 60'ı tüketildiğinde sulamaya başlanması, çiftçilerin uyguladıkları başlık tertip aralıkları ve sistemin yağmurlama hızı dikkate alınarak araştırma alanı için hesaplanan durakta sulama süreleri Çizelge 4.15'de verilmiştir.

Çizelgeden görüleceği üzere araştırma alanında yağmurlama yönteminde uygulanan sulama süreleri arasında çiftçiden çiftçiye büyük farklılıklar vardır. Çiftçilerin uyguladıkları sulama süreleri 2.5 ile 7 saat arasında değişmektedir. Bir durakta sulama süresi yaygın olarak 4 ve 5 saat arasında olup, araştırma alanı için durakta ortalama sulama süresi 4.4 saattir.

Bu çizelgeden görüldüğü gibi; toprak özelliği ve yağmurlama sistemlerinin tesis ve işletme şartlarına göre değişen sulama sürelerinin 2 ile 6.5 saat arasında değişmesi gerekmektedir. Çizelge 4.15'de görüldüğü gibi araştırma alanı için uygulanması gereken durakta sulama süresi ortalama olarak 3.5 saattir.

Araştırma alanında yağmurlama sulamalarında uygulanan sulama süreleri ile uygulanması gereken sulama sürelerinde farklılık görülmektedir (Çizelge 4.15). Aynı çizelgeden görüldüğü gibi yağmurlama sulamaları için hesaplanan sulama süreleri daha kısadır. Mevcut şartlarda uygulanan sulama sürelerinin daha uzun tutulmasına, çiftçilerin sulamayı geciktirmeleri sonucu toprak neminin solma noktası ve altına düştüğünde sulama yapılmalıdır.

Çizelge 4.15. Araştırma Alanında Yağmurlama Sulamalarında Uygulanan ve Uygulanması Gereken Sulama Sürelerinin Karşılaştırılması

Yağmurlama Tesis No	Ortalama																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Bir Durakta Sulama Süresi (Saat)	3.5	6.5	4	4.5	4.5	3	2.5	2.5	2.5	3.5	3.5	2.0	3.5	3.0	3.0	4.5	2.5	3.5
Hesaplanan	3	6	5	7	5	5	4	4	2.5	4	4	2.5	5	5	4	5	4	4.4
Uygulanan	3	6	5	7	5	5	4	4	2.5	4	4	2.5	5	5	4	5	4	4.4

Yağmurlama sulamalarında durakta sulama sürelerinin değişik uygulanmasında en etkili faktör başlıkların lateral üzerindeki tertip aralıklarıdır. Lateral üzerinde her boruda bir başlık bulunuyorsa sulama süresi kısa, iki boruda bir başlık bağlanırsa diğer sürenin iki katı sulama yapılmaktadır. Lateral üzerinde başlıkların dar aralıkla tertiplenmesi ve buna bağlı olarak sulama sürelerinin kısa tutulmasına etkili faktörler şu şekilde ifade edilebilir :

- Geniş bir alanda pancar tarımı yapan çiftçilerin bitkinin susuzluktan etkilenmesini önlemek için birim zamanda fazla alan sulamayı planlaması,
- Birden fazla yerde pancar tarlası olan çiftçilerin belirli bir zamanda sulamayı tamamlama düşüncesi,
- Yakıttan tasarruf etme amacı,
- Sulama kanallarında suyun kesilmesi endişesi ile sulamayı kısa zamanda tamamlama düşüncesi.

#### 4.4.4. Sulama aralıkları

Şeker pancarı su açığına karşı orta-düşük düzeyde duyarlı bir bitkidir. Çimlenme ve çıkış döneminde topraktaki su miktarının, toprağın kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 40'ının altına düşmemesi gerekir. Vejetatif gelişme ve kök oluşumu döneminde, toprağın su tutma kapasitesinin % 50-60'ının kullanılmasına izin verilebilir. Sulama suyunun kısıtlı olduğu durumda, bu oran % 80'e kadar arttırılabilir (Kodal, 1994). Çumra ovasında sulanabilir arazi varlığı 85.00 ha, sulanan alan ise 50.000 ha civarındadır (Anonymous, 1995 a). Mevcut durumda Çumra ovasında su sıkıntısının olduğu bir gerçektir.

Ertaş (1984), Konya bölgesinde yaptığı araştırmada şekerpancarı sulamasında baz olarak elverişli nemin % 30'u kaldığında sulama yapmıştır.

Araştırma alanında şeker pancarı sulamasında uygulanan yağmurlama sulamalarında mevcut uygulanan sulama aralıkları yağmurlama ile sulama yapan çiftçilere iki sulama arasında geçen gün sorularak belirlenmiştir.

Araştırma alanında şeker pancarında uygulanması gereken sulama aralıkları hesaplanarak, çiftçilerin uyguladıkları sulama aralıkları ile karşılaştırılmıştır. Uygulanabilecek sulama aralıklarının hesaplanmasında 60 cm kök derinliği için toprakların kullanılabilir su kapasitesinin % 40'a düştüğü zaman sulama yapılması esas alınmıştır.



Araştırma alanında şeker pancarı sulamasında uygulanan yağmurlama sulamalarında mevcut uygulanan ve uygulanması gereken sulama aralıkları Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Yağmurlama Sulamalarında Mevcut Uygulanan ve Hesaplanan Sulama Aralıkları

	Sulama Aralığı (gün)				
	Uygulanan		Uygulanması Gereken		
	10	15	8-9	10	11-13
Çiftçi Sayısı	12	5	7	8	2
Çiftçi Oranı (%)	70.6	29.4	41.20	47.0	11.80

Çizelgede görüldüğü gibi yağmurlama yöntemi ile şeker pancarı sulamasında yaygın olarak (% 70.6) uygulanan sulama aralığı 10 gündür. Çiftçilerin % 29.4'ü 15 günde bir sulama yapmakta olup, uygulanan sulama aralığı ortalama 11.5 gündür. Araştırma alanının toprak özellikleri ve su kaynağı varlığı da dikkate alınarak hesaplanan sulama aralığı 8-13 gün arasındadır. Gruplandırıldığı takdirde, % 41.2'si 8-9 gün, % 47'si 10 gün ve % 11.8'i 11-13 gün olarak hesaplanmıştır ve ortalama değer 9.5 gündür. Mevcut uygulanan sulama aralığı ile uygulanması gereken arasında ortalama iki gün fark vardır; yani çiftçi her seferinde gerekli olandan iki gün daha geç sulama yapmaktadır.

Hesaplanan sulama aralıkları araştırma alanında kısa süreli sık sulamanın yapılması gerektiğini göstermektedir. Çiftçilerin sulama aralıklarını geniş tutmasında etkili olan bazı hususları şu şekilde belirtmek mümkündür.

- Kanallara sulama suyunun belirli aralıklarla verilmesi sonucu çiftçinin suyu bulduğu zaman sulama yapması,
- Çiftçilerin hemen hemen tamamının sulama zamanını bitkiye bakarak belirlemesi,
- Geniş alanda pancar tarımı yapan veya yağmurlama tesisi ile birden fazla bitki çeşidini sulayan çiftçinin sulamayı gerekli süre içinde tamamlayamaması.

#### 4.4.5. Sulama sayıları

Çumra ovasında yağmurlama yöntemi ile şeker pancarının sulanmasında bir sulama döneminde uygulanan sulama sayıları çiftçilerle yapılan anket sonucuna göre belirlenmiştir. Araştırma alanında şekerpancarı sulamasında uygulanması gereken sulama sayıları da hesaplanmıştır.

Araştırma alanı için şeker pancarının mevsimlik su tüketimi 760 mm net sulama suyu ihtiyacı ise 652 mm olarak tesbit edilmiştir. Toprak özellikleri de dikkate alınarak, faydalı suyun % 60'ı tüketildiği durumda sulama yapılması esasına göre, her sulamada uygulanması gereken net sulama suyu 45.30 ile 76.62 mm arasında değişmektedir.

Araştırma alanında yağmurlama sulama için mevcut uygulanan ve hesaplanan sulama sayıları ile ilgili sonuçlar Çizelge 4.17'de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Yağmurlama Sulamalarında Uygulanan ve Hesaplanan Sulama Sayı ve Oranları

	Sulama Sayıları (adet)					
	Uygulanan			Hesaplanan		
	6	7-8	9-10	9-10	11-12	13-14
Çiftçi Sayısı	2	5	10	2	10	5
Çiftçi Oranı (%)	12	29	59	12	59	29
Ort. Sulama Sayısı	9			12		

Çizelgede görüldüğü gibi araştırma alanında yağmurlama sulama ile uygulanan sulama sayıları 6 ile 10 arasında değişmektedir. Çiftçilerin % 12'si 6, % 29'u 7-8 ve % 59'u da 9-10 sulama yapmaktadır. Araştırma alanı için şekerpancarında uygulanması gereken sulama sayıları 9 ile 14 arasında hesaplanmıştır. Çiftçi tarlalarının toprak özellikleri dikkate alınarak hesaplanan sulama sayıları, çiftçi tarlalarının % 12'sinde 9-10, % 59'unda 11-12 ve % 29'unda de 13-14 adet olarak bulunmuştur. Çiftçilerin uyguladıkları sulama sayıları ortalama 9, uygulanması için hesaplanan sulama sayılarının ortalaması ise 12 adet olarak belirlenmiştir.

Vanlı (1987), Konya bölgesi için 90 cm kök bölgesi derinliği dikkate alınarak şeker pancarında ekonomik sulama sayısını 6-8 adet olarak bildirmektedir. Ertaş, (1974), Konya bölgesi için şekerpancarının kök derinliği 90 cm kabul edildiği şartlarda 7-10 sulama yapılmasını önermektedir. Akınerdem (1994), yaptığı bir araştırmada

Çumra bölgesinde şekerpancarı sulamasında sulama sayılarının 6-14 arasında değiştiğini bildirmektedir.

#### 4.5. Toprak İnfiltrasyon Hızı-Yağmurlama Hızı İlişkileri

Genel bir tanımla, herhangi bir yolla toprak yüzeyine gelen suların, toprak yüzeyinden toprak içerisine girmesine infiltrasyon, birim zamanda birim alandaki toprak yüzeyinden toprak içerisine giren su hacmine de infiltrasyon hızı denir (Ertuğrul ve Apan, 1979). İnfiltrasyon hızı sulama yöntemlerinin seçiminde olduğu gibi, seçilen herhangi bir sulama metodunun planlanmasında da önemli rol oynayan bir faktördür. Salma sulamada karık ve tava boyları, yağmurlama sulamada ise yağmurlama şiddeti, toprağın bu özelliği dikkate alınarak tayin edilir (Kara, 1983).

Araştırma alanında sulama denemelerinin yapıldığı tarlaların 10 adedinde infiltrasyon hızı ölçümleri yapılmış, aynı tarlalarda sulama yapan yağmurlama tesislerinin yağmurlama hızları belirlenerek Çizelge 4.18'de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Yağmurlama ve İnfiltrasyon Hızlarının Karşılaştırılması

Ölçüm Yapılan Tarla No.	Yağmurlama Hızı (mm/h)	İnfiltrasyon	
		Hızı (mm/h)	Sınıfı
1	22.98	193	Çok yüksek
2	11.86	57	Yüksek
3	16.86	22	Orta yüksek
4	13.84	144	Çok yüksek
5	19.80	6.6	Orta yüksek
6	22.13	30	Yüksek
7	18.17	12	Orta yüksek
8	39.74	6.0	Orta yüksek
9	33.75	30	Yüksek
10	33.30	9.0	Orta yüksek

Çizelgede görüldüğü gibi araştırma alanında infiltrasyon testi yapılan tarlaların infiltrasyon hızı değerleri 6-193 mm/h arasında değişim göstermiştir. Ertaş (1979)'ın bu bölgede yaptığı bir araştırmada bölge topraklarının infiltrasyon hızları 5-150 mm/h arasında bulunmuştur.

Çizelge 4.18'den görüleceği gibi toprakların infiltrasyon hızları genelde orta yüksek bulunmuştur. Bazı tarlalarda toprak infiltrasyon hızı yüksek ve çok yüksek olarak tesbit edilmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre bazı yağmurlama tesislerinde yağmurlama hızı, tarlanın infiltrasyon hızından daha büyük gerçekleşmiştir (6, 7, 8, 9 ve 10 nolu tarla). Araştırma alanında genel olarak yağmurlama hızının yüksek olmasının sebebi, başlık ve lateral aralıklarının dar olmasıdır. Yaygın olarak kullanılan başlık aralığı 5 ve 10 m, lateral aralığı ise 10 m'dir. Başlık tertip aralığının dar tutulmasına ise uygulanan düşük işletme basıncı ve sulamanın kısa zamanda bitirilmesi amacı neden olmaktadır.

Mevcut işletme basıncı ve başlık aralığında yapılan su dağılım ölçümlerinin verileri kullanılarak lateral aralığı artırılmak suretiyle yeni su dağılım desenleri elde edilmiştir. Bunlardan 5 x 15 m başlık tertip şeklinde su dağılım performansı yeterlilik göstermiş olup, yağmurlama hızı da 1/3 oranında azalmıştır. 10 x 15 m tertip deseninde ise özellikle işletme basıncının 1.6 atm'den yüksek olduğu tesislerde su dağılımında kısmen de olsa yeterli homojenlik sağlanmıştır. Bu tesislerde de yağmurlama hızı % 50 oranında azalmıştır.

Yağmurlama tesislerinde düşük olan işletme basıncı 1.5 atm olacak şekilde yükseltilerek, başlıklar daha geniş kullanım alanlı olarak tertiplendiği takdirde yağmurlama hızı daha makul bir seviyede olacaktır.

Araştırma alanında yapılan sulamalarda gerçekleşen yüksek yağmurlama hızına rağmen tarla yüzeyinde fazla su birikintilerinin olmadığı gözlenmiştir. Buna ise özellikle killi karakterli olan bölge topraklarında sulamanın geciktirilmesi sonucu tarla yüzeyinde oluşan çatlakların neden olduğunu ifade etmek mümkündür.

#### **4.6. Yağmurlama Sulamasında Su Dağılım Performansına İlişkin Sonuçlar**

Araştırma alanında yağmurlama sulamalarında uygulanan yağmurlama tesislerinin bazı özellikleri dikkate alınarak örnek tipler belirlenmiştir. Örnek tip belirlenmesinde yağmurlama tesislerinin elemanları, tertiplenme esasları ve işletilme basınçları ile ilgili özellikleri gözönüne alınmıştır. Bölgede uygulanan yağmurlama tesisleri özellikleri bakımından iki gruba toplanmış ve iki örnek tip ortaya çıkarılmıştır. Belirlenen örnek yağmurlama tesislerinde, hem sakin hava şartlarında hem de rüzgarlı

şartlarda su dağılım denemesi yapılmıştır. Rüzgarlı ortam su dağılım denemesi aynı anda biri rüzgar yönüne paralel, diğeri rüzgar yönüne dik konumlandırılmış laterali bulunan iki ayrı yağmurlama tesisinde yapılmıştır.

Durgun ortamdaki su dağılım denemeleri çiftçi şartlarında, rüzgarlı şartlardaki su dağılımı denemesi S.Ü. Ziraat Fakültesi Araştırma Uygulama Çiftliği şekerpancarı ekim sahasında gerçekleştirilmiştir.

Yağmurlama tesisinde ölçülen su dağılımı değerlerinden o sisteme ait tertip ve işletme şartlarına haiz su dağılım deseni oluşturulmuştur. Elde edilen su dağılım desenlerinden, Christiansen'in geliştirdiği formülden faydalanılarak yağmurlama ile yapılan sulamanın yeknasaklığı sayısal olarak ifade edilmiştir. Christiansen'e göre, yeknasaklık katsayısının % 84 ve bu değer üzerinde olması yapılan sulamanın homojen olduğunu göstermektedir.

Araştırma alanında yağmurlama tesislerinin mevcut işletme basıncı yağmurlamaların % 57.5'inde 1.0-1.5 atmosfer, % 13.7'sinde 1.6-1.9 atmosfer olduğu Bölüm 4.4.1'de belirtilmişti. Yağmurlama başlıklarının tertip deseni yağmurlamaların % 63'ünde 10 x 10, % 21.92'sinde de 5 x 10 m'dir (Çizelge 4.11). Su dağılım testleri, belirlenen bu özelliklere göre yapılmıştır.

Araştırma alanında yapılan su dağılımı testleri ile ilgili bilgiler ve dağılım yeknasaklığı sonuçları Çizelge 4.19'da verilmiştir.

Çizelge 4.19'da 8 adet su dağılım testinin deneme şartları ile elde edilen dağılım desenlerinin yeknasaklık değerleri verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü gibi yağmurlama sulamalarından elde edilen su dağılım yeknasaklık katsayıları % 72.86 ile % 91.17 arasında değişmektedir. 1, 2 ve 4 no'lu yağmurlamaların su dağılım testleri, aynı işletme basıncı aynı başlık özellikleri ve tertiplenme aralıklarına haiz olmasına rağmen test süresince esen rüzgar hızı farklılık göstermektedir. 1 no'lu yağmurlama tesisinde test süresince rüzgar hızı 2.05-4.11 m/s arasında değişmiş ve ortalama rüzgar hızı 2.57 m/s olarak gerçekleşmiştir. Su dağılım yeknasaklık katsayısı % 80 olarak hesaplanmıştır. 2 no'lu yağmurlama tesisinde su dağılım testi süresince rüzgar hızı 2.57-5.14 m/s, ortalama rüzgar hızı ise 3.48 m/sn olmuş ve bu yağmurlamada su dağılım yeknasaklığı % 76.21 olarak gerçekleşmiştir. 4 no'lu yağmurlama tesisinin su dağılım testi süresince rüzgar hızı ortalama 0.4 m/s olarak ölçülmüş ve su dağılım yeknasaklığı % 89.79 olarak bulunmuştur. 4 no'lu yağmurlama tesisinde diğer (1 ve 2

Çizelge 4.19. Yağmurlama Tesisleri Su Dağılım Testleri Ölçüm Şartları ve Sonuçları

Tesis Özelliği ve Ölçüm Şartları	Yağmurlama Tesisi No							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Başlık tipi</b>	Ç. memeli	Ç. memeli	Ç. memeli	Ç. memeli	Ç. memeli	Ç. memeli	Ç. memeli	Ç. memeli
Başlık meme çapı (mm)	4.5/4.8	4.5/4.8	4.5/4.8	4.5/4.8	4.5/4.8	4.5/4.8	4.5/4.8	4.5/4.8
Başlık debisi (m <sup>3</sup> /h)	1.630	1.630	1.656	1.630	1.892	1.886	1.861	1.861
Test alanı başlık basınçları (atm)	0.96-0.95	0.96-0.95	1.1-1.1	0.96-0.95	1.5-1.45	1.46-1.45	1.45-1.40	1.45-1.40
Başlıkların lateral üzeri aralığı (m)	10	10	5	10	10	10	10	10
Başlık yükscitici boyu (cm)	30	30	30	30	30	40	30	30
Lateral üzeri başlık sayısı (adet)	12	12	13	13	14	12	13	13
Başlık yağmurlama hızı (mm/h)	16.30	16.30	33.12	16.30	18.92	18.86	18.61	18.61
Test ortalama yağmurlama hızı (mm/2h)	27.80	29.08	62.33	26.22	35.07	33.02	30.33	34.58
Lateral aralığı (m)	10	10	10	10	10	10	10	10
Başlık tertip deseni (m)	10x10	10x10	5x10	10x10	10x10	10x10	10x10	10x10
Rüzgar hız sınırı (m/s)	2.05-4.11	2.57-5.14	1.24-3.07	0.00-1.02	0.51-2.04	0.00-1.02	1.54-5.14	1.54-5.14
Ortalama rüzgar hızı (m/s)	2.57	3.48	1.47	0.4	1.08	0.45	3.02	3.02
Rüzgar yönü	NE	NE	N	N	N	N	N	N
Lateral hattın rüzgar yönüne göre konumu	Dik	Dik	Paralel	Dik	Paralel	Dik	Paralel	Dik
Sulama suyunun alındığı yer	Kuyu	Kuyu	Kanalet	Kuyu	Kanalet	Kuyu	Kanalet	Kuyu
Deneme yapılan ay	Ağustos	Ağustos	Ağustos	Ağustos	Ağustos	Eylül	Ağustos	Ağustos
Testin yapıldığı zaman aralığı (h)	1320-1520	1010-1210	0850-1050	1340-1540	1810-2010	1000-1200	1220-1420	1220-1420
Test süresi (h)	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>Yağmurlama yeknasaklığı, Cu (%)</b>	<b>80</b>	<b>76.21</b>	<b>91.17</b>	<b>89.79</b>	<b>91.02</b>	<b>90.38</b>	<b>72.86</b>	<b>77.70</b>

no'lu) yağmurlamalara göre su dağılım yeknasaklığının yüksek gerçekleşmesinde, ortamın durgun olması sebep gösterilebilir.

3 no'lu yağmurlama tesisi elemanlarının özellikleri ve işletme basıncı bakımından 1, 2 ve 4 no'lu tesislerle aynı şartları taşımakta ancak başlıkların tertiplenme aralığı ve test süresince esen rüzgar hızı bakımından farklılık göstermektedir. Bu yağmurlama tesisinde su dağılımı testi süresince esen rüzgar hızı sınırı 1.24-3.07 m/s, ortalama rüzgar hızı 1.47 m/s olarak gerçekleşmiş ve su dağılım yeknasaklığı % 91.17 olarak bulunmuştur.

5 no'lu yağmurlama tesisinde; işletme basıncı 1.6 atm, başlık meme çapı 4.5/4.8, başlıkların tertip deseni 10 x 10 m'dir. Su dağılım ölçümü sırasında esen rüzgarın hız sınırı 0.51-2.04 m/s arasında, ortalama rüzgar hızı değeri 1.08 m/s olarak ölçülmüştür. Bu şartlarda 5 no'lu yağmurlama tesisinde su dağılım yeknasaklığı % 90.02 olarak gerçekleşmiştir.

6, 7 ve 8 no'lu yağmurlamaların elemanları, işletme basınçları ve başlıkların tertiplenme deseni bakımından birbirleriyle aynı özellikleri taşımaktadırlar. 7 no'lu tesisin laterali rüzgar yönüne paralel, 8 no'lu yağmurlamanın laterali rüzgar yönüne dik konumdadır. Bu iki yağmurlama tesisinde su dağılımı testi aynı anda yapılmış olup, rüzgarın su dağılımına olan etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Aynı şartlarda ve zamanda esen rüzgar yönüne göre dik ve paralel konumda çalıştırılan laterallerin su yeknasaklığı 7 no'lu yağmurlamada % 72.86, 8 no'lu yağmurlama tesisinde de % 77.7 olarak gerçekleşmiştir. Ortalama 3.02 m/s rüzgar hızında, 7 no'lu yağmurlama tesisinde (laterali esen rüzgar yönüne paralel) su dağılım yeknasaklığı 8 no'lu yağmurlama tesisine göre (laterali esen rüzgar yönüne dik) % 4.84 (77.7-72.86) oranında daha küçük gerçekleşmiştir.

6 no'lu yağmurlama tesisinin su dağılımı yeknasaklığı ortalama 0.456 m/s'lik rüzgar hızında % 90.38 olarak tesbit edilmiştir.

Çizelge 4.19'da görüldüğü gibi su dağılımı testi süresince esen rüzgarın hızı ortalama 2.5 m/s'nin altında olduğu şartlarda su dağılımı yeknasaklığı % 84 sınırı değerinin üzerinde gerçekleşmektedir. Rüzgar hızının 2.5 m/s'den fazla olması durumunda ise su dağılımı bozulmaktadır. Yağmurlama ile yeknasak bir sulamanın yapılması için esen rüzgar hızının 2.5 m/s'nin altında olmasını Balaban (1968), Korkukçu ve Yıldırım (1981) tavsiye etmektedirler. Araştırma alanında yapılan su dağılımı testlerinin sonuçları bu tavsiyeleri doğrulamaktadır.

Araştırma alanında yağmurlama sulamalarında su dağılım yeknasaklığı, düşük işletme basıncı şartlarında (1.15 atm), sakin ve hafif rüzgarlı ortamda sulama açısından yeterli performansı göstermektedir (3, 4, 5, 6 no'lu test şartları). Ancak rüzgar hızının ortalama değerinin 2.5 m/s'yi geçtiği şartlarda hem düşük (1.15 atm) ve hemde yüksek işletme basıncı grubuna giren (1.6-1.9 atm) yağmurlama sulamalarında su dağılım yeknasaklığı gereken performans değerinin altında kalmaktadır. Buna göre araştırma alanı yağmurlama sulamalarında su dağılım yeknasaklığının yeterliliğine rüzgar hızının etki ettiği belirtilebilir.

Araştırma bölgesinde yapılan anket sonuçlarına göre; çiftçilerin % 85'i sulama esnasında rüzgarın olumsuz şekilde etkisinin bulunduğunu, sulamaya olan etkisini ise su sürüklenmesi ve su dağılımının bozulması şeklinde olduğunu belirtmektedir. Aynı anket sonuçları çiftçilerin rüzgarın olumsuz etkisini azaltmak amacı ile tedbir aldıklarını göstermektedir. Alınan bu tedbirleri önem sırasına göre;

- Yağmurlama sisteminin lateral hattının esen rüzgar yönüne dik tertiplenmesi,
- Başlıklara verilen tertip aralığının azaltılması,
- Yağmurlama başlıklarının esen rüzgar yönüne doğru eğik bağlanması.

şeklinde olduğu ortaya çıkmıştır.

Araştırma alanı çiftçilerinin rüzgarın yağmurlama sulamaya olan olumsuz etkilerini azaltmak amacı ile aldıkları tedbirler, daha önce literatür taraması kısmında gösterilen araştırmalar ile uygunluk göstermektedir.

Araştırma alanında Ağustos ayının değişik gün ve saatlerinde 8 adet yağmurlama tesisinde yapılan su dağılımı ölçümü esnasında ikişer saatlik süreler halinde ölçülen 16 saatlik rüzgar hızı değerleri 0-5.14 m/s arasında değişim göstermiştir. İkişer saatlik rüzgar hızı değerlerinin ortalamaları ise 0.4 m/s ile 3.48 m/s arasındadır. Araştırmadan elde edilen bu rüzgar hızı değerleri, çiftçilerin yağmurlama sulama esnasında rüzgardan etkilendiklerini belirtmelerini destekler mahiyettedir.

#### 4.7. Rüzgar Sürüklenme ve Buharlaşma Kayıpları

Yağmurlama sistemlerinde başlık memesinden çıkan su hüzmesinden buharlaşma ve rüzgarla sürüklenme kayıplarına toplam kayıp veya püskürtme kaybı denir. Yağmurlama sulamada buharlaşma ve sürüklenme kayıplarının büyüklüğü, iklim ve



işletme faktörlerinin bir fonksiyonudur. Yağmurlama sistemlerinde buharlaşma, su damlalarının yağmurlama başlıklarından çıkıp toprak yüzeyine ulaşmaya dek geçen süredeki buharlaşma kaybı olarak tanımlanmaktadır. Rüzgarla sürüklenme ise, yağmurlanan alan dışına rüzgarla taşınan su damlacıkları ya da sulanan alanın kısa bir uzaklık dışında etken rüzgar yönüne dik bir düzlemi geçen su damlacıkları toplamı olarak tanımlanmaktadır (Yazar, 1983).

Araştırma alanındaki yağmurlama sistemlerinde rüzgar sürüklenmesi ve buharlaşma nedeni ile oluşan toplam (püskürtme) kayıpları belirlenmiş, püskürtme kayıplarını belirlemek amacıyla su dağılım testi gerçekleştirilen yağmurlama tesislerinden elde edilen veriler kullanılmıştır. Araştırma alanında yağmurlama tesislerinde hesaplanan püskürtme kayıpları Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.20'den görüleceği gibi araştırma alanında yağmurlama sulamasında püskürtme kayıpları % 6.0 ile % 18.5 arasında değişmekte olup, meydana gelebilecek ortalama püskürtme kaybı % 10.97 olarak tespit edilmiştir. Püskürtme kayıplarını etkileyen önemli faktörler; atmosferin nem açığı, esen rüzgarın hızı ve hava sıcaklığıdır. Bu faktörlerle birlikte laterallerin esen rüzgar yönüne göre konumu püskürtme kayıplarını etkileyen hususlardır.

Çizelge 4.20'de belirtildiği gibi 1 no'lu yağmurlama tesisinde, Ağustos ayında günün 13<sup>00</sup>-15<sup>00</sup> saatleri arasında, 2.05-4.11 m/s'lik rüzgar hızı şartlarında ve 0.96-0.95 atmosferik basınçlardaki başlıklarda ve esen rüzgar yönüne göre dik konumlandırılmış lateral şartlarında yapılmış ve gerçekleşen püskürtme kaybı % 14.72

Çizelge 4.20. Araştırma Alanındaki Yağmurlama Tesislerinde Belirlenen Püskürtme Kayıpları

Test No	1	2	3	4	5	6	7
Başlık basınçları (atm)	0.96-0.95	0.96-0.95	1.1-1.1	1.5-1.45	1.46-1.45	1.45-1.40	1.45-1.40
Testin Yapıldığı Zaman	13 <sup>20</sup> -15 <sup>20</sup>	10 <sup>10</sup> -12 <sup>10</sup>	08 <sup>50</sup> -10 <sup>50</sup>	18 <sup>10</sup> -20 <sup>10</sup>	10 <sup>00</sup> -12 <sup>00</sup>	12 <sup>20</sup> -14 <sup>20</sup>	12 <sup>20</sup> -14 <sup>20</sup>
Testin Yapıldığı Ay	Ağustos	Ağustos	(İlk hafta) Ağustos	(İlk hafta) Ağustos	(İlk hafta) Eylül	Ağustos	Ağustos
Rüzgar hız sınırı (m/s)	2.05-4.11	2.57-5.14	1.24-3.07	0.51-2.04	0.0-1.02	1.54-5.14	1.54-5.14
Ort. Rüzgar hızı (m/s)	2.57	3.48	1.47	1.08	0.46	3.02	3.02
Lateralin Rüzgar yönüne göre konumu	Dik	Dik	Paralel	Paralel	Dik	Paralel	Dik
Püskürtme kaybı (%)	14.72	10.79	6.0	7.3	12.4	18.51	7.10
Ort. Püskürtme kaybı (%)	10.97						

olmuştur. 2 no'lu yağmurlama tesisinde; Ağustos ayında günün 10<sup>00</sup>-12<sup>00</sup> saatleri arasında yapılmış, deneme süresince rüzgar hızı 2.57-5.14 m/s arasında değişmiştir. Deneme alanı yağmurlamalarında ortalama işletme basıncı 0.95 atmosferde ve 2 no'lu yağmurlama tesisinde meydana geleni püskürtme kaybı % 10.79 olarak gerçekleşmiştir. 3 no'lu yağmurlamada deneme Ağustos'un ilk haftasında günün sabah saatlerinde, ortalama 1.1 atmosfer işletme basıncı ve 1.47 m/s'lik rüzgar şartlarında ve rüzgar yönüne paralel konumlandırılmış lateral üzerinde yapılmıştır. 3 no'lu yağmurlama tesisinde meydana gelen püskürtme kaybı % 6.0'dır.

4 no'lu yağmurlama tesisi, Ağustos ayının ilk haftasında günün akşam saatlerinde ortalama 1.08 m/s rüzgar hızında esen rüzgara paralel konumlanmış durumdaki lateralde 1.50-1.45 atmosfer basınca sahip yağmurlama başlıklarında yapılmış olup, gerçekleşen püskürtme kaybı % 7.3 olarak bulunmuştur. Püskürtme kaybı belirlenen 5 no'lu yağmurlama tesisinde deneme Eylül ayının ilk haftasında yapıldığı günün 10<sup>00</sup>-12<sup>00</sup> saatleri arasında ortalama esen rüzgar hızının 0.46 m/s olduğu şartlarda yapılmış ve püskürtme kaybı % 12.4 olarak bulunmuştur.

Püskürtme kayıpları belirlenen 6 ve 7 no'lu yağmurlama tesisleri, aynı özellikleri taşıyan elemanları ile ve aynı anda aynı şartlarda yapılmış olup, 6 no'lu yağmurlamanın laterali esen rüzgara paralel, 7 no'lu tesisin laterali ise esen rüzgar yönüne dik konumda bulunmaktadır. Bu iki yağmurlama tesisi aynı anda denemeye tabi tutularak, lateralin esen rüzgar yönüne göre konumlandırma farkının püskürtme kayıplarına olan etkisi araştırılmıştır. Rüzgarlı ortamda (ortalama 3.02 m/s rüzgar hızında) laterali rüzgar yönüne paralel tertiplenen 6 no'lu yağmurlamada laterali rüzgar yönüne dik konumlandırılan 7 no'lu tesise göre % 7.81 ( $\% 18.51 - \% 7.1 = \% 7.81$ ) oranında fazla püskürtme kaybı meydana gelmiştir.

Araştırma alanında ortamın sakin ve hafif rüzgarlı olduğu sabah ve akşamüstü sulamalarında püskürtme kayıpları düşük gerçekleşmektedir. Aynı çizelgeden görüleceği üzere gün ortalarında sıcak zamanlarda ve rüzgar hızının yüksek olduğu durumlarda yağmurlama sulama da püskürtme kayıpları yüksek gerçekleşmektedir.

#### 4.8. Tarla Su Uygulama Randımanına İlişkin Sonuçlar

Araştırma alanında tarla su uygulama randımanını belirlemek amacı ile rastgele seçilen 17 adet tarla parselinde deneme yapılmış ve elde edilen veriler değerlendirilerek hesaplanan su uygulama randımanları Çizelge 4.21'de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Araştırma Alanında Uygulanan Yağmurlama Sulamalarında Tarla Su Uygulama Randımanı

Tarla No	Toprakta Mevcut Su (mm/60 cm)		Sulama İle Toprakta Tutulan Su (mm/60 cm)	Sulama İle Toprağa Verilen Su (mm)	Tarla Su Uygulama Randımanı (%)
	Sulamadan Önce	Sulamadan Sonra			
1	167.56	211.76	44.20	68.94	64.09
2	195.35	252.85	57.5	71.16	80.80
3	141.56	209.35	67.79	84.30	80.41
4	101.73	195.36	93.63	96.88	94.64
5	118.99	204.83	85.84	93.10	92.20
6	135.52	217.55	82.03	99.0	82.85
7	129.72	228.67	98.95	126.16	78.43
8	141.57	219.13	77.56	103.80	74.72
9	137.90	189.68	51.78	55.32	93.60
10	179.59	244.93	65.34	72.68	89.90
11	195.11	260.82	65.71	76.8	85.56
12	135.35	200.89	65.54	99.35	65.96
13	127.89	208.93	81.04	99.0	81.86
14	147.03	237.94	90.91	95.03	95.39
15	208.95	299.90	90.95	135.0	67.37
16	229.86	305.64	75.78	104.40	72.59
17	176.55	287.52	110.97	133.20	83.31
Ortalama su uygulama randımanı (%)					81.39

Araştırma alanı yağmurlama sulamalarında su uygulama randımanları farklı değerler göstermiş olup, genelde yüksektir. Çizelge 4.21'den görüldüğü gibi yağmurlama sulamada su uygulama randımanı en yüksek % 95.39, en düşük % 64.09 olarak gerçekleşmiştir. Ortalama su uygulama randımanı % 81.39'dur.

Balaban ve Ayyıldız (1970), Orta Anadolu'da sulama randımanını karık sulamada % 30-82 ve yağmurlama sulamada % 75-85 olarak bulmuşlardır. Çakırnak (1994)

Çumra şebekesi sulama alanında su uygulama randımanını; salma sulamada % 24, karık sulamada % 45-68, tava sulamada % 34-87 ve yağmurlama sulamada % 31-74 arasında bulmuştur. Ünlükalaycı (1994), Konya Ilgın Atlantı ovasında tarla su uygulama randımanını yüzey sulamalarında % 26-72, (Ort. % 46.7), yağmurlama sulamada ise % 81-89 (ortalama % 84.3) arasında tesbit etmiştir.

Araştırma alanında yağmurlama sulamalarında su uygulama randımanı değerlerinin yüksek bulunmasında, sulama zamanının geciktirilmesi ve dolayısı ile toprakta nem açığının fazla olması, tutulan su miktarlarını arttırarak su uygulama randımanının artmasına neden olmaktadır. Genelde yapılan sulamalarda 0-60 cm'lik toprak derinliği sulanmaktadır. Yapılan nem tayinlerinde sulama öncesi ve sonrasında, 60-90 cm toprak katmanındaki nem oranlarında genelde fazla bir değişikliğin bulunmamış olması da bunu doğrulamaktadır. Su uygulama randımanı tesbitinin yapıldığı parsellerin bazılarında 60-90 cm'lik toprak katmanında sulamadan sonra çok az da olsa nem değişimi olduğu tesbit edilmiştir (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.22'den görüldüğü gibi 1, 6, 12, 15, 16 ve 17 nolu tarlalarda sulamadan sonra 60-90 cm'lik toprak katmanına çok az da olsa bir su sızması olmuştur. Çizelge 4.21'den görüleceği gibi bu tarlalarda 60 cm'lik derinliğin altına sızmanın sebebi, tarlaya toprağın nem açığından daha fazla su uygulanmasıdır. Aynı çizelgeden görüleceği gibi 1, 12, 15 ve 16 nolu tarlalarda tarla su uygulama randımanı da düşük gerçekleşmiştir. Randımanın düşük olmasına neden olarak, toprağa nem açığından daha fazla su verilmesi gösterilebilir. Ayrıca randımanın azalmasına 60-90 cm'lik toprak katmanına diğerlerine göre su sızmasının biraz daha fazla olması neden olmaktadır.

Çizelge 4.22. Tarlaların 60-90 cm'lik Toprak Katmanına Ait Mevcut ve Sulama Sonrası % Nem Değerleri

Tarla No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Mevcut Nem (%)	20.56	28.80	--	--	18.11	17.99	21.35	21.43	19.41	20.67	27.04	21.99	21.02	24.86	25.37	24.87	27.77
Sul. Sonrası Nem (%)	21.59	28.85	--	--	19.00	19.00	21.50	21.75	19.50	20.85	27.10	24.87	21.82	25.35	27.88	27.02	30.96

## 5. ÖNERİLER

Araştırmadan elde edilen bulgulara göre araştırma alanında yağmurlama sistemlerinin tertiplenmesi, işletilmesi, çiftçilerin sulama uygulamaları, yağmurlama sistemlerinde su dağılım performansı ve bitki su ihtiyacının karşılanması gibi hususlarda çiftçilerin bilgi-beceri eksiklikleri ile bazı aksaklıkların olduğu, bununla birlikte çiftçilerin yağmurlama yöntemiyle yaptıkları sulamalarda fazla su kullanma eğiliminde olmadıkları da ortaya çıkmıştır.

Çiftçilerin yağmurlama sistemlerinde uyguladıkları dar başlık aralığı, düşük işletme basıncı ve sulama zamanı planlaması bölgede karşılaşılan en önemli sorunlardan bazılarıdır.

Araştırma alanında yağmurlama yöntemi ile sulamalarda karşılaşılan problemler ve bu problemlerin giderilmesine yönelik öneriler aşağıda özetlenmiştir.

1. Araştırma alanında yağmurlama tesislerinde uygulanan başlık ve lateral tertip aralığı yağmurlayıcı başlık özelliklerine uygun şekilde planlanmamaktadır. Bölgedeki hemen hemen bütün yağmurlama tesislerinin ortak özelliklerinden biri başlık ve lateral aralıklarının dar tertiplenmesidir. Bunun sonucu olarak da yağmurlama sistemlerinde yağmurlama hızı yüksek gerçekleşmektedir. Yapılan araştırmanın sonucuna göre, yapılan sulamalarda su uygulama hızı toprak infiltrasyon hızından yüksektir. Bu olumsuzluğun giderilebilmesi için yağmurlama sistemlerinde başlık tertibinin en az 10 x 10 m, bazılarında da 10 x 15 m şeklinde olması gerekmektedir. Bu uygulama ile yağmurlama sulamalarında yüksek olan su uygulama hızı azaltılabilir.

2. Yağmurlama tesislerinde işletme basıncı genelde düşüktür. Araştırma alanında yağmurlama tesisleri değişik bitkilerin sulanmasında kullanılmaktadır. Düşük basınçla işletilme sonucunda su damla çapları büyük gerçekleştiğinden bitkilerin zarar görmesine sebep olmaktadır. Ayrıca büyük damla çapının toprak sıkışmasına neden olacağı bilinmektedir. Bölgede kurulan yağmurlama tesislerinin genel özelliklerini de dikkate alarak bu olumsuzluğun giderilmesi için aşağıdaki tedbirler alınabilir.

- a. Tertip edilen yağmurlama sistemlerinin boru büyüklüklerini değiştirmeden lateral üzerindeki bir kaç başlığın kapatılması ile işletme basıncının yükseltilmesi sağlanabilir. Diğer bir ifade ile lateral daha az başlıkla yüklenmelidir.

- b. Yağmurlama sistemlerinde ana hatlarda küçük çaplı (75 mm ve 75-110 mm çaplı boru kombinasyonu) boru kullanılmamalıdır. Ana hatlarda küçük çaplı boru kullanımı lateral hatta daha düşük işletme basıncına sebebiyet vermektedir.
- c. Yağmurlama tesisleri mevcut durumları ile kurularak sulama yapılması zorunlu ise bu takdirde sistemin kuvvet kaynağının işletme devri biraz daha artırılmalıdır. Ancak motorların yüksek devirlerde daha fazla enerji tüketmesi uygulayıcıları uygulamadan uzaklaştırmaktadır.

3. Kontrollü bir uygulama ile su ve enerji tasarrufu sağlayan yağmurlama sistemleri ile bölgede yapılan sulamalarda da bazı aksaklıkların olduğu gözlenmiştir. Yağmurlama sistemlerinin özellikle boru bağlantı noktaları ile başlık bağlantılarından su kaçaqları meydana gelmektedir. Bu kaçaqlar, uzun vadede düşünüldüğünde çok büyük oranda su kaybına sebebiyet verecektir. Bunun önlenmesi için şu hususlara dikkat edilmelidir.

- a. Farklı firma elemanları birlikte kullanılmamalıdır.
- b. Boru bağlantılarında conta kullanılmalı, eskimiş contalar değiştirilmelidir. Özellikle başlık bağlantı noktalarında toz-toprak sıkışması olacağı ve bu nedenle buraların temizlenmesi gerekmektedir.
- c. Yağmurlama başlıklarının memelerinin kısmen de olsa bazı nedenlerle tıkanabileceği dikkate alınarak kontrol edilmelidir.

4. Yağmurlama yönteminde sulama zamanı, sulama süresi, sulama aralığı ve bir sulama mevsiminde yapılan sulamaların sayıları bakımından mevcut uygulamalarda eksik veya yanlış planlama yapılmaktadır. Araştırmanın yapıldığı parsellerden alınan toprak örneklerinin analiz sonucuna göre çiftçilerin tamamına yakını, toprak nem değeri, solma noktası ya da solma noktasının altına düştüğünde sulama yapmaktadırlar. Etkili bitki kök derinliği ve toprak özellikleri dikkate alındığı zaman araştırma alanında sulamanın az su ile sık aralıklarla yapılması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Bu husus dikkate alındığı zaman araştırma alanında mevcut uygulanan sulama aralıklarının uzun tutulduğu ortaya çıkmaktadır. Bunun sonucu olarak da sulama mevsiminde uygulanması gereken sulama sayısı daha az gerçekleşmektedir. Sulama suyunun zamanında ve yeterli ölçüde verilmeyişi bitkisel üretimin bölgede düşük gerçekleşmesine neden ola-

bilmektedir. Bu husustaki eksikliklerin giderilebilmesi için şu hususlar önerilebilir.

- a. Sulu ziraatı yapılan bitkilerin özellikleri ve bu bitkilerin etkili sulama derinlikleri araştırılmalı ve elde edilen bulgular çiftçilere duyurulmalıdır. Şeker pancarı için sulama derinliği 60 cm olarak alınmalıdır.
- b. Sulanan bitkilerin sulama suyu ihtiyaçları belirlenmeli, her bitkinin ihtiyaç gösterdiği sulama suyu miktarı, her sulamada yağmurlama ile verilecek su miktarı ve sulama süreleri yaklaşık değerlerle hesaplanarak bölge çiftçilerine tavsiye edilmelidir. Araştırma alanında şeker pancarına 650-700 mm su verilmeli, yağmurlama yöntemi ile her sulamada ortalama 50-70 mm su uygulanmalı ve başlık tertip aralıkları dikkate alınarak yağmurlamalar her durakta 2.5-4.5 saat çalıştırılmalıdır.
- c. Bitkisel üretimde daha fazla artış sağlanması bakımından sulama suyunun zamanında ve yeterli ölçüde verilmesi gerekmektedir. Bunun için de bölgede sulu tarımı yapılan bitkiler için uygun sulama aralıkları tesbit edilmeli ve uygulamaya konulması için çiftçilerle temas kurulmalıdır. Şeker pancarı için sulama aralığı 8-10 gün olarak uygulanmalıdır.

5. Su dağılım performansının belirlenmesi esnasında ölçülen ve yapılan anketlerin sonuçlarından anlaşıldığı üzere bölgede yağmurlama sulamanın rüzgardan etkilenmediği belirlenmiştir. Sulamanın rüzgardan etkilenme derecesini azaltmak için çiftçilerin gerekli tedbirleri aldıkları elde edilen bulgulardan anlaşılmaktadır. Ancak yüksek rüzgar hızlarında da sulamaya devam edilmektedir. Bu durum hem sulama suyunun kaybına ve hemde homojen bir sulama yapılmamasına neden olmaktadır. Araştırma alanında yapılan su dağılım denemelerinin sonuçları göstermiştir ki, bölgede esen rüzgarın hızı 2.5 m/s'yi geçtiği durumlarda yeknasak bir sulama yapılamamaktadır. Rüzgarlı ortamlarda yapılan su dağılımı denemelerinde elde edilen yeknasaklık değerleri % 75-80 seviyelerinde bulunmuştur. Yetiştirilen bitkilerin ekonomik değeri dikkate alındığında bu su dağılımı performans değerlerinin çok düşük olduğu da söylenemez. Rüzgarlı şartlarda diğer yüzey sulama yöntemlerinin uygulamaya konulması halinde bu yöntemlerden % 70-80 su dağılımı performansının sağlanmasının zorluğu da düşünülmelidir. Ayrıca yüzey sulamaları bir takım tarla hazırlıklarına ve işçiliğe ihtiyaç gösterecektir.

Bölgeden elde edilen meteorolojik verilerden anlaşıldığı üzere ve arazide



yapılan gözlemlere göre araştırma alanında sulama mevsimi boyunca etkili ve sürekli yüksek hızlarda rüzgarlı ortamının oluşmadığıdır. Bu hususlar dikkate alındığında araştırma alanında yağmurlama sulama yönteminin rüzgarlı ortamlar süreklilik arz etmediği sürece uygulanmalı, ancak rüzgarın olumsuzluklarını azaltıcı tedbirlerde uygulamaya konulmaya devam edilmelidir.

6. Araştırma alanında yağmurlama sulama uygulamaları genelde gündüzleri yapılmaktadır. Araştırmadan elde edilen gözlemlere göre gece sulaması uygulanmamaktadır. Bölgenin sıcak ve kuru bir iklime sahip olması sebebi ile yağmurlama ile öğle saatlerinde yapılan sulamalarda buharlaşma ve zaman zamanda rüzgar sürüklenme kayıpları fazla gerçekleşmektedir. Sabah ve akşamüstü yapılan sulamalarda bu kayıplar daha az gerçekleşmiştir. Günün sıcak olduğu öğle saatlerinde yapılan sulamalarda su püskürtme kayıpları verilen sulama suyunun % 7.1-18.51 olarak gerçekleşmiştir.

Araştırma alanında Temmuz ve Ağustos aylarında sıcaklığın çok yüksek olduğu günlerde öğle üzeri sulamaları yerine gece sulamalarının yapılması ile püskürtme kayıpları minimum seviyeye indirilebilir. Bu sebeple, araştırma alanında gece sulamalarının özendirilmesi gereklidir.

## ÖZET

Bu çalışma Çumra Ovası'nda su tasarrufu ve sulama etkinliği yüksek bir sulama yöntemi olan yağmurlama sistemleri ile yapılan su uygulamalarının izlenmesi ve çiftçilerin bu yönde karşılaştıkları olumsuzlukların giderilmesinde yardımcı olabilecek tedbirlerin belirlenmesi amacı ile yapılmıştır.

Araştırma alanında yağmurlama sulama değişik bitkilerin sulanmasında uygulanmaktadır. Ancak en yaygın uygulama şekerpancarında görülmektedir. Bu yüzden sulama uygulamalarının izlenme ve değerlendirilmesinde diğer faktörler de dikkate alınarak şeker pancarı sulamaları tercih edilmiştir. Bölgede şeker pancarı ziraatının bir kuruluşun himayesinde yapılması sebebi ile Çumra Ovası'nda en çok ekiliş oranına sahip 6 bölgeyi kapsayan saha pilot alan olarak belirlenmiştir. Pilot alanda; yağmurlama tesislerinin özellikleri, yağmurlama sulamanın uygulanma oranı, yağmurlama yöntemi ile su uygulamaları, su uygulama randımanı, yağmurlama sulamalarında su dağılımı, yağmurlama sulamasında rüzgar sürüklenmesi ve buharlaşma ile su kaybı ve çiftçilerin sulama zamanını belirleme alışkanlıkları ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Yapılan bu çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

1. Araştırmanın yapıldığı Çumra ovasında 7-8 bin adet yağmurlama tesisinin bulunduğu ve bu yağmurlama sistemlerinin taşınabilir özellikte olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Çumra ovasında sulanan alanların % 72.52'si yağmurlama yöntemi ile sulanmakta, işletmeler bazında yağmurlama sulama sisteminin uygulanma oranı ise ortalama % 85.43 olarak bulunmuştur. Araştırma alanında yağmurlama sulamanın tercih edilmesinde birinci derecede etkili faktör, sulamanın kolay ve işçiliğinin az oluşudur.

2. Araştırma alanında yağmurlama sulamalarında büyük oranda (% 90.4) yeraltı su kaynakları kullanılmaktadır. Sistemlerin % 93.2'sinin pompaj birimini motopomp oluşturmaktadır. Yağmurlama sistemlerinin boru hatlarında tamamen plastik borular kullanılmakta olup, ana hatlarda 75, 110 ve 75-110 mm çaplı borular müşterek kullanılırken, lateral hatlarda 75 mm çaplı borular kullanılmaktadır. Bölgede çiftçilerin % 90.4'ü 4.5/4.8 mm meme çapındaki yağmurlama başlıklarının kullanılmaktadırlar.

3. Yağmurlama sistemlerinin % 80'ininde sistem tek lateral olarak tertiplenmektedir. Tertiplenen laterallerin uzunluğu 35-200 m arasında değişmektedir. Çiftçilerin % 90.4'ü lateral hattı 10 m aralıkla kaydırmaktadır. Tesislerin % 67.2'sinde

lateral üzeri başlık aralığı 10 m, % 24.6'sında 5 m'dir. Çiftçilerin % 63'ü başlıkların tertip desenini 10 x 10 m (kare) biçiminde uygulamaktadır.

4. Araştırma alanında yağmurlama sistemlerinin işletme basınçları genelde düşüktür. Yağmurlama hatlarının ilk başlıklarında ölçülen işletme basınçları işletmelerin tamamında 2 atm ve bunun altında, % 67'sinde 1.5 atm ve bunun altında bulunmuştur.

5. Araştırma alanında çiftçiler genelde toprak nem değeri solma noktası yada solma noktasının altına düştüğünde sulama yapmaktadırlar.

6. Çiftçilerin bir durak için uyguladıkları sulama süreleri 2.5 ile 7 saat arasında değişmekte olup, ortalama 4.4 saattir. Sulama aralığı çiftçilerin % 70.6'sında 10 gündür. Yetiştirme mevsimi boyunca uygulanan sulama sayısı da 6 ile 10 arasında değişmektedir.

7. Yağmurlama hızı genelde yüksektir ve 11.86 ile 39.74 mm/h arasında değişmektedir. Yağmurlama hızı belirlenen tarlalarda ölçülen infiltrasyon hızları da 6.0-193 mm/h olarak belirlenmiştir. Ölçüm sonuçlarına göre çiftçilerin % 50'sinin tarlasında infiltrasyon hızı yağmurlama hızından daha küçüktür.

8. Yapılan su dağılım ölçmelerinin sonucuna göre, yağmurlamaların su dağılım yeknasaklığı % 72.86-% 91.17 arasında değişmiştir. Su dağılım yeknasaklığı düşük gerçekleşen yağmurlama tesislerinde su dağılımı ölçmeleri rüzgarlı ortamda gerçekleştirilmiştir.

9. Su dağılımı ölçümü gerçekleştirilen yağmurlama tesislerinde rüzgar sürüklenmesi ve buharlaşma su kayıpları hesaplanmış ve bu kayıplar sistemlere göre % 6 ile % 18.51 arasında bulunmuş olup ortalama % 10.97'dir.

10. Yağmurlama sulamada tarla su uygulama randımanı % 64.09 ile % 95.39 arasında değişiklik göstermiş, ortalama değer % 81.39 olarak tesbit edilmiştir.

## 6. KAYNAKLAR

- Abo Ghobar, H.M., Al Amoud, A.I., 1992. Performance Characteristics of Carious Impact Sprinkler Types Locally Used. Journal of King Saud University, Agricultural Sciences 4 (2), Riyadh, Saudi Arabia.
- Aknerdem, F., 1994. Konya Şeker Fabrikası Bazı Bölgelerinde Gübreleme Sulama İle Verim Kalite İlişkisi. Şeker Pancarı Yetiştirme Tekniği Sempozyumu, II. Gübreleme ve Sulama. 6-7 Mayıs, Konya.
- Aküzüm, T., 1976. Türkiye'de İmal Edilen Yağmurlama Başlıklarının Su Dağılım Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma. Ank. Üniversitesi Zir. Fakültesi Kültürteknik Bölümü, Doktora Tezi, Ankara.
- Aküzüm, T. ve M. Ayyıldız, 1980. Türkiye'de İmal Edilen Yağmurlama Başlıklarının Su Dağılım Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Ankara Üniv. Basımevi, Ankara.
- Altınorak, Y., 1987. Uygun Sulama Yönteminin Seçimine Ekonomik Faktörlerin Etkisi. Ank. Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), Ankara.
- Anonymous, 1961. Konya Çumra Projesi Çumra Ovası Arazi Tasnif Raporu. Bayındırlık Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü Etüd ve Plan Dairesi Reisliği, Etüt Raporları, Proje No : 1605, Cilt : 1, Ankara.
- Anonymous, 1978. Konya Ovası Sulama (KOS) Geliştirme Raporu. DSİ Genel Müdürlüğü, İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı, DSİ Basım ve Foto Film İşletme Md. Matbaası, Cilt I, II, Ankara.
- Anonymous, 1981 a. Türkiye'de Yağmurlama Sistem Ekipmanlarına Olan Gereksinimin Saptanması. Ank. Üniv. Zir. Fakültesi Kültürteknik Böl. Ankara.
- Anonymous, 1981 b. Tarımsal Yapı ve Üretim. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Ankara.
- Anonymous, 1982. Türkiye'de Sulanan Bitkilerin Su Tüketimleri Rehberi. Topraksu Genel Müdürlüğü Yayınları No : 35. Ankara.
- Anonymous, 1989. Pimaş Yağmurlama Sulama Kataloğu, İstanbul.

- Anonymous, 1991. Çumra Sulaması Planlı Su Dağıtım Uygulama Raporu. DSİ IV. Bölge Müdürlüğü, KOS İşletme ve Bakım Şube Müdürlüğü, Çumra.
- Anonymous, 1992. Konya İli Arazi Varlığı. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Köş Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları İl Rapor No : 42, Konya.
- Anonymous, 1993. Tarımsal Yapı ve Üretim. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Yayını, Ankara.
- Anonymous, 1994. Konya Şeker Fabrikası A.Ş. Çumra Bölge Ziraat Müdürlüğü Kayıtları, Çumra.
- Anonymous, 1995 a. Konya Tarım İl Müdürlüğü Kayıtları. Konya.
- Anonymous, 1995 b. Konya Meteoroloji Bölge Müdürlüğü Kayıtları. Konya.
- Anonymous, 1996. Konya Şeker Fabrikası A.Ş. Çumra Bölge Ziraat Müdürlüğü Kayıtları, Çumra.
- ASAE, 1951. Minimum Requirements for the Design, Installation and Performance of Sprinkler Irrigation Equipment, Journal of ASAE.
- Ayyıldız, M., T. Aküzüm ve Y. Güngör, 1979. Yağmurlama Sistemlerinde Başlıkların Tertip Biçimi İle Rüzgar Hızı Arasındaki İlişkiler. Tübitak Doğa Bilim Dergisi, 3 (4), Ankara.
- Ayyıldız, M. ve E. Yaralı, 1985. Yağmurlama Başlıklarında Yapımcı Farklılıklarının Eş Su Dağılım Düzeyine Etkisi. Tübitak Doğa Bilim Dergisi, 3 (9), Ankara.
- Ayyıldız, M. ve O. Yıldırım, 1986. Basıncılı Sulama Sistemlerinde Yağmurlama Başlığı ve Damlatıcılardaki Yapım Farklılıklarının Eş Su Dağılım Düzeyine Etkileri. II. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri. Cilt : II, Adana.
- Balaban, A., 1968. Yağmurlama Sulaması. Köy İşleri Bakanlığı, Topraksu Genel Müdürlüğü Yayınları (Çeviri) No : 84, Ankara.
- Balaban, A. ve M. Ayyıldız, 1970. Orta Anadolu Sulamalarında Tarla Sulama Randımanı Üzerinde Bir Araştırma. Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Yıllığı, Fasikül 1'den ayrı basım, Ankara.
- Balaban, A. ve A. Korukçu, 1970. Yağmurlama Sulama Sistemlerinde Su Dağılımının Ölçülme Metodları Üzerinde Bir İnceleme. Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Yıllığı Fasikül 4'den ayrı basım, Ankara.

- Balcın , M. ve S. Çelik, 1994. Tokat-Kazova Koşullarında Kısıntılı Su Uygulamasında Şeker Pancarının Su Verim İlişkisi. Şeker Pancarı Yetiştirme Tekniği Sempozyumu, II. Gübreleme ve Sulama, 6-7 Mayıs, Konya.
- Benami, A. ve A. Ofen, 1984. Irrigation Engineering. Faculty of Agricultural Engineering. Technion Israel Institute of Technology. Israel.
- Ben Hur, M., Z. Plaut, I. Shangberg, A. Meiri ve M. Agassi, 1989. Effect of Cotton Canopy and Driying on Runoff With Lateral Move. Water and Irrigation Review.
- Bilgen, T., K. Erel ve G. Onat, 1977. Şeker Pancarı Üretimindeki Gelişmeler. Prensipler ve Uygulamalar. Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. Yayınları (Çeviri), No : 205, Ankara.
- Boyacı, R., 1962. Sulama Metodları Seçimi İle Fayda ve Mahzurları. Topraksu Genel Müdürlüğü Yayını, Sayı : 138.
- Çakmak, B., 1994. Konya-Çumra Sulamasında Su Dağıtım ve Kullanım Etkinliği. Ankara Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara.
- Carvalho, J. de A. Ramos, M.M., Soares, A.A. ve Bernardo S., 1992. Effect of a flow Rectifier and Drop Size Distribution and Uniformity of Water Distribution in an Intermediate Pressure Sprinkler. Revista Ceres, 39 (225).
- Çiftçi, N., R. Topak ve M. Çelebi, 1994. Konya Bölgesi Çiftçilerinin Sulama Drenaj Uygulamaları ve Bununla İlgili Sorunların Tesbiti. Selçuk Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi, Konya.
- Çiftçi, N., M. Kara, N. Uğurlu ve R. Topak, 1995. Konya İli Sulama Kooperatiflerinin Sulamadaki Yeri ve İşletmecilik Sorunları. Selçuk Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi, 7 (9), Konya.
- Demiralay, İ., 1977. Toprak Fiziği Ders Teksiri. Atatürk Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum.
- Da Silva Paz, V.P., Bernardo, S., Sediya, G.C. Ramos, M.M. De Azevedo, H.M., Repazzi, A.J. Azevedo, H.M. De ve Silva Paz, V.P. Da., 1991. Analysis of the Uniformity of Sprinkler Irrigation Water Under the Conditions of the SaO Goncalo Irrigation Project pB. Revista Ceres. 38 (217).

- English, M., A. Taylor ve P. John, 1986. Evaluating Sprinkler System Performance. *New Zealand Agricultural Science* 20 (1).
- Ertas, M.R., 1976. Konya Ovası Koşullarında Lizimetlerde Bitki Su Tüketimleri. Köy İşleri Bakanlığı, Topraksu Genel Müdürlüğü, Konya Topraksu Araştırma Enstitüsü Yayınları, Yayın No : 43, Konya.
- Ertas, M.R., 1979. Konya Ovası Sulama Şebekesi Sulama Rehberi. Köy İşleri ve Kooperatifler Bakanlığı, Topraksu Genel Müdürlüğü, Konya Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları No : 60, Konya.
- Ertas, M.R., 1980. Konya Ovasında Buğdayın ve Şeker Pancarının Lizimetrede Saptanan Su Tüketimleri. Köy İşleri ve Kooperatifler Bakanlığı, Topraksu Genel Müdürlüğü, Konya Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları No : 71, Konya.
- Ertas, M.R., 1984. Konya Ovası Koşullarında Sulama Suyu Miktarında Yapılan Kısıntının Şeker Pancarı Verimine Etkileri. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları No : 100, Konya.
- Ertuğrul, H. ve M. Apan, 1979. Sulama Sistemlerinin Projelenmesi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No : 252, Erzurum.
- Faci, J. ve Belcero, A., 1991. Effect of Wind on Irrigation Uniformity and on Evaporation and Wind Drift Losses in Sprinkler Irrigation. *Investigation Agraria, Produccion and Proteccion Vejetables*. 6 (2).
- Fischer, G.R. ve W.W. Wallender 1988. Collector Size and Test Duration Effects on Sprinkler Water Distribution Measurement. *ASAE*, 31 (2).
- Frost, K.R. ve C.H. Schwalen, 1955 a. Sprinkler Evaporation Losses. *ASAE Journal*, No : 8.
- Göbelez, M., 1961. Pancarın Sulanması. Türkiye Şeker Fabrikaları Neşriyatı (Çeviri), No : 79, Eskişehir.
- Güngör, Y. ve O. Yıldırım, 1989. Tarla Sulama Sistemleri. Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları No : 1155, Ankara.
- Hansen, V.E., O.W. Israelsen ve G.E. Stringham, 1979. *Irrigation Principles and Practices*.

- Hillel, D., 1988. Modern Irrigation Systems : Knowing the Basics. Agribusiness Worldwide, 10-22 p.
- Hills, D.J. ve Y. Gu, 1989. Sprinkler Volume Mean Droplet Diameter as ve Function of Pressure. Transaction of the ASAE, 32 (2).
- Israelsen, O.W., 1953. Irrigation Principles and Practices. Second Edition John Wiley and Sons, Ins, Newyork.
- Jansen, M.E., 1980. Design and Operation of Farm Irrigation Systems. ASAE Monograh No : 3 ASAE, st Joseph, M.I.
- Kara, M., 1983. Sulama-Kurutma. Cilt : 1, Tarım Arazilerinin Sulanması. Akdeniz Üniv. Isparta Mühendislik Fakültesi Yayınları No : 5, Isparta.
- Kara, M., N. Çiftçi ve H. Şimşek, 1990. Konya-Çumra Çandır Mevkii Arazilerinde Taban Suyu Hareketi ve Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma. Selçuk Üniv. Araştırma Projesi, No : ZF-88/079, Konya.
- Kara, M., H. Şimşek ve N. Çiftçi, 1991. Orta Anadolu'da Sulama ve Verimlilik. Orta Anadolu'da Tarımın Verimlilik Sorunları Sempozyumu. Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları 440, Ankara.
- Kara, M., N. Çiftçi, R. Topak ve H. Şimşek, 1992. Konya Ovaları Projesinde (KOP) Su Potansiyeli ve İhtiyacı. IV. Ulusal Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Bildirileri, Erzurum.
- Kodal, S., 1994. Yeterli ve Kısıtlı Su Koşullarında Şeker Pancarı Sulaması. Şeker Pancarı Yetiştirme Tekniği Sempozyumu, II. Gübreleme ve Sulama, 6-7 Mayıs, Konya.
- Kodal, S., T. Aküzüm ve O. Ünver, 1995. GAP Sulama Sistemleri İçin Uygun İşletme-Bakım ve Yönetim Modelinin Belirlenmesi. 5. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, Kemer-Antalya.
- Kohl, R.A., 1974. Drop Size Distribution from Medium-Sized Agricultural Sprinkler. Transactions of the ASAE, 17 (4).
- Konca, Y.S., 1986. Polatlı Basri Köyünde Sulama Alanlarında Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Yolları. Ank. Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), Ankara.—



- Korukçu, A., 1969. Türkiye'de Yağmurlama Sulamasının Problemleri Üzerinde Bir Araştırma. Ank. Üniv. Zir. Fak. Kültürteknik Bölümü, Doktora Tezi (Basılmamış), Ankara.
- Korukçu, A. ve T. Aküzüm, 1977. Yağmurlama Sulama Sistemlerinde Su Dağılımı Açısından Başlıkların Uygun Tertip Biçiminin Saptanması Üzerinde Bir Araştırma. Ank. Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi, 27 (2), Ankara.
- Korukçu, A., 1980. Damla Sulamasında Yan Boru Uzunluklarının Saptanması Üzerine Bir Araştırma. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yayınları No : 742, Ankara.
- Korukçu, A. ve O. Yıldırım, 1981. Yağmurlama Sistemlerinin Projelenmesi. Topraksu Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Korukçu, A., A. Öneş ve Z. Erözel, 1982. Niğde Misli Ovasında Yağmurlama Sulama Uygulaması Olanakları Üzerinde Bir Araştırma. Ank. Üniv. Ziraat Fakültesi Yıllığı, 30 (3-4)'den Ayrı Basım, Ankara.
- Korukçu, A. ve O. Yıldırım, 1983. Yağmurlama Sulamasında Eş Su Dağılımı İle Sulama Randımanı Arasındaki İlişkilerin Saptanması Üzerinde Bir Araştırma. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fak. Dergisi, 2 (1), Bursa.
- Madanoğlu, K., 1977. Orta Anadolu Koşullarında Şeker Pancarında Azot-Su İlişkileri ve Su Tüketimi. Merkez Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları No : 50, Ankara.
- Oğuzer, V. ve S. Önder, 1988. Urfa Harran Ovası Koşullarında Soya Bitkisinde Karık ve Yağmurlama Sulama Yöntemlerinin Proje Ölçütlerinin İrdelenmesi. 3. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, 20-23 Eylül, İzmir.
- Oğuz, M., 1994. Gökçeada Sulamasının İzleme ve Değerlendirilmesi. Ankara Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Öğretir, K., 1981. Çifteler D.S.İ. Sulama Şebekesinde Su İletim Kayıpları ve Sulanır Alanlarda Su Uygulama Randımanları. Topraksu Genel Müdürlüğü Yayınları No : 165, Eskişehir.
- Özdengiz, A., 1974. Yerli Yapı Bazı Yağmurlayıcı Başlıklarının Su Dağıtım Kaliteleri Üzerinde Bir Araştırma. Atatürk Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları No : 169, Sevinç Matbaası, Ankara.

- Özdoğan, H.A., 1987. Toprak Gübreleme, Sulamanın Verim ve Kaliteye Etkisi. Şeker Pancarında Verim ve Kalitenin Yükseltilmesi. I. Ulusal Şeker Pancarı Üretim Sempozyumu, 23-27 Kasım, Etimesgut.
- Pair, C.H., 1975. Sprinkler Irrigation. Sprinkler Irrig. Assoc., 13975. Connecticut Ave. Silver Springs, Md. 20906.
- Par, B., 1990. Yağmurlama Sulama Sistemlerinin 12 x 12 m ve 12 x 18 m Tertip Aralığında Su Dağılım Desenlerinin İncelenmesi. Tarım Makinaları Bili-mi ve Tekniği Cilt : 2, No : 1, Ankara.
- Pereira, L.S., 1990. Sprinkles and Trickle Irrigation Systems, Design and Evaluation. Istituto Agronomico Mediterraneo, Bari.
- Richards, L.A., 1954. Diagnosis and Improvement of Salina and Alkali Soils, USDA.
- Ruzicko, M., 1992. The Uniformity of Application Rate of the Irrigation Sprinkler. Pedologie a Meliorace. 28 (2).
- Soares, A.A., Willardson, L.S. Keller, J., 1991. Surface Slope Effects on Sprinkles Uniformity. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 117 (6).
- Şener, S., N. Yüksel, H. Güngör ve L. Delibaş, 1990. Türkiye Tarımında Su ve Su-lama. Türkiye Ziraat Mühendisliği 3. Teknik Kongresi, 8-12 Ocak, An-kara.
- Şener, S., 1991. Su ve Enerji Tasarrufu Sağlayan Yeni Teknoloji Araştırmaları ve GAP. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Teknik Bülteni. Sayı : 1, An-kara.
- Şimşek, H., 1990. Niğde Misli Ovasında Tarla Sulama Randımanı Üzerine Bir Araştırma. Selçuk Üniv. 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., M. Kara ve H. Şimşek, 1992. Çumra Ovasında Yaygın Yağmurlama Sula-ma Şebekelerinde Yük Kayıpları. Selçuk Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi 4 (2), Konya.
- Twedt, M.T. and Bliesner, R.D., 1984. Relating Irrigation Efficiency Changes to Wet-land Wildlife Habitat. Water Today and Tomorrow, Proceedings of the

Specialty Conference Sponsored by the Irrigation and Drainage Division  
of the American Society of Civil Engineers, ASCE, Newyork.

- Ünlükalaycı, A., 1994. Konya-İlgın Atlantı Ovasında Su Dağıtım ve Kullanım Etkinliği. Ankara Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara.
- Vanlı, Y., 1970. Gelişme Faktörlerinin Şeker Pancarı Verim ve Kalitesine Tesiri, Şeker Dergisi, Sayı : 77, Ankara.
- Vanlı, N., 1987. Sulamanın Şeker Pancarı Verim ve Kalitesine Etkisi. I. Ulusal Şeker Pancarı Üretimi Sempozyumu. 23-27 Kasım, Etimesgut.
- Yadav, J.S.P. ve Girdhar, D.K., 1978. Salt Translocation and Crop Growth Under Sprinkler and Surface Methods of Irrigation in Sodic Soil. Soils and Fertilizers December Volum : 41, No : 12.
- Yazar, A., 1983. Yağmurlama Sulama Sistemlerinden Rüzgarla Su Sürüklenmesi Kayıplarının Ölçülmesi. Dicle Üniv. Urfa Ziraat Fakültesi Yıllığı, 2 (2).
- Yazar, A., C. Gençoğlan ve K. Diker, 1990. Sulama Sistemlerindeki Son Gelişmeler. Çukurova Üniv. Zir. Fakültesi Dergisi 5 (2), Adana.
- Yıldırım, O., 1988. Yağmurlama Sulama Yönteminde Eş Su Dağılımının Ekonomik Yönü. III. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, Cilt : 1, 20-23 Eylül, İzmir.
- Yıldırım, Y.E. ve S. Kodal, 1990. Konya Yunak Gökpınar Yeraltı Sulamasında Yağmurlama ve Yüzey Sulama Sistemlerinin Karşılaştırılması. Doğa Tr. J. of Agriculture and Forestry, Ankara.