

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇUMRA OVASI'NDA YAYGIN YAĞMURLAMA
SULAMA ŞEBEKELERİNDE YÜK KAYIPLARI
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Ramazan TOPAK
YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARIMSAL YAPILAR VE
SULAMA ANABİLİM DALI
Konya , 1992

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

SELÇUK UNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇUMRA OVASI'NDA YAYGIN YAĞMURLAMA
SULAMA ŞEBEKELERİNDE YÜK KAYIPLARI
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Ramazan TOPRAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

Bu tez 18.8.1992 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından kabul edilmiştir.

İmza


Danışman

Prof. Dr. Mehmet KARA

İmza


Üye

Prof. Dr. Şinasi YETKİN

İmza


Üye

Yrd. Doç. Dr. Hüseyin ŞİMŞEK

ÖZ

Yüksek Lisans Tezi

**ÇUMRA OVASI'NDA YAYGIN YAĞMURLAMA SULAMA
ŞEBEKELERİNDE YÜK KAYIPLARI
UZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

Ramazan TOPAK

Selçuk Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Mehmet KARA

1992, Sayfa : 53

Jüri : Prof. Dr. Mehmet KARA

Prof. Dr. Şinasi YETKİN

Yrd. Doç. Dr. Hüseyin ŞİMŞEK

Bu araştırma, Konya-Çumra Ovası'ndaki Yağmurlama Sulama Şebekelerinde yük kayıplarının tesbiti amacıyla yapılmıştır. Deneme bölgeyi temsil edebilecek şekilde seçilen 13 yağmurlama şebekesinde yapılmıştır.

Araştırma sonucunda, deneme yapılan şebekelerin % 40-50'sinde yük kayıpları müsaade edilebilir sınır değerlerden fazla çıkmıştır. Yağmurlama şebekelerinin tamamı işletmecilik yönünden teknik yeterlilikte bulunmamıştır.

ANAHTAR KELİMELER : Yağmurlama şebekesi, hidrolik basınç, yük kaybı, yağmurlama intensitesi, ıslatma çapı.

ABSTRACT

UNTERSUCHUNG ÜBER DIE ENERGIEVERLUSTE BEI DEN WEIT VERBREITETEN BEREGNUNGSNETZEN IN ÇUMRA-EBENE

Ramazan TOPAK

Selçuk Universitaet

Höheres Institut Für Naturwiessenschaften

Lehrfach Kulturtechnik

Referentd : Prof.Dr. Mehmet KARA

1922, Seite : 53

Korreferent : Prof.Dr. Mehmet KARA

Prof.Dr. Şinaşi YETKİN

Yrd.Doç.Dr. Hüseyin ŞİMŞEK

Diese Untersuchung wurde gemacht, um die hydraulische Verluste bei den Bewaesserungsanlagen in Konya-Çumra Ebene zu bestimmen. Die Versuche wurden bei den das Gebiet vertretenden 13 Bewaesserungsanlagen durchgeführt.

Als Ergebnis wurde festgestellt, dass bei 40-50 % der versuchten Anlagen die hydraulische Verluste über die erlaubte Grenze liegt. Fast alle Anlagen sind in Hinsicht der Betriebsleitung und -technik ungenügend gefunden.

SCHLUSSEL WÖRTER : Beregnungsanlage, hydraulischer Druck, hydraulischer Verlust, Beregnungsintensitaet, Beregnungsdurchmesser.

TEŐEKKÖR

Bu araştırmanın yüksek lisans tezi olarak planlanıp, yürütölmesi ve sonuçlarının değerlendirilmesinde daima yardımlarını gördüğüm danışman hocam Sayın Prof.Dr. Mehmet KARA'ya ve Sayın Hocam Yrd.Doç.Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ'ye, çalışmalarım esnasında benden yardımlarını esirgemeyen Sayın Hocam Yrd.Doç.Dr. Hüseyin ŞİMŞEK'e, Arazi çalışmalarımın yürütölmesinde bana yardımcı olan Sayın Arő. Gör. Nuh UğURLU, Arő. Gör. A. Melih YILMAZ ve Arő. Gör. Haydar HACİSEFEROğULLARI'na teőekkörü bir borç bilirim.

Konya, Temmuz 1992

Ramazan TOPAK

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No:</u>
ÖZ	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÇİZELGE LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
3. MATERİYAL ve METOD	10
3.1. Materyal	10
3.1.1. Konum	10
3.1.2. İklim	10
3.1.3. Toprak ve su kaynakları	13
3.1.4. Tarımsal yapı ve üretim	13
3.1.5. Deneme yapılan yağmurlama şebekelerinin özellikleri	13
3.1.5.1. Şebeke kuvvet kaynakları ve pompa tipleri	15
3.1.5.2. Boru hatları ve yağmurlama başlıkları	15
3.2. Metod	16
3.2.1. Araştırma yerinin seçimi ve deneme şebekelerinin belirlenmesi	16
3.2.2. Basıncın ölçülmesi	16
3.2.3. Manometrelerin kalibrasyonu	17
3.2.4. Manometrelerin boru ve başlıklara bağlanması	19
3.2.5. Şebeke basınç değerlerinin ölçülmesi	19
3.2.6. Başlık debilerinin ölçülmesi ve ortalama başlık debisinin hesabı	21
3.2.7. Başlık ıslatma çaplarının ölçülmesi	22
3.2.8. Yağmurlama şebekesi yük kaybının hesabı	22
3.2.9. Başlık yağmurlama hızının hesaplanması	24
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA	25
4.1. Şebeke Pompaj Üniteleri	25
4.2. Su İletim Sistemleri	26
4.2.1. Ana boru hatları	26
4.2.2. Yağmurlama boru hatları	28
4.3. Yağmurlama Başlıkları ve Tertip Şekilleri	31
4.4. Yağmurlama Şebekelerinde Yük Kayıpları	35
4.5. Yağmurlama Şebekelerinin İşletilme Durumu	39
5. ÖNERİLER	48
ÖZET	50
6. KAYNAKLAR	52

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge No :</u>	<u>Sayfa No:</u>
3.1. Araştırma Alanına İlişkin Bazı Meteorolojik Veriler	12
4.1. Araştırma Bölgesinde Şebeke Kuvvet Kaynaklarının Güçlerine Göre Dağılımı	26
4.2. İşletmelerdeki Ana Boru Hatlarının Çap ve Uzunluklarına Göre Dağılımı	27
4.3. Deneme Yapılan Şebekelerin Lateral Uzunluklarına ve Sayısına Göre Dağılımı	30
4.4. Araştırma Alanında Kullanılan Yağmurlama Başlıklarına Ait Yapım Özellikleri	32
4.5. Araştırma Alanında Kullanılan Yağmurlama Başlıklarının Ölçülen Basınç, Debi, Islatma Çapı ve Aralık Değerleri	33
4.6. Araştırma Alanında Deneme Yapılan Şebekelerde Ölçülen Basınç Değerleri	37
4.7. Ana Hat ve Laterallerde Ölçülen ve Müsaade Edilebilir Yük Kayıpları	38
4.8. Deneme Yapılan Şebekelerin Mevcut ve Önerilen Durumda Başlık Tertip Aralıkları İle Yağmurlama Hızı Değerleri	41
4.9. Deneme Yapılan İşletmelerde Mevcut ve Olabilecek Yağmurlama Alanları	43
4.10. Bölgede Yağmurlama Sulamada Uygulanan Sulama Süreleri İle Önerilen Durumlardaki Sulama Süreleri	44
4.11. Deneme Yapılan Şebekeler İçin Önerilen Tertip Şekillerine Göre Güç Hesapları	45

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil No :	Sayfa No:
3.1. Çumra ilçesinin Türkiye'deki ve bölgedeki yeri	11
3.2. Araştırma alanında yaygın şebeke tipleri	14
3.3. Deneme alanı olarak seçilen yerlerin araştırma bölgesindeki yeri	17
3.4. Bourdan Manometresinin iç ve dış yapısı	18
3.5. Manometrelerin kalibrasyon düzeni	18
3.6. Manometrelerin boru parçalarına ve başlıklara bağlanmış şekli	20
3.7. Şebeke başlık debilerini ölçme düzeni	21
4.1. Deneme şebekelerinde görülen su sızmaları	28

1. GİRİŞ

Kurak ve yarıkurak bölgelerde tarımsal üretimde verimliliğin artırılması önemli oranda sulamaya bağlıdır. Su ve toprak kaynaklarının geliştirilmesi, bunların tarımda daha etkili bir şekilde değerlendirilmesi ise genel bir ifade ile "Kültür teknik hizmetler" olarak isimlendirilen bir dizi çalışmanın yapılmasıyla mümkün olmaktadır. Bu açıdan bakıldığında sulama, bir kültür teknik hizmeti olup bitki gelişmesi için gerekli olan fakat doğal yollarla karşılanamayan eksik suyun dengeli ve kontrollü bir şekilde bitki kök bölgesine verilmesi olarak tanımlanmaktadır.

Türkiye'nin işlenebilir tarım alanları 28 milyon hektar civarında olup bunun 12.5 milyon hektarı sulanabilir niteliktedir. Sulanabilir tarım alanlarının 8 milyon hektarı ekonomik olarak sulanabilir olmasına karşılık günümüzde sulamaya açılmış tarım alanları yaklaşık 4 milyon hektar civarındadır. Ülkemizin kullanılabilir su potansiyeli yeterli olmasına rağmen sulu tarıma geçiş istenen düzeyde değildir. Bunun başlıca sebeplerinden biri sulama yatırımlarının pahalı ve zaman alıcı olmasıdır (Anonymous, 1989).

Suyun bitki kök bölgesine veriliş biçimine sulama metodu veya yöntemi denir. Kaynaktan alınıp tarlaya getirilen su, bitki kök bölgesine çeşitli metodlarla uygulanır. Bu sulama metodları; enerji kaynağı olarak yerçekiminden yararlanan yüzey sulama, enerjisini bir basınç sisteminden alan basınçlı sulama, kapılar enerji kullanan yüzey altı sulama olmak üzere üç temel gruba ayrılır. Hangi metod uygulanırsa uygulansın, bir sulama şebekesinde temel esas, suyun iletim ve uygulama aşamasında en az kayıpla ve en ekonomik şekilde kök bölgesine iletilmesi ve toprağın verimliliğinin korunmasıdır.

Ülkemiz sulu tarım alanlarında yüzey üstü sulama yöntemlerinden olan yağmurlama sulama, hızla artan bir uygulama alanı bulmaktadır. Yağmurlama sulama yönteminde su, genellikle döner yağmurlama başlıklarından belirli bir basınç altında püskürtülerek bitki ya da toprak yüzeyini iletir. Bu işlem basınçlı sistemle sağlanır. Yağmurlama sulama yöntemi, tesviye sorunu olan tarım alanlarında,

geçirgenliği yüksek topraklarda , su kaynağının kıt olduğu bölgelerde, taban suyu problemi olan arazilerde, diğer sulama yöntemlerine göre daha başarılı bir Şekilde uygulanabilmektedir. Bir yağmurlama Şebekesi, pompaj nitesi, boru hatları ve yağmurlama başlıkları gibi elemanlardan meydana gelmektedir. Sistemin çalışabilmesi için enerji gereklidir. İşgücü ihtiyaı diğer yüzey sulama metodlarına göre az olan bu yöntemde tesis masrafları yüksektir. Ancak planlı ve teknik bir sulama işletmeciliğinde, uzun dönemde yağmurlama sulama yöntemi daha ekonomik ve randımanlı olabilmektedir.

Genel olarak, basınçlı sulama yöntemleri yüzey sulama yöntemlerine göre 4 ile 10 kat daha fazla enerjiye ihtiyaç göstermektedirler (Chimonides, 1979). Bu durum yağmurlama sulama Şebekelerinde enerji tasarrufu ihtiyaını gündeme getirmektedir. Yağmurlama sulama Şebekelerinde kullanılan Şebeke elemanlarının (başlık meme çapı, kuvvet kaynağı, boru çapı, bağlantı elemanları) teknik özelliklere göre seçilip ihtiyaç duyulan işletme basınçlarına göre çalıştırılmaması sistemden beklenen faydayı sağlayamadığı gibi hem enerji kaybını artırmakta hem de üniform olmayan su dağıtımına sebep olarak drenaj sorunu görülmesine neden olmaktadır. Yağmurlama sulama metodu uygulamaları hızla yayılırken, çiftçilerin bu metod hakkındaki eksik bilgisi sistemin pahalı bir uygulamaya dnmesine sebep olmaktadır.

Konya-Çumra Ovası, Konya Kapalı havzası içerisinde yer almaktadır. Tarım yapılabilir arazisi 130.000 hektar olup, bunun yaklaşık 60.000 hektarı sulanabilmektedir. Ovada sulu tarım hızla artarken sulama suyu kaynağının sınırlı ve kıt olması bu ovada sulama randımanının artırılmasını gündeme getirmektedir. Ayrıca ovada drenaj ve tuzluluk sorunlarının görünmesi, sulama uygulamalarında randamanın yükseltilmesi gereğini daha da artırmaktadır. Su uygulama randımanının ortalama olarak % 55 civarında olduğu (ifti, 1991) bölgede, sulama metodu olarak yağmurlama sulamanın önemi artmaktadır. Ovada yağmurlama sulama uygulaması hızla artış gösterirken, düşük basınçlı Şebekelerin alıştırılması, laterallerin tertiplenmesinin gelişgzel olması, uygun olmayan başlık seçimi, yağmurlama süresinin fazla olması gibi teknik özelliklerden uzak Şebeke

işletmeciliği, hem üniform olmayan bir su dağılımına ve aşırı su kaybına sebep olmakta hemde enerji kayıplarını yükselterek üretimde sulama girdilerini artırmaktadır.

Bu çalışma ile Konya-Çumra Ovasındaki çiftçi yağmurlama sulama şebekelerinde mevcut şebeke işletmeciliği ve sorunları özellikle sistemdeki yük kayıpları açısından tesbit edilerek alınabilecek önlemlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma beş bölümden meydana gelmiş olup; birinci bölümde konunun önemini belirten giriş, ikinci bölümde çalışma ile ilgili yerli ve yabancı kaynakların özeti, üçüncü bölümde çalışma alanı ile ilgili materyal ve metod, dördüncü bölümde araştırmadan elde edilen sonuçlar verilmiş ve yorumlar yapılmış, beşinci bölümde ise öneriler verilmiştir. Araştırma sırasında faydalanılan eserlerin listesi araştırmanın sonuna ilave edilmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Sulama, genel bir tanımla, bitkilerin normal gelişmesi için gerekli olan ancak doğal yollarla karşılanamayan suyun, zamanında ve randımanlı bir şekilde kontrollü olarak toprağa verilmesidir. Bitkilerin yetişme devrelerinde gerekli olan sulama suyu, genellikle sulamanın yapılacağı yerlerdeki koşullara bağlı olarak belirli bir yöntemle toprağa verilir. Bunlardan biri de yağmurlama metodudur.

Teknolojik gelişmelere dayalı olarak yağmurlama sulama metodu giderek diğer sulama metodlarının yerini almaktadır. Buna sebep olarak, yağmurlamada sulama randımanının yüksek, sulama suyunun araziye daha denetimli uygulanabildiği ve özellikle iş gücü ihtiyacının az olması gösterilebilir (Korukçu ve Yıldırım, 1981).

Yağmurlama sulama çeltik dışında sulanan bitkilerin büyük bir çoğunluğuna uygulanabildiği gibi her türlü toprak ve topoğrafya şartlarında uygulanabilir. Bazı durumlarda tarım arazilerinin sulanmasında yağmurlama sulama metodunun uygulanması kaçınılmazdır (Kara, 1983). Bunu gerektiren haller;

- Arazinin topoğrafik yapısının diğer sulama metodlarının uygulanmasına elverişli olmayışı,
- Toprak özellikleri kısa aralıkla farklılık gösterip, diğer sulama metodlarının uygulanmasını güçleştirmesi, sızma kayıplarını arttırması veya kök bölgesinde yeknesak su depolanmasını engellemesi,
- Yetiştirilen bitkinin yağmurlama sulamasını gerektirmesi veya dona karşı tedbir alınmasının gerekli olması.

Sulama metodu olarak uygulama alanı gittikçe artan yağmurlama sulama metodunun diğer sulama metodlarına göre bir takım üstünlükleri vardır (Ertuğrul ve Apan, 1979).

Bunlar;

- Topoğrafik yapısı düzgün olmayan alanlarda arazi tesviyesine gerek duyulmadan başarılı bir şekilde uygulanabilir.

- Geçirgenliği fazla olan kaba bünyeli topraklarda sudan azami yararlanmayı sağlar.

- Taban suyu seviyesinin yüksek olduğu yerlerde, taban suyu seviyesini daha fazla yükseltmeden sulama yapılabilir.

- Sistemin uygun bir şekilde planlanması durumunda, yüzey akışlarıyla oluşan toprak erozyonu ortadan kalkar.

- Tarhalarda sulama hendeği ve arklara gerek kalmayacağından yaralanılan tarım alanı artar.

- Su kaybı çok az olur.

- Sulama suyu toprağa düşük bir yağmurlama hızı ile kontrollü bir şekilde verilebildiği için toprak işleme mevsiminde kısa sürede istenilen toprak tavaı kazamılır.

- Ticari gübreler sulama suyu ile toprağa verilebilir.

- Özel şartlarda bağların, sebze ve meyve bahçelerinin dondan korunmasında kullanılabilir.

Yağmurlama sulama yönteminde su, döner yağmurlama başlıklarından belirli bir basınç altında püskürtülerek arazi yüzeyine verilir. Bu işlem, basınçlı bir sistemle sağlanır. Bunun için sulama suyu kaynaktan alınarak bir boru şebekesiyle sulanacak alana getirilmektedir.

Sulama suyunu, sulanacak arazinin her hangi bir noktasından alıp yağmur şeklinde toprağa verilmesini temin eden yağmurlama şebekesi üç ana birim veya sistemden oluşur. Bunlar; basınç sağlayan pompa sistemi, suyun arazi üzerinde dağıtımını sağlayan iletim sistemi, suyu yağmur şekline dönüştüren püskürtme sistemidir (Kara, 1983). Ayrıca; yükselticiler, redüksiyon, körtapalar, dirsekler, kros-lar, vanalar, düzenleyiciler ve ölçüm araçları gibi özel elemanlar vardır (Korukçu ve Yıldırım, 1981).

Yağmurlama sulama sistemlerinin ortak özelliği, suyun belirli bir işletme basıncı altında ince damlacıklar biçiminde yüksek hızda püskürtülmesidir. Bu

işlem, delikli borular, memeler, ya da döner yağmurlama başlıkları ile sağlanır (Korukçu ve Yıldırım, 1981). Bu sistemler ve özellikleri şöyledir;

–Delikli Borular : Hafif taşınabilir borular üzerine suyun dışarıya akışını sağlamak amacıyla uygun biçimde ve değişik açılarda olmak üzere delikler açılır. İşletme basınçları 1.0-1.5 atmosfer arasında, laterallere verilecek aralıklar ise 7-15 m arasında değişir. Yağmurlama hızları genel olarak 1.25 cm/h'nin üzerindedir. Delikli borular, su alma hızı yüksek olan toprakların sulanmasında uygundur.

–Memeli Borular : Bu sistem, küçük çaplı genellikle lateral yerine geçen bir yada daha fazla borudan oluşur. Borular üzerinde tek sıra biçiminde eşit aralıklarda olmak üzere memeler bulunur. Borular üzerinde memelere verilecek aralıklar 50-100 cm arasında değişir. Borular arasındaki aralıklar 15 m civarındadır. Su püskürtme basınçları 1.5-2.5 atmosfer arasında, birim meme debisi 0.008-0.02 l/sn arasında değişir. Meme çapları 1 mm civarındadır. Bu sistem genellikle fidanlıklar ve sebzeliklerin sulanmasında sabit olarak tesis edilmektedir. Sistemin en büyük dezavantajı, memelerin çabuk tıkanmasıdır.

–Döner Yağmurlama Başlıkları : Bunlar lateral boyunca eşit aralıklarda olmak üzere yerleştirilen yükselticiler üzerinde yer alırlar. Bir yağmurlama başlığı ile geniş alanlar sulanabilir. Çeşitli bitkilerin sulanmasında geniş oranda uygulanmaktadır. Yağmurlama hızları 0.5-1.25 cm/h arasında değişir. Bu sistemde başlık tipi, işletme basıncı (0.3-10 atmosfer arası), dönüş hızı ve kapasitesi çeşitli değerlerde olabilmektedir.

Günümüzde yağmurlama sistemlerinde döner yağmurlama başlıkları kullanılmaktadır.

Suyun yağmurlama başlıklarında ince damlacıklar biçiminde püskürtülebilmesi için, belirli bir işletme basıncına gerek vardır. Bu basınç koşulların elverdiği durumlarda yerçekimi sistemi ile temin edilebilir. Suyun elde edildiği kaynağın yüksekliği, tarlada en son başlıkta istenilen basıncı sağlayabilecek durumda ise, bu durumda bir pompaj birimine gerek yoktur.

Yağmurlama sistemlerinde pompaj birimi, suyun belli bir basınç altında

sırasıyla, ana boru hattına, laterallere, yağmurlama başlıklarına ve buradan da toprağa verilmesini sağlar. Güç birimi olarak içten yanmalı motorlar yada elektrik motorları kullanılır. Sulama yapılan işletmelerin durumuna göre, işletmelerde bulunan traktörden de gerekli gücün sağlanmasında yararlanır (Korukçu ve Yıldırım, 1981).

Chimonides (1979), yaptığı bir çalışmada, genel olarak basınçlı sulama yöntemlerinde yüzey sulama yöntemlerine göre 4-10 katı daha fazla enerji gereksinildiğini, bu nedenle bu yöntemde yüksek olan sulama tesir derecesinin getirdiği avantajla beraber enerji tasarrufunu sağlayan geliştirmelerin gerektiğini vurgulamıştır.

Yağmurlama şebekeleri sürekli enerji tüketim şebekeleri olduğundan, gerek sistemin toplam enerji ihtiyacı açısından gerekse şebekedeki enerji dağılımının dengeli olması açısından, şebekedeki enerji (yük) kayıpları çok önemlidir.

Balaban (1968)'a göre su, her hangi bir kapalı alan ortamında akarken, su ile ortam cidarının temas yüzeyinde meydana gelen sürtünme nedeniyle bir basınç veya yük kaybı meydana gelir. Bu kayıp, akan su miktarı ile orantılı olup, boru kesit alanına, akışı engelleyici ani daralma ve genişlemelere, vanalara v.b. elemanların durumuna bağlıdır.

Her hangi bir yağmurlama lateralinde, borunun çapına, sürtünme katsayısına, yağmurlama debisine, başlıkların aralık 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 debi farkına tekabül eder (Balaban, 1968).

Ertuğrul ve Apan (1979)'a göre, yağmurlama sulama şebekelerinde ana boru hattında müsaade edilen yük kaybı pompanın ürettiği basıncın % 15'inden fazla olmamalıdır. Laterallerin meyil aşağı tertibinde, lateral hattında müsaade edilen yük kayıp miktarı ortalama çalışma basıncının % 20'sine meyil nedeniyle kazanılan yükseklik farkının eklenmesiyle bulunur.

Yağmurlama sulama da üniform bir su dağılımı için lateral üzerinde bulunan başlıklar arasındaki basınç değerlerine ilişkin sapmaların en fazla % 10 olması gerektiği belirtilmiştir (Aküzüm ve Ayyıldız, 1980).

Ayık (1988)'in bildirdiğine göre, Schön ve Sourell'in basınçlı sulama yöntemlerinde su ve enerji tasarruf imkanlarını inceledikleri çalışmalarında, birim alanın yağmurlanması için gerekli enerji miktarını; bir başlıklı yağmurlama makinelerinde 1000 kwh/ha, borulu çok başlıklı yağmurlama yönteminde ise 850 kwh/ha olarak, damla sulama yönteminde ise 150 kwh/ha olarak belirlemişlerdir.

Korukçu ve Yıldırım (1981)'a göre, suyun pompajla sağlandığı durumlarda olanak oramında düşük basınçlı başlıkların kullanılması uygun olur. Ancak, iyi bir su dağılımı açısından başlık ortalama işletme basıncı 2.0 atmosferden aşağı tutulmamalıdır.

Yağmurlama sulama laterallerinde başlık basınç debileri, yük kayıpları ile eğime bağlı olarak lateral boyunca değişmektedir. Eğimsiz lateral koşullarında bu değişim, yalnızca yük kayıplarının işlevi olmaktadır. Yük kayıpları; lateral borularındaki sürekli kayıplar, boruları birbirine bağlayan ana bağlayıcılardaki yersel kayıplar ve yağmurlama başlığına su veren ayırım yerlerindeki basınç kazancının toplamından oluşmaktadır (Korukçu ve Yıldırım, 1981).

Ayık (1988)'in bildirdiğine göre, Collins yaptığı bir araştırmada sulama uygulamalarının enerji gereksinimini kendi aralarında karşılaştırmıştır. Bunun için vejetasyon periyodundaki sulama uygulamalarında birim hektara düşen toplam enerji miktarını şu denklige göre hesaplamıştır.

$$E = \frac{U \cdot H}{\eta_p \cdot w} \times 10^8$$

$$E = \text{Toplam enerji tüketimi (Nm)} \quad (\text{Nm} = 0.281 \cdot 10^3 \text{ wh})$$

$$U = \text{Toplam bitki su tüketimi (m)}$$

$$H = \text{Toplam manometrik yükseklik (m)}$$

$$\eta_p = \text{Toplam sulama tesir derecesi}$$

$$w = \text{Pompa tesir derecesi}$$

Su kaynağının yüzeyde olması halinde; çok başlıklı yağmurlama sulama yönteminde enerji gereksinimini 1.7 kwh/ha.mm, damla sulamada 0.5 kwh/ha.mm olarak belirlemiştir. Su kaynağındaki su seviyesinin yüzeyden 50 m derinde ol-

ması halinde ise, enerji tüketim değerlerini sırasıyla şöyle tesbit etmiştir. Yüzey sulamada 4 kwh/ha.mm ve çok başlıklı yağmurlama sulamada 2.5 kwh/ha.mm.

Yağmurlama sulama yönteminde tam anlamıyla eş bir su dağılımı elde etmek mümkün değildir. Bunun nedeni, boru hatlarındaki yük kayıpları ve arazi eğiminden dolayı arazi üzerindeki yağmurlama başlıklarının basınçlarının, buna bağlı olarak da debilerinin değişmesidir. Yağmurlama başlıkları optimum işletme basıncında çalıştırılarak ve uygun aralıklarda tertiplenerek yüksek sulama randımanı elde edilir (Güngör ve Yıldırım, 1987).

Yağmurlama şebekesi elemanları üreten bazı firmalara göre, yağmurlama sistemi için hesap edilen işletme basıncını sağlamak şarttır. Ø 75'lik boru içinden geçen su, 18 m de bir en çok 13-14 adet, 2.6 m³/h debili başlık çalıştırmaya yetecek kadardır. Ø 75 boru üzerinde fazla başlık kullanılmaya çalışılırsa hem yeterli basınç, hemde yeterli su verimi temin edilemez. Ø 110'luk boru içinden ise, en fazla 25 -26 adet başlık çalıştırmaya yetecek kadar su geçer. Bu nedenle Ø 110'luk borudan, üzerinde 13'er başlık bulunan en çok iki lateral çıkarılabilir (Anonymous, 1992).

3. MATERİYAL ve METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Konum

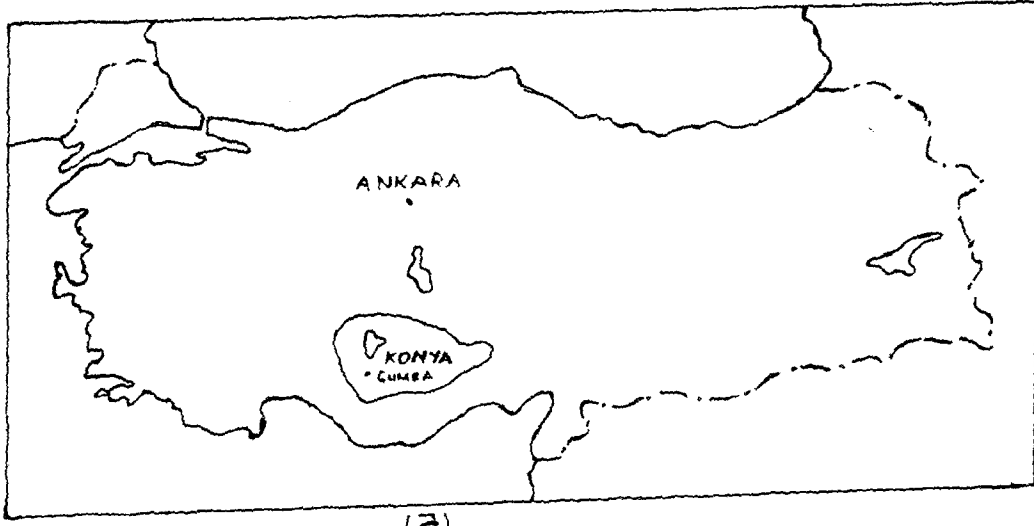
Çumra, Konya il merkezinin 60 km güneyinde bir ilçedir. Güney doğusunda Karaman, batısında Seydişehir, güneyinde Bozkır, kuzeyinde Konya ve Karapınar ile komşudur (Şekil 3.1).

Çumra ovası yaklaşık 130.000 hektar alan kapsayan Türkiye'nin ilk projeli sulama şebekesinin bulunduğu bir yerdir. Büyük oranda sulu tarım yapılmakta ve yağmurlama sulama metodu yaygın olarak uygulanmaktadır.

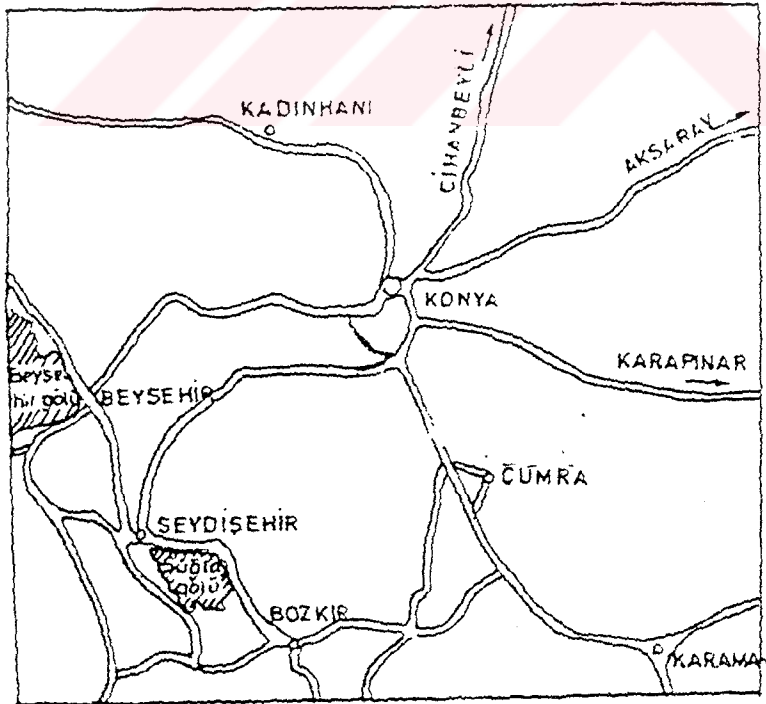
Araştırma, Çumra Ovası'nda yağmurlama sulamanın en yoğun uygulandığı Konya-Çumra karayolu üzerinde yer alan Kaşınhanı ve İçeriçumra-Çumra arasında kalan tarım işletmelerinde yapılmıştır.

3.1.2. İklim

Araştırma alanında, tipik Orta Anadolu iklimi olan yarı kurak ve kurak iklimin etkisi görülmektedir. Kışları soğuk ve yağışlı, yazları sıcak ve kurak geçmektedir. Yıllık ortalama sıcaklık 11.1°C, en soğuk ay ortalaması 0.2°C ile Ocak, en sıcak ay ise ortalama 22°C ile Temmuz'dur. Yağışı en çok olan aylar, Mayıs, Aralık ve Ocak'tır. Yıllık yağış miktarı 323.8 mm olup, bunun bitki yetişme mevsimi süresindeki miktarı 146.6 mm'dir. Çumra meteoroloji istasyonuna ait bazı meteorolojik değerler Çizelge 3.1'de verilmiştir.



(a)



Şekil 3.1. Çumra ilçesinin Türkiye'deki (a) ve bölgedeki yeri (b)

Çizelge 3.1. Araştırma Alanına İlişkin Bazı Meteorolojik Veriler (D.M.I., 1992)

YIL	Meteorolojik Değerler	A Y L A R												
		Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
1989	Ort. Sıcaklık (°C)	-7.7	-3.6	7.4	15.6	16.3	19.6	22.5	22.5	17.8	10.0	6.6	0.1	
	Yağış (mm)	46.9	2.9	4.0	4.2	12.6	10.3	—	5.1	2.5	54.0	26.1	32.6	274.2
	Rüzgar hızı (m/sn)	0.3	0.9	0.6	0.4	0.4	0.6	1.2	0.4	0.7	0.5	1.2	0.5	0.5
1990	Ort. Sıcaklık (°C)	-4.7	0.1	5.5	10.3	4.1	18.9	22.7	20.1	16.4	11.8	8.1	3.7	
	Yağış (mm)	28.6	38.0	11.2	7.9	35.2	5.7	—	—	20.8	16.0	30.1	43.5	237.0
	Rüzgar hızı (m/sn)	0.5	1.0	1.1	1.3	0.6	1.0	0.8	0.8	0.5	0.4	0.4	0.7	0.7
1991	Ort. Sıcaklık (°C)	-4.3	-2.8	7.4	11.5	14.8	20.5	22.8	22.4	17.1	13.1	5.8	-1.0	
	Yağış (mm)	58.4	30.7	11.4	65.0	21.2	5.8	1.6	0.5	9.8	13.3	39.6	64.3	321.6
	Rüzgar hızı (m/sn)	0.8	0.5	1.1	0.9	0.7	0.6	0.5	0.8	0.4	0.4	0.5	1.4	1.4
Uzun Yıllar Ort.	Ort. Sıcaklık (°C)	-1.0	1.5	5.1	11.0	15.8	19.7	23.1	23.0	17.9	12.4	6.7	2.0	11.5
	Yağış (mm)	39.8	33.2	30.5	27.2	41.4	25.2	6.3	3.6	13.2	26.7	30.8	42.9	323.8

3.1.3. Toprak ve su kaynakları

Ova arazilerinin önemli bir bölümü genellikle ağır bünyeli (killi, kumlu-killi, siltli-killi), pek az olarak orta bünyeli (kumlu-killi) ve geri kalan kısımlar ise hafif bünyelidir (kumlu-tınlı, tınlı). Topraklar kireç yönünden zengindir (Çiftçi, 1990).

Ova topografya bakımından tek düze bir özellik gösterir. Arazilerin % 50'si düz, % 17'si hafif ve % 14'ü orta meyilli, % 13'ü dik ve % 6'sı çok diktir. Düz arazilerdeki eğimin % 0-1 arasında değişmesi araştırma alanının önemli bir bölümünde yüzey sulama için yeterli olmaktadır (Tekeli ve Ergün, 1985).

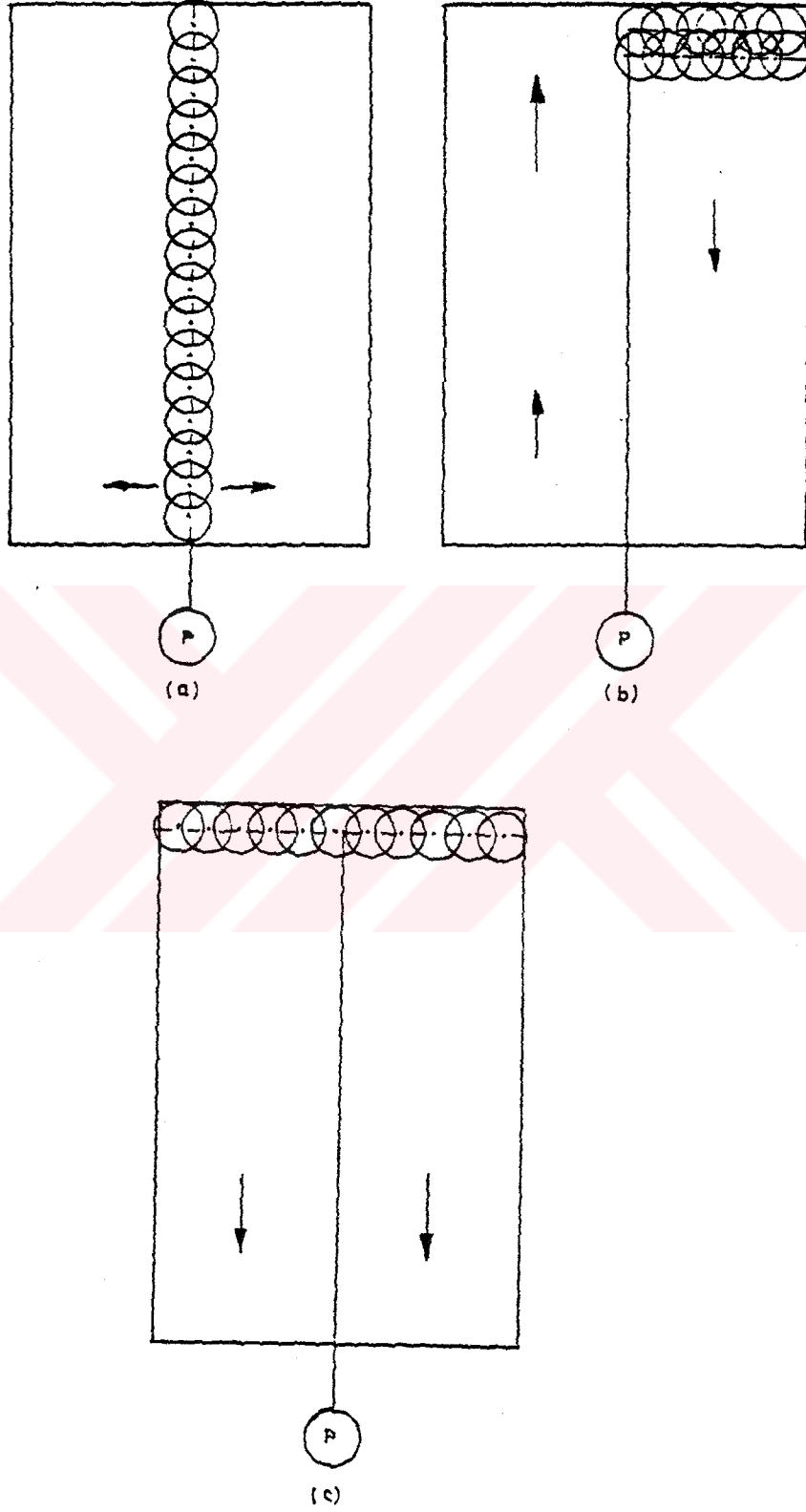
Ova'da işlenen arazi varlığı 130.000 ha olup, bunun yaklaşık 60.000 hektarı sulu tarıma açılmıştır (Anonymous, 1990). Sulama suyu kaynakları, yerüstü ve yeraltı sularıdır. Yerüstü sularının kaynağı, Beyşehir gölü ve Çarşamba çayından beslenen Apa barajıdır. Yeraltı suları, Devlet Su İşleri (DSİ), Sulama Kooperatifleri ve çiftçi imkanları ile açılan özel kuyulardan temin edilmektedir.

3.1.4. Tarımsal yapı ve üretim

Araştırma alanında en çok hububat tarımı yapılmaktadır. Üretimde ilk sırayı buğday almaktadır. Tarımı yapılan diğer bitkiler; arpa, şeker pancarı, yonca, nohut, tarla fasulyesi, kavun, sebze ve meyvedir (Çiftçi, 1990).

3.1.5. Deneme yapılan yağmurlama şebekelerinin özellikleri

Araştırma alanındaki çiftçiler, yağmurlama şebekelerini büyük oranda şeker pancarının sulanmasında kullanmaktadırlar. Kullanılan şebekelerin hemen hemen tamamı taşınabilir niteliktedir; lateral bağlantılarında farklılıklar vardır. Araştırma için, bölgede yaygın olarak görülen yağmurlama şebekelerinden farklı çiftçilere ait 13 şebeke seçilmiş ve denemeler bunlar üzerinde yapılmıştır. Bölgede yaygın olarak kullanılan lateral bağlantı tiplerine örnekler Şekil 3.2'de gösterilmiştir. Bazı işletmeler, şekilde görüldüğü gibi ana boru hattı kullanmadan, yağmurlama hattını doğrudan pompaya bağlamıştır.



Şekil 3.2. Araştırma alanında yaygın şebeke tipleri
a) Düz, b) L-bağlantı, c) T-bağlantı

3.1.5.1. Şebeke kuvvet kaynakları ve pompa tipleri

Yağmurlama sulama şebekelerinin pompaj ünitelerinde, kuvvet kaynağı olarak genellikle elektrik motorları veya içten yanmalı motorlar kullanılır. Tarım alanlarında sulama amaçlı elektrifikasyon ağı bulunmadığı durumlarda güç kaynağı olarak, diesel ya da benzinli motorlar veya işletmenin traktörünün kuyruk mili kullanılır. Sulama suyunun yüzey suları ve derin olmayan kuyulardan yağmurlama sistemine verilmesinde genelde yatay millî santrifuj pompaları yaygın olarak kullanılır. Su bir derin kuyudan alınarak yağmurlama yapılacaksa derin kuyu pompalarından faydalanılır.

Yağmurlama şebekelerinin pompaj ünitelerinde kullanılan kuvvet kaynağı ve pompanın işletme hızları birbirine uygun değilse, bu durumda motor ile pompa arasında bir güç iletim düzeni kullanılır. Bu gaye için genellikle düz veya V kayışları uygundur (Tezer, 1970). Ancak sulama maksatlı olarak işletme hızları birbirine uygun motor ve pompa birbirine akuple edilerek motopomplar geliştirilmiştir. Motorla akuple olunan pompa yatay mili santrifuj tipi pompadır. Motopomplar, yüzey sularının ya da derin olmayan kuyulardan suyun terfisinde kullanılabilir.

Araştırma bölgesindeki yağmurlama şebekelerinin pompaj ünitelerinde, motopomp kullanılmaktadır. İşletmelerin motopomplarının kuvvet kaynağını diesel motorları oluşturmaktadır.

3.1.5.2. Boru hatları ve yağmurlama başlıkları

Bölgedeki yağmurlama şebekelerinde, farklı firmaların imal ettiği sert PVC (Polivinil klorür) ve PE (Polietilen) borular kullanılmaktadır. Borular 6 atmosfer basınca kadar dayanıklıdır. Boruların standart uzunlukları 5 ve 6 m, yaygın olarak kullanılan boru çapları ise 75 ve 100 mm'dir. Bazı çiftçiler aynı ana boru hatında farklı çapta boru kullanmaktadırlar.

Araştırma bölgesindeki yağmurlama şebekelerinde, döner tip, çift memeli başlıklar kullanılmaktadır. Bunlar, çeşitli bitkilerin sulanmasında kullanılan orta işletme basıncına haiz (2-4 atmosfer) yağmurlama başlıklarıdır. Yaygın olarak meme çapları 4.5 / 4.8 ve 4.5 / 5.5 mm olan başlıklar kullanılmaktadır.

3.2. Metod

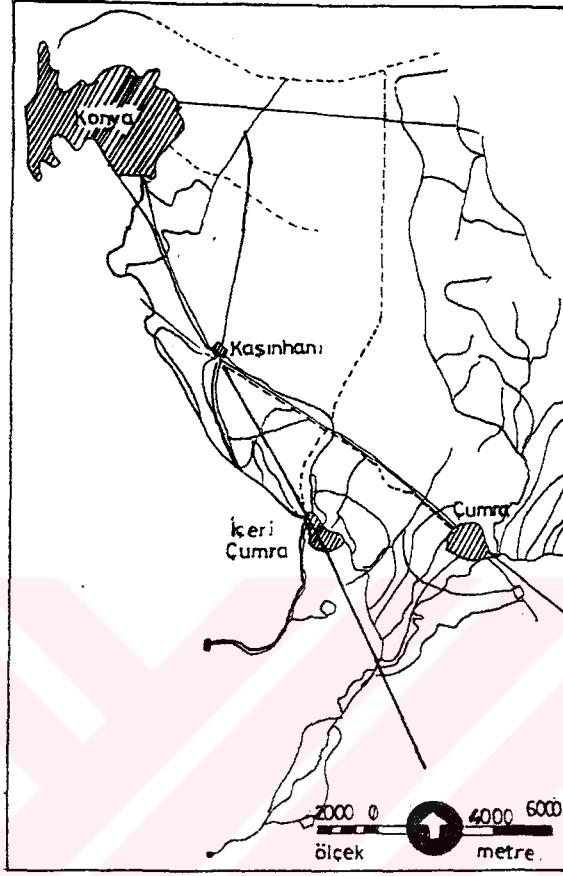
3.2.1. Araştırma yerinin seçimi ve deneme şebekelerinin belirlenmesi

Araştırma alanının tesbit edilmesi amacıyla bir anket formu hazırlanıp, yörede 9 adet yerleşim birimini (köy, kasaba ve ilçe) içine alacak şekilde çiftçi anketi yapılmıştır. Anket neticesinde yağmurlama sularının en yoğun olarak uygulandığı İçeriçumra, Çumra ve Kaşınhanı arazileri deneme yapılacak alan olarak seçilmiştir (Şekil 3.3).

Araştırma için seçilen yerlerde çiftçi yağmurlama şebekelerinden, deneme yapılan şebekeler tesadüfi olarak seçilmişlerdir. Deneme yapılan yağmurlama şebekeleri bölgede yaygın olarak uygulanan düz, L ve T tipi lateral bağlantılı şebekelerdir. Denemeler, sulama mevsiminde şebekeler sulama yapar durumda iken çiftçi şartlarında yapılmıştır.

3.2.2. Basıncın ölçülmesi

Yağmurlama şebekelerinin belirli noktalarındaki basınç değerlerinin ölçülmesinde Bourdon tipi metalik manometreler kullanılmıştır. Bu manometreler yapıları itibarıyla, bir ucu kapalı kıvrık bir metal boru ile buna bağlı bir göstergeden ibarettir. Manometre basınçlı bir boruya bağlandığı zaman, basınç etkisiyle kıvrık boru açılırken, gösterge bölümlü cetvel üzerinde hareket ederek basınç değerini gösterir. Manometre basınç etkisinden kurtulunca bir yay göstergelyi tekrar sıfır çizgisi üzerine getirir (Ayyıldız, 1983).

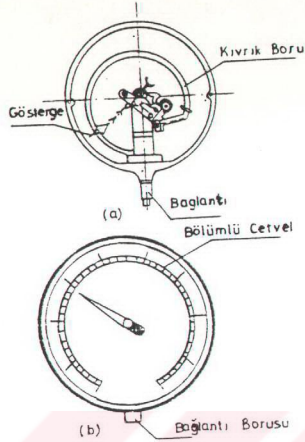


Şekil 3.3. Deneme alanı olarak seçilen yerlerin araştırma bölgesindeki yeri

Bourdan tipi manometrenin iç yapısı ve dış yapısı, gösterge ve bölümlü cetvel kısmı Şekil 3.4'de gösterilmiştir.

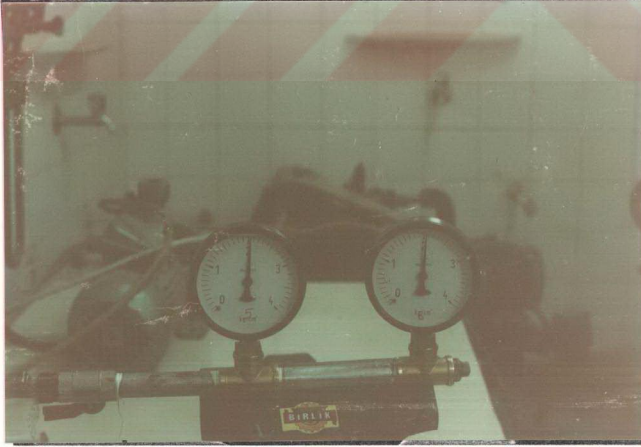
3.2.3. Manometrelerin kalibrasyonu

Manometrelerin doğruluk derecesini kontrol amacıyla, birisi esas alınarak diğerleri buna göre kontrol edilmiştir. Kalibrasyon işlemi hava basıncına ve şehir şebeke suyu basıncına göre ayrı ayrı yapılmıştır. Basıncı hava kompresörde üretilmiş olup, belirli basınç değerleri için manometrelerin kontrolü yapılmıştır. Su basıncı ise musluk vanasından ayarlanarak manometrelerin gösterge kontrolleri



Şekil 3.4. Bourdan manometresinin iç (a) ve dış (b) görünüşü

yapılmıştır. Yapılan kontroller sonucunda basınç ölçümünde kullanılmak üzere manometrelerin birbirlerine göre bir sapma göstermedikleri gözlemlenmiştir. Manometrelerin kalibrasyon seti Şekil 3.5'te verilmiştir.



Şekil 3.5. Manometrelerin kalibrasyon düzeni

3.2.4. Manometrelerin boru ve başlıklara bağlanması

Yağmurlama şebekesi basınç değerlerinin ölçülebilmesi için manometreler boru parçalarına ve yağmurlama başlıklarına bağlanmıştır. Manometrelerin bağlantısı için, kısa boru parçalarına ve başlık yükselticilerinin üst kısmına matkap tezgahında delik açılmıştır. Boru parçalarına açılan bu deliklere, manometre çıkıntı çapına uygun nipeller sıkı geçme ile yerleştirilmiştir. Başlıkların hemen altına, yükseltici boruya açılan delik kısma da bağlantı elemanı olarak L - tipinde prinç dirsek yerleştirilmiştir. Şebekelerde basınç ölçümü sırasında bu bağlantı elemanlarına manometreler takılmış ve basınç değerleri ölçülmüştür. Bağlantı elemanları değişik firmaların boru ve başlıklara monte edilmiştir. Manometrelerin boru ve başlıklarına bağlantısı Şekil 3.6'da verilmiştir.

3.2.5. Şebeke basınç değerlerinin ölçülmesi

Yağmurlama şebekesinde belirli noktalardaki basınç değerlerinin belirlenmesi için kalibrasyonu yapılmış manometreler kullanılmıştır. Şebeke basınç ölçüm noktaları; pompa çıkışı, anahat sonu, lateral girişi, lateralin ilk ve son başlıklarıdır.

Araştırma alanında çeşitli firmaların yağmurlama setleri kullanılmaktadır. Değişik firmalara ait setlerin elemanları da farklılık arz etmektedir. Bu şebekelere ait basınç değerlerinin belirlenebilmesi için farklı firmaların elemanlarına uygun düzenekler geliştirilmiştir. Pompa çıkışına, anahat sonuna ve lateral girişine nipel bağlı ara boru parçaları girilerek, manometreler bağlanmıştır. Yağmurlama başlığı basınç değerleri de yine daha önce hazırlanan düzenekli başlıkların lateral üzerine bağlanması ile belirlenmiştir.

Şebeke basınç değerlerinin ölçümü için, çalışmakta olan güç kaynağının devri, bir devir ölçerle belirlenmiş ve motor durdurulmuştur. Yağmurlama şebekesine gerekli düzenekler bağlanarak motor çalıştırılmış ve daha önceki çalışma devrine ayarlanmıştır. Motor belli bir süre (15-20 dakika) çalışınca manometre basınç değerleri okunarak tesbit edilmiştir.



Şekil 3.6. Manometrelerin boru parçalarına (a) ve başlıklara (b) bağlanmış şekli

3.2.6. Başlık debilerinin ölçülmesi ve ortalama başlık debisinin hesabı

Araştırma alanı yağmurlama şebekeleri üzerinde her lateralde üç ayrı başlıkta debi ölçümü yapılmış olup, bunlar; lateralin ilk orta ve son başlıklarıdır. Başlık debisi ölçümü için, her firma başlığının memelerine plastik hortumlar bağlanarak (Balaban, 1965) bu başlıklar, debi ölçümünü yapılacak, başlıklar yerinden çıkarılarak yerlerine bağlanmış ve hortumdan çıkan su, hacmi belli bir kaptan (16 litrelik) toplanmıştır. Hacmi bilinen bu kabın dolma süresi, bir kronometre ile belirlenmiştir. Su toplama kabının dolma süresi her başlık için üç kez tekrarlanmıştır. Başlık debilerinin ölçülmesi Şekil 3.7'de görülmektedir.

Üç kez tekrarlanarak dolma süresi belirlenen kabın gerçek dolma süresi, aritmetik ortalama metodu ile hesaplanmıştır, kap hacminin dolma süresine



Şekil 3.7. Şebeke başlık debilerini ölçme düzeni

bölünmesi ile de başlık debisi belirlenmiştir.

Lateralin ortalama başlık debisinin belirlenmesi için ise aşağıdaki formül kullanılmıştır (Balaban, 1968).

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

q = Ortalama başlık debisi (l / sn)

q_0 = Lateralin son başlık debisi (l / sn)

P_n = Lateral ilk başlık basıncı (atm)

P_0 = Lateral son başlık basıncı (atm)

3.2.7. Başlık ıslatma çaplarının ölçülmesi

Araştırma alanı yağmurlama şebekeleri üzerinde debi ve basınçları ölçülen başlıkların ıslatma çaplarında bir şerit metre ile ölçülmüştür. Başlığın uzun memesinin menzili ile, başlığın laterale bağlantı noktası arası yatay mesafe ölçülerek ıslatma yarıçapı ve ıslatma çapı belirlenmiştir.

3.2.8. Yağmurlama şebekesi yük kaybının hesabı

İçerisinde gerçek akışkan bulunan bütün akış ortamlarında olduğu gibi, yağmurlama şebekelerinde de yük kayıpları söz konusudur.

Yük kayıpları, sürtünme kayıpları ve yerel kayıplar olmak üzere ikiye ayrılır. Sürtünme kayıpları, boru iç yüzey pürüzlülüğü ve akan su moleküllerinin birbirlerine çarpmasından kaynaklanmaktadır. Yerel kayıplar ise, akış hattındaki kesit, şekil ve boyutlarının değişmesi ile yön değişikliklerinden kaynaklanmaktadır. Boruların kesitlerinin daralması, genişlemesi, dirsekler ve vanalar yük kayıplarına sebep olmaktadır.

Yük kaybının esası, enerji dönüşümüdür. Hareketi oluşturan enerjinin ısı enerjisine dönüşmesi ve tekrar hareketi oluşturan enerji biçimine dönüşmemesidir (Yıldırım, 1987).

Araştırma alanında yağmurlama şebekesi yük kayıpları, ana hat yük kayıpları ve lateral yük kayıpları olarak hesaplanmıştır. Ana hat yük kaybının hesaplanmasında, pompa çıkışı ile ana hat sonuna yerleştirilen manometre basınç değerlerinin farkını esas alan aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$h = H_m - H_m'$$

h = Ana hatta meydana gelen yük kaybı (m)

H_m = Pompanın çıkış basıncı (m)

H_m' = Ana hat sonu basıncı (m)

Bir yağmurlama şebekesinde ana hatta müsaade edilen yük kaybı, pompanın basma basıncının % 15'inden fazla olmamalıdır (Ertuğrul ve Apan, 1979).

Deneme yapılan şebekelerin ana hatlarında müsaade edilebilir yük kayıpları bu esasa göre (Ertuğrul ve Apan, 1979) verilen aşağıdaki formülden hesaplanmıştır.

$$h_{max} = 0.15 \times H_m$$

h_{max} = Ana hatta müsaade edilir yük kaybı (m)

H_m = Pompa basma basıncı (m)

Bir yağmurlama şebekesi lateralinde meydana gelen yük kayıpları, lateral girişi ile sonundaki başlık basınç değerlerinin farkı alınarak bulunmuştur.

Yağmurlama lateral hattında müsaade edilir yük kaybının ortalama başlık çalışma basıncının % 20'sinden fazla olmaması önerilir (Sözer, 1968). Araştırmada lateral hatların müsaade edilir yük kayıpları bu esasa dikkate alan aşağıdaki formüle (Sözer, 1968) göre hesaplanmıştır.

$$h_{1max} = 0.20 \times P_a$$

h_{1max} = Lateralde müsaade edilir yük kaybı (m)

P_a = Ortalama başlık çalışma basıncı (m)

Ortalama başlık çalışma basıncının hesaplanmasında aşağıdaki formülden faydalanılmıştır (Balaban, 1968).

$$P_a = P_o + 0.25 (P_n - P_o)$$

P_a = Ortalama başlık çalışma basıncı (atm)

P_o = Lateral son başlık basıncı (atm)

P_n = Lateral ilk başlık basıncı (atm)

3.2.9. Başlık yağmurlama hızının hesaplanması

Yağmurlama şebekelerinde uygun yağmurlama başlığı seçiminde etkili parametrelerden biri de yağmurlama hızıdır. Başlık yağmurlama hızı, başlığın belirli bir zamanda belirli bir sahaya verdiği su miktarını ifade eder. Araştırma bölgesinde mevcut şartlarda başlıkların yağmurlama hızları belirlenmiştir.

Başlık yağmurlama hızlarının hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır (Balaban, 1968).

$$I_Y = \frac{q \cdot 1000}{S_l \times S_m}$$

I_Y = Başlık yağmurlama hızı (mm/h)

q = Yağmurlama başlığı debisi (m^3/h)

S_l = Lateral başlık aralığı (m)

S_m = Lateral aralığı (m)

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

4.1. Şebeke Pompaj Üniteleri

Elde edilen sonuçların, olması gereken veya öngörülenlerle daha kolay karşılaştırmasının yapılabilmesi için, sonuç değerlerden önce zaman zaman konu ile ilgili kısa ön bilgi verilmesinde yarar görülmüştür.

Bir yağmurlama şebekesinde pompaj ünitesi, suyun belli bir basınç altında ana hat, lateraller ve yağmurlama başlıklarına, buradan da toprağa iletilmesini sağlayan sistemlerdir. Yağmurlama şebekesinde, su kaynağı yeteri kadar yükseklik farkı sağlayacak şekilde yukarıda ise, bu kot farkından gerekli basınç sağlanır. Bunun dışında gerekli olan basınç pompalar vasıtası ile temin edilir. Yağmurlama şebekelerinin büyük çoğunluğunda gerekli olan basınç pompalar vasıtasıyla sağlanır. Pompa gerekli olan basıncı sağlayabilmesi için bir kuvvet kaynağına ihtiyaç gösterir. Pompa, kuvvet kaynağından aldığı enerjiyi suya verir. Su aldığı bu enerji ile boru hatlarında ilerleyerek başlıklardan tarlaya yağmur şeklinde yağar. Pompaj ünitelerinde; pompaların güç kaynakları diesel, benzinli ve elektrik motorları olabileceği gibi, traktör kuyruk mili de olabilir.

Pompa, hareketini doğrudan motor milinden alıyorsa, daha önce değinildiği gibi motopomp olarak isimlendirilir.

Yağmurlama şebekelerinde gerekli olan basıncın sağlanmasında santrifüj ya da derin kuyu pompaları kullanılır. Sulama suyunun yerüstü kaynakları (nehir, göl vb.) ve derin olmayan kuyulardan (derinliği 7 m'den daha az) sağlanması durumunda genellikle salyangoz tipi santrifüj pompaları, bir derin kuyudan sağlanması durumunda ise derin kuyu pompaları kullanılır.

Araştırma bölgesinde, yağmurlama şebekelerinin pompaj ünitesinde motopomplar kullanılmaktadır. Motopomplarda kuvvet kaynağı olarak diesel motorları, pompa birimleri olarak da santrifüj tipi pompalar kullanılmaktadır. Sulama suyu sulama kanallarından ve derin olmayan kuyulardan temin edilmektedir. Sulama amaçlı bu kuyuların dinamik su seviyeleri yüksek olup, çiftçilerin ifadesine göre 3-6 m, kuyu debileri 20 l / sn civarındadır.

Bölgede anket ve deneme yapılan 32 işletmenin kuvvet kaynaklarının motor güçleri yönünden dağılımı Çizelge 4.1'de verildiği gibidir.

Çizelge 4.1. Araştırma Bölgesinde Şebeke Kuvvet Kaynaklarının Güçlerine Göre Dağılımı

Kuvvet Kaynağının Gücü (B G)	9	10	11.5	13	17
İşletme Sayısı	5	5	7	9	6
Oran (%)	15	1	22	29	19

Çizelge 4.1'de görüldüğü gibi araştırma alanındaki yağmurlama şebekeleri pompaj ünitelerinin kuvvet kaynaklarında 9-17 BG arasındaki motorlar kullanılmaktadır. Yapılan gözlemlere göre şebekelerin çoğunda kuvvet kaynağı mevcut şebeke elemanları için ihtiyaçtan büyüktür. Çizelgeden anlaşılacağı üzere şebekelerin yaklaşık % 50'si güçleri 13-17 BG olan kuvvet kaynaklarını tercih etmektedirler.

4.2. Su İletim Sistemleri

4.2.1. Ana boru hatları

Ana boru hattı yağmurlama şebekesinde sulama suyunu pompa sisteminden alıp yağmurlama boruhatlarına ileten elemanlardan ibarettir. Ana boru hattında çelik, asbestli çimento, alimünyum ya da plastik borular kullanılabilir (Korukcu ve Yıldırım, 1981). Ana hat boru boyları 6-9-12 m, çapları ise 100-125-150-175-200-250 mm olup standarttır. Borular, her bir parçasının bir kişinin taşıyabileceği ölçülerde olur. Eğilmeye burulmaya, çalışma basıncına, delinmeye ve korozyona karşı yeterli dayanıklılıkta olmalıdır.

Ana hatlar arazi yüzeyine veya yeraltına döşenebilirler. Ana hatların esas görevi, letaralin en uygun şartlarda çalışmasını temin edecek basıncı ve sistemin her noktasında ihtiyaç duyulan suyu iletmektir. Laterallerin meyil aşağı tertiplendikleri yerlerde ana hat arazi sırtı boyunca yerleştirilir. Bu şekilde ana hat sağındaki ve solundaki laterallere kot bakımından hakim bir durum alır (Sözer, 1968).

Araştırma bölgesinde denemeye tabii tutulan yağmurlama şebekelerinin ana boru hatlarında sert plastik borular kullanılmaktadır. Şebekelerin ana boru hatları

arazi yüzeyinde döşenmiş olup, taşınabilir özelliktedirler. Ana hat boru boyları 5 ve 6 m, çapları ise 75 ile 100 mm'dir. Borular imalatçı firma verilerine göre 6 atm. basınca dayanıklı özelliktedir. Şebeke ana hatlarında aynı çaptaki boruların yanında 75 mm ile 100 mm'lik borular müşterek olarak kullanılmaktadır. İşletmelerde ana hattı olmayan şebekeler de bulunmaktadır.

Bölgeyi temsilen deneme yapılan çiftçi yağmurlama şebekeleri ana hatlarının çap ve uzunlukları Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. İşletmelerdeki Ana Boru Hatlarının Çap ve Uzunluklarına Göre Dağılımı

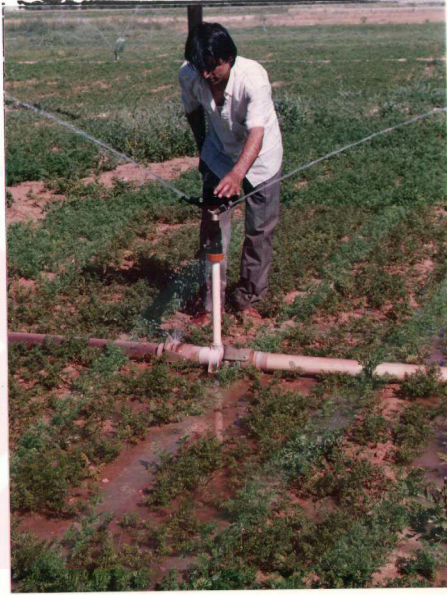
Deneme Yapılan Şebeke	Boru Çapı (mm)			Hat Uzunluğu (m)					
	75	110	75-110	0-25	25-50	50-75	75-100	100-150	Hat Yok
Sayısı	2	4	5	4	3	2	1	1	2
Oranı (%)	18	36	46	37	27	18	9	9	

Çizelgeden görüleceği gibi, işletmelerin % 18'i 75 mm, % 36'sı 110 mm ve % 46'sı da 75 ile 110 mm çapındaki boruları ana hatta kullanmaktadır. Ana hatta farklı çapta boruların kullanılması yük kayıplarını artıracığından tercih edilmemektedir (Ertuğrul ve Apan, 1979). Deneme yapılan işletmelerin % 46'sında farklı çapta boru kullanılmasının başlıca sebebi olarak, boru çapı büyüdükçe fiyatlarının artması ve çiftçilerin yeterli teknik bilgiye sahip olmaması gösterilebilir.

İşletmelerin % 85'inde ana hat mevcut olup, % 15'inde ise ana hat bulunmamaktadır. Ana hattı bulunmayan işletmelerde lateraller doğrudan pompa çıkışına bağlanmıştır. Ana hattı bulunan işletmelerin % 37'sinde 0-25 m, % 27'sinde 25-50 m, % 18'inde 50-75 m, % 9'unda 75-100 m ve % 9'unda 100-150 m uzunluğunda hatlar oluşturulmuştur (Çizelge 4.2).

Denemeler ve anket sırasında bazı çiftçilerin değişik firmalara ait boruları kendilerince geliştirdikleri bağlantı elemanları ile aynı hatta kullandıkları ve gerek bu bağlantı yerlerinde gerekse aynı firma borularının bağlantı elemanlarında conta

kullanılmaları sonucu aşırı su sızmalarına neden oldukları görülmüştür (Şekil 4.1). Bu durum su kayıplarının artarak o alanda drenaj sorununun meydana gelmesine ve basınç kayıplarının artarak çalışma basıncının düşmesine sebep olmaktadır.



Şekil 4.1. Deneme şebekelerinde görülen su sızmaları

4.2.2. Yağmurlama boru hatları

Bir T - borusu yardımıyla ana boru hattından suyu alıp püskürtme sistemine veren elemanlara yağmurlama boru hattı denir. Malzeme özelliği ve uzunluk yönünden ana boruların aynısıdır. Çapları daha küçük olup, 50-75-100 mm'dir. Ezilmelere ve zemin üzerindeki küçük dalgalanmalara uyabilmeleri bakımından plastikten olmaları tercih edilir (Kara, 1983).

Yağmurlara sulama sistemleri tesis ve işletme durumuna bağlı olarak;

sabit, yarı sabit ve taşınabilir olmak üzere sınıflandırılabilir. Taşınabilir sistemler, sabit ya da hareketli bir pompaj ünitesi ile hareketli olan ana ve lateral hatlardan oluşur (Korukçu ve Yıldırım, 1981).

Lateraller eğimli arazilerde daima meyil aşağı tertiplenmelidir. Bu durumda lateralın iki ucu arasındaki kot farkı, lateral boyunca oluşan yük kayıplarını karşılar ve ayrıca lateral hat uzun tutulabilir. Meyil yukarı istikamete sahip laterallerden mümkün olduğunca sakınılmalıdır. Ancak zorunluluk olduğu takdirde uzunluğunun azaltılması yoluna gidilmelidir.

Yatırım maliyetlerini azaltmak bakımından bir lateral hattında iki farklı çapta boru kullanılması arzu edilmez (Sözer, 1968).

Yağmurlama şebekeleri püskürtme sistemlerinde dengeli basınç dağılımı açısından bir yağmurlama hattının toplam uzunluğunun 400 m'den fazla olması arzu edilmez (Kara, 1983).

Yağmurlama şebekelerinde genel olarak hareket edebilir lateral hatlar tertip edilir. Hafif, sökülüp takılması ve taşınması kolay borulardan oluşan bir lateral, bir konumda yağmurlama süresi kadar çalıştıktan sonra başka bir konuma taşınırlar. Genel olarak bir şebekede aynı anda iki lateralde yağmurlama yapılır. İki lateral yan yana paralel çalışıyorsa L- bağlantı, aynı doğrultuda karşılıklı çalışıyorsa T-bağlantı veya ana boru hattının iki ucunda ters yönde çalışıyorsa Z-bağlantı ismi verilir (Perrot, 1966).

Bir yağmurlama boru hattının uzunluğu, hatta meydana gelecek yük kayıpları ile menba-mansap kot farkı toplamının, başlık çalışma basıncının % 20'sini aşmayacağı şekilde olmalıdır. Düz ve meyilsiz arazilerde lateral uzunluğu, hatta oluşacak yük kayıplarının bir fonksiyonudur (Sözer, 1968).

Araştırma alanındaki çiftçilerin hemen hemen tamamı taşınabilir yağmurlama sistemlerini uygulamaktadırlar. Bu uygulamanın sonucu olarak da lateral borular birden fazla tarlanın sulanmasında kullanılabilir. Çiftçilerin sabit ve yarı sabit yağmurlama sistemlerine oranla, taşınabilir sistemi tercih etmeleri sonucu, birim alana düşen tesis masrafını az, sürekli taşımalarından dolayı işletme

masrafını fazla ödemektedirler. Taşınabilir sistemlerin tercih edilmesinin başlıca sebebi, tesis masraflarının işletme masraflarından fazla olması ve çiftçinin her yıl değişik boyutlardaki tarlalarda kiracı veya mal sahibi olarak üretim yapmalarıdır. Ayrıca taşıma ve işletme işçiliğinin çoğunluğu çiftçi ailesi tarafından karşılanmaktadır.

Araştırma alanında bazı şebekelerde (% 15'inde) yağmurlama boru hattı doğrudan pompa çıkışına bağlı olarak (düz bağlantılı) çalıştırılmaktadır. Diğer şebekelerde ise (% 85'inde) genelde tek lateralli L-bağlantılı ve çift lateralli T-bağlantılı lateral sistemi uygulanmaktadır.

Deneme yapılan yağmurlama şebekelerine ait lateral uzunluğu ve sayısı ile ilgili değerler Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Deneme Yapılan Şebekelerin Lateral Uzunluklarına ve Sayısına Göre Dağılımı

Deneme Yapılan Şebeke	Lateral Uzunluğu (m)					Lateral Hat Sayısı	
	< 50	50-100	100-150	150-200	> 200	1	2
Sayısı	1	5	4	2	1	9	4
Oran (%)	8	38	31	15	8	69	31

Çizelgeden görüleceği gibi işletmelerin % 8'i 50 m'den az % 38'i 50-100 m arasında, % 31'i 100-150 m arasında, % 15'i 150-200 m arasında ve % 8'i de 200 m'den fazla olan lateral hat uzunluğu tertip etmişlerdir. Genel olarak işletmelerin büyük çoğunluğunun (% 77 gibi) lateral hat uzunluğu 150 m'nin altındadır. Bunun en önemli sebebi tarım arazisinin boyutlarının fazla büyük olmaması ve işletmedeki mevcut lateral boru uzunluğunun yeterli sayıda olmamasıdır. Yine Çizelge 4.3'den görüleceği gibi deneme yapılan işletmelerin % 69'u tek lateral hat, % 31'i de çift lateral hat kullanmaktadır. İşletmelerin çoğunda tek lateral hat kullanılmasının nedenleri şunlardır :

– Arazi parçalanmasının bir sonucu olarak işletmelerin parsel boyutları genellikle küçüktür.

- İşletmelerin mevcut lateral boru sayısı yetersizdir ve lateral boruların bazıları ana hatta kullanılmaktadır.

4.3. Yağmurlama Başlıkları ve Tertip Şekilleri

Bir yağmurlama şebekesinde su iletim hatlarıyla basınç altında gelen suyun yağmur damlacıkları şekline dönüştürülerek toprağa verilmesini sağlayan elemanlara su püskürtme sistemi veya yağmurlayıcı denir (Kara, 1983). Püskürtme sistemlerinden günümüzde en yaygın kullanılan döner yağmurlama başlıklarıdır. Döner yağmurlama başlıkları, laterallere bağlanmış olan yükselticiler üzerine monte edilmiş olarak düşey eksen etrafında dönerler. Dönme işlemi suyun basıncıyla sağlanır. Yağmurlama başlıkları bir yönde su püskürten tek memeli olabildikleri gibi, aynı anda simetrik iki yönde su püskürten çift memeli de olabilir. Memelerden biri yayıcı diğeri fırlatıcı memesi olarak adlandırılır. Fırlatıcı memeden çıkan su başlıktan uzak olan yerleri, yayıcı memeden çıkan su hüzmesi ise başlık civarındaki sahayı ıslatır.

Yağmurlama başlıklarının kendilerine ait bir takım teknik özellikleri mevcuttur. Bunlar; çalışma basıncı, püskürtücü çapı, dönme hızı, püskürtme açısı, başlık debisi ve ıslatma çapıdır. Bu başlık özellikleri yüksek randımanlı sulama yapılması açısından önemli faktörlerdir. Yağmurlama sulamada tarla sulama randımanı diğer sulama metodlarına göre yüksektir. Ancak yağmurlama sulamada sulama randımanı başlığın teknik özelliklerine uygun çalıştırılmasına bağlı olarak da olumsuz yönde azalmaktadır.

Başlık tipine göre, her başlığın, püskürtücü çapına bağlı olarak optimum bir işletme basıncı ve debisi, bunlara bağlı olarak optimum bir ıslatma çapı mevcuttur. Başlık debisi, püskürtücü çapının ve basıncının bir fonksiyonudur. Başlık ıslatma çapı, başlık dönüş hızından ve püskürtme açısından etkilenmektedir. Dönüş hızı arttıkça ıslatma menzili düşüş göstermektedir.

Yağmurlama başlıkları arazide optimum su deseninin temini için, belirli

basınç sınırları içerisinde çalıştırılmalıdır. Fazla basınç püskürtücülerin çabuk aşınmasına sebep olur ve ayrıca püskürtülen su hüzmesinin çok fazla parçalanmasına, menzil kaybına ve başlık civarına fazla su düşmesine yol açar. Düşük basınç ise memeden çıkan su hüzmesinin yetersiz parçalanmasına ve dolayısıyla dengesiz su dağılımına sebep olacaktır (Balaban, 1968).

Döner yağmurlama başlıkları merkezden çevreye doğru azalan bir su dağıtımını yaparlar. Bu nedenle ıslatma alanının tümüne üniform bir su verilemez. Suyun ıslatma alanına üniform olarak verilebilmesine, başlık özelliklerinin yanı sıra rüzgar hızı da etkilidir. Suyun ıslatma alanına üniform olarak verilmesini sağlamak amacıyla, başlıkların herbirine ait ıslatma alanının, bitişik başlığın ıslatma alanını belirli oranda örtmesi istenir. Yağmurlama başlıklarının suladıkları dairesel alanların kestirilmesi amacıyla yağmurlama başlıkları genel olarak üçgen veya dörtgen şeklinde tertip edilirler. Başlıkların dörtgen şeklindeki tertibi daha kolay ve pratik olduğundan taşınabilir ve yarı sabit sistemlerde büyük oranda uygulanmaktadır.

Yağmurlama başlıkları lateral üzerine tertip edilirken başlık aralığı, başlığın ıslatma çapının % 50'sinden fazla olmamalıdır. Verilen bu değer normal şartlar için geçerli olup, rüzgar hızının fazla olması durumunda bu oran azaltılır (Perrot, 1966).

Araştırma alanında deneme yapılan yağmurlama şebekelerinin başlıklarına ait meme çapı, debisi işletme basıncı, ıslatma çapı ve başlık aralığı gibi yapım özellikleri Çizelge 4.4'de verilmiştir (Anonymous, 1991).

Araştırma alanındaki çiftçilerin şebekelerinde kullandıkları başlıkların mevcut çalışma şartlarında uygulanan debi, basınç, ıslatma çapı ve başlık aralıklarının işletmelere göre dağılışı Çizelge 4.5 da verilmiştir.

Çizelge 4.4 Araştırma Alanında Kullanılan Yağmurlama Başlıklarına Ait Yapım Özellikleri (Anonymous, 1991)

Meme çapı (mm)	Debi (m ³ / h)	İşletme basıncı (Atm)	Islatma çapı (m)	Dörtgen tertipte başlık aralığı (m)
4.5 / 4.8	2.60	2.5	29.5	18
4.5 / 5.5	3.04	2.5	30.0	18

Çizelge 4.5. Araştırma Alanında Kullanılan Yağmurlama Başlıklarının Ölçülen Basınç, Debi, İslatma Çapı ve Aralık Değerleri

Deneme Yapılan	Ortalama Başlık Basıncı (atm)				Ortalama Başlık Debisi (m ³ / h)				İslatma Çapı (m)					Başlık Aralığı (m)			
	<1	1-1.5	1.5-2	2-2.5	<2	2-2.25	2.25-2.5	>2.5	25	26	27	28	30	5	5-10	10	12
Gruplar	<1	1-1.5	1.5-2	2-2.5	<2	2-2.25	2.25-2.5	>2.5	25	26	27	28	30	5	5-10	10	12
İşlt Sayısı	1	7	4	1	2	5	5	1	1	5	3	3	1	4	2	6	1
Oran (%)	8	54	30	8	16	38	38	8	8	38	23	23	8	31	15	46	8

Deneme yapılan işletmelerde ortalama başlık basınçları, işletmelerin % 62'sinde 1.5 atmosferin altında, % 30'unda 1.5-2.0 atmosfer arasında ve % 8'inde ise 2.0-2.5 atmosfer olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.5). Genel olarak işletmelerin çoğunda (% 92'sinde) başlık çalışma basınçları 2.0 atmosferin altındadır. Yine çizelgeden de görüleceği gibi işletmelerin tamamında başlık çalışma basınçları olması gerek minimum çalışma basınçlarının (Çizelge 4.4) altında bulunmuştur. Başlık çalışma basınçlarının minimum değerlerden düşük olması başlık debilerinin azalmasına, ıslatma çapının küçülmesine dolayısıyla mütacanis olmayan bir su dağıtımına sebep olmaktadır (Balaban, 1968).

Çizelgeden görüldüğü gibi yağmurlama başlıklarının ortalama başlık debileri, işletmelerin % 16'sında 2 m³ / h'den az, % 28'inde 2.0-2.25 m³ / h, % 38'inde 2.25-2.5 m³ / h ve % 8'inde ise 2.5 m³ / h'den fazla bulunmuştur. Genel olarak işletmelerin % 76'sında ortalama başlık debisi 2.0-2.5 m³ / h arasında çıkmış, işletmelerin % 92'sinde ortalama başlık debisi 2.5 m³ / h'in altında ölçülmüş olup, bu değerler Çizelge 4.4'de verilen meme çapları için önerilen çalışma basınçlarından elde edilen debi değerlerinden küçük bulunmuştur. Bunun başlıca sebebi de başlık çalışma basınçlarının önerilen değerlerin (Çizelge 4.4) altında olmasıdır. Başlık debilerinin olması gereken minimum ortalama değerlerden (Çizelge 4.4) az çıkması teknik olarak hesaplanacak sulama süresinin artmasına neden olacaktır. Bu da zaman ve enerji kaybını artırarak sulama girdilerinde verimliliği azaltacaktır.

Deneme yapılan işletmelerin tamamında başlık tertip şekli olarak dörtgen tercih edilmiştir. Bunun sebebi olarak da bu tertip şeklinin daha kolay ve pratik

olması gösterilebilir. Çizelgede 4.5'de görüldüğü gibi başlık aralıkları, işletmelerin % 31'inde 5 m, % 15'inde 5 ve 10 m müşterek olarak, % 46'sında 10 m ve % 8'inde ise 12 m alınmıştır. Genel olarak işletmelerin çoğunda (% 92) başlık aralıkları 10 m ve altında tertiplenmiştir. Deneme yapılan işletmelerde kullanılan meme çaplarına sahip (Çizelge 4.5) yağmurlama başlıklarının, dörtgen tertip şeklinde aralıklarının 15 m (5 m uzunluğundaki borularda) veya 18 m (6 m uzunluğundaki borularda) olması önerilir (Anonymous, 1991). Araştırma yapılan işletmelerin tamamında başlık aralıkları bu değerlerin altında bulunmuştur (Çizelge 4.6). Başlık aralıklarının çok yakın olması (5 veya 10 m), teknik çalışma şartlarında belirlenen sulama süresinde, birim alana düşmesi istenen su miktarını çok fazla artıracaktır. Bu da sulamada su kayıplarını artırarak sulama randımanının azalmasına ve drenaj sorununun görülmesine sebep olacaktır. Ayrıca birim alanın sulanması için kullanılan başlık sayısının artması tesis masrafını da çoğaltacaktır.

Bir başlığın suladığı daire şeklindeki sahanın çapına başlık ıslatma çapı denir. Başlıkların ıslatma çapı basıncın bir fonksiyonudur. Basıncın belirli bir seviyeye kadar yükseltilmesi ıslatma çapını artırır. Daha sonra basınç artışı ile birlikte ıslatma menzili artışı düşer. Bunun sebebi yüksek basınç etkisiyle su hüzmesinin çok fazla parçalanması ve başlık yakınına düşmesidir (Balaban, 1968). ıslatma çapına basıncın yanısıra, başlığın dönüş hızı, püskürtme açısı ve rüzgar hızıda etkilidir. Yüksek dönüş hızında başlığın ıslatma alanı küçülür.

Deneme yapılan işletmelerde yağmurlama başlıklarının ıslatma çapları işletmelerin % 92'sinde 25-28 m arasında çıkmış olup, olması gereken değerlerden (Çizelge 4.4) az çıkmıştır (Çizelge 4.5). Bunun nedeni de başlık çalışma basınçlarının standart değerlerin altında olmasıdır.

Çizelge 4.5 genel olarak değerlendirildiğinde, bölge çiftçileri yağmurlama şebekelerinde kullandıkları yağmurlama başlıklarının çalıştırılması için gerekli olan teknik şartlara uymamaktadırlar. Buna neden olarakta çiftçilerin bu sulama metodu hakkında yeterince bilgi sahibi olmadıklarını söylemek mümkündür. Çiftçilerin kullandıkları başlıklar, mevcut şartlarda işletildikleri düşük çalışma basınçlarına uygun değildir. Başlıkların düşük basınçla çalıştırılmaları sonucu memeden çıkan su

hüzmeleri yeterince parçalanmadığından ıslatma alanında üniform bir su dağıtımı yapılmamakta olup, bu durum çiftçilerin bölgede yağmurlama sulama metodu ile randımanlı bir sulama yapamadıklarını ortaya koymaktadır.

4.4. Yağmurlama Şebekelerinde Yük Kayıpları

Su iletimini ve püskürtmeyi sağlayan pompaj tesisinde, pompanın görevi suya bir enerji vermektir. Pompa kuvvet kaynağından aldığı mekanik enerjiyi suya iletir. Pompanın bünyesinde meydana gelen ve mekanik enerjinin kinetik enerjiye dönüşümü şeklinde ortaya çıkan enerji transformasyonu sonunda suyun birim ağırlığına verilen enerji miktarı metre (kgm / kg) olarak bir yükseklik terimini gösterir. Bu değer yükseklik veya hidrolik yük olarak adlandırılır. Yük veya yükseklik terimi, enerji ya da iş yapabilme yeteneğini gösterir (Tezer, 1970).

İçerisinden su akan basınçlı boru hatlarında yük kaybı, suya verilen hareket enerjisinin bir kısmının ısı enerjisine dönüşmesi nedeniyle suya verilen enerjinin azalması olayıdır. Bu enerji dönüşümü boru hatlarındaki yüzey pürüzlülüğü hattaki şekil ve yön değişmesinden kaynaklanmaktadır. Basınçlı boru hatlarında yük kaybından kasıt, suya aktarılan enerjinin kaybolması değil, enerjinin dönüşümü olayıdır (Yıldırım, 1987).

Bir yağmurlama şebekesi boru hattında meydana gelen yük kayıpları, sürekli kayıplar ve yerel kayıplar olarak iki kısma ayrılır. Borularda sürtünme nedeniyle meydana gelen yük kayıplarına sürekli yük kayıpları denir. Sürekli yük kayıplarının hesaplanmasında boru iç yüzey pürüzlülüğü göz önüne alınır. Sürekli yük kayıplarının hesaplanmasında farklı araştırmacılar değişik hesaplama yöntemlerini geliştirmişlerdir. Ancak uygulamada basitliği ve kullanma kolaylığı nedeni ile Darcy tarafından geliştirilen hesaplama metodu geniş çapta uygulanmaktadır (Tezer, 1978).

Darcy'e göre boru hatlarındaki sürekli yük kayıpları, akış ortamının pürüzlülüğüne, akan suyun debisine, akış hızına, akış ortamının çapına ve akış

hattının uzunluğuna bağlıdır. Sürekli yük kaybı akış hızının karesi ile doğru orantılı olarak artar. Uzun boru hatlarında boru çapının artması sürekli kayıpları azaltır.

Boru hatlarında kesit ve yön değişiminden dolayı meydana gelen yük kayıplarına yerel yük kayıpları denir. Boru hatlarında yerel yük kayıplarına neden olan unsurlar; boruların birbirine bağlanma yerleri, dirsek, vana ile hattaki daralma genişleme ve büzülme gibi şekil değişiklikleridir.

Yerel yük kayıpları genellikle boru hattında akan suyun hız yüksekliği ($V^2 / 2.g$) ile ilgilidir. Yani boru içinden akan suyun ortalama hızının herhangi bir unsur tarafından değiştirilmesinin bir sonucudur. Hızdaki değişim ne kadar ani olursa kayıplarda o kadar büyük olur.

Yağmurlama boru hatlarında yük kayıpları, lateral çapı, başlık debisi, başlık sayısı, başlık aralığı ve tarlanın topografik durumunun bir fonksiyonudur (Balaban, 1968).

Araştırma bölgesinde çiftçi şebekelerinde yük kaybı unsuru olarak tesbit edilen elemanlar şöyle sıralanabilir; sürekli yük kaybı unsurları, boru çapı, boru iç yüzey pürüzlülüğü, akış hızı olarak gösterilebilir. Yerel yük kaybı unsuru olarak da boruların birbirine bağlanma elemanları dirsek (T ve deveboynu dirsekle) ve redüksiyon parçaları gösterilebilir.

Araştırma alanında deneme yapılan şebekelerde ölçülen basınç değerleri Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Yağmurlama sulama şebekelerinde uygun bir sulama yapabilmek için pompa çıkış basıncı, ortalama başlık basıncını, iletim hatlarında meydana gelen yük kayıplarını ve arazi meyilinden kaynaklanan kot farkını karşılamalıdır. Çizelge 4.6'dan görüleceği gibi araştırma alanında deneme yapılan şebekelerin 9 adedinde pompa çıkış basıncı, ortalama başlık çalışma basıncının (2.5 atmosfer) bile altında, 2 şebekede bu değer üzerinde ölçülmüştür. Bu duruma göre yağmurlama şebekelerinin pompa basınçları, ortalama başlık çalışma basınçlarını karşılayacak seviyede değildir. Pompa çıkış basınçlarının çoğunluğunun 2.5 atmosferin altında

Çizelge 4.6. Araştırma Alanında Deneme Yapılan Şebekelerde Ölçülen Basınç Değerleri

Şebeke No	Pompa çıkış basıncı (atm)	Anahat sonu basıncı (atm)	Lateral giriş basıncı (atm)	Lateral ilk başlık basıncı (atm)	Lateral son başlık basıncı (atm)
1	2.20	1.60	1.60	1.54	1.20
2	---*	---*	2.22	2.15	1.45
3	1.80	anahat yok	1.80	1.74	1.10
4	1.80	1.66	1.66	1.60-1.50	1.46-1.35
5	2.10	1.96	1.96	1.90	1.70
6	2.00	1.50	1.50	1.45	1.00
7	---**	---**	1.60	1.54	1.40
8	1.20	1.16	1.16	1.0	1.00
9	1.70	1.55	1.55	1.50	0.70-1.20
10	2.65	2.56	2.56	2.50	2.10
11	2.70	2.40	2.40	2.36	2.10
12	1.70	1.40	1.40	1.36	0.70
13	1.70	anahat yok	1.66	1.60	1.40

* : Ana hatta basınç ölçülemedi (Düzenek girilemedi).

** : Anahat kısa ve işletme yolundan geçtiği için (toprakla örtülü) basınç ölçümü yapılamadı.

bulunması, ana hatta ve ana hatta bağlanan laterallerdeki basınç değerlerlerinde 2.5 atmosferin altında bulunması, ana hatta ve ana hatta bağlanan laterallerdeki basınç değerlerlerinde 2.5 atmosferin altında olması demektir. Nitekim ana hat sonu ile laterallerde ölçülen basınç değerlerinin tamamına yakını (Çizelge 4.6) 2.5 atmosferin altında bulunmuştur. Pompa çıkış basıncının düşük olması yağmurlama başlıkları için gerekli olan minimum çalışma basıncının (Çizelge 4.4) sağlanamamasına, dolayısı ile araştırma alanında üniform olmayan bir su dağıtımına neden olmaktadır.

Yağmurlama sulama şebekelerinde ekonomik boru çapı seçiminde ana hatta meydana gelen yük kayıplarının, pompa çıkış basıncının % 15'ini, lateral hatlarda meydana gelen yük kayıplarının ise ortalama başlık basıncının % 20'sini geçmemesi arzu edilir (Sözer, 1968). Bu değerler göz önüne alınarak deneme yapılan şebekeler için hesaplanan müsaade edilebilir yük kayıpları ile bu şebekelerde ölçülen yük kayıpları Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7: Ana Hat ve Laterallerde Ölçülen ve Müsaade Edilebilir Yük Kayıpları

Şebeke No	Ana Hat Yük Kaybı (m/m)			Lateral Hat Yük Kaybı (m/m)		
	Ölçülen	Müsaade edilen	Fark	Ölçülen	Müsaade edilen	Fark
1	0.092	0.0507	0.0413	0.048	0.0364	0.0116
2**	—	—	—	0.051	0.0218	0.0292
3*	—	—	—	0.0378	0.0137	0.0241
4	0.0547	0.0320	0.0227	0.0100	0.0200	-0.0100
5	0.0350	0.0787	-0.0437	0.0173	0.0300	-0.0127
6	0.142	0.0850	0.0570	0.0257	0.0128	0.0129
7**	—	—	—	00.0300	0.0478	-0.0178
8	0.0260	0.120	-0.094	0.0220	0.0363	-0.0143
9	0.0227	0.0386	-0.0159	0.0846	0.0312	0.0534
10	0.0530	0.294	-0.241	0.0363	0.0400	-0.0037
11	0.120	0.1620	0.042	0.0273	0.0455	-0.0182
12	0.0660	0.0566	0.0094	0.0300	0.0077	0.0223
13*	—	—	—	0.0300	0.0341	-0.0041

* : Ana hat teşekkül ettirilmemiş şebekedir.

** : Pompa basıncı ölçülemeyen şebekedir.

Çizelge 4.7'de görüldüğü gibi araştırma alanında deneme yapılan şebekelerde ölçülen yük kayıpları ile aynı şartlarda müsaade edilebilir yük kayıplarının birim boru uzunluğuna göre karşılaştırılması yapılmıştır. Ana hatlarında yük kayıpları ölçümü yapılan 9 şebekeden 4'ünde (% 44) meydana gelen yük kayıpları, müsaade edilebilir değerlerden fazla bulunmuş, 5'inde ise (% 56) az bulunmuştur. Lateral hattında yük kaybı ölçümü yapılan 13 adet şebekenin 6'sında (% 46) meydana gelen yük kayıpları müsaade edilebilir yük kayıplarından büyük çıkmış, 7'sinde ise az bulunmuştur. Deneme yapılan şebekelerin % 44'ünün ana hatlarında meydana gelen yük kayıplarının müsaade edilebilir değerlerden yüksek çıkmasına en etkili faktör, boru çaplarının düşük olması, ana hatlarda 110' luk borularla 75'lik boruların müşterek kullanılmasıdır. Ana boru hattında küçük çaplı (75 mm) boruların kullanılması akış hızının yükselmesine neden olduğundan,

yüksek akış hızı da yük kaybını artırmaktadır. Ayrıca ana hatlarda kullanılan redüksiyon ve dirseklerde yük kaybının artmasına neden olmaktadır. Bir diğer faktör de, boru bağlantı noktalarından olan su sızmalarıdır (Şekil 4.1).

4.5. Yağmurlama Şebekelerinin İşletilme Durumu

Bir yağmurlama şebekesi elemanları arasında kontrol düzenleri de bulunmaktadır. Bunlar basınç ve debi kontrol aletleridir. Bunların yanısıra boru hatlarında su akışını açıp kapamaya yarayan vanalar bulunur. Kullanış yeri ve maksadına göre hat vanaları vakum veya basınç önleme vanaları gibi çeşitleri vardır.

Debisi ölçülecek hatta su saatleri bağlanarak hat debisi yerinde tayin edilebilir. Basınç ölçme aletleri ile de şebekenin gerekli yerlerinde basınç kontrolü yapılır. Pompa çıkışında, lateral hatlarda ve başlıklarda basınç değerlerinin ölçülmesi şebekenin işletmeciliği açısından önemlidir. Özellikle yağmurlayıcılardaki basınç değerleri, yapımçı firmanın önermiş olduğu teknik çalışma basıncına yakın değerlerde olmalıdır.

Yağmurlama başlıklarının yağmurlama hızı çalışma esnasında yerinde gözlenebilir. Başlık yağmurlama hızı terimi, belirli bir zamanda belirli bir sahaya verilen su miktarını ifade etmektedir. Yağmurlama hızı, yağmurlama başlığının debisi, lateral üzerinde başlıkların aralığı ve lateral aralığının bir fonksiyonudur. Dolayısıyla yağmurlama hızına etkili faktörler, başlığın debisi, lateral üzerindeki başlık aralığı ve lateral aralığıdır. Başlık ve lateral aralıklarının dar tutulması halinde yağmurlama hızı yüksek olacaktır. Yağmurlama hızı şebekenin bir hattaki sulama süresinide tayin etmektedir. Yağmurlama hızının sulama anında gözlenmesi için, en uzun lateralın ucunda suyun toprağa giriş hızı gözlenir. Eğer toprak üzerinde en ufak bir yüzey akışı varsa su uygulama hızının yüksek olduğu anlaşılır. Bu durumda, yağmurlama başlığına ilişkin meme büyüklüğü veya işletme basıncının düşürülmesi gerekir (Korukçu ve Yıldırım, 1981).

Yağmurlama sistemi, başlık meme büyüklüğü dikkate alınarak belirli basınç değerlerinde çalıştırılır. Basınç yetersiz olduğu durumda memeden çıkan su

hüzmesi çok az bir dağılıma gösterir. Başlıkların dönüşü çok yavaş olup su, çift memeli başlıklarda iki farklı çember üzerinde dağıtılır. Yağmurlama başlıklarında düşük basınca, ana boru hattının veya pompanın fazla yüklenmesi de sebep olabilir. Sebep bu ise, elverişli basınç elde edilinceye kadar bir veya daha fazla lateral kapatılır. Yalnız lateralın uç tarafındaki başlıkların düşük basınçla çalışmaları lateralın fazla başlıkla yüklenip yüklenmediğine veya sızma olup olmadığına bağlıdır (Balaban, 1968).

Yağmurlama başlıkları önerilen basınç değerlerinden düşük veya yüksek basınçla çalıştırılırsa, başlığın su dağıtımını üniform olmayacağından, sulama randımanını düşer.

Yağmurlama şebekelerinde, sulanan sahada mütecanis bir yağmurlama temini maksadıyla, lateral üzerindeki başlıklar ve laterallerin aralıkları, tesir sahaları birbirlerini örtecek şekilde tertip edilmelidir. Arzu edilen örtme derecesi, başlıkların yağmurlama paternine ve rüzgar şartlarına bağlıdır. Genel bir kaide olarak, üçgen veya dikdörtgen şekilli uygun yağmurlama paternlerinde, durgun ve az rüzgarlı hava şartlarında arzu edilen örtme, ıslanan alan çapının % 60-65 arasında olmalıdır. Rüzgarlı hava şartlarında aralıklar daha yakın tertip edilmelidir (Balaban, 1968).

Genel olarak yağmurlama sulama tatbikatlarında laterallerin pozisyonu, tesir sahalarına arzu edilen su miktarı verildikten sonra değiştirilir. Lateralın sabasını sulama süresi, toprağın infiltrasyon hızı dikkate alınarak toprağa verilecek su miktarı ve başlık yağmurlama hızına bağlıdır.

Araştırma alanında yağmurlama sulama şebekelerinin gerek randımanlı bir sulama ve gerekse ekonomik işletmecilik açısından önerilen prensiplere uygun olduğunu söylemek mümkün değildir. Çiftçiler şebekelerini genelde düşük basınçla işletmektedirler (Çizelge 4.5). Deneme yapılan şebekelerin hemen hemen tamamında pompa çıkış basınçları düşüktür. Bu durum başlık basınçlarının arzu edildenden çok daha düşük olmasına neden olmaktadır. Başlık basınçlarının düşük olmasına şebekelerde olması gerekliden fazla lateral çalıştırılması neden olabilir. Ancak bölgede çiftçi şebekelerinde kısa mesafeli ve genelde tek lateral çalıştırılmaktadır.

Araştırma alanında başlıkların düşük basınçla çalıştırılması yağmurlama metodu ile sulamanın randımanlı yapılamadığını ortaya koymaktadır.

Araştırma alanında şebekelerde kullanılan başlıkların özellikleri ve başlık tertip şekli (dörtgen tertip) dikkate alındığında başlık ve lateral aralıklarının 15/15 olması gerekmektedir. Çiftçi şebekelerinde mevcut başlık tertip şekli ve yağmurlama hızı değerleri ile önerilen tertip aralıkları ve yağmurlama hızına ilişkin değerler Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelgede görüldüğü gibi çiftçiler şebekelerinde dörtgen başlık tertibini uygulamakta olup, başlık ile lateral aralıklarını 5/10, 10/10 ve 12/12 gibi dar tutmak-

Çizelge 4.8. Deneme Yapılan Şebekelerin Mevcut ve Önerilen Durumda Başlık Tertip Aralıkları İle Yağmurlama Hızı Değerleri

Şebeke No	Mevcut Durum		Olmaması Gereken (Anonymous, 1991)	
	Başlık ve lateral aralığı (Yerleşim deseni)	Yağmurlama hızı (mm/saat)	Başlık ve lateral aralığı (Yerleşim deseni)	Yağmurlama hızı (mm/saat)
1	5/10	43.20	15/15	11.55
2	10/10	23.30	15/15	11.55
3	10/0	20.52	15/15	1.55
4	12/12	15.41	18/18	8.02
5	10/10	22.60	15/15	11.55
6	10/10	16.70	15/15	11.55
7	5/10	48.0	15/15	11.55
8	5/10	38.80	15/5	11.55
9	5/10	38.00-49.40	15/15	11.55
10	5/10-10/10	520-260	15/15	11.55
11	5/10-10/10	50.0-25.0	15/15	11.55
12	10/0	20.0	15/15	11.55
13	10/10	23.0	15/15	11.55

tadırlar. Bu durum çiftçilerin şebekelerde başlıklarını tavsiye edilen (15/15) aralıklarında tertip etmediklerini göstermektedir. Çiftçilerin kullandıkları başlıkların su dağıtım paterni ve bölgenin rüzgar durumu dikkate alındığında, başlık ve late-

rallerin önerilen değere uygun olarak tertiplenmesi gerekmektedir. Bölgede esen rüzgarın, başlıkların tertip aralıklarına olumsuz (daraltıcı) etkisinin olduğu söylenemez. Çünkü bölgede sulama mevsiminde esen rüzgarlar hafifin altındadır (Çizelge 3.1).

Araştırma alanında yağmurlama şebekelerinde uygulanan dörtgen başlık tertibinde, tertip aralıklarının dar tutulması yağmurlama hızının olması gerekenden daha yüksek gerçekleşmesine neden olmaktadır. Bu duruma göre, çiftçilerin lateral hatlarda sulama sürelerini kısaltmaları gerekmektedir.

İnfiltrasyon hızı sulama yöntemlerinin seçiminde en önemli etkenlerden birisidir. Araştırma bölgesi topraklarının infiltrasyon hızları 6.5 mm/h ile 48 mm/h arasındadır (Çiftçi, 1990).

Araştırma alanında Çiftçi (1991)'nin yapmış olduğu bir araştırmada şeker pancarının etkili kök derinliği 70 cm alınarak faydalı suyun % 65'i tüketildiğinde sulama yapılması esas alınmış ve her sulamada bitki kök bölgesinde depolanacak su miktarı 57 mm olarak hesaplanmıştır.

Orta Anadolu'daki yağmurlama sulamada su uygulama randımanı % 3 ile % 77 arasında değişmektedir (Kara ve ark., 1991). Araştırma alanı için yağmurlama sulamada su uygulama randımanı % 70 alındığında, pancar sulamasında her sulamada verilmesi gerekli sulama suyu miktarı 81 mm ($57 : 0.70 = 81$ mm) olacaktır.

Araştırma alanında şebekelerde yağmurlama hızı 15.41 mm/h ile 52 mm/h arasındadır (Çizelge 4.8). Buna göre araştırma alanında şeker pancarında yağmurlama süresi ortalama 1.6 ile 4 (81: 52, 81: 20) saat arasında alınmalıdır. Halbuki yapılan tesbit ve gözlemlere göre bölgede yağmurlama süreleri en az 6 saat olarak alınmaktadır. Bunun sonucunda bölgede enerji ve işçilik giderlerini yaklaşık % 150 ile % 400 arasında artırdığı gibi, bölgede kıt olan su kaynaklarının israfına sebep olmaktadır. Ayrıca fazla verilen su bölgede mevcut olan taban suyu drenaj sorununu da artırmaktadır.

Deneme yapılan işletmelerde başlık ve lateral aralıkları teknik şartlara uygun olarak yapıldığı zaman birim zamanda harcanacak enerji ile daha fazla alan sulanabilecektir. Aynı çalışma şartlarında başlık tertip aralıkları uygun hale getirildiği durumda birim zamanda sulanacak alandaki artış oranları Çizelge 4.9'da işletmelere göre verilmiştir.

Çizelge 4.9. Deneme Yapılan İşletmelerde Mevcut ve Olabilecek Yağmurlama Alanları

İşletme No	Bir Başlığa Düşen Yağmurlama Alanı (m ²)		Artış Oranı (%)
	Mevcut Durumda	Olması mümkün olan	
1	50	225	450
2	100	225	225
3	100	225	225
4	144	324	225
5	100	225	225
6	100	225	225
7	50	225	450
8	50	225	450
9	50	225	450
10	50-100	225	225
11	50-100	225	225
12	100	225	225
13	100	225	225

Çizelge 4.9 'da görüldüğü gibi başlıkların uygun aralıklarda (15/15) tertip edilmeleri halinde birim zamanda sulanacak alan miktarı mevcut sulanan alana göre 2.5 ile 5 kat artış göstermektedir. Bu artış oranlarına ulaşmak için lateral boru sayısının artırılması ve pompa çalışma basınçlarının yükseltilmesi gerekmektedir. Çiftçilerin lateral üzerinde başlık aralıklarını dar tutmalarına neden olarak mevcut durumda (5/10-10/10) bir başlığa düşen lateral boru birim uzunluğu maliyeti, önerilen durumda (15/5) birim başlığa düşen lateral borunun birim uzunluğunun fiyatından çok daha az olacaktır. Bir başka ifade ile işletmelerdeki mevcut

başlıkların önerilen aralıklarda tertip edilmeleri için, eldeki boruların iki veya üç katı kadar yeni boruların alınması gerekmektedir. Bu maliyeti artırmaktadır. Çiftçiler alım güçlerinin de dikkate alınarak, lateral hat üzerinde başlık sayısının artırılması yoluna gitmektedir. Bu yolla tarlaya birim zamanda daha çok su verilmesi yoluna gidilerek, sulama sürelerinin kısaltılıp aynı elemanlarla belirli bir zaman süresinde daha çok alanın sulanmasını amaçlamaktadır. Çiftçilerin mevcut çalışma şartlarında uyguladıkları sulama süreleri yağmurlama setleri üreten firmalarca tavsiye edilen aralıklarda tertiplenmesi halinde olması gereken sulama süresinden daha azdır. Çiftçilerin kullandıkları başlıklara ait tertip aralıkları, yağmurlama hızı ve bölgenin bitki su tüketimi (şeker pancarı için) dikkate alındığında, bu başlıkların mevcut ve önerilen durumlarda tertiplenme durumlarının sulama süreleri Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Bölgede Yağmurlama Sulamada Uygulanan Sulama Süreleri İle Önerilen Durumlardaki Sulama Süreleri (Şeker Pancarı İçin)

	Başlık tertip aralığı (m)	Yağmurlama hızı (mm/h)	Sulama Süresi (h)
Bölgede Uygulanan Durum	5/10-10/10	16.7-52	≤6
Önerilen Durum	15/15	11.55-13.51	7-6

Boru fiyatlarının yüksek olması nedeniyle çiftçilerin büyük çoğunluğu (Çizelge 4.3.) şebekelerinde tek lateral hatla sulama yapmaktadırlar. Şebekelerinin bu tek lateralini mümkün olduğu kadar çok başlıkla yükleyerek, tarlaya birim zamanda daha çok su vermektelerdir. Bundan amaç tek lateral hattı ile tarlanın tamamının zamanında sulanmasıdır.

Çiftçilerin mevcut çalışma şartlarında bölge için yağmurlama süreleri 1.6 ile 4 saat olarak hesaplanmıştır. Ancak Çizelge 4.10'da da görüldüğü gibi çiftçiler sulama sürelerini en az 6 saat almaktadır. Halbuki lateral üzerindeki başlıkların bazılarının yerinden çıkarılarak başlık aralıklarının artırılması (önerilen değerlere göre seyrettilmesi) durumunda da aynı alanın sulanması içinde 7-8 saat yeterli olmaktadır. Dolayısıyla çiftçiler fazla başlık almak suretiyle şebekenin tesis maliyetini artırmaktadırlar.

Çiftçiler, Çizelge 4.9'da artış oranları verilen bir başlığa düşen sulama

alanlarını, ancak işletme basıncını artırarak, lateral uzunluklarını veya tek laterali olan şebekelerde de lateral sayısını artırarak ulaşabilirler. Bu da işletme basıncının artırılması ile mümkündür. Bu sebeple (başlık basıncı 2.5 atm olacak şekilde) şebekelerin kurulu gücünün yeterli olup, olmadığı açısından bir değerlendirme yapılmış ve Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Deneme Yapılan Şebekeler İçin Önerilen Tertip Şekillerine Göre Güç Hesapları

İşletme No	Başlık Sayısı	Şebeke debisi (l/sn)	Ort. başlık çalışma Bas. (mss)	Geometrik Yüks.ve yük kaybı Top. (m)	Mono-metrik Yükseklik (mss)	Kurulu güç (BG)	İhtiyaç duyulan güç (BG)
1	14	11.66	25	19	44	17	12
2	16	13.33	25	8.5	33.5	17	11.5
3	19	13.8	25	13.5	38.5	9	13
4	24	14.70	25	14.5	39.5	17	15
5	12	8.66	25	7.0	32.0	11.5	7
6	18	13	25	15.8	40.8	9	8.7
7	24	17	25	3.5	28.5	13	11
8	18	15.0	25	3.0	28.0	13	12
9	28	19.0	25	20	45.0	17	20
10	16	11.5	25	10.5	35.5	9	10
11	14	10	25	10.0	35.0	9	8.5
12	21	11.7	25	14.0	39.0	9	11
13	15	10	25	9.0	34.0	9	8.5

Çizelge 4.11'de görüldüğü gibi araştırma bölgesinde deneme yapılan şebekelerin başlık tertip aralıklarının uygun hale getirilmesi durumunda şebekelerin yağmurlama hatlarının uzunluğunun artması veya lateral sayısının artırılması durumunda mevcut güç kaynakları işletmelerin 9'unda (% 70) yeterli görülmektedir. Bir kaç şebekede de hat uzunluklarını, önerilen başlık tertip aralıklarına bağlı olarak kısa tutmak suretiyle pompanın işletme basıncını artırabilir.

Araştırma bulgularının genel değerlendirilmesi sonucunda deneme yapılan işletmelerde yapılabilecek alternatif düzenlemeler şöyle özetlenebilir,

- Şebekelerin pompa çıkış basınçları ve başlık çalışma basınçları teknik şartlara göre çok düşüktür. Bunun sebebi pompa güçlerinin yetersizliği değildir. Çünkü pompa kuvvet kaynakları şebekelerin güç ihtiyacı bakımından yeterli seviyede bulunmaktadır (Çizelge 4.11). Ancak düşük devirle çalıştırılmaktadır. Bu durum üniform olmayan su dağılımına sebep olmaktadır. Çiftçilerin ellerinde bulunan yağmurlama başlıklarının ortalama çalışma basınçları 2.5 atmosferdir. Bu sebeple mevcut düşük çalışma basıncına göre yeni başlık alınması ekonomik açıdan uygun olmayacağından mevcut başlıkların çalıştırılması için pompa çıkış basıncının artırılması en ekonomik ve en pratik yoldur. Bunun için de pompa kuvvet kaynağı devri artırılarak istenilen güç elde edilebilir.

-İşletmelerdeki mevcut başlık ve lateraller çok kısa aralıklarla (5/10 - 10/10) tertiplenmektedirler. Bu uygulama, hem su tüketimini artırmakta hem de drenaj sorununu meydana getirmektedir. Bunun çözümü için çiftçiler başlık basınçlarını artırarak mevcut lateraller üzerindeki başlık sayılarını azaltıp başlık tertibini 15/15 olarak yapmalıdır. Bunun sonucunda hem su israfı azalacak hem de birim zamanda sulanan alan artacaktır. Bir başka alternatif de ekonomik durumu iyi olan işletmelerde mevcut başlıklarının tamamının kullanılabilmesi için işletmelerde yetersiz kalan lateral boru satın alınarak, başlık çalışma basıncı 2.5 atmosfer olmak şartıyla başlık ve lateral tertibi 15/15 şeklinde yapılmalıdır. Bu düzenleme için gerekli olan güç ihtiyacı, işletmelerde mevcut pompa, kuvvet kaynağı ile karşılanabilecektir (Çizelge 4.11). İşletmelerdeki mevcut başlıkların teknik şartlarına göre tamamının çalıştırılması durumunda şebekeler için ihtiyaç duyulan debiler 8.66 l/sn ile 19 l/sn arasında değişmektedir. Bölgedeki yeraltı suyu kuyularının debileri genelde asgari 20 l/sn civarında olup, şebekelerin ihtiyacı olan debileri karşılayabilecektir.

- Gerek deneme yapılan işletmelerde gerekse araştırma bölgesindeki diğer işletmelerde yağmurlama süreleri bitki gelişme şartlarına bakılmaksızın 6-7 saat civarında olmaktadır. Deneme yapılan şebekelerdeki mevcut yağmurlama hızları

(Çizelge 4.8) deneme alanı toprak yapısı ve bitki su ihtiyacı dikkate alındığında yağmurlama süreleri 1.6-4 saat arasında hesaplanmıştır. Dolayısı ile deneme alanında 2 ile 4 saat arasında fazla sulama yapılmaktadır. Bu durum hem su israfına hem enerji kaybına yol açmaktadır. Aşırı su kaybı da bölgede mevcut olan drenaj sorununu artırmaktadır. Oysa şebekeler daha az başlık sayısı ve yeterli çalışma basınçlarında, uygun başlık tertibinde (15/15) çalıştırılsa bile normal çalışma süreleri bitkilerin en fazla su ihtiyacı döneminde bile 6-7 saat arasında olacaktır. Yani aynı çalışma süresinde daha fazla alan daha az su ile sulanabilecektir.

5. ONERILER

Araştırmadan elde edilen bulgulara göre Çumra Ovası'nda Yağmurlama Şebekelerinde işletme basınçları çok düşüktür. Çiftçiler şebekelerinde kullandıkları başlıkları optimum işletme basınçlarının çok altında kalan basınçlarda çalıştırarak homojen bir sulamayı gerçekleştirememektedirler. İşletme basınçlarının düşük olması yanında şebeke boru hatlarında yük kayıpları fazla gerçekleşmektedir.

Bölgede çiftçiler fazla sulama suyu kullanma eğilimindedirler. Özellikle yağmurlama başlıklarının tertip aralıklarının dar tutulması ve sulama sürelerinin uzun tutulması suyun fazla kullanılmasına neden olmaktadır. Sulama sürelerinin uzun tutulması ve hatlarda yük kaybının fazla olması enerji tüketimini artırmaktadır.

Bölgede hemen hemen bütün çiftçi şebekelerinin ortak bir yönü, şebekeler üzerinde hiçbir kontrol düzeninin bulunmaması ve boru hatlarından olan su kaçaqlarıdır.

Araştırmadan elde edilen bilgiler ışığında bölgede yağmurlama şebekelerinin işletilmesi ile ilgili olarak ortaya çıkan problemlerin giderilmesi için şunlar tavsiye edilebilir.

- Çiftçi şebekelerinde görülen düşük işletme basıncının üniform bir sulama açısından yükseltilmesi gerekmektedir. Bunun için şebekelerin kuvvet kaynakları genelde yeterlidir.

- Yağmurlama şebekelerinde görülen yüksek basınç (yük) kayıplarının azaltılması için alınabilecek tedbirleri şöyle sıralayabiliriz :

Şebekelerde gerek ana hatlarda ve gerekse lateral hat boru bağlantılarından kaynaklanan su sızmaları önlenmelidir. Bunun için, bağlantılarda conta kullanılmalı ve yıpranmış olan contalar değiştirilmelidir. Ayrıca şebekelerde farklı firmaların elemanlarının kullanılmasından kaçınılmalıdır.

Ana hatlarda kullanımı yaygın olan küçük çaplı boru yerine daha büyük çaplı boruların kullanılması uygun olacaktır. Lateral hatlarda görülen fazla

kayıpları önlemek için, lateral uzunluğunu ve boru çapını değiştirmeden, akan suyun debisini azaltmak, lateral üzerindeki başlıkların bir kaçını kaldırmak ve meme büyüklüklerini indirgemekle mümkün olabilir.

- Büyük ölçüde sulu tarıma açılmış bulunan ova topraklarında fazla su kullanımından vazgeçilmelidir. Bölgede kıt olan su kaynakları ile daha fazla alanın sulanması açısından buna uyulması zorunludur. Bölge yağmurlama şebekelerinde fazla su kullanımına sebep, yüksek olan yağmurlama hızı ve uzun olan sulama süreleridir. Fazla olan su kullanımının ihtiyaç duyulan miktar kadar kullanılması için, yağmurlama hızını azaltıcı tertip aralıkları uygulamak veya mevcut olan yağmurlama süreleri gereği kadar olmalıdır.

- Şebekelerde hiç olmazsa pompa çıkışlarına bir basınç ölçer bağlanarak, şebeke basıncı gözlenmelidir.

- Araştırma bölgesinde yağmurlama ile sulamanın yaygın olmasına rağmen çiftçilerin bu sulama metodu hakkında yeterli bilgiye sahip oldukları söylenemez. Bunun için, bölgede hizmet veren tarımla ilgili kuruluşların bu sulama metodu hakkında eğitim ve yayım faaliyetlerini yaygınlaştırması faydalı olacaktır.

OZET

Bu çalışma Çumra Ovası'ndaki yağmurlama şebekelerinin yük kayıpları yönünden ele alınarak, yük kayıplarının gerek sulama açısından ve gerekse enerji tüketimi yönünden değerlendirilmesi ve bu yöndeki olumsuzlukların giderilmesi amacıyla yapılmıştır.

Araştırma bölgesinde deneme yapılacak tarım alanlarının tesbiti amacıyla bir anket formu hazırlanmış ve bölgede çiftçilerle anket yapılarak yağmurlama sulamasının en yoğun uygulandığı alanlar belirlenmiştir. Yapılan anket sonucunda Kaşınhamı, İçeriçumra ve Çumra deneme alanı olarak belirlenmiştir. Deneme alanı olarak seçilen bu yerlerin çiftçi şebekelerinde denemeler gerçekleştirilmiştir. Denemeler 1991 yılı sulama mevsiminde yapılmıştır.

Deneme alanı olarak belirlenen tarım alanlarındaki çiftçi yağmurlama şebekelerinde; pompa çıkışında ana hat sonunda, lateral girişi ve lateral üzerinde, ilk, orta ve son başlıklarda basınç ölçümleri yapılmıştır. Lateral üzerinde basınç ölçümleri yapılan başlıklarda debi ölçmeleri de yapılmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

– Deneme yapılan şebekelerde, ana ve lateral hatlarda yük kayıpları, şebeke tesis maliyeti ve randımanlı sulama açısından dikkate alınan müsaade edilir yük kayıplarından daha fazla gerçekleşmiştir. Ana hattında yük kayıpları ölçümü yapılan şebekelerin %44'ünde meydana gelen yük kayıpları müsaade edilir kayıplardan fazla bulunmuştur. Aynı şekilde lateral hatlarında yük kaybı ölçümü yapılan şebekelerin % 46'sında yük kayıpları müsaade edilebilir sınır değerlerden fazla gerçekleşmiştir.

– Bölgede çiftçiler yağmurlama şebekelerini düşük basınçla işletmektedirler. Halbuki şebekelerde kullanılan başlık meme çapları düşük basınçla işletilmeye uygun değildir. Kullanılan memelere göre ortalama başlık basınçlarının 2.5 atmosfer olması gerekmektedir. Yapılan basınç ölçmelerinde şebekelerin bir tanesinde pompa çıkış basıncının 2.7 atmosfer değerleri ise bundan daha düşük basınçla işletilmektedir.

– Araştırma bölgesinde başlık tertip şekli dörtgen olup, başlık ve lateral aralıkları dar tutulmaktadır. Tertip aralığının dar tutulmasına rüzgarın menfi bir etkisi yoktur. Tertip aralıklarının dar tutulması, başlık yağmurlama hızlarının çok yüksek olmasına sebebiyet vermektedir. Başlık aralıkları 5 m ve 10 m şeklinde alınmaktadır. Mevcut çalışma şartlarında başlık yağmurlama hızları şebekelere göre 15.41-52.0 mm/saat arasında değişmektedir.

– Şebekelerin özellikle ana hatlarında ya küçük çaplı (75 mm) boru kullanılmakta yada farklı çapta borular (75 ve 110 mm) müşterek kullanılmaktadır. Bazı şebekelerde ana hat kullanılmaksızın yağmurlama hattı doğrudan pompa çıkışına bağlanmıştır. Bazı yağmurlama şebekelerinde farklı firmaların elemanları bir arada kullanılmaktadır. Şebekelerin çoğunda boru bağlantılarında fazla miktarlarda su sızmaları mevcuttur.

– Çiftçi yağmurlama şebekelerinin büyük çoğunluğunda pompaj biriminde motopomplar kullanılmaktadır. Motopompların kuvvet kaynaklarını diesel motorları, pompa biriminde de santrifüj (salyangoz) pompları bulunmaktadır. Kuvvet kaynaklarının gücü, şebekelere göre 9-17 BG arasında değişmektedir.

6. KAYNAKLAR

- AKÜZÜM, T., AYYILDIZ, M., 1980. Türkiye'de İmal Edilen Yağmurlama Başlıklarının Su Dağılım Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma. Ank. Üniv. Ziraat Fak. Diploma Sonrası Yüksekokulu Doktora Tez Özetleri, Ankara.
- ANONYMOUS, 1989. Haritalı İstatistik Bülteni. D.S.İ. Genel Müdürlüğü Araştırma, Planlama ve Koordinasyon Dairesi Başkanlığı. Ankara.
- ANONYMOUS, 1990. Tarım İl Müdürlüğü Kayıtları. Konya.
- ANONYMOUS, 1991. Ege Yıldız Yağmurlama Sulama Kataloğu.
- ANONYMOUS, 1992. Pilsa Yağmurlama Sulama Kataloğu. Kemal Matbaası A.Ş. Adana.
- AYIK, M., 1988. Basınçlı Sulama Yöntemleri ve Gelişimi. Tarım Makinaları Bili-mi ve Tekniği Dergisi, Sayı : 1 S. 44-48, Ankara.
- AYIK, M., 1988. Bir Başlıklı Yağmurlama Makinalarının Enerji Tüketimi ve Tu-tum olanakları Üzerine Bir Araştırma. Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları No. 1072, Ankara.
- AYYILDIZ, M., 1983. Hidrolik. Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları No. 883, Ankara.
- BALABAN, A., 1965. Zirai Sulama. Topraksu Genel Müdürlüğü Yayınları (Çeviri) Sayı : 210, Ankara.
- BALABAN, A., 1968. Yağmurlama Sulaması. Köyişleri Bakanlığı Yayınları (Çeviri), No : 84, Ankara.
- CHİMONİDES, S.J., 1979. Bewässerungswirkungsgrade. Beurteilt aus der sicht des Bewässerungsbetriebes. Zeitschrift für Bewässerungswirtschaft 14. Jg. (1979), H.L.
- ÇİFTÇİ, N., 1990. Konya-Çumra Ovası Marnlı-Kalkerli Topraklarının Drenaj So-runları İle Uygun Dren Drinlik ve Aralığının Tesbiti Üzerinde Bir Araştırma. Doktora Tezi (Basılmamış). Ege Üniv. Fen Bilimleri Entitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Bornova-İzmir.

- ÇİFTÇİ, N., 1991. Konya-Çumra Ovasında Sulamaya Açılmakta Olan Bazı Ara-
zilerin Drenaj Sorunları İle Dren Kriterlerinin Belirlenmesi. Selçuk
Univ. Ziraat Fakültesi Dergisi Cilt : 1, Sayı : 2, Konya.
- D.M.İ., 1992. Devlet Meteoroloji İşleri Çumra Meteoroloji İstasyonu Kayıtları.
- ERTUĞRUL, H., APAN, M., 1979. Sulama Sistemlerinin Projelenmesi. Atatürk
Univ. Ziraat Fakültesi Yayınları, No : 252, Erzurum.
- GÜNGÖR, Y., YILDIRIM, O., 1987. Tarla Sulama Sistemleri. Ankara Univ. Zi-
raat Fakültesi Yayınları, No: , Ankara.
- KARA, M., 1983. Sulama Kurutma. Cilt : 1 Tarım Arazilerinin Sulanması. Akde-
niz Univ. Isparta Müh. Fakültesi Yayınları, No : 5, Isparta.
- KARA, M., ŞİMŞEK, H. ve ÇİFTÇİ, N., 1991. Orta Anadolu'da Sulama ve Ve-
rimlilik, Orta Anadolu'da Tarımın Verimlilik Sorunları Sempozyumu.
Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları No : 440, Ankara.
- KORUKÇU, A., YILDIRIM, O., 1981. Yağmurlama Sistemlerinin Projelenmesi.
Köyışleri ve Kooperatifler Bakanlığı, Topraksu Genel Müdürlüğü
Yayını, Ankara.
- PERROT, H., 1966. Handbach der Beregnungstechnik. Druckerei krnst Klett;
stuttgart.
- SÖZER, Y., 1968. Sprinkler (Yağmurlama) Sulama. Köyışleri Bakanlığı Topraksu
Genel Müdürlüğü Yayınları (Çeviri) No : 211, Ankara.
- TEKELİ, S., ERGÜN, S., 1985. Çumra Sulama Havzasında En Uygun Ürün
Bileşimi. Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, No : 326, Ankara.
- TEZER, E., 1970. Pompaj Sulama Tesislerinin Özellikleri ve Bunların Projelen-
mesi İle İlgili Esaslar. Ank. Univ. Ziraat Fakültesi Yayınları, No :
438, Ankara.
- TEZER, E., 1978. Sulamada Pompaj Tesisleri. Köyışleri ve Kooperatifler Ba-
kanlığı, Topraksu Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- YILDIRIM, O., 1987. Basınçlı Sulama Sistemlerinde Yük Kayıpları. Ank. Univ.
Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara