

KSÜ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SERTAN SESVEREN

GAP (GÜNEYDOĞU ANADOLU PROJESİ) BÖLGESİNDE PAMUĞUN
LEPA VE DAMLA SİSTEMİ İLE SULANMASI

105 875

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

105875

KAHRAMANMARAŞ
ŞUBAT 2001

KAHRAMANMARAŞ
YÜKSEK ÖĞRETİM ENSTİTÜSÜ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

105875

KSÜ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GAP (GÜNEYDOĞU ANADOLU PROJESİ) BÖLGESİNDE PAMUĞUN
LEPA VE DAMLA SİSTEMİ İLE SULANMASI

SERTAN SESVEREN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

Bu tez 27/02/2001 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oy Birliği / Oy
Çokluğu ile Kabul Edilmiştir.

İmza.....
Prof. Dr.
Osman TEKİNEL
DANIŞMAN
(Tar. Yap. Ve Sul. Böl.)

İmza.....
Prof. Dr.
Attila YAZAR
ÜYE
(Tar. Yap. Ve Sul. Böl.)

İmza.....
Prof. Dr.
Nafi BAYTORUN
ÜYE
(Tar. Yap. Ve Sul. Böl.)

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.
Kod No

Prof. Dr. Mustafa ÇOLKESEN
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür

Bu çalışma TÜBİTAK Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: TARP-1856

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların
kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**GAP (GÜNEYDOĞU ANADOLU PROJESİ) BÖLGESİNDE PAMUĞUN
LEPA VE DAMLA SİSTEMİ İLE SULANMASI**

SERTAN SESVEREN

**KSÜ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI****DANIŞMAN: Prof. Dr. Osman TEKİNEL**

Yıl:2001, Sayfa:55

**Jüri: Prof. Dr. Osman TEKİNEL
Prof. Dr. Attila YAZAR
Prof. Dr. Nafi BAYTORUN**

Bu çalışma, Güneydoğu Anadolu Bölgesi koşullarında yetiştirilen pamuk bitkisinin sulanmasında düşük basınçlı yağmurlama (LEPA) ve damla sulama sistemlerinin uygulanabilirliğini belirlemek amacıyla yapılmıştır. LEPA sistemi ile dört sulama düzeyi (LEPA-100, LEPA-75, LEPA-50 ve LEPA-25), damla sisteminde ise üç sulama düzeyi (I_{100} , I_{67} ve I_{33}) oluşturularak pamuk kütlü verimi üzerine etkisi araştırılmıştır. Her iki sulama sisteminde de kontrol konularına sulama aralıklarında Class-A Pan'dan oluşan yığışımlı buharlaşma miktarı kadar sulama suyu uygulanmıştır. LEPA sisteminde sulama aralığı altı, damla sulama sisteminde ise üç ve altı gün olarak alınmıştır. Sulama suyu, her iki sistemde de alternatif karıklara uygulanmıştır. LEPA sistemi ile sulama suyunun doğrudan karıklara verilmesini sağlamak için “ drag-socks” adı verilen iki çıkışlı özel hortumlar kullanılmıştır. Her iki sulama sisteminde de kontrol konularına toplam 814.3 mm sulama suyu uygulanmıştır. Mevsimlik su tüketim değerleri LEPA sulama sisteminde 383.3 – 854 mm arasında yer alırken, damla sulama sisteminde anılan değerler 456.4 – 868.5 mm arasındadır. En yüksek pamuk kütlü verimi 5850 kg/ha ile altı gün sulama aralığı ile sulanan damla sulama kontrol konusundan (I_{100}) elde edilirken, LEPA sulama sisteminde en yüksek kütlü verimi 4750 kg/ha ile kontrol konusundan (LEPA-100) alınmıştır. Pamuk kütlü verimi; LEPA sulama sisteminde konulara göre 2590 – 4750 kg/ha, damla sulama sistemine ilişkin üç günlük sulama aralığında

2660 – 5040 kg/ha, altı günlük sulama aralığında ise 2310 – 5850 kg/ha arasında değişmiştir. Her iki sistemde de yapılan sulamalar verimi önemli derecede artırmıştır. Ancak, damla sulama konularına ilişkin I_{100} ve I_{67} parsellerinde kütlü verimi bakımından istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır. En yüksek sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) ve su tüketim randımanı (WUE) damla sulama sisteminde sulama aralığının 6 gün ve sulama düzeyinin %67 olduğu (I_{67}) konuda sırasıyla 8.13 kg/ha-mm ve 7.41 kg/ha-mm olarak bulunmuştur. Araştırma sonuçları, kurak iklim koşullarına sahip GAP alanında pamuk bitkisinin LEPA ve damla sulama sistemleri ile başarılı bir şekilde sulanabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: LEPA, pamuk, damla sulama, GAP, kısıntılı sulama

ABSTRACT**MSc THESIS****LEPA AND TRICKLE IRRIGATION OF COTTON IN GAP
(THE SOUTHEAST ANATOLIA PROJECT) REGION****SERTAN SESVEREN****DEPARTMENT OF AGRICULTURAL STRUCTURE AND IRRIGATION
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM****Supervisor: Prof. Dr. Osman TEKİNEL****Year:2001, Pages:55****Jury: Prof. Dr. Osman TEKİNEL
Prof. Dr. Attila YAZAR
Prof. Dr. Nafi BAYTORUN**

This study was carried out to determine the applicability of LEPA and trickle systems for irrigation of cotton under GAP conditions in Southern Anatolia region of Turkey. The effects of four different irrigation levels (100%, 75%, 50%, and 25%) for LEPA and three different levels (100%, 67%, and 37%) for the trickle system on yield were investigated. A control treatment designated to receive 100% of cumulative Class-A pan evaporation on a six-day basis was used to guide irrigation applications for LEPA and three and six-day for the trickle method. Water was applied to alternate furrows in both systems. Double-ended Fengmeier drag-socks were utilized on LEPA system. A total of 814.3 mm of irrigation water was applied to the control treatments for both irrigation systems. Seasonal water consumption ranged from 383.3 mm to 854 mm in LEPA treatments; and 456.4 mm to 868.5 mm in trickle treatments. Highest average cotton yield of 5850 kg/ha was obtained from the trickle irrigated control treatment (100%) with six-day intervals. The highest yield in LEPA plots was obtained in LEPA-100% treatment with an average value of 4750 kg/ha. Cotton yields varied from 2660 to 5040 kg/ha and 2310 to 5850 kg/ha in trickle irrigation plots with 3-day and 6-day intervals, respectively; and from 2590 to 4750 kg/ha in LEPA plots. The irrigation levels both in LEPA and

trickle irrigated plots significantly increased yield. However, there was no significant yield difference between 100% and 67% irrigation levels in trickle-irrigated plots. Maximum irrigation water use efficiency (IWUE) and water use efficiency (WUE) were found as 8.13 kg/ha-mm and 7.41 kg/ha-mm in trickle irrigated treatment of 67% with six-day intervals. The research results revealed that both the trickle and LEPA irrigation systems could be used successfully for irrigation cotton crop under the arid climatic conditions of the Southeast Anatolia Project (GAP) area in Turkey.

Keywords: LEPA, cotton, trickle irrigation, GAP, deficit irrigation



TEŞEKKÜR

Araştırma konusunun seçiminde ve yürütülmesi sırasında yardımlarını esirgemeyen ve çalışmanın her aşamasında büyük desteğini gördüğüm danışman hocam sayın Prof. Dr. Osman TEKİNEL'e en içten teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Araştırma sırasında ve tez yazımında değerli bilgilerine başvurduğum hocam sayın Prof. Dr. Attila YAZAR'a teşekkür ederim.

Çalışmanın başından sonuna kadar yardım ve desteklerini esirgemeyen hocam sayın Prof. Dr. Nafi BAYRORUN'a teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca bu yüksek lisans tezinin arazi çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Şanlıurfa ilindeki TÜBİTAKA'a ait Koruklu Deneme İstasyon çalışanlarına ve Ziraat Mühendisi arkadaşım Osman YİĞİT'e teşekkür ederim.

Son olarak, sevgili aileme tezimin her aşamasında ve hayatta beni her konuda destekledikleri için bir vefa borcumun olduğunu belirtmek ister ve sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.



İÇİNDEKİLER	Sayfa
ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	III
TEŞEKKÜR.....	V
İÇİNDEKİLER.....	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ GELİŞMELER.....	4
2.1. LEPA'nın Gelişimi ve Değerlendirilmesi.....	4
2.2. LEPA ile Kimyasal Uygulama.....	9
2.3. Pamuk Bitkisinin Damla Sulaması ve Sulama Programları.....	10
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	12
3.1. Materyal.....	12
3.1.1. Araştırma Yeri.....	12
3.1.2. Toprak Özellikleri.....	12
3.1.3. Sulama Suyunun Sağlanması.....	12
3.1.4. İklim Durumu.....	13
3.2. Yöntem.....	15
3.2.1. Toprak Analizi.....	15
3.2.2. Toprak Hazırlığı ve Ekim.....	15
3.2.3. Gübreleme.....	15
3.2.4. Bakım ve Tarımsal Savaşım.....	16
3.2.5. Araştırma Konuları ve Deneme Deseni.....	16
3.2.6. Sulama Sistemleri.....	19
3.2.7. LEPA Sisteminin Hareket Hızı.....	21
3.2.8. Gözlemler.....	21
3.2.8.1. Toprak Nem İçeriğinin Gözlemi.....	21
3.2.8.2. Yaprak Alan İndeksi (LAI) ve Kuru Madde Miktarı.....	22
3.2.8.3. Bitki Boyu.....	22
3.2.9. Hasat.....	22
3.2.10. Bitki Su Tüketimi.....	22
3.2.11. Bitki Üretim Fonksiyonu.....	23
3.2.12. Su Kullanım Randımanı.....	23
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	24
4.1. Pamuk Bitkisinin Kimi Gelişme Dönemleri.....	24
4.2. Sulama Suyu ve Su Kullanımı.....	25
4.3. Pamuk Verimi.....	28
4.4. Kütlü Pamuk Veriminin Sulama Suyu ve Su Tüketimi ile İlişkisi.....	32
4.5. Oransal Evapotranspirasyon Açığı (1-Eta/Etm) ile Oransal Verim Azalış (1-Ya/Ym) İlişkisi ve Verim Tepki Etmeni.....	34
4.6. Pamuk Su Kullanım Etkenliği.....	36
4.7. Kuru Madde Verimi.....	38
4.8. Yaprak Alan İndeksi.....	42
4.9. Bitki Boyu.....	45

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	47
KAYNAKLAR.....	49
ÖZGEÇMİŞ.....	55



ŞEKİLLER DİZİNİ		Sayfa
Şekil 3.1.	Deneme Planının Şematik Görünümü.....	17
Şekil 3.2.	Damla Sulamadaki Bir Parselin Görünümü.....	18
Şekil 3.3.	LEPA Sulamadaki Bir Parselin Görünümü.....	18
Şekil 3.4.	PE, Uzatma Boruları ve LEPA-socks.....	19
Şekil 3.5.	LEPA (Düşük Enerjili Yağmurlama Sistemi).....	20
Şekil 3.6.	LEPA Başlığı.....	20
Şekil 4.1.	LEPA'ya Ait Farklı Sulama Konularını İçeren Deneme Parsellerine Ait Yığışimli ET ile Zaman Arasındaki İlişki.....	27
Şekil 4.2.	Damla Sulama Yöntemine Ait Farklı Sulama Konularını İçeren Deneme Parsellerine Ait Yığışimli ET ile Zaman Arasındaki İlişki.....	27
Şekil 4.3.	Damla Sulama Yönteminde Sulama Düzeylerine Göre Sulama Aralığı Üç Gün Olan Sulama Konularından Elde Edilmiş Kütlü Pamuk Verimleri.....	30
Şekil 4.4.	Damla Sulama Yönteminde Sulama Düzeylerine Göre Sulama Aralığı Altı Gün Olan Sulama Konularından Elde Edilmiş Kütlü Pamuk Verimleri.....	31
Şekil 4.5.	LEPA Sulama Yönteminde Sulama Düzeylerine Göre Sulama Aralığı Altı Gün Olan Sulama Konularından Elde Edilmiş Kütlü Pamuk Verimleri.....	31
Şekil 4.6.	LEPA Sulama Sisteminde Deneme Konularında Sulama Suyu-Verim İlişkisi.....	32
Şekil 4.7.	Damla Sulama Sisteminde Deneme Konularında Sulama Suyu-Verim İlişkisi.....	32
Şekil 4.8.	LEPA Sulama Sisteminde Deneme Konularında Bitki Su Tüketimi-Verim İlişkisi.....	33
Şekil 4.9.	Damla Sulama Sisteminde Deneme Konularında Bitki Su Tüketimi-Verim İlişkisi.....	34
Şekil 4.10.	LEPA Sulama Konularına İlişkin Oransal Evapotranspirasyon Açığı ile Oransal Verim Azalışı İlişkisi.....	35
Şekil 4.11.	Damla Sulama Konularına İlişkin Oransal Evapotranspirasyon Azalışı ile Oransal Verim Azalış İlişkisi.....	35
Şekil 4.12.	LEPA Sulama Konularında Kuru Madde Miktarının Zamana Göre Değişimi	37
Şekil 4.13.	Damla Sulama Konularında Kuru madde Miktarının Zamana Göre Değişimi	39
Şekil 4.14.	LEPA Sulama Konularında Kuru Madde Birikimi-Sulama Suyu İlişkisi	40
Şekil 4.15.	Damla Sulama Konularında Kuru Madde Birikimi-Sulama Suyu İlişkisi.....	40
Şekil 4.16.	LEPA Sulama Konularında Kuru Madde Birikimi-Bitki Su Tüketim İlişkisi	41
Şekil 4.17.	Damla Sulama Konularında Kuru Madde Birikimi-Bitki Su Tüketimi İlişkisi	41

Şekil 4.18. LEPA Deneme Konularına İlişkin (LAI)'nin Zamana Göre Değişimi.....	42
Şekil 4.19. Damla Sulama Konularına İlişkin (LAI)'nin Zamana Göre Değişimi.....	43
Şekil 4.20. LEPA Sulama Konularında Yaprak Alan İndeksi (LAI)-Su Tüketimi (ET) İlişkisi.....	44
Şekil 4.21. Damla Sulama Konularında Yaprak Alan İndeksi (LAI)- Su Tüketimi (ET) İlişkisi.....	44
Şekil 4.22. LEPA Sulama Sistemindeki Farklı Deneme Konularında Ortalama Bitki Boy Değerleri.....	45
Şekil 4.23. Damla Sulama Sistemindeki Farklı Deneme Konularında Ortalama Bitki Boy Değerleri.....	46

1. GİRİŞ

Sulama, tarımsal üretim artışı sağlayan önemli bir girdi niteliğindedir. Kültürteknik önlemler alınmadan fiziksel sulama tesislerinin tamamlanarak hizmete sunulması önemli ve ileride giderilmesi olanak dışı kimi sorunların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Havza, proje ve çiftlik bazında alınacak teknik önlemler ile sulu tarımda suyun etkin kullanılması ve kullanım randımanlarının artırılması mümkün olmaktadır. Bu önlemlerin alınmasında yapılacak olan araştırmalara yüksek miktarlarda yatırım yapmak zorundayız (Carruthers ve ark.,1997; Hamdy ve Lacirignola, 1999).

Nüfus artışı yiyecek üretimindeki artış istemini yeniden gündeme getirecektir. Bu gelecekteki gereksinimlere karşılık vermede gelişim amaçlı hükümet politikaları ve özel sektörde bir değişime gitme istemi bir gerçektir (Moigne ve ark., 1989).

Çevre ve doğal kaynakların birlikte ele alınması 21.yüzyıl için öncelikli bir öneme sahiptir. Sulu tarımdaki artan su gereksinimi yeni bir takım sorunlar doğuracaktır (Bucks, 1995).

Türkiye'de yapılan potansiyel tarımın büyük bir bölümünü kapsayan Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki tarımsal aktiviteler sürdürülebilir tarımda çok büyük bir öneme sahiptir. Yaşamamız için gerekli olan besin kaynağının karşılanmasında ürünlerden elde edilecek optimum verim eldesi için kabul edilen tarımsal girdilerden biri de sulamadır. Ayrıca birim alandan elde edilen verim, sulama ile artar, bunun yanı sıra bireylerin barınma, besin ihtiyaçları ve işsizlik, çözülmesi gerekli olan başlıca problemlerdir. GAP, bölgedeki su ve toprak kaynaklarının gelişimi için entegre bir projedir. Sulama projelerine ek olarak ulaşım, endüstri, eğitim, sağlık ve altyapı gibi bir çok yan projelerden oluşmaktadır (Tekinel, 1992).

Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) dünyadaki çok amaçlı entegre projelerin içerisinde en önemli olanlarından biridir ve en büyüğüdür. Ayrıca bu yürütülen çalışmaların birçoğunda Türk mühendisi, teknisyeni ve işçisi görev almış, gereğini en mükemmel ve dünyaya örnek olacak şekilde yerine getirmiştir.

GAP bölgesindeki sulama projeleri, hedeflenen entegre gelişimin en önemli kısmını oluşturmaktadır. Sulama projelerinden sağlanacak faydalar, diğer projelerle olan beraberliği ve uyum özelliğine bağlıdır. Bunun yanında suyun tarımda verim ve geliri artırıcı bir girdi unsuru olarak kabul edilmesinden dolayı bu kaynağın mümkün olduğunca en verimli şekilde yönetilmesi ve kullanılması zorunluluğu vardır. Bunu yaparken de su yönetimi, su ölçümleri, sulama suyunun dağıtımındaki zamanlama, su ve toprak kaynaklarının korunumu gibi kriterlere de dikkat etmek zorunludur (Kırmızı ve ark., 1999).

Şu anda GAP bölgesinde sulanan alan miktarı 300 000 ha' dır. Bunun 184 000 ha' ı devlet tarafından, 116 000 ha' ı özel sektör tarafından sulanmaktadır.

Pamuk üretimi, hali hazırda sentetik elyaf üretimindeki artışa rağmen, önemli bir tekstil maddesi olarak yerini korumaktadır. Tekstil sektörünün tüm hammaddesinin %60'ını pamuk oluşturmaktadır. Bir endüstri bitkisi olan pamuk tekstilde lif maddesi ve küspesinin hayvan yemi olarak kullanılmasıyla ulusal ekonomide önemli bir payı bulunmaktadır. Türkiye'de pamuk tarımı üç bölgede

yapılıp, bunlar Ege, Çukurova ve Güneydoğu Anadolu bölgesidir. Anılan bölgede daha önce belirlenmiş olan bitki deseninde %32' lik bir dağılıma sahip olan pamuk tarımının GAP'ın tamamlanması ile hızlı bir artış trendine geçmesi umulmaktadır (Tüzün ve Yenigün, 1999).

Pamuk, Türkiye'de Güneydoğu Anadolu bölgesinde yetişen tarla bitkileri içerisinde en önemli olanlarından biridir. Bu bölgedeki pamuk bitkisinin sulanmasında geleneksel sulama metotları olan karık ve tava sulama kullanılmaktadır. Çiftçiler bu yöntemlere bağlı kalarak fazla sulama suyu kullandıklarından su israfı, drenaj ve tuzluluk problemleri doğabilmektedir.

GAP'ın tamamlanması ile kırk yıllık bir zaman diliminde 1,65 milyon hektar tarım alanı sulanabilecektir. Şu anda Harran ovası için bu sayı 40 000 hektardır. Bu projenin gerçek hayata aktarılması ile sulama uygulamaları ve tarım teknolojileri bölgedeki çiftçiler tarafından benimsenmesi ile yüksek kil içeriğine ve arazi topografyasına bağlı toprak profilinde oluşan tuzluluk kaçınılmaz olacaktır ve düşük sulama randımanları, aşırı sulama sonucu hem su israfı hem de topraktaki taban suyunun yükselmesi gibi problemlerin daha düşük verime neden olmasından bir gelir azalışına sebebiyet verecektir (Yazar, 1999).

Sonuç olarak GAP'ta çok yüksek su sıkıntısı durumu ile karşılaşmaktayız. Bu ileri sürülen problemlerin olmaması ve Türkiye'deki Güneydoğu Anadolu Bölgesi doğal kaynaklarının korunması için sulama ve sulu tarımın yapıldığı alanlarda üründen elde edilecek verimin yüksek tutulması ve sürekliliğinin sağlanması için yeni sulama teknikleri geliştirilmesine ihtiyaç vardır.

Su ve enerji tasarrufu sağlayan LEPA (Low Energy Precision Application), (LEPA double-ended sock), (LEPA buble, overhead spray), damla sulama yöntemi gibi tarla koşullarında sulama üniformitesi ve su uygulama randımanı yüksek olan yeni sulama teknolojilerinin kullanılması ile su kaynaklarının daha randımanlı bir şekilde tüketilmesi mümkün olacaktır.

LEPA ve onun değişik kullanım modelleri, damla ve geleneksel yağmurlama sistemleri GAP bölgesinde hüküm süren iklim koşullarında en uygun olanı gözükmektedir. Bu sistemlerde uygun ekim, yüksek verim eldesine sahip olunması, gübre sulama ve toprak su yönetimi (sulama zamanı ve miktarı) program üstünlüğü bölgedeki sulu tarım koşullarının sürdürülmesi için bir temel oluşturmaktadır (Yazar, 1999).

GAP bölgesindeki su kullanımı uzun dönemlerde bölgedeki gelecek nesillerin gereksinimlerini karşılamada tarımsal faaliyetlerin sürdürülmesi açısından bu çalışma içerisinde bölgesel ekonomide kritik bir öneme sahiptir. Bu nedenle bu kaynakların yaşatılmasında sosyal ve ekonomik faktörler ve devlet ekonomisine yapılacak olan yatırımlar bakımından tarım üretiminden beklenen teknolojik gelişmeler ve öneriler üzerinde yapılması gereken yatırımların daha iyi anlaşılmasına ihtiyaç vardır. Özellikle sulama teknolojisindeki yenilikler su kullanım randımanlarını artırabilir ve böylelikle tarımsal üretimde gerek duyulan su kaynaklarının korunması ve dikkatli bir şekilde kullanılması sağlanır. Modern sulama teknikleri oluşum kavramlarına karşı doğrudan daha fazla çaba harcamalıyız. Bu tekniklerin kullanımı bölgede hala çok sınırlıdır. Modern sulama tekniklerinin dikkatlice seçimi gereklidir ve bunda da yerel fiziksel koşullar, agronomik ve sosyo-ekonomik çevre koşulları aynı zamanda yöre çiftçilerinin tarım tekniği ve su

yönetimi hakkındaki bilgi yetersizliği gibi etmenlerinde önem derecesi oldukça yüksektir (Hamdy ve Lacirignola, 1999).

GAP tam anlamı ile gelişimini tamamladığında 1,65 milyon ha alandan daha fazla bir tarım alanına sulama suyu sağlanacaktır. Bununla birlikte geleneksel yüzey sulama yöntemleri ile sulamalara devam edilmesi durumunda su sıkıntısı meydana gelecektir. İşte bundan dolayı, su ve enerji tasarrufunun yanı sıra gübre sulama yapılmasını da mümkün kılan LEPA ve damla sulama yöntemi bölgede kullanım alanı bulabilir.

Bu çalışmanın öncelikli amaçları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- LEPA-socks ve damla sulama sistemlerinin GAP bölgesinde pamuk gibi tarla bitkisinin sulanmasında kullanılabilme potansiyelinin araştırılması;
- Anılan sistemlerin pamuk verimi ve verim unsurları üzerine etkilerinin saptanması;
- LEPA ve damla sulama sistemi ile, pamuk sulanmasında sulama programlarının oluşturulması;
- Su ve enerji tasarrufu amacıyla kısıntılı su düzeylerinin ve sulama aralığı etkinliklerinin değerlendirilmesi;
- Damla sulama yöntemiyle uygulanan su ve gübre kullanım randımanlarının saptanması.

2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR**2.1. LEPA'nın Gelişimi ve Değerlendirilmesi**

Lyle ve Bordovsky (1981), yağışın ve uygulanan sulama suyunun kullanımını maksimum düzeyde tutan mekanik hareketli sistemlerin enerji gereksinimlerini azaltan LEPA sulama sisteminin Texas A&M üniversitesindeki ziraat mühendisleri tarafından geliştirildiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar LEPA sistemini, yüzey akışı en az düzeye indirgeyen, yağmur suyunun kullanımını en iyi şekilde sağlayan mikro tavalara uygulamıştır. Sistem (7-35) kPa değerleri arasında test edilmiştir. Su ve enerji kullanımında önemli derecede tasarruf sağlandığı sonucuna varılmıştır.

Sourell (1981), tarafından Negev çölünde hareketli damla sulama yönteminin yatırım maliyeti ve iş gücü gereksinimlerinin değerlendirilmesi amacıyla yoğun araştırmalar yürütülmüştür. Yüksek debili yağmurlayıcıların kullanım aşamasında esneklik kazanılması bakımından püskürtücü başlıkların yerine yağmurlama memeleri ve damlatıcılarla türdeş su dağılımı sağlanarak bitkilerin kullanacağı suyun toprağa düşük basınç ve işgücü gereksinimi ile verilmesi mümkün olmuştur. Bu çalışmanın sonucunda, daha düşük basınç altında çalışan yeni yağmurlama başlıklarının kullanılması su uygulamasında üniform bir dağılım elde edilmesini mümkün kılmıştır.

Howell ve Fhene (1983), tarafından Fresno California, Su Yönetimi Araştırma Laboratuvarlarında tek bir hat üzerinde doğrusal (Laser Aligned) hareketli yağmurlama sisteminin testlerinin yapılması amacı ile bir deneme yürütmüşlerdir. Dinamik üniformitenin 0,90 iken statik üniformitenin 0,98' den daha büyük olduğu saptanmıştır. Düşük basınçlı memelerin toprak yüzüne daha yakın olması ile uygulama randımanı % 90' a çok yakın değer almıştır. Sistemin hareket doğrultusu ve hızı, düşük basınçlı sulama sistemlerinin üniform uygulamalarında başarı sağlaması bakımından önemli bulunmuştur. Sulama sistemlerinin sahip olduğu düşük randıman ancak kısımlı sulama uygulanan tarım alanlarıyla azaltılmıştır.

Lyle ve Bordovsky (1983), tarafından LEPA (Düşük Basınçlı Yağmurlama Sistemi) sulama kavramı iki yıl boyunca yoğun çalışmalar altında test edilmiştir ve yağmurlama ve karık sulama yöntemlerinde su uygulama randımanı, dağıtım randımanı, su kullanım randımanı ve enerji tasarruf potansiyelinin değerlendirilmesini kapsayan bir karşılaştırma yapılmıştır. LEPA sisteminin tüm alanlarda en iyisi olduğunu saptamışlardır ve bunu yaparken test bitkisi olarak soya fasülyesini kullanmışlar, elde edilen verim değerleri sulama randıman sonuçlarını desteklemiş ve LEPA sulama yönteminin kullanım alanlarının yaygınlaşmasının ekonomik açıdan doğru olacağını saptamışlardır. Buna ek olarak araştırmacılar püskürtme modunda (bubble pattern) sulama suyunu düşük hızda geçiren orifis kontrollü meme prototipi geliştirmişlerdir. Memeler, karıklardan 50 ila 100 mm arasında değişen yüksekliklerde toprak yüzeyinden hareket edecek şekilde yerleştirilmiştir. Sistemdeki su kayıplarının yağmurlama sistemindeki %25 ila %30 arasındaki su kayıpları ile mukayese edildiğinde çok düşük olduğu ve bu değerlerin %2-5 arasında değiştiği saptanmıştır.

Bordovsky ve ark. (1984 ve 1991), LEPA sisteminde alternatif karıklar kullanılarak pamuk bitkisinde üç gün sulama aralığında yapılan kısıntılı sulamanın önemli su tasarrufu sağlayarak verim artışı meydana getirdiğini gözlemlemiştir.

Buchleiter (1988), eğimin %1 ve daha az olduğu koşullarda LEPA sulamada yüzey akış olmadığını; fakat eğimin %3' den büyük olduğu durumda statik üniformitenin %96 olduğu LEPA sisteminde yüzey akışın aşırı olduğunu ve uygun bir dağılım randımanı göstermediğini rapor etmişlerdir. (Statik üniformite yalnızca meme akış hızları ve kanattan itibaren çap uzaklığı olarak verilebilir ve makine hareketini içermez).

Hanson ve ark. (1988), ortalama üniformitelerin 0,74 ila 0,95 değerleri arasında olduğunu saptamışlardır. Araştırmacılar öncelikli olarak makine hareketinin küçük tava genişliğindeki randımana olan etkisinin, büyük tava genişliğine göre daha fazla olduğu sonucuna varmışlardır.

Hills ve ark. (1988), 150 m' lik hareketli sistemin sahip olduğu düşük basınçlı yağmurlayıcı ve atomizer yağmurlayıcıların üniformitesini belirlemiştir. Tarla sulama randımanlarının 0.90-0.96 değerleri arasında değiştiğini rapor etmişlerdir.

Fangmaier ve ark. (1990), karıkta damla boru sistemi ile düşük basınçlı dairesel hareketli yağmurlama ve doğrusal hareketli sulama sisteminde suyun dağılımı ve hareketini belirlemek amacı ile bilgisayar modelleri kullanarak su iletim randımanlarını hesaplamışlardır. Küçük üç kısımlı 170 m'lik sistemler için oluşturulan modeller tarla sonuçlarıyla karşılaştırılmış ve daha düşük randımana sahip olan 400 m'lik sistemler için hesaplanmış değerlerin 0,5 m ve daha az karık sedde genişliğinde en düşük bulunduğunu saptamışlardır. Bu noktada sistem hızı arttıkça önem kazanmış, küçük karık sedde genişliğinde randıman yükselmiştir. Dairesel hareketli yağmurlama sistemlerinde karık sedde genişliğinin 3 m ve daha üstünde olduğu durumlarda sistemin hızı randıman üzerinde bir etkiye sahip olmamıştır. Fakat doğrusal hareketli sistemlerde %10' nun üstünde bir oranla değişime sahip olmuştur. Üniformite katsayısında 0,8 rakamını elde etmek için, karık sedde genişliğinin en az 2 m olma zorunluluğu vardır.

Fipps ve New (1990), hem LEPA-buble hem de LEPA-double ended socks ve gömülü damla sulama yöntemleri üzerine yapmış oldukları çalışmalarda su uygulama randımanını yaklaşık olarak %98 olduğunu bildirmişlerdir.

New ve Fipps (1990), LEPA sisteminin dizaynı ve yönetim ilkelerinin belirlenmesi amacıyla bir deneme yürütmüşlerdir. Bu çalışmaların çoğu gelişen teknolojide LEPA sistem parçalarının maliyetini düşürmüş ve satıcıları umutlandırmış, üreticilerin direncini kırmıştır. Bu çalışmalarda araştırmacılar tarafından LEPA başlıklarının alternatif karık uygulamasında verim azalışının olmadığı bildirilmiştir. Ayrıca tarla deneme çalışmaları göstermiştir ki, LEPA başlığı için toprak yüzeyinden olan optimum yükseklik 20-46 cm arasındadır.

Bir başka çalışma ise Texas, Halfway'de kısa sezon yetişen pamuk bitkisinde LEPA sulama sistemi kullanılarak, 1986 senesinde 2,4,8 ve 12 gün sulama aralığı, 1987 ve 1988 senesinde ise 3,6,9 ve 18 gün sulama aralığına sahip deneme konularında sulamalar yapılmıştır. Bu çalışmada dört sulama aralığı konusu analizler için gruplara ayrılmış ve 3D,5D,9D ve 15D olarak adlandırılmıştır. Her bir sulama aralığındaki sulama miktarları 0.4, 0.6, 0.8 ve 1 katı olan pamuk evapotranspirasyon

miktarı ile yağmur suyu farkı alınarak hesaplanan temel sulama miktarı esasına (BI) göre olmuştur. Sonuç olarak, 3D konularında en yüksek kütlü pamuk verimi elde edilmiş ve sezonluk sulama suyu kullanım randımanlarının diğer sulama konularındakinden daha yüksek olduğu bulunmuştur. Ortalama kütlü pamuk verimleri sulama suyu miktarları arttıkça azalmıştır. 0.4 BI ve 0.6 BI konularında elde edilmiş verimler, 0.8 BI ve 1.0 BI konularındakinden daha fazla bulunmuştur. Sezonluk sulama suyu miktarı (81 mm/yıl) uygulanan 3Dx0.4 BI konusunda elde edilen verim 1134 kg/ha ve sezonluk sulama suyu miktarı (202 mm/yıl) olan geleneksel sulama koşulunu simgeleyen 15Dx1 BI konusunda 945 kg/ha ile en yüksek verim değerlerine ulaşılmıştır. II. Ürün pamuk üretiminde LEPA yöntemi ile yapılan kısıntılı sulama ve 3D sulama aralığı kütlü pamuk verimini artırmış ve Güneydoğu Texas yüksek platosunda yer altı suyu korunmuştur (Bordovsky ve ark. 1992).

Reyes ve ark. (1993), tarafından LEPA sulama sisteminin bubble ve erozyon oluşumunu engelleyen socks modlarında su uygulandığı karıklarda erozyon oluşumunun önlendiği ve karıklarda tutulan suyun sulama sezonunun bitimine doğru hiç kalmadığını bildirilmiştir. Bunun yanı sıra, yağmurlama memelerine takılan düz yassı plakalar (flay spray pads) ile sulama yapılmış olan karıklardaki su depolama miktarı, karıklara direkt olarak su veren yağmurlama başlıkları tarafından %65, birbirini izleyen karıklarda kullanılan memeler tarafından %50 oranında azaltılmıştır.

Howell ve ark. (1995), Texas Bushland'da yavaş geçirgenliğe sahip Pullman killi tınlı toprak serisinde mısır bitkisine LEPA sulaması ile ilgili bir deneme yürütmüşlerdir. Bu çalışmada, normal mevsimlere göre daha yağışlı geçen 1992 senesinde, sorghum verimleri 0.6 - 1.2 kg/ m² arasında değişirken, normalden az yağış alan 1993 yılında tüm sulama konularında 0.4 - 1.5 kg/m² arasında verim elde edilmiştir. Tam sulama konularındaki sulama miktarları daha fazla yağış alınan mevsimler için 279 mm, normal yıldakinden daha fazla olan mevsimlerde ise 640 mm' nin üzerinde olmuştur. Bu iki yıl için $GY(kg/m^2)=0.00169 (WU(mm)-147)$, $r^2=0.882$ ve $S_{y/x}=0.10 kg/m^2$ olarak açıklanmış ve dane verimi ile su kullanımı arasında önemli bir ilişki bulunmuştur. Genellikle, dane verimi kuru madde miktarı ile doğru orantı içinde olmuştur. Araştırmacılar Pulman tipi topraklarda, LEPA sulamanın alternatif karık uygulamalarında sulama suyunun 25 mm'yi geçmemesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Lyle ve Bordovsky (1995), tarafından yapılan bir çalışmada alternatif karıklarda mısır bitkisinin sulanmasında LEPA sistemi kullanılmış ve bunun sonucunda üç ve altı gün sulama aralığındaki konulardan en yüksek verim elde edilirken, 9 ve 12 gün sulama aralığına sahip deneme konularında önemli düzeyde verim azalışı görülmüştür. Bu çalışmada en yüksek su kullanım randımanı 0.7 BI konusunda (BI=ET(Evapotranspirasyon- Rainfall (Yağmur suyu)) oluşmuştur. 0,7 BI sulama suyu miktarı almış olan alternatif karık konularındaki verim miktarları, aynı sulama miktarı ile her karıkta elde edilen verimden daha yüksek bulunmuştur.

Schneider ve Howell (1995), değişen sulama miktarlarına göre simule edilmiş olan dört sulama aralığında ve yağmurlama metodunda sorghum dane verimlerini değerlendirmiştir. Bu 1992 ve 1993'de Bushland Texas'da güneydoğu yüksek platolarında LEPA socks, LEPA bubble, bitki tacı içinde yere yakın ve üstten yağmurlama şeklinde uygulanmıştır. Sulama LEPA socks metodu ile tanık konunun

(% 100 sulama) oluşturulmasında nötronmetre okumaları yapılarak belirlenen toprak nem içeriğine dayanan program esasına göre yapılmıştır. Bu çalışmada tanık konusu elverişli bitki su içeriğinin % 75'inin üzerinde 25 mm sulama düzeyinde 4 yağmurlama metodunda ele alınmıştır. Aynı tarihlerde tam sulama konusunun % 75, % 50 ve % 25 düzeyinde kısıntılı sulamalar yapılmıştır. 1992 ve 1993 senelerinde tam sulama konularının bitki çıkışından son sulamaya kadar almış olduğu sulama miktarları sırasıyla 250 mm ve 325 mm olurken bu yıllar içerisinde yağmur suyu miktarı sırası ile 310 mm ve 223 mm'dir. Sulama miktarları ve yöntemleri özellikle en düşük iki sulama miktarı alan deneme konularında sorghum verimine etkide bulunmuştur.

Kansas'taki bir çalışmada, sulama suyu 1990-91 mevsimi boyunca değişik toprak işleme biçimlerini (SSM) içeren deneme konularına LEPA-buble ve yağmurlama modunda uygulanmıştır. SSM deneme konuları ve SSM olmayan , tarla sonu (basin till), toprak altı ve bitki toprak katmanı (reservoir tillage) diye sınıflandırılmıştır. Tarla eğimi %0,3 ila %6,9 arasında değişmiştir. Sulamada uygulanan su miktarları 19 ila 25 mm arasında değişmiştir. Karıklar içerisinde seddelerin oluşturulduğu deneme konusunda eğimin % 1-2'den az olduğu durumda LEPA-bubble modu daha iyi performans göstermiştir. Karıklar içerisinde seddelerin oluşturulması su içeriği ve mısır verimine etkide bulunmuş, ancak düz LEPA-spray modu verim fonksiyonunun doğrusal katsayıları eğimin %-1 olduğu koşullarda, LEPA-buble modunda -1,48 Mg ha⁻¹, düz LEPA-spray modunda -0,73 Mg ha⁻¹ değerlerini alarak daha etkili olmuştur (Spurgeon ve ark. 1995).

Tolk ve ark. (1995), geleneksel yağmurlama ve düşük basınçlı yağmurlama sulama sistemleri ile yapılan sulamada bitki yapraklarının tutmuş olduğu sulama suyunun buharlaşması sonucu oluşan mikroklimatolojik değişikliklerin meydana getirdiği evapotranspirasyon ve sulama suyunun uygulanmasında yağmurlama kayıplarını azaltmasının belirlenmesi amacı ile bir çalışma yürütmüşlerdir. 1990'da Teksas Bushland'da iki tane bitişik 5 hektarlık tarlada ve her bir tarla tartılı lizimetre ve mikroklimatolojik gözlem aletlerine sahip olacak şekilde 0,75 m genişliğinde doğu-batı doğrultusundaki sıralarda tam sulamanın yapıldığı mısır bitkisi (Zea mays L.) yetiştirilmiştir. Bir günde uygulanan ortalama sulama suyu 21mm, ortalama (I-brüt) kayıpları %10,7 olarak hesaplanmış fakat tutma sonucu Tr %50 ölçülmüş veya sulama süresince %3,9'a inmiş olan I-brüt kayıpları daha fazla olmuştur. Solar radyasyonun yüksek olduğu günlerde sulamayı izleyen zamanlarda transpirasyon isteği devam etmiş ve buna ek olarak I-brüt kayıplarını %2,2 oranında indirmiştir. Ayrıca I-brüt kayıplarındaki %4-6 oranındaki azalışlar aerodinamik ve bitki taç dirençlerinin (canopy resistances) meydana geldiği dönemlerde olmuştur. LEPA ile toprak yüzeyine uygulanan sulama suyu bitki taçı çevresindeki mikroklimatolojiye bağlı olarak Tr, Et ve su uygulama randımanına etkide bulunmuştur.

Diğer bir araştırma daha geniş bir kapsamla Texas'ın Güneydoğu yüksek platolarında düşük geçirgenliğe sahip Olton killi topraklarda, düşük basınçlı yağmurlama sistemi (LEPA) ile yapılan sorghum sulamalarında optimum su kullanım çalışmalarını belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Sulama miktarına göre düzenlenmiş konular 0.4, 0.7, 1.0 ve 1.3 BI (BI=ET-Rainfall) arasında değişmiş ve 1992 ila 1994 bitki büyüme mevsimlerinde sulama hem alternatif hem de her karışa 3.5,7,10.5 ve 14 gün sulama aralıklarında uygulanmıştır. En yüksek ortalama

sorghum dane verimi 3.5 gün sulama aralığına sahip deneme konusundan (7.57 Mg ha^{-1}) olarak elde edilmiştir. Toplam mevsimlik su kullanım randımanı ($\text{WUE} = \text{Verim} / (\text{sulama} + \text{yağmur} + \text{toprak nem içeriğindeki azalış})$) sulama suyu miktarı ve uygulama aralığı ile değişim göstermiştir. Alternatif karık veya her karığa yapılan sulamalar arasında verim bakımından herhangi bir önemli fark bulunamamıştır. Testler, yeterli tav suyunun verildiği koşullarda sorghum bitkisinin LEPA sistemi ile kısıntılı sulama (0,7 BI) yapıldığında verimde bir azalış meydana gelmediği; fakat sık yapılan LEPA sulamalarında suyun toprak yüzeyinde üniform bir dağılım gösterme zorunluluğu doğmuştur (Bordovsky ve Lyle, 1996).

Coelho ve ark. (1996), LEPA (düşük basınçlı yağmurlama sistemi) ile yapılmış olan sulamanın, infiltre olan suyun toprakta kalma süresine bağlı olarak başarı ile yapılabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca, suyun bitki kök bölgesinde tutulma kapasitesinin boyutsal olarak profil hesaplamasında bir metod geliştirmişlerdir. Araştırmacılar üç grup altında depolama ve beş farklı sulama düzeyinin değerlendirilmesini yapmışlardır. Kullanmış oldukları metot mısır bitkisinin yaz mevsiminde bir günde dane oluşumunda kullanılan evapotranspirasyon miktarını karşılamak için gerekli olan suyu sağlayabilmiştir. Sonuç olarak, mevsim boyunca depolama profilleri değişiklikler göstermiştir. Su uygulama oranları, depolama biçimindeki değişikliği etkilemiştir. Orta düzey uygulamalarda rezervuarda daha fazla erozyon veya çökme olurken yüksek debi miktarlarında rezervuarın aşağı kısımlarında daha derin sedimentasyon bölgesi meydana getirmiştir.

Segarra ve ark. (1999), Texas'da LEPA (Düşük Basınçlı Yağmurlama Sistemi) yönteminin gömülü damla sulama (SDI) teknolojisine karşı uygulanabilirlik üstünlüğünü ekonomik açıdan belirlemeye çalışmışlardır. Araştırma 1995-1998 yılları arasında %2'den az eğimde, geçirgenliği (0,1 mm/saat) olan Olton killi iyi karışmış termik ısınabilir, tuzlu, aridik paleostalls toprak geçirgenliğine sahip topraklarda yürütülmüştür. İki sistem arasında net gelir seviyesini incelemişlerdir. Kütlü pamuk veriminin SDI'da daha yüksek olmasına karşın, ekonomik açıdan adaptasyon çalışmalarının LEPA' da gerekli olduğu kadar SDI' da önemli olmadığını rapor etmişlerdir.

Yazar ve ark. (1999), Texas Bushland'da LEPA (Düşük Basınçlı Yağmurlama Sistemi) yöntemini kullanarak farklı düzeylerde uygulanan sulama suyunun mısır verimine olan etkisini belirlemek amacı ile killi-tınlı toprakta bir deneme yürütmüşlerdir. Söz konusu çalışmada tanık konuya (% 100), 1.5 m toprak profilinden 7 günde tüketilen suyun tamamı, diğer konulara ise tanık konuya verilen suyun %80, %60, %40, %20 ve %0'ı uygulanmıştır. 1992 büyüme mevsimi normalden daha fazla yağış almış ve mısır kuru madde birikim miktarları ile tane verimleri arasında, sulama düzeyleri ile doğru orantılı bir artış görülmüştür. Tam sulama konusundaki verim, su kullanımı ve su kullanım randımanı sırasıyla $1,246 \text{ g/m}^2$, 786 mm ve $1,34 \text{ kg/m}^3$ olmuştur.

2.2. LEPA ile Kimyasal Uygulama

Lyle ve Bordovsky (1986), MFIS (Multifonksiyonel LEPA Sulama Sistemi) kimyasal kullanım randımanının belirlenmesi amacı ile bir deneme yürütmüşlerdir. Bu değerlendirmede atomik absorpsiyon spektrometre ve kimyasal analizler için Lityum tuz konsantrasyonu kullanılmıştır. Hareketli ve durağan olan memelerin çıkış ağızları ve konumlandırılması göz önüne alınarak kimyasalların kullanım miktarları ve üniformite ölçümlerinin analizlerini yapmışlardır. Yeşil kurt kontrolünde test edilmiş olan LORSBAN ® 4E inteksidi farklı oranlarda ve üç metot altında grain sorghuma uygulanmış ve hareketli yağmurlama sistemi ile kimyasal kullanımının en iyi etkiyi gösterdiği saptanmıştır.

Bynum ve ark. (1988), LEPA ile yaptıkları bir araştırma sonucunda insektisit, fungusit ve herbisit uygulamalarında oldukça başarılı sonuçlar almışlardır.

New ve ark. (1990), tarla denemelerinden alınan sonuçlara göre LEPA sulama sistemi ile mısır alt yapraklarına Comite ® ve Capture ® kimyasallarının uygulanması sonucu örümcek kontrolünde başarı sağlandığını bildirmişlerdir.

Galetta ve ark. (1994), Oklahama'nın yüksek tepelerinde dört toprak serisinde ve dokuz çeşit ürün ekim deseninde yüzey ve yeraltı sularının NO_3^- -N taşınması ve ürün verimi değerlendirmesi yapmışlardır. Ürün sistemleri buğday (*Triticum aestivum* L.), dane sorghum (*Sorghum bicolor* (L) Moench) ve mısır (*Zea mays* L.) bitkilerinden oluşmuştur. Bitki toprak yapısı, ürün deseni ve 20 yıllık kimyasal seçiminde simülasyon çalışmaları yapılmıştır. Bu EPIC-PST (Bitki büyümesi / kimyasal taşınım modeli) ile Dünya Geografik Enformasyon Sistemi (GIS) ortaklığını içeren bir model esas alınmıştır. Her bir simülasyon sonucu bitki verimini, yüzey akış ve derine sızma durumunda NO_3^- -N taşınımını içermiştir. Sonuçlar; farklı toprak, sulama sistemleri ve ürün rotasyonu için geniş değerler içerisinde NO_3^- -N kayıplarını göstermiştir. Yağmurlama ve LEPA (Düşük Basıncılı Yağmurlama Sistemi) sulama sistemleri karşılaştırılmış ve karık sulama hem iyi tekstürlü hem de kaba bünyeli topraklarda yüksek NH_3 -N kayıpları ile son bulunmuştur; kaba bünyeli topraklardaki kayıplar ise bundan daha yüksek bulunmuştur.

Camp ve ark. (1998), 1985 den beri Florence, South Caroline' de mısır, buğday ve soya fasulyesinin rotasyonlu ekiminde yaptıkları tarla denemelerinde elde ettikleri verim değerleri ile uzaktan algılama yöntemi ile hesaplanmış verim değerleri arasında benzer ilişkiler olduğunu saptamışlardır. Bu çalışmanın amacı dairesel hareketli yağmurlama sulama sisteminde suyu değişen oranlarda alan pilot bölgeler oluşturmak ve bu bölgelerde 100 m²'lik alanlara kimyasallar uygulamak olmuştur. 1995 ve 1996 süresince, su ve N gübresi sınırlı dozda birbirine karıştırılarak uygulanmıştır. Su ve N gübresi uygulama üniformitesi ölçüm ve gözlemleri kabul edilebilir ölçüler içerisinde olup, bunun yanı sıra yapılacak olan azot değerlendirme çalışmaları öncelik taşımıştır. Integral infrared termometre sistemi ile ölçülen yüzey sıcaklıkları; azot gübresi ve su yönetiminde yararlı olabilecek sonuçlar sağlamıştır. Kullanılan sistemin elde edilen gelirden kar sağladığı ve ikinci bir ticari amaçlı dairesel hareketli yağmurlama sisteminin, belirli miktarlarda su, gübre ve pestisid yönetimi ile birlikte deniz kıyısına yakın ovalardaki toprak serisindeki deneme tarlalarında modifikasyonunun gerçekleştirilmesi uygun görülmüştür.

2.3. Pamuk Bitkisinin Damla Sulaması ve Sulama Programları

Kanber (1977), Türkiye’de pamuk sulaması üzerine yapılmış olan çalışmalarda su tüketimi veya sulama suyu ile verim arasında var olan istatistiksel açıdan önem derecesi 0.01 düzeyinde olan bir lineer ilişki bulunduğunu rapor etmiştir.

Bazı araştırmacılar orta Arizona’da damla sulama yöntemi kullanılarak, kütlü pamuk veriminin 2250 kg/ha’dan daha fazla elde edildiğini belirtmişlerdir (**Taylor ve ark., 1983**).

Wilson ve ark. (1984), Californiada’ki pamuk sulamasında damla sulama yönteminden elde edilen verimin daha yüksek ve karık sulama metoduna göre %50 oranında su tasarrufu sağladığını bulmuşlardır.

Padmakumari ve Sivanappan (1985), E_0 ’ın %75’ i uygulanan konular maksimum verim vermiş iken E_0 ’ın %50 sine sahip düzeylerde birim su miktarında en yüksek verim elde edilmiştir. E_0 ’ın %100 olduğu durumlarda pamuk veriminde azalma olmuştur; fakat bitkide maksimum vejetatif gelişme sağlanmış olduğunu belirtmişlerdir.

Ertek (1988), Çukurova Üniversitesinde 1994 ve 1995 yılları arasında damla sulama sistemi ile pamuk sulaması olanaklarını belirlemek amacı ile bir çalışma yürütmüştür. Elde edilen sonuçlara göre ortalama değer olarak mevsimlik sulama suyu kullanımı (336-439) mm arasında, mevsimlik ET ise (468-580) mm değerleri arasında değişmiş ve pamuğun kütlü verimi 2690 ila 3200 kg/ha arasında gerçekleşmiştir.

Bar Yosef ve ark. (1991), genellikle yüzey ve gömülü damla sulama metodundaki pamuk verimlerinin birbirine yakın olduğunu bildirmişlerdir.

Bordovsky ve ark. (1992), tarafından 1986 ila 1988 yılları arasında Texas Halfway’de II. ürün pamuk yetiştiriciliğinde farklı sulama aralıklarını içeren çalışmalarda LEPA sulama sistemi kullanılmıştır. Sonuç olarak sulama suyu miktarı arttıkça, ortalama kütlü pamuk veriminin azaldığını bulmuşlardır.

Yavuz (1993), pamuk yetiştirme alanlarının fazla olduğu Çukurova bölgesinde pamukta en iyi sulama tekniğinin belirlenmesi amacı ile bir çalışma yürütmüştür. Bu çalışmada üç farklı sulama metodu olan karık, damla ve yağmurlama test edilmiştir. Denenen her sulama metodundan elde edilen pamuk verimleri arasında istatistiksel bakımdan herhangi bir farklılık saptanmamıştır. En yüksek verim olan 3260 kg/ha sürekli sulama uygulanan karık yönteminden (pounded continuous flow furrows) elde edilmiştir. Bunun yanı sıra damla sulama konularındaki verim düzeyleri karık sulamadakinden hemen sonra gelmiştir.

Hutmacher ve ark. (1995), üç yıl boyunca California San Joaquin Valley de Acala ve Pima pamuk çeşitlerinde gömülü damla sulama yöntemleri için farklı sulama düzeylerinde verim ve su kullanım etkinliğini incelemişlerdir. Tüm deneme konularında kütlü pamuk verimleri 1900 kg/ha’ dan fazla olmuştur. Su kullanımı 575 mm ila 850 mm değerleri arasında değişmiştir. En yüksek verim su kullanımının 700-800 mm olduğu sulama konularından elde edilmiştir.

Çetin (1997), 1991 ve 1994 yılları arasında Harran Ovasında pamuk bitkisinin sulanmasında kullanılan değişik sulama yöntemleri olan karık, yağmurlama, damla, hareketli yağmurlama, hareketli damla ve LEPA’nın pamuk

verimine, kalitesine ve su kullanım randımanına olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla bir araştırma çalışması yürütmüştür. Sonuçlar sulama metotlarının istatistiksel bakımdan verimler üzerinde etkili olduğunu ortaya koymuştur. En yüksek pamuk verimi sabit damla sulama yönteminden elde edilirken en düşük verim sabit yağmurlama sulama tekniğinden alınmıştır. Damla sulama yöntemi uygulanan tüm sulama düzeylerindeki su kullanım randımanları deneme süresince yüksek olmuştur. Damla sulama metodundan elde edilen verim, karık ve yağmurlama sulama tekniğinden sırasıyla %34 ve %24 daha fazla olmuştur.

Husman ve ark. (1998), 1996 ve 1997 yıllarında Arizona Üniversitesinde Casagrande kumlu toprak serisine sahip Maricopa Tarım Merkezinde çeşitli toprak nem düzeylerinin dört çeşit Upland pamuğu verimine etkisini araştırmışlardır. Bu denemede, ekimden hasada kadar belirli toprak nem açığı düzeyleri ile sulama düzeylerindeki kütlü pamuk veriminin değerlendirilmesi yapılmış ve sulama düzeyleri arasında toprak nem açığı düzeyi esasında dört sulama konusunu ele almıştır. 1996 da kullanılmaya hazır elverişli su kapasitesi sulama konuları (PAW) %35, %50, %75 ve %90'dan oluşturulmuştur. 1997 de ise sulama konuları PAW değerinin %35, %50, %65 ve %80'i oranında kabul edilmiştir. Araştırmacılar sulama aralığı en fazla 7, 10 gün olan, bitkinin izin verilebilir nem kullanımının %30-35 olduğu düzeyde optimum su yönetim stratejisinin gerçekleştiğini bulmuşlardır. Sonuç olarak pamuk çeşitleri arasında sulama yönetimi bakımından herhangi bir farklılığa rastlanmadığı görülmüştür.

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma Yeri

Deneme, GAP bölgesinde yer alan Şanlıurfa İlindeki TÜBİTAK'a (Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Merkezi) ait Koruklu Deneme İstasyonunda 1999 yılında yürütülmüştür. Anılan alanın denizden ortalama yüksekliği 375 m olup, 36°42' N, 38°58' E enlem ve boylamlarında yer almaktadır.

3.1.2. Toprak Özellikleri

Deneme alanına ait toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 3.1 ve 3.2'de verilmiştir. Deneme alanındaki toprak killi bir yapıdadır. Toprak %62 - %68 oranında kil içermektedir. Anılan çizelgelerde görüldüğü gibi katmanlara göre toprağın pH, 7.31-7.46; tuz içeriği, 0.127-0.200 dS/m; hacim ağırlığı, 1.31-1.45 g/cm³; hacimsel ağırlık esasına göre solma noktasının su içeriği, %28.2-31.2 ve tarla kapasitesi ise %42.2-47.6 arasında değişmektedir. Toprak profilinin 120 cm'lik derinliğindeki toplam kullanılabilir su 176 mm'dir.

3.1.3. Sulama Suyunun Sağlanması

Sulama suyu, TÜBİTAK Koruklu Deneme İstasyonunda 310 m derinlikteki bir derin kuyudan sağlanmıştır. Su, deneme alanına kapalı boru sistemi tarafından dağıtılmıştır. Anılan kuyudan alınan su örnekleri U.S. SALINITY LABORATORY STAFF (1954)'te verilen esaslardan, abak ve çizelgelerden yararlanarak laboratuvarında analiz edilmiş ve sonuçlar Çizelge 3.3'de verilmiştir. Yapılan analizler sonucunda, denemede kullanılan sulama suyu sınıfının C₂S₁ olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme Alanı Topraklarının Bazı Fiziksel Özellikleri

Katman Derinliği (cm)	Dane İrilik Dağılımı (%)			Bünye Sınıfı	Tarla Kapasitesi (Pv)	Solma Noktası (Pv)	Doyma Noktası (Pv)	Hacim Ağırlığı (g/cm ³)
	Kum	Silt	Kil					
0-30	8,85	29,51	61,64	Kil	42,2	28,4	51,0	1,32
30-60	8,56	25,38	66,06	Kil	43,4	29,0	52,4	1,37
60-90	8,76	24,26	66,98	Kil	42,4	28,2	50,7	1,31
90-120	8,64	23,24	68,12	Kil	47,6	31,2	56,1	1,45

Çizelge 3.2. Deneme Alanı Topraklarının Bazı Kimyasal Özellikleri

Katman Derinliği (cm)	EC (dS/m)	PH	CaCO ₃ (%)	Katyonlar (me/L)				Anyonlar (me/L)		
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻²	Cl ⁻
0-30	0,200	7,45	20,22	3,94	0,60	1,19	0,09	1,81	2,71	1,34
30-60	0,165	7,46	20,03	2,96	0,66	0,76	0,07	1,51	2,10	0,85
60-90	0,156	7,41	19,45	2,26	0,44	0,74	0,10	1,11	1,49	0,95
90-120	0,127	7,31	20,60	3,49	0,51	0,77	0,08	1,59	1,87	1,39

Çizelge 3.3. Denemede Kullanılan Sulama Suyunun Analiz Sonuçları

Su Kalitesi	EC dS/m	pH	Katyonlar (me/L)				Anyonlar (me/L)				Na (%)	SAR
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻²	Cl ⁻	CO ₃ ⁻		
C ₂ S ₁	0,26	7,1	2,14	1,23	1,07	0,04	2,29	0,72	1,48	-	23,8	0,82

3.1.4. İklim durumu

Harran ovasında kuru iklim koşulları hüküm sürmektedir. Araştırma alanı, kışları ılık ve yağışlı, yazları çok sıcak ve kuraktır. Özellikle, yazları çöl iklim koşulları etkisi altında bulunmaktadır. Pamuk bitkisinin büyüme mevsimi boyunca 1999'daki meteorolojik veriler deneme alanındaki Agroklimatoloji istasyon kayıtlarından sağlanmıştır. Pamuk bitkisinin 1999 büyüme mevsimine ilişkin ortalama aylık iklim verileri ile birlikte uzun yıllık değerler Çizelge 3.4'te verilmiştir. Harran ovasında pamuk yetiştirme döneminde (Nisan-Eylül) uzun yıllara ilişkin ortalama aylık sıcaklıklar 15.2-31.4 °C arasında değişmektedir. Araştırma yılında ise anılan dönem için ortalama aylık sıcaklık değerlerinin uzun yıllık değerlere oldukça yakın olduğu görülmektedir. Sözü edilen dönemde uzun yıllık ortalama aylık yağış, hiç olmayarak en düşük Ağustos'ta ve 25.6 mm ile en fazla Mayıs ayındadır. Uzun yıllara ilişkin yıllık ortalama sıcaklık, buharlaşma, oransal nem ve yağış sırasıyla 18.1°C, 2050 mm, %70, 470 mm (Şanlıurfa) ve 330 mm (Akçakale) olmuştur. En fazla buharlaşma Haziran-Ağustos dönemlerinde meydana gelmiştir.

Çizelge 3.4. Araştırma Yılına İlişkin ve Uzun Yıllık Ortalama İklim Verileri

Yıllar	İklim Ögeleri	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
Uzun Yıllık	En Düşük Sıcaklık, (°C)	-3,4	1	9,4	11	9,2	3,4
	En Yüksek Sıcaklık, (°C)	34,8	43	45,4	46,8	46,6	44
	Ortalama Sıcaklık, (°C)	15,2	21,4	28	31,4	30,4	25,6
Ortalama 1929-97	Yağış, (mm)	25,4	25,6	4,8	0,1	-	0,1
	Oransal Nem,(%)	54	42	35	33	36	34
	Rüzgar Hızı, (m/s)	1,6	1,9	2,5	2,6	2,1	1,5
	Buharlaşma, cap (mm)	118,6	195,6	320,5	403,9	376,5	280,4
1999	En Düşük Sıcaklık, (°C)	5,81	13,69	18,26	21,51	19,23	14,43
	En Yüksek Sıcaklık, (°C)	24	32,02	35,78	39,17	38,35	33,77
	Ortalama Sıcaklık, (°C)	16	23,9	28	30,9	28,9	24,1
	Yağış, (mm)	17,8	1	1,5	-	-	-
	Oransal Nem,(%)	61,1	37,4	37,1	42,4	50,8	49,1
	Rüzgar Hızı, (m/s)	1,2	1,5	1,5	1,4	1	0,9
	Buharlaşma, cap (mm)	137,6	279,5	334,6	370,8	304,4	193,3
	Radyasyon, (cal/cm ²)	519,1	635,1	659,2	671,4	592,8	514,6

3.2. Yöntem

3.2.1. Toprak Analizi

Deneme alanı topraklarının temel bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Bozulmuş toprak örnekleri 0-120 cm profil derinliğinden 30 cm'lik katmanlardan sistematik örnekleme esasına göre Hollanda tipi burgu kullanılarak alınmıştır (**Petersen ve Calvin., 1965**). Toprak bünyesi; **Bouyoucos (1951)**, tarafından esasları verilen Hidrometre Yöntemi ile saptanmıştır. Hacim ağırlığı, bozulmamış toprak örneklerinde belirlenmiştir. Tarla kapasitesi ve solma noktası, basınçlı plaka aygıtı kullanılarak bozulmuş toprak örneklerinin sırasıyla 1/3 ve 15 atmosferde tuttıkları nem miktarlarının saptanmasıyla bulunmuştur. pH, cam elektrotlu Beckman pH metresiyle satürasyon çamurunda belirlenmiştir. Tuz içeriği, satürasyon çamurunda Standart Wheatstone Köprüsü Yöntemi ile saptanmıştır (U.S. SALINITY LABORATORY STAFF, 1954). Kalsiyum karbonat; **Çağlar (1969)**, tarafından verilen esaslara göre Scheibler Kalsimetresi ile belirlenmiştir. Organik madde; **Hızalan ve Ünal (1966)**'ın belirttiği Walkley-Black Yöntemi'ne göre bulunmuştur. Toplam azot **Bremner (1965)**, tarafından verilen yöntem kullanılarak saptanmıştır.

3.2.2. Toprak Hazırlığı ve Ekim

Deneme alanı, sonbaharda pulluk ile derin sürülmüş ve ekimden 2-3 ay önce ikileme yapılmıştır. Ekimden 3-5 gün önce lister, diskaro ve tapan çekilerek tohum yatağı hazırlanmıştır. Hazırlanan deneme parseline dört sıralı pnömatik mibzerle 5 cm derinliğe, sıra arası 70 cm, ve sıra üstü yaklaşık 5 cm, m²'ye 6-7 tohum düşecek şekilde 18 Mayıs 1999 tarihinde Stonville-453 pamuk çeşidinin ekimi yapılmıştır. Daha sonra bitkiler yaklaşık olarak 8-10 cm boya ulaştıklarında, pamuk bitki sıra araları 15 cm olacak şekilde seyreltilmişlerdir.

3.2.3. Gübreleme

Uygulanacak gübre ve miktarı toprak analizleri göz önüne alınarak belirlenmiştir. Ekimle birlikte parsellere 20-20-0 gübresinden hektara (80 kg N ve 80 kg P₂O₅) uygulanmıştır. İlk sulamada, tüm parsellere hektara 45 kg Amonyum Nitrat verilmiştir. Uygulanması gereken geri kalan azot, üre $[CO(NH_2)_2]$ formunda LEPA sulama konularına uygulanmış ve traktör çapası ile toprağa karıştırılmıştır. Damla sulamaya ilişkin parsellerde gereksinim duyulan N (UAN 32-0-0) gübresi venturi injektör (Netafim) kullanılarak sulama suyu ile orantılı olarak konulara verilmiştir. Konulara uygulanan gübre miktarları Çizelge 3.5'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.5. Sulama Konularına Uygulanan Gübre Miktarları

Sulama Yöntemi	Tarih	Damla			LEPA			
		I	I	I	LEPA	LEPA	LEPA	LEPA
Sulama Düzeyi		100	67	33	100	75	50	25
Ekim Öncesi Uy. Gübre	28.04.99	80	80	80	80	80	80	80
NPK (20-20-0), kg/ha								
Amonyum Nitrat (26 % N), kg/ha	01.07.99	45	45	45	45	45	45	45
UAN (32-0-0) Sıvı Gübre, kg/ha	(15-27).07.99	45	45	45				
Üre (CO(NH ₂) ₂), kg/ha	15.07.99				45	45	45	45
Toplam N, kg/ha		170	170	170	170	170	170	170

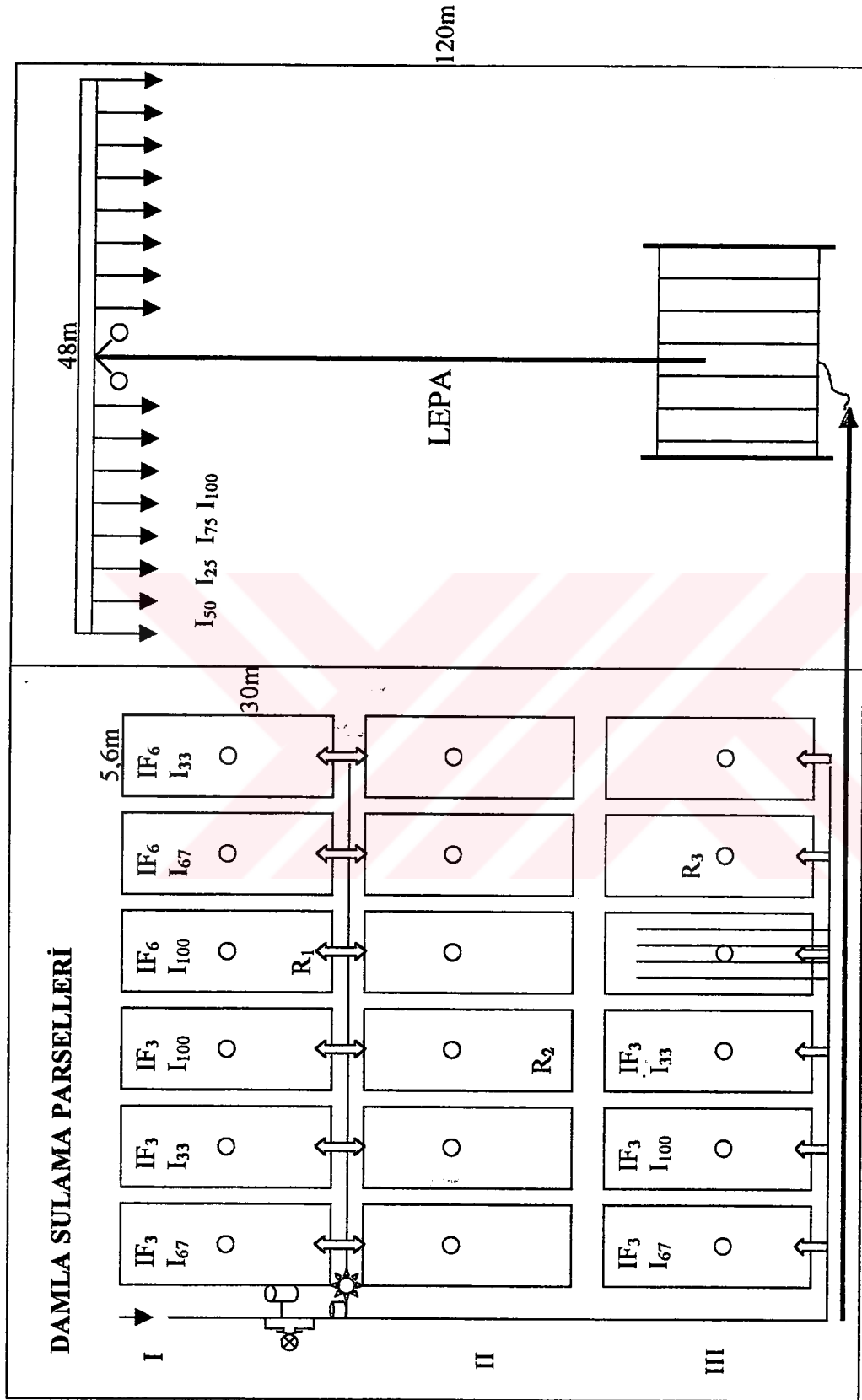
3.2.4. Bakım ve Tarımsal Savaşım

Deneme süresince parsellerde gelişen yabancı otlarla mücadele etmek için önce makine çapası daha sonra ise el çapası yapılmıştır. Deneme parsellerinde ortaya çıkan hastalık ve zararlılara karşı savaşım işlemleri Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'nün önerileri doğrultusunda yapılmıştır.

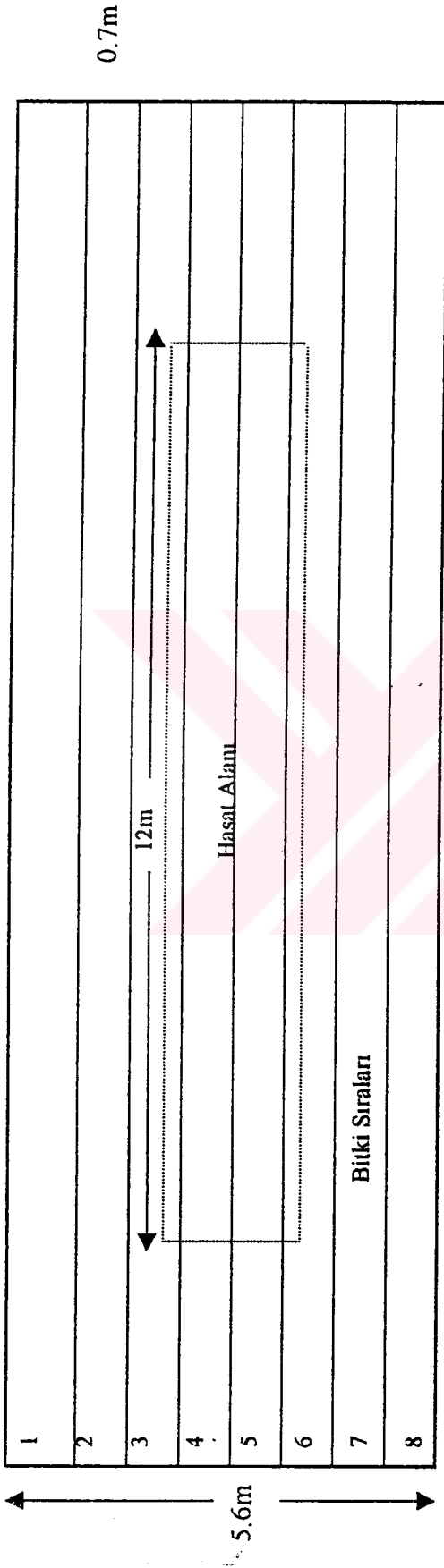
3.2.5. Araştırma Konuları ve Deneme Deseni

Uygulanan sulama suyu, damla sulama yönteminde üç ve altı gün, LEPA sulama yönteminde altı günlük yığışimli Class-A pan buharlaşma miktarları esas alınarak araştırma konularına uygulanmıştır. Altı günlük yığışimli Class-A pan buharlaşma değerinin tamamının uygulandığı konu hem LEPA hemde damla sulama yönteminde kontrol konusu olarak belirlenmiş ve I₁₀₀ simgesi ile gösterilmiştir. LEPA deneme parselinde yer alan üç kısıntılı sulama konusu (LEPA-75, LEPA-50, LEPA-25) sırasıyla kontrol konusuna uygulanan suyun %75, %50 ve %25'ini almıştır. Damla sulama yönteminin kullanıldığı deneme parsellerinde iki kısıntılı sulama konusu olan I₆₇ ve I₃₃' e sırasıyla kontrol konusuna uygulanan suyun %67 ve %33'ü verilmiştir. Toprak su içeriği, hasat tarihine kadar olan zaman içinde tüm konularda ve yinelemelerde gravimetrik ve nötronmetre yöntemi kullanılarak 12 günlük aralıklarla gözlenmiştir.

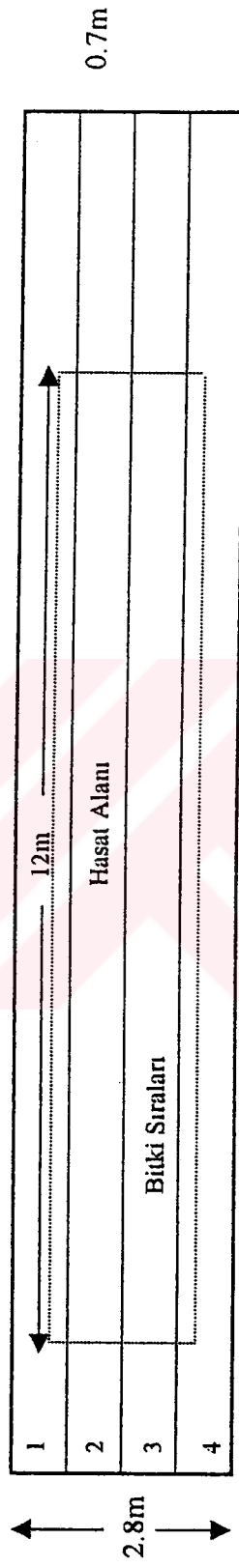
LEPA sulama yönteminin kullanıldığı her parsel 120 m uzunluğunda 2.80 m genişliğinde, 4 bitki sırasını içine alacak şekilde düzenlenmiştir. Damla sulama sisteminin uygulandığı parseller ise 30 m uzunluğunda 5.6 m genişliğinde olmuştur. Araştırma, LEPA sulama sistemi için tesadüf bloklar deneme desenine göre üç yinelemeli, damla sulama yöntemi için ise bölünmüş parseller deneme deseninde üç yinelemeli olarak düzenlenmiştir. Deneme planı ile bir parselin ayrıntılı görünümü sırasıyla Şekil 3.1, 3.2 ve 3.3'de verilmiştir.



Şekil 3.1.1. Deneme Planının Şematik Görünümü



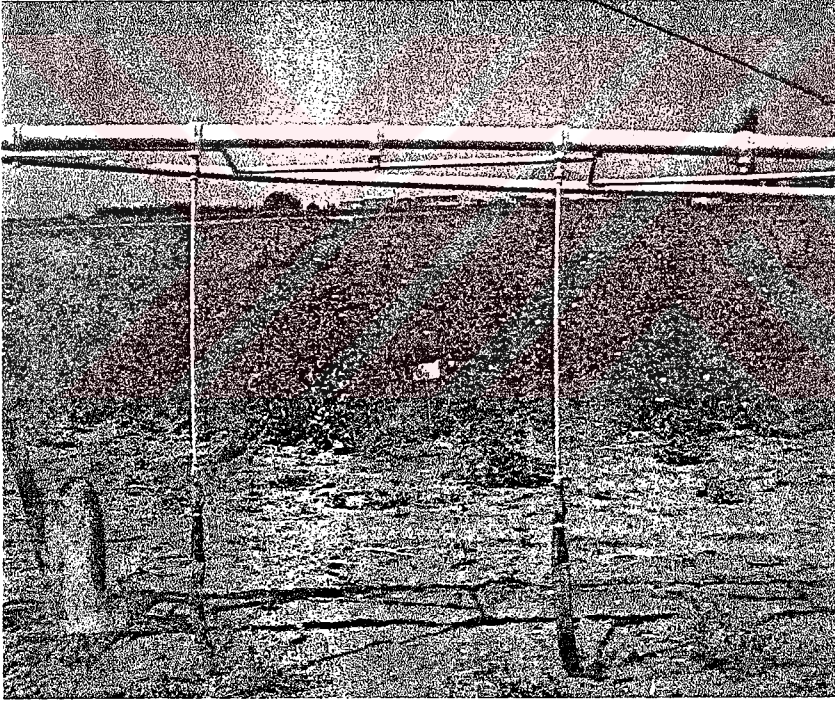
Şekil 3.2. Damla Sulamadaki Bir Parselin Görünümü



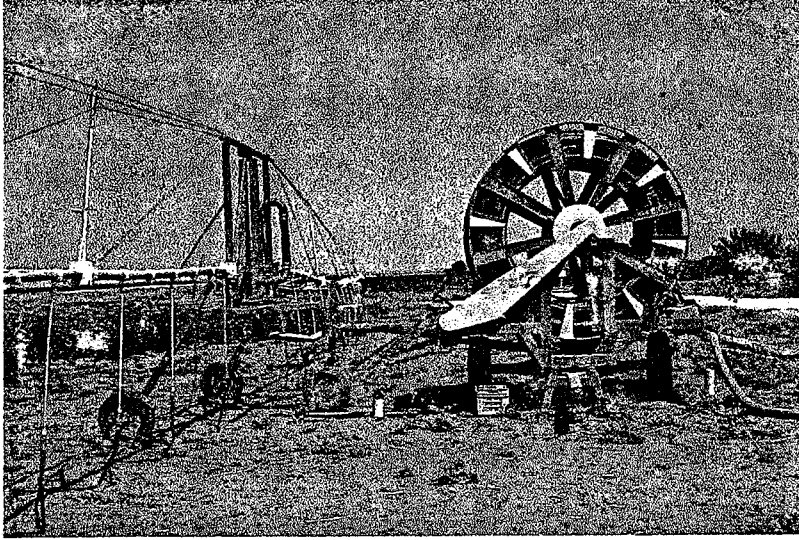
Şekil 3.3. LEPA Sulamadaki Bir Parselin Görünümü

3.2.6. Sulama Sistemleri

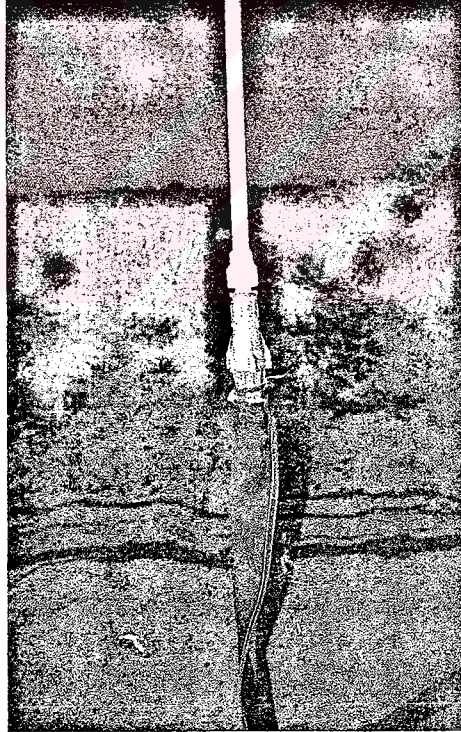
Araştırmada LEPA (Düşük Basıncılı Yağmurlama Sistemi) ve damla sulama yöntemleri kullanılmıştır. LEPA sisteminin oluşturulması için kanatlı-hareketli yağmurlama makinesi üzerinde 70 cm aralıklarla yer alan başlıklar sökülerek yerlerine 140 cm' de bir (alternatif karık) 1 m uzunluğunda 1/2" inç PE borular bağlanmıştır (Şekil 3.4). Hareketli sistemde askıdaki su taşıyıcı borudan sarkan bu hortumların ucuna 3/4" 100 kPa basınç düzenleyiciler, bunların ucuna da debileri konulara göre seçilmiş dört farklı sprej başlıkları takılmıştır (Şekil 3.5). Sprej başlıkların ucuna LEPA adaptörleri ve en sona da double-ended Fengmeir LEPA drag-socks adı verilen yumuşak plastikten yapılmış iki çıkışlı özel hortumlar alternatif karıklara gelecek biçimde yerleştirilmiştir (Şekil 3.6). LEPA sistemi kanıklar üzerinde 8-10 cm yükseklikte hareket edecek şekilde yerleştirilmiştir. Kanatlardaki su çıkış ağzlarına 80-90 kPa basınç kontrollü vanalar konulmuştur.



Şekil 3.4. PE, Uzatma Boruları ve LEPA-socks



Şekil 3.5. LEPA (Düşük Enerjili Yağmurlama Sistemi)



Şekil 3.6. LEPA Başlığı

Damla sulama sistemi denetim ve iletim biriminden oluşmaktadır. Sistemin denetim biriminde venturi injektör (1"), gübre tankı (75 litre), disk filtre, vana ve su sayacı kullanılmıştır. İletim biriminde ise ana boru (PVC), yan boru (manifold), lateraller ve damlaticılar (PE) bulunmaktadır. Her sulamada tüm konulara olan su ve azot uygulamaları vana ile kontrol edilmiştir. Damla sulama sisteminde 16 mm

çapında PE lateral borular kullanılmıştır. Lateraller üzerinde labirent akış yoluna sahip 70 cm aralıklarla baştan geçik (in-line) damlatıcılar yer almaktadır. Damlatıcı debileri 100 kPa basınçta 4 l/h' tir. Damla sulama hatları 1.40 m aralıklarla iki bitki sırasına (alternatif karık) bir lateral gelecek şekilde planlanmıştır. Damla sulama sistemine sıvı azot uygulanmasında venturi injektör (1") kullanılmıştır.

3.2.7. LEPA Sisteminin Hareket Hızı

Tüm hareketli sulama sistemlerinde uygulanan sulama suyu, sistemin hızında yapılan ayarlamalar ile hassas bir şekilde düzenlenmektedir. LEPA sulama sisteminde gerekli olan hareket hızı sistem kapasitesi ile doğru orantılı, bitki örtüsünü kapsayan sistem çalışma genişliği ve her uygulamada verilecek olan sulama suyu derinliği ile ters orantılı bir ilişki içerisinde. Bu ilişki Howell ve Phene (1983), tarafından aşağıda verilen eşitlik ile ifade edilmiştir.

$$V = q_{100} / (W.L . E_0) \dots \dots \dots (3.1)$$

Burada;

V : Sistem hareket hızı (m/h);

W : Bir LEPA başlığının hizmet verdiği bitki örtüsünün genişliği, (m);

L : Tarla (parsel) uzunluğu, (m);

E₀ : Class-A Pandaki buharlaşma miktarı esasına göre kabul gören pamuk su uygulama derinliği, (mm);

q₁₀₀: Tam sulama konusunda LEPA başlığındaki debi miktarı, (L/h).

Bu çalışmada sistem kapasitesi deneme alanında bulunan Class- A pan buharlaşma kazanından maksimum günlük buharlaşmanın 15mm/gün olacağı varsayımı ile hesaplanmıştır.

3.2.8. Gözlemler

Gözlemlere ekimden 22 gün sonra başlanmış ve 122 gün sonra da bitirilmiştir. Birbirini izleyen ölçümler ve gözlemler, denemenin yürütüldüğü dönem boyunca 12 günde bir yapılmıştır. Bu gözlemler topraktaki nem miktarı, kuru madde miktarı, yaprak alan indeksi ve bitki boyunu içermiştir.

3.2.8.1. Toprak Nem İçeriğinin Gözlemi

Toprak nem içeriği gözlemleri hasata kadar olan dönemde, 12 günde bir parsellerin ilk 0-30 cm' lik toprak katmanında su içeriği gravimetrik yöntemle, 30-120 cm arasında ise 30' ar cm' lik katmanlar halinde nötronmetre yöntemiyle belirlenmiştir. Bu amaçla nötronmetre sayımları yapabilmek için parsellerin ortasına 150 cm derinliğe kadar 38,1 mm iç çapında 3,2 mm et kalınlığındaki alüminyum tüpler yerleştirilmiştir. Nötron sayımları 15 saniye süre ile yapılmış ve anılan sayımlarda Campbell Pasific Nuclear Corp. tarafından yapılmış BF³ (nötron kaynağı

Americium-Berilium) dedektör tüpü içeren 503 Hydroprobe DR tipi nötronmetre kullanılmıştır. Standart okumalar su doldurulmuş bir varilde yapılmıştır. Yukarıda belirtilen katmanlar için saptanan nötronmetre kalibrasyon eşitlikleri yine aynı katmanlar için kullanılarak toprak su içeriği bulunmuştur. Nötronmetre yöntemiyle belirlenen su içeriğini kontrol etmek için tanık konuda 0-120 cm' lik toprak profilinden 30' ar cm' lik katmanlar halinde gravimetrik yöntemlede toprak su içeriği belirlenmiştir.

3.2.8.2. Yaprak Alan İndeksi (LAI) ve Kuru Madde Miktarı

Deneme konularına göre yaprak alanlarını ve toprak üstü kuru madde yığılmasını belirlemek amacıyla araştırmadaki tüm parsellerin 2. sırasından 0.5 m' lik kısımda 3' er bitki toprak yüzeyinden kesilerek örneklenmiştir. Pamuk yaprakları gövdelerinden ayrılarak, yaprak alanları optik yaprak alan ölçer aleti kullanılarak belirlenmiştir. Bitki yaprak ve gövdeleri etüvde 65 C° de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Daha sonra biomass ve yaprak alan indeksi hesaplanmıştır.

3.2.8.3. Bitki Boyu

Her parselde beş bitki seçilmiş ve bunların ölçüm zamanlarındaki bitki boylarının ortalaması alınmıştır. Ölçümler hasada kadar 12 günde bir olmak üzere yapılmıştır. Maksimum bitki boyu tüm deneme parsellerinde ölçümlerden belirlenmiştir.

3.2.9. Hasat

Pamuk hasat işlemleri tüm konularda aynı anda yapılmıştır. Kozaların % 50' si açtığında ilk, geriye kalanların % 50' si açtığında ikinci ve tümü açtığında ise üçüncü el hasat yapılmıştır. Verim, her bir deneme parselinde ekimden sırasıyla 121, 133 ve 145 gün sonra iki orta sıradan elle hasat edilmesiyle belirlenmiştir. Hasat alanı 16,8 m²' dir (2 sıra, 12 m uzunluğunda). Hasat edilen kütlü pamuğun tartılmasında elektronik tartı aleti kullanılmış ve konulara ilişkin verim miktarları bulunmuştur.

3.2.10. Bitki Su Tüketimi

Deneme konularında bitki su tüketiminin belirlenmesinde **James (1988)**, tarafından verilen su dengesi eşitliği kullanılmıştır (Eşitlik 3.2). Pamuk bitkisinin 120 cm'lik toprak profilinden tükettiği su (Evapotranspirasyon) **Howell ve ark., (1986)**' nın belirttiği bir boyutlu su dengesi eşitliği ile saptanmıştır. Çalışmada yüzey akışa izin verilmediği ve derine sızma ile kayıpların ihmal edilecek derecede olduğu varsayılarak su tüketimi belirlenmiştir.

$$ET = I + P + Dp \pm Roff \pm \Delta s \dots \dots \dots (3.2)$$

Eşitlikte:

- ET: Bitki Su Tüketimi, (mm);
- I: Sulama Suyu, (mm);
- P: Yağış, (mm);
- Dp: Derine Süzülme Kayıpları, (mm);
- Roff: Yüzey Akış Kayıpları, (mm);
- Δs: Toprak Profilineki Nem Değişimi, (mm).

3.2.11. Bitki Üretim Fonksiyonu

Denemede oransal evapotranspirasyon açığı ile oransal verim azalması arasındaki ilişkilerin ve verim etmeni (ky) değerlerinin belirlenmesinde Stewart modeli kullanılmıştır **Stegman ve ark., (1981)**. Anılan model matematiksel olarak aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir.

$$(1 - Y_a/Y_m) = ky \cdot (1 - E_{ta}/E_{tm}) \dots \dots \dots (3.3)$$

Burada:

- E_{ta}: Gerçek su tüketimi;
- E_{tm}: Maksimum su tüketimi;
- Y_a: Gerçek su tüketimine karşılık gelen gerçek verim;
- Y_m: Maksimum su tüketimine karşılık gelen maksimum pamuk verimi;
- ky: Evapotranspirasyondaki bir birim azalmaya karşılık verimdeki azalmayı gösteren verim etmenidir.

3.2.12. Su Kullanım Randımanı

Konulara uygulanan sulama suyu ve ET (Bitki Su Tüketimi) miktarlarının kullanım randımanlarını belirlemek amacı ile **Howell ve ark., (1994)**'nin verdiği aşağıdaki eşitlikler kullanılmıştır.

$$IWUE = Y / I \dots \dots \dots (3.4)$$

$$WUE_{ET} = Y / ET \dots \dots \dots (3.5)$$

Burada:

- IWUE: Sulama suyu kullanım randımanı;
- WUE_{ET}: Toplam su kullanım randımanı;
- ET: Evapotranspirasyon, (mm);
- I: Uygulanan sulama suyu, (mm);
- Y: Sulanan konularda elde edilen verim, (kg/ha).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Pamuk Bitkisinin Kimi Gelişme Dönemleri

Stonville-453 pamuk çeşidi 18 Mayıs 1999 tarihinde ekilmiştir (Çizelge 4.1). LEPA ve damla sistemi ile sulanan pamuk bitkisinin ekim ve çıkış tarihlerinin yanı sıra büyüme mevsiminin bitimine kadar geçirdiği evrimler Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2'de verilmiştir. LEPA ve damla sulama sisteminin ikisinde de pamuk bitkisinin ilk tarak oluşum tarihinin tüm konularda birbirine çok yakın olduğu belirlenmiştir. Bu oluşum evresi ekimden (37-48) gün arasında değişen sürelerde başlamıştır. İlk çiçeklenme, ilk tarak oluşum tarihinden (20-25) gün sonra gözlemlenmiştir. İlk koza oluşumu ekimden sonra (90-114) gün arasında meydana gelmiştir. Sonuç olarak pamukta çiçek oluşumu, koza bağlama ve koza açım dönemleri sulama düzeylerine bağlı olarak tam sulama konuları ile karşılaştırıldığında daha erken gözlemlenmiştir. Sulama suyu miktarı koza ağırlığı, tohum ve kütlü pamuk ağırlığı ile doğru orantılı bir ilişki içerisinde bulunmuştur. LEPA ve damla sulama yöntemlerinde yetişen pamuk bitkisinin toplam büyüme mevsim uzunluğu tam sulama konularında 134 gün iken en yüksek düzeydeki stres konularında 122 gün ile gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.1. LEPA ile Sulanan Pamuğun Ekim ve Fenolojik Büyüme Dönemleri

	LEPA Yöntemi			
	Sulama (6 gün)			
	LEPA-25	LEPA-50	LEPA-75	LEPA-100
Ekim	18.05	18.05	18.05	18.05
Çıkış	27.05	27.05	27.05	27.05
İlk Tarak	25.06	25.06	25.06	25.06
İlk Çiçek	16.07	17.07	18.07	20.07
İlk Koza Açımı	25.08	01.09	07.09	09.09
İlk Hasat	17.09	17.09	29.09	29.09
İkinci Hasat	29.09	29.09	11.10	11.10
Üçüncü Hasat	11.10	11.10		

Çizelge 4.2. Damla Sulama Sistemi ile Sulanmış Pamuğun Ekim ve Fenolojik Büyüme Dönemleri

	Damla Sulama Yöntemi					
	Sulama Aralığı (3 gün)			Sulama Aralığı (6 gün)		
	I 33	I 67	I 100	I 33	I 67	I 100
Ekim	18.05	18.05	18.05	18.05	18.05	18.05
Çıkış	27.05	27.05	27.05	27.05	27.05	27.05
İlk Tarak	25.06	26.06	26.06	25.06	25.06	26.06
İlk Çiçek	16.07	20.07	20.07	18.07	20.07	20.07
İlk Koza Açımı	27.08	06.09	10.09	27.08	06.09	08.09
İlk Hasat	17.09	29.09	29.09	17.09	29.09	29.09
İkinci Hasat	29.09	11.10	11.10	29.09	11.10	11.10
Üçüncü Hasat	11.10			11.10		

4.2. Sulama Suyu ve Su Kullanımı

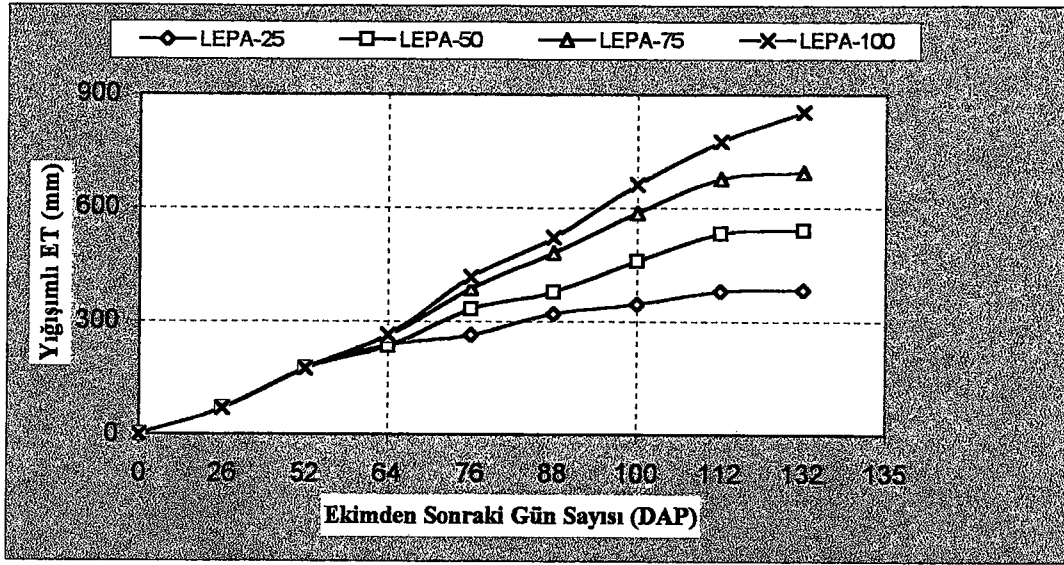
Denemede LEPA ve damla sulama konularına göre uygulanan su miktarı ile sulama tarihleri Çizelge 4.3.'de verilmiştir. Bitki büyüme döneminde, konulara 20-80 mm arasında değişen beş üniform sulama yapılmıştır. Bu sulamaların ilki, ikinci ve üçüncüsü sırası ile 9, 26 Haziran ve 2 Temmuz tarihlerinde geleneksel yağmurlama yöntemi ile yapılmıştır. Dördüncü ve beşinci sulamalar LEPA ve damla sulama yöntemi ile verilmiştir. Araştırmada, konulu sulamalara 12 Temmuz tarihinde başlanmış ve 13 Eylül tarihinde bitirilmiştir. Anılan çizelgede görüldüğü gibi LEPA-25 sulama konusunda uygulanan sulama suyu miktarı 332.8 mm, tam sulama konusu olan LEPA-100' de ise 814.3 mm olmuştur. LEPA-75 ve LEPA-50 konularında ise sırası ile 653,8 ve 493,3 mm olarak gerçekleşmiştir. Araştırma alanındaki damla sulama yöntemi kullanılan parsellerde en az ve en çok su uygulanan (IF₃ I₃₃ - IF₆ I₃₃) ve (IF₃ I₁₀₀ - IF₆ I₁₀₀) konularına sırasıyla toplam 384.2 ve 814.3 mm su verilmiştir. IF₃ I₆₇ - IF₆ I₆₇ araştırma konuları 604.4 mm su almıştır.

Pamuğun mevsimlik su tüketim değerleri, LEPA sulama konularında 383.4-854 mm arasında, damla sulama konularında ise 456.4-868.4 mm arasında değişmiştir. Sulama aralığı 6 gün ve 3 gün olan deneme parsellerindeki ET değerleri birbirine çok yakın bulunmuştur. Büyüme mevsimi boyunca, deneme alanı hiç yağmur suyu almadığından, su tüketimi (ET) ve sulama suyu miktarları (I) arasındaki farklılığın önemsiz derecede olması topraktaki depolanabilir su kapasitesindeki su kullanımına bağlı olarak değişim gösterdiği sonucunu ortaya koymuştur.

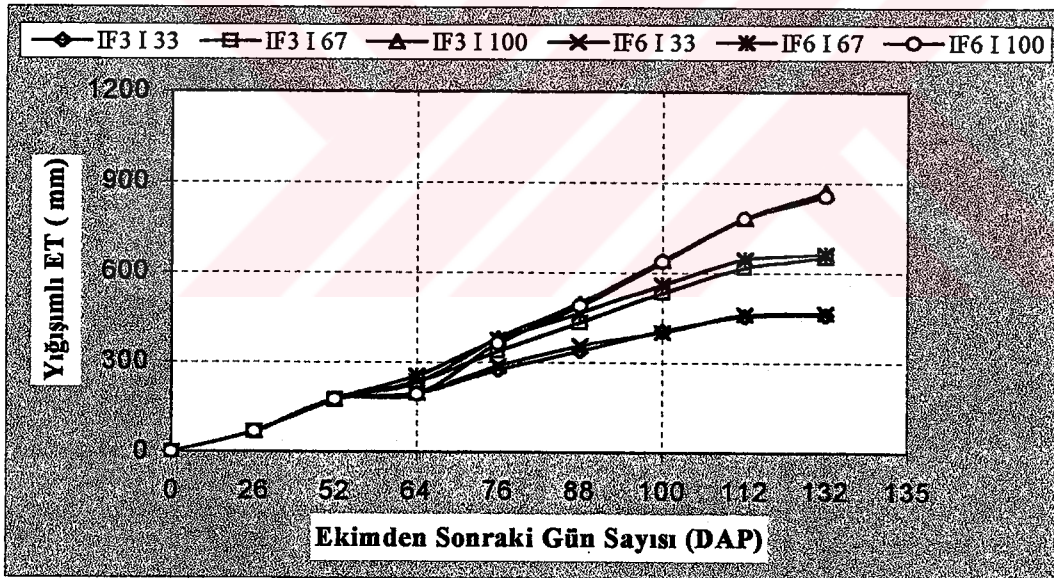
Çizelge 4.3. Uygulanmış Olan Sulama Suyu ve Su Kullanım Miktarları

Sulama Tarihi	DAMLA SULAMA YÖNTEMİ						LEPA SULAMA YÖNTEMİ			
	Sulama Aralığı (3 Gün)			Sulama Aralığı (6 Gün)			Sulama Aralığı (6 Gün)			
	I100	I67	I33	I100	I67	I33	I100	I75	I50	I25
09.06.1999	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5
26.06.1999	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2
02.07.1999	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6
06.07.1999	30	30	30	30	30	30	60	60	60	60
08.07.1999	70	70	70	70	70	70	40	40	40	40
Toplam	172,3	172,3	172,3	172,3	172,3	172,3	172,3	172,3	172,3	172,3
12.07.1999	38	25,46	12,54							
15.07.1999	43	28,81	14,19	81,0	54,27	26,73	81,0	60,75	40,5	20,25
18.07.1999	36	24,12	11,88							
21.07.1999	35	23,45	11,55	71	47,57	23,43	71	53,25	35,5	17,75
24.07.1999	34	22,78	11,22							
27.07.1999	30	20,1	9,9	64	42,88	21,12	64	48	32	16
30.07.1999	29	19,43	9,57							
02.08.1999	29	19,43	9,57	58,0	38,86	19,14	58,0	43,5	29	14,5
05.08.1999	27	18,09	8,91							
08.08.1999	34	22,78	11,22	61	40,87	20,13	61	45,75	30,5	15,25
11.08.1999	32	21,44	10,56							
14.08.1999	37	24,79	12,21	69	46,23	22,77	69	51,75	34,5	17,25
17.08.1999	34	22,78	11,22							
20.08.1999	28	18,76	9,24	62	41,54	20,46	62	46,5	31	15,5
23.08.1999	24	16,08	7,92							
26.08.1999	23	15,41	7,59	47	31,49	15,51	47	35,25	23,5	11,75
29.08.1999	26	17,42	8,58							
01.09.1999	22	14,74	7,26	48	32,16	15,84	48	36	24	12
04.09.1999	23	15,41	7,59							
07.09.1999	20	13,4	6,6	43	28,81	14,19	43	32,25	21,5	10,75
10.09.1999	19	12,73	6,27							
13.09.1999	19	12,73	6,27	38	25,46	12,54	38	28,5	19	9,5
Uyg. Toplam Su (mm)	814,3	602,4	384,2	814,3	602,4	384,2	814,3	653,8	493,3	332,8
Top. Su Kullanımı (mm)	868,5	650,4	456,4	853,9	661,1	462,3	854	694,5	541,8	383,4

LEPA ve damla sulamada uygulanan zamana bağlı olarak farklı sulama konulu deneme parsellerinde oluşan yığımsız evapotranspirasyon (ET) değerleri Şekil 4.1 ve Şekil 4.2' de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. LEPA'ya ait farklı sulama konularını içeren deneme parsellerine ait yığışlı ET ile Zaman Arasındaki İlişki.



Şekil 4.2. Damla Sulama Yöntemine ait farklı sulama konularını içeren deneme parsellerine ait yığışlı ET ile Zaman Arasındaki İlişki.

Anılan şekillerden görüldüğü üzere, hem LEPA hem de damla sulama yönteminde tam sulama yapılan konulu sulamalardaki yığışlı (ET) değerleri en yüksek değerine ulaşmıştır. Konulara uygulanan sulama suyunun miktarı azaldıkça, bitki su tüketimlerinin de azaldığı belirlenmiştir. Sulama aralığı 3 ve 6 gün olan damla sulama parsellerindeki ET değerleri, sulama düzeylerine göre karşılaştırıldığında birbirine benzer bulunmuştur. LEPA ve damla sulama yöntemindeki en yüksek strese sahip deneme konularında yığışlı evapotranspirasyon değerleri en düşük olmuştur.

Yüzey sulama koşullarının geçerli olduğu Harran ovasında, sulaması yapılan pamuk bitkisinin mevsimlik maksimum su tüketimi ve sulama suyu gereksiniminin sırası ile 1670 ve 1555 mm olduğu rapor edilmiştir. Elde edilen sonuçlar sık sulamanın, evapotranspirasyonu ve sulama suyu gereksinimini yükselttiğini ortaya koymuştur (Kanber ve ark., 1992). Ayrıca Kanber ve ark. (1991) tarafından Güneydoğu Anadolu Bölgesinde pamuk sulama programlarının belirlenmesi amacı ile açık yüzey buharlaşma yönteminin kullanıldığı diğer bir çalışma yürütülmüştür. Sulama suyunun 619 ila 1112 mm değerleri arasında değişirken evapotranspirasyonun 1075 mm' den 1504 mm' ye kadar değerler aldığı saptanmıştır. Bu çalışmada, LEPA ve damla sulama yöntemleri ile uygulanmış sulama suyu miktarının, karık sulama yöntemi ile karşılaştırıldığında %40-45 civarında su tasarrufu sağladığı öne sürülmüştür. Çetin ve ark. (1996) 1991-92 yılları arasında Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Proje alanında Harran ovasında pamuk bitkisinde LEPA, damla, yağmurlama, hareketli damla ve karık sulama tekniklerinin verim ve su kullanım randımanlarına olan etkisinin belirlenmesi için bir çalışma yürütmüşlerdir. LEPA ve damla sulama yönteminde sağlanan su tasarrufu, karık sulamadakine göre önemli bir farklılık göstermemiştir. Bu çalışmada, uygulanan sulama suyu miktarları yağmurlamada 726 mm, hareketli damlada 1059 mm, LEPA'da 1076 mm, karıkta 1003 mm ve damla yönteminde 987 mm olmuştur.

Ayrıca, Ertek (1998), Çukurova koşullarında pamuğun mevsimlik sulama suyu ve ET miktarlarının, sırasıyla (336-439) mm ve (468-580) mm değerleri arasında değiştiğini rapor etmiştir. Phene ve ark. (1984), California San Joaquin Valley' de damla sulama metodu ile maksimum verim elde edilirken ET' nin 633 ± 50 mm olduğunu, bunu karık sulama ile karşılaştırdığında bu değer karık sulama için 645 mm olduğunu bildirmiştir. Yine bu bölgede yapılan bir çalışmada, Howell ve ark. (1984), daha dar pamuk ekim sıra aralığı kullanılırken, ET'nin 650 ila 700 mm arasında olduğu değerlerde, maksimum kütlü pamuk veriminin 2000 kg/ha olduğunu gözlemlemişlerdir. Aynı zamanda, iki yıllık çalışma sonuçlarına göre, sulama yöntemlerinde kullanılan sulama suyu miktarları sırasıyla hareketli yağmurlama, hareketli damla ve LEPA sistemleri için, sırasıyla (168-1015) mm, (452-1088) mm ve (415-1209) mm arasında değerler almıştır.

Aynı bitkinin farklı iklimlerdeki ve bölgelerdeki mevsimlik su tüketimleri farklı olmaktadır. Anılan farklılığa iklimsel etmenler, bitki çeşidi, toprak özellikleri, sulama programları ve yöntemlerindeki farklılıkların neden olduğu söylenebilir.

4.3. Pamuk Verimi

Sulama konularından elde edilen kütlü pamuk verimleri Çizelge 4.4' de verilmiştir. LEPA ve damla sulama yöntemlerinin uygulandığı deneme parsellerindeki sulama düzeyleri kütlü pamuk verimini önemli derecede artırmıştır. En yüksek verim, 5870 kg/ha ile en fazla suyun uygulandığı ve bitki su tüketiminin en yüksek olduğu IF₆ I₁₀₀ sulama konusundan elde edilmiş, bunu IF₃ I₁₀₀ sulama konusu (5040 kg/ha) izlenmiştir. Damla sulama parsellerindeki verim değerlerine bakıldığında, tam sulama yapılan (I100) ve bunun %67' si kadar su alan deneme konuları arasında önemli bir fark olmadığı gözlemlenmiştir. LEPA parsellerinde ise, en yüksek verimin LEPA-100 konusunda ortalama 4750 kg/ha olduğu görülmüştür.

Tam sulama konularıyla karşılaştırma yapıldığında, kısıntılı sulama konuları genellikle daha az verim ile sonuçlanmıştır. Başka bir anlatımla pamuk bitkisinden elde edilen verimler su kısıntısı arttıkça azalmıştır.

Çizelge 4.4. Sulama konularından elde edilen verimler (kg/ha)

Tek.	Damla Sulama						LEPA Sulama			
	Sulama Aralığı (3 gün)			Sulama Aralığı (6 gün)			Sulama Aralığı (6 gün)			
	I 33	I 67	I 100	I 33	I 67	I 100	LEPA 25	LEPA 50	LEPA 75	LEPA 100
1	3170	4630	5350	2210	5720	5370	1930	3290	3820	4520
2	2480	5070	5040	1820	5170	6580	3320	3180	4700	4760
3	2340	3880	4740	2910	3820	5610	2520	3360	3550	4970
Ort.	2660 b	4520 a	5040 a	2310 b	4900 a	5850 a	2590 b	3280 ab	4020 ab	4750 a

Varyans analizleri sonuçlarına göre LEPA deneme konuları arasında kütlü pamuk veriminin %1 önem düzeyinde istatistiksel yönden farklı olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.6). LEPA-100 tam sulama konusundan elde edilen en yüksek kütlü pamuk verimi ortalama 4750 kg/ha olurken, LEPA-25 konusu ortalama 2590 kg/ha ile en düşük verime sahip olmuştur. LEPA-50 ve LEPA-75 konuları LSD testine göre aynı grupta yer alırken, LEPA-25 konusu diğer bir grupta yer almıştır. Bundan dolayı, LEPA konuları %5 önem seviyesinde üç farklı grup altında toplanmıştır. İlk grup LEPA-100, ikinci grup LEPA-50 ve LEPA-75 son ve üçüncü grup ise LEPA-25 konusundan meydana gelmiştir.

Çizelge 4.5. Damla Sulama Sistemine İlişkin Pamuk Kütlü Verimlerinin Varyans Analiz Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Olasılık
Tekerrür	2	10376,444	5188,222	8,9658	0,1003
Faktör A	1	3698	3698	6,3906	0,1273
Hata	2	1157,333	578,667		
Faktör B	2	286877,444	143438,72	33,4568*	0,0001
AB	2	10684,333	5342,167	1,2461	0,338
Hata	8	34298,222	4287,278		
Toplam	17	347091,778			

$LSD_{(0.05)} = 1627$ kg/ha

Faktör A :Sulama Aralığı

Faktör B :Sulama Düzeyi

Çizelge 4.6. LEPA Sulama Sistemine İlişkin Pamuk Kütlü Verimlerinin Varyans Analiz Sonuçları

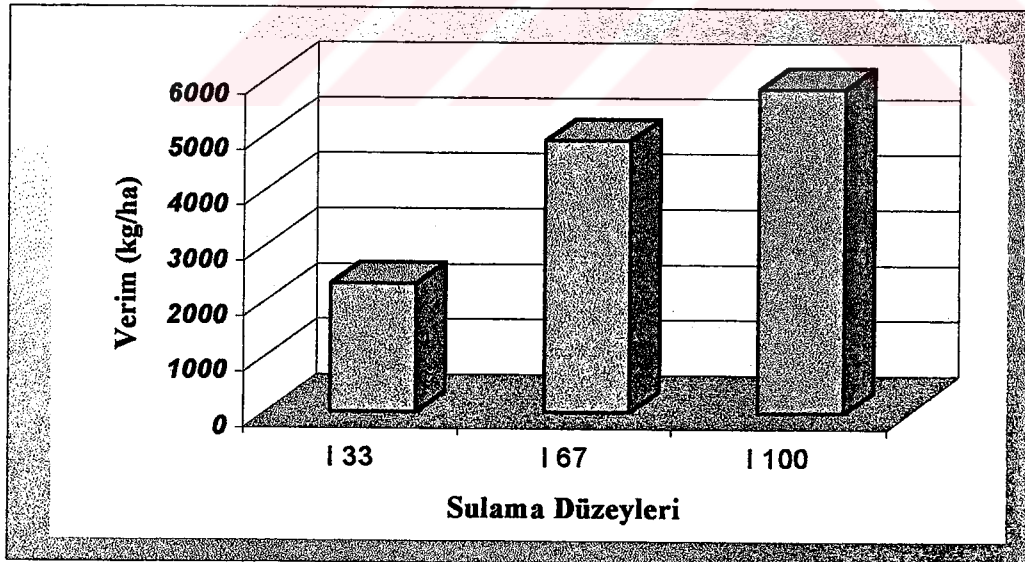
Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Olasılık
Tekerrür	2	7416	3708	2,0736	0,2067
Sulama Düzeyi	3	78358,667	26119,556	14,6064**	0,0036
Hata	6	10729,333	1788,222		
Toplam	11	96504			

LSD_(0.01) = 2017 kg/ha

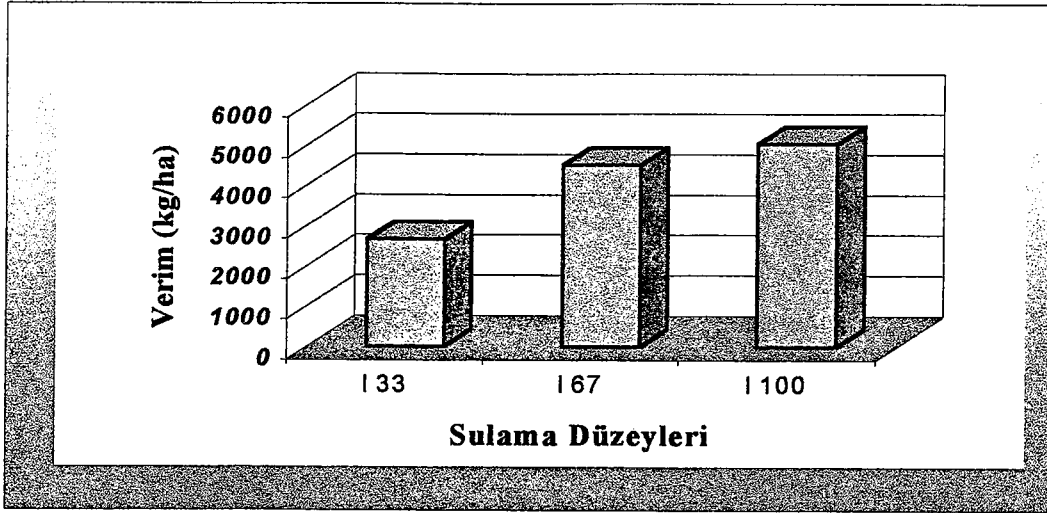
Varyans analizleri sonucunda, damla sulamanın yapıldığı parsellerdeki sulama düzeylerine göre I₃₃ stres konusunda kütlü pamuk veriminin %5 önem düzeyinde istatistiksel yönden farklı olduğu Çizelge 4.5' de verilmiştir. I₆₇ ve I₁₀₀ damla sulama konuları arasında önemli bir farklılık bulunamamıştır. Bu sebeple, I₆₇ ve I₁₀₀ damla sulama konuları aynı grup içerisinde yer alıp, bununla birlikte I₃₃ konusu farklı grupta yer almıştır. Varyans analizlerinde verimde sulama aralığına bağlı bir farklılık olduğu belirlenmemiştir.

Sonuçlar göstermiştir ki, yapılmış olan sulama suyu kısıntıları kütlü pamuk verimlerini azaltmıştır. Su kısıntısının kütlü pamuk veriminde meydana getirmiş olduğu etki, her bir pamuk bitkisinin koza sayısını ve kütlü verimi azaltıcı yönde olmuştur

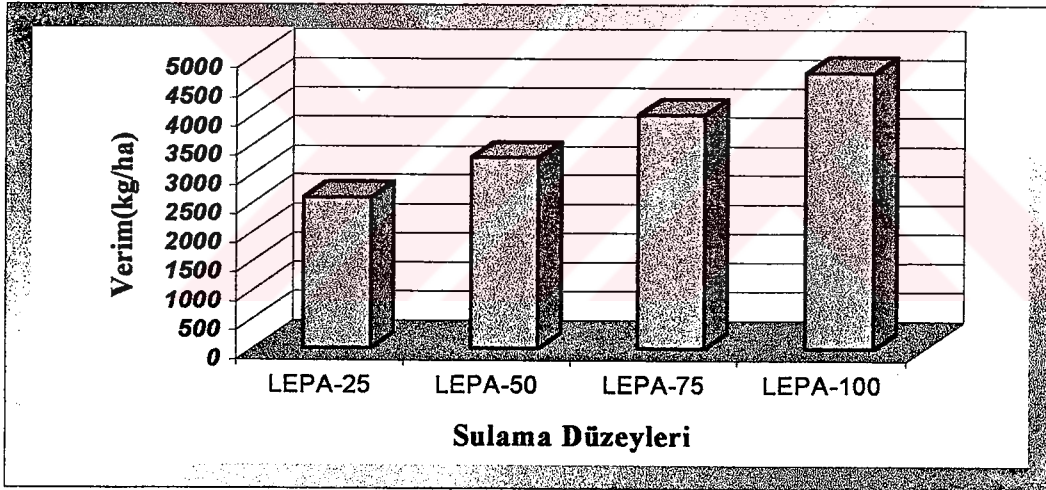
Sulama sistemlerine göre sulama konularından elde edilmiş verimler Şekil 4.3, 4.4, ve 4.5 de gösterilmiştir.



Şekil 4.3. Damla Sulama Yönteminde Sulama Düzeylerine Göre Sulama Aralığı 3 Gün Olan Deneme Konularından Elde Edilmiş Kütlü Pamuk Verimleri



Şekil 4.4. Damla Sulama Yönteminde Sulama Düzeylerine Göre Sulama Aralığı 6 Gün Olan Deneme Konularından Elde Edilmiş Kütlü Pamuk Verimleri



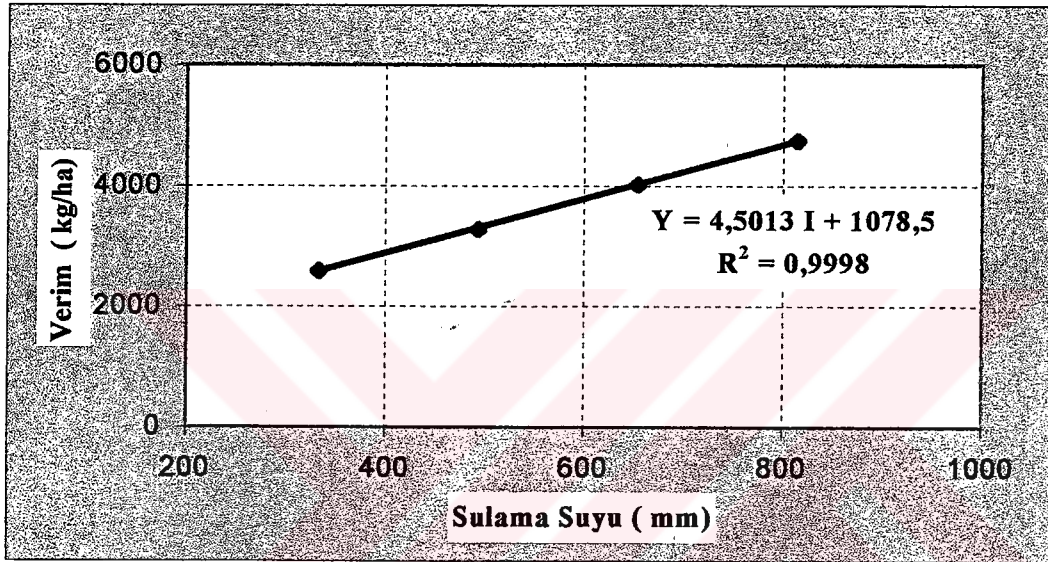
Şekil 4.5. LEPA Sulama Yönteminde Sulama Düzeylerine Göre Sulama Aralığı 6 Gün Olan Deneme Konularından Elde Edilmiş Kütlü Pamuk Verimleri

Çetin ve ark. (1996), 1991 ve 1992 yılları içerisinde Harran Ovası koşullarında yaptığı çalışmada LEPA, damla, yağmurlama ve karık sulama yöntemlerinin pamuk verimine olan etkisini araştırmışlardır. Sonuç olarak, en yüksek pamuk verimi hektara 4650 kg olarak damla sulama yönteminden elde edilmiş iken bunu 3710 kg/ha ile yağmurlama ve 3210 kg/ha ile LEPA en sonunda da 3210 kg/ha ile karık sulamadan elde edilen verim değerleri izlemiştir.

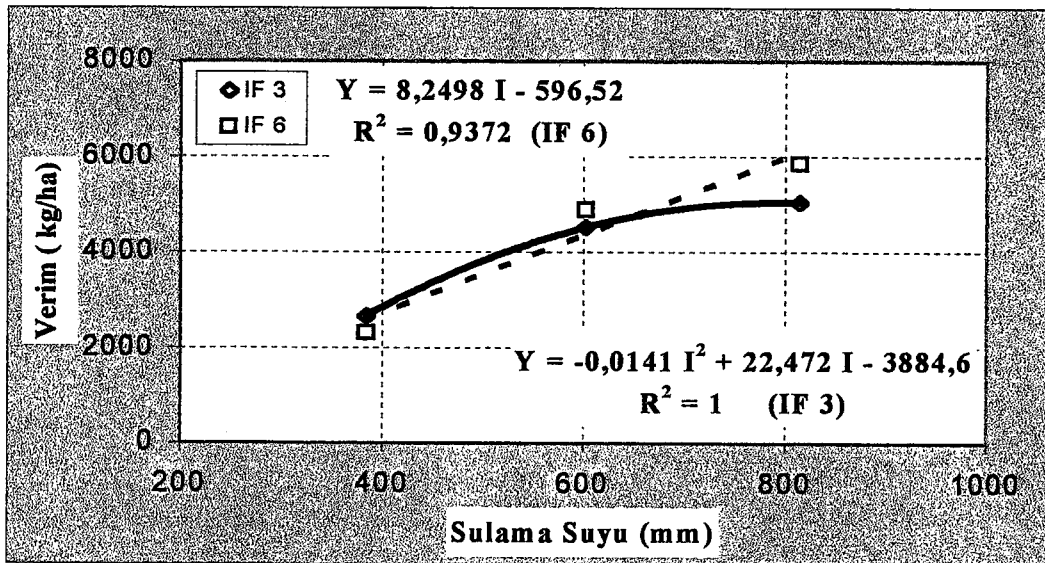
Harran ovasında Kanber ve ark. (1996)'nın yapmış olduğu bir çalışmada pamuk veriminin fasıllı karık sulama yönteminde (2646-3869) kg/ha, geleneksel yağmurlama sulama yöntemi için ise (2460-3926) kg/ha arasında olduğunu saptanmıştır.

4.4. Kütlü Pamuk Veriminin Sulama Suyu ve Su Tüketimi ile İlişkisi

LEPA ve damla sulama konularına uygulanan sulama suyu miktarları ile ortalama pamuk verimleri arasında su-verim fonksiyonları saptanmış ve sonuçlar Şekil 4.6 ve 4.7’de verilmiştir. Kütlü pamuk verimi ile sulama suyu arasında her iki sulama yönteminde de %1 önem düzeyinde bir ilişki bulunmuştur. Pamuk verimi ile sulama suyu arasında LEPA ve damla yönteminde sulama aralığı altı gün konularda önemli doğrusal ilişkiler, damla sulamanın sulama aralığına üç gün olan konularında ise ikinci dereceden ilişkiler olduğu saptanmıştır.



Şekil 4.6. LEPA Sulama Sisteminde Deneme Konularında Sulama Suyu- Verim İlişkisi

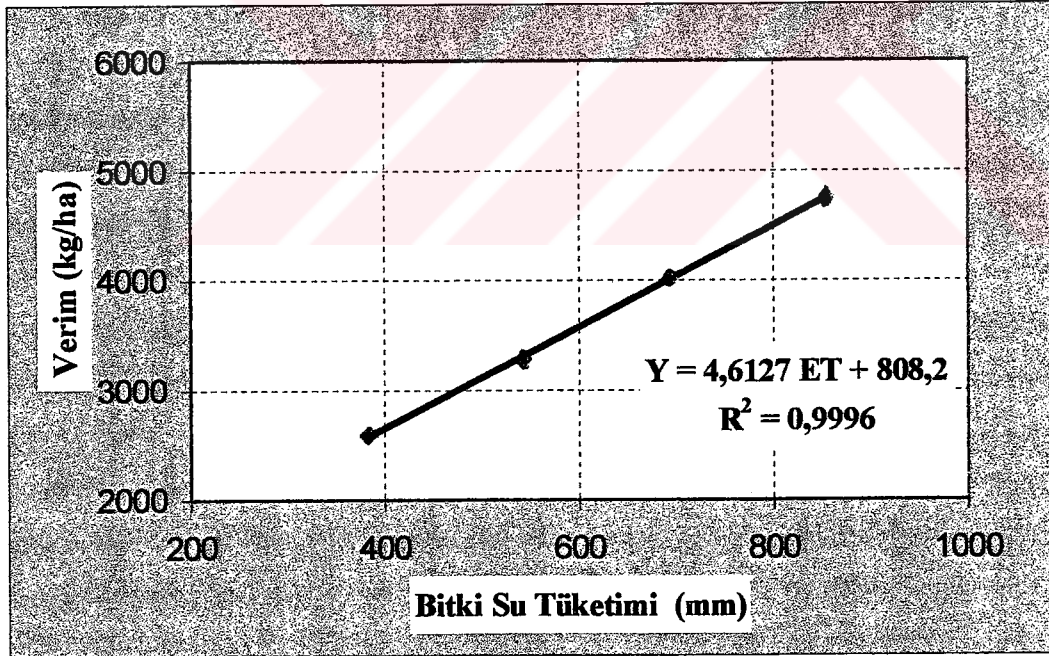


Şekil 4.7. Damla Sulama Sisteminde Deneme Konularında Sulama Suyu-Verim İlişkisi

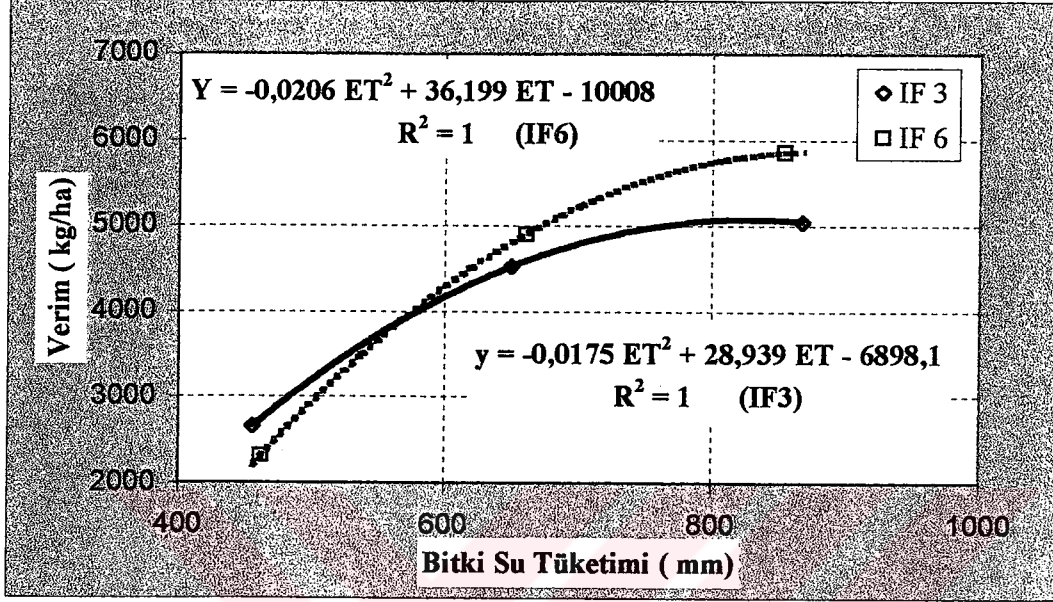
Bu çalışmada, kütlü pamuk verimi (Y) ile sulama suyu (I) arasında LEPA için $Y = 4.5013 I + 1078.5$, $R^2 = 0.9998^{**}$, damla sulamada altı gün sulama aralığı için $Y = 8.2498 I - 596.52$, $R^2 = 0.9372^{**}$, ve üç gün sulama aralığı için ise, $Y = -0.0141 I^2 + 22.472 I - 3884.6$, $R^2 = 1^{**}$ şeklinde eşitlikler elde edilmiştir.

Buna benzer sonuçların elde edildiği, Çetin (1999), Harran ovasında, Tekinel ve ark. (1979), tarafından Çukurova koşulları altında, rapor edilmiştir.

Bu çalışmada, pamuk kütlü verimi (Y) ile mevsimlik su tüketim (ET) değerleri arasında LEPA sulama konuları için önemli doğrusal ilişki var olduğu bulunmuş ve Şekil 4.8'de gösterilmiştir. Bu ilişki $Y = 4.6127 (ET) + 808.2$, $R^2 = 0.9996$. LEPA sulama yapılan deneme parsellerindeki kütlü pamuk verimleri artan su tüketim ihtiyacı ile artış eğilimi göstermiştir. Damla sulama parsellerinde ise Şekil 4.9'da gösterildiği gibi her iki sulama aralığında da (3 ve 6 gün) benzer ikinci dereceden bir ilişki var olduğu saptanmıştır. Bu ilişkiler IF₃ (3 gün sulama aralığı) ve IF₆ (6 gün sulama aralığı) için sırası ile $Y = 0.0175 ET^2 + 28.939 ET - 6898.1$, $R^2 = 1$, ve $Y = -0.0206 ET^2 + 36.199 ET - 10008$, $R^2 = 1$ şeklinde ifade edilmiştir. Burada Y kütlü pamuk verimini (kg/ha), ET su tüketimini (mm) olarak simgelemektedir.



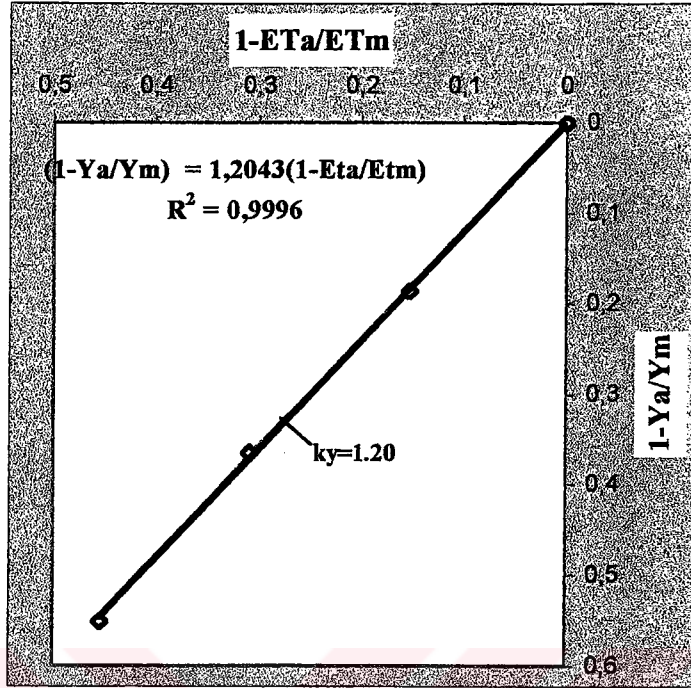
Şekil 4.8. LEPA Sulama Sisteminde Deneme Konularında Bitki Su Tüketimi-Verim İlişkisi



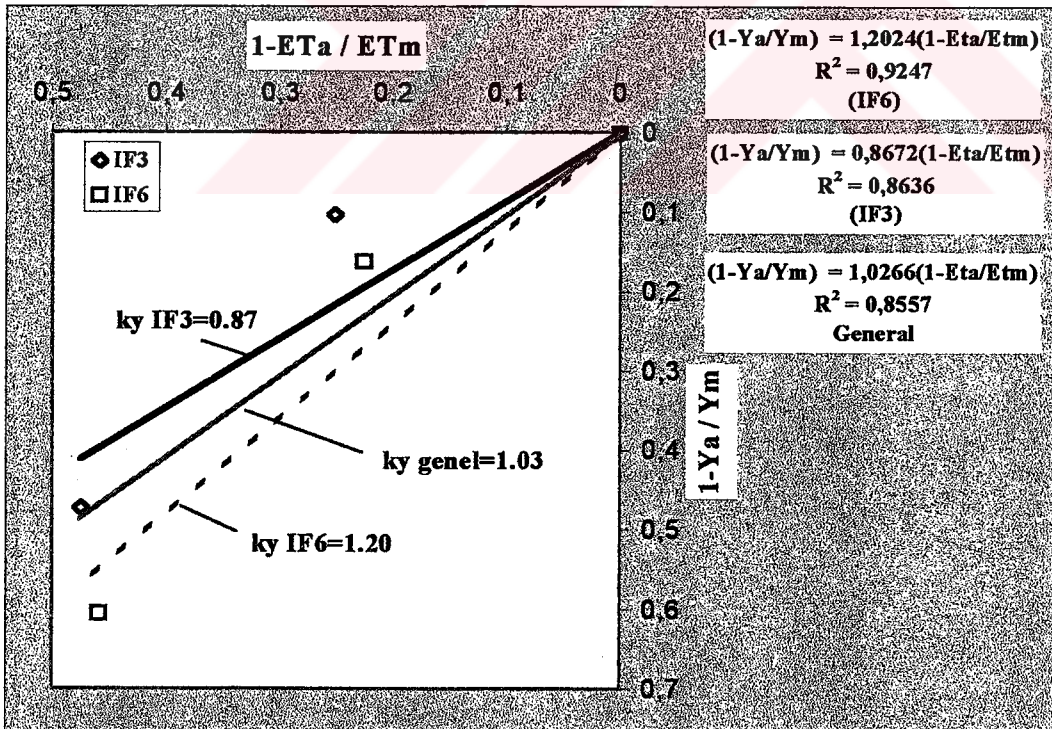
Şekil 4.9. Damla Sulama Sisteminde Deneme Konularında Bitki Su Tüketimi-Verim İlişkisi

4.5. Oransal Evapotranspirasyon Açığı ($1-E_t_a/E_{t_m}$) ile Oransal Verim Azalış ($1-Y_a/Y_m$) İlişkisi ve Verim Tepki Etmeni (k_y)

Oransal evapotranspirasyon açığı ile oransal verim azalış değerleri arasındaki ilişkileri belirlemek amacı ile su verim ilişkileri ve pamuk verimi kullanılarak, yıl içinde en yüksek evapotranspirasyon miktarlarına karşılık gelen düzeltilmiş en yüksek verim değerleri saptanmıştır. Daha sonra ($1-E_t_a/E_{t_m}$) ile düzeltilmiş verim değerleri için ($1-Y_a/Y_m$) oranları belirlenmiştir. Yıl içerisinde ($1-E_t_a/E_{t_m}$) ile ($1-Y_a/Y_m$) arasında doğrusal regresyon analizi yapılarak toplam büyüme mevsimi için eşitlikler geliştirilmiştir. Verim etmeni k_y ilişkisinin eğimi olup, toplam yetiştirme mevsimi için LEPA sulama konularında 1.20 olarak belirlenmiş ve damla sulama konularında ise 0.87 ila 1.20 değerleri arasında olduğu bulunmuş ve Şekil 4.10 ve 4.11'de sırası ile gösterilmiştir.



Şekil 4.10. LEPA Sulama Konularına İlişkin Oransal Evapotranspirasyon Açığı ile Oransal Verim Azalışı İlişkisi



Şekil 4.11. Damla Sulama Konularına İlişkin Oransal Evapotranspirasyon Açığı ile Oransal Verim Azalış İlişkisi

Sulama projelerindeki planlama, dizayn ve uygulama alanında verim etmeni, proje alanından elde edilecek toplam üretim ve verimde yararlanılacak su isteği ve su kullanımı gibi terimlerin niteliğinin belirlenmesinde hesaba katılmaktadır. Oransal evapotranspirasyon açığı ile oransal verim azalışı değerleri arasındaki ilişki olan doğrusal ET-verim fonksiyonu olup, bu ilişkinin doğrusallığına bağlı olarak yararlanılmıştır. Bu ilişkilerden çıkan eğim davranışını **Doorenbos ve Kassam (1979)**, da verim etmeni olarak adlandırmışlar ve pamukta bu değeri 0.85 olarak belirlemişlerdir. **Kanber ve ark. (1996)**, Harran ovasında kısıntılı sulama uyguladıkları pamuk bitkisi çalışmalarını yürütürlerken (ky) değerlerini 0.56 ila 1.1 değerleri arasında saptamışlardır ve de buna benzer sonuçlar **Kara ve Gündüz (1998)**, tarafından da verilmiştir. Aynı zamanda her sulama metodundaki bitki çesidi, sulama aralığı ve kısıntılı sulama düzeylerine bağlı olarak, değişik (ky) değerlerine ulaşıldığını **Yavuz (1993)**'te rapor etmiştir. Bundan dolayıdır ki **Garrity ve ark. (1982)**'de incelemiş oldukları farklı sulama uygulaması ve sayısında elde edilen ET ve bitki verimindeki sonuçlara bağlı olarak değişik (ky) değerlerine ulaşılması sürpriz olmamıştır.

4.6. Pamuk Su Kullanım Etkenliği

Harran ovası koşullarında yetiştirilen pamuk bitkisinin sulama suyu kullanım (IWUE) ve su tüketim (WUE) etkenlikleri Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8'de sırası ile verilmiştir. En yüksek su kullanım etkinliği damla sulama konularından IF₆ I₆₇ ve LEPA sulama konularından LEPA-25 parselinde, sırası ile 7,41 kg/ha-mm ve 6,76 kg/ha-mm olarak belirlenmiştir. Uygulanan sulama suyu miktarı arttığında (IWUE) değerleri azalmıştır. (IWUE) değerleri LEPA-100 konusunda 5.833 kg/ha-mm olarak belirlenmiştir, damla sulama da ise IF₃ I₁₀₀ ve IF₆ I₁₀₀ konularında sırası ile 6,19 kg/ha-mm ve 7,18 kg/ha-mm olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.7. LEPA Sulama Sistemine İlişkin Sulama Konularında Sulama Suyu (IWUE) Su Kullanım (WUE) Randımanları

Sulama Konusu	Sul. Suyu mm	ET mm	Verim Kg/ha	IWUE kg/ha-mm	WUE(ET) kg/ha-mm
LEPA-25	332,8	383,4	2590	7,78	6,76
LEPA-50	493,3	541,8	3280	6,65	6,05
LEPA-75	653,8	694,4	4020	6,15	5,79
LAPA-100	814,3	853,9	4750	5,83	5,56

Çizelge 4.8. Damla Sulama Sistemine İlişkin Sulama Konularında Sulama Suyu (IWUE) Su Kullanım (WUE) Randımanları

Sulama Konusu	Sul. Suyu mm	ET mm	Verim Kg/ha	IWUE kg/ha-mm	WUE(ET) Kg/ha-mm
IF3 I 33	384,1	456,4	2660	6,92	5,83
IF3 I 67	602,4	650,4	4520	7,50	6,95
IF3 I 100	814,3	868,5	5040	6,19	5,80
IF6 I 33	384,1	462,3	2310	6,01	5,00
IF6 I 67	602,4	661,1	4900	8,13	7,41
IF6 I 100	814,3	853,9	5850	7,18	6,85

Bu deneme de LEPA sulama tekniğinde en yüksek su tüketim değeri LEPA-25 konusundan 6,76 kg/ha-mm değerinde elde edilmiştir. Evapotranspirasyon değeri arttıkça su tüketim etkinliğinin azaldığı ortaya çıkmıştır. Diğer sulama konularında elde edilen su tüketim etkinlik değerleri doğru orantılı bir şekilde azalış göstermiştir. Damla sulama sisteminde, pamuğun en yüksek su tüketim değeri IF₃I₆₇ ve IF₆I₆₇ sulama konularında sırasıyla 6,95 ve 7,41 kg/ha-mm değerinde hesaplanmıştır.

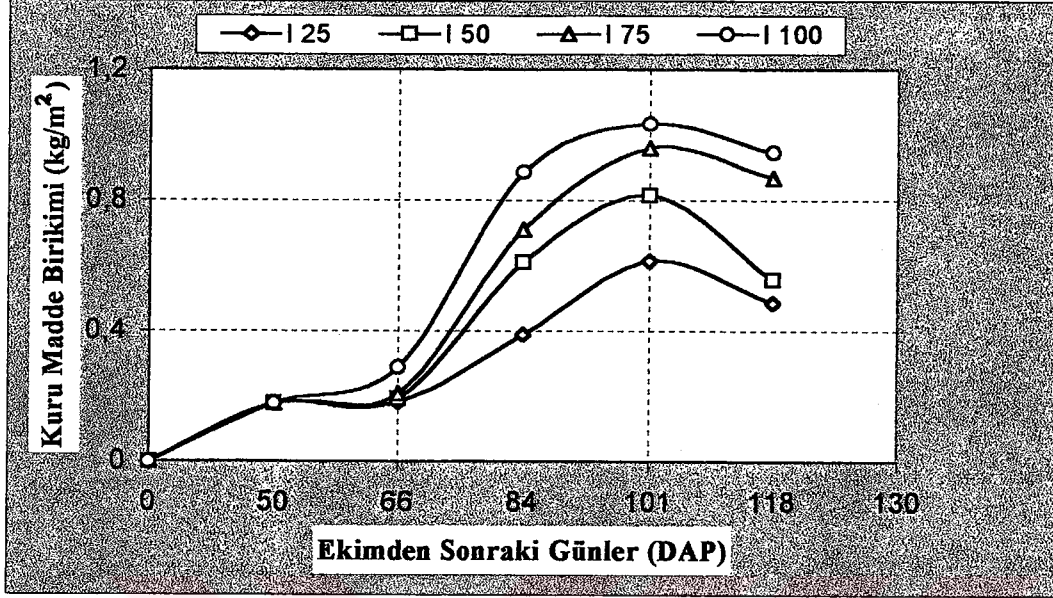
Bu denemedeki farklı sulama konularından elde edilen su tüketim etkinliği değerleri, Kanber ve ark. (1996), da aynı deneme istasyonunda pamuğun karık ve yağmurlama sistemi ile sulanmasından elde edilen WUE değerleriyle karşılaştırıldığında, daha yüksek bulunmuştur. Çetin (1997), 1991 ve 1994 yılları arasında Harran ovasında, pamuğa ait su kullanım etkinliğinin yüksek olduğunu rapor etmiştir.

Hodgson ve ark. (1990), damla sulamada (2,23 kg/ha-mm) pamuk bitkisi su kullanım etkinlik değerlerini, karıktakine göre (1,89 kg/ha-mm) %16 daha yüksek bulmuşlardır. Wanjura ve ark. (1996), Texas Olton killi-tınlı toprak serisinde sık sulama aralığı ve farklı sulama başlangıç zamanlarına sahip damla sulama yönteminin kullanıldığı koşullarda pamuk için su tüketim etkinliği değerlerinin 2,36'dan 3,33 kg/ha-mm değerine yükseldiğini belirlemişlerdir. Ertek (1998), Çukurova koşulları altında damla ile sulanan pamukta, sulama suyu tüketim etkinlik (IWUE) değerlerinin (7,5-9,3) kg/ha-mm arasında olduğunu saptamıştır.

4.7. Kuru Madde Verimi

Araştırmanın yapıldığı yılda, yetiştirme mevsimi boyunca LEPA ve damla sulama deneme konularında belirlenen toprak üstü kuru madde miktarlarının ekimden sonra geçen günlere (DAP) göre gelişimleri Şekil 4.12 ve 4.13'te sırası ile gösterilmiştir.

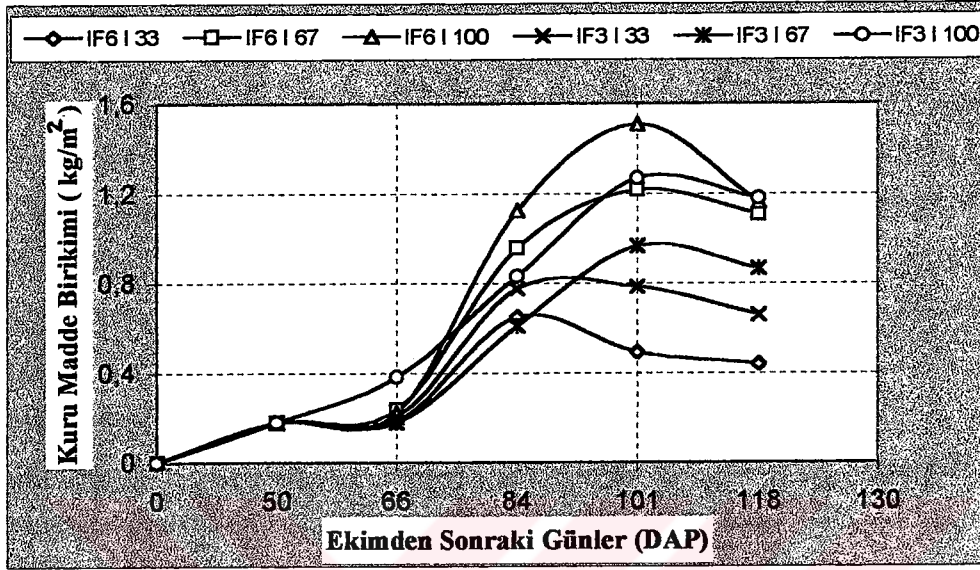
Sulama konularında oluşturulan kısıntının düzeyine göre sulama konularından elde edilen kuru madde miktarı ekimden sonraki 50. günde farklılık göstermeye başlamıştır. Kuru madde artış hızı LEPA-25 sulama konusunda diğer LEPA konuları ile karşılaştırıldığında daha düşük olmuştur. Stres konusundaki maksimum kuru madde miktarı, diğer sulama konuları içerisinde büyüme sezonu boyunca daha erken dönemde en yüksek noktaya Ağustosun 27'sinde (DAP 101) ulaşmıştır.



Şekil 4.12. LEPA Sulama Konularında Kuru Madde Miktarının Zamana Göre Değişimi

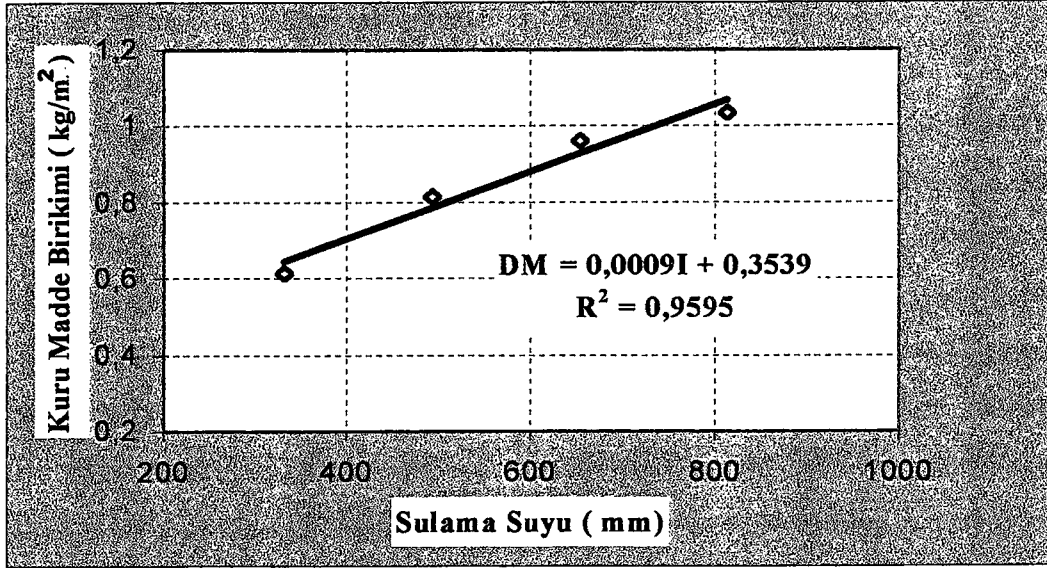
Damla sulama sisteminde, IF₃I₃₃ ve IF₆I₃₃ konularındaki kuru madde yığışım değerleri LEPA-25 konusunda elde edilmiş olan kuru madde yığışım miktarı ile benzer bir ilişki içerisinde olmuştur. Bu sulama konularındaki kuru madde verimi diğer damla sulama konularındaki ile karşılaştırıldığında daha düşük bulunmuştur. Büyüme sezonu boyunca, stres konularındaki en yüksek kuru madde verimi, maksimum pik noktaya diğer sulama konularına göre daha erken ulaşmıştır. Damla sulama konularında I₁₀₀'den (tam sulama konuları) I₃₃'e (stres konuları) gidildikçe su stres düzeyi arttıkça kuru madde miktarı doğru orantılı olarak azalmıştır. Aynı zamanda su uygulama düzeyi arttıkça kuru madde miktarlarında yükselme görülmüştür.

Kuru madde miktarı ayrıca konular içerisinde önemli düzeylerde birbirinden farklılık göstermiştir. En yüksek kuru madde miktarı ortalama 1,509 kg/m² olarak IF₆I₁₀₀ sulama konusundan elde edilmiştir; bunu 1,215 kg/m² ile IF₃I₁₀₀ sulama konusundan alınan kuru madde miktarı izlemiştir. LEPA sulama konularından gözlenen kuru madde miktarı, damla sulama konularındakine göre karşılaştırıldığında önemsiz derecede daha düşük bulunmuştur. Buna ek olarak hem LEPA hem de damla sulama konularının tam sulama uygulanan deneme parsellerinde kuru madde yığışım miktarı sürekli olarak daha büyük olmuştur.

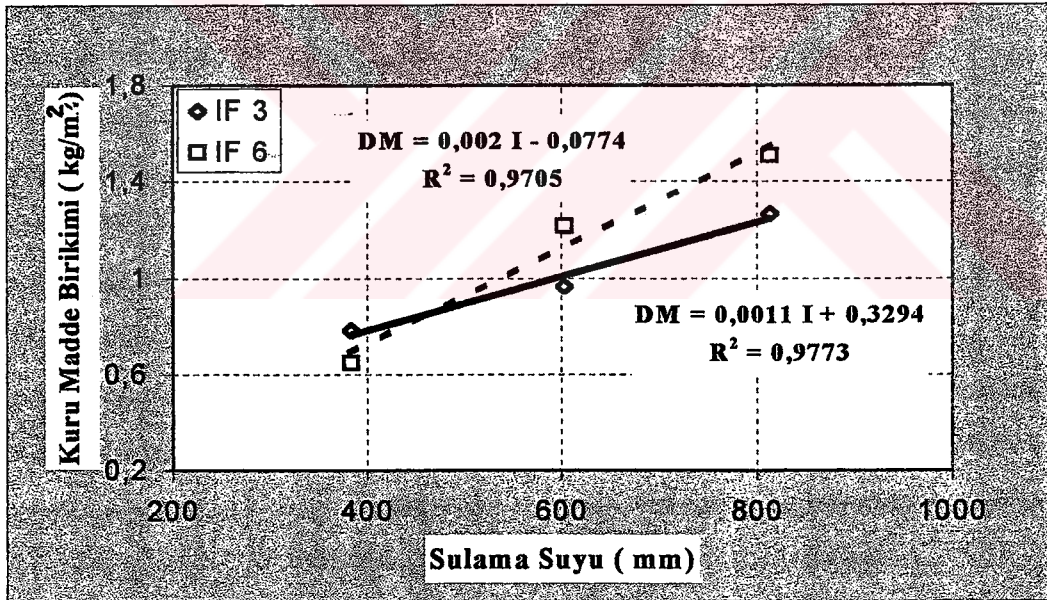


Şekil 4.13. Damla Sulama Konularında Kuru madde Miktarının Zamana Göre Gelişimi

Padmakumari ve Sivanappan (1985), yapmış oldukları çalışmada en yüksek kuru madde miktarını, tam sulama konusu (I_{100}) için (5300-7200) kg/ha değerlerinde belirlemişlerdir. Plaut ve ark. (1992), kuru madde miktarı değerlerinin 4910 ile 7050 kg/ha arasında olduğu saptamışlardır. Constable ve ark. (1990), gömülü ve yüzey damla sulamadaki pamuk kuru madde miktarının, karık sulama yöntemindekine göre % 10 daha fazla olduğunu belirtmişler ve bu değerlerin ortalama 9880 kg/ha olduğunu saptamışlardır. Bu çalışmadaki konulu sulamalardan elde edilen kuru madde miktarı doğal sulama koşulları altında diğer yapılan çalışmalarda rapor edilmiş değerlerden daha yüksek bulunmuştur. LEPA ile sulanan sulama konularında kuru madde miktarı ile sulama suyu miktarı arasında önemli derecede doğrusal ilişkiler bulunmuş ve Şekil 4.14'te gösterilmiştir. Bu ilişki LEPA deneme parseli için $DM=0,0009I+0,3539$, $R^2=0,9595$ şeklinde olmuştur. LEPA sulamada artan nem açığı isteği ile gelişen stres, büyüme mevsimi boyunca daha erken dönemlerde oluşmuştur. Böylelikle, LEPA sulamadaki kuru madde yığılması damla sulamadakinden daha düşük olmuştur. Sulama aralıkları IF_3 (üç gün) ve IF_6 (altı gün) olan damla sulama konularında kuru madde miktarı ile sulama suyu miktarı arasında benzer doğrusal ilişkiler bulunmuş ve Şekil 4.15'te gösterilmiştir. Bu ilişkiler sırası ile $DM = 0.0011 I + 0.3294$, $R^2 = 0.9773$ ve $DM = 0.002 I - 0.0774$, $R^2 = 0.9705$ şeklinde verilmiştir. Burada, DM kuru madde yığılmasını (kg/m^2), I sulama suyu miktarını (mm) olarak simgelemektedir. Kuru madde artışı, damla sulamanın tüm konularında sulama suyu miktarı arttıkça yükselme eğilimi göstermiştir.

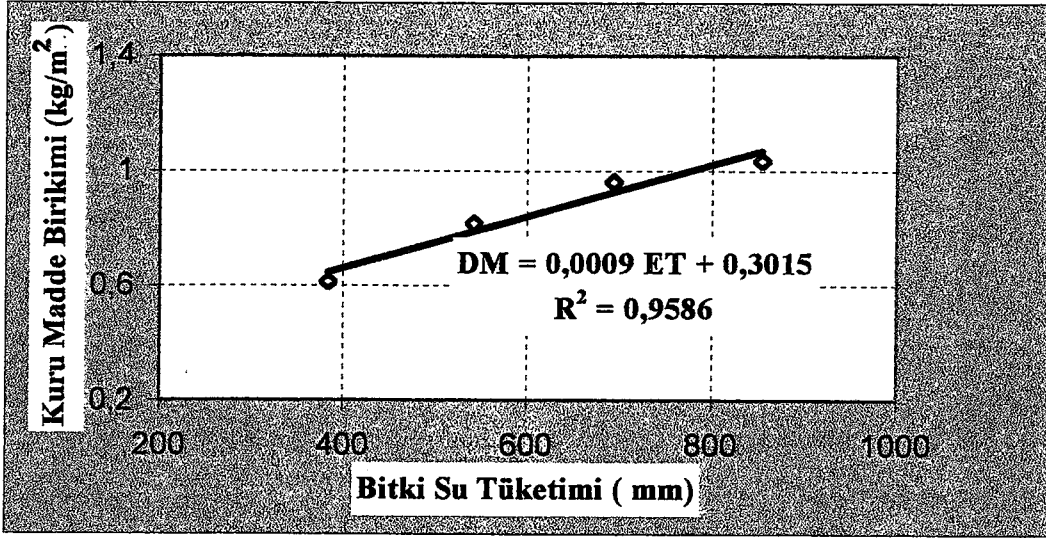


Şekil 4.14. LEPA Sulama Konularında Kuru Madde Birikimi-Sulama Suyu İlişkisi

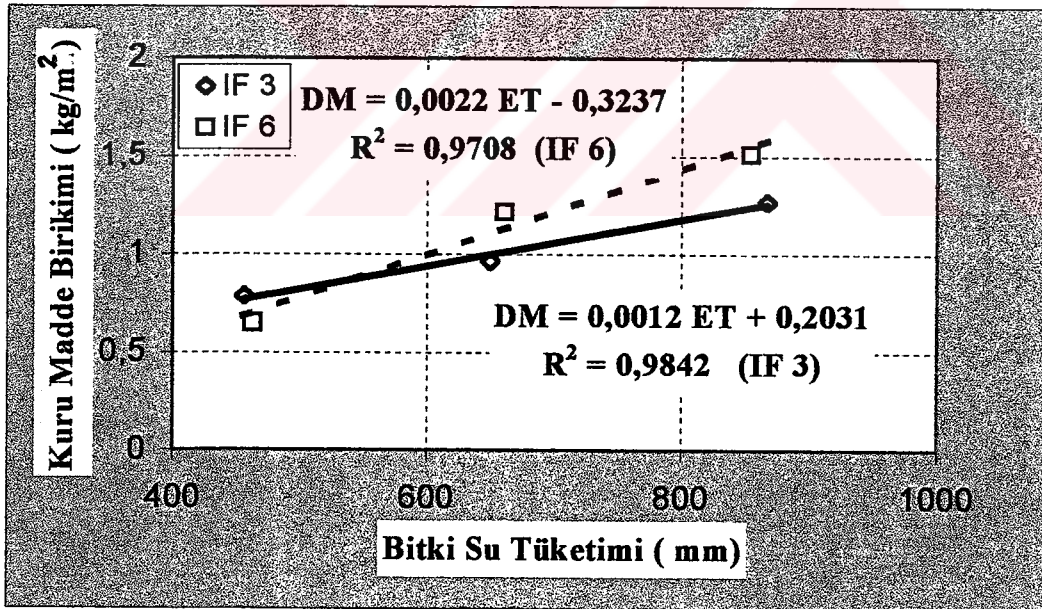


Şekil 4.15. Damla Sulama Konularında Kuru Madde Birikimi-Sulama Suyu İlişkisi

Oluşan kuru madde miktarı ile su tüketimi (ET) arasındaki önemli derecede bulunan doğrusal ilişkiler sırası ile Şekil 4.16 ve Şekil 4.17'de gösterilmiştir. LEPA ve damla sulama deneme parsellerinde bu ilişkiler, LEPA sulama yöntemi için $DM = 0.0009 I + 0.3015$, $R^2 = 0.9586$, üç gün sulama aralığına sahip (IF₃) damla sulama konuları için $DM = 0.0012 I + 0.2031$, $R^2 = 0.9842$ ve IF₆ altı günlük sulama aralığına sahip sulama konuları için ise $DM = 0.0022 I + 0.3237$, $R^2 = 0.9708$ şeklinde hesaplanmıştır. Su tüketimi azaldıkça vejetatif gelişme azalmıştır.



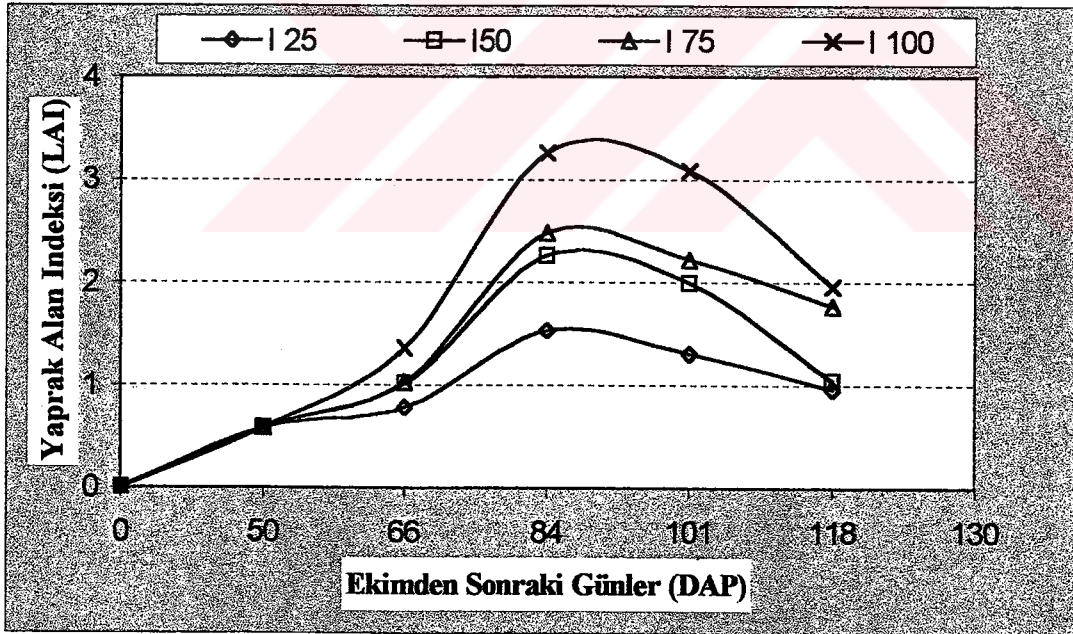
Şekil 4.16. LEPA Sulama Konularında Kuru Madde Birikimi-Bitki Su Tüketim İlişkisi



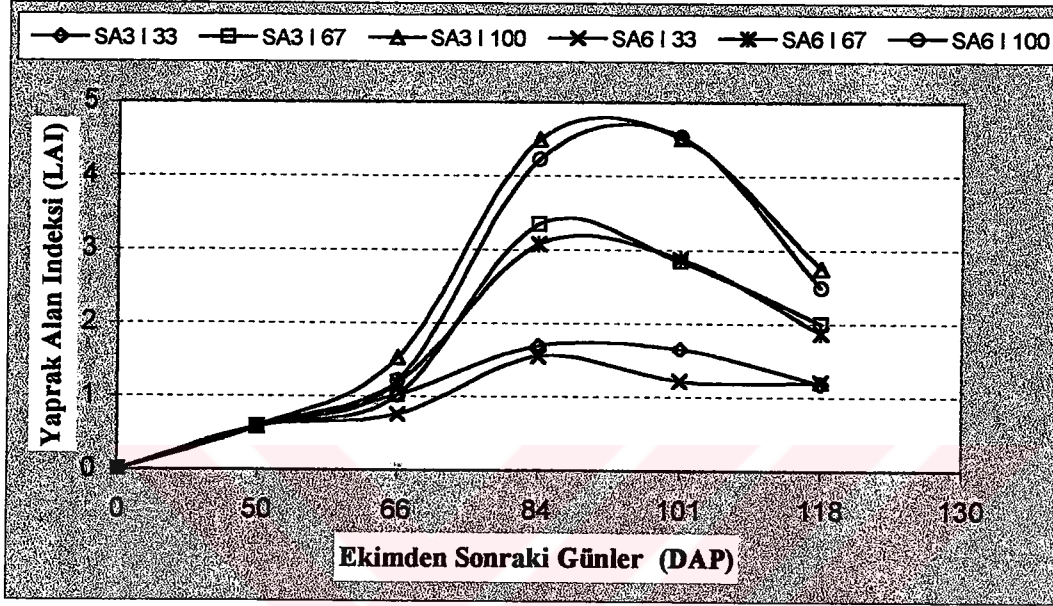
Şekil 4.17. Damla Sulama Konularında Kuru Madde Birikimi-Bitki Su Tüketim İlişkisi

4.8. Yaprak Alan İndeksi

Pamuk büyüme mevsimi boyunca, LEPA ve damla sulama konularına ilişkin yaprak alan indeksi sırası ile Şekil 4.18 ve 4.19’ da verilmiştir. Bu şekillerden de görüldüğü gibi, hem LEPA hem de damla sulama uygulanan deneme parsellerindeki pamuk bitkisinin yaprak alan indeksinin ekimden sonra 84. güne (DAP) kadar artış içinde olduğu saptanmıştır. Hem LEPA hem de damla sulama sistemleri için LAI değerleri tam sulama konularından (LEPA-100, IF₆I₁₀₀, IF₃I₁₀₀), stres konularına (LEPA-25, IF₆I₃₃, IF₃I₃₃) doğru gidildikçe doğru orantılı olarak azalmıştır. Çalışmadaki en yüksek LAI değeri damla sulama konularında 4.528 m²/m² ile IF₆I₁₀₀ konusunda belirlenmiştir. Pamuk bitkisinin en yüksek LAI değerleri her iki sulama yönteminde de Ağustosun 10’da tam sulama konuları için saptanmıştır. Stres konularında meydana gelen en yüksek yaprak alan indeksi tam sulama konuları ile karşılaştırıldığında bu oluşuma iki hafta daha erken girdiği gözlemlenmiştir. Bir başka anlatımla Şekil 4.18 ve 4.19’ dan görüldüğü üzere uygulanan sulama suyu miktarı azaldıkça, LAI değerleri de azalmıştır.



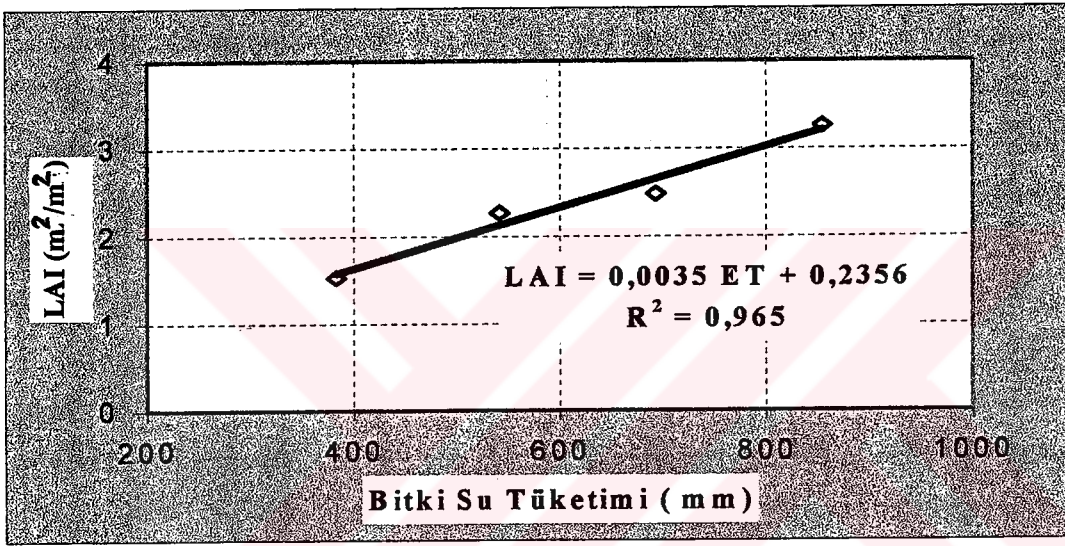
Şekil 4.18. LEPA Deneme Konularına İlişkin LAI'nin Zamana Göre Değişimi



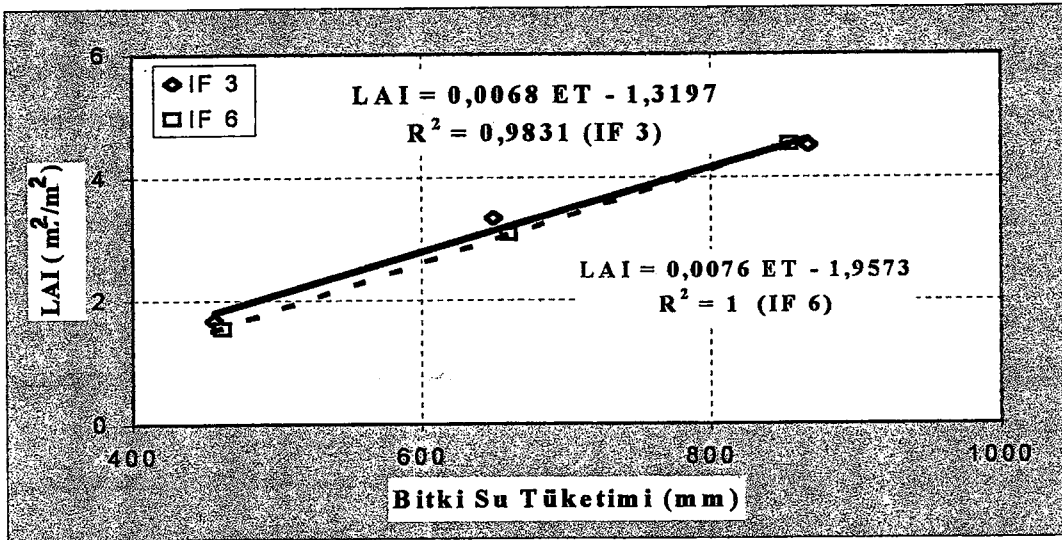
Şekil 4.19. Damla Sulama Konularına İlişkin (LAI)'nin Zamana Göre Değişimi

Su kısıntı düzeyleri arttıkça vejetatif gelişmede bir azalma görülmüştür. Orgaz ve ark. (1992), pamuk bitkisinde en yüksek LAI değerlerinin 1,1-4,1 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Bielora ve ark. (1983) ve Turner ve ark. (1986), pamuktaki su kısıntı uygulamasının pamuk gelişiminde önemli bir etkisi olduğunu vurgulamışlardır. Mauney (1979), pamuk sulamasında yapılan su kısıntısının, kuru madde birikimini ve meyve oluşumunu olumsuz yönde etkilediğini rapor etmiştir. Bu çalışmada tam sulama yapılmış konularda elde edilen en yüksek LAI değerleri diğer çalışmalarda rapor edilenlerden daha yüksek bulunmuştur. Bu yüzden, LAI değerleri değişkenliği daha çok deneme alanının koşulları, su stres düzeyi ve bitki çeşidi gibi faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir.

LEPA ve damlanın sulama aralığı 6 gün olan konularında saptanan yaprak alan indeksi ile bitki su tüketimi arasındaki ilişkiler grafiksel olarak Şekil 4.20 ve 4.21'de verilmiştir. Şekillerden görüldüğü gibi yaprak alan indeksi ile bitki su tüketimi arasında önemli düzeyde doğrusal ilişkiler olduğu belirlenmiştir. Bu ilişkiler sırası ile $LAI = 0.0035 ET + 0.2356$, $R^2 = 0.965$, ve $LAI = 0.0076 ET - 1.9573$, $R^2 = 1$ şeklinde açıklanmıştır. LEPA ve damlanın sulama aralığı 6 gün olan konularında belirlenmiş olan yaprak alan indeksi, artan ET miktarı ile beraber bir yükseliş göstermiştir. Buna ek olarak sulama aralığı 3 gün olan damla sulama konularındaki ilişki Şekil 4.21'de gösterilmiş olup $LAI = 0.0068 ET - 1.3197$, $R^2 = 0.9831$ şeklinde ifade edilmiştir. Burada belirtilen LAI, yaprak alan indeksini (m^2/m^2), ET ise su tüketimini (mm) belirtmektedir.



Şekil 4.20. LEPA Sulama Konularında Yaprak Alan İndeksi (LAI)-Su Tüketimi (ET) İlişkisi

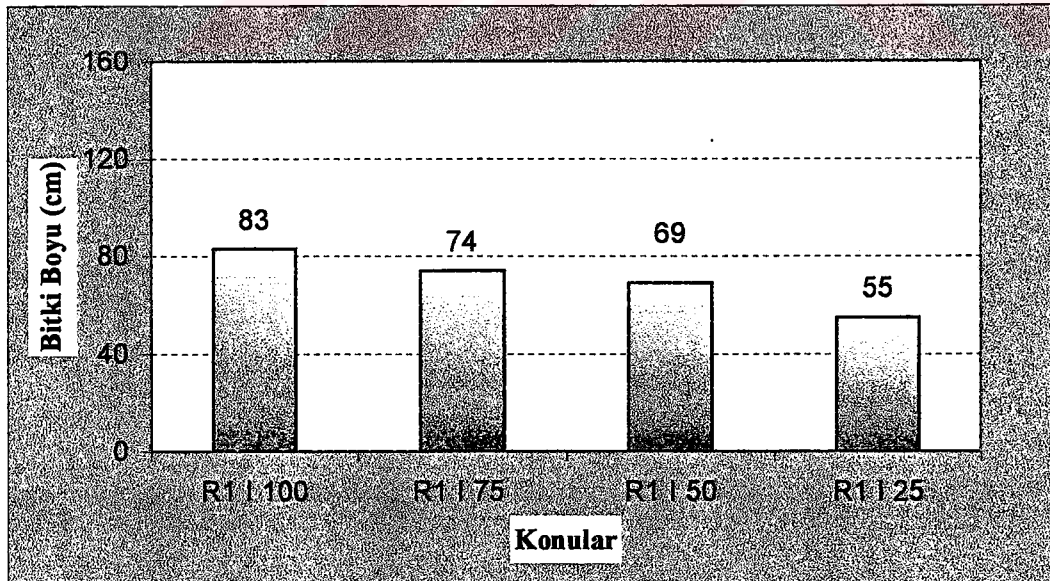


Şekil 4.21. Damla Sulama Konularında Yaprak Alan İndeksi (LAI)- Su Tüketimi (ET) İlişkisi

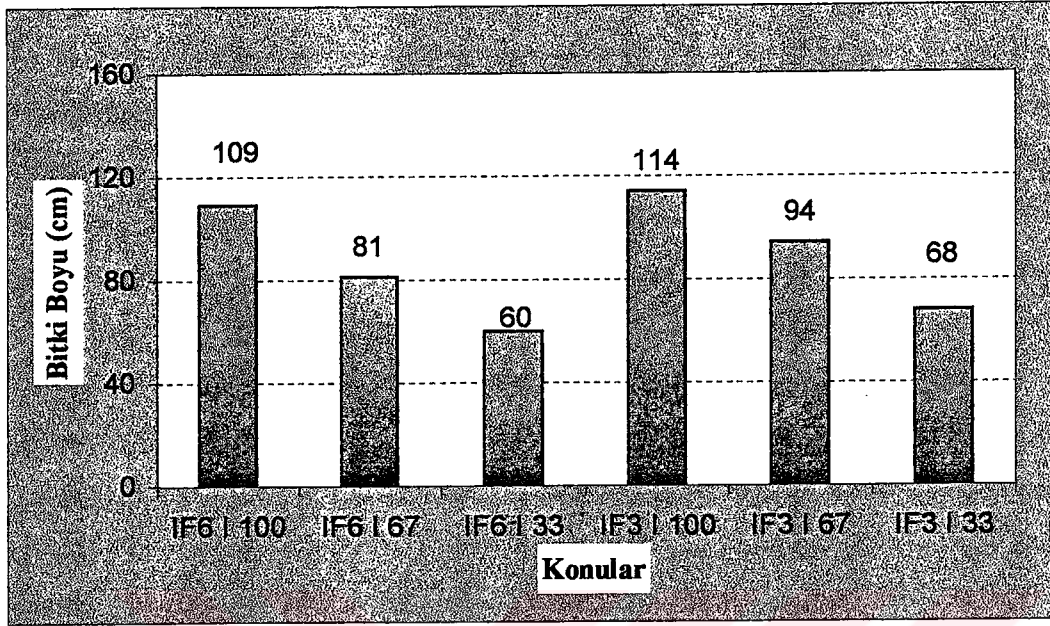
4.9. Bitki Boyu

LEPA ve damla sulama konularından büyüme mevsimi boyunca elde edilmiş en yüksek bitki boyu değerleri Şekil 4.22 ve 4.23’ te verilmiştir. Çalışılan tüm deneme konularında bitki boyu gözlemleri 55 cm ile 114 cm arasında değişim göstermiştir. Elde edilen en yüksek bitki boyu IF₃I₁₀₀ damla sulama konusundan 114 cm olarak belirlenmiş ve bu değeri 109 cm ile IF₆I₁₀₀ damla sulama konusu izlemiştir. LEPA sulama yönteminde, en yüksek bitki boyu LEPA-100 konusundan gözlemlenmiştir. Uygulanan sulama suyu miktarı azaldıkça, bitki boyunda doğru orantılı olarak bir azalma eğilimi meydana gelmiştir. Genelde, damla sulamanın uygulandığı pamuk bitkisi, LEPA ile karşılaştırıldığında daha uzun bitki boyuna sahip bir görünüm vermiştir. Bu durum, damla sulama yönteminde uygulanan fertigasyon ile pamuk bitkisinin N kullanım randımanını yükselttiği varsayımı ile açıklanmıştır.

Grimes ve ark. (1969), yeterli su düzeylerinin verimi azalttığı durumlarda bile su eklentilerinin yapılmasıyla son bitki boyunun artış gösterdiğini rapor etmişlerdir. Plaut ve ark. (1992), tüm sulama programlarında bitki boyundaki artışın benzer olduğunu rapor etmişlerdir. Yoğun koza gelişiminden sonraki bitki boyundaki doğrusal artış yalnızca ilk sulama suyunun fazla verilmiş olduğu bitkilerde gözlenmiş, diğer konulardaki bitki boyu artış hızı azalmıştır. Buna ek olarak Mahrer ve Rytwo (1991), maksimum bitki boyuna sahip sulama konularının diğer konulara göre daha fazla su aldığını açıklamışlardır.



Şekil 4.22. LEPA Sulama Sistemindeki Farklı Deneme Konularında Ortalama Bitki Boy Değerleri



Şekil 4.23. Damla Sulama Sistemindeki Farklı Deneme Konularında Ortalama Bitki Boy Değerleri

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ve bu sonuçların ışığı altında yapılan öneriler aşağıda sıralanmıştır.

LEPA-25 konusu ile LEPA-100 konuları arasında tüm konularda toplam sulama suyu miktarları, 332.8 ile 814 mm değerleri arasında değişmiştir. Damla sulama konularının yüksek stres konularında (IF₃I₃₃, IF₆I₁₀₀) en düşük 384.2 mm ile ve tam sulama konuları olan (IF₃I₁₀₀, IF₆I₁₀₀) de 814.3 mm arasında değişen değerlerde sulama suyu almıştır. Pamuk bitkisinin mevsimlik su tüketimi (E_t) bir boyutlu su dengesi eşitliği ile elde edilmiş ve LEPA-25, LEPA-100 konularında sırası ile 383.4 ve 814.3 mm değerleri arasında hesaplanmıştır. Damla sulama konularında su kullanımı IF₃I₃₃ konusunda 456.4 mm; IF₃I₁₀₀ konusunda 868.4 mm ile bulunmuştur. Damla sulamanın her iki sulama aralığı birbirine benzer su kullanımı ile sonuçlanmıştır.

Hem LEPA hem de Damla sulama konuları arasında kütlü pamuk verimleri bakımından sırasıyla %1 ve %5 önem düzeyinde önemli farklılıklar bulunmuştur ve LSD testine göre verimler kendi aralarında gruplara ayrılmıştır. Bu çalışmada, her iki sulama yöntemi de göz önüne alındığında en yüksek kütlü pamuk verimi 5850 kg/ha ile, IF₆I₁₀₀ konusundan ve en düşük kütlü pamuk verimi ise IF₃I₃₃ konusundan 2310 kg/ha olarak elde edilmiştir. Çalışmada damla sulamanın tüm konularında kütlü pamuk verimleri (2310-5850) kg/ha değerleri arasında değişmişken, LEPA sulama konularında ise (2590-4750) kg/ha olmuştur. Sonuçlar göstermiştir ki, sulama suyu kısıntısına gidildikçe kütlü pamuk verimi de azalmıştır.

Her iki sulama yöntemine ilişkin deneme konularındaki sulama suyu, bitki su tüketimi ile kütlü pamuk verimi arasında önemli ilişkiler belirlenmiştir ve bu ilişkiler, LEPA deneme konuları için $Y = 4.5013 I + 1078.5$, $R^2 = 0.9998$, IF₆ (altı gün sulama aralığına sahip konular) için $Y = 8.2498 I - 596.52$, $R^2 = 0.9372$, IF₃ (üç gün sulama aralığına sahip konular) için $Y = -0.0141 I^2 + 22.472 I - 3884.6$, $R^2 = 1$ şeklinde bulunmuş, bitki su tüketimi ile verim arasındaki ilişkiler ise LEPA deneme parsellerinde $Y = 4.6127 ET + 808.2$, $R^2 = 0.9996$, IF₆ damla sulama parsellerinde $Y = 0.0175 ET^2 + 28.939 ET - 6898.1$, $R^2 = 1$ ve IF₃ damla sulama parsellerinde $Y = -0.0206 ET^2 + 36.199 ET - 1.0008$, $R^2 = 1$ şeklindeki eşitliklerle ifade edilmiştir.

Oransal evapotranspirasyon açığı $(1 - E_t/E_{t_m})$ ile oransal verim azalış $(1 - Y_a/Y_m)$ değerleri arasındaki ilişkiler su-verim ilişkileri ve pamuk verimi kullanılarak elde edilmiştir. Verim etmeni (k_y) ilişkisinin eğimi olup, yetiştirme mevsimi içerisinde LEPA sulama konularında 1.20 olarak belirlenmiş ve damla sulama konularında ise 0.87 ila 1.20 değerleri arasında olduğu bulunmuştur.

Pamuk bitkisinin sulama suyu kullanım (IWUE) ve su tüketim (WUE) randımanları elde edilmiştir. (IWUE) değerleri LEPA için 5.83'den 7.78 kg/ha-mm'ye, damla sulama konularında ise 6.01 ila 8.13 kg/ha-mm değerleri arasında değişim göstermiştir. En yüksek su kullanım randımanı 8.13 kg/ha-mm ile IF₆I₆₇ konusundan elde edilmiştir. Hem LEPA hem de damla sulama sistemindeki tam sulama konularındaki (LEPA-100, IF₃I₁₀₀, IF₆I₁₀₀) IWUE değerleri sırası ile 5.83, 6.19, ve 7.18 kg/ha-mm değerinde belirlenmiştir. Uygulanan sulama suyu miktarı arttığında, IWUE değerleri azalmıştır.

Bu denemedeki LEPA ve damla sulama konularında pamuk bitkisinin en yüksek toplam su tüketim randımanı (WUE) 7.41 kg/ha-mm ile IF₆I₆₇ konusundan elde edilmiştir. Evapotranspirasyon arttıkça su tüketim randımanının azaldığı bulunmuştur. Diğer konulardaki (WUE) değerleri orantılı olarak azalmıştır.

Tam sulama konularından (LEPA-100, IF₃I₁₀₀, IF₆I₁₀₀) stres konularına (LEPA-25, IF₃I₁₀₀, IF₆I₁₀₀) gidildikçe artan su stres düzeyi, kuru madde birikim miktarını doğru orantılı olarak azaltmıştır. Kuru madde birikim miktarı aynı zamanda deneme boyunca konularda önemli derecelerde farklılık göstermiştir. Tüm sulama konularında 0.614 kg/m² (IF₆I₃₃) değeri ile 1.509 kg/m² (IF₆I₁₀₀) değerleri arasında değişim göstermiştir. Her iki sulama yönteminin uygulandığı deneme parselleri içerisinde deneme süresince tam sulama konularından elde edilen kuru madde birikim miktarı diğer sulama konularına göre daha yüksek olmuştur.

Çalışmadaki en yüksek LAI değeri damla sulama konularında 4.528 değerinde IF₆I₁₀₀ konusunda belirlenmiştir. Pamuk bitkisinin en yüksek LAI değerlerinin her iki sulama yönteminde de tam sulama konularında Ağustosun 10' da ulaştığı saptanmıştır. Stres konularındaki maksimum LAI oluşumunun tam sulama yapılan deneme konularından iki hafta daha erken meydana geldiği gözlenmiştir. Uygulanan sulama suyu miktarı azaldıkça, LAI değerinin de azaldığı belirlenmiştir.

Bu çalışmada birbirinden farklı tüm sulama konularındaki bitki boyları 55 ila 114 cm arasında değerler aldığı gözlemlenmiştir. Uygulanan sulama suyu miktarı azaldıkça, bitki boylarında bu azalan su miktarlarına göre doğru orantılı olarak bir azalma meydana gelmiştir. Genelde, damla sulama parsellerindeki pamuk bitki boyları, LEPA sulama yöntemine göre daha yüksek olmuştur. Bu durum, damla sulama sisteminde N gübresinin sulama suyuyla beraber sistemden verilmesi (fertigation) ile pamuk bitkilerinin N'ü daha randımanlı kullandığı varsayımına dayandırılmıştır.

Araştırma sonucu göstermiştir ki Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Projesi kapsamındaki bölgenin sahip olduğu iklimsel koşullar altında pamuk bitkisinin sulamasında LEPA ve damla sulama sistemlerinin başarı ile kullanılabileceğini ortaya koymuştur. Damla sulama yönteminden alınmış olan en yüksek 5870 kg/ha'lık kütlü pamuk verim değerinin, bölgede diğer yapılmış olan denemelerde alınmış en yüksek verim ve çiftçilerin elde ettiği verimden oldukça fazla olduğu saptanmıştır. Böylelikle, sistemin ilk yatırım giderleri karık sulama metodu ile karşılaştırıldığında daha yüksek olmasına karşın su tasarrufu, daha az iş gücü gereksinimi ve daha yüksek verim elde edilişi sistemin diğer sulama tekniklerine göre daha fazla maliyete sahip olmasını haklı göstermektedir.

LEPA sisteminin aynı zamanda bu bölgedeki kullanılabilir olma yeteneği üzerinde bir yeterlilik çalışmasına gidilmeli ve bununla birlikte GAP bölgesinde geçerli olan iklim ve toprak su koşullarına uygun LEPA (Düşük Basıncılı Yağmurlama Sistemi) sulama programlarının düzenlenmesi gerekmektedir.

Bunun yanı sıra, LEPA ve damla sulamanın kullanımındaki önemli bir kararında, bu sistemin ekonomik analizinin yapıldıktan sonra uygulanması gerçeğinin ortaya çıkmasıdır.

KAYNAKLAR

- BAR-YOSEF, B., PHENE, C.J., HUTMACHER, R.B., 1991. Plants Response to Subsurface Trickle Fertigation. BARD Project No. I-1116-86 Final Report. Bet Dagan, Israel: BARD.
- BIELORAI, H., MANTELL, A., MORESHET, S., 1983. Water Relations of Cotton. P. 49-87. In T.T.Kozlowski (ed.) Water Deficits and Plant Growth. Academic Press, New York.
- BOUYOUCOS, G.J., 1951. A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soils. *Agron. J.* 43, 434-448.
- BORDOVSKY, J.P., LYLE, W.M., 1996. LEPA Irrigation of Grain Sorghum with Varying Water Supplies. *Transactions of the ASAE*, Vol. 39 (6): 2033-2038.
- BORDOVSKY, J.P., LYLE, W.M., LASCONA, R.J., UPCHURCH, D.R., 1992. Cotton Irrigation Management with LEPA System. *Transactions of the ASAE*, Vol. 35 (3), p. 879-884.
- BORDOVSKY, J.P., LYLE, W.M., BENDER, D.A., LIPE, W.N., VRUBEL, L.W., LORENZ, D.C., 1984. LEPA vs. Drip Irrigation Methods. *Annual Progress Report 7-13. Halfway, Tex. Agric. Exp. Sta.*
- BORDOVSKY, J.P., LYLE, W.M., LASCANO, R.J., UPCHURCH, D.R., 1991. Cotton Irrigation Management with LEPA Systems. *Transaction of the ASAE* 35(3):80-85.
- BREMNER, J.M., 1965. Total Nitrogen (C. A. BLACK et. Al., edit) *Methods of Soil Analysis, Part: 2. Agronomy Series No: 9, ASA Inc., Rubl., Madison, Wisc., USA.* 1171-1175.
- BUCHLEITER, G.W., 1988. Performance of LEPA Equipment on Center Pivot Machines. *Applied Engineering in Agriculture* 8(5):631-637.
- BUCKS, D.A., 1995. Historical Developments in Microirrigation. *Proceedings of the Fifth International Microirrigation Congress. Orlando, Florida.*
- BYNUM, JR., E.D., ARCHER, T.L., LYLE, W.M., BORDOSKY, J.P., 1988. Chlorpyrifos Application for Greenbug (Homoptera: Aphidae) Control with A New Multifunctional Irrigation System. *J. Econ. Entomol.* Vol 81 (6), pp.1781-1784.
- CAMP, C.R., SADLER, E.J., EVANS, D.E., USREY, L.J., OMARY, M., 1998. Modified Center Pivot System for Precision Management of Water and Nutrients. *Transactions of the ASAE*. Vol. 14 (1): p. 23-31.
- CARRUTHERS, I., ROSEGRANT, M.W., SECKLER, D., 1997. Irrigation and Food Security in the 21st Century. *Irrigation and Drainage Systems*, 11: 83-101.
- COELHO, R.D., MARTIN, D.L., CHAUDRY, F.H., 1996. Effect of LEPA Irrigation on Storage in Implanted Reservoirs. *Transactions of the ASAE*, Vol. 39 (4) : 1287-1298.
- CONSTABLE, G.A., ROCHESTER, I.J., HODGSON, A.S., 1990. A Comparison of Drip and Furrow Irrigated Cotton on a Cracking Clay Soil. *Irrig. Sci.* (1990) 11:137-142.
- ÇAĞLAR, K.Ö., 1969. *Toprak Bilgisi. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yayınları: 10, Ankara, 230 s.*

- ÇETİN, Ö., BİLGEL, L., DEĞİRMENÇİ, V., 1999. The Effect of Different Moving Irrigation Systems on Yield and Quality of Cotton in Southeastern Anatolia Region of Turkey. International Symposium on New Approaches in Irrigation, Drainage and Food Control Management, 12 -14 May 1999, Bratislava, Sloviaka.
- ÇETİN, Ö., 1997. The Effects of Different Irrigation Methods on the Cotton Yield. The Research Yearbook of Soil and Water Sources of 1996, General Directorate of Village Affair, The Chairmanship of RPC Dep., No. 102, Ankara, p. 280-294.
- ÇETİN, O., ŞENER, S., SCHAFFER, W., ÖZYURT, E., 1996. The effects of Different Irrigation Methods on The Yield and Water Use Efficiencies of Cotton under Harran Conditions (in Turkish). Village Affair Research Institute, Şanlıurfa, 15 4 pp.
- DOORENBOS, J., KASSAM, A.H., 1979. Yield Response to Water. FAO Irr. And Drain. Paper, No.33, FAO, Rome. 193 s.
- ERTEK, A., 1998. The Possibilities of Irrigation of Cotton with Drip Systems (in Turkish). Cukurova University, Institute of Natural Science, Irr. And Drain Engin. Dep., Ph D. Dissertation, Adana, 140 s.
- FANGMEIER, D.D., VLOTMAN, F.W., EFTEKHARZADEH, S., 1990. Uniformity of LEPA Irrigation Systems with Furrow Drops. Transaction of the ASAE, Vol. 33 (6), pp.1907-1912.
- FIPPS, G., NEW, L.L. 1990. Six Years of LEPA in Texas-Less Water, higher Yields. In Proc. of the Third Nat. Irrig. Symp., 115-120. St. Joseph, Mich. ASAE.
- GARRITY, D. P., WATTS, D.G., SULLIVAN, C.Y., GILLEY, J.R., 1982. Moisture Deficit and Grain Sorghum Performance: Effects of Genotype and Limited Irrigation Strategy. Agron. J. 74:808-814.
- GELETA, S., SABBAGH, G.J., STONE, J.F., ELLIOTT, R.L., MAPP, H.P., BERNANDO, D.J., WATKINS, K.B., 1994. Importance of Soil and Cropping Systems in the Development of Regional Water Quality Policies. Journal of Environmental Quality, Vol. 23(1), p. 36-42.
- GRIMES, D.W., YAMADA H., W.L. DICKENS., 1969. Functions for Cotton (*Gossypium Hirsutum* L.) Production from Irrigation and Nitrogen Fertilization Variables: Yield and Evapotranspiration. Agron. J. 16:769-773.
- HAMDY, A., LACIRIGNOLA, C., 1999. Mediterranean Water Resources: Major Challenges Towards the 21st Century. Mediterranean Agronomic Institute of Bari.
- HANSON, R.B., SCHWANKL, L., FULTON, A., 1988. Uniformity of Infiltrated Water Under A Low Energy Precision Application (LEPA) Irrigation System. Transaction of the ASAE, Vol. 31(5).
- HILLS, D.J., GU, Y., RAMSEY, J.W. WALLENDER W.W., 1988. Lateral Move Water Application Uniformity Relative to Machine Speed. Transactions of the ASAE 31(2):527-530.
- HIZALAN, E., ÜNAL, H., 1966. Topraklarda Önemli Kimyasal Analizler. Ankara Üni. Zir. Fak. Yayınları: 278. A.ü. Basımevi, Ankara. 885 s.
- HODGSON, A.S., CONSTABLE, G.A., DUDDY, G.R., DANIELS, I.G., 1990. A Comparision of Drip and Furrow Irrigated Cotton on Clay Soil. 2. Water Use

- Efficiency, Waterlogging, Root Distribution and Soil Structure. *Irrig. Sci* 11:143-148.
- HOWELL, T.A., PHENE, C.J., 1983. Distribution of LEPA Irrigation Water from A Low Energy Pressure, Lateral Moving Irrigation System. *Transaction of the ASAE*, pp.1422-1429
- HOWELL, T.A., HATFIELD, J.L., YAMADA, H., DAVIS, K.R., 1984. Evaluation of Cotton Canopy Temperature to Detect Crop Water Stress. *Transactions of the ASAE*, 27:84-88.
- HOWELL, T.A., YAZAR, A., SCHNEIDER, A.D., DUSEK, D.A., COPELAND, K.S., 1995. Yield and Water Use Efficiency of Corn in Response to LEPA Irrigation. *Transactions of the ASAE*, Vol. 38 (6), p. 1737-1747.
- HOWELL, T.A., YAZAR, A., SCHNEIDER, A.D., DUSEK, D.A., COPELAND, K.S., 1994. Yield and Water Use Efficiency of Corn in Response to LEPA Irrigation. *ASAE Paper No: 94-2098*.
- HUSMAN, S., JOHNSON, K., WEGENER, R., METZLER, F., 1998. Upland Cotton Lint Yield Response to Several Soil Moisture Depletion Levels. *Cotton : A Collage of Agriculture Report*. The University of Arizona, Tucson, Arizona, 85721. Publication AZ 1006.
- HUTMACHER, R.B., PHENE, C.J., DAVIS, K.R., VAIL S.S., KERBY, T.A., PETERS, M., HAWK, C.A., KEELEY, M., CLARK, D.A., BALLARD, D., HUDSON, N., 1995. Evapotranspiration, Fertility Management for Subsurface Drip Acala and Pima Cotton. In *Proc. 5th Int'l. Microirrigation Congress*, ed. F. R. Lamm, 147-154. St. Joseph, Mich.: ASAE.
- JAMES, L.G., 1988. *Principles of Farm Irrigation System Design*. John Wiley and Sons. Inc, 543 s. New York.
- KANBER, R., 1977. A Lysimetric Study on the Effects of Irrigation Applied at the Different Available Moisture Level of the Some Soil Series on the Yield and ET of Cotton Under Cukurova Conditions (in Turkish). *Soil Water Research Ins. Pub. No. 78/85*, Tarsus, 169 pp.
- KANBER, R., ÖNDER, S., ÜNLÜ, M., KÖKSAL, H., ÖZEKİCİ, B., SEZEN, S.M., YAZAR, A., KOÇ, K., 1996. The Optimization of the Irrigation Methods which can be used for Cotton and Their Comparison to Sprinkler Method (in Turkish). Prime Ministry of Turkish Republic, Chairmanship of Southeastern Anatolia Project Authority Pub. 96, Adana, 148 pp.
- KANBER, R., ÖNDER, S., YAZAR, A., OGUZER, V., KÖKSAL, H., 1992. The Effects of Antitranspirant Dozes and Irrigation Intervals on the Yield and Evapotranspiration of Cotton under Harran Plain (in Turkish). *Doga*, 16(3):487-500.
- KANBER, R., TEKİNEL, O., BAYTORUN, N., ÖNDER, S., 1991. The Possibilities of Free Water Surface Evaporation for Programming the Irrigation Interval and Evapotranspiration of Cotton under Harran Plain Conditions. Prime Ministry of Turkish Republic, Chairmanship of Southeastern Anatolia Project Authority Pub. 44, Adana, 38 pp.
- KARA, C., GÜNDÜZ, M., 1998. The Effects of Different Irrigation Methods on the Cotton Yield. *The Research Yearbook of Soil and Water Sources of 1997*,

- General Directorate of Village Affair, The Chairmanship of RPC Dep., No.106, Ankara, p. 285-301.
- KIRMIZI, U., DEMİR, H., YILDIZ, F.M., 1999. Operating of GAP Irrigation Projects. GAP Review (GAP Regional Development Administration, Year 7, Number 12, pp. 65.
- LYLE, W.M., BORDOVSKY, J.P., 1981. Low Energy Precision Application (LEPA) Irrigation System. Transactions of the ASAE, 24 (5), pp. 1241-1245.
- LYLE, W.M., BORDOVSKY, J.P., 1983. LEPA Irrigation System Evaluation. Transaction of the ASAE, (26), pp. 776-781.
- LYLE, W.M., BORDOVSKY, J.P., 1986. Chemical Application with the Multifunction LEPA System. Transactions of the ASAE. Vol. 29 (6), p. 1699-1706.
- LYLE, W.M., BORDOVSKY, J.P., 1995. LEPA Corn Irrigation with Limited Water Supplies. Transaction of the ASAE, Vol. 38. Iss 2. pp. 455-462.
- MAHRER, Y. RYTWO, G., 1991. Modelling and Measuring Evapotranspiration in A Daily Drip Irrigated Cotton Field. Irrig. Sci. (1991) 12:13-20.
- MAUNEY, J.R., 1979. Production of Fruiting Points. P. 256-261. In J.M. Stewart (ed.) Cotton Physiology. A Treatise. Section I. Flowering, Fruiting and Cutout. Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf., Phoenix, AZ. 7-11 Jan 1979. Natl. Cotton Council Am. Memphis, TN.
- MOIGNE, J.M., FREDERIKSEN, H.D., OCHS, W.J., 1989. Future Irrigation Prospects and Actions in Developing Countries. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, Vol. 115, No. 4, August.
- NEW, L.L., KNUTSON, A., FIPPS, G., 1990. Chemigation with LEPA Center Pivots. Proceedings of the Third National Irrigation Symposium, Phoenix, Oct 28-Nov. 1 ASAE Publication 04-90, 1990.
- NEW, L., FIPPS, G., 1990. LEPA Conversion and Management. Texas Agricultural Extension Service, Publication B-1691.
- ORGAZ, F., MATEOS, L., FERERES, E., 1992. Agroclimatology and Modeling. Season Length and Cultivar Determine the Optimum Evapotranspiration Deficit in Cotton. Agronomy Journal, Vol. 84, Jul-August 1992.
- PADMAKUMARI, O., SIVANAPPAN, R.K., 1985. Proceeding of the Third International Drip/Trickle Irrigation Congress. ASAE. Vol. 1, s. 262-268.
- PETERSEN, R.G., CALVIN, L.D., 1965. Sampling Methods of Soil Analysis (C.A.Black et. Al. edit), Part 1, Agronomy Series No:9, Am. Soc. Of Agr. Inc. Pub., Madison Wisconsin, USA, P: 54-72.
- PHENE, C.J., DAVIS K.R., HOWELL, T.A., MCCORMICK, R.L., NIGHTENGALE H.I., MEEK, D.W., 1984. Evapotranspiration and Water Use Efficiency of Trickle Irrigated Cotton. Paper No. 84-2625. Presented 1984 Winter Meeting ASAE. New Orleans, IA. 24 p.
- PLAUT, Z., BEN-HUR, M., MEIRI, A., 1992. Yield and Vegetative Growth as Related to Plant Water Potential of Cotton Irrigated with a Moving Sprinkler System at Different Frequencies and Wetting Depths. Irrig. Sci. (1992) 13:39-44.

- PLAUT, Z., M. ROM, A. MEIRI., 1985. Cotton Response to Subsurface Trickle Irrigation. In Proc. 3rd Int'l. Drip/Trickle Irrigation Congress, 2: 916-920. St. Joseph, Mich.: ASAE.
- REYES, M.A.V., SPURGEON, W.E., TOMSICEK, D.J., 1993. High Frequency Low Pressure in Canopy Sprinkler Irrigation. Central Plains Short Course, Kearney. University of Nebraska, Lincoln.
- SCHNEIDER, A.D., HOWELL, T.A., 1995. Grain Sorghum Response to Sprinkler Application Methods and System Capacity. Transactions of the ASAE, Vol. 38 (6), p. 1693-1697.
- SEGARRA, E., ALMAS, L., BORDOVSKY, J.P., 1999. Adoption of Advanced Irrigation Technology: LEPA VS. Drip in the Texas High Plains. Texas Tech University, Department of Agricultural and Applied Economics Research Publication No. CER-99-41.
- SOURELL, H., 1981. Development and Use of Mobile Drip Irrigation. Drip/Trickle Irrigation in Action Proceeding of the Third International Drip/Trickle Irrigation Congress, November 18-21, Center Plaza Holiday Inn, Fresno, California USA (ASAE).
- SPURGEON, W.E., FEYERHERM, A.M., MANGES, H.L., 1991. In-canopy Application Made and Soil Surface Modification for Corn. Applied Engineering in Agriculture, V. 11 (4), p. 517-522.
- STEGMAN, B.A., HANKS, R.J., MUSICK, J.T., WATTS, D.G., 1981. Irrigation Water Management-Adequent or Limited Water Irrigation Challenges at the 80's Proceeding of the ASAE Second National Irrigation Symposium, Oct. 20-23, 1980 Univ. of Nebreska, Lincoln, Nebreska. Pub. ASAE, St. Joseph, Michigan.
- TAYLOR, B.B., PENNINGTON, D.A., HOFFMANN, W.C., BRIGGS, R.E., MATTHIAS, A.D., STEDMAN, S.W., 1983. Proc. of the Western Cotton Production Conference, Las Cruces, New Mexico pp. 31-34.
- TEKİNEL, O., 1992. Güneydoğu Anadolu Projesinin (GAP) Türkiye'nin Ekonomik, Sosyal ve Dış Politikasına Etkileri. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No.69. Adana, 8s.
- TEKİNEL, O., KANBER, R., 1979a. The Evaluation of the Evapotranspiration and Yield of Cotton under Deficit Irrigation Conditions in Cukurova Plain (in Turkish). Regional Soil and Water Research Inst. Publ. 98/48, Tarsus, 39 pp.
- TOLK, J.A., HOWELL, T.A., STEINER, J.L., KRIEG, D.R., SCHENEIDER, A.D., 1995. Role of Transpiration Suppression by Evaporation of Intercepted Water in Improving Irrigation Efficiency. Irrigation Science, Vol. 16 (2), pp. 89-95.
- TURNER, N. C., HEARN, A.B., BEGG, J.E., CONSTABLE, G.A., 1986. Cotton (*Gossypium Hirsutum* L.): Physiological and Morphological Responses to Water Deficits and Their Relationship to Yield. Field Crops Res. 14:153-170.
- TÜZÜN, M., YENİGÜN, R., 1999. Agricultural Development Approach of the Southeastern Anatolia Project. GAP Review (GAP Regional Development Administration, Year 7, Number 12, pp12.
- WANJURA, D.F., MAHAN, J.R., UPCHURCH, D.R., 1996. Irrigation Starting Time Effects on Cotton under High-Frequency Irrigation. Published in Agron. J. 88:561-566.

- WILSON, P., AYER, H. SCNIDER, G., 1984. Drip Irrigation for Cotton: Implications for Farm Profits. National Research Economics Division, Economics Research Ser., U.S.Dep. of Agric., Agric. Econ. Report 517, Washington, DC, 29 pp.
- YAVUZ, M.Y., 1993. Farklı Sulama Yöntemlerinin Pamukta Verim ve Su Kullanımına Etkileri. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enst. Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana.
- YAZAR, A., 1999. Irrigation Technology Introduction, Adaptation, and Management for Natural Resources Preservation in the Southeast Anatolia Project (GAP) in Turkey. Joint Research and Development Project Proposal. Scientific and Technical Research Council of Turkey (TUBITAK) – National Science Foundation (NSF).
- YAZAR, A., HOWELL, T.A., DUSEK, D.A., COPELAND, K.S., 1999. Evaluation of Crop Water Stress Index for LEPA Irrigated Corn. Irrigation Science, 18: 171-180.

ÖZGEÇMİŞ

1972 yılında Adana'da doğdum. İlk, Orta ve Lise öğrenimimi Adana'da tamamladım. 1991 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümüne girdim ve 1995 yılında aynı bölümden mezun oldum. Aynı yıl Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsünün açmış olduğu Yüksek Lisans sınavını kazanarak Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalında eğitime başladım. Daha sonra 1997 yılında K.S.Ü Fen Bilimleri Enstitüsünün açmış olduğu Yüksek Lisans sınavını kazandım. İki ay sonra Arş. Gör. kadrosuna atanarak anılan Anabilim Dalında görevime başladım. 1997-1998 yılları arasında İtalya'nın Bari şehrinde CIHEAM (Mediterranean Agronomic Institute of Bari) tarafından düzenlenmiş olan sulama kursuna katıldım. Burada başarılı olarak 1999 yılında sulama üzerine Master (MS-c) diploması aldım. 2001 yılının Ocak ayında K.S.Ü Ziraat Fakültesi Dekanlığının açmış olduğu Öğretim Görevliliği sınavını kazandım. Halen aynı Üniversitenin Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümünde Öğretim Görevlisi olarak çalışmaktayım.



BC FİKSERİCİLERİN KURULU
BÜYÜK MANTARCIYI
MERKEZİ