

**T. C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ALTERNATİF SULAMA SİSTEMLERİ AÇISINDAN SULAMA SUYU
İHTİYACININ ÖRNEK BİR BAHÇE UYGULAMASINDA
KARŞILAŞTIRILMASI**

Saadet SEVEN

**Danışman
Prof. Dr. Ahmet DOĞAN**

**II. Danışman
Doç. Dr. Veysel GÜLDAL**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA- 2017**



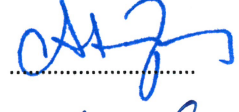
© 2017 [Saadet SEVEN]

TEZ ONAYI

Saadet SEVEN tarafından hazırlanan "Alternatif Sulama Sistemleri Açısından Sulama Suyu İhtiyacının Örnek Bir Bahçe Uygulamasında Karşılaştırılması" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.


Danışman

Prof. Dr. Ahmet DOĞAN
Yıldız Teknik Üniversitesi



II. Danışman

Doç. Dr. Veysel GÜLDAL
Süleyman Demirel Üniversitesi



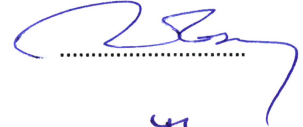
Jüri Üyesi

Prof. Dr. Mesut ÇİMEN
Süleyman Demirel Üniversitesi



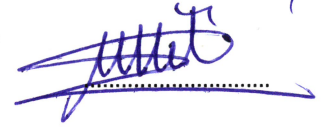
Jüri Üyesi

Doç. Dr. İsmail TOSUN
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Murat KİLİT
Afyon Kocatepe Üniversitesi



Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Yasin TUNCER

.....

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Saadet SEVEN



İÇİNDEKİLER

	sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Sulamanın Önemi.....	1
1.2. Sulamanın Tarihi.....	2
1.3. Dünyada Su Kullanımı.....	3
1.4. Damla Sulama Sisteminde Su Tasarrufu	5
1.5. Damla Sulama İçin Verilen Devlet Teşvikleri.....	6
1.5.1. Çevre amaçlı tarımsal arazilerin korunması programı (ÇATAK).....	6
1.5.2. Devam eden ve planlanan devlet teşvikleri.....	7
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	9
3. MATERYAL VE YÖNTEM	23
3.1. Çalışma Alanının Tanıtılması.....	23
3.1.1. Konum	23
3.1.2. İklim	23
3.1.3. Topoğrafik yapı.....	24
3.1.4. Bitki örtüsü ve fauna.....	24
3.1.5. Isparta'da tarım alanları ve sulama	25
3.1.6. Isparta'da damla sulama uygulanan bitki türleri	27
3.2. Sulama Yöntemleri	29
3.2.1. Yüzeyden sulama yöntemleri.....	30
3.2.2. Yağmurlama sulama yöntemi.....	30
3.2.3. Toprak altı sulama yöntemi	31
3.2.4. Damla sulama yöntemi	31
3.2.4.1. Damla sulamanın yararları.....	31
3.2.4.2. Damla sulama sisteminin elemanları.....	32
3.3. Sulama Yöntemlerinde Su Uygulama Randımanları	33

3.4. Bitki Su İhtiyacı.....	34
3.5. Damla Sulama Örneği Olarak Seçilen Bahçe de Damla Sulama Uygulaması.....	35
3.5.1. Damla sulama sistemi elemanları.....	38
3.5.1.1. Su kaynağı.....	38
3.5.1.2. Pompa ünitesi-kontrol ünitesi.....	40
3.5.1.3. Filtre ve ters yıkama otomasyonu.....	41
3.5.1.4. Ana boru hattı.....	41
3.5.1.5. Dağıtım boru hattı.....	42
3.5.1.6. Damlama boruları (lateral).....	43
3.5.1.7. Damlatıcılar.....	44
3.6. Blaney-Criddle Yöntemiyle Sulama Miktarının Hesaplanması.....	44
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	50
4.1. Çalışma Alanı Temmuz Ayı Sulama Suyu İhtiyacı.....	50
4.2. Türkiye’de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketimi Rehberine Göre Temmuz Ayı Sulama Suyu İhtiyacı.....	52
4.3. Çalışma Alanında Kullanılan Su Miktarı.....	54
4.3.1. Çalışma alanı salma sulama ile sulandığında kullanılan su miktarı....	54
4.3.2. Çalışma alanı damla sulama ile sulandığında kullanılan su miktarı ...	55
4.4. Çalışma Alanı Sulama Maliyeti Hesabı.....	59
4.5. Çalışma Alanında Su Kullanımı Analizi.....	60
5. SONUÇ.....	62
KAYNAKLAR.....	63
ÖZGEÇMİŞ.....	68

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ALTERNATİF SULAMA SİSTEMLERİ AÇISINDAN SULAMA SUYU İHTİYACININ ÖRNEK BİR BAHÇE UYGULAMASINDA KARŞILAŞTIRILMASI

Saadet SEVEN

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ahmet DOĞAN

II. Danışman: Doç. Dr. Veysel GÜLDAL

Bu çalışmada, alternatif sulama sistemleri açısından örnek bir bahçe uygulaması çerçevesinde Isparta bölgesinin sulama suyu ihtiyacının belirlenerek karşılaştırılması amaçlandı. Bu amaç doğrultusunda, sulama sistemleri, sulamanın önemi ve sulamanın tarihçesi, daha sonra da Isparta'nın fiziki, coğrafi konumu incelendi. Isparta'da kullanılan sulama yöntemleri, su verimliliği ve su ihtiyacı açısından araştırıldı.

Isparta'da, 2000 yılından sonra yaygınlaşan damla sulama yöntemi, tüm yönleriyle incelendi. En çok üretimi yapılan, elma da damla sulama yöntemi ve salma sulama yöntemleri karşılaştırıldı. Çalışma alanı olarak, Isparta'nın Eğirdir ilçesi Tepeli Köyü'nde 10 dekarlık bir arazi seçildi. Çalışma alanında mevsimlik bitki su ihtiyacı Blaney-Criddle metodu kullanılarak hesaplandı. Türkiye'de sulanan bitkilerin bitki su ihtiyacı rehberine de uyumlu olduğu görüldü. Örnek uygulama kapsamında, 2016 yılında 10 dekarlık arazide salma sulama ile Temmuz ayında 2700 m³su kullanıldığı, damla sulama ile 2052 m³su kullanıldığı, asıl ihtiyaç duyulan su miktarının ise 1720 m³olduğu tespit edildi. Çalışma alanında damla sulama ile %84 randımına ulaşılırken salma sulamada randıman %63 olarak bulundu.

Örnek arazide damla sulama ile salma sulama yöntemleri maliyet açısından karşılaştırıldığında, salma sulama, damla sulamaya göre 1,62 katı daha maliyetli olduğu görülmüştür. Su kullanımı açısından değerlendirildiğinde, salma sulama yönteminde, damla sulama yöntemine göre 1,69 kat daha fazla su kullanıldığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Damla sulama, salma sulama, Isparta, sulama suyu ihtiyacı, Blaney-Criddle.

2017, 68 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

COMPARISON OF IRRIGATION WATER REQUIREMENTS ON AN EXAMPLE GARDEN BY CONSIDERING ALTERNATIVE IRRIGATION SYSTEMS

Saadet SEVEN

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

Supervisor: Prof. Dr. Ahmet DOĞAN

Co-Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Veysel GÜLDAL

In this study, it was aimed to compare irrigation water demands of alternative irrigation systems on an example garden and to generalize this results to determine the irrigation demand of Isparta. For this purpose, the irrigation systems, the history of the irrigation, importance of irrigation, and the physical and geographical position of Isparta were examined. The irrigation methods used in Isparta and their efficiencies are investigated.

The method of drip irrigation that has been widely used in Isparta since 2000 was examined in all its aspects. Drip irrigation and flood irrigation methods were compared on apple trees, which is the major crop in Isparta, in terms of usefulness and efficiency. A land of 10 decares was selected in Tepeli Village of Eğirdir in Isparta. Seasonal plant water requirement in the study area was calculated by using the Blaney-Criddle method. It has also been observed that the results are compatible with the guidelines published by the Ministry of Agriculture for plant water requirements that are irrigated in Turkey. Within the scope of the sample application, it was determined that in 2016, for 10 decare of land, 2700 m³ of water was actually used in flood irrigation, 2052 m³ of water was used for drip irrigation although only 1720 m³ of water was actually needed. In the study area, efficiency of 84% was achieved with drip irrigation while the efficiency was 63% in flood irrigation.

When drip irrigation and flood irrigation are compared based on cost on the sample field, it is seen that flood irrigation costs 1,62 times more than drip irrigation. Moreover, flood irrigation uses 1,69 times more water than drip irrigation based on calculated crop-water requirements.

Keywords: Drip irrigation, flood irrigation, Isparta irrigation water requirement, Blaney-Criddle

2017, 68 pages

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocalarım Prof. Dr. Ahmet DOĞAN'a ve Doç. Dr. Veysel GÜLDAL 'a teőekkürlerimi sunarım.

Çalışma alanı olarak kullanılan elma bahçesinde çalışma yapmama olanak sağlayan arkadaşım Emrah ANLI'ya ve tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Saadet SEVEN
ISPARTA, 2017



ŞEKİLLER DİZİNİ

	sayfa
Şekil 1.1. Dünyada sektörlere göre su kullanımı	4
Şekil 1.2. Gelir düzeyi düşük ülkelerde su kullanımı	4
Şekil 1.3. Gelir düzeyi yüksek ülkelerde su kullanım	5
Şekil 3.1. Yeni kurulan gül bahçesi damla sulama uygulaması	28
Şekil 3.2. Damla sulama hattı gül bahçesi	28
Şekil 3.3. Damla sulama hattı elemanları	32
Şekil 3.4. Türkiye’de 1995-2004 yılları için sulama suyu ihtiyacı ve dağıtılan su miktarı	34
Şekil 3.5. Isparta ili haritası	36
Şekil 3.6. Çalışma alanı örnek bahçenin uydu görüntüsü	37
Şekil 3.7. Damlama sulamada kullanılan su kaynağı kovada kanalı	39
Şekil 3.8. Çalışma alanı su kaynağı	39
Şekil 3.9. Pompa ve kontrol ünitesi	40
Şekil 3.10. Filtre ve ters yıkama otomasyonu	41
Şekil 3.11. Ana boru hattı	42
Şekil 3.12. Dağıtım boru hattı manifold	43
Şekil 3.13. Damlama boruları	44
Şekil 4.1. Çalışma alanında damla sulama uygulaması	56
Şekil 4.2. Çalışma alanı 38 hat damla sulama uygulaması	58
Şekil 4.3. Damla sulama ile salma sulama maliyet karşılaştırması	60
Şekil 4.4. Elma alanlarında yapılan sulama su miktarlarının karşılaştırılması	61

ÇİZELGELER DİZİNİ

	sayfa
Çizelge 2.1. Kazova araştırma alanı su verim çizelgesi.....	9
Çizelge 2.2. Damla sulamada diğer geleneksel sulama yöntemlerine göre verim artışı ve sağlanan su tasarrufu	10
Çizelge 2.3. Damla sulamada diğer geleneksel sulama yöntemlerine göre sağlanan su tasarrufu	11
Çizelge 3.1. Isparta tarım alanları durumu	25
Çizelge 3.2. Isparta'nın 2016 yılı meteorolojik verileri	26
Çizelge 3.3. Yıllar itibariyle Isparta'da modern sulamaya geçen alanlar	26
Çizelge 3.4. Eğirdir elma bitkisi kc katsayıları.....	46
Çizelge 3.5. Çeşitli aylarda ve enlem derecelerinde güneşlenme oranları	48
Çizelge 4.1. Eğirdir de damla sulama ile sulanan ağacın bitki su ihtiyacı.....	53
Çizelge 4.2. Çalışma alanında salma sulama kullanımı	54
Çizelge 4.3. Çalışma alanında damla sulama kullanımı.....	55
Çizelge 4.4. Çalışma alanında 38 hatta damla sulama kullanımı.....	57
Çizelge 4.5. Çalışma alanı randıman analizi	57
Çizelge 4.6. Çalışma alanında tüm sulama sezonu kullanılan su miktarları, gerçek su ihtiyaçları ve randımanları.....	58
Çizelge 4.7. Isparta elma üretimi yapılan tarım alanları	61

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

d	Çap
D	Yer değiştirme
D_n	Net sulama suyu ihtiyacı
D_t	Toplam sulama suyu ihtiyacı
Ec	Su iletim randımanı
ET_c	Bitki su ihtiyacı
K	Bitki cinsine bağlı katsayı
P	Aylık güneşlenme oranı
P	Basınç
P	Yağış
Pe	Etkili yağış
P_s	Bitki tarafından gölgelenen alan yüzdesi
T	Aylık ortalama sıcaklık
T	Düzeltilmiş bitki su tüketimi değeri
T	Sıcaklık
t	Zaman
U	Aylık su ihtiyacı
Δ	Fark
ε	Ekserji verimi
ω	Özgöl nem

1. GİRİŞ

İnsanlar için oksijenden sonra gerekli en önemli hayat kaynağı sudur. İnsanların ve diğer canlıların vücutlarının büyük bölümü sudan oluşmaktadır. Bütün canlıların hayatlarını sürdürebilmeleri için suya ihtiyaçları vardır. Toprakta mevcut bulunan besin elementlerinin döngüsünü tamamlayabilmeleri tamamen su döngüsüne bağlıdır (Keloğlu, 2005).

Suyun atmosfer, karalar ve okyanuslar arasındaki sürekli döngüsüne hidrolojik çevrim denmektedir. Hidrolojik çevrim güneş enerjisi ile desteklenen doğal bir sistemdir. Bu sistemin temel mekanizması buharlaşma, terleme ve yağıştır. Bitkiler terleme ile önemli miktarda suyu topraktan alıp su buharı şeklinde atmosfere verirler. Bu olay esnasında birçok besin elementi de suda çözülmüş olarak bitki bünyesine girer ve buradaki iletim demetleri aracılığı ile taşınırlar (Bayazıt, 1999; Süzer, 2014).

1.1. Sulamanın Önemi

Birleşmiş Milletler Çevre Programı'na göre Dünyada 1400 milyon km³ su bulunmakta olup bu suyun %97,5'i tuzlu su (deniz ve okyanuslarda) ve %2,5'i tatlı sudur. Tatlı suların %69,5'i kutuplarda buzul olarak veya donmuş toprak tabakasında bulunmaktadır. Tatlı suların, %30,1'i yeraltı suyu, kalan %0,4'lük bölümü ise yüzey ve atmosfer sularını oluşturmaktadır. Yani kolayca ulaşılabilecek ve kullanılabilir su oranı toplam suyun %0,4'ü. Dünyada kullanılan suyun ise %85'ini nüfusun %12'si tüketmektedir (Yalçınkaya, 2005).

Suyun dağılımı, yıllara, mevsimlere ve bölgelere göre eşit bir dağılım sergilememektedir. Su varlığının değerlendirilmesi, genelde kişi başına düşen su miktarı ile belirlenmektedir. Bu nedenle yılda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 1000 m³'den az ise su fakiri, 2000 m³'den az ise su azlığına sahip ve 8000-10.000 m³'den fazla ise su zengini ülkeler olarak sınıflandırılmaktadır.

Yeraltı ve yerüstü suları insan kullanımları ve buharlaşma da göz önüne alındığında ülkemiz su zengini bir ülke değil, su azlığı yaşayan bir ülkedir.

Nüfusun 2030 yılında 100 milyon olacağı öngörülürken su azlığı çeken konumdan su fakirliği konumuna gelmesi kaçınılmazdır.

Zirai amaçlı kullanımda yapılacak su tasarrufu, su kullanımında en büyük paya sahip olmasından dolayı, çok büyük öneme sahiptir. Tüm bu sebeplerden dolayı tarlalarda tarım amaçlı kullanılan suyun, en az kayıpla en yüksek verimde kullanılması gerekmektedir. Günümüzde özellikle plastik ve makine endüstrisindeki gelişmeler ile su ve enerjiden daha fazla tasarruf yapılmıştır. Böylece daha ekonomik ve daha etkin yeni sulama teknolojileri geliştirilmiştir. Türkiye'nin 78 milyon hektar olan yüz ölçümünün yaklaşık 1/3'ü olan 28 milyon hektarlık kısım tarım arazisi niteliğindedir. Yapılan etütlere göre, mevcut su potansiyeli ile teknik ve ekonomik olarak sulanabilecek arazi miktarı ise 8,5 milyon hektar olarak hesaplanmıştır. Mevcut durumda sulanan alan ise 5,42 milyon hektar kadardır (www.dsi.gov.tr, Erişim Tarihi: 01. 03. 2017).

1.2. Sulamanın Tarihi

Tarihte ilk sulama ilkel olarak 7000 yıl önce Mezopotamya'da, 5000 yıl önce de Mısır'da yapılmıştır. Mısır'da sulama uygulaması Nil Nehrinin önüne çekilen bir duvarla, taşan suların arazi içine doğru açılan kanallarla taşınması şeklinde gerçekleştirilmiştir.

İlk sulama uygulamaları topoğrafyanın elverdiği ölçüde nehir kenarlarında dar şeritler halinde yapılmıştır. Ancak; buralarda yapılan sürekli sulamalar toprakta drenaj ve çoraklık sorunlarını da beraberinde getirdiği için sulama uzun ömürlü olamamıştır.

Ölçüye dayalı sulama uygulamalarının M.Ö. 5000 yıllarında Latin Amerika'da Aztekler ve İnkalar tarafından gerçekleştirildiği bilinmektedir.

Toprak, Topoğrafya, iklim ve bitki şartlarının birlikte düşünüldüğü sulama projeleri 19.yy.'ın sonlarında uygulanmaya başlanmıştır. Bu anlamda park, bahçe ve mesire alanlarının sulanması ve bu alanlarda yapılan çalışmalar da çok

eskilere dayanmaktadır. İlk önceleri saray ve köşk bahçelerinde yetiştirilen çiçeklerin sulanması ve daha sonra küçük çim alanlarının sulanmasıyla başlanılmış ve teknolojik gelişmeyle birlikte artık günümüzde milyonlarca metre kare yeşil alanlar el değmeden tamamen otomatik sistemlerle sulanmaktadır.

1.3. Dünyada Su Kullanımı

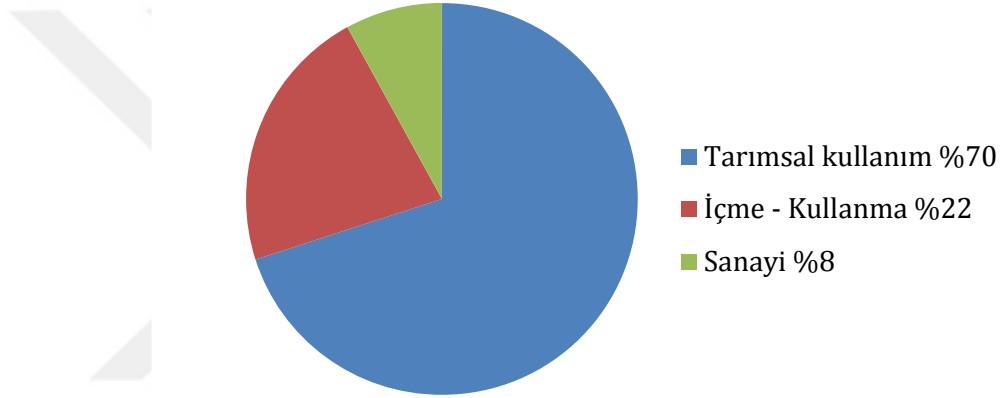
Dünyada en çok su tarımda kullanılmaktadır (Şekil 1.1). Ülkelerin gelir gruplarına göre su kullanımı değerlendirildiğinde, sanayi sektöründe kullanılan su gelir düzeyi düşük ülkelerde %8, gelir düzeyi yüksek ülkelerde %59 dur. Şekil 1.2 ve Şekil 1.3'de bu oranlar gösterilmektedir. Sulama randımanı yaklaşık olarak yüzey sulamada %40, yağmurlamada %70 ve damla sulamada %90'dır. Sulama randımanını arttıran ve sulama suyu ihtiyacını azaltan sulama teknikleri ile sulu tarımda kullanılan suyun yarısı tasarruf edilebilir.

Türkiye'de nüfus 79 milyon (TUİK, 2017) olarak kabul edildiğinde, kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 1700 m³/yıldır. 2025 yılında Türkiye'de kişi başına düşen su miktarının 1000 m³'ün altına düşeceği tahmin edilmektedir. En fazla suyun tüketildiği sulama sektöründe, mevcut durumda kullanılan su miktarı 30 km³ olmasına karşın, 2030'da bu rakamın 71,5 km³ olacağı tahmin edilmektedir. Mevcut durumda kapasitenin %36'sını oluşturan 39,3 km³'ü kullanılmaktadır. Geriye kalan 70,7 km³ su kullanılamamaktadır (www.ankaratb.org.tr, 11.02.2017).

Türkiye'nin yıllık ortalama toplam 112 milyar m³'lük kullanılabilir su potansiyelinin %16'sının içme ve kullanmada, %12'sinin sanayide ve %72'sinin ise tarımsal sulamada tüketildiği görülmektedir. Su kaynaklarının yönetiminde en önemli unsur tarımsal sulama olmaktadır. Sulamada su kullanım etkinliğinin artırılarak su tasarrufu sağlanması büyük önem taşımaktadır. Bu arazilerin sulamaya en iyi şekilde hazırlanması, uygun sulama yönteminin ve su dağıtım sisteminin seçilmesi ve uygulanması ile gerçekleştirilebilir.

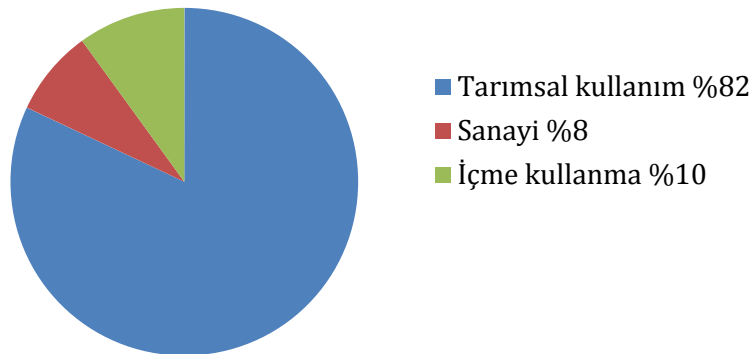
Sulama yönetiminde karşılaşılan sorunlar aşırı su kullanımı, sulama şebekelerinin eski olması, su kirliliği, su iletim ve dağıtımının açık sistemlerle yapılması, organizasyon ve yönetim sorunları olarak sıralanabilir. Bu sorunları gidermek için; sulamada drenaj sularının yeniden kullanımı, sulamada atık suların kullanımı, yüzey su kaynaklarının suyun bol olduğu alanlardan kıt olduğu alanlara yönlendirilmesi, çiftçilerin su tasarrufu sağlayan basınçlı sulama yöntemlerini uygulamalarının sağlanması gibi çalışmaları kapsayan politikalara önem verilmelidir.

Dünyada sektörlere göre su kullanımı



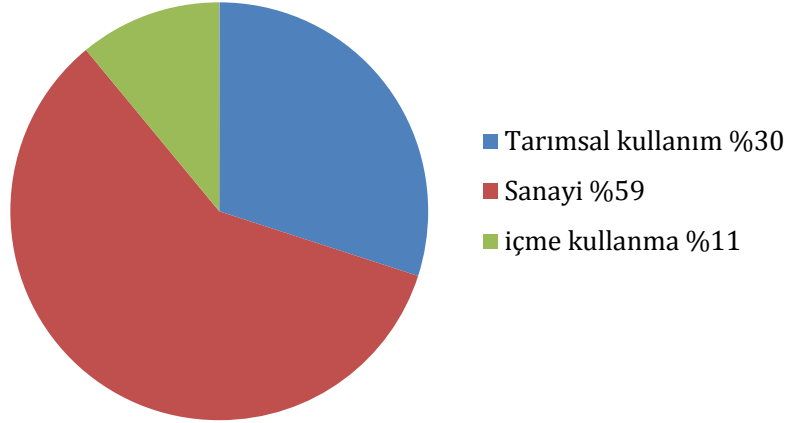
Şekil 1.1. Dünyada sektörlere göre su kullanımı (Çakmak vd, 2008)

Gelir düzeyi düşük ülkelerde



Şekil 1.2. Gelir düzeyi düşük ülkelerde su kullanımı (Çakmak vd, 2008)

Gelir düzeyi yüksek ülkelerde



Şekil 1.3. Gelir düzeyi yüksek ülkelerde su kullanım (Çakmak vd, 2008)

1.4. Damla Sulama Sisteminde Su Tasarrufu

Damla sulama yöntemi, yüzey ve yağmurlama gibi geleneksel diğer sulama yöntemleri ile karşılaştırıldığında su ihtiyacının daha az olduğu bilinmektedir. Ancak, hangi sulama yöntemi kullanılırsa kullanılsın bitkinin su ihtiyacı aynıdır, diğer bir anlatımla su tüketiminde sağlanan tasarruf bitkinin tüketiminden tasarruf edilen su miktarından değil, sadece diğer kayıpların daha az olmasından kaynaklanır.

Damla sulama yönteminde sağlanan su tasarrufu bitkiye, toprak özelliklerine, çevresel koşullara ve sulama randımanına bağlıdır. Toprak hacminin daha az bir kısmının sulanması, buharlaşma kayıplarının azaltılması, yüzey akışın olmaması ve derine sızma kayıplarının en aza indirgenmesi ya da hiç olmaması su tasarrufunu sağlayan en önemli etkenlerdir.

Sıra bitkilerinde sıra aralarının sulanmaması sonucu toprak yüzey alanının önemli bir bölümü kuru kalmakta ve böylece buharlaşma kayıpları oldukça azalmaktadır. Ayrıca sıralar arası kuru kaldığından burada yetişen yabancı otların su tüketimi azaltılmaktadır. Yağmurlama sulamada karşılaşılan rüzgâr sürüklenme kayıpları, buharlaşma kayıpları ve düşük uygulama eşdeğliği damla sulama yönteminde bir sorun olarak ortaya çıkmamaktadır (Atalık, 2007).

1.5. Damla Sulama İçin Verilen Devlet Teşvikleri

Damla sulama diğeri alternatif sulamalara göre çok daha fazla su tasarrufu sağladığı için uzun dönemde hem su tasarrufu sağlayarak azalmakta olan su kaynaklarının korunması hem de ekonomik anlamda sulama maliyetini düşürerek ürün verimini artırdığı için devlet tarafından da çeşitli şekillerde teşvik edilmiştir. Bu teşviklerin en önemlisi evre Amaçlı Tarımsal Arazilerin Korunması Programı (ÇATAK) projesidir.

Isparta ve çevresinde 2005-2008 yılları arasında kaynağını Dünya Bankası'nın oluşturduğu ÇATAK projesi uygulanmıştır. Isparta, Kayseri, Kırşehir ve Konya illerinde pilot olarak uygulanmıştır. Isparta da salma sulama sisteminden damla sulama sistemine geçiş bu proje kapsamında olmuştur. Özellikle Isparta'nın elma üretimi ile uğraşan ilçeleri ilk sırada ÇATAK projesinden yararlanmış sonrasında kiraz üreticileri de aynı şekilde proje kapsamında damla sulamaya geçmişlerdir.

1.5.1. evre amaçlı tarımsal arazilerin korunması programı (ÇATAK)

evre Amaçlı Tarımsal Arazilerin Korunması Programı (ÇATAK), 2005 yılı itibariyle Dünya Bankası destekli Tarım Reformu Uygulama Projesinin (TRUP) bir bileşeni olarak yürürlüğe konmuştur. Programın yasal dayanağı, 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunudur (15.11.2005 tarihli 25880 sayılı RG). Programın amacı, tarımsal uygulamaların çevreye verdiği olumsuz etkilerin azaltılması, erozyonun önlenmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarının sürdürülmesi, hassas bölgelerdeki doğal örtünün ve toprak ve su kalitesinin korunmasıdır.

ÇATAK yönetmeliğı 2005 yılında yayımlanmıştır. Uygulama Isparta, Kayseri, Kırşehir ve Konya pilot illerinde 5000 ha'lık alanda başlamıştır.

Yönetmelik kapsamında yapılacak ödemeler üç kategori halinde sınıflandırılmıştır: Kategori 1-Erozyonla mücadele, arazinin ıslah edilmesi drenaj ve taş toplama. Kategori 2-Uygun sulama tekniklerinin kullanımı, kontrollü ilaç, gübre ve hormon kullanımı, organik, yeşil, ahır gübresi, kompost vb. Kullanımı, Organik üretimin ve İyi Tarım Uygulamalarının uygulanması. Kategori 3-Daimi bitki örtüsü oluşturulması, mevcut çayır, otlak ve meraların iyileştirilmesi veya yenilerinin oluşturulması, aşırı otlatmanın engellenmesi, yem bitkileri yetiştirilmesi.

Mevcut üretime devam eden veya değiştiren ve aynı zamanda yukarıda belirtilen uygulamalardan iki veya daha fazlasını tekniğine uygun bir şekilde tatbik eden üreticilere, hektar başına yılda bir defa olmak üzere üç yıl süre ile ödeme yapılmıştır. 2006 yılında programın uygulama alanı 1726 ha olarak gerçekleşmiştir ve bu değer toplam hedef alanın %35'ine tekabül etmektedir(Anonim,2005).

1.5.2. Devam eden ve planlanan devlet teşvikleri

Küçük ve orta ölçekli tarımsal işletmelere geri ödemesiz devlet desteği vermek amacıyla kurulmuş olan Instrument for Pre-Accession Assistance-IPA(IPARD) Kırsal Kalkınma Programı, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı (TKB) tarafından diğer kamu kuruluşları ile yakın işbirliği halinde hazırlanmıştır. IPARD projesini uygulayan kurum Türkiye'de Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu, 5648/2007 Sayılı Kanun (18/05/2007 tarihli, 26526 Sayılı RG) ile kurulmuştur.

Türkiye'de TKDK il koordinatörlüğü bulunan 42 ilde sulama sistemlerinin değişimini içeren tedbirler uygulanmış ve geri ödemesiz şekilde birçok faydalanıcı bu tedbirden yararlanmıştı.

Isparta'da IPARD 1 kapsamında tedbirler arasında bulunan: çiftçilik faaliyetlerinin çeşitlendirilmesi ve geliştirilmesi tedbiri uygulanmaya başladığında süs bitkisi ve tıbbi aromatik bitki yetiştiren çiftçiler tedbir kapsamında sulama sistemlerini değiştirmişlerdir. Faydalanabilmeleri için;

1. Tarımsal işletme seçilen illerden birinde yer almalıdır veya yatırım aynı illerin kırsal alanlarında yer almalıdır,
2. Faydalanıcı, Ulusal Çiftçi Kayıt Sistemine kayıtlı olmalıdır veya gerçek bir kişi olması durumunda TUIK'in Nüfus ve Vatandaşlık Genel Kayıt Sistemi Genel Müdürlüğü 'nde çiftçinin ailesinin bir üyesi olarak kayıtlı olması gerekmektedir.
3. Süs bitkileri yetiştiriciliği söz konusu olduğunda, proje kapsamındaki sera büyüklüğü en fazla 0,2 ha, açık alan üretiminin büyüklüğü ise en fazla 1 ha olmalıdır.
4. Sulamayla ilgili yatırımlar için, mevcut yetersiz sulama sistemlerinin kuyu sulaması da dahil olmak üzere su tasarrufu sağlayan yeni sulama teknolojisi ile değiştirilmesi şartıyla ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nden onay belgesi temin edilmesi suretiyle destek verilmektedir. İpard programı ile faydalanıcı eski sulama sistemini bırakıp yeni sistemlere geçebileceklerdir.(TKDK,2017)

Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu, sulama revizyonu ve iyileştirilmesi konusunda birçok proje başvurusu almıştır. Eski sulama sistemlerini damla sulama ya da yağmurlama sulama ile değiştirmek isteyen başvuru sahipleri www.tkd.gov.tr internet sitesinden proje hazırlama dokümanlarına ulaşarak ve kurum il koordinatörlüklerine gelip konu ile ilgili uzmanlardan bilgi alarak çeşitli projeler hazırlamışlardır. Isparta'da 2013-2014 döneminde tıbbi aromatik bitki yetiştiriciliği yapıp daha önce salma sulama ile sulama yapan çiftçiler IPARD desteklerinden faydalanmaya başlamışlardır. Damla sulama uygulanan bitki türleri bölümünde de görülen bahçe, TKDK projesi ile yeni kurulan bir gül bahçesidir ve proje dahilinde %50 hibe desteği ile kurulmuştur.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Sulama ile ilgili çok geniş bir literatür mevcut olmakla birlikte, bu çalışmanın amacına yönelik olarak sadece alternatif sulama yöntemlerini karşılaştıran çalışmalarla ilgili bir edebiyat araştırması yapılmıştır. Kronolojik sıraya göre bu konuda yapılan kayda değer çalışmalar aşağıda kısaca anlatılmıştır.

Günbatılı (1979) tarafından, Tokat Kazova'da yapılan araştırma sonucunda; deneme alanında yetiştirilen şekerpancarına ekimden hasat dönemine kadar optimum düzeyde verilen 558 mm sulama suyuna karşılık 6.703 kg/da ürün elde edilmiştir. Buna karşılık suyun % 50 kısılıp aynı suyla 2 dekar alanın sulandığı denemede ise dekara 6.209 kg ürün alınmış, yani dekarda 494 kg ürün azalmasına karşılık toplamda aynı suyla 12.418 kg ürün elde edilmiştir. Kuruya ekime göre ürün artışı da 988 kg/da olmuştur. Burada 12 gün aralıkla 7 defa 40 mm su uygulanmıştır. Çizelge 2.1'de su verim çizelgesi görülmektedir.

Çizelge 2.1. Kazova araştırma alanı su verim çizelgesi

Uygulanan su miktarı (cm)	Hesaplanan kök verimi (kg/da)	Kısılan su (%)	Verim eksilişi (%)
0,0 kuruda	4727	100	29,5
11,2	5441	80	18,8
22,3	5991	60	10,6
27,4	6204	50	7,40
33,5	6388	40	4,70
39,1	6526	30	2,60
44,6	6624	20	1,20
47,4	6658	15	0,70
50,2	6683	10	0,30
53,0	6698	5	0,07
55,8	6703	-	-

Ayers ve Westcot (1994), sulama suyu sınıflama rehberine göre de, ana kanaldaki suyun uygun, ana drenaj kanalındaki suyun ise, şiddetli sorun oluşturmayacağı belirlenmiştir. Bu çalışmada, şebekeden beklenen performansı arttırmak ve dolayısıyla kıt kaynak olarak bulunan sudan, optimum faydayı sağlayabilmek amacıyla, yüzey sulama sisteminden faydalanan, gerek su kullanıcıları ve gerekse suyu yönetenlerin, önerilen su yönetim modelindeki bilimsel yapıyı benimsemelerinin geleceğimiz açısından önemli bir gereklilik olduğu sonucuna varılmıştır.

Dua (1995)'nin Hindistan, Aryana 'da birçok bitki üzerinde yaptığı ve damla sulama yönteminin yüzey sulama yöntemi ile kıyasladığı çalışması Magar (1995) yapmış olduğu çalışmada sunulan bulguları destekler niteliktedir. Çizelge 2.2'de şekerkamışı, yer fıstığı, muz, patates ve soğan gibi önemli kültürel bitkiler üzerinde yapılan çalışmaların özeti sunulmuştur.

Çizelge 2.2. Damla sulamada diğer geleneksel sulama yöntemlerine göre verim artışı ve sağlanan su tasarrufu (Dua, 1995)

BİTKİ	VERİM ARTIŞI (%)	SU TASARRUFU (%)
Şeker Kamışı	27	51.3
Yer Fıstığı	20	42
Muz	9.8	49.8
Patates	72.2	47
Soğan	25	33

Dua (1995), yukarıdaki çizelgede sunulan bitkilerin dışında birçok meyve ve sebzelerde yaptığı çalışmada, damla sulama yöntemi ile sulanan bitkilerin daha yüksek kalite ve verime, daha az su kullanarak sahip olduklarını gözlemlemiştir. Domates, biber, tatlı patates, mango, nar, hindistan cevizi, karpuz ve pamukta %50 verimin %2 ile %98 arasında değiştiğini ve tüm bunların ortalamasının %45 düzeyinde olduğunu bildirmiştir. Anılan bitkiler ortalama olarak %50 (%36-%62) oranında su tasarrufu sağlamışlardır.

Suryawanshi (1995), Hindistan'da damla yönteminin diğer geleneksel sulama yöntemlerine göre verim ve su tasarrufu açısından karşılaştırıldığı birçok çalışmayı derlemiştir. Bu çalışmasında birçok bitkide damla sulamanın hem verimi arttırdığı, hem de büyük su tasarrufu sağladığını göstermiştir. Çizelge 2.3'de su artırımının %36 ile %79 arasında değiştiği görülmektedir

Çizelge 2.3. Damla sulamada diğer geleneksel sulama yöntemlerine göre sağlanan su tasarrufu (Suryawanshi, 1995)

BİTKİ	SU TASARRUFU(%)
Muz	45
Üzüm	48
Nar	45
Karpuz	36
Şeker Kamışı	56
Domates	39
Pamuk	53
Kabak	60
Şekerpancarı	79
Biber	62
Tatlı Patates	60

Magar (1995) yapmış olduğu çalışmada, yüzey sulamaya göre damla sulama yönteminin pamukta %53 daha az su kullanmasına karşın, verimi %26,6, domates bitkisinde ise su artırımının %30 olmasına karşın, verimi %4,8, şekerkamışında su artırımının %59,8 olmasına karşın, verimi %5,3 ve kabak bitkisinde ise su artırımının %59,6 olmasına karşın, verimin %8.8 arttırdığını göstermiştir. Anılan değerler, Suryawanshi'nin (1995) bulguları ile uyum içerisindedir.

Hansona vd.(1997) California Salinas Vadisi'ndeki bir çiftlikte yapmış oldukları çalışmada, karık, yüzey damla ve yüzey altı damla sulama yöntemleri karşılaştırılmıştır. Bitki kütlesindeki ve verimindeki düşüş eğilimi, damla arsaları için oluk arsalarından daha az olmuştur. Karık ve yer altı damla

yöntemleri için benzer marul verimi, ancak yüzey damlama yöntemi için daha iyi bir verim gösterdiği görülmüştür.

Hanson vd. (1997), marul bitkisi üzerine yaptıkları 3 yıllık çalışmada, damla, gömülü damla ve karık sulama yöntemlerinin su tüketimi ve verime olan etkisini araştırmışlardır. Sonuçlar birinci yılda damla sulama ile uygulanan suyun karık sulama ile sulanan marula uygulanan suyun %73'ü kadar su uygulandığını göstermiştir. Bu rakamlar ikinci ve üçüncü yıl için sırasıyla %74 ve %61'dir. Diğer bir anlatımla, su tasarrufu sırasıyla %27, %26 ve %39'dur.

Ajars vd. (2001) çalışmasında, 3 yıllık bir proje araştırması dahilinde; Yeraltı damlama sulama sistemi (SDI) ile sığ tuzlu yeraltı suyu karık sulama sisteminin karşılaştırılması yapılmıştır. Yapılan bu karşılaştırmada, pamuk ve domates bulunan 2,4 ha arazi üzerinde, 1,6 ve 2 m yanal aralıklı 0,4 m derinlikte bulunan damlama sulama sistemi değerlendirilmiştir. Pamuk bu toprak tipindeki tuzluluk da göz önünde bulundurularak değerlendirildiğinde, 3 yıl boyunca sürekli damlama sulama sistemi, karık sulama sistemine göre, daha etkin verim alındığı gözlemlenmiştir. Domates bitkisinde, karık sulama sistemine göre damlama sulama sisteminin %40 oranında daha iyi sonuçlar elde edildiği görülmüştür.

Nakano vd. (2002), Japonya'da yaptıkları çalışmada, serada yetiştirilen kavunun damla yöntemiyle sulanmasında, otomatik kontrol ve el ile kontrol yöntemleri ile yapılan, işletme biçimlerini karşılaştırmışlardır. Sonuçta, aynı verim ve kalitede ürün elde edilmesine karşın, otomatik işletme yöntemlerinde %40-52 su tasarrufu sağlandığını bulmuşlardır.

Lei vd. (2003), Çin'de yaptıkları çalışmada, Honeydew çeşidi kavuna, sulama suyunu damla yöntemi ile uygulamışlardır. Aynı sulama aralığında olmak üzere, A sınıfı kaptan ölçülen buharlaşma miktarının %0 (sulanan), %30,60 ve 90'ı kadar sulama suyu vermişlerdir. Sonuçta, en yüksek meyve verimi ve kalite parametrelerini, buharlaşmanın %60'ı kadar, sulama suyu uygulanan deneme konularında, elde etmişlerdir. Her üç sulama suyu uygulama konularında benzer

biçimde tuz birikimi meydana gelmiştir. Tuz birikimi genellikle damlatıcılar arasında ve 0-10 cm toprak katmanında yoğunlaşmıştır.

Kırnak (2003) mısır bitkisinin kısıtlı sulama uygulamalarında ortaya koyduğu, verim ve gelişim tepkileri belirlemek amacıyla, 1999-2000 yılları arasında, Harran Ovası koşullarında bir araştırma yapmıştır. Kontrol parseline 7 günde bir etkili kök bölgesindeki, mevcut nemi tarla kapasitesine çıkaracak şekilde, sulama suyu uygulanmıştır. Sulama suyu olarak verilen suyun, %20, 40, 60, 80'i kadar su, ayrıca damla sulama sistemiyle uygulanmıştır. Kontrol konusuna denemenin birinci ve ikinci yılında sırasıyla toplam 1215 ve 1295 mm su uygulanmıştır. Verilen su miktarı oranındaki düşüşle, bitki gelişimi arasında olumsuz bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir.

Antony ve Singandhupe (2003) çalışmalarında farklı sulama yöntemlerinin ve programlarının kırmızıbiber yetiştirirken morfolojik, biyofizik ve su kullanım etkinliğini araştırmışlardır. Bu araştırmada, damla sulama ile yetiştirilen bitkilerin yüzeysel sulama ile yetiştirilen bitkilere kıyasla daha fazla geliştikleri belirtilmiştir. Toplam kazanç sulamanın en düşük seviyelerinde düşük olduğu görülmüştür. Bitkiden çıkan karbondioksit miktarı uygulanan farklı sulama yöntemlerinde farklılık gösterdiği izlenmiştir. Çalışmada ayrıca fotosentez mekanizması ile sulama yöntemi arasındaki ilişki de incelenmiştir.

Westarp vd. (2003)'nin yaptığı çalışmada toprağın hacimsel su içeriği etkileri üç sulama yönteminin karşılaştırılması ile incelenmiştir. Bu çalışmada incelenen yöntemler; düşük maliyetli damla sulama, konvansiyonel damla sulama ve elle sulama yöntemidir.

Antony vd. (2004) çalışmalarında, farklı sulama metotlarının biber(*Capsicum annum L.*) bitkisine, etkisini araştırmışlardır. Yüzeysel sulama metotları ile karşılaştırıldığında damla sulamanın daha fazla dallanma ve daha yüksek bitki boyuna sebep olduğunu gözlemlemişlerdir. Damla sulama yapılan parsellerde daha az su uygulamasından dolayı toplam verimi daha düşük ölçmüşlerdir. Kök yoğunluğunun yüzeysel sulama yapılan bitkilerde daha fazla olmasına rağmen,

toplam kök uzunluğunu damla sulamada daha yüksek olduğu belirlemişlerdir. Ayrıca, sulama suyu miktarı arttıkça kök kalitesinin düştüğünü tespit etmişlerdir.

Yazgan vd. (2004) yapmış olduğu iki yıl süren çalışmada, ağaç altı mikro yağmurlama sulama yöntemiyle sulanan, Mazzard anacı üzerine, aşılı kiraz ağaçlarında, farklı sulama programlarının, verim öncesi vejetatif gelişme parametreleri ve bitki su tüketimi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır.

Gerçek (2004) çalışmasında yeni bir karık sulama işletim biçimi olan su yastıkları yöntemini tanıtmıştır. Su yastıkları esnek ve dayanıklı siyah plastikten imal edilmiş olup, yapım kalitesine bağlı olarak uzun yıllar kullanılabilir. Su yastığı, alt kısmının her iki tarafından çapı 1-2 mm arasında delinmiştir. Su yastığının çevresi karık aralığına, delikler arasındaki mesafe bitkiye ve toprak tipine, uzunluğu karık uzunluğuna bağlı olarak değişebilir biçimdedir. Sulama için, su yastığı, karıklar arasına serilir ve son kısmı sıkıca bağlanır, sulama suyu baş kısmından doldurulur ve bu kısmı da sıkıca bağlanır. Su yastığındaki sular toprağa sızar ve damla sulama yönteminde olduğu gibi yatay ve düşey yönde hareket eder. Bu yeni yöntem, erozyonu ve yabancı ot gelişimini önleme, yüksek sulama randımanları ve ürün artışlarını sağlama, işçilik giderlerinde azalma ve sıvı gübre uygulama gibi avantajlara sahip olduğu görülmüştür.

Damla ve karık sulamanın domates verimi üzerine etkisini belirlemek için Malash vd. (2005) tarafından yapılan çalışmada, 6 farklı tuzlulukta sulama suyunu uygulamışlardır. Nil nehri deltası civarında yapılan bu çalışmada, bitki kök bölgesindeki tuz konsantrasyonunu belirli zaman aralıklarında takip etmişlerdir. Sonuç olarak, damla sulamanın karık sulamaya göre domates gelişimini ve verimini daha fazla arttırdığını tespit etmişlerdir.

Balçın (2005) tarafından yapılan çalışmada, karık sulamada farklı sulama ölçütlerinin sulama performansına etkisini saptamak amacıyla 2000 – 2002 yılları arasında Köy Hizmetleri Tokat Araştırma Enstitüsü arazisi kullanılmıştır. Azaltılmış debili, göllendirmeli ve ucu açık karık yöntemleri uygulanmıştır.

Azaltılmış debili uygulama sisteminde verim en yüksek olduğu, göllendirmeli karık sulama sisteminin en düşük verime sahip olduğu görülmüştür.

Şener ve Yüksel (2005) tarafından, Hayrabolu sulama sahasında su kullanım etkinliğini belirlemek amacıyla, iklim ve çevre şartlarının bitki su tüketimi ve sulama suyu ihtiyacı üzerine etkilerini minimuma indirmek amacıyla, iki yıllık bir periyotta arazi çalışması yapılmıştır. Çalışma sırasında, toplam 20 adet tarla parselinde su uygulama randımanı ve çiftçilerin sulama yeterlilikleri incelenmiştir. Araştırma sonucunda, sulama sahasında basınçlı sulamanın yaygın olarak kullanıldığı (% 51) belirlenmiş ve ortalama su uygulama randımanı yağmurlama ve salma sulamada sırasıyla % 61 ve % 62 olarak ölçülmüştür. Sulama alanında yoğun tarımı yapılan buğday ve ayçiçeği bitkilerinin sulanmadığı ve sulanan bitkilerden mısır ve soğanında yetersiz sulandığı belirlenmiştir. Etkin bir sulama programının gerçekleştirilemediği gözlenmiştir.

Yazgan ve Demirtaş (2005) yılında, İznik ve yöresinde yaptıkları çalışmada, damla sulama yöntemiyle sulanan ve açıkta sıvık domates yetiştiriciliği yapan 30 adet işletmede, sulama sistemleri tesis ve sulama yönünden incelenmiştir. Bu çalışmada, damla sulamadan beklenen yararın elde edilmesi, sistemlerin koşullara uygun projelendirilmesine, uygulanmasına ve işletilmesine bağlılığına bağlıdır. İncelenen işletmelerden %56'sında ana boru çaplarının, %47'sinde lateral boru çaplarının, %63'ünde damlatıcı aralığının, tamamına yakınında sulama aralığının ve sulama süresinin, tamamında kontrol birimlerinin ve dinamik yüksekliğin yetersiz olduğu belirlenmiştir.

Dağdelen vd. (2005)'nin Aydın Ovası koşullarında, 1999-2000 yıllarında yürüttüğü bir araştırmada, yağmurlama sulama yöntemiyle sulanan pamuğun su-verim fonksiyonlarının elde edilmesi amaçlanmıştır. Araştırmada tekil lateral yağmurlama sistemi kullanılarak farklı sulama düzeyleri (%100, %66, %33) oluşturulmuştur. Konulara ve sulama düzeylerine bağlı olarak 167-666 mm arasında değişen miktarlarda sulama suyu uygulanmıştır. Mevsimlik su tüketimi

ise 459-974 mm arasında değişmiştir. Bitki su tüketimi ile verim arasında doğrusal bir ilişki elde edildiği görülmüştür.

Gültaş ve Erdem (2006), yapmış olduğu çalışmada, Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü arazisinde seçilen 2,73 ha büyüklüğündeki bir kiraz bahçesinde, damla ve mikro yağmurlama sulama yöntemlerinin sulama suyu ihtiyacı, ilk tesis masrafı, yıllık işletme masrafı, enerji masrafı ve toplam masraflar açısından karşılaştırmalı bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada, önce toprak özellikleri saptanmış, kirazın su tüketimi ve sulama suyu ihtiyacı hesaplanmış, sulama sistemleri planlanmış, sistem debileri belirlenmiş, sistem unsurları boyutlandırılmış ve 2006 yılı fiyatlarına göre proje keşif özetleri hazırlanmıştır. Ekonomik analiz yapılarak, her sistem için, tesis masrafı, yatırım masrafı, yıllık sabit masraf, enerji masrafı, bakım-onarım masrafı, sulama işçiliği masrafı ve yıllık toplam masraf değerleri belirlenmiştir. Sonuçta, mevsimlik toplam sulama suyu ihtiyacı, damla sulama yönteminde 397 mm, mikro yağmurlama sulama yönteminde ise 482 mm bulunmuştur. Sistem debisi damla sulama yönteminde 3,56 l/s, mikro yağmurlama sulama yönteminde ise 5,12 l/s olmuştur. Yıllık toplam yatırım masrafı ve yıllık toplam masraflar, damla sulama yönteminde mikro yağmurlama sulama yöntemine göre sırasıyla %17 ve %13 daha fazla bulunmuştur. Bu değerlere göre, kiraz sulamasında düşük dinamik yüksekliğe sahip kuyulardan yararlanılması durumunda, su kaynağı yeterli ise mikro yağmurlama sulama, aksi takdirde, damla sulama yönteminin seçilmesi önerilmiştir.

Rajak vd. (2006), pamuk bitkisinin su kullanım randımanı ve verimi üzerine yaptığı çalışmada damla ve karık sulama yöntemini karşılaştırmışlardır. Bu çalışmada ET (evapotranspirasyon) değerleri dört farklı değerde (0,8 ET, 1,0 ET, 1,2 ET ve 1,4 ET) hesaplanarak sulama yapılmıştır. Anılan dört uygulamada damla sulama yönteminde sırasıyla %21,5, %16,3, %12,3 ve %9,1 su tasarrufu sağlanmıştır. Su kullanım randımanı en yüksek (22,7 kg/ha/cm) damla yönteminde (1,2 ET değerinde) elde edilmiştir.

Talmaç (2006) yapmış olduğu çalışmada, 2005 yılında Şanlıurfa ili Harran Ovasında uygulanmakta olan farklı sulama sistem maliyetlerini belirlemek ve bu metotları uygulayan üreticilerin mevcut durumlarını ve sorunlarını anket yardımıyla ortaya koymak amacıyla bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada, Harran Ovasında toplam 45 işletmede anket yapılmış 10, 50 ve 100 dekar arazi büyüklüklerinde damla, yağmurlama ve yüzey sulama sistemleri için pamuk sulama maliyetleri belirlenmiş ve yüzey sulamanın yağmurlama ve damla sulamaya göre daha avantajlı olduğu görülmüştür.

Bağdatlı (2006) çalışmasında, Konya çevresindeki sebze bahçelerinde kullanılan damla sulama sistemlerinin, performanslarını değerlendirmiştir. Araştırma, rastgele seçilen 11 adet işletmede yürütülmüştür. Araştırmada, sistemlerin ıslatılan alan yüzdeleri (%) ve üzerlerinde damlatıcıların bulunduğu, plastik boruların lateral basınçları ölçülmüştür. Sonuç olarak, ıslatılan alan yüzdeleri, 7 işletmede %30'dan daha düşük; 4 işletmede daha büyük hesaplanmıştır. Basınç değerleri işletmelerin tamamında 1 atmosferden daha düşük ölçülmüştür.

Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) kapsamında, Fırat ve Dicle havzalarından, tamamlanmış ve/veya yapımı devam etmekte olan su kaynakları, sulama sistemleri ve drenaj gereksinimleri, hem genel ve hem de örnek oluşturması açısından bazı projeler, Aydoğdu (2006) tarafından proje bazında incelenmiştir. Bu incelemelerde; olabildiğince bu konularda önceki yıllarda ilgili kişi, kurum ve kuruluşlar tarafından yapılan çalışmalara dayalı veriler toplanmıştır. Toplanan veriler ile mevcut ihtiyaçlar açısından saha gözlemlerine dayanarak sorunların tespit edilmesine çalışılmıştır. Bununla ilgili olarak da; Su kaynakları, sulama sistemleri ve su dağıtım yöntemlerinin incelenmesi, su kontrol yapıları, kapaklar, suyun randımanlı bir şekilde kullanılması, drenaj ihtiyaçları ve sistemlerinin incelenmesi ile potansiyel işletme sorunlarının belirlenmesine çalışılmıştır. Bu sorunların giderilmesi ve yeni başlayacak olan projelerde benzer sorunların yaşanmaması için gereksinimlere ilişkin, elde edilen verilere dayalı olarak kaynakların optimum kullanılmasını sağlayacak yönetim ve işletme, kurumsal ve yasal içerikler, sosyal ve kültürel davranışlar, çevresel etkileşim potansiyeli ve ekonomik ihtiyaçlar gibi konularda öneriler

getirilmiştir. Aydoğdu (2006)'nun bu çalışması bu konuları tek bir çalışmada toplayıp, öneriler getiren nadir çalışmalardan biridir.

Yıldırım (2008) alışmasında, erik ağaçlarına, damla sulama yöntemi ile dört farklı sulama programı uygulamıştır. Sulamalara genellikle topraktaki mevcut nemin %30-40'ı tüketildiğinde başlanmaktadır. Damla yöntemiyle sulanan erik ağaçlarında, 120 cm toprak derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin %20, %30, %40 ve %50'si tüketildiğinde sulamaya başlanmış ve bu sulama programlarının ağaç gelişmesi, meyve verimi, meyve kalitesi üzerine etkileri araştırılmaya çalışılmıştır. En az sulama suyu %40 sulama seviyesinde elde edildiği görülmüştür. Su tutma kapasitesinin %40'ı tüketildiğinde sulamaya başlanmasının, daha uygun olacağı sonucun varılmıştır.

Demirtaş ve Kırnak (2009), çalışmalarında 2001-2002 yıllarında, Malatya Meyvecilik Araştırma Enstitüsü deneme alanında, bölgede yoğun yetiştiriciliği yapılan ve kurutmalık olarak değerlendirilen 4 yaşındaki Hacihaliloğlu kayısı ağaçlarında yürütülmüştür. 10x10 m aralık ve mesafede dikilen ağaçlara su 15, 20 ve 25 gün aralıklarında, mini yağmurlama ve çanak sulama yöntemleri ile uygulanmıştır. Farklı sulama yöntemleri ve sulama aralıklarında kayısı ağaçlarının yaprak klorofil, Karotenoid ve renk değerişimleri belirlenmiştir. Mini yağmurlama sulama yönteminde, çanak sulamaya göre daha yüksek klorofil değerleri belirlenmiş, sulama aralıkları büyüdükçe yaprak klorofil içeriği düşüş göstermiştir. En yüksek klorofil-a değerleri 3,20 ve 3,19 mg/ml olarak çanak ve mini yağmurlama yöntemlerinin 15 gün uygulamalarından, en yüksek klorofil-b ve toplam klorofil değerleri ise sırası ile 1,81 ve 5,00 mg/ml ile mini yağmurlama yönteminin 15 gün uygulamasından elde edilmiştir. İncelenen özellikler bakımından, mini yağmurlama yöntemi çanak sulamaya göre daha üstün bulunmuştur. 15 gün sulama aralığının uygun olduğu, suyun kıt olduğu koşullarda 20 gün aralığında uygulanabileceği belirlenmiştir.

Thomson vd. (2009), çalışmalarında, Batı ABD içinde, su sıkıntısı olan bölgede, su tasarrufu sağlayan tarımsal uygulamaların benimsenmesi amacıyla yapılmıştır. Tarımda su tasarrufu için birçok olası yöntemler arasında, yeraltı

damla sulama düşük su kullanım etkinliği sorunu için potansiyel bir çözüm sağladığı görülmüştür. Yer altı damla sulamanın, diğer avantajları yüzey sulama, yüksek verim, gelişmiş yabancı ot kontrolü için, bir kuru toprak yüzeyine daha iyi mahsul ve pek çok özel ürünleri için hasatta NO₃ azalması ortaya çıkmıştır. Artan verim, kalite ve su kullanım etkinliği için Yer altı damla sulama uygun olduğu görülmüştür.

Şengül (2009) tarafından, Ankara Üniversitesi Ayaş Bahçe Bitkileri Araştırma İstasyonunda, 2004, 2005 ve 2006 yıllarında yapılan araştırmada, normal üretiminde sulanmayan deneme konusu Kantalop, Yuva ve Kırkağaç çeşidi kavunlara damla yöntemi ile sulama suyu uygulanmıştır. Araştırma alanı koşullarına göre, damla yöntemiyle sulanan Kantalop çeşidinde sulamaların hasat başlangıcına kadar, Yuva ve Kırkağaç çeşitlerinde olgunlaşma başlangıcına kadar, sürdürülmesinin en uygun sulama programları olduğu önerilmiştir.

Koç vd. (2009) su eksikliği çekilen Aşağı Büyük Menderes havzası sulama şebekelerinde, sulama suyu yönetiminin nasıl olması gerektiğini araştırmışlardır. Havza sulama şebekelerinde uzun yıllar kullanımı gerçekleşen ortalama sulama suyu miktarı, su eksikliği çekilen süreçte (2008 yılı), su bütçesine göre hazırlanan havza sulama şebekeleri, su dağıtım planı ve hazırlanan planın gerçekleşme oranları karşılaştırılmıştır. Sulama şebekelerinde gereksinim duyulan, planlanan ve gerçekleşen değerlere göre su eksiklik oranları belirlenmiştir. İncelenen 2008 yılı için, havza genelinde sulama suyu eksiklik oranı %42,49; gerçekleşenin, planlanan su miktarına oranı ise %109,67 olarak hesaplanmıştır. Havza sulama şebekeleri genelinde planlanan su miktarının, gereksinim duyulan su miktarına oranı %38,74'dür. Havza sulama şebekelerinde gerçekleşen su miktarının, gereksinim duyulan su miktarına oranı %31,87 ile %60,90 arasında değişmektedir. Ayrıca, su depolama tesislerinden, su dağıtım planına göre bırakılacak su miktarını belirleyen baraj işletme senaryoları ortaya konmuştur.

Isparta il'inde yetiştirilen elma ağaçlarının farklı toprak ve yağış koşullarına göre IRSIS bilgisayar yazılımı ile yeterli ve kısıtlı su koşullarında sulama programlarını elde etmek amacı ile Uçar (2010) tarafından bir araştırma yapılmıştır. Öncelikle bütün toprak ve yağış koşulları için yeterli su koşullarında uygun sulama programları belirlenmiş, daha sonra kurak yıl koşullarında elde edilen sulama suyu miktarlarının %80, %60 ve %40'ı alınarak kısıtlı sulama programları elde edilmiştir. Optimum koşullarda elde edilen programlara göre, ağır bünyeli toprakta yağışlı, normal ve kurak yıllar için sulama suyu miktarları sırasıyla 612,6 mm, 754,5 mm ve 917,3 mm olarak elde edilmiştir. Orta bünyeli toprakta bu değerler sırasıyla 537,4 mm, 752,3 mm ve 864,2 mm olarak elde edilirken, hafif bünyeli topraklarda ise 562,1 mm, 701,3 mm ve 903,8 mm olarak hesaplanmıştır.

Tarı ve Yazar (2010) tarafından, Konya Ilgın Ovası'nda kullanılan yağmurlama sulama sistemlerinin performanslarını değerlendirmek, bu sistemlerin ne denli etkin çalıştıklarını ortaya koymak ve sistem performanslarını iyileştirmek için ne gibi önlemlerin alınması gerektiğini belirlemek amacıyla bir çalışma yürütülmüştür. Bu amaçla ovayı temsil edecek şekilde dokuz yağmurlama sulama sistemi seçilmiştir. Sulama suyu miktarı, sulama aralığı ve sulama sayıları her bir sistem için değerlendirilmiştir.

Salihli Sağ Sahil sulama şebekesinin, sulama sistem performansı belirlenmesi ve yüzey sulama şebekelerinde performansını iyileştirebilecek yeni bir su yönetim modeli üzerinde, Tekiner ve Beribey (2010) tarafından bir araştırma yapılmıştır. Birliğin su yönetim etkinliğini belirlemek amacıyla şebekedeki 6 yedek ile 113 tersiyer incelenmiş, su kullanım, tarımsal ve çevresel etkinlik göstergeleri hesaplanmıştır. Su kullanım etkinliği için su saptırıldığı ve bunun da proje sulama verimini (%28,3) oranında olumsuz yönde etkilediği ortaya çıkmıştır. Tarımsal etkinliği belirlemek için, sulama oranı hesaplanmıştır.

Şenyiğit ve Akbolat (2010)'ın yaptığı çalışmada, damla sulama, yağmurlama sulama ve yüzey sulama yöntemlerinin kullanıldığı elma bahçesinde farklı yöntemlere göre yapılan sulamalardan sonra topraktan CO₂ çıkışı ölçülmüştür.

Ölçüm sonuçlarına göre; damla sulama, yağmurlama sulama ve yüzey sulamada sırasıyla saatte 0,065, 0,071 ve 0,084 g CO₂/m² karbondioksit değerleri elde edilmiştir. Toprakta buharlaşma ise sırasıyla; saatte 8,06, 8,85 ve 8,95 g/m² değerleri olarak elde edilmiştir. Toprakta CO₂ çıkışları ve buharlaşma değerleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Ancak bu sonuçlar, damla sulama yönteminde CO₂ çıkışı ve buharlaşma değerlerinde azalma eğiliminin görüldüğünü göstermektedir.

Albaji vd. (2010)'nin İran Huzistan bölgesinde, Coğrafi Bilgi Sistemi ile yaptıkları çalışmaya göre, Huzistan'ın Dosalegh ovasında İran'ın güneybatısında 60.000 ha alanda parametrik değerlendirme sistemi esas alınarak çalışma yapılmış, toprak özellikleri analiz edilmiş ve değerlendirilmiştir. Uygunluk haritaları Uzaktan Algılama (UA) teknikleri kullanılarak, yüzey, yağmurlama ve damla sulama yöntemleri için değerlendirilmiştir. Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS)'ne göre sonuçlar göstermiştir ki, yağmurlama ve damlama uygulayarak 33.261 ha (%39.89'lık) alan sulanırken, yüzey sulama ile 23.790 ha arazi sulanmıştır.

Karaş, (2013) çalışmasında Nevşehir'de ise Mortona çeşidi kullanılarak patates yetiştiriciliği yapılan 44 dekarlık bir arazide yağmurlama ve damla sulama yöntemleri kullanılmış; yağmurlama yöntemi ile 4375 kg/da, damla yöntemi ile 5625 kg/da verim elde edilmiştir. Damla sulama yöntemi ile elde edilen sonuçlar, yağmurlama yöntemine göre harcanan su miktarında % 117, enerji miktarında % 138, gübre maliyetinde % 54, ilaç maliyetinde % 83, sulama işçiliğinde % 100 tasarruf sağlanırken, verimdeki artış % 29 oranında daha fazla olmuştur.

Topuz (2015) çalışmasında, farklı su seviyelerinin ve sulama aralıklarının verim; sulama aralığı olarak 3 ve 6 gün seçilen ve bu aralıklara göre A sınıfı buharlaşma kabından oluşan birikimli buharlaşmanın % 33, % 67 ve % 100'ünün karşılandığı üç farklı su seviyesi ve toplam 6 sulama konusu uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda, sulama aralıkları ve su seviyelerinin yaş üzüm verimi ve kalite özellikleri üzerinde etkisi olduğu gözlemlenmiştir.

Arslan (2015), farklı sulama programlarının çörekotu bitkisinin verim ve vejetatif gelişim parametrelerine etkisini belirlemek amacıyla 2014 yılında Afyonkarahisar İli Çobanlar İlçesi merkezinde yer alan tarlada yürütülmüştür. Çalışmada, sulama suyu damla sulama yöntemi ile verilmiş ve sulama konuları, 2 farklı sulama aralığı araştırılmıştır. Sonuç olarak, genellikle susuz koşullarda yetişen çörekotunda birim alandan daha yüksek verim eldesi için sulamanın kaçınılmaz olduğu ortaya çıkmış olup, kısıtlı sulama koşullarında, su kısıntısına gerek olmadığı koşullarda ise hem yüksek verim hem de yüksek su kullanım randımanı ile sulama programı uygun bulunmuştur.

Yavuz (2016), çalışmasında, farklı sulama aralığı (S) ve bitki-pan katsayılarının (Kcp), damla sulama yöntemiyle sulanan ayçiçeğinde dane verimi ve verim parametrelerine olan etkileri iki yıl süreyle araştırılmıştır. Konya koşullarında yetiştirilen ayçiçeği bitkisinin su kısıntısına duyarlı olduğu anlaşılmaktadır

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde Isparta'nın tarım alanları ile kısa bir bilgi verildikten sonra tez çalışmasının yürütüldüğü bahçenin toprak özellikleri, iklimi, konumu incelenmiş bahçenin sulama suyu ihtiyacı Blaney-Criddle yöntemi FAO modifikasyonu ile hesaplanmıştır. Elma üretimi yapılan bahçede salma sulama ve damla sulama uygulama sonuçları kıyaslanmıştır.

3.1. Çalışma Alanının Tanıtılması

Çalışma alanı Isparta ili Eğirdir ilçesinde 37.783 kuzey enlemi, 30.88°doğu boylamında olup, deniz seviyesinden yüksekliği 1130 metredir. Ortalama en yüksek sıcaklık temmuz ayında (24 °C), ortalama en düşük sıcaklık ocak ayında (2,5 °C) gözlenmektedir. Ortalama yıllık sıcaklık ise 13,03 °C'dir (DMİGM, 2000). Hem örnek bahçenin bulunduğu il olması hem de çalışma sonuçlarının tüm il üzerine genellenmesi amaçlandığı için öncelikle Isparta geneli için genel bir bilgi olarak Isparta'nın nüfus, tarım, toprak, iklim konuları incelenmiştir günümüzde kullanılan sulama yöntemleri açıklanmıştır.

3.1.1. Konum

Isparta 31,487 milyon ha yüzölçümüne sahip verimli arazileri ılıman ve karasal iklimin hüküm sürdüğü ildir (TUİK, 2017). Akdeniz bölgesinde, Torosların kuzeyinde, doğusunda Konya, batısında Afyon-Burdur, güneyinde Antalya, kuzeyinde Afyon ile çerçevesiyle çevrilmiştir. 13 ilçe ve 174 köyü mevcuttur. İlçeleri Merkez, Aksu, Atabey, Eğirdir, Gelendost, Gönen, Keçiborlu, Senirkent, Sütçüler, Şarkikaraağaç, Uluborlu, Yalvaç ve Yenişarbademli'dir.

3.1.2. İklim

Isparta ili, Akdeniz iklimi ile İç Anadolu karasal iklimi arasındaki geçit bölgesinde bulunmaktadır. Ancak, bölgede daha çok karasal iklim hüküm sürdüğü görülmektedir. Bu kesim dolaylarında, yıllık ortalama yağış 1250 mm civarındadır. Torosların kuzey yamaçlarından daha içerilere doğru yağış gittikçe

azalmakta ve 600 mm civarına düşmektedir. Yörenin yıllık sıcaklık ortalaması 12,1 °C, yıllık toplam yağış miktarı ise 600,4 mm'dir. Buna göre, sıcaklığın en yüksek olduğu ay ortalama 23 °C ile Temmuz, en düşük olduğu ay ise 1,7 °C ile Ocak ayıdır. En az yağış alan ay 10,1 mm ile Ağustos, en çok yağış alan ay ise 95,8 mm ile Aralık ayıdır. Isparta ve çevresinde nisbi nem değeri öğle saatlerinde % 30'un altına düşmekte, sabah ve özellikle akşam saatlerinde ise oldukça artmakta ve % 70-80'lere kadar çıkabilmektedir (DMİGM, 2012).

3.1.3. Topoğrafik yapı

Dağlar, alüvyal ovalar, göller havzaya asıl görünümünü veren fizyografik unsurlardır. Bunların haricinde hafif ve orta eğimli etek araziler ile kaplı havza alüvyonları da mevcuttur. Isparta'nın önemli dağları Torosların kuzey uzantısı olan Kuyucak dağları, Dedegöl dağları ve Karakuş dağlarıdır. Dağlar dik yamaçlı uzun sırtlar halindedir. Karakuş dağı, 1992 m yüksekliği ile yörenin en yüksek dağıdır. İlin ortalama yükseltisi ise 1055m'dir. Alüvyal ovaları; Gelendost, Yalvaç, Senirkent, Atabey ve Şarkîkaraağaç ovalarıdır.

Göller yöresinde yer alan bölgenin en büyük gölü Eğirdir gölüdür. Kodu 924 m olup, yüzölçümü 486 kilometrekaredir. Burdur ve Beyşehir göllerinin bir kısmı da Isparta il sınırları içerisinde kalmaktadır. Ayrıca Kovada ve Gölcük isimli iki tane küçük göl de mevcuttur. Bunlardan Gölcük gölü krater gölüdür (www.ispartakulturturizm.gov.tr, Erişim Tarihi: 13.02.2017)

3.1.4. Bitki örtüsü ve fauna

Isparta ili, iklim, yükseklik ve toprak yapısı bakımından kendine özgü bir karaktere sahiptir. Bu nedenle il topraklarını örten bitki örtüsü de çok farklılık göstermektedir. Yılın her mevsiminde doğa farklı bitki örtüsü ile değişik bir peyzaj sergilemektedir. Isparta ili içindeki ormanlıklar, meralar, tarım alanları, yörenin bitki örtüsünün belirlenmesinde başlıca doğa mekânlarıdır. Yöredeki ormanlarda en çok görülen ağaç türleri, karaçam, kızılcam, katran, ardıç, sedir ve meşe ağaçlarıdır. Ayrıca belli yüksekliklerde de yabancı zeytinlikler

bulunmaktadır. İlde, meyil oranı % 25'e kadar varan dağlık arazilerde ve tepelerde ise keçi otlatmaya çok elverişli meşe fundalıkları yaygındır.

İl içindeki ovalarda, her türlü hububat (buğday, arpa, çavdar, yulaf, mısır, mahlût gibi), sanayi bitkileri (şekerpancarı, tütün, anason, keten, kenevir, ayçiçeği, susam gibi), hayvan yemleri (yonca, karınga, fiğ, burçak gibi), sert ve yumuşak çekirdekli meyve ağaçları (elma, armut, kayısı, şeftali, erik, zerdali, kiraz, vişne, badem, ceviz, nar, zeytin, muşmula, üzüm gibi), yaz ve kış aylarında yetiştirilen sebzeler (domates, biber, patlıcan, kabak, bamya, hıyar, börülce, taze fasulye, lahana, havuç, pırasa gibi), bakliyat cinsi (bakla, fasulye, nohut, mercimek gibi), kavun, karpuz, soğan, sarımsak, patates bitkileri görüldüğü gibi, geniş üzüm bağlarına ve gül bahçelerine de rastlamak mümkündür. (www.ispartakulturturizm.gov.tr, Erişim Tarihi: 20.02.2017).

3.1.5. Isparta'da tarım alanları ve sulama

Isparta'da 2016 TUİK verilerine göre toplam tarım alanı 251.282 ha'dır. Tarım yapılan alanda elma, yağ gülü, kiraz, kayısı ve tıbbi aromatik bitki yetiştirilmektedir. Elma üretimi, ekilen dekar olarak ve bitkisel üretim olarak en başta görülmektedir. Vahşi sulama yapılan tarlaların bir kısmı günümüzde damla sulama kullanmaya başlamıştır. TUİK'in açıkladığı 2016 verilerine göre Isparta'nın tarım alanları Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Isparta tarım alanları durumu (TUİK, 2016)

Toplam Tarım Alanı	2.059.235 dekar
Ekilen Tarla Alanı	1.327.505 dekar
Nadas Alanı	263.214 dekar
Sebze Bahçeleri Alanı	54.964 dekar
Meyve Bahçeleri Alanı	413.003 dekar

Meyve alanları plantasyon (toplu) alanlar olup, dağınık ağaçların alanları dâhil edilmemiştir. Sebze bahçeleri alanına örtü alt alanları da dâhildir (TUİK, 2017).

Bu genişlikte bir tarım alanına sahip olan Isparta'da bugüne kadar farklı sulama yöntemleri kullanılmıştır. Tarım yapılan alanda genel olarak elma, kiraz ve gül yetiştiriciliği yapılmaktadır.

Tarımsal faaliyetler açısından önem arz eden meteorolojik olayların 2016 yılı ortalaması ise Çizelge 3.2'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.2. Isparta'nın 2016 yılı meteorolojik verileri (DMGM,2017)

Yıllık Yağışlı Gün Sayısı	56 Gün
Yağış Miktarı	436.6 mm
Donlu gün sayısı	48 Gün
Kapalı Gün Sayısı	179 Gün
Nispi Nem %	48.6
Sıcaklık Ortalaması (°C)	18.0
İlkbahar Geç Donlarının Bitim Tarihi	03 Nisan
Sonbahar Erken Donlarının Başlama Tarihi	27 Kasım
Karla örtülü gün sayısı	5 Gün
Yıllık dolulu gün sayısı	1 Gün
Ortalama rüzgâr hızı (m/sn)	4.5 m/sn

Isparta da yıllar içinde modern sulamaya geçen ilçelerin durumu Çizelge 3.3'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.3. Yıllar itibariyle Isparta'da modern sulamaya geçen alanlar (ha)

İLÇELER	2006	2007	2008	2009	2010
TOPLAM (ha)	4196	6742	10089	13786	18493
MERKEZ	400	640	960	1280	1600
AKSU	25	40	60	80	100
ATABEY	106	170	255	340	425
EĞİRDİR	732	1170	1755	2340	2925
GELENDOST	775	1240	1860	2480	3100
GÖNEN	209	334	501	669	836

Çizelge 3.3. Yıllar itibariyle Isparta'da modern sulamaya geçen alanlar (ha)(devam)

KEÇİBORLU	135	216	324	432	539
SENİRKENT	850	1360	2040	2720	3400
SÜTÇÜLER	11	17	25	34	42
ŞARKİKARAAĞAÇ	378	605	908	1210	1512
ULUBORLU	200	350	500	1000	2513
YALVAÇ	369	590	886	1181	1476
YENİŞARBADEMLİ	6	10	15	20	25

3.1.6. Isparta'da damla sulama uygulanan bitki türleri

Isparta'da Meyvecilikte kullanılan damla sulama yöntemi ilk kurulum maliyetinin azalmasıyla birlikte tıbbi aromatik bitkilerde de kullanılmaya başlanmıştır. Tıbbi Aromatik Bitkiler arasında bulunan, Isparta içinde büyük önem arz eden, gül için üretici geçmişten gelen alışkanlıkla vahşi sulama yaparken, son yıllarda damla sulama gül üretiminde sıkça kullanılmaktadır. Örnek bahçe iklimi dolayısıyla Isparta'da gül üretiminin en çok yapıldığı Gönen ilçesindedir. Yeni kurulan bahçede fidan dikimi ile paralel olarak damla sulama sistemi uygulanmıştır. İlk kurulum maliyeti 10 dekarlık bir bahçede yaklaşık 2013 fiyatları ile 3000 TL dir (Özdel, 2013). Şekil 3.1 ve Şekil 3.2'de Damla sulama uygulanan gül bahçesi görülmektedir.



Şekil 3.1. Yeni kurulan gül bahçesi damla sulama uygulaması



Şekil 3.2. Damla sulama hattı gül bahçesi

3.2. Sulama Yöntemleri

Tarım yapılan alanda sulama; ürünün ihtiyaç duyduğu ve doğal yağışlarla karşılanamayan suyun toprakta bitkinin kök bölgesine gereken miktar ve zamanda verilmesidir. Türkiye'nin birçok bölgesi kurak ve yarı kurak iklim kuşağında yer almakta, bu kurak tarım alanlarında bitkilerin yetiştirme döneminde doğal yağışların yetersiz olması durumunda yüksek verim ve kalite için en uygun yöntemle tarımsal sulama yapılması gerekmektedir.

Türkiye'de uygulanan sulu tarım gelişen nüfus, kuraklık tehdidi ve hızlı sanayileşmeden kaynaklı tatlı su ihtiyacından dolayı tasarruflu yapılmalıdır. Tarımsal sulamada, kısıtlı olan tatlı su kaynaklarını doğru yöntemlerle ve tekniklerle daha az su, enerji ve işgücü kullanımı sağlayan teknolojilerin uygulamaya konulması ülkemiz bitkisel üretimimizin daha istikrarlı ve sürdürülebilir olması için büyük önem taşımaktadır(Süzer,2005).

Tarımsal üretimde sulamada birinci kural tarla başına kadar getirilmiş suyun, en az kayıpla bütün tarlaya eşit bir şekilde yayılmasını sağlamaktır. Sulama konusunda pek çok sistem vardır. Bu sistemlerden sulamada birinin seçilmesi tarlanın tesviyesinin düzgün olup olmamasına, yetiştirilen mahsulün cinsine, toprağın kimyasal ve fiziksel özelliklerine, sulama suyunun miktarına ve kalitesine, çiftçi alışkanlıklarına bağlıdır. Bazı sulama yöntemlerinin ek yatırım gerektirmesi nedeniyle, oradaki çiftçilerin ekonomik durumu ve bölgenin rüzgâr, sıcaklık, oransal nem, yağış gibi iklim koşulları da çok önemlidir. Tesviyeli arazilerde bütün sulama sistemleri uygulanabildiği halde, tesviyesiz arazilerde yağmurlama sulama, hâkim rüzgârı şiddetli bir bölgede yağmurlama sulama sistemi yerine ya damla sulama ya da karık sulama daha uygun olmaktadır.

Tarımda sulama için en çok yağmurlama sulama, yüzey sulama ve mikro sulama yöntemleri kullanılmaktadır (Süzer, 2005).

3.2.1. Yüzeiden sulama yöntemleri

Yüzeiden sulama yöntemleri uzun tava, salma sulama, karık sulama ve adi tava yöntemi olarak sınıflandırılabilir. **Uzun tava yöntemi**; sık ekilen hububat, yonca, ot ve benzeri bitkiler için kullanılır. Tesviye edilmiş araziler, birbirine paralel setlerle ayrılırlar. Tarla başından saptırılan sulama suyu, iki sedde arasına yayılarak suyun arazi sonuna kadar akışı sağlanmaktadır. **Salma sulama yöntemi**; Türkiye’de kültür seviyesinin düşük olduğu bölgelerde kullanılır. Suyun tarla başı kanallarından tarla üzerinde rasgele yayılmaya bırakılmasıdır. Randımanı en düşük yöntemdir. Bu yöntemle tarlanın her tarafını eşit olarak sulamak imkânsızdır. **Karık sulama yöntemi**; sulama suyunun, bitki sıraları arasında eğim doğrultusunda açılan karıklara verilmesi ile sıraya ekilen mısır, ayçiçeği, pamuk, meyve ve sebzeler için uygundur. **Adi tava (göllendirme) sulama yöntemi**; arazinin düz ve düze yakın olduğu ince bünyeli toprakların sulanmasında uygulanmaktadır. Sık aralıkla yetiştirilen bitkilerin özellikle çeltik ve meyve bahçelerinin sulanması yapılmaktadır.

3.2.2. Yağmurlama sulama yöntemi

Bu yöntemde su yağmur yağışına benzer biçimde toprak yüzeyine serpilmek suretiyle uygulanır. Bu yöntemde su kapalı borularla mekanik püskürtücülere kadar taşınır ve püskürtücülerden suyun toprağa yağdırılması hareketli olarak dönen başlıklarla basınç altında yapılır. Sistemin çalışması için gerekli basınç genellikle pompalarla sağlanır. Engebeli araziler için uygundur, ancak şiddetli rüzgâr olduğunda dengeli su verilmesi mümkün değildir (Süzer, 2005).

Mini-yağmurlama yöntemi

Mini-yağmurlama yöntemi yağmurlama sulama ile damla sulama arasında bir yöntem olup, ince borularla tarlaya dağıtılan su küçük yağmurlama başlıkları ile araziye dağıtılmaktadır. Sabit bir sistem değildir gerektiğinde toplanabilmektedir. Engebeli araziler ile meyve bahçelerinde ağaç altları için uygundur.

3.2.3. Toprak altı sulama yöntemi

Toprak altı sulama sun'i yolla toprak altına su ilavesiyle taban suyu seviyesinin düzenleme faaliyeti olarak tanımlanabilir. Bu yöntemde su seviyesi kök bölgesinde su ve hava miktarının en iyi şekilde kombine edilmesini sağlayacak yükseklikte muhafaza edilmektedir.

3.2.4. Damla sulama yöntemi

Damla sulama yoğun sulu tarımda kullanılmak üzere geliştirilmiş olan bir yöntemdir. Damla sulaması toprak yüzeyine veya yüzeyin hemen altına yerleştirilen, haznedeki suyu boşaltmak için, küçük çaplı orifis adı verilen delikler yardımıyla, arıtılmış suyu toprak yüzeyine veya içerisine veren bir sistemdir.

Bu sistem suyun belirlenmiş bir desene alçak basınç altında verilmesine imkân sağlar. Bu sistemde su yaygın boru ağı aracılığı ile her bitkiye kadar götürülür. Öte yandan bitkilere verilecek gübreler de sulama suyu ile birlikte verilebilir. Kısaca sistemin esası, bitkinin ihtiyaç duyduğu su ve besin maddesi miktarını optimum seviyede tutmaktır. Bu yöntem sera, meyve, sebze bahçelerinde en çok kullanılan ve ekonomik su kullanımı sağlayan bir yöntemdir (Süzer, 2005).

3.2.4.1. Damla sulamanın yararları

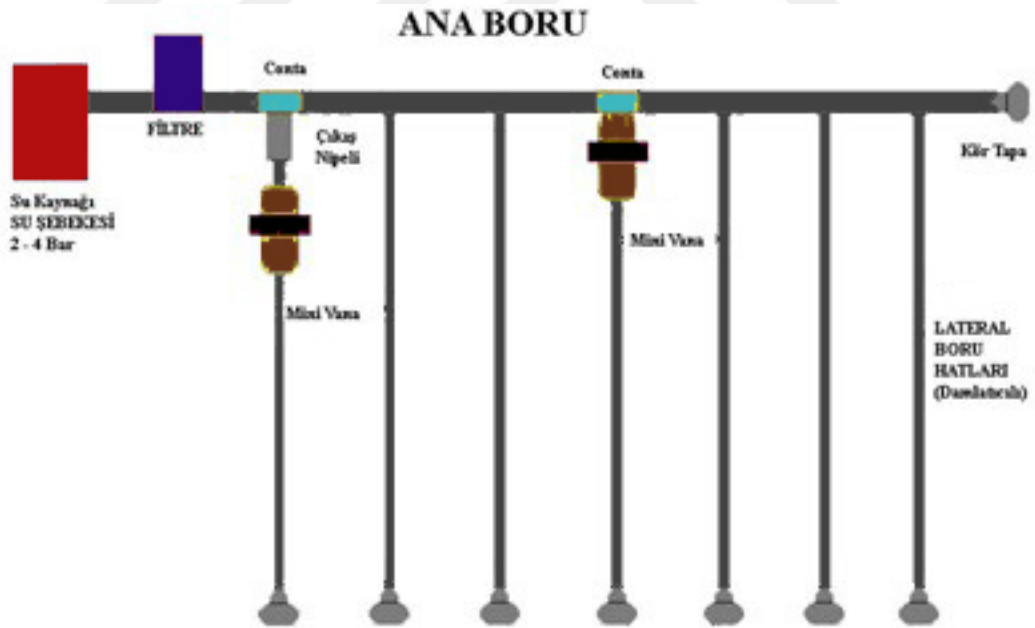
Az su uygulamalarıyla bitkide stres yaratmadan yetiştiriciliğe olanak sağlaması, yüzey akış ve derine sızma oluşturmadığından su besin kayıpları oluşmaması, tuz oranı çok yüksek olan sularda sulama yapılabilmesine olanak sağlaması ve yabancı otların gelişimine imkân tanımaması önemli yararlarındandır. Ayrıca sulama ile birlikte gübreleme ve ilaçlama yapılabilmesi, gübre ve ilaçtan yarı yarıya tasarruf sağlaması, hastalıkların yok denecek kadar asgariye indirilmesi damla sulama yönteminin tercih edilme sebepleridir.

Damla sulama yönteminde arazi engebeli olsa da sulama randımanlı yapılır, Bitkilere su ve gübre dağılımı eşit yapılır bu sebepten aynı zamanda olgunlaşma gerçekleşir (Süzer, 2005).

3.2.4.2. Damla sulama sisteminin elemanları

Damla sulama sisteminde kullanılan elemanlar Şekil 3.3'de gösterildiği gibidir.

- Su kaynağı
- Pompa ünitesi
- Kontrol ünitesi
- Kum ayırıcı (hidrosiklon)
- Kum filtresi (gravel filtre)
- Gübre tankı Filtre (disk/elek)
- Ana boru hattı
- Alt ana boru hattı
- Dağıtım boru hattı (manifold)
- Damlama borular (lateral)
- Damlatıcılar



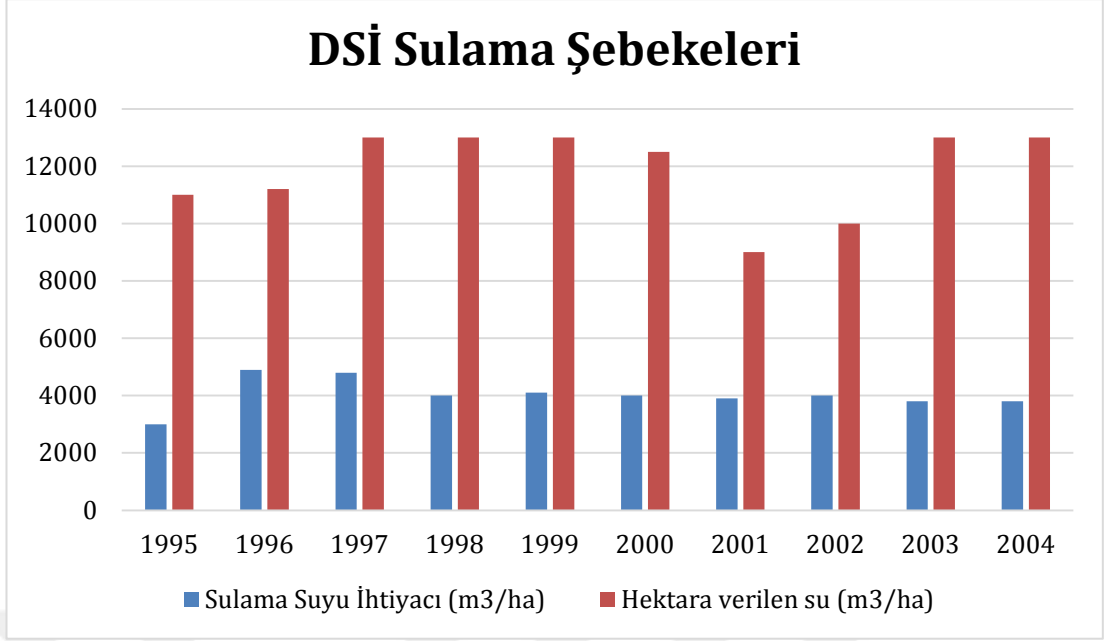
Şekil 3.3. Damla sulama hattı elemanları

3.3. Sulama Yöntemlerinde Su Uygulama Randımanları

Randıman, bitkinin tükettiği su miktarının tarlaya verilen su miktarına oranı olarak değerlendirilir. Sulama yöntemlerinin su uygulama randımanlarını karşılaştırıldığında en randımanlı yöntemin damla sulama yöntemi olduğu görülmektedir.

Su uygulama randımanlarının beklenen değerleri salma sulama için % 50, karık sulama için %70 yağmurlama sulama için % 80 ve damla sulama için %90 - %95 aralığındadır. Diğer bir deyimle bir bitkinin bir sulamada 100 birim suya ihtiyacı varsa, bitkinin bu suyu alabilmesi için, salma sulama yöntemi ile tarlaya 200 birim su verilmesi gerekir. Hâlbuki damla sulama yöntemi ile tarlaya verilmesi gereken su miktarı 110 birim olacaktır.

Türkiye’de tarımda su kullanım etkinliği göstergelerinden sulama oranı ve sulama randımanı çok düşüktür. Türkiye’de sulama randımanını düşüren en önemli problem tarımda aşırı su kullanımınıdır. Sulama randımanı 2004 yılında DSİ sulamalarında %25, devredilen sulamalarda ise %39 olarak gerçekleşmiş olup devredilen sulamalarda DSİ sulamalarından daha yüksektir.(Anonim,2006) Klasik sulama sistemlerinde, sulama parsellerinin küçük olması, karık veya tava boyutlarının uygun seçilememesi su yönetimi güçleştirmekte, sulama randımanı düşmekte ve tarla içi su kayıplarının da fazla olmasına neden olmaktadır. Tava veya karık sulama yöntemleri kullanıldığında, tarla su uygulama randımanı %60 civarında olup, şebekedeki sızma, buharlaşma ve işletme kayıpları da ilave edilirse randıman yaklaşık %50 olmaktadır. Bitkiye ihtiyacı olan 1 m³ suyu verebilmek için 2 m³ su kullanılmaktadır.



Şekil 3.4. Türkiye’de 1995-2004 yılları için sulama suyu ihtiyacı ve dağıtılan su miktarı(Anonim,2016)

Bitkinin ihtiyacı olan suyu ihtiyacına yakın miktarda vererek randımanlı sulama hedeflenmelidir.

3.4. Bitki Su İhtiyacı

Sulama tarımda devamlılığı ve kararlılığı sağlayan, bunun yanında diğer tarımsal girdilerin etkinliğini arttıran ve birim alandan yüksek verim alınmasını sağlayan tarımsal girdilerden biridir. Sulamadan beklenen yararı sağlayabilmek için önemli olan, bitkinin ihtiyaç duyduğu miktardaki suyun yağışlarla karşılanamayan bölümünün toprakta bitkinin kök bölgesine gereken zamanda ve gereken miktarda verilmesidir. Bu tanımlama optimum sulama kavramı ile ifade edilebilir. Optimum sulamada tamamen normal koşullar söz konusu olup; bitkiler, verim azalması olmayacak şekilde sulanmakta ve topraktaki nem miktarını tarla kapasitesine çıkaracak kadar sulama suyu uygulanmaktadır.

Türkiye’de birçok yerde su kaynakları kısıtlıdır gelecekteki artan su ihtiyacı düşünüldüğünde suyun en fazla bulunduğu yerde bile optimum sulama yapılmalıdır. Artan sulama talebini karşılamak için hemen hemen tüm cazibeli

yerüstü kaynakları tesis yapılarak işletmeye alınmıştır. Ayrıca yer altı suyu kullanımı artmış bilinçsizce kullanım yapıldığından yani yer altı su seviyesi son derece düştüğünden bazı bölgelerde tarla sulamak için içme suyuna bile ihtiyaç duyulur hale gelmiştir. Özetle sınırlı su kaynaklarına karşılık su talebi çok artmış, hatta çoğu su kaynağı kurumuş ya da azalmıştır. Sulama suyu ihtiyacı en çok ürünlerden biri olan şeker pancarının ton başına su ihtiyacı bilinçsiz sulama ile 100 tona kadar ulaşmaktadır, hâlbuki modern sulama yöntemleri ile bu miktar 7 ton suya kadar indirilebilmektedir. Bu değerler hemen hemen tüm bitkisel üretim için genelleştirilebilir. Yapılan sulama projelerinde sulanacak alana göre sulama suyu yeterliyse herhangi bir sorun yoktur ve sulama optimum su ihtiyacına göre planlanır.

3.5. Damla Sulama Örneği Olarak Seçilen Bahçe de Damla Sulama Uygulaması

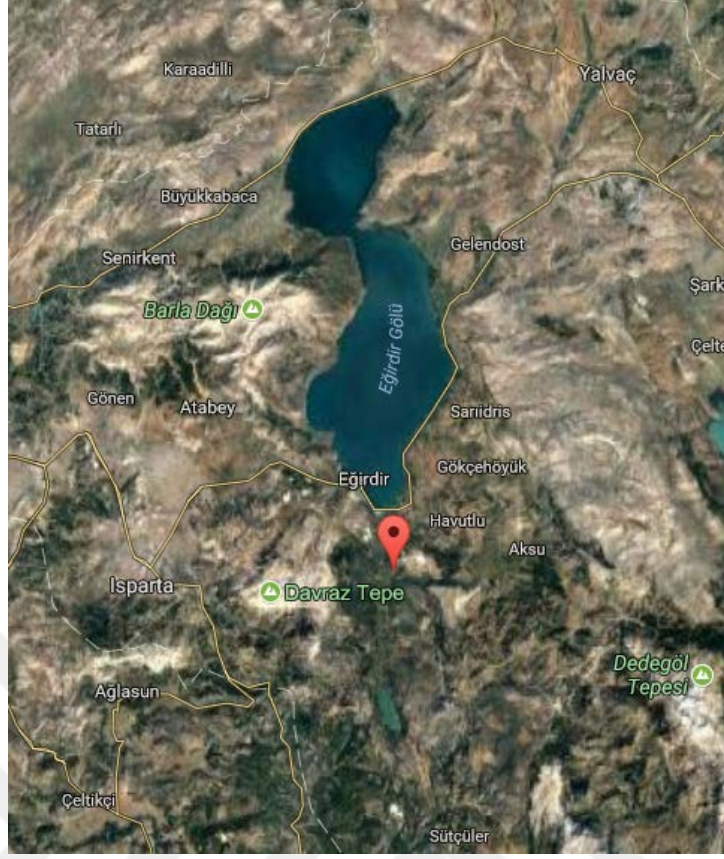
Isparta ili Eğirdir ilçesi genellikle elma üretimi yapan uzun yıllardır salma sulama alışkanlığı ile tarla sulamalarını sürdüren bir bölgedir. Eğirdir Gölü havzası etrafındaki tüm ilçelerde gölün nem etkisinden dolayı elma yetiştiriciliği tercih edilmektedir. Isparta il haritasında Eğirdir gölünün konumu Şekil 3.5’de görülmektedir.



Şekil 3.5. Isparta ili haritası (Google haritalar,2017)

Çalışma alanı olarak kullanılan bahçe meyili az düzlük bir bahçedir ve eşit sulama istendiği için damla sulama borularının 100 m den uzun olmaması tercih edilmiştir.

Araştırma alanının toprak özellikleri incelendiğinde büyük kısmının kırmızı kahverengi Akdeniz toprağından meydana geldiği, bunu sırasıyla kireçsiz kahverengi orman toprağına takip ettiği görülmektedir. Kırmızı kahverengi Akdeniz toprakları; esas itibariyle kırmızı Akdeniz ve kahverengi toprakların karışık halidir. Toprak yılın büyük bölümlerinde kurudur. Yıllık ortalama yağış 400-1000 mm arasında değişmektedir. Kırmızı kahverengi Akdeniz toprağı her çeşit sulama yöntemine uygun olup topraktaki ana madde esas olarak sert kalkerdir. Hafif dağlık bölgelerde granit, kil taşı, kum taşı, çeşitli metamorfikler, kristal kayalar, fliş ve kireç taşıdır (KHGM, 1994). Çalışma alanının uydu görünümü Şekil 3.6'da görülmektedir.



Şekil 3.6. Çalışma alanı örnek bahçenin uydu görüntüsü (Google haritalar,2017)

Örnek bahçede, damla sulama uygulamaları 2001 yılında ÇATAK ile başlamış ve halen uygulanmaktadır. Sulama Mayıs Ekim ayları arasında yapılmaktadır. Damla sulama uygulanan bahçede çiftçi, bahçesinin sulama ücretini bahçenin büyüklüğüne göre dönüm olarak Egridir Boğazova Sulama Birliğine ödemektedir. Sulama Birliğinin bir dönüm tarlanın damla sulama ile sulanması için verdiği fiyat 2017 senesi için 100 TL'dir. Sulama bedeli Boğazova Sulama birliğine dönem sonu Ağustos ve Eylül aylarında yatırılmaktadır.

Salma sulama uygulandığı durumda ise saati 15 TL'dir. Ancak bu sulama türünde kullanılan su miktarı tam olarak tespit edilememektedir. Gereğinden fazla miktarda su salma sulama yöntemine göre bahçeye verilmektedir. Damla sulama ağaç bodur halde iken uygulanmaya başladığında etkili bir yöntem fakat Egridir'de yıllarca salma sulama uygulandığından ağaç kökleri yayılmış durumdadır. Damla sulama ağacın köküne su damlatıyor fakat örnek bahçe de kökler yayılmış olduğundan yeterince su alamıyor. Bu durumun verimi

etkilediği düşünölmektedir. Elma üretimine yeni başlayan bahçelerde damla sulama sisteminin oldukça verimli sonuçlar verdiği gözlenmiştir.

Çalışma alanı olarak seçilen Eğirdir ilçesi Tepeli köyündeki elma bahçesinde bulunan damla sulama sisteminin elemanları aşağıda verilmiştir.

3.5.1. Damla sulama sistemi elemanları

Damla sulama sistemi Su kaynağı, pompa ünitesi-kontrol ünitesi, filtre-(ters yıkama otomasyonu), ana boru hattı, dağıtım boru hattı (manifold), damlama boruları (lateral) ve damlatıcılardan oluşan bir sistemdir.

3.5.1.1. Su kaynağı

Sulama yapılabilmesi için suyun bahçe ile aynı seviyede veya daha yüksekte olduğu bir yerden alınması gerekmektedir. Bahçe su kaynağından daha yüksek bir bölgede olduğunda yeraltından santrifüj pompayla çekilen su veya akarsu, göl gibi kaynaklardan alınan su olabilir. Damla sulama yönteminde her türlü su kaynağından yararlanılabilmektedir. Ancak suyun fazla miktarda kum, sediment ve yüzücü cisim içermemesi gerekir. Tepeli köyünde Kovada kanalı su kaynağı olarak kullanılmaktadır Şekil 3.7'de ve Şekil 3.8'de su kaynağı görölmektedir.



Şekil 3.7. Damlama sulamada kullanılan su kaynağı kovada kanalı



Şekil 3.8. Çalışma alanı su kaynağı

3.5.1.2. Pompa ünitesi-kontrol ünitesi

Su kaynağı olarak kullanılan Kovada Kanalı sulanacak araziden yeteri kadar yüksekte olmadığından, sistemin çalışması için zorunlu olarak pompa kullanılmaktadır. Damla sulama sistemleri düşük basınçla (0,5–2,0 atm) çalıştığı için santrifüj pompa kullanılmaktadır. Kullanılacak su kaynağının türüne, sulanacak alanın büyüklüğüne göre değişik tipteki pompalar kullanılmaktadır. Kontrol ünitesi, suyun ve gübrenin süzülmesi için süzgeçler, basıncın kontrol edildiği basınçölçer, vanalar ve gübreleme tankından meydana gelir. Kontrol ünitesinde üç adet süzgeç vardır. Bunlardan birincisi kaba parçaların kendi ağırlıklarıyla çöktüğü kaba süzgeç, ikincisi ince parçaların süzülmesi için kum – çakıl filtre ve üçüncüsü ise kum çakıl filtreden geçen çok ince parçaların ve gübrenin erimeyen kısımlarının süzülmesi için elek süzgeçtir. Pompa ve kontrol ünitesi Şekil 3.9’da gösterilmektedir.



Şekil 3.9. Pompa ve kontrol ünitesi



Şekil 3.11. Ana boru hattı

3.5.1.5. Dağıtım boru hattı

Ana borudan alınan suyu damlatıcı borularına aktarır. Çaplarının dışındaki özellikleri ana boru hattına benzer. Çapları genel olarak 25–100 mm arasındadır. Ana boru hattında olduğu gibi, koşullara göre gerektiğinde toprak altına gömülürler. Bazen de, yan boru hattı bazı sistemlerde toprak yüzeyi üzerinden gider. Giriş ve çıkış vanaları arasında yarım barlık bir basınç farkı olduğunda, otomatik ters yıkama işlemi başlar ve borularda tıkanıklık olması engellenmiş olur. Şekil 3.12’de basınç farkını gözlemlemek için kullanılan sistem gösterilmektedir.



Şekil 3.12. Dağıtım boru hattı manifold

3.5.1.6. Damlama boruları (lateral)

Yan boru hattından alınan suyu arazide dağıtarak damlaticılara veren boruların oluşturduğu boru hatlarıdır. Bunlara su dağıtım boruları veya lateral borular da denir. Damlaticılar bunların üzerine 20 cm de bir delik olacak şekilde yerleştirilmiştir. Bu hatların yapımında esnek özellikle PE borular veya yumuşak PVC borular kullanılır. Şekil 3.13’de damlama borularının bahçedeki görünümü gösterilmiştir.



Şekil 3.13. Damlama boruları

3.5.1.7. Damlatıcılar

Sulama suyunu basınçsız veya sıfıra yakın basınçlı ve çok düşük debi ile toprağa ulaştıran elemanlardır. Damlatıcı borularının (lateral) bir parçası konumundadırlar. Damlatıcı borularda, boru boyunca su damlayarak azalarak ilerlemektedir, hem basınç hem de debi boru boyunca giderek azalmaktadır bu nedenle çapları genellikle 0,2–2 mm arasındadır.

3.6. Blaney-Criddle Yöntemiyle Sulama Miktarının Hesaplanması

Çalışma alanında sulama suyu ihtiyacı Blaney-Criddle metoduna göre hesaplanmıştır. Amaç bitkinin asıl ihtiyaç duyduğu su miktarını hesaplamak ve çıkan sonucu damla sulama ve salma sulama metotlarıyla kullanılan su ile karşılaştırmaktır. (Orta vd.2000).

$$U=45kc*p*(T+18) \quad (3.1)$$

Burada, U aylık evapotranspirasyonu (mm), kc bitki cinsine göre yetiştirme süresine bağlı katsayıyı, p göz önüne alınan aydaki güneşlenme oranını ve T aylık ortalama sıcaklığı (°C) göstermektedir.

Türkiye’de çoğunlukla Blaney-Criddle formülü kullanılmaktadır. Yukardaki formüllerle hesaplanan U değerleri o süre içerisinde eğer yağış yoksa doğrudan bitkilerin su ihtiyacını belirlemektedir. Yağış varsa bitkilerin su ihtiyacını belirlemek için yağış yüksekliğinin(P),U değerinden çıkarılması gerekmektedir(Orta vd.2000). Çalışmada su ihtiyacı blaney-criddle metoduyla belirlendikten sonra 5 Eylül 2016 tarihinde Türkiye’de sulanan bitkilerin bitki su tüketimi rehberi yayınlandı blaney-criddle ile bulunan sonuç rehberde tavsiye edilen sulama suyu ile karşılaştırıldı.

Bitki su tüketimi rehberinde 256 istasyondan bitkinin başlangıç, orta ve son dönem kc değerleri hesaplanmıştır. Eğirdir bölgesi dağ yamaç iklim tipi bölgesinde yer almaktadır. (Türkiye’de sulanan bitkilerin bitki su tüketimi rehberi,2016). Kc bitki katsayısı en güncel hali Eğirdir ‘in bulunduğu dağ yamaç iklim bölgesi verilerinden alınmıştır. Orta dönem kc katsayısı (kc_3)ile çalışma alanı sulama suyu ihtiyacı hesaplanmıştır. Yetişkin elma ağaçlarının gelişmelerinin orta dönemde olduğu kabul edilmiştir. Kc_3 bitki katsayısı Şekil 3.4’den, güneşlenme oranı P Çizelge 3.5’den alınmıştır ve aylık ortalama sıcaklık değerleri Şekil 3.6’dan alınmıştır. Hesaplamalar, 2016 senesi sulama dönemi (mayıs-ekim) için yapılmıştır.

Çizelge 3.4. Eğirdir elma bitkisi kc katsayıları

13. DAĞ YAMAÇ BÖLGESİ				
İstasyon adı	Ürün	K_{c1}	K_{c3}	K_{c4}
Beyşehir	Üzüm (sofralık, kuru)	0,46	0,86	0,49
Beyşehir	Üzüm (şaraplık)	0,45	0,71	0,48
Beyşehir	Vişne	0,43	0,96	0,74
Beyşehir	Yonca	0,20	1,21	1,16
Beyşehir	Yulaf (yazlık)	0,47	1,17	0,25
Burdur	Anason	0,51	1,06	1,02
Burdur	Armut	0,53	0,99	0,72
Burdur	Arpa (kışlık)	0,75	1,15	0,27
Burdur	Ayçiçeği	0,27	1,09	0,38
Burdur	Ayva	0,42	0,98	0,71
Burdur	Biber (sivri)	0,19	1,08	0,92
Burdur	Buğday (kışlık)	0,75	1,16	0,28
Burdur	Ceviz	0,41	1,13	0,66
Burdur	Domates (yer)	0,19	1,17	0,82
Burdur	Elma	0,40	0,99	0,71
Burdur	Erik	0,44	0,98	0,70
Burdur	Fasulye (barbunya, kuru)	0,18	1,07	0,92
Burdur	Fiğ (adi)	0,80	1,15	0,55
Burdur	Gül (yağlık)	0,38	1,08	0,51
Burdur	Haşhaş (kışlık)	0,80	1,25	0,37
Burdur	Hıyar	0,19	0,97	0,76
Burdur	Karpuz	0,24	1,02	0,77
Burdur	Kavun	0,36	1,07	0,77
Burdur	Kayısı	0,44	0,99	0,70
Burdur	Kiraz	0,36	0,99	0,70
Burdur	Maydanoz	0,12	1,06	0,96
Burdur	Mısır (dane)	0,21	1,19	1,07
Burdur	Mısır (silajlık)	0,21	1,24	0,53
Burdur	Mısır (silajlık, 2. ürün)	0,08	1,23	0,51
Burdur	Nohut (yazlık)	0,40	1,02	0,37
Burdur	Patates	0,34	1,17	0,77
Burdur	Patlıcan	0,18	1,08	0,92
Burdur	Rezene	0,28	1,07	0,98
Burdur	Soğan (yeşil)	0,18	1,03	1,03

Çizelge 3.4. Eğirdir elma bitkisi kc katsayıları (Devam)

Dinar	Elma	0,50	1,00	0,71
Dinar	Erik	0,52	0,99	0,71
Dinar	Fasülye (barbunya, kuru)	0,26	1,09	0,93
Dinar	Fasülye(kuru)	0,30	1,08	0,37
Dinar	Fasülye (taze)	0,42	1,08	0,94
Dinar	Haşhaş (kışlık)	0,74	1,25	0,37
Dinar	Haşhaş (yazlık)	0,49	1,29	0,39
Dinar	Hıyar	0,24	0,97	0,77
Dinar	Karpuz	0,32	1,02	0,77
Dinar	Kavun	0,27	1,08	0,77
Dinar	Kiraz	0,49	1,00	0,71
Dinar	Mercimek (yeşil)	0,31	1,12	0,33
Dinar	Mısır (dane)	0,30	1,19	1,08
Dinar	Mısır (silajlık)	0,30	1,24	0,54
Dinar	Nohut	0,49	1,02	0,38
Dinar	Patates	0,47	1,18	0,78
Dinar	Patlıcan	0,19	1,09	0,93
Dinar	Rezene	0,30	1,08	0,98
Dinar	Soğan (kuru)	0,55	1,07	0,77
Dinar	Şekerpancarı	0,52	1,23	0,72
Dinar	Üzüm (sofralık, kuru)	0,55	0,88	0,47
Dinar	Üzüm (şaraplık)	0,52	0,74	0,48
Dinar	Vişne	0,50	1,00	0,72
Dinar	Yonca	0,22	1,22	1,17
Eğirdir	Anason	0,77	1,06	1,03
Eğirdir	Armut	0,67	0,99	0,71
Eğirdir	Arpa (kışlık)	0,80	1,16	0,28
Eğirdir	Ayçiçeği	0,30	1,09	0,38
Eğirdir	Ayva	0,59	0,99	0,70
Eğirdir	Biber (sivri)	0,29	1,08	0,92
Eğirdir	Buğday (kışlık)	0,80	1,16	0,28
Eğirdir	Ceviz	0,63	1,14	0,65
Eğirdir	Domates (yer)	0,29	1,18	0,82
Eğirdir	elma	0,50	0,99	0,70

Çizelge 3.5. Çeşitli aylarda ve enlem derecelerinde güneşlenme oranları (100*p)
(DMİGM, 2000)

Enlem →	34	36	38	40	42	44
Ay ↓						
Ocak	7,10	6,39	6,87	6,76	6,62	6,49
Şubat	6,91	6,85	6,79	6,73	6,65	6,58
Mart	8,36	8,35	8,34	8,33	8,31	8,30
Nisan	8,80	8,85	8,90	8,95	9,00	9,05
Mayıs	9,72	9,82	9,92	10,02	10,24	10,26
Haziran	9,70	9,83	9,95	10,08	10,21	10,58
Temmuz	9,88	9,99	10,10	10,22	10,35	10,49
Ağustos	9,33	9,40	9,47	9,54	9,62	9,70
Eylül	8,36	8,36	8,38	8,38	8,40	8,41
Ekim	7,90	7,85	7,80	7,75	7,70	7,63
Kasım	7,02	6,92	6,82	6,72	6,62	6,49
Aralık	6,92	6,79	6,66	6,52	6,38	6,22

Çizelge 3.6. Aylık ortalama sıcaklık değerleri (DMİGM,2016)

ISPARTA	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Uzun yıllar içinde gerçekleşen ortalama değerler (1926-2016)													
Ortalama sıcaklık (°C)	1,8	2,9	5,9	10,7	15,5	20,0	23,4	23,2	18,6	13,0	7,6	3,5	12,2
Ortalama en yüksek sıcaklık (°C)	6,3	7,7	11,6	16,6	21,8	26,5	30,3	30,6	26,4	20,5	13,9	8,1	18,4
Ortalama en düşük sıcaklık (°C)	-2,0	-1,4	0,8	4,8	8,6	12,3	15,3	15,1	10,9	6,7	2,6	-0,4	6,1
Ortalama güneşlenme süresi (saat)	3,5	4,4	5,5	6,5	8,3	10,2	11,2	10,5	9,3	7,1	5,2	3,2	84,9
Ortalama yağışlı gün sayısı	12,9	11,4	10,8	10,2	10,6	6,5	2,8	2,2	3,7	6,4	7,8	12,4	97,7
Aylık toplam yağış miktarı ortalaması (kg/m ²)	80,6	68,8	58,9	53,2	55,7	33,2	13,7	12,1	18,6	37,7	45,2	87,1	564,8
Uzun yıllar gerçekleşen en yüksek ve en düşük değerler (1926-2016)													
En yüksek sıcaklık (°C)	18,4	22,5	29,5	29,5	33,1	38,1	42,3	41,2	35,6	33,2	26,3	22,3	42,3
En düşük sıcaklık (°C)	-19,2	-21,0	-18,5	-7,7	-1,2	1,2	4,9	6,4	-0,8	-4,2	-11,5	-15,4	-21,0
Günlük toplam en yüksek yağış miktarı					Günlük en hızlı rüzgar					En yüksek kar			
04.01.1953 108,6 kg/m ²					12.01.1968 110,5 km/sa					29.03.1946 59,0 cm			

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Çalışma alanında bitkinin su ihtiyacı ve bu ihtiyacın randımanlı bir şekilde karşılanması için gerekli hesaplar araştırma bulguları ve tartışma bölümünde anlatılmıştır.

4.1. Çalışma Alanı Temmuz Ayı Sulama Suyu İhtiyacı

Çalışma alanı bitki su ihtiyacı blaney-criddle formülüne göre hesaplanmıştır.

Eşitlik 3.1 e göre çalışma alanı için değişkenler T=Temmuz ayı ortalama sıcaklık, P=Güneşlenme oranı, Kc_3 =Bitki katsayısı U=Bitki su ihtiyacı

Kc : Mevsimlik ortalama bitki katsayısıdır. Bu amaçla, ölçülen bitki su tüketimi değerleri, bitki su tüketimi tahmin yöntemleri ile hesaplanan kıyas ya da potansiyel bitki su tüketimi değerleri birbirine oranlanarak bitki katsayıları (k_c) elde edilir (Doorenbosve Pruitt 1977, Jensen ve ark. 1990).

$T=23,4^{\circ}C$ $p=10,10/100$, $k_{c3}=0,99$, $U=186,281$ mm bitki su ihtiyacıdır. Çalışma alanında, buharlaşma ve terleme ile meydana gelen evotranspirasyonun temmuz ayı boyunca değerlendirilmesi ise Coutagne Formülüne göre hesaplanmıştır.

Coutagne formülü ne göre evotranspirasyon aylık ve yıllık olarak hesaplanır(Orta vd,2000). Eşitlik 4.1 ve 4.2 'de evotranspirasyon (coutagne) formülleri verilmiştir Çalışma alanı için değişkenler U=Sulama suyu ihtiyacı, P=Aylık ortalama yağış yüksekliği (mm), T=Aylık ortalama sıcaklık ($^{\circ}C$), λ =Sıcaklığa bağlı oluşan bir katsayıyı ifade etmektedir.

$$U= P- \lambda P^2 \quad (4.1)$$

$$\lambda= 0.0001/(0.8+0.14T) \quad (4.2)$$

$T=23,4^{\circ}C$ $\lambda=0,00002453$ $P=13,7$ mm $U=13,695$ mm oluşan evotranspirasyon.

Bahçenin sulama suyu ihtiyacı $U=186,281$ mm bitki su ihtiyacı evotranspirasyon kaybı=172,586 mm

Türkiye’de sulanan bitkilerin bitki su ihtiyaçları rehberinde Eğirdir de yetişen elma ağacı için su ihtiyacı rehberde verilmiştir. Buna göre Eğirdir ilçesinde her ay ayın 3 döneminde elmanın su ihtiyacını bulmak mümkündür.

Damla sulamanın uygulandığı koşullarda rehberde verilen su tüketimi değerlerinin aşağıda verilen eşitlik ile düzeltilir düzeltilmiş bitki su tüketimi kullanılmalıdır (Yıldırım, 2013).

Burada;

$$T = ETc * (Ps/85) \quad (4.3)$$

T=Düzeltilmiş bitki su tüketimi değeri (mm)

ETc=Bitki Su Tüketimi

Ps=Bitki tarafından gölgelenen alan yüzdesi (%70)

Gölgelenen alan yüzdesi, tarla bitkileri ve sebzelerde %80, bağ ve sık dikim yapılan meyve ağaçlarında (sıra aralığı 4 m’den sık) %75, geniş dikim aralıklarına sahip meyve ağaçlarında (sıra aralığı 4 m ve daha geniş) ise %70 alınması önerilmektedir (Yıldırım, 2013)

Damla sulama yönteminde net sulama suyu ihtiyacı ise aşağıda verilen eşitlikle belirlenir;

$$dn = T - Pe \quad (4.4)$$

dn = Net sulama suyu ihtiyacı (mm)

T = Düzeltilmiş bitki su tüketimi (mm)

Pe = Etkili yağış (mm) Arazi düz olduğundan yağışın %80 lik kısmı toprağa sızarak etkin yağışa dönüştüğü kabul edilmektedir.

Toplam sulama suyu ihtiyacının belirlenmesinde ise net sulama suyu ihtiyacının su uygulama ve iletim randımanlarının çarpımına bölünmesi ile bulunmaktadır (Yıldırım, 2004).

$$dt = dn / (Ea*Ec) \quad (4.5)$$

dt = Toplam sulama suyu ihtiyacı (mm)

Ec = Su iletim randımanı (Basıncılı borulu sulama sistemlerinde bu değer %98 alınmaktadır.)

Ea = Su uygulama randımanı

Sulama yöntemine göre farklılıklar gösteren su uygulama randımanları aşağıda verilmiştir

- Taşınabilir Yağmurlama sulama yöntemi için; Ea = %70
- Sabit Yağmurlama sulama yöntemi için; Ea = %75
- Ağaç altı Mikro yağmurlama sulama yöntemi için; Ea = %87,5
- Yüzey damla sulama yöntemi için; Ea = %87,5
- Yüzey altı damla sulama yöntemi için; Ea = %90(Salas, 2006).

Çalışma alanında yüzey üstü damla sulama yöntemi ve salma sulama yöntemi kıyaslanacağı için randıman Ea= %87,5 alınmıştır.

4.2. Türkiye’de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketimi Rehberine Göre Temmuz Ayı Sulama Suyu İhtiyacı

Rehber bir ayı üç sulama dönemine ayırmıştır. Buna göre temmuz ayı üçüncü 10 günlük dönemde bitki su ihtiyacı aşağıdaki şekilde hesaplanır.

Bitki Su Tüketimi (ETc) = 63,5 mm

$$\text{Düzeltilmiş Bitki Su Tüketimi (T)} = ETc*Ps/85 \quad (4.6)$$

Ps=Gölgelenen alan yüzdesi (%75 alınır elma için)

T=56,03mm

Yağış (P) = 3,17 mm

Temmuz ayı 3.dönem yağışı 3,17 mm

Etkili Yağış (Pe) = 3,2*0,80 =2,54 mm

Net Sulama Suyu İhtiyacı dn = T - Pe (4.7)

Dn=53,49 mm

Toplam Sulama Suyu İhtiyacı = dt = dn / (Ea*Ec) mm (4.8)

Ea=0,875 Ec=0,98

Dt= 62,38mm

Toplam Sulama Suyu İhtiyacı dt =623,80 m³/ha

Rehber e göre Temmuz ayı bitki su tüketimi 1,2ve 3. Sulama dönemi toplamı 173 mm =1730m³/ha dır.

Çalışma alanında Temmuz ayı bitki su ihtiyacı Blaney-Criddle yöntemiyle 172,586mm=1725,86 m³/ha hesaplanmıştır. Türkiye’de sulanan bitkilerin bitki su tüketimi rehberi çalışma alanında hesaplanan bitki su ihtiyacı %99,7 yakın bulunmuştur. Türkiye’de sulanan bitkilerin bitki su tüketimi rehberine göre elma bitkisinin dağ yamaç iklim tipinde bulunan Eğirdir de sulama suyu ihtiyacı Çizelge 4.1’de görülmektedir.

Çizelge 4.1. Eğirdir de damla sulama ile sulanan ağacın bitki su ihtiyacı

ELMA - EĞİRDİR	MAYIS			HAZİRAN			TEMMUZ			AĞUSTOS			EYLÜL			EKİM			TOPLAM
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Damla sulama																			
Bitki Su Tüketimi (ETc) (mm)	21,1	28,1	37,8	42,1	51,1	56	57,2	57,2	63,5	54,2	52,9	53,7	43,2	38,6	33	26,3	20	15,7	791,1
Damla sulamada Bitki Su Tüketimi (T) (mm)	18,6	24,8	33,4	37,1	45,1	49,4	50,5	50,5	56	47,8	46,7	47,4	38,1	34,1	29,1	23,2	17,6	13,9	698,0
Yağış (P) (mm)	18,5	11,9	15,4	12,5	4,6	3,2	4,5	3,1	3,2	1,5	3,5	3,4	4,1	4,8	10,8	10,8	18,5	16,7	793,4
Etkili Yağış (Pe) (mm)	14,8	9,5	12,3	10	3,7	2,6	3,6	2,5	2,5	1,2	2,8	2,7	3,3	3,8	8,6	8,6	14,8	13,4	634,8
Net Sulama Suyu İhtiyacı (dn); (mm)	3,8	15,3	21,1	27,1	41,4	46,8	46,8	48	53,5	46,6	43,9	44,6	34,8	30,3	20,5	14,6	2,9	0,5	542,5
Toplam Sulama Suyu İhtiyacı (dt) (mm)	4,4	17,8	24,6	31,7	48,3	54,6	54,6	56	62,4	54,3	51,2	52,1	40,6	35,3	23,9	17	3,4	0,6	632,8
Toplam Sulama Suyu İhtiyacı (dt) (m ³ /ha)	44,2	178	245,6	316,5	482,6	546,2	546,2	559,7	623,8	543,4	512,2	520,7	406,1	352,8	239,3	170,1	33,6	5,6	6.326,6

4.3. Çalışma Alanında Kullanılan Su Miktarı

Çalışma alanında salma sulama yöntemi ve damla sulama yöntemi uygulanmıştır. Sonuçlar araştırma bulguları ve tartışma bölümünde toplanmıştır.

4.3.1. Çalışma alanı salma sulama ile sulandığında kullanılan su miktarı

Bu ihtiyacı karşılamak için çalışma alanında salma (vahşi) sulama yöntemi ve damla sulama yöntemi ile ne kadar su harcandığını incelenmiştir.

Salma sulama ile sulandığında:

Temmuz ayında 10 günde bir kez olmak üzere toplam 3 kez sulama yapılmıştır. Her sulama 6 saat sürmektedir. Kovada kanalından bahçeye daha önce bildirilen saatlerde su verilmiştir. 6 saat boyunca sulama devam etmiştir. Tepeli ve Yukarı Gökdere köylerinde yetiştirilmiş elma bahçesi bulunan çiftçiler ile yapılan anketlerden elde edilen sonuçlara göre;

Dış çapı 160 mm olan PVC sulama borusu kullanılmıştır. Saatte 150 ton su kullanılmaktadır. Temmuz ayında 10 günde bir kez günde 6 saat sulama yapılmıştır. Çalışma alanında aylık su kullanımı Çizelge 4.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Çalışma alanında salma sulama kullanımı

Saatlik Sulama Ücreti (TL/saat)	Saatlik Sulama Miktarı (Ton/Saat)	Sulama Süresi (Saat/Gün)	Sulama Sıklığı (sefer/ay)	Aylık Sulama (Temmuz) (ton)	Mayıs-Ekim Toplam Sulama (Ton)	Toplam Maliyet (TL)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
15	150	6	3	2700 ton	14400	1620
Açıklama	(5) = (2)x(3)x(4) (7) = (1)x(3)x (4) x 6 ay					

Temmuz ayında kullanılan su miktarı için hesaplanmıştır. Bu durumda çalışma alanında kullanılan su miktarı 2700m³/ha dır.

4.3.2. Çalışma alanı damla sulama ile sulandığında kullanılan su miktarı

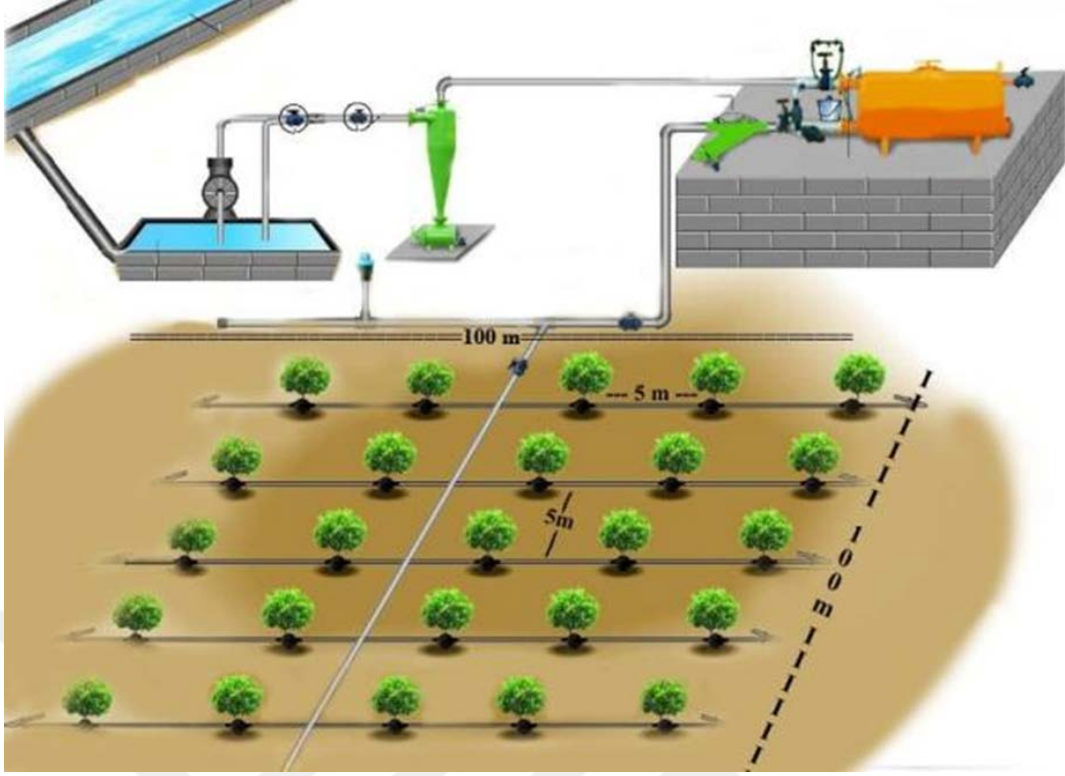
Çalışma alanında 100 m genişliğinde 100 m boyunda yetişmiş elma ağaçlarının bulunduğu arazi, dikim aralığı 5mx5m dir. Damlama boruları her ağacın gölgelenme alanı dışında kullanılmıştır. Bir ağacın gölgelenme boyu 2,5 m dir ve damlama boruları 5 er metre ara ile döşenmiştir. 100 metre genişliğinde toplam 19 hat 100 er metre boyunda döşenmiştir. Her damlama hattı 50 cm'de bir delik her deliğin saatlik su kullanımı 2 litredir. Damlatıcı basıncı 3 bar olacak şekilde düzenlenmiştir.

Temmuz ayında günlük 2 saat sulama yapılmıştır. Sulama her gün devam etmiştir. Çalışma alanında damla sulama kullanımı Çizelge 4.3'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Çalışma alanında damla sulama kullanımı

Delik miktarı (adet)	Toplam damlama hattı sayısı	Saatlik Sulama Miktarı (lt/Saat)	Sulama Süresi (Saat/Gün)	Sulama Sıklığı (sefer/ay)	Aylık Sulama (Temmuz) (ton)	Toplam Maliyet (TL)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
200	19	2	2	30	456	1000
	Açıklama	(6) = (1)x(2)x(3)x(4)x(5)				

Bir hatta 200 delik bulunmaktadır, her delik saatte 2 lt su damlatmaktadır toplam 19 hat olduğu için bir saatte 7600 litre su damlatılmıştır. Günde 2saat sulama yapıldığı için günde 15200 lt ayda 456m³/ha su kullanılmıştır. Şekil 4.1'de uygulama resmi görülmektedir.



Şekil 4.1. Çalışma alanında damla sulama uygulaması (Güraydın sulama,2016)

a) Çalışma alanı sulama suyu ihtiyacı bölüm 3'te hesaplanmıştır 172,586 mm tüm alanda 1725,86 m³/ha hesaplanmıştır. Her iki sulama yönteminde randıman kıyaslanmıştır.

b) Sulama randımanı bitkinin tükettiği su/bahçe ye verilen su olarak değerlendirilir bu durumda çalışma alanı;

Salma sulamada; bitkinin tükettiği su 1725,86 m³ bahçeye verilen su 2700m³ randıman 0,63 dür.

Damla sulamada Bitkinin tükettiği su 1725,86 m³ tarla ya verilen su 456m³ tür randıman 3,82 dir.

c) Yukarıda verilen hesaplamalardan da anlaşılacağı üzere, çalışma alanında salma sulama ile %63 randımanlı sulama yapılacak damla sulamanın randımansız bir sulama olduğu sonucuna varılmıştır.

Çalışma alanında bitki su ihtiyacı karşılanamadığı için damla sulama projelendirmesinde bazı değişikliklere gidilmiştir. İlk sulama hattına 19 hat daha ilave edilerek yeni sistem 38 hat'a çıkarılmıştır. Ayrıca damla sulama boruları 30 cm de bir delik olacak şekilde değiştirilmiştir. Sulama sayısı günlük 2 saatten 3 saate yükseltilmiş fakat damlatıcı debisi ve basıncı aynı bırakılarak 2 lt/saat su vermeye devam edilmiştir. Bu yeni durumda bitkilere verilen su miktarı aşağıdaki hesaplamalarda gösterildiği gibi belirlenmiştir;

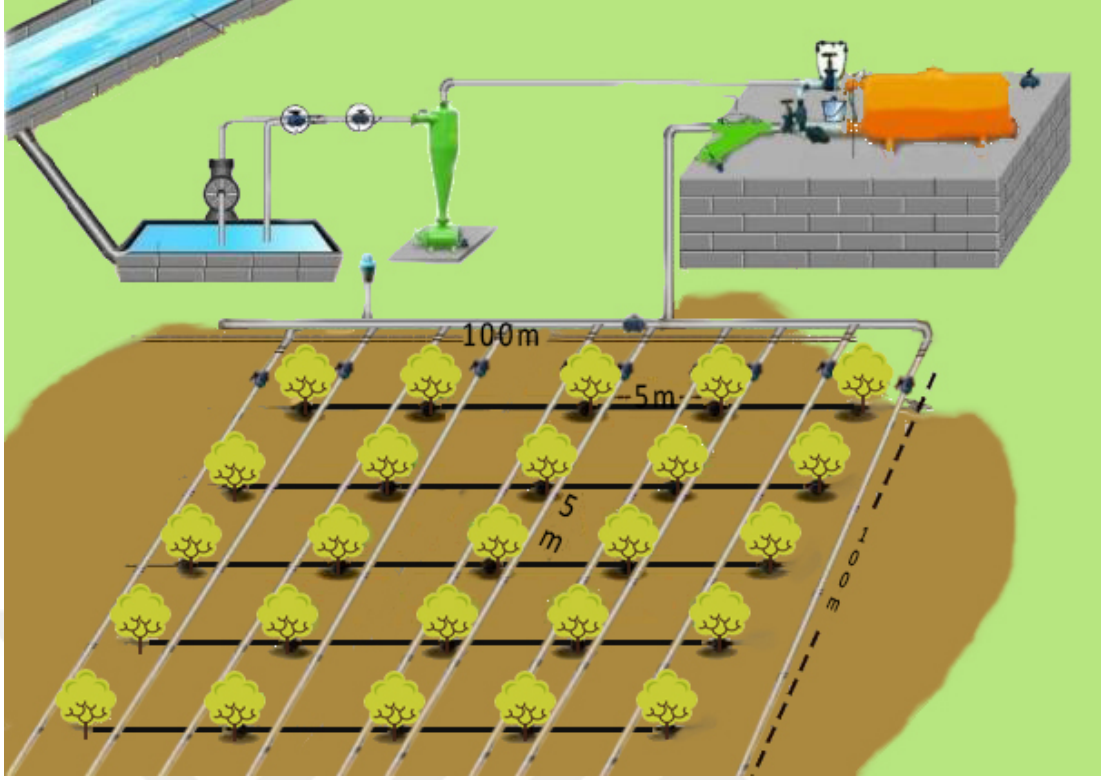
Bir hat 300 delik bulunduruyor her delik saatte 2 lt su damlatıyor toplam 38 hat olduğu için bir saatte 22800 litre su damlatılıyor. Günde 3 saat sulama yapılmıştır. Günde 68400 lt ayda 2052m³ su kullanılmıştır. Çalışma alanında 38 hatta damla sulama kullanımı Çizelge 4.4'de gösterilmiştir. Bahçenin sulama suyu ihtiyacı, salma sulama ve damla sulama randımanları; Çizelge 4.5'de gösterilmiştir. Damlama hattı sayısı 38 olduğunda sulama Şekil 4.2'de görülmektedir.

Çizelge 4.4. Çalışma alanında 38 hatta damla sulama kullanımı

Delik miktarı (adet)	Toplam damlama hattı sayısı	Saatlik Sulama Miktarı (lt/Saat)	Sulama Süresi (Saat/Gün)	Sulama Sıklığı (sefer/ay)	Aylık Sulama (Temmuz) (ton)	Toplam Maliyet (TL)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
300	38	2	3	30	2052	1000
	Açıklama	(6) = (1)x(2)x(3)x(4)x(5)				

Çizelge 4.5. Çalışma alanı randıman analizi

Temmuz ayı	Bahçenin sulama suyu ihtiyacı	Salma Sulama yapıldığında	Damla sulama yapıldığında
	1725,86 m ³ /ha	2700 m ³ /ha	2052 m ³ /ha
Randıman		%63	%84



Şekil 4.2. Çalışma alanı 38 hat damla sulama uygulaması

Tüm sulama sezonu bu şekilde sulandığında Çizelge 4.6'da çalışma alanında kullanılan su miktarları(damla sulama ve salma sulama),ulaşılın randıman ve yeni rehber de olması gereken sulama suyu miktarları görülmektedir. Her ay için sıcaklık, yağış yüksekliği değerleri Çizelge 3.6'dan p(güneşlenme oranı) Çizelge 3.5'den, kc_3 bitki katsayısı Çizelge3.4'den alınmıştır.

Çizelge 4.6. Çalışma alanında tüm sulama sezonu kullanılan su miktarları, gerçek su ihtiyaçları ve randımanları

Su ihtiyacı (mm)	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Toplam su miktarı
Blaney-Criddle göre gerekli su miktarı(mm)	92,5	135,3	172,6	161,7	118,1	70,1	750,3
Rehber'e göre su ihtiyacı(mm)	87	149,2	173	160,8	114,8	62	746,8
Damla Sulama uygulandığında(mm)	91,2	136,8	205,2	205,2	136,8	72,9	848,1
Salma Sulama Uygulandığında(mm)	180	270	270	270	270	180	1440
Su uygulama randımanı % (damla sulama)	%104	%98	%84	%84	%86	%96	-

Çalışma alanında sulama dönemi boyunca damla sulama uygulamasında randımanlı bir sulama yapmak için mayıs ayında günlük sulama saati 2 saat aylık sulama gün sayısı 20 gün olarak uygulandı. Haziran ve eylül aylarında bir günde 2 saat ve 30 gün sulama yapıldı. Temmuz ve Ağustos aylarında bölüm 3'te anlatıldığı şekilde günlük 3 saat 30 gün boyunca sulama yapıldı. Ekim ayında günde 2 saat 16 gün boyunca sulama yapıldı. Salma sulama uygulamasında ise Mayıs ve Ekim aylarında çalışma alanında sulama 4 saat yapıldı. Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında sulama bölüm 4.2'de anlatıldığı şekilde günde 6 saat ayda 3 gün olarak yapıldı.

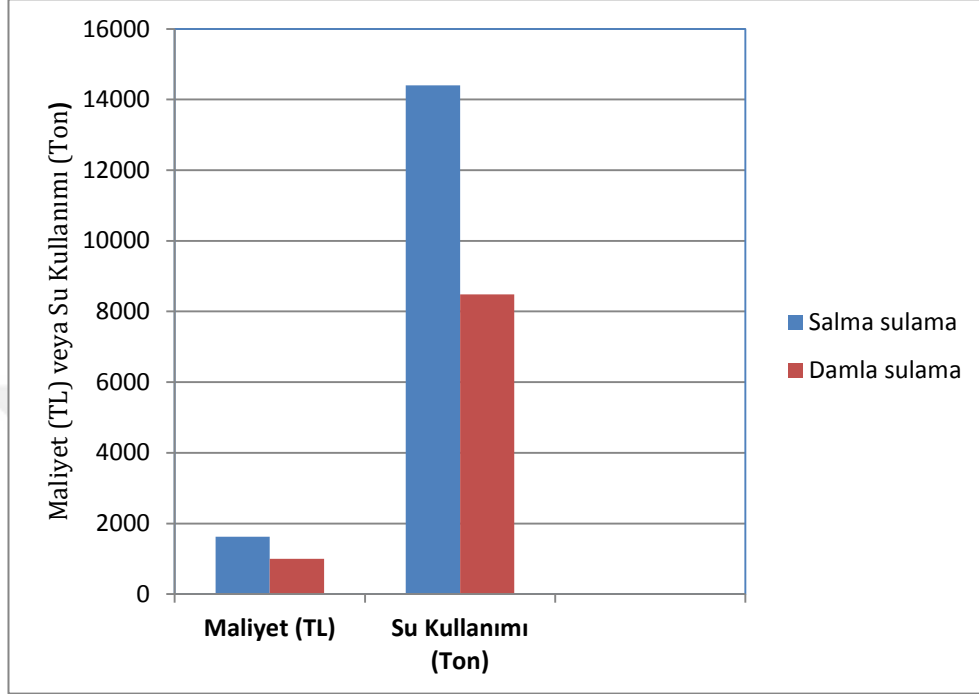
Randıman hesabı her ay için ayrı ayrı hesaplandı. Randıman, bitkinin tükettiği su miktarının tarlaya verilen su miktarına oranı olarak değerlendirilir. (Anonim,2016) Çalışma alanında mayıs ayında bitkinin tükettiği su miktarı blaney-criddle formülü ile hesaplanan 92,5mm'dir. Damla sulama uygulaması ile çalışma alanına verilen su miktarı 91,2mm'dir. Su uygulama randımanı mayıs ayında %104 olarak hesaplanır. Damla sulama uygulamasında randıman %100'e yakın olmalıdır.Bitki ihtiyacı kadar su aldığında randımanlı sulanır(Anonim,2016).Randıman 1'in altında ise bitki ihtiyacı kadar su almıştır.1 in ne kadar üstünde olursa o kadar gereksiz su kullanı olur.Çalışma alanı sulama sezonu boyunca damla sulama ile randımanlı sulanmıştır.

4.4. Çalışma Alanı Sulama Maliyeti Hesabı

Eğirdir ilçesi Tepeli köyünde sulama ücreti dekar başına sezonluk olarak ödeniyor. 2016-2017 senelerinde Eğirdir Boğazova Sulama Birliğinden alınan bilgiye göre damla sulama da sezonluk 1 dekar alan 100 TL olarak faturalandırılıyor. Çalışma alanı 10 dekarlık yetişmiş elma bahçesidir. Mayıs-Ekim sezonunda damla sulama ile sulandığında toplam 1000 tl ödenmektedir.

Maliyet açısından incelendiğinde, Salma sulama ile sezonluk 1620 tl(Çizelge 3.2) damla sulama ile sezonluk 1000 tl ödeme yapılmaktadır maliyet olarak da Salma sulama, Damla sulamaya göre 1,62 kat daha maliyetlidir.

Yetiştirilmiş elma bahçeleri yağmurlama sulama için uygun değil karşılaştırma için damla ve salma sulama değerleri kullanılmıştır. Şekil 4.3'de grafik analizi görülmektedir.



Şekil 4.3. Damla sulama ile salma sulama maliyet karşılaştırması

Sulama sezonu boyunca damla sulama ve salma sulama maliyetleri kıyaslandığında salma sulama maliyetinin damla sulama ya oranı 1,62 bulunmuştur. Maliyet açısından damla sulama avantajlıdır.

4.5. Çalışma Alanında Su Kullanımı Analizi

Su kullanımı açısından incelendiğinde, salma sulama yapıldığında 6 aylık sezonda 14400 ton su kullanılarak yetiştirilen bitki, Damla sulama ile sezonda 8664 ton(Çizelge 4.6) su kullanılarak yetiştirebildi.%76-%100 arasında değişen randımana ulaşıldı. Bitki kök bölgesi dışındaki toprağın sulanmaması ve suyun tarlanın ekili olmayan kısımlarına verilmemesi ile bu randımana ulaşıldı. Su kullanımı açısından değerlendirildiğinde $14400/8481=1,69$ oranında olduğu gözlemlenmiştir. Salma sulamada kullanılan su miktarı Damla sulamada kullanılanın 1,86 katıdır. Su kullanım analizi Şekil 4.3'de görülmektedir. Maliyet

ve su kullanım analizlerine göre örnek bahçede kullanıma en uygun sulama sistemi damla sulama sistemidir.

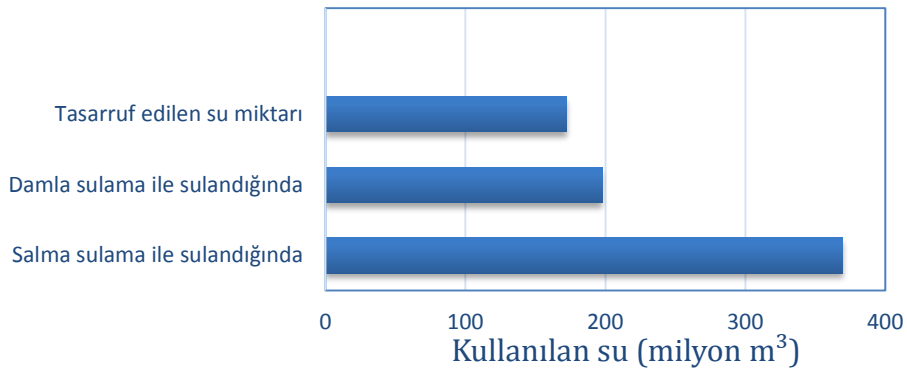
Isparta da toplam 228.137 dekar alanda elma yetiştirilmektedir. (TUİK,2016) Bu alanda damla sulama uygulandığında sezonluk (mayıs-ekim) 197.657.896,8 m³ su kullanılır. Aynı alanda salma sulama ile sulama yapıldığında 369.581.940 m³su kullanılır. Toplam elma ekilen alanda damla sulama uygulandığında 171.924.043,2m³su tasarrufu yapılır.Çizelge 4.7'de Elma çeşitleri,kullanılan su miktarları görülmektedir. Başka bir ifadeyle elma yetiştirilen alanda damla sulama yapılarak %53 oranında su tasarrufu sağlanır.

Çizelge 4.7. Isparta elma üretimi yapılan tarım alanları

Ürün adı	Toplu meyveliklerin alanı(dekar)	Üretim(ton)	Toplam ağaç sayısı	Salma sulama ile sulandığında	Damla sulama ile sulandığında	Tasarruf edilen su
Elma (Golden)	75.279	230.137	1.897.328	121,95 milyon m ³	65,22 milyon m ³	56,73 milyon m ³
Elma (Starking)	117.653	316.567	3.100.258	190,59 milyon m ³	101,93 milyon m ³	88,66 milyon m ³
Elma (Grannysmith)	6.490	13.510	251.290	10,51 milyon m ³	5,62 milyon m ³	4,89 milyon m ³
Elma (Diğer)	28.715	36.289	1.582.359	46,52 milyon m ³	24,87 milyon m ³	21,7 milyon m ³
Toplam	228.137	596.503	6.831.235	369,58 milyon m ³	197,6milyon m ³	171,92 milyon m ³

Tasarruf edilen su miktarları ve kullanılan su miktarları Şekil 4.4'de de görülmektedir.

Şekil 4.4. Elma alanlarında yapılan sulama su miktarlarının karşılaştırılması



5. SONUÇ

Alternatif sulama sistemleri açısından sulama suyu ihtiyacının örnek bir bahçe uygulamasında karşılaştırılması amacıyla sürdürülen çalışma sırasında; tarımda sulamanın önemi, tarihçesi incelenmiş dünyada su kullanımı açısından ülkelerin durumu anlatılmıştır. Türkiye'nin su azlığı yaşayan bir ülke olduğu yakın gelecekte su fakirliği konumuna gelmesinin söz konusu olduğu görülmüştür.

Isparta'nın iklim özellikleri, toprak yapısı, bitki örtüsü incelenmiş, tarım ürünleri ve hangi sulama yöntemlerinin kullanıldığı analiz edilmiştir. Çalışma alanında damla sulama uygulanması ile salma sulama uygulanması karşılaştırıldığında maliyet açısından, sezonluk kullanım göz önüne alındığında, salma sulama, damla sulamaya göre 1,62 katı daha maliyetli olduğu görülmüştür. Su kullanımı açısından değerlendirildiğinde, salma sulama yönteminde, damla sulama yöntemine göre, 1,69 kat daha fazla su kullanıldığı sonucuna varılmıştır.

Çalışma alanı Eğirdir ilçesi tepeli köyündeki iklim verilerine göre hesaplanan su kullanımı tüm Isparta'da elma üretilen alanda benzer olduğunu varsayıldığında hesaplanan su tasarrufu 171,92 milyon m³tür.

Eğirdir gölü su hacminin 4 milyar m³ olduğu düşünülürse elma yetiştirilen alanda salma sulamadan damla sulamaya geçilmesi durumunda her sulama sezonunda Eğirdir gölünün %4'üne eşdeğer oranda su tasarruf edilebileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

V. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci-Sulama Drenaj Konferansı

Ajars, J. E., Schoneman, R.A.; Dalea, F., Mesob B, Shousec, P., 2001, Managing subsurface drip irrigation in the presence of shallow ground water, Agricultural Water Management Volume 47, Issue 3 Pages 243–264

Albaji, M., Shahnazarib, A., Behzada, M., Naseria, A., Nasaba, S.B., Golabia, M., 2010, Comparison Of Different İrrigation Methods Based On The Parametric Evaluation Approach İn Dosalegh Plain: Iran.Agricultural Water Management, Issue: 97.7 .Pages: 1093-1098.

Anonim,2016.Türkiye’de sulanan bitkilerin bitki sutüketimirehberi.ErişimTarihi 24.08.2017https://www.tarim.gov.tr/TAGEM/Belgeler/T%C3%BCrkiye de%20Sulanan%20Bitkilerin%20Su%20T%C3%BCketimi%20Rehberi%205-9-2016.pdf

Anonim,2017.IspartatarımalanlarıErişimtarihi18.10.2017http://www.isparta.gov.tr/isparta-elmasi

Anonymous, 2005.2004 yılı DSİ’ce İşletilen ve Devredilen Sulama Tesisleri

Antony, E., Singandhupe, R. B., 2004, Impact of drip and surface irrigation on growth, yield and WUE of capsicum, Agricultural Water Management, 65(2), pp.121-132.

Antony, E., Singandhupe, R., B., 2003, Impact Of Drip And Surface İrrigation On Growth, Yield and WUE of Capsicum in India, Agricultural Water Management Volume 65, pp.121–132, In press

Atalık, A., 2007, Su Sorunu ve Tarımda Sulama Suyu Kullanımı, Ziraat Mühendisleri Odası Tarım ve Mühendislik Dergisi Sayı:81s.13-15.

Bağdatlı, M.C., 2006, Konya Çevresinde Sebze Bahçelerinde Uygulanan Damla Sulama Sistemleri Üzerine Bir Araştırma, Selçuk Üniversitesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s.59, Konya.

Balçın, M., 2005, Karık Sulama Sistemlerinde Planlama Ölçütlerinin Değiştirilmesinin Sulama Performanslarına Etkisi, Agris, Toprak Ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü, s161, Tokat

Çatak Programı, Erişim Tarihi.09.03.2017, www.tkd.gov.tr/IPARD

Dağdelen, N., Yılmaz, E., Sezgin, F., Baş, S., 2005, Aydın Ovası Koşullarında Yağmurlama Sulama Yöntemiyle Sulanan Pamuğun Su-Verim İlişkileri, Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt 2, Sayı 1, Aydın

Değerlendirme Raporu. DSİ Genel Müdürlüğü, İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı, Ankara.

Demirtaş, M. N. Kırnak, H. 2009, Kayısıda Farklı Sulama Yöntemleri ve Aralıklarının Fizyolojik Parametrelere Etkisi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, Sayı. 19.2, s.79-83, Araştırma Makalesi

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMİGM), 2012. İl ve İlçelerimize Ait İstatistikî Veriler. Erişim Tarihi: 03.04.2012. <http://www.dmi.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx>

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ),2017. Toprak Su Kaynakları. Erişim Tarihi 05.05.2017 <http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari>

Doorenbos, J. ve Pruitt, W.O., 1977. Guidelines for Predicting Crop Water Requirements. FAO Irrig. and Drain. Paper 24. Rome.

Eğirdir gölü uydugörüntüsü <https://www.google.com.tr/maps/place/E%C4%9Firdir+G%C3%B6l%C3%BC/@37.6013125,30.9734814,201726m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x14c5809f080df02f0x997626b9f0354618!8m2!3d38.0237567!4d30.8728615>

Gerçek, S. (2004), Su Yastıkları, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, s 59-61 Şanlıurfa

Gültaş, H.T. Erdem, Y. 2006, Bodur Kiraz Bahçelerinde Damla ve Mikro Yağmurlama Sulama Yöntemlerinin Yatırım ve İşletme Masrafları Yönünden Karşılaştırılması, Tarım Bilimleri Dergisi, Cilt.13, Sayı.1, s.38-46

Günbatılı, F. 1979, Tokat-Kazova Koşullarında Mısırın Su Tüketimi, Tokat Bölge Toprak Su Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın, s.33

Güraydın.2016. (http://guraydinsulama.com/images/sistem_sema1.jpg erişim tarihi 28.09.2017)

Halim, A. Orta, A. Nedim, Y. Tolga E. 2000, Tarım Bilimleri Dergisi, c.6 (3), s109-115.

Hanson, B.R. Schwankl, L.J. Schulbach, K.F. Pettygrove, G.S. 1997, A Comparison Of Furrow, Surface Drip, And Subsurface Drip Irrigation On Lettuce Yield And Applied Water, Agricultural Water Management, Issue:33.2, Pp: 139-157.

İpard Programı, Erişim Tarihi.09.03.2017, www.tkd.gov.tr/IPARD

İsparta İklimi, Erişim Tarihi: 01.03.2017 www.dmigm.gov.tr

İsparta Tanıtımı, Erişim Tarihi: 21.03.2017 www.isparta.gov.tr

- Isparta tarım alanları durumu, Erişim Tarihi: 05.10.2017
www.tuik.gov.tr/belge4-56365/isparta-tarim-alanlari.html
- Isparta tarım alanları durumu, Erişim Tarihi: 21.03.2017
www.tuik.gov.tr/belge4-56365/isparta-tarim-alanlari.html
- Isparta Toprak Yapısı, Erişim Tarihi: 21.03.2017
<http://www.ispartakulturturizm.gov.tr/belge/1-93725/toprak-yapisi-ve-nitelikleri.html>
- Jensen M.E., Burman, R.D. ve Allen, R.G., 1990.Evapotranspiration and Irrigation Water Requirements.ASCE, 345 East 47 th Street NewYork 10017-2398,332.
- Jinxia, Z. Ziyong, C. Rui, Z. Regulated Deficit Drip Irrigation Influences on Seed Maize Growth and Yield under Film, Procedia Engineering, Issue:28, Pp:464-468.
- Karaş, E. 2013, Sebze ve Meyve Yetiştiriciliğinde Damla Sulama Yöntemi, Erişim tarihi: 03.3.2017.
<http://www.ezo.org.tr/ZiraiMucadeleYontemleri.aspx?id=1> Tezler
- Keloğlu, N. 2005, Türkiye Su Kaynaklarının Gelecekteki Kullanımı ve Hidroelektrik Enerji Üretimi, Su Politikaları Kongresi, 2005, Ankara
- Kırnak, H. Doğan, E. Demir S. Yalçın, S. 2003, Harran Ovası Sulamasında Kullanılan Damlaticıların Hidrolik Performansının Belirlenmesi, Turkish Journal of Agriculture & Forestry, Sayı 28, s.223-230
- Kırnak, H. Gençoğlu C. Değirmenci, V. 2003, Harran Ovası Koşullarında Kısıtlı Sulamanın II. Ürün Mısır Verimine ve Bitki Gelişimine Etkisi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt 34, Sayı 2, Erzurum
- Koç N. Dağdelen, N. Yılmaz, E. 2009, Su Eksikliği Çeken Havzalarda Sulama Suyu Yönetimi Üzerine Bir Çalışma, Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt: 6, Sayı:1, s.163, Aydın
- Küçükyumuk, C. (2011), Meyve Bahçelerinde Sulama, Meyvecilik Araştırma İstasyonu Müdürlüğü, Yayın no:44 s:151, Isparta
- Lei, T.W. Xiao, J. Wang, J.P. Liu, Z.Z. Li, G.Y. Zhang, J.G. Mao, J.H. 2003, Experimental Investigation into Effects of Drip Irrigation with Saline GroundWater on Water Use Efficiency and Quality of Honeydew Melons in Hetao.Region inner Mongolia, Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, C:19:2, Pp: 80-84.

- Malash, N.M. Flowers, T.J. Ragab, A.R. (2005), 'Effect of irrigation systems and water management practices using saline and non-saline water on tomato production, Agricultural Water Management, Volume 78, Issues 1-2, Pp: 25-38, Egypt
- Nakano, K. Aida, T. Motoaga, Y. Mei, F. 2002, A Study on Development of Intelligent Irrigation Systems for Melon Cultivation in Greenhouse, Proceedings of the Third Asian Conference for Information Tecnology in Agriculture, Pp: 338-342.
- Orta, H. Yüksel, N. Erdem, T. 2000, Tekirdağ Koşullarında Farklı Sulama Yöntemlerinin Elma Ağaçlarının Su Tüketimine Etkisi, Tarım Bilimleri Dergisi, Sayı: 6 (3), s.109-115.
- Pırlak, L. Güteryüz, M. 1996, Meyvecilikte Damla Sulamanın Uygulama İmkânları ve Yararları, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Sayı.27, s.177-186
- Süzer.S.TarımdaSulama.2013
<http://www.ttae.gov.tr/index.php/makaleler/yetistirme-teknigi/185-sulama-brosuerue> erişim tarihi.19.03.2017
- Şener, M. ve Yüksel, A.N. 2005, Hayrabolu Sulamasında Su Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, s.166-176, Tekirdağ
- Şengül. N, 2009, Damla Yöntemiyle Sulanan Kavunda Farklı Sulama Programlarının Meyve Verimi Ve Kalitesi Üzerine Etkileri, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, s.111, Ankara
- Şenyiğit, U. Akbolat, D. 2010, Farklı Sulama Yöntemlerinin Toprakтан Karbondioksit (CO2) Çıkışı Üzerine Etkisi, Ekoloji Dergisi, Sayı.19.77, s.59-64
- Talmaç, B. 2006, Harran Ovasında Farklı Sulama Yöntemlerinin Ekonomik Analizi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Harran, Yüksek Lisans Tezi, s.60, Şanlıurfa.
- Tarı, F. A. Yazar, A. 2010, Konya İlgın Ovasındaki Bireysel Yağmurlama Sulama Sistemlerinin Bazı Performans Parametreleri, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Sayı.14, s.45-56
- TarihteSulamaAnonim,ErişimTarihi:10.04.2017.
<http://www.turkiyesel.com/sulama-konulari/19063-sulamanin-kisaca-tarihcesi.html>

- Tekiner, M. Beribey, M. 2010, Yüzey Sulama Sistemlerinde Sulama İşletmeciliği Model Yaklaşımı, Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, Sayı24, S.62-69
- Temurçin, K. 2004, Isparta İlinde Sanayinin Gelişimi Ve Yapısı, Ankara Üniversitesi Coğrafi Bilimler Dergisi, Sayı 2.4, s.87-104.
- ThomsonTL. Huan Cheng.P., Yu-Yi.L, 2009, The Potential Contribution of Subsurface Drip Irrigation to Water-Saving Agriculture in the Western USA, Agricultural Sciences in China, Sayı.8.7, s. 850-854.
- Topuz, T. 2015, Damla Sulama İle Sulanan Bağda Farklı Sulama Uygulamalarının Verim Ve Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar Ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s.64, Aydın.
- Westarpa, S. V. Chiengb, S. Schreie, H. 2004, A comparison between low-cost drip irrigation, conventional drip irrigation, and handwatering in Nepal, Agricultural Water Management, Volume 64, Issue 2, 143-160, In press
- Yavuz, N. 2016, Farklı Sulama Aralığı Ve Kısıtlı Sulamanın, Ayçiçeği Verim Ve Kalitesi Üzerine Etkisi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Doktora Tezi, s.86, Konya.Uçar, Y. 2010, Isparta Koşullarında IRSIS Bilgisayar Yazılımı ile Elmanın Sulama Zaman Planlaması, Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, Cilt 24, Sayı. 4, s76-81, Isparta
- Yazgan S. Büyükcangaz, H. Demirtaş, Ç. Candoğan, B.N. 2004, Genç Kiraz Ağaçlarında (*Prunus avium*) Farklı Sulama Programlarının Vejetatif Gelişme Parametreleri Ve Bitki Su Tüketimi Üzerine Etkileri, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, s1-12, Bursa
- Yazgan, S. Demirtaş, Ç. 2005, Bursa-İzmit Yöresinde Sırik Domates Sulamasında Damla Sulama Yönteminin Kullanımı ve Karşılaşılan Sorunlar, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Sayı.19.1, s.91-100.
- Yıldırım, G. Ağırlioğlu, N. 2008, Mikro-Sulama Sistemi Lateral Borularının Hidrolik Tasarımında Hesap Metotlarının Karşılaştırmalı Analizi, İTÜ Dergisi/d 7.3
- Yıldırım, M. Yıldırım, O. 2008, Farklı Sulama Programlarının, Erik Ağaçlarında Meyve Verimi ve Ağaç Gelişimi Üzerine Etkileri Uludağ, Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. Sayı.19(1), s37-49
- Yıldırım. O vd (1997), Ankara Koşullarında Damla Sulama Yöntemi İle Sulanan Taze Fasulyenin Sulama Suyu İhtiyacı, Köy Hizmetleri Ankara Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 207, Ankara
- Yüksek, Ö, Üçüncü. O. (1999), Temel Hidroloji, Akoluk Basın Yayın Dağıtım, s.142

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Saadet SEVEN
Doğum Yeri ve Yılı : Isparta, 1978
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : saadetoncu@gmail.com

Eğitim Durumu

Lise : Isparta Anadolu Lisesi, 1996
Lisans : Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 2001

Mesleki Deneyim

Glaxo Smith Kline İlaç San.	2002-2007
Metamar Mermer A.Ş.	2007-2008
Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu (TKDK)	2010-halen