

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

**ISPARTA SERA KOŞULLARINDA YETİŞTİRİLEN
ÇARLİSTON BİBERDE (*Capsicum annuum L.*) FARKLI SULAMA
SUYU DÜZEYLERİNİN VERİM VE KALİTE ÜZERİNE
ETKİLERİ**

Serhat BÜTÜNER

**Danışman
Prof. Dr. Ahmet ERTEK**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2016**



© 2016 [Serhat BÜTÜNER]

TEZ ONAYI

Serhat BÜTÜNER tarafından hazırlanan "Isparta Sera Koşullarında Yetiştirilen Çarliston Biberde (*Capsicum annum* L.) Farklı Sulama Suyu Düzeylerinin Verim ve Kalite Üzerine Etkileri" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman

Prof. Dr. Ahmet ERTEK
Süleyman Demirel Üniversitesi

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Üstün ŞAHİN
Atatürk Üniversitesi

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Yusuf UÇAR
Süleyman Demirel Üniversitesi

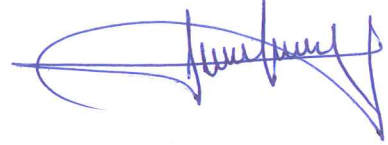
Enstitü Müdürü

Doç.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.

Serhat BÜTÜNER



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
3. MATERYAL YÖNTEM	10
3.1. Materyal.....	10
3.1.1. Deneme yeri.....	10
3.1.2. İklim özellikleri	10
3.1.3. Toprak özellikleri.....	12
3.1.4. Bitkisel materyal	13
3.1.5. Sulama Sistemi	13
3.1.6. Buharlaştırma kabı	14
3.1.7. Toprak neminin izlenmesi	15
3.2. Yöntem	16
3.2.1. Toprak hazırlığı	16
3.2.2. Deneme deseni ve araştırma konuları.....	17
3.2.3. Kültürel uygulamalar	17
3.2.4. Uygulanan sulama suyu miktarının belirlenmesi	18
3.2.5. Bitki su tüketiminin belirlenmesi.....	18
3.2.6. Su kullanım randımanlarının belirlenmesi	19
3.2.7. C vitamini miktarının belirlenmesi.....	20
3.2.8. Hasad işlemleri	20
3.2.9. Denemede incelenecek özellikler	20
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	23
4.1. Sulama Suyu ve Bitki Su Tüketimi	23
4.2. Verim.....	24
4.3. Su Kullanım Randımanları	26
4.4. Deneme Parsellerinde Bitki Kök Bölgesinde Toprak Nemi Değişimleri	27
4.5. Bitki Boyu	30
4.6. Bitki Gövde Kalınlığı	31
4.7. Yan Dal Sayısı.....	32
4.8. Bitki Dal Ağırlığı	33
4.9. Çekirdek Çevresi Çapı	34
4.10. Meyve Çapı	35
4.11. Meyve Uzunluğu	36
4.12. Meyve Ağırlığı	37
4.13. Kök Kuru Ağırlığı	38
4.14. Yaprak Alan İndeksi.....	39
4.15. Silkme Oranı.....	40
4.16. C Vitamini	41
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	43
KAYNAKLAR	44
ÖZGEÇMİŞ	49

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ISPARTA SERA KOŞULLARINDA YETİŞTİRİLEN ÇARLİSTON BİBERDE (*Capsicum annuum L.*) FARKLI SULAMA SUYU DÜZEYLERİNİN VERİM VE KALİTE ÜZERİNE ETKİLERİ

Serhat BÜTÜNER

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ahmet ERTEK

Bu çalışma Isparta koşullarında sera ortamında yetiştirilen çarliston biberde (*Capsicum annuum L.*) A sınıfı kap buharlaşmasına dayalı farklı sulama suyu düzeylerinin verim ve kalite parametreleri ile bitki su tüketimine olan etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

Deneme konuları 5 farklı sulama düzeyinden ($I_1: 0.20$, $I_2:0.40$, $I_3:0.60$, $I_4:0.80$, $I_5:1.00$) oluşturulmuştur. Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarı 223.7-555.7 mm arasında, bitki su tüketimi ise 291.8, 590.7 mm arasında değişmiştir.

Sonuç olarak, farklı sulama suyu miktarlarının biber bitkisinde ortalama bitki boyu uzunlukları 70,56-115,67 cm, yan dal sayısı 3,78-4,78, meyve uzunluğu 11,53-16,72 cm, meyve çapı 14,07-17,74 mm, meyve ağırlığı 9,25-21,71 g, meyve çekirdek çevresi çapı 18,73-22,37 mm, bitki gövde kalınlığı 8,42-12,71 mm, bitki dal ağırlığı 99,90-315,93 g, kök ağırlığı 1,06-7,30 gr, yaprak alan indeksi 1,85-5,98, silkme oranı %11,03-35,90, verim 856,9-4248,5 kg/da, C vitamini 14,29-100,29 mg/100g arasında değişim göstermiştir. En yüksek gelişme ve verim I_5 konusundan elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çarliston, Biber, Sulama suyu miktarı, A sınıfı buharlama kabı, Evapotranspirasyon, Verim, Isparta.

2016, 48 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

EFFECTS OF DIFFERENT IRRIGATION WATER LEVELS ON YIELD AND QUALITY OF GREEN PEPPER (*Capsicum Annuum L.*) GROWN IN GREENHOUSE CONDITIONS IN ISPARTA PROVINCE

Serhat BÜTÜNER

Süleyman Demirel University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Agricultural Structures and Irrigation

Supervisor: Prof. Dr. Ahmet ERTEK

This study was conducted to determine the effects of different irrigation water levels on yield and quality parameters and evapotranspiration of carlishton pepper (*Capsicum annuum L.*) grown under greenhouse conditions in Isparta. The amount of irrigation water was based on cumulative evaporation in a Class-A pan installed inside the greenhouse.

Experimental treatments was consisted of one irrigation interval (4 days) and five different plant-pan coefficients (I₁: 0.20, I₂: 0.40, I₃: 0.60, I₄: 0.80, I₅: 1.00).

According to experiment results, the irrigation water and evapotranspiration values of treatments ranged from 223.7 to 555.7 mm and from 291.8 to 590.7 mm, respectively. The yields were increased based on irrigation water levels. The examined parameters were changed based on irrigation water levels (average plant height; 70.56-115.67 cm, lateral branch number: 3.78-4.78, fruit size: 11.53-16.72 cm, the fruit diameter: 14.07-17.74 mm, fruit weight: 9.25-21.71 g, fruit core diameter: 18.73-22.37 mm, plant stem diameter: 8.42-12.71 mm, plant weight: 99.90-315.93 gr, root weight: 1.06-7.30 g, leaf area indeks: 1.85-5.98, shedding percentage: % 11.03-35.90, yield: 856.9-4248.5 kg/da, C vitamin rate: 14.29-100.29 mg/100g). The highest yield was obtained from I₅ treatment.

Keywords: Carlishton pepper, amount of irrigation water, class-A pan, evapotranspiration, yield, Isparta.

2016, 48 pages

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan; destek ve sonsuz yardımlarını esirgemeyen, her zaman yol gösterici olan değerli Danışman Hocam Prof. Dr. Ahmet ERTEK'e teşekkürlerimi sunarım. Çalışma süresince, bilgi, destek ve tecrübeleri ile her zaman yanımda olan, değerli hocam Doç. Dr. Yusuf UÇAR'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Arazi ve laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım Ziraat Yüksek Mühendisi Arif TURAN ve Ziraat Mühendisi Ahmet BÜYÜKATÇEKEN'e teşekkür ederim.

3248-YL1-12 No`lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Serhat BÜTÜNER
ISPARTA, 2016

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Deneme süresince Isparta ili ortalama iklim verileri	11
Şekil 3.2. Deneme süresince sera içi ortalama iklim verileri	11
Şekil 3.3. Gelişme periyodu boyunca sera içi buharlaşma değerleri	12
Şekil 3.4. Denemede kullanılan biber çeşidi	13
Şekil 3.5. Sulama sistemi, filtre ve sulama sisteminde kullanılan sayaç	14
Şekil 3.6. Sera içerisine yerleştirilen A sınıfı buharlaşma kabı	15
Şekil 3.7. Denemede kullanılan Watermark cihazı	15
Şekil 3.8. Deneme alanından görüntüler	16
Şekil 3.9. Deneme deseni	17
Şekil 4.1. Watermark kalibrasyon eğrisi	24
Şekil 4.2. Verim tepki etmeni grafiği	26
Şekil 4.3. Buharlaşma – bitki su tüketimi ilişkisi.....	27
Şekil 4.4. Sulama öncesi I ₅ konusunda 60 cm derinlikte bitki kök bölgesindeki mevsimlik nem değişimi.....	28
Şekil 4.5. Sulama öncesi I ₄ konusunda 60 cm derinlikte bitki kök bölgesindeki mevsimlik nem değişimi.....	29
Şekil 4.6. Sulama öncesi I ₃ konusunda 60 cm derinlikte bitki kök bölgesindeki mevsimlik nem değişimi.....	29
Şekil 4.7. Sulama öncesi I ₂ konusunda 60 cm derinlikte bitki kök bölgesindeki mevsimlik nem değişimi.....	30
Şekil 4.8. Sulama öncesi I ₁ konusunda 60 cm derinlikte bitki kök bölgesindeki mevsimlik nem değişimi.....	30
Şekil 4.9. Sulama suyu ve bitki su tüketiminin C vitamini ile arasındaki ilişki .	41

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Isparta ilinin bazı iklim elemanlarının uzun yıllar ortalamaları	10
Çizelge 3.2. Deneme alanı toprağının bazı özellikleri	12
Çizelge 4.1. Deneme konularında buharlaşma miktarı ve uygulanan sulama suyu miktarı.....	23
Çizelge 4.2. Deneme konularında göre bitki su tüketimi değerleri.....	24
Çizelge 4.3. Verime ilişkin varyans analiz tablosu	25
Çizelge 4.4. Biber bitkisinde ortalama verim değerleri	26
Çizelge 4.5. Damla sulama sisteminde biberin su kullanım randımanları.....	26
Çizelge 4.6. Bitki boyuna ilişkin varyans analiz tablosu	31
Çizelge 4.7. Biber bitkisinde ortalama bitki boyu değerleri	31
Çizelge 4.8. Bitki gövde kalınlığına ilişkin varyans analiz tablosu	32
Çizelge 4.9. Biber bitkisinde ortalama bitki gövde kalınlığı değerleri	32
Çizelge 4.10. Yan dal sayısına ilişkin varyans analiz tablosu	33
Çizelge 4.11. Biber bitkisinde ortalama yan dal sayısı değerleri.....	33
Çizelge 4.12. Bitki dal ağırlığına ilişkin varyans analiz tablosu.....	34
Çizelge 4.13. Biber bitkisinde ortalama dal ağırlığı değerleri	34
Çizelge 4.14. Çekirdek çapına ilişkin varyans analiz tablosu.....	35
Çizelge 4.15. Biber bitkisinde ortalama çekirdek çevresi değerleri.....	35
Çizelge 4.16. Meyve çapına ilişkin varyans analiz tablosu	36
Çizelge 4.17. Biber bitkisinde ortalama meyve çapı değerleri	36
Çizelge 4.18. Meyve uzunluğuna ilişkin varyans analiz tablosu	37
Çizelge 4.19. Biber bitkisinde ortalama meyve uzunluğu değerleri	37
Çizelge 4.20. Meyve ağırlığına ilişkin varyans analiz tablosu	38
Çizelge 4.21. Biber bitkisinde ortalama meyve ağırlığı değerleri	38
Çizelge 4.22. Kök kuru ağırlığına ilişkin varyans analiz tablosu	39
Çizelge 4.23. Biber bitkisinde ortalama kök kuru ağırlığı değerleri.....	39
Çizelge 4.24. Yaprak alan indeksine ilişkin varyans analiz tablosu	39
Çizelge 4.25. Biber bitkisinde ortalama yaprak alan indeksi değerleri.....	40
Çizelge 4.26. Silkme oranına ilişkin varyans analiz tablosu.....	40
Çizelge 4.27. Biber bitkisinde ortalama silkme oranı değerleri.....	41

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

A	Parsel alanı
°C	Santigrad derece
cm	Santimetre
da	Dekar
Epan	A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşma miktarı
ET	Bitki su tüketimi
g	Gram
ha	Hektar
K	Potasyum
k _{cp}	Bitki pan katsayısı
kPa	Kilopaskal
m	Metre
m ²	Metrekare
m ³	Metreküp
mg	Miligram
mL	Mili litre
mm	Milimetre
mm ²	Milimetre kare
N	Azot
P	Fosfor
I	Sulama düzeyi
SA	Sulama aralığı

1. GİRİŞ

Tarımsal üretimde artışın sağlanabilmesi için tarım alanlarının genişletilmesi veya birim alandan elde edilen ürünün arttırılması gereklidir. Ülkemizde tarım alanlarının genişletilme imkanı olmadığından, ancak birim alandan elde edilen verimin arttırılması yoluyla tarımsal üretimde artış sağlanabilir.

Sulama bitki gelişmesi için gerekli olan ancak doğal yağışlarla karşılanamayan suyun, çevre sorunu yaratmadan toprağa verilmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Kanber, 1999).

Ülkemizin sahip olduğu iklim kuşağından dolayı, doğal yağışlar bitki su ihtiyacını karşılayamamakta ve sulama zorunlu hale gelmektedir. Toprak ve su kaynaklarının geliştirilme çalışmaları içerisinde yer alan, bitkisel üretim girdilerinin etkinliğini arttıran sulama, verimi arttırmada vazgeçilmez bir unsurdur (Atak, 1994).

Sulamanın amacı tarım alanlarından elde edilen gelirin arttırılmasıdır. Bu amaca ulaşılabilmesi için, sulama zamanının planlanması ve bitkiye verilecek suyun bitkide verim kayıplarına neden olmayacak şekilde düzenlenmesi gerekir. Sulamanın gereken zamanda ve gereken miktarda yapılmaması verim kayıplarına sebep olacaktır. Bu durum çiftçiye gereğinden fazla maliyet ve verim düşüklüğü olarak yansımaktadır. Sulama suyunun gereğinden fazla verilmesi ise, hem bitki besin maddelerinin yıkanmasına hem de toprağın erozyona uğramasına sebebiyet vermektedir (Anonim, 1993).

Sulama, bitki yetişme dönemi sıcak ve kurak geçen bölgelerde tarımsal üretimi arttırmanın en önemli faktörlerinden biridir. Bilindiği gibi bitkiler besin maddelerini toprak içinden suda erimiş olarak kökleri ile alırlar. Toprakta yeterince bitki besin maddesi bulunsa bile, toprak yeterli derecede nemli değilse, bitki bu besin maddelerinden yararlanamaz. İhtiyacı olan su ve gıda maddelerini tam alamayan bitki ise gelişim gösteremez. Ancak “bol su, bol ürün ” düşüncesi yanlıştır. Çünkü gereğinden fazla su, topraktaki hava boşluklarını doldurup, bitkiyi havasız bıraktığı için bitkinin boğulmasına ve fazla sudan zarar görmesine neden olabilir. Yapılması

gereken ise suyu ve toprak için gerekli besin maddelerini dengeli bir şekilde vermektir (Şener, 1993).

Bitkiler normal gelişimlerini sürdürebilmek için kökleri aracılığıyla topraktan devamlı su alırlar. Gelişme mevsimi boyunca bitki kök bölgesinde yeterli nemin bulunması bitki gelişmesi açısından çok önemlidir. Bitki gelişme döneminde kök bölgesinde yeterli düzeyde nem bulunması gerekir. Bu nemi sağlayan kaynaklardan ilki doğal yağışlardır. Nemli bölgelerde bitki büyüme mevsimi boyunca düşen yağışların miktarı ve dağılımı genellikle bitki su ihtiyacını karşılayacak düzeydedir. Ancak, kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde bitki büyüme mevsimi boyunca düşen yağışlar hem miktar hem de dağılım açısından yetersiz kalmakta ve bitki su ihtiyacı karşılanamamaktadır. Dolayısıyla, bitki kök bölgesindeki eksik nem sulama suyu ile tamamlanmaktadır (Yıldırım, 1996).

Ülkemizin yüzölçümü yaklaşık 78 milyon hektar olup bu alanın yaklaşık %36'sı tarım arazisidir. Tarım arazilerinin %92'lik kısmı ise (25.85 milyon ha) sulanabilir niteliktedir. Toplam yüzölçümünün %25'ini çayır ve meralar oluştururken (19.5 milyon ha), %39'u ise orman ve verimsiz sahaları (30.4 milyon ha) kapsamaktadır (Tekinel vd., 2000).

Tarımsal üretim için ayrılan suyun giderek azalması sonucunda, suyu daha etkin ve ekonomik kullanmak için farklı sulama yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin içinde de küçük debilerle çalışan ve su tasarrufu sağlayan düşük basınçlı sulama yöntemleri günümüzde önem kazanmaktadır (Çamoğlu, 2004).

Ülkemize yılda ortalama 501 milyar m³ yağış düşmektedir. Bu suyun 274 milyar m³'ü buharlaşma ile atmosfere geri dönmekte, 41 milyar m³'ü sızma ile yeraltı suyu depolarında beklemekte, 186 milyar m³'ü ise akışa geçmektedir. Komşu ülkelerden doğan akarsular ile yılda 7 milyar m³ suyun ülkemiz potansiyeline dâhil olduğu göz önüne alındığında toplam yenilenebilir yerüstü ve yeraltı su potansiyeli 234 milyar m³ olmaktadır. Ancak günümüz teknik ve ekonomik şartları çerçevesinde tüketilebilecek yerüstü su potansiyeli yurt içindeki akarsulardan 95 milyar m³/yıl, komşu ülkelerden yurdumuza gelen akarsulardan 3 milyar m³/yıl olmak üzere yılda toplam 98 milyar m³'tür. 14.7 milyar m³/yıl olarak belirlenen yeraltı su potansiyeli

ile birlikte ülkemizin tüketilebilir yerüstü ve yeraltı su potansiyeli yılda ortalama 112 milyar m³ olup, 44 milyar m³'ü kullanılmaktadır (DSİ, 2014).

Seekler, 1996 ve Shiklomanov, 1998'a göre dünyada en çok su tarımda kullanılmaktadır (Aküzüm vd., 2003). Ülkemizdeki nüfus artışı ve buna paralel olarak artan sulama, içme, kullanma suyu ihtiyaçları göz önüne alınarak yapılan sektörel bazda su tüketim tahminlerinde tarımsal amaçlı kullanılan suyun giderek azaldığı saptanmıştır (Kılınç vd., 2003).

Sulama zamanının planlanmasında amaç, sadece sulama zamanının değil, uygulanacak sulama suyu miktarının da belirlenmesidir. Bu işlemlerin yapılabilmesi için tarımı yapılan bitkinin özellikleri, ıslatılacak toprak derinliği, toprağın su tutma kapasitesi, sulamaya başlanacak nem düzeyi, her sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı ve bitki su tüketimi gibi bilgilere gereksinim vardır. Sulama zamanının planlanmasında temel ilke, sulama öncesi topraktaki mevcut nem sulamaya başlanacak düzeye düştüğünde tarla kapasitesine çıkaracak kadar sulama suyu uygulamaktır (Güngör vd., 2004).

Bitki su tüketimi ya doğrudan ölçülerek ya da bitki ve iklim verilerinden hesaplanarak belirlenir. Bitki su tüketiminin tahmininde kullanılan çok sayıda kuramsal ve ampirik eşitlikler geliştirilmiştir. Bunlar, ET ölçümlerinin olmadığı yerlerde bitki su tüketimini tahmin etmek için kullanılırlar (Kanber, 1999).

Biber, ülkemizde en çok üretilen tek yıllık sebzelerden biridir. Yemeklik, salçalık ve baharat olarak üç farklı amaç için kullanılmaktadır. Bunun yanında sucuk, pastırma, turşu ve ilaç yapımında da kullanım alanı bulan biber, A, B, C ve P vitaminleri, yağ, protein, karbonhidrat, kalsiyum, fosfor ve demir yönünden zengin bir bitkidir (Çelik, 1991).

Dünya biber üretimi 2013 yılında 31 milyon ton olup, Çin 15 milyon ton ile ilk sırada, 2.24 milyon ton ile Meksika ikinci sırada ve ülkemiz 2.23 milyon ton üretimle üçüncü sırada gelmektedir (FAO, 2013; TÜİK, 2013).

Türkiye 2014 yılında yaklaşık 790 bin dekar alanda 2.23 milyon ton biber üretimi gerçekleştirmiştir. En yüksek üretim sırasıyla Sivri biber, Salçalık Kapyra biber, Dolmalık Biber ve Charleston Biber. Isparta ilinde ise yaklaşık 3500 da alanda biber yetiştiriciliği yapılmakta ve ortalama 4500 ton biber verimi elde edilmektedir. (TÜİK, 2014)

Biber bitkisi topraktaki nem durumuna oldukça duyarlıdır. Bu nedenle bitkinin ihtiyaç duyduğu su zamanında ve yeterli oranda verilmelidir. Biber bitkisinde su eksikliği, çiçeklerin ve gelişim aşamasındaki meyvelerin dökülmesine, su fazlalığı ise bitkinin yapraklarının dökülmesine sebep olmaktadır. Bu nedenle, ilk meyveler görülünceye kadar fazla sulamadan kaçınılmalıdır. Bu devrede bitkiye gerekli olan su düzenli aralıklarla çapa yapmak suretiyle, toprakta muhafaza edilmelidir. Biber yetiştiriciliğinde sıcak havada kumlu topraklar her 2-3 günde bir sulamayı gerektirir. Ağır topraklarda ise sulama bölgenin iklim koşullarına bağlı olmak kaydıyla, 3-7 günde bir olabilir (Şeniz, 1992).

Bu çalışma ile ülkemizde üretim alanı oldukça geniş olan biber bitkisinin sera koşullarında farklı su düzeylerinin verim ve kalite parametreleri üzerine etkisi ve biberin su tüketiminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda biber bitkisine verilmesi gereken en uygun sulama suyu miktarı, dolayısıyla en uygun sulama programı belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarının benzer iklim ve toprak koşullarında serada biber yetiştiriciliği yapanlara ve sulama planlayıcılarına faydalı olacağı düşünülmektedir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Shmueli ve Goldberg (1972), İsrail’de kurak koşullarda damla sulama yöntemiyle sulanan biber bitkisi denemesinde A sınıfı buharlaşma kabından gerçekleşen buharlaşma miktarının 0,83, 0,95, 1,33 ve 1,75 katlarını alarak dört farklı sulama seviyesini test etmişler ve bölge için en uygun katsayının 1,33 olduğunu belirtmişlerdir.

Kanber vd. (1980), Kahramanmaraş koşullarında biber bitkisinde karık sulama yöntemi ile yürüttükleri çalışmalarında, büyüme mevsimi boyunca 11-15 günde bir 100 mm sulama suyu uygulanması ve toplam 7 ile 11 kez sulama yapılması gerektiğini bildirmişlerdir. Ayrıca dekara 20 kg saf azotlu gübrenin tümünün ekimle birlikte verilebileceğini bildirmişlerdir.

Çelik ve Köse (1988), Tokat-Kazova koşullarında yaptıkları çalışmalarında, karık sulama yöntemiyle A sınıfı buharlaşma kabından 10 günlük yığışimli buharlaşma miktarının %70’nin uygulanması durumunda biber bitkisindeki kurumaların önemli ölçüde azaldığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar verimi 1238,70 kg/da olarak bulmuşlardır.

Topçu (1988), yüksek tünellerde yetiştirilen biber bitkisinin (*Capsium annum var grossum*) verim ve kalitesi üzerinde sulama sıklığının etkisi, damla sulama kullanılarak test etmiştir. Yürütülen çalışmada günlük ve üç günlük sulama sıklığının etkisi araştırılmıştır. Sonuçlar, seralarda yetiştirilen biberin verimi üzerinde çalışma konularının önemli etkilerinin olduğunu göstermiştir. Nitelik yönünden bir farklılık gözlenmemiş olmasına karşın, günlük sulamalarla verimde önemli artışlar elde edilmiştir.

Aldemir (1993), Ankara koşullarında yaptığı bir çalışmada, damla sulama yöntemi ile sulanan biber bitkisine 1, 2 ve 4 gün ara ile A sınıfı kaptan olan buharlaşma miktarının % 50, % 75 ve % 100’ü kadar sulama suyu uygulamıştır. Sonuçta, en yüksek verim A sınıfı kaptan oluşan buharlaşma miktarının % 50’si kadar olan sulama suyunun 4 gün ara ile uygulandığı konulardan elde edilmiştir.

Üstün (1993), Ankara koşullarında 1985, 1986 ve 1987 yıllarında yürütmüş olduğu çalışmada dolmalık biberin sulanmasında damla sulama ve yüzey sulama (göllendirmeli karık) yöntemlerini kullanmıştır. Her iki sulama yönteminde de Class A Pan buharlaşma kabından buharlaşan değerler dikkate alınmıştır. Sonuçta en yüksek verim 6 gün ara ile sulanan, damla sulama yönteminde buharlaşma kabından elde edilen miktarın %50'si, yüzey sulama yönteminde ise %125'i düzeyinde sulama suyu uygulanan konulardan elde edilmiştir. Araştırmacı, her iki sulama yönteminden elde edilen verimler arasında önemli düzeyde farklılık bulunmadığını ancak damla sulama yönteminde yüzey sulama (göllendirme karık) yöntemine göre %58 oranında daha az sulama suyu uygulandığını belirtmiştir.

Ul vd. (1994), 1992-1993 yıllarında iki yıllık olarak yapmış oldukları çalışmada sonbahar dönemi sera domates yetiştiriciliğinde farklı su düzeylerinin verim ve kalite üzerine etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla 0.75-2.00 arasında değişen bitki-pan katsayılarını uygulamışlardır. Konulara uyguladıkları su miktarları 62-171 mm, verim değerlerini ise 3734-4492 kg/da arasında belirlemişlerdir. Meyvede toplam kuru madde miktarı ve pH etkilenmiş, toplam suda çözünebilir kuru madde ve titre edilebilir asitlik değerleri ise etkilenmemiştir.

Yıldırım vd. (1994), Ankara'da yaptıkları bir araştırmada biber bitkisi, damla, yağmurlama ve yüzey sulama yöntemleriyle sulanmıştır. Sulamalara, 60 cm toprak derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin %30, %40 ve %50'si tüketildiğinde başlanmıştır. Sonuçta, sulama yöntemleri ve sulamaya başlanacak nem düzeylerinin meyve verimini etkiledikleri, en yüksek verimin damla sulama yönteminden elde edildiği ve bu yöntemde kullanılabilir su tutma kapasitesinin %40'ı tüketildiğinde sulamaya başlanması gerektiğini belirlemişlerdir.

Atak (1994), Ankara'da yapmış olduğu Yüksek Lisans tez çalışmasında, biber bitkisinde 3 farklı sulama aralığı ve 3 farklı sulama suyu miktarını dikkate almıştır. Sonuç olarak, Orta Anadolu koşullarında damla sulama yöntemi ile sulanan biber bitkisinde 4 gün aralıkla A sınıfı kaptan ölçülen buharlaşma miktarının %50'si kadar sulama suyunun uygulanması gerektiğini belirtmiştir.

Bracy vd. (1995) ABD’de damla sulama sisteminde yaptıkları bir çalışmada biber verimi üzerine sulama ve gübrelemenin etkisini incelemişlerdir. Azot dozlarına (9 kg/da ve 18.27 kg/da) karşın sulama suyu optimum ve optimumun iki katı şeklinde bitkilere verilmiştir. Optimum bitki su ihtiyacının belirlenmesinde; A sınıfı buharlaşma kabı, bitki gelişim katsayıları ve dikim alanı kullanılmıştır. Uygulanan azot dozuna paralel olarak verim artmış ve buna karşın optimum suyun iki katının bitkiye verilmesinin verim üzerine etki etmediği belirlenmiştir.

Çetin ve Nacar (1995), Harran Ovası koşullarında alttan sızdırma (porous pipes) sulama yöntemiyle biber bitkisinin sulama olanaklarını araştırmışlar ve anılan yöntemin kullanımının bölge için uygun olmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmada, sistemde meydana gelen aksaklıklar (tıkanmalar, toprakta tek düze bir nem dağılımının olmaması v.s.) nedeniyle deneme konuları tam olarak uygulanamamış ve buna bağlı olarak da konulardan düşük verimler (656-3811 kg/da) elde edilmiştir.

Rista vd. (1995) yaptıkları çalışmalarında, damla sulama yöntemi ile sulanan biber bitkisinin karık sulamaya göre daha az kök boğazı yanıklığı (*Phytophthora capsici*) hastalığının görüldüğünü bildirmişlerdir.

Çevik vd. (1996), Harran Ovası koşullarında damla sulama yöntemiyle farklı su düzeylerinin biberde verim ve kaliteye olan etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşma miktarının biberin farklı gelişim dönemlerine göre, I. dönem (dikim-çiçeklenme arası) için %30’u, II. dönemde (çiçeklenme-%50’sinin meyve oluşturması) %90’ı, III (%50’sinin meyve oluşturması-ilk hasat) ve IV. (ilk hasatson hasat) dönemlerde de %120’sinin uygulanması gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar önerdikleri konudan 7062 kg/da ürün aldıklarını bildirmişlerdir.

Değirmenci vd. (1996), Harran ovası koşullarında 1992-1994 yılları arasında yürüttükleri çalışmada karık sulama yöntemiyle sulanan biberin su tüketimini belirlemişlerdir. Araştırmaya göre, dikimden hemen sonra ilk su, Mayıs ayında 10-12 gün arayla, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında 6-8 gün arayla, eylül ayında 8-10 gün arayla, ekim ayında ise 10-12 gün arayla sulamalar yapmışlardır. Önerdikleri

sulama programına göre 60.94 t/ha verim elde etmiş ve mevsimlik sulama suyu ihtiyacını 1643 mm, su tüketimini ise 1766 mm olarak belirlemişlerdir.

Orta (1994), Ankara koşullarında yürüttüğü çalışmada biber bitkisinde (*Capsicum annum L.*) karıklarda göllendirme, yağmurlama ve damla sulama yöntemleri kullanmıştır. Sulama suyu uygulamalarında 60 cm kök derinliğindeki kullanabilir su tutma kapasitesinin %40 tüketildiğinde başlanmış ve su tüketimi ölçümlerini toprak nemi azalmasının denetimi yoluyla 10 günlük periyotlar halinde yapmışlardır. Sonuçta mevsimlik bitki su tüketimi açısından karık (870.8 mm) ve yağmurlama sulama (848.9 mm) yöntemleri birbirine oldukça yakın olmalarına karşın, damla sulama yönteminde (546.3 mm) söz konusu yöntemlere göre %64-62 daha düşük olmuştur.

Dağdelen vd. (2002), Aydın ovası koşullarında sanayi biberi yetiştiriciliğinde kısıtlı sulama suyu uygulamalarının biberde verim ve bazı kalite kriterleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapmış oldukları çalışmada sonuç olarak, bitki gelişim dönemlerinde su kısıtlı uygulanan konuların meyve boyu, meyve et kalınlığı, meyve ağırlığı, bitki boyu ve kuru madde (briks) miktarı üzerine etkisinin önemli olduğunu, pH ve renk üzerine ise önemsiz olduğunu belirtmişlerdir.

Erken (2004), Çanakkale ilinde damla sulama yöntemiyle sulanan biberde (*C. annum L.*) en uygun sulama programının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada 5 farklı sulama düzeyinin meyve verimi ve bazı kalite parametrelerine etkileri araştırılmıştır. Araştırmada, 2002 ve 2003 yılında farklı $K = I/E$ katsayıları uygulanmıştır. 2002 yılında en yüksek verim $K=0.75$ katsayısının uygulandığı konudan 6888 kg/da olarak, 2003 yılında $K= 1.00$ katsayısının uygulandığı konudan 6564 kg/da olarak elde edilmiş, bu konulara sırasıyla 609 mm ve 915 mm sulama suyu verilmiştir. Deneme sonucunda elde edilen meyvelerde yapılan kalite parametrelerine ilişkin sonuçların varyans analizinde, sulama düzeylerinin her iki yılda da verim ve kalite üzerinde etkili olduğu saptanmıştır.

Khan vd. (2005), Pakistan Rawalpindi’de yaptıkları çalışmada dolmalık biberlerde 3, 6 ve 9 gün sulama aralıklarının bitki gelişimi ve verimine etkilerini incelemişlerdir. 3 gün sulama aralığında maksimum fide gelişimi (% 93) bulunmuş olup, bunu % 85

fide gelişimi ile 6 gün sulama aralığı takip etmiştir. Bitki boyu, bitkideki yaprak sayısı, yaprak alanı, bitkideki çiçek sayısı, meyve sayısı ve meyve ağırlığı bakımından 3 gün sulama aralığının diğer uygulamalara göre daha iyi olduğu saptanmıştır.

Ertek vd. (2007) Van ili tarla koşullarında çarliston biberde yapmış oldukları çalışmada, A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşmaları dikkate alarak 3 farklı sulama programı oluşturmuşlardır (k_{cp1} : bitki örtü yüzdesine bağlı olarak değişen katsayı; k_{cp2} : 0.75 ve k_{cp3} : 1.10). Sulama aralığını ise yine A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşma miktarlarına göre belirlemişlerdir (I1: 25 ± 5 mm ve I2: 50 ± 5 mm). Çalışma sonunda, sulama aralığının buharlaşma kabından 50 ± 5 mm buharlaşma olduğunda ve bu buharlaşma değerinin k_{cp3} : 1.10 katsayısıyla çarpılarak hesaplanan miktar kadar sulama suyu uygulanması durumunda, biberde en optimum düzeyde verim elde edildiğini belirlemişlerdir.

Taş ve Kırnak (2011), Harran Ovası koşullarında yürüttükleri çalışmada biberin sulama programının belirlenmesi amacıyla 3 farklı sulama aralığı (2, 4, 6 gün) ile 3 farklı bitki pan katsayısı ($k_{cp1}=1.25$; $k_{cp2}=1.00$; $k_{cp3}=0.75$) dikkate alınmıştır. Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları 652-1010 mm, mevsimlik su tüketimleri ise 726-1069 mm arasında değişmiştir. Konulardan elde edilen verim değerleri 2444 - 4703 kg/da arasında gerçekleşmiştir. Ayrıca toplam su kullanım randımanı (WUE) 2.75-5.22 kg/da/mm, sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) 3.03-5.81 kg/da/mm ve sulama suyunun evapotranspirasyonu karşılama yüzdesi (I/ET) %85-96 arasında değişim gösterdiği saptanmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme yeri

Araştırma, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde bulunan 255 (6x42.5) m²'lik plastik örtülü serada 2012 yılında yapılmıştır.

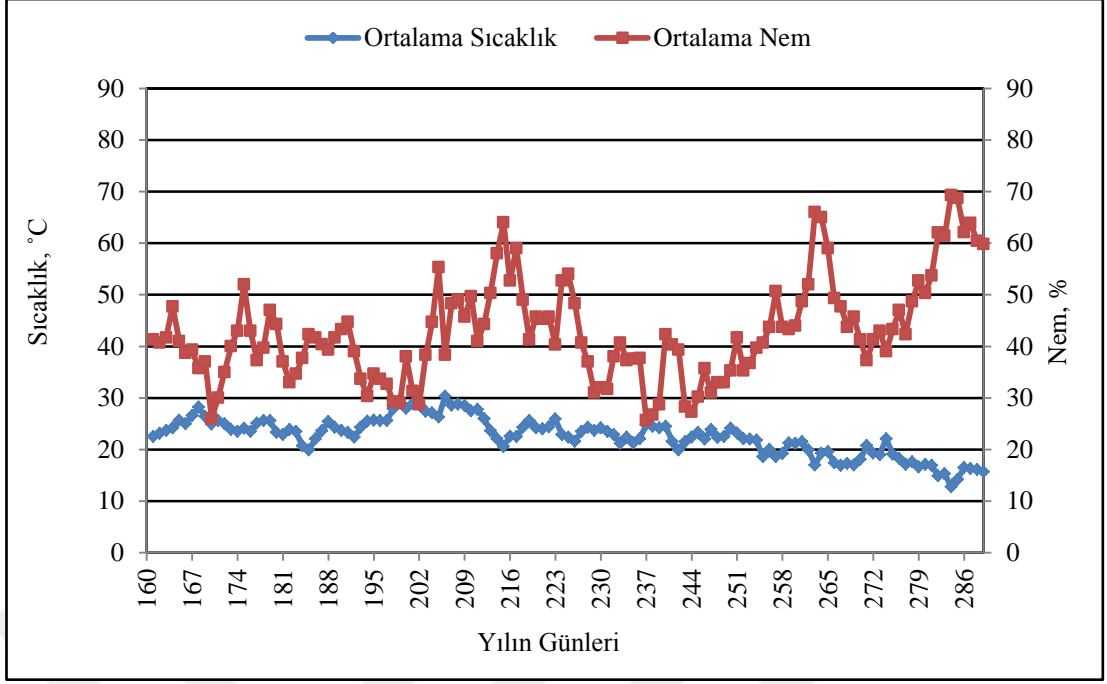
3.1.2. İklim özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü Isparta ili, Akdeniz Bölgesinin Batı Akdeniz bölümünde Göller Yöresinde yer almaktadır. Konumu itibari ile Akdeniz iklimi ile İç Anadolu karasal iklimi geçiş özelliği göstermektedir (Çizelge 3.1). Isparta yağış özellikleri bakımından incelendiğinde Akdeniz iklimine benzerlik gösterirken, sıcaklık bakımından İç Anadolu karasal iklimine benzerlik göstererek yazları kurak ve sıcak kışları soğuk ve sert geçmektedir.

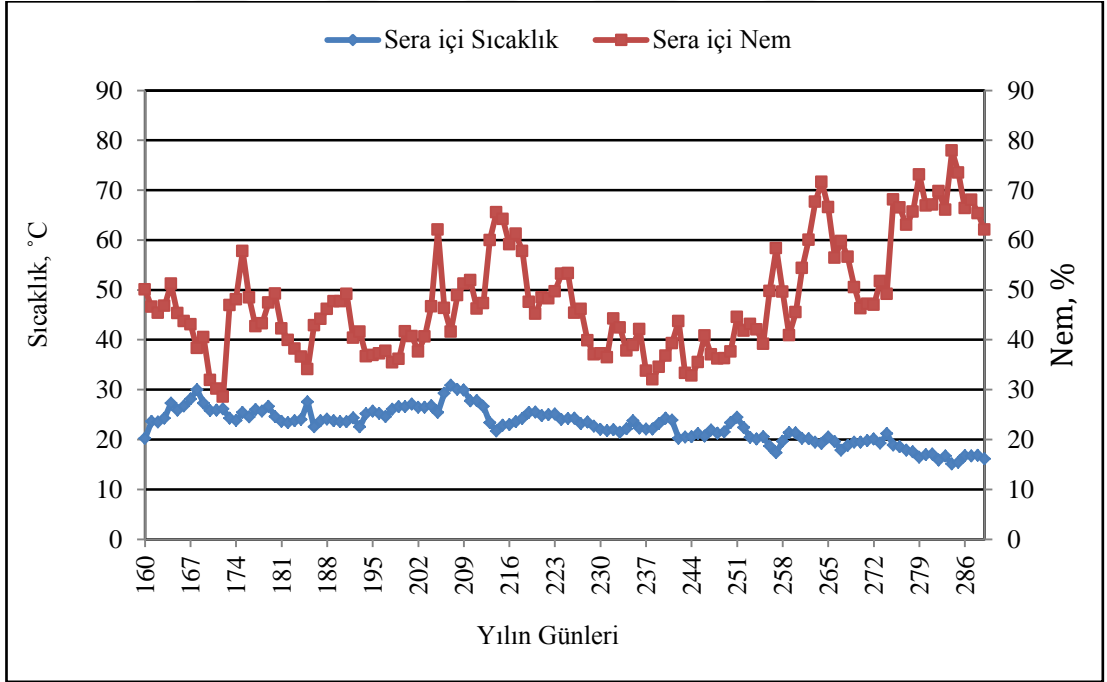
Çizelge 3.1. Isparta ilinin bazı iklim elemanlarının uzun yıllar ortalamaları (DMİGM, 2009)

İklim Öğeleri	AYLAR												Yıllık
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Ortalama Sıcaklık, °C	1.7	2.6	5.9	10.5	15.5	20.1	23.4	22.9	18.3	12.8	6.9	3.0	11.97
Ortalama bağıl nem, %	72.0	68.0	64.9	61.9	58.1	52.1	47.5	49.6	54.5	62.3	68.2	73.9	61.1
Buharlaşma, mm	-	-	2.0	103.3	152.9	200.6	245.3	226.1	168.9	98.3	8.2	-	-
Toplam Yağış, mm	64.2	54.9	52.8	58.8	46.0	27.5	12.8	12.9	15.4	38.0	51.5	70.9	505.7

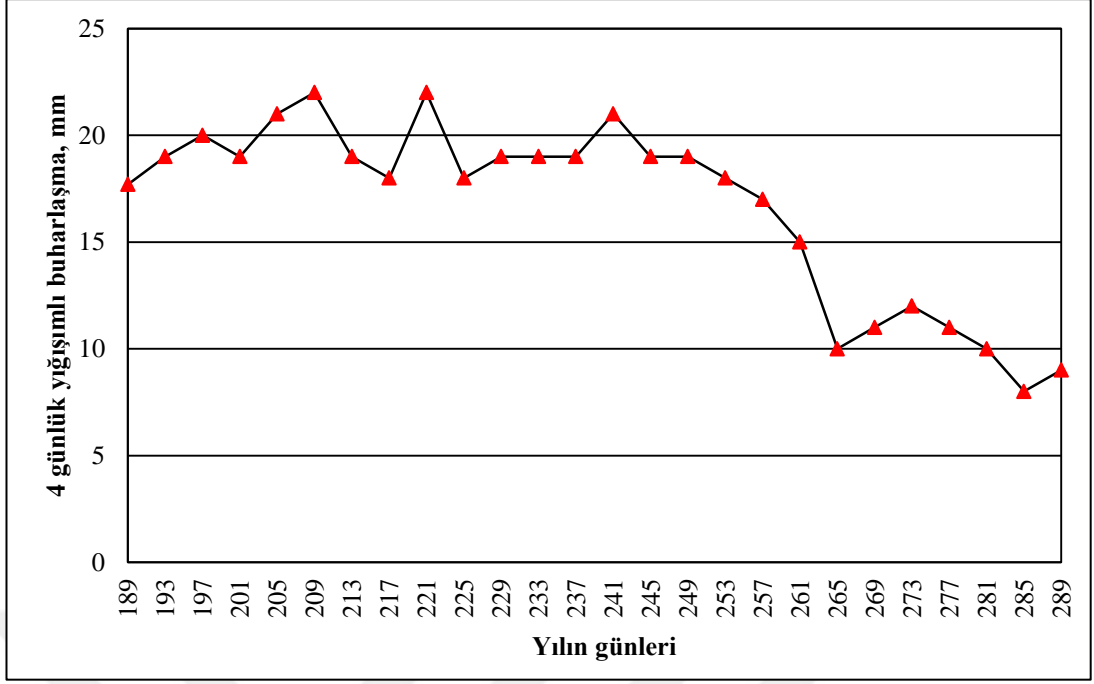
Araştırmanın yürütüldüğü 2012 yılının deneme yapılan dönemine ilişkin dış ortam sıcaklık ve nem değerleri Şekil 3.1'de, sera içerisindeki sıcaklık ve nem değerleri ise Şekil 3.2'de verilmiştir. Verilen şekillerden de görüldüğü gibi sera içi ve dışındaki sıcaklık ortalaması 10 ile 30 °C arasında değişmiştir. Sera içerisindeki sıcaklık ve nem değerleri veri kaydedici (hobo) tarafından ölçülmüştür.



Şekil 3.1. Deneme süresince Isparta ili ortalama iklim verileri



Şekil 3.2. Deneme süresince sera içi ortalama iklim verileri



Şekil 3.3. Gelişme periyodu boyunca sera içi buharlaşma değerleri

3.1.3. Toprak özellikleri

Denemeye başlamadan önce denemenin yapıldığı sera içerisinde 0-30, 30-60 ve 60-90 cm derinliklerden bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Alınan bu örneklerde bünye sınıfı, tarla kapasitesi, solma noktası, hacim ağırlıkları Demiralay (1993)'ın belirttiği esaslara göre belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 3.2'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre deneme alanı toprağının tarla kapasitesi % 25.46 – 26.51, solma noktası % 9.22 – 11.01, hacim ağırlığı 1.32 – 1.42 g/cm³ arasında değişim göstermektedir. Biber bitkisinin etkili kök derinliğinde (60cm) faydalı su tutma kapasitesi 139.71 mm olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3.2. Deneme alanı toprağının bazı özellikleri.

Derinlik	Tarla Kapasitesi		Solma Noktası		Hacim Ağırlığı	Faydalı Su Kapasitesi		Bünye Sınıfı
	%	mm	%	mm		%	mm	
0-30	25.46	100.80	9.22	36.51	1.32	16.24	64.29	CL
30-60	26.27	111.91	10.57	45.03	1.42	17.70	75.42	CL
60-90	26.51	112.13	11.01	46.57	1.41	15.50	65.55	CL

3.1.4. Bitkisel materyal

Araştırmada bitkisel materyal olarak arliston Biber eşidi kullanılmıştır (şekil 3.4). Biber fidesi katalog verilerine göre erkenci ve yüksek verimli olarak tanımlanmış ve meyve uzunluğu ortalama 22-24 cm olarak verilmiştir.



şekil 3.4. Denemede kullanılan biber eşidi

3.1.5. Sulama sistemi

Sulama uygulamaları damla sulama yöntemiyle yapılmıştır. Sistemin mühendislik özellikleri ve çalışma prensipleri yapılan proje ile belirlenmiş ve ıslatma deseni (P) %82.5 olacak şekilde damlatıcı aralığı 33 cm ve lateral aralığı 40 cm olarak seçilmiştir. Sulama suyu deneme alanının yanında bulunan ve çiftlik arazisinin sulamasına hizmet eden hidranteden (Ø 110 mm) alınmıştır (şekil 3.4). Damla sulama sistemi; denetim birimi, ana boru, yan boru, su sayacı ve çapı 16 mm ve üzerinde 33 cm aralıklı ve 1 atm işletme basıncında 2 l/s debisi olan damlatıcıların bulunduğu laterallerden oluşturulmuştur. Sistem denetim biriminde ise elek filtre, manometre ve gübre uygulamalarında kullanılan venturi yer almıştır.



Şekil 3.5. Sulama sistemi, filtre ve sulama sisteminde kullanılan sayaç

3.1.6. Buharlaşma kabı

Araştırmada, sulama düzeylerinin belirlenmesinde sera içerisine yerleştirilen A Sınıfı buharlaşma kabından (Class-A Pan) yararlanılmıştır (Şekil 3.5). Bu amaçla sulama aralığı boyunca kaptan olan buharlaşma miktarları ölçülmüştür (E_{pan} , mm). A Sınıfı buharlaşma kabı 102.7 cm çapında, 25 cm yüksekliğinde olup 2 mm kalınlığındaki galvanizli saçtan yapılmış üstü açık bir silindirden oluşmaktadır (Allen vd., 1998).



Şekil 3.6. Sera içerisine yerleştirilen A sınıfı buharlaşma kabı

3.1.7. Toprak neminin izlenmesi

Bitki kök bölgesindeki toprak nemi watermark (İrrometer, Model: Watermark200SS, USA) yardımıyla izlenmiştir (Şekil 3.6). Watermarklar, her parselde 3 adet olacak şekilde toprak yüzeyinden itibaren 15, 45 ve 75 cm derinliklere yerleştirilmiştir.



Şekil 3.7. Denemede kullanılan Watermark cihazı

3.2. Yöntem

3.2.1. Toprak hazırlığı

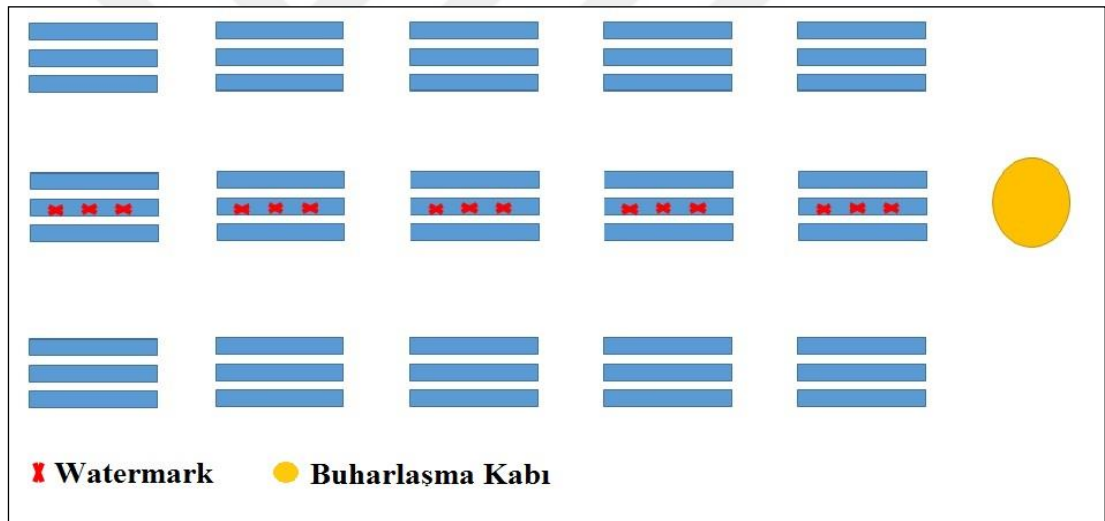
Biber fidelerinin dikilmesi için sera içerisinde 1.20 m genişlik ve 16 m uzunluğunda yataklar hazırlanmıştır. Fideler 8 Haziran 2012 yılında sıra arası 40 cm sıra üstü 33 cm olmak üzere 3 sıralı olarak dikilmiştir. Yataklar arasında suyun diğer yataklara geçişini engellenmesi, hava akımının sağlanması, kültürel işlemlerin kolaylıkla yapılabilmesi için 100 cm genişlik ve 10 cm derinliğinde yollar bırakılmıştır (Şekil 3.7.).



Şekil 3.8. Deneme alanından görüntüler

3.2.2. Deneme deseni ve araştırma konuları

Araştırma, bitki-pan katsayıları ile ayarlanmış beş farklı sulama suyu düzeyi (I_1 ; $k_{cp1}=0.20$, I_2 ; $k_{cp2}=0.40$, I_3 ; $k_{cp3}=0.60$, I_4 ; $k_{cp4}=0.80$, I_5 ; $k_{cp5}=1.00$) ve tek sulama aralığı (SA= 4 gün) olmak üzere 5 sulama programı oluşturularak tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekrarlı olarak yürütülmüştür (Şekil 3.8). Buna göre, serada 2.77 m^2 (231 cm x 120 cm) alana sahip her biri 21 adet bitki içeren 15 adet parsel oluşturulmuştur. Yatakların dış kenarlarında bulunan sıralar kenar tesiri olarak değerlendirme dışı bırakılmış, kalite parametrelerine ilişkin ölçümler ise yatak ortasında bulunan sıradaki 5 bitkide yapılmıştır. Bitki su tüketimini belirlemek için yerleştirilen toprak nemi izleme sensörleri ise sadece orta sıradaki konulara yerleştirilmiştir.



Şekil 3.9. Deneme deseni

3.2.3. Kültürel uygulamalar

Deneme süresi boyunca bitkilerde görülen çeşitli zararlılar ve mantari hastalıklara karşı Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümünün önerileri doğrultusunda, gerekli olan insektisit ve fungusitler uygulanmıştır. Yüksek ışık intensitesi ve sera içi sıcaklıkların bitkilere zararını önlemek amacıyla Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında sera üzerinde gölgeleme tülü ile gölgeleme yapılmıştır. Bitkilerin normal gelişiminin sağlanabilmesi ve uygulanan sulama suyu kısıntısının etkinliğinin ortaya konulabilmesi amacıyla tüm konu parsellerine eşit

miktarda gübreleme yapılmıştır. Gübreleme; her parsel eşit olacak şekilde yetiştirme sezonu boyunca 28 gr saf azot, 43 gr saf fosfor ve 28 gr saf potasyum uygulanmıştır. Yabancı otların gelişimin engellemek ve bitki köklerinin hava almasını sağlamak amacıyla bitki parselleri sıkça çapalanmıştır.

3.2.4. Uygulanan sulama suyu miktarının belirlenmesi

Araştırma konularına göre uygulanan sulama suyu miktarının belirlenmesinde sulama aralıklarında A Sınıfı buharlaşma kabından olan yığışımşlı buharlaşma miktarlarından yararlanılmıştır. Seraya yerleştirilmiş olan A sınıfı buharlaşma kabından sulama aralıklarında yığışımlı olarak ölçülen buharlaşma miktarı kullanılarak (E_{pan}) Eşitlik 1 yardımıyla her konuya uygulanması gerekli sulama suyu miktarı litre cinsinden hesaplanmış ve manifold boru hattı üzerinde bulunan su sayacıdan kontrollü olarak uygulanmıştır (Ertek, 2011).

$$I = E_{pan} \times k_{cp} \times A \quad [1]$$

Eşitlikte; I: Sulama suyu, litre; A: Parsel alanı, m^2 ; E_{pan} : sulama aralıklarında ölçülen yığışımlı buharlaşma miktarı, mm, k_{cp} : bitki-pan katsayısıdır.

3.2.5. Bitki su tüketiminin belirlenmesi

Deneme konularına için bitki su tüketimi, her sulama uygulaması öncesinde ölçülen toprak nemi değerleri göz önüne alınarak su bütçesi esasına göre Eşitlik 2 kullanılarak hesaplanmıştır (James, 1988).

$$ET = I + R - C_r - D_p + R_f \pm \Delta s \quad [2]$$

Eşitlikte; ET: bitki su tüketim, mm; I: uygulanan sulama suyu, mm; R: yağış, mm; C_r : kapılar yükselme, mm; D_p : derine sızma, mm; R_f : yüzey akışı, mm; ve Δs : kök bölgesindeki nem içeriğindeki değişim, mm'dir.

Deneme alanı derin, drenaj ve tuzluluk bakımından sorunsuz topraklardan oluşmaktadır (Akgül ve Başayığit, 2005). Bu nedenle taban suyundan kaynaklanan

kapılar su girişi ve damla sulama yöntemi ile sulama yapıldığından yüzey akışı söz konusu olmamıştır. Böylece, bitki su tüketimi hesaplarında kapılar su girişi, yüzey akışı ve araştırma sera koşullarında yürütüldüğü için yağış parametreleri sıfır kabul edilmiştir. Biber bitkisi derin köklü olduğu için 15 ve 45 cm'ye yerleştirilen watermark değerleri dikkate alınmış, 75 cm'ye yerleştirilen watermarktan derine sızmalar incelenmiştir. Bitki kök bölgesinde tarla kapasitesinin üzerindeki nem değerleri derine sızma olarak kabul edilmiştir. Watermark okuma sınırlarının aşıldığı durumlarda (199 kPa) deneme konularından toprak örneği alınmış ve gravimetrik yöntemle toprak nem içeriği belirlenmiştir.

3.2.6. Su kullanım randımanlarının belirlenmesi

Su kullanım randımanı (WUE), sulama yöntemlerinin karşılaştırılmasında ve sulama programlarının değerlendirilmesinde kullanılan ölçütlerden birisidir (Tanner ve Sinclair, 1983). Su kullanım randımanlarının belirlenmesinde, Howell ve ark., (1990)'da verilen Eşitlik 3 kullanılmıştır.

$$WUE = \frac{E_y}{ET} \times 100 \quad [3]$$

WUE: Toplam su kullanım randımanı, kg/m³; E_y: Ekonomik verim, kg/da; ET: Bitki su tüketimi, mm.

Hesaplamalarda ekonomik verim yerine doğrudan bir dekar alandan elde edilen verim kullanılmıştır. Yukarıdaki eşitlik yardımıyla elde edilen değer, toplam su kullanım randımanı (WUE) olarak adlandırılmıştır. Ayrıca sulama suyu kullanım etkinliğinin (IWUE) belirlenmesinde aşağıda verilen Eşitlik 4 kullanılmıştır (Kanber ve ark., 1992).

$$IWUE = \frac{E_y}{I} \times 100 \quad [4]$$

IWUE: Sulama suyu kullanım etkinliği, kg/m³; E_y: Ekonomik verim, kg/da; I: Sulama suyu, mm.

Evapotranspirasyon-verim ilişkisini kullanarak verim tepki etmeni bulunmuştur. Bunun için önce ET-verim ilişkisinde düzeltilmiş verim değerleri bulunmuştur. Oransal ET ve oransal verim açığı bulunmuştur. Anılan değerler arasında regresyon analizi yapılarak verim tepki etmeni (K_y) bulunmuştur. Bu amaçla, Eşitlik 5'te verilen Stewart modeli esas alınmıştır (Doorenbos ve Kassam, 1979).

$$K_y = (1 - Y_a/Y_m) / (1 - ET_a/ET_m) \quad [5]$$

Eşitlikte,

ET_a : Bitkinin yetiştirildiği koşullardaki gerçek su tüketimini (mm),

Y_a : Gerçek su tüketimine karşılık gelen gerçek verimi (kg/da),

ET_m : Bitkinin büyüme mevsimi boyunca herhangi bir su eksikliğinin olmadığı koşullarda maksimum bitki su tüketimini (mm),

Y_m : Maksimum su tüketimine karşılık gelen maksimum verimi (kg/da),

K_y : Evapotranspirasyondaki bir birim azalmaya karşılık verimdeki azalmayı veren verim tepki etmenini göstermektedir.

3.2.7. C vitamini miktarının belirlenmesi

5 gr tartılan biber, 10 mL %2'lik H_3PO_4 ile 2 dakika homojenize edilmiş ve karışım kaba filtre kağıdı ile süzölmüştür. Süzüntünün 1 mL'si, 3 mL ekstraksiyon çözeltisi ile seyreltilmiştir. Ekstraksiyon çözeltisi olarak ise pH'sı 8.00'a ayarlanmış olan 0.01 M KH_2PO_4 çözeltisi kullanılmıştır. Bu çözeltinin 1 mL'si kartuştan geçirilir ve eluant bir tüpe alınmıştır. Daha sonra eluantlar birleştirilmiş ve enjeksiyon hacmi 20 μ L olacak şekilde HPLC'ye uygulanmıştır.

3.2.8. Hasat işlemleri

Biberler toprağa dikiminden itibaren 42 gün sonra ilk hasat yapılmış ve bunu izleyen 7-10 günde bir hasat işlemlerine devam edilmiştir. Olgunlaşan meyveler hafif sarardığı için her hasat zamanı sadece bu meyveler toplanmış diğerleri gelişimini tamamlamadığı gerekçesiyle toplanmamıştır. Parselden toplanan tüm meyveler o parselin verimini bulmak için tartılmıştır fakat fiziksel kalite parametreleri daha

önceden belirlenen bitkilerden yapılmış diğerleri kenar tesiri sebebiyle ölçüm dışı bırakılmıştır.

Biberler havalarda soğumasının da etkisiyle meyve dökümü ve yeni çiçeklerin açmaması göz önüne alınarak deneme 15 Ekim 2012 tarihinde sonlandırılmıştır.

3.2.9. Denemede incelenen özellikler

Bitki Boyu: Belirlenen bitkiler topraktan itibaren bitkinin en yüksek ucuna kadar olan uzunluk ölçülerek ve cm ile ifade edilmiştir.

Bitki Yan Dal Sayısı: Belirlenen bitkilerdeki yan dallar sayılmıştır.

Bitki Gövde Çapı: Belirlenen bitkilerin toprak yüzeyinden 5 cm yukarıdan elektronik kumpas yardımıyla ölçülmüş ve mm olarak ifade edilmiştir.

Bitki Dal Ağırlığı: Bitkiler hasat işlemi bittikten sonra toprak yüzeyinden kesilmiş ve yaş halde tartılmıştır. Bitki ağırlığı gr olarak ifade edilmiştir.

Kök Kuru Ağırlığı: Her konudan 3'er adet bitki kökü topraktan çıkarılmış ve 2-3 gün suda bekletilerek topraktan tamamen ayrıştırılmıştır. Toprakta ayrıştırılan kökler etüve atılarak kuru ağırlık olarak bulunmuştur.

Meyve Ağırlığı: Belirlenen bitkiden toplanan meyveler birer birer hassas terazi ile tartılmış ve toplam meyve ağırlığı meyve sayısına bölünerek ortalama meyve ağırlığı bulunmuştur.

Meyve Çapı: Belirlenen bitkilerdeki meyveler orta kısmından elektronik kumpas yardımıyla ölçülmüş ve mm olarak ifade edilmiştir.

Çekirdek Çevresi Çapı: Belirlenen bitkilerden toplanan meyvelerin çekirdek kısmından elektronik kumpas yardımıyla ölçülmüş ve mm olarak ifade edilmiştir.

Meyve Uzunluğu: Belirlenen bitkilerden meyveler dipten uca kadar ölçölerek ve cm ile ifade edilmiştir.

Toplam Verim: Parsel alanı dikkate alınarak elde edilen verim dekar bazında ifade edilmiştir.

Yaprak Alan İndeksi: Yaprak Alan İndeksinin Belirlenmesi (LAI) amacıyla, her parselde yer alan ve ölçümlerin yapıldığı 5 bitkinin dört yönünden toplam 40 adet yaprağın eni, boyu ve alanı optik alan ölçer yardımıyla ölçölmüş ve ortalama yaprak alanı belirlenmiştir. Hesaplanan ortalama yaprak alanı ile bitkilerin toplam yaprak sayısı çarpılarak bitki başına toplam yaprak alanları hesaplanmıştır. Hesaplanan yaprak alanları her bir bitkiye ait birim alana (0.4×0.33 m) (Ünlü, 2000) oranlanarak her bir sulama konusuna ilişkin yaprak alan indeksleri (LAI) saptanmıştır.

Silkme Oranı: Yetişme sezonunun başından sonuna kadar parsellerdeki çiçekler kontrol edilerek, meyveye dönüşmeden dökölen çiçekler sayılmış, meyveye dönüşen çiçek sayısına oranlanarak silkme oranı bulunmuştur. Silkme oranı farklı su düzeylerinin, diğer bir anlatımla su stresinin verime etkisini araştırmada önemli bir parametre olarak, araştırma sonuçlarının değerlendirilmesine önemli bir katkı sağlayacaktır.

Verilerin değerlendirilmesi: Elde edilen verilere SAS bilgisayar yazılımı yardımıyla varyans analizi yapılmış ve ortalamaların karşılaştırılmasında Duncan Çoklu Karşılaştırma testi uygulanmıştır

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Sulama Suyu ve Bitki Su Tüketimi

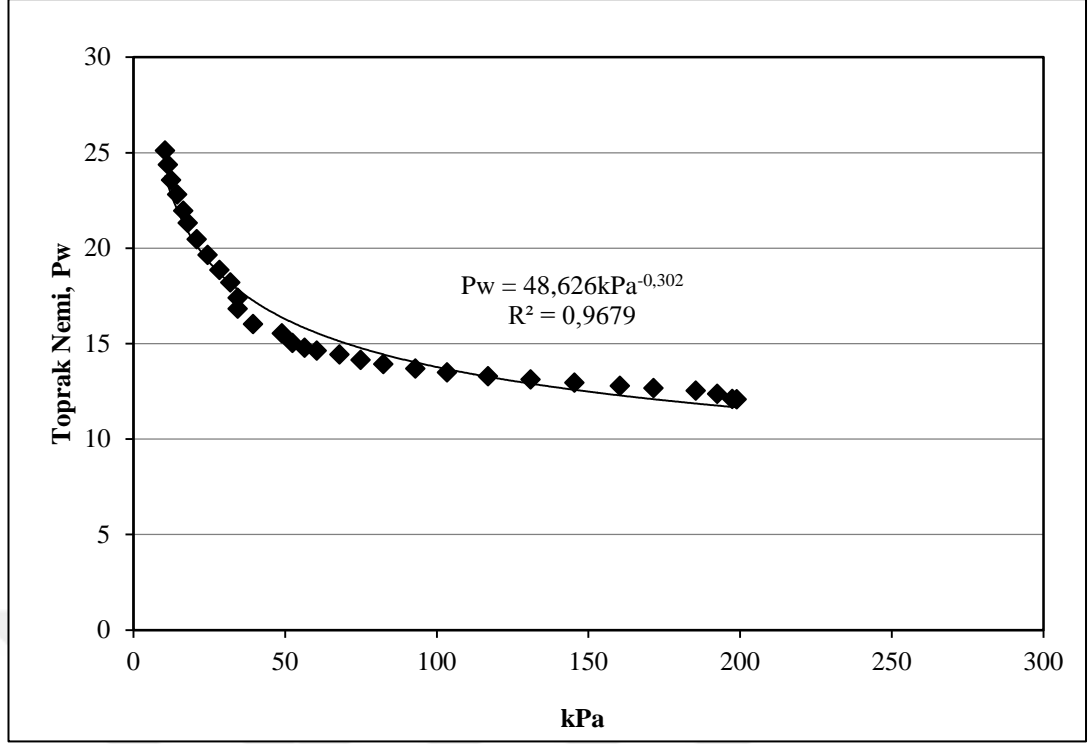
Araştırma konularına göre uygulanan sulama suyu Çizelge 4.1’de verilmiştir. Deneme fidelerinin kök gelişimi ve tam tutmasını sağlayabilmek için dikimin yapıldığı 8 Haziran 2012’den 07 Temmuz 2012’ye kadar bütün deneme konularına buharlaşma kabından buharlaşan suyun tamamı sulama suyu olarak uygulanmıştır. Daha sonraki sulamalar belirlenen programa göre verilmiştir. Araştırmada I₁, I₂, I₃, I₄, I₅ konularına yetiştirme periyodu boyunca sırasıyla 223.7 mm, 306.7 mm, 393.9 mm, 478.3 mm, 555.7 mm sulama suyu uygulanmıştır.

Çizelge 4.1. Deneme konularında buharlaşma miktarları ve uygulanan sulama suyu miktarları, mm

Konular	Buharlaşma	S1	S2	I
I ₁		140.7	83.0	223.7
I ₂		140.7	166.0	306.7
I ₃	555.7*	140.7	253.2	393.9
I ₄		140.7	337.6	478.3
I ₅		140.7	415.0	555.7

*: Buharlaşmanın 140.7 mm’si deneme konularına göre planlı sulamaya geçmeden önce ölçülmüştür. S1: Programlı sulamaya geçmeden önce deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarı, mm; S2: Programlı sulamaya geçtikten sonra sulama düzeyleri dikkate alınarak konulara uygulanan sulama suyu miktarı, mm; I: Toplam sulama suyu miktarı, mm.

Deneme konularında topraktaki nem miktarının ölçülmesinde kullanılan watermarkların kalibrasyonu yapılmış, kalibrasyon eğrisi Şekil 4.1’de verilmiştir. Toprak nemi ile kPa arasında üssel bir ilişki elde edilmiştir. Toprak nemi ile kPa değerleri arasında üssel bir ilişki elde edilmiştir. Elde edilen denklem $[P_w = 48.626kPa^{-0.302} (R^2= 0.9679)]$ aracılığı ile kPa cinsinden okunan toprak nem gerilimleri kuru ağırlık %’sine (Pw) dönüştürülmüştür. Deneme konularına göre hesaplanan bitki su tüketimi değerleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. En yüksek su tüketimi buharlaşma kabından buharlaşan suyun 1.00 katının sulama suyu olarak uygulandığı I₅ konusunda gerçekleşirken (590.7 mm) bunu I₄ (540.5 mm), I₃ (460.1 mm), I₂ (373.4 mm) ve I₁ (291.8 mm) konuları izlemiştir.



Şekil 4.1. Watermark kalibrasyon eğrisi

Denemenin başlangıcında bitkiler fide halinde ve küçük olduklarından ve uygulanan sulama suyu miktarı bitki su tüketimi değerlerine göre daha yüksek olduğundan derine sızmanın tamamı (62.81 mm) programlı sulamaya geçmeden önce gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.2. Deneme konuların göre bitki su tüketimi değerleri.

Sulama düzeyleri	Bitki su tüketimi, mm
I ₁	291.8
I ₂	373.4
I ₃	460.1
I ₄	540.5
I ₅	590.7

4.2. Verim

Farklı sulama düzeylerine göre uygulanan farklı sulama suyu miktarlarının verime etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3’de, ortalama verim değerleri ise

Çizelge 4.4’de sunulmuştur. Varyans analiz sonuçlarına göre verim üzerine sulama suyu miktarı istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.3. Verime ilişkin varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
I	4	6528528.09	440.08**
Hata	10	1434.84	
Genel	14		
CV	4.91		

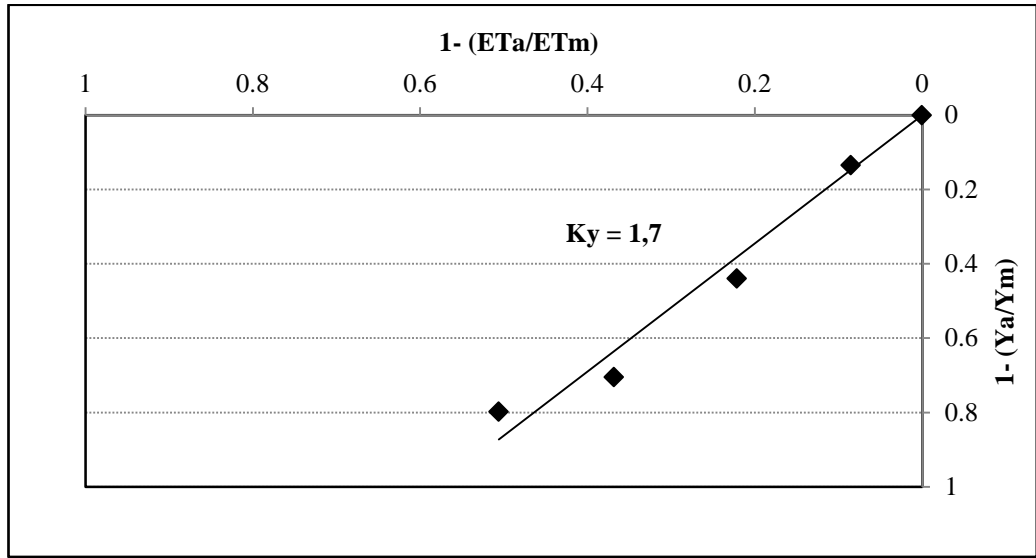
**0.01 olasılık düzeyinde istatistiki olarak önemlidir. F: Güven sınırı.

Verim, bitki pan katsayıları açısından değerlendirildiğinde en yüksek verim ortalama 4248.5 kg/da ile I₅’den elde edilmiş, bunu I₄: 3674.1 kg/da, I₃: 2377.9 kg/da, I₂: 1252.7 kg/da, ve I₁: 856.9 kg/da konuları izlemiştir. Bu veriler değerlendirildiğinde sulama suyu miktarı arttıkça verimin arttığı görülmektedir. Araştırmada elde edilen en yüksek verim değerlerinin diğer bazı araştırmalarda (Çevik ve ark.,1996; Değirmenci ve Sözbilici, 1995; Çetin ve Nacar, 1995 ve Taş ve Kırnak 2011) elde edilen verim değerlerine yakınlık gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Biber bitkisinde ortalama verim değerleri

Sulama Düzeyleri	Verim, kg/da
I ₁	856.9 e
I ₂	1252.7 d
I ₃	2377.9 c
I ₄	3674.1 b
I ₅	4248.5 a

Verim tepki etmeni grafiği (Şekil 4.3) incelendiğinde, birim su eksikliğine karşılık verimde 1.7 birim eksilme olacağı anlaşılmıştır. Bu durum çarliston biberde sulama suyu kısıntısının verimde önemli ölçüde düşüşe yol açacağına işaret etmektedir. Çalışmada elde edilen sonuçlar diğer çalışma sonuçlarına göre daha yüksek bulunmuştur. Ortalama ky değerlerini Dağdelen ve ark. (2002) 1.14, tek ve çift sıra dikim yöntemine göre yapılan çalışmada Gadissa ve Chemedda (2009) sırasıyla 0.96 ve 1.57, Sezen vd., (2011) 1.08, Demirel vd., (2012) 1.468 olarak hesaplamışlardır. Bu farklılığın sebebi biber çeşidi ve iklim özelliklerinin farklı olmasının etkisi olarak düşünülmektedir.



Şekil 4.2. Verim tepki etmeni grafiği

4.3. Su Kullanım Randımanları

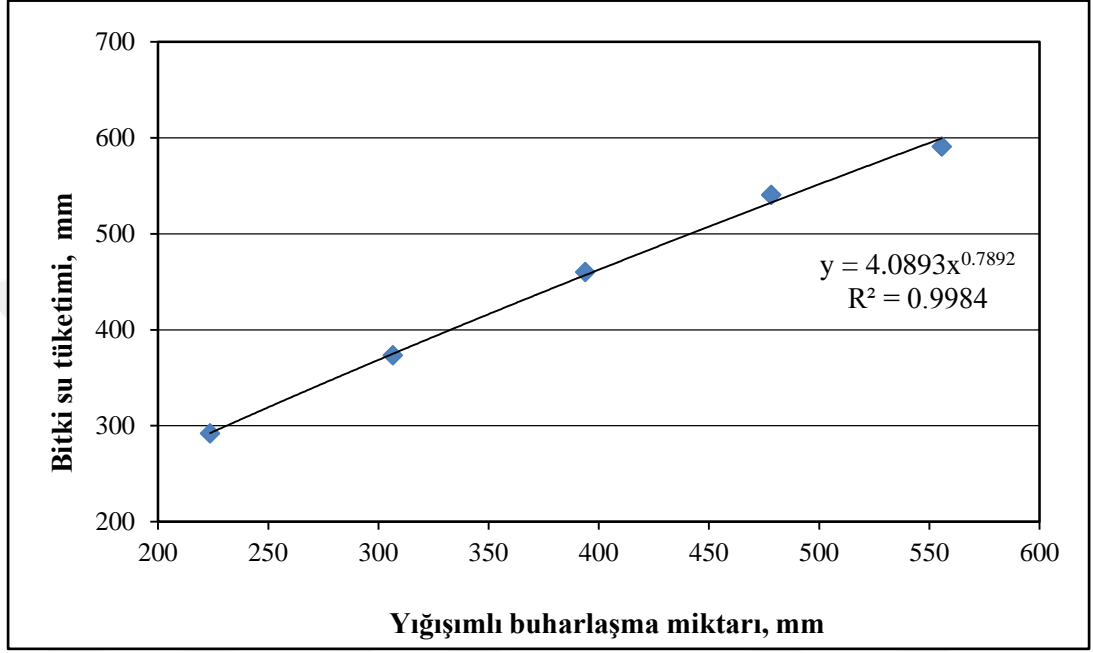
Toplam su kullanım etkinliği ve sulama suyu kullanım etkinliği Çizelge 4.5’de verilmiştir. Sulama suyunun daha çok uygulandığı I₅ konusunda toplam su kullanım etkinliği ve sulama suyu kullanım etkinliği en yüksek seviyede gerçekleştiği görülmektedir.

Çizelge 4.5. Damla sulama sisteminde biberinin su kullanım randımanları.

Konular	Verim kg/da	ET mm	I mm	WUE kg/m ³	IWUE kg/m ³	I/ET %
I ₁	856.9	291.8	270.8	2.9	3.8	77
I ₂	1252.7	373.4	361.6	3.4	4.1	82
I ₃	2377.9	460.1	452.3	5.2	6.0	86
I ₄	3674.1	540.5	543.0	6.8	7.7	88
I ₅	4248.5	590.7	633.8	7.2	7.6	94

Konularda belirlenen su tüketimi (ET) ile aynı dönemde A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma (E_{pan}) değerleri arasında ilişkiler saptanmıştır. Sözü edilen dönemdeki Evapotranspirasyon - E_{pan} buharlaşma değerleri arasındaki

ilişkiyi gösteren denklem ve regresyon katsayıları (R^2) Şekil 4.4'de verilmiştir. Bitki su tüketimi ile açık su yüzeyi buharlaşması arasında yakın bir ilişkinin olduğu birçok bitkide denemelerle elde edilmiştir. Oğuzer ve ark., (1984) lizimetrede yonca, pamuk, pırasa, mısır ve fiğ bitkilerinde; Kanber ve ark., (1988) yerfıstığı bitkisinde; Ertek ve ark., (2006) hıyar bitkisinde anılan ilişkiyi benzer şekilde bulmuşlardır.

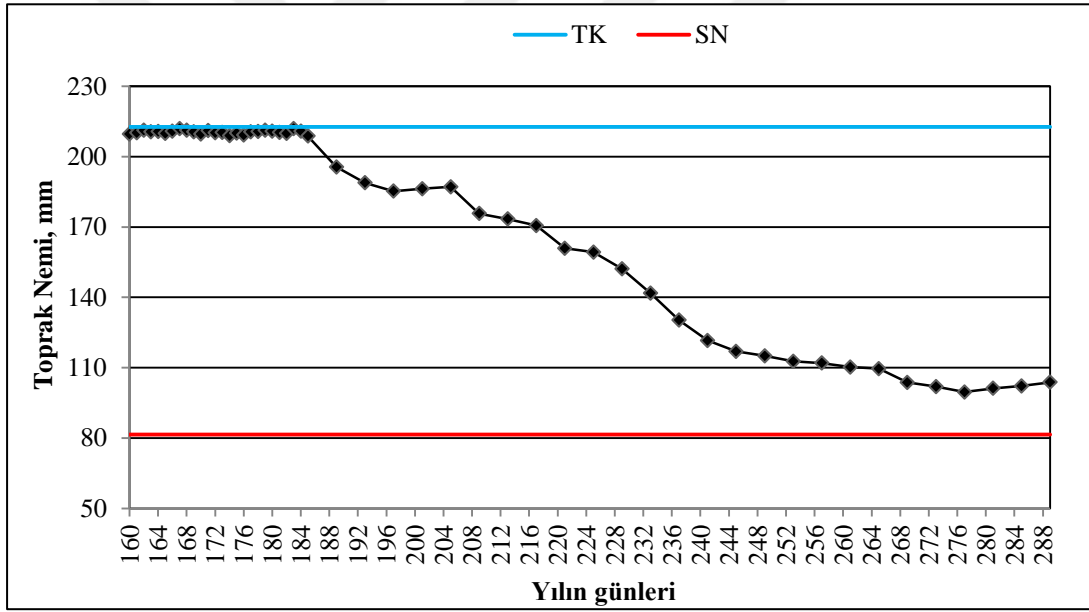


Şekil 4.3. Buharlaşma - bitki su tüketimi ilişkisi

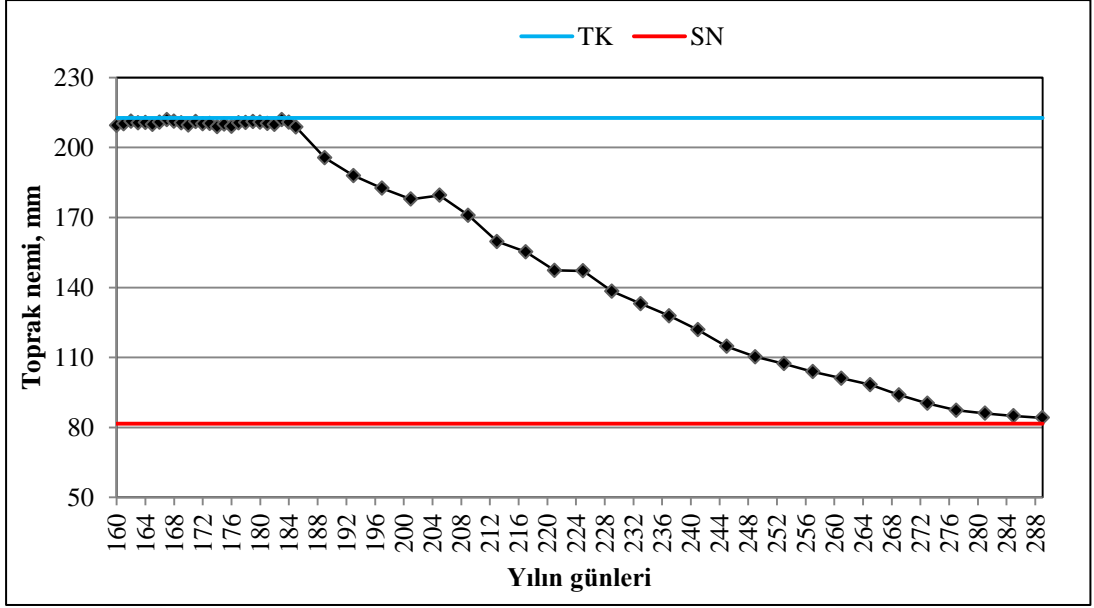
4.4. Deneme Parsellerinde Sulama Öncesi Bitki Kök Bölgesinde Toprak Nem Değişimleri

Bitki etkili kök derinliğindeki (60 cm) nem değişimleri izlendiğinde konular arasında farkların olduğu ortaya çıkmaktadır (Şekil 4.5, 4.6 ve 4.7, 4.8, 4.9). Diğer sebzelerde de olduğu gibi biberde de fide dikiminden sonra 2-3 hafta kadar kök gelişimi ve toprağa tutunması için alışma dönemi geçirmektedir. Bu dönemde bitkinin su ve gübre tüketimi minimum düzeyde olduğundan gübreleme yapılmamakta fakat su kaynaklı strese girmemesi için su ihtiyacı tam olarak karşılanmaktadır. Bu durum dikkate alınarak dikimden sonra ilk üç hafta bitkinin su ihtiyacının tam olarak karşılanabilmesi için bütün deneme konularına buharlaşma kabından buharlaşan suyun tamamı sulama suyu olarak uygulanmıştır. Bu dönemde bitki su tüketimi minimum düzeyde olduğundan bitki kök bölgesindeki nem genel olarak tarla

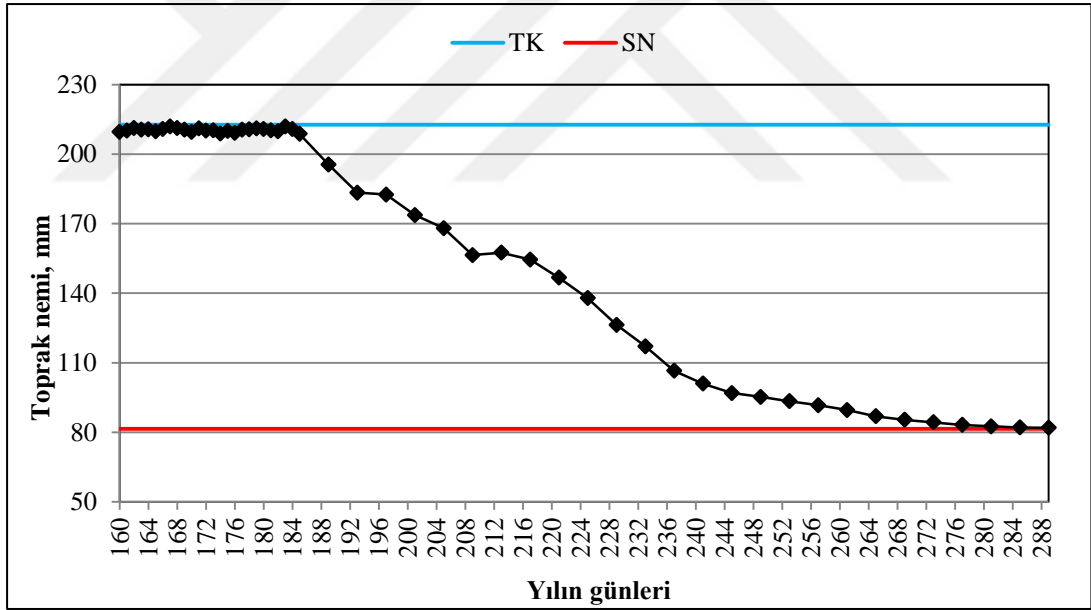
kapasitesi civarındadır. Bitkinin alışma devresi sonunda deneme konularına göre sulamaya geçilmesiyle birlikte kök bölgesinde nem farklılaşması da ortaya çıkmaya başlamıştır. Genel olarak bitki pan katsayısı düşük olan I₁ konularda vejetasyon dönemi ilerledikçe kök bölgesi nemi solma noktasına doğru yaklaşmış ve dönem sonunda solma noktasından daha düşük seviyelere inmiştir. Kök bölgesindeki nem azlığı, bitkinin su alımını güçleştirdiğinden bu konularda ölçülen bitki su tüketimi düşük düzeyde kalmıştır. Bitki kök bölgesindeki nem, uygulanan sulama suyu miktarı yüksek olan I₅ ve I₄ konularında ise I₁ konusundakine benzer şekilde aynı dönemde azalmaya başlamasına karşın uygulanan sulama suyu miktarı daha fazla olduğu için hasat sonunda tarla kapasitesi ile solma noktası arasında yer almıştır. Bu konularda bitki suyu topraktan kolayca alabildiğinden bitki su tüketimi daha yüksek gerçekleşmiştir.



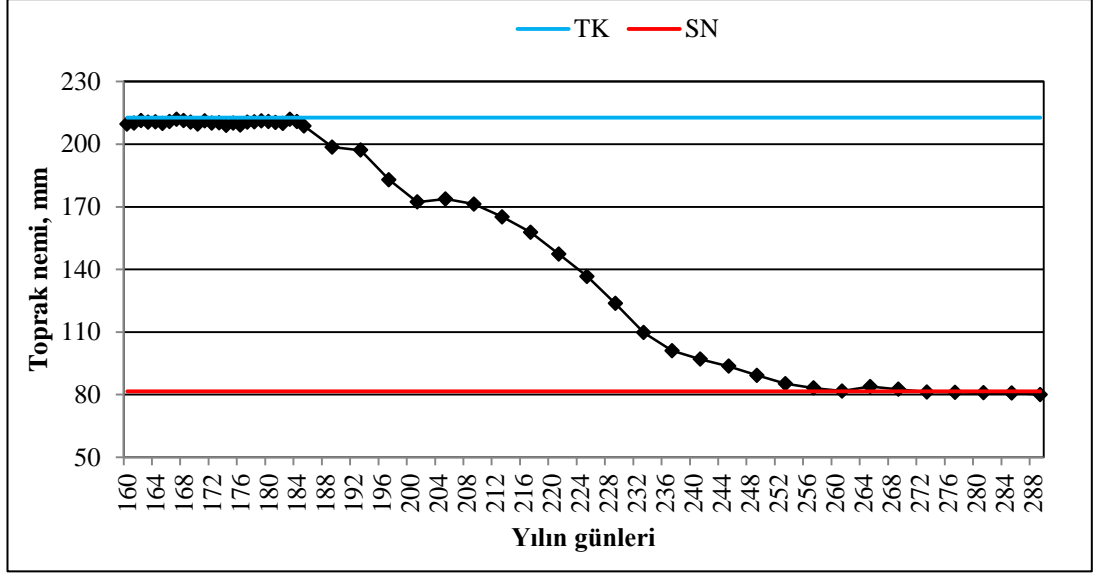
Şekil 4.4. Sulama öncesi I₅ konusunda 60 cm derinlikte bitki kök bölgesindeki mevsimlik nem değişimi



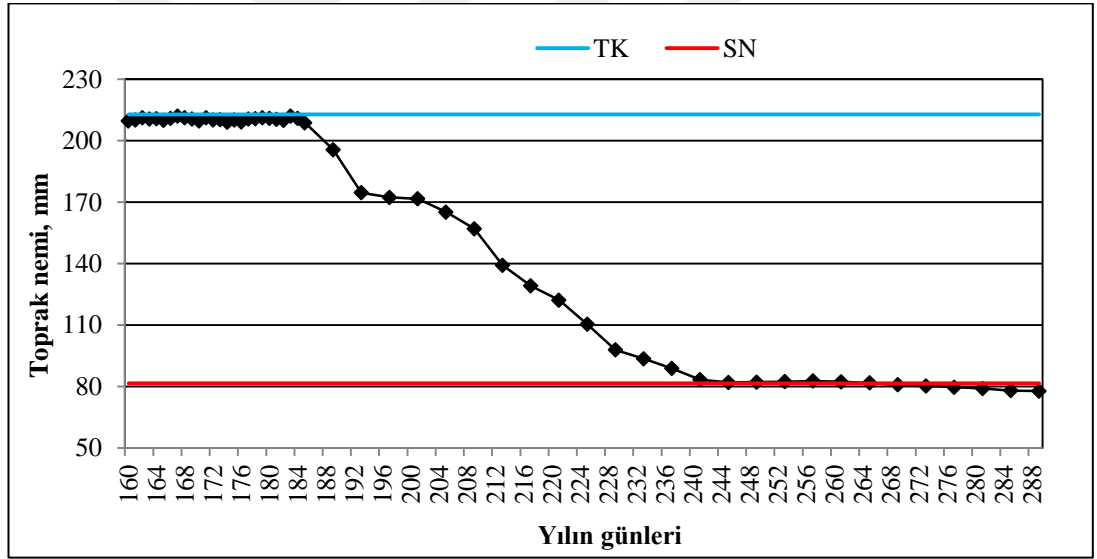
Şekil 4.5. Sulama öncesi I₄ konusunda 60 cm derinlikte bitki kök bölgesindeki mevsimlik nem değişimi



Şekil 4.6. Sulama öncesi I₃ konusunda 60 cm derinlikte bitki kök bölgesindeki mevsimlik nem değişimi



Şekil 4.7. Sulama öncesi I₂ konusunda 60 cm derinlikte bitki kök bölgesindeki mevsimlik nem değişimi



Şekil 4.8. Sulama öncesi I₁ konusunda 60 cm derinlikte bitki kök bölgesindeki mevsimlik nem değişimi

4.5. Bitki Boyu

Farklı sulama suyu düzeylerine göre uygulanan farklı sulama suyu miktarlarının bitki boyu üzerine olan etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.6'da verilmiştir. Çizelge 4.7' de ise bitki boyuna ilişkin değerler verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre, bitki boyu üzerine sulama suyu miktarının etkisi istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.6. Bitki boyuna ilişkin varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
I	4	952.81	73.28**
Hata	10	13.00	
Genel	14		
CV	3.77		

**0.01 olasılık düzeyinde istatistiki olarak önemlidir. F: Güven sınırı.

Bitki boyuna ilişkin ortalama değerler istatistiki olarak 5 farklı guruba ayrılmıştır. Sulama suyu düzeylerine bağlı olarak bitki boyunda önemli artışlar gerçekleşmiştir. En fazla sulama suyunun uygulandığı I₅ ($k_{cp5}=1.00$) konusunda ortalama 115.67 cm ile en uzun bitki boyu gerçekleşirken, bunu 108.78 cm ile I₄ ($k_{cp4}=0.80$), 96.33 cm ile I₃ ($k_{cp3}=0.60$), 87.44 cm ile I₂ ($k_{cp2}=0.40$) ve 70.56 cm ile en az sulama suyunun uygulandığı I₁ ($k_{cp1}=0.20$) izlemiştir. Sezen ve ark., (2011) yaptıkları çalışmada bitki boyunu 48 ile 64 cm arasında, Ertek ve ark., (2007) ise bitki boyunun 34.58 ile 48.90 cm arasında bulmuşlar ve uygulanan su miktarının bitki boyunu arttırdığını belirtmişlerdir.

Çizelge 4.7. Biber bitkisinde ortalama bitki boyu değerleri

Sulama düzeyleri	Bitki boyu, cm
I ₁	70.56 e
I ₂	87.44 d
I ₃	96.33 c
I ₄	108.78 b
I ₅	115.67 a

4.6. Bitki Gövde Kalınlığı

Bitki gövde kalınlığı bitkinin gelişimi üzerine önemli bir kriterdir. Farklı sulama düzeylerine göre uygulanan sulama suyu miktarlarının biber bitkisinin gövde kalınlığına olan etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.8'de verilmiştir. Bitki gövde kalınlığına ilişkin ortalama değerler ise Çizelge 4.9'da verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre, bitki gövde kalınlığı üzerine sulama suyu miktarı istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur

Çizelge 4.8. Bitki gövde kalınlığına ilişkin varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
I	4	9.22	74.51**
Hata	10	0.12	
Genel	14		
CV	3.32		

**0.01 olasılık düzeyinde istatistiki olarak önemlidir. F: Güven sınırı.

Bitki pan katsayıları açısından en kalın bitki gövdesi I₅ konusunda ortalama 12.71 mm ile gerçekleşirken bunu I₄, I₃, I₂ ve I₁ konuları izlemiştir. Bu konularda gerçekleşen bitki gövde kalınlıkları sırasıyla ortalama 11.95 mm, 10.49 mm, 9.48 mm ve 8.42 mm'dir. Ertek ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada bitki boyunun 9.67 mm ile 13.59 mm arasında değiştiğini belirtmiş ve uygulanan su miktarının bitki kalınlığını arttırdığını belirtmişlerdir.

Çizelge 4.9. Biber bitkisinde ortalama bitki gövde kalınlığı değerleri

Sulama düzeyleri	Bitki gövde kalınlığı, mm
I ₁	8.42 e
I ₂	9.48 d
I ₃	10.49 c
I ₄	11.95 b
I ₅	12.71 a

4.7. Yan Dal Sayısı

Farklı sulama düzeylerine göre uygulanan farklı sulama suyu miktarlarının biber bitkisinin yan dal sayısına etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10'da, ortalama yan dal sayısı değerleri ise Çizelge 4.11'de sunulmuştur.

Çizelge 4.10. Yan dal sayısına ilişkin varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
I	4	0.49	6.59**
Hata	10	0.075	
Genel	14		
CV	6.41		

*0.01 olasılık düzeyinde istatistiki olarak önemlidir. F: Güven sınırı.

Varyans analiz sonuçlarına göre, yan dal sayısı üzerine sulama suyu miktarı istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Yan dal sayısı, sulama düzeyleri açısından değerlendirildiğinde en yüksek yan dal sayısı ortalama 4.78 ile I₅'den elde edilmiş, bunu I₄ (ortalama: 4.56), I₃ (ortalama: 4.22), I₂ (ortalama: 4.00) ve I₁ (ortalama: 3.78) konuları izlemiştir. İstatistiki olarak 2 gruba ayrılan yan dal sayısında I₁ ve I₂ aynı grupta yer alırken I₃, I₄ ve I₅ da aynı grupta yer almıştır. Ertek ve ark. (2007) yan dal sayısının bitkinin taç genişliğini etkilediğini ve dolaylı olarak meyve sayısı ve verimi arttırdığını belirtmişlerdir.

Çizelge 4.11. Biber bitkisinde ortalama yan dal sayısı değerleri

Sulama Düzeyleri	Yan dal sayısı, adet
I ₁	3.78 c
I ₂	4.00 c
I ₃	4.22 bc
I ₄	4.56 ba
I ₅	4.78 a

4.8. Bitki Dal Ağırlığı

Farklı sulama suyu düzeylerine göre uygulanan farklı sulama suyu miktarlarının biberin dal ağırlığına etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12'de, ortalama dal ağırlığı değerleri ise Çizelge 4.13'de sunulmuştur. Varyans analiz sonuçlarına göre, dal ağırlığı üzerine sulama suyu miktarı istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.12. Bitki dal ağırlığına ilişkin varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
I	4	23024.89	31.66**
Hata	10	727.35	
Genel	14		
CV	12.11		

**0.01 olasılık düzeyinde istatistiki olarak önemlidir. F: Güven sınırı.

Uygulanan sulama suyu miktarları değerlendirildiğinde, sulama düzeyleri açısından en yüksek dal ağırlığı ortalama 315.93 g ile I₅'den elde edilmiş, bunu I₄ (ortalama:

292.49 g), I₃ (ortalama: 227.31 g), I₂ (ortalama: 177.58 g) ve I₁ (ortalama: 99.90 g) konuları izlemiştir. Ortalamalar istatistiki olarak incelendiğinde 4 gruba ayrılmaktadır. I₅ ve I₄ aynı grupta yer almıştır. Genel olarak daha çok sulama suyu uygulanan deneme konularından elde edilen dal ağırlıkları daha fazladır. Bu durum fazla sulama suyu uygulamasının Bitki sapı uzunluğundakine benzer şekilde dal ağırlığını da arttırmaktadır şeklinde yorumlanabilir.

Çizelge 4.13. Biber bitkisinde ortalama dal ağırlığı değerleri

Sulama Düzeyleri	Dal ağırlığı, g
I ₁	99.90 d
I ₂	177.58 c
I ₃	227.31 b
I ₄	292.49 a
I ₅	315.93 a

4.9. Çekirdek Çevresi Çapı

Farklı sulama suyu düzeylerine göre uygulanan farklı sulama suyu miktarlarının biberin çekirdek çevresi çapına etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14’de, ortalama çekirdek çevresi çapı değerleri ise Çizelge 4.15’de sunulmuştur. Varyans analiz sonuçlarına göre, dal ağırlığı üzerine sulama suyu miktarı istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.14. Çekirdek çevresi çapına ilişkin varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
I	4	7.1291	8.29**
Hata	10	0.8597	
Genel	14		
CV	4.58		

*0.01 olasılık düzeyinde istatistiki olarak önemlidir. F: Güven sınırı.

Çekirdek Çevresi çapı, sulama düzeyleri açısından değerlendirildiğinde en yüksek çap ortalama 22.37 mm ile I₅ konusundan elde edilmiş, bunu I₄ konusu (ortalama: 21.36 mm), I₃ konusu (ortalama: 19.54 mm), I₂ konusu (ortalama: 19.26 mm), ve I₁ konusu (ortalama: 18.73 mm) konuları izlemiştir. İstatistiki olarak ortalamalar 2

guruba ayrılmıştır. 1. grupta en yüksek sulama suyu miktarının verildiği I₅ ve I₄ konuları yer alırken 2. grupta ise daha az sulama suyunun uygulandığı I₃, I₂ ve I₁ konuları yer almıştır. Erken (2004) California Wonder çeşidi biberde yaptığı çalışmada çekirdek çevresi çapını 22.15 mm ile 36.6 mm arasında değiştiğini ve sulama suyu miktarı arttıkça çekirdek evi çapının büyüdüğü belirtmiştir. Bu durum kalite parametreleri açısından olumsuz olarak değerlendirildiğini bildirmiştir.

Çizelge 4.15. Biber bitkisinde ortalama çekirdek çevresi çapı değerleri

Sulama Düzeyleri	Çekirdek çevresi çapı, mm
I ₁	18.73 b
I ₂	19.26 b
I ₃	19.54 b
I ₄	21.36 a
I ₅	22.37 a

4.10. Meyve Çapı

Farklı sulama düzeylerine göre uygulanan farklı sulama suyu miktarlarının biberin meyve çapına etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.16’da, ortalama meyve çapı değerleri ise Çizelge 4.17’de sunulmuştur. Varyans analiz sonuçlarına göre, dal ağırlığı üzerine sulama suyu miktarı istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.16. Meyve çapına ilişkin varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
I	4	7.71	10.46**
Hata	10	0.74	
Genel	14		
CV	5.51		

*0.01 olasılık düzeyinde istatistiki olarak önemlidir. F: Güven sınırı.

Meyve çapı, sulama düzeyleri açısından değerlendirildiğinde en yüksek çap ortalama 17.74 mm ile I₅ konusunda elde edilmiş, bunu I₄ konusu (ortalama: 16.73 mm), I₃ konusu (ortalama: 15.24 mm), I₂ konusu (ortalama: 14.20 mm), ve I₁ konusu (ortalama: 14.07 mm) konuları izlemiştir. Meyve çapı değerleri istatistiki olarak 2

gruba ayrılmış olup sulama suyu miktarının yüksek olduğu konularda daha yüksek ölçülmüştür. Ertek ve ark. (2007) meyve çapının 11.21 mm ile 14.34 mm arasında olduğunu, Bu veriler değerlendirildiğinde sulama suyu miktarı arttıkça meyve çapının büyüdüğü görülmektedir. Meyve çapı artması verimin artmasını da sağlayacaktır.

Çizelge 4.17. Biber bitkisinde ortalama meyve çapı değerleri, mm

Sulama düzeyleri	Meyve çapı, mm
I ₁	14.07 c
I ₂	14.20 c
I ₃	15.24 bc
I ₄	16.73 ba
I ₅	17.74 a

4.11. Meyve Uzunluğu

Farklı sulama düzeylerinin göre uygulanan farklı sulama suyu miktarlarının biberin meyve uzunluğuna etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.18’de. ortalama meyve uzunluğu değerleri ise Çizelge 4.19’da sunulmuştur. Varyans analiz sonuçlarına göre. bitki sapı kalınlığı üzerine sulama suyu miktarı istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

En fazla sulama suyunun uygulandığı I₅ (I₅=1.00) konusunda ortalama 16.72 cm ile en uzun bitki boyu gerçekleşirken. bunu 15.26 cm ile I₄ (I₄=0.80). 15.01 cm ile I₃ (I₃=0.60). 13.30 cm ile I₂ (I₂=0.40) ve 11.53 cm ile en az sulama suyunun uygulandığı I₁ (I₁=0.20) izlemiştir. Sulama düzeylerine bağlı olarak artan sulama suyu miktarı meyve uzunluğunda önemli artışlar gerçekleştirmiştir.

Çizelge 4.18. Meyve uzunluğuna ilişkin varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
I	4	11.94	48.97**
Hata	10	0.24	
Genel	14		
CV	3.44		

**0.01 olasılık düzeyinde istatistiki olarak önemlidir. F: Güven sınırı.

Çizelge 4.19. Biber bitkisinde ortalama meyve uzunluğu değerleri

Sulama düzeyleri	Meyve uzunluğu. cm
I ₁	11.53 d
I ₂	13.30 c
I ₃	15.01 b
I ₄	15.26 b
I ₅	16.72 a

Wieranga (1985) biber meyve uzunluğunun 11.8 ile 14.1 arasında değiştiğini ve su eksikliğinin biber bitkisinde meyve boyunu etkilediğini belirtmiştir. Benzer sonuçlar Üstün (1993), Yıldırım vd. (1996) ve Dağdelen (2001), Ertek vd. (2007) tarafından gerçekleştirilmiş denemelerde de bulunmuştur. Bu çalışma ile elde edilen değerler daha önce yapılmış çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. Biber bitkisinde uygulanan sulama suyu miktarı azaldıkça meyve boyu da azalmaktadır. Bu durum pazarlanabilir ürün açısından sorun oluşturmaktadır.

4.12. Meyve Ağırlığı

Farklı sulama düzeylerine göre uygulanan farklı sulama suyu miktarlarının biberin meyve ağırlığına etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.20’de. ortalama meyve uzunluğu değerleri ise Çizelge 4.21’de sunulmuştur. Varyans analiz sonuçlarına göre. bitki sapı kalınlığı üzerine sulama suyu miktarı istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.20. Meyve ağırlığına ilişkin varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
I	4	65.04	131.72**
Hata	10	0.49	
Genel	14		
CV	4.59		

**0.01 olasılık düzeyinde istatistiki olarak önemlidir. F: Güven sınırı.

Meyve ağırlığı. sulama düzeyleri açısından değerlendirildiğinde en yüksek meyve ağırlığı ortalama 21.71 g ile I₅’den elde edilmiş. bunu I₄ (ortalama: 17.21 g). I₃ (ortalama: 15.38 g). I₂ (ortalama: 12.99 g). ve I₁ (ortalama: 9.25 g) konuları

izlemiştir. Bu veriler değerlendirildiğinde sulama suyu miktarı arttıkça meyve ağırlığının önemli miktarda arttığı görülmektedir. Meyve ağırlığının artması verimin doğrudan artmasını da sağlayacaktır. Yıldırım vd. (1994). Değirmenci vd. (1996) ve Dağdelen (2001) de uygulanan su miktarı arttıkça meyve ağırlığının arttığını belirtmişlerdir.

Çizelge 4.21. Biber bitkisinde ortalama meyve ağırlığı değerleri

Sulama düzeyleri	Meyve ağırlığı. g
I ₁	9.25 e
I ₂	12.99 d
I ₃	15.38 c
I ₄	17.21 b
I ₅	21.71 a

4.13. Kök Kuru Ağırlığı

Farklı sulama düzeylerine göre uygulanan farklı sulama suyu miktarlarının biberin kök kuru ağırlığına etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.22’de. ortalama meyve uzunluğu değerleri ise Çizelge 4.23’de sunulmuştur. Varyans analiz sonuçlarına göre. kök kuru ağırlığı üzerine sulama suyu miktarı istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.22. Kök kuru ağırlığına ilişkin varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
I	4	19.71	114.96**
Hata	10	0.17	
Genel	14		
CV	8.97		

**0.01 olasılık düzeyinde istatistiki olarak önemlidir. F: Güven sınırı.

Kök kuru ağırlığı. sulama düzeyleri açısından değerlendirildiğinde en yüksek kök kuru ağırlığı ortalama 7.30 g ile I₅’den elde edilmiş. bunu I₄: 6.93 g. I₃: 4.02 g. I₂: 3.78 g. ve I₁: 1.06 g konuları izlemiştir. Bu veriler değerlendirildiğinde sulama suyu miktarı arttıkça kök kuru ağırlığının arttığı görülmektedir.

Çizelge 4.23. Biber bitkisinde ortalama kök kuru ağırlığı değerleri

Sulama düzeyleri	Kök kuru ağırlığı. g
I ₁	1.06 c
I ₂	3.78 b
I ₃	4.02 b
I ₄	6.93 a
I ₅	7.30 a

4.14. Yaprak Alan İndeksi

Farklı sulama düzeylerine göre uygulanan farklı sulama suyu miktarlarının yaprak alan indeksi etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.24’de. konulara göre yaprak alan indeksi değerleri ise Çizelge 4.25’de sunulmuştur. Varyans analiz sonuçlarına göre. kök ağırlığı üzerine sulama suyu miktarı istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.24. Yaprak alan indeksine ilişkin varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
I	4	9.48	22.55**
Hata	10	0.42	
Genel	14		
CV	13.72		

**0.01 olasılık düzeyinde istatistiki olarak önemlidir. F: Güven sınırı.

Yaprak alan indeksi. sulama düzeyleri açısından değerlendirildiğinde en yüksek Yaprak alan indeksi ortalama 5.98 m²/m² ile I₅’den elde edilmiş. bunu I₄: 5.93 m²/m². I₃: 5.73 m²/m². I₂: 4.13 m²/m². ve I₁: 1.85 m²/m² konuları izlemiştir. Bu veriler değerlendirildiğinde sulama suyu miktarı arttıkça yaprak alan indeksinin arttığı görülmektedir.

Çizelge 4.25. Biber bitkisinde ortalama yaprak alan indeksi (LAI) değerleri

Sulama düzeyleri	LAI. m ² /m ²
I ₁	1.85 c
I ₂	4.13 b
I ₃	5.73 a
I ₄	5.93 a
I ₅	5.98 a

4.15. Silkme Oranı

Farklı sulama düzeylerine göre uygulanan farklı sulama suyu miktarlarının silkme oranına etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.26’de, ortalama silkme oranı değerleri ise Çizelge 4.27’de sunulmuştur. Varyans analiz sonuçlarına göre, silkme oranı üzerine sulama suyu miktarı istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.26. Silkme oranına ilişkin varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
I	4	339.78	76.48**
Hata	10	4.44	
Genel	14		
CV	9.36		

**0.01 olasılık düzeyinde istatistiki olarak önemlidir. F: Güven sınırı.

Silkme oranı, sulama suyu düzeyleri açısından değerlendirildiğinde en yüksek silkme oranı ortalama % 35.90 ile I₁ konusundan elde edilmiş ve bunu I₂: % 30.47, I₃: % 21.48, I₄: % 13.71, ve I₅: % 11.03 konuları izlemiştir.

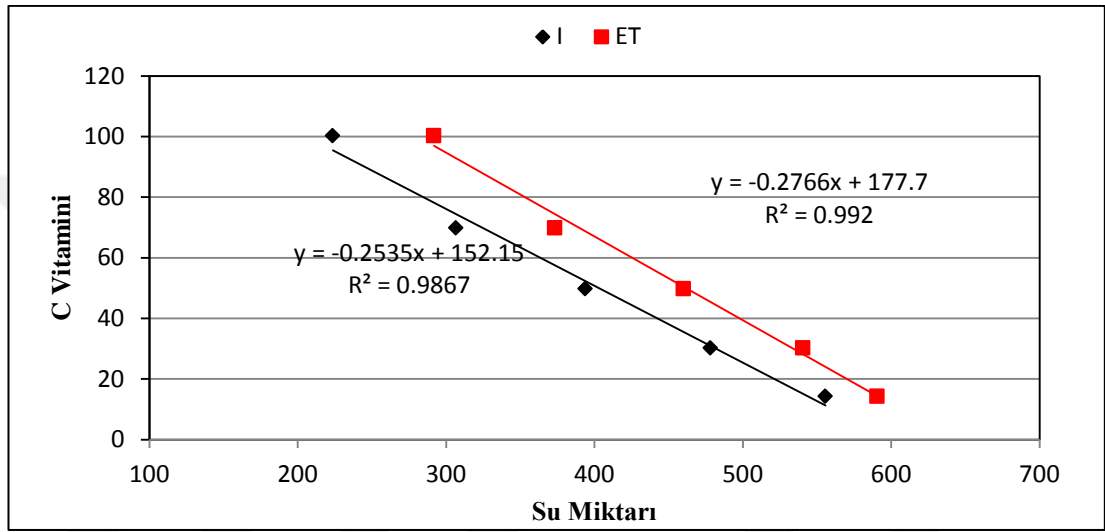
Çizelge 4.27. Biber bitkisinde ortalama silkme oranı değerleri

Sulama düzeyleri	Silkme oranı, %
I ₁	35.90 d
I ₂	30.47 d
I ₃	21.48 c
I ₄	13.71 b
I ₅	11.03 a

Bu veriler değerlendirildiğinde sulama suyu miktarı arttıkça silkme oranının azaldığı görülmektedir. Şeniz, 1992’de biber bitkisinde su eksikliğinin çiçek ve gelişim aşamasındaki meyvelerin dökülmesine sebep olabileceğini bildirmiştir. Daha fazla su verilen konularda oluşan çiçeğin dökülme oranı daha az, meyve tutma olasılığı daha yüksekken, su miktarı azaldıkça oluşan çiçeklerin dökülme oranı daha fazla, meyve tutma olasılığı daha düşük olduğu görülmüştür. Oluşan çiçeklerin daha az dökülmesi yani daha yüksek meyve tutumu verimi de doğrudan arttıracığı için silkme oranının düşük olması gerekmektedir.

4.16. C Vitamini

C vitamini ile konulara uygulanan sulama suyu ve bitki su tüketimi arasındaki ilişki Şekil 4.21’de verilmiştir. C vitamini, sulama düzeyleri ve bitki su tüketimi açısından değerlendirildiğinde en yüksek C vitamin miktarı 100.29 mg/100g ile I₁’den elde edilmiş. bunu I₂: 69.81 mg/100g, I₃: 49.77 mg/100g, I₄: 30.18 mg/100g, ve I₅: 14.29 mg/100g konuları izlemiştir.



Şekil 4.9. Sulama suyu ve bitki su tüketiminin C vitamini ile arasındaki ilişki.

Bu değerlere göre sulama suyu miktarı arttıkça C vitamini miktarının azaldığı görülmektedir. Kaya (2002). yapmış olduğu çalışmada biberde vitamin C içeriğini 107.60 mg/100 g olarak bulmuştur. Ayrıca Vural vd. (2000). biberdeki vitamin C içeriğini 111.4 mg/100 g olarak belirtmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen değerler yukarıda verilen ortalama değerlerden düşük çıksa da bu farklılığın sebebi iklim ve biber çeşitlerindeki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Isparta'da örtü altı koşullarında yetiştirilen çarliston biber çeşidine 5 farklı sulama düzeyi uygulanmıştır. Deneme ortaya çıkan verim ve kalite parametreleri incelendiğinde, deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarı 223.7 – 555.7 mm arasında değişirken deneme konularında ölçülen bitki su tüketimi değerleri 291.8 – 590.7 mm arasında değişmiştir. Denemede fazla su uygulanan konularda bitki su tüketimi daha fazla ölçülmüştür. Uygulanan su miktarı arttıkça verim ve kalite parametreleri üzerine etkisi de arttığı gözlenmiştir. Buna bağlı olarak daha fazla su verilen ve bitki su tüketimi yüksek olan konularda daha yüksek verim, daha büyük çekirdek çevresi çapı, daha yüksek bitki gövde çapı ve meyve çapı, daha uzun meyve uzunluğu, daha fazla bitki ağırlığı ve meyve ağırlığı, daha yüksek yaprak alan indeksi elde edilmiştir.

Çalışmada en yüksek verim (4248.5 kg/da) en uzun meyve uzunluğu (72.16 cm), en kalın meyve çapı (17.74 mm), en kalın çekirdek çevresi çapı (22.37 mm), en ağır meyve (21.71 g), en uzun bitki boyu (115.67 cm), en büyük bitki gövde kalınlığı (12.71 mm), en fazla yan dal sayısı (4,78 adet). en yüksek bitki yaş ağırlığı (347.37 g). en yüksek kök ağırlığı (7.30 g). en yüksek yaprak alan indeksi (5.98 m²/m²) I₅ konusundan elde edilirken en yüksek silkme oranı (%35.90) I₁ konusundan elde edilmiştir. Çalışmada biber bitkisinde birim su eksikliğine karşılık verimde 1.7 birim azalma olacağı anlaşılmıştır. Su kullanım randımanı değerleri de dikkate alındığında. bu durum biber bitkisinin suya karşı oldukça duyarlı olduğunu ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak farklı sulama suyu düzeyleri ile sulanan konulardan elde edilen meyve verimi değerleri göz önüne alınarak değerlendirme yapılmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, sulama konularının uygulanabilirliği açısından su kaynağının yeterli olması durumunda en uygun sulama programı olarak I₅ konusu olduğu belirlenmiştir. Diğer bir ifadeyle. A sınıfı buharlaşma kabından buharlaşan suyun tamamı sulama suyu olarak ve 4 gün aralıklarla uygulanmasının uygun olacağı, su tasarrufunun zorunlu olduğu durumlarda ise bahsedilen verim ve kalite parametrelerinden biraz ödün verilerek su kullanım randımanı en yüksek olan I₄ konusunun sulama programı olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Akgül, M., Başayığıt, L., 2005. Süleyman Demirel Üniversitesi Çiftlik Eğitim Arazisinin Detaylı Toprak Etüdü ve Haritalanması, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9-3, 54-63.
- Aküzüm, T., Çakmak, B., Gökalp, Z., 2003. Dünyada Su ve Yaklaşan Su Krizi, 2. Ulusal Sulama Kongresi, 16-19 Ekim, Kuşadası-Aydın, 145-154.
- Aldemir, D., 1993. Damla Yöntemiyle Sulanan Biber Bitkisinde A Sınıfı Buharlaştırma Kaplarından Yararlanarak Sulama Zamanlarının Planlanması, Ankara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 86s, Ankara.
- Allen, R.G., Pereria, L.S., Raes, D., Smith, M., 1998. Crop Evapotranspiration, Guidelines for Computing Crop Water Requirements, Food and Agriculture Organization Irrigation and Drainage Paper No 56, Rome. Italy.
- Anonim, 1993. Kuraklık ve Sulama Sempozyumu, Türkiye Ziraat Odaları Birliği, Ankara, 108s.
- Atak, H., 1994. Sulama Aralığı ve Sulama Suyu Miktarının Biber (*Capsicum annuum L.*) Verimine Etkisi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 56s, Ankara.
- Bracy, R.P., Ediling, R.J., Moser, E.B., 1995. DripIrrigation Management and Fertilization of Bell Pepper in a Humid Area, Proceedings of the Fifth Microirrigation Congress, pp. 181-185, Orlonda, Florida, USA.
- Bucks, D.A., ve Davis, S., 1986. Introduction: Historical development, "Trickle İrrigation For Crop Production" Edit. F.S.Nakayama ve D.A. Bucks. Developments in Agric. Eng. 9. Elsevier Science Punlication Co. Inc. s.1-21. Amsterdam.
- Çamoğlu, G., 2004. Farklı Yapım ve Yapım Özelliklerine Sahip Damlatıcılarda Eş Su Dağılımının İncelenmesi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 106s. Çanakkale
- Çelik, S., Köse, C., 1988. Tokat-Kozova Koşullarında Biberin Su Tüketimi ve Farklı Sulama Programlarının Kurumalara Olan Etkisinin Saptanması. 3. Ulusal Kültürteknik Kongresi, 20-23 Eylül, İzmir, 3,118-129.
- Çelik, S., 1991. Tokat ve Amasya Yörelerinde Biber Tarımı, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tokat Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Yayınları. Genel Yayın No: 113, Çiftçi Yayın No: 18, Tokat.
- Çetin, Ö., Nacar, A.S., 1995. Harran Ovası Koşullarında Çeşitli Bitkilerin Alttan Sızdırma (Porous Pipes) Yöntemiyle Sulanma Olanakları, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı 1996, T.C. Başbakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü APK Daire Başkanlığı Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü Yayınları No:98, Ankara.

- Çevik, B., Abak, K., Sarı, N., Kırdı, C., Topaloğlu, F., 1996. Harran Ovası Koşullarında Damla Sulama Yöntemiyle Sulanan Sebzelere Farklı Su Düzeylerinin Verim ve Kaliteye Etkileri, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 169, Adana.
- Dağdelen, N., Yılmaz, E., Baş, T., Sezgin, F., 2002. Kısıtlı Sulama Suyu Uygulamalarının Sanayi Biberi Verimine Etkisinin Belirlenmesi, IV. Sebze Tarımı Sempozyumu, 17-20 Eylül, Bursa, 147-153.
- Değirmenci, V., Sözbilici, Y., 1996. GAP Bölgesinde Harran Ovası Koşullarında Biberin Sulama Programı, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı, T.C. Başbakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü APK Daire Başkanlığı Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü Yayınları No:98, Ankara.
- Demiralay, İ., 1993. Toprak Fiziksel Analizleri, Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 143, Erzurum.
- Demirel, K., Genç, L., Saçan, M., 2012. Yarı Kurak Koşullarda Farklı Sulama Düzeylerinin Salçalık Biberde (*Capsicum Annum* Cv. Kapıja) Verim ve Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi, Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 9-2, 7-15.
- Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMİGM), 2009. Isparta Meteoroloji Bölge Müdürlüğü Kayıtları, Isparta.
- Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ), 2014. Faaliyet Raporu, Ankara.
- Erken, O., 2004. Çanakkale Yöresinde Damla Sulama Yöntemiyle Sulanan Biberde (*Capsicum annum*) En Uygun Sulama Programının Belirlenmesi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 99s, Çanakkale.
- Ertek, A., Şensoy, S., Gedik, İ., Küçükyumuk, C., 2006. Irrigation scheduling based on pan evaporation values for cucumber (*Cucumis sativus* L.) grown under field conditions, Elsevier Sci., Agricultural Water Management, 81/1-2, pp 159-172.
- Ertek, A., Şensoy, S., Gedik, İ., Küçükyumuk, C., 2007. Irrigation scheduling for green pepper (*Capsicum annum* L.) grown in field conditions by using class-A pan evaporation values, American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., ISSN: 1818-6769; No: 2 (1), 349-358 pp.
- Ertek, A., 2011. Importance of pan evaporation for irrigation scheduling and proper use of crop-pan coefficient (K_{cp}), crop coefficient (K_c) and pan coefficient (K_p). AJAR. 6(32), pp. 6706-6718.
- FAO, 2013. Dünya Bitkisel Üretim İstatistikleri, Erişim Tarihi: 20.01.2016. <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>

- Gadissa, T., Chemed, D., 2009. Effects of drip irrigation levels and planting methods on yield and yield components of green pepper (*Capsicum annuum* L.) in Bako, Ethiopia, *Agricultural Water management* 96:1673- 1678
- Güngör, Y., Erözel, A.Z., Yıldırım, O., 2004. Sulama, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1540. Ders Kitabı: 493, 107s, Ankara.
- Howell, T.A., Cuenca, R.H., Solomon, K.H., 1990. Crop yield response, In: Hoffman (Ed.), *Management of Farm Irrigation Systems*, ASAE, 312 pp.
- James, L.G., 1988. *Principles of Farm Irrigation System Design*, Wiley, 543 pp. New York.
- Kanber, R., Yüksel, G., Eylem, M., Demiröz, C., 1980. Kahramanmaraş Koşullarında *Phytophthora Capsici* Leonian ile Bulaşık Alanlarda Azot Miktarı ve Sulama Suyunun Kırmızı Biberin Verim ve Su Tüketimine Etkisi, T.C. Köyişleri ve Kooperatifler Bakanlığı Toprak Genel Müdürlüğü Tarsus Bölgesi Toprak Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 105, Tarsus.
- Kanber, R., Baştuğ, R., Yazar, A., 1988. Farklı Toprak Ekim Zamanı ve Sulama Aralığı Koşullarında Yetiştirilen Yerkıstığında Evapotranspirasyon İle Açık Su Yüzeyi Buharlaşması Arasındaki İlişki, *Doğa Bilim Dergisi* 13, 36: 1049-1062.
- Kanber, R., Yazar, A., Köksal, H., Oğuzer, V., 1992. Evapotranspiration of grapefruit in the Eastern Mediterranean region of Turkey, *Sci. Horti.* 52. 53–62.
- Kanber, R., 1999. Sulama, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 174, Ders Kitapları No: A-52, Adana.
- Kaya, S., 2002. Çanakkale Yöresinde Bazı Sebze Türlerinin Organik Tarım Yöntemiyle Yetiştirilmesi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 52s, Çanakkale.
- Khan, M.H., Chattha, T.H., Saleem, N., 2005. Influence of Different Irrigation Intervals on Growth and Yield of Bell Pepper (*Capsicum annuum* Grossum Group), *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 1(2): 125-128.
- Kılınç, M., Gülbahar, N., Yeğridemir, M.K., 2003. Su Kaynakları Mühendisliği ve Küreselleşme, 1. Ulusal Su Mühendisleri Sempozyumu. İzmir.
- Kırnak, H., Taş, I., 2002. Şanlıurfa Biberinin Sulama Aralığı ve Su Tüketiminin Belirlenmesi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 91s, Şanlıurfa.

- Oğuzer, V., Kanber, R., ve Eylen, M., 1984. Çukurova Koşullarında Lizimetrelerde Ölçülen Evapotranspirasyon Miktarları İle Buharlaştırma Değerleri Arasındaki İlişkiler Üzerinde Bir İnceleme, *Doğa Bilim Dergisi*, D2:346-361.
- Orta, A.H., 1994. Farklı sulama yöntemlerinin biber (*capsicum annum L.*) verimine etkisi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 88s, Ankara.
- Özalp, R., 2010. Ülkemizde Biber Üretimi ve Örtü altı Biber Yetiştiriciliği, *Tarım Türk Dergisi*, Temmuz-Ağustos 2010, Sayı:24, Yıl:5, (S: 29-32).
- Rista, L.M., Sillon, M., Fornasero, L., 1995. Effect of Different Irrigation Strategies on The Mortality of Pepper by *Phytophthora Capsici* Leonian in Greenhouses, *Horticultural Argentina*, 14: 37. 44-51.
- Schwab, G.O., Fangmeier, D.D., Eliot, W.J., Frevert, R.K., 1993. Soil and Water Conservation Engineering, ISBN 0-471-57490-2, 455s.
- Sezen, S.M., Yazar, A., Tekin, S., Eker, S., Kapur, B., 2011. Yield and quality response of drip-irrigated pepper under Mediterranean climatic conditions to various water regimes, *African Journal of Biotechnology*, 10(8), pp.1329-1339.
- Shumueli, M., Goldberg, D., 1972, Response Of TrickleIrigated Pepper in an Arid Zone to Various Water Regimes, *HortScience* 7:241-243.
- Sinclair, T.R., Tanner, C.B, & Bennet, J.M., 1984. Water-use efficiency in crop production, *Bioscience*, 34, 36-40.
- Şener, S., 1993. Sulama Teknolojisinde Yeni Gelişmeler, T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü APK Dairesi Başkanlığı, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü, Yayın No: 76, s.125-126. Tarsus.
- Şener, S., Kaleli, Ş., 2001. Toprak ve Su Kaynakları Sempozyumu, T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Köy Hizmetleri Atatürk Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 24-27 Mayıs 2001, Kırklareli, 88s.
- Şeniz, V., 1992. Domates, Biber ve Patlıcan Yetiştiriciliği, TAV Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı, Yayın No: 26, 138s. Bursa.
- Taş, İ., ve Kırnak, H., 2011. Damla Sulama Yöntemiyle Sulanan Şanlıurfa Biberinin (*Capsicum annum L.*) Sulama Programı, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 28(1), 103-112.
- Tekinel, O., Kanber, R., Önder, S., Baytorun, N., Baştuğ, R., 1989. The Effects of Trickle and Conventional Irrigation Methods on Some Crops Yield and Water Use Efficiency Under Çukurova Conditions, *Irrigation Theory and Practice, Proceeding of the International Conference, University of Southampton*, 641-651, London. England.

- Tekinel, O., Kanber, R., Çetin, M., 2000. Su Kaynaklarının Geliştirme ve Kullanımı, Türkiye Ziraat Mühendisliği V. Teknik Kongresi. Milli Kütüphane. Ankara.
- Topçu, S., 1988. The Effect of Different Irrigation Intervals on the Yield and Quality of Peppers (*Capsicum annum* v. *grossum*) Grown Under Protected Conditions and irrigated by Drip Irrigation Method, Çukurova University Institute of Natural Science, Irrigation And Drain Engineering Departman, Msc.Thesis, 67p. Adana.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2013. Türkiye Bitkisel Üretim İstatistikleri, Erişim Tarihi: 20.01.2016, <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>
- Ul, M.A., Tüzel, İ.H., Tüzel, Y., 1994. Sonbahar Dönemi Sera Domates Yetiştiriciliğinde Farklı Su Düzeylerinin Verim ve Kalite Üzerine Etkileri, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 31, No: 2-3,s. 9-16.
- Ünlü, M., 2000. Çukurova Koşullarında Mikrometeorolojik Yöntemlerle Pamuk Su Tüketiminin ve Bitki Katsayılarının Belirlenmesi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 106s, Adana.
- Üstün, H., 1993. Ankara Koşullarında Dolmalık Biberin Sulama Zamanının Planlanması, T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, No:179, 83s, Ankara.
- Vural, H., Eşiyok, D., Duman, İ., 2000. Kültür Sebzeleri (Sebze yetiştirme), Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova. İzmir.
- Wierenga, P.J., 1983. Yield and quality of trickle irrigated chile, Depart of Crop and Soil Sci., New Mexico State Üniv., Las Cruces, NM 88003, Agric. Exp. Station, Bulletin 703.
- Yıldırım, O., Yanmaz, R., Aldemir, D., Atak, H., 1994. Damla Yöntemiyle Sulanan Biber Bitkisinde Uygun Sulama Aralığı ve Sulama Suyu İhtiyacının Belirlenmesi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:1372, Ankara.
- Yıldırım, O., 1996. Sulama Sistemleri II, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1449, Ders Kitabı: 429, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Serhat BÜTÜNER
Doğum Yeri ve Yılı : Isparta. 1985
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : serhatbutuner@gmail.com

Taranmış
Fotoğraf
(3.5cm x 3cm)

Eğitim Durumu

Lise : Gönen Anadolu Öğretmen Lisesi. 2003
Lisans : SDÜ. Ziraat Fakültesi. Tarımsal Yapılar ve Sulama, 2010

Mesleki Deneyim

GÜLBİRLİK 2014-..... (halen)