

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HARRAN OVASI' NDA BİBER (*Capsicum annuum* L.) BİTKİSİ İÇİN
TOPRAK ÜSTÜ VE TOPRAK ALTI DAMLA SULAMA
UYGULAMALARININ ARAŞTIRILMASI**

Rabia ORHANGAZİ

TARIMSAL YAPILAR ve SULAMA ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2017**

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HARRAN OVASI' NDA BİBER (*Capsicum annuum* L.) BİTKİSİ İÇİN
TOPRAK ÜSTÜ VE TOPRAK ALTI DAMLA SULAMA
UYGULAMALARININ ARAŞTIRILMASI**

Rabia ORHANGAZİ

TARIMSAL YAPILAR ve SULAMA ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2017**

Yrd. Doç. Dr. Gökhan İsmail TUYLU danışmanlığında, Rabia ORHANGAZİ ‘nin hazırladığı ‘‘Harran Ovası’nda Biber (*Capsicum annuum* L.) Bitkisi için Toprak Üstü ve Toprak Altı Damla Sulama Uygulamalarının Araştırılması’’ konulu bu çalışma 20/07/2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Gökhan İsmail TUYLU

Üye : Doç. Dr. Murat KILIÇ

Üye : Yrd. Doç. Dr. Ayşe Gülgün ÖKTEM

Bu Tezin Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Prof. Dr. Halil Murat ALĞIN
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: 16019

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

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	v
SİMGELER DİZİNİ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
2.1. Toprak Üstü Damla Sulama Sistemleri.....	4
2.2. Toprak Altı Damla Sulama Sistemleri.....	7
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	14
3.1. Materyal.....	14
3.1.1. Deneme alanının yeri ve coğrafik konumu.....	14
3.1.2. İklim özellikleri.....	15
3.1.3. Toprak özellikleri.....	16
3.1.4. Su kaynağı ve su kalitesi.....	17
3.1.5. Bitki çeşidi.....	17
3.1.6. Toprak üstü ve toprak altı damla sulama sistemleri.....	17
3.1.7. Kullanılan malzeme ve ekipmanlar.....	18
3.1.8. Kullanılan bilgisayar yazılımları.....	19
3.2. Yöntem.....	20
3.2.1. Deneme konuları.....	20
3.2.2. Buharlaşma miktarının ölçülmesi.....	21
3.2.3. Sulamada uygulanacak sulama suyu miktarı.....	21
3.2.4. Bitki su tüketimi.....	21
3.2.5. Topraktaki nem içeriğinin belirlenmesi.....	22
3.2.6. Biber (<i>Capsicum annum</i> L.) bitkisine ait bazı morfolojik özelliklerin belirlenmesi.....	22
3.2.7. Biber (<i>Capsicum annum</i> L.) bitkisine ait bazı fizyolojik özelliklerin belirlenmesi.....	24
3.2.7.1. Klorofil indeksi.....	24
3.2.7.2. Meyvede pH değeri.....	25
3.2.7.3. Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM).....	25
3.2.7.4. Meyvede C vitamininin belirlenmesi (mg/100g).....	26
3.2.8. Verimin belirlenmesi.....	27
3.2.9. Su kullanım randımanı ve sulama suyu kullanım randımanı.....	28
3.2.10. Uygulanan kültürel işlemler.....	28
3.2.10.1. Toprak hazırlığı ve dikim.....	28
3.2.10.2. Bakım ve mücadele.....	29
3.2.10.3. Gübreleme.....	29
3.2.11. TADSS lateral derinliğine göre toprak tuzluluğun belirlenmesi.....	29
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	31
4.1. Sulama Suyu Miktarlarına İlişkin Bulgular.....	31
4.2. Bitki Su Tüketimine İlişkin Bulgular.....	32
4.3. Bitkiye Ait Bazı Morfolojik Bulgular.....	34
4.3.1. Bitki boyu.....	34
4.3.2. Bitki gövde çapı ve bitki kök uzunluğu.....	36
4.3.3. Meyve ağırlığı.....	39
4.3.4. Meyve boyu.....	41
4.3.5. Meyve çapı.....	43
4.3.6. Meyve et kalınlığı.....	46
4.4. Bitkiye Ait Bazı Fizyolojik Bulgular.....	48
4.4.1. Klorofil indeksi.....	48
4.4.2. Meyve pH değeri.....	49
4.4.3. Suda çözünen kuru madde (SÇKM).....	51

4.4.4. C vitamini miktarı	53
4.5. Biber (<i>Capsicum annuum</i> L.) Verimine İlişkin Bulgular	55
4.5.1. Verimin Sulama Suyu ile İlişkisi	58
4.5.2. Verimin Bitki Su Tüketimi ile İlişkisi	60
4.6. Sulama Suyu ve Su Kullanım Randımanı	61
4.7. TADSS Lateral Derinliğine Göre Toprak tuzluluğunun Değişimine ilişkin Bulgular	63
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	66
KAYNAKLAR	69
ÖZGEÇMİŞ	73



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

HARRAN OVASI'DA BİBER (*Capsicum annuum* L.) BİTKİSİ İÇİN TOPRAK ÜSTÜ VE TOPRAK ALTI DAMLA SULAMA UYGULAMALARININ ARAŞTIRILMASI

Rabia ORHANGAZI

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Gökhan İsmail TUYLU
Yıl: 2017, Sayfa:73

Harran Ovası koşullarına göre, 2016 yılında Harran Üniversitesi uygulama alanında yürütülen çalışmada biber (*Capsicum annuum* L.) bitkisi yetiştiriciliğinde farklı sulama uygulamaları içeren toprak üstü damla sulama sistemleri (TÜDSS) ve 15 cm (D₁₅) lateral derinliğine uygulanan toprak altı damla sulama sistemleri (TADSS)'nin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Her iki sulama sisteminde sulama konuları belirlenerek Class A Pan buharlaşma kabına göre, I₁ (1.5), I₂ (1.25), I₃ (1.0), I₄ (0.75), I₅ (0.5) olarak belirlenmiş ve Class A Pan Bitki Katsayıları (K_{cp}) araştırılmıştır. Verim miktarı elde edilmiş, sulama suyu miktarı (I), bitki su tüketimi (ET), su kullanım ve sulama suyu kullanım randımanları (WUE ve IWUE) hesaplanmıştır. Farklı sulama suyu uygulamalarının biber bitkisine ait bazı morfolojik ve fizyolojik özellikleri üzerine etkisi irdelenmiştir. Diğer yandan, çalışmada sabit su (I₃) uygulamasına bağlı olarak farklı lateral derinlikleri için; 10, 15, 25 cm (D₁₀, D₁₅, D₂₅) en uygun TADSS lateral derinliği araştırılmıştır. Son olarak çalışmada, TADSS'de toprak derinliğine bağlı olarak topraktaki tuz değişimi irdelenmiştir. Çalışma sonucunda, K_{cp} katsayısı her iki sulama sistemi için 1.25 olarak elde edilmiştir. TÜDSS ile elde edilen verim miktarları 3176.1 kg da⁻¹ - 5100.5 kg da⁻¹, TADSS ile elde edilen verim miktarları ise 3195.7 kg da⁻¹ - 5120.8 kg da⁻¹ olarak elde edilmiştir. TÜDSS ve TADSS ile uygulanan sulama suyu miktarı konulara göre aynı olup 483 ile 1449 mm arasındadır. ET değerleri; TÜDSS'ye göre 597-1519 mm, TADSS'ye göre 557-1479 mm'dir. WUE ve IWUE değerleri sırasıyla; TÜDSS için 3.29- 5.32 kg m⁻³, 3.45-6.57 kg m⁻³ ve TADSS için 3.39-5.73 kg m⁻³, 3.46-6.61 kg m⁻³ olarak hesaplanmıştır. TÜDSS ve TADSS'de bitki boyu, gövde çapı, kök uzunluğu, meyve ağırlığı, meyve boyu, meyve çapı, meyve et kalınlığı gibi bazı morfolojik özelliklerde sistemler arasında belirgin bir fark saptanmamış ancak su uygulama konuları arasında farklılıklara rastlanmıştır. TÜDSS ve TADSS'de klorofil indeksi, meyve pH'ı, suda çözünen kuru madde oranı ve C vitamini miktarı gibi bitkiye ait bazı fizyolojik özellikler yönünden sistemler arasında istatistiksel olarak belirgin bir farka rastlanmamıştır. Ancak su uygulama konularında, suda çözünen kuru madde oranı ve klorofil indeksi yönünden bazı farklılıklar saptanmıştır. TADSS için en uygun lateral derinliğin belirlenmesinde derinlikler arasında istatistiksel olarak belirgin bir farka rastlanmamıştır ancak en yüksek verimin elde edildiği 25 cm derinlik en uygun lateral derinliği olarak belirlenmiştir. TADSS'de sulama konularına göre, 15 cm derinlik için, toprak tuzluluğunun 1.13 ile 2.29 dS m⁻¹ arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Toprak pH değeri ise 7.53 ile 7.69 arasında değişim göstermiştir. Toprak tuzluluğu, sulama suyu miktarına göre doğrusal olarak artış göstermiştir. Derinliklere göre sabit su miktarı uygulandığında ise, istatistiksel olarak belirgin bir farka rastlanmamıştır. Sonuç olarak, Harran Ovası'nda biber bitkisi yetiştiriciliğinde her iki sulama sisteminin de kullanılabilmesi önerilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Biber, Bitki Fizyolojisi, Bitki Morfolojisi, Sulama, Şanlıurfa

ABSTRACT

MSc Thesis

INVESTIGATION OF SURFACE AND SUPERSURFACE DRIP IRRIGATION APPLICATIONS FOR PEPPER (*Capsicum annuum* L.) PLANT IN HARRAN PLAIN

Rabia ORHANGAZI

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

Supervisor: Asst. Assoc. Dr. Gökhan İsmail TUYLU
Year: 2017, Page: 73

According to the condition of Harran, it has been aimed comparison of surface drip irrigation system (SDIS) and subsurface drip irrigation system (SSDIS) applied to a lateral depth of 15 cm (D_{15}) with different irrigation practices, in the study which is conducted at Harran University in 2016. Determining irrigation subject in both irrigation system, according to vaporization vessel Class A Pan it has been determined I_1 (1.5), I_2 (1.25), I_3 (1.0), I_4 (0.75), I_5 (0.50) plants of Class A Pan's coefficients (K_{cp}) have been searched. Amount of yield obtained, amount of irrigation water (I), water consumption of the plant (ET), yields of water use and irrigation water use (WUE and IWUE) have been calculated. The effects of different irrigation water applications on some morphological and physiological characteristics of pepper plant were investigated. On the other hand, the optimal TADSS lateral depth of 10, 15, 25 cm (D_{10} , D_{15} , D_{25}) has been investigated for different lateral depths dependinay on the application of fixed water (I_3) in the study. Finally, in the study, salt exchange in the soil has been investigated in TADSS due to soil depth. As a result of the study, the K_{cp} coefficient was obtained as 1.25 for both irrigation systems. The yield quantities obtained with SDIS were obtained 3176.1-5100.5 kg da⁻¹, SSDIS yield quantities 3195.7- 5120.8 kg da⁻¹. According to the subjects the amount of irrigation water applied by SDIS and SSDIS is the same and it is between 483-1449 mm. ET values are 597-1519 mm according to SDIS and 557-1479 mm according to SSDIS. WUE and IWUE values have been calculated as 3.29-5.32 kg m⁻³, 3.45-6.57 kg m⁻³ for SDIS and 3.39- 5.73 kg m⁻³, 3.46-6.61 kg m⁻³ for SSDIS respectively. Some morphological features such as plant height, stem diameter, root length, fruit weight, fruit size, fruit diameter, fruit flesh thickness in SDIS and SSDIS haven't been determined clearly between the systems, but there difference between water application subjects. There is no statistically significant difference between the systems due to some physiological characteristics such as chlorophyll index, fruit pH, water soluble, dry matter content and amount of vitamin C in SDIS and SSDIS. But some differences have been found in the water application subjects in terms of water- soluble dry matter content and chlorophyll index. No statistically significant difference have been found between the depths when determining the optimal lateral depth for SSDIS but the 25 cm depth at which the highest yield was obtained has been determined as the optimal lateral depth. It has been observed that in SSDIS the soil salinity changed from 1.13 to 2.29 dS m⁻¹ for a depth of 15 cm according to water application subjects. The soil pH value has varied between 7.53 and 7.69. Soil salinity has been increased linearly with the amount of irrigation water. There was no statistically significant difference when fixed water was applied according to the depths. As a results it has been proposed that both irrigation systems can be used in pepper plant cultivation in Harran.

KEY WORDS: Irrigation, Pepper, Plant morphology, Plant physiology, Şanlıurfa

TEŞEKKÜR

Çalıőmamn her aőamasında yardımlarını esirgemeyen yapıcı ve yönlendirici fikirleri ile bana daima yol gösteren, çok kıymetli danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Gökhan İsmail TUYLU ve tez yazım aőamasında desteğini esirgemeyen Sayın Dr. Meltem TUYLU'ya, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü'nde görev yapan saygıdeğer bölüm hocam Yrd. Doç. Dr. Ali Fuat TARI'ya, laboratuvar çalıőmalarımnda yardımlarını gördüğüm Araő. Gör. Dr. Selçuk SÖYLEMEZ ve ayrıca istatistiksel çalıőmalarda büyük katkı sağlayan Araő. Gör. Mehmet İlhan ODABAŐIOęLU'na, arazi çalıőmalarımnda desteğini esirgemeyen yüksek lisans arkadaőım Aslı DEMİROK'a ve ismini burada saymadığım fakat yardımlarını gördüğüm bölümümüz stajyer öğrencilerine, bu günlere gelebilmemde maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen babam Seyit Ahmet ORHANGAZİ ve Annem Aynur ORHANGAZİ'ye, İngilizce çeviriler ve abstract yazımında yardımını esirgemeyen sevgili ablam Aslı AYDOğAN'a sonsuz teőekkürlerimi sunarım.



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Harran Ovası'nın coğrafik konumu.....	14
Şekil 3.2. Deneme alanı genel görünümü.....	15
Şekil 3.3. Denemede kullanılan bazı alet ve ekipmanlar.....	19
Şekil 3.4. Bir parsel görünümüne ilişkin (TÜDSS ve/veya TADSS) sistem tertibi	20
Şekil 3.5. Bitki boyu (a), bitki gövde çapı (b) ve bitki kök uzunluğu (c) ölçümü	23
Şekil 3.6. Meyve ağırlığı (a) ve meyve boyu (b) ölçümü.....	23
Şekil 3.7. Meyve çapı (a) ve meyve et kalınlığı (b) ölçümü	24
Şekil 3.8. Klorofil indeksinin belirlenmesi.....	25
Şekil 3.9. Meyvede pH (a) ve SÇKM (b) değerinin belirlenmesi	26
Şekil 3.10. C vitamini ölçümünün yapılması	27
Şekil 3.11. Tarım makinesiyle toprak işlenmesi (a) ,TADSS lateral derinliklerinin kazılması (b) ve fidelerin dikimi (c)	29
Şekil 3.12. Toprak tuzluluk değerinin belirlenmesi	30
Şekil 4.1. Deneme konularına uygulanan toplam sulama suyu miktarı ile TÜDSS ve TADSS konularındaki bitki su tüketim değerleri.....	33
Şekil 4.2. TÜDSS ve TADSS konularında bitki boylarının değişimi	34
Şekil 4.3. TÜDSS ve TADSS konularında bitki gövde çapı değişimi	36
Şekil 4.4. TÜDSS ve TADSS konularında bitki kök uzunluklarının değişimi.....	37
Şekil 4.5. TÜDSS ve TADSS konularında meyve ağırlığı değişimi	39
Şekil 4.6. TÜDSS ve TADSS konularında meyve boyu değişimi	42
Şekil 4.7. TÜDSS ve TADSS konularında meyve çapı değişimi.....	44
Şekil 4.8. TÜDSS ve TADSS konularında meyve et kalınlığı değişimi	46
Şekil 4.9. TÜDSS ve TADSS konularında klorofil indeksi değişimi.....	48
Şekil 4.10. TÜDSS ve TADSS konularında meyve pH değişimi.....	50
Şekil 4.11. TÜDSS ve TADSS konularında SÇKM değişimi.....	52
Şekil 4.12. TÜDSS ve TADSS konularında C vitamini değişimi	54
Şekil 4.13. TÜDSS'de farklı sulama düzeylerinde verim- sulama suyu arasındaki ilişki	59
Şekil 4.14. TADSS'de farklı sulama düzeylerinde verim- sulama suyu arasındaki ilişki	59
Şekil 4.15. TÜDSS'de farklı sulama düzeylerinde verim- bitki su tüketimi arasındaki ilişki.....	60
Şekil 4.16. TADSS'de farklı sulama düzeylerinde verim- bitki su tüketimi arasındaki ilişki.....	61

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. 1985 -2015 yılları arası, Şanlıurfa iline ait bazı aylık iklim faktörleri	16
Çizelge 3.2. 2016 yılı, Şanlıurfa iline ait bazı aylık iklim faktörleri	16
Çizelge 3.3 Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	17
Çizelge 3.4. Sulama suyunun bazı kimyasal özellikleri	17
Çizelge 4.1. Konulara uygulanan sulama suyu miktarları (mm)	31
Çizelge 4.2. Sulama sistemlerine göre belirlenen bitki su tüketimi miktarları (mm)	32
Çizelge 4.3. Lateral derinliklerine göre bitki su tüketim miktarları (mm)	32
Çizelge 4.4. Bitki boyu değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	35
Çizelge 4.5. Konulardan elde edilen bitki boy değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması	35
Çizelge 4.6. Bitki gövde çapı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	37
Çizelge 4.7. Bitki kök uzunluğu değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	38
Çizelge 4.8. Konulardan elde edilen bitki gövde çaplarının Duncan yöntemine göre gruplandırılması	38
Çizelge 4.9. Konulardan elde edilen bitki kök uzunluklarının Duncan yöntemine göre gruplandırılması	39
Çizelge 4.10. Meyve ağırlığı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	40
Çizelge 4.11. Konulardan elde edilen meyve ağırlığı (g meyve-1) değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması	41
Çizelge 4.12. Meyve boyu değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	43
Çizelge 4.13. Konulardan elde edilen meyve boyu (cm) değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması	43
Çizelge 4.14. Meyve çapı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	45
Çizelge 4.15. Konulardan elde edilen meyve çapı (mm) değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması	45
Çizelge 4.16. Meyve et kalınlığı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	47
Çizelge 4.17. Konulardan elde edilen meyve et kalınlığı (mm) değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması	47
Çizelge 4.18. Klorofil indeksine ilişkin varyans analiz sonuçları	49
Çizelge 4.19. Konulardan elde edilen klorofil indeksi Duncan yöntemine göre gruplandırılması ..	49
Çizelge 4.20. Meyve pH değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	51
Çizelge 4.21. Konulardan elde edilen meyve pH değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması	51
Çizelge 4.22. SÇKM değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	53
Çizelge 4.23. Konulardan elde edilen SÇKM değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması	53
Çizelge 4.24. C vitamini değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	55
Çizelge 4.25. Konulardan elde edilen C vitamini değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması	55
Çizelge 4.26. Sulama sistemleri ve sulama düzeylerine göre elde edilen biber verimi	56
Çizelge 4.27. Biber verimine ilişkin varyans analiz sonuçları	57
Çizelge 4.28. Konulara göre elde edilen verim değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması	57
Çizelge 4.29. Lateral uygulama derinliklerine göre elde edilen verim değerleri	58
Çizelge 4.30. Derinlik konularında biber verimine ilişkin varyans analiz sonuçları	58
Çizelge 4.31. Biber bitkisinin sulama suyu ve su kullanım randımanları	62
Çizelge 4.32. Derinlik konularındaki sulama suyu ve su kullanım randımanları (kg m-3)	62

Çizelge 4.33. TADSS konularında elde edilen tuz taşınım değerleri (dS m-1).....	63
Çizelge 4.34. TADSS konularında elde edilen tuz taşınım değerlerine (dS m-1) ilişkin varyans analiz sonuçları	64
Çizelge 4.35. TADSS konularından elde edilen tuz taşınım değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması	64
Çizelge 4.36. Derinlik konularında elde edilen tuz değişimleri (dS m-1)	64
Çizelge 4.37. Derinlik konularında elde edilen tuz taşınım değerlerine (dS m-1) ilişkin varyans analiz sonuçları	65



SİMGELER DİZİNİ

%	Yüzde
da	Dekar
kg	Kilogram
g	Gram
km	Kilometre
mm	Milimetre
m	Metre
m ²	Metrekare
cm	Santimetre
cm ³	Santimetreküp
°C	Santigrat derece
t	Ton
L	Litre
h	Saat
I	Parsele uygulanacak sulama suyu
EC	Elektriksel iletkenlik
pH	Hidrojen iyonu konsantrasyonunun negatif logaritması
PE	Polietilen
me	Miliekivalan
Ca ⁺⁺	Kalsiyum
Mg ⁺⁺	Magnezyum
K ⁺	Potasyum
Na ⁺	Sodyum
HCO ₃ ⁻	Bikarbonat
Cl ⁻	Klorür
SO ²⁻	Sülfat
TADSS	Toprak altı damla sulama sistemleri
TÜDSS	Toprak üstü damla sulama sistemleri
D	Derinlik
Kcp	Pan katsayısı
IWUE	Sulama suyu kullanım randımanı
WUE	Su kullanım randımanı
TK	Tarla kapasitesi
SN	Solma noktası
As	Hacim ağırlığı
dS	deciSiemens

1.GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde basınçlı sulama yöntemine ait sistemlerden birisi olan toprak üstü damla sulama sistemleri, yeni sulama teknolojilerini içermektedir. Yakın geçmişte ve günümüzde farklı bitki desenlerinin sulanmasında, özellikle tarla ve bahçe bitkileri için, yaygın olarak kullanılmaktadır.

Dünyada damla sulama uygulamaları, 1960 yılından sonra uygulanmaya başlamış ve teknolojik gelişmeler ile birlikte 1980'li yıllardan sonra tüm dünya ülkelerinde hızlı bir yayılım göstermeye başlamıştır. Özellikle, 1980'li yıllarda dünyada sulanan toplam tarım arazilerinin % 0.3' ü damla sulama yöntemi ile sulanırken, günümüzde ise İsrail'in sulu tarım alanlarının tamamı, Fransa'nın % 95'i, Mısır'ın % 62' si ve Amerika Birleşik Devletleri'nin % 50' si damla sulama yöntemini içerisine alan basınçlı sulama yöntemleri ile sulanmaktadır (Anonim, 2015).

Toprak üstü damla sulama tarla ve sebze tarımında tercih edilen bir sistemdir. Son yıllarda toprak üstü damla sulama sistemlerinin geliştirilmesiyle ortaya çıkan toprak altı damla sulama yöntemi de tarla ve sebze tarımında kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle sudan tasarruf etmek ve suyu direkt olarak kök bölgesine uygulama yönüyle sebze tarımında bu yöntem yayılmaya başlamıştır.

Toprak altı damla sulama sistemleri; basınçlı sulama yöntemleri içerisinde yer alan ve damla sulama sistemlerinin bir modikasyonu olan yeni sulama teknolojisini içeren sistemlerdir. Dünyada ve ülkemizde, özellikle yarı kurak ve kurak bölgelerde, suyun değerli olduğu koşullarda kullanılmaktadır.

Toprakaltı damla sulama yöntemi, özellikle 1990'lı yıllarda Amerika, İsrail, İtalya gibi ülkelerde meyve bahçelerinde, çim ve yem bitkileri gibi çok yıllık bitkilerin sulanmasında kullanılırken, günümüzde ise tüm sebzeleri içerisine alacak şekilde kullanılmaktadır. Ülkemizde toprakaltı damla sulama yönteminin kullanımı

son yıllarda artış göstermektedir. Bu uygulamaların, ülkemizde faaliyet gösteren damla sulama sistemi unsurlarını üreten ve pazarlayan yabancı firmalar tarafından Ege Bölgesi'ndeki bağ alanlarında, GAP Bölgesi'ndeki sanayi domatesi alanlarında ve patates ile soğan yetiştiriciliğinin yapıldığı bölgelerde yoğunlaştığı bilinmektedir (Kayhan, 2011). Toprak altı damla sulama sistemlerindeki damlaticılar toprakta; su tasarrufu, yabancı ot kontrolü, yüzey akış ve buharlaşmanın minimize edilmesi, lateral ve damlaticıların ömrünün uzatılması, tarlada ağır makine kullanımının kolaylaştırılması ve düşük kaliteli su kullanılabilmesi ile insan ve hayvan kaynaklı tahribatın önlenmesini sağlayacak şekilde konumlandırılabilir (Camp, 2000; Lamm, 2003). Lateral derinliğine bağlı olarak toprak altı sistemleri; yakın yüzey uygulamaları, genel derinlik uygulamaları ve derin toprak uygulamaları olarak sınıflandırılabilir. Toprak yüzeyinden 5-15 cm derinliğe gömülen sistemler, saçak köke sahip kültür bitkisi yetiştiriciliğinde uygulanmaktadır. Toprak yüzeyine yakın olan etkili kök bölgesi hedeftir. Havuç, soğan, patates, tatlı patates, ıspanak, çilek, sarımsak, yer fıstığı, marul gibi genel tek yıllık sebze üretiminde uygulanmaktadır. Genel derinlik uygulaması ise laterallar toprak yüzeyinden 25 cm derinliğe gömülür. Daha çok şeker kamışı, baharat, ananas, domates, patlıcan, biber, fasulye, karnabahar, hıyar, soya fasulyesi, şekerpancarı ve baklagil üretiminde tercih edilmektedir (Aras, 2014).

Toprak altı damla sulama sistemlerinin kullanılması durumunda, uygulamada toprak içerisinde tuzun derinlik olarak taşınımının damlaticıları tıkaması gibi olumsuz durumlarla karşılaşmaktadır. Grabow ve ark. (2005)'e göre, sulama suyundaki çok küçük parçacıklar filtreden geçerek damlaticıları tıkayabilmektedir. Laterallara bağlanan yıkama boruları sonundaki yıkama vanaları açıldığında yüksek basınçla gelen su, tıkayıcı maddeleri sistemden uzaklaştırmaktadır.

Dünyada biber üretimi 2012 yılında 31 milyon ton olup, Çin 16 milyon ton ile ilk sırada, 2,4 milyon ton ile Meksika ikinci sırada ve ülkemiz 2,1 milyon ton üretimle üçüncü sırada gelmektedir (FAO, 2012). Biber, suyu çok seven bir bitkidir. Genelde düzenli sulamalardan hoşlandığı için damlama sulamaya iyi cevap verir. Toprak altı damla sulama yöntemiyle tek yıllık ve çok yıllık bitkiler

sulanabilmektedir. Suyu seven bitkilerden biri olan biberin sulanması da son yıllarda bu yöntem kullanılarak yapılmaktadır.

Ülkemiz, değişken iklim ve toprak yapısına sahip olduğu için sebze üretimi, hemen her bölgede yapılmakta ancak bölgenin ekolojik özelliklerine bağlı olarak toplam üretim içindeki oranı değişmektedir. Genellikle üretimin en fazla yapıldığı Akdeniz Bölgesi örtü altı sebze yetiştiriciliği, Ege Bölgesi ve Trakya Bölgesi ile Anadolu bölümünü içine alan Marmara Bölgesi ise açıkta sebze yetiştiriciliği açısından ön plandadır. Biber üretiminin %82'si açık alan, %18'lik kısmı da örtüaltı tarımından elde edilmektedir. Akdeniz Bölgesi biber üretiminde %28 üretim payı ile bölgeler arasında ilk sıradadır. Biber, ülkemizde olduğu gibi bütün dünyada yaygın olarak ve çok fazla tüketilen bir sebze türüdür. Domates ve patlıcan gibi Patlıcangiller (Solanaceae) familyasından, Capsicum cinsi içindedir. Biber, vitaminler yönünden zengin ve çok önemli bir sebzedir. Özellikle C vitamini miktarı bakımından çok değerlidir. Biberin 100 gramında 160 mg C vitamini vardır. İçerdiği değişik mineral ve vitaminler yanında, acı biberde acı ve yakıcı tadı veren kapsaisin alkaloidi kanser hastalıklarına karşı önemli bir antioksidanttır. Aynı zamanda insan sağlığı açısından, sinir sistemi, mide ve salgı bezlerinin çalışması üzerine olumlu yönde etkilidir. Değişik şekillerde sınıflandırılırlar. Meyve şekil ve renklerine göre uzun sivri biberler, dolmalık biberler, kiraz biberi, süs biberleri, konik biberler ve domates biberi gibi çok farklı tipleri bulunmaktadır (Özalp, 2010).

Çalışmada, 2016 yılı Harran Ovası koşullarında toprak altı ve toprak üstü damla sulama sistemlerinin biber bitkisinin sulanmasında kullanılabilme olanakları araştırılmıştır. Her iki sulama sistemine ilişkin verim miktarları biber bitkisine ait bazı morfolojik ve fizyolojik özellikler belirlenmiştir. Toprak altı damla sulama sistemi için en uygun lateral uygulama derinliği araştırılarak, derinliklere göre toprak içerisindeki tuzun taşınımı irdelenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Basınçlı sulama yöntemine ait sistemlerden olan toprak üstü damla sulama sistemleri (TÜDSS) ve damla sulama sistemlerinin bir modikasyonu olan toprak altı damla sulama sistemleri (TADSS), yakın geçmişte ve günümüzde farklı bitki desenlerinin sulanmasında, özellikle tarla ve bahçe bitkileri için, yaygın olarak kullanılmaktadır. Dünyada ve ülkemizde yapılan toprak üstü damla sulama ve toprak üstü damla sulama sistemlerine ilişkin çalışmalar aşağıda kronolojik olarak sunulmuştur:

2.1. Toprak Üstü Damla Sulama Sistemleri

Yıldırım ve ark. (1994 a,b) tarafından, Ankara koşullarında damla sulama yöntemiyle sulanan biberde (*Capsicum annuum* Cv. Çetinel 150) uygun sulama aralığı ve sulama suyu ihtiyacını belirlemek amacı ile yürütülen çalışmada; parsellere 1 gün, 2 gün ve 4 gün aralıkla A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma miktarının % 50, % 75 ve % 100'ü kadar sulama suyu uygulanmıştır. Sonuçta, en yüksek biber verimi 4 gün ara ile sulanan, A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma miktarının % 50'si kadar sulama suyu uygulanan konulardan elde etmişlerdir.

Çevik ve ark. (1996), Harran Ovası koşullarında damla sulama yöntemiyle sulanan biberde farklı su düzeylerinin 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 hasat-son hasat) dönemlerde de %120'sinin uygulanması gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar önerdikleri konudan 7062 kg/da ürün aldıklarını bildirmişlerdir.

Topçu (1998) tarafından, yüksek tünellerde yetiştirilen biber bitkisi (*Capsium annuum var grossum*) için damla sulama sistemi kullanarak sulama sıklığının verim ve

kalite üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada; sulama sıklığı günlük ve üç günlük olarak yapılmış, elde edilen sonuçlara göre, seralarda yetiştirilen biberin verimi üzerinde çalışma konularının önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle kalite yönünden bir farklılık gözlenmemiş olmasına karşın günlük sulamalarla verimde önemli artışlar olduğu ortaya konmuştur.

Kang ve ark. (2001), biber üzerine yürütülen saksı denemelerinde, bitki kök bölgesinin nispi olarak ıslatıldığı alternatif damla sulama sisteminin, su kullanım randımanını arttırdığını ve kurak bölgelerde kullanılabileceğini ortaya koymuşlardır.

Kırnak ve ark. (2002), topraküstü ve toprakaltı damla sulama sistemlerinde farklı sulama düzeylerinin biber bitkisinin gelişim ve verim özelliklerine etkisini araştırdıkları çalışmada toprak altı laterel derinliğini 20 cm olarak uygulamışlardır. Toprak üstü damla sulamada 50.8 t ha⁻¹, toprakaltı damla sulamada ise 55.2 t ha⁻¹ verim aldıkları araştırma sonuçlarına göre; Harran Ovası'nda kısıntılı sulama koşullarında toprak altı damla sulama sisteminin toprak üstü damla sulama sistemine göre daha iyi bir seçenek olduğunu belirtmişlerdir.

Erken (2004) tarafından, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dardanos Araştırma ve Uygulama alanında 2002 ve 2003 yıllarında damla sulama sistemi ile sulanan California wonder biber çeşidinde 5 farklı sulama suyu düzeyinin meyve verimi ve bazı kalite parametrelerine etkileri araştırılmıştır. Araştırma üç tekerrürlü olarak tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuştur. Denemenin konularına 5 farklı sulama düzeyi uygulanmıştır. Araştırmada, 2002 yılında ve 2003 yılında farklı K= I/E0 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 edilmiştir. Bu konulara sırasıyla 609 mm ve 915 mm sulama suyu verilmiştir. Sulama düzeylerinin her iki yılda da verim ve kalite parametreleri üzerinde etkili olduğu saptanmıştır.

Atay (2006), Harran Ovası koşullarında yaygın olarak yetiştirilen biber bitkisinde (*Capsicum annum* L.) elektriksel iletkenlikleri farklı sularla yapılan

sulamaların tuz-verim ilişkilerini irdelemek ve tuza dayanım düzeyini belirlemek amacıyla yürüttüğü çalışmada, damla sulama sistemi kullanmış ve bitkilere sulama sırasında farklı düzeylerde tuz (0.5, 1.5, 3.0, 6.0,9.0 dSm⁻¹) uygulamıştır. Elde edilen verilerden Harran Ovası koşullarında damla sulama sistemi ile sulanan biberde, toprak tuzluluğu için E_{Ce}= 3.60 dSm⁻¹ tuzluluk düzeyinden sonra verimin azalmaya başladığı gözlenmiştir.

Karam ve ark. (2009), Lübnan Bekaa Vadi'sinde yarı kurak iklim koşullarında damla sulama yöntemi kullanılarak yapılan tarla denemelerinde, eksik nem tamamlama yöntemiyle 4 farklı dönem üzerinde çalışılarak, patlıcan verimine bakılmıştır. Vejetatif büyüme dönemi, çiçekleme dönemi, büyüme ve olgunlaşma bölümlerinden oluşan dönemlerde; sırasıyla %100, %80, %60 ve %40 tarla kapasitesi oluşturulmuştur.

Şen (2015) tarafından, Büyük Menderes Havzası'nda, Aydın ili, Koçarlı ilçesinde yürütülen çalışmada; sanayi biberinin farklı sulama uygulamalarının su-verim ilişkileri ile bazı verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Denemede, 3 ve 6 gün olmak üzere farklı iki sulama aralığı ve açık su yüzeyinden meydana gelen buharlaşma miktarına göre %25, % 50, % 75, % 100 ve % 125 oranında sulama suyu uygulanan 5 farklı sulama düzeyi olmak üzere toplam 10 sulama konusu incelenmiştir. Çalışmada damla sulama yöntemi kullanılmıştır. Sonuç olarak; sulama aralığının meyve verimi üzerine etkisinin olmadığı ancak sulama düzeylerinin meyve verimini etkilediği, en yüksek verimin 3 gün sulama aralığında % 125 oranında sulama suyu uygulanan T₅ konusundan (5424.24 kg/da), en düşük verimin ise 3 gün sulama aralığında % 25 oranında sulama suyu uygulanan T₁ konusundan (3009.20 kg/da) elde edildiği saptanmıştır.

Demirok (2017) tarafından, Harran Ovası koşullarında toprak üstü damla sulama sistemi kullanılarak mısır bitkisi yetiştirilmiştir. Farklı sulama seviyelerinin uygulandığı çalışmada K_{cp} 1.25 olarak belirlenmiştir.

2.2. Toprak Altı Damla Sulama Sistemleri

Camp ve ark. (2000), toprakaltı damla sulama yönteminin geçmişi, mevcut durumu ve geleceğini inceledikleri araştırmada, yöntemin avantaj ve dezavantajlarını belirtmişlerdir. Toprakaltı damla sulama yönteminin ilk kullanımının 1959 yıllarında başladığını, fakat bir takım dezavantajlarının ortaya çıkmasından dolayı, en hızlı gelişiminin damla sulama boru ve damlatıcı üretimindeki gelişmelerden sonra son 20 yıl içerisinde ortaya çıktığını bildirmişlerdir. Çalışmada başlangıçta, ekonomik değeri yüksek olan sebze ve meyvelerde kullanılan toprakaltı damla sulama yöntemleri günümüzde pamuk, mısır, yonca gibi bitkilerin sulanmasında da yaygın olarak kullanıldığı belirtilmiştir. Bitki verimi ve su kullanımı açısından damla sulama yöntemini de içerisine alan diğer sulama yöntemleri ile karşılaştırıldığında daha yüksek değerlerin ortaya çıktığı, ayrıca bitki besin elementlerinin direkt kök bölgesine uygulanması, toprak yüzeyinde otlama sorununun azalması, kuru üst toprak sayesinde hasat gibi tarımsal işlemlerin kolay yapılması en önemli avantajları olarak vurgulanmıştır. Diğer yandan, ilk yatırım masraflarının yüksek olması, damlatıcıların kökler tarafından tıkanması ile sulama uygulamalarının izlenmesi aşamalarında ortaya çıkan sorunlar ise dezavantajları olarak belirtilmiştir.

Toprak altı damla sulama yöntemi damla sulama yöntemi ve olarak iki farklı sulama yöntemini domates bitkisine uygulanması durumunda, her iki sulama yönteminde de, sulama suyu miktarının artmasıyla, bitki vegetatif gelişiminin arttığını ve aralarında önemli düzeyde ilişki olduğunu belirtmişlerdir (Scholberg ve ark., 2000).

Kırnak ve ark. (2002), topraküstü ve toprakaltı damla sulama sistemlerinde farklı sulama düzeylerinin biber bitkisinin gelişim ve verim özelliklerine etkisini araştırdıkları çalışmada; topraküstü damla sulamada (SDI) 50.8 t ha⁻¹, toprakaltı damla sulamada (SSDI) ise 55.2 t ha⁻¹ verim almışlar ve Harran Ovası'nda kısıntılı sulama koşullarında SSDI sisteminin SDI sistemine göre daha iyi bir seçenek olduğunu belirtmişlerdir.

Sakellariou-Makrantonaki ve ark. (2002), Yunanistan’ da yürüttükleri araştırmada; şekerpancarını toprak üstü ve toprak altı damla sulama yöntemleri ile farklı sulama stratejileri altında yetiştirmişlerdir. Araştırmada; toprakaltı damla sulama yöntemi için lateraller 45 cm derinliğe yerleştirmişler, sulama stratejilerini ise A sınıfı kaptan ölçülen buharlaşma değerlerinin % 80 ve 100’ ün uygulanması şeklinde oluşturmuşlardır. Sonuç olarak; toprak altı damla sulama yöntemi ile birlikte damla sulama yöntemine göre daha yüksek şekerpancarı verimi, şeker içeriği ve su kullanım randımanının elde edildiğini ortaya koymuşlardır.

Hanson ve ark. (2003), 1994 ile 1997 yılları arasında California’ da yürüttükleri araştırmada, farklı sulama aralıklarının toprakaltı damla sulama yöntemi ile sulanan marul, biber, soğan ve domates bitkilerine etkisini incelemişlerdir. Araştırmayı, domates bitkisi için siltli-tın, diğer bitkiler için kumlu-tınlı toprak bünyesine sahip alanlarda yürütmüşlerdir. Sulama aralığı uygulamalarını, günde iki kez, günde bir kez, haftada iki kez ve haftada bir kez olmak üzere gerçekleştirmişler, toprakaltı damla sulama laterallerini 20 ile 23 cm aralığındaki derinliklere yerleştirilmiştir. Araştırma sonucunda, orta bünyeye sahip topraklarda sulama uygulamalarının, toprakaltı damla sulama uygulamaları ile birlikte günde bir kez veya haftada bir kez yapılması önerilmiştir.

Lamm ve Trooien (2003), Amerika Kansas’ ta toprakaltı damla sulama yöntemi ile yetiştirdikleri mısır bitkisi üzerine yürüttükleri araştırmayı 10 yıllık süreçte tamamlamışlardır. Araştırmayı, derin siltli tınlı toprak bünyesine sahip alanlarda, damla sulama lateralleri iki bitki sırasına ve 40 – 45 cm’ lik derinliklere yerleştirerek yapmışlardır. Araştırma sonunda, sulama suyu kullanım açısından toprakaltı damla sulama yöntemi ile yaklaşık % 35 - 55’ lik bir tasarrufun olduğunu belirtilmişlerdir.

Önder ve ark. (2005), iki farklı sulama yöntemi ile dört farklı stres seviyesinin patates bitkisi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmayı, 2000 ve 2002 yıllarında Hatay Bölgesi’nde yürütmüşlerdir. Araştırmada, sulama yöntemi olarak damla sulama ve laterallerin 15 cm derinliğe yerleştirildiği toprakaltı damla sulama

yöntemleri ile sulama suyu ihtiyacının % 0, 33, 66 ve 100' ün uygulandığı stres seviyeleri dikkate alınmıştır. Araştırma sonucunda, patates verimi üzerine sulama yöntemleri arasında istatistiksel açıdan fark olmadığını, stres seviyeleri arasında önemli farklıklar olduğunu ortaya koymuşlardır. Ayrıca, toprakaltı damla sulama yönteminin yüksek işletim masrafları ve yerleştirme zorlulukları gibi dezavantajlara sahip olduğunu açıklamışlardır.

Kahramanmaraş koşullarında yetiştirilen yeşil fasulyede dört farklı sulama seviyesinden oluşan tam ve yarı ıslatmalı (kısmi kök kuruluğu) toprakaltı damla sulama yönteminin bitki gelişimine ve verimine etkisini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada; tam ve yarı ıslatmalı sulama konuları karşılaştırıldığında %16 su tasarrufu sağlanmıştır. Ayrıca her iki sulama konusunun bitki boyuna, gövde çapına, çiçek sayısına, meyve sayısına ve kuru madde ağırlığına etkisinin önemsiz olduğu ortaya konmuştur. Yarı ıslatmalı toprakaltı damla sulama uygulamasının, tam ıslatmalı toprakaltı damla sulamaya göre hem verimde hem de bitkisel özelliklerde herhangi bir olumsuz etkisi olmadığı belirtilmiştir (Altunbey ve ark., 2005).

Gençoğlan ve ark. (2006), yürüttükleri çalışmada, taze fasulyeyi damla ve toprakaltı damla sulama yöntemi olmak üzere iki farklı sulama yöntemi ile farklı sulama uygulamaları altında yetiştirmişlerdir. Araştırmada toprakaltı damla sulama yönteminde lateraller 20 cm derinliğe yerleştirilmiştir. Araştırma sonunda, damla sulama ile toprakaltı damla sulama yöntemlerinden elde edilen verim değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklar elde edilmezken, toprakaltı damla sulama yöntemi ile birlikte daha yüksek su kullanım randımanı ve sulama suyu kullanım randımanı değerlerinin elde edildiği ortaya konmuştur.

Enciso ve ark. (2007), Güney Teksas' ta iki farklı deneme alanında yürüttükleri çalışmada, soğan bitkisini; 15 cm lateral derinliğine sahip toprakaltı damla sulama yöntemi ile sulamışlardır. Araştırmada, deneme konuları olarak; üç farklı damlatıcı aralığı seçilmiş (15, 20 ve 30 cm) ve sulama uygulamaları topraktaki nem miktarının izlenmesi ile haftalık olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonunda; soğan bitkisinin mevsimlik bitki su tüketimi 407 ile 513 mm arasında ölçülmüş, damlatıcı

aralıklarının soğanın verim ve kalite özellikleri üzerine herhangi bir istatistiksel etkisinin olmadığı açıklanmıştır.

Hanson ve May (2007), Domates bitkisinde toprakaltı damla sulama yöntemi ile yağmurlama sulama yöntemini karşılaştırmışlar, araştırma sonucunda toprakaltı damla sulama yöntemi ile yağmurlama sulama yöntemine göre 12.90 ile 22.62 t ha-1 arasında değişen verim artışları gözlemlemişlerdir.

Singh ve Rajput (2007), Hindistan’ da yürüttükleri çalışmada, bamyada bitkisini toprakaltı damla sulama yöntemi ile birlikte farklı lateral derinliklerinde yetiştirmişlerdir. Çalışmada, sulama suyu bitki su ihtiyacının tamamı şeklinde uygulanırken, lateral derinlikleri 0 (damla sulama), 5, 10 ve 15 cm olarak seçilmiş, sonuç olarak; toprakaltı damla sulama yöntemi ile elde edilen su kullanım randımanı değerlerinin damla sulama yöntemine göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, toprakaltı damla sulama yöntemi ile elde edilen bamyada verimleri, damla sulama yöntemine göre 5 cm lateral derinliği için % 5.22, 10 cm için % 13.48 ve 15 cm için ise % 11.56 daha fazla bulunmuş, bu sonuçlara göre, bamyada yetiştiriciliği için toprakaltı damla sulama laterallerinin 10 – 15 cm aralığında yerleştirilmesi önerilmiştir.

Şenyiğit ve ark. (2007), 2006 ve 2007 yıllarında Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği’ndeki elma bahçesinde yürüttükleri denemede; M9 anaçları üzerine asılı Jersey Mac ve Williams Pride elma çeşitleri, damla, toprak altı damla, yüzey ve ağaç altı mikro yağmurlama sulama yöntemleri ile sulanmış, beş günlük periyotlar için bitki su tüketimleri ölçülmüş, alanın tamamının ıslatıldığı yüzey sulama yöntemi konusundan elde edilen su tüketimi değerleri ile bazı kıyas bitki su tüketimi tahmin yöntemleri ile belirlenen değerlerle karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak; ölçülen bitki su tüketimi değerleri damla sulama yönteminde diğer sulama yöntemlerine göre daha az (yaklaşık % 67) olduğu ortaya konmuştur. Deneme koşulları için, elma ağaçlarının sulama zamanı planlamasında kullanılacak kıyas bitki su tüketimi tahmin yöntemlerinin çeşitler

için yöresel kalibrasyonlarının yapılması amacıyla, bitki katsayıları (kc) belirlenerek eğrileri çizilmiştir.

Doğan ve ark. (2008), Harran Ovası'nda yürüttükleri araştırmada toprakaltı damla sulama ve damla sulama yöntemleri ile altı farklı sulama suyu seviyesinin kavun bitkisine olan etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada, 4 L/h damlatıcı debisine sahip olan damlatıcılar kullanılmış ve toprakaltı damla sulama yöntemi için lateraller 30 cm derinliğe yerleştirilmiştir. Ayrıca sulama suyu, A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma değerlerinin % 0, 25, 50, 75, 100 ve 125' inin uygulanması şeklinde gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda, en yüksek kavun veriminin A sınıfı kaptan ölçülen buharlaşma değerlerinin % 75 ile 100' ünün uygulandığı koşullarda elde edildiği belirtilirken, verim açısından damla ve toprakaltı damla sulama yöntemlerinde istatistiksel olarak herhangi bir fark gözlenmemiştir.

Payero ve ark. (2008) tarafından, Nebraska'da yapılan çalışmada, toprakaltı damla sulama yöntemi ile sekiz farklı sulama suyu miktarı uygulaması koşullarında mısır bitkisinin bitki su tüketimi, verim, su kullanım randımanı ve kuru madde üretimi gibi parametrelerini değerlendirmişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, uygulanan su miktarı arttıkça mısır veriminde de artış olduğunu belirtmişlerdir.

Tunus'ta toprakaltı ve yüzey damla sulama sistemlerinin patlıcan bitkisi üzerine etkilerini araştırmak için yapılan bir çalışmada, toprakaltı damla sulama sisteminin yüzey damlaya göre %23.2 su tasarrufu ve verimde %40 gibi önemli bir artış sağladığı belirlenmiştir. Toprakaltı damla sulama sisteminin yüzey damlaya göre daha üniform toprak nem içeriği sağladığı belirtilmiştir. Toprakaltına yerleştirilen laterallerden, patlıcanın bitki boyu, verimi ve su kullanım randımanını arttırdığı gözlenmiştir (Douh ve Boujelben, 2010).

Çetin ve Nacar (2010) tarafından, 1994 yılında Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Koruklu Araştırma İstasyonu'nda kurulu buluna alttan sızdırma (gözenekli borular) sulama sisteminde karpuzun sulama olanakları araştırılmıştır. Sulama sistemi, toprağın 35 cm derinliğinde 70 cm aralıkta ve 80 m uzunluğunda 10 mm

çapında gözenekli borulardan oluşturulmuştur. Sulama uygulamaları I₀: susuz, I₁:0,30xE₀, I₂: 0,60xE₀, I₃: 0,90xE₀ (Class A Pan buharlaşma değeri) olmak üzere 4 farklı konu olarak planlanmıştır. Sulama mevsimi boyunca günlük sulama yapılmıştır. Sistemde tıkanma riski olmuş ve toprakta düzensiz bir nem dağılımı meydana getirmiştir. Ancak, yine de yüzey sulama ile yapılan deneme sonuçlarına göre hem verimin hem de su kullanım etkinliğinin yüksek olduğu gözlenmiştir.

Kayhan (2011) tarafından, Toprakaltı damla sulama yöntemi altında farklı lateral derinlikleri ve sulama suyu uygulamalarının soğan bitkisine olan etkilerinin araştırıldığı çalışma, 2009 ve 2010 yıllarında Tekirdağ koşullarında yürütülmüştür. Araştırmada; 0, 10 ve 20 cm olmak üzere üç farklı lateral derinliği ve A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma değerlerinin % 50, 75, 100 ve 125' inin uygulandığı dört farklı sulama suyu uygulaması gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda, deneme konularında ölçülen bitki su tüketimi değerlerinin 2009 yılında 337.14 ile 715.39 mm, 2010 yılında ise 388.79 ile 579.26 mm arasında uygulanan sulama suyu miktarlarına bağlı olarak değiştiği gözlenmiştir. En yüksek soğan verimleri, her iki yılda da 25.99 ve 32.31 t/ha ile laterallerin 20 cm derinliğe yerleştirildiği ve A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma değerlerinin % 125' inin uygulandığı deneme konusundan elde edilmiştir. Su kullanım randımanları değerlendirildiğinde, laterallerin 20 cm' ye yerleştirildiği ve A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma değerlerinin % 50' sinin uygulandığı deneme konusunun ön plana çıktığı belirlenmiştir.

Özdemir (2013) tarafından, Carmen pamuk çeşidi ile yapılan çalışma 2012 yılında, Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği arazilerinde yürütülmüştür. Bu çalışmada, pamukta topraküstü-toprakaltı damla uygulamalarının ve farklı su düzeylerinin kütlü verimi ile bazı kalite ve agronomic özellikler üzerine etkisi araştırılmıştır. Araştırma üç tekerrürlü ve iki faktörlü tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuştur. Denemelerde, topraküstü ve toprakaltı uygulamalarında, A sınıfı buharlaşma kabından oluşan 8 günlük birikimli buharlaşmanın % 25 % 50, % 75 ve % 100'ünün karşılandığı üç su düzeyi incelenmiştir. Sonuç olarak; damla sulama uygulamaları ve su düzeylerinin

kütlü verimini etkilediği, en yüksek verimin topraküstü sistemde yer alan ve tam sulama suyu uygulanan S100 parselinden 649.4 kg/da olarak elde edilmiştir. En yüksek su tüketimi topraküstü sistemde yer alan ve tam su alan S100 konusundan 705.0 mm olarak elde edilmiştir. Topraküstü damla sulama uygulamasında yer alan S100 konusunun ekonomik anlamda daha uygun olduğu saptanmıştır.

Çolak (2014) tarafından, Çukurova Bölgesi'nde yüksek yoğunlukla üretimi yapılan patlıcan bitkisinde en yüksek verim ve kaliteyi sağlayacak optimum sulama programını oluşturmak amacıyla 2013 yılında Alata Bahçe Kültürleri Araştırma İstasyonu Müdürlüğü Tarsus Lokasyonu'nda yapılan çalışmada; yüzey ve toprakaltı damla sulama sistemleriyle farklı düzeylerde sulanan patlıcanda su stresi, yaprak su potansiyeli ölçülerek belirlenmiştir. Araştırmada, iki farklı sulama sistemi (yüzey damla (YD) ve toprakaltı damla (TD)) ana konuları; iki farklı sulama aralığı (3 gün (SA3) ve 6 gün (SA6)) alt parselleri; dört farklı sulama düzeyi (Tam sulama, TS; kısıntılı sulama, KS50; kısıntılı sulama, KS75 ve PRD50) ise en alt parselleri oluşturmuştur. Araştırma, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseninde dört yinelemeli olarak incelenmiştir. Elde edilen verilerden yararlanılarak maksimum faydayı sağlayacak sulama programı hazırlanmıştır. Sulama uygulamalarının verim, bitki gelişimi ve kalite parametreleri üzerine etkisi istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Sulama yöntemi sulama aralığı ve sulama konularının verim üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Verim ve kalite parametreleri birlikte değerlendirildiğinde, yüzey damla sulamanın performansı gömülü damla sulamaya göre daha iyi olduğu gözlenmiştir.

Demirok (2017) tarafından, Harran Ovası koşullarına göre 2016 yılında Harran Üniversitesi uygulama alanında yürütülen çalışmada mısır bitkisi yetiştiriciliğinde farklı sulama uygulamaları içeren toprak altı damla sulama sistemleri (TADSS)'de en uygun lateral derinliği araştırılmış ve 30 cm olarak belirlenmiştir. Toprak tuzluluğunun 2.0-2.2 dS m⁻¹ arasında olduğu saptanmıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu bölümde, araştırmada kullanılan materyal ve arazi, laboratuvar çalışmalarında uygulanan yöntemler açıklanmıştır.

3.1.1. Deneme alanının yeri ve coğrafik konumu

Araştırma, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin Şanlıurfa iline bağlı Harran Ovası'nda bulunan Şanlıurfa merkezine 8 km uzaklıktaki Harran Üniversitesi Eyyübiye Yerleşkesi deneme alanında yürütülmüştür. Deneme alanının denizden yüksekliği ortalama 464-467 m arasında olup, 37° 08' N enlemi ve 38° 46' E boylamı arasında yer almaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Harran Ovası'nın coğrafik konumu (Özcan ve Tuylu 2015)

Deneme, 3.50 x 4.0 m boyutlu (14 m²) parseller üzerinde yürütülmüştür (Şekil 3.2.). Parseller sıra şeklinde olup her bir sıra üzerinde 13 adet bitki bulundurmaktadır. Bitki sıra üzeri mesafeler ise 30 cm'dir. Toprak yapısı homojendir ve denemeden önce alanda mısır bitkisi yetiştirilmiştir.



Şekil 3.2. Deneme alanı genel görünümü

3.1.2. İklim özellikleri

Şanlıurfa, Güneydoğu Anadolu iklim bölgesinde yer almakla beraber, Akdeniz ikliminin etkisi de kısmen görülmektedir. Harran Ovası, yarı kurak iklim kuşağında bulunmaktadır. Yazları sıcak ve kurak, kışları ise ılık olan bir iklim özelliğine sahiptir.

Araştırmada 2016 yılına ait aylık ortalama sıcaklık, maksimum ve minimum sıcaklık, nisbi nem, rüzgâr hızı, yağış ve güneşlenme süresi değerleri, ekim ve hasat işlemlerinin yapıldığı Mayıs ve Kasım ayları arasındaki aylar dikkate alınarak incelenmiştir (Çizelge 3.2.). Şanlıurfa’da uzun yıllara ait sıcaklık ortalaması 26.1 °C, araştırmanın yürütüldüğü dönemdeki sıcaklık ortalaması ise 25.7 °C olarak gözlenmiştir. Mayıs-Kasım ayları arasında uzun yıllar yağış toplamı 92.1 mm olmasına rağmen 2016 yılında toplam 58,4 mm yağış düşmüş ve bu değer uzun yıllar toplamının altında kalmıştır. Nisbi nem açısından değerler incelendiğinde, Şanlıurfa’nın uzun yıllar nisbi nem ortalamasının % 40, 2016 yılı ortalamasının ise % 33.3 olduğu görülmektedir (Çizelge 3.1.).

Çizelge 3.1. 1985 -2015 yılları arası, Şanlıurfa iline ait bazı aylık iklim faktörleri. (Özcan ve Tuylu 2015)

Dönem (aylık)	Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık (°C)	Minimum Sıcaklık (°C)	Nisbi nem (%)	Rüzgâr hızı (2m) (m/s)	Güneşlenme Süresi (saat)	Yağış (mm)
Mayıs	27.0	29.2	16.6	40.2	1.3	7.4	27.9
Haziran	28.3	34.9	21.1	35.2	2.0	12.0	3.3
Temmuz	33.3	39.6	25.6	29.1	1.9	12.0	0.00
Ağustos	31.6	38.6	24.7	36.6	1.7	11.0	0.00
Eylül	27.9	35.2	22.1	35.2	1.7	9.1	0.30
Ekim	21.3	27.3	16.2	50.1	1.1	6.7	43.2
Kasım	13.3	19.4	9.2	54.4	1.2	5.8	17.4

Çizelge 3.2. 2016 yılı, Şanlıurfa iline ait bazı aylık iklim faktörleri. (Anonim 2016)

Dönem (aylık)	Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık (°C)	Minimum Sıcaklık (°C)	Nisbi nem (%)	Rüzgâr hızı(2m) (m/s)	Güneşlenme Süresi (saat)	Yağış (mm)
Mayıs	23,2	35.0	10.7	38.3	1.9	10.2	12.3
Haziran	29,8	42.0	18.9	28.0	1.9	11.9	0.6
Temmuz	33.0	43.0	20.9	25.4	1.9	12.4	0.2
Ağustos	33.2	43.0	21.2	30.6	1.6	11.1	0
Eylül	26.4	39.3	14.7	32.1	1.7	9.8	0
Ekim	22.1	39.9	12.3	35.9	1.2	8.6	22.0
Kasım	12.6	24.4	3.0	42.9	1.1	5.9	23.3

3.1.3. Toprak özellikleri

Araştırma alanı toprakları, ikizce serisine giren koluvial ana materyalli düz, düze yakın, eğimli orta derin, derin topraklardan oluşmuştur. Bütün profil yüksek oranda kil ve kireç içerir. Toprakların pH'sı 7.3-7.4 değişen, yüzeyde organik madde % 1.1, derinlerde % 0.8'e düşen yapıda özellik göstermektedir (Dinç ve ark., 1988). Deneme alanına ait toprakların bazı fiziksel özellikleri Çizelge 3.3.'te, verilmiştir:

Çizelge 3.3. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (Tarı, 2015)

Torak Katma(cm)	Doyma Nok. %	EC _e (dS m ⁻¹)	TK (g g ⁻¹)	SN (g g ⁻¹)	As (g cm ⁻³)	Elverişli Nem (mm)	Kil %	Silt %	Kum %	Bünye Sınıfı
0-30	68	1.04	32.5	22.1	1.15	35.88	56.56	20.0	23.44	C
30-60	63	1.07	31.4	21.2	1.40	42.84	54.56	17.0	24.44	C
60-90	64	1.08	29.6	22.0	1.16	26.17	62.56	17.0	21.44	C

3.1.4. Su kaynağı ve su kalitesi

Denemede kullanılan sulama suyu, Harran Üniversitesi Eyyübiye Yerleşkesi deneme alanında bulunan kuyudan 7 tonluk depoya aktarılarak sağlanmıştır. Suyun pH değeri 7.0, Elektriksel iletkenlik (EC) içeriği 1080 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$ 'dir (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4. Sulama suyunun bazı kimyasal özellikleri (Şimşek, 2015)

Elektriksel İletkenlik ($\mu\text{mhos cm}^{-1}$)	Kasyonlar (me/L)				Anyonlar (me/L)				pH	Suyun sınıfı
	Ca ⁺⁺ Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Top.	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	Top.		
1080	1.98	0.02	0.25	2.25	0.90	0.60	0.75	2.25	7.0	C ₃ S ₁

3.1.5. Bitki çeşidi

Araştırmada, bölgede yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan ve isot olarak adlandırılan Urfa yerli biber (*Capsicum annum* L.) populasyonu kullanılmıştır (Şeniz, 1992).

3.1.6. Toprak üstü ve toprak altı damla sulama sistemleri

Denemede TUDSS ve TADSS ana boru hattı, manifold boru hattı, lateral, gübre tankı, elek filtre, manometre, sayaç ve bağlantı parçalarından meydana gelmiştir. TUDSS ve TADSS parsellerinde lateraller 16 mm çapında, damlatıcılar 2 L h⁻¹ debili ve damlatıcı aralığı 0.30 m'dir. İki uygulamada da parsel hat başına 30 mm çaplı vanalar takılarak sulama kontrol altına alınmıştır. Lateraller; her bitki

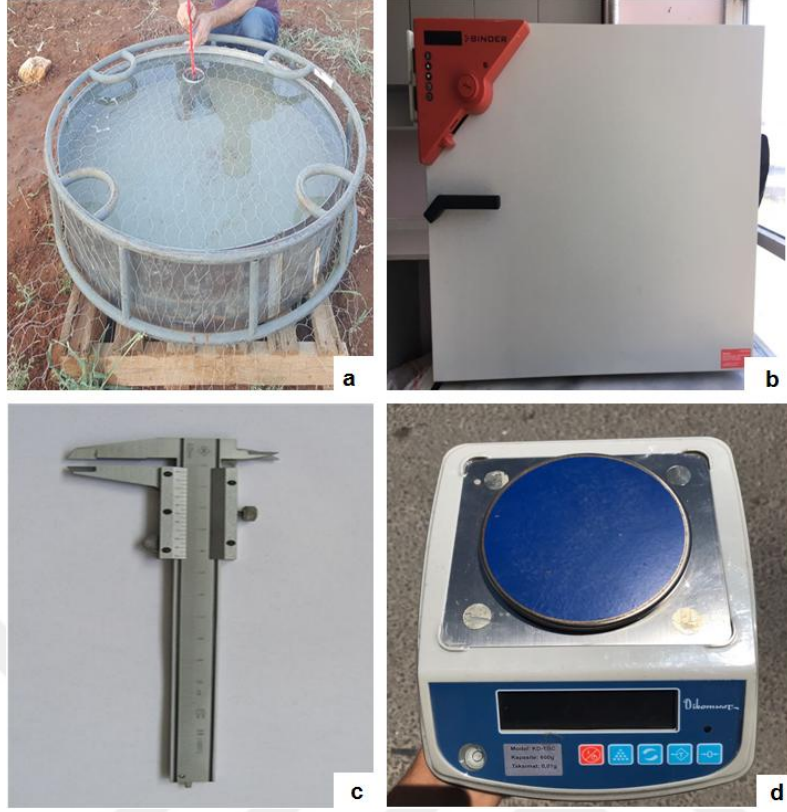
sırasına bir lateral, 70 cm aralıklı olacak şekilde döşenmiştir. TADSS’de lateraller toprak yüzeyinin 15 cm altına yerleştirilmiştir. Bu sistemde, ana hat ve manifold borular deneme alanında toprak yüzeyine yerleştirilmiştir. TADSS’de, suyun dağıtımını yapan ana boru ve yan boru dışında lateral hattı sonunda sistemin kolay temizlenebilmesi ve kontrolü amacı ile yıkama manifold borusu döşenmiştir.

3.1.7. Kullanılan malzeme ve ekipmanlar

Sulama suyu uygulamasında açık su yüzeyinden olan (Class-A Pan) buharlaşma miktarı esas alındığında, deneme alanına yakın yerde Class A Pan’dan günlük buharlaşma ölçümleri yapılmıştır. Buharlaşma kabı 121 cm çapında ve 25 cm yüksekliğinde, galvanizli saçtan yapılmış üstü açık kaptan yararlanılmıştır (Şekil 3.3a). Toprak örneklerinin alınması ve mevcut nem miktarının belirlenmesi; burgu, toprak örneği alma kabı ve etüv yardımı ile yapılmıştır (Şekil 3.3b).

Bitki Klorofil ölçümlerinde dijital klorofil metre, bitki boyunun belirlenmesinde şerit metre ve meyve boyu, meyve et kalınlığı, meyve çapı, bitki gövde çapı ölçümlerinde ise kumpas aletleri kullanılmıştır. Meyve ağırlığının saptanmasında hassas teraziden yararlanılmıştır (Şekil 3.3c,d).

Laboratuvarda, C vitamini belirlemek amacıyla; oksalik asit, fenol, diclorophenol- indophenol, sodyum bikarbonat, saf su, balon joje, hassas terazi, cam mezür, cam huni, erlen gibi kimyasal maddeler ve cam malzemeler kullanılmıştır. Meyve pH ve toprak tuzluluk değerleri pH metre ile ölçülmüştür. Suda çözünen kuru madde (SÇKM) miktarını ölçmek için refraktometre kullanılmıştır.



Şekil 3.3. Denemede kullanılan bazı alet ve ekipmanlar

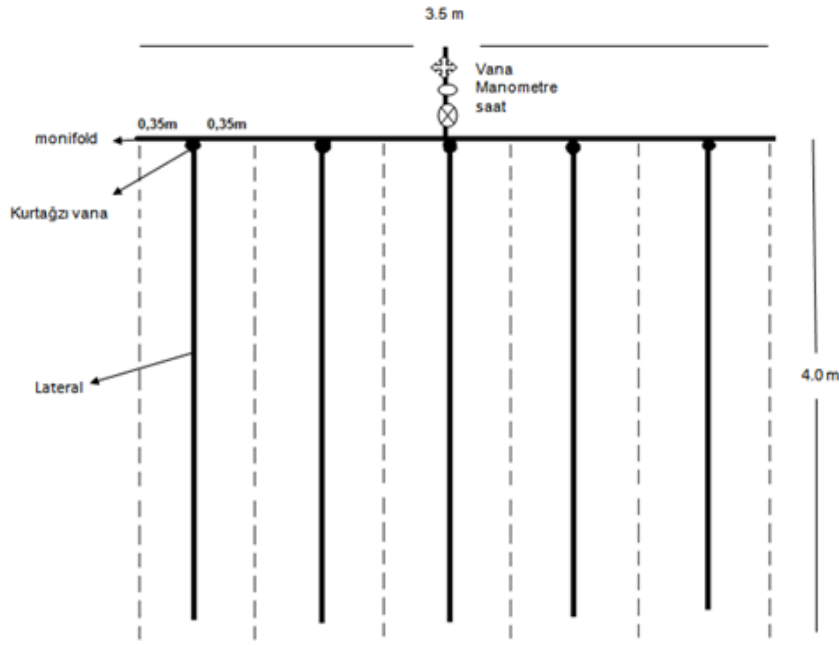
3.1.8. Kullanılan bilgisayar yazılımları

Çalışmada, istatistik analizleri için MİNİTAB16 paket programından yararlanılmıştır. Deneme konularına ilişkin derlenen diğer verilerin tasnifi, çizelgelerin ve grafiklerin oluşturulması, regreasyon grafiklerinin belirlenmesi ise EXCEL ms-dos Office programından yararlanılarak yapılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme konuları

Araştırma, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseninde üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Deneme, 3.5 x 4.0 m (14 m²) boyutlu ve sıra şeklinde olup her bir sıra üzerinde 13 adet bitki bulundurmaktadır (Şekil 3.4.). Bitki sıra üzeri mesafeler ise 30 cm'dir. Sulama suyu miktarı Kanber (1984)'e göre belirlenmiş ve sulama konuları her iki sistem için I₁ (1.5), I₂ (1.25), I₃ (1.0), I₄ (0.75), I₅ (0.5) olarak oluşturulmuştur. TADSS için konularda uygulanan lateral derinliği ise D₁₅'dir. Her iki sulama sistemi için Class A Pan Katsayıları (K_{cp}) araştırılmış, verim ve verim parametreleri saptanmıştır. Ayrıca, çalışmanın diğer bir aşaması olan TADSS için en uygun lateral derinliğinin belirlenmesi amacıyla denemede; D₁₀, D₁₅ ve D₂₅ olmak üzere üç derinlik konusu oluşturulmuştur. Lateraller farklı derinliklere döşenerek %100 sulama suyu uygulanmıştır ve lateral derinliklerine bağlı olarak topraktaki tuz değişimi izlenmiştir.



Şekil 3.4. Bir parsel görünümüne ilişkin (TÜDSS ve/veya TADSS) sistem tertibi

3.2.2. Buharlaşma miktarının ölçülmesi

Buharlaşma miktarının belirlenmesinde, açık su yüzeyinden olan buharlaşma esasına dayalı yöntem kullanılmıştır. Diğer bir deyişle, buharlaşma miktarı Class A Pan Buharlaşma kabından ölçülerek elde edilmiştir. Buharlaşma miktarları dört günlük periyotlar halinde ölçülmüştür (Kırnak, 2002; Doğan ve ark., 2008; Taş ve ark., 2011).

3.2.3. Sulamada uygulanacak sulama suyu miktarı

Çalışmada uygulanan sulama suyu miktarı (I) Class A Pan'dan ölçülerek verilmiştir. Sulama suyunun hesaplanmasında aşağıdaki formülden yararlanılmıştır (Kamber, 1984):

$$I = A \times K_{cp} \times E_p \times P \quad (3.1)$$

Eşitlikte;

I: Uygulanacak sulama suyu miktarı (L),

A: Pan kabı alanı (m²),

K_{cp}: Pan katsayısı,

E_p : Class A Pan 'dan olan buharlaşma (mm),

P: Islatılan alan yüzdesi.

3.2.4. Bitki su tüketimi

Bitki su tüketimi (ET) aşağıda verilen su bütçesi eşitliği ile belirlenmiş ve su bütçesi hesaplanırken derine süzülme ve yüzey akış ihmal edilmiştir. (James, 1988):

$$ET = I + R - DP - RO \pm S \quad (3.2)$$

Burada;

ET: Bitki su tüketimi (mm),

I: uygulanan sulama suyu (mm),

R: yağış (mm),

DP: derine sızma (mm),

RO: yüzey akış (m),

Δs : sulama aralığında etkili kök bölgesindeki toprak suyu değişimi (mm).

3.2.5. Topraktaki nem içeriğinin belirlenmesi

Araştırmada toprak nem içeriği 60 cm toprak derinliğinde her 30 cm' lik toprak katmanları için gravimetrik yöntemle göre belirlenmiştir.

3.2.6. Biber (*Capsicum annum* L.) bitkisine ait bazı morfolojik özelliklerin belirlenmesi

a) Bitki boyu (cm): Bitkinin tam olarak vejetatif gelişimini tamamladığı son hasat dönemi için, her parselde 5 adet bitkide ölçümler yapılmıştır. Bitki boyu, ana gövdenin kök boğazından, büyüme noktasının ucuna kadar olan yükseklik olup şerit metre ile ölçülmüştür (Şekil 3.5a).

b) Bitki gövde çapı (mm): Bitkinin vejetatif gelişimini tamamladığı ve son hasat dönemi için her parselden değerlendirmeye alınan 5 bitki üzerinden ölçümler yapılmıştır. Ölçümler ana gövdede ve kök boğazından 5 cm yükseklikten ölçülmüştür. Ölçümler mekanik kumpas ile yapılmıştır (Şekil 3.5b).

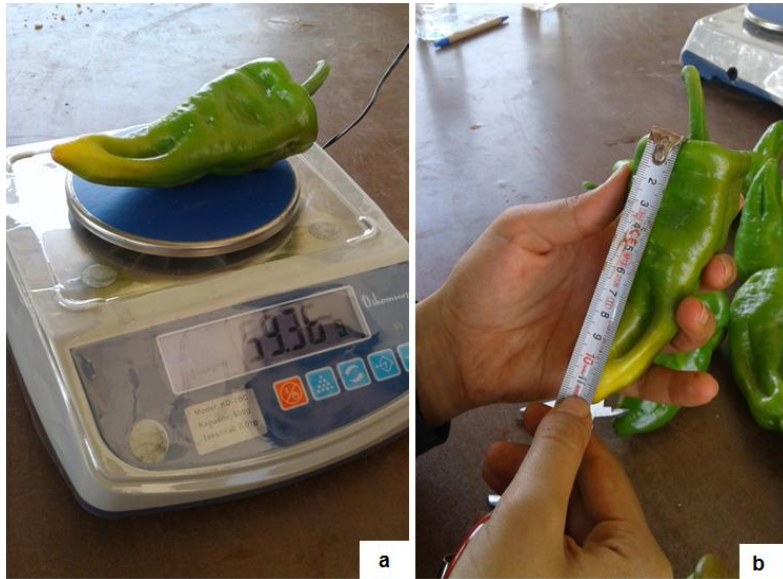
c) Bitki kök uzunluğu (cm): Bitki kök uzunluğu ölçümlerinde; bitkinin vejetatif gelişimini tamamladığı son hasat dönemi için, her parselden hassas kazım yapılarak çıkarılan bitkilerin kökleri şerit metre ile ölçülmüştür (Şekil 3.5c).



Şekil 3.5. Bitki boyu (a), bitki gövde çapı (b) ve bitki kök uzunluğu (c) ölçümü

d) Meyve ağırlığı (g meyve-1): Her hasat sonrası parsellerden 15 meyve değerlendirmeye alınmıştır. Seçilen meyveler, hassas terazi yardımıyla tartılarak ağırlıkları belirlenmiştir (Şekil 3.6a).

e) Meyve boyu (cm): Meyve boyu, her hasat sonrası parsellerden 15 meyve üzerinde şerit metre yardımıyla ölçülmüştür. Meyvenin en uç noktasından sap başlangıcına kadar olan kısım ölçülmüştür. Ölçümlerde sap uzunlukları dâhil edilmemiştir (Şekil 3.6b).



Şekil 3.6. Meyve ağırlığı (a) ve meyve boyu (b) ölçümü

f) **Meyve çapı (mm):** Meyve çapı ölçümleri her hasat sonrası parsellerden 15 meyve üzerinde, meyvelerin en geniş yerinden olacak şekilde kumpasla ölçülmüştür (Şekil 3.7a).

g) **Meyve et kalınlığı (mm):** Her hasat sonrası parsellerden değerlendirmeye alınan 15 meyve sap kısımları kesildikten sonra kumpas yardımıyla ölçülmüştür (Şekil 3.7b).



Şekil 3.7. Meyve çapı (a) ve meyve et kalınlığı (b) ölçümü

3.2.7. Biber (*Capsicum annum* L.) bitkisine ait bazı fizyolojik özelliklerin belirlenmesi

3.2.7.1. Klorofil indeksi

Her parselden 6 bitki üzerindeki 3 yaprak seçilerek klorofil metre ile ölçümler yapılmıştır (Şekil 3.8.).



Şekil 3.8. Klorofil indeksinin belirlenmesi

3.2.7.2. Meyvede pH değeri

Her parsel için ayrı ayrı alınan bitki örnekleri bir blenderda suyu çıkarılacak şekilde öğütülmüş ve elde edilen bitki öz suyunda pH metre yardımı ile ölçüm yapılmıştır (Şekil 3.9a).

3.2.7.3. Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM)

Laboratuvara alınan bitki örneklerinin suyu çıkarıldıktan sonra dijital refraktometrenin prizması üzerine 1-2 damla gelecek şekilde damlatılmış ve suda çözünebilir kuru madde % olarak ifade edilmiştir (Şekil 3.9b)



Şekil 3.9. Meyvede pH (a) ve SÇKM (b) değerinin belirlenmesi

3.2.7.4. Meyvede C vitamininin belirlenmesi (mg/100g)

Meyvelerdeki L-askorbik asit miktarı, titrimetrik yöntemle belirlenmiştir (Şekil 3.10.). 200-300 g örnek tartılıp, bir blender haznesine aktarılmıştır. Üzerine hemen, tartılmış örnek ağırlığına eşit miktarda % 2'lik askorbik asit çözeltisi eklenmiş, blender çalıştırılarak, homojen bir ezme haline getirilmiştir. Kullanılan oksalik asit, L-askorbik asidin bu işlem sırasında enzimatik yolla oksidasyonunu engellemektedir. Homojen bir ezme haline getirilen örnekten, 10-40 g tartılarak, 100 ml'lik balon jøjeye aktarılmış ve balon jöje % 1'lik oksalik asit çözeltisiyle işaret çizgisine kadar tamamlanmıştır. İyiçe çalkalandıktan sonra filtre edilmiş, elde edilen filtrattan 5-20 ml alınıp, 50 ml'lik erlen mayere aktarılmıştır. 10 ml'lik bürete doldurulmuş bulunan 2.6-diklorofenolindofenol çözeltisi ile hemen titre edilmiş, titrasyonun bitiş noktası, son bir damla 2.6 diklorofenolindofenol damlatılınca 15 saniye süreyle sabit kalan bir pembe rengin olduğu an olarak belirlenmiştir. Elde edilen L- askorbik asit miktarı aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 1992):

$$\text{Askorbik asit (mg/100 g)} = (V.F.100)/W \quad (3.5)$$

V: Titrasyonda harcanmış olan 2,6-diklorofenolindofenol çözeltisi miktarı (ml),
F: 2,6-diklorofenolindofenol çözeltisinin faktörü, yani bu çözeltinin 1 ml' sinin eşdeğer olduğu askorbik asit miktarı (mg),
W: Titrasyonda kullanılan filtratın içerdiği örnek miktarı (g).



Şekil 3.10. C vitamini ölçümünün yapılması

3.2.8. Verimin belirlenmesi

Hasat parsellerinden elde edilen pazarlanabilir ürünlerin ağırlıklarının (kg da^{-1}) toplanması ve dekara oranlanmasıyla tespit edilmiştir.

3.2.9. Su kullanım randımanı ve sulama suyu kullanım randımanı

Birim sudan yararlanma oranı olarak ifade edilen su kullanım randımanı (WUE) Tanner ve Sinclair (1983)'e göre aşağıdaki eşitlikler dikkate alınarak hesaplanmıştır (Eşitlik 3.3):

$$WUE = E_y / E_t \quad (3.3)$$

WUE = Su kullanım randımanı (kg m^{-3}),

E_y = Verim (kg da^{-1}),

E_t = Mevsimlik bitki su tüketimi (mm).

Diğer taraftan deneme konularına uygulanan sulama suyu ve elde edilen verimlerine göre de sulama suyu kullanım randımanı değerleri elde edilmiştir (Howell ve ark., 1990).

$$IWUE = E_y / I \quad (3.4)$$

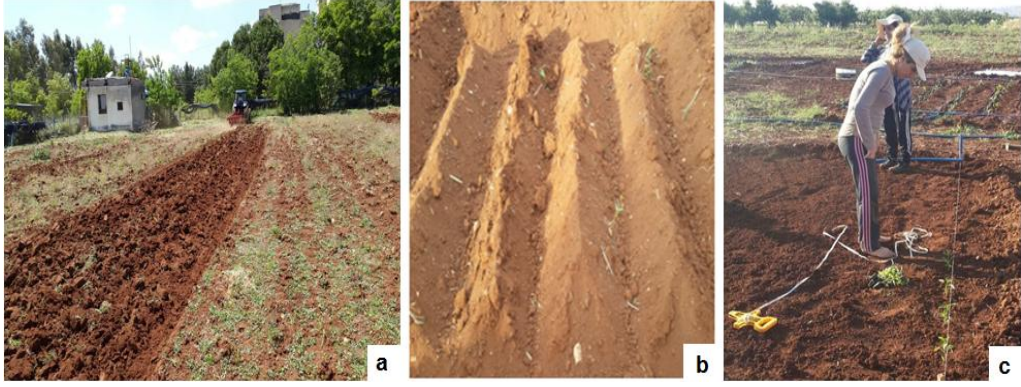
IWUE = Sulama suyu kullanma randımanı (kg m^{-3})

I = Mevsimlik sulama suyu miktarı (mm)

3.2.10. Uygulanan kültürel işlemler

3.2.10.1. Toprak hazırlığı ve dikim

Deneme yerinin toprak hazırlığı yapılırken; ilk önce tarım makineleri kullanılarak derin toprak işleme yapılmıştır (Şekil 3.11a). Parselasyon işlemlerinden sonra konulara göre önce toprakaltı damla sulama lateralleri 15 cm derinliğe yerleştirilmiştir (Şekil 3.11b). Daha sonra seddeler oluşturulmuş ve fide dikimine hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.11c).



Şekil 3.11. Tarım makinesiyle toprak işlenmesi (a) ,TADSS lateral derinliklerinin kazılması (b) ve fidelerin dikimi (c)

Fideler 11 Mayıs tarihinde sıra arası 70 cm, sıra üzeri 30 cm olacak şekilde parsellere dikilmiştir. Parsel alanı 14 m² olup 13 adet fide içermektedir. Fidelerin dikim işlemleri tamamlandıktan sonra ilk can suları verilmiştir.

3.2.10.2. Bakım ve mücadele

Fideler dikildikten sonra tutmayan fidelerin değiştirilmesi için 5-10 gün boyunca yeni dikim yapılmıştır. Boğaz doldurma ve yabancı ot çapa işlemleri dikim ve hasat tarihleri arasında vejetasyon süresince uygun bir şekilde yapılmıştır. Deneme süresince karşılaşılan zararlılar ve hastalıklara karşı ilaçlama yapılmış ve bitki besin elementi takviyesi yapılmıştır.

3.2.10.3. Gübreleme

Çiftçi uygulama koşullarına göre, toprak hazırlığı sırasında dekara 3-5 ton yanmış ahır gübresi, dikimle birlikte fosforlu gübrenin tamamı azotlu gübrenin yarısı uygulanmıştır. Azotlu gübrenin diğer yarısı ise ilk sulamadan önce verilmiştir.

3.2.11. TADSS lateral derinliğine göre toprak tuzluluğunun belirlenmesi

Toprakta, pH ve EC'yi belirlemek üzere 2 mm'lik elekten geçirilen topraklar saf su ile doyurularak saturasyon çamuru yapılmış ve elde edilen ekstraktan

elektriksel iletkenlik (EC) ve pH değerleri belirlenmiştir (şekil 3.12.). Ekstraktın EC değerleri EC metre okumasıyla, pH'sı ise; pH metre okuması ile belirlenmiştir (Bower ve Wilcox, 1965).



şekil 3.12. Toprak tuzluluk değerinin belirlenmesi

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Sulama Suyu Miktarlarına İlişkin Bulgular

Biber fidelerinin dikiminden sonra fidelere can suyu verilmiştir. Bitkinin tarlaya adaptasyonu sağlanarak deneme konularının başlangıcına kadar geçen toplam süreçte her bir parselde toplam 71 mm sulama suyu uygulanmıştır. Çalışmada sulama programı 2016 yılında, 17 Haziran ile 03 Ekim arasında yürütülerek toplam 25 adet sulama yapılmıştır.

Deneme konularında sulamalar 4 gün ara ile yapılmış olup uygulanan sulama suyu miktarları 1449 ile 483 mm arasında değişmiştir. En fazla sulama I₁ konusunda, en az sulama ise I₅ konusunda gerçekleşmiştir (Çizelge 4.1.).

Çizelge 4.1. Konulara uygulanan sulama suyu miktarları (mm)

Konular	Sulama Suyu Miktarları (mm)
I ₁	1449
I ₂	1207
I ₃	966
I ₄	724
I ₅	483

Taş ve ark. (2011), tarafından Harran Ovası koşullarında biber bitkisinin (*Capsicum annum* L.) sulama programının belirlenmesi amacıyla, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında yürütülen çalışmada, üç farklı sulama aralığı (2, 4 ve 6 gün) ile üç farklı bitki pan katsayısı (K_{cp1}=1.25, K_{cp2}=1.00 ve K_{cp3}=0.75) dikkate alınmış ve deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları 652-1010 mm değişmiştir. Kırnak ve ark. (2002), topraküstü ve toprakaltı damla sulama sistemlerinde farklı sulama düzeylerinin biber bitkisinin gelişimi ve verim özelliklerine etkisini araştırdıkları çalışmada, sulama suyu miktarı TUDSS ve TADSS için 683- 1351 mm değiştiğini ortaya koymuşlardır.

4.2. Bitki Su Tuketimine İlişkin Bulgular

TÜDSS’de bitki su tüketim değerleri sırasıyla; 1519, 1287, 1056, 814 ve 597 mm olarak hesaplanmıştır. TADSS’de bitki su tüketim değerleri ise sırasıyla; 1479, 1248, 1016, 776 ve 557 mm olarak hesaplanmıştır. TÜDSS’de en fazla bitki su tüketimi I₁ konusunda, en az bitki su tüketimi ise I₅ konusunda gerçekleşmiştir. TADSS’de en fazla bitki su tüketimi I₁ konusunda, en az bitki su tüketimi ise I₅ konusunda gerçekleşmiştir. (Çizelge 4.2.).

Çizelge 4.2. Sulama sistemlerine göre belirlenen bitki su tüketimi miktarları (mm)

Konular	TÜDSS- ET (mm)	TADSS-ET (mm)
I ₁	1519	1479
I ₂	1287	1248
I ₃	1056	1016
I ₄	814	776
I ₅	597	557

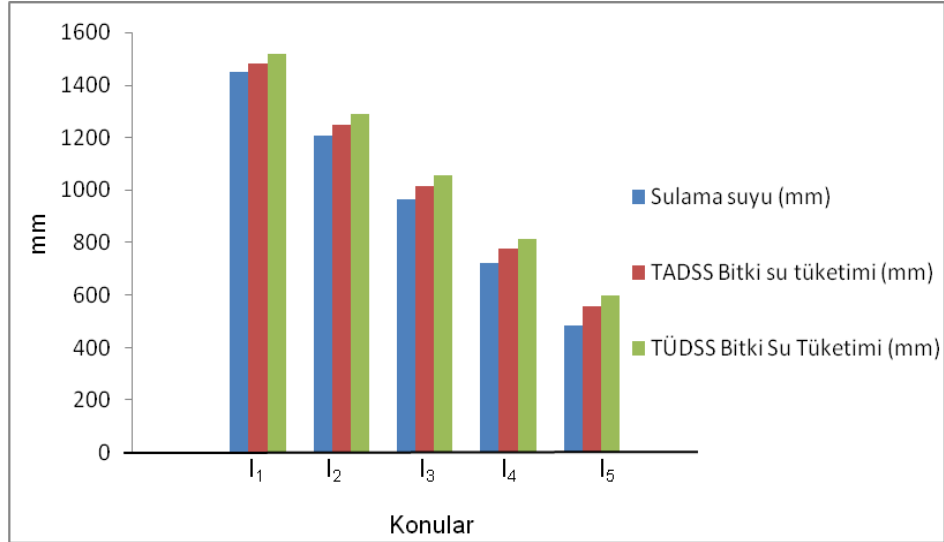
Çalışmada I₃ konusu, D₁₀, D₁₅ ve D₂₅ farklı lateral toprak derinliğine uygulanmıştır (Çizelge 4.3.). Lateral uygulama derinliklerine göre elde edilen bitki su tüketim değerleri; D₁₀ için 1029 mm, D₁₅ için 1016 mm ve D₂₅ için 998 mm olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.3. Lateral derinliklerine göre bitki su tüketim miktarları (mm)

Konular	ET (mm)		
	D ₁₀	D ₁₅	D ₂₅
I ₃	1029	1016	998

Kırnak ve ark. (2002), topraküstü ve toprakaltı damla sulama sistemlerinde farklı sulama düzeylerinin biber bitkisinin gelişim ve verim özelliklerine etkisini araştırdıkları çalışmada; A-sınıfı buharlama kabından yararlanılarak bitkilere dört farklı gelişme döneminde (I, II, III, IV), iki günde bir dört farklı düzeyde (A, B, C, D) sulama suyu uygulanmıştır. Mevsimlik su kullanımı SDI konusunda 715-1412 mm, SSDI konusunda ise 765 ile 1475 mm arasında değişmiştir. Taş ve ark. (2011) tarafından, Harran Ovası koşullarında biber bitkisinin (*Capsicum annum* L.) sulama programının belirlenmesi amacıyla, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında yürütülen çalışmada, üç farklı sulama aralığı (2, 4 ve 6 gün) ile üç farklı bitki pan katsayısı ($K_{cp1}=1.25$, $K_{cp2}=1.00$ ve $K_{cp3}=0.75$) dikkate alınmış ve deneme konularına uygulanan mevsimlik su tüketimleri ise 726 ile 1069 mm arasında değişmiştir.

Çalışmada, sulama suyu miktarı, TUDSS ve TADSS konularındaki bitki su tüketim değerlerinden daha az çıkmıştır. TADSS konularındaki bitki su tüketim değerleri ise TUDSS konularındaki bitki su tüketim değerlerine oranla daha az bulunmuştur (Şekil 4.1.).

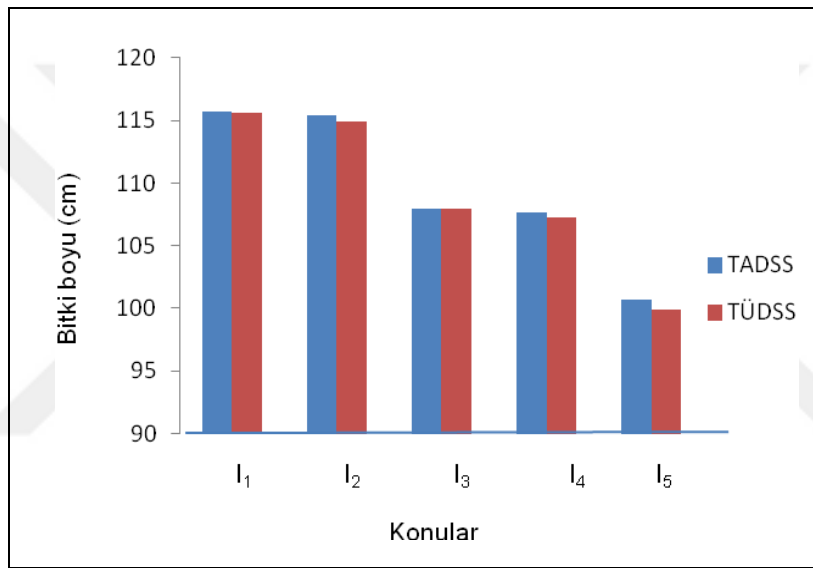


Şekil 4.1. Deneme konularına uygulanan toplam sulama suyu miktarı ile TUDSS ve TADSS konularındaki bitki su tüketim değerleri

4.3. Bitkiye Ait Bazı Morfolojik Bulgular

4.3.1. Bitki boyu

TÜDSS ve TADSS konularında bitki boyu, vejetasyon süresince sistemli olarak ölçülmüş ve bu ölçümler sonucu; bitki boyunun sulama düzeylerine paralellik gösterdiği ve sulama suyu arttıkça değerlerin artış gösterdiği saptanmıştır. TÜDSS ve TADSS konularında bitki boylarının değişimi Şekil 4.2.'de verilmiştir:



Şekil 4.2. TÜDSS ve TADSS konularında bitki boylarının değişimi

Araştırmada, TÜDSS ve TADSS konularından elde edilen bitki boy değerlerinin varyans analizleri yapılmıştır (Çizelge 4.4.). Varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan sulama sisteminin bitki boyu üzerine istatistiksel olarak önemli düzeyde bir etkisi olmadığı gözlenmiştir. Ancak sulama düzeyinin %1 önem seviyesinde bitki boyunda etkili olduğu saptanmıştır. Buna göre Duncan gruplaması oluşturulmuştur. En uzun bitki boyu, TADSS'nin I₁ konusunda 115.7 cm elde edilirken, en kısa bitki boyu ise TADSS'nin I₅ konusundan 99.9 cm olarak elde edilmiştir.

Konular arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre verimde; TADSS’de I₁ ve I₂ konuları ile TÜDSS’de I₁ ve I₂ konuları aynı grupta (a), TADSS’de I₃ ve I₄ konusu ile TÜDSS’de I₃ ve I₄ konusu aynı grupta (ab) ve son olarak; TADSS’de I₅ konusu ile TÜDSS’de I₅ konusu aynı grupta (b) yer almıştır. Genel olarak sistemler arasında istatistik olarak fark görülmemiş ama sulama düzeyleri arasındaki fark önemli olarak tespit edilmiş ve en uzun bitki boyu I₁ sulama düzeyinin uygulandığı konularda elde edilmiştir (Çizelge 4.5.).

Çizelge 4.4. Bitki boyu değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sulama Sistemi	1	1.66	1.66	0.06	0.802
Sulama Sistem* Sulama Düzeyi	4	1.05	0.26	0.01	1.000
Sulama Düzeyi	4	1609.77	402.44	15.47**	0.000
Hata	40	1040.56	26.01		

** : % 1’e göre önemli * : % 5’e göre önemli ö.d.: önemli değil

Çizelge 4.5. Konulardan elde edilen bitki boy değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması

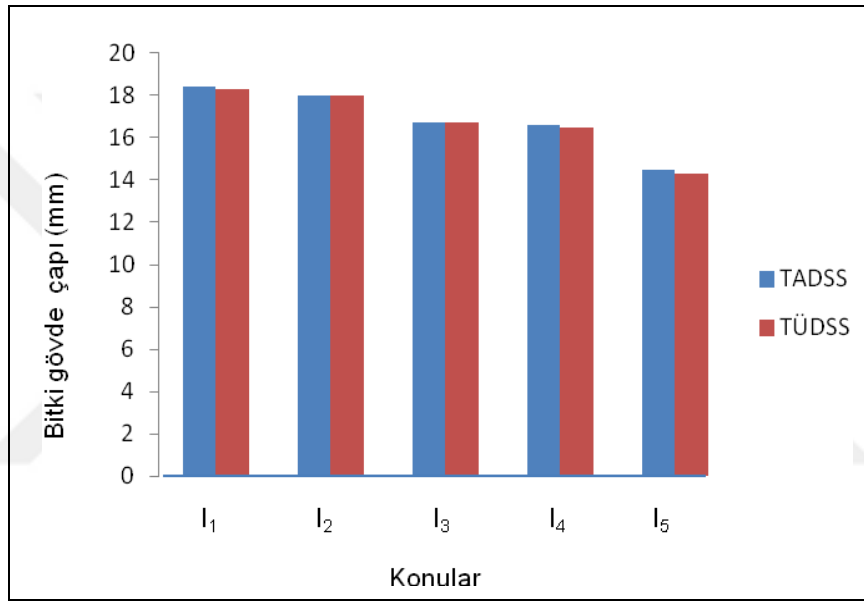
Sulama Sistemi	Sulama Düzeyleri					Ortalama
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	
TÜDSS	115.7 a	115.4 a	108 ab	107.7 ab	100.7 b	109.5 A
TADSS	115.6 a	114.9 a	108 ab	107.3 ab	99.9 b	109.1 A
Ortalama	115.7 A	115.2 A	108 B	107.5 B	100.3 C	

Not: Farklı harflerle gösterilen konu ortalamaları arasındaki fark önemlidir.

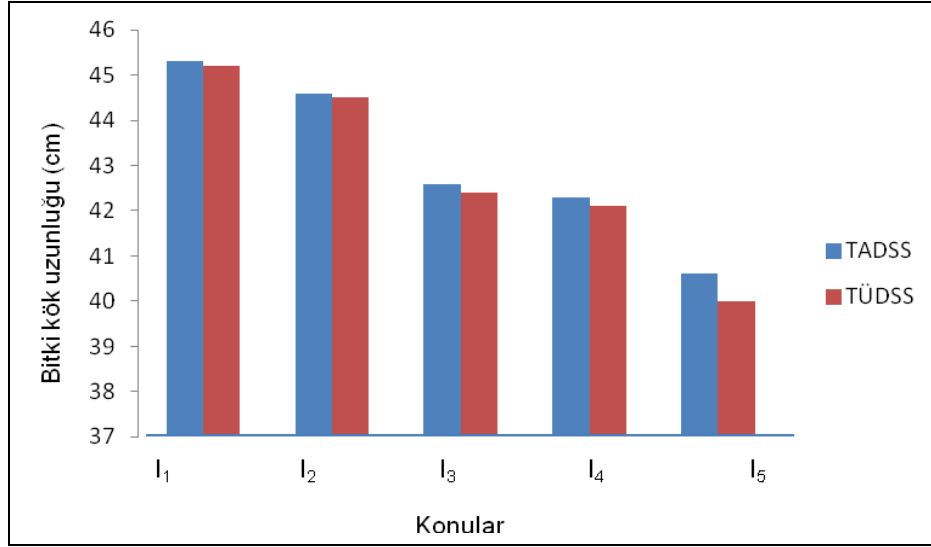
Alparslan (2007) tarafından, Kahramanmaraş ekolojik koşullarında farklı süs biberi popülasyonlarında damla sulamanın bazı verim özellikleri ve capsaisin oranı üzerine etkisini belirlemek amacıyla, bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürüttüğü denemede, süs biberi popülasyonlarında, ortalama bitki boyu uzunlukları 44.60-70.77 cm arasında bulmuştur. Lodhi ve ark. (2004), Hindistan’da süs biberi çeşitleriyle yaptıkları bir ekim sıklığı çalışmasında, en yüksek bitki boyu 40.77 cm, 30 cm sıra arası mesafesinde ölçülmüştür. Atay (2005) tarafından yürütülen çalışmada; Harran Ovası koşullarında yaygın olarak yetiştirilen biber bitkisinde (*Capsicum annum* L.) ortalama bitki boyu 49.0 ile 73.3 cm arasında değiştiği ortaya konmuştur.

4.3.2 Bitki gövde çapı ve bitki kök uzunluğu

TÜDSS ve TADSS konularında bitki gövde çapı (mm) ve bitki kök uzunlukları (cm) vejetasyon süresince sistemli olarak ölçülmüş ve bu ölçümler sonucu; bitki gövde çapı ve bitki kök uzunluğunun sulama düzeylerine paralellik gösterdiği ve sulama suyu arttıkça değerlerin artış gösterdiği saptanmıştır. TÜDSS ve TADSS konularında bitki gövde çapı ve bitki kök uzunluklarının değişimi Şekil 4.3. ve 4.4.'de verilmiştir:



Şekil 4.3. TÜDSS ve TADSS konularında bitki gövde çapı değişimi



Şekil 4.4. TUDSS ve TADSS konularında bitki kök uzunluklarının değişimi

Çalışmada, TUDSS ve TADSS konularından elde edilen bitki gövde çapı (mm) ve bitki kök uzunluğu (cm) değerlerinin varyans analizi yapılmıştır. Buna göre; kullanılan sulama sisteminin bitki gövde çapı (mm) ve bitki kök uzunluğu (cm) üzerine istatistiksel olarak önemli düzeyde bir etkisi olmamıştır (Çizelge 4.6. ve 4.7.). Sulama düzeyinin %1 önem seviyesinde bitki gövde çapına (mm) ve bitki kök uzunluğuna (cm) etkili olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.6. Bitki gövde çapı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sulama Sistemi	1	0.034	0.034	0.05	0.833
Sulama Sistemi* Sulama Düzeyi	4	0.084	0.021	0.03	0.998
Sulama Düzeyi	4	97.444	24.361	32.65**	0.000
Hata	40	29.841	0.746		

** : % 1'e göre önemli * : % 5'e göre önemli ö.d.: önemli değil

Çizelge 4.7. Bitki kök uzunluğu değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sulama Sistemi	1	0.706	0.706	0.36	0.551
Sulama Sistem* Sulama Düzeyi	4	0.415	0.104	0.05	0.994
Sulama Düzeyi	4	157.768	39.442	20.26**	0.000
Hata	40	77.891	1.947		

** : % 1'e göre önemli * : % 5'e göre önemli ö.d.: önemli değil

Varyans analiz sonuçlarına göre Duncan gruplaması oluşturulmuştur (Çizelge 4.8. ve 4.9.). Bitki gövde çapında (mm) en yüksek değer, TADSS'nin I₁ konusunda 18.4 mm, en düşük değer ise TÜDSS'nin I₅ konusunda 14.3 mm olarak elde edilmiştir. Bitki kök uzunluğunda (cm) en fazla değer, TADSS'nin I₁ konusunda 45.3 cm, en az değer ise TÜDSS'nin I₅ konusunda 40 cm olarak saptanmıştır.

Konular arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre bitki gövde çapı; TADSS'de I₂ ve I₃ konusu ile TÜDSS'de, I₁, I₂ ve I₃ konuları aynı grupta (ab), TADSS'de I₄ konusu ile TÜDSS'de I₄ konusu aynı grupta (b) ve son olarak; TADSS'de I₅ konusu ile TÜDSS'de I₅ konusu aynı grupta (c) yer almıştır. Genel olarak, sistemler arasında istatistiksel olarak fark görülmemiş ancak sulama düzeyleri arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir. Bitki kök uzunluğu; TADSS'de I₂ konusu ile TÜDSS'de, I₂ konusu aynı grupta (abc), TADSS'de I₃ konusu ile TÜDSS'de I₃ konusu aynı grupta (abcd) ve son olarak; TADSS'de I₅ konusu ile TÜDSS'de I₅ konusu aynı grupta (d) yer almıştır. Genel olarak sistemler arasında istatistiksel olarak fark görülmemiş ancak sulama düzeyleri arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.8. Konulardan elde edilen bitki gövde çaplarının Duncan yöntemine göre gruplandırılması

Sulama Sistemi	Sulama Düzeyleri					Ortalama
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	
TADSS	18.4 a	18 ab	16.7 ab	16.6 b	14.5 c	16.8 A
TÜDSS	18.3 ab	18 ab	16.7 ab	16.5 b	14.3 c	16.8 A
Ortalama	18.3 A	18 A	16.7 B	16.5 B	14.4 C	

Not: Farklı harflerle gösterilen konu ortalamaları arasındaki fark önemlidir

Çizelge 4.9. Konulardan elde edilen bitki kök uzunluklarının Duncan yöntemine göre gruplandırılması

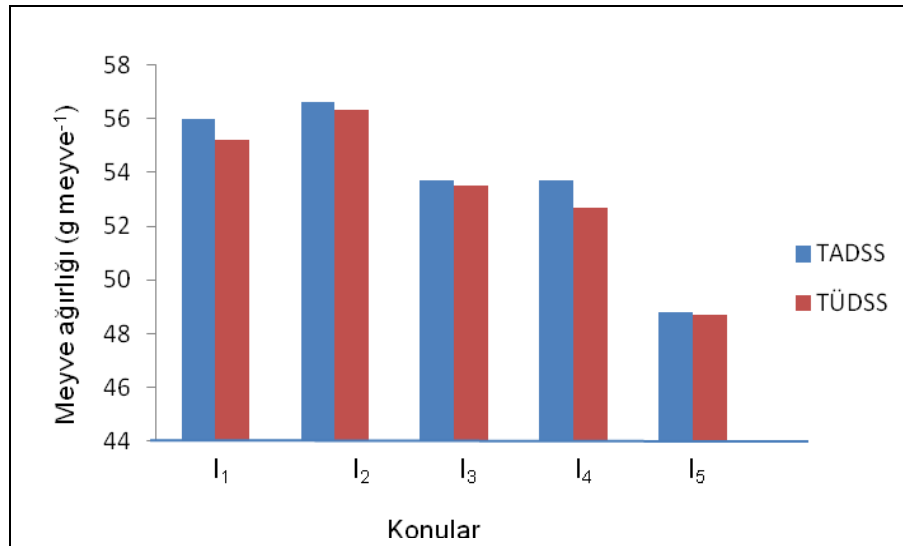
Sulama Sistemi	Sulama Düzeyleri					Ortalama
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	
TADSS	45.3 a	44.6 abc	42.6 abcd	42.3 bcd	40.6 d	43.1 A
TÜDSS	45.2 ab	44.5 abc	42.4 abcd	42.1 cd	40 d	42.8 A
Ortalama	45.3 A	44.6 A	42.5 B	42.2 B	40.3 C	

Not: Farklı harflerle gösterilen konu ortalamaları arasındaki fark önemlidir

Atay (2005) tarafından yürütülen çalışmada; Harran Ovası koşullarında yaygın olarak yetiştirilen biber bitkisinde (*Capsicum annum* L.) bitki gövde çapının 12.95 ile 16.96 mm arasında değiştiği ortaya konmuştur.

4.3.3. Meyve ağırlığı

TÜDSS ve TADSS konularında meyve ağırlığı (g meyve⁻¹), yapılan her hasatta sistemli olarak ölçülmüş, meyve ağırlığının (g meyve⁻¹) sulama düzeylerine paralellik gösterdiği ve sulama suyu arttıkça meyve ağırlığının da artış gösterdiği saptanmıştır. Ancak, I₁ konusunda meyve ağırlığı azalış eğilimi göstermiştir. TÜDSS ve TADSS konularında meyve ağırlığındaki değişim Şekil 4.5.'te verilmiştir:



Şekil 4.5. TÜDSS ve TADSS konularında meyve ağırlığı değişimi

TÜDSS ve TADSS konularından elde edilen meyve ağırlığı (g meyve⁻¹) değerlerinin varyans analizleri yapılmıştır (Çizelge 4.10.). Varyans analiz sonuçlarına göre, kullanılan sulama sisteminin meyve ağırlığı (g meyve⁻¹) üzerine istatistiksel olarak önemli düzeyde bir etkisi olmamıştır. Ancak, sulama düzeyinin %1 önem seviyesinde meyve ağırlığında (g meyve⁻¹) etkili olduğu görülmüştür. Buna göre Duncan gruplaması oluşturulmuştur (Çizelge 4.11.).

Meyve ağırlığı (g meyve⁻¹) değerlerinin fazla olduğu konu, TADSS'nin I₂ konusunda 56.6 g meyve⁻¹, en az olduğu konu ise TÜDSS'nin I₅ konusunda 48.7 g meyve⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Konular arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre verimde; TADSS'de I₁ konusu ile TÜDSS'de I₂ konusu aynı grupta (ab), TADSS'de I₃ konusu ile TÜDSS'de I₁ ve I₃ konusu aynı grupta (abc) ve TADSS'de I₅ konusu ile TÜDSS'de I₅ konusu aynı grupta (d) yer almaktadır. Genel olarak, sistemler arasında istatistiksel yönden fark görülmemiş ancak sulama düzeyleri arasındaki fark önemli olarak tespit edilmiştir. Su miktarı arttıkça meyve ağırlığı (g meyve⁻¹) değerinde artış olmuştur ancak I₁ konusunda değerler bir azalış eğilimi göstermiştir (Çizelge 4.11.).

Çizelge 4.10. Meyve ağırlığı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sulama Sistemi	1	2.171	2.171	1.00	0.323
Sulama Sistem* Sulama Düzeyi	4	1.094	0.273	0.13	0.972
Sulama Düzeyi	4	357.535	89.384	41.18**	0.000
Hata	40	86.825	2.171		

** : % 1'e göre önemli * : % 5'e göre önemli ö.d.: önemli değil

Çizelge 4.11. Konulardan elde edilen meyve ağırlığı (g meyve-1) değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması

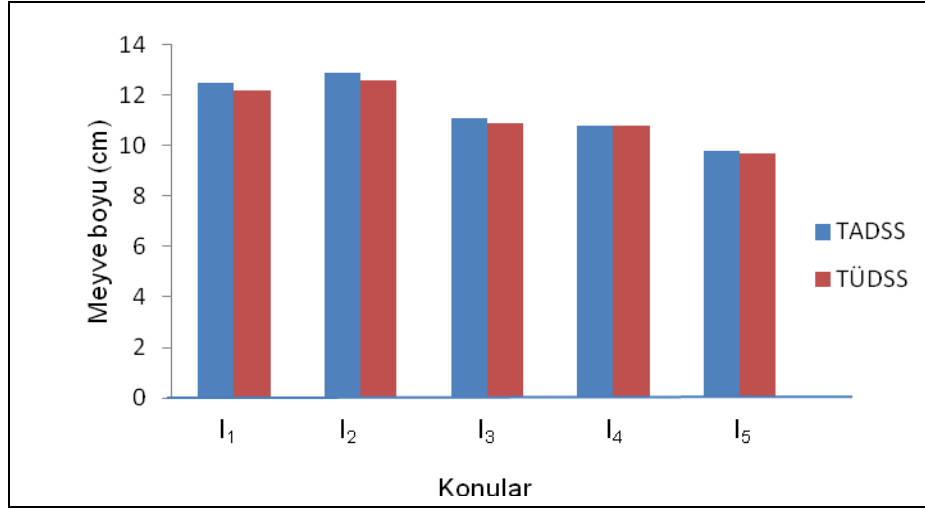
Sulama Sistemi	Sulama Düzeyleri					Ortalama
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	
TADSS	56 ab	56.6 a	53.7 abc	53.4 bc	48.8 d	53.7 A
TÜDSS	55.2 abc	56.3 ab	53.5 abc	52.7 c	48.7 d	53.3 A
Ortalama	55.6 A	56.5 A	53.6 B	53.1 B	48.8 C	

Not: Farklı harflerle gösterilen konu ortalamaları arasındaki fark önemlidir

Sezen ve ark. (2016) tarafından yürütülen çalışmada, Tarsus Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Topçu İstasyonunda Karaisalı salçalık biber bitkisinde iki yıl boyunca DTS konusunda en yüksek meyve ağırlığı 65.58 g ve 73.28 g olarak elde edilmiştir. Kırnak ve ark. (2002) tarafından, Harran Ovası koşullarında biber bitkisinin (*Capsicum annum* L.) sulama programının belirlenmesi amacıyla, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında yürütülen çalışmada; meyve ağırlığının TÜDSS'nde 27.9 ile 40.1 g meyve⁻¹, ve TADSS'nde 34.2 ile 45.1 g meyve⁻¹ arasında değiştiği ortaya konmuştur. Demirel ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmada, TMA'nın ilk yılda 29.4- 87.2 gr, ikinci yılda ise 20.2-110.2 gr değiştiğini bulunmuştur.

4.3.4. Meyve boyu

TÜDSS ve TADSS konularında meyve boyu (cm), yapılan her hasatta sistemli olarak ölçülmüştür. Meyve boyunun, I₂, I₃, I₄, ve I₅ sulama düzeylerine paralellik gösterdiği ve sulama suyu arttıkça değerlerinde arttığı belirlenmiştir. I₁ konusunda ise değerler azalış eğilimi göstermiştir (Şekil 4.6.).



Şekil 4.6. TUDSS ve TADSS konularında meyve boyu değişimi

TUDSS ve TADSS konularından elde edilen meyve boyu (cm) değerlerinin varyans analizleri yapılmıştır (Çizelge 4.12.). Varyans analiz sonuçlarına göre, kullanılan sulama sisteminin meyve boyu (cm) üzerine istatistiksel olarak önemli düzeyde bir etkisinin olmadığı ancak sulama düzeyinin %1 önem seviyesinde meyve boyunda (cm) etkili olduğu belirlenmiştir. Buna göre, Duncan gruplaması oluşturulmuştur (Çizelge 4.13.).

Meyve boylarının (cm) en uzun olduğu konu, TADSS'nin I₂ konusunda 12.9 cm, en az olduğu konu ise TUDSS'nin I₅ konusunda 9.7 cm olarak belirlenmiştir.

Meyve boyuna göre konular arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi ile; TADSS'de I₂ konusu ile TUDSS'de I₂ konusunun aynı grupta (a), TADSS'de I₄ konusu ile TUDSS'de I₄ konusunun aynı grupta (cd), TADSS'de I₅ konusu ile TUDSS'de I₅ konusunun aynı grupta (d) yer aldığı belirlenmiştir. Genel olarak, sistemler arasında istatistiksel yönden fark görülmemiş ancak sulama düzeyleri arasındaki fark önemli olarak tespit edilmiş ve su miktarı arttıkça meyve boyu (cm) değerinde artış olduğu görülmüştür. I₁ konusunda ise değerler çok az da olsa bir azalış eğilimi göstermiştir.

Çizelge 4.12. Meyve boyu değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sulama Sistemi	1	0.3767	0.3767	0.74	0.395
Sulama Sistem* Sulama Düzeyi	4	0.0669	0.0167	0.03	0.998
Sulama Düzeyi	4	59.2420	14.8105	29.02**	0.000
Hata	40	20.4132	0.5103		

** : % 1'e göre önemli * : % 5'e göre önemli ö.d.: önemli değil

Çizelge 4.13. Konulardan elde edilen meyve boyu (cm) değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması

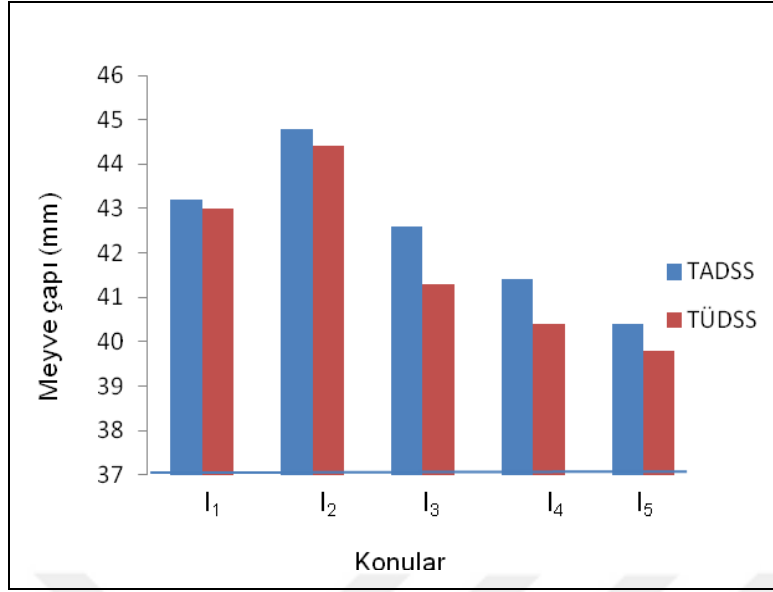
Sulama Sistemi	Sulama Düzeyleri					Ortalama
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	
TADSS	12.5 ab	12.9 a	11.1 bcd	10.8 cd	9.8 d	11.4 A
TÜDSS	12.2 abc	12.6 a	10.9 cd	10.8 cd	9.7 d	11.2 A
Ortalama	12.3 A	12.7A	11 B	10.8 B	9.7 C	

Not: Farklı harflerle gösterilen konu ortalamaları arasındaki fark önemlidir

Demirel ve ark. (2012), Çanakkale yöresinde 2009-2010 yıllarında yetiştirdikleri biberin (*Capsicum annum* Cv. Kapija) DTS konusunda en yüksek meyve boyunu ilk yıl; 8.4-12.1 cm, ikinci yıl; 8.2-15.0 cm belirlemişlerdir. Sung ve ark.(2005) tarafından, Tayvan'da üç acı biber popülasyonu kullanarak yapılan çalışmada, kısıtlı su uygulaması ile strese giren bitkilerin, meyvelerinin küçük kaldığı tespit edilmiştir. Sezen ve ark. (2016) tarafından, Tarsus Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Topçu İstasyonu'nda Karaisalı salçalık biber bitkisinin yetiştirildiği çalışmada, DTS konusunda en yüksek meyve boyu 15.06 cm ve 13.88 cm olarak elde edilmiştir.

4.3.5. Meyve çapı

TÜDSS ve TADSS konularında meyve çapı (mm) yapılan her hasatta sistemli olarak ölçülmüş ve bu ölçümler sonucu; meyve çapının sulama düzeylerine paralellik gösterdiği ve sulama suyu arttıkça değerlerin arttığı ancak I₁ konusundaki değerlerin azalış eğilimi gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.7.).



Şekil 4.7. TUDSS ve TADSS konularında meyve çapı değişimi

TUDSS ve TADSS konularından elde edilen meyve çapı (mm) değerlerinin varyans analizleri yapılmıştır (Çizelge 4.14.). Buna göre kullanılan sulama sisteminin meyve çapı (mm) üzerine istatistiksel olarak önemli düzeyde bir etkisi olmamıştır. Ancak, sulama düzeyinin %1 önem seviyesinde meyve çapında (mm) etkili olduğu görülmüştür. Varyans analiz sonuçlarına göre, Duncan gruplaması oluşturulmuştur (Çizelge 4.15.).

Meyve çapı (mm) değerleri, en fazla TADSS'nin I₂ konusunda 44.8 mm, en az TUDSS'nin I₅ konusunda 39.8 mm olarak elde edilmiştir.

Meyve çapına göre konular arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi ile; TADSS'de I₁ konusu ile TUDSS'de I₁ konusunun aynı grupta (ab), TADSS'de I₂ konusu ile TUDSS'de I₂ konusunun aynı grupta (a), TADSS'de I₄ konusu ile TUDSS'de I₃ konusunun aynı grupta (bcd), TADSS'de I₅ konusu ile TUDSS'de I₄ konusunun aynı grupta (cd), yer aldığı belirlenmiştir. Genel olarak sistemler arasında istatistiksel yönden fark görülmemiş ancak sulama düzeyleri arasındaki farkın önemli olarak tespit edilmiş ve su miktarı arttıkça meyve çapı (mm) değerinde artış olduğu görülmüştür. I₁ konusundaki değerler bir azalış eğilimi göstermiştir.

Çizelge 4.14. Meyve çapı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sulama Sistemi	1	6.198	6.198	4.54	0.439
Sulama Sistem* Sulama Düzeyi	4	1.739	0.435	0.32	0.864
Sulama Düzeyi	4	125.927	31.482	23.04**	0.000
Hata	40	54.665	1.367		

** : % 1'e göre önemli * : % 5'e göre önemli ö.d.: önemli değil

Çizelge 4.15. Konulardan elde edilen meyve çapı (mm) değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması

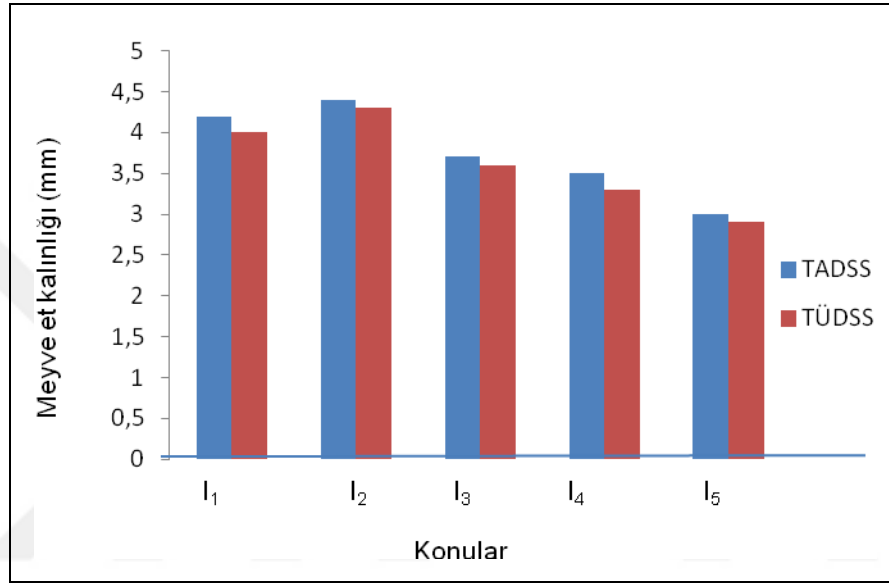
Sulama Sistemi	Sulama Düzeyleri					Ortalama
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	
TADSS	43.2 ab	44.8 a	42.6 abc	41.4 bcd	40.4 cd	42.5 A
TÜDSS	43 ab	44.4 a	41.3 bcd	40.4 cd	39.8 d	41.8 A
Ortalama	43.1 AB	44.6 A	41.9 BC	40.9 CD	40.1 D	

Not: Farklı harflerle gösterilen konu ortalamaları arasındaki fark önemlidir.

Demirel ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmada; Çanakkale yöresinde 2009-2010 yıllarında yetiştirilen biberin (*Capsicum annum* Cv. Kapija), meyve çapı değerleri ilk yıl; 38.3-51.4 mm, ikinci yıl; 31.4-57.6 mm belirlemiştir. Erken (2004) tarafından, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dardanos Araştırma ve Uygulama alanında 2002 ve 2003 yıllarında yürütülen çalışmada; California wonder biber çeşidinde en yüksek meyve çapı değeri en çok sulama suyu uygulanan konudan elde edilmiştir. Meyve çapı değerleri ilk yıl 59.34 mm ile 78.10 mm arasında değişmiştir. İkinci yıl ise meyve çapı değerleri 80.1 mm ile 95.4 mm arasında değişmiştir. Atay (2005) tarafından yürütülen çalışmada; Harran Ovası koşullarında yaygın olarak yetiştirilen biber bitkisinde (*Capsicum annum* L.) ortalama meyve çapının 37.80 ile 46.89 mm arasında değiştiği ortaya konmuştur.

4.3.6. Meyve et kalınlığı

TÜDSS ve TADSS konularında meyve et kalınlığı (mm) yapılan her hasatta sistemli olarak ölçülmüş ve bu ölçümler sonucu; meyve et kalınlığının sulama düzeylerine paralellik gösterdiği ve sulama suyu arttıkça değerlerin arttığı ancak I₁ konusundaki değerlerin azalış eğiliminde olduğu saptanmıştır (Şekil 4.8.).



Şekil 4.8. TÜDSS ve TADSS konularında meyve et kalınlığı değişimi

TÜDSS ve TADSS konularından elde edilen meyve et kalınlığı (mm) değerlerinin varyans analizleri yapılmıştır (Çizelge 4.16.). Buna göre; kullanılan sulama sisteminin meyve et kalınlığı (mm) üzerine istatistiksel olarak önemli düzeyde bir etkisi olmadığı ancak sulama düzeyinin %1 önem seviyesinde meyve et kalınlığında (mm) etkili olduğu görülmüştür. Varyans analiz sonuçlarına göre, Duncan gruplaması oluşturulmuştur (Çizelge 4.17.).

Meyve et kalınlığı (mm) değerlerinin fazla olduğu konu, TADSS'nin I₂ konusunda 4.4 mm, en az olduğu konu ise TÜDSS'nin I₅ konusunda 2.9 mm olarak belirlenmiştir.

Meyve et kalınlığına göre konular arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi ile TÜDSS'de I₂ konusu ile TADSS'de I₁ konusunun aynı grupta (ab), TADSS'de I₄ konusu ile TÜDSS'de I₃ konusunun aynı grupta (bcde) ve TADSS'de I₅ konusu ile TÜDSS'de I₅ konusunun aynı grupta (e) yer aldığı belirlenmiştir. Genel olarak, sistemler arasında istatistiksel yönden fark görülmemiş ancak sulama düzeyleri arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir. Su miktarı arttıkça meyve et kalınlığı (mm) değerinde artış olduğu ancak I₁ konusundaki değerlerin bir azalış eğilimi gösterdiği saptanmıştır.

Çizelge 4.16. Meyve et kalınlığı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sulama Sistemi	1	0.2436	0.2436	1.71	0.198
Sulama Sistem* Sulama Düzeyi	4	0.0123	0.0031	0.02	0.999
Sulama Düzeyi	4	12.9893	3.2473	22.80**	0.000
Hata	40	56.982	0.1425		

** : % 1'e göre önemli * : % 5'e göre önemli ö.d.: önemli değil

Çizelge 4.17. Konulardan elde edilen meyve et kalınlığı (mm) değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması

Sulama Sistemi	Sulama Düzeyleri					Ortalama
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	
TADSS	4.2 ab	4.4 a	3.7 abcd	3.5 bcde	3 d e	3.7 A
TÜDSS	4 abc	4.3 ab	3.6 bcde	3.3 cde	2.9 e	3.6 A
Ortalama	4.1 A	4.3 A	3.6 B	3.4 BC	2.9 C	

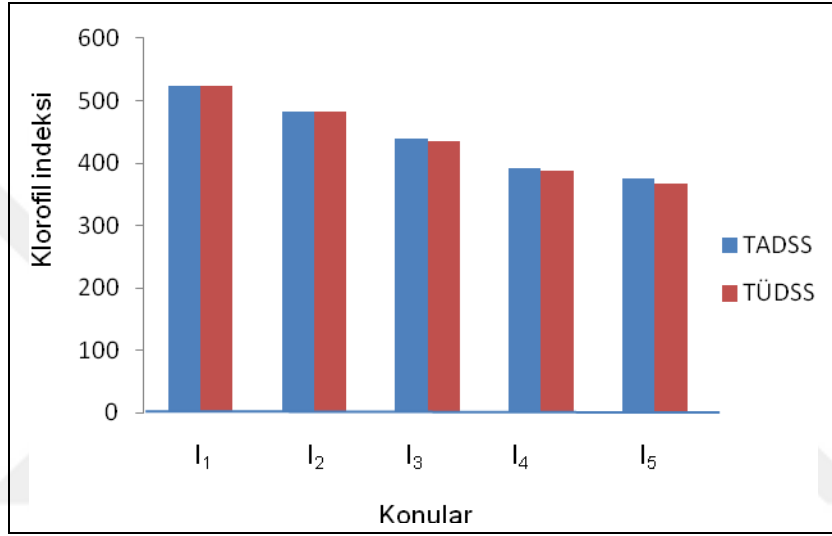
Not: Farklı harflerle gösterilen konu ortalamaları arasındaki fark önemlidir.

Sezen ve ark. (2016) tarafından, Tarsus Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Topçu İstasyonunda Karaisalı salçalık biber bitkisi üzerine yapılan çalışmada; en yüksek meyve eti kalınlığı DTS ve DKS-75 konusunda 4.08 ve 3.97 mm olarak elde edilmiştir.

4.4. Bitkiye Ait Bazı Fizyolojik Bulgular

4.4.1. Klorofil indeksi

TÜDSS ve TADSS konularında klorofil indeksi sistemli olarak ölçülmüş ve bu ölçümler sonucu; klorofil indeksinin sulama düzeyleri ile paralellik gösterdiği ve sulama suyu arttıkça değerlerin artış gösterdiği saptanmıştır (Şekil 4.9.).



Şekil 4.9. TÜDSS ve TADSS konularında klorofil indeksi değişimi

TÜDSS ve TADSS konularından elde edilen klorofil indeksi değerlerinin varyans analizleri yapılmıştır (Çizelge 4.18.). Buna göre kullanılan sulama sisteminin klorofil indeksi üzerine istatistiksel olarak önemli düzeyde bir etkisi olmamıştır. Ancak, sulama düzeyinin %1 önem seviyesinde klorofil indeksi üzerine etkili olduğu görülmüştür. Varyans analiz sonuçlarına göre, Duncan gruplaması oluşturulmuştur (Çizelge 4.19.).

Klorofil indeksinin en fazla olduğu konu, TADSS'nin I₁ konusunda 523.9 olarak elde edilirken, en az olduğu konu ise TÜDSS'nin I₅ konusunda 366.9 olarak tespit edilmiştir.

Klorofil indeksine göre, konular arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi ile; TADSS'de I₁ konusu ile TUDSS'de I₁ konusunun aynı grupta (a), TADSS 'de I₂ konusu ile TUDSS'de I₂ konusunun aynı grupta (ab), TADSS'de I₃ konusu ile TUDSS'de I₃ konusunun aynı grupta (bc) ve son olarak; TADSS'de I₄ ve I₅ konuları ile TUDSS'de I₄ ve I₅ konularının aynı grupta (c) yer aldığı belirlenmiştir. Genel olarak, sistemler arasında istatistiksel yönden fark görülmemiş ancak sulama düzeyleri arasındaki fark önemli olarak tespit edilmiştir. Su miktarı arttıkça klorofil indeksinde artış olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4.18. Klorofil indeksine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sulama Sistemi	1	122	122	0.09	0.770
Sulama Sistem* Sulama Düzeyi	4	115	29	0.02	0.999
Sulama Düzeyi	4	161476	40369	28.52**	0.000
Hata	40	56612	1415		

** : % 1'e göre önemli * : % 5'e göre önemli ö.d.: önemli değil

Çizelge 4.19. Konulardan elde edilen klorofil indeksi Duncan yöntemine göre gruplandırılması

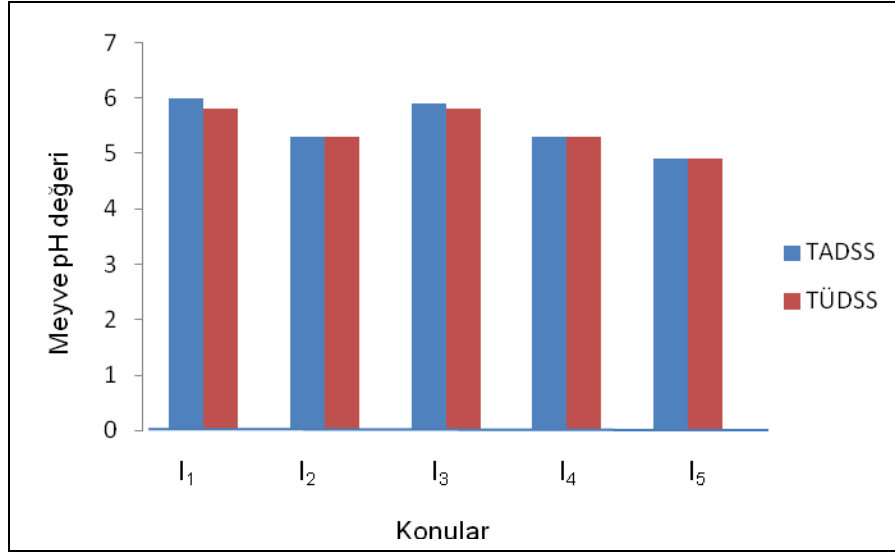
Sulama Sistemi	Sulama Düzeyleri					Ortalama
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	
TADSS	523.9 a	482.8 ab	439.8 bc	390.9 c	375.2 c	442.5 A
TUDSS	523.8 a	482.6 ab	435.5 bc	388.2 c	366.9 c	439.4 A
Ortalama	523.8 A	482.7 AB	437.6 BC	389.6 CD	371 D	

Not: Farklı harflerle gösterilen konu ortalamaları arasındaki fark önemlidir.

Atay (2005) tarafından yürütülen çalışmada; Harran Ovası koşullarında yaygın olarak yetiştirilen biber bitkisinde (*Capsicum annum* L.) klorofil indeks değerinin 388 ile 572 arasında değiştiği ortaya konmuştur.

4.4.2. Meyve pH değeri

TUDSS ve TADSS konularında, uygulanan sulama suyunun meyve pH değeri üzerine etkisinin önemsiz olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.10.).



Şekil 4.10. TUDSS ve TADSS konularında meyve pH değişimi

TUDSS ve TADSS konularında elde edilen meyve pH değerlerinin varyans analizleri yapılmıştır (Çizelge 4.20.). Buna göre, kullanılan sulama sistemlerinin ve sulama düzeylerinin pH değeri üzerine istatistiksel olarak önemli düzeyde bir etkisi olmamıştır. Varyans analiz sonuçlarına göre, Duncan gruplaması oluşturulmuştur (Çizelge 4.21.).

Meyve pH değerleri, en fazla TADSS'nin I₁ konusunda 6.0, en az ise TUDSS'nin I₅ konusundan 4.9 olarak belirlenmiştir.

Meyve pH değerine göre konular arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi ile; TADSS'de I₃ konusu ile TUDSS'de I₁ ile I₃ konularının aynı grupta (ab), TADSS'de I₂ ile I₄ konularının ile TUDSS'de I₂ ile I₄ konularının aynı grupta (bc) ve son olarak TADSS'de I₅ konusu ile TUDSS'de I₅ konusunun aynı grupta (c) yer aldığı belirlenmiştir. Genel olarak, sistemler arasında ve sulama düzeyleri arasında istatistiksel olarak fark görülmemiştir.

Çizelge 4.20. Meyve pH değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Sulama Sistemi	1	0.04322	0.04322	0.54
Sulama Sistem* Sulama Düzeyi	4	0.02241	0.00560	0.07
Sulama Düzeyi	4	7.25483	1.81371 ö.d.	22.59
Hata	40	3.21088	0.08027	

** : % 1'e göre önemli * : % 5'e göre önemli ö.d.: önemli değil

Çizelge 4.21. Konulardan elde edilen meyve pH değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması

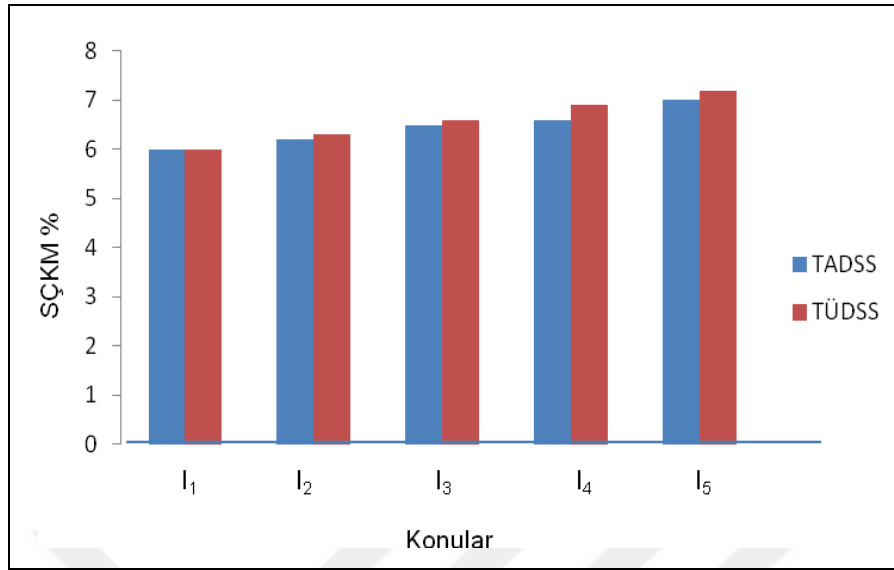
Sulama Sistemi	Sulama Düzeyleri					Ortalama
	l ₁	l ₂	l ₃	l ₄	l ₅	
TADSS	6.0 a	5.3 bc	5.9 ab	5.3 bc	4.9 c	5.5 A
TÜDSS	5.8 ab	5.3 bc	5.8 ab	5.3 bc	4.9 c	5.4 A
Ortalama	5.9 A	5.3 B	5.8 A	5.3 B	4.9 C	

Not: Farklı harflerle gösterilen konu ortalamaları arasındaki fark önemlidir.

Dağdelen ve ark. (2002), Aydın Ovası koşullarında sanayi biberi yetiştiriciliğinde kısıtlı sulama suyu uygulamalarının biberde verim ve bazı kalite kriterleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapmış oldukları çalışmada, bitki gelişim dönemlerinde su kısıtı uygulanan konuların pH üzerine etkisinin önemsiz olduğunu belirtmişlerdir.

4.4.3. Suda çözünen kuru madde (SÇKM)

TÜDSS ve TADSS konularında, SÇKM (%) değerinin sulama suyu azaldıkça artış gösterdiği saptanmıştır (Şekil 4.11.).



Şekil 4.11. TUDSS ve TADSS konularında SÇKM değışimi

TUDSS ve TADSS konularından elde edilen SÇKM (%) değerin varyans analizleri yapılmıştır (Çizelge 4.22.). Varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan sulama sisteminin SÇKM değeri üzerine istatistiksel yönden önemli düzeyde bir etkisi olmadığı ancak sulama düzeyinin %1 önem seviyesinde SÇKM (%) Üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Varyans analiz sonuçlarına göre, Duncan gruplaması oluşturulmuştur (Çizelge 4.23.).

SÇKM değeri fazla olduğu konu, TUDSS'nin I₅ konusunda %7.2, en az olduğu konu ise TUDSS'nin I₁ konusu ile TADSS'nin I₁ konusunda %6 olarak saptanmıştır.

SÇKM değeri göre konular arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi ile; TADSS'de I₄ konusu ile TUDSS'de I₃ konusunun aynı grupta (bcd) ve TADSS'de I₂ konusu ile TUDSS'de I₂ konusunun aynı grupta (de) ve son olarak TADSS'de I₁ konusu ile TUDSS'de I₁ konusunun aynı grupta (e) yer aldığı belirlenmiştir. Genel olarak, sistemler arasında fark görülmemiş ancak sulama düzeyleri arasında fark olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4.22. SÇKM değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sulama Sistemi	1	0.23120	0.23120	4.05	0.051
Sulama Sistem* Sulama Düzeyi	4	0.09480	0.02370	0.42	0.797
Sulama Düzeyi	4	7.59080	1.89770	33.23**	0.000
Hata	40	2.28400	0.05710		

** : % 1'e göre önemli * : % 5'e göre önemli ö.d.: önemli değil

Çizelge 4.23. Konulardan elde edilen SÇKM değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması

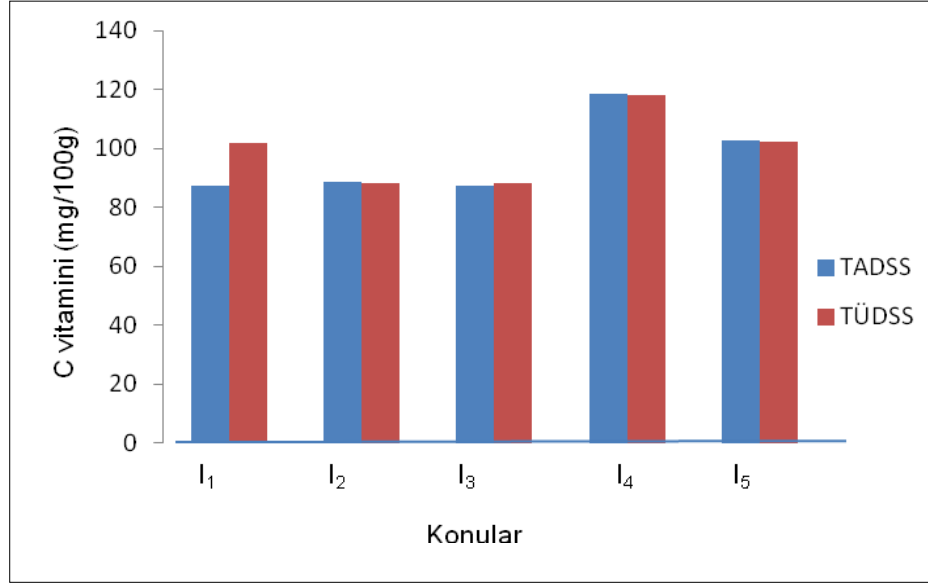
Sulama Sistemi	Sulama Düzeyleri					Ortalama
	l ₁	l ₂	l ₃	l ₄	l ₅	
TADSS	6 e	6.2 de	6.5 cde	6.6 bcd	7 ab	6.5A
TÜDSS	6 e	6.3 de	6.6 bcd	6.9 abc	7.2 a	6.6 A
Ortalama	6 C	6.2 C	6.5 B	6.7 B	7.1 A	

Not: Farklı harflerle gösterilen konu ortalamaları arasındaki fark önemlidir.

Erken (2004), Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dardanos Araştırma ve Uygulama alanında 2002 ve 2003 yıllarında yürütüldüğü çalışmada California wonder biber çeşidinde SÇKM değerlerinin; 2002 yılında %9.3 ile %7.7 arasında ve 2003 yılında ise %9.1 ile %6.5 arasında değiştiğini belirtmiştir. Sezen ve ark. (2016), Tarsus Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Topçu İstasyonunda Karaisalı salçalık biber bitkisi üzerine yaptıkları çalışmada; 2010 yılı kuru madde miktarları; 10.44 ile 11.71 g/100g arasında, 2011 yılı kuru madde miktarları ise; 9.27 ile 10.51 g/100g arasında değişim gösterdiğini belirtmiştir.

4.4.4. C vitamini miktarı

TÜDSS ve TADSS konularında, uygulanan sulama suyunun C vitamini (mg/100g) değeri üzerine etkisinin önemsiz olduğu görülmüştür (Şekil 4.12.).



Şekil 4.12. TUDSS ve TADSS konularında C vitamini değişimi

TUDSS ve TADSS konularında elde edilen C vitamini (mg/100g) değerinin varyans analizleri yapılmıştır (Çizelge 4.24.). Buna göre, kullanılan sulama sisteminin ve sulama düzeylerinin C vitamini (mg/100g) değeri üzerine istatistiksel olarak önemli düzeyde bir etkisi olmamıştır. Varyans analiz sonuçlarına göre, Duncan gruplaması oluşturulmuştur (Çizelge 4.25.).

C vitamini (mg/100g) değerlerinin fazla olduğu konu, TADSS'nin I₄ konusunda 118.4 mg/100g, en az olduğu konu ise TADSS'nin I₁ ve I₃ konularında 87.4 mg/100g olarak saptanmıştır.

C vitamini değerlerine göre, konular arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi ile; TADSS'de I₄ konusu ile TUDSS'de I₄ konusunun aynı grupta (a), TADSS'de I₅ konusu ile TUDSS'de I₅ konusunun aynı grupta (b) ve son olarak TADSS'de I₃, I₂, I₁ konuları ile TUDSS'de I₃ ve I₂ konularının aynı grupta (c) yer aldığı belirlenmiştir. Genel olarak, sistemler arasında ve sulama düzeyleri arasında istatistiksel olarak fark görülmemiştir.

Çizelge 4.24. C vitamini değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Sulama Sistemi	1	93.57	93.57	3.13
Sulama Sistem* Sulama Düzeyi	4	412.83	103.21	3.45
Sulama Düzeyi	4	6404.99	1601.25 ö.d.	53.59
Hata	40	1195.17	29.88	

** : % 1'e göre önemli * : % 5'e göre önemli ö.d.: önemli değil

Çizelge 4.25. Konulardan elde edilen C vitamini değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması

Sulama Sistemi	Sulama Düzeyleri					Ortalama
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	
TADSS	87.4 c	88.5 c	87.4 c	118.4 a	102.9 b	96.9 A
TÜDSS	101.6 b	88.3 c	88 c	118.1 a	102.3 b	99.7 A
Ortalama	94.5 B	88.4 B	87.7 B	118.3 A	102.6 B	

Not: Farklı harflerle gösterilen konu ortalamaları arasındaki fark önemlidir.

Kırnak ve ark. (2014), Harran Ovası koşullarında paprika biberinde sulama suyu seviyesinin verim ve kalite üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada; ortalama nem, ASTA, kapsaisin, C-vitamini ve beta-karoten içeriği değerleri sırasıyla % 84.1, 261.1, 0.4 mg kg⁻¹, 1890.4 mg kg⁻¹ ve 98.9 mg kg⁻¹ olarak elde edilmiştir. Sulama ve interaksiyonların C vitamin ve kapsaisin üzerine etkilerini de önemsiz olarak bulmuşlardır.

4.5. Biber (*Capsicum annuum* L.) Verimine İlişkin Bulgular

Araştırmada 30.07.2016 ve 16.10.2016 tarihleri arasında yapılan 10 adet yapılmıştır. Sulama sistemlerine göre elde edilen biber verimi; TÜDSS'de en yüksek 5100.5 kg da⁻¹ ile I₂ konusunda, TADSS'de en yüksek 5120.8 kg da⁻¹ ile I₂ konusunda bulunmuştur. Verim sonuçlarına ilişkin değerler Çizelge 4.26.'da sunulmuştur. Harran Ovası'nda biber bitkisinin yetiştiriciliğinde, her iki damla sulama sistemi için Class A Pan buharlaşma kabının kullanılmıştır. TÜDSS ve TADSS sulama sistemleri için verim değeri en fazla I₂ konusunda bulunmuş ve Kcp katsayısı 1.25 olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.26. Sulama sistemleri ve sulama düzeylerine göre elde edilen biber verimi

Konular	Verim (kg da ⁻¹)	
	TADSS	TÜDSS
I ₁	5024.4	5011.6
I ₂	5120.8	5100.5
I ₃	4697.3	4660.1
I ₄	3942.6	3922.8
I ₅	3195.7	3176.1

Çevik ve ark. (1996) yaptıkları çalışmada, önerdikleri konudan 7062 kg da⁻¹ ürün aldıklarını bildirmişlerdir. Kırnak ve ark. (2002) tarafından, TÜDSS ve TADSS’de farklı sulama düzeylerinin biber bitkisinin gelişimi ve verim özelliklerine etkisi üzerine yapılan çalışmada, TÜDSS’ye göre en yüksek verim miktarı 5080.0 kg da⁻¹, TADSS’ye göre 5520.0 kg da⁻¹ olarak elde edilmiştir. Erken (2004), Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi’nde yürüttüğü çalışmada, 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 etmiştir. Taş ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada, konulardan elde edilen verim değerleri 2444 - 4703 kg da⁻¹ gerçekleşmiştir. Şen (2015)’e göre en yüksek verim 3 gün sulama aralığında % 125 oranında sulama suyu uygulanan T₅ konusundan (5424.24 kg/da), en düşük verim ise 3 gün sulama aralığında % 25 oranında sulama suyu uygulanan T₁ konusundan (3009.20 kg/da) elde edilmiştir. Taş ve ark. (2011), Harran Ovası koşullarında biber bitkisinin damla sulama yöntemiyle sulanması durumunda, sulama aralığı olarak 2 gün, bitki katsayısı olarak 1.25’in seçilmesinin yanında sulama suyu miktarının hesaplanmasında bitki örtü yüzdesi değeri ile düzeltilmesinin uygun olacağı belirlenmiştir.

Biber verimleri varyans analizlerine tabi tutulmuştur (Çizelge 4.27.). Varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan sulama sisteminin biber verimi üzerine istatistiksel olarak önemli düzeyde bir etkisi olmamıştır. Ancak sulama düzeyinin %1 önem seviyesinde verimde etkili olduğu görülmüştür. Buna göre Duncan gruplaması oluşturulmuştur (Çizelge 4.28).

Çizelge 4.27. Biber verimine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sulama Sistemi	1	5867	5867	0.14	0.708
Sulama Sistem* Sulama Düzeyi	4	819	205	0.00	1.000
Sulama Düzeyi	4	25961557	6490389	157.07**	0.000
Hata	39	1611549	41322		

** : % 1'e göre önemli * : % 5'e göre önemli ö.d.: önemli değil

Çizelge 4.28. Konulara göre elde edilen verim değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması

Sulama Sistemi	Sulama Düzeyleri					Ortalama
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	
TADSS	5024.4 ab	5120.8 a	4697.3 ab	3942.6 c	3195.7 d	4396.2 A
TÜDSS	5011.6 ab	5100.5 a	4660.1 b	3922.8 c	3176.1 d	4374.2 A
Ortalama	5018.0 A	5110.6 A	4678.7 B	3932.7 C	3185.9 D	

Not: Farklı harflerle gösterilen konu ortalamaları arasındaki fark önemlidir

Konular arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre en yüksek verim, TADSS'nin I₂ konusunda 5120.8 kg da⁻¹ elde edilirken, en düşük verim ise TÜDSS'nin I₅ konusundan 3176.1 kg da⁻¹ olarak elde edilmiştir. TADSS'de I₂ konusu ile TÜDSS'de I₂ konusu aynı grupta (a), TADSS'de I₁ ve I₃ konuları ile TÜDSS'de I₁ konusu aynı grupta (ab), TADSS'de I₄ konusu ile TÜDSS'de I₄ konusu aynı grupta (c) ve son olarak; TADSS'de I₅ konusu ile TÜDSS'de I₅ konusu aynı grupta (d) yer almıştır. Genel olarak sistemler arasında istatistiksel olarak fark görülmemiştir, ancak sulama düzeyleri arasındaki fark önemli düzeydedir ve en yüksek verim I₂ sulama düzeyinin uygulandığı konularda elde edilmiştir.

Çalışmada, toprakaltı sulama sistemleri ile ilgili uygulama yapılan farklı lateral derinlikleri için elde edilen verim değerleri 4667.7 kg da⁻¹ ile 4716.3 kg da⁻¹ arasında değişmiştir. Lateral uygulama derinliklerine göre elde edilen verim değerleri Çizelge 4.29' da sunulmuştur.

Çizelge 4.29. Lateral uygulama derinliklerine göre elde edilen verim değerleri

Konular	Verim (kg da ⁻¹)		
	D ₁₀	D ₁₅	D ₂₅
I ₃	4667.7	4697.3	4716.3

Kırnak ve ark. (2002) tarafından, toprakaltı (20 cm) damla sulama sistemlerinde farklı sulama düzeylerinin biber bitkisinin gelişim ve verim özelliklerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, toprak altı damla sulama sistemlerine göre en yüksek verim miktarı 5520.0 kg da⁻¹ olarak elde edilmiştir.

Verimin TADSS değerlerinin varyans analiz sonuçlarına göre, TADSS’de lateral derinliklerinin verim üzerine istatistik olarak önemli düzeyde bir etkisi olmamıştır (Çizelge 4.30.).

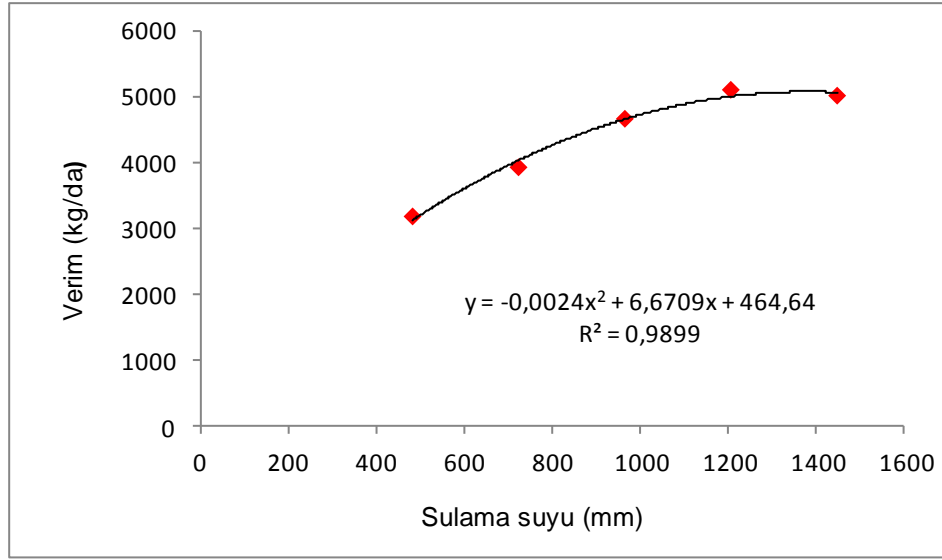
Çizelge 4.30. Derinlik konularında biber verimine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Derinlik	2	5.989	2.994	0.08 ö.d.	0.919
Hata	12	424.517	35.376		
Toplam	14				

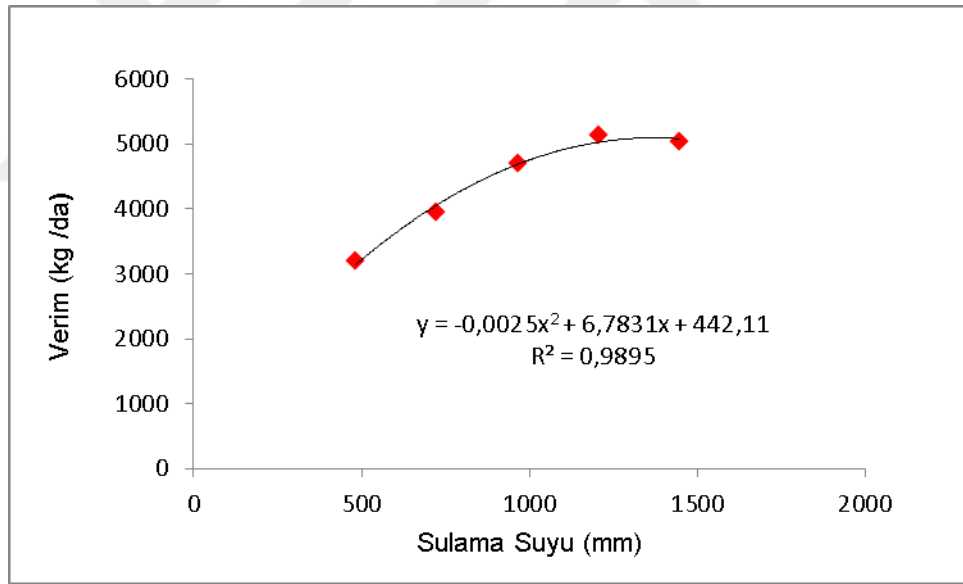
** : % 1’e göre önemli * : % 5’e göre önemli ö.d.: önemli değil

4.5.1. Verimin Sulama Suyu ile İlişkisi

Verimin uygulanan sulama suyu arasındaki ilişkileri tanımlayan su-verim fonksiyonları saptanmış ve elde edilen sonuçlar şekil 4.13. ve 4.14.’te verilmiştir. TUDSS’de verim ile sulama suyu arasındaki ilişkinin denklemi $y=-0.0024x^2 + 6.6709x + 464.64$ ($R^2=0,9899$), TADSS’de ise $y=-0.0025x^2 + 6.7831x + 442.11$ ($R^2=0,9895$), şeklindedir.



Şekil 4.13. TÜDSS'de farklı sulama düzeylerinde verim- sulama suyu arasındaki ilişki



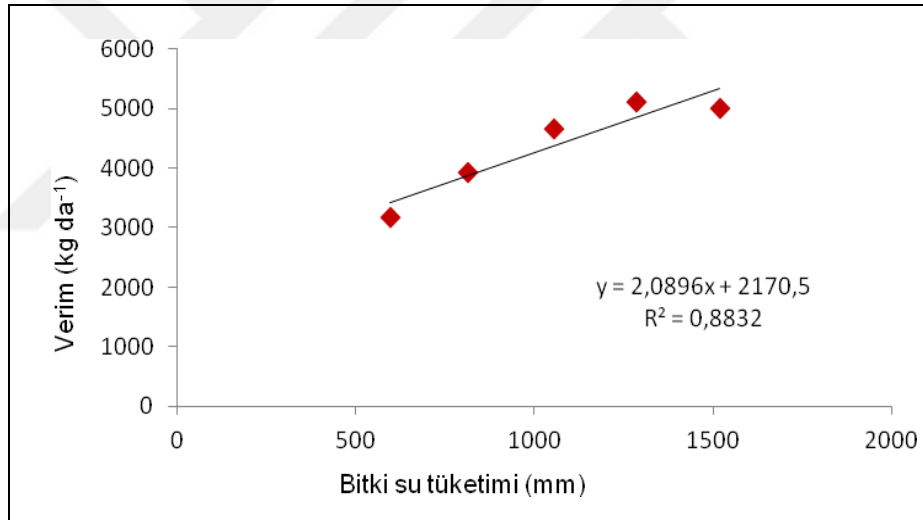
Şekil 4.14. TADSS'de farklı sulama düzeylerinde verim- sulama suyu arasındaki ilişki

Erken (2004) tarafından, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dardanos Araştırma ve Uygulama alanında 2002 ve 2003 yıllarında yürütülen çalışmada, California wonder biber çeşidinde 5 farklı sulama suyu düzeyinin meyve verimi ve bazı kalite parametrelerine etkileri araştırılmıştır. Araştırmada sırasıyla, 609 mm ve 915 mm sulama suyu verilmiştir. Taş ve ark. (2011) tarafından, Harran Ovası koşullarında biber bitkisinin (*Capsicum annum* L.) sulama programının

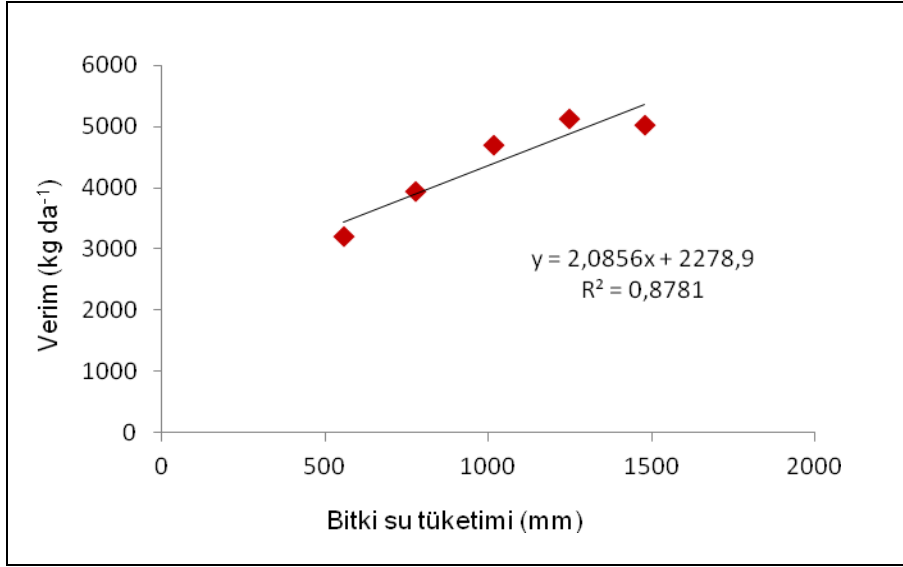
belirlenmesi amacıyla, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında yürütülen çalışmada, üç farklı sulama aralığı (2, 4 ve 6 gün) ile üç farklı bitki pan katsayısı ($K_{cp1}=1.25$, $K_{cp2}=1.00$ ve $K_{cp3}=0.75$) dikkate alınmış ve deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları 652-1010 mm arasında değişmiştir.

4.5.2. Verimin Bitki Su Tüketimi ile İlişkisi

Verimin uygulanan bitki su tüketim değerleriyle arasındaki ilişkileri tanımlayan su-verim fonksiyonları saptanmış ve elde edilen sonuçlar şekil 4.15. ve 4.16.'da verilmiştir. TÜDSS'de verim ile bitki su tüketimi arasında ilişki $y = 2,0896x + 2170,5$ ($R^2=0,8832$), TADSS'de verim ile bitki su tüketimi arasında ilişki ise $y = 2,0856x + 2278,9$ ($R^2=0,8781$) iken, denklemleriyle ifade edilmiştir.



Şekil 4.15. TÜDSS'de farklı sulama düzeylerinde verim- bitki su tüketimi arasındaki ilişki



Şekil 4.16. TADSS’de farklı sulama düzeylerinde verim- bitki su tüketimi arasındaki ilişki

Kırnak ve ark. (2002), topraküstü ve toprakaltı damla sulama sistemlerinde farklı sulama düzeylerinin biber bitkisinin gelişimi ve verim özelliklerine etkisini araştırdıkları çalışmada, mevsimlik su kullanımının TUDSS konularında 715-1412 mm, TADSS konularında ise 765 ile 1475 mm arasında değiştiğini ortaya koymuşlardır. Taş ve ark. (2011) tarafından, Harran Ovası koşullarında biber bitkisinin (*Capsicum annum* L.) sulama programının belirlenmesi amacıyla, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında yürüttükleri çalışmada, üç farklı sulama aralığı (2, 4 ve 6 gün) ile üç farklı bitki pan katsayısı ($K_{cp1}=1.25$, $K_{cp2}=1.00$ ve $K_{cp3}=0.75$) dikkate alınmış ve deneme konularına mevsimlik su tüketimleri 726-1069 mm arasında değişmiştir.

4.6. Sulama Suyu ve Su Kullanım Randımanı

Çalışmada elde edilen verim değerlerinin uygulanan sulama suyu miktarlarına bölünmesiyle sulama suyu kullanım randımanı (IWUE), mevsimlik bitki su tüketim değerlerine bölünmesiyle ise su kullanım randımanı (WUE) hesaplanmıştır. Sulama suyu kullanım randımanı değerlerinin TADSS’de $3.46-6.61 \text{ kg m}^{-3}$, TUDSS’de ise $3.45 -6.57 \text{ kg m}^{-3}$ arasında değiştiği gözlenmiştir. En yüksek IWUE değeri TADSS’de I_5 konusunda, en düşük IWUE değeri ise TUDSS’de I_1 konusunda elde edilmiştir. Su kullanım randımanı değerlerine bakıldığında; TADSS’de $3.39-5.73 \text{ kg}$

m^{-3} , TÜDSS’de 3.29-5.32 $kg m^{-3}$ arasında değiştigi gözlenmiştir. En yüksek WUE değeri TADSS’de I₅ konusunda, en düşük WUE değeri TÜDSS’de I₁ konusunda elde edilmiştir. Biber bitkisinin sulama suyu ve su kullanım randımanları Çizelge 4.31.’de verilmiştir:

Çizelge 4.31. Biber bitkisinin sulama suyu ve su kullanım randımanları

Sulama Sistemi	Konular	Sulama suyu (mm)	Bitki su tüketimi (mm)	Verim ($kg da^{-1}$)	IWUE ($kg m^{-3}$)	WUE ($kg m^{-3}$)
TADSS	I ₁	1449	1479	5024.4	3.46	3.39
	I ₂	1207	1248	5120.8	4.24	4.10
	I ₃	966	1016	4697.3	4.86	4.62
	I ₄	724	776	3942.6	5.44	5.08
	I ₅	483	557	3195.7	6.61	5.73
TÜDSS	I ₁	1449	1519	5011.6	3.45	3.29
	I ₂	1207	1287	5100.5	4.22	3.86
	I ₃	966	1056	4660.1	4.82	4.41
	I ₄	724	814	3922.8	5.41	4.81
	I ₅	483	597	3176.1	6.57	5.32

Derinlik konularında elde edilen sulama suyu ve su kullanım randımanları ise Çizelge 4.32.’de verilmiştir:

Çizelge 4.32. Derinlik konularındaki sulama suyu ve su kullanım randımanları ($kg m^{-3}$)

Derinlik	Sulama Suyu (mm)	Bitki Su Tüketimi (mm)	Verim ($kg da^{-1}$)	IWUE ($kg m^{-3}$)	WUE ($kg m^{-3}$)
D ₁₀	966	1029	4667.7	4.83	4.53
D ₁₅	966	1016	4697.3	4.86	4.62
D ₂₅	966	998	4716.3	4.88	4.72

Derinlik konularındaki sulama suyu kullanım randımanı değerleri, 4.83 ile 4.88 $kg m^{-3}$ arasında elde edilmiştir. En yüksek IWUE değeri D₂₅ konusunda, en düşük IWUE değeri ise D₁₀ konusunda elde edilmiştir. Su kullanım randımanı değerleri ise,

4.53 ile 4.72 kg m⁻³ arasında değişmiş ve en yüksek WUE değeri D₂₅ konusunda, en düşük WUE değeri ise D₁₀ konusunda saptanmıştır.

Taş ve ark. (2011), Harran Ovası koşullarında biber bitkisinin (*Capsicum annum* L.) sulama programının belirlenmesi amacıyla, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında yürüttükleri araştırmada, üç farklı sulama aralığı (2, 4 ve 6 gün) ile üç farklı bitki pan katsayısı (K_{cp1}=1.25, K_{cp2}=1.00 ve K_{cp3}=0.75) kullanmış ve sonuç olarak; su kullanım randımanının (WUE) 2.75-5.22 kg/da/mm, sulama suyu kullanım randımanının (IWUE) 3.03-5.81 kg/da/mm ve sulama suyunun evapotranspirasyonu karşılama yüzdesinin (I/ET) %85-96 arasında değişim gösterdiğini saptamışlardır.

4.7. TADSS Lateral Derinliğine Göre Toprak tuzluluğunun Değişimine İlişkin Bulgular

TADSS konularında, sulama suyunun tuz içeriğine bağlı olarak, toprakta tuz birikiminin de farklı olduğu belirlenmiştir. Deneme başlangıç ve deneme sonucunda toprakta oluşan tuz birikimi Çizelge 4.33.'te verilmiştir:

Çizelge 4.33. TADSS konularında elde edilen tuz taşınım değerleri (dS m⁻¹)

Konular	İlk Tuzluluk Değeri (dS m ⁻¹)	Son Tuzluluk Değeri (dS m ⁻¹)
I ₁	0.865	2.29
I ₂	0.865	2.21
I ₃	0.865	2.15
I ₄	0.865	1.80
I ₅	0.865	1.13

Konulardaki tuz taşınımı, sulama suyu tuzluluğuna bağlı olarak, en yüksek olduğu I₁ konusunda 2.29 dSm⁻¹ ve en düşük olduğu I₅ konusunda 1.13 dSm⁻¹ olarak belirlenmiştir. Toprak pH ise 7.53 ile 7.69 arasında değişmiştir. Tuz birikimi sulama suyu düştükçe azalmıştır. Konulardaki tuz taşınımı varyans analizleri yapılmıştır (Çizelge 4.34.).

Tuz taşınımı değerinin varyans analiz sonuçlarına göre; sulama düzeylerinin tuz taşınımı değeri üzerine istatistiksel olarak %1 önem seviyesinde önemli bulunmuştur. Buna göre, Duncan gruplaması oluşturulmuştur (Çizelge 4.35.).

Konular arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre tuz taşınım değerleri; Sulama düzeylerinden etkilenmiş ve uygulanan sulama düzeylerinden her biri farklı grubu oluşturmuştur. Genel olarak sulama düzeyleri arasında istatistiksel olarak fark görülmüştür.

Çizelge 4.34. TADSS konularında elde edilen tuz taşınım değerlerine (dS m⁻¹) ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sulama düzeyi	4	275.271	0.68818	5432.97**	0.000
Hata	10	0.00127	0.00013		
Toplam	14				

** : % 1'e göre önemli * : % 5'e göre önemli ö.d.: önemli değil

Çizelge 4.35. TADSS konularından elde edilen tuz taşınım değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması

Sulama Yöntemi	Sulama Düzeyleri				
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅
Toprak Altı Damla	2,3 A	2,2 B	2.2 C	1.8 D	1.1 E

Not: Farklı harflerle gösterilen konu ortalamaları arasındaki fark önemlidir

Çalışmada derinlik konularında en fazla tuz taşınımının D₁₀ konusunda, en az tuz taşınımının ise D₂₅ konusunda olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.36.). Derinlik konularından elde edilen tuz taşınım değerlerinin varyans analizleri yapılmıştır (Çizelge 4.37.). Buna göre, derinlik konularında tuz taşınım değerleri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.36. Derinlik konularında elde edilen tuz değişimleri (dS m⁻¹)

Derinlik	İlk Tuzluluk Değeri (dS m ⁻¹)	Son Tuzluluk Değeri (dS m ⁻¹)
D ₁₀	0.865	2.18
D ₁₅	0.865	2.15
D ₂₅	0.865	2.10

Çizelge 4.37. Derinlik konularında elde edilen tuz taşınım değerlerine (dS m-1) ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Derinlik	2	0.08540	0.04270	0.61 ö.d.	0.575
Hata	6	0.42180	0.07030		
Toplam	8				

** : % 1'e göre önemli * : % 5'e göre önemli ö.d.: önemli değil

Demirok (2017) tarafından, Harran Ovası koşullarına göre 2016 yılında Harran Üniversitesi uygulama alanında yürütülen çalışmada, mısır bitkisi yetiştiriciliğinde toprak üstü damla sulama sistemleri (TÜDSS) ve toprak altı damla sulama sistemleri (TADSS) karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda, toprakta tuz değişiminin sulama düzeylerine bağlı olarak artış gösterdiğini saptamıştır.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Harran Bölgesinde açık alanda yetiştirilen biber bitkisinde toprak altı ve toprak üstü damla sulama sistemleriyle uygulanan farklı sulama düzeylerinin biber verimi ve kalitesi üzerine etkilerini saptamak, su kullanım randımanlarıyla en uygun sulama programını belirlemek amacıyla elde edilen sonuçlar ve yapılan öneriler aşağıda açıklanmıştır:

Çalışmada TUDSS ve TADSS kullanılarak 4 gün arayla sulama suyu miktarı uygulanmış ve açık su yüzeyi buharlaşmasına bağlı olarak her bir sistem için 5 farklı sulama düzeyi; I₁ (1.5), I₂ (1.25), I₃ (1.0), I₄ (0.75), I₅ (0.5) uygulanmıştır.

Çalışmada TUDSS ve TADSS uygulama konularına göre en yüksek verim I₂ konusundan elde edilmiştir. TUDSS ve TADSS için K_{cp} katsayısı 1.25 olarak belirlenmiştir.

TUDSS ile elde edilen verim miktarları 3176.1 kg da⁻¹ - 5100.5 kg da⁻¹, TADSS ile elde edilen verim miktarları ise 3195.7 kg da⁻¹ - 5120.8 kg da⁻¹ olarak elde edilmiştir. Her iki sistem arasında verim yönünden istatistiksel olarak bir farka rastlanmamıştır. Ancak TADSS sistemlerinde çok az bir düzeyde artışla daha fazla verim elde edilmiştir.

TUDSS ve TADSS ile uygulanan sulama suyu miktarı konulara göre aynı olup 483 ile 1449 mm arasındadır.

ET değerleri; TUDSS'ye göre 597-1519 mm, TADSS'ye göre 557-1479 mm'dir. TUDSS konularında, TADSS konularına oranla daha yüksek bitki su tüketimi elde edilmiştir.

WUE ve IWUE değerleri sırasıyla; TUDSS için 3.29- 5.32 kg m⁻³, 3.45-6.57 kg m⁻³ ve TADSS için 3.39- 5.73 kg m⁻³, 3.46-6.61 kg m⁻³ olarak hesaplanmıştır. En yüksek WUE ve IWUE değeri TADSS'nin I₅ konusunda elde edilirken, en düşük

değerler toprak üstü damla sulama I₁ konusundan elde edilmiştir. Genel olarak uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça WUE ve IWUE değerlerinde bir azalma gözlemlenmiştir.

TÜDSS ve TADSS’de bitki boyu, gövde çapı, kök uzunluğu, meyve ağırlığı, meyve boyu, meyve çapı, meyve et kalınlığı gibi bazı morfolojik özelliklerde sistemler arasında belirgin bir fark saptanmamış ancak su uygulama konuları arasında farklılıklara rastlanmıştır. TÜDSS ve TADSS’de klorofil indeksi, meyve pH’ı, suda çözünen kuru madde oranı ve C vitamini miktarı gibi bitkiye ait bazı fizyolojik özellikler yönünden sistemler arasında istatistiksel olarak belirgin bir farka rastlanmamıştır. Ancak su uygulama konularında, suda çözünen kuru madde oranı ve klorofil indeksi yönünden bazı farklılıklar saptanmıştır.

TADSS için en uygun lateral derinliğin belirlenmesinde derinlikler arasında istatistiksel olarak belirgin bir farka rastlanmamıştır ancak en yüksek verimin elde edildiği 25 cm derinlik en uygun lateral derinliği olarak belirlenmiştir.

TADSS’de sulama konularına göre, 15 cm derinlik için, toprak tuzluluğunun 1.13 ile 2.29 dS m⁻¹ arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Toprak pH değeri ise, 7.53 ile 7.69 arasında bulunmuştur. Toprak tuzluluğu, sulama suyu miktarına göre doğrusal olarak artış göstermiştir. Derinliklere göre sabit su miktarı uygulandığında ise, istatistiksel olarak belirgin bir farka rastlanmamıştır.

Harran Ovası’nda biber bitkisinin yetiştiriciliğinde, her iki damla sulama sistemi için Class A Pan buharlaşma kabının kullanılması durumunda, TÜDSS ve TADSS sulama sistemleri için K_{cp} katsayısı olarak 1.25 değeri kullanılması önerilir. Çiftçiler, buharlaşma kabından günlük ya da kümülatif olarak elde ettiği buharlaşma miktarını hesaplamalı, K_{cp} 1.25 katsayısı ile düzeltmeli ve elde ettiği değere karşılık gelen sulama suyu miktarını alana uyarlayarak uygulamalıdır. P örtüşme alan yüzdesinin ise $P \geq 30$ olması istenir.

Çalışmada, TÜDSS ve TADSS için verim analizinde istatistik yönden bir farka rastlanmamasına bağlı olarak çiftçilere her iki sistemin kullanılabileceği önerilebilir.

WUE ve IWUE yönünden değerlendirildiğinde, çiftçilere, TADSS kullanılması önerilir. TADSS, biber yetiştiriciliğinde TÜDSS'ye göre su tasarrufu sağlayan sistemlerdir.

Sulama suyu miktarı bitki morfolojisi ve bitki fizyolojisi ilişkisine göre, aynı su miktarının uygulandığı ve en yüksek verimin alındığı I₂ konusu için, TÜDSS ve TADSS'nin her ikisi de çiftçi kullanımı için uygundur.

TADSS için en uygun lateral uygulama derinliği en yüksek verimin alındığı 25 cm olan uygulama konudur. Çiftçiye en uygun lateral uygulama derinliği olarak 25 cm önerilmiştir.

Toprak tuzluluğu, TADSS'de sulama suyu miktarına göre doğrusal bir artış göstermiştir. Derinliklere göre sabit su miktarı uygulandığında ise, istatistiksel olarak belirgin bir farka rastlanmamıştır. Bu nedenle, çiftçiye toprak tuzluluğu yönünden her iki sulama sisteminin de kullanılabilir olduğu önerilir. Ancak, sulama suyu kalitesinin uygun olmadığı koşullarda çiftçilere yıkama suyunun kolaylıkla uygulanabilmesine bağlı olarak TÜDSS önerilir.

Sonuç olarak, verim, biber bitkisine ait bazı morfolojik ve fizyolojik özellikler, toprak derinliği ve toprak tuzluluğu parametreleri dikkate alındığında sistemler arasından istatistiksel olarak bir farka rastlanmamıştır. Bu nedenle, Harran Ovası'nda biber bitkisi yetiştiriciliğinde her iki sulama sisteminin de kullanılması çiftçi tercihinin bırakılmıştır.

KAYNAKLAR

- ALPARSLAN, G., 2007. Kahramanmaraş Koşullarında Farklı Süs Biberi (*Capsicum frutescens* L.) Populasyonlarında Damla Sulamanın Verim ve Kalite Özelliklerine Etkisi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 104s.
- ALTUNBEY, H., 2006. Yeşil Fasulye Yetiştiriciliğinde Tam ve Yarı Islatmalı Toprakaltı Damla Sulamanın Bitki Gelişimine ve Verimi Üzerine Etkileri. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 43s.
- ANONİM, 2016, Şanlıurfa Meteoroloji Bölge Müdürlüğü İklim Değerleri, Şanlıurfa.
- ANONYMOUS, 2015. Spring. http://www.icid.org/sprin_micro_11.pdf
Erişim tarihi: 15.06.2017.
- ANONYMOUS, 2012. Food and Agricultural Organization of the United Nation, Production Database: (Erişim tarihi 15 Haziran 2017).
- ARAS, İ., 2014. Konya Kapalı Havzasında Sulama Sistemlerine Yeni Bir Alternatif ; Toprakaltı Damla Sulama Değerlendirme Notu. Mevlana Kalkınma Ajansı, Araştırma Etüt ve Planlama Birimi.
- ATAY, N.A., 2006. Harran Ovası Koşullarında Damla Sulama Sistemi ile Sulanan Biberin Tuza Dayanımının Belirlenmesi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 94s.
- BOWER, C.A. and WILCOX. L.V., 1965. Soluble Salt Methods of Soil Analysis. Methods of Soil Analysis Part II, Am. Soc. Agron. No: 9, p.933-940, Madison, Wisconsin.
- CAMP, C.R., LAMM, F.R., EVANS, R.G., and PHENE, C.J., 2000. Subsurface Drip Irrigation: Past, Present and Future. in Proceedings of The Fourth Decennial Irrigation Symposium. November 14–16, Phoenix, Arizona, American Society of Agricultural Engineers, St Joseph, Mich., USA, s 363–372. (Erişim tarihi 11 January 2015).
- CEMEROĞLU, B., 1992. Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları. Biltav Yayınları, Ankara, 381s.
- ÇETİN, Ö., ve NACAR, A.S., 2010. Harran Ovası Koşullarında Karpuzun Alttan Sızdırma (Gözenekli Borular) Sulama Yöntemiyle Sulama Olanakları. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 3 (2): 53-57.
- ÇEVİK, B., ABAK, K., SARI, N., KIRDA, C., ve TOPALOĞLU, F., 1996. Harran Ovası Koşullarında Damla Sulama Yöntemiyle Sulanan Sebzelerde Farklı Su Düzeylerinin Verim ve Kaliteye Etkileri. Çukurova Üniversitesi, Genel Yayın No: 169. Adana.
- ÇOLAK, İ., 2014. Toprakaltı ve Yüzey Damla Yöntemleriyle Farklı Düzeylerde Sulanan Patlıcanda Su Stresinin Yaprak Su Potansiyeli Ölçmeleriyle Belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 123s.
- DAĞDELEN, N., YILMAZ, E., BAŞ, T., ve SEZGİN, F., 2002. Kısıtlı Sulama Suyu Uygulamalarının Sanayi Biberi Verimine Etkisinin Belirlenmesi. IV. Sebze Tarımı Sempozyumu, 17-20 Eylül, Bursa, s. 147-153.

- DEMİREL, K., GENÇ, L., ve SAÇAN, M., 2012. Yarı Kurak Koşullarda Farklı Sulama Düzeylerinin Salçalık Biberde (*Capsicum annum* Cv. Kapija) Verim ve Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 9(2): 7-15.
- DEMİROK, A.,2017. Harran Ovası' nda Mısır Bitkisi için Toprak Üstü ve Toprak Altı Damla Sulama Uygulamalarının Araştırılması. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 76s.
- DİNÇ, U., ŞENOL, S., SAYIN, M., KAPUR, S., GÜZEL, N., DERİCİ, R., YEŞILSOY, M. İ., YEĞENGİL, İ., SARI, M., KAYA, Z., AYDIN, M., KETTAŞ, F., BERKMAN, A., ÇOLAK, A. K., YILMAZ, K., TUNÇGÖĞÜS, B., ÇAVUŞGİL, V., ÖZBERK, H., GÜLÜT, K. Y., KARAMAN, C., DİNÇ, O., ÖZTÜRK, N., ve KARA, E. E., 1988. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Toprakları (GAT) I. Harran Ovası. TÜBİTAK Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu Güdümlü Araştırma Projesi Kesin Raporu. TOAG, Proje No: 534, Adana.
- DOĞAN,E., KIRNAK, H., BEREKATOĞLU, K., BILGEL, L., and SURUCU, A., 2008. Water Stres Imposed on Muskmelon (*Cucumis melo* L.) with Subsurface and Surface Drip Irrigation Systems Under Semi-Arid Climatic Conditions. Irrig. Sci., 26:131-138.
- DOUH, B., BOUJELBEN, A., 2010. Water Saving and Eggplant Response to Subsurface Drip Irrigation. Agricultural Segment:1(2) AGS/1525
- ENCİSO, J., JIFON, J. and WIEDENFELD, B., 2007. Subsurface Drip Irrigation of Onions: Effects of Drip Tape Emitter Spacing on Yield and Quality. Agric. Wat. Manage, 92(3): 126-130.
- ERKEN, O., 2004. Çanakkale Yöresinde Damla Sulama Yöntemiyle Sulanan Biberde (*Capsicum annum*) En Uygun Sulama Programının Belirlenmesi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale,76s.
- FAO, 2012. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Teşkilatı Tarımsal Verileri, 25 adet.
- GENÇOĞLAN, C., ALTUNBEY, H. and GENÇOĞLAN, S., 2006. Response of Green Bean (*P. Vulgaris* L.) to Subsurface Drip Irrigation and Partial Rootzone-Drying Irrigation. Agric, Water, Manag, 84: 274-280.
- GRABOW, L. G., HARRİSON, K. DUKES, D. M., VORİES, E., SMİTH, W. B., ZHU, H., and KHALİLİAN, A. 2005. Consideration for the Design and Installation of SDI Systems in Humid Areas. Proceedings of World Water and Environmental Resources Congress. May 15–19, 2005, Anchorage, Alaska, USA.
- HANSON, B.R., MAY, D.M., and SCHWANKL, L.J., 2003. Effect of Irrigation Frequency on Subsurface Drip Irrigated Vegetables. Hortteknoloji, 13(1): 115-120.
- HANSON,, B.R., MAY, D.M., 2007. The Effect of Drip Line Placement on Yield and Qualityof Drip- İrrigated Processing Tomatoes. Irrigation and Drainage Systems, 21(2):109-118.
- HOWELL, T. A., CUENCA, R. H., and SOLOMON, K. H., 1990. Crop Yield Response. Manamegent of Farm Irrigation Systems. ASAE, 312p.
- JAMES, L.G., 1988, Principles of Farm Irrigation Systems Design. John Wiley and Sons. Inc. New York, 543 S.

- KANBER R., 1984. Çukurova Koşullarında Açık Su Yüzeyi Buharlaşmasından Yararlanarak Birinci ve İkinci Ürün Yerfıstığının Sulanması. Bölge Toprak Su Araştırma Enst. Yayınları, Türkiye, 114(64).
- KANG, S., ZHANG, L., HU, X., LI, Z., and JERIE, P., 2001. An Improved Water Use Efficiency for Hot Pepper Grown Under Controlled Alternate Drip Irrigation on Partial Roots. *Scientia Horticulturae*, 89:257-267.
- KARAM, F., SALIBA, R., SKAF, S., BREIDY, J., ROUPHAEL, Y., and BALENDONCK, J., 2009. Yield and Water Use of Eggplants (*Solanum melongena* L.) Under Full and Deficit Irrigation Regimes. *Agricultural Water Management*, 98:1307–1316.
- KAYHAN, A., 2011. Toprak Altı Damla Sulama Yönteminde Lateral Derinliği ve Sulama Düzeylerinin Soğanda Gelişme, Verim ve Kalite Üzerine Etkileri. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 76s.
- KIRNAK, H., KAYA, C. and DEĞİRMENCİ, V., 2002. Growth and Yield Parameters of Bell Peppers with Surface and Subsurface Drip Irrigation Systems Under Different Irrigation Levels. *Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33 (4): 383-389.
- LAMM, F.R., and TROOÏEN, T.P., 2003. Subsurface Drip Irrigation for Corn Production A Review of 10 Years of Research in Kansas. *Irrig. Sci.*, 22:195-200.
- LODHI, S.K., RATHARE, S.V.S. and VERMA, M.S., 2004. Impact of the Spacing on the Yield and its Attributes in Chilies (*C. frutescens* L.). *Progressive Agriculture*, 4(1):80-105.
- ÖNDER, S., ÇALIŞKAN, M.E., ONDER, ve D., ÇALIŞKAN, S., 2005. Different Irrigation Methods and Water Stres Effects on Potato Yield and Yield Components. *Agric, Water, Manag.*, 73: 73-86.
- ÖZALP, R., 2010. Ülkemizde Biber Üretimi ve Örtüaltı Biber Yetiştiriciliği. *Tarım Türk Dergisi*, 24(5): 29-32.
- ÖZCAN, F. ve TUYLU, İ. G., 2015. Harran Ovası Kurtuluş Sulama Birliği'nde Su Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi. Üniversite Öğrencileri Yurt İçi Araştırma Projeleri Destek Programı, Şanlıurfa.
- ÖZDEMİR, Y., 2013. Aydın Bölgesinde Pamukta Topraküstü ve Toprakaltı Damla Sulama Uygulamalarının İrdelenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 79s.
- PAYERO, J.O. TARKALSON, D.A., IRMAK, S., DAVİSON, D., PETERSEN, J.L., 2008. Effect of Irrigation Amounts Applied with Subsurface Drip Irrigation on Corn Evapotranspiration, Yield, Water Use Efficiency, and Dry Matter Production in a Semiarid Climate. *Agricultural Water Management*, 95: 895-908.
- SAKELLARİOU-MAKRANTONAKİ, M., KALFOUNTZOS, D., VRYLAS, P., 2002. Water Saving and Yield Increase of Sugar Beet with Subsurface Drip Irrigation. *The Internation Journal*, 4: 85-91.
- SEZEN, S.M., YAZAR, A., TEKİN, S., ve ŞENGÜL, H., 2016. Salçalık Biber Bitkisinde Damla Yöntemiyle Uygulanan Farklı Sulama Düzeylerinin Verim Üzerine Etkileri ve Ekonomik Analizi. *KSÜ Doğa Bil. Dergisi*, 19(3): 310-318.
- SCHOLBERG, J., MCNEAL, B. L., JONES, W., BOOTE, K. J., STANLEY, C. D.,

- and OBREZA, T. A., 2000. Growth and Canopy Characteristics of Field Grown Tomato. Published in Agron. J., 92:152-159.
- SİNGH, DK. and RAJPUT, TBS., 2007. Response of Lateral Placement Depths of Subsurface Drip Irrigation on Okra (*Abelmoschus esculentus*). International Journal of Plant Production, 1:73.84.
- SUNG, Y., CHANG, Y.Y., and TING, N. L., 2005. Capsaicin Biosynthesis in Water-Stressed Hot Pepper Fruits. National Chung-Hsing University, Department of Horticulture, Bot. Bull. Acad. Sin., 46:35-42.
- ŞEN, E., 2015. Sanayi Biberinde (*Capsicum annum L.*) Damla Sulama Uygulamalarının Bazı Verim ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 57s.
- ŞENİZ, V., 1992. Domates, Biber ve Patlıcan Yetiştiriciliği. Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı, Yayın No:26 Yalova.
- ŞENYİĞİT, U., KADAYIFÇI, A., 2007. Farklı Sulama Yöntemlerinde M9 Anacı Üzerine Asılı “Williams Pride” ve “Jersey Mac” Elma Çeşitlerinin Su Tüketimi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2(2): 43-52
- ŞİMŞEK, M., 2015. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi . Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü. Yaz Stajı Ders Notları. Şanlıurfa.
- TANNER, C.B., and SİNCLAİR, T.R., 1983, Efficient Water Use in Crop Production: Research or Re-Search (Eds. H.M. Taylor Et Al.). Limitations to Efficient Water Use in Crop Production. Amer. Soc. Apron. Inc. 1-27.
- TAŞ, İ., ve KIRNAK, H., 2011. Damla Sulama Yöntemiyle Sulanan Şanlıurfa Biberinin (*Capsicum annum L.*) Sulama Programı. GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi, 28(1): 103-112.
- TOPÇU, S., 1998. Tarım Mühendisliğinde Çevre Sorunları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 209. Ders Kitapları No: A-65, Adana.
- YILDIRIM, O., YANMAZ, R., ALDEMİR, D., ATAK, H., 1994a. Damla Yöntemiyle Sulanan Biber Bitkisinde Uygun Sulama Aralığı ve Sulama Suyu İhtiyacının Belirlenmesi. A.Ü. Ziraat Fakültesi, Yayın No: 1372, Ankara, 16 S.
- YILDIRIM, O., YANMAZ, R., ORTA, A.H., 1994b. Effect of Different Irrigation Methods and Irrigation Regimes on Pepper Yield, University of Ankara Faculty of Agriculture Publication No: 1369, 12 P, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Rabia Orhangazi
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Siverek / 12.01.1990
Telefon : 0539 725 94 21
e- mail : rabiaorhangazi@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: 80. Yıl Cumhuriyet Lisesi, Yenişehir, Diyarbakır	2009
Üniversite	:Harran Üniversitesi, Haliliye, Şanlıurfa	2014

İŞ DENEYİMİ

Yıl	Kurum	Görevi
2015	İsmetpaşa Ortaokulu	İngilizce Öğretmeni
2016	Gap- su Tarımsal Danışmanlık	Yönetici

YABANCI DİLLER: İngilizce