

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FARKLI SULAMA SEVİYELERİ ve MİKORİZA MANTARI
UYGULAMALARININ BİBERDE (*Capsicum annuum* L.)
VERİM ve KALİTEYE ETKİLERİ**

Muzaffer DEMİREL

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2019**

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FARKLI SULAMA SEVİYELERİ ve MİKORİZA MANTARI
UYGULAMALARININ BİBERDE (*Capsicum annuum* L.)
VERİM ve KALİTEYE ETKİLERİ**

Muzaffer DEMİREL

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2019**

Prof. Dr. Mehmet ŞİMŞEK danıŐmanlıęında, Muzaffer DEMİREL'in hazırladığı “**Farklı Sulama Seviyeleri ve Mikoriza Mantarı Uygulamalarının Biberde (*Capsicum annuum* L.) Verim ve Kaliteye Etkileri**” konulu bu çalışma 0/2019 tarihinde aŐaęıdaki 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: Prof. Dr. Mehmet ŞİMŞEK

Üye : Doç. Dr. Nuray ÖMLEKİOęLU

Üye : Dr. Öęr. Üyesi Ali Demir KESKİNER

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

Doç. Dr. İsmail HİLALİ
Enstitü Müdürü

Bu alıŐma HÜBAK Tarafından DesteklenmiŐtir.
Proje no: 18110

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve baŐka kaynaktan yapılan bildiriŐlerin, izelge, Şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM	11
3.1. Materyal	11
3.1.1. Çalışma alanı	11
3.1.2. Araştırma alanının toprak özellikleri	12
3.1.3. Araştırma yerinin iklim özellikleri	13
3.1.4. Araştırma alanının su kaynakları	14
3.1.5. Araştırmada kullanılan bitki çeşidi	14
3.1.6. Çapalama ve ilaçlama	15
3.2. Yöntem	16
3.2.1. Deneme alanının düzenlenmesi ve deneme deseninin planlanması	16
3.2.2. Mikoriza uygulaması	17
3.2.3. Sulama suyunun hesaplanması	17
3.2.4. Mevsimlik bitki su tüketimi, verim tepki etmeni ve su kullanım randımanı	19
3.2.5. Toprak nem içeriklerini tayini	20
3.2.6. Gübreleme	20
3.2.7. Denemede yapılan fenolojik gözlemler ve ölçümler	21
3.2.7.1. İlk çiçeklenme tarihi (gün)	21
3.2.7.2. İlk hasat tarihi (gün)	21
3.2.7.3. Bitki boyu (cm)	22
3.2.7.4. Meyve ağırlığı (g)	22
3.2.7.5. Meyve çapı (mm)	22
3.2.7.6. Meyve boyu (mm)	23
3.2.7.7. Toplam verim (kg da ⁻¹)	23
3.2.7.8. Bitki yan dal sayısı (adet bitki ⁻¹)	23
3.2.7.9. Biyomas dal ağırlığı (g bitki ⁻¹)	24
3.2.7.10. Kök kuru ağırlığı (g kök ⁻¹)	24
3.2.7.11. Yaprak alan indeksi (LAI)	24
3.2.7.12. Suda çözünür kuru maddesi (Briks, %)	25
3.2.7.13. Titre edilebilir asit (g/100 ml)	25
3.2.7.14. Klorofil İndeks Değeri	25
3.2.7.15. Askorbik asit (C vitamini mg 100 g ⁻¹)	25
3.2.7.16. Kullanılan program	25
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	26
4.1. Değerlendirilen özellikler	26
4.1.1. Sulama suyu miktarı	26
4.1.2. Mevsimlik bitki su tüketimi	26
4.1.3. Toprak nem içerikleri	29
4.1.4. Dikimden hasada kadar geçen süre (gün)	31
4.1.5. Toplam verim (kg da ⁻¹)	31
4.1.6. Meyve ağırlığı (g)	33
4.1.7. Meyve boyu (mm)	35
4.1.8. Meyve çapı (mm)	37
4.1.9. Bitki boyu (cm)	38
4.1.10. Biyomas dal ağırlığı (g bitki ⁻¹)	40
4.1.11. Klorofil İndeks Değeri	41

4.1.12. Yaprak alanı (leaf area-LA: cm^2 bitki ⁻¹) ve yaprak alan indeksi (leaf area index-LAI: cm^2 cm^{-2})	43
4.1.13. Titre edilebilir asit (g/100 ml).....	46
4.1.14. C vitamini (mg 100 g ⁻¹)	47
4.1.15. Bitki yan dal sayısı (adet bitki ⁻¹).....	48
4.1.16. Suda çözümlü kuru madde (Briks, %).....	50
4.1.17. Kök kuru ağırlığı (g kök ⁻¹).....	52
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	54
KAYNAKLAR	58
ÖZGEÇMİŞ	63



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Farklı Sulama Seviyeleri ve Mikoriza Mantarı Uygulamalarının Biberde (*Capsicum annuum* L.) Verim ve Kaliteye Etkileri

Muzaffer DEMİREL

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Yapılar Ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mehmet ŞİMŞEK
YIL: 2019 Sayfa: 63

Bu çalışma, 2017 yılında Harran Ovası koşullarında, biber bitkisinde (*Capsicum annuum* L.) farklı su düzeyleri ve kök geliştirici mikoriza mantarları uygulanarak verim ve kalite etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırma tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olacak şekilde kurgulanmıştır. Çalışmada Arbüsküler Mikoriza mantarları ve 3 farklı su seviyeleri (%50, %100 ve %150) çalışılmıştır. Denemede dikimden hasada kadar yaşanmışlık gün sayısı (Day of Year: DOY) 170 gün olarak saptanmıştır. Toplam verim 2 771-7 683 kg da⁻¹, meyve ağırlığı 10-17 g, meyve boyu 105-133 mm, meyve çapı 16-18 mm, bitki boyu 62-94 cm, biyomas ağırlığı 1 035- 1 378 g bitki⁻¹, klorofil indeks değeri 303-379, bitki başına yaprak alanı 1012-2953 cm², yaprak alan indeksi 0.42-1.23 cm² cm⁻², C vitamini 109-127 mg 100g⁻¹, bitki yan dal sayısı 17-21 adet, suda çözünür kuru madde 7-10 ve kök kuru ağırlığı 63-73 g arasında değişmiştir. Çalışma konularına uygulanan sulama suyu 588- 1 469 mm, mevsimlik su tüketimi 615.04-1 455.86 mm arasında değiştiği görülmüştür. Su kısıtının uygulandığı %50 sulama konusunda (kontrol ve mikoriza uygulamasında) biberde bitki büyüme ve gelişmesini olumsuz etkilemiştir. Bu araştırma ile biber bitkisi yetiştiriciliğinde kök geliştirici mikorizanın uygulanmasının yapılması ve sulama suyu ihtiyacının %100'nün karşılanması durumunda verimde en yüksek sonuçların alınacağı saptanmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Biber, mikoriza, su stresi, su-verim ilişkisi

ABSTRACT

Master's Thesis

Effects Of Different Irrigation Levels and Mycorrhiza Mushroom Applications On Yield and Quality Of Pepper (*Capsicum annum L.*)

Muzaffer DEMİREL

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

Supervisor : Prof. Dr. Mehmet ŞİMŞEK
Year: 2019 Page: 63

The aim of this study was to determine the yield and quality effects of different water levels and root-enhancing mycorrhiza fungi in pepper plant (*Capsicum annum L.*) under Harran Plain conditions in 2017. The research was designed in randomized blocks with three replications according to the split plot design. Arbuscular mycorrhiza fungi and 3 different water levels (50%, 100% and 150%) were studied. In the experiment, Day of Year (DOY) was determined as 170 days from planting to harvest. The following parameters have been found as; Total yield 2 771-7 683 kg da⁻¹, fruit weight 10-17 g, fruit height 105-133 mm, fruit diameter 16-18 mm, plant height 62-94 cm, biomass weight 1 035-1378 g plant⁻¹, chlorophyll index value 303-379, leaf area per plant 1012-2953 cm², leaf area index 0.42-1.23 cm², vitamin C 109-127 mg 100g⁻¹, the number of plant side branches 17-21 pieces, water soluble dry matter varied between 7-10 and root dry weight 63-73 g. Irrigation water applied to the study subjects was 588-1469 mm, seasonal water consumption ranged between 615.04-1 455.86 mm. 50% of the water restriction applied (irrigation control and mycorrhiza application) has affected the growth and development of pepper plant negatively. With this research, it was determined that the application of root-enhancing mycorrhiza in pepper plant cultivation and 100% of the irrigation water requirement would yield the highest yields.

Keywords: *Capsicum annum L.*, mycorrhiza, water stress, water-yield relationship

TEŐEKKÖR

Çalıőmamın her aşamasında bilgi, öneri, yardım ve desteğini esirgemeyen ayrıca engin fikirleriyle akademik anlamda yetiőme ve geliőmeme katkıda bulunan danışman hocam Prof. Dr. Mehmet ŞİMŞEK'e ve Bölümümüz ve Ana Bilim dalımız araştırma görevlisi Sabri AKIN'a tüm katkılarından ve pozitif yaklaőımlarından dolayı sonsuz teşekkür ederim.

Çalışmada yardımlarını esirgemeyen arkadaőlarım Őükrü YOęUNBURÇ, Pelda Asya EKMEN ve Gülsüm ÜSTÜ'ne teşekkür ederim.



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 3.1. Araştırma alanına ait uydu görüntüsü	11
Şekil 3.2. Kullanılan bitki çeşidi ve deneme alanına fide dikimi	15
Şekil 3.3. Deneme alanında ilaç uygulaması.....	16
Şekil 3.4. Denemede kullanılan Class A pan	18
Şekil 3.5. Denemede çiçeklenmeden görüntü	21
Şekil 3.6. Hasatta edilen biber meyvelerinin ağırlık ölçümü yapılırken	22
Şekil 3.7. Hasat edilen biber meyvelerinin çap ölçümü yapılırken	23
Şekil 4.1. Mikorizasız konunu su-verim ilişkisi	28
Şekil 4.2. Mikorizalı konunun su-verim ilişkisi	29
Şekil 4.3. Araştırma alanı topraklarının 0-30 cm derinliğindeki nem içerikleri	30
Şekil 4.4. Araştırma alanı topraklarının 30-60 cm derinliğindeki nem içerikleri	31

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 3.1. Araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri.....	12
Çizelge 3.2. Araştırma alanı topraklarının kimyasal özellikleri	12
Çizelge 3.3. Araştırma alanının 2017 yılı iklim verileri	13
Çizelge 3.4. Araştırma alanının uzun yıllar (1929-2017) iklim verileri	13
Çizelge 3.5. Araştırma alanı sulama suyunun kalite analiz sonuçları	14
Çizelge 4.1. Araştırmada kullanılan patlıcan bitkisine ait sulama suyu, mevsimlik bitki su tüketimi (mm), oransal ET açığı, oransal verim azalışı, sulama suyu kullanımı, su kullanım randımanı ve su tasarruf oranı	27
Çizelge 4.2. Araştırma süresince sulamalar öncesi alınan toprak nem içerikleri (%)	29
Çizelge 4.3. Mikoriza uygulaması ve farklı sulama suyunun toplam verime (kg da ⁻¹) ilişkin varyans analiz sonuçları	32
Çizelge 4.4. Farklı sulama seviyeleri ve mikoriza uygulamasında elde edilen toplam verim Duncan test sonuç tablosu.....	32
Çizelge 4.5. Mikoriza uygulaması ve farklı sulama suyunun meyve ağırlığına (g) ilişkin varyans analiz sonuçları	33
Çizelge 4.6. Farklı sulama seviyeleri ve mikoriza uygulamasında elde edilen meyve ağırlığı Duncan test sonuç tablosu.....	34
Çizelge 4.7. Mikoriza uygulaması ve farklı sulama suyunun meyve boyuna (mm) ilişkin varyans analiz sonuçları.....	35
Çizelge 4.8. Farklı sulama seviyeleri ve mikoriza uygulamasında elde edilen meyve boyu Duncan test sonuç tablosu	36
Çizelge 4.9. Mikoriza uygulaması ve farklı sulama suyunun meyve çapına (mm) ilişkin varyans analiz sonuçları.....	37
Çizelge 4.10. Farklı sulama seviyeleri ve mikoriza uygulamasında elde edilen meyve çapı Duncan test sonuç tablosu	37
Çizelge 4.11. Mikoriza uygulaması ve farklı sulama suyunun bitki boyuna (cm) ilişkin varyans analiz sonuçları	38
Çizelge 4.12. Farklı sulama seviyeleri ve mikoriza uygulamasında elde edilen bitki boyu Duncan test sonuç tablosu	39
Çizelge 4.13. Mikoriza uygulaması ve farklı sulama suyunun biyomas dal ağırlığına (g) ilişkin varyans analiz sonuçları	40
Çizelge 4.14. Farklı sulama seviyeleri ve mikoriza uygulamasında elde edilen biyomas dal ağırlığı Duncan test sonuç tablosu	40
Çizelge 4.15. Mikoriza uygulaması ve farklı sulama suyunun klorofil indeks değerine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	42
Çizelge 4.16. Farklı sulama seviyeleri ve mikoriza uygulamasında elde edilen klorofil indeks değeri Duncan test sonuç tablosu	42
Çizelge 4.17. Mikoriza uygulaması ve farklı sulama seviyesindeki bitki başına yaprak alanına (cm ²) ilişkin varyans analiz sonuçları.....	44
Çizelge 4.18. Mikoriza uygulaması ve farklı sulama seviyesindeki yaprak alanına (cm ²) ilişkin Duncan testi ortalamalar arasında farkların karşılaştırılması	45

Çizelge 4.19. Mikoriza uygulaması ve farklı sulama seviyesindeki yaprak alan indeksi ($\text{cm}^2 \text{cm}^{-2}$) varyans analiz sonuçları	45
Çizelge 4.20. Mikoriza uygulaması ve farklı sulama seviyesindeki yaprak alan indeksi ($\text{cm}^2 \text{cm}^{-2}$) ilişkin Duncan testi ortalamalar arasında farklıların karşılaştırılması	45
Çizelge 4.21. Mikoriza uygulaması ve farklı sulama suyunun titre edilebilir asite ilişkin varyans analiz sonuçları	46
Çizelge 4.22. Farklı sulama seviyeleri ve mikoriza uygulamasında elde edilen titre edilebilir asite ilişkin değerler	46
Çizelge 4.23. Mikoriza uygulaması ve farklı sulama suyunun C vitaminine ilişkin varyans analiz sonuçları	47
Çizelge 4.24. Farklı sulama seviyeleri ve mikoriza uygulamasında elde edilen C vitamini Duncan test sonuç tablosu	48
Çizelge 4.25. Mikoriza uygulaması ve farklı sulama suyunun bitki yan dal sayısına ilişkin varyans analiz sonuçları	49
Çizelge 4.26. Farklı sulama seviyeleri ve mikoriza uygulamasında elde edilen bitki yan dal sayısı Duncan test sonuç tablosu	49
Çizelge 4.27. Mikoriza uygulaması ve farklı sulama suyunun suda çözünür kuru maddeye ilişkin varyans analiz sonuçları	50
Çizelge 4.28. Farklı sulama seviyeleri ve mikoriza uygulamasında elde edilen suda çözünür kuru madde değeri Duncan test sonuç tablosu	51
Çizelge 4.29. Mikoriza uygulaması ve farklı sulama suyunun kök kuru ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları	52
Çizelge 4.30. Farklı sulama seviyeleri ve mikoriza uygulamasında elde edilen kök kuru ağırlığı Duncan test sonuç tablosu	52

SİMGELER VE KISALTMALAR

IW	Sulama suyu
R_f	Yüzey akış
D_p	Derine sızma
ha	Hektar
da	Dekar
$kg\ da^{-1}$	kilogram dekar ⁻¹
$kg\ ha^{-1}$	kilogram hektar ⁻¹
g	Gram
Na ⁺	Sodyum
K ⁺	Potasyum
Ca ⁺²	Kalsiyum
Mg ⁺²	Magnezyum
CO ₃ ⁻²	Karbonat
HCO ₃	Bikarbonat
Cl ⁻	Klor
SO ₄ ⁻²	Sülfat
T.K	Tarla kapasitesi
S.N	Solma noktası
EC	Elektriksel iletkenlik
CaCO ₃	Kalsiyum karbonat
°C	Santigrat derece
ETa	Actual crop evapotranspirasyon (bitki su tüketimi; mm)
ETc	Crop evapotranspirasyon (bitki su tüketimi; mm)
Ya	Gerçek verim (kg da-1)
Ym	Maksimum verim (kg da-1)
1-(ETa/ETm)	Oransal su eksilişi
1-(Ya/Ym)	Oransal verim azalışı
WUE	Water use efficiency (su kullanım randımanı: WUE; kg m-3)
IWUE	Irrigation water use efficiency (sulama suyu kullanım randımanı: IWUE; kg m-3)
C	Kontrol konu
M	Mikoriza

1. GİRİŞ

Su, canlıların yaşamının sürdürülebilmesi için zorunlu ihtiyaçların en önde gelenidir. Çünkü biyolojik organizma kendi fonksiyonlarını yerine getirilmesinde suya mutlak ihtiyaç duyar. Bunun yanı sıra yer küre üzerinde ki mevcut su kaynağı artan nüfus popülasyonu ile birlikte içme ve kullanma, sanitasyon vb. tüketimlerde suyun etkinliğinin ve öneminin oldukça fazla olduğunu işaret etmektedir. Kalkınmanın lokomotifi sayılan sanayi ve tarım sektörleri içinde suyun kullanımı oldukça stratejik ihtiyaç arz etmektedir.

Ülkemizin su ihtiyaçlarının ortalama yarısının, yani 25 havzanın dördünden (Fırat-Dicle, Doğu Karadeniz, Doğu Akdeniz ve Antalya) karşılanmaktadır. Bu havzaların dışındaki 21 havza toplam su akışının geri kalan yarısını paylaşmaktadır. Sadece Fırat ve Dicle havzalarının payı, toplam akışın yaklaşık \cong %30'una karşılık gelmektedir. Türkiye, su kaynakları kullanımı ve değerlendirilmesi konusundaki faaliyetleriyle, bulunduğu coğrafyada sorunsuz ülkelerden biri olarak gözükmese de, özellikle kişi başına yıllık kullanılabilir su potansiyeline bakıldığında, durumun çok farklı yansımaları olduğu ortaya çıkmaktadır. Günümüzde 83 milyon nüfus ile kişi başına düşen kullanılabilir su potansiyeli \cong 1 400 m³ olup, Türkiye kişi başına düşen kullanılabilir su varlığı endeksine göre, su zengini olmayan ülkeler kategorisinde yer almaktadır. hesaplanan bu rakamlara göre gelecek yüzyıla kalmadan Türkiye su sıkıntısı çekecek ülkeler arasında kalması beklenebilir. Bu nedenle akılcı yaklaşımlarla, mevcut su politikası gözden geçirilmesi ve tüm sektörel taleplerin karşılanması için yeni algoritmaların ve Türkiye'nin gerçeklerini yansıtacak sonuç odaklı ve çok uzun vadeli projeksiyonlarının kurgulanması gerekmektedir.

Tarımsal anlamda, kuraklığa karşı önemli stratejiler sırasıyla; bitkisel üretimde suyun muhafazası, suyun tarlaya iletiminde kapalı borulu şebekeler kullanılması, suyun bitkiye verilmesinde basınçlı (yağmurlama, damla, hareketli yağmurlama) sistemlerin uygulanması, suyun etkin kullanılması, su sıkıntısını içeren sulama

programlarının belirlenmesi, bitkinin ihtiyaç duyduğu zamanlarda suyun bitki kök bölgesine verilmesini içeren uygulamalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu konularda tavizsiz radikal Devlet Politikaları uygulanması zorunlu görülmektedir.

Kılınç (2011), tarımsal üretim alanlarında su eksikliğinin, toprakların verimliliğini olumsuz yönde etkileyen ve bitkisel verimi kısıtlayan en önemli faktörlerden olduğunu ve bitkiler yaşamlarını devam ettirirken topraktan kendileri için gerekli olan besin elementlerini kökleri aracılığıyla aldığı bildirmiştir. Toprağın yapısında değişik oranlarda bulunan besleyici özelliğe sahip çeşitli elementlere, çimlenme, fide gelişimi, çiçeklenme ve meyve oluşumunda ihtiyaç duyarlar. Bitkilerin bu elementlerden faydalanabilmeleri, toprak içinde bulunan uygun nem düzeyleri ile doğrusal ilişki bulunmaktadır.

Okkaoğlu (2010), tüm canlılara ev sahipliği yapan anakaranın, 21. yüzyılda yeni bir döneme girdiğini işaret etmektedir. Bilim insanlarının ispatladığı ve “Küresel Isınma” olarak adlandırılan ve aşırı CO₂ emisyonu sonucu oluşan felaketlerin, bu yüzyıl içerisinde yaşanması beklenebilir. Bu süreci yaratan canlı alemi, doğaya organik madde sağlayan bitkiler gibi ototrof organizmalar ve insanlığa temel besin kaynaklarını oluşturan hayvanlar değildir. Yerküre kaynaklarını acımasızca kullanan ve çevreye çok yararlı ototrof organizmaların aksine tüm besinini çevreden hazır sağlayan, heteretrof canlıların en başında insan olduğu unutulmamalıdır.

Bitkiler yaşamlarını sürdürürken topraktan kendileri için gerekli olan besleyici elementleri kökleri vasıtasıyla bünyelerine alabilmektedirler. Toprağın yapısında değişik oranlarda bulunan besleyici özelliğe sahip çeşitli elementlere çimlenme, fide gelişimi, çiçeklenme ve meyve oluşturma safhalarında gereksinim duyulur. Bitkilerin bu elementlerden yeterince faydalanabilmeleri için toprak içinde bulunan suyun miktarının da önemi büyüktür. Çünkü su yetersizliğinde toprakta bulunan bu elementlerin kökler tarafından alınmalarında çok önemli sıkıntılar ortaya çıkmaktadır (Doğan 2006).

Erzurumlu ve Kara (2014), insanlığın varoluşundan günümüze kadar temel ihtiyacı olan beslenme, tarıma olan önemi arttırdığı bildirilmektedir. Tarımsal alanlarda gübre kullanım bilincinin yeterince oluşmaması, ve bazı bölgelerde aşırı gübre kullanımı sonucu verimde kalite bozulması yanısıra topraklarının verimliliğini kaybetmesi, olumsuz çevre sorunlarına neden olurken, bazı yerlerde gereğinden az kullanılması verimde düşümlere neden olmaktadır. Bu nedenle sorunlu bazı alanlarda tarımda olumlu etki yaratan gübrenin yerine geçebilecek mikoriza mantarının önemini bir kez daha ortaya çıkarmaktadır.

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

Yakın zamana kadar toprakta alınabilirliği yavaş olan besin elementlerinin alımının yalnızca bitki kökleri tarafından sağlandığı kabul görmüş iken, yürütülen çalışmalarda bitki besin elementlerinin alımının, köklerin yanı sıra mikoriza diye adlandırılan ve mikroskopla teşhis edilen, birim cm kök başına yüzlerce metre uzunluğunda hif üreten bazı mantar türleri tarafından da yapıldığı ortaya konulmuştur (Koide, 1991; Ortaş, 1996 ve 1997; Smith ve Read, 1997).

Toprak kökenli mikoriza mantarlarıyla yüksek bitkilerin kökleri arasında karşılıklı yararlanmaya dayanan bir ilişki bulunur. Mikoriza; bitki kökleri ile belirli mantar türleri arasındaki karşılıklı bir yaşam biçimi olarak da tanımlanmaktadır. Mikoriza kelimesi kök mantarı anlamındadır. İki farklı oluşumun birleşerek bitkinin mantarı, mantarında bitkiyi beslediği tek bir morfolojik organı tanımlamaktadır.

Mikoriza ve infekte olmuş bitki kökleri, rizosfer pH' sını değiştirerek P ve diğer besin elementlerinin alımını arttırmaktadır (Smith ve Read 2008).

Bunların yanında mikorizanın daha etkin su kullanımı için hifleri aracılığı ile bitkiye kökün ulaşamadığı alanlardan su temin ederek bitkinin su stresine dayanıklılığını arttırdığı rapor edilmiştir (Drüge ve Schönbeck, 1992)

Pınar (2009), Mikorizaya bağımlılığın belirlenmesi, bu bağımlılığın hem ıslah programlarında hem de kültürel uygulamalarda kullanılması artan çevre kirliliği ve ekolojik dengeler bakımından önem arz etmektedir. Dolayısıyla mikoriza-bitki beslenmesi küresel iklim faktörlerine karşı önemli bir faktör olarak bilimsel çalışmalarda yerini alabileceğini belirtmiştir.

Düşük tarımsal girdilerin uygulandığı alanlarda gübre ve yabancı ot ilacı ve insektisit kullanımı sınırlayıcı olduğunda, mikoriza oluşumu genelde yüksektir. Fakat yoğun tarımın yapıldığı ve birim alandan yüksek verimin alındığı alanlarda yüksek tarım girdileri uygulandığından bu bölgelerde genelde tek bitki yetiştirilmekte ve buralarda daha çok mikorizaya az bağımlılık duyan bitkiler ekilmektedir. Bu bitkilerin ekildiği alanlarda daha az mikoriza sporu oluşmaktadır. Bu ve benzeri uygulamaların olduğu alanlarda mikoriza oluşumu az olduğu için biyotik ve abiyotik stres koşullarında bitki verimi düşük olmaktadır (Dehne, 1982).

Demirkaya ve Gerçek (2013), biberin ülkemizde olduğu gibi bütün dünyada yaygın olarak ve çok fazla tüketilen bir sebze türü olduğunu bildirilmişlerdir. Biber *Solanaceae* familyasında ve *Capsicum* cinsi içinde yer almaktadır. En çok tüketimi yapılan tür *Capsicum annuum* L.'dur. Türkiye 2 608 172 ton biber üretimi ile 2017 yılı verilerine bakıldığında, biber Dünya'da önemli bir paya sahiptir (TUİK. 2018). Antalya'da ise 447 791 ton biber için yetiştirme mevsimi boyunca yeterli suyla düzgün beslemeye ihtiyaç duyulur. Biber, ülkemizde en çok üretilen tek yıllık sebzelerden birdir. Yemeklik, salçalık ve baharat olarak üç farklı amaç için kullanılmaktadır. biber, A, B, C ve P vitaminleri, yağ, protein, karbonhidrat, kalsiyum, fosfor ve demir yönünden zengin bir bitkidir (Çelik, 1991).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Demirbaş (2012), yaptığı çalışmada domates ve biber için mikoriza olarak *glomus caledonium* kullanılmıştır. Domates ve biber bitkisinde verim ve yapraklarda N, P, K, Fe, Zn, Mn ve Cu içerikleri ile kök infeksiyonları belirlenmiş ve araştırma sonuçlarına göre, domates ve biberde fosfor uygulaması yapılmayan, ancak mikoriza aşılması yapılan ve her sulamada gübreleme ve her iki sulamada gübre uygulaması gerçekleştirilmiştir. Her iki sulamada sulamanın verimi artıran uygulamalar olduğunu bildirmiştir. Domates ve biberde fosfat (P) içeriklerinin her sulamada gübre uygulaması; verimi en fazla artıran uygulama olduğunu belirlemiştir. Sonuç olarak mikoriza uygulaması yapılan bitkilerde verim ve besin elementleri içeriklerinin mikoriza uygulaması yapılmayan bitkilere göre daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

İnal (2009), çinkonun (Zn) bio-yarayırlılığı üzerine mikoriza ve demir uygulamalarının etkisini çalışmış, toprakları 120°C de 15 dk da iki kez sterilize etmiş ve ZnSO₄ çözeltisinden 0,750 ve 1500 mg kg⁻¹ toprağa ilave edilmiştir. Demir (Fe) oranlarından da 0 ve 3.6 mg kg⁻¹ seviyelerinde saksılara karıştırmıştır. Besin çözeltisi olarak Hoagland solüsyonu verilmiştir. Mikoriza uygulamasının topraktaki Zn üzerine bir etkisi olmadığını, ancak bitki bünyesinde bulunan besin konsantrasyonunu arttırdığını bildirmiştir. Uygulanan Fe topraktaki Zn biyo-yarayırlılığı üzerine bir etkisinin olmadığını bildirmiştir.

Scagel (2012), mikorizal mantarların, bahçe bitkilerindeki köklenme üzerine etkisini araştırmıştır. Araştırma sonunda, mikoriza uygulamaları köklenme yüzdesini ve kök ağırlığını arttırdığı belirlenmiştir. Ayrıca hormon uygulaması ile mikoriza arasında etkileşimini incelenmiş, mikoriza uygulamasının köklenme hormonunun etkisini artırdığı saptamıştır.

Tezcan ve Kaman (2018), cam serada yetiştirilen iki farklı biber çeşidinin yetiştiricilik koşullarına hiçbir müdahalede bulunmayıp yetiştirme periyodu boyunca uygulanan su miktarına karşılık elde edilen verim değerleri ve kimi fiziksel ölçüm ve gözlemler yapılmış ve sera girişine takılan bir su sayacı ile her sulamada üreticiler tarafından uygulanan su miktarları denetlenmiştir. Daha sonra uygulanan su

miktarlarına karşılık elde edilen verim literatür bilgisi ile karşılaştırılmış, üretici koşullarında yetiştirilen biber bitkisine aşırı su uygulanıp uygulanmadığı çalışılmıştır. Çalışma sonucunda konvansiyonel üretici koşullarında yetiştirilen biber bitkisine fazla miktarda sulama suyu uygulandığı tespit edilmiştir.

Sirjacobs ve Slama (1983), Güney Fas'ta yapılan bir çalışmada, plastik serada yetiştirilen biber bitkisine toprak rutubet geriliminin değişik düzeylerinde ve ayrıca A sınıfı kaptan olan buharlaşma miktarının 1.00, 1.10, 1.25, 1.35, 1.50 ve 1.60'ı kadar sulama suyu uygulanmış ve sonuçta, toprak rutubet gerilimi 0.15-0.35 b olduğunda yapılan sulamalar ile A sınıfı kaptan buharlaşma miktarının 1.25 katı sulama suyu verilen konularda en yüksek verim elde edilmiştir.

Afek ve ark. (1991), 1988 ve 1989 yılları arasında fumige edilmemiş topraklarda vesikular-arbuskular mikoriza (AMF) kolonizasyonunun soğan, pamuk ve biberin bitki büyümesi ve ürün artışına etkisini araştırdıkları çalışmalarında AMF inoküle edilmiş topraklarda en yüksek yaş ağırlığa pamuğun sahip olduğunu, AMF inoküle edilmiş biber bitkilerinin yaş ağırlığının, fumige edilmemiş topraklarda fumige edilmişe göre 1-2 kez daha büyük olduğunu bildirmişlerdir. Uygulamadan 5 hafta sonra 3 bitki türünde de kök kolonizasyonu ile yaş ağırlık ve ürün arasında korelasyonun olduğunu rapor etmişlerdir. Solarizasyon ortamındaki doğal mikoriza kaptan olan buharlaşmanın 0.6 katı sulama suyu uygulanan deneme parsellerinden elde etmişlerdir

Oyetunji ve Osonubi (2005), tropik topraklarda yarı kontrollü sera koşullarında arbuskular mikorizanın (*Glomus mosseae*, *G. etunicatum* ve her ikisinin karışımı)'nın *chilli* biberin üretimi üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında her uygulamada 10 g inokulum kullanmışlar ve *G. etunicatum*'un biberin meyve ve çiçeklenme potansiyelini arttırdığı gibi biomas üretimini geliştirdiğini rapor etmişlerdir

Rowe ve Pringle (2005), AMF mikorizanın bitkiler üzerine etkisinden elde edilen morfolojik verilerin yalnız başına bitkilerin mikorizal durumunu ortaya

koymada sınırlı kalabileceği düşüncesi ile yürüttükleri çalışmalarında geleneksel tekniklerin yanında moleküler teknikleride kullanmışlardır. Elde edilen sonuçlarının *Epiphytic*, *Bromeliad* ve *Vriesea werkleana* formlarının *Glomus* mikoriza türü ile ilişkili olduğunu, bu bitki türlerinin AMF mantarına bağımlılık bakımından *Glomus* grubu içinde üç farklı gruba ayrıldığını ve morfolojik ve moleküler metotların *Epiphytic* bromeliad'lar ve diğer tropikal epiphyte'lerin mikorizal durumunun karakterizasyonu için pratik bir çözüm olabileceğini rapor etmişlerdir.

Cosic ve ark. (2015), 2011, 2012 ve 2013 yıllarında kaolin ve farklı sulama aralıklarında biber bitkisinin verime olan etkilerini araştırmışlardır. 3 günde bir, 4 günde bir ve 6 günde bir sulama gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, ilk yıl ortalama 445 mm su uygulayarak 7.0 kg m^{-2} , ikinci yıl 490 mm su uygulayarak 9.8 kg m^{-2} ve üçüncü yıl ise 404 mm su uygulayarak 8.7 kg m^{-2} verim elde etmişlerdir.

Gadissa ve Chemedda (2009), üç farklı sulama suyu seviyesinde sulanan biber bitkisinde, bitki su tüketiminin %100'ünün uygulandığı konuda 360 mm su uygulayarak 61 cm, %75'inin uygulandığı konuda 272 mm su uygulayarak 51 cm ve %50'sinin uygulandığı konuda 180 mm su uygulayarak ise 42 cm olarak bitki boyu ölçümü yapmışlardır. Bitki boylarındaki değişimler, uygulanan suların derinliğine paralel olarak değişim göstermiştir.

Mohammad ve ark. (2003)'nin tuzlu topraklarda farklı tuz ve P konsantrasyonlarında arbuskular mikorizanın besin elementi alımına etkisini araştırdıkları çalışmalarında, toprak A'ya, 16.6 dS m^{-1} tuz ve 8.4 mg kg P dozu (-1); toprak B'ye, 6.2 dS m^{-1} tuz ve 17.5 mg kg P dozu; ve toprak C'ye, 2.4 dS m tuz ve 6.5 mg P kg dozlarını kullanmışlar ve tuzlu topraklardan bitkilerin şiddetli şekilde etkilendiğini, P uygulaması ile mikorizal inokulumun benzer etkiyi gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca mikoriza uygulanmış bitkilerde P, Fe, Zn alımının arttığını, tuzlu topraklarda mikro element alımının azaldığını, AMF inokulumunun Na konsantrasyonunu azalttığını, K/Na oranının AMF inokulumu ile arttığını rapor etmişlerdir.

Ocak ve Demir (2011), arbusküler mikorhiza (AM) da toprak mikro organizmaları ile bitkiler arasında görülen en yaygın mikorhizal ortaklıklardan biridir. Konukçu bitki, fungusa karbon bileşikleri sağlarken, fungus da bitkinin besin ve su alabilme kapasitesini artırdığı bildirilmiştir.

Ortaş (2002), mikorizal inokulumun mısır, fasulye ve biber bitkilerinin gelişmesi üzerine etkisi ile ilgili yaptığı çalışmada bu bitkilerin mikorizaya çok güçlü bir şekilde bağımlılık gösterdiğini bildirmiştir. Sensoy ve ark (2007), 8 biber genotipi ve 2 mikoriza türü ile yaptıkları bir çalışmada mikorizaya bağımlılık bakımından 5 biber genotipinin pozitif etki gösterdiğini, 3 biber genotipinin ise negatif etki gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Pérez-Gutiérrez ve ark. (2017), biber bitkisinde en iyi sulama seviyesini belirlemek amacıyla 3 farklı sulama seviyesini (kullanılabilir suyun %20, %40 ve %60'ı) ve beş farklı genotipi denemişlerdir. Çalışma sonucunda %20 su uygulanan konuda H225, H241, H244, H246 ve Jaguar çeşitleri için sırasıyla 68, 42, 56, 55 ve 71 cm bitki boyu elde edilirken, %40 su uygulanan konuda H225, H241, H244, H246, Jaguar çeşitleri için sırasıyla 73, 77, 61, 57 ve 92 cm bitki boyu saptamışlardır.

Almaca ve ark. (2010), farklı fosfor dozlarında mikoriza çeşitlerinin tarla koşullarında biber bitkisi verimi ve gelişimini incelemişlerdir. Araştırmada 20 kg da⁻¹ P₂O₅ uygulanan konuda, tohum aşamasında mikoriza aşılmasının bitkilerin biber verimini %5.4 ve %12.7 düzeyinde arttırdığı, buna karşılık şaşırtma sırasında yapılan aşılamanın ise verimi %6 ve %20.9 oranında arttırdığını bildirmişlerdir.

Demir ve ark. (2010), verticillium solgunluğuna karşı farklı dayanıklılık reaksiyonları gösteren dört pamuk çeşidinde [Sayar 314 (duyarlı), Maraş 92 (duyarlı), Stoneville-453 (duyarlı) ve Carmen (tolerant)] üç farklı AMF (Arbuscular Mycorrhizal Fungi) türünün (*Glomus intraradices*, *Glomus mosseae* ve *Gigaspora margarita*) kolonizasyon oranları ve bu pamuk çeşitlerinin AM (Arbuscular Mycorrhizal) funguslarına mikorhizal bağımlılık düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Pamuk çeşitlerine göre AMF kolonizasyonu %19-60 arasında, mikorhizal bağımlılık ise %11-36 arasında değişmiştir. Bunun yanısıra Verticillium

solgunluğuna karşı duyarlı çeşit olarak bilinen Sayar-314 her üç AMF türünde gerek kolonizasyon gerekse mikorhizal bağımlılık oranları açısından tatmin edici düzeylerde bulunmuştur.

Bayözen (2007), mikorizal fungusların çilek ve biberde sorun olan toprak kökenli fungal etmenlere karşı kullanım olanakları ile bu bitkilerin gelişimine etkisini değerlendirmek amacıyla ele alınmıştır. Ancak patojenisite çalışmaları yapılan *Fusarium* spp, *Colletotrichum* spp. ve *V. dahliae* izolatları belirtilen bitkilerde hastalık oluşturmamıştır. Bu nedenle çalışmada sadece çilekte mikoriza patojen ilişkisi ve biberde ise bitki gelişimine etkileri değerlendirilmiştir.

Almaca ve ark. (2010), mikoriza (*G. mossea*, *G. etunicatum*) aşılması ve fosfor uygulamasının biber bitkisinin gelişimi, beslenmesi, verim unsurlarına etkisini araştırdıkları çalışma sonucunda; *G. Mossea*, *G. Etunicatum* Mikoriza uygulamasının Şanlıurfa koşullarında Urfa yerli biber çeşidinin verimi üzerinde istatistiksel anlamda önemli olduğunu belirlemişlerdir.

Çetinkaya ve Dur (2010), tarla koşullarında mikorizal funguslar ile bitki kökleri arasındaki simbiyotik yaşamın mısır verim ve kalite parametreleri üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışma sonucuna göre; bitki besin maddeleri eksikliği durumunda AMF'in bitki verim ve kalite kriterleri ile bitki hastalıklarına dayanıklılık açısından katkı sağlayacağını bildirmektedirler.

Küçük ve Güler (2009), yeryüzündeki bitki topluluklarının %95'inin Arbuskuler Mikorizal (AM) fungi ile işbirliği oluşturduğunu, AM'nin bitkiye mineral besinleri ve özellikle fosforu sağladığı, su alımını arttırdığını, *Glomus* spp. Arbuskuler Mikoriza'nın en çok çalışılan üyesi olmakla birlikte, sadece bitkiye besin maddesi sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda bitkiyi hastalıklardan da koruduğunu, yapılan çalışmalarda, *Glomus intraradices* ve *G. fasciculatum*'un domateste *Alternaria solani*'nin neden olduğu hastalığı önemli ölçüde azalttığını belirtmektedirler.

Kayabaşı (2011), kuraklığa toleranslı bitkilerin ve çeşidin seçiminin önemli olduğu, toprak yapısı gibi birçok faktörle ilişkili bulunduğu, uygun miktardaki su ve besin maddesi ile optimum üretim sağlanacağı sonucuna varmıştır.

Özdemir (2013), 2012 yılında, Aydın ili koşullarında Carmen pamuk çeşidi ile yapılan 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.

Cszinsky (1981), Florida'da yaptığı bir çalışmada, biber bitkisine damla sulama yöntemi ile 202 mm, sızdırma sulama yöntemi ile 665 mm sulama suyu uygulamıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma alanı

Araştırma 2017 yılı yaz sezonunda Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi AR-GE alanında yürütülmüştür. Araştırma alanına ait harita ve uydru görüntüleri Şekil 3.1.'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Araştırma alanına ait uydu görüntüsü

3.1.2. Araştırma alanının toprak özellikleri

Araştırma alanı toprakları Harran Ovası topraklarının özelliklerini taşımaktadır. Harran Ovası toprakları koluviyal ana materyalli düz, düze yakın eğimli, orta derin ve derin topraklardan oluşmaktadır. Topraklar kil tekstürlü ve profil boyunca çok kireçli olup pH' sı 7.3-7.4 arasında değişen, yüzeyde organik madde %1.1 ve derinlere inildikçe %0.8' e düşen yapıda özellik göstermektedir (Dinç ve ark. 1988). Araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri Çizelge 3.1.'de kimyasal özellikleri ise Çizelge 3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri

Derinlik	TK (% _{v/v})	SN (% _{v/v})	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Bünye
0-30	41.47	23.44	20.40	54.00	25.60	C
30-60	41.46	24.13	20.40	52.00	27.60	C
60-90	41.94	23.55	18.40	54.00	27.60	C

TK: Tarla kapasitesi, SN: Solma noktası

Çizelge 3.2. Araştırma alanı topraklarının kimyasal özellikleri

Derinlik	Su ile doymun (%)	Elek. İletkenlik (dS m ⁻¹)	Kireç CaCO ₃ (%)	pH	Fosfor (kg da ⁻¹)	Potasyum (kg da ⁻¹)	Organik madde (%)
0-30	90	0.67	7.90	7.85	3.74	241.80	2.33
30-60	107	0.59	9.50	7.94	0.53	98.40	1.31
60-90	104	0.86	9.80	7.62	0.65	108.60	1.49

3.1.3. Araştırma yerinin iklim özellikleri

Araştırma alanı, uzun yıllar iklim verileri dikkate alındığında yarı-kurak iklim kuşağı altında yer almaktadır. Şanlıurfa ilinde yazları sıcak ve kurak, kışları ise soğuk ve az yağışlı geçmekte olup gece gündüz sıcaklıkları arasında farklılıklar oluşmaktadır. Şanlıurfa ilinin 2017 yılına ait iklim verileri Çizelge 3.3.'de ve uzun yıllar (1929-2017) verileri ise Çizelge 3.4.'te verilmiştir (Anonim, 2017a).

Çizelge 3.3. Araştırma alanının 2017 yılı iklim verileri

Aylar \ Parametre	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
Ort. Sıcaklık (°C)	22.9	29.7	34.2	32.2	29.6	20.5
Mak. Sıcaklık (°C)	37.0	41.8	43.5	44.8	42.1	30.9
Min. Sıcaklık (°C)	12.3	17.8	22.4	21.4	18.3	11.3
Ort. Buh.Basıncı	9.6	10.2	11.3	15.8	11.0	8.1
Ort. Mah. Bas. (mb)	947.2	944.8	941.3	943.8	947.6	951.5
Ort. Nispi Nem (%)	39.0	27.0	22.9	35.7	28.8	36.9
Top. Yağış (mm)	7.2	0.0	0.0	0.0	0.0	17.1
Ort. Güneş Sür. (sa)	10.2	12.6	12.3	10.9	9.6	8.6
Ort. Rüz. Hızı (m s ⁻¹)	1.7	2.0	1.9	1.6	1.4	1.3
Mak. Rüz. Hızı ve Yönü	15.6 W	11.7 W	10.3 N	9.3 W	10.7 W	10.4 NNE

Çizelge 3.4. Araştırma alanının uzun yıllar (1929-2017) iklim verileri

Aylar \ Parametre	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
Ort. Sıcaklık (°C)	22.1	28.0	31.9	31.5	27.1	20.5
Mak. Sıcaklık (°C)	40.0	44.0	46.8	46.2	42.1	37.8
Min. Sıcaklık (°C)	2.5	8.3	15.0	16.0	10.0	1.9
Ort. Buh.Basıncı	10.2	10.5	11.7	12.8	11.0	9.4
Ort. Mah. Bas. (mb)	947.5	943.8	940.4	941.8	946.7	951.5
Ort. Nispi Nem (%)	44.7	32.6	29.3	32.1	35.1	44.4
Top. Yağış (mm)	26.4	4.3	2.0	3.3	4.7	26.1
Ort. Güneş Sür. (sa)	10.0	12.2	12.3	11.4	10.0	7.9
Ort. Rüz. Hızı (m s ⁻¹)	2.2	2.8	2.9	2.5	2.2	1.6
Mak. Rüz. Hızı ve Yönü	22.4 WNW	24.3 WNW	22.5 NNW	19.9 NNW	26.2 SSE	26.5 WNW

3.1.4. Araştırma alanının su kaynakları

Araştırma alanının sulama suyu ihtiyacı çalışma alanının yanından geçen ve debisi $200 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ olan Mardin-Ceylanpınar iletim kanalından saptırılmıştır. Saptırılan sulama suyu çalışma alanı yakınında bulunan 500 tonluk depoya santrifüj pompa ile pompalandıktan sonra Ø75'lik boru ile çalışma alanına taşınmış ve daha sonra Ø32'lik PE boru ile deneme alanı parsellerine derive edilmiş ve sulamalar damla sulama yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Sulama sistemi için kontrol ünitesi, gübre tankı, ve damlatıcı aralığı 40 cm, debisi 2.6 L sa^{-1} olan Ø16 mm lateral boru kullanılmıştır (Şekil 3.2). Araştırma alanında ki sulama sularının detay analizi sonuçları ve suyun sınıfı C_2S_1 olarak verilmiştir (Çizelge 3.5).

Çizelge 3.5. Araştırma alanı sulama suyunun kalite analiz sonuçları

Parametre	Birim	Sonuç
Ph		8.7
EC	($\mu\text{S cm}^{-1}$)	408
Renk		3
Bulanıklık		19.7
Organik Madde		1.362
Karbonat		10.8
Bi Karbonat		139.71
Bor		
Toplam Alkanite		132.5
Sodyum		26.76
Amonyum		-
Potasyum		2.31
Kalsiyum		34.77
Magnezyum		17.54
Klorür		2.77
Florür		0.27
Nitrat		4.57
Sülfat		54.93
Na	%	26.43
Sodyum Absorbsiyon Oranı	SAR	0.92
Suyun Sınıfı		C_2S_1

3.1.5. Araştırmada kullanılan bitki çeşidi

Araştırmada tercih edilen biber bitkisi Yüksel tohum firmasının Mostar F1 çeşidi kullanılmıştır Şekil 3.2. Çeşit özellikleri: sivri biber olup çok erkenci çok

verimli ve orta güçlü, meyvesi tatlı olup çok kaliteli ve boyu, 25-27 cm'dir. (Anonim 2019b).



Şekil 3.2. Kullanılan bitki çeşidi ve deneme alanına fide dikimi

3.1.6. Çapalama ve ilaçlama

Araştırmada tercih edilen biber bitkisinin çapalama işlemleri; dikim öncesi derin sürüm, dikim sonrası boğaz doldurma işlemleri yapılmıştır. Hastalık ve zararlılara ilişkin uygulamalar Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Öğretim Üyelerinin önerileri doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Deneme alanında çapalama ve zirai mücadele uygulaması yapılmıştır (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. Deneme alanında ilaç uygulaması

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme alanının düzenlenmesi ve deneme deseninin planlanması

Deneme bölünmüş parseller deneme deseni şeklinde planlanmıştır. Uygulamalar, Bakterisiz ve Bakterili ana parsel ve 3 farklı sulama düzeyleri (%50, %100, %150) alt parsel şeklinde gerçekleştirilmiştir. Dikim mesafeleri 0.80 m*0.30 m olup her parsel 2 sıra ve her sırada 24 bitki olmak üzere toplam 48 bitkiden oluşmuştur. Toplamda 18 parsel olup denemede 864 biber bitkisi bulunmaktadır. Her sıra başından ve sonunda 7'şer bitki olmak üzere toplam 14 bitki dışarıda bırakılmış, sadece 10 bitki değerlendirmeye alınmıştır.

3.2.2. Mikoriza uygulaması

Araştırmada Mikoriza uygulamaları, dikim öncesi daldırma yöntemi ile uygulanmıştır. Endo Roots Soluble (ERS) 250 gr'lık 1 paket ve klor içermeyen temiz su içine boşaltıp 10 dakika boyunca temiz bir sopa ile karıştırıp, karışım homojen bulamaç haline getirilerek, çıplak bitki köklerini karışım içine 1 dakika süre boyunca bekletilip hemen dikimi yapılmıştır. Endo Roots Soluble'nin içerdiği organizmalar *Glomus intraradices*, *Glamus aggregatum*, *Gamus mossease*, *Glamus clarum*, *Glamus monosporus*, *Glamus deserticola*, *Glamus brasilianum*, *Glamus etunicatum*, *Gigaspora margarita* 'dır.

3.2.3. Sulama suyunun hesaplanması

Sulama suyu mevcut sulama kanalından Ø90'lik PE boru ile alınıp, kontrol sisteminden sonra su sayaçlarında denetlenerek hacimsel su içerikleri konulara uygulanmıştır. Su bütçesi için standart buharlaşma kabı (class A pan) ve damla sulama sisteminde Ø16 PE boru ile su kullanılmıştır. Hacimsel su içerikleri,4 günlük class A pan'dan buharlaşan değerin %50 (I_1), %100 (I_2) ve %150 (I_3) ile çarpıldıktan ve alanla düzelttikten sonra bitkiye verilmiştir. Toprakların nem içerikleri, dikimle birlikte profilin 0-30 ve 0-60 cm derinlikte gravimetrik yöntem ile belirlenmiştir. Denemede kullanılan Class A pan Şekil 3.4. verilmiştir.

Sulama suyu derinlik değerlerinin hesaplanmasında James ve ark. (1982)'te verilen açık su yüzeyi buharlaşmasından yararlanılmış ve aşağıda verilen Eşitlik 3.1. eşitliği kullanılmıştır.

$$I = A * \Sigma E_p * k_{cp} * P \quad (3.1)$$

Eşitlik 3.1’de,

I : Parsele uygulanan sulama suyu (l),

A :Parsel alanı (m²),

Ep :Sulama aralığındaki birikimli Class A Pan buharlaşma miktarı (mm),

k_{cp} :Seçilen Pan katsayısı,

P :Örtü yüzdesi (%) dir.



Şekil 3.4. Denemede kullanılan Class A pan

3.2.4. Mevsimlik bitki su tüketimi, verim tepki etmeni ve su kullanım randımanı

Araştırmaya alınan konulara ilişkin mevsimlik bitki su tüketimi değerlerinin belirlenmesinde, James ve ark. (1982) tarafından verilen su dengesi eşitliği yöntemi uygulanmıştır (Eşitlik 3.2).

$$ET = I + P + C_r - D_p + R_f \pm \Delta S \quad (3.2)$$

Burada;

- ET : Bitki su tüketimi (mm)
 I : Sulama suyu (mm)
 P : Etkili yağış (kg m^{-2}).
 C_r : Kapılar yükselme (mm)
 D_p : Derine sızma (mm)
 R_f : Yüzey akış kayıpları (mm)
 ΔS : Toprak profilindeki nem değişimi (mm) dir.

Çalışma alanı, Harran Üniversitesi tarımsal AR-GE alanının bulunduğu koordinatlarda, Harran Ovasının Kuzey-Doğu istikametinde bulunmaktadır. Ovaya göre daha eğimli ve kireç oranı yüksek topraklardan oluşan özelliklere sahip gruba girmektedir. Profilin alt katmanlarında kireç taşı bulunması ve eğimli topoğrafyanın hakim olması nedeniyle drenaj ve tuzluluk sorunu yaşanmamaktadır. Damla sulama sistemi kullanıldığından yüzey akış söz konusu olmamaktadır. Bu nedenle C_r ve R_f değerlerinin etkisi önemsizdir. Profildeki su miktarı, ekim döneminde ve hasatta ölçülen nem farkına ilave olarak gelişim döneminde kullanılan nemin eklenmesi ile hesaplanmıştır.

Verim-tepki etmeni değerlendirilmesi k_y ; için oransal ET açığı $\left(1 - \frac{ET_a}{ET_m}\right)$ ile oransal verim azalışı $\left(1 - \frac{Y_a}{Y_m}\right)$ arasındaki etkileşimde Stewart modeli kullanılmıştır (Doorenbos ve Kassam, 1979). Stewart modeli su-üretim fonksiyonu olarak ifade edilmiştir (Eşitlik 3.3).

$$\left(1 - \frac{Y_a}{Y_m}\right) = k_y \left(1 - \frac{ET_a}{ET_m}\right) \quad (3.3)$$

Eşitlikte Y_a =gerçek verim (kg da^{-1}), Y_m =maksimum verim (kg da^{-1}), k_y =verim tepki etmeni olup bitkisel verimin su eksikliğine karşı gösterdiği duyarlılığı ifade etmektedir. ET_a =gerçek bitki su tüketimi (mm), ET_m =maksimum bitki su tüketimi (mm) ve I uygulanan sulama suyu değerini (mm) vermektedir.

Su kullanım [$\text{WUE}(\text{kg m}^{-3})$] ve sulama suyu kullanım [$\text{IWUE}(\text{kg m}^{-3})$] randımanı belirlenmesinde Eşitlik 3.4 ve 3.5'den yararlanmıştır.

$$WUE = \frac{Y_a}{ET_m} \quad 3.4$$

$$IWUE = \frac{Y_a}{IW} \quad 3.5$$

3.2.5. Toprak nem içeriklerini tayini

Toprak nem içerikleri gravimetrik yöntem ile belirlenmiştir. Sulama öncesi ve hasat döneminde toplamda 8 defa bitkinin etkili bölgesinin bulunduğu 0-30, 30-60 ve 60-90 cm derinliklerinden alınmıştır. Alınan bozulmuş toprak örnekleri tartımları yapıldıktan sonra 105°C Tarımsal Yapılar ve Sulama bölümü laboratuvarında bulunan etüvde 24 saat bekletildikten sonra kuru ağırlık tartım işlemi gerçekleştirilip nem içerikleri belirlenmiştir (Peterson ve Calvin, 1965; Benami ve Diskin, 1965).

3.2.6. Gübreleme

Araştırmada uygulanan gübreleme programı N; P_2O_5 ; K_2O ; CaO ve MgO sırasıyla 20; 10; 25; 10 ve 5 kg da^{-1} şeklinde kullanılmıştır. Fosfor gübresinin tamamı dikimle beraber, Azotun ve Potasyumun $\frac{1}{3}$ ' ü dikimle birlikte, $\frac{1}{3}$ dikimden 30 gün ve 60 gün sonra uygulanmıştır. Magnezyum (MgO) ve Kalsiyum (CaO) ise meyve olum döneminde 2 defa uygulanmıştır.

3.2.7. Denemede yapılan fenolojik gözlemler ve ölçümler

3.2.7.1. İlk çiçeklenme tarihi (gün)

Araştırmada tercih edilen biber bitkisinin tüm deneme alanındaki toplam bitkilerin %50'sinden fazlası çiçek açtığı tarih kayıt altına alınmıştır. Denemede çiçeklenmeden görüntü Şekil 3.5 verilmiştir.



Şekil 3.5. Denemede çiçeklenmeden görüntü

3.2.7.2. İlk hasat tarihi (gün)

Çalışmada çiçeklenme tarihinden ortalama 35-40 gün sonra biber bitkisinin ilk hasatı gerçekleştirilmiştir. İlk hasat tarihi tüm parsellerde ki meyveler uniform büyüme ve olgunluğa geldikten sonra toplam 10 hasat yapılmış ve tüm hasat tarihleri kayıt altına alınmıştır.

3.2.7.3. Bitki boyu (cm)

Çalışma süresince farklı gelişim tarihlerinde üç kez ve tüm konuların her tekerrüründe toplam 18 alt parselde rastgele önceden belirlenen bitkiler toprak yüzeyinden başlayıp bitkinin büyüme konisine kadar olan boyları ölçülmüş ve cm cinsinden kayıt altına alınmıştır.

3.2.7.4. Meyve ağırlığı (g)

Çalışmada hasat edilen tüm parsellerdeki rastgele seçilen 15 meyvenin ağırlıkları hassas terazi ile tartılmış ve elde edilen ağırlıklar gram olarak yazılmıştır. Yapılan bu işlemler farklı hasat tarihlerinde üç kez yinelenmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Hasatta edilen biber meyvelerinin ağırlık ölçümü yapılırken

3.2.7.5. Meyve çapı (mm)

Hasat dönemlerinde üç kez yapılan ve tesadüfi seçilen meyvelerin çapları dijital kumpas yardımı ile ölçülmüş ve kayıtlanmış, her hasatta toplam 270 meyve çapı çalışılmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Hasat edilen biber meyvelerinin çap ölçümü yapılırken

3.2.7.6. Meyve boyu (mm)

Çalışılan konuların hasat edilen meyveler kumpas ile dipten uca kadar meyve boyları ölçülmüş ve mm olarak ifade edilmiştir. Bu işlem 10 hasatın sadece üçünde gerçekleştirilmiştir.

3.2.7.7. Toplam verim (kg da⁻¹)

Araştırma süresi boyunca toplam 10 adet hasat yapılmış, her tekerrürde elde edilen toplam ağırlıklardan, dekara verimler (kg da⁻¹) hesaplanmıştır.

3.2.7.8. Bitki yan dal sayısı (adet bitki⁻¹)

Tüm hasat bitiminden sonra her parselden rastgele alınan 3 bitkinin toplam yan dal sayısı hesaplanmıştır.

3.2.7.9. Biyomas dal ağırlığı (g bitki⁻¹)

Bitkiler tüm hasat işlemi bittikten sonra her konudan 3 bitki toprak yüzeyinden kesilmiş ve yaş halde tartılmıştır. Biyomas dal ağırlığı gr olarak ifade edilmiştir.

3.2.7.10. Kök kuru ağırlığı (g kök⁻¹)

Biber bitkisinde hasat işlemleri tamamlandıktan sonra, her konudan tesadüfi üç bitki kökü topraktan çıkarılıp su ile yıkanarak topraklar tamamen ayıklanmıştır. Topraklar ayrıştırıldıktan sonra kökler 65 °C'ye ayarlanan etüve konularak, kök kuru ağırlıkları saptanmıştır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Biber bitki köklerinin kuru ağırlık ölçümleri

3.2.7.11. Yaprak alan indeksi (LAI)

Yaprak alan indeksinin belirlenmesi amacıyla, her parselde ki bitkilerden alınmış olan yaprak örneklerinin alanları LeafAreaMeter aleti ve Dijital Monitoring yöntemi ile saptanmıştır. Ölçülen yaprak alanlarının tek bir yüzey alanları, bitkinin yaşam alanına bölünerek LAI değerleri (cm² cm⁻²) excel ortamında hesaplanmıştır.

3.2.7.12. Suda çözünür kuru maddesi (Briks, %)

Biber meyve suyunda suda çözünebilir kuru madde içeriği (SÇKM, %) masa tipi Abbe-type refraktometre ile doğrudan yüzde olarak ölçülmüştür (Tigchelaar, 1986).

3.2.7.13. Titre edilebilir asit (g/100 ml)

Biber püresi suyu örneklerinden 5 mL alınarak üzerine 10 mL saf su ilave edilmiş, 2 damla fenol ftalein indikatörü damlatılarak karıştırılmış, 0.1 NaOH ile pH değeri 8.1 olana kadar titre edilip, susuz sitrik asit cinsinden (%w/w) toplam asit hesaplanmıştır (Anonymous, 1968).

3.2.7.14. Klorofil İndeks Değeri

Biber bitkisinin yetiştirme döneminde farklı tarihlerde üç kez klorofil indeks değeri ölçülmüş ve her parselden seçilen 3 bitkinin yapraklarından klorofilmetre yardımı ile ölçümler gerçekleştirilmiştir.

3.2.7.15. Askorbik asit (C vitamini mg 100 g⁻¹)

Biber meyvelerinden; 50 gr meyve ve \cong 50gr %2'lik oksalik asit blender yardımı ile homojonize edilip püre haline getirilmiştir. Elde edilen bu püre süzüğünden 10 gr alınıp üzerine toplamda 100 gr olana kadar %1'lik oksalik asit ilave edilmiştir (Pierson 1970). Spektrofotometrik diklorofenol indofenol yönteminde 10 gr alınıp renk döndükten sonra okuması gerçekleştirilmiştir.

3.2.7.16. Kullanılan program

Konular arasında fark olup olmadığı varyans analiziyle, elde edilen ortalamalar arasındaki farkın önemli olması durumunda ise bu farkın hangi konular arasında olduğu ise Duncan testiyle saptanmıştır. Bu testler SPSS 13.0 (SPSS, 2004) paket programı yardımıyla yapılmıştır.

4.ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Değerlendirilen özellikler

4.1.1. Sulama suyu miktarı

Çalışmanın ana konusu mikorizalı ve mikorizasız olmak üzere Faktör A olarak kabul edilmiş ve bu faktör A altında, faktör B’de üç sulama seviyesi çalışılmış. Konulu sulamalara başlamadan önce tüm konulardaki bitkilerin uniform düzeyde su alması amacıyla tüm konulara 147 mm eşit düzeyde konusuz cansuyu, daha sonra konulu sulamalara başladıktan sonra ise Eşitlik 1’de verilen denkleme göre 3 farklı sulama suyu miktarı mikorizalı ve mikorizasız konular için ayrı ayrı hesaplanarak parsellere verilmiştir. Çalışma süresi boyunca, sulama suyu miktarı; doğal olarak sulama suyu ihtiyacının %150’sinin karşılandığı I₃ konusunda gerçekleşirken en düşük sulama suyu miktarı ise normal sulama suyu ihtiyacının yarısının karşılandığı I₁ konusunda gerçekleştiği belirlenmiştir. Çalışmada I₁, I₂ ve I₃ konuları için suyu miktarları sırasıyla 588 mm, 1 028 mm ve 1 469 mm olarak hesaplanmıştır.

4.1.2. Mevsimlik bitki su tüketimi

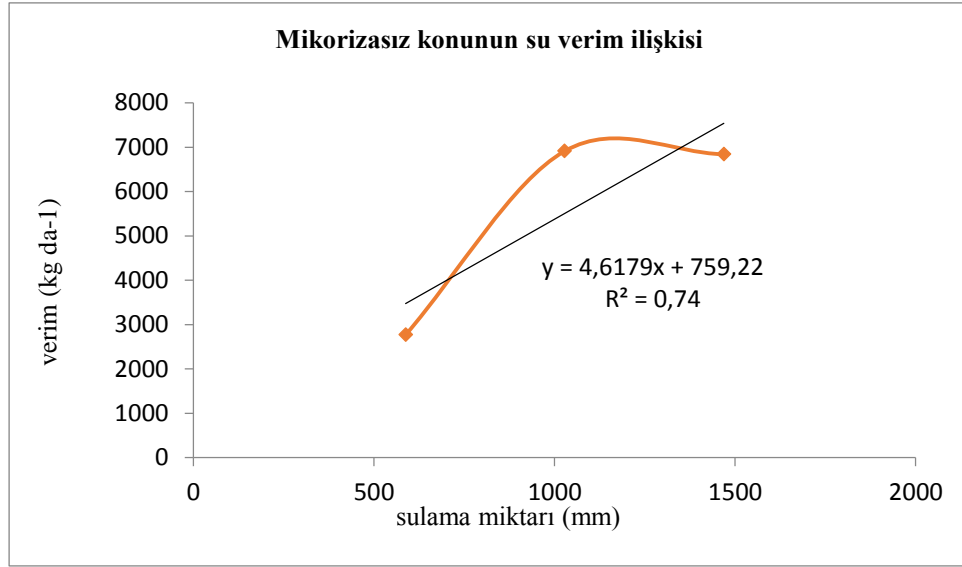
Araştırma bitkisi olan biberin mevsimlik bitki su tüketimine ilişkin değerler Çizelge 4.1.’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Araştırmada kullanılan patlıcan bitkisine ait sulama suyu, mevsimlik bitki su tüketimi (mm), oransal ET açığı, oransal verim azalışı, sulama suyu kullanımı, su kullanım randımanı ve su tasarruf oranı

Konular	IW (mm)	ET _a (mm)	Y _a (kg da ⁻¹)	1- (ET _a /ET _m)	1-(Y _a /Y _m)	WUE (kg m ⁻³)	IWUE (kg m ⁻³)
C-I ₅₀	588	615	2 771	0.58	0.64	4.51	4.72
C-I ₁₀₀	1 028	1 010	6 912	0.31	0.10	6.85	6.72
C-I ₁₅₀	1 469	1 456	6 841	0.00	0.11	4.70	4.66
M-I ₅₀	588	615	3 694	0.58	0.52	6.01	6.29
M-I ₁₀₀	1 028	1 010	7 683	0.31	0.00	7.61	7.47
M-I ₁₅₀	1 469	1 456	6 385	0.00	0.17	4.39	4.35

IW: irrigation water (uygulanan sulama suyu), ET_c: crop evapotranspiration (bitki su tüketimi), Y: yield (verim), ET_a: actual evaporatranspiration (gerçek bitki su tüketimi), ET_m: maximum evaporatranspiration (maksimum bitki su tüketimi), WS: water saving (su tasarrufu), WUE: su kullanım randımanı, IWUE: sulama suyu kullanım randımanı

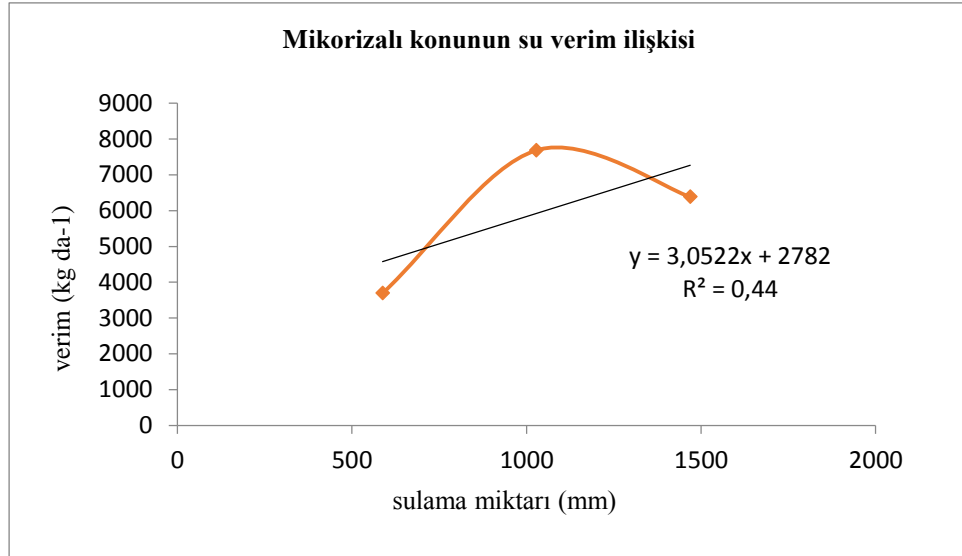
Çizelge 4.1.'de verilen mevsimlik bitki su tüketimleri hesaplamalarında konulara uygulanan toplam sulama suyu miktarları ve toprak nem içerikleri dikkate alınarak hesaplanmıştır. Kontrol konularında oransal su tüketim eksilişi 0.58, CI₁ konusunda oransal verim eksilişi 0.64'e ulaşmıştır. Oysa bu değer CI₂ konusunda 0.10' a ulaştığı görülmüştür. Mikoriza konularında ise MI₁ konusunda oransal ET açığı 0.58, oransal verim azalışı 0.52 olarak hesaplanmıştır. Bu değer MI₃ konusunda 0.17' e ulaştığı görülmüştür. Tercih edilen biber bitkisinin mevsimlik bitki su tüketim değerleri 588 mm ile 1 469 mm arasında değişmiştir. Sulamaların damla sulama sistemi ile yapılmasından dolayı çalışma alanında yüzey akış ve derine sızma kayıpları gerçekleşmediği kabul edilmiş ve her iki parametre mevsimlik bitki su tüketimi hesaplamalarında dikkate alınmamıştır. 3 farklı sulama suyu seviyesi için mevsimlik bitki su tüketimleri I₁, I₂ ve I₃ konularında sırasıyla 615 mm, 1 010 mm ve 1 456 mm olarak saptanmıştır.



Şekil 4.1. Mikorizasız konunun su-verim ilişkisi

Mikoriza uygulamasının yapılmadığı ve yapıldığı konulardaki su verim ilişkisi Şekil 4.1. ve Şekil 4.2.'te gösterilmiştir. Mikoriza uygulamasının yapılmadığı konularda verim ile su arasında doğrusal bir ilişki olduğu saptanmış ($R^2:0.74$). Bu bağlamda sulama suyu miktarı arttıkça verimde de artış olmadığı gözlemlenmiştir. Ancak Şekil 4.2.'ye göre mikoriza uygulamasının yapıldığı konularda da sulama suyu artışına bağlı olarak verimde de önemli artışlar elde edilememiştir. Fazla suyun uygulandığı konuda mikorizanin aktif olarak çalışmadığı ve olumlu tepki alınmadığı anlaşılmıştır. Özellikle mikoriza uygulamasının yapıldığı konulardaki su verim ilişkisinin daha zayıf karakterli ($R^2:0.44$) olduğu anlaşılmıştır.

Uygulanan suyun derinliği arttıkça verim azalmamış ve aksine mikoriza faktör A uygulaması kontrol konusunda dört günlük toplam buharlaşmanın %100 uygulandığı M-I₁₀₀ konusunda 7 683 kg da⁻¹ ile en yüksek verim sağlanmıştır. Biber verimi WUE ve IWUE için sırasıyla; 4.39-7.61 kg m⁻³ ve 4.35-7.47 kg m⁻³ arasında değişmiştir.



Şekil 4.2. Mikorizalı konunun su-verim ilişkisi

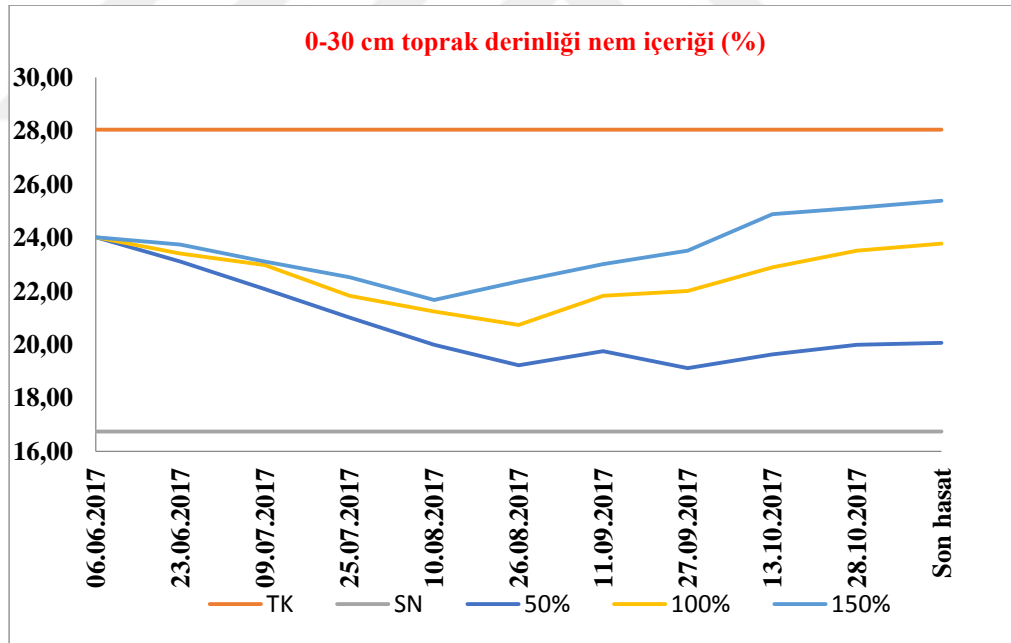
4.1.3. Toprak nem içerikleri

Araştırma süresince sulamalardan önce alınan toprak örneklerinin nem içerikleri Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

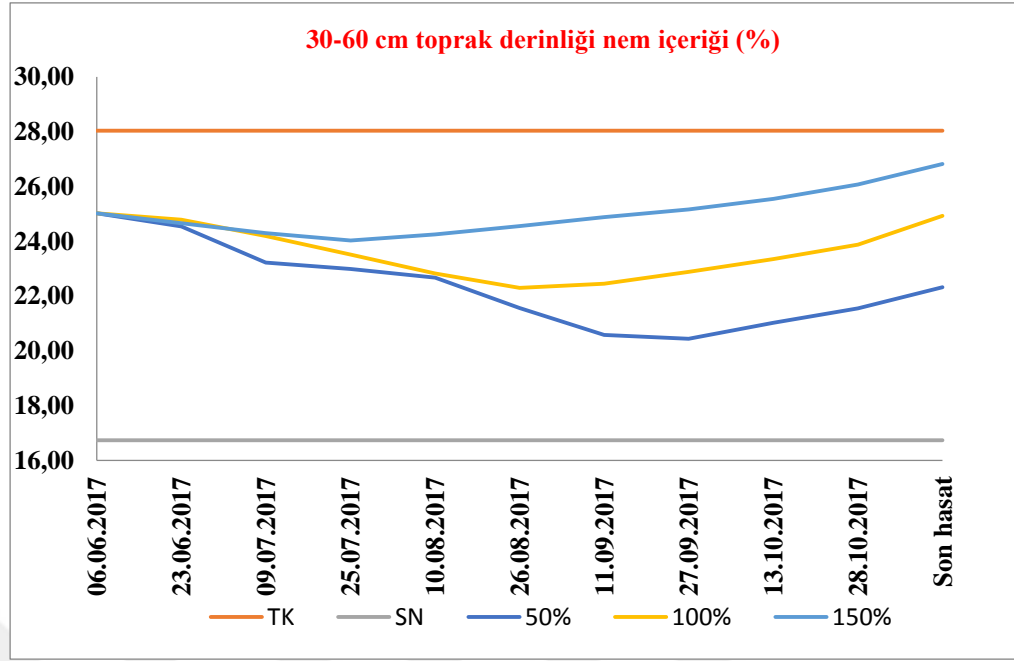
Çizelge 4.2. Araştırma süresince sulamalar öncesi alınan toprak nem içerikleri (%)

Toprak nem içerikleri (Pw)						
Tarih	I ₁		I ₂		I ₃	
	0-30 cm	30-60 cm	0-30 cm	30-60 cm	0-30 cm	30-60 cm
06.06.2017	24.03	25.02	24.03	25.02	24.03	25.02
23.06.2017	23.11	24.55	23.41	24.79	23.74	24.66
09.07.2017	22.08	23.22	22.98	24.20	23.11	24.30
25.07.2017	21.01	22.99	21.82	23.52	22.52	24.03
10.08.2017	19.99	22.68	21.24	22.83	21.67	24.25
26.08.2017	19.23	21.56	20.73	22.30	22.36	24.56
11.09.2017	19.75	20.58	21.82	22.45	23.01	24.88
27.09.2017	19.12	20.44	22.01	22.89	23.52	25.16
13.10.2017	19.63	21.03	22.89	23.35	24.88	25.55
28.10.2017	19.99	21.55	23.52	23.88	25.12	26.08
08.11.2017	20.07	22.32	23.78	24.93	25.39	26.83

Konulu sulamalara başlamadan önce ve konulu sulama süresince 15 gün ara ile hasat dönemine kadar alınan toprak numunelerine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.2.'de tablo halinde, nem içeriklerinin zamansal dağılımları ise Şekil 4.3. ve Şekil 4.4.'de verilmiştir. Topraklarının nem içerikleri dikkate alındığında en az nem içeriği I₁ konusunda gerçekleşmiş en yüksek nem içeriği ise suyun en fazla uyguladığı I₃ konusunda saptanmıştır. Konulu sulamaların yapıldığı I₁, I₂ ve I₃ konularının tümünde topraklardaki en fazla nem kaybı yüzeye yakın olan 0-30 cm derinliğinde gerçekleştiği belirlenmiştir. Toprakların nem içerikleri seviyelerinde, sıcaklıkların en yüksek olduğu temmuz ve ağustos aylarında ciddi azalmalar olduğu, sulama suyu ihtiyacının %50'sinin karşılandığı I₁ konusunun 0-30 cm derinliğinde ki toprakta okunan nem miktarları sıcaklığın yüksek olduğu aylarda solma noktası düzeyinde bulunduğu gözlemlenmiştir. Toprakların 30-60 cm derinliğinde ki nem miktarı farklı sulama suyu miktarı uygulanan tüm konularda solma noktasının %30-40'nın üzerinde olduğu saptanmıştır (Şekil 4.2 ve Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Araştırma alanı topraklarının 0-30 cm derinliğindeki nem içerikleri



Şekil 4.4. Araştırma alanı topraklarının 30-60 cm derinliğindeki nem içerikleri

4.1.4. Dikimden hasada kadar geçen süre (gün)

Yılın yaşanmışlık gün sayısı (Day of Year: DOY), çalışmanın dikim ve hasat tarihlerinin ifadesinde kullanılmıştır. Çalışmada fideler 21 Mayıs 2017 tarihinde (DOY: 141) dikilmiş ve 07 Kasım 2017 (DOY: 311) tarihinde ise son hasat ve toplamda 10 hasat gerçekleştirilmiştir.

4.1.5. Toplam verim (kg da⁻¹)

Mikorizasız ve mikorizalı uygulamada farklı sulama suyu seviyelerinde toplam verim (kg da⁻¹) için gerçekleştirilen varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3'de paylaşılmıştır.

Çizelge 4.3. Mikoriza uygulaması ve farklı sulama suyunun toplam verime (kg da⁻¹) ilişkin varyans analiz sonuçları

Kaynak	SD	KT	KO	F	Önem
Tekerrür	2	3947.93	1973.96	0.44	0.695 ^{ns}
Faktör A	1	766919.01	766919.01	170.43	0.006**
Hata1	2	8999.76	4499.88		
Faktör B	2	56846802.03	28423401.01	8639.78	0.000**
A*B	2	1714291.32	857145.66	260.54	0.000**
Hata2	8	26318.65	3289.83		
Genel	17.00	59367278.69			

** %1, * %5 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Araştırmada, gerek faktör A yani mikorizalı ve mikorizasız ve gerekse faktör B sulama düzeylerinin istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli olması, ayrıca A*B interaksiyonlarında da %1 düzeyinde önemli çıkması sonucu, verimdeki konular arasında farklılıkları tayin etmek amacıyla Çizelge 4.4.'de görüleceği gibi duncan testi ile gruplandırma gerçekleştirilmiştir..

Çizelge 4.4. Farklı sulama seviyeleri ve mikoriza uygulamasında elde edilen toplam verim Duncan test sonuç tablosu

Toplam verim (kg da ⁻¹)			
	C	M	Ortalamalar
I ₁	2 771e	3 694d	3 232c
I ₂	6 912b	7 683a	7 297a
I ₃	6 841b	6 385c	6 613b
Ortalamalar	5 508b	5 920a	

C: Mikorizasız, M: Mikorizalı

Ortalama toplam verim Duncan test sonuç tablosuna göre, farklı sulama suyu seviyelerinin uygulandığı I₁ sulama konusunda 3 232 kg da⁻¹ olarak en düşük ölçülürken, I₂ sulama konusunda 7 297 kg da⁻¹ en yüksek ve I₃ sulama konusunda ise 6 613 kg da⁻¹ olarak saptanmıştır. Her üç sulama seviyesinde ortalama verimler farklı grupları oluşturmuştur. Mikoriza uygulaması yapılan konuda ortalama toplam verim ise 5 920 kg da⁻¹ hesaplanırken, mikoriza uygulaması yapılmayan kontrol konusunda ise 5 508 kg da⁻¹ olarak belirlenmiş ve böylece faktör A muamelesi de farklı grupları

oluşturmuştur. Mikoriza uygulaması ile farklı sulama suyu uygulandığı konularda en fazla verim mikoriza uygulamasının yapıldığı ve sulama suyu ihtiyacının tam (%100'ünün) karşılandığı konuda gerçekleşmiş ve 7 683 kg da⁻¹ elde edilmiştir. Verimin en fazla etkilendiği ve en az verim sağlandığı konu, mikoriza uygulamasının yapılmadığı ve sulama suyu ihtiyacının %50'sinin karşılandığı CI₂ kontrol konusunda 2 771 kg da⁻¹.olarak saptanmış ve Çizelge 4.4.'de gösterilmiştir. Benzer tepkiler meyve ağırlığı ve bitki boyunda gözlenmiştir.

Erken (2004), Çanakkale koşullarında yürüttüğü çalışmada, 2002 yılında en yüksek verim K= 0.75 katsayısının uygulandığı konudan 6 888 kg da⁻¹ olarak, 2003 yılında K=1.00 katsayısının uygulandığı konudan 6 564 kg da⁻¹ olarak elde edildiğini saptamıştır.

4.1.6. Meyve ağırlığı (g)

Mikorizasız ve mikorizalı uygulamada farklı sulama suyu seviyelerinde meyve ağırlığı (g) için gerçekleştirilen varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. Mikoriza uygulaması ve farklı sulama suyunun meyve ağırlığına (g) ilişkin varyans analiz sonuçları

Kaynak	SD	KT	KO	F	Önem
Tekerrür	2	0.024	0.011	74.68	0.013 ^{ns}
Faktör A	1	1.63	1.63	10195.46	0.000**
Hata1	2	0.00	0.00		
Faktör B	2	58.61	29.30	315.79	0.000**
A*B	2	28.73	14.37	154.81	0.000**
Hata2	8	0.74	0.09		
Genel	17.00	89.74			

** %1,* %5 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Çizelge 4.5.'de içerdiği gibi meyve ağırlığının varyans analiz sonuçlarına göre mikoriza, sulama ve mikoriza ile sulama interaksyonunda %1 önemli olduğu saptanmış olup tekerrürlerin önemsiz olduğu saptanmıştır. Meyve ağırlığı Duncan testi ile gruplandırılmaları yapılmış ve Çizelge 4.6.'de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Farklı sulama seviyeleri ve mikoriza uygulamasında elde edilen meyve ağırlığı Duncan test sonuç tablosu

Meyve ağırlığı (g)			
	C	M	Ortalamalar
I ₁	10e	14d	12c
I ₂	16b	15c	16b
I ₃	17a	16c	16a
Ortalamalar	15b	15a	

C: Mikorizasız, M: Mikorizalı

Farklı sulama seviyeleri ve mikoriza uygulamasında elde edilen ortalama meyve ağırlığı Çizelge 4.6.'da verilen Duncan gruplandırma testine göre mikoriza uygulaması yapılan konu ile mikoriza uygulamasının yapılmadığı kontrol konusunda meyve ağırlığı 15 g olarak ölçülmüştür. Farklı sulama suyu seviyelerinin uygulandığı konularda meyve ağırlıkları I₁ sulama konusunda 12 g ölçülmüş olup I₂ ve I₃ sulama konularında ise 16 g olarak ölçülmüştür. Mikoriza uygulaması ile farklı sulama suyu uygulandığı konularda en yüksek meyve ağırlığı sulama suyunun %150'sinin uygulandığı I₃ konusunda gerçekleşmiş olup 17 g olarak ölçülmüştür. En düşük meyve ağırlığı ise mikoriza uygulamasının yapılmadığı ve sulama suyu ihtiyacının %50'sinin karşılandığı I₁ konusunda belirlenmiş olup 10 g olarak ölçülmüştür. Çizelge 4.6.'da görüleceği gibi mikorizasız (kontrol) ve mikorizasız konularda 15 gram olarak verilen değerlerin noktadan sonra gösterilmediğinden dolayı eşit gibi görülmektedir. Benzer sonuçlar I₂ ve I₃ ortalama sonuçlarda da 16 gram olarak yansımaktadır. Yukarıda açıklanan sebeplerden dolayı farklı grupları göstermesi doğruyu ifade etmektedir. Elde edilen meyve ağırlıkları, uygulanan suyun derinliğine bağlı olarak yüksek çıkmaması, mikoriza uygulamalarında meyve verimine dominant etki yaratmadığı söylenebilir.

Bütüner (2016), Meyve ağırlığı sulama düzeyleri açısından değerlendirildiğinde en yüksek meyve ağırlığı ortalama 21.71 g ile en yüksek su uygulamasından I₅'den elde edilmiş bunu I₄;I₃;I₂ ve I₁ konuları izlemiştir. Pıtır (2015), yaptığı biber çalışmasında en yüksek tek meyve ağırlığı sulama oranının en yüksek olduğu kontrol bitkisinden elde edildiğini bildirmiş olup. Bununla beraber

%50 ve %25 oranlarında sulama yapılan parsellerde sırasıyla tek meyve ağırlıklarında azalma meydana geldiğini bildirmiştir. Çelik (2014)'te su kısıtı uygulamalarına göre en yüksek tek meyve ağırlığı kontrol uygulamasından elde edilirken bunu %75 uygulaması izlemiştir. En düşük tek meyve ağırlığı ise %0 düzeyinde su uygulamasında saptadığını bildirmiştir.

4.1.7. Meyve boyu (mm)

Araştırma süresi boyunca elde edilen konulara ait ortalama meyve boyu (mm) varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. Mikoriza uygulaması ve farklı sulama suyunun meyve boyuna (mm) ilişkin varyans analiz sonuçları

Kaynak	SD	KT	KO	F	Önem
Tekerrür	2	41.37	20.69	3.18	0.239 ^{ns}
Faktör A	1	1.24	1.24	0.19	0.705 ^{ns}
Hata1	2	13.02	6.51		
Faktör B	2	1 934.56	967.28	133.12	0.000**
A*B	2	133.98	66.99	9.22	0.008**
Hata2	8	58.13	7.27		
Genel	17.00	2182.30			

** %1,* %5 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Araştırmada, Çizelge 4.7.'de içerdiği gibi mikoriza uygulaması ile farklı sulama suyu seviyelerindeki konulara ait varyans analizine göre tekerrürlerin etkisinin ve mikoriza uygulamasının meyve boyunda önemsiz olduğu, sulama seviyeleri ile mikoriza sulama seviyeleri arasındaki interaksyonun önemli olduğu ($p<0.01$) saptanmıştır. Biber bitkisinde, meyve boyu verileri ortalamalarının Duncan'a göre sınıflandırmaları Çizelge 4.8.'da verilmiştir.

Çizelge 4.8. Farklı sulama seviyeleri ve mikoriza uygulamasında elde edilen meyve boyu Duncan test sonuç tablosu

Meyve boyu (mm)			
	C	M	Ortalamalar
I ₁	105c	110c	108b
I ₂	129ab	133a	131a
I ₃	131a	124b	128a
Ortalamalar	122	122	

C: Mikorizasız, M: Mikorizalı

Meyve boyu Duncan guplandırma testine göre, farklı sulama suyu seviyelerinin uygulandığı konularda ortalama meyve boyunun 108-131 mm arasında değiştiği saptanmış, en uzun meyve boyu sulama suyu ihtiyacının %100'ünün karşılandığı I₂ konusunda 131 mm olarak ölçülmüş, en kısa meyve boyu ise sulama suyu ihtiyacının %50'sinin karşılandığı I₁ konusunda 108 mm olarak saptanmıştır. Mikoriza uygulaması ile farklı sulama suyu uygulandığı konularda en uzun meyve boyu mikoriza uygulamasının yapıldığı ve sulama suyu ihtiyacının %100'ünün karşılandığı konuda gerçekleşmiş olup 133 mm ölçülürken en kısa meyve boyu ise mikoriza uygulamasının yapılmadığı ve sulama suyu ihtiyacının %50'sinin karşılandığı konuda belirlenmiş olup 105 mm olarak ölçülmüştür. (Çizelge 4.8).

Demirel ve ark. (2012), Çanakkale yöresinde 2009-2010 yıllarında yetiştirdikleri biberin (*Capsicum annum* Cv. Kapija) en yüksek meyve boyunu ilk yıl; 8.4-12.1 cm, ikinci yıl; 8.2-15.0 cm bildirmişlerdir. Yıldırım (2012) sera koşullarında biberin bitki su stresi indeksi ile verim ilişkisinin belirlenmesi çalışmasında, varyans analizi sonuçlarına göre meyve boyunu istatistiksel olarak önemli olduğunu saptamıştır. Sezen ve ark. (2016), tarafından, Tarsus Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Topçu İstasyonu'nda Karaisalı salçalık biber bitkisinin yetiştirildiği çalışmada, en yüksek meyve boyu 15.06 cm ve 13.88 cm olarak elde edildiğini bildirmişlerdir.

4.1.8. Meyve çapı (mm)

Araştırma süresi boyunca farklı sulama seviyelerinde uygulanan mikorizanın konulara ait ortalama meyve çapı (mm) varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.9. Mikoriza uygulaması ve farklı sulama suyunun meyve çapına (mm) ilişkin varyans analiz sonuçları

Kaynak	SD	KT	KO	F	Önem
Tekerrür	2	1.64	0.82	2.03	0.330 ^{ns}
Faktör A	1	0.03	0.03	0.08	0.808 ^{ns}
Hata1	2	0.81	0.40		
Faktör B	2	5.53	2.76	6.30	0.023*
A*B	2	1.22	0.61	1.40	0.302 ^{ns}
Hata2	8	3.51	0.44		
Genel	17.00	12.74			

Farklı sulama suyu seviyelerindeki mikoriza uygulaması konularına ait varyans analizine göre mikoriza uygulaması Çizelge 4.9.'da belirtmiş olup tekerrürlerin etkisi ve mikoriza uygulaması ile sulama seviyeleri arasındaki interaksiyonun meyve çapında önemsiz olduğu saptamıştır. Farklı sulama seviyelerinde önemli olduğu ($p<0.05$) hesaplanmıştır. Meyve çapının konulara göre önemli çıkmasından dolayı Duncan testi ile gruplandırmaları yapılmış ve Çizelge 4.10.'da verilmiştir. %50 sulama konusunda 16 mm, %100 sulama konusunda 18 mm ve % 150 sulama konusunda ise 17 mm olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.10. Farklı sulama seviyeleri ve mikoriza uygulamasında elde edilen meyve çapı Duncan test sonuç tablosu

Meyve çapı (mm)			
	C	M	Ortalamalar
I ₁	16	16	16b
I ₂	17	17	17b
I ₃	18	17	18a
Ortalamalar	17	17	

C: Mikorizasız, M: Mikorizalı

Atay (2006), tarafından yürütülen çalışmada; Harran Ovası koşullarında yaygın olarak yetiştirilen biber bitkisinde (*Capsicum annuum* L.) ortalama meyve çapının 37.80 ile 46.89 mm arasında değiştiği ortaya koymuştur. Çalışmanın bulgularıyla, meyve çapının aykırılık göstermesi materyalin farklı tipte kullanılan biber çeşidinin kullanılmasından kaynaklandığı saptanmıştır.

4.1.9. Bitki boyu (cm)

Araştırma süresi boyunca elde edilen konulara ait ortalama bitki boy uzunluklarının (cm) varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.11. Mikoriza uygulaması ve farklı sulama suyunun bitki boyuna (cm) ilişkin varyans analiz sonuçları

Kaynak	SD	KT	KO	F	Önem
Tekerrür	2	0.54	0.27	0.08	0.927 ^{ns}
Faktör A	1	250.88	250.88	73.36	0.013*
Hata1	2	6.84	3.42		
Faktör B	2	1 764.20	882.10	198.44	0.000**
A*B	2	44.60	22.30	5.02	0.039*
Hata2	8	35.56	4.46		
Genel	17.00	2102.62			

**%1, * %5 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Çizelge 4.11'de izleneceği gibi sulama suyu seviyelerindeki konulara ait varyans analizine göre tekerrürlerin etkisinin önemsiz, mikoriza uygulamasının %5 ve su seviyesinin faktör B'nin %1 düzeyinde, oysa mikoriza ile sulama seviyelerininine ait interaksiyonun önemli olduğu ($p<0.05$) saptanmıştır. Biber bitkisinin mevsim boyunca gözlemlenen bitki boylarının konulara göre önemli çıkmasından dolayı Duncan testi ile gruplandırmaları yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.12.'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Farklı sulama seviyeleri ve mikoriza uygulamasında elde edilen bitki boyu Duncan test sonuç tablosu

Bitki boyu (cm)			
	C	M	Ortalamalar
I ₁	62d	66d	64c
I ₂	72c	80b	76b
I ₃	83b	94a	88a
Ortalamalar	72b	80a	

C: Mikorizasız, M: Mikorizalı

Duncan gruplandırma testine göre mikoriza uygulaması yapılan konuda, ortalama bitki boyu 80 cm ölçülürken, mikoriza uygulamasının yapılmadığı konuda ise 72 cm olarak saptanmıştır. Farklı sulama suyu seviyelerinin uygulandığı konularda bitki boyları 64-88 cm arasında değişmiş ve en uzun bitki boyu 88 cm ile sulama suyu ihtiyacının %150'sinin karşılandığı I₃ konusunda elde edilirken en kısa bitki boyu ise sulama suyu ihtiyacının %50'sinin karşılandığı I₁ konusundan 64 cm şeklinde elde edilmiştir. Mikoriza uygulaması ile farklı sulama suyu uygulandığı konularda en uzun bitki boyu 94 cm ile mikoriza uygulamasının yapıldığı ve sulama suyu ihtiyacının %150'nin karşılandığı MI₃ konusunda gerçekleşmiş, en kısa bitki boyu 62 cm ile mikoriza uygulamasının yapılmadığı ve sulama suyu ihtiyacının %50'nin karşılandığı CI₁ konusunda saptanmıştır (Çizelge 4.12).

Alparslan (2007), Kahramanmaraş ekolojik koşullarında farklı süs biberi popülasyonlarında damla sulamanın verim ve capsaisin oranı üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada süs biberi popülasyonlarında, ortalama bitki boyu uzunlukları 44.60-70.77 cm arasında olduğunu bildirmiştir. Bitki boyundaki bu aykırılığın çalışılan bitkinin tipine bağlı olduğu söylenebilir. Çünkü süs biberleri genel olarak daha bodur yapıya sahiptirler.

4.1.10. Biyomas dal ağırlığı (g bitki⁻¹)

Mikorizasız ve mikorizalı uygulamada farklı sulama suyu seviyelerinde bitki dal ağırlığı (g bitki⁻¹) için gerçekleştirilen varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13.'de paylaşılmıştır.

Çizelge 4.13. Mikoriza uygulaması ve farklı sulama suyunun biyomas dal ağırlığına (g) ilişkin varyans analiz sonuçları

Kaynak	SD	KT	KO	F	Önem
Tekerrür	2	5544.44	2772.22	44.081	0.022 ^{ns}
Faktör A	1	272.22	272.222	4.33	0.173 ^{ns}
Hata1	2	125.78	62.89		
Faktör B	2	124008.44	62004.2	14.24	0.002 ^{**}
A*B	2	118843.11	59421.6	13.64	0.003 ^{**}
Hata2	8	34841.78	4355.22		
Genel	17.00	283635.78			

** %1, * %5 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Araştırmada mikoriza uygulaması ile farklı su seviyelerindeki konulara ait varyans analizine göre tekerrürlerin ve mikorizanın etkisinin önemsiz, ancak farklı sulama seviyelerinde ve mikoriza ile su düzeyleri arasındaki interaksyonun önemli olduğu ($p < 0.01$) saptanmıştır. Araştırmada, bitki dal ağırlığının konulara göre önemli çıkmasından dolayı Duncan testi ile gruplandırmaları yapılmış ve Çizelge 4.14.'de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Farklı sulama seviyeleri ve mikoriza uygulamasında elde edilen biyomas dal ağırlığı Duncan test sonuç tablosu

Biyomas dal ağırlığı (g bitki ⁻¹)			
	C	M	Ortalamalar
I ₁	1 035d	1 238bc	1 136b
I ₂	1 378a	1 186c	1 282a
I ₃	1 349a	1 315ab	1 332a
Ortalamalar	1254	1246	

C: Mikorizasız, M: Mikorizalı

Biyomas dal ağırlığı faktör B için önemli olduğundan dolayı, verilerin ortalamalarının Duncan test sonuçları Çizelge 4.14.'de gösterilmiş ve farklı su seviyelerinin uygulandığı konularda en yüksek biyomas dal ağırlığı 1 332 g ile sulama suyu ihtiyacının %150'nin karşılandığı I₃ konusunda elde edilirken, en düşük biyomas dal ağırlığı 1 136 g ile sulama suyu ihtiyacının %50'sinin karşılandığı I₁ konusundan elde edilmiştir. Mikoriza uygulaması ile farklı sulama suyunun uygulandığı konularda en yüksek biyomas dal ağırlığı, mikoriza uygulamasının yapılmadığı ve sulama suyu ihtiyacının %100'ünün karşılandığı CI₂ sulama konusunda 1 378 g ölçülürken, en düşük biyomas dal ağırlığı ise mikoriza uygulamasının yapılmadığı ve sulama suyu ihtiyacının %50'sinin karşılandığı CI₁ sulama konusunda belirlenmiş ve 1 035 g saptanmıştır.

Bütüner (2016), bitki-pan katsayıları ile beş farklı sulama suyu düzeyini (I₁; k_{cp}1=0.20, I₂; k_{cp}2=0.40, I₃; k_{cp}3=0.60, I₄; k_{cp}4=0.80, I₅; k_{cp}5=1.00) çalışmıştır. Buna göre her biri 21 adet bitki içeren 15 adet parselden oluşan ve 5 bitkideki ölçümlere göre, en yüksek dal ağırlığı 315.93 g ile I₅'den, bunu I₄;I₃;I₂ ve I₁ konuları izlediğini bildirmiştir. Bitki dal ağırlıklarının, yürütülen çalışma ile aşırı aykırılık göstermesi, çalışılan bitki tipinden ileri geldiği söylenebilir. Ancak, suyun kısıt olduğu konulardaki tepkiler incelenen bir çok parametrelerde benzerlik göstermiştir. Nitekim suyun kıt uygulandığı stres konularında incelenen parametre değerleri düşük gerçekleşmiştir.

4.1.11. Klorofil İndeks Değeri

Klorofil'in mikoriza uygulamasında ve farklı sulama seviyelerinde elde edilen varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15.'de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Mikoriza uygulaması ve farklı sulama suyunun klorofil indeks değerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Kaynak	SD	KT	KO	F	Önem
Tekerrür	2	55.91	27.96	1.62	0.382 ^{ns}
Faktör A	1	410.79	410.79	23.81	0.039*
Hata1	2	34.51	17.26		
Faktör B	2	22361.07	11180.5	401.95	0.000**
A*B	2	110.05	55.03	1.98	0.200 ^{ns}
Hata2	8	222.53	27.82		
Genel	17.00	23194.87			

** %1, * %5 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Çalışmada tekerrürlerin etkisinin ve faktör A ile su seviyeleri arasındaki interaksiyonun önemsiz olduğu saptanırken, mikoriza uygulaması yani faktör A'nın önemlilik düzeyi %5 düzeyinde gerçekleşirken, farklı sulama seviyelerinde yani faktör B'de önem düzeyi daha da artmış ve çok önemli ($p < 0.01$) olduğu anlaşılmıştır. Çizelge 4.16.'de görüleceği gibi klorofil'in konulara göre önemli çıkmasından dolayı Duncan testi ile gruplandırmaları gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 4.16. Farklı sulama seviyeleri ve mikoriza uygulamasında elde edilen klorofil indeks değeri Duncan test sonuç tablosu

Klorofil İndeks Değeri			
	C	M	Ortalamalar
I ₁	305	308	306b
I ₂	371	387	379a
I ₃	298	308	303b
Ortalamalar	325b	334a	

C: Mikorizasız, M: Mikorizalı

Araştırmada farklı sulama suyu seviyelerinin uygulandığı konularda klorofil indeks değerleri ölçülmüş olup en yüksek klorofil indeks değeri sulama suyu ihtiyacının %100'ünün karşılandığı I₂ konusunda 379 elde edilirken olarak ve en düşük klorofil indeks değeri ise sulama suyu ihtiyacının %150'sinin karşılandığı I₃ konusundan elde edilmiş olup 303 olarak ölçülmüştür. Mikoriza uygulaması yapılan konuda ortalama klorofil indeks değeri 334 ölçülürken, mikoriza uygulamasının

yapılmadığı konuda ise ortalama klorofil indeks değeri 325 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.16).

Benzer tepkiyi, Pıtır (2015), yaptığı çalışmada hasat döneminde biber yapraklarının klorofil içeriği “Konica Minolta SPAD-502” portatif klorofilmetre ile ölçmüştür. Her dönemde ölçüm yapılan yaprağın ana damara yakın iki bölgesinden ve her parselde 5 bitkiden örnek okumaları gerçekleştirmiş, 4 sulama uygulaması (kontrol: %100, kontrolün %50’si, %25’i ve %0’ı yani hiç sulama uygulanmayan konu çalışmıştır. Su stresi uygulamalarının etkisini toplam klorofil miktarı açısından ele aldığımızda ortalamalar 46.8 mg l^{-1} ve 72.1 mg l^{-1} arasında değişim gösterirken en düşük klorofil miktarı ortalaması %0 uygulamasında (46.8 mg l^{-1}) ölçülmüş olup en yüksek klorofil ortalaması kontrol uygulamasından sağlamıştır (72.1 mg l^{-1}). %25 uygulamasında toplam klorofil miktarı ortalaması 59.8 mg l^{-1} ölçülürken bu ortalama %50 uygulamasında 67.4 mg l^{-1} olarak ölçülmüş ve su stresinin artışıyla birlikte klorofil miktarının azaldığını tespit etmiştir.

Köksal (2006), biber bitkisinin yetiştirme dönemi boyunca belirli aralıklarla alınan bitki örneklerinde yapılan toplam klorofil içeriği analizlerine göre, uygulanan sulama suyu düzeyi ve bitki su tüketimleri doğrultusunda gerçekleşen vejetatif gelişme ve dönem sonuna doğru özellikle az su uygulanan konularda meydana gelen fizyolojik değişimlerin klorofil içeriği üzerinde etkili olduğunu bildirmiştir. Oliveira Neto ve ark. (2009), Kuraklık stresinin klorofil içeriğini olumsuz etkilediğini, fotosentetik pigmentlerin kuraklık stresi sonucu hasara uğrayarak klorofilin tüm bitkilerde azaldığını ifade etmiştir.

4.1.12. Yaprak alanı (leaf area-LA: cm^2 bitki⁻¹) ve yaprak alan indeksi (leaf area index-LAI: $\text{cm}^2 \text{ cm}^{-2}$)

Denemede Mostar F1 çeidinde bitki başına yaprak alanı (cm^2) ile bitkinin yaprak alan indeksi ($\text{cm}^2 \text{ cm}^{-2}$) ölçülmüş, elde edilen verilerin varyans analiz sonuçları sırasıyla Çizelge 4.17 ve Çizelge 4.19’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.17. Mikoriza uygulaması ve farklı sulama seviyesindeki bitki başına yaprak alanına (cm²) ilişkin varyans analiz sonuçları

Kaynak	SD	KT	KO	F	Önem
Tekerrür	2	11198.87	5599.43	0.42	0.703 ^{ns}
Faktör A	1	690206.75	690206.75	52.04	0.019*
Hata1	2	26526.06	13263.03		
Faktör B	2	5803241.73	2901620.87	388.21	0.000**
A*B	2	636192.42	318096.21	42.56	0.000**
Hata2	8	59794.51	7474.31		
Genel	17.00	7227160.33			

** %1, * %5 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Varyans analiz sonuçlarına göre mikoriza faktörü $p < 0.05$ düzeyinde önemli iken, su düzeyleri ile faktörler arası interaksiyonunun ise $P < 0.01$ seviyede önemli çıktığı hesaplanmıştır. Farklı mikoriza ve su seviyelerinde elde edilen sonuçlara ait ortalamaların önem düzeyleri dikkate alındığında, ortalamalar arası farklar için Duncan testiyle gruplandırma yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.18 ve 4.20'de sunulmuştur. Çizelge 4.17 ve Çizelge 4.19 incelendiğinde mikoriza ve sulama seviyelerinin gerek bitki başına yaprak alanı ve gerekse yaprak alan indeksini istatistiksel anlamda etkilediği belirlenmiştir. Mikoriza uygulamasının M-I₃ konusunda 2 953 cm² bitki⁻¹ iken, en yüksek bitki başına yaprak alanı 2 496 cm² bitki⁻¹ ile I₃ su düzeyinde gerçekleşmiştir. En düşük değerler ise su seviyesinin alt limitlerde uygulandığı stres bitkilerinde I₁ konularında saptanmıştır. Doğal olarak suya duyarlı bitkilerde gerek toplam biyomas ve gerekse tüm vejetatif organlar su stres koşullarında stres derecesine bağlı olarak küçük organlar ve yapraklar oluşmaktadır.

Yaprak alan indeksinin araştırma sonuçları da, yaprak alanına paralel tepki göstermiş ve her iki faktör için önem düzeyleride benzer şekilde gerçekleşmiştir.

Yaprak alan indeksinin araştırma süresi boyunca elde edilen konulara ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.18.'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.18. Mikoriza uygulaması ve farklı sulama seviyesindeki yaprak alanına (cm²) ilişkin Duncan testi ortalamalar arasında fakların karşılaştırılması

	C	M	Ortalamalar
I ₁	1 012d	1 229c	1 120c
I ₂	1 964b	2 008b	1 986b
I ₃	2 039b	2 953a	2 496a
Ortalamalar	1 672b	2 063a	

C: Mikorizasız, M: Mikorizalı

Çalışmada mikoriza uygulaması ve farklı sulama seviyesindeki yaprak alan indeksi (cm² cm⁻²) varyans analiz sonuçları aşağıda sunulmuştur (Çizelge 4.18). faktörlerin ve interaksiyonun önem düzeyine göre ortalamalar arasındaki farklar Duncan testiyle değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.19. Mikoriza uygulaması ve farklı sulama seviyesindeki yaprak alan indeksi (cm² cm⁻²) varyans analiz sonuçları

Kaynak	SD	KT	KO	F	Önem
Tekerrür	2	0.00	0.00	0.39	0.721 ^{ns}
Faktör A	1	0.12	0.12	48.67	0.019*
Hata1	2	0.00	0.00		
Faktör B	2	1.01	0.51	359.25	0.000**
A*B	2	0.11	0.05	38.73	0.000**
Hata2	8	0.01	0.00		
Genel	17.00	1.26			

** %1,* %5 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Çizelge 4.20. Mikoriza uygulaması ve farklı sulama seviyesindeki yaprak alan indeksi (cm² cm⁻²) ilişkin Duncan testi ortalamalar arasında fakların karşılaştırılması.

	C	M	Ortalamalar
I ₁	0.42d	0.51c	0.47c
I ₂	0.82b	0.84b	0.83b
I ₃	0.85b	1.23a	1.04a
Ortalamalar	0.70b	0.86a	

C: Mikorizasız, M: Mikorizalı

Çırac ve Esendal (2006), kuraklık stresi ile total yaprak alanının azaldığını ve dolayısıyla fotosentezin yavaşladığını belirtmiştir. Erken (2014), ise su kısıntısı oranının artışı ile birlikte bir bitkiye ait olan toplam yaprak alanlarında azalmaların olduğunu bildirmiştir. Yıldırım (2012), sera koşullarında biberin bitki su stresi indeksi ile verim ilişkisinin belirlenmesi çalışmasında YAI değerleri sulama suyu arttıkça artmış, sulama suyu azaldıkça azaldığını saptamıştır.

4.1.13. Titre edilebilir asit (g/100 ml)

Titre edilebilir asit (TEA) faktör A ve faktör B için varyans analiz sonuçları Çizelge 4.21.'de gösterilmiş ve önem düzeyleri saptanmıştır.

Çizelge 4.21. Mikoriza uygulaması ve farklı sulama suyunun titre edilebilir asite ilişkin varyans analiz sonuçları

Kaynak	SD	KT	KO	F	Önem
Tekerrür	2	0.0001	0.0001	0.525	0.656 ^{ns}
Faktör A	1	0.0009	0.0009	7.802	0.108 ^{ns}
Hata1	2	0.0002	0.0001		
Faktör B	2	0.0002	0.0001	0.674	0.537 ^{ns}
A*B	2	0.0006	0.0003	1.610	0.259 ^{ns}
Hata2	8	0.0014	0,000		
Genel	17.00	0.003			

** %1, * %5 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Araştırmada Çizelge 4.21.'e göre mikoriza uygulaması ile farklı sulama suyu seviyelerindeki konulara ait varyans analizine göre tekerrürlerin etkisi, mikoriza uygulaması, sulama düzeyleri ve her iki faktörün interaksiyonu arasındaki istatistiksel anlamda önemsiz olduğu saptanmıştır. Çizelge 4.22.'de görüleceği gibi titre edilebilir asite ilişkin değerler verilmiştir.

Çizelge 4.22. Farklı sulama seviyeleri ve mikoriza uygulamasında elde edilen titre edilebilir asite ilişkin değerler

	C	M	Ortalamalar
I₁	0.059	0.064	0.062
I₂	0.055	0.085	0.07
I₃	0.064	0.072	0.068
Ortalamalar	0.059	0.073	

Demirdöven ve ark. (2006), yaptığı çalışmada, TEA miktarı bakımından üretim sistemleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamakla birlikte, hasat sonrası farklı ambalaj uygulamaların biberlerin TEA miktarlarının azalmasını önlemede etkili olduğu saptanmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre, TEA miktarının olgunlaşma ile yakından ilişkili bulunduğu saptanmıştır. Streç film uygulaması hariç biberlerin TEA miktarları muhafazanın 30. günün sonuna kadar artmıştır. TEA miktarlarındaki bu artış biberlerin olgunluk düzeyi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Demre Sivrisi biberlerinin muhafazası ile ilgili yapılan bir çalışmada, biberlerin hasat zamanında 0.76 g kg^{-1} olan TEA miktarının, 30 gün süren muhafaza sonunda MAP uygulamasında 1.34 g kg^{-1} kadar çıktığı bildirilmiştir.

4.1.14. C vitamini (mg 100 g⁻¹)

Araştırma süresi boyunca elde edilen konulara ait ortalama C vitamini için gerçekleştirilen varyans analiz sonuçları Çizelge 4.23.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.23. Mikoriza uygulaması ve farklı sulama suyunun C vitaminine ilişkin varyans analiz sonuçları

Kaynak	SD	KT	KO	F	Önem
Tekerrür	2	0.77	0.39	0.02	0.976 ^{ns}
Faktör A	1	190.91	190.91	12.09	0.074 ^{ns}
Hata1	2	31.58	15.79		
Faktör B	2	31.33	15.67	0.71	0.521 ^{ns}
A*B	2	791.33	395.66	17.86	0.001**
Hata2	8	177.23	22.15		
Genel	17.00	1223.15			

** %1, * %5 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Araştırmada Çizelge 4.23.'ye göre mikoriza uygulaması ile farklı sulama suyu seviyelerindeki konulara ait varyans analizine göre tekerrürlerin etkisi, mikoriza uygulaması, ve sulama seviyelerinin önemsiz olduğu, mikoriza ile sulama arasındaki interaksiyonun önemli olduğu ($p < 0.01$) saptanmıştır. Çizelge 4.24.'de C vitamininin biberde konulara göre önemli çıkmasından dolayı Duncan testi ile gruplandırmaları verilmiştir.

Çizelge 4.24. Farklı sulama seviyeleri ve mikoriza uygulamasında elde edilen C vitamini Duncan test sonuç tablosu

C vitamini (mg 100 g ⁻¹)			
	C	M	Ortalamalar
I₁	125a	109b	117
I₂	114b	126a	120
I₃	127a	110b	119
Ortalamalar	122	115	

C: Mikorizasız, M: Mikorizalı

Mikoriza uygulaması ile farklı sulama suyu uygulandığı konularda en yüksek C vitamini değeri (127 mg 100 g⁻¹) mikoriza uygulamasının yapılmadığı ve sulama suyu ihtiyacının %150'nin karşılandığı konuda gerçekleşmiş olup en düşük C vitamini değeri (109 mg 100 g⁻¹) ise mikoriza uygulamasının yapıldığı ve sulama suyu ihtiyacının %50'sinin karşılandığı konuda belirlenmiş olup .Çizelge 4.24.'de verilmiştir.

Sevgican (1999), biberin insan beslenmesinde önemli bir etken olduğu C vitamini yönünden zengin olduğunu bildirmiştir. Orhangazi (2017), Toprak altı Damla sulama Sistemini çalışmış olup C vitamini değerlerini TADSS da 118.4 mg 100g⁻¹ ile 87.4 mg 100 g⁻¹ arasında saptamıştır. Kaya (2002) yapmış olduğu çalışmada biberde vitamin C içeriğini 107.60 mg 100 g⁻¹ olarak belirlemiştir. Vural ve ark. (2000), biberdeki vitamin C içeriğini 111.4 mg 100 g⁻¹ olarak bildirmiştir. Bu çalışmada elde edilen değerler yukarıda verilen ortalama değerlerden düşük çıksa da bu farklılığın sebebi iklim ve biber çeşitlerindeki farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.1.15. Bitki yan dal sayısı (adet bitki⁻¹)

Mikorizasız ve mikorizalı uygulamada farklı sulama suyu seviyelerinde bitki yan dal sayısı (adet bitki⁻¹) için gerçekleştirilen varyans analiz sonuçları Çizelge 4.25.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.25. Mikoriza uygulaması ve farklı sulama suyunun bitki yan dal sayısına ilişkin varyans analiz sonuçları

Kaynak	SD	KT	KO	F	Önem
Tekerrür	2	0.44	0.22	1.00	0.500 ^{ns}
Faktör A	1	5.56	5.56	25.00	0.037*
Hata1	2	0.44	0.22		
Faktör B	2	2.11	1.056	1.00	0.410 ^{ns}
A*B	2	23.44	11.72	11.11	0.005**
Hata2	8	8.44	1.06		
Genel	17.00	40.44			

** %1, * %5 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Mikoriza uygulaması ile farklı sulama suyu seviyelerindeki konulara ait varyans analiz sonuçlarına (Çizelge 4.25.) göre tekerrürlerin etkisinin ve sulama seviyelerinin önemsiz, mikoriza uygulamasının önemli olduğu ($p < 0.05$), mikoriza uygulaması ile farklı sulama seviyeleri arasındaki interaksiyonun önemli çıktığı ($p < 0.01$) saptanmıştır. Çalışmada gözlemlenen bitki yan dal sayısının konulara göre önemli çıkmasından dolayı Duncan testi ile gruplandırmaları yapılmış ve Çizelge 4.26'de verilmiştir.

Çizelge 4.26. Farklı sulama seviyeleri ve mikoriza uygulamasında elde edilen bitki yan dal sayısı Duncan test sonuç tablosu

Bitki Yan Dal Sayısı (adet bitki ⁻¹)			
	C	M	Ortalamalar
I1	18bc	18bc	18
I2	18bc	19b	19
I3	21a	17c	19
Ortalamalar	19a	18b	

C: Mikorizasız, M: Mikorizalı

Araştırmada edilen bitki yan dal sayısı ait Duncan test sonuç tablosuna göre, mikoriza uygulaması yapılan konuda bitki yan dal sayısı 18 adet ölçülürken, mikoriza uygulamasının yapılmadığı konuda ise 19 adet olarak belirlenmiştir. Mikoriza uygulaması ile farklı sulama suyu uygulandığı konularda en yüksek bitki yan dal sayısı mikoriza uygulamasının yapılmadığı ve sulama suyu ihtiyacının

%150'nin karşılandığı konuda gerçekleşmiş ve 21 adet ölçülmüş, en düşük bitki yan dal sayısı ise mikoriza uygulamasının yapıldığı ve sulama suyu ihtiyacının %150'sinin karşılandığı konuda 17 adet olarak saptanmış ve Çizelge 4.26.'de gösterilmiştir.

Bütüner (2016), yaptığı araştırmada, bitki-pan katsayıları ile ayarlanmış beş farklı sulama suyu düzeyi (I1; kcp1=0.20, I2; kcp2=0.40, I3; kcp3=0.60, I4; kcp4=0.80, I5; kcp5=1.00) olarak değerlendirilmiş ve yan dal sayısı, sulama düzeyleri açısından değerlendirildiğinde en yüksek yan dal sayısı ortalama 4.78 ile I₅'den elde etmiştir. Bunu I₄;I₃;I₂ ve I₁ konuları izlemiştir. İstatistiki olarak 2 gruba ayrılan yan dal sayısında I₁ ve I₂ aynı grupta yer alırken I₃, I₄ ve I₅ da aynı grupta yer almıştır. Ertek ve ark. (2007) yan dal sayısının bitkinin taç genişliğini etkilediğini ve dolaylı olarak meyve sayısı ve verimi arttırdığını belirtmişlerdir. Gökmen (2018), dallanma durumunda bitkide 3-4 ana dal dışında yan dal oluşumuna dikkat edildiğini bildirmiştir.

4.1.16. Suda çözünür kuru madde (Briks, %)

Mikorizasız ve mikorizalı uygulamada farklı sulama suyu seviyelerinde suda çözünür kuru madde (g kök⁻¹) için gerçekleştirilen varyans analiz sonuçları Çizelge 4.27.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.27. Mikoriza uygulaması ve farklı sulama suyunun suda çözünür kuru maddeye ilişkin varyans analiz sonuçları

Kaynak	SD	KT	KO	F	Önem
Tekerrür	2	0.01	0.01	1.86	0.35
Faktör A	1	0.38	0.38	96.57	0.01**
Hata1	2	0.01	0.00		
Faktör B	2	15.42	7.71	1542.33	0.000**
A*B	2	0.17	0.09	17.44	0.001**
Hata2	8	0.04	0.01		
Genel	17.00	16.04			

** %1, * %5 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Mikoriza uygulaması ile farklı sulama suyu seviyelerindeki konulara ait varyans analizine (Çizelge 4.27.) göre tekerrürlerin etkisinin önemsiz, Faktör A ve

faktör B'nin ve Faktör A ve B interaksiyonun %1 düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır. Biber bitkisinde SÇKM değeri konulara göre önemli çıkmasından dolayı Duncan testi ile gruplandırmaları yapılmış ve önem düzeyleri Çizelge 4.28.'de verilmiştir.

Çizelge 4.28. Farklı sulama seviyeleri ve mikoriza uygulamasında elde edilen suda çözünür kuru madde değeri Duncan test sonuç tablosu

Suda çözünür kuru madde (SÇKM)			
	C	M	Ortalamalar
I ₁	10a	9b	10a
I ₂	9c	8d	8b
I ₃	7e	7e	7c
Ortalamalar	9a	8b	

C: Mikorizasız, M: Mikorizalı

Duncan test sonuç tablosuna göre,mikoriza uygulaması yapılan konuda SÇKM değeri %8 olarak ölçülürken mikoriza uygulamasının yapılmadığı konuda ise %9 olarak belirlenmiştir. Farklı sulama suyu seviyelerinin uygulandığı konularda SÇKM değeri, sulama suyunun %50'nin karşılandığı I₁ sulama konusunda en yüksek değere ulaşmış ve %10 olarak ölçülmüştür. En düşük SÇKM değeri ise doğal olarak ve beklenildiği gibi sulama suyunun %150'sinin karşılandığı I₃ sulama konusunda %7 olarak saptanmıştır. Oysa I₂ sulama konusunda ise %8 olarak ölçülmüştür. Mikoriza uygulaması ile farklı sulama suyu uygulandığı konularda en yüksek SÇKM değeri mikoriza uygulamasının yapıldığı ve sulama suyu ihtiyacının %50'nin karşılandığı konuda gerçekleşmiş olup %10 olarak belirlenmiş, en düşük SÇKM değeri ise mikoriza uygulamasının yapıldığı I₁, I₂ ve I₃ konularında %7 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.28.).

Sezen ve ark. (2016), salçalık biberde toplam kuru madde değerleri yıllara göre farklılık gösterdiğini belirtmiştir. kuru madde miktarları ilk hasatta 9.23 ile 11.09 g 100 g⁻¹ arasında, altıncı hasatta bu değerler 11.23 ile 13.24 g 100 g⁻¹ arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca benzer çalışmaları Işık (2012), biber bitkisinde

yaptığı kuraklık çalışılan konuda ve sulama suyu miktarı azaldıkça suda çözünebilir kuru madde miktarı değerlerinde artış meydana geldiğini belirtmiştir.

4.1.17. Kök kuru ağırlığı (g kök⁻¹)

Mikorizasız ve mikorizalı uygulamada değişik sulama seviyelerinde ve mikoriza uygulamalarında kök kuru ağırlığına (g kök⁻¹) ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.29.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.29. Mikoriza uygulaması ve farklı sulama suyunun kök kuru ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları

Kaynak	SD	KT	KO	F	Önem
Tekerrür	2	0,62	0,31	0,57	0,636
Faktör A	1	5,73	5,73	10,55	0,083
Hata1	2	1,09	0,54		
Faktör B	2	209,76	104,88	212,92	0,000**
A*B	2	26,51	13,26	26,91	0,000**
Hata2	8	3,944	0,49		
Genel	17,00	247,66			

** %1, * %5 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Mikoriza uygulaması ile farklı sulama suyu seviyelerindeki konulara ait varyans analizine göre sadece faktör B ile faktörlerin interaksyonu önemli olduğu (p<0.01) hesaplanmıştır. Çizelge 4.30.'da biber bitkisinde kök kuru ağırlığının konulara göre önemli çıkmasından dolayı Duncan testi ile gruplandırmaları verilmiştir.

Çizelge 4.30. Farklı sulama seviyeleri ve mikoriza uygulamasında elde edilen kök kuru ağırlığı Duncan test sonuç tablosu

Kök Kuru Ağırlığı (g kök ⁻¹)			
	C	M	Ortalamalar
I ₁	63e	65d	64b
I ₂	70c	73a	71a
I ₃	72b	70c	71b
Ortalamalar	68	69	

C: Mikorizasız, M: Mikorizalı

Çizelge 4.30.'da verilen Duncan test sonuç tablosuna göre, sulama suyunun %50'nin karşılandığı I₁ sulama konusunda en düşük kök kuru ağırlığı 64 g kök⁻¹ elde edilmiş, en yüksek ağırlık ise sulama suyunun %100 ve %150'sinin karşılandığı I₂, I₃ uygulamalarında 71 g kök⁻¹ olarak saptanmıştır. En yüksek kök kuru ağırlığı mikoriza uygulamasının yapıldığı ve sulama suyu ihtiyacının %100'nün karşılandığı M-I₂ konusunda 73 g kök⁻¹ olarak gerçekleşmiş, konular içerisinde en düşük ağırlık ise mikoriza uygulamasının yapılmadığı sulama suyu ihtiyacının %50'sinin karşılandığı C-I₁ kontrol konusunda 63 g kök⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Şensoy ve ark., (2007), tarafından yürütülen bir çalışmanın bulgularıyla paralellik göstermiştir. Söz konusu çalışmada 8 biber genotipinin mikorizaya bağımlılığı incelenmiş ve 5 adet biber genotipinin kök kuru ağırlığı bakımından pozitif olarak etkilendiği bildirilmiştir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Farklı sulama seviyeleri ve mikoriza mantarı uygulamalarının biberde (*Capsicum annuum* L.) verim ve kaliteye üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmanın bitkinin fenolojik gözlemlerine ve ölçümlerine etkisi irdelenmiştir. En uygun sulama programı ile mikoriza aşılması ve sulama seviyelerinin verim ve kaliteye etkilerini belirlemek amacıyla elde edilen sonuçlar öneri şeklinde aşağıda bildirilmiştir.

Araştırmada damla sulama sistemi kullanılmış ve toplam buharlaşmanın değişik seviyeleri, 4 günde bir şekilde uygulanmıştır. Sulama suyu miktarı, class A pan da gerçekleşen buharlaşmansu sayaçlarında denetlendikten sonra %50, %100 ve %150'si parsellere uygulanmıştır. Konulu sulamaya başlamadan önce ve konulu sulamaya başladıktan sonra 15 gün aralıklarla ve ayrıca hasat döneminde toprakların 0-60 cm derinliğinde örnekler alınmış ve nem içerikleri tayin edilmiştir. Alınan toprak numunelerine göre; en yüksek nem içeriği sulama suyu ihtiyacının %150'sinin karşılandığı I₃ konusunda ve en düşük nem içeriği ise sulama suyu ihtiyacının %50'sinin karşılandığı I₁ stress konusunda gerçekleşmiştir.

En yüksek sulama suyu miktarı bitki su ihtiyacının %150'sinin karşılandığı I₃ konusunda 1 469.00 mm, en düşük sulama suyu miktarı ise bitki su ihtiyacının %50'sinin karşılandığı I₁ konusunda 587.50 mm olarak hesaplanmış ve uygulanmıştır. Mevsimlik bitki su tüketimleri, sulama suyu miktarları ile paralellik göstermiş, en yüksek mevsimlik su tüketimi I₃ konusunda 1 455.86 mm, en düşük ise I₁ konusunda 615.04 mm olduğu saptanmıştır. Bölgenin yarı-kurak iklim kuşağında olması nedeniyle, açık tarla denemesi şeklinde yürütülen bu çalışmada, yaşanmışlık gün sayısının fazla olması son derece normal olduğu söylenebilir.

Çalışmada en yüksek toplam verim mikoriza uygulaması ile birlikte sulama suyu ihtiyacının tam karşılandığı M-I₂ konusunda 7 683 kg da⁻¹ gerçekleşirken, en düşük toplam verim ise mikoriza uygulamasının yapılmadığı ve sulama suyu

ihtiyacının yarısının karşılandığı C-I₁ konusunda 2 771 kg da⁻¹ olarak gerçekleşmiş, diğer konulardaki toplam verim bu değerler arasında kalmıştır. Bu sonuçlar ile mikoriza uygulamasının yapıldığı durumlarda sulama suyunun bitki ihtiyacından fazla verilmesinin verim üzerinde önemli olmadığı anlaşılmıştır. Ancak, su stresinin uygulandığı konularda mikoriza uygulamasının verim üzerinde etkisinin olduğu, bunun nedeninde mikoriza uygulaması ile daha iyi gelişen köklerin toprakların daha derin kısımlarındaki nemden yararlanmasından ileri geldiği düşünülebilir.

Toplam verim için önemli bir parametredir meyve ağırlığıdır. Ortalama meyve ağırlığı en yüksek 17 g mikoriza uygulamasının yapılmadığı kontrol konusunda ve su ihtiyacının %150'sinin karşılandığı C-I₃ konusunda, en düşük değer 10 g ile mikoriza uygulamasının yapılmadığı ve su ihtiyacının yarısının karşılandığı C-I₁ stres konusunda gerçekleştiği saptanmıştır. Meyve ağırlığı üzerinde sulama suyu etkisinin oldukça fazla olduğu, mikoriza uygulamasının verimde olduğu gibi su stresi yaşanan konular üzerinde de etkisinin ciddi olduğu tespit edilmiştir.

En yüksek meyve boyu mikoriza uygulamasının yapıldığı ve su ihtiyacının tamamının karşılandığı M-I₂ konusunda 133 mm, en düşük ise mikoriza uygulamasının yapılmadığı ve su ihtiyacının yarısının karşılandığı C-I₁ konusunda 105 mm olduğu belirlenmiştir. Mikoriza uygulamasının fazla su ile verilmemesi durumunda meyve boyu üzerinde önemli bir etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Araştırmada en yüksek bitki boyu 94 cm ile mikoriza uygulamasının yapıldığı ve sulama suyu ihtiyacının %150'sinin karşılandığı M-I₃ konusunda, en düşük bitki boyu ise mikoriza uygulamasının yapılmadığı ve sulama suyu ihtiyacının %50'sinin karşılandığı C-I₁ konuda 62 cm olarak gerçekleştiği saptanmıştır. Araştırma sonucunda, mikoriza uygulamasının bitki boyu gelişiminde önemli katkı sunduğu tespit edilmiştir.

Biyomas dal ağırlığı en yüksek mikoriza uygulamasının yapılmadığı ve sulama suyu ihtiyacının %100'nün karşılandığı konuda 1 378 g bitki⁻¹ gerçekleşirken, en

düşük biyomas dal ağırlığı ise mikoriza uygulamasının yapılmadığı ve sulama suyu ihtiyacının yarısının karşılandığı C-I₁ konusunda 1 035 g bitki⁻¹ olarak saptanmıştır.

Mikoriza uygulamasının klorofil indeks üzerinde etkisinin olmadığı ama sulama suyu miktarlarının klorofil indeks üzerinde etkisinin olduğu anlaşılmıştır. En yüksek klorofil indeks değerinin sulama suyu ihtiyacının tamamının karşılandığı konuda gerçekleşmiştir

Araştırmada en yüksek yaprak alan indeksi mikoriza uygulamasının yapıldığı ve sulama suyu miktarının %150'sinin karşılandığı konuda 1.23 cm² cm⁻², en düşük yaprak alan indeksinin ise mikoriza uygulamasının yapılmadığı ve sulama suyu ihtiyacının yarısının karşılandığı konuda 0.42 cm² cm⁻² olarak gerçekleştiği belirlenmiştir.

Çalışmada en yüksek C vitamini değerinin mikoriza uygulamasının yapılmadığı ve sulama suyu ihtiyacının %150'sinin karşılandığı konuda saptanmış yaprak alan indeksine benzer tepki göstermiştir. Ancak mikoriza uygulamasının C vitamini üzerinde etkisinin olmadığı anlaşılmıştır. Benzer tepkiler bu kez bitki kök kuru ağırlığında yaşanmıştır.

5.2. Öneriler

Yarı kurak iklim koşullarında mikoriza uygulaması ile birlikte farklı sulama suyu seviyelerinin biber bitkisinin verim ve verim parametreleri üzerinde önemli farklılıklar yarattığı saptanmıştır. Parametreler arasında farklılıkların sonuçlarına göre; mikoriza uygulaması ile birlikte bitki su ihtiyacının tamamının karşılanması durumunda verimde en yüksek değerlerin alınacağı sonucuna varılmıştır. Bu çalışma ile birlikte özellikle bölgede tüketimi çok yaygın olan taze biberin, mikoriza uygulamaları ve damla sulama yöntemi ile birlikte ve bitkinin su ihtiyacının tamamının karşılanması koşullarında yüksek verimler sağlanabileceği tespit edilmiştir. Bu çalışma ile suyun kısıtlı olduğu durumlarda bitkiye mikoriza uygulamasının yapılması durumunda normal şartlarda yetiştirilen bitkilere göre verim

ve kalite üzerine daha yüksek sonuçlar alınmasının mümkün olduğu görülmüştür. Çalışmanın çıktılarının hedef kitleyle paylaşılması ve kısa sürede üreticiye sonuçlarının yansıtılması, Tarım ve Orman Bakanlığının çiftçi eğitimlerini kapsayan politikaları ile olası görülmektedir.



KAYNAKLAR

- AFEK, U.; MENGE, J. A.; JOHNSON, E. L. V. 1991. Interaction among mycorrhizae, soil sol metalaxyl, and plants in the field. *Plant Disease* 75 (7) : 665-67 arization,1 1991
- ALMACA, A., ALMACA, N., SÖYLEMEZ, S., and ORTAŞ, İ., 2010. The effects of mycorrhizal species and different doses of phosphorus on pepper (*Capsicum annuum* L.) yield and development under field conditions. *Journal of Food, Agriculture and Environment* Vol.11. (3/4): 647-651.
- ALPARSLAN, G., 2007. Kahramanmaraş Koşullarında Farklı Süs Biberi (*Capsicum frutescens* L.) Populasyonlarında Damla Sulamanın Verim ve Kalite Özelliklerine Etkisi. Adana 104s.
- ANONYMOUS, 1968. International Federation of Fruit Juice Producers, No: 3.
- ANONİM, a., 2017. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Şanlıurfa İl Müdürlüğü.
- ANONİM, b., 2019. <http://www.yukseltohum.com/tr/urunler/biber-tohumu/sivri-biber> adresinden alındı. Erişim tarihi: 27.03.2019.
- ATAY, N., 2006. Harran Ovası Koşullarında Damla Sulama Sistemi ile Sulanan Biberin Tuza Dayanımının Belirlenmesi. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, 94s.
- BAYÖZEN, A., 2007. Mikorizal Fungusların Çilek Ve Biber Bitkilerinin Gelişimine Ve Sorun Olan Bazı Patojenlerin Gelişimine Etkisinin Saptanması. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 54s.
- BENAMI, A., and DISKIN, M., 1965. Desing of Sprinkler Irrigation, Lowdermilk Faculty of Agricultural Engineering Puplic. 23, Technicon, Inst, of Technology, Haifa, Israel. p 143.
- BÜTÜNER, S., 2016. Isparta Sera Koşullarında Yetiştirilen Çarliston Biberde (*Capsicum Annuum* L.) Farklı Sulama Suyu Düzeylerinin Verim Ve Kalite Üzerine Etkileri, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 48s.
- COSİC, M., DJUROVIĆ, N., TODORVIĆ, M., ZECEVIĆ, B., MALETIĆ, R., & STRIČEVIĆ, R. (2015). Effect of irrigation regime and application of kaolin on yield, quality and water use efficiency of sweet pepper. *Agric. Water Manag.*, 59: 139-147.
- CSZINSKY, A.A., 1981. Response of Gren Peppers to Seepage and High Frequency Depict Irrigation. *Hort. Sci.*, 16 (3) : 236-286.
- ÇELİK, S., 1991. Tokat ve Amasya Yörelerinde Biber Tarımı, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tokat Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Yayınları. Genel Yayın No: 113, Çiftçi Yayın No: 18, Tokat.
- ÇELİK, A., 2014. Farklı Su Kısıtlarının Yer Kirazında Meydana Getirdiği Fizyolojik, Morfolojik ve Kimyasal Değişikliklerin Belirlenmesi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi Tekirdağ 57s.
- ÇETİNKAYA, N., ve DUR, A. 2010. Mısır Vejetatif Gelişimi ve Verimi Üzerinde Bir Endomikorizal Preparatın Etkileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi. *Dergisi*. 47 (1): 53-59.
- ÇIRAK, C., ve ESENDAL, E., 2006. Soyada Kuraklık Stresi. Omü Ziraat Fakültesi *Dergisi*, 21(2): 231-237.

- DEMİR, S., BARS ORAK, A., ve DEMİRER, E., 2010. Verticillium Solgunluğuna Farklı Reaksiyon Gösteren Bazı Pamuk Çeşitlerinin Arbusküler Mikorhizal Funguslara (AMF) Karşı Mikorhizal Bağımlılıkları.YYÜ TAR BİL DERG (YYU J AGR SCI) 20(3): 201-207.
- DEMİRDÖVEN, A., BATU, A. ve ECE A., 2006. Biberin Modifiye Atmosferde Paketlenerek Depolanması. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi. Cilt:1 Sayı: 1. Dergisi, 15 (62): 37-47 ss.
- DEMİRBAŞ, A., 2012. Fertigasyon Ve Mikoriza Uygulamalarının Domates Ve Biber Bitkilerinin Verimine Ve Besin Elementleri Alımına Etkileri.Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi Adana, 157s.
- DEMİREL, K., GENÇ, L., ve SAÇAN, M., 2012. Yarı Kurak Koşullarda Farklı Sulama Düzeylerinin Salçalık Biberde (*Capsicum annum* Cv. Kapıja) Verim ve Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 9(2): 7-15.
- DİNÇ, U., KAPUR, S., ŞENOL, S., SAYIN, M., GÜZEL, N., DERİCİ, R., YEŞİL SOY, 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, Ö., ÖZTÜRK, N., ve KARA, E., 1988. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Toprakları. (GAT); 1. Harran Ovası. TÜBİTAK Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu Güdümlü Araştırma Projesi Kesin Raporu. Proje NO: TOAG-534, Adana.
- DOĞAN, N., 2006. Su Stresi Altındaki Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Bitkisinin İyon Alım Mekanizmasının Araştırılması, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 86 sayfa.
- DOORENBOS, J., and KASSAM, A.H., 1979. Yield response to water. Irrigation and Drainage Paper No: 33. FAO-Rome 193 pp.
- DRÜGE, U., AND SCHÖNBECK, F., 1992. Effect of vesikular-Arbuscular mycorrhizal infection on transpiration, photosynthesis and growth of flax (*Linum usitatissimum* L.) in relation to cytokinin levels. J. Plant Physiol. 141,40-48.
- ERKEN, O., 2014. Çanakkale Yöresinde Damla Sulama Yöntemiyle Sulanan Biberde (*Capsicum Annuum* L.) En Uygun Sulama Programının Belirlenmesi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale 79s.
- ERTEK, A., ŞENSOY, S., GEDİK, İ., and KÜÇÜKYUMUK, C., 2007. Irrigation scheduling based on pan evaporation values for cucumber (*Cucumis sativus* L.) grown under field conditions, Elsevier Sci., Agricultural Water Management, 81/1-2, pp 159-172.
- ERZURUMLU, G., ve KARA, E., 2014. Mikoriza Konusunda Türkiye’de Yapılan Çalışmalar . Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 7 (2): 55-65
- GADISSA, T., and CHEMEDA, D., 2009. Effects of drip irrigation levels and planting methods on yield and yield components of green pepper (*Capsicum annum*, L.) in Bako, Ethiopia. Agriculture Water Management.,96:16731678.https://doi.org/10.1016/j.agwat. Erişim tarihi: 27.03.2019.

- GÖKMEN, Ü., 2018. Yerel Biber Gen Kaynaklarının Fenolojik Ve Morfolojik Özelliklerinin Araştırılması Ve Soğuk Stresi Açısından Fenotiplenmesi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Antalya 72s.
- İNAL, S., 2009. Mikoriza ve farklı demir dozları uygulamasının çinko toksisitesi üzerine etkileri. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 61s.
- IŞIK, F., 2012. Minirhizotron Kamera ile Elde Edilen Kök Yoğunluğu Görüntüleri Esas Alınarak Yapılan Sulamaların Biberin Kök Gelişimi, Verim ve Su Kullanım Randımanlarına Etkisi. Fen Bilimleri Enstitüsü Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, 68s.
- JAMES, D., HANKS, R., and JUTINAK, J., 1982. Modern irrigated Soils Published by John Wiley and Sons Inc New York USA.
- KAYA, S., 2002. Çanakkale Yöresinde Bazı Sebze Türlerinin Organik Tarım Yöntemiyle Yetiştirilmesi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale 52s..
- KAYABAŞI, S., 2011. Kuraklık Stresinde Yetiştirilen Soyada (*Glycine max* L.) Bazı Fizyolojik Parametreler ile Prolin Birikiminin Araştırılması. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 40s.
- KILINÇ, Y., 2011. Tescilli Haşhaş (*Papaver somniferum* L.) Çeşitlerinde Su Stresinin Antioksidant Enzimler Üzerine Etkisi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tokat, 51s.
- KOIDE, R., 1991. Nutrient supply, nutrient demand and plant response to mycorrhizal infection. Tansley Review No: 29. New Phytol, 117: 365-386.
- KÖKSAL, E.S., 2006. Sulama Suyu Düzeylerinin Şekerpancarının Verim, Kalite ve Fizyolojik Özellikleri Üzerindeki Etkisinin, İnfrared Termometre ve Spektrometre ile Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara 101s.
- KÜÇÜK, Ç., ve GÜLER, İ., 2009. Bitki Gelişimini Teşvik Eden Bazı Biyokontrol Mikroorganizmalar. Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi TR (Eski adı: OrLab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi), Cilt: 07 Sayı: 1 Sayfa: 30-42.
- MOHAMMAD M.J., MALKAWI H.I., SHIBLI R., 2003. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi and phosphorus fertilization on growth and nutrient uptake 131 of barley grown on soils with different levels of salts Journal Of Plant Nutrition Volume: 26 Issue: 1 Pages: 125-137 2003.
- OCAK, E., ve DEMİR, S., 2011. Toprak Verimliliği ve Bitki Gelişiminde Peyniraltı Suyu ve Arbusküler Mikorhizal Fungus (AMF)'un Önemi. YYÜ TAR BİL DERG (YYU J AGR SCI) 2012,, 22(1): 48-55.
- OKKAOĞLU, H., 2010. Mikoriza Ve Tuz Stresi İnteraksiyonunun Mısır (*Zea Mays* L.) Bitkisinin Erken Gelişme Döneminde Büyüme Ve Diğer Bazı Fizyolojik Özelliklerine Etkisi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İzmir, 87s.
- OLIVEIRA, N., SILVA LOBATO, A., GONÇALVES VIDIGAL, M., LOBODA COSTA, R., SANTOS FILHO, B., RUFFIİL ALVES, G., et al., 2009.

- Carbon Compounds and Chlorophyll Contents in Sorghum Submitted to Water Deficit During Three Growth Stages. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 7 (3-4): 588-593.
- ORHANGAZI, R., 2017. Harran Ovası' nda Biber (*Capsicum Annuum* L.) Bitkisi İçin Toprak Üstü Ve Toprak Altı Damla Sulama Uygulamalarının Araştırılması Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisan Tezi Şanlıurfa, 73s.
- ORTAŞ, İ. 1996. Mikoriza Nedir? TÜBİTAK Dergisi. Şubat 1997. Sayı 351, s.92-95. Ankara.
- ORTAŞ, İ., 1997. The influence of use of diferentrates of inoculum on root infectionplant growth and phosphorus uptake. *Com. Soil Scien. and Plant Analyses*, 27/18-20: 2935-2946.
- ORTAŞ, I., 2002. Do Plants Depend on Mycorrhizae In Terms of Nutrient Requirement International Conference On Sustainable Land Use And Management/2002-Çanakkale.
- O., ÖZTÜRK, N., ve KARA, E. E., 1988. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Toprakları. (GAT): I. Harran Ovası. TÜBİTAK Tarım ve Ormancılık 56 Araştırma Grubu Güdümlü Araştırma Projesi Kesin Raporu. Proje No: TOAG-534, Adana. 37s.
- OYETUNJI, O. J.; OSONUBI, O. 2005. Influence of arbuscular mycorrhizae on the performance of chilli (bell) pepper (*C. annuum* L.). of *Applied Horticulture (Lucknow)* 7 (2) : 133-136 2005
- ÖZDEMİR, Y., 2013. Aydın Bölgesinde Pamukta Topraküstü ve Toprakaltı Damla Sulama Uygulamalarının İrdelenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 79s.
- PEREZ-GUTIERREZ, A., GARRUNA, R., VAZQUEZ, P., LATOURNERIE-MORENO, L., US-SANTAMARIA, R., & ANDREDA, J. (2017). Growth phenology and chlorophyll fluorescence of habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) under water stress conditions. *Acta Agron*, 66: 214–220. <https://doi.org/10.15446/acag.v66n2.55897>.
- PETORSON, R., and CALVIN, R., 1965. Sampling Methods of Soil Analysis, Part 1, Agronomi Series No:9, Amer. Society of Agric. Inc. Publ., Madison-Wisconsin, USA., 5472 s.
- PINAR. H., 2009. Farklı Yabani Domates Ve Biber Genotiplerinin Mikorizaya Bağımlılıklarının Belirlenmesi Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Adana 2009 147 Sayfa.
- PITIR, M., 2015. Biber Yetiştiriciliğinde Farklı Su Kısıntılarının Meydana Geldiği Fizyolojik Morfolojik Ve Kimyasal Değişikliklerin Belirlenmesi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. Tekirdağ. 99s.
- ROWE, A.R. and PRINGLE, A. (2005) Morphological And Molecular Evidence Of Arbuscular Mycorrhizal Fungal Associations In Costa Rican Epiphytic Bromeliads *Biotropica* Volume: 37 Issue: 2 Pages: 245-250 2005.
- SCAGEL., 2012. Effects of mycorrhizal fungi on rooting in woody horticultural crop., <http://www.eastofedenplants.co.uk/images/db/rootgrow/Better%20quality%20cuttings.pdf>, 10p. Erişim tarihi 28.03.2019.
- SENSOY, S., DEMİR , S., ERDİNC, Ç., ve TURKMEN, O., 2007. Responses of Some Different Pepper (*Capsicum annuum* L.) Genotypes to Inoculation

- with Two Different Arbuscular Mycorrhizal Fungi. *Scientia Horticulturae* 113, 92–95.
- SEVGİCAN, A., 1999. Örtüaltı sebzeçiliği (Topraklı Tarım) Cilt 1. Ege ünt. Basımevi Bornova/İzmir: Ege ünt. Ziraat Fakültesi Yayınları No:528.
- SEZEN, 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, 2016 *KSU J. Nat. Sci.*, 19(3)310-318, 2016 310 Araştırma Makalesi Research Article
- SMİTH, S., and READ, D., 2008. *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press, San Diego, CA.
- SIRJACOBS, M., and SLAMA, D.O., 1983. Drip Irrigation of Greenhouse Pepper in an Arid Zone. *Bull. Rech. Agro*, 18 (2): 137-148,
- TEZCAN, A., ve KAMAN, H., 2018. Türkiye'de Çiftçi Koşullarında Örtü Altında Yetiştirilen İki Farklı Biber Çeşidinin Su-Verim İlişkisi. *Adana* 33(2): 73-82,.
- TUİK., 2018. Bitkisel Üretim İstatistiği. Türkiye İstatistik Kurumu: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>. Erişim tarihi:28.03.2019
- VURAL, H., EŞİYOK, D., ve DUMAN, İ., 2000. Kültür Sebzeleri (Sebze yetiştirme), Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova. İzmir.440s
- YILDIRIM, D., 2012. Sera Koşullarında Biberin Bitki Su Stresi indeksi ile Verim ilişkisinin Belirlenmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Samsun 57s.
- YILDIRIM, O., 1996. Sulama Sistemleri II, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1449, Ders Kitabı: 429, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Muzaffer DEMİREL

Uyruğu: T.C.

Doğum Yeri ve Tarihi: ŞANLIURFA/Suruç /01.03.1992

e-mail: mzffrdmrl63@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl,	Bitirme Yılı
Lise:	Fatih Sultan Mehmet Lisesi, Suruç	2010
Üniversite:	Harran Üniversitesi, Merkez, Şanlıurfa	2016
Yüksek Lisans:	Harran Üniversitesi, Merkez, Şanlıurfa	2019

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl Kurum Görevi

YABANCI DİLLER

İngilizce