

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FARKLI SULAMA SEVİYELERİNDE BİTKİ GELİŞİMİNİ ARTTIRAN
KÖK BAKTERİLERİ UYGULAMALARININ BİBERDE (*Capsicum annum*
L.) VERİM ve KALİTEYE ETKİLERİ**

Gülsüm ÜSTÜ

TARIMSAL YAPILAR ve SULAMA ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2019**

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FARKLI SULAMA SEVİYELERİNDE BİTKİ GELİŞİMİNİ ARTTIRAN
KÖKBAKTERİLERİ UYGULAMALARININ BİBERDE (*Capsicum annuum*
L.) VERİM ve KALİTEYE ETKİLERİ**

Gülsüm ÜSTÜ

TARIMSAL YAPILAR ve SULAMA ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2019**

Prof. Dr. Mehmet ŞİMŞEK danıŐmanlıđında, Gülsüm ÜSTÜ' nn hazırladığı “Farklı Sulama Seviyelerinde Bitki Gelişimini Arttıran Kök Bakterileri Uygulamalarının Biberde (*Capsicum annuum* L.) Verim ve Kaliteye Etkileri” bu konulu çalışma 0/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman: Prof. Dr. Mehmet ŞİMŞEK

ye : Doç. Dr. Nuray MLEKIOĞLU

ye : Dr. Őđr. Üyesi Ali Demir KESKİNER

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

Doç. Dr. İsmail HİLALİ
Enstitü Müdürü

Bu alıŐma HÜBAK Tarafından DesteklenmiŐtir.
Proje no: 18108

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 DİZİNİ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	12
3.1. Materyal.....	12
3.1.1. Çalışma alanı.....	12
3.1.2. Araştırma alanının toprak özellikleri.....	13
3.1.3. Araştırma yerinin iklim özellikleri.....	13
3.1.4. Araştırma alanının su kaynakları.....	14
3.1.5. Araştırmada kullanılan bitki çeşidi.....	15
3.1.6. Çapalama ve ilaçlama.....	15
3.2. Yöntem.....	16
3.2.1. Deneme alanının düzenlenmesi ve deneme deseninin planlanması.....	16
3.2.1. Bakteri uygulaması.....	16
3.2.3. Sulama suyunun hesaplanması.....	16
3.2.4. Mevsimlik bitki su tüketimi.....	17
3.2.8. Denemede yapılan fenolojik gözlemler ve ölçümler.....	19
3.2.8.1. İlk çiçeklenme tarihi.....	19
3.2.8.2. İlk hasat tarihi.....	19
3.2.8.3. Bitki boyu (cm).....	19
3.2.8.4. Meyve ağırlığı (g).....	19
3.2.8.5. Meyve çapı (mm).....	19
3.2.8.6. Meyve uzunluğu (mm).....	20
3.2.8.7. Toplam verim (kg da ⁻¹).....	20
3.2.8.8. Bitki yan dal sayısı(adet).....	20
3.2.8.9. Toprak üstü aksam (g).....	20
3.2.8.10. Kök kuru ağırlığı (g).....	20
3.2.8.11. Yaprak alan indeksi (LAI).....	20
3.2.8.12. Suda çözünür kuru maddesi (SÇKM) (Brix, %).....	21
3.2.8.13. Titre edilebilir asit (g 100 ⁻¹).....	21
3.2.8.14. Klorofil indeksi.....	21
3.2.8.15. Askorbik asit (C vitamini) (mg 100 g ⁻¹).....	21
3.2.8.16. İstatistiksel Analiz Programı.....	22
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	23
4.1. Bulgular.....	23
4.1.1. Sulama suyu hesabı.....	23
4.1.2. Mevsimlik bitki su tüketimi.....	23
4.1.3. Toprak nem içerikleri.....	26
4.1.4. Dikimden hasada kadar geçen süre içerisinde yürütülen faaliyetlerin tarihsel süreci.....	28
4.1.5. Biber bitkisinin fenolojik gözlemlere ilişkin sonuçlar.....	29
4.1.5.1. Bitki boyu (cm).....	29
4.1.5.2. Meyve ağırlığı (g).....	31
4.1.5.3. Meyve çapı (mm).....	32
4.1.5.3. Meyve boyu (cm).....	33
4.1.5.4. Toprak Üstü Aksam (g).....	35
4.1.5.5. Yan dal sayısı (adet).....	37
4.1.5.6. Kök kuru ağırlığı (gr).....	39
4.1.5.7. Yaprak alanı (leaf area-LA: cm ² bitki ⁻¹) ve yaprak alan indeksi (leaf area index-LAI: cm ² cm ⁻²).....	40

4.1.5.8. Suda çözümlü kuru madde (SÇKM) (Briks, %)	43
4.1.5.9. Titre edilebilir asit (gr 100 ml ⁻¹)	44
4.1.5.10. Klorofil İndeksi.....	50
4.1.5.11. Askorbik asit (C Vitamini).....	47
4.1.5.12. Toplam verim (kg da ⁻¹)	48
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	51
KAYNAKLAR	55
ÖZGEÇMİŞ	59



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Farklı Sulama Seviyelerinde Bitki Gelişimini Arttıran Kök Bakterileri Uygulamalarının Biberde (*Capsicum annuum* L.) Verim ve Kaliteye Etkileri

Gülsüm ÜSTÜ

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Yapılar Ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mehmet ŞİMŞEK
YIL: 2019 Sayfa: 59

Bitki büyümesini teşvik eden rizobakteri (PGPR) toprak verimliliğini artırmak, bitki büyümesini teşvik etmek ve çevreye duyarlı sürdürülebilir tarımın gelişmesi için fizyopatogenlerin bastırılmasında önemli rol alır. Kısıntılı su ve biyolojik gübre kullanımı çalışmalarda ilgi odağı haline gelmiş olup ticarileşmeyi arttırmak için çevre dostu bir yaklaşım sunmaktadır. Bu çalışma, Harran Ovası koşullarında damla sulama yöntemi kullanılarak biber (*Capsicum annuum* L.) bitkisinde farklı su düzeyleri ve bitki büyümesini teşvik eden rizobakterinin (PGPR) verim parametreleri ve su-verim ilişkisini üzerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Bu çalışmada sulama konuları sırasıyla; I₅₀, I₁₀₀ ve I₁₅₀ şeklinde kurulmuş ve sulamalar Class A pan buharlaşma kabından 4 günlük toplam buharlaşmadan hesaplanmıştır. Çalışma bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olacak şekilde kurulmuştur. Araştırma boyunca verim ve verim parametreleri, su verim ilişkisi, mevsimlik su tüketimi ve sulama suyu miktarı belirlenmiştir. Çalışmadan elde edilen verilere göre, toplam verim 1 331-8 381 kg da⁻¹ arasında bulunmuştur. Bitki boyu 70-92 cm, meyve çapı 15-18 mm, meyve boyu 113-139 mm, toprak üstü aksam 569-1814 g, yan dal sayısı 14-23 adet, kök kuru ağırlığı 57-78 g arasında değişmiştir. Sulama miktarları ise I₅₀, I₁₀₀ ve I₁₅₀ konularına göre sırasıyla 440.50 mm, 861.33 mm ve 1 322 mm olarak saptanmıştır. Araştırmada, en yüksek verim ve bazı verim parametreleri kök bakterisi uygulanan ve sulama suyunun %150' sinin uygulandığı konudan elde edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: bitki kök bakterileri, su stresi, biber

ABSTRACT

Master's Thesis

Different Watering Levels Effect of Root Bacteria Applications Increasing Plant Growth on Pepper (*Capsicum annuum* L.) Yield and Quality

Gülsüm ÜSTÜ

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

Supervisor : Prof. Dr. Mehmet ŞİMŞEK
Year: 2019, Page: 59

Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) plays an important role in suppressing phisopathogens to increase soil fertility, promote plant growth and promote environmentally sustainable agriculture. The use of limited water and biological fertilizers has become the focus of attention in the studies and offers an environmentally friendly approach to increase commercialization. This study was carried out to determine the effects of different water levels and plant growth promoting rizobacteria (PGPR) on yield parameters and water-yield relationship in pepper (*Capsicum annuum* L.) plant using drip irrigation method in Harran Plain conditions. In this study, irrigation issues were; I₅₀, I₁₀₀ ve I₁₅₀ were installed and the irrigation was calculated from the Class A evaporation pan for 4 days total evaporation. The study was established with 3 replications according to the split plot design. Throughout the research, yield and yield parameters, water yield relationship, seasonal water consumption and irrigation water amount were determined. According to the data obtained from the study, total yield was found between 1 331-8 381 kg da⁻¹. The following parameters varied between the given ranges as, Plant height 70-92 cm, fruit diameter 15-18 mm, fruit length 113-139 mm, biomass parts 569-1814 g, the number of side branches 14-23, root dry weight ranged between 57-78 g. Irrigation amounts were determined as 440.50 mm, 861.33 mm and 1 322 mm according to I₅₀, I₁₀₀ ve I₁₅₀ issues, respectively. In the research, the highest yield and some yield parameters were obtained from the subject where root bacteria were applied and 150% of the irrigation water was applied.

KEY WORDS: Plant root bacteria, water stress, *capsicum annuum* L.

TEŞEKKÜR

Çalışmamın her aşamasında bilgi, öneri, yardım ve desteğini esirgemeyen ayrıca engin fikirleriyle akademik anlamda yetişme ve gelişme katkıda bulunan danışman hocam Prof. Dr. Mehmet ŞİMŞEK'e teşekkür ederim.

Tez aşamasında katkı ve bilgilerinden yararlandığım değerli hocam Doç. Dr. Nuray ÇÖMLEKÇİOĞLU' na ve Arş. Gör. Sabri AKIN' a teşekkür ederim.

Çalışmamın her aşamasında yanımda olan ve desteğini esirgemeyen arkadaşım Pelda Asya EKMEN ve Muzaffer DEMİREL' e teşekkür ederim.

Yüksek lisans ve hayatım boyunca yanımda olan ve beni her konuda destekleyen, gerek sabrını, sevgisini gerekse hoşgörüsünü esirgemeyen ailem ve hayatıma aldığım eşime sonsuz teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 3.1. Araştırma alanına ait dikim öncesi ve dikim sonrası fotoğraf.....	12
Şekil 4.1. Bakterisiz konunu su-verim ilişkisi.....	25
Şekil 4.2. Bakterili konunun su-verim ilişkisi.....	26
Şekil 4.3. Araştırma alanı topraklarının 0-30 cm derinliğindeki nem içerikleri.....	27
Şekil 4.4. Araştırma alanı topraklarının 30-60 cm derinliğindeki nem içerikleri.....	28
Şekil 4.5. Farklı su seviyeleri ve bakteri uygulamalarına ait ortalama bitki boyları (cm).....	30
Şekil 4.6. Farklı su seviyeleri ve bakteri uygulamalarına ait meyve çapı (mm).....	33
Şekil 4.7. Farklı su seviyeleri ve bakteri uygulamalarına ait meyve boyu (cm).....	35
Şekil 4.8. Farklı su seviyeleri ve bakteri uygulamalarına ait toprak üstü aksam (g).....	37
Şekil 4.9. Farklı su seviyeleri ve bakteri uygulamalarına ait yan dal sayısı.....	38
Şekil 4.10. Farklı su seviyeleri ve bakteri uygulamalarına ait kök kuru ağırlığı (gr).....	40
Şekil 4.11. Farklı su seviyeleri ve bakteri uygulamalarına ait klorofil indeksi.....	47
Şekil 4.12. Farklı su seviyeleri ve bakteri uygulamalarına ait toplam verim (kg da ⁻¹).....	50

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 3.1. Araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri.....	13
Çizelge 3.2. Araştırma alanı topraklarının kimyasal özellikleri	13
Çizelge 3.3. Araştırma alanının 2017 yılı iklim verileri.....	14
Çizelge 3.4. Araştırma alanının uzun yıllar (1929-2017) iklim verileri	14
Çizelge 3.5. Araştırma alanı sulama suyunun kalite analiz sonuçları	15
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	24
Çizelge 4.2. Araştırma süresince sulamalar öncesi alınan toprak nem içerikleri (Pw, %)	26
Çizelge 4.3. Araştırma süresince yapılan faaliyetler	28
Çizelge 4.4. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki bitki boyuna ilişkin varyans analiz sonuçları	29
Çizelge 4.5. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki bitki boyuna (cm) ilişkin Duncan testi sonuçları	29
Çizelge 4.6. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki meyve ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları	31
Çizelge 4.7. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki meyve ağırlığına ilişkin Duncan testi sonuçları	31
Çizelge 4.8. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki meyve çapına ilişkin varyans analiz sonuçları	32
Çizelge 4.9. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki meyve çapına ilişkin Duncan testi sonuçları	32
Çizelge 4.10. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki meyve boyuna ilişkin varyans analiz sonuçları	34
Çizelge 4.11. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki meyve boyuna ilişkin Duncan testi sonuçları	34
Çizelge 4.12. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki toprak üstü aksamına ilişkin varyans analiz sonuçları	35
Çizelge 4.13. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki toprak üstü aksamına ilişkin Duncan testi sonuçları	36
Çizelge 4.14. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki yan dal sayısına ilişkin varyans analiz sonuçları	37
Çizelge 4.15. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki yan dal sayısına ilişkin Duncan testi sonuçları	38
Çizelge 4.16. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki kök kuru ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları	39
Çizelge 4.17. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki kök kuru ağırlığına ilişkin Duncan testi sonuçları	39
Çizelge 4.18. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki bitki başına yaprak alanı (cm ²) ilişkin varyans analiz sonuçları	41
Çizelge 4.19. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki bitki başına yaprak alanı ilişkin Duncan testi sonuçları.....	41
Çizelge4.20. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki yaprak alan indeksine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	42
Çizelge 4.21. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki yaprak alan indeksine ilişkin Duncan testi sonuçları	42
Çizelge 4.22. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki suda çözünür kuru maddeye ilişkin varyans analiz sonuçları	43
Çizelge 4.24. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki titre edilebilir aside ilişkin varyans analiz sonuçları	44
Çizelge 4.25. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki titre edilebilir aside ilişkin Duncan testi sonuçları	45

Çizelge 4.26. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki klorofil indeksine ilişkin varyans analiz sonuçları	45
Çizelge 4.27. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki klorofil indeksine ilişkin Duncan testi sonuçları	46
Çizelge 4.28. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki C vitaminine ilişkin varyans analiz sonuçları	47
Çizelge 4.29. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki toplam verime ilişkin varyans analiz sonuçları	48
Çizelge 4.30. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki verime ilişkin Duncan testi sonuçları ..	49



SİMGELER DİZİNİ

IW	Sulama suyu
Rf	Yüzey akış
Dp	Derine sızma
ha	Hektar
da	Dekar
Kg da ⁻¹	kilogram dekar ⁻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
°C	Santigrat derece

1. GİRİŞ

Son yıllarda dünya nüfusunun hızlı büyümesi ve kaynakların yetersiz kalması sonucu tarımsal üretimde çeşitliliğin ve birim alandan elde edilen verimin artırılması için tüm dünyada birçok çalışma yürütülmektedir. Tarımsal üretimdeki çeşitliliğin ve maksimum verimin elde edilmesi için en önemli faktörlerin başında mümkün olduğunca tarım alanlarının genişletilmesi ve birim alandan elde edilen ürünün artırılması gelmektedir. Bitkisel üretim istatistikleri irdelendiğinde istenilen düzeyde tarımsal üretimin yapılmadığı gözlenmektedir. Ülkemizde ise birçok alanda olduğu gibi tarımda da inovasyon kullanımı bitkisel üretimde kullanılmaya başlanmıştır.

Dünya kara alanının %11'inde (13.4 milyar hektar (ha) alanda) tarımsal üretim yapılabileceği ifade edilmektedir. Bu alanların %30'unun kuru tarım uygulamaları için uygun olduğu bildirilmektedir. Nitekim gelişmiş ülkelerde 51.76 milyon ha, gelişmekte olan ülkelerde 245.87 milyon ha ve az gelişmiş ülkelerde ise 10.32 milyon ha ve toplamda ≈ 324 milyon ha alan sulanabilmektedir (Anonim, 2018a).

Ülkemizde 28 milyon ha tarım alanının 8.5 milyon ha'ında teknik ve ekonomik olarak sulu tarım potansiyeli bulunmakta ve bugün için ≈ 6.5 milyon ha'da sulama yapılmaktadır (Anonim, 2018b). Ancak, gelişen teknolojilerden yararlanmalardan dolayı bitkisel üretimde ciddi artışlar gözlemlenmektedir. Türkiye'de bu oranların istatistik verilerine göre önemli derecede arttığı görülmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre 2017 yılında bir önceki yıla oranla tahıllar ve diğer bitkisel üretimlerde %4.2, sebzelerde %1.8 ve meyvelerde %9.7'lik bir artış gerçekleşmiştir (Anonim, 2017a).

Kaynakların kısıtlı ve yetersiz olmasından dolayı, dünyada ve ülkemizde bitkisel üretimde ki artış çoğu zaman gerçekleşmemektedir. Nitekim, mevcut kaynaklar içerisinde toprak ve su kaynakları gelmektedir. Canlıların yaşamsal fonksiyonların sürdürebildiği en kıymetli varlık su olup, bu kaynak da kısıtlı ve sınırlıdır. Özellikle ülkemiz gibi su sıkıntısı çeken ülkelerde bu sorun daha da artmaktadır. Son zamanlarda küresel ısınma gibi sorunlar tarımsal üretimde verim azalmalarına ve üretimin olumsuz

etkilenmesine neden olmaktadır.

Sulama, bitki gelişimi için gerekli olan ancak doğal yağışlarla karşılanamayan suyun, çevre sorunu yaratmadan gerekli zamanlarda ve gerektiği kadar toprağa uygulanış biçimine denir. Bitkisel üretimde sulamaların doğru ve tekniğine uygun bir biçimde yapılması mevcut kaynağın optimum şekilde kullanılmasına bağlıdır. Ülkemizde kullanılabilir 112 milyar m³ su kaynaklarının \cong %74'ü tarımsal sulamalarda kullanılmaktadır. Tarımda tekniğine uygun olmayan sulamaların yapılmasında, çiftçi bilinç düzeyi, su bedelinin düşük talep edilmesi, hacimsel sulamaların uygulanmaması ve gece sulamalarının yapılmaması vahşi sulamaları tetiklemektedir. Özellikle yüzey sulamaların yapıldığı bölgelerde karık sulama yerine vahşi sulamaların yapılması su kaynaklarından yeteri kadar yararlanılmamasına neden olmaktadır. Sulamanın etkinliği bölgenin toprak ve iklim koşullarına göre hazırlanan bir sulama programı ile gerçekleştirilebilir. İyi bir sulama programının hazırlanması için başlangıçta bitkilerin sulama aralığı ile her sulamada uygulanacak sulama suyu miktarı ve sulama sayısının belirlenmesi gereklidir. Diğer taraftan bölge ve ekolojik koşullar dikkate alınarak yapılan sulama programı yanında, su kaynağı ve tarımsal alana göre karar verme yaklaşımı da en uygun yöntem sayılabilir. Suyun kıt ve pahalı olduğu yerlerde birim alanda verimi artırmaya yönelik programlar yapılmalıdır.

Bitki gelişimini teşvik eden rizobakteri (PGPR)' ler kök çevresini ve/veya kök yüzeyini yaşam alanı edinen toprak bakterileridir. Bu bakteriler bitki gelişimini direk ve dolaylı etkilerle sağlayabilirler. PGPR'ler atmosferdeki serbest azotu bağlaması, fosforu çözmesi, enzim ve fitohormon üretmesi gibi direk etkileri ile bitki gelişimini pozitif yönde etkilerler. Bunun yanı sıra bitkide sistemik dayanıklılığı (ISR) artırması, yer ve besin yarışı ile patojen gelişimini baskılaması, ürettiği bazı sekonder metabolitler ile patojenin gelişimini inhibe etmesi gibi dolaylı etki ile de bitki gelişimini desteklemektedirler. Bitkisel üretimde PGPR'lerin ilk uygulamaları bitki gelişimini destekleyici amaçlı olmasına rağmen, sonraki yıllarda yapılan çalışmalar PGPR'lerin bitkisel üretimde biyolojik kontrol ürünü olarak da kullanılabileceğini göstermiştir. Yapılan çalışmalara bakıldığında bir bakteri türünün birden fazla PGPR özelliğini taşıyabileceği görülmektedir. Kısaca, şimdiye kadar yapılan çalışmalar bu faydalı rizobakterilerin farklı ekosistemlerde abiyotik/biyotik faktörlerin bitkide

yarattığı strese karşı kullanılabileceğini ortaya koymakta ve bu konudaki geleceğe yönelik çalışmalara ışık tutmaktadır (İmriz ve ark, 2014).

Biber Amerika'dan Avrupa'ya ilk olarak 1493 yılında İspanya'ya daha sonra 1548 yılında İngiltere'ye ve 1578'li yıllarda ise diğer Avrupa ülkelerine girmiştir. Osmanlı imparatorluğu döneminde özellikle 16. yy içerisinde Avrupa ülkeleri ile kurulan sıkı ilişkiler nedeniyle biber ilk önce İstanbul'a getirilmiş, daha sonra tüm yurda yayılmıştır (Anonim, 2018c). Türkiye'de üretilen biber çeşitlerinin ekilen alan ve alınan verimleri aşağıdaki Çizelge 1.1.'te gösterilmiştir.

Çizelge 1.1. Türkiye 'de üretilen biberin son 5 yıllık üretim değerleri (TÜİK, 2018)

Yıllar	Salçalık, Kapyra		Dolmalık		Sivri		Çarliston	
	Alan (da)	Üretim(ton)	Alan (da)	Üretim (ton)	Alan (da)	Üretim (ton)	Alan (da)	Üretim (ton)
2013	300 562	814 372	155 091	398 470	331 930	946 506		
2014	298 351	829 809	151 025	391 009	313 431	907 126	26 931	104 364
2015	308 417	879 775	143 626	393 109	313 149	919 004	27 425	115 568
2016	325 584	957 030	147 145	418 435	316 716	967 466	26 187	114 891
2017	333 132	1 107 713	141 534	420 904	303 341	945 361	27 159	134 194

Tarımsal üretimde birim alandan maksimum verim ve nitelikli üretim yapmak için aşırı gübreleme ve pestisitlere karşı yoğun kimyasal mücadele uygulanmaktadır. Aşırı gübre ve pestisit kullanımı beraberinde çevresel sorunlar getirmekte ve doğal kaynakların bilinçsiz tüketilmesine sebebiyet vermektedir. Bu sebeplerden dolayı doğayla barışık daha az zarar veren, çevre dostu uygulamalar seçilmeli ve uygulanması tercih edilmektedir. Nitekim bitki gelişimine önemli katkı sağlayan rizobakteriler aynı zamanda çevre dostu olup toprak kökenli bakterilerdir (İpek ve ark., 2017).

Minimum düzeyde gübre kullanılmasına karşı maksimum verim alabilmek için farklı mikroorganizmalar kullanılabilir. PGPR bitki gelişiminde önemli yeri olmasından dolayı biyolojik gübre olarak tanımlanmaktadır. Biyogübreler sürdürülebilir tarım için büyük öneme sahiptir. Mikrobiyal türlerin geniş genetik

varyasyonları bulunmakta, yüksek potansiyelli farklı çevre koşullarına sahip geniş spektrumlu mikroorganizmaların bulunabileceği ortaya konulmaktadır (Çakmakçı, 2005).

Bitkilerin kısıtlı su uygulandığında tarımsal üretimde kuraklık stresine karşı toleransın maksimum seviyeye getirilmesi gerekmektedir. Mikorizal mantarlar (AMF), nitrojen içeren bakteriler ve bitki büyüme destekleyen rizobakteriler [(plant growth- promoting rhizobacteria (PGPR)] gibi bitki kaynaklı mikrobiyal topluluklar, ürün verimliliğini artırır, kuraklık ve tuzluluk stresine karşı direnç sağlar. PGPR iyi bir kök gelişimi temin eder ve bitkilerin her türlü streslerini tolere etmede yardımcı olur. PGPR'ler azotu bağlayabilmesi, fosforu çözebilmesi, su ve mineral alımını artırması, kök gelişimini tetiklemesi, bitkide enzim aktivitesini hızlandırılması ve bitki gelişimini teşvik etmesi nedeniyle rizobakterilerin geniş kullanım alanlarına yönelik araştırmaların arttığı görülmektedir (Ngumbi ve ark. 2016; Kloepper, 1992).

Bu çalışma ile biber bitkisinin, yarı-kurak iklim koşulları altında bakteri uygulaması ve farklı sulama suyu seviyelerinin verim ve kaliteye olan etkileri ortaya koymayı amaçlamıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Taş (2002), Harran ovası koşullarında yürüttüğü çalışmada üç farklı sulama aralığı (2, 4 ve 6 gün) ve üç farklı bitki pan katsayısıyla ($K_{cp1}=1.25$, $K_{cp2}=1.00$ ve $K_{cp3}=0.75$) uygulamıştır. Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları 652-1010 mm, mevsimlik su tüketimleri ise 726-1 069 mm arasında gerçekleşmiştir. Konulardan elde edilen verim değerleri 2 444-4 703 kgda⁻¹ arasında değişim göstermiş, yapılan analizler sonucunda sulama aralığı ile bitki katsayılarının verim üzerine olan etkileri %1 düzeyinde önemli olduğunu bildirmiştir.

Cosic ve ark. (2015), yaptıkları çalışmada farklı sulama seviyeleri altında tatlı biberin verim, kalite ve su kullanım randımanları üzerinde kil mineralinin etkisini çalışmışlardır. Çalışma 2 ana konu (kil minerali topraklar ve kontrol) altında, 3 farklı sulama seviyesi (%70, %80 ve %100) yürütülmüştür. En yüksek tatlı biber verimleri sulamanın tam olarak yapıldığı konulardan (5.3 kg m⁻²) , en düşük verim ise (1.7 kg m⁻²) %70 kısıntılı sulama konusunda saptanmıştır.

Gadissa ve ark. (2009) tarafından, farklı damla sulama seviyelerinin yeşil biberin verim ve verim parametreleri üzerinde etkisini çalışmışlardır. Araştırma 3 farklı su seviyesi (%50, %75 ve %100) ve 2 dikim tekniği (normal ve çift sıralı) ile yürütülmüştür. Çalışma sonucunda en yüksek verimin (17590 kg ha⁻¹) tam sulama ve çift sıra dikim uygulanan konudan, en düşük verimin (4510 kg ha⁻¹) ise kısıntılı sulama uygulanan %50 sulama suyu seviyesinde çift sıra dikim uygulanan konudan elde edildiğini bildirmişlerdir.

Bütüner (2016), Isparta koşullarında yaptığı çalışmada sera ortamında yetiştirilen çarliston biberde (*Capsicum annuum* L.) farklı sulama suyu seviyelerinin verim ve kalite parametreleri ile bitki su tüketimine olan etkisini araştırmıştır. Araştırma deneme konuları 5 farklı sulama düzeyinde (%20, %40, %60, %80 ve %100) çalışılmıştır. Yetiştirme sezonu boyunca toplamda deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarı 223.7-555.7 mm arasında, bitki su tüketimi ise 291.8-

590.7 mm arasında değiştiğini, farklı sulama suyu seviyelerinde biber bitkisinin en yüksek gelişme sağlandığı %100 konusundan elde edildiğini saptamıştır.

Sezen ve ark. (2016), yaptıkları araştırmada 2010 ve 2011 yıllarında Tarsus koşullarında Karaisalı salçalık biber bitkisinde farklı sulama seviyelerinin (%25, %50, %75 ve %100) verim ve verim bileşenlerine etkisini araştırmışlardır. En yüksek verim tam sulama (%100) konusundan alınırken, bunu %75'lik konu takip etmiş, %25 ve %50 kısıntılı su uygulanan konulardan her iki yılda da en düşük verimler sağlanmıştır. Çalışma sonucunda 60 cm derinlikte kullanılabilir su %25'e düştüğünde %100 olana kadar su verilmesi ön görülmüştür. Kısıntılı sulamalarda ise %75 sulama ideal sulama olduğunu bildirmişlerdir.

Çömlekçioğlu ve Şimşek (2017), yürüttükleri çalışmada ise kontrollü kısıtlı sulama tekniğiyle sulama programının biber verim, verim bileşenlerine, su-verim ilişkilerine etkilerinin belirlenmesi ve sulama yönetiminde kullanılacak prensiplerinin saptanması için %66, %100 ve %133 sulama suyu seviyelerini çalışmışlardır. Sulama uygulamaları toplam meyve verimini etkilerken, ortalama meyve ağırlığına, meyve çapına ve meyve uzunluğuna etkisi önemsiz olduğunu bildirmişlerdir. En yüksek verim %133 uygulanan konudan 85.03 t ha⁻¹ elde edilirken, en yüksek sulama suyu 1473 mm uygulanmıştır. En düşük verim ise %25 uygulanan konudan 65.20 t ha⁻¹ ve 364 mm sulama suyu saptamışlardır.

Tuna (2014), Tekirdağ koşullarında 2011 ve 2012 yıllarında yürütülen çalışmada, biber bitkisi büyüme mevsimi boyunca toplam su ihtiyacının %0, %25, %50, %75 ve %100'ü kadar sulama suyu uygulanan deneme konularından oluşturulmuştur. Her bir deneme yılında gerçekleşen mevsimlik bitki su tüketimi değerleri (ET_c) tam su alan (%100) konuda en yüksek değere ulaşmış, araştırma yıllarına göre sırasıyla 788 ve 803 mm olarak hesaplanmıştır. En düşük değerler ise sulama suyu uygulanmayan (%0) konuda sırasıyla 346 ve 221 mm olarak gerçekleşmiştir. Araştırma sonucunda, en yüksek biber verimi, %100 sulama düzeyinden ilk yıl 45.82 t ha⁻¹, ikinci yıl 57.14 t ha⁻¹ olarak elde edilmiştir. Genel

olarak farklı sulama uygulamalarının verim üzerine istatistiksel açıdan önemli düzeyde etkileri olduğu görülmüştür.

Tarımsal destekleyici rizobakterin birim alanda verimin artması için (PGPR) kullanımı dünya çapında ilgi görmektedir. Tarım için yararlı olan bu bakteriler tohum çimlenmesini hızlandırır, kökleri dayanıklı hale getirir ve büyümeye teşvik edip verimi artırdığı bildirilmişlerdir. Hububat, süs bitkileri, sebzeler, tarla bitkileri, baharatlar ve bazı ağaçlarda PGPR' nin direnci artırdığı bildirilmiştir. Entegre PGPR kullanımı çeşitli mekanizmaların kombinasyonunu sağlar (Niranjan Raj ve ark., 2005).

Egamberdiyeva (2007), yaptığı çalışmada iki farklı toprak tipinde mısır bitkisi üzerinde bakteri etkisi araştırılmıştır. Mısır bitkisi üzerinde yapılan çalışmada *Pseudomonas alcaligenes* PsA15, *Bacillus polymyxa* BcP26 ve *Mycobacterium phlei* MbP18 bakteri çeşitleri uygulamasının etkisi bitki için gerekli olan N, P ve K gübre uygulamasının etkisinden daha fazladır. Bunun sonucunda bitki beslemesinin, toprak besin koşullarından etkilenen bakteriyel inokulantların etkinliğini artırdığı saptamıştır. Bakteri uygulaması, besin değeri yüksek toprakta bitki büyümesi üzerinde daha etkili olduğu bildirilmiştir.

Peluvan ve Güteryüz (2014), Erzurum koşullarında yaptıkları çalışmada bakteri ve humik asit uygulamalarının Fern çilek çeşidinde büyüme ve fide verimi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Yürütülen çalışmada bakterisiz parsel (B0), kökten bakteri (KB), yapraktan bakteri (YB) ve KB + YB ana parselleri; kontrol, 200, 400, 600, 800 ml/da ve humik asit (HA) uygulamıştır. KB ve 800 ml/da HA uygulamasının kontrole göre fide boyu, kuru fide ve yaş fide ağırlığını sırası ile %11.43, %32.29 ve %28.24 oranlarında arttırdığı saptamışlardır. Çalışmada çilekte büyüme ve fide üretimi için 800 ml da⁻¹ HA uygulamasının en etkili doz olduğu ve humik asit ile beraber KB uygulamasının diğer bakteri uygulamalarına göre daha iyi sonuç verdiğini bildirmişlerdir.

Karakurt ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada, bitki büyümesini teşvik eden 4 bakterinin (*Bacillus subtilis* OSU- 142, *Bacillus megaterium* M-3, *Burkholderia*

cepacia OSU-7 ve *Pseudomonas putida* BA-8) ayrı ayrı ya da tümünün birlikte uygulanması halinde vişnenin vejetatif gelişiminin yanında fenolojik ve kimyasal özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütmüşlerdir. Kullanılan bakteri çeşitlerinin ayrı ayrı ya da tümünün birden uygulanmasının meyve tutumu, büyüme ve meyvelerin fenolojik özellikleri üzerine olumlu etkilerini saptamışlardır. Bu çalışmanın sonucunda bakteri çeşitlerinin sürdürülebilir tarım için meyve, sebze ve süs bitkilerinin yetiştirilmesinde biyogübre olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Soylu (2011) tarafından, farklı türlere ait karşıt potansiyele sahip kök bakteri çeşitleri (*Lysobacter enzymogenes* C3R5 ve N4-7) ile PGPR izolatlarının (*Bacillus pumilus* T4, *Bacillus amyloliquefaciens* IN937a, *Pseudomonas fluorescens* WCS417r ve *Pseudomonas putida* 89B-61) kullanılması ile marul bitkisinde beyaz çürüklük hastalığına karşı çıkılması ele alınmıştır. Bakteri izolatlarının mantar gelişimini ve hastalığın başlamasını engellemek için *in vitro* ve *in vivo* koşullarında araştırılmıştır. PGPR uygulanan parsellerdeki marul bitkilerinde kontrol parsellerindekinden daha iyi sonuç çıkarılmış ve hastalık önemli düzeyde engellendiğini bildirmiştir.

Gholami ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada, mısır bitkisinin steril ve steril olmayan topraklarda çimlenmesi, büyümesi ve verimine etkisi araştırılmak üzere altı bakteri çeşidini (*P.putida* suşu R-168, *P.fluorescens* suşu R-93, *P.fluorescens* DSM 50090, *P.putida* DSM291, *A.lipoferum* DSM 1691, *A.brasilense* DSM 1690) kullanmış ve üç deneyde incelemiştir. Çalışma sonucunda bakteri uygulaması steril olmayan topraklarda mısır bitkisinin büyümesi ve gelişmesine daha çok etki ettiğini, bununla birlikte bitki boyu ve 100 tane tohum ağırlığını önemli ölçüde etkilediğini bildirmişlerdir.

Yapılan farklı bir çalışmada, epifitik ve endofitik bakterilerinin domateste öz nekrozu hastalığının kontrolünde etkisi incelenmiştir. Yapılan çalışmada dört farklı cinse (*Bacillus*, *Pseudomonas*, *Pantoea* and *Agrobacterium* sp.) ait toplam 14 bitki gelişimini teşvik eden bakteri ve on farklı cinse (*Bacillus*, *Pseudomonas*, *Bergeyella*, *Brevibacillus*, *Enterobacter*, *Micrococcus*, *Paenibacillus*, *Pantoea*, *Salmonella* and *Stenotrophomonas*) ait toplam 132 potansiyel biyoajan bakteri izolatı kullanılmıştır.

Mikrobiyal gübre (BM-MegaFlu) ve bakteri uygulaması yapılmayan uygulamalar kontrol olarak belirlenmiştir. Bitki kökünün daldırması ve yapraktan sprey yoluyla verilmesi şeklinde uygulamalar yapılmıştır. Sonuç olarak; uygulanan yöntemler ile bitki gelişim parametrelerinde önemli düzeyde artış söz konusu olmuş ve mikrobiyal gübre olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (Aktaş, 2015).

Nosheen ve ark. (2011) tarafından, aspir bitkisinde ayrı ayrı veya farklı miktarlarda kimyasal gübrelerin karışımı halinde PGPR' nin etkisini karşılaştırmak amacıyla yapılmıştır. Tek başına ya da farklı dozlarda kimyasal gübrelerle kombinasyon halinde bitki büyümesini destekleyen rizobakterinin (PGPR), *Azospirillum brasilense*, *Azotobacter vinelandii* ve *Pseudomonas stutzeri*'nin karşılaştırmalı etkisini belirlemek amacıyla yürütmüşlerdir. PGPR uygulamasının ayrı ayrı ya da kimyasal gübrelerle birlikte kullanılması sonucunda aspir bitkisinin kök morfolojisi ve büyümesinde etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Ege Üniversitesi'nde yapılan çalışmada 3 farklı kök bakterisi Bombala baş salata bitkisinde denenmiştir. Bakteri çeşitleri tohuma uygulama ve ekim sonrasında uygulama şeklinde uygulanmıştır. Kök bakterilerinin baş salata fidelerinin gelişimini arttırdığı fakat buna karşılık olarak bitki gelişimi ve verimi üzerinde etkisi olmadığı saptanmıştır. Baş salataların topraksız yetiştiriciliğinde substrat olarak hindistan cevizi torfu gibi organik veya klinoptilolit gibi inorganik ortamda perlite kıyasla daha uygun olduğunu bildirmiştir (Merdin, 2009).

Çin'in kuzeydoğusunda tilki kuyruğu darı bitkisi üzerinde yapılan bir çalışmada *Pseudomonas fluorescens*, *Enterobacter hormaechei*, *Pseudomonas migula* bakteri izolatları kullanılarak yürütülmüştür. Çalışmanın amacı yarı kurak iklim bölgesinde tilki kuyruğu darı bitkisinde bakteri uygulaması ile birlikte su stresi altında tohumun çimlenmesi ve fide büyümesini uyarmaktır. Çalışma sonucunda tilki kuyruğu darı bitkisinde PGPR uygulaması bitki büyümesini arttırdı ve bölgede tarımsal üretimi sürdürülebilir hale gelmesinde etkili olduğu bildirilmiştir (Niu ve ark., 2018).

Saravanarkumar ve ark. (2011), bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriyi (PGPR) yeşil gram bitkisinde kısıntılı su ile birlikte uygulaması sonucu protein ve enzim depolama kapasiteleri incelenmek üzere bir çalışma yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan *P. Fluorescens* Pfl bakteri çeşidi yaş ağırlığı ve kuru ağırlığını arttırdığı saptanmıştır. *P. Fluorescens* Pfl bakteri uygulaması yapılmayan bitkilere karşı uygulama yapılan bitkiler su stresine karşı protein depolama daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Akköprü ve ark. (2018), biber ve domates bitkisinde bitki gelişimi üzerindeki etkisini araştırmak için dört endofik bakteri uygulaması yapmışlardır. Biyotik stres altında endofik bakterinin ölçülebilir etkisinin stressiz koşullardan daha yüksek olduğunu saptamışlardır. Sonuç olarak çalışmada kullanılan endofik bakteriler sürdürülebilir tarım için uygunluğunu bildirmişlerdir.

Şahin ve ark. (2015), yaptıkları çalışmada su stresi altında marul bitkisinde fizyolojik özellikleri, büyümesi, verim ve kalitesi parametreleri üzerinde çalışılmıştır. Üç farklı su seviyesinde (I₅₀, I₇₅ ve I₁₀₀) 0-15 cm toprak derinliğinde uygulanmıştır. Bakteri uygulaması marul bitkisinde verim ve kalite parametreleri üzerinde önemli etkiye sahip olmuştur. Kısıntılı sulama ile marulda verim ve baş ağırlığı azalırken PGPR uygulaması ile artmıştır. Sonuç olarak PGPR uygulamasının kısıntılı sulamada marul bitkisine büyümesi ve verim üzerindeki zararlı etkilerini azalttığını bildirmişlerdir.

Samancıoğlu ve ark., (2016), yaptıkları çalışmada kısıntılı sulama ile birlikte uygulanan PGPR (*Bacillus subtilis* TV-13B, *Bacillus pumilus* TV-67C ve *Bacillus megaterium* TV6D+*Pantoea agglomerans* RK-92+*Brevibacillus choshensis* TV-53D) dozunun etkisini araştırmışlardır. % 100, 75, 50 ve 25 olmak üzere 4 farklı sulama seviyesi dikkate alınmıştır. Ayrıca strese maruz kalan ve PGPR inokule edilmeyen bitkiler ile karşılaştırıldığında inokule edilen bitkilerdeki bazı deneysel verilerin büyüme ve gelişimi daha iyi arttırdığı ortaya çıkmıştır. Araştırma sonunda *Bacillus pumilus* TV-67C bakteri irkının içsel süperoksit dismutaz, katalaz ve peroksidaz seviyeleri ile hormon ve amino asit birikimini hızlandırdığı fakat membran bütünlüğü

ve lipit peroksidasyonunu azaltarak lahanada fidelerinin kuraklık stresine toleransını arttırdığı belirlenmiştir.



3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma alanı

Araştırma, 2017 yılı yetiştirme sezonunda Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsü Ziraat Fakültesi AR-GE alanında yürütülmüştür.



Şekil 3.1. Araştırma alanına ait dikim öncesi ve dikim sonrası fotoğraf

3.1.2. Araştırma alanının toprak özellikleri

Ova toprakları; kil tekstürlü ve profil boyunca çok kireçli, pH' sı 7.3-7.4 arasında değişen, yüzeyde organik madde %1.1 ve kök bölgesi derinlere inildikçe %0.8' e düşen yapıda özellik göstermektedir. Deneme alanı toprakları, topoğrafyası düz ve düze yakındır. Toprak özellikleri (tarla kapasitesi, solma noktası, hacim ağırlığı, pH ve EC) çalışmaya başlamadan önce gerçekleştirilmiştir. Araştırma alanı topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 3.1. ve 3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri

Derinlik	TK (%w/w)	SN (%w/w)	ρ (g cm ⁻³)	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Bünye
0-30	28.04	16.74	1.37	20.40	54.00	25.60	C
30-60	28.82	17.35	1.39	20.40	52.00	27.60	C
60-90	29.96	18.20	1.40	18.40	54.00	27.60	C

TK: Tarla kapasitesi, SN: Solma noktası, ρ : Özgül ağırlık

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

Harran Ovası bünyesinde yürütülen çalışma alanı yarı-kurak iklim kuşağı altında yer almaktadır. Bölge yazları sıcak ve kurak kışları ise soğuk ve az yağışlı geçmektedir. Gece gündüz arasında sıcaklık farkı bulunmaktadır. Araştırmanın yürütüldüğü Araştırma alanının 2017 yılı ve uzun yıllar (1929-2017) iklim verileri Çizelge 3.3. ve Çizelge 3.4.'de verilmiştir (Anonim, 2017b)

Çizelge 3.3. Araştırma alanın 2017 yılı iklim verileri

Parametre \ Aylar	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. Min. Sic. (°C)	16.2	22.4	26.7	24.9	22.6	15.1
Ort. Mak. Sic. (°C)	30.1	36.4	41.3	39.4	36.9	27.3
Ort. Buh.Basıncı (mb)	9.6	10.2	11.3	15.8	11.0	8.1
Ort. Mahalli Basıncı (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 alanın uzun yıllar (1929-2017) iklim verileri

Parametre \ Aylar	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. Min. Sic. (°C)	15.2	20.4	24.2	23.9	19.9	14.4
Ort. Mak. Sic. (°C)	28.6	34.5	38.7	38.3	33.9	27.0
Ort. Buh.Basıncı (mb)	10.2	10.5	11.7	12.8	11.0	9.4
Ort. Mahalli Basıncı (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

Sulama suyu ihtiyacı, arazinin ortasından geçen ve debisi 200 m³ s⁻¹ verilen, Atatürk Barajından ve Mardin-Ceylanpınar (MC) iletim kanalından karşılanmaktadır.

Deneme alanında sulama suyu damla sulama sistemi ile uygulanmıştır. Damla sulama sisteminde; Ø32 manifold, Ø16 lateral borular kullanılmıştır. Deneme alanı sulama suyu sınıfı C₂S₁'dir. Araştırma alanı sulama suyunun kalite parametreleri Çizelge 3.4.'de verilmiştir.

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 ₂ S ₁

3.1.5. Araştırmada kullanılan bitki çeşidi

Çalışmada Yüksel Tohum firmasının MOSTAR-F1 biber çeşidi kullanılmıştır. Çeşit açık alan yetiştiriciliğine uygun ve erkencidir. Meyve uzunluğu 25-27 cm' e kadar uzayabilir (Anonim, 2018d). Dikimler 23 Mayıs 2017 tarihinde gerçekleştirilmiştir.

3.1.6. Çapalama ve ilaçlama

Yabancı otlarla mücadelede elle-çapalama yöntemi uygulanmış, biber bitkisinin gelişimine paralel olarak toprağın havalandırılması ile birlikte beş defa bitkide boğaz doldurma çapalaması gerçekleştirilmiş ve kırmızı örümceğe karşı

ilaçlama yapılmıştır.

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.

3.2.1. Bakteri uygulaması

1.5 ml BM-Coton Plus (Bacillus subtilis ve Paenibacillus azotofixans) bakterileri ve 1.5 ml Mikrobiyal Gübre Destekleyicisi ile 24 saat aktif hale getirilmiştir. 24 saat sonunda 10 lt klorsuz suyla seyreltikten sonra biber fidelerinin kökleri bakteri solüsyonuna batırılmış 10 dakika beklettikten sonra araziye dikimi gerçekleştirilmiştir.

3.2.3. Sulama suyunun hesaplanması

Sulama suyu mevcut sulama kanalından Ø90'lik PE boru ile alınıp, sulama suyu su sayacında denetlenerek hacimsel toprakların nem içerikleri, dikimle birlikte profilin 0-30 ve 0-60 cm derinlikte gravimetrik yöntem ile belirlenmiştir. Sulama aralığı 4 gün gün tercih edilmiş, sulama düzeylerinin saptanmasında standart buharlaşma kabı (class A pan) kullanılmıştır. Damla sulama için damlatıcı aralığı 50 cm olan Ø16 PE lateral boru ve sistem olarak döşenmiştir. Sulama suyunun hacimsel içerikleri, 4 günlük class A pan' dan buharlaşacak suyun derinlikleri %50, %100 ve %150 ile çarpıldıktan ve alanla düzelttikten sonra su sayaçlarında denetlenerek parsellere uygulanmıştır.

Sulama suyu miktarının hesaplanmasında James ve ark. (1982)'te verilen açık su yüzeyi buharlaşmasından yararlanılmış ve aşağıda verilen eşitlik 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),

E_p: Sulama aralığındaki birikimli class A pan buharlaşma miktarı (mm),

k_{cp}: Bitki-pan katsayısı, alt konu olarak kullanılan değerleri ifade eder.

P: Islatılan alan yüzdesi (%) 1 olarak alınmıştır.

3.2.4. Mevsimlik bitki su tüketimi

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

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

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, derin drenaj ve tuzluluk sorunu olmayan bir yapıya sahip olduğu için, taban suyundan kapılar su yükselmesi ve damla sulama sistemi ile sulama yapıldığından yüzey akışı söz konusu değildir. Bu nedenle C_r ve R_f değerleri hesaplamalarda dikkate alınmamıştır. Toprak profilinde tutulan su miktarı (mm), bitki

gelişim dönemi başlangıcında ve sonundaki nem miktarı farkından yararlanılmıştır.

Çalışmada verim-tepkietmeni 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 (kgda^{-1}), Y_m =maksimum verim (kgda^{-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 [$WUE(\text{kg m}^{-3})$] ve suluma suyu kullanım [$IWUE (\text{kg m}^{-3})$] randımanı belirlenmesinde Eşitlik 3.4 ve 3.5'den yararlanılmıştır.

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

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

3.2.7. Gübreleme

Gübreleme programında N, P_2O_5 , K_2O , CaO ve MgO sırasıyla 20, 10, 25, 10 ve 5 kg da^{-1} şeklinde uygulanmıştır. Fosfor gübresinin tamamı dikimle birlikte, Azotun ve potasyumun $\frac{1}{3}$ 'ü dikimle, $\frac{1}{3}$ dikimden 30 gün ve 60 gün sonra, magnezyum (MgO) ve

Kalsiyum (CaO) gübresi ise ürün döneminde iki eşit parçada uygulanmıştır.

3.2.8. Denemede yapılan fenolojik gözlemler ve ölçümler

3.2.8.1. İlk çiçeklenme tarihi

Deneme süresince araştırmaya tabii tutulan tüm parselde bulunan bitkilerin %50'sinin çiçek açtığı tarih not edilmiştir. (Dikimden 30 gün sonra çiçeklenme başlamıştır.)

3.2.8.2. İlk hasat tarihi

Meyve olgunluk dönemini bitirip hasada geldiğinde yapılan ilk hasat kayıt altına alınmıştır. (Dikimden 60 gün sonra ilk hasat yapılmıştır.)

3.2.8.3. Bitki boyu (cm)

Belirlenen bitkiler, topraktan bitkinin uç noktasına kadar olan uzunluklar hasat tarihine kadar 3 defa ölçüm (21 Temmuz; 4 Eylül; 7 Kasım 2017) yapıp not edilmiştir.

3.2.8.4. Meyve ağırlığı (g)

Belirlenen bitkilerden toplanan rastgele seçilen 15 meyve tek tek hassas terazi ile tartılmış ve toplam meyve ağırlığı meyve sayısına bölünerek ortalama meyve ağırlığı saptanmıştır.

3.2.8.5. Meyve çapı (mm)

Hasadı yapılan biber bitkisinden rastgele seçilen 15 meyve seçilip orta kısmından kumpas yardımı ile ölçülmüş ve mm olarak ifade edilmiştir.

3.2.8.6. Meyve uzunluğu (mm)

Hasadı yapılan biber bitkisinden rastgele 15 meyve seçilip kök kısmından ucuna kadar kumpas yardımı ile ölçülmüş ve mm olarak ifade edilmiştir.

3.2.8.7. Toplam verim (kg da⁻¹)

Parsel alanı dikkate alınarak elde edilen verim dekar bazında (kg da⁻¹) ifade edilmiştir.

3.2.8.8. Bitki yan dal sayısı(adet)

Her parselden rastgele seçilen 3 bitkinin toplam yan dal sayısı sayılmıştır.

3.2.8.9. Toprak üstü aksam (g)

Bitkiler hasat işlemi bittikten sonra toprak yüzeyinden kesilip yaş halde tartılmıştır. Bitki ağırlığı g olarak ifade edilmiştir.

3.2.8.10. Kök kuru ağırlığı (g)

Her konudan 3'er adet bitki kökü topraktan çıkarılıp su ile topraktan tamamen ayrıştırılmıştır. Topraktan ayrıştırılan kökler 65 °C etüvde atılmış ve kök kuru ağırlığı saptanmıştır.

3.2.8.11. Yaprak alan indeksi (LAI)

Yaprak alan indeksinin belirlenmesi amacıyla, her parselden 3 bitki alınıp yaprakları dallarında ayrılmıştır. Ayrılan yapraklar boyutlarına göre gruplandırıldıktan sonra her gruptan 5'er yaprak alınıp Leaf Area Meter (CID, Inc.: CI-202 Area meter) aletiyle alanları belirlenmiştir. Daha sonra grupta kalan yaprak sayısı ile orantılanarak kalan yapraklarında alanı bulunmuştur. Ölçülen yaprak alanları toplamı, bitkinin yaşam alanına bölünerek LAI hesaplanmıştır.

3.2.8.12. Suda çözünür kuru maddesi (SÇKM) (Brix, %)

Her parselden rastgele alınan 5 biber meyvesinin püre ile ezilmiş suyundan birer damla alınarak masa tipi Abbe Refraktometre ile doğrudan yüzde (%) olarak hesaplanmıştır.

3.2.8.13. Titre edilebilir asit (g 100⁻¹)

Biberdeki titre edilebilir asitliği belirlemek amacıyla parsellerden alınan biberler blender yardımıyla ezilip 5 ml sıvı alınıp, üzerine 10 ml saf su eklenmiştir. Seyreltilen numune üzerine iki damla phenol phtalein indicator damlatılarak karıştırılıp 0.1NaOH ile pH 8.1 olana kadar karıştırılıp renk pembeleşinceye kadar işlem devam etmiş ve ilave edilen NaOH miktarı not edilmiş ve aşağıda verilen formülle hesaplanmıştır.

Asitlik=(NaOH faktörü x harcanan NaOH miktarı x 0.006404 x 100)†(titre edilen örneğin gerçek miktarı)

3.2.8.14. Klorofil indeksi

Her parselden seçilen 3 bitkinin yapraklarından chlorophyll meter yardımıyla ile toplamda 3 defa klorofil ölçümü gerçekleştirilmiştir.

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

50 gr meyve ve yaklaşık 50gr %2'lik oksalik asit blender yardımı ile homojenize edilip püre haline getirilmiştir. Elde edilen bu püreden 10gr alınıp üzerine toplamda 100 gr olacak şekilde %1'lik oksalik asit ilave edilmiştir. Daha sonra filtre yardımıyla süzildükten sonra, elde edilen süzükten 10 gr alınıp renk dönene kadar 2,6-Dichloro phenol indophenol eklenmiştir. Renk pembeleştikten sonra tartış okuma yapılmış ve kaydedilmiştir.

$$L\text{-Askorbik asit, mg/100 g} = V \times F \times 100/W$$

V: Titrasyonda harcanmış olan, 2,6 diklorofenolindofenol çözeltisinin miktarı, ml.

F: 2,6 diklorofenolindofenol çözeltilisinin faktörü, yani bu çözeltilinin 1 ml'sinin eş değeri olduğu L-askorbik asit miktarı, mg.

W: Titrasyonda kullanılan filtratın içerdigi örnek miktarı, g.

3.2.8.16. İstatistiksel Analiz Programı

İstatistiksel analizler Statistical Package for the Social Sciences (spss) programı kullanılarak yapılmış olup gruplandırılmalar ise Duncan testi ile incelenmiştir.



4.ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Bulgular

4.1.1. Sulama suyu hesabı

Araştırmada konulu sulama başladıktan sonra yöntemde belirtildiği sulama suyu miktarları Eşitlik 1’de verilen denkleme göre hesaplamalar yapılmıştır. Tüm parsellerin konulu sulamaya başlamadan önce uniform bir bio-mass’ın olmasını sağlamak amacıyla tüm konulara konusuz sulama (can suyu) olarak 147 mm sulama suyu uygulanmıştır. Çalışma süresi boyunca konulu uygulanan sulama suları 4 günlük uygulanmış olup buharlaşma miktarları arazinin ortasında bulunan class A panda gerçekleşen değere göre hesaplanmıştır. Çalışma alanında bulunan class A pan’da gerçekleşen buharlaşma miktarları 08⁰⁰ da ölçülmüş ve bu değerler dikkate alınarak sulamaya başlanmıştır. Sulama suyu hesabında sulama suyu ihtiyacının tamamının karşılandığı I₂ konusu (IW: %100 uygulanan konu) referans alınmış olup I₁ konusunda I₂ konusuna uygulanan suyun %50’si ve I₃ konusuna ise I₂ konusunda hesaplanan değerlerin %150’si uygulanmıştır. Bu hesaplamalar çerçevesinde toplamda uygulanan konulu sulamaya göre I₁, I₂ ve I₃ konuları sırasıyla 440 mm, 861 mm ve 1 322 mm sulama suyu uygulanmıştır. Araştırma süresince konulu ve konusuz (can suyu) olarak I₁, I₂ ve I₃ konularına sırasıyla 588 mm, 1 008 mm ve 1 469 mm sulama suyu uygulanmıştır.

4.1.2. Mevsimlik bitki su tüketimi

Araştırmada bulguları incelendiğinde konuların parsellerine uygulanan sulama suyu ile mevsimlik bitki su tüketimleri arasında güçlü bir benzerlik ve paralellik bulunmaktadır. Tercih edilen biber bitkisinin mevsimlik bitki su tüketim değerleri 588 mm ile 1 469 mm arasında değişmiştir. Kontrol konularında oransal su tüketim eksilişi 0.57 I₁ konusunda oransal verim eksilişi 0.67’lere varmıştır. Oysa bu değer I₂ konusunda 0.17’e ulaştığı görülmüştür. Benzer tepkiler bakteri konuları için hesaplanmıştır. En yüksek su tasarrufları %50 konusunda sağlanmış, ancak çok ciddi

verim kayıpları yaşanmıştır. Bitkinin suya karşı gösterdiği tepki doğrusal bir artış göstermiş ve class A pan kabından dört günde kaybolan suyun 1.5 katı uygulandığı %150 konularından en yüksek verim sırasıyla C-I₁₅₀ ve B-I₁₅₀ konusundan 7 130 ve 8 386 kg da⁻¹ elde edilmiştir (Çizelge 1). Gerek sulama suyu miktarlarındaki artışlar ve gerekse mevsimlik su tüketimlerdeki paralel tüketimler biberde verim değerlerini artırmıştır (Şekil 4.1 ve Şekil 4.2). En geçerli açıklama ise biber bitkisinde yoğun meyve hayatının yaşanması ve bitkinin yaşam evresinde sürekli çiçek açması ve meyve bağlaması fizyolojik gerekçe olarak gösterilebilir. Böyle bitkilerde suyun önemi bir kez daha ortaya çıkmaktadır. Nitekim toplamda 30 sulama sayısı ve 10 meyve hasadı gerçekleşmiştir. Farklı sebze türleri için benzer tepkiler alındığı ortaya konulmuştur.

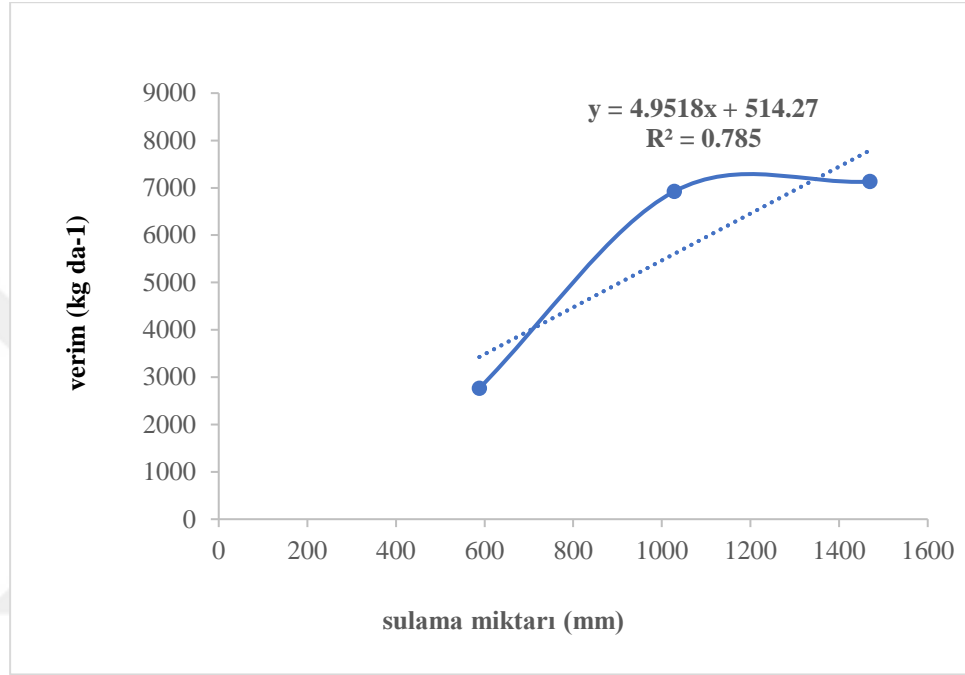
Çizelge 4.1. Araştırmada kullanılan patlıcan bitkisine ait sulama suyu, mevsimlik bitki su tüketimi (mm), oransal ET açığı, oransal verim azalışı, sulama suyu kullanımı, su kullanım randımanı ve su tasarruf oranı

Konular	IW (mm)	ET _c (mm)	Verim (kg da ⁻¹)	1- (ET _a /ET _m)	1- (Y _a /Y _m)	WS	WUE (kg m ⁻³)	IWUE (kg m ⁻³)
C-I ₅₀	588	626	2766	0.57	0.67	0.60	4.70	4.41
C-I ₁₀₀	1 028	1 016	6923	0.30	0.17	0.31	6.73	6.81
C-I ₁₅₀	1 469	1 462	7130	0.00	0.14	0.00	4.85	4.85
B-I ₅₀	588	626	1946	0.57	0.76	0.60	3.30	3.10
B-I ₁₀₀	1 028	1 016	5891	0.30	0.29	0.31	5.73	5.79
B-I ₁₅₀	1 469	1 462	8386	0.00	0.00	0.00	5.70	5.73

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

En yüksek sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) 2011 yılında 4.38 kg m⁻³, 2012 yılında 10.24 kg m⁻³en düşük sulama düzeyinde (%25) elde edilmiştir. Su kullanım randımanları (WUE) ise, araştırmanın ilk yılında 5.75-6.48 kg m⁻³, ikinci yılında 5.09-11.19 kg m⁻³ arasında değiştiğini bildirmiştir (Tuna, 2014).

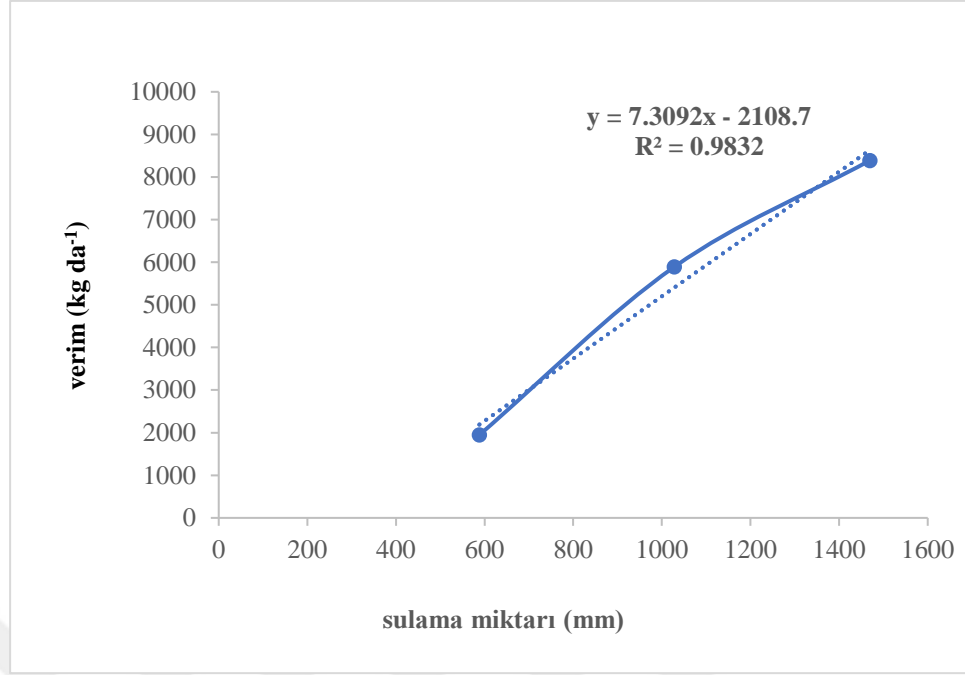
Mevsimlik bitki su tüketimleri; toprak nem içerikleri ve sulama suyu miktarları dikkate alınarak hesaplanmıştır. Çalışmada basınçlı sulama sistemi kullanıldığından yüzey akış ve derine sızma miktarları sıfır kabul edilmiş ve dikkate alınmamıştır. Toprak nem içerikleri konulu sulamalara başlamadan önce ve son hasat döneminde alınan toprak numuneleri kullanılarak saptanmıştır.



Şekil 4.1. Bakterisiz konunu su-verim ilişkisi

Bakteri uygulamasının yapıldığı ve yapılmadığı konulardaki su verim arandaki ilişki Şekil 4.1. ve Şekil 4.2.' de gösterilmiştir. Kök bakterisinin uygulanmadığı konuda su verim ilişkisi doğrusal artış gösterdikten sonra azalış göstermektedir ($R^2=0,78$). Buna bağlı olarak şekilde de görüldüğü üzere verilen su miktarı arttıkça verim de doğrusal olarak artmıştır.

Kök bakteri uygulamasının yapıldığı konuda ise yapılmayan konulara benzerlik göstererek su verim ilişkisi doğru orantılıdır. ($R^2=0.98$)



Şekil 4.2. Bakterili konunun su-verim ilişkisi

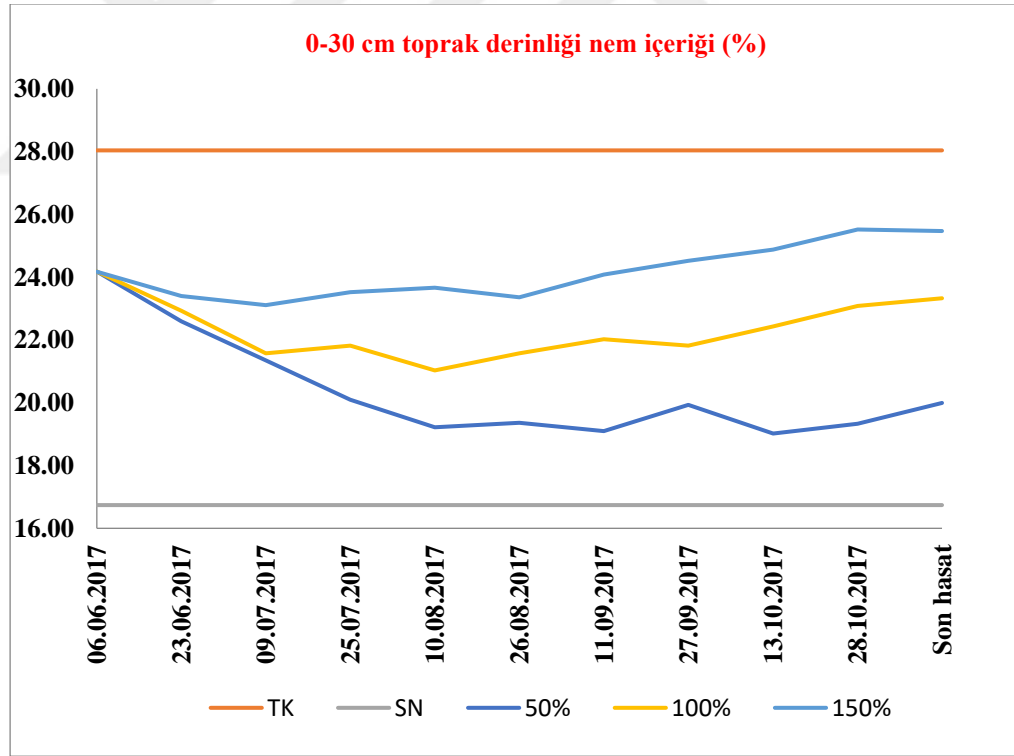
4.1.3. Toprak nem içerikleri

Araştırma süresince sulamalardan önce alınan toprak örnekleri Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

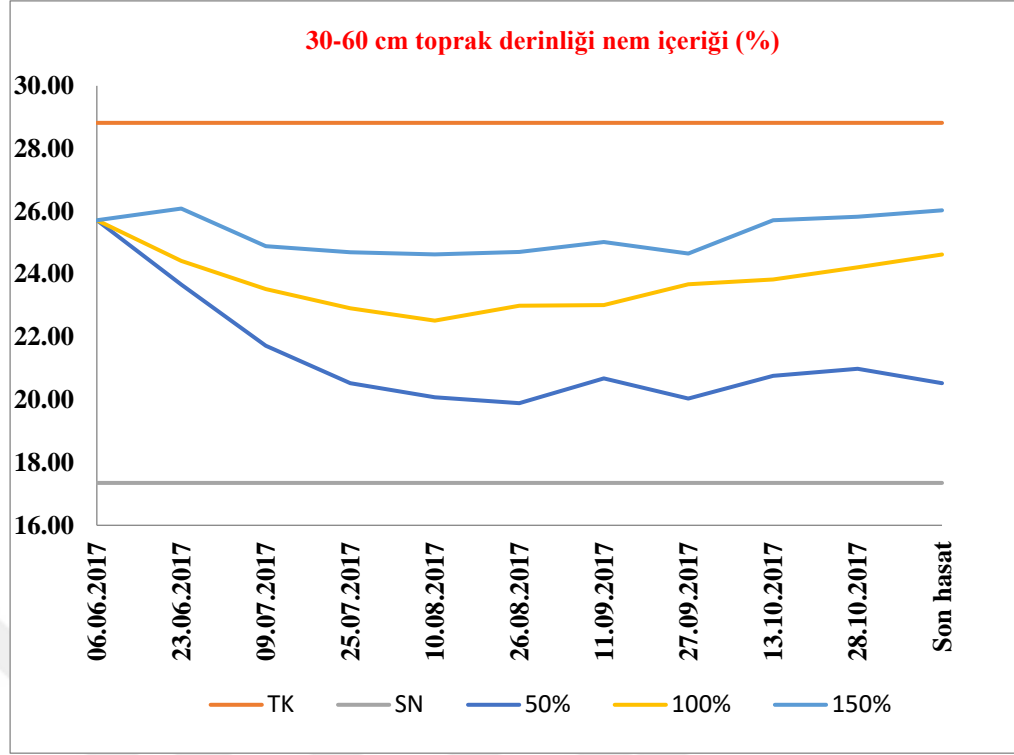
Çizelge 4.2. Araştırma süresince sulamalar öncesi alınan toprak nem içerikleri (Pw, %)

Toprak nem içerikleri (%)						
Tarih	I ₁		I ₂		I ₃	
	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60
06.06.2017	24.18	25.72	24.18	25.72	24.18	25.72
23.06.2017	22.59	23.67	22.93	24.42	23.74	26.09
09.07.2017	21.35	21.72	21.58	23.53	23.11	24.89
25.07.2017	20.10	20.53	21.82	22.91	23.52	24.70
10.08.2017	19.22	20.08	21.03	22.52	23.67	24.63
26.08.2017	19.36	19.89	21.57	22.99	23.36	24.71
11.09.2017	19.10	20.68	22.02	23.02	24.08	25.02
27.09.2017	19.93	20.04	21.82	23.68	24.52	24.66
13.10.2017	19.02	20.76	22.43	23.83	24.88	25.72
28.10.2017	19.32	20.99	23.08	24.22	25.52	25.83
08.11.2017	19.99	20.53	23.33	24.63	25.47	26.03

Araştırma alanı topraklarının nem içeriklerinin belirlenmesi için toprakların 0-30 cm ve 30-60 cm derinliklerinde konulu sulamalara başlamadan önce, konulu sulamalar başladığı tarihten itibaren 15 günlük aralıklarla izlenmiş ve en son toprak örneği ise son hasattan hemen sonra ve 23.10.2017 tarihinde alınmıştır. Konulu sulamalara başlamadan önce tüm parsellere eşit miktarda su verilmesinden dolayı konulu sulama önce parsellerdeki nem miktarı eşit olduğu tespit edilmiştir. Çalışma alanında ki nem içerikleri dikkate alındığında en düşük nem içeriği sulama suyu ihtiyacının yarısının karşılandığı I₁ konusunda gerçekleşmiş olup en yüksek nem miktarı ise sulama suyunun %150'sinin karşılandığı I₃ konusunda gerçekleşmiştir. Nem içeriği grafiği incelendiğinde toprağın 0-30 ve 30-60 cm derinliklerinin her ikisinde de sıcaklığın pik olduğu temmuz ve ağustos aylarında toprakların nem içeriklerinde ciddi azalma olduğu diğer aylarda ise nem içerikleri solma noktasının ortalama %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 içerisinde yürütülen faaliyetlerin tarihsel süreci

Biber fideleri 21 Mayıs 2017 tarihinde (DOY:141 gün) dikilmiş olup en son hasat 7 Kasım 2017 (DOY: 311 gün) tarihinde tamamlanmıştır. Bu süre içerisinde yürütülen aktiviteler aşağıda çizelge halinde gösterilmiştir (Çizelge 4.3.).

Çizelge 4.3. Araştırma süresince yapılan faaliyetler

Yapılan İşlemler	Tarih
Fide Dikim Tarihi	22.05.2017
İlk Çiçeklenme Tarihi	20.06.2017
İlk Meyve Tarihi	30.06.2017
İlk Hasat Tarihi	21.07.2017
Çapalama ve Boğaz Doldurma	3.06.2017
	13.06.2017
	20.06.2017
	4.07.2017
	11.07.2017

4.1.5. Biber bitkisinin fenolojik gözlemlere ilişkin sonuçlar

4.1.5.1. Bitki boyu (cm)

Araştırma süresince biber bitkisinden alınan bitki boylarına ilişkin bakteri uygulaması ve farklı sulama suyu seviyelerinde ki varyans analiz sonuçları Çizelge 4.4.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki bitki boyuna ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	Önem
Tekerrür	2	4.939	2.470	3.836	0.2068 ^{ns}
Faktör A	1	13.676	13.676	21.243	0.0440*
Hata1	2	1.288	0.644		
Faktör B	2	1 431.917	715.959	1 064.807	<0.0001**
A*B	2	75.429	37.714	56.091	<0.0001**
Hata2	8	5.379	0.672		
Genel	17.000	1 532.628			

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

Araştırmadan elde edilen bitki boyları (cm) bakteri uygulaması ve farklı sulama suyu seviyeleri sonuçları dikkate alındığında bakteri uygulamasının %5 düzeyinde ($p<0.05$) önemli olduğu, farklı sulama suyu seviyesi ve bakteri uygulaması arasındaki interaksiyonun ise %1 düzeyinde önemli ($p<0.01$) farklılığın olduğu saptanmıştır. (Çizelge 4.4.).

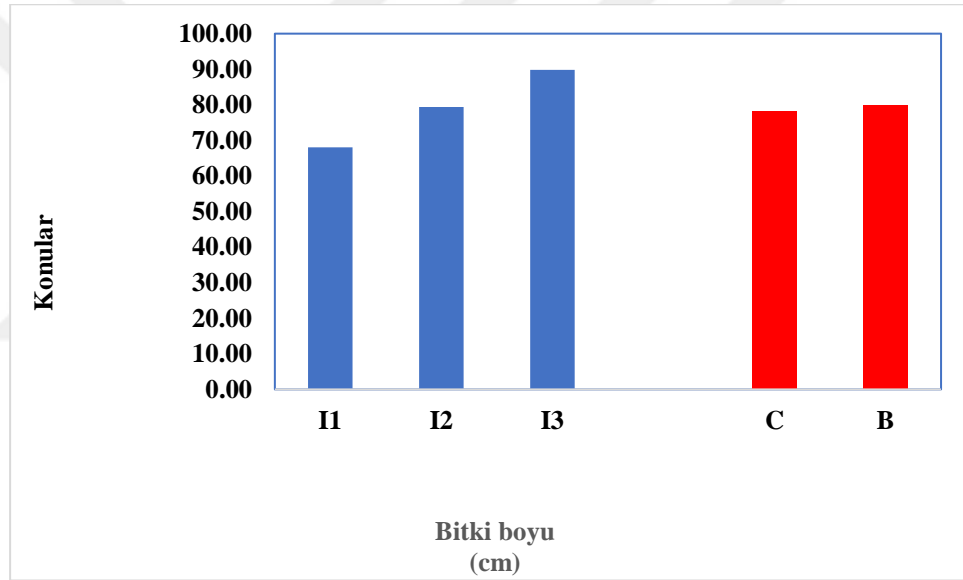
Çizelge 4.5. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki bitki boyuna (cm) ilişkin Duncan testi sonuçları

Bitki boyu (cm)			
	C	B	Ortalamalar
I ₁	70e	66f	68c
I ₂	77d	82c	79b
I ₃	87b	92a	90a
Ortalamalar	78b	80a	

C: Kontrol, B: Bakterili

Çizelge 4.4.'de verilen varyans analiz sonuçlarına göre bakteri uygulamasının, farklı sulama seviyesinin ve bakteri uygulaması ile farklı sulama seviyesi

arasındaki interaksiyonun önem düzeyleri bitki boyu ortalamalarının gruplandırılmaları Duncan testi ile yapılmış olup sonuçlar Çizelge 4.5.'de verilmiştir. Bakteri uygulandığı (B) ve uygulamanın olmadığı konuda (C) ortalama bitki boyu 78-80 cm arasında olduğu en yüksek bitki boyunun bakteri uygulamasının yapıldığı konuda 80 cm olduğu belirlenmiştir. Farklı sulama seviyelerinde ortalama bitki boyu 68-90 cm arasında olduğu ve en yüksek bitki boyunun sulama suyu ihtiyacının %150'sinin karşılandığı I₃ konusunda 90 cm olarak elde edilirken en düşük ortalama bitki boyu ise sulama suyu ihtiyacının %50'sinin karşılandığı B-I₁ konusunda 68 cm elde edilmiştir. Buna bağlı olarak farklı su seviyeleri ve bakteri uygulamalarına ait bitki boyları Şekil 4.5' te verilmiştir.



Şekil 4.5. Farklı su seviyeleri ve bakteri uygulamalarına ait ortalama bitki boyları (cm)

Genel olarak biber bitkisinde bitki boyu değerlendirildiğinde, konulara ilişkin sonuçların, araştırmacıların bulguları ile paralellik veya yakınlık olduğu tespit edilmiştir. Sezen ve ark.(2011) yaptıkları çalışmada bitki boyunu 48-64 cm arasında, Bütüner, (2016) bitki boyunun 70.56-115.67cm arasında değiştiğini bildirmişler ve sulama seviyesinin bitki boyunu etkilediğini saptamışlardır.

4.1.5.2. Meyve ağırlığı (g)

Biber bitkisinin vejetasyon süresi boyunca meyve ağırlığının sulama düzeyleri ile paralellik gösterdiği saptanmış ve varyans analiz Çizelge 4.6.'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki meyve ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	Önem
Tekerrür	2	3.363853891	1.68193	1.785	0.359
Faktör A	1	2.356700907	2.3567	2.502	0.255
Hata1	2	1.883999947	0.942		
Faktör B	2	134.0539664	67.027	143.447	0.000**
A*B	2	3.692358964	1.84618	3.951	0.064
Hata2	8	3.738076027	0.467		
Genel	17.000	149.089			

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

Meyve ağırlığına ilişkin varyans analiz tablosu incelendiğinde kök bakterisi uygulamasının önemsiz olduğu ve farklı sulama seviyelerinin interaksiyonun ise %1 düzeyinde önemli farklılığın olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.6.).

Çizelge 4.7. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki meyve ağırlığına ilişkin Duncan testi sonuçları

Meyve ağırlığı (gr)			
	C	B	Ortalamalar
I ₁	12	17	13c
I ₂	17	17	17b
I ₃	19	21	20a
Ortalamalar			

C: Kontrol, B: Bakterili

Varyans analiz sonuçlarına göre farklı sulama seviyelerine göre meyve ağırlıkları 13-20 gr arasında değişkenlik gösterip meyve ağırlığının en yüksek olduğu konu sulama suyunun en yüksek olduğu I₃ konusunda 20 gr olarak belirlenirken en düşük ise sulama suyunun en düşük olduğu I₁ konusunda 13 gr olarak saptanmıştır. Orhangazi (2017) Harran Ovasında yaptığı çalışmada meyve

ağırlığını 48.7-56 gr, Demirel ve ark. (2012) tarafından iki yılda yaptıkları çalışmada ilk yıl 29.4-87.2 gr, ikinci yıl 20.2-110.2 gr arasında saptamışlardır.

4.1.5.3. Meyve çapı (mm)

Biber bitkisinden alınan meyve çaplarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki meyve çapına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	Önem
Tekerrür	2	0.17523	0.08762	0.477	0.677
Faktör A	1	0.36959	0.36959	2.014	0.292
Hata1	2	0.36707	0.18353		
Faktör B	2	10.33612	5.16806	11.737	0.004**
A*B	2	4.61768	2.30884	5.243	0.035*
Hata2	8	3.52269	0.44000		
Genel	17.000	19.38838			

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

Çalışma sonucu saptanan meyve boyunu (mm) kontrol ve bakteri konusu altında sulama seviyelerinin %1 düzeyinde önemli olduğu saptanmış, buna karşın her iki faktörden oluşan interaksiyon ise %5 önemli olduğu hesaplanmıştır (Çizelge 4.8.).

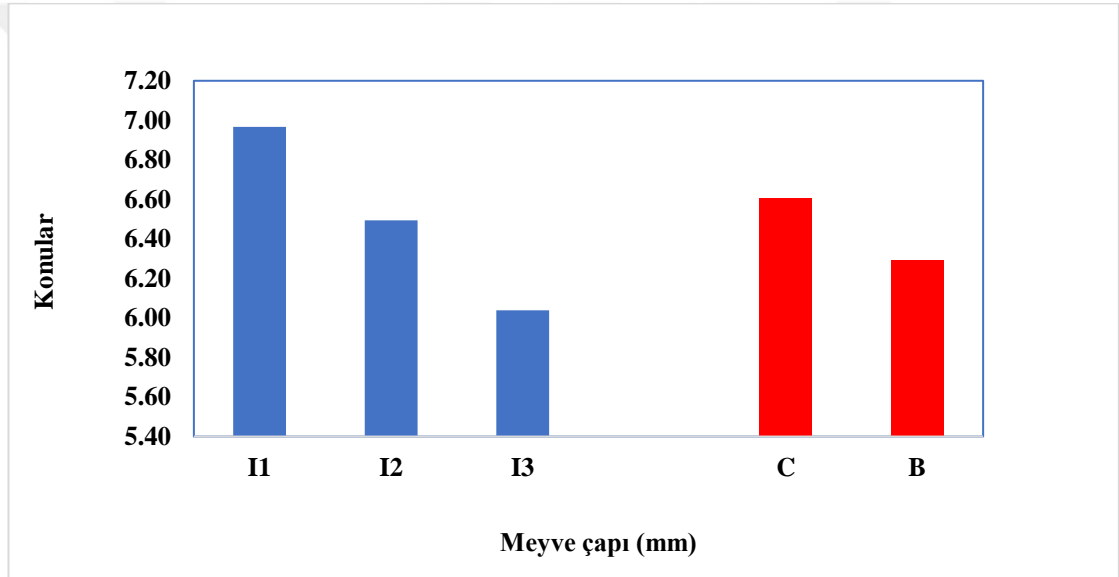
Çizelge 4.9. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki meyve çapına ilişkin Duncan testi sonuçları

Meyve çapı (mm)			
	C	B	Ortalamalar
I ₁	15d	16bcd	15b
I ₂	15cd	16bc	16b
I ₃	18a	17b	17a
Ortalamalar	16a	16a	

C: Kontrol, B: Bakterili

Çizelge 4.8.'de verilen varyans analiz sonuçlarına göre bakteri uygulamasının, farklı sulama seviyesinin ve bakteri uygulaması ile farklı sulama seviyesi arasındaki interaksiyonun önem düzeyleri meyve çapı ortalamalarının gruplandırılmaları Duncan testi ile yapılmış ve Çizelge 4.9.'de verilmiştir. Bakteri uygulamasının yapıldığı ve

uygulanmanın yapılmadığı konuda ortalama meyve çapı 16 mm olduğu saptanmıştır. Farklı sulama seviyelerinde ortalama meyve çapı 15-17 mm arasında olduğu ve en yüksek meyve çapının sulama suyu ihtiyacının en yüksek gerçekleştiği I₃ konusunda 17 mm olarak elde edilirken, en düşük ortalama meyve çapı ise sulama suyu ihtiyacının en düşük uygulandığı I₁ konusunda 15 mm'dir (Şekil 4.7). Ertek ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada 11.21 mm ile 14.34 mm arasında değiştiğini saptamışlardır. Meyve çapının artışı verim ile paralel gitmiştir. Verime etki eden en önemli parametre olduğu belirlenmiştir. Bunun sonucunda farklı su seviyeleri ve bakteri uygulamalarına ait meyve çapı grafiği şekil 4.6' de gösterilmiştir.



Şekil 4.6. Farklı su seviyeleri ve bakteri uygulamalarına ait meyve çapı (mm)

4.1.5.3. Meyve boyu (cm)

Araştırma mevsimi boyunca biberde meyve boylarına ilişkin ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10.'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.10. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki meyve boyuna ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	Önem
Tekerrür	2	55.14645	27.5732	74.300	0.013
Faktör A	1	59.53573	59.5357	160.427	0.006**
Hata1	2	0.742215	0.37111		
Faktör B	2	1 576.882	788.441	360.035	0.000**
A*B	2	41.70256	20.8513	9.522	0.008**
Hata2	8	17.51919	2.19		
Genel	17.000	1 751.5279			

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

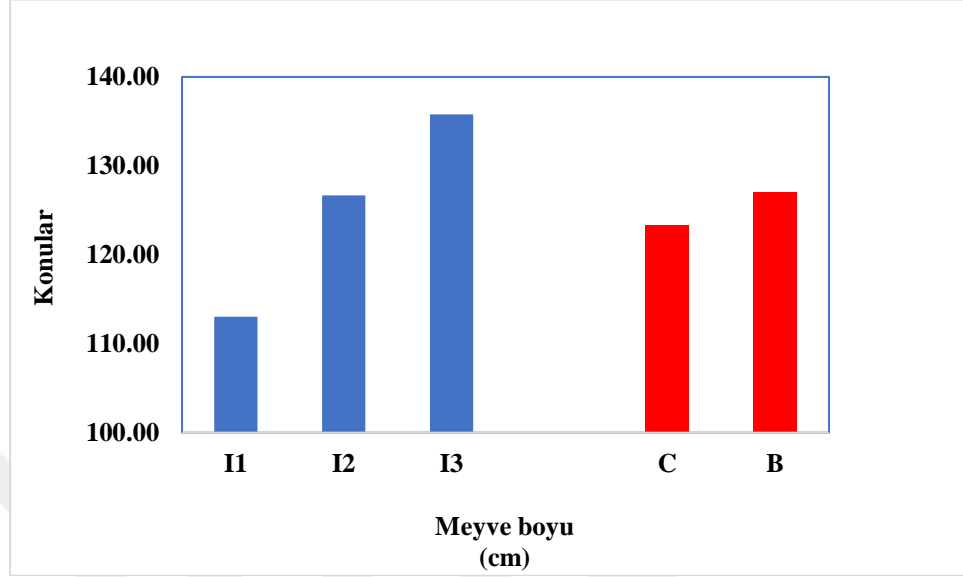
Meyve boylarına ilişkin sonuçlarda bakteri uygulaması ve bunu yanı sıra bakteri ile farklı sulama seviyelerinin uygulanmasında önem düzeyi %1 bulunmuştur (Çizelge 4.10.).

Çizelge 4.11. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki meyve boyuna ilişkin Duncan testi sonuçları

Meyve boyu (mm)			
	C	B	Ortalamalar
I ₁	113d	113d	113c
I ₂	125c	128bc	127b
I ₃	132b	140a	136a
Ortalamalar	123b	127a	

Farklı sulama seviyesi ve bakteri uygulaması arasındaki interaksyonun önem düzeyleri ile meyve boyu ortalamalarının gruplandırılmaları Duncan testi ile yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.11.'de verilmiştir. Bakteri uygulamasının yapıldığı ve yapılmadığı konularda ortalama meyve boyu 123-127 mm arasında olduğu en yüksek meyve boyu bakteri uygulamasının yapıldığı konuda 127 mm olduğu belirlenmiştir. Farklı sulama seviyelerinde ortalama meyve boyu ise 113-136 mm arasında değişkenlik göstermiştir. En yüksek meyve boyunun sulama suyu ihtiyacının en yüksek gerçekleştiği I₃ konusunda 136 mm olarak elde edilmiştir. En düşük ortalama meyve boyu ise sulama suyu ihtiyacının en düşük olduğu I₁ konusunda 113 mm saptanmıştır (Şekil 4.7.). Çaylak (2018) yaptığı çalışmada 5 farklı biber anacında ortalama meyve boyunu 6.90-7.43 cm arasında bulmuştur. Orhangazi (2017) yaptığı

çalışmada 12.2-12.5 cm arasında, Sezen ve ark. (2016) yaptığı çalışmada ise 13.88-15.06 cm arasında saptamışlardır.



Şekil 4.7. Farklı su seviyeleri ve bakteri uygulamalarına ait meyve boyu (cm)

4.1.5.4. Toprak üstü aksam (g)

Çalışmada biber bitkisinin toprak üstü aksamına ilişkin bakteri uygulaması ve sulama suyu seviyelerinde ki varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.12. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki toprak üstü aksamına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	Önem
Tekerrür	2	23 524.77778	11 762.4	3.033	0.248
Faktör A	1	80 936.05556	80 936.1	20.872	0.044*
Hata1	2	7 755.444444	3 877.72		
Faktör B	2	2 301 798.778	1 150 899	247.422	0.000**
A*B	2	438 234.7778	219 117	47.106	0.000**
Hata2	8	37 212.44444	4 651.56		
Genel	17.000	2 889 462.2778			

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

Biber bitkisinde toprak üstü aksam varyans analiz sonuçlarına göre bakteri uygulamasının %5 düzeyinde önemli olduğu, farklı sulama suyu seviyesi ve bakteri

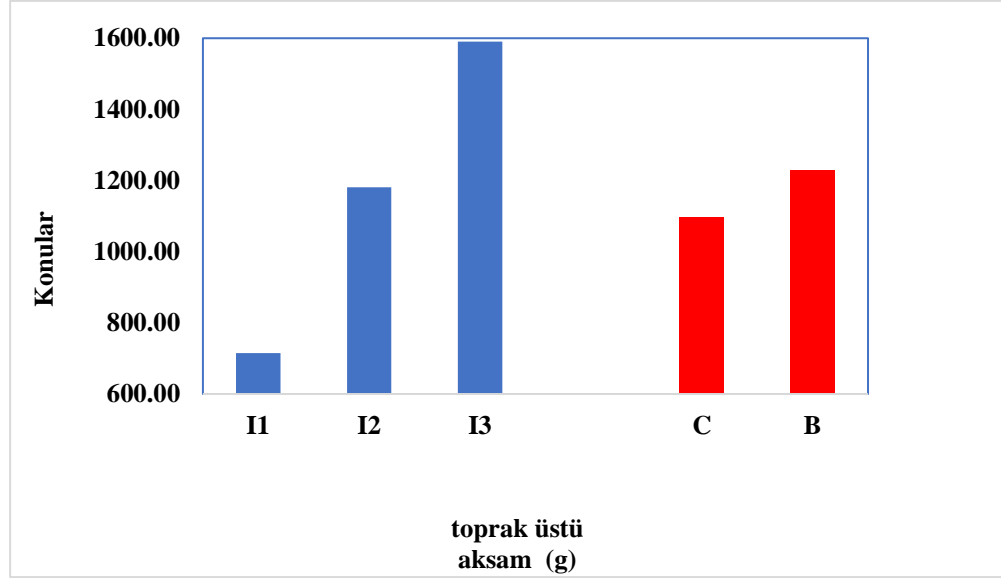
uygulaması arasındaki interaksyonun ise %1 düzeyinde önemli farkllğın bulunduğ saptanmıştır (izelge 4.13.).

Çizelge 4.13. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki toprak üstü aksamına ilişkin Duncan testi sonuçları

Toprak st aksam (g)			
	C	B	Ortalamalar
I ₁	861d	569e	715c
I ₂	1 057c	1 305b	1 181b
I ₃	1 367b	1 814a	1 590a
Ortalamalar	1 095b	1 229a	

C: Kontrol, B: Bakterili

Çizelge 4.12.'de verilen varyans analiz sonuçlarına göre bakteri uygulamasının, farklı sulama seviyesinin ve bakteri uygulaması ile farklı sulama seviyesi arasındaki interaksyonun önem düzeyleri toprak üstü aksam ortalamaları Duncan testi sonuçları izelge 4.13' te verilmiştir. Bakterinin uygulandığı ve uygulanmadğ konuda ortalama toprak üstü aksam 1 095-1 229 gr arasında olduğ belirlenmiştir. Farklı sulama seviyelerinde toprak üstü aksam 715-1 590 gr arasında bulunmuştur. En yüksek toprak üstü aksam sulama suyu ihtiyaının en yüksek olduğ I₃ konusunda 1 590 gr şeklinde elde edilmiştir. En düşük ortalama toprak üstü aksam ise sulama suyu ihtiyaının en düşük olduğ I₁ konusunda 715 gr elde belirlenmiştir (şekil 4.8.). Bütüner (2016) yaptığı çalışmada bitki dal ağırlğn 99.90-315.93 gr arasında saptamıştır. Sonuç olarak sulama suyu miktarı arttıkça dal ağırlığı da buna paralel olarak artmştir.



Şekil 4.8. Farklı su seviyeleri ve bakteri uygulamalarına ait toprak üstü aksam (g)

4.1.5.5. Yan dal sayısı (adet)

Çalışma boyunca biber bitkisinden alınan yan dal sayılarına ilişkin bakteri uygulaması ve farklı sulama suyu seviyelerinde ki varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.14. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki yan dal sayısına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	Önem
Tekerrür	2	0.11111	0.05556	1.000	0.500
Faktör A	1	26.8889	26.8889	484.000	0.002**
Hata1	2	0.11111	0.05556		
Faktör B	2	173.444	86.7222	89.200	0.000**
A*B	2	13.4444	6.72222	6.914	0.018*
Hata2	8	7.77778	0.972		
Genel	17.000	221.7778			

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

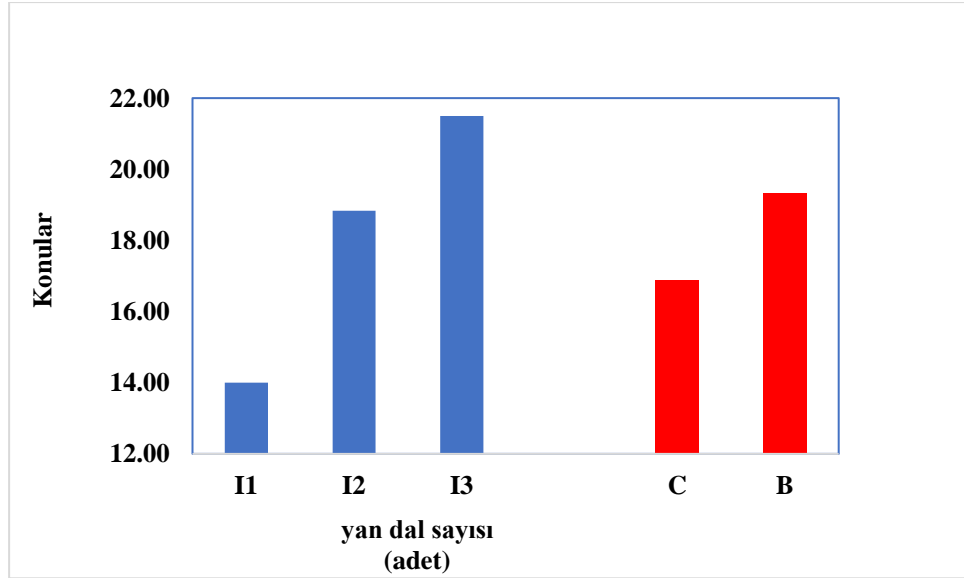
Yan dal sayısı bakteri uygulaması ve farklı sulama suyu düzeylerinde%1 düzeyinde önemli olduğu, her iki faktörün ortalamalarında interaksyonun ise %5 düzeyinde önemli çıktığı hesaplanmıştır (Çizelge 4.14.).

Çizelge 4.15. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki yan dal sayısına ilişkin Duncan testi sonuçları

Yan dal sayısı (adet)			
	C	B	Ortalamalar
I ₁	14d	14d	14c
I ₂	17c	21b	19b
I ₃	20b	23a	21a
Ortalamalar	17b	19a	

C: Kontrol, B: Bakterili

Yan dal sayısına ilişkin varyans analiz sonuçlarına göre gruplandırmaları Duncan testi ile bildirilmiş olup Çizelge 4.15' te verilmiştir. Bakteri uygulamasında ve kontrol konusunda ortalama yan dal sayısı 17-19 adet arasında hesaplanmıştır. Farklı sulama seviyelerinde ortalama yan dal sayısı bu kez 14-21 adet arasında olduğu saptanmıştır (Şekil 4.9.). Araştırmada elde edilen yan dal sayıları Bütüner (2016) yaptığı çalışmasıyla paralellik gösterip sulama seviyesine göre yan dal sayısı da değişkenlik göstermektedir. Yan dal sayıları meyve yükünü taşımakta, meyve iriliğini ve sayısını artırmaktadır. Bu elde edilen parametrelerin artışı verimin artmasına neden olmaktadır.



Şekil 4.9. Farklı su seviyeleri ve bakteri uygulamalarına ait yan dal sayısı

4.1.5.6. Kök kuru ağırlığı (gr)

Biber bitkisinden alınan kök kuru ağırlığına ilişkin varyans analiz sonucu izelge 4.16' da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki kök kuru ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	nem
Tekerrür	2	1.7412	0.8706	1.110	0.474
Faktör A	1	216.2507	216.2506722	275.594	0.004**
Hata1	2	1.5693	0.784672222		
Faktör B	2	731.2825	365.64125	383.995	0.000**
A*B	2	131.2707	65.63533889	68.930	0.000**
Hata2	8	7.6176	0.952		
Genel	17.000	1 089.7321			

** %1,* %5 düzeyinde önemli, ns: nemsiz

Kök kuru ağırlığına ait varyans analiz sonuçlarına göre bakteri uygulaması ve farklı sulama seviyeleri önem düzeyleri %1 düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır (izelge 4.16.).

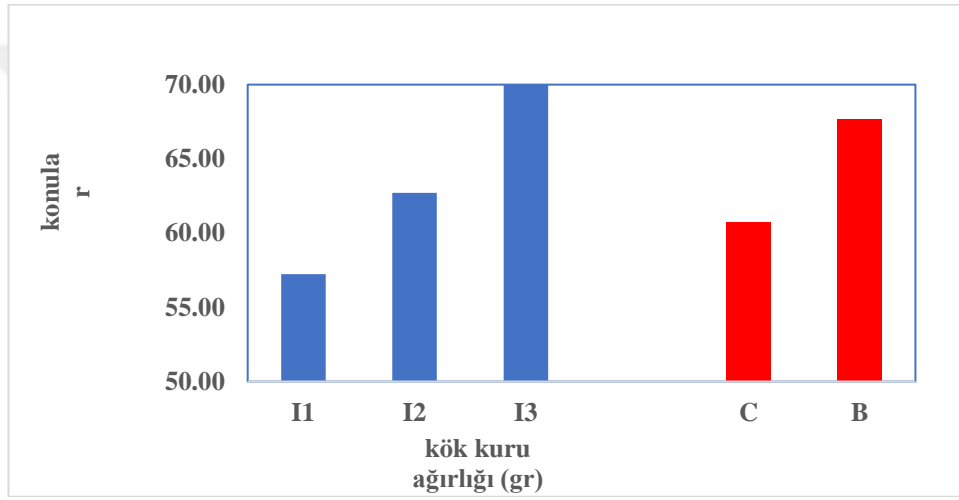
Çizelge 4.17. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki kök kuru ağırlığına ilişkin Duncan testi sonuçları

Kök kuru ağırlığı			
	C	B	Ortalamalar
I ₁	57c	57c	57c
I ₂	58c	670b	63b
I ₃	66b	79a	73a
Ortalamalar	61b	68a	

C: Kontrol, B: Bakterili

Çizelge 4.17'de verilen varyans analiz sonuçlarına göre uygulamaların önemli çıkmasından dolayı kök kuru ağırlığı ortalamalarının gruplandırılmaları Duncan testine tabi tutulmuş sonuçlar izelge 4.19.'de sunulmuştur. Bakterili ve bakterisiz uygulamalarda kök kuru ağırlığı 61-68 gr arasında saptanmış ve en yüksek kök kuru ağırlığı bakteri uygulamasının yapıldığı konuda 68 gr llmştir. Sulama

seviyelerine göre ortalama kök kuru ağırlığı 57-73 gr arasında gerçekleşmiş kök kuru ağırlığı en yüksek I₃ konusunda 73 gr olarak elde edilmiş, en düşük değer ise I₁ konusunda 57 gr elde edilmiştir. Her iki uygulamanın interaksiyonun ortalama kök kuru ağırlığı 57-79 gr arasında değişmektedir. En yüksek ağırlık bakteri uygulamasının yapıldığı ve sulama suyu ihtiyacının en yüksek olduğu B-I₃ konusunda 79 gr belirlenirken en düşük değer B-I₁ ve C-I₁ konularında belirlenmiş ve 57 gr ile çok yakın değerler elde edilmiştir (Şekil 4.10.). Bütüner (2016) yaptığı çalışmada 1.06-7.30 g olarak saptamıştır. Sulama suyu miktarı arttıkça kök kuru ağırlığının da doğru orantılı olarak artması yapılan çalışmalarla desteklenmektedir.



Şekil 4.10. Farklı seviyeleri ve bakteri uygulamalarına ait kök kuru ağırlığı (gr)

4.1.5.7. Yaprak alanı (leaf area-LA: cm² bitki⁻¹) ve yaprak alan indeksi (leaf area index-LAI: cm² cm⁻²)

Çalışma boyunca biber bitkisi için bitki başına yaprak alanı ve bitkinin yaprak alan indeksi ölçülmüş olup yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.18. ve Çizelge 4.20.' de gösterilmiştir.

Çizelge 4.18. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki bitki başına yaprak alanı (cm²) ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	nem
Tekerrür	2	48749.301	24374.651	1.238	0.447 ^{ns}
Faktör A	1	1037088.020	1037088.020	52.676	0.018*
Hata1	2	39376.110	19688.055		
Faktör B	2	15829096.001	7914548.001	714.052	0.000**
A*B	2	1535248.443	767624.222	69.255	0.000**
Hata2	8	88671.934	11083.992 ^c		
Genel	17.000	18578229.810			

** %1, * %5 düzeyinde önemli, ns: nemsiz

Bitki başına yaprak alanı varyans analiz sonucuna göre kök bakteri uygulaması %5 düzeyinde önemli bulunurken, farklı sulama seviyeleri ile faktörler arasındaki önem düzeyi %1 saptanmıştır. İncelenen parametrenin önemli olmasından dolayı LA için ortalamalarının gruplandırılmaları Duncan testi ile değerlendirilmiş sonuçlar izelge 4.19.'da belirtilmiştir.

Çizelge 4.19. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki bitki başına yaprak alanı ilişkin Duncan testi sonuçları

cm ² /bitki			
	C	B	Ortalamalar
I ₁	957e	883e	920c
I ₂	2041d	2267c	2154b
I ₃	2571b	3858a	3215a
Ortalamalar	1856b	2336a	

C: Kontrol, B: Bakterili

Bitki başına yaprak alanı kök bakterili ve bakterisiz konularda 1856-2336 cm² bitki⁻¹ arasında değişkenlik gösterirken farklı sulama seviyeleri ortalamaları ise 920-3215 cm² bitki⁻¹ arasında değişkenlik göstermiştir. Bakteri uygulamasıyla birlikte uygulanan %150 su seviyesi bitki başına yaprak alanını doğrudan etkilemiştir.

Bitki başına yaprak alanının yanı sıra yaprak alan indeksi varyans analiz tablosu izelge 4.20.'de gösterilmiştir.

Çizelge4.20. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki yaprak alan indeksine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	Önem
Tekerrür	2	0.009	0.004	1.288	0.437 ^{ns}
Faktör A	1	0.180	0.180	51.923	0.019*
Hata1	2	0.007	0.003		
Faktör B	2	2.742	1.371	632.700	0.000**
A*B	2	0.268	0.134	61.777	0.000**
Hata2	8	0.017	0.002		
Genel	17.000	3.223			

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

Biber bitkisinde yaprak alan indeksin de bitki başına yaprak alanı ile benzer tepkiler gözlemlenmektedir. Kök bakteri uygulaması %5 düzeyinde önemli bulunurken, kök bakteri uygulaması ve farklı su seviyeleri önem düzeyleri %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Gruplandırma Duncan testi ile belirlenmiş olup Çizelge 4.21.'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.21. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki yaprak alan indeksine ilişkin Duncan testi sonuçları

cm ² cm ⁻²			
	C	B	Ortalamalar
I ₁	0.4000e	0.3667e	0.3833c
I ₂	0.8500d	0.9467c	0.8983b
I ₃	1.0700b	1.6067a	1.3383a
Ortalamalar	0.733b	0.9734a	

C: Kontrol, B: Bakterili

Duncan testi sonuçlarına göre kök bakteri uygulanan ve uygulanmayan konularda yaprak alan indeksi 0.73-0.97 cm² cm⁻² arasında iken, farklı sulama seviyeleri ortalamaları 0.38-1.33 cm² cm⁻² arasında değişkenlik göstermiştir. En yüksek yaprak alan indeksi %150 sulama seviyesinin uygulandığı konudan elde edilmiştir.

Bütüner (2016) yaptığı çalışmada yaprak alan indeksini 1.85-5.98 m² m⁻² arasında saptarken, Aydoğan (2017) 2014 ve 2015 yıllarında yürüttüğü çalışmada

2014 yılında ortalama yaprak alan indeksini 0.97-1.29 m² m⁻², 2015 yılında ise 0.92-1.21 m² m⁻² saptamıştır.

4.1.5.8. Suda çözünür kuru madde (SÇKM) (Briks, %)

Çalışmada suda çözünür kuru madde (SÇKM) değerlendirilmiş, SÇKM için varyans analiz sonuçları Çizelge 4.22.'de paylaşılmıştır.

Çizelge 4.22. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki suda çözünür kuru maddeye ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	Önem
Tekerrür	2	0.031111111	0.01556	0.692	0.591
Faktör A	1	0.207654321	0.20765	9.242	0.093
Hata1	2	0.044938271	0.02247		
Faktör B	2	2.582592592	1.2913	31.176	0.000**
A*B	2	3.386790123	1.6934	40.884	0.000**
Hata2	8	0.331358025	0.041		
Genel	17.000	6.5844			

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

Bakteri uygulamanın SÇKM için önemli olmadığı ancak sulama seviyeleri için oldukça gerek sulama düzeyleri ortalamaları ve gerekse faktörlerin interaksyonu bakımından oldukça önemli (p<0.01) olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.22.).

Çizelge 4.23. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki suda çözünür kuru maddeye ilişkin Duncan testi sonuçları

Suda çözünür kuru madde			
	C	B	Ortalamalar
I ₁	8a	6c	7a
I ₂	6cd	7b	6b
I ₃	6cd	6d	6c
Ortalamalar			

C: Kontrol, B: Bakterili

Çizelge 4.22'de hesaplanan varyans analiz sonuçlarına göre bakteri uygulamasının, farklı sulama seviyesinin ve bakteri uygulaması ile farklı sulama seviyesi arasındaki interaksyonun önem düzeyleri suda çözünür kuru madde

ortalamalarının gruplandırmaları Duncan testi ile yapılmış olup sonuçlar Çizelge 4.23.'de verilmiştir. Farklı su seviyeleri ortalamaları incelendiğinde SÇKM değerinin 6 ile 7 arasında değiştiği saptanmıştır. Sulama arttıkça SÇKM değerlerinin azaldığı saptanmıştır. Bu konuda yapılan diğer çalışmalarda da benzer tepkiler bildirilmiştir. Ataklı (2018), cam serada topraksız yetiştirme tekniği kullanılarak yaptığı çalışmada ışık uygulamalarının biber meyvesinde SÇKM değeri ortalama %6,07 olarak saptanmıştır.

4.1.5.9. Titre edilebilir asit (gr 100 ml⁻¹)

Biber bitkisinde titre edilebilir aside ilişkin bakteri uygulamalı ve uygulamasız ve farklı sulama suyu seviyelerinde ki varyans analiz sonuçları Çizelge 4.24.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.24. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki titre edilebilir aside ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	Önem
Tekerrür	2	0.000688	0.000344	1.911	0.343
Faktör A	1	0.000112	0.000112	0.620	0.513
Hata1	2	0.000360	0.000180		
Faktör B	2	0.000005	0.000002	0.014	0.986
A*B	2	0.002164	0.001082	6.786	0.019*
Hata2	8	0.001276	0.000000		
Genel	17.000	0.004605			

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

Araştırmada çalışılan faktörlerin titre edilebilir asit parametresinde önemsiz olduğu, ancak interaksyonun %5 düzeyinde önemli (p<0.05) hesaplandığı görülmüştür. (Çizelge 4.24.).

Çizelge 4.25. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki titre edilebilir aside ilişkin Duncan testi sonuçları

Titre edilebilir asit (gr/100 ml)			
	C	B	Ortalamalar
I1	0.0363b	0.0598ab	
I2	0.0534ab	0.0448ab	
I3	0.0640a	0.0342b	
Ortalamalar			

C: Kontrol, B: Bakterili

Titre edilebilir asitte bakteri ve farklı su seviyeleri beraber uygulandığı zaman reaksiyon gösterdiği saptanmıştır. Ataklı (2018), yaptığı çalışmada titre edilebilir asit değeri %1.60 olarak saptamıştır. Erken (2014) iki yılda yaptığı çalışmada ilk yıl %7.7-9.3 arasında ikinci yıl ise %6.5-9.1 arasında saptamıştır.

4.1.5.10. Klorofil İndeksi

Araştırma süresince biber bitkisinden alınan klorofil indeksine ilişkin bakteri uygulaması ve farklı sulama suyu seviyelerinde ki varyans analiz sonuçları Çizelge 4.26.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.26. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki klorofil indeksine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	Önem
Tekerrür	2	44.64609055	22.323	1.240	0.446
Faktör A	1	5 964.746915	5 964.75	331.337	0.003**
Hata1	2	36.00411529	18.0021		
Faktör B	2	12 679.7325	6 339.87	618.461	0.000**
A*B	2	7 606.744856	3 803.37	371.023	0.000**
Hata2	8	82.00823029	10.251		
Genel	17.000	26 413.883			

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

Araştırmadan elde edilen klorofil indeksi bakteri uygulaması ve farklı sulama suyu seviyeleri sonuçları dikkate alındığında tekerrürlerin etkisinin önemsiz olduğu hesaplanmıştır. Bakteri uygulamasının %1 düzeyinde önemli olduğu, farklı sulama suyu seviyesi ve bakteri uygulaması ile farklı sulama suyu seviyesi arasındaki

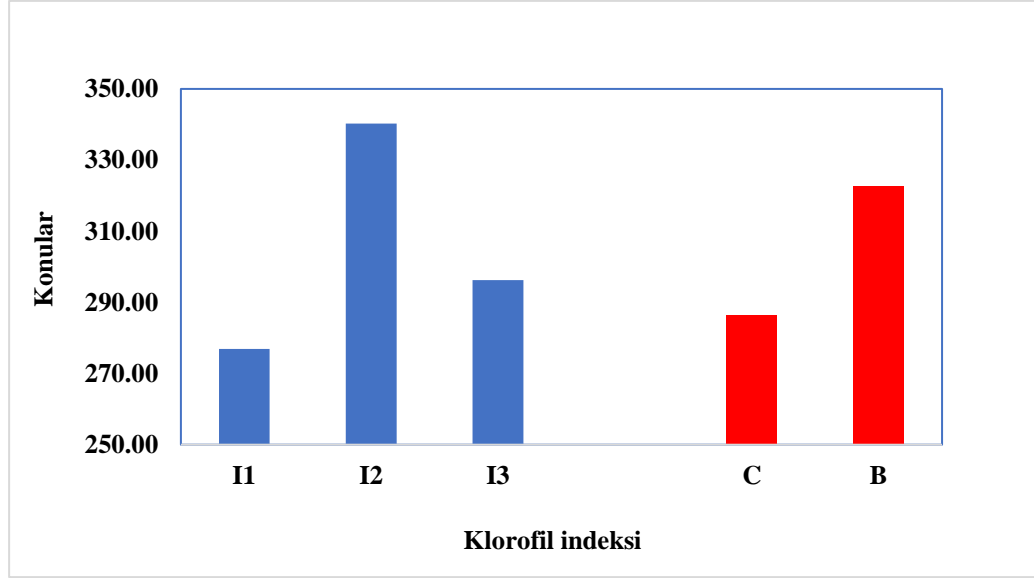
interaksiyonun ise %1 düzeyinde önemli farklılığın olduğu saptanmıştır. (izelge 4.26.).

Çizelge 4.27. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki klorofil indeksine ilişkin Duncan testi sonuçları

Klorofil indeksi			
	C	B	Ortalamalar
I1	256d	298c	277c
I2	348a	332b	340a
I3	254d	338b	296b
Ortalamalar	286b	323a	

C: Kontrol, B: Bakterili

Çizelge 4.26'de verilen varyans analiz sonuçlarına göre bakteri uygulamasının, farklı sulama seviyesinin ve bakteri uygulaması ile farklı sulama seviyesi arasındaki interaksiyonun önem düzeyleri klorofil indeksi ortalamalarının gruplandırmaları Duncan testi ile yapılmış olup sonuçlar izelge 4.27.'de verilmiştir. Bakteri uygulamasının uygulandığı ve uygulanmanın yapılmadığı konuda ortalama klorofil indeksi 286-323 arasında olduğu en yüksek klorofil indeksi bakteri uygulamasının yapıldığı konuda 323 olduğu saptanmıştır. Farklı sulama seviyelerinde ortalama klorofil indeksi 277-296 arasında olduğu ve en yüksek ve sulama suyu ihtiyacının en yüksek olduğu I₃ konusunda 296 olarak elde edilirken en düşük ortalama klorofil indeksi ise sulama suyu ihtiyacının en düşük olduğu I₁ konusunda 277 elde edilmiştir. (şekil 4.12.). Orhangazi (2017) yaptığı çalışmada klorofil değerini 366.9-523.9 arasında saptamıştır.



Şekil 4.11. Farklı su seviyeleri ve bakteri uygulamalarına ait klorofil indeksi

4.1.5.11. Askorbik asit (C Vitamini)

Araştırma süresince biber bitkisinden alınan C vitaminine ilişkin bakteri uygulaması ve farklı sulama suyu seviyelerinde ki varyans analiz sonuçları Çizelge 4.28.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.28. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki C vitaminine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	Önem
Tekerrür	2	1 427.847752	713.924	6.131	0.140
Faktör A	1	29.37126323	29.3713	0.252	0.665
Hata1	2	232.8755988	116.438		
Faktör B	2	1 316.257854	658.129	1.327	0.318
A*B	2	2 885.308451	1442.65	2.909	0.112
Hata2	8	3 967.079364	495.885		
Genel	17.000	9 858.740			

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

Araştırmadan elde edilen C vitamini bakteri uygulaması ve farklı sulama suyu seviyeleri sonuçları dikkate alındığında tekerrürlerin etkisinin sulamanın ve uygulanan bakterinin olduğu önemsiz olduğu saptanmıştır.

Sonuç olarak varyans analiz tablosu incelendiğinde C vitamini sulama ve bakteri uygulamasına bağlı olarak değişkenlik göstermeyip, etkisi altında kalmamıştır.

4.1.5.12. Toplam verim (kg da⁻¹)

Çalışma 07.06.2017 tarihinden 06.10.2017 tarihine kadar arasında süresince ardışık olarak dört gün arayla 30 kez sulama gerçekleştirilmiştir. Bakteri uygulamasında ve farklı sulama suyu seviyelerinde biber bitkisi verimine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.29.'de gösterilmiştir. On birinci sulamadan son sulamaya kadar; 21.07.2019 ve 07.10.2019 tarihleri arasında toplamda on hasat yapılmıştır. Hasat tarihleri 7-22 gün arasında değişmiştir. Son hasatların birbirinden aralıklı olması hava sıcaklığının düşmesi ve bitki çiçek sayısının düşmesine bağlanabilir. Çünkü eylül ayının son haftasından itibaren hasat aralığı 16-22 gün arasında değişmiştir.

Çizelge 4.29. Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki toplam verime ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	Önem
Tekerrür	2	8218.7778	4109.3889	0.5248	0.6558
Faktör A	1	177806.7222	177806.7222	22.7082	0.0413
Hata1	2	15660.1111	7830.0556		
Faktör B	2	94833012.1111	47416506.0556	10799.2498	0.0000**
A*B	2	4795665.4444	2397832.7222	546.1135	0.0000**
Hata2	8	35125.7778	4390.7220		
Genel	17.000	99865488.9444			

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

Çalışmanın bu aşamasında biber toplam verimleri (kg da⁻¹) bakteri uygulamasının önemsiz olduğu hesaplanmıştır. Farklı sulama suyu seviyesi ve bakteri uygulaması ile her iki faktör arasındaki interaksiyon %1 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.29.).

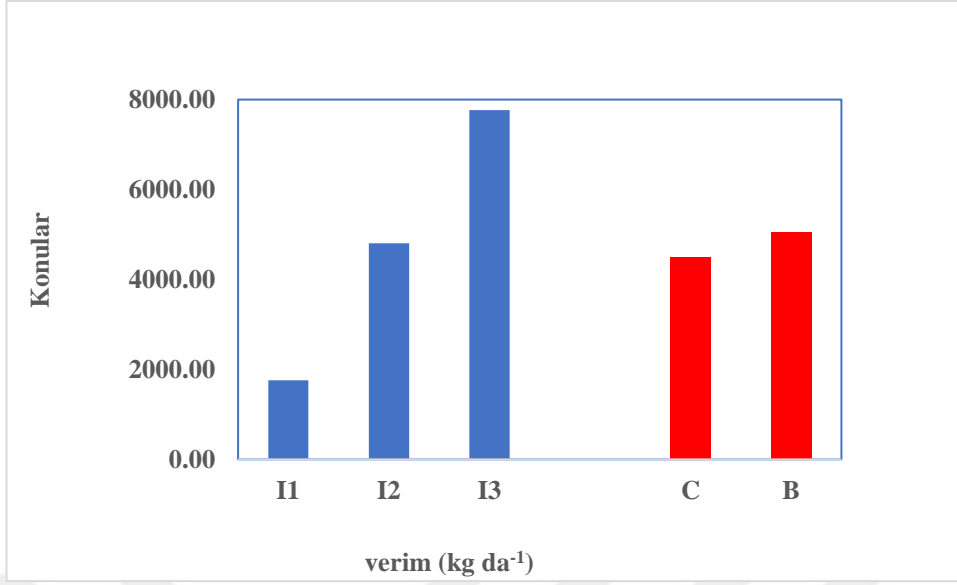
Çizelge 4.30.Bakteri uygulaması ve farklı sulama suyundaki verime ilişkin Duncan testi sonuçları

Verim			
	C	B	Ortalamalar
I ₁	2766e	1946f	2356c
I ₂	6923c	5891d	6406b
I ₃	7130b	8386a	7758a
Ortalamalar			

Verimlerin ortalamaları arasındaki farklılıklar Duncan testi ile muamele yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.30.'de paylaşılmıştır. Farklı sulama seviyelerinde ortalama verim 2 356-7 758 kg da⁻¹ arasında olduğu ve en yüksek verime ait bitki su ihtiyacının en yüksek olduğu I₃ konusunda 7 758 kg da⁻¹ elde edilmiştir. Buna karşın en düşük verim sulama suyu en düşük uygulama I₁ konusunda 2 356 kg da⁻¹ elde edilmiştir.

Taş ve Kırnak (2011) tarafından yapılan çalışmayla paralellik göstermiştir. Orhangazi (2017) toprak altı ve toprak üstü damlama sulama sistemleri kullanılarak yaptığı çalışmada toprak altı damlama sulama sisteminde toplam verim 3 176.1-5 100.5 kg da⁻¹ arasında, toprak üstü damlama sulama sisteminde ise 3 195.7-5 120.8 kg da⁻¹ arasında değiştiğini saptamıştır.

Sonuç olarak veriler değerlendirmeye alındığında su seviyesi ile verim doğru orantılı seyir göstermiştir. Fakat sulama seviyeleri ve bakteri ilişkisine bakıldığında bakteri uygulaması su miktarı artıka sonuç vermiş olup kısıntılı sulama ile olumlu bir sonuç vermemiştir (Şekil 4.13.).



Şekil 4.12. Farklı su seviyeleri ve bakteri uygulamalarına ait toplam verim (kg da⁻¹)

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsü Ziraat Fakültesi çalışma alanında biber bitkisinde damla sulama yöntemiyle farklı sulama seviyelerinde ve bakteri uygulamasında biber bitkisinde verim ve kaliteye etkilerini belirlemek amacıyla 2017 yılında yürütülen çalışmada elde edilen sonuç öneriler aşağıda özetlenmiştir.

Araştırmada alanında sulamalar class A pan buharlaşma kabından yararlanılarak biber bitkisinde 4 gün aralıklarla sulama yapılmış ve damla sulama sistemi kullanılmıştır. Yetiştirme mevsimi boyunca 4 gün aralıkla sulama yapılmış ve dikimden konulu sulamaya kadar 15 gün geçmiş ve bu süre zarfında 147 mm su verilmiştir. Bundan sonraki sulamalarda ise class A pan buharlaşma kabından yararlanılmıştır. Sulamalar %50, %100 ve %150 sulama konularına göre sırasıyla 441, 881 ve 1 322 mm su uygulanmıştır. Sulamaya göre su-verim ilişkisi grafiği incelendiğinde sulama suyu arttıkça verimde de doğrusal bir artış olduğu saptanmıştır. Su- verim ilişkisi grafiğinin yanında bakteri uygulamasında da sulama ve bakterinin beraber kullanılmasıyla da verim doğrusal bir artış göstermektedir. En düşük verim sulama suyu seviyesinin %50 ve kök bakterinin uygulandığı B-I₁ konusunda 1 946 kg da⁻¹ olarak elde edilmiştir. Söz konusu olan parsel uygulamasında bitkiler tam anlamıyla gelişmemiş ve sulama ile reaksiyon göstermemiştir. En yüksek verim ise sulama suyu seviyesinin %150 ve kök bakteri uygulamasında B-I₃ konusunda 8 386 kg da⁻¹ olarak elde edilmiştir.

Biber bitkisinde farklı sulama seviyeleri ve kök bakteri uygulamasının bitki boyuna etkisi önemli olduğundan fark önem düzeyleri Duncan testi ile belirlenmiş ve karşılaştırma yapılmıştır. En düşük bitki boyu kök bakteri uygulamasında sulama seviyesinin %50 uygulandığı konuda (B-I₁) 66 cm olarak saptanırken en yüksek bitki boyu 92 cm ile kök bakterisinin uygulandığı ve sulama seviyesinin %150 uygulandığı konuda (B-I₁) elde edilmiştir.

Meyve ağırlığında kök bakteri ve farklı su seviyeleri uygulamalarının etkisi Duncan testi ile belirlenmiş olup kök bakteri uygulamasının etkisine rastlanmadığı, bunun yanı sıra farklı su seviyelerinin etkisi olduğu saptanmıştır. Ortalama farklı

sulama seviyelerine göre en düşük meyve ağırlığı su seviyesinin en az uygulandığı I₁ konusunda 13 gr olarak elde edilmiştir. En yüksek meyve ağırlığı ise sulama seviyesinin en çok uygulandığı I₃ konusunda 20 gr olarak elde edilmiştir.

Biberde farklı sulama seviyeleri ve kök bakteri uygulamasının meyve çapına etkisi önemli olduğundan fark önem düzeyleri Duncan testi ile belirlenmiş ve karşılaştırma yapılmıştır. En düşük meyve çapı kök bakteri uygulamasının uygulanmadığı ve sulama seviyesinin I₁ konusunda (C-I₁) 15 mm elde edilmiştir. En yüksek meyve çapı ise kök bakterisinin uygulanmadığı ve sulama seviyesinin I₃ konusunda (C-I₃) 18 mm elde edilmiştir.

Biberde meyve boyunda etkileri farklı sulama seviyeleri ve kök bakteri uygulamasının önemli olduğundan fark önem düzeyleri Duncan testi ile belirlenmiş ve karşılaştırma yapılmıştır. En düşük meyve boyu kök bakteri uygulamasının uygulanmadığı ve sulama seviyesinin I₁ konusunda (C-I₁) 113 mm elde edilmiştir. En yüksek meyve boyu ise kök bakterisinin uygulandığı ve sulama seviyesinin I₃ konusunda (B-I₃) 140 mm elde edilmiştir.

Yan dal sayısına ilişkin Duncan testi karşılaştırmasına göre farklı su seviyeleri ve kök bakteri uygulamasında önemli fark düzeyleri saptanmıştır. En düşük yan dal sayısı kök bakteri uygulamasının yapıldığı ve uygulamanın yapılmadığı sulama seviyesinin I₁ konusunda (C-I₁ ve B-I₁) 14 adet elde edilmiştir. En yüksek yan dal sayısı ise kök bakterisinin uygulandığı ve sulama seviyesinin I₃ konusunda (B-I₃) olarak 23 adet elde edilmiştir.

Biberde farklı sulama seviyeleri ve kök bakteri uygulamasının toprak üstü aksamına etkisi önemli olduğundan fark önem düzeyleri Duncan testi ile belirlenmiş ve karşılaştırma yapılmıştır. En düşük toprak üstü aksam kök bakteri uygulamasının uygulandığı ve sulama seviyesinin I₁ konusunda (B-I₁) 569 gr elde edilmiştir. En yüksek toprak üstü aksam ise kök bakterisinin uygulandığı ve sulama seviyesinin I₃ konusunda (B-I₃) 1814 gr elde edilmiştir.

Biber bitkisinde kök kuru ağırlığına ilişkin farklı sulama seviyeleri ve kök bakteri uygulamasının etkisi önemli olduğundan fark önem düzeyleri Duncan testi ile belirlenmiş ve karşılaştırma yapılmıştır. En düşük kök kuru ağırlığı kök bakteri

uygulamasının uygulandığı ve uygulanmadığı; sulama seviyesinin I₁ konusunda (C-I₁ ve -B-I₁) yaklaşık değer olarak 57 gr elde edilmiştir. En yüksek kök kuru ağırlığı ise kök bakterisinin uygulandığı ve sulama seviyesinin I₃ konusunda (B-I₃) 79 gr elde edilmiştir.

Yaprak alan indeksinin biber bitkisinde farklı sulama seviyeleri ve kök bakteri uygulamasının etkisi önemli olduğundan fark önem düzeyleri Duncan testi ile belirlenmiş ve karşılaştırma yapılmıştır. En düşük yaprak alan indeksi kök bakteri uygulamasının uygulandığı ve sulama seviyesinin I₁ konusunda (B-I₁) 79 cm² cm⁻² elde edilmiştir. En yüksek yaprak alan indeksi ise kök bakterisinin uygulandığı ve sulama seviyesinin I₃ konusunda (B-I₃) 683 cm² cm⁻² elde edilmiştir.

Biberde SÇKM değerlerinde sadece farklı su seviyelerinin etkisi olup 6-7 arasında değiştiği saptanmıştır. Biberde farklı sulama seviyeleri ve kök bakteri uygulamasının titre edilebilir asit değerine etkisi önemli olduğundan fark önem düzeyleri Duncan testi ile belirlenmiş ve karşılaştırma yapılmıştır. Sadece kök bakterisi ve sulama beraber uygulandığı zaman belirli sonuçlar gözlemlenmiştir.

Biberde farklı sulama seviyeleri ve kök bakteri uygulamasının klorofil değerine etkisi önemli olduğundan fark önem düzeyleri Duncan testi ile belirlenmiş ve karşılaştırma yapılmıştır. En düşük klorofil kök bakteri uygulamasının uygulanmadığı ve sulama seviyesinin I₃ konusunda (B-I₃) 254 elde edilmiştir. En yüksek klorofil ise kök bakterisinin uygulandığı ve sulama seviyesinin I₃ konusunda (B-I₃) 338 elde edilmiştir.

Biberde farklı sulama seviyeleri ve kök bakteri uygulamasının C vitamini değerine etkisinin önemsiz olduğu Duncan testi ile belirlenmiştir. Duncan testi sonucuna göre farklı sulama seviyeleri ve kök bakteri uygulamasının askorbik asit (C vitamini)'e etkisi olmamıştır.

Yürütülen bu çalışmanın çıktısından görüleceği gibi; biber bitkisinde yüksek verimlerin sağlandığı konular, su stresinin yaşanmadığı ve günlük buharlaşma değerlerinin %150 düzeyinde uygulandığı konularda elde edilmiştir. %150 düzeyinde sulama suyunun uygulandığı B-I3 bakteri konusunda elde edilen 8 386 kg da⁻¹ verim

değerine en yakın C-I3 konusundan 7 130 kg da⁻¹ sağlanmıştır. B-I3 bakteri konusundan ise 1 946 kg da⁻¹ daha fazla ürün elde edilmiştir.

Yapılan çalışmanın sürdürülebilir olması, ancak çiftçi eğitimleri ile sahaya yansıtılabileceğini göstermektedir. Çünkü en etkili yaptırım, görsel ve yazılı basınla sonuçların üreticiyle paylaşılmasıdır. Verim farklılığının çok yüksek olmasının nedenleri, doğa dostu olan bakteri uygulamalarının sahada karşılık bulmasını kolaylaştırılabilir. Biber bitkisi için bakteri uygulaması, özellikle iyi tarım uygulamalarında alternatif bir yaklaşım olarak sunulabilir.



KAYNAKLAR

- AKKÖPRÜ, A., ÇAKAR, K., HUSSEINI A., 2018. Effects of Endophytic Bacteria on Disease and Growth in Plants under Biotic Stress, YYÜ Tar. Bil. Derg., 28(2):200-208
- AKTAŞ, S., 2015. Domates Öz Nekrozuna Neden Olan Etmenlere Karşı PGPR ve Biyoajan Bakterileri Kullanılarak Kontrollü Koşullarda Biyolojik Mücadele İmkanlarının Araştırılması. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 75s.
- ANONİM, 2018a. http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/newsroom/docs/en-solaw-facts_1.pdf. (erişim tarihi: 28.08.2018)
- ANONİM, 2018b. <http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari>. (erişim tarihi: 16.07.2018)
- ANONİM, 2017a. <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=24581>. (erişim tarihi: 15.09.2018)
- ANONİM, 2018d. <http://www.tohumcu.org/index.php?page=teknikbilgi1DetayT&pid=50>. (erişim tarihi: 10.10.2018)
- ANONİM, 2018e. <http://www.dunyagida.com.tr/haber/biberin-anavatani-veyayilisi/2045> (erişim tarihi: 11.10.2018)
- ANONİM, 2017b. <http://www.cografya.gen.tr/tr/sanliurfa/iklim.html> (erişim tarihi: 10.11.2018)
- ANONİM, 2018g. <http://www.yukseltohum.com/tr/urunler/biber-tohumu/sivri-biber> (erişim tarihi: 10.11.2018)
- ATAKLI, S.B., 2018. Topraksız Tarımda Kıvrıkcık Yapraklı Baş Salata ve Biberde Led Aydınlatmanın Verim, Bitki Gelişimi, Mineral Madde Alımı ve Yaprak Nitrat Birikimine Etkisi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tokat, 87s.
- AYDOĞAN, A., 2017. Örtüaltı Biber (*Capsicum annuum* L. var. *Longum* cvs “Asi F1” ve “Görkem F1”) Yetiştiriciliğinde Aşılı Fide Kullanımının Bitki Gelişimi, Verim ve Meyve Kalitesi Üzerinde Etkileri. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 81s.
- BÜTÜNER, S., 2016. Isparta Sera Koşullarında Yetiştirilen Charleston Biberde (*Capsicum annuum* L.) Farklı Sulama Suyu Düzeylerinin Verim ve Kalite Üzerine Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 59s.
- COSIC, M., DJUROVIC, N., TODOROVIC, M., MALETIC, R., ZECEVIC, B., RUZICA STRICEVIC, R., 2015. Effect of Irrigation Regime and Application of Kaolin on Yield, Quality and Water Use Efficiency of Sweet Pepper. *Agricultural Water Management*, 159(2015):139-147
- ÇAKMAKÇI, R., 2005. Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rizobakterilerin Tarımda Kullanımı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 36(1):97-107
- ÇAYLAK, S., 2018. Farklı Biber Anaçları Üzerine Aşılı Sivri ve Dolma Biberlerde, Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Antalya, 55s.
- ÇÖMLEKÇİOĞLU, N. and ŞİMŞEK, M., 2017. Kontrollü Kısıtlı Sulamanın Biber (*Capsicum annuum* L.) Verim ve Verim Bileşenlerine Etkileri. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6:297-304

- DASGAN, H.Y., KUSVURAN, S., KIRDA, C., 2009. Effects of short duration partial root zone drying on soil less grown tomatocrop. J. of Food, Agriculture and Environment, 7(1): 83-91
- 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): 715
- DOORENBOS, J., and KASSAM, A.H. (1979). Yield response to water. Irrigation and Drainage Paper No: 33. FAO-Rome 193 pp.
- EGAMBERDİYEVA, D., 2007. The Effect of Plant Growth Promoting Bacteria on Growth and Nutrient up take of Maize in Two Different Soils. Applied Soil Ecology, 36(2007):184-189
- ERTEK, A., ŞENSOY, S., GEDİK, İ., KÜÇÜKYUMUK, C., 2007. Irrigation scheduling for green pepper (*Capsicum annum* L.) grown in field conditions by using class- A pan evaporation values, American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 2 (1):349-358
- ERKEN, O., 2014. Çanakkale Yöresinde Damla Sulama Yöntemiyle Sulanan Biberde (*Capsicum annum* L.) En Uygun Sulama Programının Belirlenmesi. Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale, 76s.
- EŞİYOK, D., 2012. Kışlık ve Yazlık Sebze Yetiştiriciliği. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir, 279-281s.
- GADISSA, T., CHEMEDA, D., 2009. Effects of Drip Irrigation Levels and Planting Methods on Yield Components of Green Pepper (*Capsicum annum* L.) in Bako, Ethiopia. Agricultural Water Management, 96(2009):1673-1678
- GHOLAMI, A., SHAHSAVANI, S., NEZARAT, S., 2009. The Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on Germination, Seedling Growth and Yield of Maize. International Scholarly and Scientific Research and Innovation, 3(1):9-14
- İMİRİZ, G., ÖZDEMİR, F., TOPAL, İ., ERCAN, B., TAŞ, MN., YAKIŞIR, E., OKUR, O., 2014. Bitkisel Üretimde Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rizobakteri (PGPR)'ler ve Etki Mekanizmaları. Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi, 12(2):1-19.
- İPEK, M., ARIKAN, Ş., EŞİTKEN, A., 2017. Bitki Büyümesini Artırıcı Rizobakteriler (BBAR). 1st International Turkish World Engineering and Science Congress in Antalya, December 7-10, Antalya, s.1081-1088
- JAMES, D.W., HANKS, R.J., JURINAK., J.J. 1982. Modern Irrigated soils. Published by John Wiley and Sons Inc. New York USA
- KARAKURT, H., KOTAN, R., DADAŞOĞLU, F., ASLANTAŞ, R., ŞAHİN, F., 2009. Bitki Büyümesini Teşvik Eden Bakterilerin Vişnenin (*Prunus cerasus* cv. Kütahya) Vejetatif Gelişimi, Renk Değerleri, Meyve Tutumu, Pomolojik ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkileri. Tübitak Dergisi, 35(2011):283-291
- KLOEPPER, JW, K., 1992. Plant Growth Promoting Rhizobacteria as biological Control Agents. Application in Agricultural and Environmental Management, New York, 255-274s.

- MERDİN, S., 2009. Bitki Gelişimini Artıran Kök Bakterilerinin Farklı Ortamlarda Baş Salata Yetiştiriciliğine Etkisi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 95s.
- NGUMBİ, E., KLOPPER, J., 2016. Bacterial-Mediated drought tolerance: Current and future Prospects. Applied Soil Ecology, 105(2016):109-125
- NIU, X., SONG, L., XIAO, Y., GE, W., 2018. Drought Tolerant Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Associated with Foxtail Millet in a Semi-arid Agroecosystem and their Potential in Alleviating Drought Stress. Frontiers Microbiology, 11 January 2018.
- NİRANJAN RAJ S., SHETTY H.S., REDDY M.S., 2005. Rhizobacteria'yı Destekleyen Bitki Büyümesi: Bitki Verimliliği için Potansiyel Yeşil Alternatif.in: Siddiqui ZA (ed) PGPR: Biyokontrol ve Biyofertilizasyon. Springer, Dordrecht, s.197-216
- NOSHEEN, A., BANO, A., ULLAH, F., AROOQ, U., YASMİN, H., HUSSAİN, I., 2011. Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria non Root Morphology of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Africa Journal of Biotechnology Vol., 10(59):12639-12649
- PELUVAN, M., GÜLERYÜZ, M., 2014. Humik Asit ve Bakteri Uygulamalarının Çilekte (*Fragaria x ananassa* L.) Vejetatif Gelişme ve Fide Verimi Üzerine Etkisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 45(1):9-13
- ORHANGAZİ, 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, Şanlıurfa, 73s.
- SAMANCIOĞLU, A., YILDIRIM, E., ŞAHİN, Ü., 2016. Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rizobakteri Uygulamalarının Farklı Sulama Seviyelerinde Yetiştirilen Lahanada Fide Gelişimi, Bazı Fizyolojik ve Biyokimyasal Özelliklerin Etkisi. KSÜ Doğa Bil. Dergisi, 19(3):332-338.
- SARAVANAKUMAR, D., KAVİNO, M., RAGUCHANDER, T., 2011. Plant Growth Promoting Bacteria Enhance Water Stress Resistance in Green Gram Plants. Acta Physiologiae Plantarum, 33(1):203-209
- SEZEN, S.M., YAZAR, A., TEKİN, S., ŞENGÜL, H., 2016. Salçalık Biber Bitkisinde Damla Yöntemiyle Uygulanan Farklı Sulama Düzeylerinin Verim Üzerine Etkileri ve Ekonomik Analizi. KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi, 19(3):310-318
- SOYLU, S., 2011. Marul (*Lactuca sativa* L.) Bitkisinde Beyaz çürüklük hastalığına (*Sclerotinias clerotiorum* (Lib.) de Bary) karşı kök bakterilerinin kullanım olanakları, Alatarım dergisi, 10(2):85-93
- SEZEN, S.M., YAZAR, A., TEKİN, S., EKER, S., KAPUR, B., 2011. Yield and Quality Response of Drip-Irrigated Pepper under Mediterranean Climatic Conditions To Various Water Regimes, African Journal of Biotechnology, 10(8):1329- 1339
- ŞAHİN, U., EKİNCİ, M., KIZILOĞLU, F.M., YILDIRIM, E., TURAN, M., KOTAN, R. and ORS, S., 2015. Ameliorative Effects of Plant Growth Promoting Bacteria on Water-yield Relationships, Growth, and Nutrient up take of Lettuce Plants under Different Irrigation Levels. Soil Management, Fertilization and Irrigation, 50(9):1379-1386

- TAŞ, İ., 2002. Şanlıurfa Biberinin Sulama Aralığı ve Su Tüketiminin Belirlenmesi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 91s.
- TAŞ, İ., ve KIRNAK, H., 2011. Damla Sulama Yöntemiyle Sulanan Şanlıurfa Biberinin (*Capsicum annuum* L.) Sulama Programı. GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi, 28(1): 103-112
- TUNA, L., 2014. Bitki Su Tüketimi Bileşenlerinin ve Sulama Zamanı Planlamasının Biber (*Capsicum annuum* L.) Yetiştiriciliği Üzerinde Araştırılması. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 2014



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Gülsüm ÜSTÜ

Uyruğu: T.C.

Doğum Yeri ve Tarihi: Ergani/09.12.1993

e-mail: glsmkaplan21@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Ergani Anadolu Lisesi, Ergani, Diyarbakır	2008
Üniversite:	: Harran Üniversitesi, Merkez, Şanlıurfa	2016
Yüksek Lisans:	Harran Üniversitesi, Merkez, Şanlıurfa	2019

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl Kurum Görevi

YABANCI DİL