T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI

FESLEĞEN (*Ocimum basilicum* L.) BİTKİSİNDE FARKLI *Lactobacillus* SUŞLARININ BİTKİ BÜYÜME GELİŞTİRME ÖZELLİKLERİNE VE BİYOAKTİVİTESİNE ETKİSİ

Hazırlayan
Özlem TUĞRUL

Danışman
Doç. Dr. Kevser KARAMAN
Eş Danışman
Doç. Dr. Akife DALDA ŞEKERCİ

Yüksek Lisans Tezi

Ağustos 2025
KAYSERİ

T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI

FESLEĞEN (*Ocimum basilicum* L.) BİTKİSİNDE FARKLI *Lactobacillus* SUŞLARININ BİTKİ BÜYÜME GELİŞTİRME ÖZELLİKLERİNE VE BİYOAKTİVİTESİNE ETKİSİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Hazırlayan
Özlem TUĞRUL

Danışman
Doç. Dr. Kevser KARAMAN
Eş Danışman
Doç. Dr. Akife DALDA ŞEKERCİ

Bu çalışma, Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından FYL-2024-14104 kodlu proje ile desteklenmiştir.

Ağustos 2025
KAYSERİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Özlem TUĞRUL

İmza

"Fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) Bitkisinde Farklı *Lactobacillus* Suşlarının Bitki Büyüme Geliştirme Özelliklerine ve Biyoaktivitesine Etkisi" adlı Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi' ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Hazırlayan

Özlem TUĞRUL

Danışman

Doç. Dr. Kevser KARAMAN

Eş Danışman

Doç. Dr. Akife DALDA ŞEKERCİ

Tarımsal Biyoteknoloji ABD Başkanı

Prof. Dr. Semih YILMAZ

İmza

TEŞEKKÜR

Bana çalışmalarım süresince her türlü yardımı ve fedakârlığı sağlayan, çalışmamızı yürütürken akademik bilgileriyle beni aydınlatan ve yaşadığım zorluklarda yolumu aydınlatan, her zaman desteğini ve katkılarını esirgemeyen değerli danışmanım kıymetli hocam Doç. Dr. Kevser KARAMAN'a saygı ve teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca bilgi birikimi ve katkılarıyla desteğini esirgemeyen ikinci danışmanım sayın hocam Doç. Dr. Akife DALDA ŞEKERCİ'ye teşekkürlerimi sunarım.

Sera şartlarında ve laboratuvar çalışmalarımda yardımlarını, bilgisini ve katkısını esirgemeyen Sayın Arş. Gör. Onur Okumuş'a ve Arş. Gör. Yusuf Murat KEÇE'ye aynı zamanda laboratuvarda birlikte çalıştığım ve çalışmamın her bir anında yanımda olan, bilgilerini benimle paylaşan ve çalışmamızın tamamında beni bir an olsun yalnız bırakmayan arkadaşım Yüksek Ziraat Mühendisi Şeyda Nur TÜRKAY RİFAİOĞLU 'na teşekkürlerimi borç bilirim. Ayrıca canım arkadaşım Müge DURMAZ'a çalışmama yaptığı katkılardan dolayı teşekkür ediyorum.

Tez çalışmasına maddi destek veren Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne (Proje No:FYL-2024-14104) ve tez çalışmalarımda her türlü laboratuvar imkânını sağlayan Erciyes Üniversitesi Genom ve Kök Hücre Merkezi'ne, teşekkür ederim.

Son olarak eğitim hayatım boyunca yanımda olan ilgisini, sevgisini, maddi ve manevi bütün desteğini benden esirgemeyen canım annem Dönay BOZDOĞAN'a, eşim Ferhat TUĞRUL'a ve ailemin diğer fertlerine teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Özlem TUĞRUL

Temmuz 2025, KAYSERİ

FESLEĞEN (*Ocimum basilicum* L.) BİTKİSİNDE FARKLI *Lactobacillus* SUŞLARININ BİTKİ BÜYÜME GELİŞTİRME ÖZELLİKLERİNE VE BİYOAKTİVİTESİNE ETKİSİ

Özlem TUĞRUL

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
Yüksek Lisans Tezi, Ağustos 2025
Danışman: Doç. Dr. Kevser KARAMAN
Eş Danışman: Doç. Dr. Akife DALDA ŞEKERCİ

ÖZET

Fesleğen (*Ocimum basilicum* L.), fenolik bileşikler ve uçucu yağlar açısından zengin, yüksek ekonomik değere sahip önemli bir tıbbi-aromatik bitkidir. Bu araştırmada, iki farklı laktik asit bakteri suşunun (B1: *Lactobacillus harbinensis* Z9-1B, B2: *Lactiplantibacillus plantarum* Z14-2B) fesleğen fidelerine uygulanmasının bitki gelişimi ve biyoaktivite üzerindeki etkileri incelenmiştir. Uygulamalar toprak, yaprak ve toprak+yaprak kombinasyonu şeklinde yapılmış; hasat sonrası morfolojik (gövde uzunluğu, kök kuru ağırlığı, yaprak boyu) ve biyokimyasal parametreler (toplam fenolik madde, DPPH radikal süpürme aktivitesi, FRAP, CUPRAC ve klorofil içerikleri) analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular, özellikle B2 suşunun kök kuru ağırlığında kontrol grubuna kıyasla iki katın üzerinde artış sağladığını ve fenolik madde içeriğini anlamlı derecede yükselttiğini göstermiştir. Toprak+yaprak kombinasyonu ise en yüksek antioksidan kapasite ve biyoaktivite değerlerini üretmiştir. Sonuçlar, laktik asit bakterilerinin fesleğen yetiştiriciliğinde biyostimülan olarak kullanılabileceğini ortaya koymakta ve kimyasal girdi kullanımını azaltan sürdürülebilir tarım uygulamaları için güçlü bir alternatif sunduğunu göstermektedir. Bu çalışma, biyogübre formülasyonlarının geliştirilmesine ve ekolojik tarım uygulamalarına bilimsel bir temel sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Fesleğen, *Lactobacillus harbinensis*, *Lactiplantibacillus plantarum*, fenolik bileşikler, antioksidan aktivite, biyostimülasyon, sürdürülebilir tarım

EFFECTS OF DIFFERENT *Lactobacillus* STRAINS ON PLANT GROWTH-PROMOTING TRAITS AND BIOACTIVITY IN BASIL (*Ocimum basilicum* L.)

Özlem TUĞRUL
Erciyes University, Institute of Science,
Master's Thesis, August 2025
Supervisor: Doç. Dr. Kevser KARAMAN
Co-Supervisor: Doç. Dr. Akife DALDA ŞEKERCİ

ABSTRACT

Basil (*Ocimum basilicum* L.) is a medicinal and aromatic plant of high economic value, rich in phenolic compounds and essential oils. In this study, the effects of two lactic acid bacteria (LAB) strains (B1: *Lactobacillus harbinensis* Z9-1B, B2: *Lactiplantibacillus plantarum* Z14-2B) on the growth and bioactivity of basil seedlings were investigated. Treatments were applied via soil, foliar spray, and soil+foliar combinations. After harvest, morphological parameters (stem length, root dry weight, leaf length) and bioactivity traits (total phenolic content, DPPH radical scavenging activity, FRAP, CUPRAC, and chlorophyll contents) were analyzed. The findings revealed that the B2 strain significantly increased root dry weight (over twofold compared to control) and enhanced phenolic content. The soil+foliar combination produced the highest antioxidant capacity and bioactivity values. These results demonstrate that LAB can act as natural growth promoters and biostimulants in basil cultivation. This work provides a scientific basis for developing LAB-based biofertilizers and offers a promising alternative for sustainable agriculture by reducing chemical input dependency.

Keywords: Basil, *Lactobacillus harbinensis*, *Lactiplantibacillus plantarum*, phenolic compounds, antioxidant activity, biostimulation, sustainable agriculture

İÇİNDEKİLER

FESLEĞEN (*Ocimum basilicum* L.) BİTKİSİNDE FARKLI *LActobacillus* SUŞLARININ BİTKİ BÜYÜME GELİŞTİRME ÖZELLİKLERİNE VE BİYOAKTİVİTESİNE ETKİSİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK ii
YÖNERGEYE UYGUNLUK iii
KABUL VE ONAY iv
TEŞEKKÜR v
ÖZET vi
ABSTRACT vii
İÇİNDEKİLER viii
KISALTMALAR x
TABLOLAR LİSTESİ xi
ŞEKİLLER LİSTESİ xii
GİRİŞ 1

1. BÖLÜM
GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Laktik Asit Bakterileri 3
1.2. Fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) 5
1.3. Araştırmanın Amacı ve Önemi 8

2. BÖLÜM
YÖNTEM VE MATERYAL

2.1. Materyal 9
2.1.1. *Lactobacillus* Suşlarının Hazırlanması 9
2.2. Yöntem 9
2.2.1. Bitkilerin Yetiştirilmesi ve *Lactobacillus* Suşlarının Uygulanması 9
2.2.2. Yaprak ve Çiçeklerden Çözücü Ekstraksiyonu 12
2.2.2.1. Toplam Fenolik Madde Miktarının Belirlenmesi 13
2.2.2.2. DPPH Radikali Süpürme Aktivitesinin Belirlenmesi 13
2.2.2.3. Ferrik İndirgeme Gücü (TPTZ) ile Antioksidan Aktivite 14

2.2.2.4. CUPRAC İndirgeme Gücü 14
2.2.2.5. Klorofil Tayini..... 14
2.2.3. LAB Sayımı..... 15

3. BÖLÜM
BULGULAR
3.1. Morfolojik Bulgular 16
3.2. Biyokimyasal Bulgular 25

4. BÖLÜM
TARTIŞMA-SONUÇ ve ÖNERİLER
4.1. Tartışma, Sonuç ve Öneriler 33

KAYNAKÇA 39
ÖZGEÇMİŞ..... 47

KISALTMALAR

B1 **:** Bakteri 1 (*Lactobacillus harbinensis* Z9-1B)

B2 **:** Bakteri 2 (*Lactiplantibacillus plantarum* Z14-2B)

dk **:** dakika

DPPH **:** 2,2- difenil-1-pikrilhidrazil

Gr **:** gram

LAB **:** Laktik Asit Bakterisi

mg **:** miligram

ml **:** mililitre

nm **:** nanometre

rpm **:** Revolutions Per Minute (Dakikada devir sayısı)

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 3.1. Fesleğen çeşitlerinde farklı bakteriler ve uygulama şekillerinin gövde uzunluğu (cm), dal sayısı (adet) ve gövde çapına (cm) etkisi 16
Tablo 3.2. Farklı bakteri ve uygulama şekillerinin gövde yaş ağırlığı (gr), kök yaş ağırlığı (gr) ve kök boyuna (cm) etkisi 22
Tablo 3.3. Farklı bakteri ve uygulama şekillerinin L*a*b değerine etkisi..... 23
Tablo 3.4. Farklı bakteri ve uygulama şekillerinin kök kuru ağırlığı (gr), yaprak en (cm) ve yaprak boyuna (cm) etkisi 24
Tablo 3.5. Farklı bakteri ve uygulama şekillerinin fenolik madde miktarı (mg GAE/g) ve çiçekte FRAP (mg AAE/g) miktarına etkisi..... 26
Tablo 3.6. Farklı bakteri ve uygulama şekillerinin yaprakta FRAP (mg AAE/g) ve CUPRAC (mM TE) antioksidan aktivitesine etkisi 28
Tablo 3.7. Farklı bakteri ve uygulama şekillerinin DPPH (%inhibisyon) antiradikal aktivitesine ve LAB sayısına (log kob/gr) etkisi 30
Tablo 3.8. Farklı bakteri ve uygulama şekillerinin çiçek ve yaprak klorofil miktarına (µg/g) etkisi 31

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Fesleğen fidelerinin dikimi ve gelişimi 10
Şekil 2.2. Hasat öncesi bitkiler..... 10
Şekil 2.3. Bakteri uygulaması 11
Şekil 2.4. Ekstraksiyon işlemi..... 13
Şekil 2.5. Örneklerin spektrofotometreye yerleştirilmesi 15
Şekil 2.6. İnkübatör ve anaerobik ortam 15
Şekil 3.1. Yeşil fesleğende Z9-1B uygulamasının kök kısmına etkisi..... 18
Şekil 3.2. Yeşil fesleğende Z14-2B uygulamasının kök kısmına etkisi..... 18
Şekil 3.3. Yeşil fesleğende Z9-1B+ Z14-2B uygulamasının kök kısmına etkisi..... 19
Şekil 3.4. Yeşil fesleğende besiyeri uygulamasının kök kısmına etkisi 19
Şekil 3.5. Mor fesleğende Z9-1B uygulamasının kök kısmına etkisi 20
Şekil 3.6. Mor fesleğende Z14-2B uygulamasının kök kısmına etkisi 20
Şekil 3.7. Mor fesleğende Z9-1B+Z14-2B uygulamasının kök kısmına etkisi 21
Şekil 3.8. Mor fesleğende besiyeri uygulamasının kök kısmına etkisi..... 21

GİRİŞ

İnsanlar tarih boyunca gıda, giyim ve barınma gibi temel ihtiyaçlarını karşılamak için hayvanlardan ve bitkilerden yararlanmışlardır. Bitkiler geçmişten günümüze kadar geçen süreçte içerdikleri etken maddelerden dolayı pek çok hastalığın tedavisinde ayrıca gıda, kozmetik, parfümeri, eczacılık, koku ve aroma gibi alanlarda kullanılmaktadır (Farnsworth *et al*. 1985; Bayram ve vd., 2010; Gün, 2012). Tıbbi bitkilerle tedavi, ilaçlara çeşitli hastalıkların tedavisinde yararlı etki göstermekte (Roy et al.,2022) aynı zamanda sağlık sektöründe sıklıkla kullanılan antibiyotik alternatifleri için çok uygun adaylar olarak görülmektedir. Vücudun bağışıklık fonksiyonunu desteklemenin ve vücudun hastalıklara karşı direnme yeteneğini geliştirmenin yanı sıra antibakteriyel ve antiviral olan polisakkaritler, alkaloidler, organik asitler, flavonoidler ve fenoller dahil olmak üzere çeşitli aktif bileşenler içermektedir (Nik Mohamad Nek Rahimi et al., 2022).

Dünya Sağlık Örgütünün (WHO) kayıtlarına göre dünyada yaklaşık 20 bin bitki türü tıbbi ve aromatik amaçlarla kullanılırken, Türkiye'de bulunan 3750 tanesi endemik olan 12 bin kadar bitkiden yaklaşık olarak 1000 tanesi tıbbi ve aromatik amaçlarla kullanılmaktadır (Başer, 1998; Baytop, 1999; Bayram vd., 2010; Baydar, 2013).

Türkiye bulunduğu bölge nedeni ile bitki türleri açısından zengin bir yerdir (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu 2011). Türkiye tıbbi ve aromatik bitkilerinin birçoğu doğadan toplanılmakta o şekilde değerlendirilmekte ve pazarlanmaktadır (Şahin, 2013). Kültürü yapılan tıbbi ve aromatik bitkilerin yetersizliği aynı zamanda doğadan toplanan bitkilerin floradan yok olma riskinden dolayı tıbbi ve aromatik bitkilerin kültüre alınması son yıllarda hız kazanmıştır (Özkan, 1999; Turhan vd., 2005; Özgüven vd., 2005). Türkiye'de *Lamiaceae, Apiaceae* ve *Asteraceae* familyalarına ait bitkiler tıbbi ve aromatik bitki çeşitliliği açısından çok önemlidir (Başer, 2002).

Geniş bir morfolojik ve kimyasal varyasyon yelpazesine sahip olduğu bilinen *Ocimum basilicum* L. alt türlere ve varyetelere ayrılarak incelenmektedir. Türkiye florasında doğal olarak bulunmayan fesleğenin *Ocimum basilicum* L. ve *Ocimum minimum* L. türlerinin kültürü yapılmaktadır. Özellikle Batı ve Güney Anadolu'da yetiştirilmektedir. Ülkemizin doğu bölgelerinde yaygın olarak kullanılan mor renkli türler "fesleğen" olarak bilinirken, batı bölgelerinde yeşil renkli çeşitler "reyhan" olarak adlandırılmaktadır (Akgül, 1993; Telci vd., 2005; Özmen ve Ekin, 2022).

Bitkisel ürünlerde amaç birim alandan yüksek verim almak iken tıbbi ve aromatik bitkilerde ise daha kaliteli ürün elde etmektir ve etken madde içeriğinin zenginleştirilmesi ön plandadır. Uygun iklim koşullarının ve yetiştirme özelliklerinin belirlenmesi ile uygun çeşitler geliştirilebilmektedir. Gübreleme ve bakım bu tür bitkilerde daha fazla önem arz etmektedir. Çeşitli formlarda tüketime sunulmaları ve etken maddelerinden faydalanılmasından dolayı son yıllarda organik kaynaklı gübrelere yönelim artmıştır (Özer, 2021). Kimyasalların çevre zararları ve yüksek maliyetlerinden dolayı alternatif aranması sebebi ile biyolojik yöntemler ile alakalı çalışmalar hız kazanmıştır (Çakmakçı, 2005).

Laktik asit bakteri türleri, sürdürülebilir tarım için umut verici bulunmakta ve aynı zamanda toprak sağlığını ve verimliliğini arttırmaktadır. LAB metabolitleri bitki büyümesini, sürgün ve kök büyümesini teşvik etmekle beraber bitki besleyici olarak LAB biyolojik parçalanmayı tetikler ve toprağın organik içeriğini hızlandırabilirken aynı zamanda organik asit ve bakteriyosin metabolitleri üretebilir. LAB, fitopatojenlere karşı antagonistik bir etki göstererek rizosfer ve filosferdeki mantar ve bakteri popülasyonlarını inhibe eder. Çeşitli çalışmalar LAB biyoremediasyon verimliliğini ve ağır metallerin ve mikotoksinlerin detoksifikasyonunu konu almaktadır (Raman et al., 2022)

Bu çalışmada laktik asit bakterilerinin bitki büyüme teşvik edici özelliklerinin değerlendirilmesinde bir ilk olarak iki farklı *Ocimum basilicum L.* çeşidinde fide döneminde uygulamalar yapılmış ve bitkide oluşturduğu morfolojik, biyokimyasal ve mikrobiyolojik değişimler incelenmiştir.

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Laktik Asit Bakterileri

Yüzyıllar önce keşfedilen laktik asit bakterisi 1873'de Lister tarafından ilk saf kültür olarak lactis adıyla izole edilmiş, günümüzde ise *Lactococcus lactis* olarak bilinmektedir (Fennema et al., 2004). LAB fermentatif metabolizmaya sahip Gram-pozitif bakteri grubunda yer alır ve yaşam alanları insanlar, hayvanlar ve bitkilerdir. GRAS (Genel Olarak Güvenli Olarak Tanınan) statüsünde yer alır ve güvenli bir kullanım geçmişi vardır (Klaenhammer et al., 2002).

LAB ortak özellikleri laktik asit fermentasyonu sonucunda laktozdan laktik asit oluşturması ve bu fermentasyonun besinlerdeki koku, tat vb. organoleptik özelliklerinin oluşumunu sağlar. LAB çok sayıda türe sahip, şekilleri kokobasil, çubuk olan, spor oluşturmayan hareketsiz mikroorganizmalardır. Sitokromları yoktur ve aside dayanıklıdırlar, gelişimleri için amonyum ve glikoza ihtiyaçları vardır, katalaz (-) ve fakültatif anaerobiklerdir (Yörük ve Güner 2011).

LAB, pH 4.0-4.5 aralığında optimum gelişim gösterirken bazıları pH 3.2 altında ya da 9.6'nın üzerinde gelişim göstermektedirler (Konigs et al., 2000). LAB'lerinin optimum gelişme sıcaklığı 5-33 °C aralığındadır, patojen bakterilerinin gelişmesini inhibe edebilmektedir (Küçükçuban, 2012). LAB, glikozu katabolize etme şekline göre homofermentatif ve heterofermentatif olarak ikiye ayrılır. Homofermentatif LAB'lar glikozu Embden-Meyerhof-Parnas (EMP) yolu ile parçalayarak sonuçta %90 laktik asit, %10 CO2 oluşturmaktadır. Heterofermentatif LAB'lar ise, glikozun parçalanmasıyla laktik asit oluşturur ve yan ürün olarak CO_2, asetik asit ve etanol gibi ürünler oluşturmaktadır. Laktik asidin miktarı türlere göre değişiklik göstermektedir. Glikoz HMP (Heksozmonofosfat) yoluyla parçalanmaktadır (Evren vd., 2011).

Lactobacillus cinsinin, Firmicutes filumunda *Bacilli* sınıfında, *Lactobacillales* takımında, *Lactobacillus, Paralactobacillus* ve *Pediococcus* cinslerini içeren *Lactobacillaceae* familyasında sınıflandırılırlar (Zheng vd., 2020). *Convivina, Fructobacillus, Leuconostoc, Oenococcus* ve *Weissella* cinslerini içeren *Leuconostocaceae* aile düzeyinde en yakın akrabalardır (Schleifer et al., 2009; Zheng et al., 2020). Birden fazla türü bulunan laktik asit bakterilerinin alt grupları arasındaki en önemli fark şekerlerin fermantasyonu ile açığa çıkan son ürünlerdir (Küçükçuban, 2012).

Laktik asit bakterileri karbonhidrat substratların bulunduğu her yerde farklı yaşam alanlarında bulunmaktadır. Bunlar meyve suları, et ve balık ürünleri, süt ürünleri, şarap, tahıl ürünleri, bira, meyve ve salamura edilmiş sebzeler, lahana turşusu, silaj, toprak, kanalizasyon ve ağız, solunum, gastrointestinal ve genital yollar olarak belirtilebilir (Klaenhammer et al., 2002; Kleerebezem and Hugenholtz 2003; Klaenhammer et al., 2005; Horvath et al., 2009). LAB gıda teknolojisinde fermente et, sebze, meyve, tahıl, süt vb. gıdaların olgunlaştırılması ve üretilmesinde, dayanıklılık süresinin uzatılmasında ayrıca gıda muhafazasında, gıda koruyuculuğunda rol oynamakla birlikte raf ömrü uzatılmasında da rolü vardır (Yörük ve Güner, 2011). Hücresel morfoloji, glikoz fermantasyon modu, büyüme sıcaklığı aralıkları ve şeker kullanım modelleri LAB' nin sınıflandırılması için çok önemlidir ve moleküler yöntemler tanımlanan LAB sayısını artırmıştır (Sevgili, 2023).

LAB'nin organik asitler, fenolik asitler ve bunların flavonoid türevleri, fitohormonlar ve antimikrobiyal substratlar dahil olmak üzere metabolitleri sentezleme yeteneği daha önce bildirilmiştir. Ayrıca LAB'nin çözünmeyen fosfat ve potasyum formlarını çözündürme, biyolojik olarak azotu sabitleme ve demir şelatlayıcı bileşikler ve sideroforlar üretme konusunda yüksek kapasiteye sahip olduğu bildirilmiştir (Yaghoubi Khanghahi et al., 2024). Çalışmalar LAB'lerin bitkilerde ve topraklarda geniş bir yelpazeye sahip olduğunu ve besin maddelerinin kolayca bulunabildiği yerlerde büyük ölçüde çoğaldığını göstermiştir. Birçok çalışamadan derlenen sonuçlar, bunların çeşitli bitki türlerinin filosfer, endosfer ve rizosfer/laimosfer/spermosferinde bulundukları ve bunlarla farklı şekillerde etkileşime girdikleri gerçeğine dayanmaktadır. Filosfer ve endosferdeyken, LAB, kaulosfer, filoplan, antosfer ve karposferde kolonileşir ve burada gövde, yaprak, çiçek, meyve, tohum ve vejetatif propagüllerde veya endofitler olarak yaşarlar. Farklı araştırmacılar, LAB'nin mısır, şeker pancarı, biber, arpa gibi mahsullerle endofitik

ilişkisini bildirmiştir. Rizosfer ve laimosferde, LAB, kök salgılarının (kök mikrobiyomu) doğrudan etkilediği toprağın veya substratın dar bir bölgesini işgal etmekte ve burada, dökülen bitki hücreleri (rizodepozisyon) ve kökler tarafından salınan proteinler ve şekerler (kök eksüdaları) ile beslenirler. LAB'lerin bitki büyümesi ve biyolojik kontrol etkileri, LAB, toprak ve bitkiler arasında kurulan simbiyozdan kaynaklanmaktadır. Bu simbiyoz, organik madde ayrışmasını, besin mineralizasyonunu, immobilizasyonu, bitki büyümesini ve kaynaklar için rekabeti etkileyen daha karmaşık etkileşimlere yol açar. Belirli bir topraktaki LAB'nin, mevcut bitki türlerine ve bu bitkilerin toprakta yarattığı çevresel koşullara (sıcaklık, nem, salgılar vb.) büyük ölçüde bağlı olduğu bildirilmektedir (Murindangabo et al., 2023).

1.2. Fesleğen (*Ocimum basilicum* L.)

Fesleğen *Lamiaceae* familyasına ait olan tek yıllık ve otsu bir bitkidir (Ekren vd., 2009). Bu bitki dünyada kullanılan 'Basil' isminin, Yunanca anlamı Kral olan 'Basilicos' kelimesinden geldiği bildirilmiştir (Akyüz, 2020). Fesleğenin dünyada yaklaşık olarak 65 türü olduğu tahmin edilmektedir. Tüm bu türler arasında tatlı fesleğen (*Ocimum basilicum*) dünya çapında yetiştiriciliği yapılan ve yaygın kullanılan en ekonomik tür olarak değerlendirilir (Paton et al., 1999). Bu tür Türkiye'de reyhan veya fesleğen olarak bilinmektedir (Baytop, 1999). *Ocimum* cinsi Lamiaceae (Ballıbabagiller) familyasının önemli bir üyesi olmakla birlikte; bu cinse ait çoğunlukla otsu veya çalı formundaki tek ve çok yıllık türler Hindistan, Afrika ve Güney Asya'nın tropik ve subtropik bölgelerine özgü olup bugün dünyanın hemen hemen bütün ılıman alanlarına yayılmıştır (Darrah, 1988; Putievsky ve Galambosi, 1999). Fesleğen oldukça geniş bir genetik çeşitlilik gösteren, farklı renklere, yaprak şekillerine, kokuya ve uçucu yağ bileşenlerine sahip bir bitkidir (Baydar, 2021). Tıbbi ve aromatik bitkilerden olan fesleğen dünyada ticari amaçlı ekimi yapılan, uçucu yağ içeren bitkiler arasındadır. Asya, Afrika ve Güney Amerika ülkelerinde doğal olarak yayılışı söz konusudur (Karaca vd., 2017). Türkiye'de doğal yayılışı bulunmamakta genel olarak küçük çapta yetiştirilmektedir (Akyüz, 2020).

Fesleğen bitkisi taze, kurutularak ve dondurularak kullanılmaktadır (Akalan, 2018) aynı zamanda çok sevilen baharat, çay, içecek, ilaç, parfümeri, kozmetik gibi birçok alanda kullanımı bulunan bir bitkidir (Dumanoğlu ve Mokhtarzadeh, 2021; Baydar, 2021). Fesleğenin uçucu yağı, herbası ve tohumu kullanılmakta, özellikle uçucu yağı gıda

endüstrisinde çok yoğun bir şekilde kullanılmakta aynı zamanda koku, tat ve renk vermek amacıyla kullanılmaktadır. Halk arasında böbrek, mide rahatsızlıkları, baş ağrısı, ishal, kabızlık, öksürük, kas gevşetici, gaz giderici, ateş düşürücü, arı ve yılan sokmalarına karşı da kullanılmaktadır (Giron et al., 1991). Fesleğen bitkisi aromatik bir yapıda olma, nematodlara karşı böcek kaçırma, antibakteriyel ve antifungal etkiler içerme gibi niteliklere sahiptir (Simon et al., 1992).

Anwar et al., (2005), yaptıkları çalışmada organik (vermikompost) ve inorganik (NPK) gübrelemenin fesleğen bitkisinde büyüme, gelişme, yağ verimi ve yağ kalitesine olan etkilerini incelemişlerdir. Vermikompost (5 t/ha) ve NPK (50:25:25 kg/ha) gübrelerinin birlikte kullanımının gelişme, kuru madde, yağ içeriği ve yağ veriminde en iyi artışın olduğunu bildirmişlerdir. Metil kavikol ve linalool yağ bileşenlerinin de en yüksek elde edildiği uygulamanın vermikompost ve NPK'nin birlikte kullanımından elde edildiği belirtilmiştir.

Heidari and Golpayegani (2011), tarafından yapılan çalışmada fesleğen bitkisinde PGPR'nin antioksidan ve fotosentetik pigmentlere etkisi araştırılmıştır. Üç su seviyesi uygulanan denemede (W1- %80, W2- %60 ve W3- %40 tarla kapasitesi), PGPR olarak üç bakteri (S1- *Pseudomonades sp*., S2- *Bacillus lentus*, S3- *Azospirillum brasilens*, S4- üç bakteri kombinasyonu ve S5- Kontrol) türü kullanılmıştır. Deneme sonunda en yüksek CAT konsantrasyonun %40 tarla kapasitesinden, su stresi altında PGPR uygulamalarının antioksidan ve fotosentetik pigmentlerde artış gösterdiği bildirilmiştir.

Telci vd., (2012) yaptıkları çalışmada, Türkiye'de yetişen reyhan türlerinde flavonoid ve fenolik içeriği için yaptıkları çalışmada reyhan bitkisindeki fenolik bileşiklerin büyük kısmının fenolik asitlerden oluştuğunu tespit etmişler ve toplam fenolik madde miktarı taze örneklerde 166,6-12514,8 mg/kg aralığında, kuru örneklerde ise 1910,7-21860 mg/kg aralığında ölçülmüştür. Toplam fenolik asit miktarının ise taze örneklerde 123,8-11277,3 mg/kg aralığında ve kuru örneklerde 1709,3-18524,7 mg/kg aralığında ölçüldüğünü belirtmişlerdir.

Befrozber et al., (2013), tarafından yürütülen çalışmada İran'da PGPR, solucan gübresi ve humik asidin fesleğen bitkisine olan etkisi incelenmiştir. Fesleğende en yüksek yaş ve kuru ağırlığın, verimin, klorofil a ve klorofil b'nin PGPR ve solucan gübresinin birlikte

kullanımıyla elde edildiği; biyogübre, solucan gübresi ve humik asidin kimyasal gübrelerin negatif etkilerini azalttığı bildirilmiştir.

Gülen (2023), tarafından yürütülen çalışmada fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) genotiplerinin çimlenme parametreleri üzerine borik asit uygulamalarının etkilerinin belirlenmesi amaçlanmış, bitkisel materyal olarak Anamur Naturel iri yapraklı fesleğen tohumu kullanılmıştır. Borik asitin 0, 1, 2, 3 ve 4 mM dozları faktör olarak ele alınmıştır. Çalışmada, çimlenme yüzdesi, ortalama çimlenme süresi, çimlenme üniformite katsayısı, çimlenme enerjisi ve çimlenme indeksi parametreleri incelenmiştir. Çimlenme yüzdesi, ortalama çimlenme süresi, çimlenme üniformite katsayısı, çimlenme enerjisi ve çimlenme indeksi sırasıyla % 75.00- 95.00, 1.60-2.73 gün, 27.93-55.0, % 16.67-60.00 ve 7.35-14.44 arasında değişim göstermiştir. Bu araştırmanın sonuçlarına göre 2 mM borik asit dozunun fesleğen tohumlarının çimlenme özelliklerini iyileştirdiğini belirlemişlerdir.

Duvarcı (2023), çalışmasında fesleğene dışsal jasmonik asit (JA) ve salisilik asit (SA) uygulamalarının etkileri incelenmiştir. Mor fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) büyütme kabininde 25± °C sıcaklık, 16 saat ışık /8 saat karanlık ve %45 nemde çimlenmeye bırakılmıştır. Fideler iki yapraklı aşamaya geldiğinde farklı konsantrasyonlar da SA ve JA uygulanmıştır. Kök-sürgün uzunluğu, taze ve kuru ağırlıkları, fotosentetik pigment, antosiyanin ve toplam fenolik madde miktarları ile DPPH süpürme, PAL ve katalaz enzim aktiviteleri tüm uygulama gruplarında kontrole oranla artmış, toplam protein miktarları azalmıştır. Dışsal uygulanan SA ve JA bitki büyüme düzenleyicilerinin mor fesleğende verim ve kaliteyi olumlu yönde etkilediği saptanmıştır.

Diğer bir çalışmada, su stresi koşullarında biyogübre uygulamalarının fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) bitkisinin morfolojijk, fizyolojik ve verim parametreleri, uçucu yağ oranı ve bileşenleri ile antioksidatif enzim aktiviteleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada *Pseudoalteromonas tetraodonis (*TV126C) ve *Brevibacillus choshinensis (*TV53D) bakterileri yalnız ve vermikompost ile karışım halinde midnight fesleğen çeşidine ait bitkilere inokule edilerek, tarla kapasitesinin (TK) azalan katlarıyla oluşturulan üç farklı su stresi altında yetiştirilmiştir. Sonuç olarak, azot fikse edebilen TV126C ve fosfor çözebilen TV53D bakterileri ile vermikompostun birlikte uygulamalarının fesleğen yetiştiriciliğinde su stresine karşı etkili ve sürdürülebilir bir yöntem olduğu değerlendirilmektedir (Özmen, 2023).

Dhakad et al., (2024)., organik ve biyogübrelerin *O. basilicum*'un verimine ve kalitesine etkisini inceledikleri çalışmada, farklı dozlarda ahır gübresi, vermikompost ve biyogübreler (PSB, *Azotobacter* ve *Azospirillum*) uygulamış ve 20 t ha-1 ahır gübresi + 3 kg ha-1 biyolojik gübre uygulamasıyla en yüksek yeşil herba ağırlığının elde edildiğini (368.0 g b-1) bildirmişlerdir. Ayrıca, araştırmacılar ahır gübresinin iyi bir C/N oranına sahip olduğundan toprağın kolayca mineralleşerek farklı formlara dönüştüğünü ve dolayısıyla fesleğenin topraktan daha fazla besin elementi alabildiğini belirtmişlerdir.

1.3. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Mikrobiyal bazlı ürünlerin tarımda uygulanması kullanılan birçok kimyasal yarattığı problemlere karşı ekolojik bir restorasyon aracı sunmaktadır. Bitki büyümesini teşvik eden mikroorganizmaların kullanımı, verimliliği artırarak, üretim maliyetlerini, çevre kirliliğini ve kimyasal kullanımını azaltarak olumlu üretim etkileri yaratma potansiyeli sunmaktadır. Bu mikrobiyal topluluklar arasında, laktik asit bakterileri (LAB) etkili mikroorganizmalar olarak formüle edilip uygulanabilecek önemli bir aday olarak kabul edilmektedir. Nitekim, bu bakteriler Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) ve Gıda ve İlaç İdaresi (FDA) tarafından genel olarak güvenli olarak kabul edilen ve güvenlik durumu onaylanmış statüsü ile onaylanmıştır.

Fesleğen bitkisinde farklı bitki büyümesini teşvik eden mikroorganizmalar denenmiş ancak laktik asit bakteri uygulamaları daha öncesinde çalışılmamıştır. Bu tez çalışmasında bir ilk olarak fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) Bitkisine uygulanan farklı *Lactobacillus* suşlarının bitkide bazı morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal parametrelerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarının LAB uygulamaları ile yapılacak diğer çalışmalara kaynak olması ve ışık tutması amaçlanmıştır

2. BÖLÜM

YÖNTEM VE MATERYAL

2.1. Materyal

Bitkisel materyal olarak yeşil fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) ve mor fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) fideleri ticari firmalardan satın alınmıştır.

2.1.1. *Lactobacillus* Suşlarının Hazırlanması

Çalışmada iki farklı laktik asit bakteri suşu kullanılmıştır. Daha öncesinde zeytin örneklerinden izole edilen ve tanımlanan B1: *Lactobacillus harbinensis* Z9-1B, B2: *Lactiplantibacillus plantarum* Z14-2B ve bunların karışımları toprak, yaprak (sprey), toprak-yaprak şeklinde uygulanmıştır. Yaprak uygulamaları aktif bakteri kültürlerinin şırınga filtreden geçirilmesiyle bakterisiz süpernatant şeklinde gerçekleştirilmiştir. Söz konusu bakteriler -20 ^{o}C stok kültürlerden alınarak 3 kez aktifleştirilmiş ve uygulama öncesi aktif kültürlerin 20-24 saatlik olmasına dikkat edilmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Bitkilerin Yetiştirilmesi ve *Lactobacillus* Suşlarının Uygulanması

Yeşil fesleğen ve mor fesleğen fideleri temin edildikten sonra steril edilmiş içlerinde (1:1) toprak:torf karışımı bulunan saksılara 20 Nisan 2024 tarihinde dikilmiş ve Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri serasında fide gelişimine bırakılmıştır.



Şekil 2.1. Fesleğen fidelerinin dikimi ve gelişimi



Şekil 2.2. Hasat öncesi bitkiler

Birinci uygulama fide dikiminden 5 gün sonra yapılmış, hasada kadar 15 günde bir olacak şekilde iki kez daha uygulama yapılmıştır. Bakteri uygulamaları Toprak, Yaprak, Toprak+Yaprak şeklinde gerçekleştirilmiştir. Pozitif kontrol olarak boş besiyeri (MRS Broth) 5 mL, B1: *Lactobacillus harbinensis* Z9-1B uygulaması topraktan 10 mL, B2: *Lactiplantibacillus plantarum* Z14-2B uygulaması topraktan 10 mL, B1 ve B2 karışım uygulaması 5mL-5mL şeklinde topraktan uygulanmış, negatif kontrol olarak herhangi bir işlem yapılmamış bitkiler kullanılmıştır.



Şekil 2.3. Bakteri uygulaması

Bitkilerde hasat dikimden 47 gün sonra çiçeklenmeden sonra yapılmıştır. Hasat edilen bitkilerde verim ve kalite ile ilgili bazı ölçümler gerçekleştirilmiştir. Araştırmada yapılan ölçüm ve analizler aşağıda verilmiştir.

1. **Gövde uzunluğu:** Bir bitkinin toprak yüzeyinden itibaren ana gövdesi boyunca en uç noktaya (genellikle tepe tomurcuğuna veya en üst yaprağa) kadar olan dikey mesafenin santimetre (cm) cinsinden ölçümüdür.
2. **Dal sayısı:** Bir bitkinin ana gövdesinden çıkan yan dalların toplam sayısını ifade eder. Bitkideki dal sayısı, morfolojik gelişimi değerlendiren önemli parametrelerden biridir
3. **Gövde çapı:** Bitkinin ana gövdesinin toprak yüzeyine en yakın noktasından ölçülen yatay kalınlığıdır ve milimetre (mm) cinsinden ifade edilmiştir
4. **Gövde yaş ağırlığı:** Bir bitkinin hasat edilen gövde kısmının taze (kurutulmamış) haldeki toplam kütlesini ifade eder ve gram (g) cinsinden ölçülmüştür.
5. **Kök yaş ağırlığı:** Bir bitkinin topraktan çıkarılan kök sisteminin, kurutulmadan önceki (taze haldeki) toplam kütlesini ifade eder ve genellikle gram (g) cinsinden ölçülür.
6. **Kök boyu:** Bir bitkinin kök sisteminin toprak yüzeyinden itibaren en uç noktasına kadar olan uzunluğunu ifade eder ve genellikle santimetre (cm) cinsinden ölçülür.

7. **L*a*b* değeri:** Bitkilerde L*, a*, b* değerleri, renk ölçümünde kullanılan bir sistemdir ve CIELAB renk uzayı (ya da kısaca LAB renk uzayı) olarak bilinir. Bu sistem, özellikle gıda, kozmetik ve tarım alanlarında, bitkisel materyallerin renk analizinde sıklıkla kullanılır. Bitkilerde renk, fotosentetik pigment miktarı (klorofil, karotenoid vs.)**,** metabolit birikimi**,** hastalık durumu**,** gelişim evresi **ve** uygulanan işlemler hakkında dolaylı bilgi verir. Renk analizi Precision Colorimeter NR110 kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Cihaz ölçümden önce siyah ve beyaz referans yüzeyler kullanılarak kalibre edilmiştir. Kolorimetre daha sonra test için dikey olarak ve doğrudan yaprak numunesinin üzerine yerleştirilmiştir. Doğruluk ve temsiliyet sağlamak için her ölçüm beş kez tekrarlanmıştır.
8. **Yaprak eni:** Bitkilerde yaprak eni**,** bir yaprağın en geniş kısmındaki yatay mesafeyi (genişliğini) ifade eder. Genellikle milimetre (mm) ya da santimetre (cm) cinsinden ölçülür.
9. **Yaprak boyu:** Yaprağın tabanından (yaprak sapının bıçakla birleştiği noktadan) ucuna kadar olan en uzun mesafedir. Genellikle orta damarı boyunca ölçülür. Genellikle milimetre (mm) ya da santimetre (cm) cinsinden ölçülür.
10. **Kuru kök ağırlığı:** Bitkiden ayrılan köklerin yıkandıktan sonra, sabit bir sıcaklıkta (genellikle 65–70 °C) kurutulup, nemi tamamen giderildikten sonra tartılmasıyla elde edilen ağırlıktır. Bu, bitkinin kök gelişimi, besin alımı kapasitesi ve genel sağlığı hakkında önemli bilgiler verir.

2.2.2. Yaprak ve Çiçeklerden Çözücü Ekstraksiyonu

Fesleğenden kuru çiçek ve kuru yaprak örnekleri havanla öğütüldükten sonra ekstraksiyonu için aseton ile işleme başlanmıştır. Aseton ile hazırlanılan çözgen kullanılmış 500 ml lik hazırlanılan çözgenin %70'i aseton, %28'i saf su, %2 si asetik asit'ten oluşmaktadır. Bu amaçla yapraktan 0.30 gr çiçekten ise 0.15 gr numune tartılmış ve yaprak için 10 ml çözgen, çiçek için ise 5 ml çözgen falkon tüplerine eklenmiştir. Daha sonra tüm tüpler 1 dk vorteks ile karıştırıldıktan sonra parafilm ile kaplanmıştır ve tüpler yatay olarak çalkalama cihazına yerleştirilerek 200 rpm'de 2 saat ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Son olarak tüpler 5000 rpm'de 10 dakika süreyle 4 ° C'de santrifüj edilmiştir ve üst faz şırınga filtresi kullanılarak süzülmüştür.



Şekil 2.4. Ekstraksiyon işlemi

2.2.2.1. Toplam Fenolik Madde Miktarının Belirlenmesi

Örneklerin toplam fenolik madde içeriklerinin tespiti Singleton ve Rossi (1965) tarafından önerilen metotta kısmi modifikasyonlar uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda, optimize edilmiş solvent karışımı ile elde edilmiş olan sıvı ekstrakttan 0.2 ml alınarak üzerine 1.8 ml saf su ve 1 ml seyreltilmiş (1:10) Folin Ciocalteu reaktifi eklenmiştir. 5 dk süre sonunda örneklere 2 ml %2'lik Na_2CO_3 ilave edilmiş ve tüplerin ağızları sıkıca kapatılıp vortekslendikten sonra karanlık ortamda 2 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda örneklerin absorbans değerleri spektrofotometre ile köre karşı okunarak ve toplam fenolik madde miktarları önceden hazırlanmış olan gallik asit standart eğrisi kullanılarak mg GAE/g kuru örnek olarak hesaplanmıştır. Denemeler üç tekerrür olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

2.2.2.2. DPPH Radikali Süpürme Aktivitesinin Belirlenmesi

Örneklerin antiradikal aktivitesi Faller and Fialho (2009) tarafından önerilen metot yardımıyla tespit edilmiştir. Bu amaçla deney tüpünde bulunan 0,1 ml ekstrakt, 3.9 ml DPPH (Sigma, ABD) solüsyonu (0,1 mM ve metanolde hazırlanmış) ile karıştırılıp ardından alüminyum folyo ile kaplandıktan sonra, karanlık bir ortamda 30 dakika süreyle bekletilmiştir. Süre sonunda deney tüplerinin absorbans değerleri, metanol ile sıfırlanmış

UV-Vis spektrofotometrede 517 nm de belirlenmiştir. Denemeler üç tekerrür olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Örneklerin DPPH radikalini yakalama aktivitesi, % inhibisyon olarak aşağıda verilen formül vasıtasıyla hesaplanmıştır.

% Inhibisyon= [(Abskontrol-Absekstrakt)/Abskontrol]

2.2.2.3. Ferrik İndirgeme Gücü (TPTZ) ile Antioksidan Aktivite

Örneklerin 2,4,6-Tris(2-piridil)-s-triazin (TPTZ) ile antioksidan kapasite değerleri Aktümsek vd., (2013) tarafından bildirilen yönteme göre belirlenmiştir. Bu amaçla, 100 µL numune 2 mL reaktif (10:1:1 oranında asetat tamponu) (0.3 M, pH:3. 6), 10 mM TPTZ ve 40 mM HCl içinde 20 mM $FeCl_3$ ile karıştırılmış ve 30 dakika boyunca oda sıcaklığında inkübe edilmiştir. Örneklerin absorbans değerleri 593 nm'de okunmuş ve askorbik asit standardı ile hazırlanan kalibrasyon eğrisi kullanılarak örneklerin antioksidan gücü mg askorbik asit eşdeğeri (mg AAE/g) olarak ifade edilmiştir.

2.2.2.4. CUPRAC İndirgeme Gücü

Örneklerin CUPRAC yöntemi ile antioksidan analizi Apak vd., (2006) tarafından bildirilen yönteme göre gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 1 mL $CuCl_2.2H_2O$ (0,01 M), 1 mL amonyum asetat (1 M), 1 mL neokuproin (0,00075 M) çözeltileri ve 0,6 mL saf su bir tüpe alınmış ve üzerine 0,5 mL ekstrakt eklenerek tüpler oda sıcaklığında 30 dk inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresi sonunda örneklerin absorbans değerleri 450 nm'de okunmuş ve ardından farklı konsantrasyonlarda Trolox standardı ile hazırlanan kalibrasyon eğrisi kullanılarak sonuçlar mM TE (Trolox eşdeğeri) /g olarak verilmiştir.

2.2.2.5. Klorofil Tayini

Klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil analizi Curtis ve Shetty (1996)'e göre gerçekleştirilmiştir. İlk önce 50 mg taze örnek 3 ml metanol içerisinde 23 °C' de karanlık bir ortamda 2 saat boyunca tutularak homojenize olması sağlanmıştır. Homojenize edilmiş sıvıdan 0.3 ml alınarak 650 ve 665 nm'de spektrofotometre de optik yoğunluğu ölçülmüş ve toplam klorofil miktarları µg klorofil/g taze doku cinsinden saptanmış ve aşağıda verilen formül ile hesaplanmıştır.

Toplam klorofil = (25.8xA650-4.0 x A665) x 3/ 0.05



Şekil 2.5. Örneklerin spektrofotometreye yerleştirilmesi

2.2.3. LAB Sayımı

Hasat sonrası köklerden bir kısım steril falcon tüplere alınmış ve uygun oranda dilüsyonları hazırlanmıştır. Uygun dilüsyonlardan MRS agar üzerine yayma ekim yapılarak kökteki toplam laktik asit bakteri sayımı gerçekleştirilmiştir. Ekim sonrası örnekler 30 ° C anaerobik koşullarda 48 saat inkübasyona tabi tutulmuştur sonuçlar kob/gr cinsinden verilmiştir.



Şekil 2.6. İnkübatör ve anaerobik ortam

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1. Morfolojik Bulgular

Farklı fesleğen çeşitlerinde bakteri ve bakteri uygulama şeklinin gövde uzunluğu, dal sayısı ve gövde çapına etkisi Tablo 3.1'de verilmiştir. Tablo 3 1 incelendiğinde bakteri × uygulama şekli ve çeşit × bakteri × uygulama şekli interaksiyonları istatistiksel olarak önemli bulunurken ($p<0.05$), çeşit, bakteri, uygulama şekli, çeşit × bakteri ve çeşit × uygulama şekli interaksiyonu istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. En yüksek gövde uzunluğu, mor fesleğende 46.00 cm ile karışım bakteri+ toprak uygulamasında, yeşil fesleğende ise 44.17 cm ile karışım bakteri +yaprak uygulamasında belirlenmiştir. En düşük gövde uzunluğu ise mor fesleğende 32.00 cm ile besiyeri+ toprak + yaprak uygulamasında, yeşil fesleğende ise 35.50 cm ile besiyeri+ toprak + yaprak uygulamasında belirlenmiştir. Her iki çeşitte de kontrol uygulamalarında gövde uzunlukları 35.92 cm ve 36.33 cm olarak ölçülmüştür. Bakteri uygulamalarından bakteri karışım uygulamasının toprak ve yaprak uygulamaları bitki boyunda artışa sebep olmuştur.

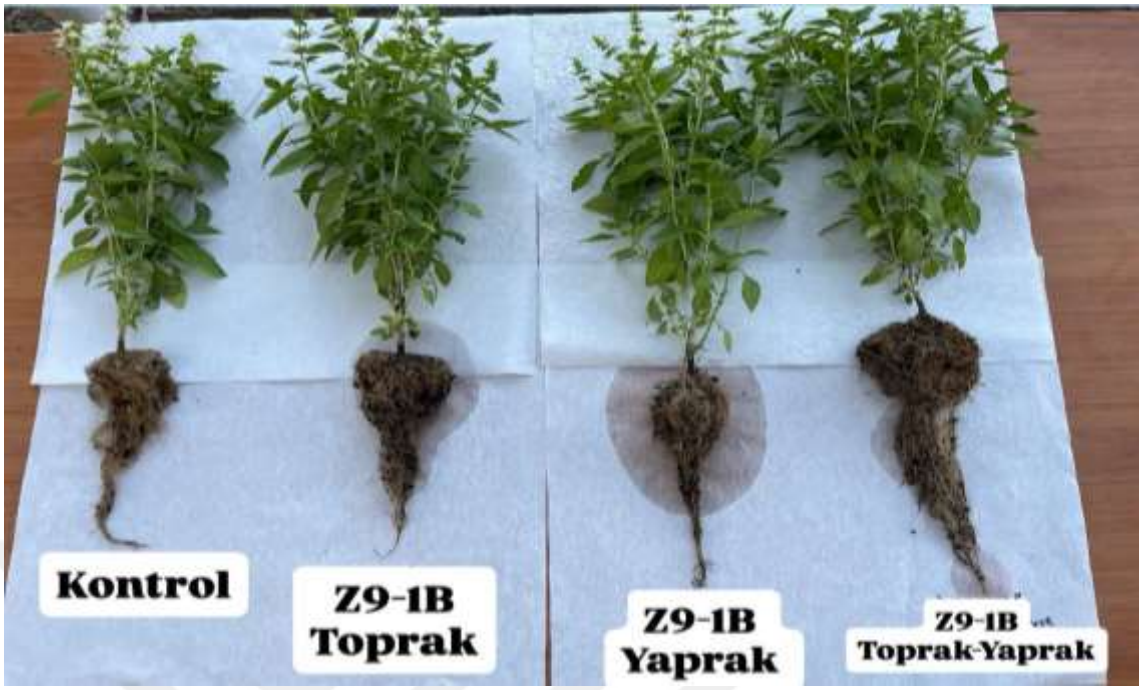
Tablo 3.1. Fesleğen çeşitlerinde farklı bakteriler ve uygulama şekillerinin gövde uzunluğu (cm), dal sayısı (adet) ve gövde çapına (cm) etkisi

Çeşit	Bakteri	Uygulama Şekli	Gövde Uzunluğu	Dal Sayısı	Gövde Çapı
Mor Fesleğen	B1	Toprak	38.67 d	31.33	4.03
	B1	Toprak+Yaprak	37.75 bcd	34.00	3.90
	B1	Yaprak	41.17 abc	35.00	4.20
	B2	Toprak	41.67 abc	24.00	4.23
	B2	Toprak+Yaprak	35.33 cd	18.67	4.03
	B2	Yaprak	40.08 abc	23.33	4.30
	Karışım	Toprak	46.00 a	27.67	4.27
	Karışım	Toprak+Yaprak	34.83 cd	16.00	4.13

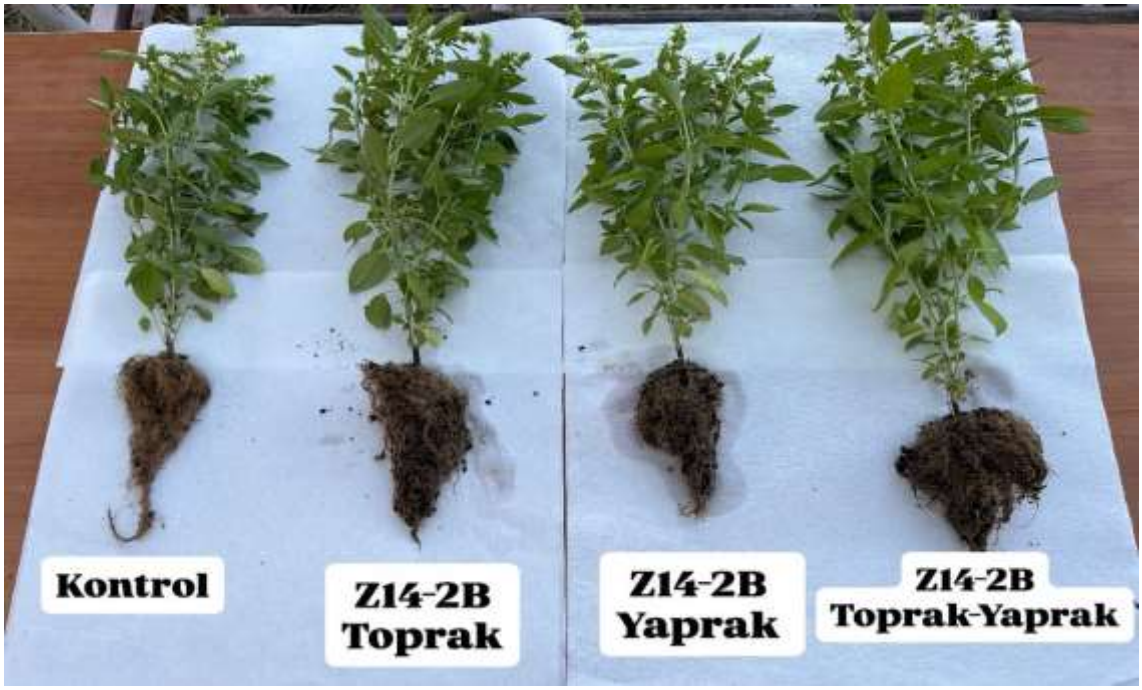
	Karışım	Yaprak	42.00 abc	22.00	4.93
	Besiyeri	Toprak	37.33 bcd	18.00	3.37
	Besiyeri	Toprak+Yaprak	32.00 d	14.67	3.77
	Besiyeri	Yaprak	41.50 abc	20.00	3.73
	B1	Toprak	36.50 bcd	14.33	3.93
	B1	Toprak+Yaprak	38.83 a-d	14.00	3.63
	B1	Yaprak	39.33 a-d	15.00	3.97
	B2	Toprak	38.00 bcd	21.00	3.80
	B2	Toprak+Yaprak	38.50 a-d	17.67	4.37
Yeşil	B2	Yaprak	42.00 abc	24.33	3.57
Fesleğen	Karışım	Toprak	38.33 a-d	22.00	4.07
	Karışım	Toprak+Yaprak	38.83 a-d	20.67	3.67
	Karışım	Yaprak	44.17 ab	22.33	4.40
	Besiyeri	Toprak	41.00 abc	21.00	4.03
	Besiyeri	Toprak+Yaprak	35.50 cd	13.00	3.87
	Besiyeri	Yaprak	39.17 a-d	18.33	3.77
Çeşit			öd	**	öd
Bakteri			*	**	*
Uygulama Şekli			**	**	öd
Çeşit x Bakteri			öd	**	öd
Çeşit x Uygulama şekli			*	öd	öd
Bakteri x Uygulama Şekli			öd	öd	öd
Çeşit x Bakteri x Uygulama Şekli			*	öd	öd

p<0.05; **p<0.01; öd: önemli değil

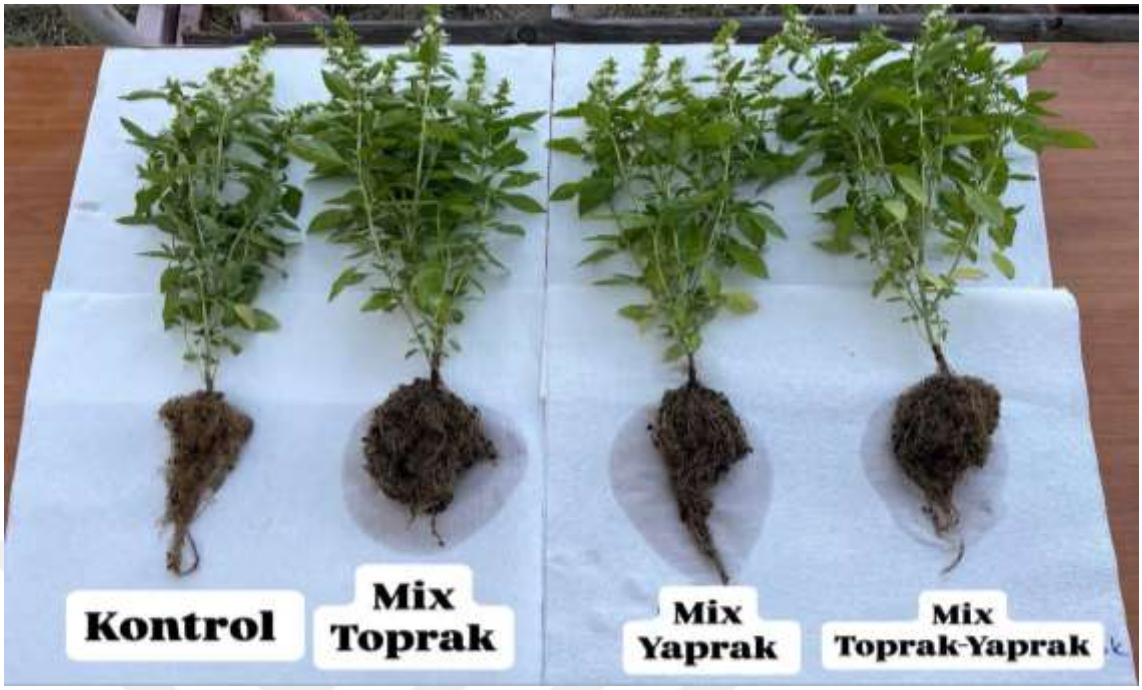
Farklı fesleğen çeşitlerinde bakteri ve bakteri uygulama şeklinin gövde yaş ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve kök boyuna etkisi Tablo 3.2'de verilmiştir. Tablo 3.2 incelendiğinde gövde yaş ağırlığında çeşit, çeşit×bakteri, çeşit×uygulama şekli, çeşit×bakteri×uygulama şekli önemsiz bulunurken, bakteri, uygulama şekli, çeşit×uygulama şekli istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). En yüksek kök yaş ağırlığı mor fesleğende 35.58 gr ile bakteri2+toprak uygulamasında, yeşil fesleğende ise 49.87 gr ile bakteri2+yaprak uygulamasında belirlenmiştir. En düşük kök yaş ağırlığı ise mor fesleğende 11.89 gr ile besiyeri toprak + yaprak uygulamasında, yeşil fesleğende ise 19.10 gr ile besiyeri, toprak + yaprak uygulamasında tespit edilmiştir. Her iki çeşitte de kontrol uygulamaları 23.78 gr ve 34.71 gr olarak bulunmuştur. Bakteri 2-toprak uygulaması mor fesleğende, bakteri 2-yaprak uygulaması ise yeşil fesleğende kök yaş ağırlığında artışa sebep olmuştur. Uygulamaların bitki kök kısmında meydana getirdiği değişiklikler Şekil 3.1 ile 3.8 arasında gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Yeşil fesleğende Z9-1B uygulamasının kök kısmına etkisi



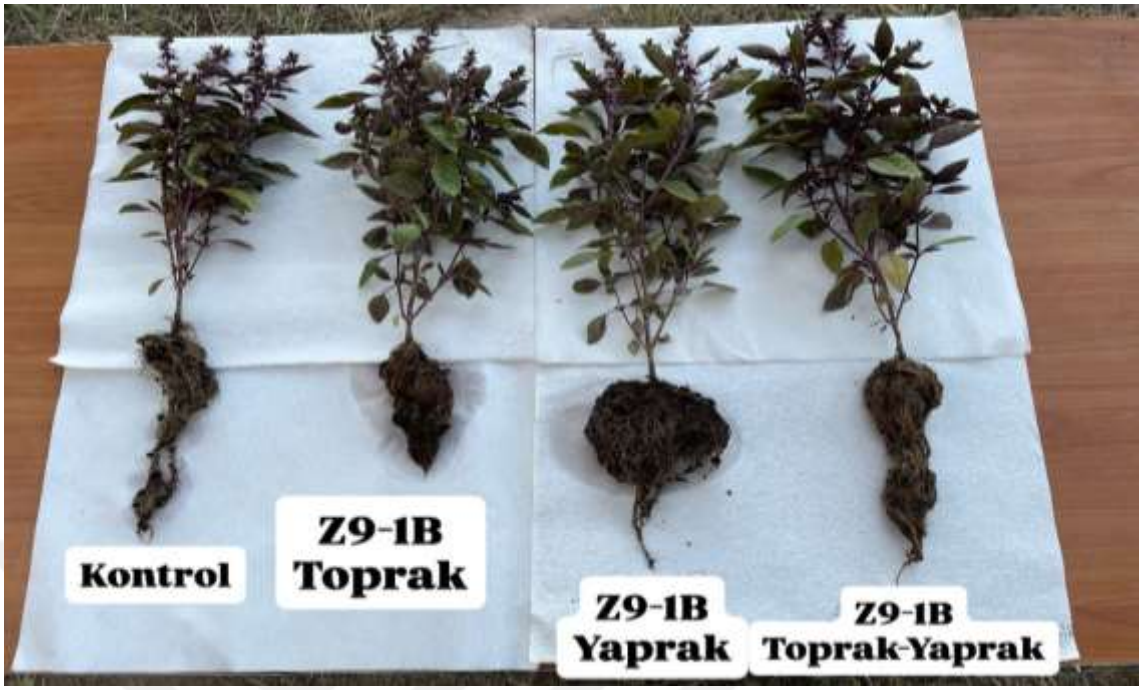
Şekil 3.2. Yeşil fesleğende Z14-2B uygulamasının kök kısmına etkisi



Şekil 3.3. Yeşil fesleğende Z9-1B+ Z14-2B uygulamasının kök kısmına etkisi



Şekil 3.4. Yeşil fesleğende besiyeri uygulamasının kök kısmına etkisi



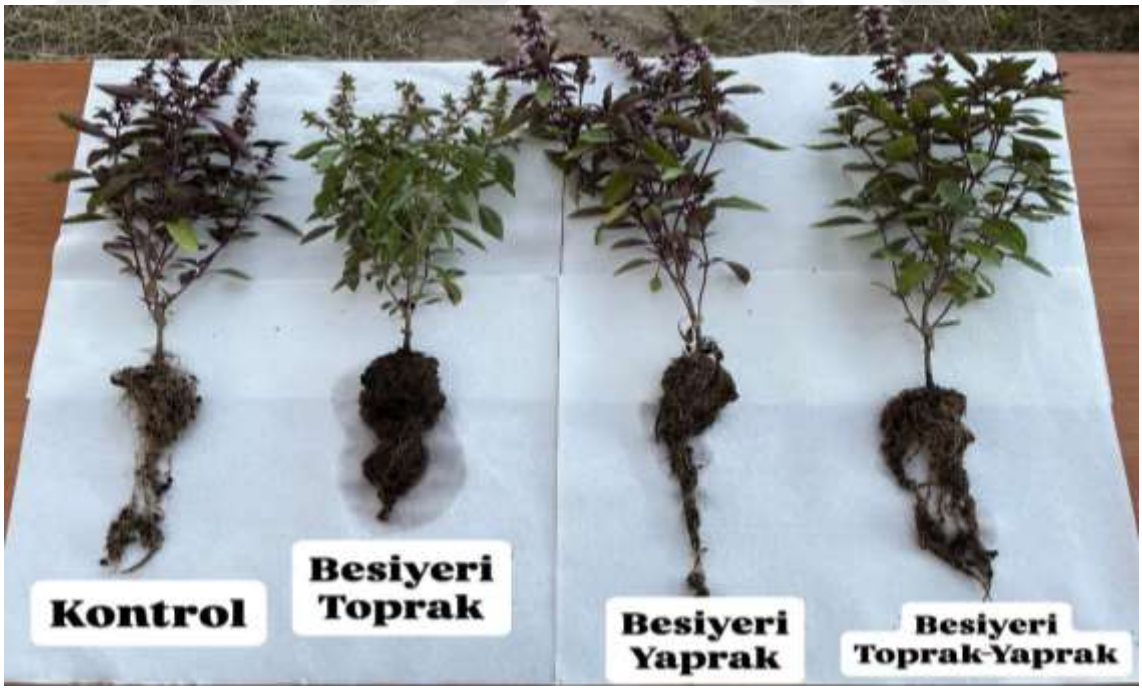
Şekil 3.5. Mor fesleğende Z9-1B uygulamasının kök kısmına etkisi



Şekil 3.6. Mor fesleğende Z14-2B uygulamasının kök kısmına etkisi



Şekil 3.7. Mor fesleğende Z9-1B+Z14-2B uygulamasının kök kısmına etkisi



Şekil 3.8. Mor fesleğende besiyeri uygulamasının kök kısmına etkisi

Tablo 3.2. Farklı bakteri ve uygulama şekillerinin gövde yaş ağırlığı (gr), kök yaş ağırlığı (gr) ve kök boyuna (cm) etkisi

Çeşit	Bakteri	Uygulama Şekli	Gövde Yaş Ağırlık	Kök Yaş Ağırlık	Kök Boyu
Mor Fesleğen	B1	Toprak	31.69	16.36 jkl	21.83
	B1	Toprak+Yaprak	31.91	34.24 b-f	20.67
	B1	Yaprak	30.97	24.14 e-l	21.00
	B2	Toprak	31.09	35.58 b-e	22.83
	B2	Toprak+Yaprak	31.57	27.37 d-j	21.00
	B2	Yaprak	31.16	28.56 d-j	24.17
	Karışım	Toprak	31.19	17.67 i-l	20.33
	Karışım	Toprak+Yaprak	30.44	14.15 kl	21.00
	Karışım	Yaprak	31.14	21.09 g-l	26.67
	Besiyeri	Toprak	26.47	15.64 jkl	23.17
	Besiyeri	Toprak+Yaprak	25.18	11.89 l	21.83
	Besiyeri	Yaprak	30.08	13.01 kl	21.33
Yeşil Fesleğen	B1	Toprak	33.73	21.88 f-l	21.83
	B1	Toprak+Yaprak	34.63	44.50 ab	20.83
	B1	Yaprak	38.51	32.78 b-g	24.17
	B2	Toprak	32.35	30.72 c-i	22.67
	B2	Toprak+Yaprak	36.99	42.96 abc	20.67
	B2	Yaprak	42.44	49.87 a	20.50
	Karışım	Toprak	32.77	31.53 b-h	19.17
	Karışım	Toprak+Yaprak	33.55	36.21 b-e	20.67
	Karışım	Yaprak	39.38	39.60 a-d	19.67
	Besiyeri	Toprak	31.20	25.53 e-k	23.67
	Besiyeri	Toprak+Yaprak	28.04	19.10 h-l	17.25
	Besiyeri	Yaprak	35.27	36.49 b-e	20.17
Çeşit			**	**	öd
Bakteri			**	**	öd
Uygulama Şekli			**	**	öd
Çeşit x Bakteri			öd	*	öd
Çeşit x Uygulama şekli			*	**	öd
Bakteri x Uygulama Şekli			öd	**	öd
Çeşit x Bakteri x Uygulama Şekli			öd	*	öd

p<0.05; **p<0.01; öd: önemli değil

Farklı fesleğen çeşitlerinde bakteri ve bakteri uygulama şeklinin L*a*b parametrelerine etkisi Tablo 3.3'de verilmiştir. Tablo 3.3 incelendiğinde L* değeri için bütün tekli ve çoklu etkiler önemsiz bulunmuştur. a* ve b* değeri için çeşit, çeşit × bakteri, uygulama şekli önemsiz bulunurken, bakteri, çeşit × uygulama şekli %0.05 düzeyinde, bakteri × uygulama şekli, çeşit × bakteri× uygulama şekli %0.01 düzeyde önemli bulunmuştur. En yüksek L* değeri mor fesleğende 53.22 ile bakteri1, toprak uygulamasında, yeşil fesleğende ise 54.78 ile bakteri2 ve toprak uygulamasında belirlenmiştir. En düşük L* değeri ise mor fesleğende 36.26 ile karışım, yaprak uygulamasında, yeşil fesleğende ise 50.16 ile bakteri1, yaprak uygulamasında belirlenmiştir. Her iki çeşitte de kontrol uygulamaları 52.22 ve 54.10 olarak bulunmuştur.

En yüksek a* değeri mor fesleğende -6.86 ile bakteri1, toprak+yaprak uygulamasında, yeşil fesleğende ise -11.89 ile bakteri1 ve toprak+yaprak uygulamasında belirlenmiştir. En düşük a* değeri ise mor fesleğende -23.18 ile karışım, toprak uygulamasında, yeşil fesleğende ise -13.09 ile bakteri1, toprak uygulamasında belirlenmiştir. Her iki çeşitte de kontrol uygulamaları -11.81 ve -12.24 olarak bulunmuştur. Bakteri uygulamalarından toprak+yaprak uygulaması a* değerinde artışa sebep olmuştur.

En yüksek b* değeri mor fesleğende 40.81 ile karışım, toprak uygulamasında, yeşil fesleğende ise 35.08 ile bakteri2 ve toprak+yaprak uygulamasında belirlenmiştir. En düşük b* değeri ise mor fesleğende 8.94 ile karışım, yaprak uygulamasında, yeşil fesleğende ise 30.39 ile Bakteri1, yaprak uygulamasında belirlenmiştir. Her iki çeşitte de kontrol uygulamaları 26.63 ve 32.63 olarak bulunmuştur. Bakteri uygulamalarından toprak, toprak+yaprak uygulaması b* değerinde artışa sebep olmuştur.

Tablo 3.3. Farklı bakteri ve uygulama şekillerinin L*a*b değerine etkisi

Çeşit	Bakteri	Uygulama Şekli	L	a*	b*
	B1	Toprak	48.03	-6.91 a	19.17 f
	B1	Toprak+Yaprak	53.22	-6.86 a	16.62 f
	B1	Yaprak	48.05	-11.52 b	20.66 f
	B2	Toprak	47.58	-21.30 fg	35.14 b
	B2	Toprak+Yaprak	49.23	-17.85 ef	26.69 e
Mor	B2	Yaprak	48.60	-21.27 fg	32.55 bc
Fesleğen	Karışım	Toprak	42.12	-23.18 g	40.81 a
	Karışım	Toprak+Yaprak	45.36	-16.09 de	26.94 de
	Karışım	Yaprak	36.26	-15.64 cde	8.94 g
	Besiyeri	Toprak	45.91	-20.73 fg	31.64 b-e
	Besiyeri	Toprak+Yaprak	46.51	-17.59 ef	30.40 b-e
	Besiyeri	Yaprak	45.45	-20.46 fg	28.68 cde
	B1	Toprak	52.89	-13.09 bcd	34.50 b
	B1	Toprak+Yaprak	54.14	-11.89 bc	32.94 bc
	B1	Yaprak	50.16	-12.45 bcd	30.39 b-e
	B2	Toprak	54.78	-12.55 bcd	34.25 b
	B2	Toprak+Yaprak	54.58	-12.59 bcd	35.08 b
Yeşil	B2	Yaprak	53.19	-12.39 bcd	32.19 bcd
Fesleğen	Karışım	Toprak	55.62	-12.33 bc	35.32 b
	Karışım	Toprak+Yaprak	54.00	-12.11 bc	31.81 b-e
	Karışım	Yaprak	53.88	-12.08 bc	32.39 bc
	Besiyeri	Toprak	52.52	-12.41 bcd	32.87 bc
	Besiyeri	Toprak+Yaprak	54.53	-12.31 bcd	33.15 bc
	Besiyeri	Yaprak	53.76	-12.25 bcd	33.29 bc
	Çeşit		**	**	**
	Bakteri		*	**	**
	Uygulama Şekli		*	**	**

Çeşit x Bakteri	**	**	**
Çeşit x Uygulama şekli	öd	*	**
Bakteri x Uygulama Şekli	öd	**	**
Çeşit x Bakteri x Uygulama Şekli	öd	**	**

Farklı fesleğen çeşitlerinde bakteri ve bakteri uygulama şeklinin kök kuru ağırlığı, yaprak en ve yaprak boyuna etkisi Tablo 3.4'de verilmiştir. Tablo 3.4 incelendiğinde kök kuru ağırlığı için çeşit, uygulama şekli, çeşit×bakteri, çeşit×uygulama şekli önemsiz bulunurken, bakteri %0.05 düzeyinde, bakteri×uygulama şekli, çeşit×bakteri×uygulama şekli %0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek kök kuru ağırlığı mor fesleğende 8.01 gr ile bakteri2, toprak uygulamasında, yeşil fesleğende ise 10.46 gr ile bakteri2 ve yaprak uygulamasında belirlenmiştir. En düşük kök kuru ağırlığı ise mor fesleğende 2.62 gr ile besiyeri, toprak + yaprak uygulamasında, yeşil fesleğende ise 3.91 gr ile bakteri1, toprak uygulamasında belirlenmiştir. Her iki çeşitte de kontrol uygulamaları 3.53 gr ve 6.18 gr olarak bulunmuştur. Bakteri2 uygulamasının toprak uygulaması ve yaprak uygulamaları kök yaş ağırlığında artışa sebep olmuştur.

Yaprak boy değerlerine bakıldığında çeşit önemsiz bulunurken, bakteri x uygulama şekli, çeşit x bakteri x uygulama şekli %0.05 düzeyinde, bakteri, uygulama şekli, çeşit x bakteri, çeşit x uygulama şekli %0.01 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek yaprak boy değerleri mor fesleğende 58.53 cm ile karışım bakteri, yaprak uygulamasında, yeşil fesleğende ise 58.30 cm ile bakteri2 ve yaprak uygulamasında belirlenmiştir. En düşük yaprak boy değerleri ise mor fesleğende 42.40 cm ile besiyeri, toprak + yaprak uygulamasında, yeşil fesleğende ise 42 cm ile besiyeri, toprak + yaprak uygulamasında belirlenmiştir. Bakteri2 -karışım bakteri ve yaprak uygulamaları yaprak boy değerlerinde artışa sebep olmuştur.

Tablo 3.4. Farklı bakteri ve uygulama şekillerinin kök kuru ağırlığı (gr), yaprak en (cm) ve yaprak boyuna (cm) etkisi

Çeşit	Bakteri	Uygulama Şekli	Kök Kuru Ağırlık	Yaprak En	Yaprak Boy
Mor Fesleğen	B1	Toprak	3.82 d-g	22.77	47.14 b-e
	B1	Toprak+Yaprak	7.87 abc	23.07	44.17 de
	B1	Yaprak	4.13 d-g	22.66	51.20 a-e
	B2	Toprak	8.01 abc	27.03	50.17 a-e
	B2	Toprak+Yaprak	6.92 bcd	23.60	48.11 b-e
	B2	Yaprak	6.76 bcd	27.40	53.23 a-d
	Karışım	Toprak	3.81 d-g	29.83	55.18 abc
	Karışım	Toprak+Yaprak	4.49 d-g	20.93	46.87 cde

	Karışım	Yaprak	5.63 c-f	27.67	58.53 a
	Besiyeri	Toprak	3.39 e-g	19.83	43.73 e
	Besiyeri	Toprak+Yaprak	2.62 fg	19.67	42.40 e
	Besiyeri	Yaprak	2.65 fg	22.37	48.20 b-e
	B1	Toprak	3.91 d-g	21.53	44.87 de
	B1	Toprak+Yaprak	8.96 ab	25.47	56.47 ab
	B1	Yaprak	6.00 b-e	21.17	50.63 a-e
	B2	Toprak	6.27 b-e	24.27	45.43 de
	B2	Toprak+Yaprak	6.66 bcd	24.73	53.13 a-d
Yeşil	B2	Yaprak	10.46 a	23.00	58.30 a
Fesleğen	Karışım	Toprak	4.22 d-g	21.37	43.43 e
	Karışım	Toprak+Yaprak	8.21 abc	21.03	43.57 e
	Karışım	Yaprak	5.39 c-f	22.70	48.40 b-e
	Besiyeri	Toprak	5.37 c-f	19.73	43.53 e
	Besiyeri	Toprak+Yaprak	2.17 g	18.40	42.00 e
	Besiyeri	Yaprak	7.80 abc	22.27	44.90 de
Çeşit			**	*	öd
Bakteri			**	**	**
Uygulama Şekli			**	*	**
Çeşit x Bakteri			öd	*	**
Çeşit x Uygulama şekli			*	*	**
Bakteri x Uygulama Şekli			**	*	*
Çeşit x Bakteri x Uygulama Şekli			**	öd	*

p<0.05; **p<0.01; öd: önemli değil

3.2. Biyokimyasal Bulgular

Farklı fesleğen çeşitlerinde bakteri ve bakteri uygulama şeklinin fenolik madde miktarı ve FRAP antioksidan aktivitesine etkisi Tablo 3.5'de verilmiştir. Tablo 3.5 incelendiğinde bakteri uygulamaları %0.05 düzeyinde, bakteri×uygulama şekli yaprak ve çiçek fenolik için %0.01 düzeyinde, FRAP çiçek için çeşit×bakteri×uygulama şekli %0.01 düzeyde önemli bulunurken, çeşit, uygulama şekli, çeşit bakteri, çeşit uygulama şekli önemsiz bulunmuştur. En yüksek çiçek fenolik madde miktarı mor fesleğende 50.41 mg GAE/g ile bakteri1, toprak uygulamasında, yeşil fesleğende ise 43.92 mg GAE/g ile bakteri2 ve yaprak uygulamasında belirlenmiştir. En düşük çiçek fenolik madde miktarı ise mor fesleğende 32.41 mg GAE/g ile besiyeri, yaprak uygulamasında, yeşil fesleğende ise 36.46 mg GAE/g ile besiyeri, yaprak uygulamasında belirlenmiştir. Her iki çeşitte de kontrol uygulamaları 36.90 ve 35.84 mg GAE/g olarak bulunmuştur. Bakteri uygulamalarının toprak uygulaması ve yaprak uygulamaları çiçekteki fenolik madde miktarında artışa sebep olmuştur.

En yüksek yaprak fenolik madde miktarı mor fesleğende 35.92 mg GAE/g ile bakteri2, toprak yaprak uygulamasında, yeşil fesleğende ise 28.06 mg GAE/g ile bakteri1 ve toprak uygulamasında belirlenmiştir. En düşük yaprak fenolik madde miktarı ise mor fesleğende 22.21 mg GAE/g ile besiyeri, yaprak uygulamasında, yeşil fesleğende ise 18.31 mg GAE/g ile karışım, toprak uygulamasında belirlenmiştir. Her iki çeşitte de kontrol uygulamaları 28.13 ve 24.23 mg GAE/g olarak bulunmuştur. Bakteri uygulamalarının toprak uygulaması ve toprak yaprak uygulamaları yapraktaki fenolik madde miktarında artışa sebep olmuştur.

En yüksek çiçekteki FRAP antioksidan aktivite miktarı mor fesleğende 81.47 mg AAE/g ile bakteri2, toprak uygulamasında, yeşil fesleğende ise 72.55 mg AAE/g ile bakteri2 ve yaprak uygulamasında belirlenmiştir. Yapraktaki en düşük FRAP antioksidan aktivite miktarı ise mor fesleğende 52.32 mg AAE/g ile bakteri2, yaprak uygulamasında, yeşil fesleğende ise 55.23 mg AAE/g ile karışım, toprak yaprak uygulamasında belirlenmiştir. Her iki çeşitte de kontrol uygulamaları 68.03 ve 63.36 mg AAE/g olarak bulunmuştur. Bakteri2 uygulamasının toprak uygulaması ve yaprak uygulamaları yapraktaki FRAP antioksidan aktivite miktarında artışa sebep olmuştur.

Tablo 3.5. Farklı bakteri ve uygulama şekillerinin fenolik madde miktarı (mg GAE/g) ve çiçekte FRAP (mg AAE/g) miktarına etkisi

Çeşit	Bakteri	Uygulama Şekli	Çiçek Fenolik	Yaprak Fenolik	FRAP Çiçek
Mor Fesleğen	B1	Toprak	50.41 a	27.07 de	76.10 abc
	B1	Toprak+Yaprak	40.35 b-f	22.84 d-h	62.00 d-h
	B1	Yaprak	42.88 b-e	33.72 a	69.42 a-f
	B2	Toprak	45.67 ab	32.07 ab	81.47 a
	B2	Toprak+Yaprak	37.58 d-g	35.92 a	63.76 c-h
	B2	Yaprak	33.69 g	24.45 c-f	52.32 h
	Karışım	Toprak	43.97 b	25.33 c-f	68.07 b-g
	Karışım	Toprak+Yaprak	32.16 g	24.16 c-g	56.67 fgh
	Karışım	Yaprak	41.92 b-f	26.78 cde	62.04 d-h
	Besiyeri	Toprak	43.38 bcd	26.58 cde	78.67 ab
	Besiyeri	Toprak+Yaprak	40.13 b-f	27.06 cd	70.23 a-e
	Besiyeri	Yaprak	32.41 g	22.21 d-h	58.11 e-h
Yeşil Fesleğen	B1	Toprak	40.35 b-f	28.06 bc	64.58 c-h
	B1	Toprak+Yaprak	42.53 b-e	26.72 cde	63.98 c-h
	B1	Yaprak	43.51 bc	23.34 c-g	65.44 b-h
	B2	Toprak	37.33 efg	24.37 c-f	61.73 d-h
	B2	Toprak+Yaprak	37.83 c-g	23.15 c-h	55.86 gh
	B2	Yaprak	43.92 b	24.77 c-f	72.55 a-d

Karışım	Toprak	43.75 b	18.31 h	67.06 b-g
Karışım	Toprak+Yaprak	37.24 efg	19.32 gh	55.23 gh
Karışım	Yaprak	37.12 efg	21.57 fgh	56.38 gh
Besiyeri	Toprak	40.59 b-f	22.81 d-h	59.54 d-h
Besiyeri	Toprak+Yaprak	37.17 efg	23.04 d-h	59.61 d-h
Besiyeri	Yaprak	36.46 fg	22.04 e-h	57.67 e-h
Çeşit		öd	**	**
Bakteri		**	**	*
Uygulama Şekli		**	öd	**
Çeşit x Bakteri		öd	**	*
Çeşit x Uygulama şekli		**	öd	**
Bakteri x Uygulama Şekli		**	*	*
Çeşit x Bakteri x Uygulama Şekli		**	**	**

p<0.05; **p<0.01; öd: önemli değil

Farklı fesleğen çeşitlerinde bakteri ve bakteri uygulama şeklinin CUPRAC antioksidan aktivitesi ve yaprakta FRAP antioksidan aktivitesine etkisi Tablo 3.6'da verilmiştir. Tablo 3.6 incelendiğinde bakteri uygulamaları %0.05 düzeyde, bakteri×uygulama şekli, çeşit×bakteri×uygulama şekli %0.01 düzey de önemli bulunurken çeşit, uygulama şekli, çeşit bakteri, çeşit uygulama şekli önemsiz bulunmuştur. Yapraktaki en yüksek FRAP antioksidan aktivite mor fesleğende 54.87 mg AAE/g ile bakteri2, toprak yaprak uygulamasında, yeşil fesleğende ise 43.31 mg AAE/g ile besiyeri ve toprak uygulamasında belirlenmiştir. Yapraktaki en düşük FRAP miktarı ise mor fesleğende 28.76 mg AAE/g ile besiyeri, yaprak uygulamasında, yeşil fesleğende ise 27.63 mg AAE/g ile karışım, toprak uygulamasında belirlenmiştir. Her iki çeşitte de kontrol uygulamaları 47.26 ve 33.78 mg AAE/g olarak bulunmuştur. Bakteri ve besiyeri uygulamalarının toprak yaprak uygulaması ve toprak uygulamaları yapraktaki FRAP miktarında artışa sebep olmuştur.

Yapraktaki en yüksek CUPRAC antioksidan aktivite miktarı mor fesleğende 58.13 mM TE ile bakteri1, yaprak uygulamasında, yeşil fesleğende ise 63.86 mM TE ile besiyeri ve toprak uygulamasında belirlenmiştir. Yapraktaki en düşük CUPRAC antioksidan aktivite miktarı ise mor fesleğende 25.94 mM TE ile karışım, toprak uygulamasında, yeşil fesleğende ise 30.77 mM TE ile karışım, toprak uygulamasında belirlenmiştir. Her iki Çeşitte de kontrol uygulamaları 40.54 ve 36.88 mM TE olarak bulunmuştur. Bakteri ve besiyeri uygulamalarının yaprak ve toprak uygulamaları yapraktaki CUPRAC antioksidan aktivite miktarında artışa sebep olmuştur.

Çiçekteki en yüksek CUPRAC antioksidan aktivite miktarı mor fesleğende 74.23 mM TE ile besiyeri, yaprak uygulamasında, yeşil fesleğende ise 74.66 mM TE ile bakteri2 ve yaprak uygulamasında belirlenmiştir. Yapraktaki en düşük CUPRAC antioksidan aktivite miktarı ise mor fesleğende 41.65 mM TE ile bakteri2, toprak yaprak uygulamasında, yeşil fesleğende ise 51.94 mM TE ile karışım, yaprak uygulamasında belirlenmiştir. Her iki çeşitte de kontrol uygulamaları 65.96 ve 72.18 mM TE olarak bulunmuştur. Besiyeri ve bakteri2 uygulamasının yaprak uygulamaları çiçekteki CUPRAC antioksidan aktivite miktarında artışa sebep olmuştur.

Tablo 3.6. Farklı bakteri ve uygulama şekillerinin yaprakta FRAP (mg AAE/g) ve CUPRAC (mM TE) antioksidan aktivitesine etkisi

Çeşit	Bakteri	Uygulama Şekli	FRAP Yaprak	CUPRAC Yaprak	CUPRAC Çiçek
Mor Fesleğen	B1	Toprak	44.68 bcd	47.68 cde	63.10 a-e
	B1	Toprak+Yaprak	33.51 ijk	35.03 f-i	42.09 i
	B1	Yaprak	48.08 bc	58.13 ab	45.66 ghi
	B2	Toprak	50.22 ab	41.16 d-g	63.10 a-e
	B2	Toprak+Yaprak	54.87 a	31.43 ijk	41.65 i
	B2	Yaprak	34.09 ijk	32.11 h-k	44.66 hi
	Karışım	Toprak	36.56 f-i	25.94 k	69.89 abc
	Karışım	Toprak+Yaprak	33.24 ijk	26.92 jk	50.93 f-i
	Karışım	Yaprak	36.87 e-i	32.19 h-k	73.63 a
	Besiyeri	Toprak	36.51 f-i	30.17 ijk	65.82 a-d
	Besiyeri	Toprak+Yaprak	40.92 d-h	45.45 cde	64.79 a-d
	Besiyeri	Yaprak	28.76 jk	31.56 ijk	74.23 a
Yeşil Fesleğen	B1	Toprak	41.55 def	42.23 def	61.13 b-f
	B1	Toprak+Yaprak	41.35 d-g	48.45 cd	59.06 c-f
	B1	Yaprak	34.74 hij	31.59 ijk	58.05 def
	B2	Toprak	37.77 e-i	39.88 e-h	55.38 d-h
	B2	Toprak+Yaprak	34.99 g-j	33.33 g-k	57.42 d-g
	B2	Yaprak	38.96 d-i	36.83 f-i	74.66 a
	Karışım	Toprak	27.63 k	30.77 ijk	63.26 a-e
	Karışım	Toprak+Yaprak	32.52 ijk	31.83 ijk	71.74 ab
	Karışım	Yaprak	40.76 d-h	51.56 bc	51.94 e-i
	Besiyeri	Toprak	43.31 cde	63.86 a	59.17 c-f
	Besiyeri	Toprak+Yaprak	34.56 hij	34.75 f-j	64.05 a-d
	Besiyeri	Yaprak	36.09 f-i	44.82 cde	52.13 e-i
Çeşit			**	**	*
Bakteri			**	**	**
Uygulama Şekli			*	**	**
Çeşit x Bakteri			**	**	**
Çeşit x Uygulama şekli			**	*	**
Bakteri x Uygulama Şekli			**	**	**
Çeşit x Bakteri x Uygulama Şekli			**	**	**

p<0.05; **p<0.01; öd: önemli değil

Farklı fesleğen çeşitlerinde bakteri ve bakteri uygulama şeklinin DPPH miktarına etkisi Tablo 3.7'de verilmiştir. Tablo 3.7 incelendiğinde bakteri uygulamaları %0.05 düzeyde, bakteri×uygulama şekli %0.01 düzeyde, çeşit×bakteri×uygulama şekli ise yaprak için %0.01 çiçek için %0.05 düzeyde önemli bulunurken çeşit, uygulama şekli, çeşit bakteri, çeşit uygulama şekli önemsiz bulunmuştur. Yapraktaki en yüksek DPPH antiradikal aktivite miktarı mor fesleğende %40.92 ile bakteri2, toprak yaprak uygulamasında, yeşil fesleğende ise %57.44 ile bakteri2 ve yaprak uygulamasında belirlenmiştir. Yapraktaki en düşük DPPH antiradikal aktivite miktarı ise mor fesleğende %21.40 ile besiyeri, toprak uygulamasında, yeşil fesleğende ise %44.10 ile karışım, toprak yaprak uygulamasında belirlenmiştir. Her iki çeşitte de kontrol uygulamaları %34.91 ve %52.90 olarak bulunmuştur. Mor ve yeşil fesleğende Bakteri2 uygulamalarının toprak yaprak uygulaması ve yaprak uygulaması yapraktaki DPPH antiradikal aktivite miktarın da artışa sebep olmuştur.

Çiçekteki en yüksek DPPH antiradikal aktivite miktarı mor fesleğende %58.32 ile bakteri2, toprak uygulamasında, yeşil fesleğende ise %33.37 ile besiyeri ve toprak uygulamasında belirlenmiştir. Çiçekteki en düşük DPPH antiradikal aktivite miktarı ise mor fesleğende 37.83 ile bakteri2, yaprak uygulamasında, yeşil fesleğende ise %23.06 ile karışım, toprak uygulamasında belirlenmiştir. Her iki çeşitte de kontrol uygulamaları %47.33 ve %25.28 olarak bulunmuştur. Bakteri2 ve besiyeri uygulamasının toprak uygulamaları çiçekteki DPPH antiradikal aktivite miktarında artışa sebep olmuştur.

Farklı fesleğen çeşitlerinde bakteri ve bakteri uygulama şeklinin LAB sayımı miktarına etkisi Tablo 3.7'de verilmiştir. Tablo 3.7 incelendiğinde LAB sayımı sonuçlarında bakteri, uygulama şekli, çeşit×uygulama şekli, çeşit×bakteri×uygulama şekli önemsiz bulunurken, çeşit, çeşit×bakteri, çeşit×bakteri×uygulama şekli, %0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Mor fesleğende en yüksek LAB miktarı 5.25 log kob/gr ile karışım-yaprak uygulamasında, yeşil fesleğende 4.86 log kob/gr ile bakteri2-yaprak uygulamasında belirlenmiştir. Her iki çeşitte de kontrol uygulamaları 3.90 log kob/gr ve 4.04 log kob/gr olarak bulunmuştur. Mor ve yeşil fesleğende karışım ve bakteri2 uygulamalarının yaprak uygulaması LAB miktarında artışa sebep olmuştur.

Tablo 3.7. Farklı bakteri ve uygulama şekillerinin DPPH (%inhibisyon) antiradikal aktivitesine ve LAB sayısına (log kob/gr) etkisi

Çeşit	Bakteri	Uygulama Şekli	DPPH Yaprak	DPPH Çiçek	LAB sayısı (log kob/gr)
	B1	Toprak	26.49 jk	58.25 a	5.19
	B1	Toprak+Yaprak	25.28 jl	50.13 abc	5.00
	B1	Yaprak	36.02 hi	48.13 bcd	5.07
	B2	Toprak	38.02 gh	58.32 a	3.90
	B2	Toprak+Yaprak	40.92 fgh	46.28 b-e	4.27
	B2	Yaprak	27.75 jl	37.83 efg	4.86
	Karışım	Toprak	28.75 j	44.46 b-e	4.44
Mor	Karışım	Toprak+Yaprak	24.45 jk	40.24 def	3.90
Fesleğen	Karışım	Yaprak	28.36 j	42.60 cde	5.25
	Besiyeri	Toprak	26.77 jk	52.82 ab	5.09
	Besiyeri	Toprak+Yaprak	29.89 ij	47.58 bcd	4.68
	Besiyeri	Yaprak	21.40 k	40.35 def	3.90
	B1	Toprak	54.43 ab	32.51 fgh	4.57
	B1	Toprak+Yaprak	52.07 abc	31.90 f-i	4.45
	B1	Yaprak	52.68 abc	25.97 hi	4.38
	B2	Toprak	51.29 a-d	29.74 ghi	4.04
	B2	Toprak+Yaprak	45.03 d-g	25.53 hi	4.18
	B2	Yaprak	57.44 a	28.66 ghi	4.86
	Karışım	Toprak	55.08 ab	23.06 i	4.73
Yeşil	Karışım	Toprak+Yaprak	44.10 efg	26.04 hi	4.04
Fesleğen	Karışım	Yaprak	46.85 c-f	33.13 fgh	4.79
	Besiyeri	Toprak	48.57 b-f	33.37 fgh	4.41
	Besiyeri	Toprak+Yaprak	46.13 c-f	30.46 ghi	4.71
	Besiyeri	Yaprak	44.65 d-g	27.97 hi	4.04
Çeşit			**	**	*
Bakteri			**	**	öd
Uygulama Şekli			*	**	öd
Çeşit x Bakteri			**	*	*
Çeşit x Uygulama şekli			**	**	öd
Bakteri x Uygulama Şekli			**	**	*
Çeşit x Bakteri x Uygulama Şekli			**	*	öd

p<0.05; **p<0.01; öd: önemli değil

Farklı fesleğen çeşitlerinde bakteri ve bakteri uygulama şeklinin klorofil miktarına etkisi Tablo 8'de verilmiştir. Tablo 8 incelendiğinde klorofilin çiçek sonuçlarında çeşit×uygulama şekli önemsiz bulunurken, çeşit, bakteri, uygulama şekli, çeşit×bakteri, bakteri×uygulama şekli, çeşit×bakteri, uygulama şekli %0.01 düzeyinde önemli

bulunmuştur. Yaprak klorofil miktarı için bakteri, uygulama şekli, çeşit×bakteri×uygulama şekli önemsiz bulunurken çeşit %0.05 önemli, çeşit×bakteri, çeşit× uygulama şekli, bakteri×uygulama şekli %0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Çiçekteki en yüksek klorofil miktarı mor fesleğende 431.14 µg/g ile bakteri1, toprak uygulamasında, yeşil fesleğende ise 414.59 µg/g ile bakteri1 ve toprak uygulamasında belirlenmiştir. Çiçekteki en düşük klorofil miktarı ise mor fesleğende 264.01 ile bakteri2, yaprak uygulamasında, yeşil fesleğende ise 240.52 µg/g ile besiyeri, toprak uygulamasında belirlenmiştir. Her iki çeşitte de kontrol uygulamaları 276.43 ve 317.72 µg/g olarak bulunmuştur. Mor ve yeşil fesleğende bakteri1 uygulamalarının toprak uygulaması çiçekteki klorofil miktarında artışa sebep olmuştur.

Yapraktaki en yüksek klorofil miktarı mor fesleğende 349.74 µg/g ile bakteri1, yaprak uygulamasında, yeşil fesleğende ise 508.99 µg/g ile karışım ve yaprak uygulamasında belirlenmiştir. Yapraktaki en düşük klorofil miktarı ise mor fesleğende 171.14 ile karışım, toprak uygulamasında, yeşil fesleğende ise 248.79 µg/g ile bakteri1, toprak+yaprak uygulamasında belirlenmiştir. Her iki çeşitte de kontrol uygulamaları 284.78 ve 253.52 µg/g olarak bulunmuştur. Mor ve yeşil fesleğende Bakteri1 ve karışım uygulamalarının yaprak uygulaması yapraktaki klorofil miktarın da artışa sebep olmuştur.

Tablo 3.8. Farklı bakteri ve uygulama şekillerinin çiçek ve yaprak klorofil miktarına (µg/g) etkisi

Çeşit	Bakteri	Uygulama Şekli	Çiçek Klorofil	Yaprak Klorofil
Mor Fesleğen	B1	Toprak	431.14 a	211.14
	B1	Toprak+Yaprak	424.99 a	285.87
	B1	Yaprak	305.10 c-g	349.74
	B2	Toprak	317.72 c-g	253.52
	B2	Toprak+Yaprak	293.84 c-h	237.47
	B2	Yaprak	264.01 d-h	189.68
	Karışım	Toprak	345.79 a-e	171.14
	Karışım	Toprak+Yaprak	317.72 c-g	253.52
	Karışım	Yaprak	318.88 c-f	239.63
	Besiyeri	Toprak	310.61 c-g	218.18
	Besiyeri	Toprak+Yaprak	304.60 c-g	218.61
	Besiyeri	Yaprak	317.72 c-g	253.52
	B1	Toprak	414.59 ab	258.26
	B1	Toprak+Yaprak	359.24 abc	248.79
	B1	Yaprak	276.43 c-h	284.78
	B2	Toprak	250.72 fgh	403.60
	B2	Toprak+Yaprak	312.78 c-g	329.67

Yeşil Fesleğen	B2	Yaprak	226.52 gh	367.46
	Karışım	Toprak	276.43 c-h	284.78
	Karışım	Toprak+Yaprak	285.64 c-h	446.44
	Karışım	Yaprak	278.09 c-h	508.99
	Besiyeri	Toprak	240.52 fgh	365.10
	Besiyeri	Toprak+Yaprak	276.43 fgh	284.78
	Besiyeri	Yaprak	284.06 c-h	399.86
Çeşit			**	**
Bakteri			**	öd
Uygulama Şekli			**	öd
Çeşit x Bakteri			**	*
Çeşit x Uygulama şekli			öd	*
Bakteri x Uygulama Şekli			**	*
Çeşit x Bakteri x Uygulama Şekli			*	öd

p<0.05; **p<0.01; öd: önemli değil

4. BÖLÜM

TARTIŞMA-SONUÇ ve ÖNERİLER

4.1. Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Son yıllarda çevre dostu, kimyasal madde içermeyen tarım uygulamalarına yönelik eğilim artmaktadır (Lahmamsi et al., 2024). Bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler (PGPR), besin emilimini geliştirmek, fitohormon üretmek aynı zamanda biyotik stres yönetimi sağlayarak bitki büyümesini teşvik eder. PGPR stres koşullarını iyileştirme, besin kaynağı, fitohormon üretimindeki rolü ile tarım arazilerinde verim arttırıcı olarak kullanılmaktadır (Shah et al., 2021). Bitki gelişiminde önemli rol oynayan PGPR'lerin bazıları *Pseudomonas, Azospirillum, Azotobacter, Bacillus, Burkholdaria, Enterobacter, Rhizobium, Erwinia, Mycobacterium, Mesorhizobium* ve *Flavobacterium* şeklinde sıralanabilir. PGPR'lar bazı tarım için kullanılan bazı kimyasal ilaçlarla karşılaştırıldığında bitki gelişimini teşvik ettiği bilinmektedir. Mahsul büyümesi ve alınan üründe verimin artmasını desteklerler (Çakmakçı, 2005). Bitki gelişimi için kullanılan PGPR'lar tarımsal üretimin sürdürülebilirliği için umut veren bir yaklaşımdır (Song et al., 2015; Chen et al., 2018, Li et al., 2020). Potansiyel fayda sağlayan rizobakteriler arasında, laktik asit bakterileri (LAB) yeni ve umut vaat eden bir PGPR grubu olarak önerilmektedir (Yaghoubi Khanghahi et al., 2024). LAB bazı tarım kimyasallarının yerini alabilecek büyük bir potansiyele sahiptirler ve bitkilerin dayanıklılığını, mahsul verimliliğini ve kalitesini artırmak için biyogübrelerin ve bitki koruma formülasyonlarının güvenli bir bileşeni olarak kullanılabilirler (Kowalska and Wrzodak, 2025).

Mevcut çalışmada daha öncesinde zeytin örneklerinden izole edilen ve tanımlanan B1: *Lactobacillus harbinensis* Z9-1B, B2: *Lactobacillus plantarum* Z14-2B ve bunların karışımları toprak, yaprak (sprey), toprak-yaprak şeklinde fesleğen fidelerine

uygulanmıştır. Çalışmamıza benzer şekilde Yılmaz ve Karık (2022) fesleğen bitkisine AMF ve PGPR uygulamaları sonucunda bitki boylarını 59.2 ile 58.0 cm olarak belirlemişler ve kontrol uygulamasına göre AMF ve PGPR uygulamalarının bitki boyunda artışa sebep olduğunu bildirmişlerdir. Moncada et al., (2021) fesleğen bitkisinde PGPR ve organik gübrelemenin bitki boyuna etkisini araştırmışlar ve PGPR ile organik gübrelemenin kontrol uygulamasına göre bitki boyunu artırdığını tespit etmişlerdir. Bu tez çalışmasında da bakteri uygulamaları ve uygulama şekli istatistiksel olarak anlamlı şekilde bitki gövde uzunluğunu değiştirmişlerdir.

Çalışmamızda kök yaş ağırlık sonuçlarına bakıldığında bakteri ve uygulama şekli yine istatistiksel olarak anlamlı şekilde verileri değiştirmiştir. En yüksek kök yaş ağırlığı mor fesleğende 35.58 gr ile bakteri2+toprak uygulamasında, yeşil fesleğende ise 49.87 gr ile bakteri2+yaprak uygulamasında belirlenmiştir. Kök kuru ağırlık değerlerinde de bakteri uygulaması %0.05 düzeyinde, bakteri×uygulama şekli, çeşit×bakteri×uygulama şekli %0.01 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Yapılan çalışmaya benzer şekilde Khalediyan vd., (2021) arbusküler mikoriza mantar (AMF) türlerinin (*Glomus intraradices* ve *G. mosseae*) azotlu gübrelemenin ve bitki büyümesini teşvik eden rizobakterilerin (PGPR) fesleğen (*Ocimum basilicum*) ve satureja (*Satureja hortensis*) tıbbi bitkilerinin büyüme özellikleri, uçucu yağ (EO) içeriği, besin alımı ve bileşenleri üzerine etkilerini incelemişler ve bu gübrelerin kullanımı ile bitki boyunun, kök uzunluğunun, sürgün ve köklerin taze ve kuru ağırlıklarının, sürgün dalı sayısının ve bitki başına çiçek salkımı sayısının, EO içeriğinin, fosfor (P), azot (N), demir (Fe), potasyum (K) ve bakır (Cu) içeriğinin önemli ölçüde ($p < 0.05$) arttırdığını tespit etmişlerdir. Diğer taraftan Moncada et al., (2021) birçok çalışmada PGPR izolatlarının çoğu, patates, domates, mısır, buğday vb. gibi çeşitli mahsullerde bitki boyunu, kök uzunluğunu ve kuru madde üretimini önemli ölçüde artırdığını belirtmiş ancak fesleğenin topraksız yetiştirilmesinde bitki büyümesini teşvik eden rizobakterilerin ve organik sıvı gübrelerin kullanımını değerlendirmeyi amaçladıkları çalışmada, PGPR inokülasyonunun kullanımı birkaç parametreyi etkilemediğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar deney sırasında kaydedilen düşük sıcaklığın kök büyümesini ve PGPR aktivitesini yavaşlatmış olabileceğinden ve böylece besin alımında herhangi bir iyileşme olmadan etkileşimlerini sınırlamış olabileceğini bildirmişlerdir.

Fesleğen çeşitlerinde renk sonuçlarına bakıldığında yapılan uygulamalar L* değerinde anlamlı bir değişim oluşturmazken, a* ve b* değerleri uygulamalar karşısında istatistiksel olarak anlamlı şekilde değişmiştir. Moncada et al., (2021) yaptıkları çalışmada fesleğen yapraklarının renk özellikleri (L*, a*, b*, Chroma ve Hue) üzerinde PGPR bakteriyel inokulumunun önemli bir etkisi olmadığını, farklı düzeylerdeki kimyasal ve organik gübrelemeden renk parametrelerinin etkilendiğini bildirmişlerdir. Diğer bir çalışmada çalışmamız benzer sonuçlar elde edilmiş, farklı PGPR formülasyonlarının, kimyasal gübrelerin ve bunların kombinasyonlarının, *Euphorbia pulcherrima* iki kültür çeşidinin braket yapraklarının bazı renk özellikleri ve besin içeriği üzerindeki etkileri incelenmiş ve çalışmada, bakteri ve gübre uygulamaları×çeşit etkileşimi (P≥ 0,05) L* değeri açısından istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (Parlakova Karagoz & Dursun, 2020).

Çalışmamızda bakteri uygulamalarının toprak uygulaması ve toprak yaprak uygulamaları yapraktaki fenolik madde miktarında artışa sebep olmuştur. Ayrıca bakteri uygulamaları antioksidan ve antiradikal aktivite değerlerinde de artışa sebep olmuştur. Elmas vd., (2024) Mikoriza (Bio1), Azotobakter (Bio2) ve Trichoderma'nın (Bio3) fesleğenin yetiştirilmesi, taze-kuru bitki verimi, biyolojik aktivitesi, uçucu yağ üretkenliği ve kalitesi üzerindeki etkilerini değerlendirmişlerdir. Kimyasal gübre ile birlikte *Trichoderma, Azotobacter, Mycorrhiza*, tek başına inokulant biyo-gübrelerin azaltılmış uygulaması, geleneksel kimyasal gübrenin %100 oranı ve kontrol ile biyo-organik gübrelerle birleştirilmiştir. Yapılan çalışmanın sonuçları, tek başına inokulant veya biyo-organik gübrelerle kombine uygulamanın bitki verimini ve biyolojik aktiviteleri arttırdığını göstermiştir. Özellikle, Bio1 + Bio2 gübre uygulaması antioksidan aktivite, toplam fenolik ve flavonoid içeriğini geliştirmek için büyük bir potansiyele sahip olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde Abkenar vd., (2024), yaptıkları çalışmada, İran'ın yarı kurak bölgesindeki tınlı bir toprakta Arbusküler mikorizal mantar (AMF) aşılamasının (*Rhizophagus intraradices*), bitki büyümesini teşvik eden rizobakterilerin (PGPR: Pseudomonas putida ve Azospirillum lipoferum), ve mineral gübrenin (NPK) bitki büyümesi, uçucu yağ (EO) içeriği, EO bileşimi ve *Satureja macrantha* L'nin antioksidan aktivitesi üzerindeki etkilerini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Mikorizal bitkilerin klorofil (Chl) a+ b ve toplam fenolik içeriği (TPC), kontrol uygulamasına kıyasla daha yüksek çıktığını tespit etmişlerdir. AMF ve NPK verilen bitkilerde toplam flavonoid

içeriği (TFC) diğer uygulama yapılan ve uygulama yapılmayan bitkilerden daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Biyo-gübrelerin *S. macrantha* L.'nin maksimum performansına ulaşmasına yardımcı olarak önemli farmakolojik potansiyele sahip olan sonuçlar, yarı kurak bölgelerde geliştirilmesi için yararlı olabileceği gözlemlenmiştir.

Diğer bir çalışmada ise Salimi vd. (2024), yaptıkları çalışmada, mikorizal mantarın kuraklık stresi altındaki tıbbi bitki *O. basilicum* L.'nin bazı fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri üzerindeki etkisini araştırmayı amaçlamışlardır. Mikorizal mantarının denemede ölçülen tüm özellikler üzerindeki etkisinin önemli olduğunu ve ayrıca kuraklık stresinin fenolik madde ve toplam klorofil miktarı hariç incelenen tüm özellikler üzerindeki etkisinin önemli olduğunu göstermiştir. Verilerin ortalama karşılaştırmaları, en yüksek yaprak sayısının (70.5) *G. mosseae* mantarının uygulamasında, en düşük yaprak sayısının (58) ise mantarsız uygulamasında gözlendiğini göstermişlerdir. Mikorizal fungus ile aşılama toplam klorofil a ve b içeriğini %91.8 oranında arttırmıştır. Mikorizal fungus ile aşılama prolin içeriğini de %25.33 oranında arttırmıştır. En yüksek antioksidan aktivite (%21.13) *G. mosseae* fungus ile muamelede elde edilmiştir. Kuraklık stresi kök kolonizasyon yüzdesini *G. mosseae*'de %55,77 ve *G. etunicatum*'da %57,93 oranında azaltmıştır. Mikorizal fungus yeşil fesleğen bitkisinde morfolojik ve fizyolojik özellikleri iyileştirmiştir. Kuraklık stresi koşulları altında *G. mosseae* fungusu ile simbiyoz yeşil fesleğen bitkisinde prolin ve antioksidan aktiviteyi arttırmış fizyolojik özellikleri ve kuraklık stresine karşı direnci geliştirmiştir.

Yapılan başka bir benzer çalışmada Papaianni vd., (2025), *Azotobacter chroococcum* 76A (76A), *Trichoderma afroharzianum* T22 (T22), 6-pentyl-α-pyrone (6PP, Trichoderma tarafından üretilen bir lakton) ve bir biyopolimerine (BP) dayanan biyoformülasyonlar, fesleğen üzerinde çalışmışlar ve biyoformülasyonlarının fesleğen uçucu yağ içeriği, bileşimi ve biyolojik aktiviteleri üzerindeki etkilerini değerlendirmişlerdir. Uçucu yağların ROS oluşumunu önleme kabiliyeti ve in vitro yara iyileştirme aktiviteleri de incelenmiş ve T22 + 76A ile muamele edilmiş bitkilerden elde edilen uçucu yağlar başlıca antioksidan aktiviteyi göstermiştir. Elde ettikleri sonuçlar, fesleğen yapraklarında aromatik ve nutrasötik bileşiklerin üretimini teşvik edebilen mikrobiyal konsorsiyumlara dayalı yenilikçi formülasyonlarının geliştirilmesini desteklemektedir.

Yolcu vd., (2025) yaptıkları çalışmada, NaCl kaynaklı tuz stresinin fesleğen üzerindeki etkilerini değerlendirmeyi ve çeşitli biyostimülanların potansiyel hafifletici etkilerini ilk kez kapsamlı bir şekilde araştırmayı amaçlamışlardır. *Bacillus megaterium* (BM), *Frateuria aurantia* (FA), askorbik asit (AA) ve gibberellik asit (GA) uygulamalarının yanı sıra 0, 50 ve 100 mmol NaCl konsantrasyonları ile kontrollü bir saksı deneyi gerçekleştirilmişlerdir. Sonuçlar, 50 mmol NaCl'deki BM'nin toplam antioksidan aktiviteyi (150.40 mg TE g-1) ve toplam fenolik içeriği (242.17 mg GA 100 g-1) önemli ölçüde arttırdığını göstermiştir. Tuzsuz koşullarda GA en yüksek karotenoid içeriği (3,42 mg g-1 FW) ile sonuçlanırken, tuzsuz koşullarda BM en yüksek flavonoid içeriğine (93,33 mg QE 100 g-1) ulaşmıştır. BM ve AA uygulamaları salisilik ve rosmarinik asitleri önemli ölçüde artırarak biyostimülanların fesleğenin biyokimyasal direncini artırmadaki rolünün altını çizmiştir.

Bitki büyüme düzenleyici bakteriler, fitohormonlar üreterek, besin maddelerinin kullanılabilirliğini artırarak ve İndüklenmiş Sistemik Direnç (ISR) aktivasyonu yoluyla ikincil metabolitlerin biyosentezini uyararak bitki büyümesini desteklemektedir. Bitki büyüme düzenleyici bakteriler tarafından ISR'nin (İndüklenmiş Sistemik Direnç) aktivasyonu, bitkilerde fenolik asitler ve flavonoidler dahil olmak üzere polifenolik bileşiklerin birincil biyosentetik yolu olan fenilpropanoid yolunu uyarır. Çalışmalar, bitki büyüme düzenleyici bakterilerin fenolik bileşik içeriğini %9'dan %200'ün üzerine çıkarırken, aynı zamanda antioksidan aktiviteyi de iyileştirebileceğini göstermektedir. Fenolik bileşiklerin salgılanması yoluyla bitki büyüme düzenleyici bakterilerin, kuraklık, tuzluluk ve ağır metal kirliliği gibi abiyotik stresleri de hafifletebilme potansiyeli bulunmaktadır (Jakubowska et al., 2025).

Laktik asit bakterileri, tohum çimlenmesini teşvik etme, toprak verimliliğini, havalanmasını ve çözünürlüğünü artırma, çeşitli abiyotik stresleri hafifletme ve toksik gazları nötralize etme potansiyeline sahiptir. Bununla birlikte, LAB'nin bitki büyümesini teşvik edici özellikleri yeterince araştırılmamıştır ve literatürde sınırlı kanıt bulunmaktadır (Raman et al., 2022).

Sonuç olarak yaptığımız çalışmada laktik asit bakterilerinin de bitki gelişiminde önemli rol oynayacak bir destekleyici besleme ürünü olarak kullanılabilirliği gözlemlenmiş ve

bu çalışmanın diğer çalışma yapacak araştırmacılara ışık tutması açısından destekleyici olacağı gözlemlenmiştir.

Öneriler

- Bu tezde toprak ve yaprak uygulamalarının ayrı ayrı ve birlikte etkileri test edilmiştir. Uygulamaların kombinasyonlarının özellikle kök kuru ağırlığı ve fenolik madde miktarında belirgin artış sağladığı görülmüştür. Bu nedenle, üretim pratiklerinde **kombine uygulamaların tercih edilmesi** önerilir.
- **B2 (*L. plantarum* Z14-2B) Kullanımı:** Sonuçlar, özellikle B2 suşunun kök ve yaprak gelişiminde ve antioksidan aktivitede öne çıktığını göstermektedir. Gelecekte **B2 suşu bazlı biyogübre formülasyonlarının** geliştirilmesi ve ticarileştirilmesi faydalı olabilir.
- Benzer uygulamaların nane, kekik gibi diğer aromatik bitkilerde test edilmesi, tarımsal biyoteknoloji açısından geniş kapsamlı veriler sağlayabilir.
- Sadece sera koşullarında yapılan denemeler, açık tarla koşullarında veya stres (kuraklık, tuzluluk) altında tekrarlanarak **uygulamaların çevresel dayanıklılığı** değerlendirilmelidir.
- Kullanılan bakteri yoğunlukları ve uygulama sıklıkları farklılaştırılarak **minimum etkili doz** belirlenebilir. Bu, üretici maliyetlerini optimize eder.
- Elde edilen sonuçlar, LAB bazlı biyogübrelerin ticari potansiyelini destekler niteliktedir. Üniversite-sanayi iş birliği ile **ticarileştirme stratejileri** geliştirilebilir.
- Kimyasal gübre kullanımını azaltabilecek bu biyolojik yaklaşım, çevresel sürdürülebilirliğe katkıda bulunur ve **iyi tarım uygulamaları** kapsamında yaygınlaştırılabilir.

KAYNAKÇA

Abkenar, M. B., Mozafari, H., Karimzadeh, K., Rajabzadeh, F., & Azimi, R. 2024. Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) and plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) as an alternative to mineral fertilizers to improve the growth, essential oil profile, and phenolic content of *Satureja macrantha* L. **Journal of Crop Health, 76**(1): 347-356

Akalan, N.G., 2018. Çeşitli fesleğen (*Ocimum* Sp.) türlerindeki eterik yağ veriminin belirlenmesi ve uygun üretim methodunun seçimi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 122 s.

Akgül, A. 1993. Spice science and technology. Turkish Association Food Technologists Publ. No.15. Ankara.

Aktumsek, A., Zengin, G., Guler, G. O., Cakmak, Y. S., & Duran, A. 2013. Antioxidant potentials and anticholinesterase activities of methanolic and aqueous extracts of three endemic Centaurea L. species. **Food and Chemical Toxicology, 55:** 290-296.

Akyüz, A.M., 2020. Çukurova koşullarında iki fesleğen (*Ocimum basilicum* Linn.) çeşidinin farklı dikim zamanlarındaki verim ve kalite özellikleri. Çukurova Üniversitesi Fen Blimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana 99 s.

Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Esin Karademir, S., & Erçağ, E. 2006. The cupric ion reducing antioxidant capacity and polyphenolic content of some herbal teas. **International Journal of Food Sciences and Nutrition, 57**(5-6): 292-304.

Başer, K. H. C. 2002. Aromatic biodiversity among the flowering plant taxa of Turkey, **Pure and Applied Chemistry:** 527- 545.

Başer, K.H.C. 1998. Tıbbi ve aromatik bitkilerin endüstriyel kullanımı. **Tab Bülteni, 13-14:** 19-43.

Baydar, H., 2013. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilimi ve Teknolojisi (Genişletilmiş 4. Baskı). Süleyman Demirel Üniversitesi Yayın No: 51 ISBN: 071-7100-76-7.

Baydar, H., 2021. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilimi ve Teknolojisi. 9. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Bayram, E., Kırıcı, E., Tansı, S., Yılmaz, G., Arabacı, O., Kızıl, S., Telci, İ., 2010. Tıbbi aromatik bitkiler üretiminin artırılması olanakları. Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, Bildiriler Kitabı-1, Ankara.

Baytop, T. 1999. Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi (Geçmişte ve Bugün), 2.Baskı Nobel Tıp Kitapevleri. Ltd. Şti., 207 s.

Befrozber, M. R., Habibi, D., Asgharzadeh, A., Sadeghi-Shoae, M., Tookalloo, M. R. 2013. Vermikompost, plant growth promoting bacteria and humic acid can affect the growth and essence of basil (*Ocimum basilicum* L.), **Annals of Biological Research. 4**(2): 8-12.

Chen, W., Teng, Y., Li, Z., Liu, W., Ren, W., Luo, Y., Christie, P., 2018. Mechanisms by which organic fertilizer and effective microbes mitigate peanut continuous cropping yield constraints in a red soil of south China. **Applied Soil Ecology, 128:** 23–34.

Çakmakçı, R., 2005. Bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin tarımda kullanımı. **Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, **36**(1): 97-107.

Darrah, H. H. (1988). The Cultivated Basil. London, Buckeye Printing Company.

Dhakad, M., Meena, K. C., Soni, N., Patidar, D. K., Kachouli, B. K., Patidar, B. K., Ausari, P. K., & Kumrawat, A. 2024. Basil (*Ocimum basilicum* L.): growth, yield, quality and economics influenced with organic manures and bio-fertilizers. **Plant Archives, 24**(1): 1483-1489.

Dumanoğlu, Z., Mokhtarzadeh, S., 2021. Farklı fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) populasyonlarına ait tohumların bazı karakteristik özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. **Akademik Ziraat Dergisi, 10**(1): 97-104.

Duvarcı, 2023. Dışsal salisik asit ve jasmonik asit uygulamalarının mor fesleğeninin (*Ocimum basilicum* L.) bazı verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Niğde, 49 s.

Ekren, S., Sönmez, Ç., Sancaktaroğlu, S., & Bayram, E., 2009. Farklı dikim sıklıklarının fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) bitkisinin verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi. **Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 46**(3): 165-173.

Elmas, M., Yaldiz, G., & Camlica, M. 2024. Impact of bio-fertilizers and bio-fertilizers with reduced rates of chemical fertilization on growth, yield, antio×idant activity, essential oil composition of basil (*Ocimum basilicum* L.) plant. **Russian Journal of Plant Physiology, 71**(1): 4.

Evren, M., Apan, M., Tutkun, E., Evren, S. 2011. Geleneksel fermente gıdalarda bulunan laktik asit bakterileri. **Elektronik mikrobiyoloji dergisi, 9**(1): 11-17.

Farnsworth, N. R., Akerele, O., Bingel, A. S., Soejarto, D. D., & Guo, Z. 1985. Medicinal plants in therapy. **Bulletin of the world health organization, 63**(6): 965.

Faydaoğlu, E., & Sürücüoğlu, M.S. 2011. Geçmişten günümüze tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanılması ve ekonomik önemi. **Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 11**(1): 52-67

Fennema, O.F., Hui, Y.H., Karel, M., Walstra, P., Whitaker, J.R., 2004. Lactic Acid Bacteria (Microbiological and Functional Aspects). *In*: Food science and technology a series of monographs, textbooks, and reference boks (Eds: Salminen S, von Wright A). 3rd ed. New York, Marcel Dekker, Inc., pp. 19–30.

Giron, L.M., Freire, V., Alonzo, A., & Cáceres, A. 1991. Ethnobotanical survey of the medicinal flora used by the Caribs of Guatemala. **Journal of Ethnopharmacology, 34**: 173–187.

Gülen, H. 2023. Fesleğen (*Ocimum basilicum* L.)' de çimlenme parametrelerine borikasit uygulamalarının etkisi. Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Siirt, 86 s.

Gün, M., 2012. Kutsal tohum (*Nigella sativa*) çörek otunun iyileştirici etkisine ilişkin bazı bilgiler. **Lokman Hekim Journal, 2**(1): 43-46.

Jakubowska, Z., Gradowski, M., & Dobrzyński, J. 2025. Role of plant growth-promoting bacteria (PGPB) in enhancing phenolic compounds biosynthesis and its relevance to abiotic stress tolerance in plants: a review. **Antonie van Leeuwenhoek, 118**(9): 1-17.

Karaca, M., Kara, Ş.M., & Özcan, M.M., 2017. Bazı fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) popülasyonlarının herba verimi ve uçucu yağ oranının belirlenmesi. **Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 7**(2): 160-169.

Khalediyan, N., Weisany, W., & Schenk, P. M. 2021. Arbuscular mycorrhizae and rhizobacteria improve growth, nutritional status and essential oil production in *Ocimum basilicum* and Satureja hortensis. **Industrial Crops and Products, 160:** 113163.

Klaenhammer, T. R., Barrangou, R., Buck, B. L., Azcarate-Peril, M. A., & Altermann, E. 2005. Genomic features of lactic acid bacteria effecting bioprocessing and health. **FEMS microbiology reviews, 29**(3): 393-409.

Klaenhammer, T., Altermann, E., Arigoni, F., Bolotin, A., Breidt, F., Broadbent, J., ... & Siezen, R. 2002. Discovering lactic acid bacteria by genomics. In Lactic Acid Bacteria: Genetics, Metabolism and Applications: Proceedings of the seventh Symposium on lactic acid bacteria: genetics, metabolism and applications, 1–5 September 2002, Egmond aan Zee, the Netherlands (pp. 29-58). Springer Netherlands.

Klaenhammer, T., Altermann, E., Arigoni, F., Bolotin, A., Breidt, F., Broadbent, J., ... & Siezen, R. (2002). Discovering lactic acid bacteria by genomics. **Antonie Van Leeuwenhoek**, **82**(1), 29-58.

Kleerebezem, M., Hugenholtz, J. 2003. Metabolic pathway engineering in lactic acid bacteria. **Current Opinion in Biotechnology, 14**(2): 232-237.

Konigs, W.N., Kok, J., Kuipers, O.P., Poolman, B., 2000. Lactic acid bacteria: the bug of the new millennium. **Current Opinion in Microbiology,** 3: 276–282.

Kowalska, B., & Wrzodak, A. 2025. Application potential of lactic acid bacteria in horticultural production. **Sustainability, 17**(4): 1385.

Küçükçuban A, 2012. Sıvı Ekşi Hamur Sistemi İçin Uygun Laktik Asit Bakteri Kombinasyonunun Belirlenmesi. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Denizli, 85 s.

Li, H., Qiu, Y., Yao, T., Ma, Y., Zhang, H., & Yang, X. 2020. Effects of PGPR microbial inoculants on the growth and soil properties of Avena sativa, Medicago sativa, and Cucumis sativus seedlings. **Soil and Tillage Research, 199:** 104577.

Moncada. A.. Miceli. A.. & Vetrano. F. 2021. Use of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) and organic fertilization for soilless cultivation of basil. **Scientia Horticulturae, 275:** 109733.

Murindangabo, Y. T., Kopecký, M., Perná, K., Nguyen, T. G., Konvalina, P., & Kavkova, M. 2023. Prominent use of lactic acid bacteria in soil-plant systems. **Applied Soil Ecology, 189:** 104955.

Nik Mohamad Nek Rahimi, N., Natrah, I., Loh, J. Y., & Chong, C. M. 2022. Phytocompounds as an alternative antimicrobial approach in aquaculture. **Antibiotics, 11(4):** 469.

Özer, P. C. 2021. Bursa Ekolojik Koşullarında Reyhan (*Ocimum basilicum* L.)'ın Tarımsal Özellikleri, Uçucu Yağ Oranı ve Kompozisyonu Üzerine Farklı Organik ve İnorganik Gübrelerin Etkileri. Yüksek lisans tezi. Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 163 s.

Özgüven, M., Sekin, S., Gürbüz, B., Şekeroğlu, N., Ayanoğlu, F., Ekren, S., 2005. Tütün, tıbbi ve aromatik bitkiler üretimi ve ticareti. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi Bildirileri, Cilt: 2, Ankara.

Özkan, F., Gürbüz, B., 1999. Tatlı rezenede bitkisi sıklığının verim ve verim öğeleri üzerine etkileri. **Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 9** (1-2): 2000.

Özmen, S., & Ekin, Z. 2022. *Lamiaceae* familyasına ait bazı tıbbi ve aromatik bitkilerde nanogübre uygulamaları. **Pratik Tarım ve Sürdürülebilirliğin Yansımaları:** 256-286.

Özmen, Z. (2023). Su stresi altında biyogübre uygulamalarının fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) bitkisinin morfolojik, fizyolojik ve verim parametrelerine, uçucu yağ oranı ve bileşenleri ile antioksidatif enzim aktiviteleri üzerine etkileri, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Van, 158 s.

Papaianni, M., Maggi, F., Fiorini, D., Delfine, S., Manganiello, G., Lombardi, N., ... & Woo, S. L. 2025. Bioformulations based on Trichoderma and Azotobacter consortia modulate composition and improve biological activity of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) cv. Genovese essential oil. **Industrial Crops and Products, 224:** 120259.

Parlakova Karagoz, F., & Dursun, A. 2020. Effects of PGPR formulations, chemical fertilizers, and their combinations on physiological traits and quality of bracts of poinsettia. **Journal of Agricultural Science and Technology, 22**(3): 775-787.

Paton, A., Harley, R.M. and Harley, M. M. 1999. *Ocimum* e An Overview of Relationships and Classification. *In:* Medicinal and Aromatic Plants - Industrial Profiles (Eds.: Holm, Y., Hiltunen, R.). Harwood Academic, Amsterdam, pp. 1-38.

Putievsky, E., & Galambosi, B. 1999. Production systems of sweet basil. Basil, The Genus Ocimum**:** 39-66.

Raman, J., Kim, J. S., Choi, K. R., Eun, H., Yang, D., Ko, Y. J., & Kim, S. J. 2022. Application of lactic acid bacteria (LAB) in sustainable agriculture: advantages and limitations. **International Journal of Molecular Sciences, 23**(14): 7784.

Roy, A., Khan, A., Ahmad, I., Alghamdi, S., Rajab, B. S., Babalghith, A. O., ... & Islam, M. R. 2022. Flavonoids a bioactive compound from medicinal plants and its therapeutic applications. **BioMed Research International, 1:** 5445291.

Salimi, G., & Javadi, F. 2024. Investigation of inoculation with mycorrhizal fungi on biochemical characteristic and essential oil content of *Ocimum basilicum* L. under drought stress in greenhouse conditions. **Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 40(3):** 544-561.

Schleifer, K.H. & Family, V. 2009. *Leuconostocaceae* fam. nov. *In:* Bergey's Man. Syst. Bacteriol. (The Firmicutes). (Edt. De Vos P, Garrity G, Jones D, Krieg N, Ludwig W.), 3, 2nd ed. Dordrecht, Heidelberg, London: Springe. p. 624.

Sevgili, A., 2023. Identification of Lactic Acid Bacteria and Yeasts from Turkish Sourdoughs and Selection of Starter Cultures For Sourdough Bread, Gaziantep Üniversitesi, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Doktora Tezi, Gaziantep, 135 s.

Shah, A., Nazari, M., Antar, M., Msimbira, L. A., Naamala, J., Lyu, D., ... & Smith, D. L. 2021. PGPR in agriculture: A sustainable approach to increasing climate change resilience. **Frontiers in Sustainable Food Systems, 5**: 667546.

Simon, J.E., Bubenheim, R.D., Joly, R.J., & Charles, D.J., 1992. Water stres induced alterations in essential oils content and composition of sweet basil. **Journal of Essential Oil Research, 4:** 71-75.

Song, X., Liu, M., Wu, D., Griffiths, B. S., Jiao, J., Li, H., & Hu, F. 2015. Interaction matters: Synergy between vermicompost and PGPR agents improves soil quality, crop quality and crop yield in the field. **Applied Soil Ecology, 89:** 25-34.

Şahin, B., 2013. Farklı Ekim Zamanlarında Yetiştirilen Bazı Tıbbi Bitkilerin Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 153 s.

Telci, I. Bayram E., Yılmaz G., & Avcı A.B. 2005. Türkiye'de Kültürü Yapılan Yerel Fesleğen (*Ocimum* spp.) Genotiplerinin Morfolojik, Agronomik ve Teknolojik Özelliklerinin Karakterizasyonu ve Üstün Bitkilerin Seleksiyonu (Sonuç Raporu), TOGTAG-3102 No'lu Proje. TÜBİTAK.

Telci, İ., Bayram, E., Yılmaz, E., Kaçar, O., Elmastaş, M., Aytaç, Z. ve Demirtaş, İ., 2012. Türkiye'de Kültürü Yapılan Reyhanlarda (*Ocimum basilicum* L.) Flavonoid ve Fenolik Asit Kompozisyonlarının Araştırılarak Farklı Kemotiplerin Belirlenmesi, Önemli Bileşiklerin Ekolojilere Göre Değişimi ve Antioksidan Potansiyellerinin Karşılaştırılması. TÜBİTAK, 111O677 no'lu Proje.

Toktay, Z., 2017. Reyhan (*Ocimum basilicum* L.) Genotiplerde Farklı Sıra Aralıklarının Verim ve Verim Unsurları Üzerine Etkisi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.

Turhan, H., Afat, O., Turhan, P., 2005. Bitki sıklığının kişnişte (*Coriandrum sativum* L.) verim ve verim unsurlarının etkisi. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt 1, Sayfa 471-475, Antalya (Araştırma Sunusu).

Yaghoubi Khanghahi, M., Strafella, S., Filannino, P., Minervini, F., & Crecchio, C. 2024. Importance of lactic acid bacteria as an emerging group of plant growth-promoting rhizobacteria in sustainable agroecosystems. **Applied Sciences, 14**(5): 1798.

Yilmaz. A.. & Karik. Ü. 2022. AMF and PGPR enhance yield and secondary metabolite profile of basil (*Ocimum basilicum* L.). **Industrial Crops and Products, 176:** 114327.

Yolcu, M. S., & Yilmaz, A. 2025. Biostimulant-driven enhancement of bioactive compounds in salt-stressed sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). **South African Journal of Botany, 178:** 318-329.

Yörük, G.N., & Güner A., 2011. Laktik asit bakterilerinin sınıflandırılması ve *Weissella* türlerinin gıda mikrobiyolojisinde önemi. **Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi, 6**(2): 163-176.

Zheng, J., Wittouck, S., Salvetti, E., Franz, C. M. A. P., Harris, H. M. B., Mattarelli, P., O'Toole, P. W., Pot, B., Vandamme, P., Walter, J., Watanabe K., Wuyts, S., Felis, G. E., Gänzle, M. G., & Lebeer, S. 2020. A taxonomic note on the genus *Lactobacillus*: Description of 23 novel genera, emended description of the genus *Lactobacillus* Beijerinck 1901, and union of *Lactobacillaceae* and *Leuconostocaceae*. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 70(4):** 2782-2858.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Özlem TUĞRUL

Uyruğu: Türkiye (T.C)

Doğum Tarihi ve Yeri:

Medeni Durum:

e-mail:

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı	2025
Lisans	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji	2022
Lise	Fevzi Çakmak Lisesi, Kayseri	2015

YABANCI DİL

İngilizce

YAYINLAR

1. Tuğrul Ö., Karaman K., Okumuş O., Dalda Şekerci A. Fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) Bitkisinde farklı *Lactobacillus* suşlarının kullanımının bitki büyüme geliştirme özelliklerine ve biyoaktivitesine etkisi. *5. Uluslararası Palestra Bilimsel Araştırmalar Kongresi*, Skopje, Makedonya, 04 - 05 Mayıs 2025, ss.98, (Özet Bildiri)