T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

ALBİON VE MONTEREY ÇİLEK ÇEŞİTLERİNDE PGPR UYGULAMALARININ AGRONOMİK ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİSİ

Hazırlayan
Alper Umut ELİKARA

Danışmanlar
Doç. Dr. Mehmet YAMAN
Prof. Dr. Adem GÜNEŞ

Yüksek Lisans Tezi

Mart 2024
KAYSERİ

T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

ALBİON VE MONTEREYN ÇİLEK ÇEŞİTLERİNDE PGPR UYGULAMALARININ AGRONOMİK ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİSİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Hazırlayan
Alper Umut ELİKARA

Danışmanlar
Doç. Dr. Mehmet YAMAN
Prof. Dr. Adem GÜNEŞ

Bu çalışma, Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından FYL-2023-12972 kodlu proje ile desteklenmiştir.

Mart 2024
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.

Alper Umut ELİKARA

İmza

YÖNERGEYE UYGUNLUK

"Albion ve Monterey Çilek Çeşitlerinde PGPR Uygulamalarının Agronomik Özellikler Üzerine Etkisi" adlı Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi'ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Hazırlayan

Alper Umut ELİKARA

Danışmanlar

Doç. Dr. Mehmet YAMAN

Prof. Dr. Adem GÜNEŞ

Bahçe Bitkileri ABD Başkanı

Prof. Dr. Ercan YILDIZ

TEŞEKKÜR

Bana çalışmalarım süresince her türlü yardımı ve fedakârlığı sağlayan danışman hocalarım Doç. Dr Mehmet YAMAN ve Prof. Dr. Adem GÜNEŞ'e en içten şükranlarımı sunarım.

Bu çalışma, Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından FYL-2023-12972 kodlu proje ile desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Alper Umut ELİKARA

KAYSERİ

ALBİON VE MONTEREY ÇİLEK ÇEŞİTLERİNDE PGPR UYGULAMALARININ AGRONOMİK ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİSİ

Alper Umut ELİKARA

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Ocak 2024
Danışman: Doç. Dr. Mehmet YAMAN
Prof. Dr. Adem GÜNEŞ

ÖZET

Çilek adaptasyon yeteneğinin yüksekliği nedeniyle dünyada farklı ekolojilerde yetiştiriciliği yaygın olan meyve türlerinden birisidir. Sevilen bir meyve türü olması hasebiyle çilek üretimi her geçen gün artmaktadır ve bunun en önemli sebeplerinden birisi de insan sağlığı ve beslenme açısından önemli yere sahip olmasıdır. Çilek, kansere karşı koruyucu özelliğinin olmasının yanı sıra sahip olduğu lif içeriği bakımından da oldukça zengindir. Bu içeriklerin daha da geliştirilmesi adına çileklere birtakım uygulamaların yapılması günümüzde halen araştırma konuları arasında yer almaktadır. Bu araştırma konularından birisi olan bakteriler de genel olarak bitkide besin elementi oranını artıran biyogübreler, bitkisel hormon üretimiyle bitki büyümesini teşvik eden fitostimülatörler, organik kirleticileri parçalayan rhizoremediatörler, antibiyotik ve antifungal metabolit üretimiyle hastalıkları kontrol eden biyopestisitler olarak sınıflandırılmaktadır. Sentetik kimyasallar yerine faydalı mikroorganizmalardan oluşan biyogübrelerin kullanımı ile bitki büyümesi artırılmakta, çevreye verilen zararlar büyük ölçüde önlenmekte ve toprak verimliliği korunmaktadır. Yapılan bu çalışmada Kayseri ili Develi ilçesinde yetiştiriciliği yapılan Albion ve Monterey çilek çeşitlerinde Poligliserol Polirisinolat (PGPR) uygulamalarının *Bacillus subtilis* (OSU-142), *Bacillus megaterium* (M3), *Paenibacillus polymyxa* ve bakterilerin kombinasyonu) argonomik özellikler üzerine etkileri belirlenmiştir. Albion çeşidinde *Bacillus subtilis* OSU-142 uygulaması; yaprakta P (1954,54 mg/kg), Ca (4806,97 mg/kg) ve Mg (1505,61 mg/kg) içeriği açısından en yüksek değerleri sağlamıştır. Monterey çeşidi çileklerde *Bacillus megaterium* (M3) bakterisi en yüksek N (204,94 mg/kg), P (1134,29 mg/kg), K (5800,18 mg/kg), Ca (2861,38 mg/kg) ve Mg (1505,61 mg/kg) değerlerini vermiştir. *Paenibacillus polymyxa* uygulaması ile en yüksek Fe (98,06 mg/kg) ve Mn (30,60 mg/kg) içeriği elde edilmiştir. *Bacillus megaterium* M3 uygulaması meyve ağırlığı (11,79 g), meyve eni (26,65 mm), SÇKM (%10,76), L (33,26) ve b (16,58) renk

değerleri açısından en yüksek değerlere ulaşmış ve önemli bulunmuştur. Çilekte bitki besin içeriği ile ilgili ileride yapılabilecek çalışmalarda *Paenibacillus polymyxa* ve *Bacillus subtilis* OSU-142, pomolojik özellikler açısından *Bacillus megaterium* M3 bakterisi ile bunun miks uygulaması ve biyokimyasal özelliklerin iyileştirilmesi açısından da *Paenibacillus polymyxa* bakterisinin kullanılabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çilek, *Fragaria* x *ananassa* Duch, PGPR, Bakteri, Kayseri

THE EFFECT OF PGPR APPLICATIONS ON AGRONOMIC CHARACTERISTICS IN ALBION AND MONTEREY STRAWBERRY CULTIVARS

Alper Umut ELİKARA

Erciyes University, Graduate School of Natural andAppliedSciences
Master Thesis, January 2024
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Mehmet YAMAN
Prof. Dr. Adem GÜNEŞ

ABSTRACT

Strawberry is one of the most widely cultivated fruit species in different ecologies around the world due to its high adaptability. Strawberry production is increasing day by day as it is a popular fruit type and one of the most important reasons for this is that it has an important place in terms of human health and nutrition. Strawberries are very rich in fiber content as well as having protective properties against cancer. In order to further improve these contents, the application of some applications to strawberries is still among the research topics today. Bacteria, which are one of these research topics, are generally classified as biofertilizers that increase the nutrient ratio in plants, phytostimulators that promote plant growth by producing plant hormones, rhizoremediators that break down organic pollutants, and biopesticides that control diseases by producing antibiotic and antifungal metabolites. The use of biofertilizers composed of beneficial microorganisms instead of synthetic chemicals increases plant growth, prevents environmental damage to a great extent and protects soil fertility. In this study, the effects of Poligliserol Polirisinolat (PGPR) treatments (Bacillus subtilis OSU-142, Bacillus megaterium M3, Paenibacillus polymyxa and combination of bacteria) on argonomic characteristics of Albion and Monterey strawberry cultivars grown in Develi district of Kayseri province were determined. In Albion variety, Bacillus subtilis OSU-142 treatment provided the highest values in terms of leaf P (1954.54 mg/kg), Ca (4806.97 mg/kg) and Mg (1505.61 mg/kg) contents. Bacillus megaterium M3 bacteria gave the highest N (204.94 mg/kg), P (1134.29 mg/kg), K (5800.18 mg/kg), Ca (2861.38 mg/kg) and Mg (1505.61 mg/kg) values in Monterey variety strawberries. The highest Fe (98.06 mg/kg) and Mn (30.60 mg/kg) contents were obtained with Paenibacillus polymyxa treatment. Bacillus megaterium M3 treatment reached the highest values in terms of fruit weight (11.79 g), fruit width (26.65 mm),

CPC (10.76%), L (33.26) and b (16.58) color values and found to be significant. It is thought that Paenibacillus polymyxa and Bacillus subtilis OSU-142 can be used in future studies on plant nutrient content in strawberry, Bacillus megaterium M3 bacteria and its mix application in terms of morphological characteristics and Paenibacillus polymyxa bacteria in terms of improving biochemical properties.

Keywords: Strawberry, Fragaria x ananassa Duch, PGPR, Bacteria, Kayseri

İÇİNDEKİLER

ALBİON VE MONTEREY ÇİLEK ÇEŞİTLERİNDE PGPR UYGULAMALARININ AGRONOMİK ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİSİ

iiBİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK.....ii
YÖNERGEYE UYGUNLUK.....iii
KABUL VE ONAY.....iv
TEŞEKKÜR.....v
ÖZET.....vi
ABSTRACT.....viii
İÇİNDEKİLER.....x
KISALTMALAR.....xii
TABLOLAR LİSTESi.....xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....xiv

GİRİŞ.....1

1. BÖLÜM
GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Problem Durumu.....5
1.2. Araştırmanın Amacı.....6
1.3. Araştırmanın Önemi.....7
1.4. PGPR ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....7

2. BÖLÜM
YÖNTEM VE MATERYAL

2.1. Materyal.....11
2.2. Yöntem.....15
2.2.1. Araştırmada Kullanılan Bakteri Irkları.....16
2.2.2. Pomolojik Analizler.....17

2.2.3. Biyokimyasal Analizler 18
2.2.4. Besin Maddesi Analizleri..... 19

3. BÖLÜM
BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Meyve Pomolojik Özellikleri..... 21
3.2. Biyokimyasal Özellikler..... 25
3.3. Bakteri Uygulamalarının Çilek Yaprak Besin Maddesi Özelliklerine Etkileri..... 28
3.3.1. Yaprak Makro Besin Element İçerikleri 28
3.3.2. Yaprak Mikro Besin Element İçerikleri 32
3.3.3. Yaprak Ağır Metal İçerikleri..... 35
3.4. Bakteri Uygulamalarının Çilek Meyve Besin Maddesi Özelliklerine Etkileri..... 36
3.4.1. Meyve Makro Besin Element İçerikleri 36
3.4.2. Meyve Mikro Besin Element İçerikleri..... 39
3.4.3. Meyve Ağır Metal İçerikleri..... 42

4. BÖLÜM
SONUÇ VE ÖNERİLER

KAYNAKÇA 47
ÖZGEÇMİŞ..... 56

KISALTMALAR

Ca : Kalsiyum

CAE : Cost Per Click

Cu : Bakır

FAO : Food an Agriculture Organization

Fe : Demir

HCL : Hidroklorik asit

K : Potasyum

KCl : Potasyum klorür

Mg : Magnezyum

Mn : Mangan

N : Azot

P : Fosfor

PGPR : Poligliserol Polirisinolat

SÇKM : Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı

SPSS : Statistical Package for Social Scienses

TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu

Zn : Çinko

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. Farklı bakteri uygulamalarının çilekte meyve özelliklerine etkisi 23
Tablo 2. Farklı bakteri uygulamalarının çilekte meyve özelliklerine etkisi 25
Tablo 3. Farklı bakteri uygulamalarının çilekte biyokimyasal özellikler üzerine etkisi 26
Tablo 4. Farklı bakteri uygulamalarının çilek yapraklarının makro besin elementi içeriğine etkisi (mg/kg) 31
Tablo 5. Farklı bakteri uygulamalarının çilek yapraklarının mikro besin elementi içeriğine etkisi 34
Tablo 6. Farklı bakteri uygulamalarının çilek yapraklarının ağır metal elementi içeriğine etkisi 35
Tablo 7. Farklı bakteri uygulamalarının çilek meyvelerinin makro besin elementi içeriğine etkisi 38
Tablo 8. Farklı bakteri uygulamalarının çilek meyvelerinin mikro besin elementi içeriğine etkisi 40
Tablo 9. Farklı bakteri uygulamalarının çilek meyvelerinin ağır metal elementi içeriğine etkisi 43

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Çalışmanın yürütüldüğü bahçeye ait uydu görüntüsü 12
Şekil 2. Çilek bahçesi tesisine ait bazı görüntüler 12
Şekil 3. Gelişimini sürdüren bahçeden bir görünüm 13
Şekil 4. Albion çilek çeşidine ait meyveler 14
Şekil 5. Monterey çilek çeşidine ait meyveler 15
Şekil 6. Bakteri uygulamalarına ait görüntüler 17
Şekil 7. Biyokimyasal analizin yapılması 41
Şekil 8. Pomolojik özellklerin belirlenmesi 42

GİRİŞ

Çilek bilimsel olarak Rosales takımı, Rosaceae familyasının Fragaria cinsi içerisinde yer almaktadır (Hancock ve Luby, 1993). Fragaria cinsine bağlı yaklaşık olarak 20 yabani türün kromozom sayıları x=7 olarak belirlenmiştir. Ayrıca Fragaria cinsi içersinde 4 poliploidi seviyesi vardır. Bu seviyeler, diploid, tetraploid, hekzaploid ve oktoploiddir (Hancock, 1999). Günümüzde kültür çileği ilk olarak 18. yüzyılın ortalarında *Fragaria chiloensis* L. ve *F. virginiana* duch. türlerinin doğal melezlenmesi sonucu ortaya çıkmıştır (Staudt, 1989). Günümüzde ise yetiştiriciler tarafından kullanılan çilek çeşitleri *Fragaria* x *ananassa* türüne girmekte olup poliploidi seviyesi oktoploiddir.

Çilek dünyada yetiştirilen üzümsü meyveler içerisinde önemli bir yer konumdadır (Ağaoğlu, 1986). Çilek bitkisi yıllık yağış miktarı 250 mm'nin altında olan bölgelerde sulanarak, 3500 m yükseklikteki alanlardan yarı tropik bölgelere, 18 saat gün uzunluğundan 12 saat gün uzunluğuna sahip bölgelere ve mevsimlere kadar çok farklı ekstrem yer ve zamanlarda yetişir. Türkiyenin farklı iklim şartlarına sahip olması, birçok meyve türünde olduğu gibi adaptasyon yeteneği yüksek olan çileğin de hemen her bölgede yetiştiriciliğinin yapılmasına imkân sağlamaktadır. Çilek yetiştiriciliğinin ülkemizin genelinde yapılabilmesi, piyasada taze çilek meyvesinin bulunma süresini artırmaktadır (Mengüç ve ark., 1968).

Çilek dünyada üretimi yapılan önemli meyveler arasındadır. 2022 yılında dünya çapında 9.175.384 ton çilek üretilmiştir (Çizelge 1). Çin 3.380.478 tonluk üretimi ile ilk sırada yer alırken, ABD (1.211.090 ton), Türkiye (669.195 ton), Meksika (542.890 ton) ve Mısır (470.913 ton) sırasıyla ilk 5 büyük üretici ülke arasında yer almaktadır (FAO, 2022). Ülkemizin çilek üretim durumu incelendiğinde son 10 yılda yaklaşık 2 kat artış görülmüştür (TÜİK, 2023). 2022 yılı üretimimiz 728.112 ton olmuştur (Çizelge 1.2). Bu üretimde Mersin 240.071 tonluk üretimi ile ilk sırada yer alırken, 2. sırada Aydın

(95.266 ton), 3. sırada Çanakkale (62.544 ton), 4. sırada Konya (60.933 ton), 5. sırada Bursa (48.093 ton) yer alırken, Kayseri 999 tonluk üretimi ile 32. sırada yer almıştır (Çizelge 3).

Çizelge 1.1. Ülkelerin 2022 Yılı Çilek Üretim Miktarları

Ülkeler	**Üretim (ton)**
Dünya	9.175.384
Çin	3.380.478
Amerika	1.211.090
Türkiye	669.195
Meksika	542.890
Mısır	470.913
İspanya	360.570
Rusya	237.200
Brezilya	197.000
Kore	193.851
Polonya	162.900

Çizelge 1.2. Yıllara Göre Ülkemizin Çilek Üretim Miktarları

Yıl	**Üretim (ton)**
2013	372.498
2014	376.070
2015	375.800
2016	415.150
2017	400.167
2018	440.968
2019	486.705
2020	546.525
2021	669.195
2022	728.112

Ülkemiz sahip olduğu 7 bölgede, sınırları dahilinde birbirinden farklı ekolojiler barındırmasından dolayı çilek meyvesi piyasada uzun süre bulunabilme imkânına sahiptir. Aile işletmeciliğine uygun ve yatırımların kısa sürede dönüşümünün olması nedeniyle üreticilerin dikkatini çekerek yetiştirilen, tat ve lezzet bakımından tüketicilerin isteklerini karşılayan bir meyvedir (Kılıçel, 2005).

Çizelge 1.3. İllere Göre Çilek Üretim Miktarları

Sıra	İl	Üretim (ton)
1	Mersin	240.071
2	Aydın	95.266
3	Çanakkale	62.544
4	Konya	60.933
5	Bursa	48.093
6	Antalya	44.049
7	Manisa	32.386
8	Balıkesir	23.555
9	Hatay	16.333
10	Elâzığ	10.219
32	Kayseri	999

Günümüz şartlarında çilek yetiştiriciliğine olan ilginin giderek artmasında, insan sağlığı ve beslenmesi açısından faydalı olmasının etkisi büyüktür. Araştırma sonuçlarına göre 100 g çilek meyvesinde 92 g su, 0,6 g protein, 0,4 g yağ, 7,0 g karbonhidrat, 0,5 g lif, 166 g K ile az miktarda P, Ca, Mg, Fe, Na, Mn ve Cu olduğu, ayrıca 57 mg C vitamini ile 522 mg aminoasit bulunduğu belirlenmiştir (Maas ve ark., 2004).

Modern meyve yetiştiriciliğinde amaç, modern yöntemleri kullanarak birim alandan daha fazla verim sağlamaktır. Birim alanda üretimi artırmak için etkili yollardan bazıları; seracılık, kimyasal gübre kullanımı ve bitki besin elementlerinin alımını artırıcı uygulamalar olarak belirtilebilir. Topraktaki bulunan birçok mikroorganizma bitkilerin besin maddesi alımını artırabilir. Bitki üzerinde doğrudan faydası olan bu organizmalar biyogübre olarak büyük bir potansiyele sahiptir. Bunları; simbiyotik azot fikse eden organizmalar, mikoriza ve bitki gelişimini arttıran rizosfer bakterileri olmak üzere 3 grupta belirtebiliriz (Arcak ve Güder, 2004).

Gerek bitki yetiştiriciliği yapılan gerekse yapılmayan çoğu toprakta birçok bakteri, mantar, alg vs. olmak üzere yaygın çok sayıda mikroorganizma grubu bulunmaktadır. Serbest olarak yaşayan, bitkisel gelişimi teşvik eden, biyolojik savaş ajanı veya biyo-gübre olarak kullanılan mikroorganizmalara bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler (PGPR) olarak isimlendirilmektedir (Burdman ve ark., 2000).

Yapılan birçok çalışmada (Biçici, 2011; Alkaç vd.,2022) görüldüğü gibi mikoriza veya bakterilerin bitkiler üzerinde birçok olumlu yönde etkileri görülmüştür. Lakin çilekte PGPR bakterilerinin uygulanmasının etkisi ile ilgili çalışma yok denecek kadar azdır. Bu çalışmada farklı çilek çeşitlerinde PGPR bakterilerinin birlikte ve tek uygulamalarının çilekte büyüme ve gelişme üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Problem Durumu

Meyvecilikte verim ve kaliteyi etkileyen etmenler içerisinde beslenme ile ilgili sorunlar önemli bir yer tutmaktadır. Meyve türlerinde ortaya çıkan beslenme bozuklukları, bitki gelişmesini azaltır, meyve verimi ve kalitesi düşer, hatta bazı durumlarda gelişmeyi tamamen duraklatarak bitkinin ölümüne neden olur. Bu yüzden, bitkilerde beslenme bozukluğunun olmaması için önceden önlem tedbir alınması, herhangi bir nedenle bir beslenme bozukluğu ortaya çıkmış ise bunun en hızlı şekilde giderilmesi verim açısından oldukça önemlidir. Beslenme bozuklukları sadece verim ve kaliteyi düşürmekle kalmaz, ayrıca bitkinin hastalık, aşırı soğuk ve sıcak, susuzluk gibi stres koşullarına dayanıklılığının azalmasına sebep olur (Lucena, 1996).

Bakteriler genel olarak bitkide besin elementi oranını artıran biyogübreler, bitkisel hormon üretimiyle bitki büyümesini teşvik eden fitostimülatörler, organik kirleticileri parçalayan rhizoremediatörler, antibiyotik ve antifungal metabolit üretimiyle hastalıkları kontrol eden biyopestisitler olarak tanımlanır. Tarımda biyogübre ve biyokontrol ajanı olarak bu bakterilerin kullanılması özellikle son yıllarda giderek artış göstermiştir (Eşitken ve ark., 2003). Bitkisel üretimde kaliteli ve yüksek verim almak, toprak-bitki sistemindeki ikili ilişkinin doğrusal bir şekilde gelişmesiyle oluşur. Bu çerçevede; toprak ve bitki analiz sonuçlarının birlikte yorumu, etkili gübre kullanımı açısından önemli bilgiler sağlamaktadır. Genel olarak Türkiye tarımında özellikle meyvecilik alanlarında toprak analizlerine dayalı bilinçli gübreleme ve dengeli bitki besleme programının dahi yok denecek kadar sınırlı yapılan araştırmalarda belirlenmiştir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Kültür çileği olarak bilinen *Fragaria x ananassa* Duch., *Fragaria chiloensis* (L.) Duch. ve *Fragaria virginiana* Duch. türlerinin doğal melezlemesi sonucunda 18. yüzyılın ortalarında oluşmuştur (Yaman ve Yılmaz, 2022). Bu melezler ılıman iklime sahip yerlerde çok başarılı bir şekilde yetişebilmektedir. Çilek bitkisi çok yıllık olmasına rağmen ekonomik olarak ömrü 2-3 yıl olarak kabul görmektedir. Hatta İtalya ve ABD gibi bazı ülkelerde dikimler genellikle tek yıllık olarak yapılmakta ve her yıl fideler yenilenmektedir. Fakat Türkiyenin bazı bölgelerinde fide bulma güçlüğünden dolayı dikimi yapılan fidelerden 2-3 yıl ürün alınması amacıyla yetiştiricilik yapılmaktadır. Ülkemizde ekonomik anlamda üretim Akdeniz ve Ege Bölgelerinde yoğunlaşmasına rağmen hemen hemen her bölgede çilek yetiştirilebilir. Taze tüketiminin yanı sıra, sanayiye uygunluğu sebebiyle de üreticilerin ilgisini çekmiş ve üretim giderek artış göstermektedir. Ancak üretim artışına bağlı olarak ortaya çıkan bazı sorunlar üretimde bazı aksamalara da beraberinde getirmektedir. Türkiye tarımsal üretim potansiyeli, üretilen tarımsal ürünlerin çeşitliliği ve doğa kaynaklarının yapısı ile önemli tarım ülkeleri arasındadır. Tarımsal üretim yapılabilen toprakların alanının sabit kalmasına karşılık, dünya nüfusu giderek artış göstermekte, bu da birim alandan daha fazla ürün almayı zorunlu kılmaktadır. Birim alandan daha fazla ürün almanın yolu da gübre, tohum, su, ilaç vb. tarımsal girdilerin yeterli düzeyde ve zamanında kullanılmasıyla olabilmektedir. Ülkemiz topraklarının yıllarca işlenmesi ve toprak bünyesi geliştirecek katkı maddelerinin yeterince uygulanmaması sonucu, toprağın verimliliği azalmış, diğer taraftan da bazı kimyevi gübrelerin aşırı ve bilinçsiz kullanımı ve doğa koşullarının etkisi ile topraklar verimsiz hale gelmiştir. Ülke topraklarının daha verimli bir hale getirilmesi için gerekli önlemlerin alınması elzemdir (Karaman, 2006). Sentetik kimyasallar yerine faydalı mikroorganizmalardan oluşan biyogübrelerin kullanımı ile bitki büyümesi artırılmakta, çevreye verilen zararlar büyük ölçüde önlenmekte ve toprak verimliliği hem korunmakta hemde artmaktadır (O'Connell, 1992). Bitki köklerinin rizosfer bölgesinde birçok bakteri türünün mevcut olduğu ve bunların bazılarının bitkilerde değişen oranlarda vejetatif ve generatif büyümeyi artırıcı etki gösterdikleri yapılan çalışmalarda belirlenmiştir. Yapılacak olan bu çalışmada Kayseri ili Develi ilçesinde yetiştiriciliği yapılan Albion ve Monterey çilek çeşitlerinde PGPR uygulamalarının argonomik özellikler üzerine etkileri belirlenmiştir.

1.3. Araştırmanın Önemi

Günümüzde mikrobiyal gübrelere olan talep gün geçtikçe artmaktadır. Mikrobiyal gübre; toprakta bulunan bakteri, fungus (mantar) gibi tüm zararlı patojenleri imha ederek toprağa karışmasını ve gübreye dönüşmesini sağlamaktadır (Göktekin ve Ünlü, 2016). Uygulandığı alanlarda, toprağın besin değerini artırmaktadır. Kaliteli ürün elde edilmesi ve ürünlerin daha kısa sürede olgunlaşmasını sağlayan mikrobiyal gübre, zararlıları yok ederek gübreye dönüştürmektedir. Bitki gelişimini uyaran bu kök bakterileri genelde Bacillus, Lactobacillus, Paenibacillus, Arthobacter, Pseudomonas, Burkholderia, Enterobacter, Pantoae, Klebsiella, Xanthomonas, Serratia, Rhizobium, Bradyrhizobium, Azospirillium, Azotobacter gibi genuslarda yer almaktadır (Çakmakçı ve ark., 2005). PGPR grubu bakterilerin birçoğu, aynı zamanda çok iyi birer biyolojik savaş elemanı olarak da iş görebilmektedirler. Bu bakteriler özellikle toprak kaynaklı hastalıklar olmak üzere bitki hastalıkları ile savaşımda önemli düzeyde etkilidirler. Biyopestisit kavramı içerisinde bu konuda da dünyada birçok örnekler bulunmaktadır. PGPR'lar verim artırıcı özellikleri açısından biyogübre olarak ve biyolojik savaşta biyopestisit olarak ele alındıklarından, bugün oldukça popülerdir.

1.4. PGPR ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Toprakta birçok bakteri, mantar, alg vs. olmak üzere yaygın çok sayıda mikroorganizma bulunur. Serbest olarak yaşayan, bitkisel gelişimi teşvik eden, biyolojik savaş ajanı veya biyo-gübre olarak kullanılan mikroorganizmalara bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler (PGPR) olarak tanımlanır (Burdman ve ark., 2000). Temiz ve organik tarımın esaslarından biri organik ve biyolojik gübrelerle toprağın beslenmesi gerekmektedir. Biyolojik gübreleme sonuçları her bir biyo-gübre bileşiminde bulunan mikroorganizmaların etkinliği, tiplerine bağlı değişir. Biyolojik gübre organik formdaki besin maddelerinin mineralizasyonu, besin alımının teşviki ve biyolojik azot fiksasyonu ile pek çok bitki türünde ürün artışını beraberinde getirmektedir. *Artrobacter, Azoarcus, Azospirillum, Azotobacter, Bacillus, Burkholderia, Enterobacter, Klebsiella, Pseudomonas, Serratia* ve *Rhizobia* familyalarına dâhil türler önemli kültür bitkilerinde verim ve gelişime olumlu katkılar sağlamaktadır (Burdman ve ark., 2000).

PGPR uygulamalarıyla çimlenme oranı, kök gelişmesi, yaprak alanı, klorofil oranı, verim, azot oranı, hidrolik aktivite, susuzluğa tolerans, protein oranı, kök ve gövde

ağırlığı artmakta, yaprakların yaşlanması gecikmekte ve bazı hastalıklara karşı dayanıklılık sağlanmaktadır. PGPR uygulamaları laboratuvar, sera ve tarla koşullarında yürütülmekte, ancak tarla denemelerinde beklenmeyen koşullar bazen uygun sonuçların alınmasını zorlaştırmaktadır. Topraktaki pH değişimleri, yüksek sıcaklık, düşük yağış, nem ve besin noksanlığı gibi uygun olmayan koşulların ortaya çıkması mikroorganizma yoğunluğunu azaltmaktadır (Dobbelaere ve ark., 2001; Şahin ve ark., 2004).

PGPR'ların bitki büyümesine olumlu etki sağlamak için tarım alanında birçok şekilde kullanılabileceği belirtilmiştir. PGPR formülasyonlarının ticari olarak tarımsal üretim için de kullanıldığı bilinmektedir. Örneğin, orman yenilenmesi ve kirlenmiş toprakların ıslahında son zamanlarda PGPR kullanımının arttığı belirtilmiştir (Lucy ve ark., 2004).

Mikroorganizmaların kök rizosferinde önemli bir rol oynadığı ve rizosfer bölgesinde bu organizmaların sürekli mevcut olduğu, bitki kökleri tarafından sağlanan organik maddelerin organizmaların beslenmelerini kolaylaştırarak destekledikleri, uzun zamandır tahmin edilmekle birlikte detaylı bir çalışma yapılmamıştır. Ancak, bitkilerin mikroorganizmalarla yaptığı karşılıklı simbiyotik veya mutuluastik ilişki sayesinde bitki köklerinin topraktan besin elementi ve su alımında mikroorganizmaların rolü son yıllarda bilimsel çalışmalarla belirlenmiştir (Mena-Violante ve Olalde-Portugal, 2007).

Karaman'da yapılan bir çalışmada Starkrimson ve Granny Smith elma çeşitlerine Pseudomonas BA-8 ve Bacillus OSU-142 bakteri uygulamaları; gövde kesit alanı, verim, yıllık sürgün uzunluğu ve çapı, meyve ağırlığı ve yaprak alanının kontrol uygulamasına göre arttığı ve uygulamaların yapraklarda N, P, K, Ca, Fe, Mn ve Zn içeriğini de artırdığı belirlenmiştir (Pirlak ve ark., 2007)

Killi toprak şartlarında Doğu Anadolu Bölgesi'nde yetişen elma ağaçlarının gelişme ve verim üzerinde anaç (M9 ve MM 106), çeşit (Granny Smith ve Starkpur Golden Delicious) ve bitki büyümesini düzenleyen rizobakterilerin (OSU-142, OSU-7, BA-8 ve M-3) etkilerini görmek amacıyla bir çalışma yürütülmüştür. Sonuç incelendiğinde elma ağaçlarında en uzun sürgün gelişimi BA-8 uygulamasında saptanmıştır. Ayrıca bütün bakteri uygulamalarının anaç, çeşit ve uygulamalara bağlı olarak kontrol uygulamasına göre verimi artırdığı belirlenmiştir (Aslantaş ve ark., 2007).

Bitki gelişimini teşvik edici bakteri uygulamalarının bitki gelişimine etkileri; verim, çimlenme oranı, yaprak alanı, klorofil oranı, kök gelişimi, azot oranı, protein oranı, kök ve gövde ağırlığı artışı, yaprak yaşlanmasının geciktirilmesi ve kuraklığa dayanıklılık şeklinde ortaya çıkmaktadır. PGPR'ların bitkinin erken gelişme döneminde daha etkin oldukları ve özellikle vejetatif gelişim üzerine olumlu etki yaptıkları yapılan çalışmalarla belirlenmiştir (Çakmakçı vd. 2007).

Bir araştırmada bitki büyümesini teşvik eden rizobakterilerin (PGPR) bitki kökleri ile ilgili olduğunu ve bitki üretkenliği ile bağışıklığına olumlu etki ettiği; bunun yanında birkaç grup tarafından yapılan çalışma sonucunda, PGPR'nin tuz ve kuraklık gibi olumsuz etkilere "sistemik toleransı" artırdığını vurgulamışlardır. PGPR'nin, topraktan alınan besleyici maddeleri de artırabildiği, böylelikle tarım topraklarında nitrat ve fosfat birikimini önleyebileceği ve gübre ihtiyacını daha aza indirebileceği ifade edilmiştir (Yang ark. 2008).

PGPR genel olarak *Acinetobacter, Achromobacter, Aereobacter, Agrobacterium, Alcaligenes, Artrobacter, Azospirillum, Bacillus, Burkholderia, Enterobacter, Erwinia, Flavobacterium, Micrococcus, Pseudomonas, Rhizobium, Serratia* ve *Xanthomonas* cinsleri içerisinde yer almaktadır. PGPR, genellikle bitki rizosfer bölgesine tutunarak toprak kaynaklı patojenlerin gelişmesini engellemektedir veya azaltmaktadır (Şahin ve ark. 2010).

Bilimsel çalışmalar bitki gelişimini teşvik eden bu bakterilerin biyogübre olarak kullanılması halinde bitkisel üretim ve toprak verimliliğinin artışına katkı sağlayacağını ortaya çıkarmıştır (Garcia ve ark. 2010). Bugün, toprakta var olan mikroorganizmaların toprak verimliliğinde ve bitki beslemede vazgeçilmez olduğu açık bir şekilde belirlenmiştir.

Kuraklığa maruz bırakılan buğdayda yapılan bir araştırmada, PGPR uygulamalarının bitkide ACC deaminaz enzim aktivitesi yardımıyla etilenin bitki gelişimi üzerindeki engelleyici etkisini azalttığı ortaya çıkarmıştır (Ansary ark., 2012).

Yapılan başka bir çalışmada ise bitki büyümesine yardımcı olan rizobakterilerin (PGPR), biyolojik azot fiksasyonu, fosfat çözünürlüğü, rizosferik etkileri, siderofor üretimi, 1- Aminosiklopropan-1-karboksilat deaminaz (ACC) üretimi gibi birçok çeşitli

yolla bitki gelişimine yararlı olan organizmalar olduğu rapor edilmiştir. Örneğin; antifungal aktivite sergileme, fitohormon üretimi, sistemik direncin indüklenmesi, uçucu organik bileşiklerin (VOC) üretimi, patojen toksin üretimi ile etkileşim bunlardan bazılarıdır (Bhattacharyya ve Jha, 2012).

Ekici ve ark. (2015), PGPR'ların Brokoli fidesinin gelişimi ve fide kalitesi üzerinde etkisini araştırdıkları bir çalışmada, PGPR uygulamalarının kontrol uygulamasına göre fide boyunu %7,85, gövde çapını %42,56, yaprak kuru madde miktarını ise %41,98 oranlarına kadar artırdığını belirlemişlerdir. Araştırmada, PGPR uygulamalarının Na hariç, fide besin elementi içeriğini artırdığı rapor edilmiştir.

Yaman ve ark., (2022), elmada farklı bakteri uygulamalarının meyvelerin ağırlığı ve boyutları ile bitkilerin vejetatif gelişmesi üzerine önemli pozitif katkılar sağlarken, SÇKM ve TEA içeriği ile MES değeri üzerine ise negatif etkisi söz konusu olduğunu bildirmişlerdir.

2. BÖLÜM

YÖNTEM VE MATERYAL

2.1. Materyal

Araştırma 2023 yılında Develi'de açık tarla çilek yetiştiriciliği alanında yürütülmüştür. Develi ilçesinde üretici bahçesinde yapılan bu çalışmada Albion ve Monterey çilek çeşitleri kullanılmıştır. Çilek bahçesi 2022 yılında tesis edilmiş olup henüz 1 yaşındadır. Develi ilçesi iklim yapısı olarak yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kar yağışlıdır. Toprak özellikleri ise Develi Ovası'nda görülen hidromorfik topraklardandır, kalın koyu renkli, organik madde bakımından zengin, iyi drenajlı alüvyal topraklar altında oluşmuştur. Hidromorfik toprağın yayıldığı alanlarda, sürekli nemli kalan üst toprak nedeniyle, bitki örtüsü sık çayırdır. Ancak, tuzlu katların yüzeye yakın olduğu durumlarda örtüyü tuzcul otlar ve tek yıllıklar oluşturmaktadır. Bu tip topraklar çayır olarak daha sonra da kuru-sulu tarım alanları ve otlak olarak kullanılmaktadır (Anonim, 2024).



Şekil 1. Çalışmanın yürütüldüğü bahçeye ait uydu görüntüsü



Şekil 2. Çilek bahçesi tesisine ait bazı görüntüler



Şekil 3. Gelişimini sürdüren bahçeden bir görünüm

Albion Çilek Çeşidi

Albion çilek çeşidi Türkiye genelinde özellikle serin bölgelerde kendini kanıtlamış, yüksek adaptasyon yeteneği ve hastalıklara dayanıklılığı ile öne çıkan bir çeşittir. Bu çeşit ılıman iklim koşullarında iyi performans gösterir ve gün nötr bir çeşittir. Bunun yanı sıra en önemli özelliği olağanüstü meyve kalitesidir. Albion Türkiye'de en çok yetiştirilen çeşitlerden biridir (Attar, 2024).



Şekil 4. Albion çilek çeşidine ait meyveler

Monterey Çilek Çeşidi

Monterey çilek çeşidi, orta derecede gün nötr bir çeşittir. Albion'la kıyaslanacak olursa daha fazla çiçeklenir, dik ve büyük bir bitki yapısına sahiptir, meyvesi daha büyüktür. Seçkin bir aroması vardır. Asit derecesinin düşük olmasından dolayı çok tatlıdır ve iri meyveleri sayesinde tüketiciler tarafından beğenilmektedir. California çeşitleri arasında ağızda eşsiz bir tat bırakma özelliği ile ön plandadır. Mildiyö'ye karşı hassastır. Yetiştiriciliğinde bu hastalığa karşı önlem alınmalıdır. Monterey çilek çeşidi hemen hemen Türkiye'nin her bölgesinde dikilebilir. Erkenci olan bu çeşidin bitki yapısı çok güçlüdür (Çakmak, 2022).



Şekil 5. Monterey çilek çeşidine ait meyveler

2.2. Yöntem

Her uygulamada 10 bitki yer almış ve çalışma 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar sonrasında meyve ve yaprak örnekleri alınmıştır. Deneme amacıyla seçilen alanlarda bakteri olarak *Bacillus Subtilis* ve *Bacillus megaterium* M3 bakterileri kullanılmıştır. Bakteriler Nutrient Agar üzerine çizgi ekim yapılarak, 48 saat 27 ^{o}C'de bekletilmiş ve bu süre sonunda gelişmesini tamamlayan kültürlerden bir öze (tek kullanımlık steril kalıplanmış plastik) dolusu alınarak 250 ml nutrient broth içeren erlenlere aktarılmıştır. Uygulamada her bakteri çeşidi için Albion ve Monterey çeşitlerine 10 cc ilkbahar ve sonbahar olmak üzere şırınga ile topraktan toplam 2 uygulama yapılmıştır. *Bacillus megaterium* M3, *Bacillus subtilis* OSU-142, *Paenibacillus polymyxa* PGPR bakterileri tek olarak uygulanmıştır. Ayrıca bu üç bakteri türünün karışımı yapılmış eşit miktarda alınmış her bakteri içerisinde 1 lt/10^{8} yoğunluğunda karışım yapılarak miks uygulama olarak uygulanmıştır. Çalışma toplamda 4 farklı bakteri uygulaması ve 1 kontrol grubu ile gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar 21 Mayıs tarihinde ve 20 Eylül tarihinde 2 defa yapılmıştır. Uygulamalar sonrasında 20 Haziran ve 20 Temmuz tarihinde meyve ve yaprak örnekleri alınmıştır.

Kültürel Yöntem

Bahçede kültürel işlemler olarak sulama, gübreleme, hastalık ve zararlılarla mücadele yapılmıştır.

2.2.1. Araştırmada Kullanılan Bakteri Irkları

***Bacillus subtilis* OSU-142**

Bacillus subtilis, hayvanların bağırsakları ve toprakta yaygın olarak bulunan Gram-pozitif bir bakteri türüdür. Endosporlar oluşturma yeteneğiyle bilinirler ve bu endosporlar ısı, radyasyon ve diğer zorlu koşullara yüksek direnç gösterirler. *Bacillus subtilis*, bitki büyümesini artırmak ve hastalıklarla mücadele etmek için farklı şekillerde kullanılabilir. Bu bakteri, toprağa uygulanarak doğal bir biyolojik mücadele ajanı olarak etki gösterir. Ayrıca, tohum kaplama, yaprak püskürtme veya sulama suyuna eklenerek de kullanılabilir. *Bacillus subtilis*, bitki kökleri üzerinde bir biyofilm oluşturarak toprakta faydalı mikroorganizmaların çoğalmasına ve zararlı mikroorganizmaların baskılanmasına yardımcı olur. Bu bakteri ayrıca, bitki dokusunu enfekte eden patojenik mikroorganizmaların büyümesini engelleyerek bitkileri hastalıklardan korur. Toprakta ve yaprakta zarar yapan bakteri ve fungusların çoğalmasını engellediği için biyolojik bitki koruma ürünü olarak kullanılabilir (Kotan ve ark., 2021).

***Bacillus megaterium* M3**

Rizosferde bulunan bakterilerin büyük bir kısmını Bacillus türleri oluĢturmaktadır ve bazı streynlerinin PGPR aktiviteleri uzun yıllardır bilinmektedir (Sultana ve Pindi, 2013). Bacillus megatorium'un nanede kök parameterleri (köklenme performansı, kök uzunluğu, köklerin kuru ağırlığı) üzerinde pozitif yönde etkisi olduğu bildirilmiĢtir (Kaymak ve ark., 2008)ik

Paenibacillus polymyxa

Bacillus polymyxa olarak da bilinen *Paenibacillus polymyxa*, nitrojeni sabitleyebilen gram pozitif bir bakteridir. Toprakta, bitki dokularında, deniz çökeltilerinde ve kaplıcalarda bulunur. Orman ekosistemlerinde bir rolü olabilir ve

tarımda biyogübre ve biyokontrol ajanı olarak gelecekteki potansiyel uygulamalarda rol oynayabilir (Çolak ve ark., 2013).

2.2.2. Pomolojik Analizler

Meyve özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan meyve örneklemesi, kontrol ve uygulama bitkilerinden her bir tekerrürde çeşidi temsil eden 20'şer meyve olacak şekilde yapılmıştır.

Alınan meyve örneklerinde meyve ağırlığı (g), meyve eni ve boyu (mm), pH, suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) ve titre edilebilir asit (TEA) içerikleri (%) ile meyve kabuk rengi (C.I.E. L*a*b metoduna göre Minolta CR-300 kromometre ile meyvenin orta ekseni boyunca karşılıklı 2 yönde yapılan okumalarla) belirlenmiştir.



Şekil 6. Bakteri uygulamalarına ait görüntüler

2.2.3. Biyokimyasal Analizler

Meyvede biyokimyasal özelliklerin belirlenmesi amacıyla yapılan meyve örneklemesi, kontrol ve uygulama bitkilerinde her bir tekerrürde çeşidi temsil eden 20'şer meyve olacak şekilde yapılmıştır.

Toplam fenolik miktarının belirlenmesi

Toplam fenolik miktarı Slinkard ve Singleton (1977) tarafından belirtilen yönteme göre Folin-Ciocalteu çözeltisi kullanılarak tespit edilmiştir. Buna göre parçalanmış meyvelerden alınan 1 gram örnek üzerine %80'lik metanol ilave edilmiş ve oda sıcaklığında 2 saat boyunca 200 rpm devirde çalkalanmış ve daha sonra filtre kâğıdıyla süzülmüştür. Elde edilen süzüntüden alınan 100 µL örnek üzerine önce 400 µL saf su, ardından 1 ml (1/10 folin/saf su) Folin-Ciocalteu ayıracı ilave edilmiştir. Daha sonra çözeltiye 8 dk sonra 2 ml %5'lik sodyum karbonat (Na_2CO_3) eklenmiş ve oda sıcaklığında 90 dakika karanlık ortamda inkübasyonda bırakılmıştır. Son olarak mavimsi bir renk alan çözeltinin absorbansı spektrofotometrede 765 nm dalga boyunda okunmuştur. Elde edilen sonuçlar Gallik asit cinsinden, mg gallik asite eşdeğer (GAE) / 100 g taze ağırlık olarak hesaplanmıştır.

Toplam flavonoid miktarının belirlenmesi

Toplam flavonoid miktarı Karadeniz ve ark. (2005) tarafından belirtilen yönteme göre saptanmıştır. Parçalanmış meyve örneğinden 1 gr tartılarak üzerine %80'lik metanol ilave edilmiş ve oda sıcaklığında 60 dakika boyunca 200 rpm devirde çalkalanmıştır. Filtre kağıdıyla süzüldükten sonra 1 mL örnek alınmış ve üzerine 4.0 mL saf su ve 0.3 mL %5'lik sodyum nitrit ($NaNO_2$) solüsyonu ilave edilip vorteks yapılmıştır. 5 dk inkübasyon sonrası çözeltinin üzerine 0.6 mL %10 alüminyum klorid ($AlCl_3$) eklenmiştir. Çözelti 5 dk daha inkübasyona tabi tutulup üzerine 2 mL 1 M sodyum hidroksit (NaOH) eklenip karıştırılmıştır. Son çözelti 2 dk bekletildikten sonra saf su ile 10 mL'ye tamamlanmış ve iyice karıştırıldıktan sonra 510 nm dalga boyunda absorbans değerleri spektrofotometrede okunmuştur. Elde edilen değerler kateşinden elde edilen standart eğriden yararlanılarak toplam flavonoid miktarı mg CAE / 100 g taze ağırlık olarak hesaplanmıştır.

Toplam antosiyanin miktarının belirlenmesi

Toplam antosiyanin miktarı analizi Giusti ve ark. (1999)'ne göre pH-diferansiyel metodu esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemde 2 farklı dalga boyunda (520 ve 700 nm) ve iki farklı pH değerinde (1.0 ve 4.5) toplam monomerik antosiyanin miktarı belirlenmiştir. Parçalanan meyve örneğinden 5 g tartılmış ve üzerine 10 ml %1 hidroklorik asit (HCL) içeren metanol çözeltisi eklenmiş ve son karışım bir gece bekletilmiştir. Daha sonra vorteks ile karıştırılan çözelti filtre kâğıdı ile süzülmüştür. Süzüntüden alınan 1 ml örnek üzerine pH değeri 1.0 olan 4 mL 0.025 M potasyum klorür (KCl) tampon çözeltisi; süzüntüden alınan diğer 1 mL örnek üzerine ise pH değeri 4.5 olan 4 mL 0.4 M sodyum asetat tampon çözeltisi eklenmiştir. Örneklerin absorbansları 520 ve 700 nm dalga boyunda spektrofotometrede ölçülmüştür. Toplam antosiyanin miktarı aşağıda verilen eşitlik kullanılarak mg siyanindin 3-glikozit / 100 g taze meyve olarak hesaplanmıştır.

Antioksidan aktivitesinin saptanması

Meyvelerin DPPH antioksidan aktivitesi Brand-Williams ve ark. (1995)'nın belirttiği yöntem modifiye edilerek belirlenmiştir. Örneğin üzerine %80'lik metanol ilave edilmiş ve oda sıcaklığında 60 dakika boyunca 200 rpm devirde çalkalanmıştır. Daha sonra filtre kâğıdıyla süzülerek, süzüntü elde edilmiştir. Yöntemin uygulaması ise şöyledir: 100 µL meyve eksraktına 3900 µL 0.2 mM DPPH (1.1-diphenyl-2-picryl-hydrazil) çözeltisi ilave edilip vortex ile karıştırıldıktan sonra karışım 30 dk oda sıcaklığında karanlıkta inkübasyona tabi tutulmuştur. Örneklerin absorbans değerleri 517 nm dalga boyunda spektrofotometrede belirlenmiş ve değerler kontrole göre hesaplanarak % inhibisyon olarak ifade edilmiştir.

2.2.4. Besin Maddesi Analizleri

Yaprak örneklemesi meyve hasadıyla beraber yapılmıştır. Laboratuvara getirilen yaprak örnekleri saf su ile yıkanıp, 65-70 ^{o}C'de etüvde sabit ağırlığa kadar kurutulmuş ve değirmende öğütülmüştür. Bu örneklerden tartılan 1 g örnek içerisindeki azot içerikleri Lees (1971) tarafından önerilen "Kjheltec" yöntemine göre belirlenmiştir. Yine öğütülmüş örneklerden 1 g tartılarak, Kacar (1972) tarafından belirtilen yönteme göre kuru yakma yapılmış ve daha sonra elde edilen süzüklerde Chapman ve Pratt (1961)'ın

önerdiği yöntem baz alınarak örneklerin fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir, çinko, mangan ve bakır miktarları ICP-OES cihazında tespit edilmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

Meyve örneklerinin besin elementi içeriklerinin saptanması amacıyla Coşkun ve Aşkın (2016) tarafından uygulanan yöntem kullanılmıştır. Buna göre meyve örnekleri küçük parçalara ayrılarak 65-70 ºC'de etüvde sabit ağırlığa kadar kurutulmuş ve daha sonra öğütülmüştür. Diğer yandan yaprakların besin elementi içeriklerinin belirlenmesi için bakteri uygulaması yapılan ve yapılmayan gelişmesini tamamlamış yapraklardan temmuz ayı sonlarına doğru (Bergmann, 1992) örnekleme yapılmıştır. Toplanan yaprak örnekleri laboratuvara getirildikten sonra, saf su ile yıkanıp, 65-70 ºC'de etüvde sabit ağırlığa kadar kurutulmuş ve değirmende öğütülmüştür. Meyve ve yaprak örnekleri yukarıda sözü edilen yöntemlere göre analizlere tabi tutulmuş ve örneklerin azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir, çinko, mangan, bakır ve bor miktarları tespit edilmiştir.

Veri Analizi

Verilerin analizinde SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) 15.0 programı kullanılmıştır. Sonuçlar arasındaki farklılığın değerlendirilmesinde "Duncan" çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Uygulamalara ait değerler ortalama şeklinde sunulmuştur. Tüm istatistiksel analizler $p<0,05$ ve $p<0,01$ önem düzeyinde gerçekleştirilmiştir.

3. BÖLÜM

BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Meyve Pomolojik Özellikleri

İncelenen çeşitlerde bakteri uygulamalarının genel olarak meyve pomolojik özelliklerine önemli etkileri olduğu belirlenmiştir (Tablo 7). Albion çeşidinde meyve ağırlığı (g) 7,85 g (*B. subtilis*OSU-142) ve 11,79 g (*B. megaterium*M3) arasında değişmiştir. *B. megaterium*M3 uygulamasının meyve ağırlığına etkisi önemli bulunmuştur. Bunu *P. polymyxa*(10 g) ve Miks (10,78 g) takip etmiştir. Bakteri uygulamalarının ortalama meyve ağırlığı 10,32 g bulunmuştur. Meyve ağırlığı değerleri 6,57 g (*B. megaterium* M3) ve 12,67 g (Miks) arasında değişmiştir. Bunu *P. polymyxa* (10 g) ve Miks (10,78 g) takip etmiştir. Bakteri uygulamalarının ortalama meyve ağırlığı 8,76 g bulunmuştur. Şahin, (2023) bakteri uygulamalarının çilekte morfolojik ve pomolojik özelliklere olumlu etki gösterdiği bildirmiştir. Morais vd., (2019) çilekte bakteri uygulamalarının meyve boyutlarında artış sağladığını bildirmiştir. Eşitken vd., (2010) çilekte *B. subtilis* OSU-142 ile 7,13 g ve *B. megaterium* M3 ile 6,98 g meyve ağırlığı bildirmişlerdir. Ağgün vd., (2018) *B. megaterium*M3 uygulaması ile Albion çilek çeşidinde 29,25 g ve Monterey çilek çeşidinde 28,87 g meyve ağırlığı bildirmişlerdir. Balcı vd., (2021) bakteri uygulanan çilek çeşitlerinde 10,09 g meyve ağırlığı elde etmişlerdir.

Albion çeşidinde bakteri uygulamalarından en yüksek değere sahip *B. megaterium* M3 (26,65 mm) ve Miks (25,02 mm) uygulamalarının meyve eni (mm) üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur. En düşük meyve eni 22,44 mm (kontrol) bulunmuştur. Albion çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama meyve eni 24,37 mm bulunmuştur. Monterey çeşidinde en düşük meyve eni 20,97 mm (kontrol) ve en yüksek meyve eni 25,31 mm (Miks) olarak belirlenmiştir. Bunu 24,96 mm ile *B. megaterium*M3 ve 22,00

mm ile *P. polymyxa* takip etmiştir. Monterey çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama meyve eni 23,49 mm bulunmuştur. Morais vd., (2019) *B. subtilis*OSU-142 bakteri uygulaması sonucu çilek meyve eninin 20,58 mm olduğunu bildirmişlerdir. Ünal, (2019) *B. megaterium* M3 uygulaması ile 30,42 mm meyve eni bildirmiştir. Çiylez, (2019) Albion çeşidi çileklerde *B. subtilis* OSU-142 uygulaması ile 27,43 mm meyve eni bildirmiştir.

Albion çeşidinde bakteri uygulamalarının meyve boyuna etkisi önemsiz bulunmuştur. En düşük meyve boyu 28,81 mm *P. polymyxa* ile elde edilirken, en yüksek meyve boyu 33,49 ile Miks uygulamasından elde edilmiştir. Bunu sırasıyla 31,43 mm ile *B. megaterium*M3 ve 29,45 mm ile kontrol grupları takip etmiştir. Albion çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama meyve boyu 30,64 mm bulunmuştur. Monterey çeşidinde bakteri uygulamalarının meyve boyuna etkisi önemsiz bulunmuştur. En düşük meyve boyu 25,72 mm *P. polymyxa* ile elde edilirken, en yüksek meyve boyu 34,73 mm ile Miks uygulamasından elde edilmiştir. Bunu sırasıyla 31,33 mm ile kontrol ve 27,82 mm ile *B. subtilis*OSU-142 uygulamaları takip etmiştir. Monterey çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama meyve boyu 28,64 mm bulunmuştur. Morais vd., (2019) *B. subtilis*OSU-142 bakteri uygulaması sonucu çilek meyve boyunun 28,41 mm olduğunu bildirmişlerdir. Ünal, (2019) *B. megaterium*M3 uygulaması ile 34,28 mm meyve boyu bildirmiştir. Çiylez, (2019) Albion çeşidi çileklerde *B. subtilis*OSU-142 uygulaması ile 32,95 mm meyve boyu bildirmiştir.

Albion çeşidinde bakteri uygulamaları SÇKM (suda çözünür kuru madde) oranı üzerindeki etkisi önemlidir. SÇKM oranları %9,10 (kontrol) ile %10,76 (*B. megaterium*M3) arasında bulunmuştur. Bunu %9,76(*P. polymyxa*) ve %9,53 (Miks) takip etmiştir. Albion çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama SÇKM oranı %10,05bulunmuştur. Monterey çeşidinde bakteri uygulamaları genel olarak SÇKM oranı üzerindeki etkisi önemlidir. SÇKM oranları %9,26 (*B. subtilis*OSU-142) ile %11,13 (*P.polymyxa*) arasında bulunmuştur. Bunu %11,03(Miks) ve %10,90 (*B. megaterium*M3) takip etmiştir. Monterey çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama SÇKM oranı %10,58bulunmuştur. Ertürk cd., (2012) çilek çeşitlerinde *B. megaterium*M3 uygulaması ile %12,83 SÇKM ve *P. polymyxa* uygulaması ile de %11,33 SÇKM elde etmişlerdir. Ağgün vd., (2018) *B. megaterium*M3 uygulaması ile Albion çeşidinde % 9,08 SÇKM ve Monterey çeşidinde %10,98 SÇKM olduğunu

bildirmişlerdir. Balcı vd., (2021) çilek genotiplerinde bakteri uygulamasının meyve özelliklerinde önemli etki gösterdiği ve uygulamalar sonucu çilekte %8,07 SÇKM oranı bildirmişlerdir.

Albion çeşidinde en düşük pH 3,65 ile *B. megaterium*M3 uygulamasından elde edilmiştir. Bakteri uygulamaları arasında en yüksek pH ise 3,76 ile Miks uygulamasından elde edilmiştir. Bunu sırasıyla 3,75 ile *P. polymyxa* ve 3,72 ile kontrol grupları takip etmiştir. Albion çeşitlerinde bakteri uygulamaları sonucu ortalama pH 3,71 bulunmuştur. Monterey çeşidinde en düşük pH 3,72 ile *B. megaterium* M3 uygulamasından elde edilmiştir. Bakteri uygulamaları arasında en yüksek değere (4,02) sahip olan ile *B. subtilis*OSU-142 uygulaması pH yönünden önemli bulunmuştur. Bunu sırasıyla 3,91 ile kontrol ve 3,88 ile Miks grupları takip etmiştir. Monterey çeşitlerinde bakteri uygulamaları sonucu ortalama pH 3,85 bulunmuştur. Pehluvan, (2007) çilekte *B. subtilis* OSU-142 bakteri uygulaması ile 3,54 pH değeri bildirmiştir. Ağgün vd., (2018) *B. megaterium* M3 uygulaması ile Albion çeşidi çilekte 3,86 pH ve Monterey çeşidi çilekte ise 3,99 pH oranı bildirmişlerdir. Ünal, (2019) ise *B. megaterium* M3 uygulaması sonucu çilek çeşitlerinde 3,87 pH oranı bildirmiştir. Genel olarak literatür verilerine bakıldığında bakteri uygulamalarının meyve özelliklerine etkisi önemli bulunmuş ve çalışma verileriyle uyum içerisindedir.

Tablo 1. Farklı bakteri uygulamalarının çilekte meyve özelliklerine etkisi

Çeşit	Uygulama	Meyve Ağırlığı (g)	Meyve Eni (mm)	Meyve Boyu (mm)	SÇKM	pH
Albion	Kontrol	8,87ab	22,44b	29,45ab	9,10d	3,72
	*B. subtilis*OSU-142	7,85b	23,18b	28,84c	10,16ab	3,66
	Paenibacilluspolymyxa	10,88ab	22,63b	28,81c	9,76bc	3,75
	*B. megaterium*M3	11,79a	26,65a	31,43ab	10,76a	3,65
	Miks	10,78ab	25,02ab	33,49a	9,53cd	3,76
Monterey	Kontrol	9,56ab	20,97c	31,33ab	9,73b	3,91ab
	*B. subtilis*OSU-142	8,80b	21,67bc	27,82b	9,26b	4,02a
	Paenibacilluspolymyxa	6,99b	22,00bc	25,72b	11,13a	3,73b
	*B. megaterium*M3	6,57b	24,96ab	26,28b	10,90a	3,72b
	Miks	12,67a	25,31a	34,73a	11,03a	3,88ab

Bakteri uygulamalarının çilekte meyve asitliği, L, a ve b değerlerine etkisi Tablo 8'de verilmiştir. Albion çeşidinde bakteri uygulamaları asitlik oranına negatif etki göstermiştir. Asitlik oranı 0,79 (*B. megaterium* M) ve 0,93 (kontrol) arasında

değişmiştir. Bunu 0,88 ile *B. subtilis* OSU-142 ve 0,86 ile *P. polymyxa* takip etmiştir. Bakteri uygulamalarının ortalama asitlik oranı 0,84 bulunmuştur. Monterey çeşidinde bakteri uygulamalarının asitlik oranına etkisi önemsiz bulunmuştur. Asitlik oranı 0,51 (*B. megaterium* M) ve 0,61 (Miks) arasında değişmiştir. Bunu 0,58 ile kontrol ve 0,57 ile *B. subtilis* OSU-142 takip etmiştir. Bakteri uygulamalarının ortalama asitlik oranı 0,56 bulunmuştur. Eşitken vd., (2010) çilekte *B. subtilis*OSU-142 ile 0,56 ve *B. megaterium*M3 ile 0,51 asitlik oranları bildirmişlerdir. Ağgün vd., (2018) *B. megaterium*M3 uygulaması ile Albion çilek çeşidinde 0,75 ve Monterey çilek çeşitinde 0,84 asitlik oranı bildirmişlerdir. Balcı vd., (2021) bakteri uygulanan çilek çeşitlerinde 0,73 asitlik oranı elde etmişlerdir.

Albion çeşidinde bakteri uygulamaların L değerine etkisi önemli bulunmuştur. En düşük L değeri 29,81 ile *B. subtilis* OSU-142 ve en yüksek L değeri 33,26 ile *B. megaterium*M3 uygulamasından elde edilmiştir. Bunu kontrol (33,04) ve Miks (32,89) uygulamaları takip etmiştir. Bakteri uygulamalarının ortalama L değeri 31,98 bulunmuştur. Monterey çeşidinde bakteri uygulamaların L değerine etkisi önemsiz bulunmuştur. En düşük L değeri 29,45 ile *B. megaterium*M3 ve en yüksek L değeri 35,86 ile Miks uygulamasından elde edilmiştir. Bunu *P .polymyxa* (35,62) ve kontrol (31,94) grupları takip etmiştir. Bakteri uygulamalarının ortalama L değeri 32,86 bulunmuştur. Luksiene vd., (2013) uygulama yapılan çileklerde 37,2 L değeri bildirmişlerdir. Ünal, (2019) ise *B. megaterium*M3 uygulaması sonucu çilek çeşitlerinde 35,34 L değeri bildirmiştir. Morais vd., (2019) *B. subtilis*OSU-142 bakteri uygulaması sonucu çilek L değerinin 36,16 olduğunu bildirmişlerdir. Balcı vd., (2021) bakteri uygulanan çilek çeşitlerinde 32,04 L değeri elde etmişlerdir.

Albion çeşidinde bakteri uygulamaları a değerine etkisi önemsizdir. En düşük a değeri 75,98 ile Miks uygulamadan ve en yüksek a değeri 86,78 ile *B. subtilis*OSU-142 uygulamasından elde edilmiştir. Bunu *P. polymyxa* (83,53) ve kontrol (80,13) grupları takip etmiştir. Bakteri uygulamalarının ortalama a değeri 81,34 bulunmuştur. Monterey çeşidinde bakteri uygulamaları a değerine etkisi önemsizdir. En düşük a değeri 70,06 ile *P. polymyxa* uygulamadan ve en yüksek a değeri 92,65 ile *B. megaterium*M3 uygulamasından elde edilmiştir. Bunu kontrol (89,17) ve *B. subtilis*OSU-142 (83,01) grupları takip etmiştir. Bakteri uygulamalarının ortalama a değeri 81,33 bulunmuştur. Luksiene vd., (2013) uygulama yapılan çileklerde 36,4 a değeri bildirmişlerdir. Ünal,

(2019) ise *B. megaterium*M3 uygulaması sonucu çilek çeşitlerinde 36,16 a değeri bildirmiştir. Balcı vd., (2021) bakteri uygulanan çilek çeşitlerinde 40,38 a değeri elde etmişlerdir.

Albion çeşidinde en düşük b değeri 14,44 (kontrol) ve en yüksek 16,58 (*B. megaterium*M3) arasında değişmiştir. B. megaterium M3 b değerine etkisi önemlidir. Bunu 15,32 ile Miks ve 15,19 ile *P. polymyxa* uygulamaları takip etmiştir. Bakteri uygulamalarının ortalama b değeri 15,44 bulunmuştur. Monterey çeşidinde en düşük b değeri 11,42 (*B. megaterium*M3) ve en yüksek 20,89 (Miks) arasında değişmiştir. Miks uygulamasının b değerine etkisi önemlidir. Bunu 16,48 ile *P. polymyxa* ve 14,07 ile kontrol uygulamaları takip etmiştir. Bakteri uygulamalarının ortalama b değeri 15,64 bulunmuştur. Luksiene vd., (2013) uygulama yapılan çileklerde 23,4 b değeri bildirmişlerdir. Ünal, (2019) ise *B. megaterium*M3 uygulaması sonucu çilek çeşitlerinde 21,33 b değeri bildirmiştir. Balcı vd., (2021) bakteri uygulanan çilek çeşitlerinde 20,98 b değeri elde etmişlerdir.

Tablo 2. Farklı bakteri uygulamalarının çilekte meyve özelliklerine etkisi

Çeşit	**Uygulama**	**Asitlik**	**L**	**a**	**b**
Albion	Kontrol	0,93a	33,04a	80,13abc	14,44b
	*B. subtilis*OSU-142	0,88ab	29,81b	86,78a	14,65b
	Paenibacilluspolymyxa	0,86abc	31,97a	83,53ab	15,19ab
	*B. megaterium*M3	0,79c	33,26a	79,07bc	16,58a
	Miks	0,84bc	32,89a	75,98c	15,32ab
Monterey	Kontrol	0,58	31,94ab	89,17ab	14,07bc
	*B. subtilis*OSU-142	0,57	30,52b	83,01ab	13,74bc
	Paenibacilluspolymyxa	0,55	35,62a	70,06c	16,48b
	*B. megaterium*M3	0,51	29,45b	92,65a	11,42c
	Miks	0,61	35,86a	79,61bc	20,89a

3.2. Biyokimyasal Özellikler

Bakteri uygulamalarının çilekte biyokimyasal özellikler üzerine etkisi Tablo 9'da verilmiştir. Albion çeşidinde bakteri uygulamalarının toplam fenolik oranına etkisi önemli bulunmuştur. Toplam fenolik 333,79 mg/100 g (*B. subtilis*OSU-142) ve 500,30 mg/100 g (Miks) arasında değişmiştir. Bunu 473,64 mg/100 g ile *P. polymyxa* ve 430,29 mg/100 g ile *B. megaterium*M3 takip etmiştir. Bakteri uygulamalarının ortalama toplam fenolik 434,505 mg/100 g bulunmuştur. Monterey çeşidinde bakteri uygulamalarının

toplam fenolik oranına etkisi önemsiz bulunmuştur. Toplam fenolik 320,45 mg/100 g (*B. subtilis*OSU-142) ve 360,53 mg/100 g (*B. megaterium*M3) arasında değişmiştir. Bunu 350,37 mg/100 g ile kontrol ve 347,45 mg/100 g ile Miks takip etmiştir. Bakteri uygulamalarının ortalama toplam fenolik 338,92 mg/100 g bulunmuştur. Kraiem vd., (2015) bakteri uygulamaları sonucu toplam fenolik miktarının 630,80 mg/100 g olduğunu bildirmiştir. Seleshe vd., (2017) çilekte toplam fenolik miktarını 177,11 mg/100 g olarak ve Rahman vd., (2019) ise 377,8 mg/100 g olarak bildirmişlerdir.

Albion çeşidinde bakteri uygulamaların flavanoid oranına etkisi önemsiz bulunmuştur. En düşük flavanoid oranı 61,91 mg/100 g ile kontrol grubundan ve en yüksek flavanoid oranı 72,54 mg/100 g ile *B. megaterium*M3 uygulamasından elde edilmiştir. Bunu Miks (67,21 mg/100 g) ve *B. subtilis*OSU-142 (64,31 mg/100 g) grupları takip etmiştir. Bakteri uygulamalarının ortalama flavanoid oranı 66,81 mg/100 g bulunmuştur. Monterey çeşidinde bakteri uygulamaların flavanoid oranına etkisi önemsiz bulunmuştur. En düşük flavanoid oranı 62,36 mg/100 g ile *P. polymyxa* ve en yüksek flavanoid oranı 71,47 mg/100 g ile kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Bunu Miks (64,91 mg/100 g) ve *B. subtilis*OSU-142 (64,61 mg/100 g) grupları takip etmiştir. Bakteri uygulamalarının ortalama flavanoid oranı 63,98 mg/100 g bulunmuştur. Khalifa vd. (2015) bakteri uygulamaları ile flavanoid oranının 45 mg/100 g olduğunu bildirmişlerdir. Seleshe vd., (2017) ise flavanoid oranını 26,09 mg/100 g ve Kumar vd., (2019) ise flavanoid oranını 83,9 mg/100 g olarak bildirmişlerdir.

Tablo 3. Farklı bakteri uygulamalarının çilekte biyokimyasal özellikler üzerine etkisi

Çeşit	Uygulama	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/100 g)	Toplam Flavanoid Madde ((mg CAE/100 g)	Toplam Antosiyanin Miktarı (mg siyanindin 3-glikozit/100 g)	Antioksidant Aktivitesi (% inhibisyon)
Albion	Kontrol	377,01c	61,91b	220,47bc	30, 35b
	*B. subtilis*OSU-142	333,79c	64,31ab	173,87d	31,53ab
	Paenibacilluspolymyxa	473,64ab	63,18b	283,84a	32,368a
	*B. megaterium*M3	430,29b	72,54a	230,190b	30,52ab
	Miks	500,30a	67,21ab	190,51cd	30,30b
Monterey	Kontrol	350,37	71,47	193,87	33,06ab
	*B. subtilis*OSU-142	320,45	64,61	223,60	37,04a
	Paenibacilluspolymyxa	327,23	62,36	223,78	35,04ab
	*B. megaterium*M3	360,53	64,02	200,58	34,88ab
	Miks	347,45	64,91	197,21	31,72b

Albion çeşidinde bakteri uygulamaları antosiyanin oranına etkisi önemsizdir. En düşük antosiyanin oranı 173,87 mg/100 g ile *B. subtilis* OSU-142 uygulamadan ve en yüksek antosiyanin oranı 283,84 mg/100 g ile *P. polymyxa* uygulamasından elde edilmiştir. Bunu *B. megaterium*M3 (230,19 mg/100 g) ve kontrol (220,47 mg/100 g) grupları takip etmiştir. Bakteri uygulamalarının ortalama antosiyanin oranı 219,60 mg/100 g bulunmuştur. Monterey çeşidinde en düşük antosiyanin oranı 193,87 mg/100 g ile kontrol uygulamadan ve en yüksek antosiyanin oranı 223,78 mg/100 g ile *P. polymyxa* uygulamasından elde edilmiştir. Bunu *B. subtilis*OSU-142 (223,60 mg/100 g) ve *B. megaterium*M3 (220,58 mg/100 g) grupları takip etmiştir. Bakteri uygulamalarının ortalama antosiyanin oranı 211,29 mg/100 g bulunmuştur. Seleshe vd., (2017) antosiyanin oranını 66,00 mg/100 g olarak bildirmiştir. Rahman vd., (2019) bakteri uygulamaları sonucu çilek çeşitlerinde antosiyanin oranının 187,5 mg/100 g olduğunu bildirmişlerdir. Badar vd., (2022) ise bakteri uygulamalarının sonucunda antosiyanin oranını 328,7 mg/100 g olarak bildirmişlerdir.

Albion çeşidinde en düşük antioksidant oranı %30,30 (Miks) ve en yüksek %32,36 (*P. polymyxa*) arasında değişmiştir. *P. polymyxa* uygulamasının antioksidant oranı etkisi önemlidir. Bunu %31,53 ile *B. Subtilis* OSU-142 ve %30,52 ile *B. megaterium*M3 uygulamaları takip etmiştir. Bakteri uygulamalarının ortalama antioksidant oranı %31,18 bulunmuştur. Monterey çeşidinde en düşük antioksidant oranı %31,72 (Miks) ve en yüksek %37,04 (*B. subtilis*OSU-142) arasında değişmiştir. Bunu %35,04 ile *p. polymyxa* ve %34,88 ile *B. megaterium* M3 uygulamaları takip etmiştir. Bakteri uygulamalarının ortalama antioksidant oranı %34,67 bulunmuştur. Kraiem vd., (2015) çilek çeşitlerinde bakteri uygulamaları sonucu antioksidant oranının 480 mg/100 g olarak bildirmişlerdir. Kumar vd., (2019) ise antioksidant oranının 177 mg/100 g olduğunu bildirmişlerdir. Ünal, (2019) çilek çeşitlerinde *B. megaterium*M3 bakteri uygulaması ile antioksidant oranının 249,3 mg/100 g olduğunu ve Rahman vd., (2019) ise çilek çeşitlerinin 382 mg/100 g antioksidant içerdiğini bildirmişlerdir. Morais vd., (2019) çilekte bakteri uygulamalarının toplam fenolik ve flavanoid oranlarında artış sağladığını bildirmişlerdir. Genel olarak literatür incelendiğinde bakteri uygulamalarının çilekte biyokimyasal özellikler üzerinde önemli etkileri olduğu görülmüştür. Elde edilen veriler literatürde elde edilen değerler ile uyum içerisinde olduğu saptanmıştır

3.3. Bakteri Uygulamalarının Çilek Yaprak Besin Maddesi Özelliklerine Etkileri

3.3.1. Yaprak Makro Besin Element İçerikleri

Çalışma sonuçları bakteri uygulamalarının çilek çeşitlerinde yaprak makro besin içeriklerine önemli etkisi olduğunu göstermiştir (Tablo 1). Albion çeşidi çileklerde en düşük azot (N) oranı 146,22 mg/kg ile kontrol grubundan elde edilmiştir. Bakteri uygulamaları arasında en yüksek N oranı ise 269,67 mg/kg ile *Paenibacillus polymyxa* uygulamasından elde edilmiştir. *P. polymyxa*'yı sırasıyla 264,67 mg/kg ile *Bacillus megaterium* M3, 227,54 mg/kg ile *Bacillus subtilis* OSU-142 ve 203,23 mg/kg ile Miks uygulama takip etmiştir. Albion çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama N oranı 241,28 mg/kg olup kontrol grubuna göre uygulamalar N oranında ortalama %65,02'lık bir artış sağlamıştır.

Monterey çeşidi çileklerde de bakteri uygulamalarının N oranı üzerinde önemli etkileri olmuştur. En düşük N oranı 150,25 mg/kg ile kontrol grubundan elde edilmiştir. Bakteri uygulamaları arasında en yüksek N oranı ise 204,94 mg/kg ile *Bacillus megaterium* M3 uygulamasından elde edilmiştir. *B. megaterium* M3'ü sırasıyla 173,88 mg/kg ile *P. polymyxa,* 169,23 mg/kg ile Miks uygulama takip etmiştir. Monterey çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama N oranı 178,44 mg/kg olup uygulamalar ortalama %18,77'lik bir N artışı sağlamıştır. Badar ve ark. (2022) bakteri uygulamalarının azot fiksasyonuna önemli katkılar sağladığını bildirmiştir. Pehluvan (2007) *B. subtilis* OSU-142 uygulaması ile çilek çeşitlerinde ortalama 226 mg/kg N oranı elde ettiğini rapor etmiştir. Eşitken ve ark. (2010) çilek çeşitlerinde yaptıkları bakteri uygulamaları sonucu N oranlarını *B. subtilis* OSU-142'de 330 mg/kg ve *B. megaterium* M3'te 335 mg/kg olarak bulmuşlardır. Silva ve ark. (2022) çilekte bakteri uygulamalarının N ve Mg içeriğini artırdığını belirtmişlerdir.

Albion çeşidinde en düşük fosfor (P) oranı 1257,88 mg/kg ile kontrol grubundan elde edilmiştir. Bakteri uygulamaları arasında en yüksek P oranı ise 1954,54 mg/kg ile *B. subtilis* OSU-142 uygulamasından elde edilmiştir. Bunu sırasıyla 1883,53 mg/kg ile *Bacillus megaterium* M3 ve 1792,87 mg/kg ile *P. polymyxa* takip etmiştir. Albion çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama P oranı 1831,37 mg/kg olup kontrol grubuna göre uygulamalar ortalama %45,62'lik bir artış sağlamıştır.

Monterey çeşidinde en düşük P oranı 810,32 mg/kg ile kontrol grubundan elde edilmiştir. Bakteri uygulamaları arasında en yüksek P oranı ise 1134,29 mg/kg ile *B. megaterium* M3 uygulamasından elde edilmiştir. Bunu sırasıyla 938,67 mg/kg ile *B. Subtilis* OSU-142 ve 868,85 mg/kg ile Miks uygulamaları takip etmiştir. Monterey çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama P oranı 950,68 mg/kg olup kontrol grubuna göre uygulamalarda ortalama %39,97'lik önemli bir artış sağlamıştır. Badar ve ark. (2022) bakteri uygulamalarının fosfat çözünmesine katkı sağladığı ve bitkinin besin elementleri alımını artırdığını bildirmiştir. Pehluvan (2007) *B. Subtilis* OSU-142 bakteri uygulaması ile çilekte 540 mg/kg N oranı bildirmişlerdir. Eşitken ve ark. (2010) çilekte *B. subtilis* OSU-142 uygulaması ile 950 mg/kg ve *B. megaterium* M3 uygulaması ile 1020 mg/kg N oranı bildirmişlerdir. Ünal, (2019) çilekte *B. megaterium* M3 bakteri uygulamaları sonucu 540 mg/kg P oranı bildirmiştir.

Albion çeşidinde bakteri uygulamalarının potasyum (K) oranını düşürdüğü gözlenmiştir. Kontrol grubu en yüksek potasyum oranına (6209,45 mg/kg) sahipken en düşük K oranı 5013,82 mg/kg ile *B. subtilis* OSU-142 uygulamasından elde edilmiştir. Bakteri uygulamaları arasında en yüksek K oranı ise 5208,31 mg/kg ile *B. megaterium* M3 uygulamasından elde edilmiştir. Bunu sırasıyla 5191,68 mg/kg ile Miks ve 5175,90 mg/kg ile *P. polymyxa* takip etmiştir. Albion çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama K oranı 5147,43 mg/kg bulunmuştur.

Bakteri uygulamalarının Monterey çeşidinde de K oranını düşürdüğü gözlenmiştir. Kontrol grubu en yüksek K oranına (7162,59 mg/kg) sahipken en düşük K oranı 4503,55 mg/kg ile Miks uygulamasından elde edilmiştir. Bakteri uygulamaları arasında en yüksek K oranı ise 5800,18 mg/kg ile *B. megaterium* M3 uygulamasından elde edilmiştir. Monterey çeşidinde bakteri uygulamalarının ortalama K oranı 5164,53 mg/kg bulunmuştur. Eşitken ve ark. (2010) çilekte K oranlarını *B. subtilis* OSU-142 uygulamasında 3250 mg/kg ve *B. megaterium* M3 uygulaması ile 2850 mg/kg olarak bildirmişlerdir. Ünal (2019) çilekte *B. megaterium* M3 bakteri uygulaması sonucu 2790 mg/kg K oranı elde edildiğini belirtmiştir. Bayramoğlu ve ark. (2020) bakteri uygulamaları sonucu 5198 mg/kg olduğunu, K çözme özelliği gösteren bakterilerin çilekte K oranını artırdığını raporlamışlardır.

Albion çeşidinde kalsiyum (Ca) oranları 2496,27 mg/kg (kontrol) ile 4806,97 mg/kg (*B. subtilis* OSU-142) arasında bulunmuştur. *B. subtilis* OSU-142'yi sırasıyla *B. megaterium* M3 (4319,38 mg/kg), Miks (4300,66 mg/kg) ve *P. polymyxa* (4119,10 mg/kg) takip etmiştir. Albion çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama Ca oranı 4008,48 mg/kg olup kontrol grubuna göre uygulamalar ortalama %60,58'lik bir artış sağlamıştır.

Monterey çeşidinde bakteri uygulamaları Ca oranı üzerinde önemli etki göstermiştir. Ca oranları 2051,69 mg/kg (kontrol) ile 2861,38 mg/kg (*B. megaterium* M3) arasında bulunmuştur. *B. megaterium* M3'ü sırasıyla Miks (2734,17 mg/kg) ve *B. subtilis* OSU-142 (2629,25 mg/kg) takip etmiştir. Monterey çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama Ca oranı 2689,41 mg/kg olup kontrol grubuna göre uygulamalar ortalama %31,07'lik bir artış sağlamıştır. Eşitken ve ark. (2010) *B. subtilis* OSU-142 uygulaması ile 2470 mg/kg ve *B. megaterium* M3 uygulaması ile 2250 mg/kg Ca oranı elde etmişlerdir. Çiylez (2019) Albion çilek çeşidinde *B. subtilis* OSU-142 uygulaması ile 1660 mg/kg ve *B. megaterium* M3 ile 1590 mg/kg Ca oranı elde etmiştir. Ünal (2019) çilekte *B. megaterium* M3 bakteri uygulaması sonucu 1380 mg/kg Ca oranı bildirmiştir.

Albion çeşidinde bakteri uygulamalarının magnezyum (Mg) oranını artırdığı gözlenmiştir. Kontrol grubu ile uygulamalar arasındaki fark önemli bulunmuştur. En düşük Mg oranı 869,33 mg/kg ile kontrol grubundan elde edilirken, en yüksek Mg oranı 1505,61 mg/kg ile *B. subtilis* OSU-142 uygulamasından elde edilmiştir. Bunu sırasıyla 1444,64 mg/kg ile *P. polymyxa* ve 1411,43 mg/kg ile *B. megaterium* M3 takip etmiştir. Albion çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama Mg oranı 1426,87 mg/kg bulunmuştur ve kontrol gurubuna göre Mg oranı ortalama %64,13 artmıştır.

Monterey çeşidinde bakteri uygulamalarının Mg oranını artırdığı gözlenmiştir. Kontrol grubu ile uygulamalar arsındaki fark önemli bulunmuştur. En düşük Mg oranı 690,87 mg/kg ile kontrol grubundan elde edilirken, en yüksek Mg oranı 922,49 mg/kg ile *B. megaterium* M3 uygulamasından elde edilmiştir. Bunu sırasıyla 815,84 mg/kg ile Miks ve 778,39 mg/kg ile *P. polymyxa* takip etmiştir. Monterey çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama Mg oranı 812,43 mg/kg bulunmuştur ve kontrol gurubuna göre Mg oranı ortalama %17,60 artmıştır. Çiylez (2019) Albion çilek çeşidinde *B. subtilis* OSU-142 uygulamasından 1030 mg/kg ve *B. megaterium* M3 uygulaması ile

1590 mg/kg Mg oranı bildirmiştir. Ünal (2019) çileklerde *B. megaterium* M3 bakteri uygulaması sonucu 550 mg/kg Mg oranı bildirmiştir. Sas-Paszt ve ark. (2019) çilek çeşitlerinde *B. subtilis* OSU-142 ve *P. polymyxa* bakterilerinin birlikte uygulanması sonucu 2200 mg/kg Mg oranı elde etmişlerdir ve Miks uygulamalarının mineral seviyelerine önemli etkileri olduğunu bildirmişlerdir.

Albion çeşidinde kükürt (S) oranları 496,11 mg/kg (*B. megaterium* M3) ile 642,29 mg/kg (kontrol) arasında bulunmuştur. Genel olarak bakteri uygulaması bu çeşitte kükürt oranının düşmesine sebep olmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek oranlar Miks (527,82 mg/kg) ve *B. subtilis* OSU-142 (513,47 mg/kg)'de elde edilmiştir. Albion çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama S oranı 508,90 mg/kg bulunmuştur.

Monterey çeşidinde S oranları 452,60 mg/kg (Miks) ile 688,42 mg/kg (kontrol) arasında bulunmuştur. Genel olarak bakteri uygulaması bu çeşitte de kükürt oranının düşmesine sebep olmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek oranlar *B. megaterium* M3 (609,68 mg/kg) ve *B. subtilis* OSU-142 (488,05 mg/kg)'de elde edilmiştir. Monterey çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama S oranı 505,97 mg/kg bulunmuştur. Mukwevho ve ark. (2014), kükürdün antioksidanların ve enzimlerin önemli bir parçası olduğunu ve reaktif oksijen türlerine karşı bir savunma mekanizması oluşturmada etkili olduğunu belirtmiştir. Mikiciuk ve ark. (2015) çilekte S oranını 1020 mg/kg olarak bildirmiştir. Genel olarak bakıldığında çilek yapraklarında makro besin element içeriklerinin bakteri uygulamalarıyla K ve S dışında arttığı ve önemli bir etkiye sahip olduğu görülmüştür.

Tablo 4. Farklı bakteri uygulamalarının çilek yapraklarının makro besin elementi içeriğine etkisi (mg/kg)

Çeşit	Uygulama	Azot (N)	Fosfor (P)	Potasyum (K)	Kalsiyum (Ca)	Magnezyum (Mg)	Kükürt (S)
Albion	Kontrol	146,22b	1257,88b	6209,45	2496,27b	869,33b	642,29
	B. subtilis OSU-142	227,54a	1954,54a	5013,82	4806,97a	1505,61a	513,47
	P. polymyxa	269,67a	1792,87ab	5175,90	4119,10a	1444,64a	498,21
	B. megaterium M3	264,67a	1883,53a	5208,31	4319,38a	1411,43a	496,11
	Miks	203,23ab	1694,55ab	5191,68	4300,66a	1345,79a	527,82
Monterey	Kontrol	150,25c	810,32c	7162,59a	2051,69b	690,87c	688,42a
	B. subtilis OSU-142	165,72b	938,67b	5128,02bc	2629,25a	733,01c	488,05b
	P. polymyxa	173,88b	860,89bc	5226,35bc	2532,83a	778,39b	473,53b
	B. megaterium M3	204,94a	1134,29a	5800,18b	2861,38a	922,49a	609,68a
	Miks	169,23b	868,85bc	4503,55c	2734,17a	815,84b	452,60b

3.3.2. Yaprak Mikro Besin Element İçerikleri

İncelenen çeşitlerde bakteri uygulamalarının yaprak mikro besin elementlerine önemli etkileri olduğu tespit edilmiştir (Tablo 2). Albion çeşidinde bor (B) oranı 35,35 mg/kg (kontrol) ve 44,87 mg/kg (Miks) arasında değişmiştir. Miks uygulamasını *B. subtilis* OSU-142 (43,20 mg/kg) ve *B. megaterium* M3 (39,46 mg/kg) takip etmiştir. Bakteri uygulamalarının ortalama B oranı 41,24 mg/kg bulunmuştur.

Monterey çeşidinde uygulamalar B oranına negatif etki etmiştir. B oranı 38,56 mg/kg (Miks) ve 62,98 mg/kg (kontrol) arasında değişmiştir. Uygulamalar arasında en yüksek B oranları *P. polymyxa* (49,93 mg/kg) ve *B. megaterium* M3 (44,32 mg/kg) uygulamaları ile elde edilmiştir. Bakteri uygulamalarının ortalama B oranı 43,24 mg/kg bulunmuştur. İpek ve ark. (2015) çilekte *B. megaterium* M3 bakteri uygulaması sonucu 98,8 mg/kg B oranı elde etmiş ve bakteri uygulamasının B oranına önemli etkisi olduğunu belirtmiştir. Sas-Patszt ve ark. (2019) *B. subtilis* OSU-142 ve *P. polymyxa* bakterilerinin birlikte uygulanması sonucu 30,08 mg/kg B oranı elde etmişlerdir. Tomic ve ark. (2021) çilekte bakteri uygulamaları sonucu 31,92 mg/kg B oranı bildirmişlerdir.

Albion çeşidinde bakteri uygulamalarının demir (Fe) oranı üzerinde negatif etkisi olmuştur. Fe oranları 80,92 mg/kg (Miks) ile 96,84 mg/kg (kontrol) arasında bulunmuştur. Miks uygulamasını sırasıyla *B. megaterium* M3 (91,20 mg/kg) ve *B. subtilis* OSU-142 (87,44 mg/kg) takip etmiştir. Albion çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama Fe oranı 85,74 mg/kg bulunmuştur.

Monterey çeşidinde bakteri uygulamalarının Fe oranı üzerindeki etkisi önemsizdir. Fe oranları 72,07 mg/kg (Miks) ile 98,06 mg/kg (*P. polymyxa*) arasında bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek Fe oranları *B. megaterium* M3 (97,87 mg/kg) ve kontrol (79,94 mg/kg) uygulamalarından elde edilmiştir. Monterey çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama Fe oranı 85,56 mg/kg bulunmuştur. Pehluvan (2007) çilekte bakteri uygulamaları sonucu Fe oranının 86,11 mg/kg olduğunu bildirmiştir. Ünal (2019) ortam x bakteri interaksiyonunun yaprak Fe, Zn ve Mn içerikleri üzerinde önemli etkisi olduğunu ve bakteri uygulamaları sonucu çilekte Fe oranını 66,85 mg/kg olarak bildirmiştir. Çiylez (2019) Albion çilek çeşitlerinde *B. megaterium* M3 uygulaması ile 133,50 mg/kg ve *B. subtilis* OSU-142 uygulaması ile 122,14 mg/kg Fe oranı olduğunu bildirmiştir.

Albion çeşidinde bakteri uygulamalarının manganez (Mn) oranını artırdığı gözlenmiştir. Kontrol grubu ile uygulamalar arsındaki fark önemli bulunmuştur. En düşük Mn oranı 18,93 mg/kg ile kontrol grubundan elde edilirken, en yüksek Mn oranı 39,21 mg/kg ile *B. megaterium* M3 uygulamasından elde edilmiştir. Bunu sırasıyla 38,63 mg/kg ile *B. subtilis* OSU-142 ve 35,36 mg/kg ile Miks uygulama takip etmiştir. Albion çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama Mn oranı 35,73 mg/kg bulunmuştur ve uygulamalar Mn oranında %88,75'lik oranda önemli bir artışa sebep olmuştur.

Monterey çeşidinde bakteri uygulamalarının Mn oranını artırdığı gözlenmiştir. Kontrol grubu ile uygulamalar arsındaki fark önemli bulunmuştur. En düşük Mn oranı 21,08 mg/kg ile kontrol grubundan elde edilirken, en yüksek Mn oranı 30,60 mg/kg ile *P. polymyxa* uygulamasından elde edilmiştir. Bunu sırasıyla 30,33 mg/kg ile *B.megaterium* M3 ve 30,03 mg/kg ile *B. subtilis* OSU-142 uygulamaları takip etmiştir. Monterey çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama Mn oranı 29,09 mg/kg bulunmuştur ve uygulamalar Mn oranında yaklaşık %38'lik oranda artışa sebep olmuştur. Eşitken ve ark. (2010) Mn oranını 39,87 mg/kg *B.megaterium* M3'te ve 43,06 mg/kg ile *B. subtilis* OSU-142'de bulmuşlardır. Üna (2019) çilekte *B. megaterium* M3 bakteri uygulamaları sonucu 31,20 mg/kg Mn oranı tespit etmiştir. Çiylez, (2019) Albion çeşidi çileklerde *B. subtilis* OSU-142 uygulaması ile 22,03 mg/kg, *B. megaterium* M3 uygulaması ile 21,65 mg/kg Mn oranı olduğunu bildirmiştir.

Albion çeşidinde bakteri uygulamaları çinko (Zn) oranı üzerinde önemli bir etki göstermiştir. Zn oranları 5,75 mg/kg (kontrol) ile 10,38 mg/kg (*P. polymyxa*) arasında bulunmuştur. *P. polymyxa*'yı sırasıyla *B. megaterium* M3 (10,10 mg/kg) ve Miks (8,77 mg/kg) takip etmiştir. Albion çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama Zn oranı 9,43 mg/kg olup kontrol grubuna göre uygulamalar Zn oranında ortalama %63,83'lük bir artış sağlamıştır.

Monterey çeşidinde Zn oranları 4,94 mg/kg (kontrol) ile 8,03 mg/kg (*B. megaterium* M3) arasında bulunmuştur. Bunu sırasıyla *P. polymyxa* (6,17 mg/kg) ve Miks (6,11 mg/kg) takip etmiştir. Monterey çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama Zn oranı 6,24mg/kg olmuştur. Pehluvan (2007) çilekte bakteri uygulamalarının önemli bir etkisi olduğu ve uygulamalar sonucu Zn oranının 5,16 mg/kg olduğunu bildirmiştir. Çiylez (2019) Albion çeşidi çileklerde *B. subtilis* OSU-142 uygulaması ile 16,54 mg/kg, *B.*

megaterium M3 uygulaması ile 16,28 mg/kg Zn oranı olduğunu bildirmiştir. Tomic ve ark. (2021) çilekte bakteri uygulaması sonucu 8,57 mg/kg Mn oranı bulduklarını bildirmişlerdir.

Albion çeşidinde en düşük bakır (Cu) oranı 1,74 mg/kg ile kontrol grubundan elde edilmiştir. Bakteri uygulamaları arasında en yüksek Cu oranı ise 3,33 mg/kg ile *B. subtilis* OSU-142 uygulamasından elde edilmiştir. Bunu sırasıyla 3,32 mg/kg ile *B. megaterium* M3 ve 3,21 mg/kg ile *P. polymyxa* uygulamaları takip etmiştir. Albion çeşitlerinde bakteri uygulamaları sonucu ortalama 3,30 mg/kg Cu oranı elde edilmiştir.

Monterey çeşidinde de bakteri uygulamaları Cu oranında önemli bir etkiye sahip olmuştur. En düşük Cu oranı 1,40 mg/kg ile kontrol grubundan elde edilmiştir. Bakteri uygulamaları arasında en yüksek Cu oranı ise 5,02 mg/kg ile *B. megaterium* M3 uygulamasından elde edilmiştir. Bunu sırasıyla 3,16 mg/kg ile *P. polymyxa* ve 3,06 mg/kg ile *B. subtilis* OSU-142 uygulamaları takip etmiştir. Monterey çeşitlerinde bakteri uygulamaları sonucu ortalama 3,57 mg/kg Cu oranı elde edilmiştir. Pehluvan (2007) bakteri uygulamaları ile Cu oranının 10,21 mg/kg olduğunu bildirmiştir. Çiylez (2019) Albion çeşidi çileklerde *B. subtilis* OSU-142 uygulaması ile 11,28 mg/kg, *B. megaterium* M3 uygulaması ile 8,95 mg/kg Cu oranı olduğunu bildirmiştir. Genel olarak literatürdeki çalışmalarla kıyaslandığında elde edilen sonuçlar uyum içerisindedir. Çilekte bakteri uygulamalarının yaprak mikro besin element içeriklerine önemli bir etkisi olduğu hem literatürde hem de yürütülen bu çalışmada görülmüştür.

Tablo 5. Farklı bakteri uygulamalarının çilek yapraklarının mikro besin elementi içeriğine etkisi (mg/kg)

Çeşit	Uygulama	Bor (B)	Demir (Fe)	Mangan (Mn)	Çinko (Zn)	Bakır (Cu)
Albion	Kontrol	35,35	96,84	18,93b	5,75b	1,74b
	B. subtilis OSU-142	43,20	87,44	38,63a	8,45a	3,33a
	Paenibacillus polymyxa	37,42	83,39	29,72ab	10,38a	3,21a
	B. megaterium M3	39,46	91,20	39,21a	10,10a	3,32a
	Miks	44,87	80,92	35,36a	8,77a	3,33a
Monterey	Kontrol	62,98a	79,94	21,08b	4,94	1,40b
	Bacillus subtilis OSU-142	40,15b	74,22	30,03a	5,96	3,06ab
	Paenibacillus polymyxa	49,93ab	98,06	30,60a	6,17	3,16ab
	B. megaterium M3	44,32ab	97,87	30,33a	8,03	5,02a
	Miks	38,56b	72,07	27,41a	6,11	3,05ab

3.3.3. Yaprak Ağır Metal İçerikleri

İncelenen çeşitlerde bakteri uygulamalarının yapraklarda ağır metal elementlerine etkisi önemsiz bulunmuştur (Tablo 3). Albion çeşidinde Al oranı 91,16 mg/kg (*P. polymyxa*) ve 101,56 mg/kg (*B. subtilis* OSU-142) arasında değişmiştir. Bakteri uygulamalarının ortalama Al oranı 96,6 mg/kg bulunmuştur.

Monterey çeşidinde uygulamalar Al oranına negatif etki etmiştir. En düşük Al oranı 70,83 mg/kg ile *B. subtilis* OSU-142 uygulamadan ve en yüksek Al oranı 155,75 mg/kg ile kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Uygulamalar arasında en yüksek Al oranları *B. megaterium* M3 (109,59 mg/kg) ve *P. polymyxa* (97,23 mg/kg) uygulamaları ile elde edilmiştir. Bakteri uygulamalarının ortalama Al oranı 87,7 mg/kg bulunmuştur. Eltahawy ve ark. (2022) çilekte bakteri uygulanmasının, bitki yapraklarındaki ağır metal içeriklerini (Fe, Mn, Zn, Pb, Cd, Ni ve Cu) önemli ölçüde azalttığını belirtmişlerdir. Aynı zamanda miks uygulamaların tekli uygulamalardan daha önemli bir etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Tablo 6. Farklı bakteri uygulamalarının çilek yapraklarının ağır metal elementi içeriğine etkisi (mg/kg)

Çeşit	Uygulama	Alüminyum (Al)	Krom (Cr)
Albion	Kontrol	95,96	3,27a
	Bacillus subtilis OSU-142	101,56	2,82ab
	Paenibacillus polymyxa	91,16	2,81ab
	Bacillus megaterium M3	95,96	2,53b
	Miks	97,72	2,31b
Monterey	Kontrol	155,75a	3,81
	Bacillus subtilis OSU-142	70,83b	1,66
	Paenibacillus polymyxa	97,23ab	3,33
	Bacillus megaterium M3	109,59ab	5,25
	Miks	73,22b	1,62

Albion çeşidinde uygulamalar krom (Cr) oranına negatif etki etmiştir. En düşük Cr oranı 2,31 mg/kg ile Miks uygulamadan ve en yüksek Cr oranı 3,27 mg/kg ile kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Uygulamalar arasında en yüksek Cr oranları *B. subtilis* OSU-142 (2,82 mg/kg) ve *P. polymyxa* (2,81 mg/kg) uygulamaları ile elde edilmiştir. Bakteri uygulamalarının ortalama Cr oranı 2,62 mg/kg bulunmuştur. Cr oranı 1,62 mg/kg (Miks) ve 5,25 mg/kg (*B. megaterium*M3) arasında değişmiştir. Bakteri uygulamalarının ortalama Cr oranı 2,97 mg/kg bulunmuştur. Şahin (2023) ağır metal

stresine karşı bakteri uygulamalarının morfolojik ve pomolojik özellikleri iyileştirdiği ve bitkilere olumlu etki ettiğini bildirmiştir. Bayram ve ark. (2016) çilek yapraklarında Cr oranını 4-6,8 mg/kg olarak bulmuştur. Ibraheen ve ark. (2017) çilek yapraklarında Cr oranını 8,59 mg/kg bildirilerken ve Kocaman ve ark. (2023) ise 8,53 mg/kg olarak bildirmişlerdir. Genel olarak literatürde çilekte ağır metal içerikleri açısından bakteri uygulamalarının etkisi bazı genotiplerde önemsizken bazılarında negatif yönde olmuştur.

3.4. Bakteri Uygulamalarının Çilek Meyve Besin Maddesi Özelliklerine Etkileri

3.4.1. Meyve Makro Besin Element İçerikleri

Çalışma sonuçları bakteri uygulamalarının çilek çeşitlerinde meyve makro besin içeriklerine önemli etkisi olduğunu göstermiştir (Tablo 4). Albion çeşidi çileklerde en düşük azot (N) oranı 203,25 mg/kg ile Miks uygulamasından elde edilmiştir. Bakteri uygulamaları arasında en yüksek N oranı ise 230,86 mg/kg ile kontrol grubundan elde edilmiştir. Uygulamalar arasında en yüksek oranlar *P. Polymyxa* (224,33 mg/kg) ve *B. subtilis*OSU-142 (224,26 mg/kg)'de elde edilmiştir. Albion çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama N oranı 216,33 mg/kg bulunmuştur. Monterey çeşidi çileklerde bakteri uygulamalarının N oranı üzerinde etkisi önemsiz bulunmuştur. En düşük N oranı 206,55 mg/kg ile *B. megaterium*M3 uygulamasından elde edilmiştir. Bakteri uygulamaları arasında en yüksek N oranı ise 276,45 mg/kg ile kontrol grubundan elde edilmiştir. Bakteri uygulamaları arasında en yüksek değerler 267,00 mg/kg ile *P.polymyxa* ve 224,74 mg/kg ile *B. subtilis*OSU-142 uygulamasından elde edilmiştir. Monterey çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama N oranı 227,50 mg/kg bulunmuştur. Çilek meyvelerinde bakteri uygulamaları sonucu azot oranı Mikiciuk vd., (2015) tarafından 105,4 mg/kg ve Tomic vd., (2021) tarafından 198 mg/kg olarak bildirilmiştir.

Albion çeşidinde P oranına bakteri uygulamaları etkisi önemsiz bulunmuştur. En düşük P oranı 2106,91 mg/kg ile *B. subtilis*OSU-142grubundan elde edilmiştir. Bakteri uygulamaları arasında en yüksek P oranı ise 2476,26 mg/kg ile *P. Polymyxa* uygulamasından elde edilmiştir. Bunu sırasıyla 2203,56 mg/kg ile *B. megaterium*M3 ve 2199,96 mg/kg ile kontrol grubu takip etmiştir. Albion çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama P oranı 2239,90 mg/kg olmuştur. Monterey çeşidinde en

düşük P oranı 1547,35 mg/kg ile kontrol grubundan elde edilmiştir. Bakteri uygulamaları arasında en yüksek P oranı ise 1899,01 mg/kg ile *B. subtilis*OSU-142uygulamasından elde edilmiştir. Bunu sırasıyla 1891,03 mg/kg ile Miks ve 1781,03 mg/kg ile *B. megaterium*M3 uygulamaları takip etmiştir. Monterey çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama P oranı 1821,56 mg/kg olup kontrol grubuna göre uygulamalar P oranında ortalama %17,72'lik önemli bir artış sağlamıştır. Grembecka ve Szefer, (2013) bakteri uygulamaları sonucu P oranının 2340-4100 mg/kg aralığında olduğunu bildirmişlerdir. Mikiciuk vd., (2015) P oranını 2550 mg/kg ve Tomic vd., (2021) ise 2900 mg/kg olarak bildirmişlerdir.

Albion çeşidinde *B. subtilis*OSU-142 dışındaki bakteri uygulamaları K oranına etkisi önemli bulunmuştur. *B. subtilis*OSU-142 en düşük potasyum oranına (7659,51 mg/kg) sahipken en yüksek K oranı (8896,53 mg/kg) *P. polymyxa* uygulamasından elde edilmiştir. Bunu 8206,24 mg/kg ile *B. megaterium*M3 ve 7851,68 mg/kg ile Miks grubu takip etmiştir. Albion çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama K oranı 8153,74 mg/kg bulunmuştur. Monterey çeşidinde bakteri uygulamalarının K oranına etkisi önemli bulunmuştur. Kontrol grubu en düşük K oranına (5577,27 mg/kg) sahipken en yüksek K oranı 7081,86 mg/kg ile *P. polymyxa* uygulamasından elde edilmiştir. Bunu 6709,26 mg/kg ile Miks grubu ve 6703,46 ile *B. subtilis*OSU-142 takip etmiştir. Monterey çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama K oranı 6922,78 mg/kg bulunmuş ve uygulamalar P oranında ortalama %24,11'lik önemli bir artış sağlamıştır. Grembecka ve Szefer, (2013) bakteri uygulamaları sonucu en düşük K oranının 7690 mg/kg olduğunu bildirmişlerdir. Mikiciuk vd., (2015) K oranını 1930 mg/kg ve Tomic vd., (2021) ise 5700 mg/kg olarak bildirmişlerdir.

Albion çeşidinde bakteri uygulamaları Ca oranına negatif etki etmiştir. Ca oranları 1294,06 mg/kg (*B. megaterium*M3) ile 1857,66 mg/kg (kontrol) arasında bulunmuştur. Bakteri uygulamaları arasında en yüksek Ca oranları *P. polymyxa*(1540,04 mg/kg) ve Miks grubundan (1457,68 mg/kg) elde edilmiştir. Albion çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama Ca oranı 1426,60 mg/kg bulunmuştur. Monterey çeşidinde bakteri uygulamaları Ca oranı üzerinde önemli etki göstermiştir. Ca oranları 940,12 mg/kg (kontrol) ile 1295,27 mg/kg (*B. subtilis OSU-142*) arasında bulunmuştur. Bunu sırasıyla *B. megaterium*M3(1183,22 mg/kg) ve Miks (1150,93 mg/kg) uygulamaları takip etmiştir. Monterey çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama Ca oranı 1160,28

mg/kg olup kontrol grubuna göre uygulamalar Ca oranında ortalama %23,42'lik bir artış sağlamıştır. Grembecka ve Szefer, (2013) bakteri uygulamaları sonucu Ca oranının 1450-1900 mg/kg aralığında olduğunu bildirmişlerdir. Mikiciuk vd., (2015) çilek meyvelerinde P oranını 2560 mg/kg ve Tomic vd., (2021) ise 1440 mg/kg olarak bildirmişlerdir.

Albion çeşidinde bakteri uygulamalarının Mg oranına etkisi önemsiz bulunmuştur. En düşük Mg oranı 1109,41 mg/kg ile *B. Subtilis* OSU-142 uygulamasından elde edilirken, en yüksek Mg oranı 1232,76 mg/kg ile *P. Polymyxa* uygulamasından elde edilmiştir. Bunu sırasıyla 1193,38 mg/kg ile kontrol grubu ve 1145,44 mg/kg ile *B. megaterium*M3 takip etmiştir. Albion çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama Mg oranı 1152,09 mg/kg bulunmuştur. Monterey çeşidinde bakteri uygulamalarının Mg oranını artırdığı gözlenmiştir. Kontrol grubu ile uygulamalar arsındaki fark önemli bulunmuştur. En düşük Mg oranı 737,37 mg/kg ile kontrol grubundan elde edilirken, en yüksek Mg oranı 1014,39 mg/kg ile *B. subtilis OSU-142* uygulamasından elde edilmiştir. Bunu sırasıyla 939,91 mg/kg ile Miks ve 880,68 mg/kg ile *B. megaterium*M3 takip etmiştir. Monterey çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama Mg oranı 917,93 mg/kg bulunmuştur ve kontrol gurubuna göre Mg oranı ortalama %24,49 artmıştır. Grembecka ve Szefer, (2013) bakteri uygulamaları sonucu Mg oranının 891-1680 mg/kg aralığında olduğunu bildirmişlerdir. Mikiciuk vd., (2015) çilek meyvelerinde Mg oranını 1270 mg/kg ve Tomic vd., (2021) ise 3600 mg/kg olarak bildirmişlerdir.

Tablo 7. Farklı bakteri uygulamalarının çilek meyvelerinin makro besin elementi içeriğine etkisi (mg/kg)

Çeşit	Uygulama	Azot (N)	Fosfor (P)	Potasyum (K)	Kalsiyum (Ca)	Magnezyum (Mg)	Kükürt (S)
Albion	Kontrol	230,86	2199,96	7749,59ab	1857,66a	1193,38	408,75b
	B. subtilis OSU-142	224,26	2106,91	7659,51b	1414,62ab	1109,41	392,75b
	P. polymyxa	224,33	2476,26	8896,53a	1540,04ab	1232,76	461,83a
	B.megaterium M3	213,49	2203,56	8206,24a	1294,06b	1145,44	405,08b
	Miks	203,25	2172,85	7851,68ab	1457,68ab	1120,76	380,55b
Monterey	Kontrol	276,45	1547,35	5577,27b	940,12b	737,37b	313,24
	B. subtilis OSU-142	224,74	1899,01	6703,46a	1295,27a	1014,39a	387,01
	P. polymyxa	267,00	1715,17	7081,86a	1011,70ab	836,74ab	398,95
	B.megaterium M3	206,55	1781,01	6197,52ab	1183,22a	880,68ab	337,29
	Miks	211,70	1891,03	6709,26a	1150,93a	939,91ab	398,03

Albion çeşidinde S oranları 380,55 mg/kg (Miks) ile 461,83 mg/kg (*P. polymyxa*) arasında bulunmuştur. Genel olarak *P. polymyxa* bakteri uygulaması dışındaki uygulamaların S orana etkisi önemsiz bulunmuştur. Albion çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama S oranı 410,05 mg/kg bulunmuştur. Monterey çeşidinde S oranları 313,24 mg/kg (kontrol) ile 398,95 mg/kg (*P. polymyxa*) arasında bulunmuştur. Genel olarak bakteri uygulaması bu çeşitte kükürt oranının artmasına sebep olmuştur. *P.polymyxa*'yı 398,03 mg/kg ile Miks ve 387,01 mg/kg *ile B. subtilis* OSU-142 takip etmiştir. Monterey çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama S oranı 380,32 mg/kg bulunmuştur. Mikiciuk ve ark. (2015) çilek meyvelerinde S oranını 520 mg/kg olarak belirlemişler ve uygulamaların S oranına etkisinin önemsiz olduğunu bildirmişlerdir. Genel literatüre bakıldığında çilekte bakteri uygulamalarının meyvelerdeki makro besin element içeriğine etkisi olduğu görülmüştür ve çalışma literatür bulgularıyla uyum içerisindedir.

3.4.2. Meyve Mikro Besin Element İçerikleri

İncelenen çeşitlerde bakteri uygulamalarının meyve mikro besin elementlerine önemli etkileri olduğu belirlenmiştir (Tablo 5). Albion çeşidinde bakteri uygulamalarının B oranına etkisi önemsiz bulunmuştur. B oranları 10,80 mg/kg (*B. subtilis* OSU-142) ve 13,10 mg/kg (*P. polymyxa*) arasında değişmiştir. Bunu *B. megaterium* M3 (12,10 mg/kg) ve Miks (11,26 mg/kg) takip etmiştir. Bakteri uygulamalarının ortalama B oranı 11,82 mg/kg bulunmuştur. Monterey çeşidinde uygulamalar B oranına pozitif etki etmiş ve önemli bulunmuştur. B oranı 7,60 mg/kg (kontrol) ve 10,56 mg/kg (*P. polymyxa*) arasında değişmiştir. Bunu 9,94 mg/kg ile *B. subtilis*OSU-142 ve 9,61 mg/kg ile Miks uygulamaları takip etmiştir. Bakteri uygulamalarının ortalama B oranı 9,91 mg/kg bulunmuş ve uygulamalar B oranını %30,39 artırmıştır. Tomic vd., (2021) uygulamaların çilekte B oranına önemli etkisi olduğunu belirtmiş ve incelenen çeşitlerde 36,17 mg/kg B oranı bildirmişlerdir.

Albion çeşidinde bakteri uygulamalarının Fe oranı üzerindeki etkisi önemsizdir. Fe oranları 27,21 mg/kg (Miks) ile 36,25 mg/kg (kontrol) arasında bulunmuştur. Miks uygulamasını sırasıyla *B. megaterium*M3(34,42 mg/kg) ve *P. polymyxa* (31,77 mg/kg) takip etmiştir. Albion çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama Fe oranı 30,80 mg/kg bulunmuştur. Monterey çeşidinde bakteri uygulamalarının Fe oranı üzerindeki etkisi önemlidir. Fe oranları 30,21 mg/kg (kontrol) ile 61,30 mg/kg (*B. megaterium*M3)

arasında bulunmuştur. Bunu *P. polymyxa* (56,61 mg/kg) ve Miks (40,44 mg/kg) uygulamalarından elde edilmiştir. Monterey çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama Fe oranı 49,44 mg/kg bulunmuş ve uygulamalar Fe oranını %63,65 artırmıştır. Grembecka ve Szefer, (2013) bakteri uygulamaları sonucu Fe oranının 40-99 mg/kg aralığında olduğunu bildirmişlerdir. Ünal, (2019) Fe oranını 48,65 mg/kg ve Tomic vd., (2021) ise 41,27 mg/kg olarak bildirmişlerdir.

Albion çeşidinde bakteri uygulamalarının Mn oranını artırdığı gözlenmiştir. Kontrol grubu ile uygulamalar arsındaki fark önemli bulunmuştur. En düşük Mn oranı 15,35 mg/kg ile kontrol grubundan elde edilirken, en yüksek Mn oranı 35,59 mg/kg ile Miks uygulamasından elde edilmiştir. Bunu sırasıyla 25,18 mg/kg ile *P. polymyxa* ve 18,84 mg/kg ile *B. subtilis*OSU-142uygulama takip etmiştir. Albion çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama Mn oranı 24,26mg/kg bulunmuştur ve uygulamalar Mn oranında %58,04'lik oranda bir artışa sebep olmuştur. Monterey çeşidinde bakteri uygulamaları Mn oranına negatif etki etmiştir. Kontrol grubu ile uygulamalar arsındaki fark önemli bulunmuştur. En düşük Mn oranı 5,95 mg/kg ile *B. subtilis*OSU-142 grubundan elde edilirken, en yüksek Mn oranı 19,12 mg/kg ile kontrol grubundan elde edilmiştir. Uygulamalar arasında en yüksek değerler 10,93 mg/kg ile *B. megaterium*M3 ve 7,15 mg/kg ile *P. polymyxa* uygulamalarından elde edilmiştir. Monterey çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama Mn oranı 7,53mg/kg bulunmuştur. Grembecka ve Szefer, (2013) bakteri uygulamaları sonucu Mn oranının 30-89 mg/kg aralığında olduğunu bildirmişlerdir. Ünal, (2019) Mn oranını 94 mg/kg ve Tomic vd., (2021) ise 62,46 mg/kg olarak bildirmişlerdir.

Tablo 8. Farklı bakteri uygulamalarının çilek meyvelerinin mikro besin elementi içeriğine etkisi (mg/kg)

Çeşit	Uygulama	Bor (B)	Demir (Fe)	Mangan (Mn)	Çinko (Zn)	Bakır (Cu)
Albion	Kontrol	11,01	36,25a	15,35c	10,47a	1,17
	B. subtilis OSU-142	10,80	29,78b	18,84c	8,11ab	1,44
	P. polymyxa	13,10	31,77ab	25,18b	10,80a	1,54
	B. megaterium M3	12,10	34,42a	17,41c	9,34ab	1,45
	Miks	11,26	27,21b	35,59a	9,25ab	1,23
Monterey	Kontrol	7,60b	30,21b	19,12a	8,56	0,66b
	B. subtilis OSU-142	9,94a	39,41b	5,95c	9,50	1,07a
	P. polymyxa	10,56a	56,61a	7,15b	8,15	1,06a
	B. megaterium M3	9,51a	61,30a	10,93ab	7,79	0,95a
	Miks	9,61a	40,44b	6,10bc	9,12	0,80ab



Şekil 7. Yaprakların öğütülmesi

Albion çeşidinde bakteri uygulamalarının meyvelerdeki Zn oranı üzerindeki etkisi önemsizdir. Zn oranları 8,11 mg/kg (*B. subtilis* OSU-142) ile 10,80 mg/kg (*P. polymyxa*) arasında bulunmuştur. *P. polymyxa*'yı sırasıyla kontrol (10,47 mg/kg) ve *B. megaterium* M3 (9,34 mg/kg) takip etmiştir. Albion çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama Zn oranı 9,38mg/kg bulunmuştur. Monterey çeşidinde Zn oranları 7,79 mg/kg ile *B. megaterium* M3 ve 9,50 mg/kg ile *B. subtilis* OSU-142 arasında bulunmuştur. Monterey çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama Zn oranı 8,64mg/kg olmuştur. Bystricka ve ark. (2015) bakteri uygulamaları sonucu meyvelerde Zn oranının 8,9 mg/kg olduğunu bildirmişlerdir. Ünal, (2019) Zn oranını 39,35 mg/kg ve Tomic ve ark. (2021) ise 80,96 mg/kg olarak bildirmişlerdir.

Albion çeşidinde en düşük Cu oranı 1,17 mg/kg ile kontrol grubundan elde edilmiştir. Bakteri uygulamaları arasında en yüksek Cu oranı ise 1,54 mg/kg ile *P. polymyxa* uygulamasından elde edilmiştir. Bunu sırasıyla 1,45 mg/kg ile *B. megaterium*M3 ve 1,44 mg/kg ile *B. subtilis*OSU-142 uygulamaları takip etmiştir. Albion çeşitlerinde bakteri uygulamaları sonucu ortalama Cu oranı1,42 mg/kg bulunmuştur. Monterey çeşidinde bakteri uygulamaları Cu oranında önemli bir etkiye sahiptir. En düşük Cu oranı 0,66 mg/kg ile kontrol grubundan elde edilmiştir. Bakteri uygulamaları arasında

en yüksek Cu oranı ise 1,07 mg/kg ile *B. subtilis* OSU-142 uygulamasından elde edilmiştir. Bunu sırasıyla 1,06 mg/kg ile *P. polymyxa* ve 0,95 mg/kg ile *B. megaterium*M3 uygulamaları takip etmiştir. Monterey çeşitlerinde bakteri uygulamaları sonucu ortalama 0,97 mg/kg Cu oranı elde edilmiş ve %47 oranında artış sağlamıştır. Bystricka vd., (2015) bakteri uygulamaları sonucu Cu oranının 5,7 mg/kg olduğunu bildirmişlerdir. Ünal, (2019) Cu oranını 25,05 mg/kg ve Tomic vd., (2021) ise 65,42 mg/kg olarak bildirmişlerdir. Genel olarak mikro besin element içerikleri literatürle uyum içerisindedir.

3.4.3. Meyve Ağır Metal İçerikleri



Şekil 8. Pomolojik özelliklerin belirlenmesi

Bakteri uygulamalarının çilek meyvelerinin ağır metal içeriğine etkisi Tablo 6'da verilmiştir. Albion çeşidinde Al oranı 12,64 mg/kg (kontrol) ve 22,31 mg/kg (*P. polymyxa*) arasında değişmiştir. Bunu 20,17 mg/kg ile *B. megaterium*M3 ve 16,85*B. subtilis*OSU-142 takip etmiştir. Bakteri uygulamalarının ortalama Al oranı 18,42 mg/kg bulunmuş ve uygulamalar %45 oranında artışa sebep olmuştur. Monterey çeşidinde bakteri uygulamaları Al oranına negatif etki etmiştir. En düşük Al oranı 10,49 mg/kg ile *B. subtilis*OSU-142 uygulamadan ve en yüksek Al oranı 24,41 mg/kg ile *P. polymyxa* uygulamasından elde edilmiştir. Bunu kontrol (21,28 mg/kg) ve Miks (13,62 mg/kg)

grupları takip etmiştir. Bakteri uygulamalarının ortalama Al oranı 15,44 mg/kg bulunmuştur. Benzer sonuçlara Holzwarth vd., (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, çilekte Al oranı 14,3 mg/kg olarak ulaşılmıştır.

Albion çeşidinde bakteri uygulamaların Cr oranına etkisi önemli bulunmuştur. En düşük Cr oranı 0,41 mg/kg ile kontrol grubundan ve en yüksek Cr oranı 1,48 mg/kg ile *B. megaterium*M3 uygulamasından elde edilmiştir. Bunu *P. polymyxa* (0,98 mg/kg) ve *B. subtilis*OSU-142 (0,63 mg/kg) uygulamaları ile elde edilmiştir. Bakteri uygulamalarının ortalama Cr oranı 0,92 mg/kg bulunmuş ve uygulamalar Cr oranına ortalama %124 oranında etki etmiştir. Monterey çeşidinde Cr oranı 0,33 mg/kg (*B. subtilis*OSU-142) ve 0,72 mg/kg (kontrol) arasında değişmiştir. Bunu 0,68 mg/kg ile *P. polymyxa* ve 0,63 mg/kg ile Miks uygulamaları takip etmiştir. Bakteri uygulamalarının ortalama Cr oranı 0,52 mg/kg bulunmuştur. Grembecka vd., (2013) Cr oranının 0,3-1,0 aralığında bulunduğunu, Bayram vd., (2016) ise Cr oranını 0,7-2,1 mg/kg aralığında bildirmişlerdir. Çalışma sonuçları referans aralıkları ile uyum içerisindedir.

Tablo 9. Farklı bakteri uygulamalarının çilek meyvelerinin ağır metal elementi içeriğine etkisi (mg/kg)

Çeşit	**Uygulama**	**Alüminyum (Al)**	**Krom (Cr)**
Albion	Kontrol	12,64 c	0,41b
	*Bacillussubtilis*OSU-142	16,85abc	0,63ab
	Paenibacilluspolymyxa	22,31a	0,98b
	*Bacillusmegaterium*M3	20,17ab	1,48a
	Miks	14,34bc	0,57ab
Monterey	Kontrol	21,28a	0,72a
	*Bacillussubtilis*OSU-142	10,49b	0,33b
	Paenibacilluspolymyxa	24,41a	0,68a
	*Bacillusmegaterium*M3	13,27b	0,44b
	Miks	13,62b	0,63a

4. BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada Kayseri ili Develi ilçesinde yetiştiriciliği yapılan Albion ve Monterey çilek çeşitlerinde PGPR uygulamalarının çilek yaprak ve meyve özelliklerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çilek çeşitlerine *Bacillus megaterium* M3, *Bacillus subtilis* OSU-142, *Paenibacillus polymyxa*, bu üç bakterinin kombinasyonu ve kontrol grubu olmak üzere 5 uygulama yapılmıştır. Çeşitler makro besin elementleri (N, P, K, Ca, Mg ve S), mikro besin elementleri (B, Fe, Mn, Zn ve Cu), meyve ağırlığı, meyve eni, meyve boyu, SÇKM, Ph, asitlik, L, a, ve b gibi meyve özellikleri açısından incelenmiştir.

Meyve pomolojik özelliklerine bakıldığında PGPR uygulamaları önemli etkileri olmuştur. Albion çeşidi çileklerde *Bacillus megaterium* M3 uygulaması meyve ağırlığı (11,79 g), meyve eni (26,65 mm), SÇKM (%10,76) L (33,26) ve b (16,58) değerleri açısından en yüksek değeri vermiş ve önemli bulunmuştur. Miks uygulaması ise meyve boyu (34,73 mm) ve pH (3,76) değerlerine en yüksek etki etmiştir. Albion çeşidi çileklerde *Bacillus megaterium* M3 ve miks uygulamaları etkili olarak ön plana çıkmıştır. Monterey çeşidi çileklerde ise miks uygulaması meyve ağırlığı (12,67 g), meyve eni (25,31 mm), asitlik (0,61) ve b (20,89) değerleri açısından en yüksek değerleri vererek ön plana çıkmıştır.

Bakteri uygulamalarının çilek çeşitlerinde biyokimyasal özellikler üzerine etkisi çoğunlukla önemli bulunmuştur. Albion çeşidi çileklerde toplam fenolik içeriği en yüksek miks uygulamasından (500,30 mg/100 g), en yüksek antosiyanin (283,84 mg/100 g) ve antioksidan (323,68 mg/100 g) ise *Paenibacillus polymyxa* uygulamasından elde edilmiştir. Monterey çeşidinde ise en yüksek fenolik oranı (360,53 mg/100 g) *Bacillus megaterium* M3 uygulamasından ve en yüksek antosiyanin oranı

(223,78 mg/100 g) ise *Paenibacillus polymyxa* uygulamasından elde edilmiştir. Çilekte biyokimyasal açıdan öne çıkan uygulamalar miks ve *Paenibacillus polymyxa* olmuştur.

Çalışmada elde edilen sonuçlara bakıldığında makro besin içeriği açısından yaprakta *Bacillus subtilis* OSU-142 ve *Bacillus megaterium* M3 bakterilerinin, meyvede ise *Paenibacillus polymyxa* ve *Bacillus subtilis* OSU-142 önemli etki göstermişlerdir. Mikro besin içerikleri açısından yaprakta *Paenibacillus polymyxa* ve *Bacillus megaterium* M3, meyvede ise yine *Paenibacillus polymyxa* ve *Bacillus subtilis* OSU-142 önemli bulunmuştur.

Çalışma sonuçları PGPR uygulamalarının çilek çeşitlerinde yaprak makro besin içeriklerine önemli etkisi olduğunu göstermiştir. Albion çeşidi çileklerde en yüksek N oranı *Paenibacillus polymyxa* (269,67 mg/kg) uygulamasından elde edilmiştir. *Bacillus subtilis* OSU-142 uygulaması yaprak P (1954,54 mg/kg), Ca (4806,97 mg/kg) ve Mg (1505,61 mg/kg) içeriği açısından en yüksek değerleri vermiştir. En yüksek N oranı 269,67 mg/kg ile *Paenibacillus polymyxa* uygulamasından elde edilmiştir. Monterey çeşidi çileklerde bakteri uygulamaları S hariç diğer tüm makro besin içeriklerinde etkisi önemli bulunmuştur. En yüksek N (204,94 mg/kg), P (1134,29 mg/kg), K (5800,18 mg/kg), Ca (2861,38 mg/kg) ve Mg (1505,61 mg/kg) içerikleri yönünden *Bacillus megaterium* M3 uygulaması en yüksek değerleri vermiştir. Makro besin içerikleri açısından *Bacillus subtilis* OSU-142 ve *Bacillus megaterium* M3 bakterileri ön plana çıkmıştır.

Yaprak mikro besin elementlerine bakıldığında çilek çeşitlerinde PGPR uygulamalarının önemli etkileri olduğu belirlenmiştir. Albion çeşidi çileklerde B içeriği açısından en yüksek değer (44,87 mg/kg) miks uygulamasından elde edilmiştir. *Bacillus megaterium* M3 uygulaması en yüksek Mn içeriğine (39,21 mg/kg), *Paenibacillus polymyxa* en yüksek Zn içeriğine (10,38 mg/kg) ve *Bacillus subtilis* OSU-142 en yüksek Cu içeriğine (3,33 mg/kg) sahipti. Monterey çeşidi çileklerde *Paenibacillus polymyxa* uygulaması ile en yüksek Fe (98,06 mg/kg) ve Mn (30,60 mg/kg) içeriği elde edilmiştir. Mikro besin elementleri açısından çeşitlerde *Bacillus subtilis* OSU-142 ve *Paenibacillus polymyxa* öne çıkmıştır. Yaprak ağır metal içerikleri açısından Albion çeşidinde Al içeriği açısından *Bacillus subtilis* OSU-142 ve Cr içeriği açısından Monterey çeşidinde *Bacillus megaterium* M3 önemli bulunmuştur.

PGPR uygulamaları çilek çeşitlerinde meyve makro besin içerikleri açısından önemli etkiye sahipti. Albion çeşidi çileklerde *Paenibacillus polymyxa* P (2476,26 mg/kg), K (8896,53 mg/kg), Mg (1232,76 mg/kg) ve S (461,83 mg/kg) içerikleri açısından en yüksek meyve değerlerini vermiştir. Monterey çeşidi çileklerde *Bacillus subtilis* OSU-142 N (224,74 mg/kg), P (1899,01 mg/kg), Ca (1295,27 mg/kg) ve Mg (1014,39 mg/kg) içerikleri açısından en yüksek değerlere sahipti. Meyve mikro besin elementleri açısından Albion çeşidi çileklerde *Paenibacillus polymyxa* uygulaması B (13,10 mg/kg), Zn (10,80 mg/kg) ve Cu (1,54 mg/kg) içeriklerine önemli etki etmiştir. Monterey çeşidi çileklerde ise *Bacillus subtilis* OSU-142 Zn (9,50 mg/kg) ve Cu (1,07 mg/kg) içerikleri açısından en yüksek değerleri vermiştir. Böylelikle meyvelerde makro ve mikro besin elementleri açısından *Paenibacillus polymyxa* ve *Bacillus subtilis* OSU-142 öne çıkmışlardır.

Sonuç olarak 3 farklı bakteri uygulamasının da çilekte agronomik özellikler açısından önemli etki ettiği görülmüştür. Çilekte bitki besin içeriği ile ilgili çalışmalarda öne çıkan *Paenibacillus polymyxa* ve *Bacillus subtilis* OSU-142, pomolojik özellikler açısından öne çıkan *Bacillus megaterium* M3 ve miks uygulamaları ve biyokimyasal özellikler açısından öne çıkan *Paenibacillus polymyxa* bakterisinin kullanılabileceği anlaşılmıştır. Çilekte verim ve kaliteyi artırmayı hedefleyen çalışmalarda ve ıslah programlarında, araştırma amacı doğrultusunda PGPR bakterilerinin etkili bir şekilde kullanılabileceği görülmüştür.

KAYNAKÇA

Ağaoğlu, Y.S. 1986. *Üzümsü Meyveler*, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara, 377 s.

Ağgün, Z., Geçer, M. K., & Aslantaş, R. 2018. Bazı çilek çeşitlerinde kök bakterisi uygulamalarının meyve verimi ve verim özellikleri üzerine etkileri. **Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 4** (1): 20-25.

Alkaç, O. S, Belgüzar, S., Öndeş, E., Okatar, F. & Kayaaslan, Z., 2022. Farklı kök bakterisi ve mikoriza uygulamalarının yıldız çiçeği (Dahlia variabilis) fidelerinin büyüme ve gelişimine etkileri. **Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 27** (2): 331-339.

Ansary, M. H., Rahmani, H. A., Ardakani M.R., Paknejad, F., Habibi, D. & Mafakheri, S., 2012. Effect of pseudomonas fluorescent on proline and phytohormonal status of maize (Zeamays L.) under water deficit stress. **Annals of Biological Research, 3** (2):1054-1062.

Anonim, 2009. **http://norcalnursery.com/portola-strawberry** (Erişim tarihi: 15.01.2017).

Arcak, S., & Güder, N., 2004. Biyolojik gübrelemenin sürdürülebilir ekosistemdeki önemi. **Türkiye, 3**:11-13.

Aslantaş, R,. Çakmakçı, R. & Şahin, F., 2007. Effect of plant growth promoting rhizobacteria on young apple tree growth and fruit yield under orchard conditions. **Scientia Horticulture,** 111: 371-377.

Attar, Ş.H., 2024. Farklı çilek çeşitlerinin kuraklık ve tuzluluk streslerine tepkilerinin belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayımlanmamış Doktora Tezi, Adana, 113 s.

Badar, M., Mehmood, K., Hassan, I., Ahmed, M., Ahmad, I., Ahmad, N. & Hasan, M., 2022. Plant growth promoting bacteria (PGPB) enhance growth and yield of strawberry cultivars. **Applied Ecology and Environmental Research 20**: 2187–2203.

Balcı, G., Koç, A., Ertürk, Y., Keles, H., Kılıç, T. & Bakoğlu, N, 2021. Arbuskular mikorizal mantarlar ile rizobakterilerin birlikte uygulanmalarının kireçli topraklarda organik çilek yetiştiriciliğinde verim ve kalite unsurları üzerine etkileri. **Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25** (4): 448-456.

Bayram, S. E., Elmacı, Ö. & Miran, B., 2016. An evaluation of strawberry production in terms of plant nutrition and farmer applications: ecidences from Gediz river basin, Turkey. **Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 13** (1): 66-79.

Bayramoğlu, Z., Selvi, T., Eşitken, A., & Dönmez, M. F., 2020. The effect of bacterial applications on resource utilization in strawberry (Fragaria × ananassa Duch.) production. **Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 23** (5): 1308–1313.

Bhattacharyya, P.N., & Jha, D.K., 2012. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture. **World Journal of Microbiology and Biotechnology,** 2: 1327-1350.

Biçici, M., 2011. Bitki hastalık etmenleri ile biyolojik mücadelenin başarısını arttırmada mikoriza'nın rolü. **Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, 2** (2): 139-174.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E. & Berset, C., 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT-Food Science and Technology,** 28: 25-30.

Burdman, S., Jurkevitch, E., & Okon, Y., 2000. Recetadvances the use of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in agriculture. pp. 29-250. *In*: Microbiol Interactions in Agrıculture and Forestry (Eds: Subba, R. N, Dommergues, Y.R). Science Publishers, Wisconsin.

Bystricka, J., Musilova, J., Trebichalsky, P., Tomas, J., Stanovic, R., Bajcan, D., & Kavalcova, P., 2016. There lation ships between content of heavy metals in soiland in strawberries. **International Journal of Phytoremediation, 18** (6): 553-558.

Çakmak, H. İ., 2022. Erzurum Koşullarında Yetiştirilen Monterey Çilek Çeşidinin Meyve Özelliklerinin Belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 49 s.

Çakmakçı, R., Dönmez F., Canbolat, M. & Şahın, F., 2005. Sera ve farklı tarla koşullarında bitki gelişimini teşvik edici bakterilerin bitki gelişimi ve toprak özelliklerine etkisi, s. 45-50. *Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, 5-9 Eylül 2005, Antalya.*

Çiylez, S., 2019. Bazı Mikoriza ve Bakteri Irklarının Birlikte ve Tek Olarak Bazı Çilek Çeşitlerinde Büyüme ve Verim Üzerine Etkileri. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 53 s.

Çolak, F., Olgun, A., Atar, N., & Yazıcıoğlu, D., 2013. Heavy metal resistances and biosorptive behaviors of Paenibacillus polymyxa: Batch and column studies. **Journal of Industrial and Engineering Chemistry 19 (3)**: 863–869

Dehne, H.W., 1982. Interaction between a cesicular arbuscular mycorrhizal fungi and plant pathogens. **Phytopathology, 72**, 1115-1119

Dobbelaere, S., Vanderleyden, J., & Okon, Y., 2003. Plant growth-promoting effects of diazotrophs in the rhizosphere. **Critical Reviews in Plant Sciences, 22** (2): 107-149.

Ekici, M., Yıldırım, E., & Kotan, R., 2015. Bazı bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin brokkoli (Brassicaoleraceae L. var. italica) fide gelişimi ve fide kalitesi üzerine etkileri. **Akdeniz University Journal of theFaculty of Agriculture, 28** (2): 53-59.

Eltahawy, A., Awad, E-SAM., Ibrahim AH., Merwad, A-RMA. & Desoky, E-SM., 2022. Integrative application of heavy metal–resistant bacteria, moringaextracts, and nano-silicon improves spinach yield and declines its contaminant contents on a heavy metal–contaminated soil**. Front. Plant Sci.**, 13:1019014.

Ertürk, Y., Ercişli, S., & Çakmakçı, R., 2012. Yield and growth response of strawberry to plant growth-promotıng rhızobacterıa inoculatıon. **Journal of Plant Nutrition, 35** (6): 817-826.

Eşitken, A., Ercişli, S., Şevik, İ., & Şahin, F., 2003. Effect of indole-3-butyric acidand different strains of Agrobacteriumrubi on adventive root formation from softwood and semi-hardwood wild sour cherry cuttings. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 27** (1): 37-42.

Eşitken, A., Yıldız, H.E., Ercişli, S., Dönmez, M.F., Turan, M., & Güneş, A., 2010. Effects of plant growth promoting bacteria (PGPB) on yield, growth, and nutrient contents of organically grown strawberry. **Scientia Horiticulturae, 124** (1), 62–66.

Garcia-Fraile, P., Menendez E., & Rivas, E., 2015. Role of bacterial biofertilizers in agriculture and forestry. **AIMS Bioengineering,** 2: 183–205.

García-Sogo, B., Pineda, B., Castelblanque, L., Antón, T., Medina, M., Roque, E., & Cañas, L. A., 2010. Efficient transformation of Kalanchoe blossfeldiana and production of male-sterile plants by engineered anther ablation. **Plant Cell Reports,** 29: 61-77

Giusti, M. M., Rodriguez-Saona, L. E., & Wrolstad, R. E., 1999. Molar absorptivity and color characteristics of acylated and non-acylated pelargonidin-based anthocyanins. **Journal of Agricultural and FoodChemistry,** 47: 4631-4637.

Göktekin, Z., & Ünlü, H., 2016. Domates yetiştiriciliğinde çiftlik gübresi, yeşil gübre, mikrobiyal gübre ve bitki aktivatörü kullanımın verim ve kalite kriterleri üzerine etkileri. **Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 11** (2):108-119.

Grembecka, M., & Szefer, P. (2013). Comparative assessment of essential and heavy metals in fruits from different geographical origins. **Environmental Monitoring and Assessment,** 185: 9139-9160.

Hancock, J. F., & Luby, J. J., 1993 Genetic resources at ourdoorstep: the wild strawberries. **BioScience,** 43: 141-147.

Hancock, J.F., 1999. Strawberries. CABI Publishing, New York, 237 pp.

Holzwarth, M., Korhummel, S., Siekmann, T., Carle, R., & Kammerer, D. R., 2013. Influence of different pectins, process and storage conditions on anthocyanin and colour retention in strawberry jams and spreads**. LWT-Food Science and Technology, 52** (2): 131-138.

Ibraheen, L. H., & Abed, S. A., 2017. Accumulation detection of some heavy metals in sometypes of fruits in the local market of Al-Diwaniyah City, Iraq. **Rasayan J. Chem, 10** (2): 339-343.

Kacar, B., 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri (II. Bitki Analizleri). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara, 646 s.

Kacar, B., & İnal, A., 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayınları, Ankara, 912 s.

Karadeniz, F., Burdurlu, H., Koca, N., & Soyer, Y., 2005. Selected grown fruits and vegetables antioxidant activity in Turkey. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry,** 29: 297-303.

Karagiannidis, N., Bletsos F., & Stavropoulos, N, 2002. Effect of Verticillium wilt (Verticillium dahliae Kleb.) and mycorrhiza (Glomus mosseae) on root colonization, growth and nutrient uptake in tomato and eggplant seedlings. **Scienta Horticulturae, 94** (1-2): 145-156.

Karaman, M.R., 2006. Sürdürülebilir toprak verimliliği. **Tarım-Bir Dergisi, 2**: 36-43.

Khalifa, H. O., Kamimoto, M., Shimamoto, T., & Shimamoto, T., 2015. Antimicrobial effects of blueberry, raspberry, and strawberry aqueous extracts and their effects on virulence gene expression in Vibrio cholerae. **Phytotherapy Research, 29** (11): 1791-1797.

Kılıçel, İ., 2005. Bazı Çilek Çeşitlerinin Van Ekolojik Koşullarında Fide Verim Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Van.

Kocaman, A., 2023. Effects of foliar application of abscisicacid on antioxidant content, phytohormones in strawberry shoots, and translocation of various heavy metals. **Scientia Horticulturae,** 314: 111943.

Kotan, R., Tozlu, E., Güneş, A., Dadaşoğlu, F., 2021. Elma fidan yetiştiriciliğinde bacillussubtilis içerikli bir mikrobiyal gübrenin kullanım olanaklarının belirlenmesi. **Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 52** (1): 46-55.

Kraiem, M., Kachouri, F., Ghoul, M., & Hamdi, M., 2015. Antioxidative and bioprotective effect of lactic acid bacteria on postharvest strawberry: intact and cell lysates. **Journal of Food Scienceand Technology,** 52: 7345-7352.

Kumar, S., Kundu, M., Das, A., Rakshit, R., Siddiqui, M. W., & Rani, R. 2019. Substitution of mineral fertilizers with biofertilizer: an alternate to improve the growth, yield and functional biochemical properties of strawberry (Fragaria× ananassa Duch.) cv. Camarosa. **Journal of Plant Nutrition, 42** (15): 1818-1837.

Lucena, J. J., 1996. Methods of diagnosis of mineral nutrition of plants a criticalreview, pp. 179-192. *In III International Symposium on Mineral Nutrition of Deciduous Fruit Trees, May, 1996.*

Lucy, M., Reed, E., & Glick, B.R., 2004. Application of free living plant growth-promoting rhizobacteria. **Antonie van Leeuwenhoek, 86** (1): 1-25.

Luksiene, Z., Buchovec, I., & Viskelis, P., 2013. Impact of high-powerpul sedlight on microbial contamination, health promoting component sand shelf life of strawberries. **Food Technology and Biotechnology, 51** (2): 284-292.

Maas, J. L, 2004. Strawberry diseasemanagement. Diseases of Fruits and Vegetables: Volume II: Diagnosisand Management. Kluver Academic Publishers, London, 686 pp.

Mena-Violante H. G., & Olalde-Portugal V., 2007. Alteration of tomato fruit quality by rootino culation with plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) Bacillussubtilis BEB-13bs. **Scienta Horticultura, 113** (1):103-106.

Mikiciuk, G., Mikiciuk, M., & Hawrot-Paw, M., 2015. Influence of süper absorbent polymers on the chemical composition of strawberry (Fragaria× ananassa Duch.) and biological activity in th esoil. **Folia Horticulturae, 27** (1): 63-69.

Morais, M. C., Mucha, Â., Ferreira, H., Gonçalves, B., Bacelar, E., & Marques, G., 2019. Comparative study of plant growth-promoting bacteria on the physiology, growth and fruit quality of strawberry. **Journal of the Science of Food and Agriculture, 99** (12): 5341-5349.

Mousavi, S. R., Rahmati-Joneidabad, M., & Noshad, M., 2021. Effect of chia seed mucilage/bacterial cellulose edible coating on bioactive compounds and antioxidant activity of strawberries during cold storage. **International Journal of Biological Macromolecules,** 190: 618-623.

Mukwevho, E., Ferreira, Z. & Ayeleso, A. 2014. Potential Role of sulfur-containing antioxidant systems in highly oxidative environments. **Molecules, 19**: 19376-19389.

O'Connell, F., 1992. Sustainable agriculture-a valid alternative. **Outlook Agriculture, 21**: 5-12.

Pehluvan M., 2007. Farklı dozlarda sıvı humik asit uygulamaları ile bakteri (Bacillus OSU-142) uygulamalarının Fern çilek çeşidinde verim, verim unsurları, bitki gelişimi, meyve kalitesi ile bitki besin elementi içerikler üzerine etkileri. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Erzurum.

Pırlak, L., Turan, M., Şahin, F., & Eşitken, A., 2007. Floral and foliar application of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) to applesin creases yield, growth and nutrient element contents of leaves**. Journal of Sustainable Agriculture,** 30: 145-155.

Rahman, M., Rahman, M., & Islam, T., 2019. Improving yield and antioxidant properties of strawberries by utilizing microbes and natural products. *In:* Strawberry: Pre-and Post-Harvest Management Techniques for Higher Fruit Quality (Eds. Asso, T., MD, A). Intechopen London.

Sas-Paszt, L., Sumorok, B., Derkowska, E., Trzciński, P., Lisek, A., Grzyb, Z. S., Frąc, M., 2019. Effect of microbiologically enriched fertilizers on the vegetative growth of strawberry plants in container-based cultivation at different levels of irrigation. **Journal of Researchand Applications in Agricultural Engineering, 64** (2): 38-46.

Seleshe, S., Lee, J. S., Lee, S., Lee, H. J., Kim, G. R., Yeo, J., & Kang, S. N., 2017. Evaluation of antioxidant and antimicrobial activities of ethanol extracts of three kinds of strawberries. **Preventive Nutrition and Food Science, 22** (3): 203-210.

Silva, L. I. D., Oliveira, I. P. D., Jesus, E. D. C., Pereira, M. C., Pasqual, M., Araújo, R. C. D. & Dória, J., 2022. Fertilizer of the future: beneficial bacteria promote strawberry growth and yield and may reduce the need for chemical fertilizer. **Agronomy, 12** (10): 2465.

Slinkard, K., & Singleton, V. L., 1977. Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. **American Journal of Enology and Viticulture,** 28: 49-55.

Stauct, G., 1988. The species of fragaria, their taxonomy and geographical distribution, pp. 23-34 *In International Strawberry Symposium,* 265 pp.

Şahin, E., Karagöz, K., Çakmakçı, R., & Tosun, M., 2010. Azot fiksasyonu ve fosfat çözücü bitki gelişimini teşvik edici bakteri aşılamalarının arpa gelişimine etkisi, s. 45-49. *Türkiye IV. Organik Tarım Sempozyumu, 28 Haziran - 1 Temmuz 2010, Erzurum.*

Şahin, M., 2023. Çilekte Ağır Metal Stresine Karşı Bazı Faydalı Bakterilerin Etkisinin Belirlenmesi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Konya.

Tekiner, N., Tozlu, E., & Kotan, R., 2019. Domateste alternaria alternata (fr.) Keissl'nın bazı bakteriler ile biyolojik mücadelesi. **Plant Protection Bulletin, 59** (4): 57-68.

Tisdall, J.M., 1994. Possible role of soil-microorganisms in aggregation in soils. **Plant Soil** 159: 115-121.

Tomic, J., Pešakovi´c, M., Milivojevi´c, J., & Karaklaji´c-Staji´c, Ž., 2018. How to improve strawberry productivity, nutrients composition, and beneficial rhizosphere microflora by biofertilization and mineral fertilization?. **Journal Plant Nutrition, 41** (16): 2009–2021.

Ünal, N., 2019. Topraksız Çilek Yetiştiriciliğinde Yetiştirme Ortamları ve Faydalı Bakteri Kullanımının Verim ve Kaliteye Etkileri. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İzmir.

Yaman, M., & Yılmaz, K. U., 2022. The effects of different chemicals on runner yield and quality of 'Kabarla'strawberry young plants grown in Cappadocia region. **Erwerbs-Obstbau, 64** (1): 85-90.

Yang, J. W., Kloepper, J., & Ryu, C-M., 2009. Rhizopshere bacteria help plants tolerate abiotic stress. **Trends in Plant Science, 14** (1): 1-4

Yıldız, E., Yaman, M., Sümbül, A., & Sönmez, O., 2022. Elmada farklı anaç-çeşit kombinasyonlarında rizobakteri uygulamasının meyve kalite parametrelerine etkisi. **Çukurova Tarım Ve Gıda Bilimleri Dergisi, 37** (1): 21-29.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Alper Umut ELİKARA

Uyruğu: Türkiye (T.C)

Doğum Tarihi ve Yeri:

Medeni Durum:

e-mail:

Yazışma Adresi:

EĞİTİM

Derece	**Kurum**	**Mezuniyet Tarihi**
Yüksek Lisans	Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü	2024
Lisans	Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri	2021
Lise	Milli Piyango Lisesi, Develi	2013

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görev**
2020-Halen	Develi Belediyesi	Ziraat Mühendisi
2015-2018	Doğanlar Madencilik	Peyzaj Teknikeri

YABANCI DİL

İngilizce