T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

ABSİSİK ASİT (ABA) ÜRETEN VEYA BİTKİDE ÜRETİMİNİ ARTIRAN TOPRAK BAKTERİLERİ (PGPR) KULLANILARAK BUNLARIN MEYVE RENGİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Hazırlayan
Oğuzhan ULUDAĞ

Danışman
Prof. Dr. Mustafa BAŞARAN
Prof. Dr. Semih YILMAZ

Yüksek Lisans Tezi

Ocak 2023
KAYSERİ

T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

ABSİSİK ASİT (ABA) ÜRETEN VEYA BİTKİDE ÜRETİMİNİ ARTIRAN TOPRAK BAKTERİLERİ (PGPR) KULLANILARAK BUNLARIN MEYVE RENGİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

(Yüksek Lisans Tezi)

Hazırlayan
Oğuzhan ULUDAĞ

Danışman
Prof. Dr. Mustafa BAŞARAN
Prof. Dr. Semih YILMAZ

Ocak 2023
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.

Adı-Soyadı: Oğuzhan ULUDAĞ

İmza:

Absisik asit (ABA üreten veya bitkide üretimini artıran toprak bakterileri (PGPR) kullanılarak bunların meyve rengi üzerine etkilerinin araştırılması adlı Yüksek Lisans tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi' ne uygun olarak hazırlanmıştır

Tezi Hazırlayan	**Danışman**
Oğuzhan ULUDAĞ	Prof. Dr. Mustafa BAŞARAN

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme ABD Başkanı

Prof. Dr. Osman SÖNMEZ

TEŞEKKÜR

Çalışmamda bana yön gösteren, zaman ayıran, destek verip emeklerini esirgemeyen öğrencisi olmaktan gurur duyacağım tez danışmanlarım Prof. Dr. Mustafa Başaran ve Prof. Dr. Semih Yılmaz'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışması sırasında benden yardımlarını esirgemeyen, destekleyen Arş.Gör.Dr. Sema Kaplan hocama da teşekkürü borç bilirim.

Tezimin laboratuvar çalışmalarında yardım eden Necip Eraslan ve arazi uygulamalarında yardımcı olan Arş. Gör. Yusuf Murat Keçe' ye teşekkür ederim.

Lisans ve yüksek lisans eğitimim süresince bilgi ve tecrübeleriyle aydınlatan Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ndeki tüm hocalarıma teşekkür ederim.

Her zaman her koşulda yanımda olan, destekleyen haklarını asla ödeyemeyeceğim aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Oğuzhan ULUDAĞ

Kayseri, Ocak, 2023

ABSİSİK ASİT (ABA) ÜRETEN VEYA BİTKİDE ÜRETİMİNİ ARTIRAN TOPRAK BAKTERİLERİ (PGPR) KULLANILARAK BUNLARIN MEYVE RENGİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Oğuzhan ULUDAĞ

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Ocak 2023
Danışman: Prof. Dr. Mustafa BAŞARAN
Eş danışman: Prof. Dr. Semih YILMAZ

ÖZET

Değişen iklim şartları ve artan pazar ihtiyacı üreticileri kimyasal maddeler kullanarak meyve rengini iyileştirmeye yöneltmiştir. Bu nedenle çevre ve sağlık açısından zararsız PGPR özellikli bakterilerin tarımsal amaçlı kullanımı yaygınlaşmakta ve teşvik edilmektedir. Bu çalışmada *Bacillus* türü bakteriler kullanılarak elma meyvelerinde renklenme üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla stok kültürlerimizde bulunan bakteri suşları aktifleştirilerek absisik asit (ABA) ve jasmonik asit (JA) üretme kapasiteleri yönünden ince tabaka kromatografisi ile araştırılmıştır. ELISA yöntemiyle de meyvelerde absisik asit oranı belirlenmiştir. 43 farklı *Bacillus* suşunda farklı oranlarda ABA ve JA belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda L* (açıklık) değerleri açısından en yüksek ve en düşük veriler sırasıyla 49.92 ile *Bacillus* sp. KH6.1 ve 30.94 ile *Bacillus* sp. SY52.1.6 uygulamalarında elde edilmiştir. a* (kırmızı/yeşil) verileri incelendiğinde değerlerin 41.18 ile 23.64 arasında değiştiği ve en yüksek *Bacillus* sp. KH6.4 uygulamasında görüldüğü tespit edilmiştir. b* verileri incelendiğinde ise 16.92 değeri ile en yüksek *Bacillus* sp. SY73.2 uygulamasında en düşük ise 5.31 ile *Bacillus* sp. SY16.6 uygulamasında elde edilmiştir. Elma bitkisinde ABA ve JA içeriği bulunan *Bacillus* türü bakteri preparatı uygulamalarının ağırlık, en-boy, sçkm, renk ve pH değerleri açısından önemli veriler ortaya koyduğu, formüle edilmesi ve farklı bitki tür ve çeşitleri üzerinde bulguların teyit edilmesi durumunda çok yönlü tarımsal amaçlı kullanılabileceği gösterilmiştir.

Anahtar kelimeler: Absisik asit, Jasmonik asit, *Bacillus* türleri, *Malus domestica*

INVESTIGATION OF THE EFFECTS ON FRUIT COLOR USING SOIL BACTERIA (PGPR) THAT PRODUCE ABSICIC ACID (ABA) OR INCREASE THE PRODUCTION IN PLANTS

Oğuzhan ULUDAĞ

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences
Master's Thesis, January 2023
Supervisor: Prof. Dr. Mustafa BAŞARAN
Co supervisor: Prof. Dr. Semih YILMAZ

ABSTRACT

Changing climatic conditions and increasing market demands have led producers to improve fruit color by using chemicals. For this reason, the use of PGPR bacteria, which are harmless for the environment and health, for agricultural purposes is widespread and encouraged. In present study, the effects of the application of *Bacillus* type of bacteria on the coloration of apple fruits were investigated. To this end, bacterial strains in our stock cultures were activated and investigated by thin layer chromatography in terms of their abscisic acid (ABA) and jasmonic acid (JA) production characteristics. Abscisic acid ratio in fruits was also determined by ELISA method. ABA and JA were determined at different rates in 43 different *Bacillus* strains. The analysis revealed that the respective highest and lowest data in terms of L* (openness) were found in *Bacillus* sp. KH6.1 application with 49.92 and *Bacillus* sp. SY52.1.6 with 30.94 values. When a* (red/green) values were examined, it was determined that the they varied between 23.64 and 41.18 with the highest rate in *Bacillus* KH6.4 application. When the b* values were examined, *Bacillus* sp. SY73.2 revealed the highest rate with 16.92, while the lowest value was obtained in *Bacillus* sp. SY16.6 application with 5.31. It has been shown that bacterial preparations with ABA and JA content yielded important data in terms of weight, width, length, color and pH values and can be suggested to be used for versatile agricultural purposes if they are formulated and confirmed on different plant species and varieties.

Keywords: Abscisic acid, Jasmonic acid, *Bacillus* species, *Malus domestica*

İÇİNDEKİLER

ABSİSİK ASİT (ABA) ÜRETEN VEYA BİTKİDE ÜRETİMİNİ ARTIRAN TOPRAK BAKTERİLERİ (PGPR) KULLANILARAK BUNLARIN MEYVE RENGİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK ..... **ii**
YÖNERGEYE UYGUNLUK ..... **iii**
TEŞEKKÜR ..... **v**
ÖZET ..... **vi**
ABSTRACT ..... **vii**
İÇİNDEKİLER ..... **viii**
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ ..... **x**
TABLOLAR LİSTESİ ..... **xi**
ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **xii**

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Elma (*Malus domestica*) 3
1.2. Bitki Gelişim Düzenleyicileri 6
1.2.1. Oksinler 6
1.2.2. Gibberellin 7
1.2.3. Sitokininler 7
1.2.4. Etilenler 8
1.2.5. Absisik Asit (Dorminler) 8
1.3. Bitki Büyümesini Teşvik Eden Rizobakteriler (PGPR 9
1.3.1. PGPR'lerin Meyve Yetiştiriciliğinde Kullanımı 13
1.3.2. Elma Bitkisinde PGPR'ler Üzerine Yapılan Çalışmalar 14

2. BÖLÜM

MATERYAL VE METOD

2.1.Materyal 19
2.1.1 Çalışmanın Yapıldığı Alanın Konum, İklim ve Toprak Özellikleri 19
2.1.2. Bitkisel Materyal 20
2.1.2.1. Red Chief 20
2.1.2.2. MM111 Klon Elma Anacı 21

2.2. Metod 21
2.2.1.Toprak Analizi 21
2.2.2. Bakterilerin Stok Kültürden Aktifleştirilmesi 22
2.2.3. Bakterilerin Çoğaltılması 22
2.2.4. Bakteri Suşlarının İnokulasyon Çalışmaları İçin Çoğaltılması 23
2.2.5. ABA Ekstraksyonu ve Saflaştırılması İşlemi 23
2.2.6. Evaporasyon İşlemleri 25
2.2.7. İnce Tabaka Kromatografi Çalışmaları 25
2.2.8. Bitki Uygulamaları 26
2.2.9. Meyve Analizleri 27
2.2.10. Meyvelerde Renk Değerlerinin Belirlenmesi 27
2.2.11. Suda Çözünür Kuru Madde (SÇKM) ve pH tayini 28
2.2.12. Meyvelerde ABA Oranlarının Belirlenmesi 28

3. BÖLÜM

BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. İnce Tabaka Kromatografi Sonuçları 29
3.2. Meyvelerde Renk (L, a, b) Değerleri 32
3.3. Meyvelerde Ağırlık Değerleri 39
3.4. Meyvelerde en ve boy ölçümü 41
3.5. Meyve pH'sı ve Suda Çözünür Kuru Madde Oranı 42
3.6. Meyvelerdeki ABA Oranı 44

4. BÖLÜM

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1. Tartışma 46
4.1.1. Uygulamaların Verim, Meyvede En, Boy ve Ağırlık Üzerine Etkileri 46
4.1.2. Uygulamaların SÇKM ve pH Üzerine Etkileri 47
4.1.3. Meyvelerde ABA İçeriği 48
4.1.4. Uygulamaların Renk Üzerine Etkileri 49
4.2. Sonuç ve Öneriler 50
KAYNAKÇA 51
ÖZGEÇMİŞ 69

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ABA : Absisik Asit
BGD : Bitki Büyüme Düzenleyicisi
BHT : Bütillenmiş Hidroksi Toluen
C_2H_4 : Etilen
Ca : Kalsiyum
CO2 : Karbondioksit
F : Fluridon
GA : Giberellik Asit
HCI : Hidroklorik Asit
IAA : Indol Asetik Asit
IBA : İndol Butirik Asit
JA : Jasmonik Asit
Mg : Magnezyum
MPS : Mukopolisakkaridoz
N : Azot
NAA : Naftalen Asetik Asit
NaOH : Sodyum Hidroksit
NB : Nutrient Broth
P : Fosfor
PSMMP : *Pseudomonas syringae* pv. morsprunorum
SÇKM : Suda Çözünen Katı Madde
TEA : Titre Edilebilir Asit
UV : Ultraviyole

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. PGPR'lerin Diğer Bitkilerde Kullanımı ve Etkileri 16
Tablo 3.1. TLC Sonuç 32
Tablo 3.2. Meyvelerde renk parametre değerleri 35
Tablo 3.3. Meyve ağırlık değerleri 40
Tablo 3.4. Meyvelerde en ve boy ölçüleri 41
Tablo 3.5. Meyvelerde pH ve Sçkm değerleri 43
Tablo 3.6. ELISA standart tablosu 44
Tablo 3.7. ELISA sonuçları 45

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Elma üretim alanları (2019) 4
Şekil 1.2. Elma üretimi (2019) 4
Şekil 2.1. Çalışma alanından toprak örneği alınması 19
Şekil 2.2 Denemede kullanılan red chief elma çeşidi 21
Şekil 2.3. Nutrient Broth (NB) ortamlarına ekilmiş bakteri suşları 23
Şekil 2.4. Bakterilerden hormonların saflaştırılması 24
Şekil 2.5. Evaporasyon işlemi 25
Şekil 2.6. İnce Tabaka (TLC) kromatografisi 26
Şekil 2.7. Bakterilerin bitkilere uygulanması 27
Şekil 2.8. Renk değerleri 27
Şekil 2.9. SÇKM ve pH tayini 28
Şekil 3.1. TLC görüntüleri 30
Şekil 3.2. TLC görüntüleri 30
Şekil 3.3. TLC Görüntüleri 31
Şekil 3.4. TLC Görüntüleri 31
Şekil 3.5. Bakteri Renk Değerleri Grafiği 34
Şekil 3.6. Uygulama sonrası görüntü 36
Şekil 3.7. Uygulama sonrası görüntü 37
Şekil 3.8. Uygulama sonrası görüntü 37
Şekil 3.9. Uygulama sonrsı görüntü 38
Şekil 3.10. Uygulama sonrası görüntü 38
Şekil 3.11. Uygulama sonrası görüntü (Kontrol) 39
Şekil 3.12. Uygulama sonrası görüntü 39
Şekil 3.13. Suşlara Göre Uygulama Sonrası Meyve Ağırlık Değerleri Grafiği 40
Şekil 3.14. Elisa standart grafiği 44

GİRİŞ

Kalite, eldeki ürünün sahip olunan değerinin bir ölçüsüdür. Bitkisel ürünler de kalite özellikleri denilince, her bitki için değişen farklı özellikler olduğu bilinmelidir. Bitkinin genel ve anatomik özelliği, kullanım amacına bağlı olarak değişen özellikler kalite kriterlerini değiştirir. Şeker pancarı için şeker oranı bir kalite kriteriyken, meyve ve sebzelerin rengi de bir kalite kriteridir. Meyve rengi tüketicinin görsel sezgisini harekete geçirerek tercihini etkileyen albenisini artıran faktörlerin başında gelmektedir. Sap kararması, meyve çatlaması, fungal bakteriyel ve viral bulaşmalar müşteri memnuniyetini etkileyen diğer önemli faktörlerdir. Kiraz, vişne, şeftali, çilek gibi meyvelerde tüketiciler tam kırmızı renkli meyveleri tercih eder. Domates, biber gibi sebzelerde de aynı durum söz konusudur. Koyu renkli meyve ve sebzelerin rengi, özellikle meyve kabuklarında fazla miktarda bulunan fenolik bileşiklere (flavonoidler) antosiyaninlere bağlı olmaktadır. Renk pigmentlerinin meyve kabuklarındaki birikimi meyvelerin olgunlaşma aşamasında en üst noktaya ulaşmaktadır. Meyvelerde antosiyanin birikmesi olgunlaşmanın ilk evrelerinde gözle görülür hale gelir.

Dünya'da 1960'larda başlayan ve "Yeşil Devrim" olarak telaffuz edilen tarım tekniğiyle tarım arazilerinden daha verimli kaliteli ürünler elde edilmiştir. Ancak daha kaliteli ve verimli ürün elde etmek arzusuyla kullanılan yem katkı maddeleri, hormonlar ve kimyasal bitki besinleri doğal dengenin bozulmasına ve sürdürülebilirliğinin tehlikeye girmesine neden olmuştur (Ak, 2004).

Ayrıca üretimde kullanılan kimyasallar, mevcut ürünlerde kalıntılara sebep olmakta ve insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. En başta kanser gibi birçok hastalığın sık bir şekilde görülmesine yol açmaktadır (Ak, 2004). Günümüzde tarımsal üretimde kaliteli ve yüksek verimli ürünler elde etmek amacıyla bilinçsizce uygulanan kimyasallar insan sağlığı başta olmak üzere toprak, çevre, hava ve suyun kirlenmesine yol açan bu uygulamalar tarımda organik ürünlerin kullanımını zorunlu kılmıştır (Öztürk, 2004).

Organik preparatların, geleneksel tarımda kullanımı kimyasal bitki besin maddeleri ve kimyasal insektisitlerden kaçınılması nedeniyle çevreye fayda sağlamaktadır (Rogers, 1995). Organik, preparatların biyolojik çeşitlilik üzerine arttırıcı etkisinin olduğu farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Ahnström, 2002). Sentetik bitki büyüme düzenleyicilerinin kullanımı sonucu ekosistemde oluşan tahribatın engellemesi için son yıllarda araştırıcılar çevre dostu organik kökenli maddelerin kullanımına yönelik çalışmalar yürütmüşlerdir (Aslantaş vd., 2007; Edwards vd., 1998; Karlıdağ vd., 2007; Eşitken vd., 2010; Aktaş, 2018). Bu çalışmalarda öne çıkan materyallerden biri de PGPR, yani bitki büyümesini teşvik eden rizobakterilerdir (Eşitken vd., 2003). PGPR'ler, genel olarak toprakta bitkinin kök bölgesinde yaşayan, bitki gelişimini teşvik eden biyogübre olarak kullanılan canlı materyallerdir (Ertürk, 2015). Kimyasal gübrelerin negatif etkilerini en aza indirmek toprağın verimliliğini artırmak ve sürdürülebilirliğini sağlamak için son yıllarda, biyolojik gübre olarak kullanılmaktadır (Şahin et al., 2004). Kök bakterilerinin bazıları, bitkilerde gelişmeyi uyarıcı veya biyokontrol ajanı gibi rol oynayarak ya da her iki şekilde de davranarak bitkilere fayda sağlarlar (Romerio, 2000). PGPR'lerin azot fiksasyonuyla bitkinin azot ihtiyacı, etkili su kullanımı, bitkisel hormon üretimi (oksin, sitokinin ve giberalin) ve bağlı fosforun çözünürlüğünü arttırdığı yarayışlı hale geçirmenin dışında etilen gibi hormonların seviyesini düzenleyerek bitki gelişimi üzerine pozitif etki sağladığı da belirtilmiştir (Ekici vd., 2015).

Bu çalışmada daha önce izole edilip özellikleri belirlenerek karakterize edilmiş olan bakteri suşlarının ABA ve JA üretimi yönüyle araştırılmasının yapılması ve elma ağaçlarında solüsyon halinde uygulanarak meyve renklenmesi ve ağırlık, en-boy, SÇKM ve pH parametreleri üzerine etkilerinin araştırılması hedeflenmiştir.

1. BÖLÜM

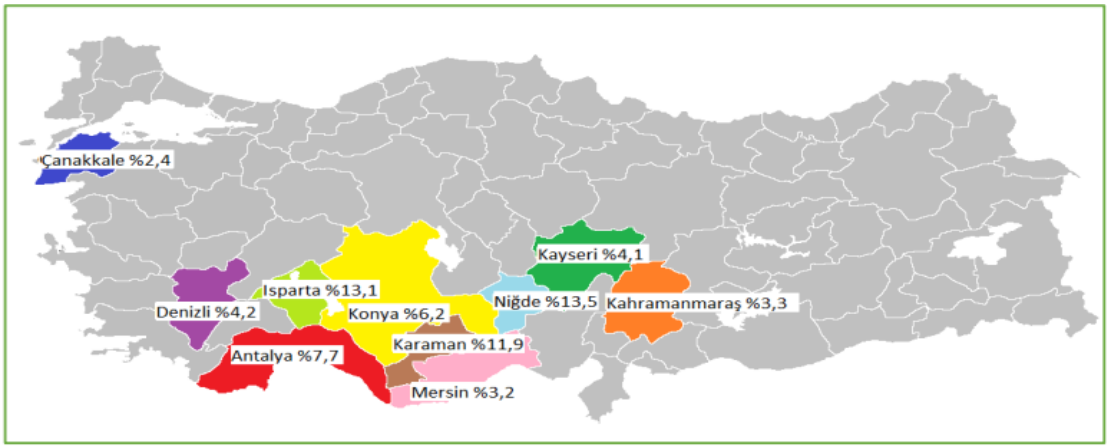
GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Elma (*Malus domestica*)

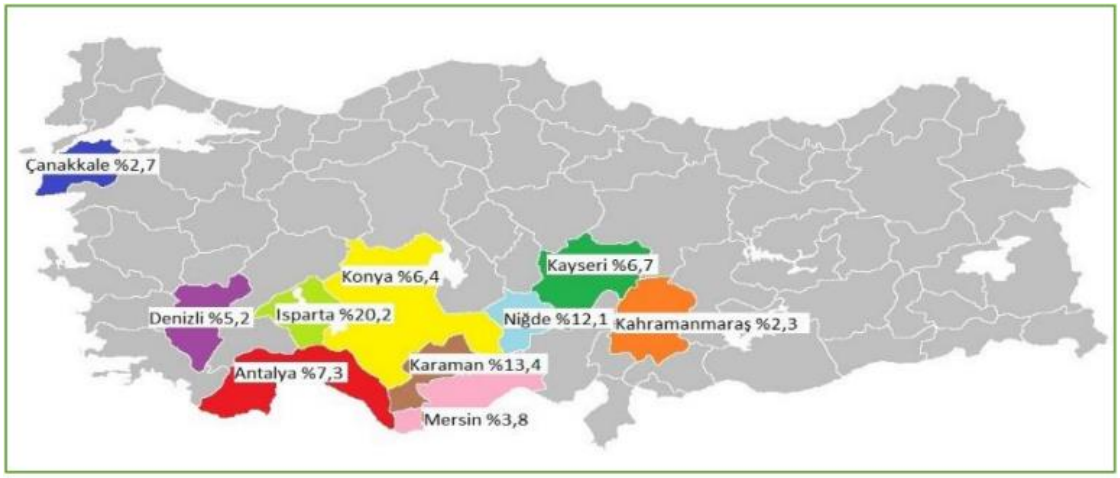
Türkiye sahip olduğu iklim, toprak yapısı ve konum açısından meyve yetiştiriciliği konusunda son derece önemli bir yere sahiptir. Elmanın kültüre alınması çok eski zamanlara dayanmakta ve fazlaca tüketimi yapılmaktadır (Özbek, 1978). Ülkemiz coğrafyası elmanın gen merkezleri arasında yer almaktadır. Doğal yayılım alanları arasında da yer alan ülkemizde elma yetiştiriciliği geçmiş yıllardan beri devam etmektedir.

Elma (*Malus domestica*), gülgiller (*Rosaceae*) familyasına ait kültürü yapılmış ve besin olarak tüketim değeri yüksek olan bir yumuşak çekirdekli meyvedir. Tüm dünyaya ana vatanı olan Orta Asya'dan yayılmıştır. Elma, Türkiye'de iyi ticari getirisi olan meyve türlerinden birisidir. Üretimi uygun iklim ve bakım şartları sağlandığında ortalama meyve verimi 3000 kg/da'a kadar çıkabilmektedir. Türkiye, ortalama 20 kg ile elma tüketiminde dünya genelinde yoğun elma tüketen ülkeler arasında yer almaktadır. Meyvecilik sektörü, son yıllarda dünyada ve Türkiye'de hızlı bir şekilde değer kazanmıştır. Bunun nedenleri içeresinde yetiştiricilik sistemlerinin gelişmesi son derece önemli yer almaktadır. Yumuşak çekirdeklilerde üretim sistemlerinde görülen gelişmeler, yetiştiricileri klasik üretimden bodur türlerde üretim yapmaya itmiştir. Bu sayede girdiler azaltılmış, birim alana dikilen ağaç miktarında artış sağlanmış ve daha fazla verim alınmıştır. Sonucunda artan gıda ihtiyacı karşılanmaya çalışılmıştır (Efecan, 2006). Dünya genelinde meyve üretiminde yaklaşık %7.5 paya sahip elma, meyve üretimi göz önüne alındığında muzdan sonra 3'üncü sırada gelmektedir. Avrupa Birliği'nin 2019 yılındaki üretim miktarı yaklaşık 15 milyon ton, ABD de ise yaklaşık olarak 5 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Dünya toplam elma üretiminin %54' ü Çin tarafından gerçekleştirilmektedir (Anonim,

2020). Türkiye ise 2019 yılında 3618.75 kg elma üretimiyle dünya genelinde 4'üncü sırada yer almıştır. Türkiye'de 2019 yılı itibariyle toplam elma üretim alanı 1,7 milyon dekardır. Niğde 235 bin dekar ile 1'inci sıradadır. Karaman ise en fazla meyve veren ağaca sahip il (9.2 milyon adet) olarak kayıtlara geçmiştir. Ülkemizde ise elma üretiminin yapıldığı alanlarının %52'si Niğde, Karaman, Antalya, Isparta ve Konya illerinde bulunmaktadır. 2019 yılında Türkiye'de toplam 3.6 milyon ton olan toplam elma üretimi gerçekleştirilmiştir (Şekil 1.1-2). Bu üretimin 732 bin tonu Isparta'da, 486 bin tonu Karaman'da ve 438 bin tonu ise Niğde'de yapılmıştır (Anonim, 2020).



Şekil 1.1. Elma üretim alanları (2019)



Şekil 1.2. Elma üretimi (2019)

Elmada renklenme, meyvede temel kalite kriterlerinden birisi olup çeşide göre farklılık gösteren karakteristik özgün bir özelliktir. Elma çeşitleri arasında renk özelliği çeşitten çeşide farklılık gösterir. Meyvelerde dış kabuk rengi, antosiyanin madde birikiminin temel göstergesidir.

Kırmızı renkli meyvelerde kırmızı renkle ilişkili olarak antosiyanin içeriği yüksek olmaktadır. Buna karşın sarı ve yeşil renkli meyvelerde kırmızı meyvelere göre daha az miktarda antosiyanin madde bulunmaktadır (Arakawa vd., 1986). Çeşit özelliği dışında, renk ve meyve kalitesini etkileyen diğer bütün faktörler ikincil etkili faktörler olarak kabul edilmektedir (Castle, 1995). Bu faktörler içerisinde iklim ise temel meyve kalitesi üzerinde son derece etkilidir (Hodgson 1967; Janick ve Moore, 1975). Işıklanma süresi ve toplam sıcaklık miktarı gibi iklimsel faktörler elma meyvelerinde antosiyanin birikimini etkileyen etmenlerdir (Arakawa 1985; Faragher, 1983). Ancak ışık, sıcaklık, nem ve gece gündüz sıcaklığı farkı gibi çevresel faktörler renk üzerine etkili faktörlerdir.

Elma yetiştiriciliği yapılan birçok bölgede renk gelişimi teşviki için paclobutrazol, ethephon gibi bitki büyüme düzenleyicileri (BGD) (Konarlı vd., 1987; Saure, 1990; Whale vd., 2008; Larrigaudiere vd., 1996), yağmurlama sulama sistemi (Warner, 1991; Iglesias vd., 2002), yansıtıcı zemin örtülerinin kullanılması (Andris ve Crisosto, 1996; Ju vd., 1999; Layne vd., 2002), yapay ışıklandırmanın kullanımı (Saks vd., 1990), meyve bagging (keseleme yöntemi) (Kikuchi,1997; Fan ve Mattheis, 1998), yaz budaması yapılması, meyve seyreltmesi işleminin yapılması gibi kültürel ve kimyasal uygulamalar sıkça yapılmaktadır. Bütün bu uygulamalar arasında meyve rengi artırmada ethephon uygulamaları en etkin, en yaygın yollardan birisidir (Blanpied vd., 1975; Curry ve Grene, 1993; Jones, 1979; Larrigaudiere vd., 1996). Ethephon uygulaması yapıldığında etilen gazı oluşur ve meyvelerde antosiyaninlerin ve bazı enzimlerin üretimi artar (Faragher ve Brohier, 1984). Ethephon meyve renklenme üzerine etki mekanizması tam olarak açıklanamamıştır (Li vd., 2002). Buna karşın meyvede olgunlaşmayı hızlandırdığı ve depolama suresini kısalttığıyla ilgili bazı bulgular mevcuttur (Wang ve Dilley, 2001; 2003; Drake vd., 2005).

Doğada iklim koşullarında herhangi bir değişim yapmak çok zordur. Sıcaklık, nem ve gece gündüz sıcaklığı farkı gibi renk üzerine etkili faktörleri değiştirmek veya

düzenlemek neredeyse imkansızdır. Çeşit değişimi yapmak ise her zaman mümkün değildir (Koyuncu 2012).

1.2. Bitki Gelişim Düzenleyicileri

Bitki hormonlarının yapay olarak yerini tutabilecek olan kimyasal maddeler bitki gelişim düzenleyicileri (BGD) olarak isimlendirilmiştir (Akgül, 2008). Bitki gelişim düzenleyicileri (BGD); doğal olarak doğrudan ya da dolaylı bir şekilde bitkiler tarafından üretilebilen ve bitki bünyesinde fizyolojik işlevlerin gerçekleşmesi için uyaran, engelleyen ya da herhangi bir şekilde değiştirebilen maddelerdir (Güllüoğlu ve Arıoğlu, 2005). Bitki gelişim düzenleyicileri yapay fitohormonlar olarak da isimlendirilir. Bunlar bitki gelişimiyle ve diğer fizyolojik fonksiyonları kontrol eden, doğal olarak bitki bünyesinde de üretilebilen organik türde maddelerdir. Tarımsal üretimde verimliliğin arttırılmasına yönelik bitkisel hormonların kullanılması düşünülmüştür. Ancak doğal yollarla üretilen fitohormonların tarımda kullanım maliyeti oldukça pahalı olması nedeniyle daha ekonomik olarak üretim maliyetine sahip sentetik hormonların tercih edilmesine neden olmuştur (Babaoğlu, 2002).

Bitki gelişim düzenleyicilerin tarımda kontrollü olarak kullanımlarıyla üretimde kalite ve ürün miktarı artırılabilir. Fakat bu maddelerin bilinçsizce ve doz aşımı yapılarak kullanılması halinde tarımda pestisitlerin kullanımından kaynaklan olumsuzluklar gibi çevresel ve insan sağlığı üzerine negatif etkilere neden olabilmektedir. Bu nedenle doğal dengenin bozulması, gıda maddelerinde oluşan kalıntıların besin zinciri ile insan sağlığını tehdit etmesi gibi olumsuzluklar üretici ve nihai tüketicileri doğal, organik ve sağlıklı tarım ürünlerinin üretimine ve tüketimine yönlendirmiştir (Kaftanoğlu,2003; Uygur, 2005).

1.2.1. Oksinler

Keşfedilen ilk bitki büyüme düzenleyicisi (BGD) oksinlerdir. Indol-3-ethanol, indol-3-asetaldehit, Indol-3-asetik asit (IAA), ve indol-3-asetonitril doğal olarak sentezlenmektedirler. Naftalin asetik asit (NAA) ve İndolbutirik asit (IBA) gibi hormonlar ise sentetik oksinler grubundadır. Oksinler, bitkinin her yerinde bulunmaktadır. Ancak en fazla gövde ve kök uçlarında, yani büyüme noktalarında sentezlenmekte ve bitki içinde taşınmaktadır (Özen ve Onay, 1999). Oksinlerin bitki

gelişim dönemleri ve türlerine bağlı olarak farklı konsantrasyonlarda adventif ve primer kök oluşumuna katkı sağladığı bilinmektedir. Tohum çimlenmesini, partenokarpik meyve oluşumunu ve floemde asimilat taşınımında rol alırlar. Ek olarak etilen sentezini arttırırlar (Salisbury ve Ross,1991).

Oksinler, bitkilerde büyüme ve gelişme üzerine etkide bulunan önemli bir gruptur. Bitki köklerinde doğal olarak eser miktarda bulunmaktadır. Kimyasal aktiviteyi, odun dokusunun oluşumu, meyve bölünmesinin teşviki ve ek olarak çekirdeksiz meyve oluşumuna fayda sağlamaktadır. En önemlisi bitkinin en önemli metabolik faaliyetlerinden olan solunumu hızlandırıp hücre bölünmesini teşvik etmektedir. (Evans, 1984; Chen ve diğ., 2001; Kılıç, 2007; Christian ve diğ., 2008). Oksinler; bitkisel embriyo oluşumu, vasküler doku farklılaşması ve uyarıcılara tepkilerde de etkili olmaktadırlar (Davies, 2004; Huang ve diğ., 2008).

1.2.2. Gibberellin

Gibberellinler, 1926'da Japon bilim insanları tarafından keşfedilmiştir. Çeltik bitkisinde aşırı büyümeye neden olan *Gibberella fujikuroi* adlı parazitte keşfedildiği için bu ad verilmiştir (Vardar, 1970; Kılıç, 2007). Brian (1955), tarafından bu hormon izole edilip gibberellik asit olarak isimlendirilmiştir (Kılıç, 2007). Çeşitli işlevlere sahip olan gibberellik asitler, gövde uzaması ve büyümesinin teşekkülü, yaprak ayasının büyümesi, çiçeklenmeyi artırma ve diğer büyüme, gelişme ve doku farklılaşma faaliyetlerinde son derece etkili olmaktadırlar (Olszewski ve diğ, 2002; Tyler ve diğ., 2004; Alabadi, vediğ., 2004; Swain ve Singh, 2005; Zhu ve diğ., 2006; Kılıç, 2007).

1.2.3. Sitokininler

Sitokinin grubu hormonlar bitki bünyesinde hücre bölünmesini başlatan maddelerdendir. İlk kez Letham tarafından, 1964'te sitokin hormonu mısır bitkisinin tohumlarından elde edilmiştir. Letham bu kimyasal bileşiğe "zeatin" adını vermiştir. Zeatin hormonu birçok tohum, meyve ve kök salgılarında bulunmasına karşın, sitokinin grubu hormonlar içinde en sık bilineni "kinetin"dir. Diğer hormonlardan farkıysa DNA'dan yapay şekilde üretilmiş olmasıdır. Kinetin harici, benzil adenin, benzil aminopurin ve tetrahidro piranil sitokinin grubu hormonlar olarak kullanılmaktadır (Kılıç, 2007). Bitkinin üreme faaliyetlerini düzenlemede rol oynamaktadır (Ashikari ve diğ., 2005; Sugawara ve

diğ.,2007; Kurakawa ve diğ., 2007). 30'dan fazla sitokinin grubu hormon tanımlanmıştır. Tarımsal üretimde bu hormonlar, yapraktan ya da doğrudan toprak yüzeyinden uygulanabilmektedirler (Anonim 1, 2001; Halloran ve Kasım, 1999; Çetinkaya ve Baydan, 2006).

1.2.4. Etilenler

Hidrokarbon gazı olan etilenin (C_2H_4), bitki hormonu olarak kullanılması 1960'lı yıllarda gerçekleşmiştir. Etileni diğer hormonlardan ayıran etilenin gaz formunda olan tek fitohormon olmasıdır. Muz, narenciye, kavun, armut, domates, ananas, hurma gibi meyvelerin sarartılıp olgunlaştırılmasında etilen kullanılır. Çeşitli nedenlerle renklenme, olgunlaşma sorunu yaşayan bitkilerde dışardan doğrudan verilir. Genel olarak ethephon kullanılmaktadır. Ancak, ethephon uygulaması yapılan ürünlerde etilenin parçalanmasıyla monokloroasetik asit oluşarak meyvede birikebilmektedir. Aşırı derecede toksik madde olan monokloroasetik asit gıdalarda mevcut olması son derece tehlikeli olmakla birlikte yasaktır (Halloran ve Kasım, 1999; Çetinkaya ve Baydan, 2006).

1.2.5. Absisik Asit (Dorminler)

Absisik Asit (ABA) bitkilerde gelişimin düzenlenmesinde ters yönde etki gösteren doğal engelleyici madde olarak rol almaktadır. Bitkilerde büyüme ve gelişme düzeyi büyümeyi teşvik eden hormonlar ve ABA'nın belli oranlarda bulunmalarıyla belirli boyutlara ulaşabilir (Seçer, 1989; Akgül, 2008). Bitkinin büyüme ve gelişme döneminde büyümeyi teşvik eden maddeler ve fitohormonlar bitki bünyesinde hâkim iken, büyümenin sonuna doğru, olgunlaşma başlangıcı ya da olgunlaşma sonunda ABA hâkim duruma geçmekte ve büyüme kontrol altına alınmaktadır (Çimen, 1988; Akgül, 2008).

Kaliforniya'da sofralık üzümlerin çoğu San Joaquin Vadisi'nde yetiştirilmektedir. Ancak son dönemde yaşanan iklimsel değişiklikler neticesinde görülen sıcaklık değişimleri nedeniyle istenilen kırmızı renkler elde edilememektedir. Çünkü antosiyanin birikimi engellenmektedir (Spayd vd., 2002). Ethephon uygulamalarıyla renklenme sorunları bir nebzede olsa çözülmeye çalışılmıştır. Ancak raf ömrünü kısaltması yeni arayışlara yol açmıştır (Kliewer, 1970; Dokoozlian vd., 1994; Spayd vd., 2002).

Üzümlerde antosiyanin birikimi olgunlaşmanın başlangıcı, yani renklenme başlangıç dönemi ile başlar. Bu durum birikimin temel nedeni olmasada ABA'nın bu birikim üzerinde etkileri olduğu saptanmıştır (Kataoka vd., 1982; Hiratsuka vd., 2001; Ban vd., 2003). Bunun sonucunda dışarıdan bitkiye ABA uygulamaları artmıştır (Peppi vd., 2006-2007).

Genel olarak, meyve kabuğunda antosiyanin içeriği yüksek olan meyveler, düşük antosiyanin içeriğine sahip meyvelerden daha koyu ve daha kırmızı renkli görünmektedir. Yapılan açıklamalarda bitkiye dışarıdan ABA uygulamaları meyve rengi üzerine olumlu etkiler göstermiştir (Peppi vd., 2006-2007).

ABA'nın üretim maliyeti etilen grubu hormonların üretim maliyetine kıyasla daha fazladır. Bu da kullanımını kısıtlamaktadır. Ancak etilen uygulamalarının depolamada yaşattığı sorunlar göz önüne alındığında ve üzümlerde kullanılıp etkili sonuçlar alındığı için dışarıdan ABA uygulamaları artmıştır. ABA uygulamaları renklenmeyi artırmanın yanı sıra hasat sonrası depolama ve kalite üzerinde etkili sonuçlar meydana çıkarmıştır (Crisosto ve Mitchell, 2000).

Cantin vd., (2007) yılında sofralık üzümde yaptıkları çalışmada bitkilere farklı dozlarda ethephon ve ABA uygulamışlar ve kontrol bitiklerine göre ethephon ve ABA uygulamalarının renklenme ve antosiyanin içeriğini artırdığını saptamışlardır. Ancak ethephon uygulamalarının hasat sonrası kalitede yetersiz kaldığını bitkiye dışarıdan ABA uygulanın hem renk hem de hasat sonrası kalite kriterlerinde ethephon uygulamalarını geride bıraktığını göstermişlerdir.

1.3. Bitki Büyümesini Teşvik Eden Rizobakteriler (PGPR)

Bitkiye yarar sağlayan bitki kök bölgesinde yaşayan kök bakterileri PGPR olarak adlandırılmıştır. PGPR ifadesi ilk defa 1978 yılında telaffuz edilmiştir (Kleopper ve Schroth, 1978). PGPR'lerin doğrudan ya da dolaylı yollardan üretilen primer veya sekonder maddelerle bitki gelişimini teşvik ettiği düşünülmüştür (Beauchamp 1993. Kloepper 1993, Kapulnik, Y., 1996 Lazarovits, G., Nowak, J., 1997). Bu tür mikroorganizmalar büyük oranda *Acetobacter*, *Acinetobacter*, *Achromobacter*, *Aereobacter*, *Agrobacterium*, *Alcaligenes*, *Artrobacter*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Clostridium*, *Erwinia*, *Enterobacter*, *Flavobacterium*, *Klebsiella*,

Micrococcus, Pseudomonas, Rhizobium, Serratia ve *Xanthomonas* cinslerine mensup türlerdir (Burdman vd., 2000).Toprak bünyesinde bulunan rizobakteriler bitki gelişimini artırma ve bitki patojeni mikroorganizmaların zararlı faaliyetlerini engellemede rol almaktadır. Dolayısıyla mikroorganizma faaliyetleriyle üretilen ve bitki kök bölgesinde besin maddelerinin çözümünü bitki bünyesine alımını kolaylaştıran madde ya da maddeler sentezleyerek etkili olabilmektedirler (Bayrak ve Ökmen 2014). Bitki gelişmesini artıran, teşvik eden ya da uyaran kök bakterilerinin (PGPR) mekanizmaları ile ilgili önemli bilgiler elde edilmiş olmakla birlikte tam olarak açıklanamamıştır (Sturz 2000, Lucy vd., 2004). PGPR'ler genel anlamda bitki kök bölgesinde koloni kurarak bitki gelişiminde fayda sağlayan ve bitkiye zararlı mikro ve makro organizmaları ürettikleri metabolitler sayesinde baskılar. PGPR'ler tohum çimlenmesi dormansisinde, kök gelişiminin artırılmasında ya da bitkinin su ve mineral besin maddesinin alımının arttırılmasında görev alır ve buna bağlı olarakta meyvenin gelişmesi, kalitesi, renklenmesi üzerine son derece önemli düzeyde katkı sağlar. PGPR'ler fitohormonlar üreterek doğrudan ya da dolaylı bir şekilde kök bölgesindeki mikroorganizma dengesini değiştirebilir. Buna bağlı olarak primer ve sekonder metabolit ve minarel madde seviyesini düzenleyerek bitki gelişmesini pozitif yönde teşvik etmektedirler (Sıddıqui 2006; Şevik 2010). Bezelye bitkilerinde, *Rhizobium* sp. *Azospirillum brasilense* ile birlikte inokule edildiğinde bezelye kökünde nodül sayısı artmıştır. Nohut rizosferinde *Pseudomonas* ve *Bacillus* cinsine ait rizobakteri türlerinin varlığında köklerde flavonoid ve benzeri bileşiklerin seviyesinde artış sağlanmış, ayrıca bu bakterilerin çalışmasıyla nodülasyon oranında ilave artış sağlayacak bir faktör olabileceği, kök flavonoidleri üzerine direkt olarak olumlu bir etki gösteren rizobakteriler olduğu belirtilmiştir (Parmar 1999; Burdman 1996).

PGPR'ler azot bağlama, fosforu çözünür hale getirme, ağır metalleri çözebilme, mikro ve makro zararlı organizmaların etkilerini azaltma ya da ortadan kaldırma yeteneğine sahip olmasıyla da bitkilere olumlu yönde teşvik edici etki gösterir (Dejordjevic, 1987; Ferreira, 1987; Sıddıqui 2006; Şevik 2010). Çözünürlüğü düşük olan CaP'yi çözen toprakta yaşayan mikroorganizmaların mineral formdaki fosfatları çözebildiğini ve MPS olarakta adlandırıldığını bununla birlikte P (Fosfor) çözebilen mikroorganizmaların (PSM) çözünemeyen fosfatları, asitleştirme, şelasyon, değişim reaksiyonları ve glukonik asit üretimi aşamalarıyla bitkilerin alabileceği çözünür formlara dönüştürdükleri belirtilmiştir

(Chung vd., 2005). Atmosferdeki serbest azotu bağlayan PGPR'ler "nitrogenaz" enzimi ile işlemlerini yaparlar. Bu işlemin gerçekleşmesinde "*nif*" genleri olarak adlandırılan genler rol alır. Atmosferdeki serbest azotu bağlayan tüm bakterilerde bu genlerin mevcut olduğu tespit edilmiştir (Ram, R.L., Maji, C., Bindroo, B.B., 2013; Ahemad, M. ve Kibret, M., 2013; Kim, J. and Rees, D.C., 1994). Kucey (1989), Biswas vd., (2000) bitki kök faunasında bulunan birçok mikoorganizmanın organik ve inorganik maddeleri bitkilerin kullanabileceği forma dönüştürdüğü, mikroorganizmaların faaliyetleriyle fosfat çözebilme, demir çinko gibi besin maddelerinin alınabilirliğini artırma, fitohormon üretimi gibi birçok yeteneğe sahip olduğu bildirmişlerdir. Kültür bitkilerini patojenlerden koruduğu ve bunun yanında bağlı fosfatı çözebilen bakterilerin gibberellinler, sitokininler, indol-3-asetik asit (IAA) gibi fitohormonları da üretebildiği rapor edilmiştir (Verma vd., 2012). Toprak bünyesinde organik asit oluşumuna katkı sağlayan PGPR'lerin ürettiği fosforu çözebilme ve kullanılabilir hale getirme yeteğine sahip bu organik asitlerden en bilinenleri glukonik asit, okzalik asit, laktik asit, asetik asit, formik asit, tartarik asit, fumarik asit ve sukkinik asittir. *B. polymyxa, B. megatarium, B. circulans, B. subtilis, B. firmus, Pseudomonas striata, P. rathonia, Rhizobium leguminosarum* ve *R. meliloti*, organik asit üreterek fosforu çözebilen bitki için yarayışlı hale getirebilen PGPR bakterileridir (Ram, R.L 2013). Jones ve Darrah (1994), Gadd (1999), Kumar ve Narula (1999), Nautiyal ve vd., (2000), Vassileva ve vd., (2000), Whitelaw (2000) ise; yapmış oldukları çalışmalarında PGPR olarak adlandırılan toprak mikroorganizmalarının çeşitli faaliyetleriyle inorganik fosfatı çözebildiğini ve bitkiler tarafından alınabilir forma dönüştürdüğünü belirtmişlerdir. PGPR ve Rhizobiumların birlikte uygulama çalışmaları soya fasulyesi, nohut, bezelye, börülce barbunya ve yonca gibi çeşitli baklagillerde kök ve filiz kuru ağırlığı, bitki canlılığı, azot bağlanması ve nodül sayısında artış göstermiştir (Burns 1981; Agarwal 1989; Dashti 1998; Bolton 1990; Grimes 1984; Sindhu 2002). PGPR olarak adlandırılan toprak mikroorganizmalarının sadece bitkilere besin maddesi sağlamakla kalmayıp bunun yanında ek olarak toprağın kimyasal, fiziksel ve biyolojik yapısını iyileştirip bitkiler için sağlıklı bir yaşam alanı oluşturduğunu yaptığı araştırmalar sonucunda gözlemlemişlerdir (Akıncı 2011).

Çevre kirliliğinin önlenmesi tarımda sürdürülebilirliğin sağlanması, kaynakların devamlılığının sağlanması, tarımsal üretim maliyetlerin artması nedeniyle PGPR kullanımını zorunlu hale getirmektedir (Çakmakçı, 2005). PGPR olarak isimlendirilen

toprak bakterileri enzim, toksin ve diğer faydalı metabolit üreterek ve en önemlisi de bitki gelişimi için elzem olan bitki gelişimini düzenleyen maddeleri salgılayarak pozitif etki gösterirler (Weissmann ve Gerhardson 2001). Son yıllarda dünyada genel bir problem olan kimyasal gübre ve tarımsal ilaçların neden olduğu kirliliğin ve kalıntının önüne geçmek ya da geçebilmek amacıyla PGPR'lerin tarımın sürdürülebilirliği için biyolojik gübre olarak kullanımı yaygınlaşmıştır. PGPR bakterilerinin tarımsal üretimde kullanılıp uygulanmaları tek yıllık bitkilerde başlamış olup günümüzde ise çok yıllık bitkiler üzerinde uygulamalar yapılmaya başlanmıştır (Vessey, 2003). Aşırı gübrelemenin verdiği zarara karşın rizobakterilerin tarımın sürdürülebilirliği için çevre dostu faaliyetlerde kullanılma potansiyeline sahip olduğu belirtilmiştir Çakmakçı vd., (1999 ve 2001), Öztürk vd., (2003) Eşitken vd., (2003 ve2006), Orhan vd., (2006), Aslantaş vd., (2007**).**

Burdman vd., (2000), *Azoarcus, Azospirillum, Azotobacter, Bacillus, Burkholderia, Enterobacter, Klebsiella, Pseudomonas, Serratia*ve *Rhizobia* cinslerine ait PGPR özellikli türlerinin bitkilerin büyüme gelişme ve verim gibi özelliklerini iyileştirdiğini belirtmişlerdir. Toro ve ark. (1997), Sukhovitskaya (1998), Khan ve ark. (2003) *Bacillus subtilis* uygulanmasıyla bitkinin toplam ağırlığıyla bitki dokularındaki azot (N) ve fosfor (P) konsantrasyonunun arttığını rapor etmiştir. Tiwari ve ark. (1989), Belimov ve ark. (1995), Caceres ve ark. (1996), Sudhaveark. (1999), Pal (1999), De Freitas (2000), Çakmakçı ve ark. (2001), Bent ve ark. (2002), Khan ve ark. (2003), Öztürk ve ark. (2003), Şahin ve ark. (2004), *Bacillus* türlerinin çeltik, arpa, buğday ve mısır gibi bitkilerde verimde ciddi artış sağladığını bildirmişlerdir. *Bacillus* türündeki PGPR bakterileri kültür bitkilerine faydalı besin elementi, fitohormon sentezi sağlamaları yönüyle güvenilir çevre dostu mikroorganizmalardır (Stein 2005). Chung (2008) ve Gajbhiye (2010) *Bacillus* türü bakterilerinin birçok bitki hastalıkları ve zararlılara karşı biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Marahiel ve ark. (1993), Chabot ve ark. (1996) Handlesman ve Staab (1996), Nautiyal (1997), Eşitken ve ark. (2002) yapmış oldukları çalışmalar sonucunda biyolojik gübre olarak kullanılabilen *Bacillus* türlerindeki mikroorganizmaların faaliyetleriyle hormon sentezi, büyüme ve gelişmeyi teşvik etme, patojenleri engelleme, antibiyotik sentezleme ve fungal gelişimi önlemek gibi birçok yarar sağladığını belirtmişlerdir (Dobbelaere vd., 2002). Bitki büyümesini, gelişimini, toplam kuru kütle ve bununla birlikte tane verimini artırdığını bildirmişlerdir. Hümik asit gibi organik madde içerikli gübrelerle ve PGPR bakterilerinin birlikte uygulanması

sonucunda buğdaydaki birim alandaki tane verimini ve kardeşlenmeyi artırdığını belirtilmiştir (Abou-Aly, 2009). Çakmakçı ve ark. (1999) yaptıkları çalışmada şeker pancarında *Bacillus megaterium* uygulamalarının toprağa iyi uyum sağladığını, bitki kök bölgesinde yaşamını uzun süre devam ettirdiğini, bitkide şeker, polar, yumru gibi kalite kriterlerini artırdığını, ek olarakta arpada tane verimini artırdığını belirtmişlerdir. Aynı zamanda *Bacillus* MSU-127 izolatının şeker pancarının önemli hastalığı olan *Rhizoctonia solani* fungusunun neden olduğu kök çürüklüğü hastalığını baskı altında tuttuğunu belirtmiştir (Kiewnik ve ark.2001)**.**

1.3.1. PGPR'lerin Meyve Yetiştiriciliğinde Kullanımı

PGPR'ler meyve ağaçlarının çoğaltılmasında da kullanılmaktadır. PGPR'ler, üzümde aşı kaynaşması ve gelişmesini artırmaktadır (Köse vd., 2005; Sabır, 2013). PGPR'lerin toprağa uygulanmaları sonucu toprak ve bitki yapısını iyileştirip diğer türlerde kuraklık, tuzluluk, düşük sıcaklık gibi biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı kullanımının giderek arttığını belirtmişlerdir (Karlıdağ vd., 2011).

Kayısı ağaçlarında *Bacillus* OSU 142 ırkı bakteri uygulamasının meyve verim ve sürgün uzunluğunda artışa neden olduğunu bitki büyüme ve gelişiminde artışa neden olduğunu belirtilmiştir. Ek olarak yapraktaki N, P, K, Ca ve Mg gibi makro ve mikro besin element içeriklerinin kontrol bitkilerine göre arttığıda belirtilmiştir. Yapılan bir başka çalışmada, *Bacillus* OSU-142 ve *Pseudomonas* BA-8 ırklarının tek tek ve birlikte uygulanmasının kiraz bitkisinde meyve verimini, büyümeyi ve meyve içeriğindeki besin maddelerinin arttığı rapor edilmiştir (Eşitken vd., 2003).

Çilek bitkisine *Pseudomonas* BA-8, *Bacillus* OSU-142 ve *Bacillus* M-3 bakteri ırklarının tek başına ve birlikte uygulamalarının meyve büyüklüğü, verim ve yaprak içeriğindeki fosfor ve çinko içeriğini artırdığı belirtilmiştir (Eşitken ve ark. (2010). PGPR uygulamaları aynı zamanda çilekte köklenmeyi artırmış ve fide üretiminde (Aslantaş vd., 2009), kivide ise çelik köklenmesinde ve gelişmesinde (Ertürk vd., 2010) kullanıldığında pozitif etki sağladığı belirtilmiştir.

Fındık ağaçalarına PGPR uygulamlarıyla toplam bitki uzunluğu, sürgün uzunluğu ve sürgün sayısı gibi gelişim özelliklerinin yanında, bitki besin elementlerinin yoğunluklarının arttığı rapor edilmiştir (Ertürk vd., 2010). Üçüncü ve ark. (2018) Fındık

bitkisine *Azotobacter* sp. uygulanmasının verimi artırdığı ve kimyasal gübre miktarının azaltabileceği, kimyasal gübrelere göre ekonomik ve zararsız olduğunu belirtmiştir.

Vişne bitkisine *Bacillus mycoides* T8 ve *Bacillus subtilis* OSU-142 suşlarının tek başına ve birlikte uygulaması bitki büyüme ve gelişimini artırmıştır. Bunun yanında verimi artırmakla kalmayıp meyve kabuk rengi, suda çözünebilir kuru madde içeriğinde, meyve saplarının uzunluğu, yaprakta Fe, Cu, Zn ve Mn gibi besin elementlerinin yoğunluğunda pozitif etki göstermiştir. Ayva ağaçlarında ise *Bacillus subtilis* OSU-142 ve *Bacillus mycoides* T8 uygulamalarının meyve verimi, meyve sayısı, meyve ağırlığı, meyve eni, meyve boyu ve meyve eti sertliğini artırdığı belirtilmiştir (Arıkan vd., 2012).

Nar ağaçlarında *Pseudomonas* sp. HV 5 ve *Micrococcus luteus* GC- subgroup B MFDV3 ırklarının uygulanmasının meyve iriliği ve C vitamini dışında meyve kalite kriterlerine önemli etki göstermediği belirtilmiştir (Acar vd., 2018).

Muz bitkisinde *Bacillus atrophaeus* MFDV2 ırkı uygulamasının bitki boyu, dal ve sürgün sayısı, meyve verimi ve meyve iriliğini artırdığı gösterilmiş olup, tarımsal üretimde ticari gübre kullanımını azaltmak, organik tarımda bitkilerin istediği besin maddesi ihtiyacını karşılaması için PGPR bakteri kullanımı önerilmiştir (Akbaş vd., 2019).

1.3.2. Elma Bitkisinde PGPR'ler Üzerine Yapılan Çalışmalar

PGPR'ler bitki uygulamalarında meyvede verim, kalite üzerine olumlu etkileri gözlemlenmiştir. MM106 ve M9 anaçları üzerine aşılı Stark Spur Golden Delicious ve Granny Smith elma çeşitlerinde *Bacillus* OSU-142, *Bacillus* M-3, *Burkholderia* OSU-7 ve *Pseudomonas* BA-8 suş uygulamalarının bitki gelişimini artırdığı (sürgün sayısı, sürgün uzunluğu ve sürgün çapı gibi) ve buna bağlı olarak meyve verimini de artırdığı belirtilmiştir (Aslantaş vd., 2007). BA-8 ile OSU-142'nin birlikte uygulanmasının gövde kesit oranını Starkrimson çeşidinde %119 ve Granny Smith çeşidindeyse %15 oranlarında artırdığı saptanmıştır. Sonuç olarak PGPR bakteri uygulamalarının gövde kesit alanına, verime, meyve ağırlığına, sürgün uzunluğuna pozitif yönde etkide bulunduğu tespit edilmiştir. Ek olarak araştırmacılar, PGPR bakteri uygulamasıyla yapraklarda N, P, K gibi makro ve Mg, Ca, Fe, Mn ve Zn gibi mikro besin elementlerinin kontrol bitkilerine göre daha fazla olduğunu belirtmişlerdir (Pırlak vd., (2007). Pırlak vd., (2009) bakteri

ırklarının kallus oluşumu, köklenme ve bitkilerin taze kalma süresi üzerine olumlu etkilerde bulunduğunu tespit etmiştir.

PGPR uygulamaları ve kombinasyonlarıyla bitki büyümesinin uyarılması sonuncunda verim (%26,0 ile 88.0), meyvelerdeki ağırlık (%13,9 ile 25.5), sürgünlerdeki uzunluk (%16.4 ile 29.6) ve sürgünlerde çap (%15.9 ile 18.4) vb. parametrelerde son derece önemli artışlara neden olmuştur. Bunlara ek olarakta Mg hariç diğer besin elementlerinin (N, P, K, Ca, Fe, Mn ve Zn) üzerine bakteri uygulamalarının olumlu yönde etkisi olmuştur (Karlıdağ vd., 2007). "Braeburn" elma çeşidinde meyve kalite parametrelerinden SÇKM içeriği ciddi oranda artarken, "Golden Delicious" çeşidinde etkisi yok denecek kadar az olmuştur. PGPR'lerin elmada organik ve sürdürülebilir tarım koşullarında meyvelerde seyrelme ajanı olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (Eşitken vd., 2009).

Karakurt ve Aslantaş (2010) MM106 elma anacı üzerine aşılanmış Granny Smith, Starking Delicious, Starkrimson Delicious, Starkspur Golden Delicious ve Golden Delicious çeşitlerde 4 farklı bakteri ırkını (*Agrobacterium rubi* A18, *Bacillus subtilis* OSU-142, *Burkholderia gladioli* OSU-7 ve *Pseudomonas putida* BA-8) uygulamış ve etkilerini araştırmışlarıdır. Çalışmada bakteri inokülasyonu yapılan meyvelerde meyve kalite kriterlerinde (meyve ağırlığı, suda çözünür kuru madde oranı ve titre edilebilir asit içeriği, toplam şeker oranı ve C vitamini içeriğinin azaldığı pozitif yönde bir etkinin olmadığı, fakat ağaç başına meyve veriminin arttığı belirtilmiş, ek olarakta bakteri uygulaması yapılan bitkilerde yaprakların N, K ve Cu besin maddelerinin içeriğinde azalma, P, Mg, Zn, Mn ve Fe besin maddeleri içeriğinde ise artış tespit edilmiştir. Bakteri ırklarının kombine şekilde uygulanmasının meyve kalitesi üzerine etkileri incelenmiş ve sonucunda suda çözünen katı madde miktarı, titre edilebilir asit içeriği, meyve eti sertliği ve diğer meyve kalite özellikleri ile toplam fenolik madde miktarı, toplam antosiyanin miktarı gibi parametrelerde olumlu etkiler gösterilmiştir (Yıldız vd., 2022). Karakurt vd., (2009) yaptıkları çalışmalarında, MM106 elma anacında odunsu doku çeliklerinin hızlı köklenmesi amacıyla IBA, *Agrobacterium rubi* (A18), *Bacillus subtilis* (OSU-142) ve Glikoz, Sakkaroz, Sorbitol, Manitol gibi karbonhidratların tekli ve birlikte uygulamalarının etkileri üzerine çalışmış ve sonuçta bunların ikili ve üçlü beraber uygulamalarının, kontrol veya tek başına kullanımlarına göre köklenme oranını arttırmada daha etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Coşkun vd., (2011) M9 elma anacı

üzerine aşılanmış elma çeşitlerinde PGPR bakteri uygulamalarının bitki büyüme ve gelişimi üzerine önemli etkileri olduğunu tespit etmiştir. *Pseudomonas* BA-8 uygulanmasının dal sayısında artışa neden olduğu belirtilmiştir (Ipek vd., 2017). Ryu vd., (2011) tarafından yapılan çalışmada yapraktan *Bacillus sp.* uygulanmasının meyve kalite kriterlerinde artışa neden olduğunu rapor edilmiştir.

Tablo 1.1. PGPR'lerin Diğer Bitkilerde Kullanımı ve Etkileri

PGPR	Bitki	Bitki üzerindeki etkisi	Kaynaklar
Streptomyces padanus AOK 30	Defne	Yaprak hücrelerinde ozmotik basıncın arttırılması ve hücre duvarında değişikliklere neden olur	Hasegawa vd., (2004)
Achromobacter piechaudii ARV8	Domates ve biber	Kuru ağırlığı artırır	Mayak vd., (2004a)
Variovorax paradoxus 5C-2	Bezelye	Bitki büyümesini uyarır	Dodd vd., (2005)
Pseudomonas sp. ACP *Pseudomonas putida* GR12-2. *Penicillium citrinum* *P. putida* UW4	Arabidopsis	Etilen seviyesini kontrol eder	Glick (2005)
S. padanus AOK-30	Defne	Odunlaşmayı hızlandırır. Kallus oluşumunu hızlandırır	Hasegawa vd., (2005)
Bacillus subtilis GB03 *B. amyloliquefaciens* IN937a *B. pumilus* T4 *B. pumilus* SE-34 *B. pasteurii* C9 *Pseudomonas*. *P. polymyxa* E681 *Fluorescens* 89B-61 *Serratia marcescens* 90-166	Arabidopsis	Yaprak ve bitki ağırlığını artırır	Ryu vd., (2005).
Bacillus thuringiensis	Süpürge	Su alımını artırır	Marulanda vd., (2006)
Brady rhizobium *P. putidabiotype A* *P. fluorescens*	Mısır ve fasülye	Kök sürgün büyümesi ve baklagillerde nodül artırımı.	Shaharoona vd., (2006a)
Achromobacter Xiloxidans *Bacillus pumilus*	LB besi yeri	ABA ve JA miktarını artırır	Forchetti vd., (2007)
P. fluorescens	Cezayir menekşesi	Biyokütle verimini ve ajmalicine üretimini arttırır	Jaleel vd., (2007)
Pseudomonas sp.	Bezelye	Bitki büyümesini, verimini ve olgunlaşmasını arttırır	Arshad vd., (2008)
A. brasilense Sp 245	Arabidopsis	ABA seviyesini artırır	Cohen vd., (2008)
Acinetobacter *Alcaligenes faecalis* *Bacillus cereus*	Buğday	Bitki büyümesini ve beslenmesini iyileştirir	Egamberdieva (2008)

Enterobacter *P. aeruginosa*			
Paenibacillus *Polymyma Rhizobium tropici*	Fasulye	Bitki büyümesini, azot içeriğini, nodül sayısını artırır	Figueiredo vd., (2008)
Pseudomona *Mendonica*	Marul	Yapraklarda prolin birikimini artırır.	Kohler vd., (2008)
P. fluorescens biotype G ACC-5 *P. fluorescens* ACC-14 *P. putidabiotype* A Q-7	Bezelye	Taze ve kuru ağırlığı, kök uzunluğunu, sürgün uzunluğunu, bitki başına yaprak sayısını artırır ve su kullanım verimliliğini iyileştirir	Zahir vd., (2008)
V. paradoxus 5C-2	Bezelye	Büyüme, verim ve su kullanım verimliliğini artırır. *Rhizobium leguminosarum* tarafından nodülasyonu artırır	Belimov vd., (2009)
A. lipoferum USA 59b	Mısır	Fluridon (F) ve prohexadion-Ca'nın (P, sırasıyla ABA ve GA sentezi inhibitörleri) etkisini tersine çevirir. Bağıl su içeriğini arttırır ve bitkilerde GA'ları ve ABA seviyelerini arttırır	Cohen vd., (2009)
Agrobacterium rubi A16 *Burkholderia gladi* BA7 *P. putida* BA 8 *B. subtilis* BA 142 *B. megaterium* M 3	Turp	Tohum çinlenme oranını artırır	Kaymak vd., (2009)
A. brasilense mutant	Mısır	Biyokütle ve trehalozu arttırır	Rodríguez-Salazar vd., (2009)
Pseudomonas BA-8 *Bacillus* OSU-142 *Bacillus* M-3	Çilek	Suda çözünen katı maddeleri artırır	PirlakandKose (2009)
P. putida *Pseudomonas sp.* *Bacillus megaterium*	Yonca	Kök sürgün artırımı. IAA miktarında artış	Marulanda vd., (2009)
P. entomophila *P. stutzeri* *P. putida* GAP-P45 *P. syringae* *P. monteilli* WAPP53	Mısır	Bitki biyokütlesini, bağıl su içeriğini, yaprak su potansiyelini, toprak/kök dokusu oranını, agregat stabilitesini ve prolin seviyelerini, şekerleri ve serbest amino asitleri artırır. Yapraktan su kaybını azaltır	Sandhya vd., (2010)
Pseudomonas sp. *Bacillus lentus*	Fesleğen	Büyümeyi, fotosentezi, mineral içeriğini ve antioksidan enzimleri artırır	Golpayeganiand Tilebeni (2011)
Pseudomonas sp.	Fesleğen	Bitki büyümesini, oksin ve protein içeriğini artırır	Heidari vd., (2011)
Burkholderia cepacia SE4 *Promicromonospora sp*. SE188 *Acinetobacter calcoaceticus* E370	Hıyar	Biyokütle ve klorofil içeriğini, su potansiyelini artırır ve elektrolitik sızıntıyı azaltır. Sodyum iyon konsantrasyonunu ve katalaz, peroksidaz, polifenoloksidaz ve toplam polifenol ve ABA aktivitelerini azaltır. Salisilik asit ve giberellini artırır	Kang vd., (2014)
Proteus penneri Pp1 *Pseudomonas aeruginosa* Pa2 *A. faecalis* AF3	Mısır	Ekzopolisakkarit, bağıl su içeriği, protein, şeker, prolin artışı ve antioksidan enzimlerin aktivitelerinde azalma sağlar	Naseemand Bano (2014)

Bacillus licheniformis Rt4M10 *P. fluorescens* Rt6M10	Üzüm	ABA artışlarıyla bağlantılı olarak bitki su kaybı oranını azaltır. Monoterpenleri ve seskiterpenleri artırır	Salomon vd., (2014)
P. aeruginosa GGRJ21	Fasulye	Antioksidan enzimlerin, hücre ozmolitlerinin seviyelerinin birikimini hızlandırır ve strese duyarlı genlerin düzenlenmesini sürekli olarak hızlandırır	Sarma and Saikia (2014)
A. *brasilense Sp 245*	Arabidopsis	Bitki biyokütlesini arttırır, kök yapısını değiştirir, fotosentetik ve fotokoruyucu pigmentleri uyarır ve artan ABA seviyeleri ile bağlantılı olarak su kaybını geciktirir. Bitkilerin tohum verimini, bitkilerin hayatta kalmasını, prolin seviyelerini ve nispi yaprak su içeriğini iyileştirir	Cohen vd., (2015)
B. amylique faciens *B. pumilis, B. subtilis* *B. cereus*	Domates, biber	Bitki büyüme ve gelişmesinde, yaprak alanının, kök ve gövde ağırlığı, meyve veriminde artış sağlanmıştır, nematot zaralarında ise azalma görülmüştür	Kokalis-Burelle vd., 2002

2. BÖLÜM

MATERYAL VE METOD

2.1.Materyal

2.1.1 Çalışmanın Yapıldığı Alanın Konum, İklim ve Toprak Özellikleri

Bu çalışma, 2021-2022 yılları arasında Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma biriminde ve Kayseri ilinin Yeşilhisar ilçesinde elma yetiştiriciliği yapan ve iklimsel kaynaklı olarak renklenme problemi bulunan üreticinin bahçesinde, MM111 elma anacına aşılı 10 yaşındaki Red Chief elma çeşidi üzerinde yürütülmüştür. Deniz seviyesinden yüksekliği 1.100 metre olan olan bölgede karasal iklim hakimdir. Yazları sıcak ve kurak kışları soğuk ve kar yağışlıdır. Bölge "38.356157 enlem, "35.08594" boylam coğrafi koordinatları arasında yer almaktadır.



Şekil 2.1. Çalışma alanından toprak örneği alınması

Bu çalışmada özellikle meyve renginin önemli olduğu bitki türlerinden biri olan elma seçilmiş olup bakteri preparatlarının bu amaçla kullanılabilirliğinin araştırılması hedeflenmiştir. Bu kapsamda iklimsel kaynaklı bölgesel renklenme problemi yaşayan M111 anaç üzerine aşılı 'Red Chief' elma çeşidi ile ABA ve JA üretim kapasitesi belirlenen 42 adet *Bacillus* sp. suşu renklenmeyi teşvik edici özelliklerinin incelenmesi amacıyla kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan *Bacillus* suşları Prof. Dr. Semih Yılmaz'dan temin edilmiştir. *Bacillus* cinsine ait bakteri suşları kültüre alınarak elma bitkisi meyvelerine 3 farklı dönemde uygulanmış ve bitkiler açık arazi koşullarında yetiştirilmiştir. Bakterilerin bitki inokülasyonu şeklinde uygulamalarından sonra meyve rengi başta olmak üzere ağırlık, büyüklük, suda çözünür madde miktarı ve meyve içeriğindeki ABA oranları belirlenmiştir.

Elma ağaçlarının meyvelerinin renklenme başlangıç döneminde (Temmuz) ağaçlar üzerinde belirlenen meyvelere 20 gün arayla 50 mL dozlarda (10^7-10^9cfu/ml) 3 kez sprey şekilde bakteri uygulaması yapılmış olup, sezondaki diğer ürünlerin hasat zamanıyla aynı zaman diliminde hasatları yapılmıştır.

2.1.2. Bitkisel Materyal

2.1.2.1. Red Chief

Red Chief elma çeşidi Starkrimson Delicious elma çeşidinin tomurcuklarında oluşan mutasyonla meydana gelmiş bir çeşittir (Şekil 2.2). Campbell' tarafından tescil edilmiştir (Jackson, 2003; Anonymus, 2015). Meyve et rengi kremsi beyaz, tatlı, sulu ve sert olan lezzetli bir çeşittir. Zayıf, yarı dik ve verimli olan bu çeşitin soğuk hava depolarında muhafaza süresi uzundur (Akgül vd., 2005, Anonymus, 2015). Soğuk ve ılıman iklim meyvesi olup 30º-50º enlemlerinde yetişmektedir. (Yapıcı, 2006).



Şekil 2.2 Denemede kullanılan red chief elma çeşidi

2.1.2.2. MM111 Klon Elma Anacı

Northern Spy x Merton793 melezidir. Kuvvetli gelişim gösteren anaçlardan birisidir. Pamuklu bit ve unlu bit zararına dayanıklıdır. Kumlu tınlı topraklarda da iyi bir gelişim gösterirler. Kısıtlı sulama imkanlarınada adapte olabilir. Kök sistemi güçlü olduğu için destek sistemine ihtiyaç duymaz. Yeşil çelik, odun çeliği ve tepe daldırması (Stool bed) yöntemleriyle, kolayca üretilebilir. Dikim sıklığı 4-5x3-4 m olabilir. Kök boğazı çürüklüğüne dayanıklıdır. Farklı toprak tiplerinde yetiştiriciliği yapılabilir.

2.2. Metod

2.2.1.Toprak Analizi

Çalışmanın gerçekleştirildiği bahçenin toprak özelliklerini belirlemek amacıyla, toprak örnekleri alınmış ve analizler Erciyes Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü'nün toprak analiz laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Toprak örneklerinde kil, silt ve kum içerikleri hidrometre yöntemi ile Bouyoucos (1951)' e göre, toprak reaksiyonu ve elektriksel iletkenlik 1/2.5'luk toprak-su karışımlarında potansiyometrik olarak cam

elektrotlu pH metre kullanılarak belirlenmiştir (Anonim 1954). Toprakların kireç içerikleri, Scheibler kalsimetresi ile tayin edilerek elde edilecek CO_2 sonuçlarından, kireç içeriği kalsiyum karbonat eşdeğeri olarak volumetrik metotla hesaplanmıştır (Nelson, 1982). Toprakların organik madde miktarı yaş yakma yöntemi ile Nelson ve Sommers (1982)'e göre belirlenmiştir. Fosfor tayini, sodyum bikarbonatla ekstrakte edilen süzüklerde, spektrofotometrede okunarak belirlenmiştir (Olsen ve Summer, 1982).

Analiz sonuçlarına göre Kayseri ili Yeşilhisar ilçesindeki deneme bahçesi toprağının 0-30 cm derinliklerinde killi 30-60 cm ve 60-90 cm aralıklarında ise tınlı olduğu tespit edilmiştir. Bünyesinde 0-30 cm derinliğinde %24.95, 30-60 cm de %26,70, 60-90 cm aralıklarında ise 27,66 oranında kireç tespit edilmiştir. 0-30 cm derinliğinde %1.44, 30-60 cm de %0.94, 60-90 cm aralıklarında ise %0.99 oranında organik madde bulundurmaktadır. pH ve EC düzeyleri ise sırasıyla 0- 30 cm aralığında 8.13-1.197 µS, 30-60 cm aralığında 8.12-0.96 µS, 60-90 cm aralığında ise 8.62-0.52 µS olarak tespit edilmiştir. Toprağın yarayışlı fosfor miktarı (P_2O_5) ise 0-30 cm de 39.12, 30-60 cm de 14.95, 60-90 cm de ise 11.55 kg da^{-1} olarak belirlenmiştir.

2.2.2. Bakterilerin Stok Kültürden Aktifleştirilmesi

Çalışmada yer alan *Bacillus* türü bakteriler -80 °C'de stok kültürden alınarak aktifleştirilmiş ve kullanılmıştır. Bakterilerin aktifleştirilmesi ve kullanım için çoğaltılmasında Nutrient Broth (NB) ve Nutrient Agar (NA) besi yerleri kulanılmıştır.

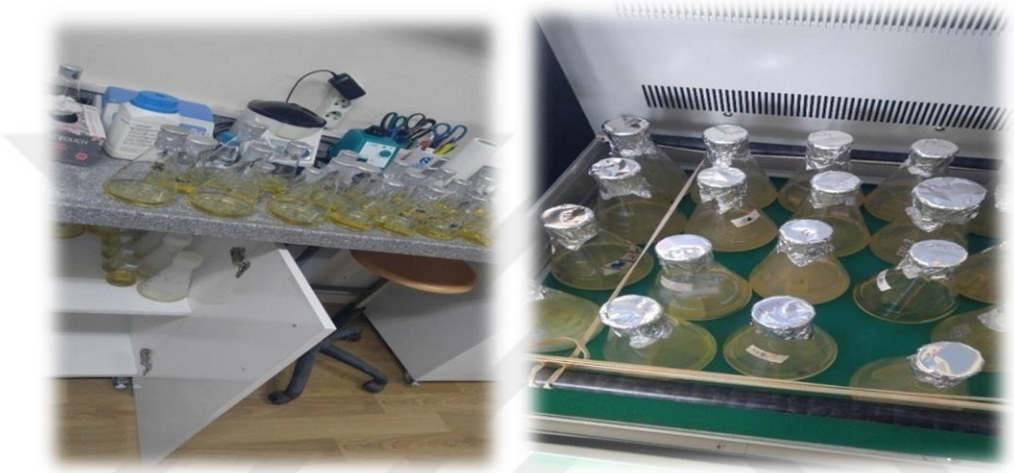
Nutrienth Broth (NB) sıvı besiyeri (pH 6,8 ± 2): 8 g katı ortam 1L distile su içerisinde çözdürülüp 121 °C'de 15-20 dakika otoklav edilerek hazırlanmış ve kullanılmıştır. Ortam içerisine düşük oranlarda indükleyici maddeler eklenmiştir.

2.2.3. Bakterilerin Çoğaltılması

Bakteriler NA ortamına öze yardımıyla ekilerek 24 saat 35 °C'de inkübe edilmiştir. Ardından aktifleşen bakterilerden tek koloni alınarak NB ortamına ekilmiş ve bir gece çalkalamalı inkübatörde 180 rpm'de 35 °C'de bekletilmiştir.

2.2.4. Bakteri Suşlarının İnokulasyon Çalışmaları İçin Çoğaltılması

Aktifleştirilen kültürler alınarak sıvı besiyerinde 48 saat boyunca 180 rpm'de 37 °C'de inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası gelişen bakteri kültüründeki hücre yoğunluğu belirlenerek 10^7-10^9cfu/ml olacak şekilde doz ayarlaması yapılmıştır. Kullanım öncesi %0,5 oranında polisakkarit veya sükroz ilave edilerek uygulama yapılmıştır (Şekil 2.3).



Şekil 2.4. Nutrient Broth (NB) ortamlarına ekilmiş bakteri suşları

2.2.5. ABA Ekstraksyonu ve Saflaştırılması İşlemi

ABA ekstraksiyonu ve saflaştırma aşamaları Topçuoğlu, Ünyayar vd., (1996)'ne göre yapılmıştır. Bakterilerin hücre dışı kültür filtratına ait örneklerde ABA ekstraksiyonu ve saflaştırılmasında kullanılan yöntem aşağıdaki gibidir;

1) İlk olarak her örnekten 100'er ml hücre dışı kültür filtrat örnekleri erlenlere alınmış ve her bir erlene 1 mg gelecek şekilde Bütillenmiş Hidroksi Toluen (BHT) eklenmiştir. Hormonların ışıktan etkilenmemesi için kaplar alüminyum folyo ile sarılmıştır.
2) Erlen içinde yer alan hücre dışı kültür filtrat örnekleri 3600 rpmde 10 dk santrifüj edilmiştir.
3) Ekstraksiyon için hücre dışı kültür filtratına ait 100 ml süpernatant alınmış ve kullanılmıştır.
4) Hücre dışı kültür filtratının pH değeri 2.5'e ayarlanmıştır.

5) Ardından hücre dışı kültür filtratı şekil Şekil 2.5 de gösterildiği gibi ayırma hunisine alınmıştır (250 ml).
6) Ayırma hunisindeki hücre dışı kültür filtratına 15 ml etil asetat eklenip 1-2 dk çalkalanmıştır. Bu sayede su fazındaki hormonlar etil asetat fazına geçmektedir.
7) Sıvı fazlar arasındaki ayrılma işlemi bitene kadar beklenmiş ve ayırma işlemi bittikten sonra su fazı behere alınmıştır. Diğer faz ise 100 ml'lik etil asetat ile temizlenmiş balon jojeye alınmıştır.
8) Behere alınan su fazına 15 ml etil asetat eklenip tekrar ayrıma hunisine alınmış ve 1-2 dk çalkalanmıştır. Ayırma hunisinde gerçekleşecek işlem 3 kez tekrar edilmiştir.
9) Bu aşamaların sonunda serbest ABA elde edilmiştir (Şekil 2.6).
10) Balonlarda yer alan hormonların ağzı sıkıca kapatılıp ışık almayacak şekilde evaporasyon işlemine kadar saklanmıştır.



Şekil 2.7. Bakterilerden hormonların saflaştırılması

2.2.6. Evaporasyon İşlemleri

Balon jojelerde bulunan serbest hormonlar rotaevaporatör yardımıyla 45 santigrat derecede su banyosu içinde tamamen kuruyuncaya kadar bekletilmiştir. Tamamen kuruduktan sonra balon jojede bulunan hormonlar metanol ile çözülerek epondorf tüplere alınmıştır (Şekil 2.8).

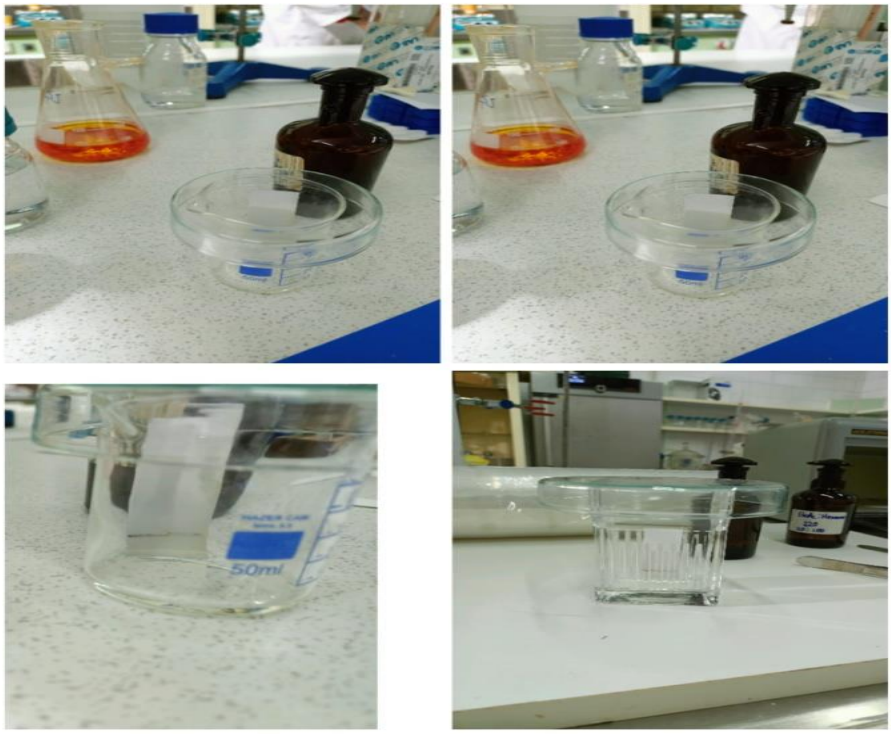


Şekil 2.9. Evaporasyon işlemi

2.2.7. İnce Tabaka Kromatografi Çalışmaları

Kâğıt kromatografisinde yürütme işlemi için beher içerisine yaklaşık 1-2 cm yüksekliğe gelecek kadar hareketli faz içeren sıvı koyulmuştur. Daha sonra kapağı kapatılarak beherin içindeki tüm hacmin hareketli fazla dengeye gelmesi sağlanmıştır. Kâğıdın alt kısmından 1-1.5 cm üzerine cetvel yardımıyla bir çizgi çizilmiş ve bu çizgi üzerinde hormon standartlarının ve numunelerinin uygulanacağı yer işaretlenmişir. Numuneler ve standartlar bu çizgi üzerine kuşun kalem ile işaretlenmiştir. Daha sonra TLC kâğıdı (Merck 105554) beherin içine yerleştirilip ağız kısmı kapatılmıştır. Hareketli faz kâğıt üzerinde belli bir yüksekliğe geldiğinde, beherden çıkarılarak hareketli fazın ulaştığı çizgi

seviyesi de işaretlenmiştir. Analiz edilen numunede bulunan maddelerin bıraktıkları lekeleri maddelerin ne kadar ilerlediklerini tespit etmek için TLC kâğıdı UV altında görüntülenmiştir. Bu şekilde bantlar incelenerek saflık durumunda hakkında da bilgi alınabilmektedir (Şekil 2.10).



Şekil 2.11. İnce Tabaka (TLC) kromatografisi

2.2.8. Bitki Uygulamaları

Araştırmada bakteri uygulamaları için aynı sıra üzerinden 43 adet meyve ağacı seçilmiş ve her meyve ağacında aynı bakıda bulanan 6 adet meyveye uygulamalar yapılmıştır. Aynı meyve ağacında aynı bakıda bulunan ve uygulama yapılmamış meyveler ise kontrol olarak seçilmiştir. Renklenme döneminde dozları ayarlanmış (10^7-10^9cfu/ml) bakteri suşlarının solüsyonu meyve yüzeyine püskürtme yöntemiyle uygulanmıştır. İlk uygulama 17 Temmuz 2021'de olmak üzere 20 gün arayla 3 uygulama yapılmıştır (Şekil 2.12).



Şekil 2.13. Bakterilerin bitkilere uygulanması

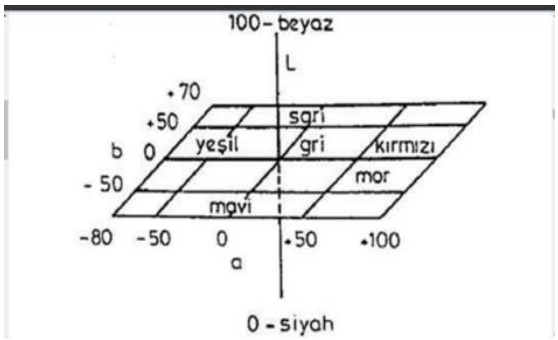
2.2.9. Meyve Analizleri

Meyvelerde en, boy ve ağırlık tayini

Kumpas yardımıyla en ve boy oranları ölçülmüştür. Meyve ağırlığı ise 0.01 g hassasiyetle tartılarak elde edilmiştir.

2.2.10. Meyvelerde Renk Değerlerinin Belirlenmesi

Belirlenmiş her elma ağacından hasat zamanı meyveler rastgele belirlenmiş ve toplanmıştır. Minolta (CR-410) renk ölçer cihazıyla renk değerleri belirlenmiştir. Bu yöntemde, renk değerleri L, a ve b parametreleriyle ifade edilmektedir. "L" parametresi parlaklığı, "a" parametresi kırmızılık ve yeşilliği, "b" parametresi ise sarılık ve maviliği belirtmektedir. Her üç değerin skalası 0 ile 100 arasında değişkenlik göstermekte olup Şekil 2.8 de verilmiştir. (Üren, 1999).



Şekil 2.14. Renk değerleri

2.2.11. Suda Çözünür Kuru Madde (SÇKM) ve pH tayini

Toplanan elma meyveleri yıkandıktan sonra soyulmuş ve suları alındıktan sonra dijital refraktometre ile suda çözünebilir toplam katı madde miktarı yüzde olarak belirlenmiştir. Meyvelerin pH'ları ise sıkma işleminin hemen ardından pH metre yardımıyla belirlenmiştir (Şekil 2.15).



Şekil 2.16. SÇKM ve pH tayini

2.2.12. Meyvelerde ABA Oranlarının Belirlenmesi

Hasat edilen meyvelerde ABA oranları kontrol bitkileriyle karşılaştırılmıştır. Bitkideki ABA oranlarının belirlenmesi için plant hormone abscisic acid (ABA) Elisa kiti (MBS218282) kullanılarak BioTek ELISA cihazında yapılmıştır.

2.2.13. İstatiksel Analizler

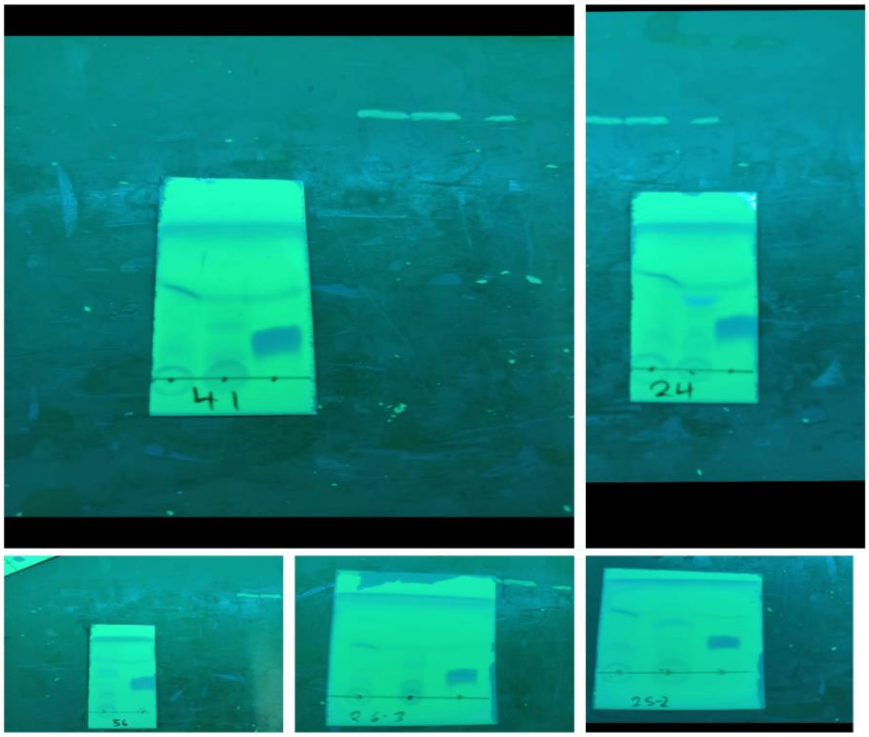
Çalışmalar sonucunda elde edilen veriler IBM SPSS Statiscis 22 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Bakteri uygulamlarının morfolojik olarak değerlendirme sonuçları ANOVA testi ile değerlendirilerek bütün sonuçlar ortalama ± standar hata şeklinde verilmiştir. Gruplar arası farklılıkların tespiti ise Turkey post-hoct testi ile belirlenerek sonuçlar $p<0.05$ anlamlık düzeyiyle verilmiştir.

3. BÖLÜM

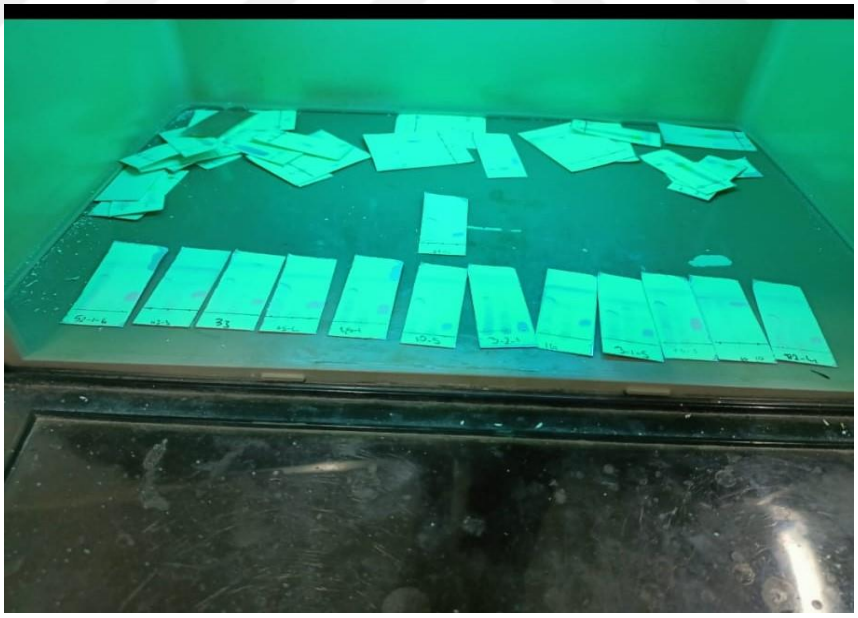
BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. İnce Tabaka Kromatografi Sonuçları

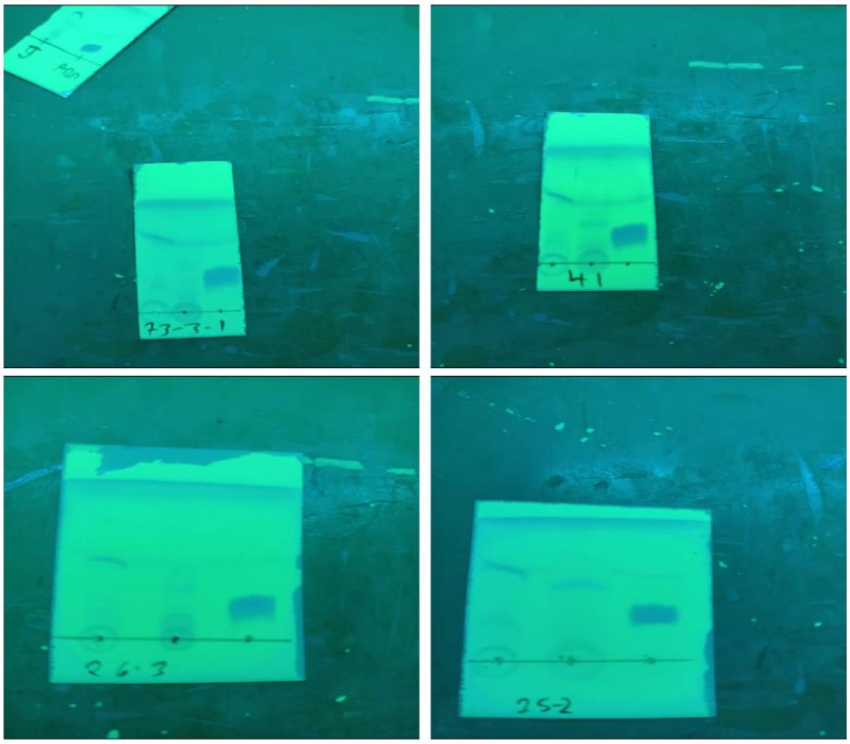
İnce tabaka kâğıt kromotografi sonuçlarına göre *Bacillus sp.* KH6.4 ve *Bacillus sp.* SY65.4 bakteri suşlarının yüksek oranda ABA ve JA ürettiği tespit edilmiştir. *Bacillus sp.* SY26.3, *Bacillus sp.* SY69.1, *Bacillus sp.* SY10.5, *Bacillus sp.* SY74.2, *Bacillus sp.* SY74.3, *Bacillus sp.* SY33.3, *Bacillus sp.* KH10, *Bacillus sp.* KH13.3, *Bacillus sp.* SY29.1, *Bacillus sp.* SY35.3, *Bacillus sp.* KH16.2, *Bacillus sp.* SY56.2, *Bacillus sp.* SY16.6, *Bacillus sp.* SY2.2b.2, *Bacillus sp.* SY42.3, *Bacillus sp.* SY3.2.1, *Bacillus sp.* SY59.5, *Bacillus sp. Bacillus sp.* SY26.2 bakteri suşlarınıda üretilen ABA ve JA miktarı *Bacillus sp.*KH6.4 ve *Bacillus sp.* SY65.4 bakteri suşlarına göre daha az bulunmuştur. *Bacillus sp.* SY73.2, *Bacillus sp.* SY27.1, *Bacillus sp.* SY58.2, *Bacillus sp.* SY49.1.3, *Bacillus sp.* KH28.1, *Bacillus sp.* SY41.4, *Bacillus sp.* KH18.2, *Bacillus sp.* SY52.1.6 suşlarında ise ABA ve JA üretimi tespit edilememiştir (Şekil 3.1, Şekil 3.2, Şekil 3.3, Şekil 3.4, Tablo 3.1).



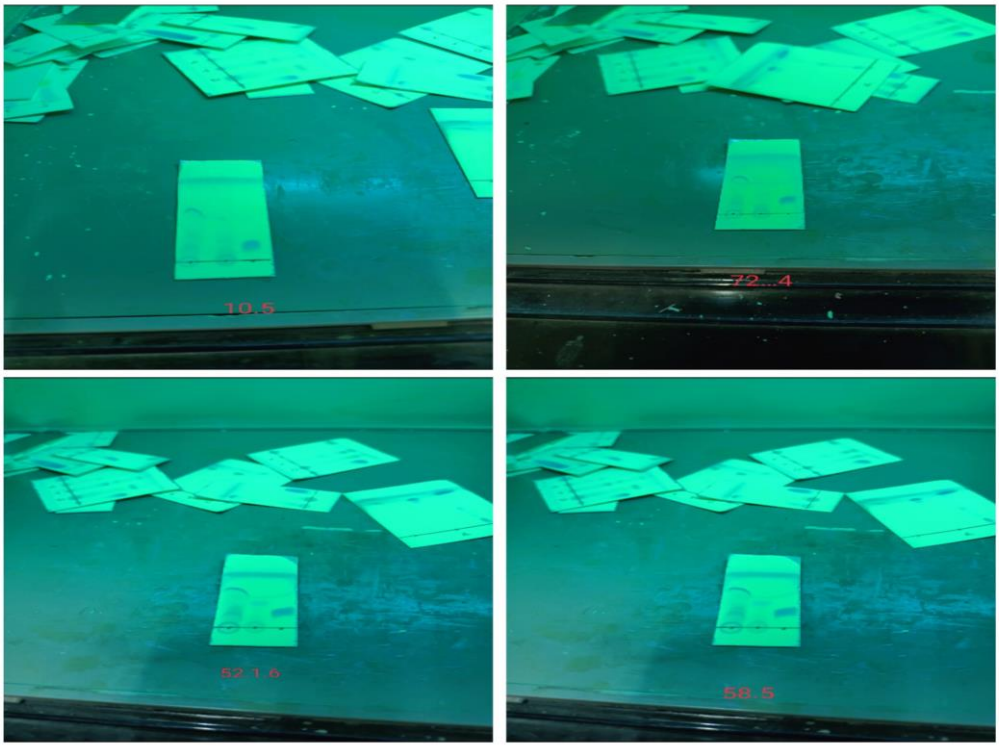
Şekil 3.1. TLC görüntüleri



Şekil 3.2. TLC görüntüleri



Şekil 3.3. TLC Görüntüleri



Şekil 3.4. TLC Görüntüleri

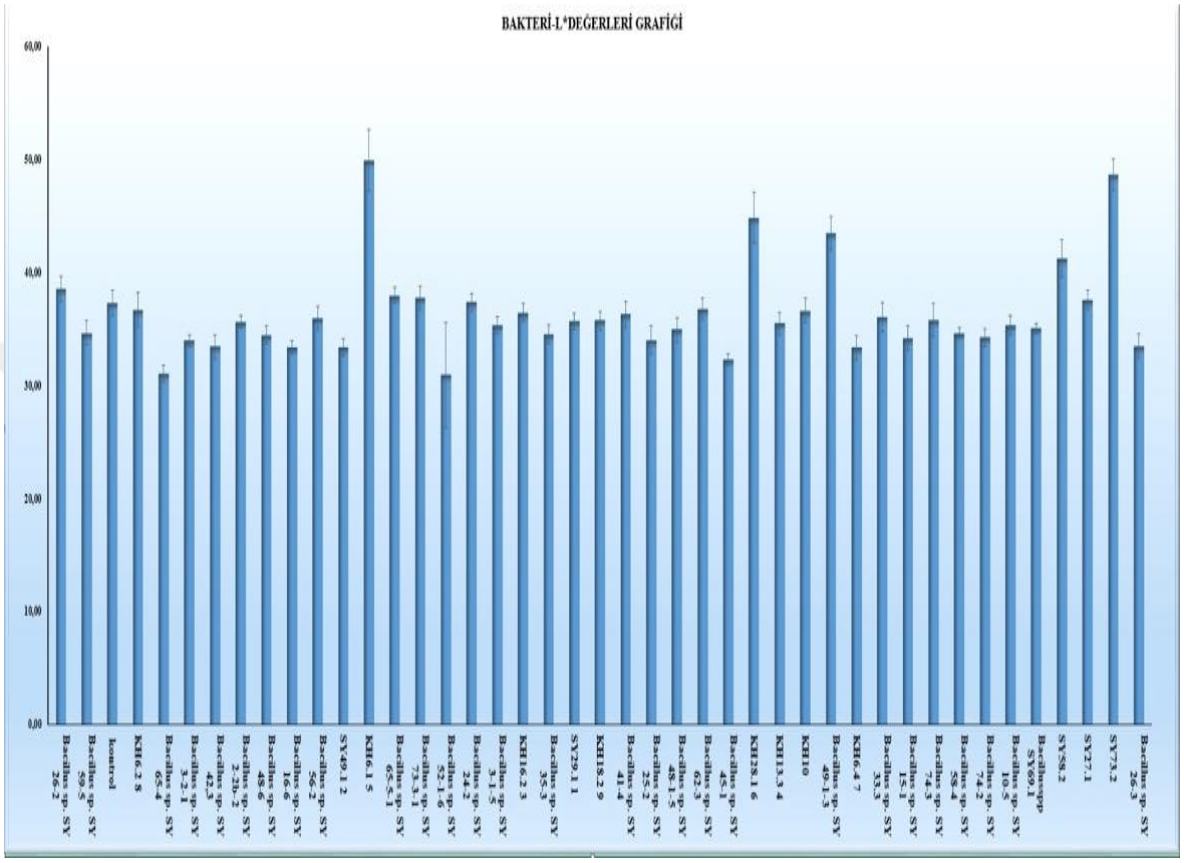
Tablo 3.1. Suşlarda TLC Sonuçları

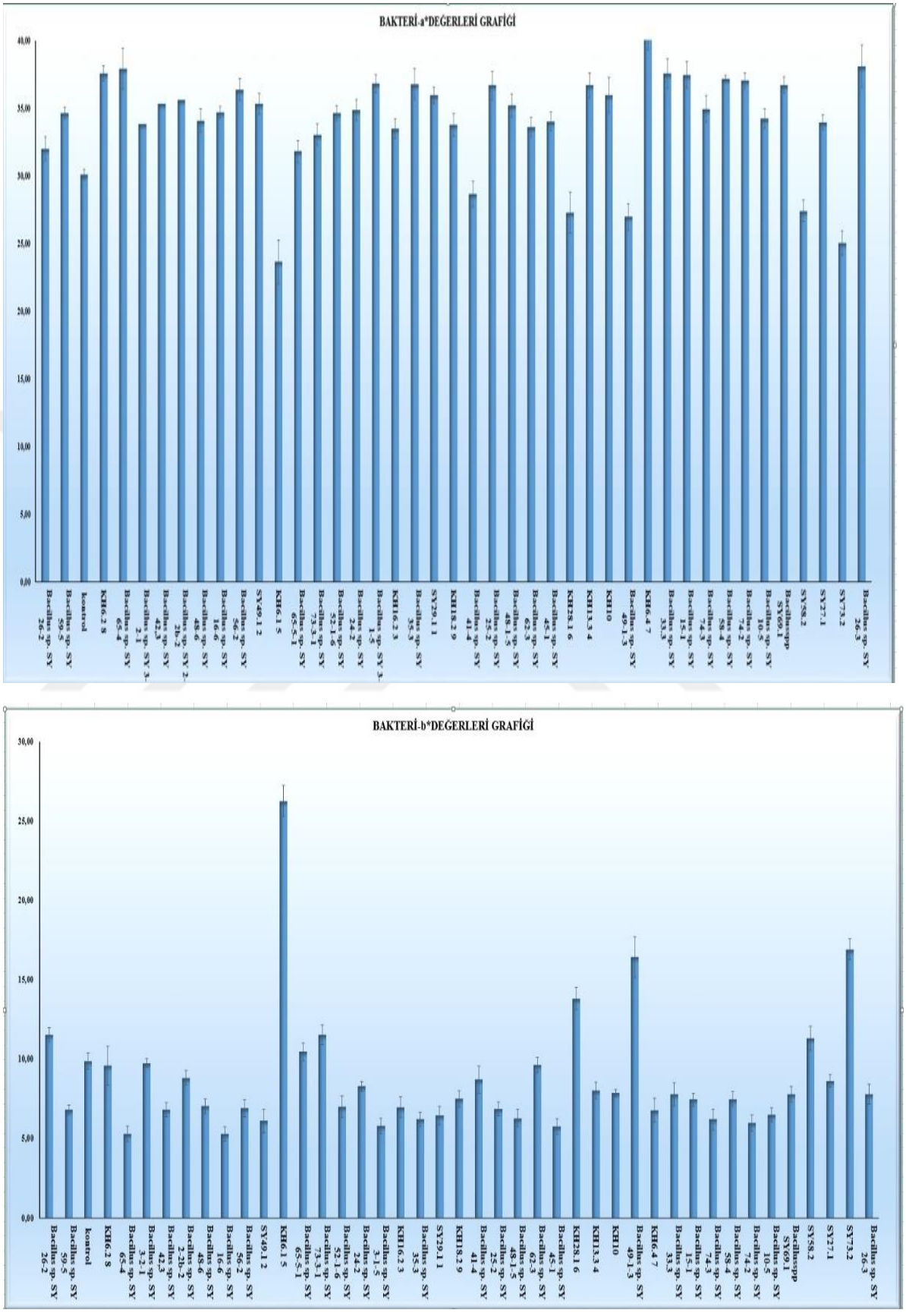
BAKTERİ	ABA	JASMONİK ASİT
Bacillus sp. SY26.2	✓	✓
Bacillus sp. SY59.5	✓	✓
Kontrol grubu	-	-
*Bacillus sp.*KH6.2	✓	✓
Bacillus sp. SY65.4	✓	✓
Bacillus sp. SY3.2.1	✓	✓
Bacillus sp. SY42.3	✓	✓
Bacillus sp. SY2.2b.2	✓	✓
Bacillus sp. SY48.6	✓	-
Bacillus sp. SY16.6	✓	✓
Bacillus sp. SY56.2	✓	✓
Bt SY49.1	✓	✓
*Bacillus sp.*KH6.1	*AZ*	✓
Bacillus sp. SY65.5.1	*AZ*	✓
Bacillus sp. SY73.3.1	*AZ*	✓
Bacillus sp. SY52.1.6	-	-
Bacillus sp. SY24.2	✓	*AZ*
Bacillus sp. SY3.1.5	✓	✓
*Bacillus sp.*KH16.2	✓	✓
Bacillus sp. SY35.3	✓	✓
*Bacillus sp.*SY29.1	✓	✓
*Bacillus sp.*KH18.2	-	-
Bacillus sp. SY41.4	-	*AZ*
Bacillus sp. SY25.2	*AZ*	*AZ*
Bacillus sp. SY48.1.5	✓	-
Bacillus sp. SY62.3	✓	-
Bacillus sp. SY45.1	*AZ*	*AZ*
Bacillus sp. KH28.1	-	-
Bacillus sp .KH13.3	✓	✓
Bacillus sp. KH10	✓	✓
Bacillus sp. SY49.1.3	-	-
Bacillus sp. KH6.4	✓	✓
Bacillus sp. SY33.3	✓	✓
Bacillus sp. SY15.1	✓	✓
Bacillus sp. SY74.3	✓	✓
Bacillus sp. SY58.4	✓	-
Bacillus sp. SY74.2	✓	✓
Bacillus sp. SY10.5	✓	✓
Bacillus sp. SY69.1	✓	✓
Bacillus sp. SY58.2	-	-
Bacillus sp. SY27.1	-	-
Bacillus sp. SY73.2	-	-
Bacillus sp. SY26.3	✓	-

3.2. Meyvelerde Renk (L, a, b) Değerleri

Bakteri renk değerleri grafiği Şekil 3.5'te, L, a, b değerleri ise Tablo 3.2'de verilmiştir. En yüksek ve en düşük L* (açıklık) değerleri sırasıyla 49.92 ile *Bacillus sp.* KH6.1 suşu uygulamasında ve 30.94 ile *Bacillus sp.* SY52.1.6 uygulamasından elde edilmiştir.

Gruplar arasındaki farklılıklar incelendiğinde kontrol grubuna göre *Bacillus sp.* KH6.1, *Bacillus sp.* KH28.1 ve *Bacillus sp.* SY73.2 suşu uygulanan örneklerin anlamlı fark gösterdiği belirlenmiştir ($p<0.05$).





Şekil 3.5. Bakteri Renk Değerleri Grafiği

Gruplar arasındaki a* (kırmızı/yeşil) değerlerinin 23.64 ile 41.18 arasında değiştiği ve en yüksek *Bacillus* sp. KH6.4 uygulanan örnekte olduğu belirlenmiştir. Uygulama sonuçları Şekil 3.6-12'de gösterilmiştir. Kontrol grubuna göre kıyaslandığında ise *Bacillus* sp. KH6.2, *Bacillus* sp. SY65.4, *Bacillus* sp. SY2.2b.2, *Bacillus* sp. SY56.2, *Bacillus* sp. SY3.1.5, *Bacillus* sp. SY35-3, *Bacillus* sp. SY29.1, *Bacillus* sp. SY25.2, *Bacillus* sp. KH13.3, *Bacillus* sp. KH10, *Bacillus* sp. KH6.4, *Bacillus* sp. SY33.3, *Bacillus* sp. SY15.1, *Bacillus* sp. SY58.4, *Bacillus* sp. SY74.2, *Bacillus* sp. SY69.1 ve *Bacillus* sp. SY26.3 uygulamaları arasında anlamlı farklılıklar görülmüştür ($p<0.05$).

Tablo 3.2. Meyvelerde renk parametre değerleri

BAKTERİ	**L*(açıklık)**	**a*(kırmızı/yeşil)**	**b*(sarı/mavi)**
Bacillus sp. SY26.2	$38.53\pm1.11^{b-e}$	$32.01\pm0.85^{c-g}$	$11.55\pm0.44^{c.\ d}$
Bacillus sp. SY59.5	$34.67\pm1.07^{d-f}$	$34.65\pm0.44^{b-e}$	$6.81\pm0.29^{g-k}$
Kontrol	$37.29\pm1.12^{c-f}$	$30.10\pm0.36^{e.\ h}$	$9.88\pm0.50^{d-g}$
Bacillus sp .KH6.2	$36.72\pm1.49^{c-f}$	$37.57\pm0.53^{a.\ b}$	$9.61\pm1.22^{d-i}$
Bacillus sp. SY65.4	31.07 ± 0.78^{f}	$37.91\pm1.51^{a.\ b}$	5.31 ± 0.48^{k}
Bacillus sp. SY3.2.1	$33.97\pm0.56^{d-f}$	$33.86\pm0.99^{b-f}$	$9.76\pm0.29^{d-h}$
Bacillus sp. SY42.3	$33.44\pm1.05^{e-f}$	$35.33\pm0.87^{b-e}$	$6.82\pm0.43^{g-k}$
Bacillus sp. SY2.2b.2	$35.64\pm0.53^{d-f}$	$35.59\pm1.31^{b-d}$	$8.83\pm0.48^{d-j}$
Bacillus sp. SY48.6	$34.49\pm0.79^{d-f}$	$34.08\pm0.86^{b-e}$	$7.05\pm0.54^{g-k}$
Bacillus sp. SY16.6	33.41 ± 0.57^{ef}	$34.72\pm0.42^{b-e}$	5.31 ± 0.43^{k}
Bacillus sp. SY56.2	$35.96\pm1.05^{d-f}$	$36.38\pm0.80^{a-d}$	$6.93\pm0.52^{g-k}$
Bt SY49.1	$33.40\pm0.74^{e-f}$	$35.33\pm0.77^{b-e}$	$6.12\pm0.74^{j-k}$
Bacillus sp. KH6.1	49.92 ± 2.72^{a}	23.64 ± 1.61^{ı}	26.25 ± 0.97^{a}
Bacillus sp. SY65.5.1	$37.98\pm0.70^{b-f}$	$31.82\pm0.80^{d-g}$	$10.47\pm0.56^{c-f}$
Bacillus sp. SY73.3.1	$37.77\pm0.98^{b-f}$	$33.06\pm0.82^{b-f}$	$11.55\pm0.61^{c.\ d}$
Bacillus sp. SY52.1.6	30.94 ± 4.63^{f}	$34.65\pm0.53^{b-e}$	$6.99\pm0.66^{g-k}$
Bacillus sp. SY24.2	$37.37\pm0.83^{c-f}$	$34.89\pm0.77^{b-e}$	$8.29\pm0.32^{d-k}$
Bacillus sp. SY3.1.5	$35.35\pm0.79^{d-f}$	$36.83\pm0.66^{a-d}$	$5.82\pm0.47^{j.\ k}$
Bacillus sp. KH16.2	$36.44\pm0.82^{c-f}$	$33.51\pm0.71^{b-f}$	$6.99\pm0.62^{g-k}$
Bacillus sp. SY35.3	$34.51\pm0.84^{d-f}$	$36.79\pm1.14^{a-d}$	$6.22\pm0.47^{i-k}$
Bacillus sp. SY29.1	$35.69\pm0.72^{d-f}$	$35.98\pm0.60^{a-d}$	$6.44\pm0.57^{h-k}$
Bacillus sp. KH18.2	$35.78\pm0.80^{d-f}$	$33.78\pm0.80^{b-f}$	$7.51\pm0.52^{f-k}$
Bacillus sp. SY41.4	$36.30\pm1.16^{c-f}$	$28.67\pm0.96^{f-ı}$	$8.73\pm0.84^{d-j}$
Bacillus sp. SY25.2	$34.04\pm1.26^{d.\ f}$	$36.70\pm1.02^{a-d}$	$6.88\pm0.45^{g-k}$
Bacillus sp. SY48.1.5	$34.96\pm1.05^{d.\ f}$	$35.21\pm0.84^{b-e}$	$6.29\pm0.54^{ı.\ k}$
Bacillus sp. SY62.3	$36.821\pm0.94^{c-f}$	$33.61\pm0.70^{b-f}$	$9.65\pm0.49^{d-ı}$
Bacillus sp. SY45.1	$32.274\pm0.48^{e-f}$	$34.02\pm0.68^{b-e}$	$5.77\pm0.47^{j-k}$
Bacillus sp. KH28.1	$44.836\pm2.23^{a-b}$	$27.27\pm1.51^{g-ı}$	$13.82\pm0.68^{b.\ c}$
Bacillus sp. KH13.3	$35.514\pm0.98^{d-f}$	$36.70\pm0.91^{a-d}$	$8.03\pm0.53^{e-k}$
Bacillus sp. KH10	$36.608\pm1.07^{c-f}$	$35.95\pm1.29^{a-d}$	$7.87\pm0.23^{f-k}$

Bacillus sp. SY 49.1.3	43.491±1.44^{a-c}	26.99±0.98$^{g-ı}$	16.43±1.28^{b}
Bacillus sp. KH6.4	33.350±1.08^{e-f}	41.18±1.86^{a}	6.80±0.73^{g-k}
Bacillus sp. SY33.3	36.068±1.33^{d-f}	37.56±1.08$^{a.\ b}$	7.79±0.71^{f-k}
Bacillus sp. SY15.1	34.227±1.06^{d-f}	37.49±0.97$^{a.\ b}$	7.45±0.41^{f-k}
Bacillus sp. SY74.3	35.797±1.49^{d-f}	34.94±0.98^{b-e}	6.22±0.64$^{i.\ k}$
Bacillus sp. SY58.4	34.680±0.48^{d-f}	37.20±0.21^{a-c}	7.50±0.45^{f-k}
Bacillus sp. SY74.2	34.242±0.79^{d-f}	37.03±0.57^{a-d}	5.97±0.49^{j-k}
Bacillus sp. SY10.5	35.338±0.87^{d-f}	34.24±0.69^{b-e}	6.51±0.42^{g-k}
Bacillus sp. SY69.1	35.075±0.41^{d-f}	36.72±0.59^{a-d}	7.79±0.47^{f-k}
Bacillus sp. SY58.2	41.255±1.66^{b-d}	27.42±0.79$^{g-ı}$	11.31±0.78^{c-e}
Bacillus sp. SY27.1	37.584±0.85^{b-f}	33.96±0.52^{b-f}	8.62±0.38^{d-k}
Bacillus sp. SY73.2	48.664±1.35^{a}	25.06±0.89$^{h-ı}$	16.92±0.65^{b}
Bacillus sp. SY26.3	33.500±1.05^{e-f}	38.10±1.55^{a-b}	7.78±0.62^{f-k}

Gruplar arasındaki b* değerleri incelendiğinde ise 16.92 ile en yüksek *Bacillus sp.* SY73.2, en düşük değerin ise 5.31 ile *Bacillus sp.* SY16.6 uygulamasında bulunduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubuna göre kıyaslandığında b* değerleri açısından *Bacillus sp.* SY65.4, *Bacillus sp.* SY16.6, *Bt* SY49.1, *Bacillus sp.* KH6.1, *Bacillus sp.* SY3.1.5, *Bacillus sp.* SY35.3, *Bacillus sp.* SY29.1, *Bacillus sp.* SY48.1.5, *Bacillus sp.* SY45.1, *Bacillus sp.* KH28.1, *Bacillus sp.* SY49.1.3, *Bacillus sp.* SY74.3, *Bacillus sp.* SY74.2 ve *Bacillus sp.* SY73.2 uygulamaları arasındaki fark önemli düzeyde yüksek bulunmuştur ($p<0.05$).



Şekil 3.7. Uygulama sonrası görüntü



Şekil 3.8. Uygulama sonrası görüntü



Şekil 3.9. Uygulama sonrası görüntü



Şekil 3.10. Uygulama sonrsı görüntü



Şekil 3.11. Uygulama sonrası görüntü



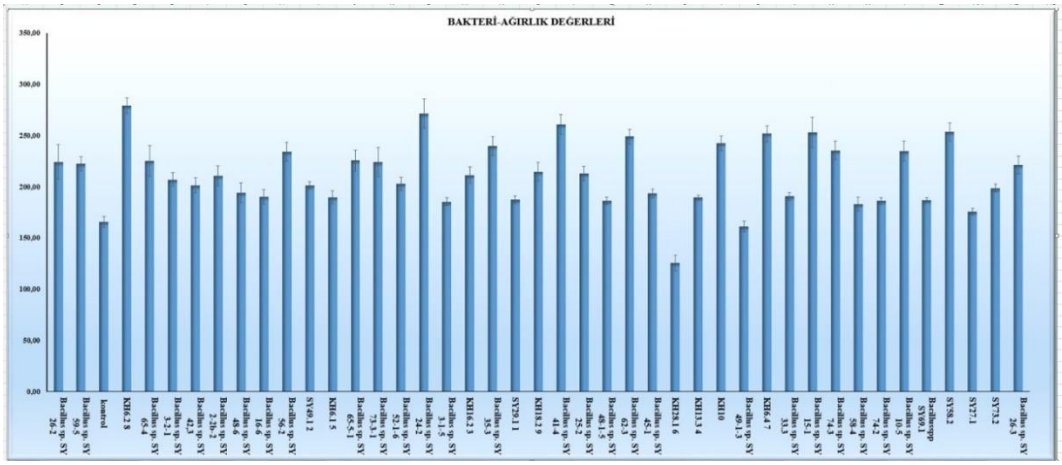
Şekil 3.12. Uygulama sonrası görüntü (Kontrol)



Şekil 3.13. Uygulama sonrası görüntü

3.3. Meyvelerde Ağırlık Değerleri

Uygulamaların meyve ağırlı üzerine etkileri Şekil 3.3 ve Tablo 3.3'te verilmiştir. Meyve ağırlığı kontrol grubunda 165.71g iken, en yüksek 271.67 g ile *Bacillus sp.* SY24.2, en düşük ise 125.67g ile *Bacillus sp.* KH28.1 uygulanan grupta elde edilmiştir.



Şekil 3.14. Suşlara Göre Uygulama Sonrası Meyve Ağırlık Değerleri Grafiği

Kontrol grubuna göre kıyaslandığında ise *Bacillus sp.* SY26.2, *Bacillus sp.* SY59.5, *Bacillus sp.* KH6.2, *Bacillus sp.* SY65.4, *Bacillus sp.* SY56.2, *Bacillus sp.* SY65.5.1, *Bacillus sp.* SY 73.3.1, *Bacillus sp.* SY24.2, *Bacillus sp.* SY35.3, *Bacillus sp.* SY41.4, *Bacillus sp. SY 25.2*, *Bacillus sp.*, SY62.3, *Bacillus sp.* KH10, *Bacillus sp.* KH 6.4, *Bacillus sp.* SY15.1, *Bacillus sp.* SY74.3, *Bacillus sp.* SY10.5 *Bacillus sp.*, SY58.2 ve *Bacillus sp.* SY26.3 uygulamaları arasında anlamlı farklılıklar gözlenmiştir ($p<0.05$).

Tablo 3.3. Meyve ağırlık değerleri

BAKTERİ	**Ağırlık(g)**
Bacillus sp. SY26.2	$224.57\pm16.60^{c\text{-}i}$
Bacillus sp. SY59.5	$222.71\pm6.81^{c\text{-}i}$
Kontrol	$165.71\pm5.38^{k\text{-}n}$
Bacillus sp .KH6.2	279.43 ± 7.55^{a}
Bacillus sp. SY65.4	$225.43\pm14.54^{b\text{-}i}$
Bacillus sp. SY3.2.1	$207.14\pm6.71^{e\text{-}l}$
Bacillus sp. SY42.3	$201.71\pm7.25^{g\text{-}m}$
Bacillus sp. SY2.2b.2	$210.86\pm9.62^{d\text{-}k}$
Bacillus sp. SY48.6	$194.29\pm9.55^{h\text{-}m}$
Bacillus sp. SY16.6	$190.57\pm6.96^{ı\text{-}m}$
Bacillus sp. SY56.2	$234.33\pm9.08^{a\text{-}ı}$
Bt SY49.1	$201.43\pm3.74^{g\text{-}m}$
Bacillus sp. KH6.1	$189.71\pm6.35^{ı\text{-}m}$
Bacillus sp. SY65.5.1	225.86 ± 10.06^{bi}
Bacillus sp. SY73.3.1	$224.14\pm14.24^{c\text{-}i}$
Bacillus sp. SY52.1.6	$203.00\pm6.68^{f\text{-}m}$
Bacillus sp. SY24.2	$271.67\pm14.04^{a.b}$
Bacillus sp. SY3.1.5	$185.43\pm3.94^{i\text{-}m}$
Bacillus sp. KH16.2	$211.71\pm8.05^{d\text{-}k}$
Bacillus sp. SY35.3	$239.86\pm9.19^{a\text{-}h}$
Bacillus sp. SY29.1	$187.57\pm3.70^{i\text{-}m}$
Bacillus sp. KH18.2	$214.71\pm9.25^{d\text{-}j}$
Bacillus sp. SY41.4	$261.14\pm9.95^{a\text{-}c}$

Bacillus sp. SY25.2	213.14±6.94^{d-j}
Bacillus sp. SY48.1.5	186.43±3.86^{i-m}
Bacillus sp. SY62.3	249.14±7.08^{a-f}
Bacillus sp. SY45.1	193.57±4.47^{h-m}
Bacillus sp. KH28.1	125.67±7.56^{n}
Bacillus sp. KH13.3	189.71±2.27$^{ı-m}$
Bacillus sp. KH10	242.43±7.17^{a-g}
Bacillus sp. SY 49.1.3	161.33±5.08^{l-n}
Bacillus sp. KH6.4	252.00±7.70^{a-e}
Bacillus sp. SY33.3	190.71±3.97$^{ı-m}$
Bacillus sp. SY15.1	253.14±14.67^{a-e}
Bacillus sp. SY74.3	235.71±8.84$^{a-ı}$
Bacillus sp. SY58.4	183.29±6.62^{i-m}
Bacillus sp. SY74.2	186.29±3.28^{i-m}
Bacillus sp. SY10.5	235.00±9.79$^{a-ı}$
Bacillus sp. SY69.1	187.14±2.17^{i-m}
Bacillus sp. SY58.2	253.71±8.90^{a-d}
Bacillus sp. SY27.1	175.71±3.08^{j-m}
Bacillus sp. SY73.2	198.86±3.99^{g-m}
Bacillus sp. SY26.3	221.71±8.71^{c-j}

3.4. Meyvelerde en ve boy ölçümü

Meyvelerde en boy ölçüm değerleri Tablo 3.4'te verilmiştir. Kontrol grubunda en değeri 70.27 cm iken *Bacillus sp.* KH6.2 suşu uygulanan örneklerde 85.94 cm ile en yüksek seviyeye ulaştığı ve farklılığın anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Benzer şekilde kontrol grubunda meyve boyu 65.75 cm, *Bacillus sp.* SY24.2 uygulanan grupta ise 77.80 cm bulunmuştur. İstatistiksel olarak *Bacillus sp.* KH6.2 ve *Bacillus sp.* SY24.2 bakteri uygulamalarında kontrole göre anlamlı düzeyde farklılık belirlenmiştir ($p<0.05$).

Bacillus sp. KH13.3, *Bacillus sp.* KH28.1, *Bacillus sp.* SY48.1.5, *Bacillus sp.* SY27.1, *Bacillus sp.* SY29.1, *Bacillus sp.* SY45.1, *Bacillus sp.* SY49.1.3, *Bacillus sp.* SY33.3, *Bacillus sp.* SY3.1.5 bakteri uygulamalarının en ve boy ölçüm değerleri üzerine bir etkisi olmadığı görülmektedir.

Tablo 3.4. Meyvelerde en ve boy ölçüleri

BAKTERİ	**Bitki ölçümü en değerleri**	**Bitki ölçümü boy değerleri**
Bacillus sp. SY26.2	76.18±2.35^{a-d}	73.18±2.35^{a-d}
Bacillus sp. SY59.5	73.33±1.60^{b-d}	72.38±2.15^{a-d}
Kontrol	70.27±1.31^{b-e}	65.75±1.35^{c-f}
Bacillus sp .KH6.2	85.94±1.62^{a}	79.41±1.67^{a}
Bacillus sp. SY65.4	73.98±3.33^{b-d}	69.00±3.56^{a-f}
Bacillus sp. SY3.2.1	73.37±2.39^{b-d}	67.34±1.72^{b-f}
Bacillus sp. SY42.3	74.15±1.37^{b-d}	70.49±1.13^{a-e}
Bacillus sp. SY2.2b.2	76.29±1.88^{a-d}	69.15±2.17^{a-f}
Bacillus sp. SY48.6	73.32±1.14^{b-d}	67.63±2.41^{b-f}

Bacillus sp. SY16.6	74.32±1.09^{b-d}	68.88±1.76^{a-f}
Bacillus sp. SY56.2	71.02±3.47^{b-e}	72.00±2.14^{a-e}
Bt SY49.1	73.32±1.85^{b-d}	71.19±2.29^{a-e}
Bacillus sp. KH6.1	71.29±1.64^{b-e}	66.48±1.33^{c-f}
Bacillus sp. SY65.5.1	78.75±1.76^{a-b}	72.38±1.28^{a-d}
Bacillus sp. SY73.3.1	75.44±1.37^{b-d}	73.39±1.86^{a-d}
Bacillus sp. SY52.1.6	74.91±1.32^{b-d}	71.96±2.00^{a-e}
Bacillus sp. SY24.2	79.35±1.48^{a-b}	77.80±2.54^{a-b}
Bacillus sp. SY3.1.5	70.92±1.12^{b-e}	66.30±1.45^{c-f}
Bacillus sp. KH16.2	71.68±2.42^{b-e}	69.79±1.51^{a-f}
Bacillus sp. SY35.3	77.34±1.58^{a-d}	69.49±2.26^{a-f}
Bacillus sp. SY29.1	69.16±0.99^{b-e}	65.38±1.03^{c-f}
Bacillus sp. KH18.2	72.04±0.98^{b-e}	70.25±1.90^{a-e}
Bacillus sp. SY41.4	72.40±2.19^{b-e}	67.56±2.39^{b-f}
Bacillus sp. SY25.2	73.08±1.64^{b-d}	70.08±2.09^{a-e}
Bacillus sp. SY48.1.5	67.99±1.10^{c-e}	64.47±1.43^{d-f}
Bacillus sp. SY62.3	77.74±0.47^{a-d}	74.35±2.06^{a-d}
Bacillus sp. SY45.1	69.214±1.96$^{b.e}$	69.09±2.47^{a-f}
Bacillus sp. KH28.1	62.06±1.95^{e}	59.30±2.10^{f}
Bacillus sp. KH13.3	67.66±1.24^{d-e}	64.92±2.28^{c-f}
Bacillus sp. KH10	78.16±1.96^{a-c}	71.92±1.38^{a-e}
Bacillus sp. SY 49.1.3	70.43±1.11^{b-e}	65.95±1.13^{cif}
Bacillus sp. KH6.4	78.86±2.06$^{a.b}$	72.48±1.27^{a-d}
Bacillus sp. SY33.3	69.78±1.61^{b-e}	61.33±2.34^{e-f}
Bacillus sp. SY15.1	76.18±3.85^{a-d}	73.21±2.59^{a-d}
Bacillus sp. SY74.3	75.64±1.85^{a-d}	75.58±1.78^{a-c}
Bacillus sp. SY58.4	74.80±1.19^{b-d}	71.29±1.31^{a-e}
Bacillus sp. SY74.2	72.96±2.09^{b-d}	69.00±1.28^{a-f}
Bacillus sp. SY10.5	74.99±1.63^{b-d}	70.30±1.13^{a-e}
Bacillus sp. SY69.1	74.00±1.67^{b-d}	70.10±1.06^{a-e}
Bacillus sp. SY58.2	74.68±1.43^{b-d}	72.67±2.30^{a-d}
Bacillus sp. SY27.1	67.58±1.12$^{d.e}$	63.71±1.31^{d-f}
Bacillus sp. SY73.2	73.24±2.24^{b-d}	68.13±1.74^{b-f}
Bacillus sp. SY26.3	73.81±2.10^{b-d}	67.70±1.60^{b-f}

^{abcdefghıijklmn} gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$).

3.5. Meyve pH'sı ve Suda Çözünür Kuru Madde Oranı

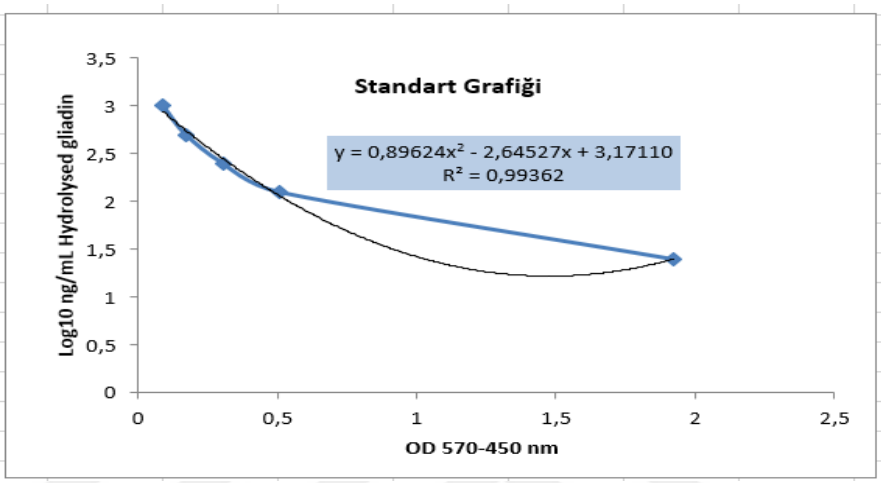
Bir diğer parametre olarak bakterilerin bitkinin pH ve suda çözünür kuru madde (SÇKM) değerleri arasındaki farklılıklarının tespit edilmesi amaçlanmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 3.5'te verilmiştir. Kontrol grubunda pH 4.03, SÇKM ise 13.6 olarak ölçülmüştür. En düşük pH *Bacillus sp.* SY74.3 suşu uygulanan örneklerde ölçülmüştür (3.92). *Bt* SY49.1 suşu uygulanan örneklerde SÇKM 12.03 ile en düşük belirlenmiştir. *Bacillus sp.* SY27.1 suşu uygulamasında en yüksek pH 4.08 olarak belirlenmiştir. *Bacillus sp.* SY15.1 uygulanan grupta en yüksek SÇKM ise 16.00 olarak ölçülmüştür.

Tablo 3.5. Meyvelerde pH ve SÇKM değerleri

BAKTERİ	pH	SÇKM
Bacillus sp. SY26.2	3.96	15.50
Bacillus sp. SY59.5	4.09	14.90
Kontrol	4.03	13.60
Bacillus sp .KH6.2	3.98	13.90
Bacillus sp. SY65.4	3.96	15.10
Bacillus sp. SY3.2.1	3.98	13.70
Bacillus sp. SY42.3	3.98	14.00
Bacillus sp. SY2.2b.2	3.97	15.00
Bacillus sp. SY48.6	3.93	14.60
Bacillus sp. SY16.6	4.04	14.50
Bacillus sp. SY56.2	3.96	13.20
Bt SY49.1	4.03	12.03
Bacillus sp. KH6.1	3.97	13.70
Bacillus sp. SY65.5.1	3.98	14.40
Bacillus sp. SY73.3.1	3.98	15.00
Bacillus sp. SY52.1.6	3.95	14.30
Bacillus sp. SY24.2	3.96	14.10
Bacillus sp. SY3.1.5	3.99	13.50
Bacillus sp. KH16.2	4.01	13.70
Bacillus sp. SY35.3	4.02	13.60
Bacillus sp. SY29.1	3.99	14.00
Bacillus sp. KH18.2	4.04	13.80
Bacillus sp. SY41.4	4.00	13.10
Bacillus sp. SY25.2	3.99	13.90
Bacillus sp. SY48.1.5	4.06	13.70
Bacillus sp. SY62.3	3.97	14.60
Bacillus sp. SY45.1	3.96	13.10
Bacillus sp. KH28.1	4.02	12.90
Bacillus sp. KH13.3	4.00	13.60
Bacillus sp. KH10	4.04	13.80
Bacillus sp. SY 49.1.3	4.02	16.20
Bacillus sp. KH6.4	4.01	14.50
Bacillus sp. SY33.3	4.01	13.50
Bacillus sp. SY15.1	3.94	16.00
Bacillus sp. SY74.3	3.92	14.50
Bacillus sp. SY58.4	4.03	13.10
Bacillus sp. SY74.2	3.95	14.50
Bacillus sp. SY10.5	3.97	14.50
Bacillus sp. SY69.1	3.93	12.90
Bacillus sp. SY58.2	3.98	13.90
Bacillus sp. SY27.1	4.08	12.50
Bacillus sp. SY73.2	3.96	13.20
Bacillus sp. SY26.3	3.97	13.20

3.6. Meyvelerdeki ABA Oranı

Elma meyve sularındaki ABA konsantrasyonu plant hormone abscisic acid ELISA kiti (MBS218282) kullanarak Şekil 3.14'te verilen standart grafiğie göre hesaplanmıştır. Eliza standart değerleri Tablo 3.6, meyve suyu ABA konsantrasyon değerleri ise Tablo 3.6'da verilmiştir.



Şekil 3.15. Elisa standart grafiği

Bacillus sp. SY65.4 ve *Bacillus sp.* KH6.4 suşlarının diğer bakteri suşları ve kontrol gruplarına göre meyve suyu ABA konsantrasyonu daha yüksek bulunmuştur.

Tablo 3.6. ELISA standart tablosu

Sonuçlar			
0.527	1.072	0.898	0.695
0.860	0.915	0.861	0.488
0.994	1.012	0.678	0.562
0.720	1.467	0.612	0.942
1.160	1.371	0.770	1.031
0.989	0.657	0.683	1.030
0.736	0.837	0.706	0.717
0.004	0.005	0.835	0.731

Standartlar	
0.089	0.089
0.171	0.171
0.305	0.305
0.510	0.510
1.924	1.924
1.756	1.756
1.375	1.375

Tablo 3.7. Suşlara göre meyvede ABA konsantrasyonu

Bakteri suşları	**ABA konsantrasyonu (Ppm)**
Kontrol	10.62
Bacillus sp. SY59.5	3.62
Bacillus sp. SY26.3	2.67
Bacillus sp. SY3.2.1	5.38
Bacillus sp. SY42.3	2.04
Bacillus sp. SY2.2b.2	2.70
Bacillus sp. SY48.6	5.12
Bacillus sp. SY65.4	144.72
Bt SY49.1	2.32
Bacillus sp. SY65.5.1	3.17
Bacillus sp. SY73.3.1	2.58
Bacillus sp. SY52.1.6	1.66
Bacillus sp. SY24.2	1.69
*Bacillus sp.*KH16.2	6.61
*Bacillus sp.*SY29.1	3.84
Bacillus sp. KH6.4	143.85
Bacillus sp. SY41.4	3.30
Bacillus sp. SY48.1.5	3.61
Bacillus sp. SY62.3	6.16
Bacillus sp. SY45.1	7.72
Bacillus sp. SY49.1.3	4.63
Bacillus sp. SY74.3	6.06
Bacillus sp SY58.2	5.63
Bacillus sp SY27.1	3.87
Bacillus sp SY73.2	5.83
Bacillus sp. SY69.1	12.41
Bacillus sp. SY15.1	9.28
Bacillus sp. KH28.1	2.98
Bacillus sp. SY26.2	2.49
Bacillus sp. SY59.5	2.50
Bacillus sp. SY10.5	5.20

4. BÖLÜM

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1. Tartışma

Bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler (PGPR) tarımsal üretimde önemli organizmalardır. Çoğunlukla toprak bünyesinde serbest halde yaşayan mikroskobik canlılardır. Bu organizmalar bitki büyüme ve gelişmesini doğrudan teşvik etmenin yanında bitkisel ürünlerde hastalık ve zararlılarla mücadele de doğrudan ve dolaylı olumlu etki göstermektedir. Bu etkiler arasında hastalığa neden olan mikroorganizmaların baskılanması, zararlı böceklerin biyokontrolü, besin kullanılabilirliğinin artırılması ve bitki bünyesine madde alımının hızlandırılması en önemlilerindendir. Bu sebeple, toprak verimliliğinin artırılması, birim alandan alınan ürün miktarının arttırılması ve kimyasal gübrelerin çevre üzerindeki olumsuz etkilerini azaltarak sürdürülebilirlik açısından PGPR özellikli bakterilerden faydalanma tarımsal üretim için günümüz dünyasında kritik öneme sahiptir. PGPR'ler rizosferde bitkinin özellikle kök etrafında kolonize olurlar. Aynı zamanda yabancı ot, kuraklık stresi, ağır metal ve tuz stresi gibi olumsuz çevre koşullarına karşı bitkinin toleransını arttırmaktadırlar (Kumar vd., 2009). Bu amaçla son yıllarda farklı araştırıcılar tarafından çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Aslantaş ve ark. (2007)

4.1.1. Uygulamaların Verim, Meyvede En, Boy ve Ağırlık Üzerine Etkileri

Mevcut çalışmada en, boy oranları bakımından ölçümlerde meyve eninde en yüksek değerin 85.94 cm ile *Bacillus sp.* KH6.2 uygulanan grupta elde edildiği, meyve boy ölçümünde ise 77.0 cm ile *Bacillus sp.* SY24.*2* suşunda elde edildiği görülmüştür. Ağırlık ölçümleri neticesinde en yüksek değer 271.67 g ile *Bacillus sp.* SY24.2 suşundan elde edilmiştir. *Bacillus sp*. türlerinin meyvelerde en, boy ve ağırlık oranlarını artırdığı yönündeki çalışmaları bu ölçümleri destekler niteliktedir (Karlıdağ vd. 2007; Eşitken vd., 2009). Farklı meyve türleri üzerine yapılan birçok araştırmada da bakteri uygulamalarının

meyve verimi ve kalite parametreleri üzerine önemli etkileri olduğu belirlenmiştir. Muzaffer vd., (2018) yılında yaptığı çalışmada bakteri uygulamalarının verim ve meyve kalitesi üzerine etkilerini araştırmış ve tüm bakteri suşu uygulamalarının kontrol grubuna göre anlamlı verim artışı sağladığını rapor etmişlerdir. Eşitken vd., (2003) yılında yapmış olduğu çalışmada kayısı ve kiraz ağaçlarında *Bacillus* OSU 142 ve *Pseudomonas* BA-8 suşlarını tek tek ve birlikte uygulanmasının meyve verimini artırdığını belirtmiştir. Üçüncü vd., (2018) yılında yapmış olduğu bir çalışmada fındık bitkisine *Azotobacter* sp. uygulanmasının verimi artırdığı belirtilmiştir. Arıkan vd., (2018) yılında yapmış olduğu çalışmada ayva ağaçlarında ise *Bacillus subtilis* OSU-142 ve *Bacillus mycoides* T8 bakteri suşu uygulamalarının meyve verimi, meyve sayısı, meyve ağırlığı, meyve eni, meyve boyu ve meyve eti sertliğini artırdığı belirtilmiştir. Akbaş vd., (2012) yılında yapmış olduğu çalışmada muz bitkisinde *Bacillus atrophaeus* MFDV2 bakteri suşu uygulamasının meyve verimi ve meyve iriliğini artırdığı rapor edilmiştir. Arıkan vd., (2012) yılında yapmış olduğu çalışmada vişne bitkisine *Bacillus mycoides* T8 ve *Bacillus subtilis* OSU-142 suşlarının tek başına ve birlikte uygulamasının verimi artırmakla kalmayıp meyve kabuk rengi, suda çözünebilir kuru madde içeriğinde pozitif etki alındığı belirtilmiştir. Eşitken vd., (2009) yılında yapmış olduğu çalışmada PGPR uygulamaları sonuncunda verim (%26.0 ile 88.0) ve meyve ağırlığında (%13.9 ile 25.5) artış olduğu rapor edilmiştir. Karlıdağ vd., (2007) yılında yapmış olduğu çalışmada Granny Smith elma çeşidinde üç farklı bakteri şusunun (*Bacillus* M3, *Bacillus* OSU-142 ve *Microbacterium* FS01) tek ve kombine uygulamaları sonucu meyve ağırlığında (%13.9-25.5) anlamlı artış olduğu belirtilmiştir.

4.1.2. Uygulamaların SÇKM ve pH Üzerine Etkileri

Çalışmamızda *Bacillus* sp. uygulamalarının elma meyvelerinde SÇKM üzerine etkileri göz önünde bulundurulduğunda kontol gruplarına göre anlamlı fark ortaya çıkardığı görülmüştür. Buna karşın genel olarak kontrol grubuna göre daha düşük pH değerleri elde edilmiştir. Farklı meyve türlerinde de bakteri uygulamalarının SÇKM üzerine etkileri elde ettiğimiz sonuçlar ile uyumludur. Arıkan vd., (2012) yaptığı çalışmada farklı bakterilerin (T8 ve OSU-142) tekli ve birlikte uygulamalarının SÇKM içeriğini Kütahya vişne çeşidinde arttırdığı rapor edilmiştir. Pırlak ve Köse (2009) çilekte yaptıkları çalışmada *Pseudomonas putida* BA-8, *Bacillus subtilis* OSU-33 ve *Bacillus megaterium*

M-3 bakteri suşu uygulamasının SÇKM‟yi artırdığı rapor edilmiştir. Karlıdağ vd., (2007) Granny Smith elma çeşidinde FS01 ve M-3+OSU-142+FS01 bakteri suşu uygulamalarının SÇKM'yi artırdığını rapor etmiştir. Karlıdağ vd., (2007) yaptığı çalışmada Granny Smith elma çeşidinde OSU-142+FS01 + FS01 ve M-3 suşu uygulamalarının SÇKM'yi artırdığı ifade edilmiştir. Çakır vd., (2021) yılında yaptığı çalışmada PGPR uygulamasının vermikompost uygulamalarında meyve suyu miktarındaki SÇKM içeriğinde, toplam şekerde artışa ve meyve suyu asitliğinde ise azalışa sebep olduğu belirtilmiştir. Motosugi vd., (1995) yaptığı çalışmada bakteri uygulamalarının meyve rengi, SÇKM ve pH üzerine olumlu etki gösterdiği ifade edilmiştir. Ağgün vd., (2018) yaptığı çalışmada meyve kalite kriterleri açısından (SÇKM, meyve iriliği, meyve verimi, titre edilebilir asit gibi) bakteri uygulamalarının olumlu etki yaptığı bildirilmiştir. Balcı vd., (2021) çilek bitkisinde yapmış oldukları çalışmada mikoriza ve bakteri uygulamalarının kontrol grubundaki meyvelere kıyasla daha yüksek SÇKM değerlerine sahip olduğu belirtilmiştir. Akca ve Ercişlinin 2010 yılında yaptığı çalışmada kiraz meyvelerinde bakteri uygulamalarının SÇKM miktarını arttırdığı belirtilmiştir. Birçok çilek ve bakteri çalışmalarında da inokülasyonların bakteri suşu ve bitki çeşitlerine bağlı olarak az ya da çok SÇKM düzeyini etkilediğine dair birçok sonuç rapor edilmiştir (Eşitgen vd., 2010; Ertürk vd., 2012; Pesakovic, 2013; İpek vd., 2014; Seema vd., 2018).

4.1.3. Meyvelerde ABA İçeriği

Bacillus sp. SY65.4 ve *Bacillus sp.* KH6.4 bakteri suşlarının elma meyvelerine uygulanmasıyla renk değerlerinde kırmızı renk (a parametresi) yönünden yüksek değerler elde edilmiştir. Aynı zamanda *Bacillus sp.* SY65.4 ve *Bacillus sp.* KH6.4 suşlarının TLC yöntemiyle yapılan analizde ABA ve JA hormonlarını diğer suşlara göre daha fazla oranda ürettiği belirlenmiştir. *Bacillus sp.* SY65.4 ve *Bacillus sp.* KH6.4 suşlarının diğer suşlar ve kontrol gruplarına göre meyve suyu içeriklerinde daha fazla ABA konsantrasyonuna sahip olduğu tespit edilmiştir. Ancak diğer meyvelerdeki a parametrelerin yüksekliği, meyve renginde ABA dışında farklı hormon ya da metabolitlerin de renk üzerine etkili olduğunu göstermektedir.

4.1.4. Uygulamaların Renk Üzerine Etkileri

Bacillus sp .KH6.2, *Bacillus sp.* SY3.2.1, *Bacillus sp.* SY42.3, *Bacillus sp.* SY2.2b.2, *Bt* SY49.1, *Bacillus sp.* SY52.1.6, *Bacillus sp.* SY24.2, *Bacillus sp*. SY3.1.5, *Bacillus sp.* KH16.2, *Bacillus sp.* SY35.3, *Bacillus sp.* SY29.1, *Bacillus sp.* SY25.2, *Bacillus sp*. SY48.1.5, *Bacillus* sp. KH13.3, *Bacillus* sp. KH10, *Bacillus* sp. SY33.3, *Bacillus sp.* SY15.1, *Bacillus sp*. SY74.3, *Bacillus sp*. SY58.4, *Bacillus sp.* SY74.2, *Bacillus sp.* SY10.5, *Bacillus sp*. SY69.1 bakteri suşlarının elma meyvelerine uygulanmasıyla kontrol grubundaki meyvelere göre daha fazla kırmızılık (a* değeri) gözlemlenmiştir. *Bacillus sp*. SY65.4 ve *Bacillus sp.* KH6.4 bakteri uygulamalarında ise diğer tüm uygulamalara göre daha kırmızı ve daha koyu meyveler edilmiştir. Balcı vd., (2021) çilek bitkisinde yapmış oldukları çalışmada da mikroorganizma uygulamalarının meyve rengi üzerine etkilerinin olumlu yönde olduğu, kontrole kıyasla bakteri uygulaması yapılan meyvelerde meyve parlaklığının arttığı belirtilmiştir. Yine aynı çalışmada mikoriza X bakteri uygulamalarının kontrol grubundaki meyvelere kıyasla a ve b renk parametrelerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çakır vd., (2021) Jeromine elma çeşidinde yapmış oldukları çalışmada PGPR, vermikompost ve PGPR+ vermikompost uygulamalarında meyvede renk parametrelerinden olan L, a ve b renk parametre değerlerinin kontrol grubundaki meyvelere kıyasla daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Arıkan vd., (2012) Kütahya vişne çeşidinde OSU-142 bakteri uygulamasıyla yaptığı çalışmada daha koyu renkli meyveler elde edilmiştir.

Çalışmaya konu olan elma çeşidi üzerinde ABA ile yapılmış yeterli çalışmaya rastlanmamıştır. Renk değerleri üzerinde etilen kullanılarak yapılmış çalışmalarda bir etilen türü olan ethephon'un meyve rengi üzerinde olumlu etkileri mevcuttur. Ancak, ethephon uygulaması yapılan ürünlerde etilenin parçalanmasıyla monokloroasetik asit oluşarak meyvede birikebilmektedir. Aşırı derecede toksik olan monokloroasetik asitin gıdalardaki mevcudiyeti son derece tehlikelidir (Halloran ve Kasım, 1999; Çetinkaya ve Baydan, 2006). Etilen uygulamalarının bir diğer eksik kaldığı kısım ise raf ömrünü kısaltmasıdır. Cantin vd., (2007) sofralık üzümde yaptıkları çalışmada bitkilere farklı dozlarda ethephon ve ABA uygulamışlar ve kontrol bitkilerine göre ethephon ve ABA uygulamalarının renklenme ve antosiyanin içeriğini artırdığını saptamışlardır. Ancak ethephon uygulamalarının hasat sonrası kalitede yetersiz kaldığını bitkiye dışarıdan ABA uygulanmasının hem renk hemde hasat sonrası kalite kriterlerinde ethephon

uygulmalarını geride bıraktığını göstermişlerdir. ABA'nın üretim maliyeti etophona göre yüksektir. Bu üretim maliyeti mikroorganizmalar kullanılarak düşürülebilir ve aynı zamanda sürdürülebilirlik açısından da önemli olmasıyla tarımda kullanımı yaygınlaştırılabilir.

4.2. Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak kontrolsüz, zamansız ve yüksek dozda kimyasal gübre, ilaç, bitki gelişim düzenleyici kullanımı meyveler üzerinde kalıntı oluşturmakla kalmayıp uygulama esnasında temas ile bazı akut ve kronik zehirlenmelere neden olabilmektedir. Ekonomik olarak da bu ürünlerin üretim maliyetlerinin yüksek oluşu göz önüne alındığında sürdürülebilir tarım için PGPR özellikli bakterilerin tarımsal alanda kullanımı artmıştır. Çalışmada kullanılan *Bacillus* türü PGPR bakteri suşlarının ortaya koyduğu olumlu sonuçlar, sürdürülebilirlik ve çevre dostu özellikleri nedeniyle formüle edildikten sonra bitkisel üretimde kullanımlarıyla önemli faydalar sağlanacağı kanaatine varılmıştır. Ayrıca çalışmada kullanılan *Bacillus* türü PGPR bakterilerinin kolay uygulanabilir, düşük maliyetli olması ve çevresel koşullara karşı dirençli olması tercih edilme sebebi olmuştur. Çalışmadan elde edilen sonuçlar elma bitkisinde *Bacillus sp.* türü bakteri preparatı uygulamalarının renk, ağırlık, en-boy, sçkm, renk ve pH değerleri açısından önemli veriler ortaya koyduğunu ve formüle edilmesi ve farklı bitki tür ve çeşitleri üzerinde bulguların teyit edilmesi durumunda çok yönlü tarımsal amaçlı kullanılabileceğini göstermiştir.

KAYNAKÇA

Grimes, H.D., Mount, M.S., 1984. Influence of Pseudomona sputidaon nodulation of Phaseolus vulgaris. **SoilBiol. Biochem., 16**,27–30.

Sindhu, S.S., Suneja, S., Goel, A.K., Parmar NandDadarwal, K.R., 2002. Plant growth promoting effects of Pseudomonas sp. on coinoculation with Meso rhizobium sp. Cicer strainunder sterile and 'wiltsick' soilcon ditions. **Appl. Soil. Ecol., 19**,57–64.

Bolton, H. Jr., Elliott, L.F., Turco, R.F., Kennedy, A.C., 1990. Rhizoplanecolonizing of pea seedlings by Rhizobium leguminosarum and a deleteriousrotcolonizing Pseudomonassp.An deffects on plant growth. **Plant Soil, 123**, 121–124.

Dashti, N., Zhang, F., Hynes, R.K., Smith, D.L., 1998. Plant growth promoting rhizobacteria accelerat enodulationandin crease nitrogen fixation activity by field grown soybean [Glycinemax (L.) Merr.] under short seasonconditions. **PlantSoil, 200**, 205–213.

Agarwal, R., Tilak, K.V.B.R., 1989. Azospirillum brasilense and Rhizobiumsp. (Cowpeamisc) inoculum effect on yield and nitrogen up take of various minormillets. **Indian J. Microbiol., 29**, 229–232.

Burns, T.A., Bishop, P.E., Israd, D.W., 1981. Enhanced nodulation of leguminous plant root by mixed cultures Azotobacter vinelandii and Rhizobium. **PlantSoil, 62,** 399–412.

Burdman, S., Volpin, H., Kigel, J., Kapulnik, Y., Okon, Y., 1996. Promotion of nod gene inducersand nodulation in commonbean (Phaseolusvulgaris) root sinoculated with Azospirillum brasilense Cd. **Appl. Environ. Microbiol., 62**, 3030–3033.

Parmar, N., Dadarwal, K.R., 1999. Stimulation of nitrogen fixationandin cubation of flavonoid like compounds by rhizobacterium. **J. Appl. Microbiol., 86**, 36–44. 19:13–171974327.

Uygur, Ö.Ş. 2005b Organik Arıcılık, Uludag Bee Journal August 2005-5 103-106571-586.78 (2): 145-147.ability of exopolysaccharide synthesis mutants of Rhizobium sp. Strain NGR 234 and Rhizobium trifolii is restored by theaddition of homolog ousexopolysaccharides. **Rolfe Journal Of Bacteriology, 169** (1): 53-60.

Ahemad, M. ve Kibret, M., 2013. Mechanismsandapplications of plant growth promoting rhizobacteria: currentperspective. Journal of King Saud University-Science.

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.

Ahnström, J., 2002. Ekologiskt Lantbruk OchBiologisk Mångfald: En Litteraturgenomgång [Organic farming and biodiversity: a literature review]. Centre for Sustainable Agriculture, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden [in Swedish].

Ak, İ., 2004. Apolyont Doğal Tarım ve Hayvancılık Projesi. *I. Uluslararası Organik Hayvansal Üretim ve Gıda Güvenliği Kongresi*. 28 Nisan–1 Mayıs, 2004, s.144.

Akgül, H., Büyüme ve Gelişim Düzenleyiciler (2008) Eğirdir Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Yayını, Yayın No:12.

Akgül, H., Dolunay, E. M., Özongun, Ş., Öztiğit, S., Atasay, A., Demirtaş, İ., Pektaş, M., Öztürk, G., Karamürsel, Ö. F., Sesli, Y., Göktaş, A., Gür, İ., Sarısu, H. C., Karaarslan, Z. 2005. Meyve Çeşit Kataloğu. Eğirdir Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü. Yayın No: 12. Eğirdir, 360s.

Akıncı, Ş. 2011. Hümik asitler, bitki büyümesi ve besleyici alımı. **Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 23** (1): 46-56.

Akça, Y. and S. Ercişli. 2010. Effect of plant growth promoting rhizobacteria inoculation on fruit qualityin sweet cherry (Prunus avium L cv. Ziraat). **Journal of Food Agriculture and Biology, 8**: 769-771.

Alabadi, D. ve arkadaşları (2004). Gibberellinsrepressphotomorphogenesis in darkness. **PlantPhysiol. 134**,1050–1057.

Amer, G. A., Utkheda, R S., 2000. Development of formulation of biologicaagents for management of rootrots of lettuceand cucumber. **Can J. Microbiol,46**: 809-816.

Anonymus, 2005. Implementing Partial Rootzone Drying. National Program For Sustainable Irrigation. NPSI Factsheet.

Anonymus, 2015. Red Delicious. From Wikipedia, the free encyclopedia. **https://en.wikipedia.org/wiki/Red_Delicious.** Erişim Tarihi: 15 Kasım 2015.

Andris, H., and C. H Crisosto, 1996. Reflectivematerialsenhance 'Fuji' applecolor. **California Agriculture 50**(5): 27-30. And Soil, 184: 311-321.

Anonim 1-T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı (2001), Bitki Gelişimini Düzenleyiciler (BGD) Hormonlar, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü Zirai İlaç Yayın Serisi. Yayın No:1.

Anonim, 2008. Karaman Tarım Müdürlüğü Kayıtları.

Anonim 2019. Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel üretim istatistikleri. (**Www.Tuik.gov.tr**)

AppliedMicrobiologyandBiotechnology, 80, 115-123.

Arakawa, O., Y Hori,.and, R Ogataand., 1986. Characteristics of color development and relationship between anthocyanin synthesis and phenylalanine ammonia-lyaseactivity in ‘Starking Delicious’, ‘Fuji’ and ‘Mutsu’ applefruits. **J. Jpn. Soc. Hort. Sci.54**, 424–430.

Arakawa, O., Y Hori,.and, R Ogata, and., 1986. Characteristics of color development and relationship between anthocyanin synthesis and phenylalanine ammonia-lyaseactivity in ‘Starking Delicious’, ‘Fuji’ and ‘Mutsu’ applefruits. **J. Jpn. Soc. Hort. Sci.54**, 424–430.

Arıkan Ş 2012. “Bitki büyümesini artırıcı rizobakterilerin (BBAR) vişnede bitki gelişimi, verim ve meyve kalitesine etkileri”, YL Tezi, Selçuk Üniversitesi, 56 s.

Ashikari, M., Sakakibara H, Lin S, Yamamoto T, Takashi T, Nishimura A, Angeles ER, Qian Q, Kitano H, Matsuoka M., 2005 Cytokinin oxidase regulates ricegrain production, **Science, 309,**741–745.

Aslantaş, R., Çakmakı, R., Şahin, F., 2007. Effect of plantgrowthpromoting rhizobacteria on young apple tree growt and fruit yield underorchard conditions. **Sci. Hort., 111**: 371-377.

Balcı, G., Aysen, K. O. Ç., 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.

Bayrak D, Ökmen G, 2014. Bitki gelişimini uyaran kök bakterileri. Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi, 5(1):1-13. Burdman S, Kigel J, Okan Y, 1997. Effects of Azospirillum brasilense on nodulationand growth of commonbean. **Soil Biology & Biochemistry, 29**:923-929.

Beauchamp, C.J., 1993.Mode of action of plant growth promotingrhizobacteriaand their potentialuse as biologicalcontrolagents. Phytoprotection, 71, 19–27. **Biochemistry 33**, 389-397.

Bilgin, N. A. Bakteri ve Kompost Çayı Uygulamalarının Salihli Kiraz Çeşidinde Meyve Özellikleri, Verim ve Besin Elementi İçeriklerine Etkileri. **Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 56**(4), 409-415.

Blanpied, G. Dand., C. G Forshey,.and, W.C Styles,.and, D.W Green,., Lord, W.J.,Bramlage,., 1975. Use of ethephonto stimulatered color without hastening ripening of 'McIntosh' apples in storage. **J. Am. Soc. Hort. Sci. 100**, 379–381.

Bowen, G.D., Rovira, A.D., 1999. The rhizosphere and its managementto improve plant growth. **Advances in Agronomy, 66**, 1–102.

Burdman, S., Jurkevitch, E., Okon, Y., 2000. Recentadvancestheuse of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in agriculture. **Inmicrobiol Interactions in Agricultureand Forestry, 10**: 29-250.

Cantín, C. M., Fidelibus, M. W., &Crisosto, C. H. (2007). Application of abscisicacid (ABA) at veraisonadvancedred color development and maintained post harvest quality of 'Crimson Seedless' grapes. **Postharvest Biology and Technology, 46**(3), 237-241.

Castle, W.S., 1995. Rootstock as a fruit quality factor in citrus and deciduoustreecrops. New Zealand Journal of Cropand Horticultural Science, 1995, Vol. 23: 383-394.

Çakır, M., Yıldırım, A., Çelik, C., & Meltem, E. S. E. N. (2021). Farklı Bitki Büyümeyi Düzenleyici Maddelerin Jeromine Elma Çeşidinde Kalite ve Biyokimyasal İçerikleri Üzerine Etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, *36*(3), 478-487.

Chabot, R., H. Antoun and M.P. Cescas, 1996. Growth promotion of maize and lettuce by phosphate-solubilizing Rhizobium leguminosarum biovar phaseoli. **Plant Soil, 184:** 311–21.

Chen, J.G, Ullah H, Young JC, Sussmann MR, Jones A.M. 2001. ABP1 is required fororganized cellelongationanddi vision in Arabidopsis embryo genesis. **Genes & Development 15**, 902–911.

Christian, M., Hannah, W.B, Luthen, H., Jones, A.M., 2008. Identification of auxinsby a chemical genomic sapproach, **Journal of Experimental Botany, 59** (10), 2757–2767.

Christian, M., Steffens, B., Schenck, D., Burmester, S., Bottger, M., Luthen, H. 2006. How does aux in enhance cellelongation? Role of auxin-binding proteins and potassium channels in growthcontrol. **PlantBiology8**, 346–352

Chung, H., Park, M., Madhaiyan, M., Seshadri, S., Song, J., Cho, H., & Sa, T. 2005. Isolation and characterization of phosphate solubilizing bacteria from the rhizosphere of crop plants of Korea. **Soil Biology and Biochemistry, 37**(10), 1970-1974.

Chung, S., Kong, H., Buyer, J. S., Lakshman, D. K., Lydon, J., Kim, S. D., & Roberts, D. P. (2008). Isolation and partial characterization of Bacillus subtilis ME488 for suppression of soilborne pathogens of cucumber and pepper. **Applied Microbiology and Biotechnology, 80**, 115-123.

Crisosto, C.H., Mitchell, F.G., 2000. Postharvesthandlingsystems: smallfruits. I. Tablegrapes, Chapter 29. In: Kader, A.A. (Ed.), Postharvest Technology of HorticulturalCrops, Third ed. DANR Publication #3311.

Curry, E.A., and D. W., Grene, 1993. CPPU influencesfruitquality, fruit set, returnbloom, andpreharvestdrop of apples. **HortScience 28**:115-119.

ÇAKIR, M., Yıldırım, A., Çelik, C., & Meltem, E. S. E. N. 2021. Farklı Bitki Büyümeyi Düzenleyici Maddelerin Jeromine Elma Çeşidinde Kalite ve Biyokimyasal İçerikleri Üzerine Etkisi. **Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 36**(3), 478-487.

Çakmakçı, R. 2005. Bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin tarımda kullanımı Use of plant growth promotingrhizo bacteria in agriculture, **Journal Of The Faculty Of Agriculture**, 36.

Çetinkaya, A.M., Baydan, E., 2006, Bitki Gelişim Düzenleyicilerin Zehirliliğine Genel Bir Bakış, **Veteriner Hekimler Derneği Dergisi 77**(4) ,26-31.

Çimen, İ., 1988. Meyvecilikte Büyümeyi Düzenleyicilerin Kullanımı, **Derim, 5**(3), 134-142, Antalya.

D. P. 2008. Isolation and partial characterization of bacillus subtilis Davies, P.J., 2004 Plant Hormones: Biosynthesis, Signal Transduction, Action. Kluwer Academic.

Djordjevic, SP, Chen H, Batley M, Redmond JW, Rolfe BJ (1987) Nitrogen fixationability of exopolysac charide synthesis mutants of Rhizobium sp. strain NGR234 and Rhizobium trifolii is restored by the addition of homolog ous polysac charides. **J Bacteriol 169**: 53.

Dodd IC, Belimov AA, Sobeih WY, Safronova VI, Grierson D, Davies WJ 2005. Will modifying plant ethylenestatusim prove plant productivity in water-limited environments In: 4th international crop sciencecongress.

Dokoozlian, N.K., Luvisi, D.A., Schrader, P.L., Moriyama, M.M., 1994. Influence of trunk girdletimingand ethephon on thequality of Crimson Seedles stablegrapes. In: Rantz, J.M. (Ed.), International Symposium on Table Grapes.

Drake, S.R. T.A and, Eisele, M. A., Drake, and D.C Elfving., Drake, S.L. and D.B Visser, 2005 The Influence of Amino ethoxyvinyl glycine and Ethephon on Objectıve and Sensory Qualıty of ‘Delıcıous’ Applesand Apple Juıce at Harvest and After Storage. Washıngton Tree Fruıt Post harvest Conference.

Edwards, C.A., Dominguez, J., Neuhauser, E. F. 1998. Growth and Reproduction of Perionyx excavatus (Perr.) (Megascolecidae) as Factors in Organic Waste Management. **Biology and Fertility of Soils, 27**, 155-161.

Efecan İ 2006. Bursa İlinde Bodur Anaç ve Klasik Sistem Elma Yetiştiriciliğinin Ekonomik Analizi. T.C. Uludağ ÜniversİtesiFen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 52 sy. Springer, 111-142.

Ertürk, A.S., 2015. Bitki Büyümesini teşvik edici rizobakteri (PGPR) uygulamasının eşme ayva çeşidinde (CydoniavulgarisL.) meyve özellikleri ve bitki gelişmesi üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 68s, Tokat.

Elma, Haziran-2021, Tarım Ürünleri Piyasa Raporu, TEPGE

Eşitken, A. 2003. Effects of magnetic fields on yield and growth in straw berry 'camarosa', **The Journal of Horti cultural Science and Biotechnology, 78** (2): 145-147.

Eşitken, A., Karlıdağ, H., Ercişli, S., Turan, M., Şahin., F., 2003a, The effects of spraying a growth promoting bacterium on the yield, growth and nutrient element composition of leaves of apricot (Prunus armeniaca L. cv. Hacı haliloglu). **Australian Journal of Agricultural Research, 54**, 377-380.

Eşitken, A., Pırlak, M., Turan, F., Sahin, M., 2006. Effects of floral and foliar application of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrition of sweet cherry. **Scientia Horticulturae, 110**: 324-327.

Evans, M.L., (1984), Functions of hormones at the cellular level of organization. In: Pirson A, Zimmermann MH, eds. Encyclopedia of plant physiology, Vol. 10. Berlin: Springer Verlag, 23–79.

Fan, X., and J. P., Mattheis, 1998. Bagging 'Fuji' apples during fruit development affects color development and storage quality.

Faragher, J. D., 1983. Temperatureregulation of anthocyaninaccumulation in apple skin. **J. Exp. Bot. 34**: 1291-1298.

Faragher, J.D. and, R.L Brohier, 1984. Anthocya ninaccumulation in apple skin during ripening: regulation byethyleneandphenylalanineammonia-lyase. **Sci. Hortic. 22**, 89–96.

Ferreira, M.C.B., Fernandes, M.S. & Döbereiner, J., 1987. Role of az ospirillumbrasilensenitratereductase in nitra teas similation by wheatplants. **Biol Fert Soils 4**: 47–53.

Forchetti G, Masciarelli O, Alemano S, Alvarez D, Abdala G (2007) Endophytic bacteria in sunflower (HelianthusannuusL.) isolation, characterization, andproduction of jasmonatesand abscisicacid in culture medium. **ApplMicrobiol Biotechnol 76**:1145–1152

Glick BR (2005) Modulation of plant ethylene levels by the bacterial enzyme ACC deaminase. **FEMSMicrobiol Lett 251**:1–7.

Greer, D.H., 2005. Non-destructive chlorophyll fluorescence and colour measurements of 'Braeburn' and 'Royal Gala' apple (Malusdomestica) fruit development throughoutthe growing season. **N. Z. J. CropHortic. Sci. 33**: 413-421.

Halloran, N. Kasım, M.U. (1999). Meyve ve Sebzelerde Büyüme Düzenleyici Madde Kullanımı ve KalıntıDüzeyleri. Ders Notları, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara.

Hasegawa, S.; A. Meguro, T. Nishimura& H. Kunoh: Drought tolerance of tissue-cultured seedlings of mountain laurel (Kalmialatifolia L.) induced by an endophyticactinomycete. I. Enhancement of osmotic pressure in leafcells. **Actinomycetologica 18:** 43–47, 2004.

Hasegawa S, Meguro A, Toyoda K, Nishimura T, Kunoh H (2005) Drought tolerance of tissue cultured seedlings of mountainlaurel (KalmialatifoliaL.) inducedby an endophyticactinomycete.

Hiratsuka, S., Onodera, H., Kawai, Y., Kubo, T., Itoh, H., Wada, R., 2001. ABA and sugar effects on anthocyanin formation in grapeberry cultured in vitro. **Sci. Hortic. 90**, 121–130.

Hodgson, R. W., 1967: Horticulturalvarieties of citrus. Pp. 431-591 in: The citrus industry, Vol. 1. **Hort Science 28**:115-119.

Huang, Y., Chang, Y., Hsu, J., Chuang, H. (2008) Transcriptomeanalysis of auxin-regulatedgenes of Arabidop sisthaliana, Gene, 420; 118–124 **Husb. 19**, 251–256.

Iglesias, I., and J. Salvia, and L. Torguet, and C. Cabus, 2002. Orchard cooling with overtreemicro sprinklerirrigation to improve fruit colour andquality of 'Topred Delicious' apples. **Sci. Hort. 93**, 39–51.

Jaleel CA, Manivannan P, Sankar B, Kishorekumar A, Gopi R, Somasundaram R, Panneerselvam R (2007) Pseudomonas fluorescens chances biomass yield an dajmalicine production in Catharant husro seusunder water deficitstress. **ColloidsSurf B 60**:7–11.

Jackson, J.E. 2003. Biology of Apples and Pears. Cambridge University Press, Cambridge, pp 488.

Jones, K.M., 1979. Theuse of ethephon in advancingred colour in the applecultivar 'TydemanEarly'. **Aust. J. Exp. Agri. Anim. Husb. 19**, 251–256.

Ju Z, Duan Y, Ju Z. 1999. Effects of cover ing the orchard floor with reflective films on pigment accumulation and fruit coloration in 'Fuji' apples. **ScientiaHorticulturae 82**: 47–56.

Kaftanoglu, O. 2003. Ekolojik ve organik arı ürünleri üretimi. 2. Marmara Arıcılık Kongresi Bildiri Kitabı, Uludağ Arıcılık Derneği Yayınları, Bursa.

Kapulnik, Y., 1996. Plant growth promoting rhizosphere bacteria. InWaisel, Y., Eshel, A. AndKafkafi, U., (Ed.), Plant Roots The Hidden Half (769–781). **Marcel Dekker**, 1002p, N.Y.

Karapire, M., & Özgönen, H. (2013). Doğada yararlı mikroorganizmalar arasındaki etkileşimler ve tarımsal üretimde önemi. **Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, (2)**, 149-157.

Kataoka, I., Sugiura, A., Utsunomiya, N., Tomana, T., 1982. Effect of abscisic acid and defoliation on anthocyanin accumulation in Kyohograpes (VitisviniferaL. ×V. labruscana Bailey). Vitis 21, 325–332.

Kennedy, A.C., 1998. Ther hizosphere and spermosphere. InSylvia, D. M., Fuhrmann, J. J., Hartel, P. G., Zuberer, D. A. (Ed.), Princip lesand applications of soil microbiology (389–407). Upper Saddle River, 550p New Jersey: PrenticeHall.

Kılıç Y., 2007. Fitohormonların Saplı Mese (Quercus RoburL.) 1+0 Yaslı Fidan Morfolojik KarakterleriÜzerine Etkisi Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Y. Lisans Tezi, 74sf.

Kikuchi, T., Arakawa, O., Norton, R.N., 1997. Improving skin color of 'Fuji' apple in Japan. **Fruit Var. J. 51**(2):71-75.

Kim, J. andRees, D. C. 1994. Nitrogenase and biological nitrogen fixation. **Biochemistry. 33**:389-397.

Kliewer, W.M., 1970. Effect of day temperature and lightintensity on coloration of VitisviniferaL. Grapes. **J. Am. Soc. Hortic. Sci. 95**, 693– 697.

Kloepper J.W., Schroth M.N., 1978. Plant growth promoting rhizobacteria on radishes, In: Proceedings of the 4th international conference on plant pathogenic bacteria, A ngers, **France**. 879-882.

Kloepper, J. W., Schroth, M. N., 1978. Plant growth-promoting rhizobacteria on radishes. In: Proceedings of The 4th International Conference on Plant.

Kloepper, J.W., 1993. Plant-growth-promoting rhizobacteria as biological controlagents. In Metting, F.B. (Ed), **Soil Microbial Ecology** (255–273). Marcel Dekker, 646p, N.Y.

Knight, T.J., Langston-Unkefer, P.J., 1988. Enhancement of symbiotic dinitrogen fixationby a toxinreleasing plant pathogen. **Science, 241**, 951–954.

Kloepper, J.W., Lifshitz, R., Zablotowicz, R.M., 1989. Free-living bacterial inocula forenhancing cropproductivity, **Trends Biotechnol., 7**, 39–44.

Konarlı, 0., Kaynaş, K., Kepenek. K., 1987. Starking delicious elma çeşidinde Ethrel, NAA ve Alar-85 karışımlarının meyve kalitesi vekırmızı renk oluşumuna etkileri. **Bahçe,16** (1-2): 30-38.

Koyuncu, F., Ersin, A. T. A. Y., Koyuncu, M. A. (2012). Hasat öncesi etefon uygulamasının Starking Delicious elmasında renklenme ve meyve kalitesi üzerine etkisi. **Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 49**(1), 107-112.

Kurakawa, T., Ueda, N., Maekawa, M., Kobayashi, K., Kojima, M., Nagato, Y., SakakibaraH,

Kyozuka J. 2007. Direct Control Of Shoot Meristem Activity By A Cytokinin Activating Enzyme, Nature.

Larrigaudiere, C., Pinto, E., Vendrell. M., 1996. Differentialeffects of ethephonandseniphon on colordevelopment of 'Starking Delicious' apple. **J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121**:746-750.

Layne, D.R., Jiang, Z., Rushing, J.W., 2002. Theinfluence of reflective film andReTain on red skin coloration and maturity of 'Gala' apples. **Hort Technology 12**, 640–645.

Lazarovits, G., Nowak, J., 1997. Rhizobacteria for improvement of plant growt handestablishment, **Hort. Science, 32**, 188–192.

Li, Z., Sugaya, S., Gemma, H., Iwahori, S., 2002. Flavonoid biosyn the sisandac cumulation and relate denzyme activitiesin the skin of 'Fuji' and 'Orin' apples during their development. **J. Jpn. Soc. Hort. ci. 71**, 317–321.

Lucy, M., Reed, E., &Glick, B. R. 2004. Applications of free living plant growth-promot ingrhizobacteria. **Ant onievanlee uwen hoek, 86**(1), 1-25.

Marahiel, M. A., Nakano, M. M. Zabar, P., 1993. Regulation of peptideantibioticproduction in bacillus. **Mol Microbiol, 7**: 631-636.

Marulanda A, Barea JM, Azcón R (2006) An indigenousdrought-tolerantstrain of Glomus intra radices associat ed with a native bacterium improves water transport and root development in Retamasphaerocarpa. **Microb Ecol 52**:670–678.

Mayak S, Tirosh T, Glick BR (2004a) Plant growth promot ing bacteria confersres is tance into matoplants to salt stress. **Plant Physiol Biochem 42**:565–572.

Morsünbül, T. ve diğ.: Bitki Gelişim Düzenleyici (BGD)'lerin Çevresel Etkileri ve Çözüm Önerileri **Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 15**, Sayı 1, 2010.

Motosugi, H., Gao, Y.P., Sugiura, A., 1995. Rootstock effects on fruit quality of 'Fuji'apples grown with ammonium or nitrate nitrogen in sand culture. **Scientia Horticulturae, 61** (3-4): 205-214.

Nautiyal, C. S., 1997. Method For Selection And Characterization Of Rhizosphere competent Bacteria Of Chickpea. **Curr Microbiol, 34**: 12–17.

Olszewski, N., Sun T., Gubler F. (2002) Gibberellinsignaling: biosynthesis, catabolism, and responsepath ways. **Plant Cell 14**, 61–80.

Orhan, E., Esitken, A., Ercisli, S., Turan, M., Şahin, F. 2006. Effects of plant growth promot ing rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient contents in organically grow in graspberry. **Scientia Horti culturae, 111** (1): 38-43.

Özen, H.Ç., Onay, A., 1999. Bitki Büyüme ve Gelişme Fizyolojisi. Diyarbakır

Ozturk, A., Caglar, O., & Sahin, F. (2003). Yield response of whe at and barleyto ino culation of plant growth promot ing rhizo bacteria at various levels of nitrogen fertilization. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 166**(2), 262-266.

Öztürk, B., Özkan, Y., Yıldız, K., Çekiç, Ç., Kılıç, K., 2012. Redchief elma çeşidinde aminoethoxyvinylglycinenin (AVG) ve naftelen asetik asitin (NAA) hasat önü döküm ve meyve kalitesi üzerine etkisi. **Anadolu Journal Agriculture Science, 27** (3): 120-126.

P450 Monooxygenase That Epoxidizes Gibberellins in A Novel Deactivation Reaction in Rice, **ThePlant Cell, 18**, 442–456.

PathogenicBacteria, Vol. 2. Station De Pathologie Végétale Et De Phytobactériologie, Inra, Angers, France, 879–882.

Peppi, M.C., Fidelibus, M.W., Dokoozlian, N., 2007. Application timing and concentration of ab scisicacid affect the quality of ‘Redglobe’ grapes. **J. Hortic. Sci. Biotechnol. 82**, 304–310.

Production Proceedings, June 28–29. Anaheim, CA, pp. 237–240.

Pırlak, L., & Köse, M., (2009). Effects of plant growth promoting rhizobacteria on yield and some fruit properties of strawberry. **Journal of plant nutrition, 32**(7): 1173–1184. DOI: https://doi.org/10.1080/01904160902943197.

Ram, R.L., Maji, C., Bindroo, B.B., 2013. Role of PGPR in differentcrops-anoverview. **Indian J. Seric. 52**(1):1-13.

Rogers, E.M., 1995. Diffusion of Innovations. New York, New York: TheFreePress. Shao, L., Shu, Z., Sun, S.H., Peng, C.H., Wang, X., Lin, Z.H., 2007. Antioxidation of anthocyanins in photo synthes is under high temperature stress. **Journal of IntegrativePlant Biology, 49,** 1341–1351.

Romerio RS, 2000. Preliminary results on PGPR research at theUniversidade Federal de Viçosa, Brazil. Vth International PGPR Workshop, 29 October- 3 November 2000, Cordoba- Argentina.

Ryu CM, Hu CH, Locy RD, Kloepper JW (2005) Study of mechanisms for plant growth promotion.

Ryu, C.M., Shin, J.N., Qi, W., Ruhong, M., Kim, E.J., Pan, J.G., Potential for augmentation of fruit quality by foliar application of bacillispores on appletree. **Plant Pathol. J. 27**, 164–169. 2011.

Saks, Y., Sonego, L., Ben-Arie, R., 1990. Senes cent breakdown of 'Jonathan' apples in relation to the water-soluble calciumcontent of the fruit pulpbe fore and after storage. **Journal of the American Society for Horticultural Science 115**:615-618.

Salisbury, F.B., Ross, W.C., 1991. Plant Physıology. Wads worth Publishing Company Belmont, California. A Division of Wadsworth, Inc.

Seçer, M., (1989) Doğal büyüme düzenleyicilerin (Bitkisel hormonların) Bitkilerdeki Fizyolojik etkileri ve bualanda yapılan araştırmalar, **Derim, 6** (3),109-124, Antalya

Seedlings of mountain laurel (KalmialatifoliaL.) induced by an endophyticactinomycete. I.enhancement of osmotic pressure in leafcells. **Actinomycetologica 18**:43–47

Shaharoona B, Arshad M, Zahir ZA, Khalid A (2006a) Performance of Pseudomonasspp. Containing ACC-deaminase forim proving growt hand yield of maize (ZeamaysL.) in the presenceof nitrogenous fertilizer. **Soil Biol Biochem 38**:2971–2975

Sıddıqui, Z. A., 2006. Prospective bio controlagents of plant pathogens. PGPR: Bio controland Bio fertlization. (Eds: Zaki, A. Sıddıqui) The Netherlands: Springer, 111-142.

Spayd, S.E., Tarara, J.M., Mee, D.L., Ferguson, J.C., 2002. Separation of sulightand temperature effects on the composition of Vitis viniferacv. Merlot berries. **Am. J. Enol. Viticult. 53**, 171-182.

Sturz, A.V., Nowag, J.,2000. Endophytic Communities of Rhizobacteria and the Strategies Required to Create Yield Enhancing As sociations with Crops. **Applied Soil Ecology 15**, 183-190.

Swain, S.M., Singh D.P., (2005) Talltalesfromslydwarves: novelfunctions of gibberellins in plantdevelopment, **TRENDS in PlantScience** 10 (3), 1360-1385 TheFaculty Of Agriculture, 36.

Şevik, M. A., 2010. Bitki virüs hastalıklarına karsı kullanılan bitki gelişimini tesvik edenrhizobakteriler (PGPR). **Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi, 12** (2):1-19.

Tyler, L., Thomas, S.G., Hu, J., Dill, A., Alonso, J.M., Ecker, J.R., Sun, T. (2004) DELLA proteins and gibberellin-regulated seed germination and floral development in Arabidopsis.

Topcuoğlu, Ş F 1987 Tuz Stresi Koşullarında Büyütülen Ayçiçeği (Helianthusannuus) Bitkisinde Yaşa Bağlı Absisik Asit (ABA) Seviyelerinin Değişimi Doktora Tezi Hacattepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 216ss.

Topcuoğlu, Ş.F, Unyayar, S 1995 Beyaz Çürükcül Fungus Phanerochaetechrysosporium ME 446 'da Bitki Büyüme Maddelerinin Üretimi ve Biyolojik Aktivitelerinin Tayini İnönü Üniversitesi Araştırma Fonu Proje No 1 Ü A F 93-19, Malatya,161 ss.

Ipek, M., Pirlak, L., Esitken, A., Donmez, M. F., Turan, M., & Sahin, F., (2014). Plant growth-promoting rhizobacteria (pgpr) increase yield, growth and nutrition of strawberry under high-calcareous soil conditions. **Journal of plant nutrition, 37**:990–1001. DOI: 10.1080/01904167.2014.881857.

Plant Physiol Use of plant growth promoting rhizobacteria in agriculture, Journal Of TheFaculty Of Agriculture, 36.

Use of plant growth promoting rhizobacteria in agriculture, **Journal Of Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 23** (1): 46-56.

Vardar, Y., (1970) Bitki Fizyolojisine Giriş, Ege Univ. Fen Fakültesi Kitaplar Serisi

Vessey J K 2003. “Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers”, **Plant and Soil, 255**:571-586.

Wang, Z.Y., and Dilley, D.R., 2001. Amino ethoxyvinyl glycine, combined with ethephon, can enhancered color development with out over-ripeningapples. **HortScience 36**, 328–331.

Warner, J., 1991. Root stock affects primary scaffold branchcrotchangle of appletrees. **HortSci. 26**, 1266–1267.

Weissmann, R., Gerhardson, B., 2001. Selective plant growth suppression by shoot application of soilbacteria. **PlantSoil, 23**4: 159-170.

Whale, S., Singh, Z., Behboudian, H., Janes, A., and, S., Dhaliwal 2008. Fruitquality in ‘Crips Pink’ apple, especially colour, as affected by preharvestsprays of aminoethoxyvinyl glicine and ethephon. **Sci. Hort. 115**(4): 342- 351.

Zhou, J., Xia, B., Huang, H., 2003. Bacterial phylo genetic diversityand a novel Candidate division of two humidregion, sandy surfacesoils. **Soil Biology And Biochemistry, 35** (7): 915–924.

Hasegawa S, Meguro A, Nishimura T, Kunoh H 2004. Drough ttolerance of tissue-culturedseedlings of mountainlaurel (Kalmialatifolia L.) inducedby an endophyticactinomycete. I. enhancement of osmoticpressure in leafcells. **Actinomycetologica 18**:43–47.

Mayak S, Tirosh T, Glick BR 2004a. Plant growth promoting bacteria confersresistancein tomato plants to salt stress. **Plant Physiol Biochem 42**:565–572.

Dodd IC, Belimov AA, Sobeih WY, Safronova VI, Grierson D, Davies WJ 2005. Willmodifying Plant ethylenestatusim prove plant productivity in water-limiteden vironments In: 4 thinter national crop science congress.

Ryu CM, Hu CH, Locy RD, Kloepper JW 2005. Study of mechanisms for plant growth promotion elicited byrhizo bacteria in Arabid opsisthaliana. **PlantSoil 268**(1):285–292.

Marulanda A, Barea JM, Azcón R 2006. An indigenous drought-tolerantstrain of Glomus intra radicesas sociated with a native bacteriumim proveswater transport and root developmentin Retamasphaerocarpa. **MicrobEcol 52**:670–678.

Muzaffer, İ.P.E.K., Arıkan, Ş., Eşitken, A., & Pırlak, L. 2018. Bitki gelişimini artırıcı Rizobakterilerin "Heritage" ahududu (Rubus idaeus L.) çeşidinde bitki gelişimi, verim ve meyve kalitesi üzerine etkisi. **Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences, 28**(1), 42-48.

Shaharoona B, Arshad M, Zahir ZA, Khalid A 2006a. Performance of Pseudomonasspp. Containing ACC-deamin a seforimprov ing growth and yield of maize (ZeamaysL.) in the presence of nitrogen ous fertilizer. **Soil Biol Biochem 38**:2971–2975.

Forchetti G, Masciarelli O, Alemano S, Alvarez D, Abdala G 2007. Endophyticbacteria in sunflower (HelianthusannuusL.) isolation, characterization, and production of jasmon a tesandab scisicacid in cult re medium. **Appl Microbiol Biotechnol 76**:1145–1152.

Jaleel CA, Manivannan P, Sankar B, Kishorekumar A, Gopi R, Somasundaram R, Panneerselvam R 2007. Pseudomon as fluores censenhan cesbiomas syieldan dajmalicine production in Cat haranthus roseusun der water deficitstress. **Colloids Surf B** 60:7–11.

Arshad M, Sharoona B, Mahmood T 2008. Inoculation with Pseudomon asspp. Containing ACC deamin ase partiall yeliminate the effects of drought stress on growth, yield and ripening of pea (PisumsativumL.). **Pedosphere 18**:611–620.

Cohen AC, Pontin M, Bottini R, Piccoli P 2007. Azospirillumbrasilenseand ABA improve growth in Arabidopsisthaliana. In: 19th inter national plant growth substances association meeting, PuertoVallarta, México.

Egamberdieva D (2008) Plant growth promot ing properties of rhizo bacteria is o lated from wheat and peagrown in loamys and soil. **Turk J Biol 32**(1):9–15.

Figueiredo MVB, Burity HA, Martinez CR, Chanway CP 2008. Alleviation of drought stress in common bean (PhaseolusvulgarisL.) byco-in oculation with Paenibacillus polymyxa and Rhizobiumtropici. **ApplSoilEcol 40**:182–188.

Kohler J, Hernández JA, Caravaca F, Roldán A 2008. Plant-growth promot ing rhizobacteria and arbuscular mycorrhizal fungi modifyalle viation biochemical mechanisms in water-stressed plants. **FunctPlantBiol 35:**141–151.

Zahir ZA, Munir A, Asghar HN, Shaharoona B, Arshad M 2008. Effectiveness of rhizobacteria containing ACC deamin asefor growth promotion of peas (Pisumsativum) underdrought conditions. **J MicrobiolBiotechnol 18**(5):958–963.

Belimov AA, Dodd IC, Hontzeas N, Theobald JC, Safronova VI, Davies WJ (2009) Rhizosphere bacteria contain ing 1-aminocyclopropane-1-carboxylate deamin as eincreasey ield of plantsgrown in dry ing soil viabothlo caland systemic hormone signalling. **New Phytol 181**(2):413–423.

Cohen AC, Travaglia C, Bottini R, Piccoli P 2009. Participation of abscisicacid and gibberellins produced byentophyticAzospirillum inthealleviation of drought effects in maize. **Botany 87**:455–462.

Kaymak HC, Guvenc I, Yarali F, Donmez MF 2009. Theeffects of bio-primingwith PGPR on germination of radish (RaphanussativusL.) seeds under saline conditions. **Turk J AgricFor 33**(2):173–179.

Rodríguez-Salazar J, Suárez R, Caballero-Mellado J, Iturriaga G 2009. Trehalo seaccumulation İn Azospirillum brasilense improves drought tolerance and biomass in maizeplants. **FEMS MicrobiolLett 296**:52–59.

Pirlak M, Kose M 2009. Effects of plant growth promoting rhizobacteria on yield and some fruit properties of strawberry. **J PlantNutr 32**:1173–1184.

Marulanda A, Barea J-M, Azcón R 2009. Stimulation of plant growth and drought tolerance bynative microorganisms (AM fungiandbacteria) fromdryenvironments: Mechanisms related to bacterial effectiveness. **J Plant Growth Regul 28**(2):115–124.

Sandhya V, Ali SKZ, Grover M, Reddy G, Venkateswarlu B 2010. Effect of plant growth promoting Pseudomonas spp. On compatiblesolutes, antioxidant status and plantgrowth of maize under drought stress. **Plant Growth Regul 62**(1):21–30.

Golpayegani A, Tilebeni HG 2011. Effect of biological fertilizers on biochemicaland physiological parameters of Basil (OciumumbasilicmL.) medicineplant. **Am-Eur J AgricEnvironSci 11**(3):411–416.

Heidari M, Mousavinik SM, Golpayegani A 2011. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) effect on physiological parametersand mineral uptake in basil (Ociumumbasilicm L.) underwaterstress. **ARPN J AgricBiolSci 6**(5):6–11.

Kang S-M, Khana AL, Waqas M, You Y-H, Kim J-H, Kim J-G, Hamayun M, Lee I-J (2014) Plant growth-promoting rhizobacteria reducead verse effects of salinityand osmotic stress by regulating Phytohormones andantioxidants in Cucumissativus. **J PlantInteract 9**(1):673–682.

Kumar, K.V., Srivastava, S., Singh, N., Behl, H.M., 2009. Role of metal resistant plant growth promoting bacteria in ameliorating fly ash to the growth of Brassica juncea. **Journal of Hazardous Materials, 170** (1): 51–57. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.04.132.

Naseema H, Bano A (2014) Role of plantgrowth-promoting rhizobacteria and their exopoly saccharide İn drought tolerance of maize. **J Plant Inter 9**(1):689–701.

Salomon MV, Bottini R, de Souza Filho GA, Cohen AC, Moreno D, Gil M, Piccoli P 2014. Bacteria isolated from root sand rhizosphere of Vitis vinifera retard water losses, induce Abscisicacid accumulation and synthesis of defense-related terpenes in in vitrocultured grapevine. **PhysiolPlant 151**(4):359–374.

Cohen AC, Bottini R, Pontin M, Berli FJ, Moreno D, Boccanlandro H, Travaglia CN, Piccoli PN 2015. Azospirillum brasilense ameliorates the response of Arabidopsis thaliana To drought mainly viaen hancement of ABA levels. **Physiol Plant 153**(1):79–90.

Yapıcı, M. 2006. Elma Yetiştiriciliği. **http://www.bahce.biz/bitki/meyve/-elma_yetis.htm.**

Olsen, S.R., Sommers, L.E., 1982. Phosphorus. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Ed. **Argon. N:9, 2**. Ed. P:403-427.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Ad Soyad: Oğuzhan Uludağ

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	ERÜ, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme	2023
Lisans	ERÜ, Tarımsal Biyoteknoloji	2018
Lise	Elvanköy İMKB Atl	2014

Deneyimler

YIL	KURUM	GÖREV
2021-Halen	Promoseed Biyoteknoloji	Ziraat Mühendisi
2017-Halen	Agrosan Tarım Mühendislik Ltd.Şti	Kurucu