



**T.C.
YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

**MİKROBİYAL GÜBRE UYGULAMALARININ ELMA
YETİŞTİRİCİLİĞİNDE AĞACIN BÜYÜME VE GELİŞMESİ
İLE MEYVE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

ALİ ZEHİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman: Doç. Dr. Aysen KOÇ

OCAK – 2024

YOZGAT

T.C.
YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

MİKROBİYAL GÜBRE UYGULAMALARININ ELMA
YETİŞTİRİCİLİĞİNDE AĞACIN BÜYÜME VE GELİŞMESİ
İLE MEYVE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

ALİ ZEHİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman: Doç. Dr. Aysen KOÇ

OCAK – 2024

YOZGAT



YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
LİSANSÜSTÜ TEZ ONAY FORMU

T.C.

YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

Enstitümüzün Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programı öğrencisi Ali ZEHİR'in hazırladığı “**Mikrobiyal Gübre Uygulamalarının Elma Yetiştiriciliğinde Ağacın Büyüme ve Gelişmesi ile Meyve Özellikleri Üzerine Etkileri**” başlıklı tezi ile ilgili tez savunma sınavı, Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri gereğince 25/01/2024 perşembe günü saat 11:00'da yapılmış, tezin onayına oy birliği ile karar verilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Hakan KELES

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Aysen KOÇ

(Danışman)

Jüri Üyesi : Dr. Öğ. Üyesi Öznur Öz ATASEVER

ONAY:

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun/...../..... tarih ve sayılı Enstitü Yönetim Kurulu Kararı ile onaylanmıştır.

...../...../.....

Prof. Dr. Ümit BUDAK

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan eder, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğini beyan ederim.

Ali ZEHİR

25/01/2024

ÖN SÖZ

Bu çalışmada mikrobiyal gübre uygulaması ile kimyasal gübre miktarını düşürerek, çevre ve insan sağlığına, ülke ekonomisine katkıda bulunarak bitki büyüme ve gelişmesini, meyve verim ve kalitesini artırmak amaçlanmıştır.

Tez çalışmam sırasında değerli bilgilerini benimle paylaşan, her sorun yaşadığımda yanına çekinmeden gidebildiğim, kendisini ne zaman arasam bana zaman ayırıp sabırla ve büyük bir ilgiyle elinden gelenin fazlasını sunan, güler yüzünü ve samimiyetini benden hiç esirgemeyen kıymetli danışman hocam Doç. Dr. Aysen KOÇ'a teşekkürü bir borç biliyor ve şükranlarımı sunuyorum.

Ayrıca denemenin yürütüldüğü Yozgat Bozok Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü'ne sağlamış olduğu arazi, malzeme ve işçi imkânlarından dolayı teşekkür ederim.

Çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen ve hayatımın her evresinde bana destek olan değerli eşim Gamze ZEHİR'e ve yaşamının en kıymetli zamanlarını benimle paylaşan oğlum Aslan ZEHİR'e, meslek hayatım boyunca beni destekleyen, yardımlarını esirgemeyen, haklarını asla ödeyemeyeceğim annem ve babama teşekkürü borç bilirim.

Ali ZEHİR

25/01/2024

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MİKROBİYAL GÜBRE UYGULAMALARININ ELMA YETİŞTİRİCİLİĞİNDE AĞACIN BÜYÜME VE GELİŞMESİ İLE MEYVE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

ALİ ZEHİR

YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. AYSEN KOÇ

Araştırma, 2022-2023 yıllarında Yozgat Bozok Üniversitesi Gedikhasanlı Bilal Şahin Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde 2011 yılında kurulmuş olan elma bahçesinde yer alan MM106 anacına aşılı Red Chief elma çeşidi üzerinde yürütülmüştür. Çalışma, Kontrol (%100 gübre), %50 azaltılmış gübre, %100 azaltılmış gübre (gübresiz) ve gübrelerin bakteri içeren mikrobiyal gübre ile kombinasyonları kullanılarak meyve verim ve kalitesi ile vegetatif büyüme üzerine etkilerini belirlemek amacıyla kurulmuştur. Meyve ağırlığı en yüksek Kontrol (%100 gübre dozu)+Bakteri uygulaması (170,57 g) ile %50 azaltılmış gübre dozu+Bakteri (164,30 g) uygulamalarından elde edilmiştir. En düşük meyve ağırlığı ise %100 azaltılmış gübre dozundan (gübresiz) (103,18 g) tespit edilmiştir. Meyve eti sertliği (kg/cm²), en yüksek Kontrol (%100 gübre), %50 azaltılmış gübre ve %100 azaltılmış (gübresiz) uygulamalarında ölçülmüştür. Meyve eti sertliği en düşük 6,50 kg/cm² ile Kontrol (%100 gübre) + bakteri uygulamasından elde edilmiştir. Suda çözünebilir kuru madde içeriği %20,30 Brix değeri ile Kontrol (%100 gübre) + bakteri ve %19,90 Brix değeri ile %50 azaltılmış + bakteri uygulamalarında ölçülmüştür. Titre edilebilir asit miktarı ise en yüksek %0,59 ile Kontrol (%100 gübre) uygulamasında belirlenmiştir. Her tekerrüre ait ağaçlardaki meyveler ayrı ayrı toplanarak elde edilen ağaç başı verim değerleri en yüksek Kontrol (%100 gübre)+bakteri (22,35 kg/ağaç) ve Kontrol (%100 gübre) uygulamalarından (19,63 kg/ağaç) elde edilmiştir. Uygulamaların sürgün boyu üzerine etkisi incelendiğinde en yüksek değerler Kontrol (%100 gübre), Kontrol (%100 gübre)+ bakteri ve %50 azaltılmış gübre+bakteri uygulamalarında tespit edilmiştir. Yapraktaki azot (N) miktarı en yüksek Kontrol (%100 gübre), Kontrol (%100 gübre) + bakteri ve %50 azaltılmış + bakteri uygulamalarında tespit edilmiştir. P miktarı en yüksek Kontrol (%100 gübre) ve Kontrol (%100 gübre) + bakteri uygulamasından elde edilmiştir. K miktarı en yüksek %50 azaltılmış gübre uygulamasında ölçülmüştür.

2024, xi + 44 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Red Chief Elma çeşidi, Mikrobiyal Gübre, Kimyasal Gübre

ABSTRACT

MASTER THESIS

THE EFFECTS OF MICROBIAL FERTILIZER APPLICATIONS ON TREE GROWTH AND DEVELOPMENT AND FRUIT PROPERTIES IN APPLE GROWING

ALİ ZEHİR

**YOZGAT BOZOK UNIVERSITY
SCHOOL of GRADUATE STUDIES
DEPARTMENT of HORTİCULTURE**

SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. AYSEN KOÇ

The research was conducted in 2022-2023 on the Red Chief apple variety grafted on MM106 rootstock in the apple orchard established in 2011 at Yozgat Bozok University Gedikhasanlı Bilal Şahin Agricultural Application and Research Center. The study was established to determine the effects of control (100% fertilizer), 50% reduced fertilizer, 100% reduced fertilizer (no fertilizer), and combinations of fertilizers with microbial fertilizer containing bacteria on fruit yield and quality and vegetative growth. The highest fruit weight was obtained from Control (100% fertilizer dose)+Bacteria treatment (170.57 g) and 50% reduced fertilizer dose +Bacteria (164.30 g) treatments. The lowest fruit weight was obtained from 100% reduced fertilizer dose (no fertilizer) (103,18 g). The highest fruit flesh firmness (kg/cm²) was determined in Control (100% fertilizer), 50% reduced fertilizer, and 100% reduced (no fertilizer) treatments. The lowest fruit flesh firmness was obtained from Control (100% fertilizer) + bacteria treatment with 6.50 kg/cm². Water soluble dry matter content was 20.30% Brix in Control (100% fertilizer) + bacteria and 19.90% Brix in 50% reduced + bacteria treatments. Titratable acid content was highest in the Control (100% fertilizer) treatment with 0.59%. The highest yield per tree values were obtained from Control (100% fertilizer)+bacteria (22.35 kg/tree) and Control (100% fertilizer) treatments (19.63 kg/tree). When the effect of treatments on shoot length was examined, the highest values were found in Control (100% fertilizer), Control (100% fertilizer)+bacteria and 50% reduced fertilizer+bacteria treatments. The highest amount of nitrogen (N) in the leaf was determined in Control (100% fertilizer), Control (100% fertilizer) + bacteria and 50% reduced + bacteria treatments. The highest amount of P was obtained from Control (100% fertilizer) and Control (100% fertilizer) + bacteria treatments. The highest amount of K was measured in the 50% reduced fertilizer treatment.

2024, xi + 44 Pages

Keywords: Red Chief Apple cultivar, Microbial Fertilizer, Chemical Fertilizer

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
TEZ ONAY SAYFASI	ii
TEZ BEYANI	iii
ÖN SÖZ	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	6
3. MATERYAL ve YÖNTEM	12
3.1. Materyal	12
3.1.1. Bitki Materyal	12
3.1.2. Araştırma Alanının coğrafi özellikleri	12
3.1.3. Araştırma alanının iklim ve toprak özellikleri	13
3.1.4. Bakteri materyali	15
3.2. Yöntem	16
3.2.1. Bakteri süspansiyonunun hazırlığı ve uygulanması	16
3.2.2. Gübre uygulaması	16
3.2.3. Fenolojik gözlemler	17
3.2.4. Meyve pomolojik özellikleri	18
3.2.5. Uygulamaların vejetatif gelişme üzerine etkisi	19

3.2.6. Uygulamaların yapraktaki makro-mikro besin element içeriği üzerine etkisi	21
3.3. Verilerin Değerlendirilmesi	21
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	22
4.1. Fenolojik gözlemler	22
4.2. Meyve pomolojik özellikleri	23
4.3. Uygulamaların vejetatif gelişme üzerine etkisi	30
4.4. Uygulamaların yapraktaki makro-mikro besin element içeriği üzerine etkisi.....	33
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	36
6. KAYNAKLAR	38

TABLÖLAR LİSTESİ

<u>Tablo</u>		<u>Sayfa</u>
Tablo 1.1	2022 yılı kıtalara göre armut üretim miktarı ve dünya üretimindeki payı	2
Tablo 1.2.	Ülkelere göre 2022 yılı Dünya’da elma üretimi.....	2
Tablo 1.3.	İllere göre 2022 yılı Türkiye elma üretimi	3
Tablo 3.1.	2022 ve 2023 yıllarına ait bazı iklimsel veriler	14
Tablo 3.2	Deneme Alanına Toprak Özellikleri.....	15
Tablo 4.1.	Red Chief elma çeşidine ait fenolojik gözlemler	22
Tablo 4.2.	Uygulamalardan elde edilen meyve ağırlığı, en boy ve meyve kabuk rengi değerleri	26
Tablo 4.3.	Uygulamalardan elde edilen meyve eti sertliği, SÇKM, titre edilebilir asitlik ve verim değerleri	29
Tablo 4.4.	Uygulamalardan elde edilen yaprak alanı, yaprak yaş ve kuru ağırlığı, özgün yaprak ağırlığı, yaprak antosiyanin miktarı ve yaprak klorofil miktarı değerleri	31
Tablo 4.5.	Uygulamalardan elde edilen yaprak rengi, sürgün boyu ve çapı değerleri	32
Tablo 4.6.	Uygulamalar sonucunda elde edilen yapraktaki N, P, K, Ca ve Mg değerleri	33
Tablo 4.7.	Uygulamalar sonucunda elde edilen yapraktaki Fe, Cu, Zn ve Mn değerleri	34

ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1. 2022 elma verim (ton/da) ortalamaları	3
Şekil 3.1. Çalışmanın yapıldığı parselin uydu görüntüsü	12
Şekil 3.2. Araştırma Alanının 2022 Yılına ait Meteorolojik Verileri	13
Şekil 3.3. Araştırma Alanının 2023 Yılına ait Meteorolojik Verileri	14
Şekil 3.4. Bakteri solüsyonunun uygulanışı	16
Şekil 3.5. Gübre uygulamaları	17
Şekil 3.6. Meyve ağırlığı, meyve boyu ve eni ölçümleri	18
Şekil 3.7. Meyve eti sertliği, SÇKM ve titre edilebilir asitlik ölçümleri	18
Şekil 3.8. Red Chief çeşidi elma ağacı	19
Şekil 3.9. Yaprak yaş ağırlığı, etüvde kurutma ve kuru ağırlığı ölçümü	19
Şekil 3.10. Yaprak klorofil, antosiyanin ve renk ölçümleri	20
Şekil 3.11. Sürgün uzunluğu ve sürgün çap ölçümü	21

SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklamalar
°	: Derece
'	: Dakika
"	: Saniye
°C	: Celcius Derece
Kısaltmalar	Açıklamalar
BBAR	: Bitki Büyümesini Artıran Rizobakteri
cm	: Santimetre
da	: Dekar
km²	: Kilometrekare
mm	: Milimetre
OMGİ	: Otomatik meteoroloji gözlem istasyonları
PGPR	: Plant Growth Promoting Rhizobacteria
SÇKM	: Suda çözünebilir kuru madde

1. GİRİŞ

Dünyada yetiştiriciliği en yaygın meyve türlerinden biri olan elmanın 2022 yılı üretim miktarı 95,8 milyon ton civarındadır (FAO, 2023). Sibiry'a'nın soğuk ikliminden ekvatorun sıcak iklimine kadar geniş bir alanda yetiştirilebilen kültür elmasının (*Malus communis* L.), Orta Asya, Doğu Asya, Batı Asya-Avrupa ve Kuzey Amerika orijinli olduğu bildirilmiştir (Janick vd., 1996). Türkiye elma gen merkezlerinden biri olması ve her bölgesinde elma yetiştirilebilmesi nedeniyle önemli bir elma üretimi yapan ülke durumundadır. Kültüre alınma tarihi tam olarak bilinmemekte, ancak çok eski çağlardan bu zamana kadar Asya ve Avrupa kıtalarında yetiştiriciliğinin yapıldığı bilinmektedir (Özçağiran vd., 2004). Ülkemizin çeşitli bölgelerinde yapılan arkeolojik kazılarda M.Ö. 6500 yıllarına ait olduğu düşünülen elma kalıntılarına rastlanılmıştır (Morgan ve Richards, 1993). Uzun yıllar elma kültürünün yapıldığı Anadolu'da tesadüf çöğürü olarak, mutasyonlar sonucunda, tür içinde ve türler arasında doğal ve suni melezlemeler sonucunda geniş bir genetik havuz oluşmuş durumdadır. Bunun yanında introdüksiyon yoluyla yurt dışından getirilmiş olan çeşitlerle birlikte bu havuz daha da zenginleştirilmiştir.

Dünyada genellikle 30°-50° enlemler arasında soğuk ılıman iklim bitkisi olan elma, sistematikte Rosaceae familyasının Pomoideae alt familyası içerisinde *Malus* cinsine dâhildir. *Malus* cinsi içerisine giren tür sayısı ile ilgili olarak değişik yazarlar tarafından değişik sayılar verilmiştir. Özbek (1978) Avrupa, Asya, Amerika ve diğer ülkelerde elmanın 30' dan fazla türü olduğunu bildirirken, Westwood (1993) 2' si Avrupa, 4'ü Kuzey Amerika ve kalanı Asya'dan olmak üzere 15 asıl türün bulunduğunu bildirmektedir.

Elma yetiştiriciliği dünyanın her kıtasında yapılmakla birlikte, 63.522.168 ton ile Asya kıtası üretim miktarı bakımından dünya elma üretiminin %66,28'ini karşılamaktadır. 2022 yılı kıtalara göre elma üretimi ve dünya üretimindeki payları Tablo1.1'de gösterilmiştir. Avrupa kıtası 18.794.929 ton üretim ile dünya üretiminin %19,61'ini üreterek Asya kıtasından sonra ikinci sırada yer almaktadır. Üçüncü sırada 8.857.607 ton ile Amerika, dördüncü sırada 3.785.189 ton ile Afrika sıralanmaktadır. En düşük miktarda üretimin yapıldığı Okyanusya'da 876.071 ton üretim elde edilmiştir (FAO, 2023).

Tablo 1.1. Kıtalaraya göre 2022 yılı elma üretim miktarı ve dünya üretimindeki payı

Kıtalar	Üretim (ton)	Dünya Üretimindeki Payı (%)
Asya	63.522.168	66,28
Avrupa	18.794.929	19,61
Amerika	8.857.607	9,24
Afrika	3.785.189	3,95
Okyanusya	876.071	0,91
Dünya	95.835.964	100,00

(Kaynak: FAO, 2023)

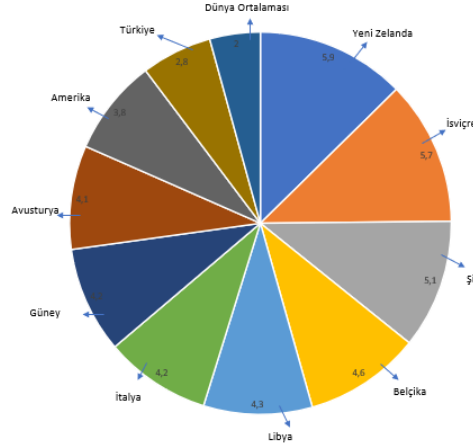
FAO verilerine göre 2022 yılı dünya elma üretimi 95.835.964 tondur. Ülkeler bazında üretimde 47.571.800 ton ile ilk sırayı Çin alırken bunu sırasıyla Türkiye (4.817.500 ton), Amerika (4.429.330 ton), Polonya (4.264.700 ton), Hindistan (2.589.000 ton), Rusya (2.379.900 ton) ve İtalya (2.256.240 ton) izlemektedir (Tablo 1.2). Türkiye, 170.941 ha alanda 4.817.500 ton ile dünyada elma üretiminde 2. sırada yer almaktadır. Tabloda yer alan 7 ülke dünya üretiminin %71,28'ini karşılamaktadır.

Tablo 1.2. Ülkelere göre 2022 yılı Dünya elma üretimi

Ülkeler	Üretim (ton)	Dünya Üretimindeki Payı (%)
1. Çin	47.571.800	49,64
2. Türkiye	4.817.500	5,03
3. Amerika	4.429.330	4,62
4. Polonya	4.264.700	4,45
5. Hindistan	2.589.000	2,70
6. Rusya	2.379.900	2,48
7. İtalya	2.256.240	2,35
Toplam	68.308.470	71,28

(Kaynak: FAO, 2023)

Birim alana verim bakımından dünyadaki elma üreticisi ülkelerin ortalaması 1985 kg/da'dır. Modern yetiştiricilik metotları ile üretim yapan İsviçre, Yeni Zelanda, Şili gibi ülkelerin verimleri Şekil 1.1' de görüldüğü gibi, dünya ortalamasının oldukça üzerinde iken (sırasıyla 5866 – 5669 ve 5096 kg/da), Türkiye 2818 kg/da ile dünya ortalamasının üzerinde olmakla birlikte dünya verim sıralamasında 19. sırada yer almaktadır.



Şekil 1.1. 2022 elma verim (ton/da) ortalamaları (FAO, 2023)

TÜİK'e (2023) göre 2022 yılı elma üretiminde Isparta 1.230.580 ton (%25,54) ile birinci, Karaman 752.045 ton (%15,61) ile ikinci ve Niğde 543.326 ton (%11,28) üçüncü sırada yer almaktadır. Bu üç ilimiz Türkiye elma üretiminin %50'sinden fazlasını karşılamaktadır (Tablo 1.3). Ayrıca Antalya, Denizli, Konya, Kayseri, Mersin ve Çanakkale illerimiz de Türkiye elma üretiminde önemli yere sahiptir. Elma üretiminde öne çıkan bu illerimizin verim (ton/da) değerleri Türkiye ortalamasının üzerindedir veya bu değere yakındır. Isparta, Karaman, Antalya, Denizli ve Kayseri verim değerleri sırasıyla 5,728; 2,939; 3,761; 3,958 ve 3,220 ton/dekar ile Türkiye verim ortalaması olan 2,818 ton/dekar'dan yüksektir.

Tablo 1.3. İllere göre 2022 yılı Türkiye elma üretimi

İller	Meyve Veren Yaşta Ağaç Sayısı (Adet)	Meyve Vermeyen Yaşta Ağaç Sayısı (Adet)	Üretim Alanı (da)	Üretim (ton)	Verim (ton/da)	Türkiye Üretimindeki Payı (%)
Türkiye	75913129	14165156	1709408	4.817.500	2,818	100
Isparta	11588896	1914294	214803	1.230.580	5,728	25,54
Karaman	12977948	2716520	255809	752.045	2,939	15,61
Niğde	9610881	1471975	237240	543.326	2,290	11,28
Antalya	4179331	314869	127645	480.089	3,761	9,97
Denizli	3501768	833507	69171	273.798	3,958	5,68
Konya	6673102	698756	106610	248.202	2,328	5,15
Kayseri	4688819	898812	73390	236.324	3,220	4,91
Mersin	1891745	199685	53103	142.630	2,685	2,96
Çanakkale	1195016	357685	43422	104.612	2,409	2,17
Toplam				4.011.606		83,27

(Kaynak: TÜİK, 2023)

Yüksek ışık entansitesi, elmada renk oluşumunun çok daha iyi olmasını sağlar. Elma sert kış şartlarına dayanmakla birlikte, dinlenme döneminde -40°C 'ye odun dalları, $-2,2^{\circ}\text{C}$ ile $-2,3^{\circ}\text{C}$ 'ye açmış çiçekler ve $-1,1^{\circ}\text{C}$ ile $-2,2^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar küçük meyveler dayanırlar. Yaz aylarında yüksek sıcaklığı sevmeyen elmanın, 40°C 'den sonra büyümesi durur, daha yüksek sıcaklıklarda ise bitkide zararlanmalar başlar (Özçağırın vd., 2004). Elma ihtiyaç duyduğu kış dinlenmesi döneminde çeşitlere göre değişiklik gösteren sürelerde soğuklama ihtiyacını karşılamaktadır (Öz ve Bulagay, 1982).

Yetiştiriciliğin yapılacağı bölgeye uygun çeşitleri belirlemek amacıyla birçok ülkede, pek çok elma çeşidinin fenolojik gözlemleri ile pomolojik ve biyokimyasal analizleri yapılmaktadır (Cice vd., 2023). Ülkemizde de elma yetiştiriciliğini arttırmak ve bölgeye uygun çeşitleri tespit etmek için çeşitlerin fenolojik ve pomolojik özelliklerini belirleme çalışmaları yürütülmektedir. Ülkemize getirilen yeni çeşitlerin ve farklı anaçların performanslarının belirlenmesi için çeşitli çalışmalar halen yapılmaktadır (Öz ve Bulagay, 1982; Öz vd., 1994; Burak vd., 1995; Burak vd., 1997).

Bir bitkinin büyüme ve gelişmesi iklime bağlı olarak bölgelere göre farklılıklar gösterir. Bitkilerde fenolojik gözlemler olarak tomurcukların kabarması, tomurcukların patlaması, ilk çiçeklenme, tam çiçeklenme, çiçeklenme sonu, hasat tarihi, yaprak döküm tarihi gibi tarihler takip edilmektedir. Bu gözlemler sonucunda bitkinin bulunduğu coğrafi bölgedeki tarım teknikleri ve planlaması, kültürel işlemler, uygun çeşit ve tozlayıcı çeşitlerin seçimi gibi konularda karar verilmektedir.

Yetiştiricilikte gereğinden fazla miktarda ve bilinçsiz kullanılan kimyasal gübreler, ürün kalitesinin azalmasına ve çevre kirliliğine neden olmaktadır (Güneş vd., 2012). Ülkemizde ve dünyada meyve verim ve kalitesini yükseltmek için yapılan gübre kullanımı çevreyi büyük miktarda kirletmektedir. Bu nedenle yapılan çalışmalarda araştırmacılar, kimyasal gübre kullanımını azaltarak ve çevreye verilen zararı en aza indirerek verim ve kaliteyi artıracak uygulamalar denemektedirler (Ertürk, 2015).

Toprak verimliliği açısından toprakta yaşayan organizmalar çok önemli bir yere sahiptir. Toprak organizmaları toprak florası ve toprak faunasından meydana gelmektedir. Mantarlar, bakteriler, aktinomisetler ve algler toprak florası içerisinde yer almaktadır. Protozoalar, nematodlar, toprak solucanları ve diğer hayvanlar ise toprak faunası içerisinde bulunmaktadır. Bunların toprak verimliliğini artırmada farklı görevleri bulunmaktadır.

Bakteriler organik maddelerin parçalanmasında ve azot döngüsünde görev yapmaktadır (Karaçal ve Tüfenkçi, 2010). Doğaya zarar vermeyen ve kimyasal gübre kullanımını azaltan farklı uygulamalar ve masraflar konusunda yapılan pek çok çalışma sonucunda mikroorganizmaların kullanımı öne çıkmaktadır. Toprakta bulunan, bitki gelişimini teşvik eden bakteriler, biyogübre olarak adlandırılmaktadır. Bakterilerin, azot fiksasyonu sonucunda azot kullanımını, fosforun çözünürlüğünü, bitkisel hormon üretimini ve su kullanım etkinliğini sağladığı, bitki tarafından besin elementlerinin alımını artırdığı ve enzimatik olarak etilen düzeyini azaltıp bitki gelişimini pozitif yönde artırdığı saptanmıştır (Ekici vd., 2015).

Mikrobiyal gübre olarak mikroorganizmaların ve yeni kombinasyonlarının kullanımı, tarımda önemli sonuçlara sebep olmaktadır (Kucharski vd., 1996; Vessey, 2003). Mikrobiyal gübrelerin besin elementi alımını artırarak bitki büyüme ve gelişimi ile verimini artırmak, toprak strüktürünü ve verimliliğini geliştirmek, organik artıkların parçalanmasına yardımcı olmak, hastalık ve zararlılara dayanıklılığı sağlamak amaçlarıyla kullanılmaktadır (Çakmakçı, 2005).

2. GENEL BİLGİLER

Yirminci yüzyılın ikinci yarısından itibaren sanayileşme ve nüfusun hızlı bir şekilde artmasıyla, tarımda ‘Yeşil Devrim’ olarak adlandırılan, sadece verim artışının hedeflendiği dönemde tarım ilacı ve gübre kullanımı artmıştır (Polat 2005). Yeşil Devrim sırasında ürün verimliliği, teknolojideki gelişmeler ve tarım sistemlerindeki değişikliklerle önemli düzeyde artırılmıştır (Khush 2012). Yeşil Devrim, dünya nüfus artışı ile gıda üretiminin beraber yükselmesini sağlamada önemli etkiye sahiptir. Eski çeşitlere göre daha yüksek azot kullanabilen yeni çeşitlerin geliştirilmesi, üretimi daha da artırmıştır. Bununla beraber, yüksek verimli bu çeşitler genel olarak yoğun hastalık-zararlı kontrolü ve kontrollü su temini gibi yüksek düzeyde gübreleme ve tarımsal bakım gerektirmektedir. Yüksek verimli çeşitler tarımsal üretimin artmasını sağlarken, gübre, pestisit ve suya yüksek miktarda ihtiyaç duymakta ve bunun sosyal, çevre ve sağlıkla ilgili pek çok olumsuz etkileri bulunmaktadır (Doğan ve Karpuzcu, 2019).

Bilinçsiz ve aşırı tarım ilacı ile gübre uygulamaları, hatalı toprak işleme sonucunda fiziksel yapının ve besin maddesi dengesinin bozulması, tuzlanma gibi önemli sorunları beraberinde getirmektedir (Aksoy, 1999).

Yapılan hatalı kültürel işlemler sonucu bozulan ekolojik sistemin tekrar kurulması için, insana ve doğaya zarar vermeyen üretim metotlarını içeren, kimyasal gübrelerin ve tarım ilaçlarının kullanımını minimuma düşüren yöntemlerin kullanılmasına ihtiyaç vardır. Bu nedenlerle birçok ülkede konvansiyonel tarımdan çevre dostu üretim tekniklerine geçilmeye başlanmıştır (Zengin, 2007).

Bir bitkinin büyümesi ve verimi, hayat döngülerinin tamamlanması için mutlak gerekli olan bazı özel mineral besinlerin mevcudiyetine göre belirlenir (Marschner, 2012). Bu nedenle, bu temel besin maddelerinin (özellikle azot, fosfor ve potasyum) bitkilere kimyasal gübre şeklinde uygulanması yoğun tarımın ayrılmaz bir parçasıdır. Gübre, artan nüfus, beslenme ve barınma ihtiyaçlarının karşılanması için birim alandan daha çok ve kaliteli ürün alınması için gerekli olan gıda ve tarım ürünlerinin yetiştirilmesi amacı ile kullanılmaktadır. Gübreler, toprağın verim gücünü artıran ve tarımsal üretim sonucu topraktan eksilen bitki besin maddelerini tekrar toprağa kazandıran maddelerdir. Gübreler, aynı zamanda gıda kalitesini de yükseltmek için kullanılmaktadır. Gübreler, temel bitki besin maddelerini sağladıkları için modern tarımın temel bileşenleridir. Hızla artan nüfus

ve gıda maddeleri ihtiyacındaki artış ve kişi başına düşen ekilebilir alanların azalması, birim alandan daha fazla üretimi gerektirdiğinden suni gübrelerin bugün olduğu gibi gelecekte de sürdürülebilir tarımın en önemli girdilerinden biri olması kaçınılmazdır. Artan nüfus, daha fazla üretim için tarım arazileri üzerinde büyük bir baskı uygulamakta ve bu da giderek daha yaygın kimyasal gübre kullanımına neden olmaktadır (Shaharoon vd., 2008). Buna bağlı olarak, son elli yılda azot (N), fosfor (P) ve potasyum (K) gübre uygulaması muazzam bir şekilde artmıştır. Nitekim dünyada en fazla gübre kullanan üç ülke olan Çin, Hindistan ve ABD'nin 1961'deki tüketimleri sırasıyla 1.01, 0.42 ve 7.88 milyon ton NPK iken 2018 yılında 44.69, 27.23 ve 19.23 milyon tona yükselmiştir (IFA, 2022).

Türkiye'de 1961 yılında 528 bin ton olan tüketim miktarı 2000 yılında yaklaşık 2 milyon tona 2017 yılında ise fiziki gübre tüketimi olarak karşılığı 6,3 milyon tona yükselmiştir (Anonim, 2023a). Sürekli gübre kullanımı önemli çevre sorunlarına da sebep olmaktadır. Bitkilerin gübre kullanım etkinliğinin düşük olması, çevreye olan olumsuz etkilerin artmasına sebep olmaktadır (Barlog ve Grzebisz 2004). Kimyasal gübrelerin kullanım etkinliği %30-50 arasında değişmektedir. Uygulanan gübre miktarı, bitkiler tarafından alınandan 10 kata kadar daha fazla olabilmektedir (Robinson vd., 2011; Lonhienne vd., 2014).

Bitkilerinin aşırı gübrelenmesi, toprakta, suda ve havada kirliliğe ve ekosistemlerin bütünlüğünü tehdit etmektedir (Gruber ve Galloway, 2008; Rockström vd., 2009). Ayrıca tarımsal üretimde nitrat sızıntısının kaçınılmaz olduğu bildirilmiştir (Adesemoye ve Kloepper, 2009). Toprağa fosfor gübrelemesi yapmanın sonucunda %90'a varan oranlarda fosfor çökmesi (Barlog ve Grzebisz 2004) ve fosfor kirliliği görülebilmektedir (Sharpley vd., 2003). Meksika Körfezi'ndeki Mississippi Havzası boyunca gübrelenen alanlardan toprağa ve suya karışan gübreler, körfezde cansız bir alana neden olarak 'ölü bölge' oluşturmuş olması aşırı gübrelemenin olumsuz etkisine örnek olarak verilmektedir (Adesemoye vd. 2009).

Mikrobiyal gübrelerle birlikte azaltılmış dozda kimyasal gübre uygulaması sayesinde, doğal, biyolojik ve insan yapımı bitki besin kaynakları kullanarak çevreye zarar vermeyen, verimi ve gübre kullanım etkinliğini artırmak amaçlanmaktadır (Gruhn vd., 2000). Fazla gübre kullanımının bir diğer olumsuz etkisi tarım ürünlerinin birim maliyetini

yükseltmesidir. Tarımsal faaliyetlerde işletmenin sürekliliğini sağlayacak kârı elde etmek işletmelerin temel amacıdır. Elma gibi meyve türlerinden yüksek verim ve kalite elde edebilmek için, topraktan özellikle N, P, K gibi makro elementlere ihtiyaç duymaktadır. Bu nedenle üreticiler, elma yetiştiriciliğinde fazla miktarda gübre kullanmaktadır. Elma gibi meyve türlerinin yetiştiriciliğinde budama, toprak işleme, sulama, gübreleme, ilaçlama, seyreltme, hasat, nakliye, sigorta ve döner sermaye faizi gibi değişken masraflar bulunmaktadır. Isparta ve Karaman’da elmada yapılan bir çalışmada, bu masrafların toplam masrafların yaklaşık %70’ini oluşturduğu belirlenmiştir. Bunlar içerisinde gübreleme masrafının ilaçlama (%20) ve hasattan (%17) sonra yaklaşık %8-10’luk oranla en büyük üçüncü masraf kalemini oluşturduğu tespit edilmiştir (Bayav ve Karlı, 2020).

Bitki büyümesini artıran rizobakteriler (BBAR) kök rizosferinde hayatlarını devam ettirerek bitkinin büyümesini, tohumun çimlenmesini artırmakta ve zararlı mikroorganizmaları kontrol altında tutmaktadırlar. Bakteriler rizosferde mikrobiyal dengeyi değiştirmeleri ile bitki büyüme ve gelişimini direk etkilerken, mineral madde düzeyini değiştirerek dolaylı olarak da etkileyebilmektedir (Siddiqui 2005).

BBAR’ler ayrıca verim, kök büyümesi, klorofil içeriği, sürgün ve kök ağırlıkları, yaprak alanı, N ve Mg içeriği, kurağa dayanım ve yaprakta absisyon tabakasının meydana gelmesini geciktirerek etkilemektedir (Lucy vd., 2004). Toprak ve bitki rizosferinde bulunan rizobakteriler, bitkilerde vejetatif büyümeyi artırmaktadır. Mikroorganizmalar kök miktarını artırmakta, hastalık ve zararlıları kontrol etmektedir. Biyolojik gübreleme ile bitki hastalıklarının kontrolü, verimi artırmada bitki gelişiminin rolü ve bitki hormonlarının sentezlenmesi gibi konularla ilgili pek çok çalışma yapılmıştır (Antoun ve Prévost 2005).

BBAR meyve türleri de dâhil pek çok bitki türünde büyüme ve gelişmeyi teşvik etmek amacıyla yaygın bir şekilde denenmiş ve olumlu sonuçlar alınmıştır. Ancak bu çalışmalarda farklı gübre seviyelerinde bakterilerin etkinliği belirlenmemiştir. Çoğunlukla toprak analizlerine göre verilmesi gereken gübre dozlarında bakterilerin etkinlikleri incelenmiştir. Bununla beraber, özellikle son yıllarda rizobakterilerin gübre kullanım etkinliğini artırarak gübre uygulamalarını azaltmaya yönelik çalışmalar önem kazanmaya başlamıştır.

Biyogübre olarak kullanılabilecek mikroorganizmalar azot fiksasyonu, fosfatın taşınması, çinko ve silika çözücülüğü, fosfat çözücülüğü, bitki büyümesini artırması gibi özelliklere

sahiptirler. Mikrobiyal gübreler ile ilgili yapılan bir çok araştırma büyük çoğunlukla bakteriler (*Serratia*, *Pseudomonas*, *Burkholderia*, *Agrobacterium*, *Erwinia*, *Xanthomonas*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Enterobacter*, *Rhizobium*, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Acetobacter*, *Acinetobacter*, *Achromobacter*, *Aerobacter*, *Azotobacter*, *Clostridium*, *Klebsiella*, *Micrococcus*) ve fungusları (*Aspergillus* ve *Penicillium*) içermektedir (Katirciolu, 2014). Bunlar içerisinde özellikle *Pseudomonas* ve *Bacillus*’lar bitki büyüme ve gelişimini artırıcı etkileri ile birlikte patojenlere karşı antagonistik etkiye sahiptirler. Bunlar mikrobiyal gübre olarak Avrupa’da tescil ettirildiği ve kullanıldığı bilinmektedir. Biyogbreleme ile bitkilere verilen azot miktarı yürütülen çalışmalara göre topraktaki toplam azot miktarının yaklaşık %65’ini oluşturduğu düşünülmektedir (Katirciolu, 2014). Biyolojik gübrelerin sürdürülebilir tarıma olan etkisi bilinmeli ve kullanımı arttırılmalıdır.

Mikrobiyal gübrelerin etki mekanizmalarını doğrudan (biyolojik azot fiksasyonu, organik ve inorganik fosfat znrll, bitkisel hormon üretimi, besin alımının artırılması, antioksidan enzimlerinin ve strese dayanıklılığının artırılması, vitamin üretimi, toprak agregasyonu) ve dolaylı (antibiyotik üretimi, köklere kolonize olma, antifungal metabolitlerin üretimi, besin ve yer için rekabet yoluyla patojenlerin önlenmesi) olmak üzere ikiye ayırmak mümkündür (akmakı, 2005).

Bitki gelişimini teşvik edici rizobakteriler birçok mekanizma ile gelişme ve büyümeyi etkilemektedir. Bu etki doğrudan ve dolaylı olmaktadır. BBAR ürettiği bitkisel hormon benzeri metabolit ve bileşiklerle gelişmeyi uyarmakta, dolaylı olarak verimi azaltıcı mikroorganizmaları baskı altına alma gibi rizosferdeki diğer faktörleri etkileyerek gelişmeyi teşvik etmektedir. İndol asetik asit gibi bitkisel hormonların sentezi, azot fiksasyonu, kök zarları geriliminin azaltılması, ACC deaminaz benzeri enzimlerin sentezi ile bitki hormon düzeylerinin ayarlanması, organik fosfatın mineralizasyonu ve inorganik fosfatın znrlının artırılması ile fosfat almabilirliinin sağlanması gibi mekanizmalarla bitki gelişimi doğrudan bakteriler tarafından etkilenmektedir. BBAR patojenik bakterilere karşı antibiyotik üretimi, rizosferde fitopatojenlerin demir aliminin azaltılması ve bitki kök ortamında zararlı mikroorganizmalar ile rekabete girme gibi dolaylı mekanizmalarla da bitkisel gelişmeyi artırmaktadır. Bakterilerin antibiyotik veya siderofor salgıları ile patojenik mikroorganizmaların kontrolü, dolaylı olarak bitki gelişimi teşvik etmektedir.

Bitkisel üretim ve çiçeklenme bakımından bitki büyüme düzenleyicisi üretimi, kök uzunluğunun artırılması bakımından etilen sentezinin önlenmesi; biyokütle artışı ve besin aliminin artırılması bakımından kök geçirgenliğinin artırılması; azot, kükürt ve fosfor alımı bakımından organik maddenin mineralizasyonu; biyomas ve fosfor içeriği bakımından mikoriza ve funguslarla simbiyotik ilişkiler geliştirilmesi; bitki sağlığı bakımından sistemik dayanıklılığın teşvik edilmesi ve böcek ve zararlıların kontrolü mekanizmaları öne çıkmaktadır (Aşkın vd., 2014).

Bu araştırmada mikrobiyal gübre uygulanması ile bitki büyümesi, gelişmesi, meyve verim ve kalitesinde herhangi bir azalma olmadan, kullanılan gübre miktarını düşürmek ve böylece gerek çevre ve insan sağlığına gerekse ülke ekonomisine olumsuz etkilerini azaltmak amaçlanmaktadır.

Günümüz modern meyve yetiştiriciliğinde ve mevcut çeşitlerle kimyasal gübre kullanmadan yetiştiricilik yapmak mümkün değildir. Bununla birlikte, kimyasal gübrelerin bitkiler tarafından kullanımı çoğunlukla %50'den daha azdır, hatta P'de bu oran %10'a kadar düşmektedir. Bundan dolayı, uygulanan gübrenin en az yarısı toprakta kalmakta, yeraltı suyuna karışmakta veya atmosfere gaz olarak kaybedilmektedir. Buna bağlı olarak, devamlı kimyasal gübre kullanımının pek çok olumsuz etkisi bulunmaktadır. Devamlı kimyasal gübre kullanımı toprağın fiziki, kimyasal ve biyolojik özelliklerini olumsuz etkileyerek toprak verimliliğini azaltmaktadır. Çevre kirliliğinde önemli bir kirletici olarak rol oynamaktadır. Ayrıca, atmosferde sera gazlarının seviyelerini artırarak küresel iklim değişikliğine katkı yapmaktadır. İlave olarak bozulan toprak şartlarına bağlı olarak üretici istenen verim, kalite ve büyümeyi elde edebilmek için daha fazla gübre kullanımına yönelmekte ve bu şekilde olumsuz etkiler daha yoğunlaşmaktadır. Bu durum bir kısır döngü halinde olumsuz etkilerin daha da artmasına yol açmaktadır.

Artan gübre kullanımının böyle olumsuz etkilerinin olmasının yanı sıra ürünün birim maliyetini de artırarak üreticinin kârlılığını düşürmektedir. Bundan dolayı gübrelerin bitkiler tarafından kullanılabilirliğini artıracak uygulamalar geliştirmek bu olumsuzlukları azaltmak açısından çok önemlidir.

Elma yetiştiriciliğinde yeterli vejetatif büyümeyi sağlamak ve yüksek verim ve kaliteyi temin etmek amacıyla oldukça yoğun bir gübre uygulaması yapılmaktadır. Buna bağlı

olarak elma yetiştiriciliği sırasında yoğun gübre kullanımı kaynaklı belirtilen olumsuzluklara ciddi katkılar yapılmaktadır.

Bu bağlamda projemizin ana amaçları:

- Bakteri içeren mikrobiyal gübre kullanımı ile bitki besin maddesi alımının artmasını sağlamak
- Gübre kullanım etkinliğini artırarak gübre kullanımını azaltmak yoluyla dışa bağımlılığımızı azaltarak ülke ekonomisine katkıda bulunmak
- Yetiştiricilik esnasında kimyasal gübre kullanım miktarını azaltırken ağaçların hem meyve verim ve kalitesini, hem de büyüme ve gelişmesini artırmayı sağlamak.

3. MATERİYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Bitki Materyali

Araştırma, Yozgat Bozok Üniversitesi, Gedikhasanlı Bilal Şahin Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde (TUAM) 2011 yılında kurulmuş olan elma bahçesinde yer alan MM106 anacına aşılı Red Chief elma çeşidi üzerinde yürütülmüştür. Çeşit, Amerika orjinli olup ağaçları zayıf yarı dik gelişen bir çeşittir. Orta irilikteki meyveleri tatlı ve suludur. Meyve et rengi kremi beyaz renktedir. Dış kabuk rengi sarı yeşil taban üzerine parlak kırmızı renklidir. Hasadı Eylül ayının son haftasında yapılmaktadır (Anonim, 2023b).

3.1.2. Araştırma alanının coğrafi özellikleri

Yozgat doğusunda Sivas; güneyinde Kayseri, Nevşehir, Kırşehir; batısında Kırıkkale; kuzeyinde ise Amasya, Çorum ve Tokat illeri ile çevrili olup, 34°05' - 36°10' doğu meridyenleri ile 38°40' - 40°18' kuzey paralelleri arasında yer almaktadır. Deniz seviyesinden yüksekliği 1300 metre olup, sahip olduğu 1.412.300 hektar toprak ile 81 il içerisinde toprak genişliği bakımından 15. sırayı almaktadır. İlin doğusundan batısına gidildikçe rakım azalmaktadır (Anonim 2023c).

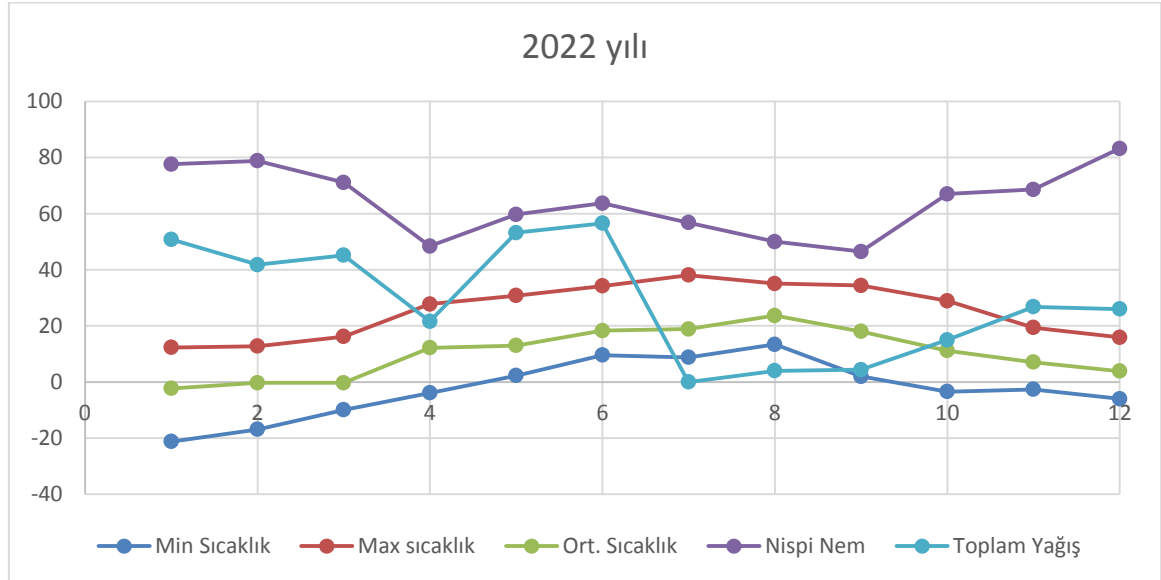


Şekil 3.1. Çalışmanın yapıldığı parselin uydu görüntüsü (39°58'61.8"N 35°15'84.6"E) (Anonim, 2023d)

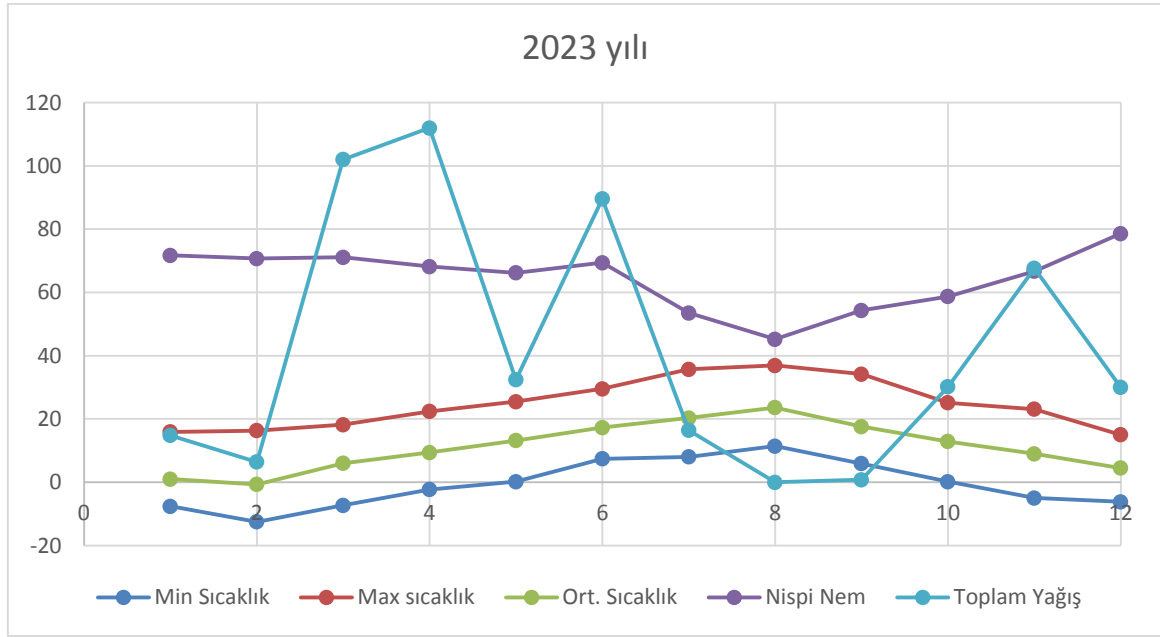
Araştırma, Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi'ne ait 114 dekar alan üzerine kurulan Gedikhasanlı Bilal Şahin Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde (TUAM) yürütülmüştür. Söz konusu alanın rakımı 1050 m olup, 39°58'62" Kuzey – 35°15'85" Doğu koordinatlarında bulunmaktadır (Şekil 3.1).

3.1.3. Araştırma alanının iklim ve toprak özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü Yozgat ili Sorgun ilçesinde bulunan bahçenin iklim özellikleri İç Anadolu Bölgesi'nin tipik karasal iklim özelliklerini göstermektedir. Yazları sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve yağışlı olan bölgenin 2022-2023 yıllarını kapsayan meteorolojik verileri incelendiğinde aylık ortalama sıcaklığın en yüksek 23,7°C ile 2022 yılı Ağustos ayında, en düşük -2,3°C ile 2022 yılı Ocak ayında gerçekleştiği görülmüştür. 2023 yılında ise en yüksek ortalama sıcaklık 23,6°C ile Ağustos ayında, en düşük -0,7°C ile Şubat ayında ölçülmüştür. 2022 yılı ortalama nisbi nem % 64,28; 2023 yılında ise % 64,53'dir. 2022 yılında aylık ortalama sıcaklık en yüksek 38,1°C ile Temmuz'da, en düşük -21,2°C ile 2022 yılı Ocak'ta ölçülmüştür. 2023 yılında kaydedilen en düşük sıcaklık değeri -12,5°C ile Şubat ayında, en yüksek aylık ortalama sıcaklık değeri ise 36,9°C ile Ağustos ayında kaydedilmiştir (Tablo 3.1, Şekil 3.2, Şekil 3.3).



Şekil 3.2. Araştırma Alanının 2022 Yılına ait Meteorolojik Verileri.



Şekil 3.3. Araştırma Alanının 2023 Yılına ait Meteorolojik Verileri

Toplam yağış miktarı 2022 yılında 345,4 mm/m², 2023 yılında ise 502,2 mm/m² olarak tespit edilmiştir. 2022 yılında en fazla yağış Haziran ayında (56,6 mm), en az yağış ise 0 mm/m² ile Temmuz ayında, 2023 yılında en fazla yağış 112 mm/m² ile Nisan ayında, en az yağış ise 0 mm/m² ile Ağustos ayında belirlenmiştir.

Tablo 3.1. 2022 ve 2023 yıllarına ait bazı iklimsel veriler

Aylar	Aylık Minimum Sıcaklık (°C)		Aylık Maksimum Sıcaklık (°C)		Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)		Aylık Ortalama Nispi Nem (%)		Aylık Toplam Yağış (mm=kg.m ⁻²) OMGİ	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023
Ocak	-21.2	-7.6	12.3	15.9	-2.3	1.0	77.6	71.7	50.8	14.8
Şubat	-16.9	-12.5	12.8	16.3	-0.3	-0.7	78.8	70.7	41.8	6.4
Mart	-9.9	-7.3	16.2	18.2	-0.3	6.0	71.1	71.1	45.2	102.0
Nisan	-3.9	-2.3	27.8	22.4	12.2	9.4	48.4	68.2	21.6	112.0
Mayıs	2.3	0.2	30.8	25.5	13.0	13.2	59.7	66.2	53.2	32.4
Haziran	9.6	7.4	34.2	29.5	18.3	17.3	63.7	69.4	56.6	89.6
Temmuz	8.8	8.0	38.1	35.7	18.9	20.3	56.8	53.5	0.0	16.4
Ağustos	13.4	11.4	35.1	36.9	23.7	23.6	50.0	45.2	4.0	0.0
Eylül	2.0	5.9	34.4	34.2	18.0	17.6	46.5	54.3	4.4	0.8
Ekim	-3.4	0.2	28.9	25.1	11.2	12.9	67.0	58.7	15.0	30.2
Kasım	-2.6	-5.0	19.4	23.1	7.1	9.0	68.6	66.7	26.8	67.6
Aralık	-6.0	-6.2	15.9	15.0	3.9	4.5	83.2	78.6	26.0	30.0

Araştırmanın yapıldığı araziden alınan toprak örneklerinin analizi sonucunda ortalama olarak pH'nın 7,8, kireç miktarının % 16 ve organik maddenin % 1 in altında olduğu tespit edilmiştir. Toprakların organik madde, toplam azot, elverişli fosfor, demir, çinko ve magnezyum gibi içerikler yönünden fakir ya da çok fakir olduğu, genellikle killi tınlı, hafif alkali ve yüksek düzeyde kireç ve Ca barındırdığı belirlenmiştir (Tablo 3.2).

Tablo 3.2 Deneme Alanına Toprak Özellikleri

Analiz-Birim	Bünye	pH	Tuzluluk-EC %	Kireç %	Organik Madde %	Toplam Azot %	P ₂ O ₅ (Yarayırlı Fosfor) kg/da	K ₂ O (Yarayırlı Potasyum) kg/da	Fe (Yarayırlı Demir) ppm	Zn (Yarayırlı Çinko) ppm	Cu (Yarayırlı Bakır) ppm	Mn (Yarayırlı Manganez) ppm	Ca (Yarayırlı Kalsiyum) ppm	Mg (Yarayırlı Magnezyum) ppm	Na (Yarayırlı Sodyum) ppm
Derinlik (cm)															
0-20	66,00	7,73	0,02	10,41	0,83	0,04	1,96	41,65	1,06	1,16	0,59	2,10	7,92	155,1	19,10
Sonuç	Killi Tın	Hafif Alkali	Tuzsuz	Orta	Çok Az	Çok Fakir	Çok Az	Fazla	Eksik	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Fazla	Az	
20-40	69,30	7,80	0,02	16,82	0,57	0,03	0,97	24,30	1,02	0,10	0,32	2,12	7,55	128,4	20,90
Sonuç	Killi Tın	Hafif Alkali	Tuzsuz	Fazla	Çok Az	Çok Fakir	Çok Az	Orta	Eksik	Çok Az	Yeterli	Yeterli	Fazla	Az	
40-60	66,00	7,81	0,02	20,18	0,66	0,03	0,82	20,15	1,13	0,12	0,22	2,39	7,39	130,3	20,20
Sonuç	Killi Tın	Hafif Alkali	Tuzsuz	Fazla	Çok Az	Çok Fakir	Çok Az	Orta	Eksik	Çok Az	Yeterli	Yeterli	Fazla	Az	

3.1.4. Bakteri materyali:

Laktik asit bakterileri (*Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus rhamninus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus delbrueckii*), Fototrofik Bakteriler (*Rhodospseudomonas palustris*) ve *Bacillus subtilis* içeren ticari preparat kullanılmıştır. Bu ürün tarımda kullanıma hazır bir ürün olup topraktan uygulanmaktadır. Topraktaki besinleri bitkilerin alabileceği şekilde açığa çıkarmaktadır. Atmosferdeki serbest azotun bitkiye alınmasını sağlamaktadır. Doğal organik asit, aminoasit, oksin ve sitokinin teşvikiyle, kardeşlenme, meyve tutumu, saçak kök oluşumu, yaprak ve kök gelişimine yardımcı olmaktadır. Topraktaki organik maddelerin mineralizasyonunu, mineral maddelerin ise çözünürlüğünü kolaylaştırmaktadır. Topraktaki mikrobiyel aktiviteyi arttırmakta, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik ortamını iyileştirmektedir. Fosfor (P) ve kalsiyum (Ca) başta olmak üzere bitkinin hemen ihtiyaç duyduğu NH₄ ve NO₃ besinlerinin ve toprakta yarayırlılığı az olan Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu gibi elementlerin bitkiye yarayırlı halde alımını sağlamaktadır (Anonim 2023e).

3.2. Yöntem

3.2.1. Bakteri solüsyonunun hazırlığı ve uygulaması

Çalışmada kullanılacak bakteri solüsyonunun ilk uygulaması köklerin aktif olarak çalışmaya başlayacağı sıcaklığa ulaşan Nisan ayı içerisinde yapılmıştır. Ayrıca, Haziran ve Temmuz aylarında da uygulama tekrarlanmıştır. Denemenin 2. yılında da uygulamalar aynı dönemde tekrarlanmıştır. Bakteri uygulamaları çözelti şeklinde ağaçların taç izdüşümüne, borularla açılan 8 ayrı noktadan kök rizosferi içerisine 1000 ml uygulanmıştır.



Şekil 3.4. Bakteri solüsyonunun uygulaması

3.2.2. Gübre uygulaması

Denemede çalışmanın yürütüleceği Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi'nin kullandığı N, P ve K gübre miktarları kontrol olarak alınmış ve buna ilave olarak bu miktarın %50 ve %100 seviyede azaltılmış dozları kullanılmıştır. Bu gübre seviyelerinde ayrıca bakteri uygulamasının etkileri de araştırılmıştır.

1. Kontrol (%100 gübre seviyesi, işletmenin uygulaması, 8 kg/da N, 6 kg/da P_2O_5 , 10 kg/da K_2O)
2. %50 azaltılmış (4 kg/da N, 3 kg/da P_2O_5 , 5 kg/da K_2O)
3. %100 azaltılmış (gübresiz)
4. Kontrol (%100 gübre seviyesi, işletmenin uygulaması, 8 kg/da N, 6 kg/da P_2O_5 , 10 kg/da K_2O) + bakteri uygulaması
5. %50 azaltılmış (4 kg/da N, 3 kg/da P_2O_5 , 5 kg/da K_2O) + bakteri uygulaması
6. %100 azaltılmış (gübresiz) + bakteri uygulaması



Şekil 3.5. Gübre uygulamaları

3.2.3. Fenolojik gözlemler:

Araştırmada aşağıda açıklaması yapılan fenolojik gözlemler yapılmıştır:

3.2.3.1. Tomurcuk kabarması: Koyu kahverengi pulların sarı-yeşil renge dönüşerek hafifçe şişmeye başladığı dönem tomurcukların kabarma tarihi kabul edilmiştir.

3.2.3.2. Tomurcuk patlaması: Tomurcukların açılıp yaprak uçlarının görüldüğü evredir.

3.2.3.3. İlk Çiçeklenme: Bitkilerde çiçeklerin %5-10'unun açtığı tarih çiçeklenme başlangıcı olarak kaydedilmiştir.

3.2.3.4. Tam çiçeklenme: Bitkilerde çiçeklerin % 60-70'inin açtığı tarih çiçeklenme başlangıcı olarak kaydedilmiştir.

3.2.3.5. Çiçeklenme sonu: Bitkilerde çiçeklerin %90'dan fazlasının açtığı tarih çiçeklenme başlangıcı olarak kaydedilmiştir.

3.2.3.6. Hasat Tarihi: Meyvelerin irilik, renk ve tat bakımından hasada en uygun olduğu dönemdir.

3.2.3.7. Yaprak döküm tarihi: Ağaç üzerindeki yaprakların sararmaya başladığı ve yaprakların %90'ının döküldüğü tarihler gözlemsel olarak belirlenmiştir.

3.2.4. Meyve pomolojik özellikleri:

Pomolojik analizler için her tekerrürden tesadüfi 20 meyve örneği seçilmiş ve analizler bu meyvelerde yapılmıştır.

3.2.4.1. Meyve ağırlığı (g): Her tekerrürdeki meyveler 0,0001 g hassasiyetli dijital terazi ile ölçülerek ortalama değerleri hesaplanmıştır.



Şekil 3.6. Meyve ağırlığı, meyve boyu ve eni ölçümleri

3.2.4.2. Meyve boyu (mm): Meyvenin sap çukuru ile çiçek çukuru arasındaki mesafe 0,01 mm'ye duyarlı dijital kumpas ile ölçülerek ortalama değerleri hesaplanmıştır.

3.2.4.3. Meyve eni (mm): Meyvenin ekvator bölgesindeki en geniş kısmı 0,01 mm'ye duyarlı dijital kumpas ile ölçülerek ortalama değerleri hesaplanmıştır.

3.2.4.4. Meyve kabuğu renk ölçümü (L, a, b): Meyve kabuk renk ölçümleri Minolta Chrometer CR-400 ile ölçülmüştür. L* değeri parlaklık- matlık; a* değeri kırmızılık- yeşillik, b* değeri ise sarılık-mavilik olarak belirlenmiştir.

3.2.4.5. Meyve eti sertliği (kg/cm²): Her tekerrürdeki meyvenin her iki yanak bölgesinden meyve eti sertliği 11.1 mm çaplı uca sahip el penetrometresi ile ölçülmüştür.

3.2.4.6. Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) içeriği (%): Meyvelerden elde edilen meyve suyundan dijital refraktometre kullanılarak belirlenmiştir.

3.2.4.7. Titre edilebilir asit miktarı (%): 0.1 N sodyum hidroksit ile titre edilen asit miktarı malik asit cinsinden bulunmuştur.



Şekil 3.7. Meyve eti sertliği, SÇKM ve titre edilebilir asitlik ölçümleri

3.2.4.8. Verim (kg/ağaç): Her tekerrüre ait ağaçlardaki meyveler elle toplanarak tartılmış ve elde edilen değerler ağaç başına verim (kg/ağaç) olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.8. Red Chief çeşidi elma ağacı

3.2.5. Uygulamaların vejetatif gelişme üzerine etkisi

Ağaçların vejetatif gelişimlerini belirlemek amacıyla Ağustos ayı içerisinde sürgünlerin orta kısmından tam büyüklüğünü almış yapraklardan üç tekerrürlü ve her tekerrürde 20'şer yaprak olacak şekilde örnekler alınmıştır. Sürgün özelliklerini belirlemek içinse Ekim ayı içerisinde ağaçların dinlenmeye girdiği dönemde sürgün özellikleri ölçülmüştür.

3.2.5.1. Yaprak alanı (cm²): Yaprak alanı ADC BioScientific Area Meter AM300 ile ölçülmüştür.

3.2.5.2. Yaprak yaş ağırlığı (g): Yaprak yaş ağırlıkları 0,0001 g hassasiyetli dijital terazi ile tartılarak belirlenmiştir.



Şekil 3.9. Yaprak yaş ağırlığı, etüvde kurutma ve kuru ağırlığı ölçümü

3.2.5.3. Yaprak kuru ağırlığı (g): Yapraklar kese kağıtlarına yerleştirilerek, 70°C’de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulduktan sonra hassas terazide tartılarak belirlenmiştir.

3.2.5.4. Özgün yaprak ağırlığının belirlenmesi: Yaprak kuru ağırlığı ile yaprak alanının oranı hesaplanmıştır (Zokaee-Khosroshahi vd., 2014).

3.2.5.5. Antosiyanin miktarı (ACI): Yapraklarda antosiyanin miktarı Opti Science ACM–200 Plus Anthocyanin Meter ile ölçülmüştür.

3.2.5.6. Yaprak klorofil içeriği (SPAD): Yapraklarda klorofil miktarı Konica Minolta SPAD–502 Plus Marka Chlorophyll Meter ile belirlenmiştir.

3.2.5.7. Yaprak rengi (L, a, b): Yaprak rengi ölçümleri Minolta CR 400 cihazı ile ölçülmüştür. Anonim (2023f)’ye göre, L* değeri parlaklık- matlık; a* değeri kırmızılık- yeşillik, b* değeri ise sarılık-mavilik olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.10. Yaprak klorofil, antosiyanin ve renk ölçümleri

3.2.5.8. Sürgün boyu (cm): Bir yıllık sürgünlerin boyu mezura ile ölçülerek cm cinsinden kayıt edilmiştir.

3.2.5.9. Sürgün çapı (mm): Sürgün boyu ölçümü yapılırken aynı sürgünlerde çap ölçümleri sürgünlerin orta kısmında kumpas yardımıyla ölçülmüştür.



Şekil 3.11. Sürgün uzunluğu ve sürgün çap ölçümü

3.2.6. Uygulamaların yapraktaki makro-mikro besin element içeriği üzerine etkisi

Yaprak örnekleri öncelikle temizleme, kurutma ve öğütme işlemleri yapıldıktan sonra analize hazır hale getirilmiştir (Kacar, 1994). Azot elementi dışında yapılan diğer analizler yaş yakma yöntemiyle elde edilen bitki örneklerinde gerçekleştirilmiştir. Azot analizi, Kjeldahl yöntemi ile bitki örneklerinde yüzde toplam N değeri olarak bulunmuştur. Fosfor miktarı Spektrofotometrede vanodomolibdo fosforik sarı renk yöntemiyle (Lott vd., 1956), magnezyum, kalsiyum ve potasyum miktarları ise Atomik Absorbsiyon Spektrometrede ölçülerek sonuçları yüzde olarak verilmiştir (Kacar, 1972). Mangan, bakır, demir ve çinko miktarları da Atomik Absorbsiyon Spektrometrede yapılan ölçümler sonucunda mg/kg^{-1} (ppm) olarak verilmiştir (Lindsay ve Norwell, 1978).

3.3.Verilerin Değerlendirilmesi

Deneme 3 tekrarlamalı ve her tekrarlamada 3 ağaç bulunacak şekilde toplamda 54 ağaç kullanılarak kurulmuştur. Bütün parsellerde sulama, damla sulama yöntemi ile yapılmıştır. Her bir iş paketinden elde edilen sonuçların istatistiksel değerlendirilmesi SPSS paket programda (version 25.0. SPSS Inc., Chicago) varyans analizi (ANOVA) ve Duncan çoklu karşılaştırma testine göre yapılmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Mikrobiyal gübre uygulanması ile bitki büyümesi ve gelişmesi ile meyve verim ve kalitesini artırırken kullanılan gübre miktarını düşürmek ve böylece gerek çevre ve insan sağlığına gerekse ülke ekonomisine olumsuz etkilerini azaltmanın amaçlandığı bu araştırmada elde edilen bulgular aşağıda sunulmuştur.

4.1. Fenolojik Gözlemler

Denemede kullanılan Red Chief elma çeşidinde tomurcuk kabarma döneminden bitkinin yaprağını dökmesine kadar geçen fenolojik gözlemler kaydedilmiştir (Tablo 4.1.).

Tablo 4.1. Red Chief elma çeşidine ait fenolojik gözlemler

Fenolojik Dönemler	2023
Tomurcuk kabarması	08 -10 Nisan
Tomurcuk patlaması	14- 16 Nisan
İlk çiçeklenme	20- 24 Nisan
Tam çiçeklenme	25- 29 Nisan
Çiçeklenme sonu	29 Nisan-1 Mayıs
Hasat tarihi	5-10 Ekim
Yaprak döküm tarihi	11-25 Kasım

Ağaçlarda tomurcuk kabarması 8 Nisan'da başlamış, 6 gün sonra tomurcuklar patlamıştır. Tomurcuk patlamasından 6 gün sonra ilk çiçeklenme başlamış, 1 Mayıs'ta sona ermiştir. Meyve hasadına tam çiçeklenmeden 164-169 gün sonra 5-10 Ekim tarihlerinde yapılmıştır. Ekim ayı sonunda yapraklar sararmaya başlamış, yaprak dökümü 11 Kasım'da başlayıp 25 Kasım'da tamamlanmıştır.

Çevre şartları elmaların fenolojik özellikleri, döllenme biyolojisi ve pomolojik özellikleri üzerine etkili olmaktadır. Bundan dolayı yöre için uygun çeşitleri belirlemek için farklı çeşitlerin bölgeye uyumu araştırılmalı ve buradan elde edilecek sonuçlara göre çeşit tercihinin yapılması gerektirmektedir (Özbek 1978). Baytekin (2006) Tokat'ta yaptığı çalışmada Red Chief çeşidinin 12 Mart'ta tomurcuklarının patladığını, 21 Nisan'da ilk

çiçeklenme, 28 Nisan'da tam çiçeklenme ve 3 Mayıs'da çiçeklenme sonu olarak tarihleri belirlemiştir. Niğde'de yapılan "Red Chief" elma çeşidi üzerinde çalışmada, tomurcuk kabarması 25 Mart, tomurcuk patlaması 31 Mart, çiçeklenme başlangıcı 16 Nisan, tam çiçeklenme 22 Nisan, çiçeklenme sonu 28 Nisan ve hasat tarihi 20 Eylül olarak belirlenmiş, tam çiçeklenmeden hasada kadar geçen süre 151 gün olarak tespit edilmiştir (Ceylan 2008). Antalya Elmalı'da Arıkan (2020) yaptığı çalışmada Red Chief elma çeşidinin tomurcuk kabarmasının 17 Mart'ta, çiçeklenme başlangıcının 2 Nisan'da, tam çiçeklenmenin 7 Nisan'da ve çiçeklenme sonunun 17 Nisan'da gerçekleştiğini belirtmiştir.

Daha önce yapılan çalışmalarda (Akgül ve Başayığit 2005; Ekinci 2010) Red Chief elma çeşidinin yaklaşık 140-155 günde hasada geldiği belirlenmiştir. Kırac (2016) "Red Chief" çeşidi üzerinde yaptığı çalışmada hasat tarihini 14 Ekim olarak belirlemiştir. Kahramanmaraş şartlarında tam çiçeklenmeden 163-169 gün sonra hasat yapıldığı bildirilmiştir. Arıkan (2020), Antalya Elmalı'da 27 Eylül'de yapılan hasadın, tam çiçeklenmeden 173 gün sonra yapıldığını ifade etmektedir. Meyve olgunlaşma süresi üzerine iklim şartları ve rakım etkili olmaktadır.

4.2. Meyve pomolojik özellikleri:

Pomolojik analizler için her tekerrürden tesadüfi olarak seçilen 20 adet meyve kullanılarak ölçüm ve analizler yapılmıştır. Araştırmada uygulamalardan elde edilen meyve ağırlığı, meyve eni, boyu ve meyve kabuk rengine ait ölçümler Tablo 4.2'de verilmiştir. Tüm bu özelliklerin ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) olduğu belirlenmiştir.

Meyve ağırlığı en yüksek Kontrol (%100 gübre dozu)+Bakteri uygulaması (170,57 g) ile %50 azaltılmış gübre dozu+Bakteri (164,30 g) uygulamalarından elde edilmiştir. En düşük meyve ağırlığı ise %100 azaltılmış gübre dozundan (gübresiz) (103,18 g) tespit edilmiştir.

Karakurt (2006) çalışmasında yarı bodur (MM-106) anaçları üzerine aşıllı 11 yaşlı bazı elma çeşitlerine ait ağaçlarında *Agrobacterium rubi* A-18, *Bacillus subtilis* OSU-142, *Burkholderia gladioli* OSU-7 ve *Pseudomonas putida* BA-8 bakteri ırklarının bitki gelişimi, meyve tutumu, meyve özellikleri ve bitki besin elementi içeriği üzerine etkilerini belirlediği çalışmasında, meyve ağırlığı bakımından A-18 uygulamasının Granny Smith ve Starking Delicious çeşitlerinde artışa, diğer bakteri uygulamalarının azalmaya neden olduğunu belirlemiştir. Karlıdağ vd. (2007), Granny Smith elma çeşidine üç farklı *Bacillus*

M3, *Bacillus* OSU-142 ve *Microbacterium* FS01bakteri suşu ve kombinasyonlarını uyguladıkları çalışmalarında meyve ağırlığını %13.9-25.5 oranında artırdığını belirlemişlerdir. Kıracı (2016), Red Chief elma çeşidinin meyve ağırlıklarının anaçlara, yetiştirme koşullarına ve ağacın yaşına bağlı olarak 84,8-176,5 g arasında değiştiğini bildirmiştir. Baytekin ve Akça (2011), MM106 anacına aşılı 3 yaşındaki Red Chief çeşidinin ortalama meyve ağırlığını 235,80 g, Arıkan vd. (2015) M26 anacına aşılı beş yaşındaki Red Chief ağacının ortalama meyve ağırlığını 176,5 g, Öztürk vd. (2012) M26 anacına aşılı Red Chief çeşidinin ortalama meyve ağırlığının 167,42-180,54 g arasında değiştiğini saptamışlardır. Arıkan (2020), çalışmasında Red Chief elmasının ortalama meyve ağırlıklarının 96,51-248,91 g arasında (ortalama 180.51 g) olduğunu belirtmiştir. Kayseri ili Yahyalı ilçesinde, Yaman vd. (2022), M9 ve MM106 anaçları üzerine aşılı bazı ticari elma (*Malus domestica* L.) çeşitlerine *Azospirillum* sp-245 + *Bacillus megaterium* M3 bakterilerini uygulamışlar, meyve kalite parametreleri ile vejetatif özellikleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Red Chief/M9 kombinasyonunun meyve ağırlığı 158,57 g, iken Red Chief/MM106 meyve ağırlığı 170,09 g ölçmüşlerdir. Meyve ağırlığı üzerine bakteri uygulamasının etkisi pozitif yönde olurken, bu etki M9 a aşılı olanda %6,18, MM106'ya aşılı olanda %14,51 bulunmuştur. Meyvelerin farklı irilikte olması genetik, hücre sayısı, hücreler arası boşluk, hücre büyüklüğü, iklim, ağaç üzerindeki meyve sayısı, yetiştiricilik uygulamaları ve ağaçların fotosentez kapasitesine göre değişmektedir

Meyve eni en yüksek %50 azaltılmış gübre dozu+Bakteri (81,03 mm) ; Kontrol (%100 gübre dozu)+Bakteri (80,06 mm); %50 azaltılmış gübre dozu (79,04 mm) ve Kontrol (%100 gübre dozu) (78,45 mm) uygulamalarında ölçülmüştür. En düşük meyve eni ise %100 azaltılmış gübre dozundan (gübresiz) tespit edilmiştir.

Meyve boyu bakımından en yüksek Kontrol (%100 gübre dozu)+Bakteri uygulaması (79,36 mm) ile %50 azaltılmış gübre dozu+Bakteri (77,70 mm) uygulamalarından elde edilmiştir. En düşük meyve ağırlığı ise %100 azaltılmış gübre dozundan (gübresiz) tespit edilmiştir.

Karakurt (2006), 4 bakteri ırkının etkisini araştırdığı çalışmasında meyve eninin A-18 uygulamasının Starking Delicious ve Starkspur Golden Delicious çeşitlerinde azalmaya, Granny Smith ve Starkrimson Delicious çeşitlerinde artışa neden oldukları belirlemiştir.

Meyve boyunda ise tüm uygulamaların Starkrimson Delicious çeşidinde artış sağladığını bildirmiştir. A-18 uygulamasının Starkspur Golden Delicious çeşidinde kontrole göre azalmaya neden olduğunu, diğer çeşitlerde ise artış sağladığını belirlemiştir. Küçüker (2010) Red Chief elmasının ortalama meyve en ve boyunu ilk yıl 80,64 mm ve 71,98 mm, ikinci yıl 69,98 mm ve 61,06 mm olarak saptamıştır. Baytekin ve Akça (2011) 82,1 mm ve 71,1 mm, Öztürk vd. (2011) 71.3 mm ve 58.6 mm olarak belirlemiştir. Arıkan (2020) ise ortalama meyve enini 72,29 mm, meyve boyunu 74,44 mm olarak ölçmüştür. Yaman vd. (2022), Red Chief/M9 meyvelerinin, meyve eni 69,60 mm ve meyve boyu 65,02 mm iken Red Chief/MM106 meyvelerinin, meyve eni 73,96 mm ve meyve boyu 68,10 mm olarak tespit etmişlerdir. Meyve en ve boyuna bakteri uygulamasının etkisi pozitif yönde olurken, bu etki M9 a aşılı olanda sırasıyla %3,83 ve %2,96, MM106'ya aşılı olanda sırasıyla %4,76 ve %7,24 bulunmuştur. Red Chief elmasının ortalama meyve çapı bazı araştırmacılarca (Özçağırın vd. 2004; Satıcı 2011) 80 mm olarak saptanmıştır. Çapın daha küçük olması ekolojik faktörler ve ağaç üzerindeki meyve sayısı ile izah edilebilmektedir. Ayrıca anaç, ekolojik koşullar ve uygulanan kültürel işlemlerden de farklılıklar kaynaklanmaktadır (Atay vd., 2009).

Meyve kabuk rengi parlaklığı belirleyen L değeri bakımından en düşük Kontrol (%100 gübre dozu)+Bakteri (32,92) ve Kontrol (%100 gübre dozu) (33,80) dozlarında ölçülmüş, diğer uygulamalar daha yüksek bulunmuştur. Pozitif değeri kırmızı rengi ifade eden a değeri en yüksek %50 azaltılmış gübre (27,28); %50 azaltılmış gübre+bakteri (25,01) ve %100 azaltılmış gübre+bakteri (25,09) uygulamalarında ölçülmüştür. Pozitif değeri sarı rengi ifade eden b değeri ise en düşük Kontrol (%100 gübre dozu) (7,53) ve Kontrol (%100 gübre dozu)+Bakteri uygulamalarından (7,41) elde edilmiştir.

Meyvecilikte kabuk rengi önemli kalite parametrelerinden biridir. Meyvenin olgunlaşması, sağlığı, çürümesi ve zararlı etkileri gibi durumlar meyve kabuklarındaki renk değişimleri ile anlaşılabilmektedir. Renk ürünlerin pazarlanabilmesine de etki etmektedir. Elma kabuk rengi sulama, beslenme, bitki hastalıkları, iklim, meyve tutumu gibi birçok etmenden etkilenmektedir. Bu etmenlerle birlikte gece gündüz sıcaklık farklılıkları meyve kabuğuna etki eden diğer etmenlerdendir (Lakatos vd. 2012). Red Chief elmasında meyve kabuk renklerini Küçüker (2010), L=34.63, a=25.94 ve b=10.30 olarak; Ekinci (2010), L=34.70, a=27.26, b=8.73 olarak; Baytekin ve Akça (2011), L=39.99, a=26.13, b=16.79 olarak; ölçmüşlerdir.

Tablo 4.2. Uygulamalardan elde edilen meyve ağırlığı, en boy ve meyve kabuk rengi değerleri

Uygulamalar	Meyve Ağırlığı (g)*	Meyve Eni (mm)*	Meyve Boyu (mm)*	Meyve		
				L*	a*	b*
1. Kontrol (%100 gübre)	149,28 b	78,45 a	74,37 c	33,80 bc	22,13 b	7,53 b
2. %50 azaltılmış gübre	149,08 b	79,04 a	74,94 bc	35,88 ac	27,28 a	9,37 a
3. %100 azaltılmış (gübresiz)	103,18 d	67,53 c	63,74 d	36,50 ab	22,65 b	9,31 a
4. Kontrol (%100 gübre)+ bakteri	170,57 a	80,06 a	79,36 a	32,92 c	23,03 b	7,41 b
5. %50 azaltılmış + bakteri	164,30 a	81,03 a	77,70 ab	35,47 ac	25,01 ab	9,26 a
6. %100 azaltılmış (gübresiz)+bakteri	135,69 c	74,49 b	74,95 bc	36,90 a	25,09 ab	9,97 a

* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmaktadır (p<0.05).

Denemede uygulamalardan elde edilen meyve eti sertliği, suda çözünebilir kuru madde (SÇKM), titre edilebilir asit miktarı ve ağaç başına verim değerlerine ait ölçüm ve analizler Tablo 4.3’de verilmiştir. Bu özelliklerin ortalamaları arasındaki fark, istatistiksel olarak önemli (p<0,05) bulunmuştur.

Meyve eti sertliği (kg/cm²), en yüksek bakteri ile kombine edilmemiş olan Kontrol (%100 gübre), %50 azaltılmış gübre ve %100 azaltılmış (gübresiz) uygulamalarında tespit edilmiştir. En düşük meyve eti sertliği 6,50 kg/cm² ile Kontrol (%100 gübre) + bakteri uygulamasından elde edilmiştir.

Meyve eti sertliği meyvelerin depolanmasını etkileyen faktörlerden birisidir (Öztürk vd. 2012; Ekinci 2010; Kaynaş vd. 2011). Red Chief elmasının ortalama meyve eti sertliğini Arıkan vd. (2015) 11.62 lb (5.27 kg/cm²), Satıcı (2011), 8.82 lb (4.00 kg/cm²) ve Öztürk vd. (2012), 15.58 ile 17.94 lb arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Karakurt (2006), 4,26 kg/cm² ile en düşük meyve eti sertliğine Starking Delicious çeşidininin sahip olduğunu, diğer çeşitlerin değerlerinin daha yüksek olduğunu ve istatistiki olarak aynı grupta yer aldığını tespit etmiştir. Bakteri uygulamaları içinde meyve eti sertliğini kontrole göre en fazla arttıranın BA8 uygulaması olduğunu, A-18 uygulamasının ise azalttığını belirlemiştir. Meyve eti sertliği Starking Delicious çeşidinde kontrol uygulamasında 4,08 kg/ cm² ile en düşük ve Granny Smith çeşidinde kontrol uygulamasında 5,06 kg/ cm² ile en yüksek değerlerin saptandığı ve bu durumun çeşit x uygulama interaksyonunun çok önemli

oluşunda etkili olduğunu belirtmiştir. Kontrole göre bakteri uygulamalarının tümünün Starking Delicious çeşidinde meyve eti sertliğinde artışa, Granny Smith çeşidinde ise azalışa neden olduğunu tespit etmiştir. Arıkan (2020) ise ortalama meyve eti sertliğini 7.18 kg/cm^2 (15.82 lb) olarak ölçmüştür. Elde edilen değerler Arıkan vd. (2015) ve Satıcı (2011)'nin bulduğu değerlerin üzerinde, Öztürk vd. (2012) ve Arıkan (2020)'nin değerlerine benzer olduğu görülmüştür. Yaman vd. (2022), meyve eti sertliğini Red Chief/M9 anacına aşılı olanda 7.14 ve % -7.98 negatif bakteri etkisi olarak tespit etmiş, Red Chief /MM106 anacına aşılı olanda 7.13 ve % -5.88 negatif bakteri etkisi bulmuşlardır. Bakteri uygulaması sonucunda meyve eti sertliği ile ilgili yapılan pek çok çalışmada elmada (Karakurt ve Aslantaş, 2010) azaldığı, ayvada (Arıkan vd., 2013) arttığı, çilek (Eşitken vd., 2010) ve kirazda ise (Atılğan vd., 2019) etkisinin olmadığı bildirilmiştir. Farklı sonuçlar meyve eti sertliğinin iklim, rakım, anaç, hasat zamanı gibi birçok etkenden kaynaklanabileceğini göstermektedir.

Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) içeriği %20,30 Brix değeri ile Kontrol (%100 gübre) + bakteri ve %19,90 Brix değeri ile %50 azaltılmış + bakteri uygulamalarında ölçülmüştür.

Meyvelerde olgunlaşmanın önemli bir göstergesi SÇKM oranı, olgunlaşmanın yanı sıra meyve içerisindeki şekerler nedeniyle de meyvelerin aromalarında önemli role sahiptir (Kaynaş vd. 2011). Karakurt (2006), en düşük suda çözülebilir kuru madde oranına Starkrimson Delicious çeşidinin %11,02 ile sahip olduğunu, bunu sırasıyla Starking Delicious (%11,48), Granny Smith (%12,38) ve Starkspur Golden Delicious (%12,55) çeşitlerinin takip ettiğini saptamıştır. Suda çözülebilir kuru madde oranında bakteri uygulamalarının kontrol (%12,24)'e göre azalmaya neden olduğu ve bakteri uygulamalarından %11,60 ile OSU-142'nin en düşük SÇKM oranına sahip olduğunu belirlemiştir. OSU-7 uygulamasında Starkrimson çeşidinde en düşük (% 9,47) ve BA-8 uygulamasında Starkspur Golden Delicious çeşidinde en yüksek (% 13,20) SÇKM değerleri belirlenmiştir. Kontrol uygulamaları ile karşılaştırıldığında tüm bakteri uygulamalarında Starking Delicious çeşidinde SÇKM oranında artışa diğer elma çeşitlerinde ise azalmaya neden olduklarını belirlemiştir. Yapılan çalışmalarda SÇKM miktarını Satıcı (2011) %14,16, Kırac (2016) 14,73, Baytekin ve Akça (2011) %13,55, Öztürk vd. (2012) %10,3, Arıkan vd. (2015) %11,84 ve Arıkan (2020) 12,43 olarak belirlemişlerdir. Yaman vd. (2022), SÇKM değerini Red Chief çeşidinin M9 anacına aşılı

olan meyvelerinde %13.07, MM106 anacına aşılı olan meyvelerinde %13,77 ölçmüştür. SÇKM üzerine bakteri uygulamasının etkisi negatif yönde olurken, bu etki M9 a aşılı olanda %-7,01, MM106'ya aşılı olanda %-7,50 bulunmuştur. Meyvenin olgunlaşma süreci, meyvenin kopartılmasıyla başlar ve süre geçtikçe SÇKM oranı giderek azalır (Satıcı 2011).

Titre edilebilir asit miktarı en yüksek %0,59 ile Kontrol (%100 gübre) uygulamasında belirlenmiştir. Karakurt (2006), en düşük titre edilebilir asit içeriği bakımından ortalama değerlere göre elma çeşitlerinden Starking Delicious (%0,39) ve Starkrimson Delicious'un (%0,39), Granny Smith çeşidinin ise en yüksek (%1,33) değerlere sahip olduğunu belirlenmiştir. Starking Delicious çeşidinde tüm uygulamalar titre edilebilir asitlik oranını kontrole göre (%0,51) azaltırken, Starkrimson Delicious çeşidinde kontrole göre (%0,39) BA-8 uygulaması (%0,32) azalmaya, OSU-142 (%0,42) ve OSU-7 (%0,48) uygulamaları artışa neden olmuşlardır. Yapılan benzer çalışmalarda titre edilebilir asit miktarı Satıcı (2011) %0,23, Sabır vd. (2011) ile Baytekin ve Akça (2011) %0,39, Arıkan vd. (2015) %0,33 ve Arıkan (2020) %0,67 olarak belirlemişlerdir. Yaman vd. (2022), titre edilebilir asitlik değerini Red Chief/M9 anacına aşılı olanda %1.00 ve % -5.67 negatif bakteri etkisi olarak bulurken Red Chief /MM106 anacına aşılı olanda %0.80 ve % 1.38 pozitif bakteri etkisi bulmuşlardır. Değişik meyve türleriyle yapılan çalışmalarda bakteri uygulamasının SÇKM ve TEA içeriklerini bariz şekilde azalttığı elma (Karakurt ve Aslantaş, 2010), çilek (Eşitken vd., 2010), ayva (Arıkan vd., 2013) ve nar (Acar, 2018) türlerinde yapılan çalışmalarda belirlenmiştir.

Her tekerrüre ait ağaçlardaki meyveler ayrı ayrı toplanarak elde edilen ağaç başı verim değerleri en yüksek Kontrol (%100 gübre)+bakteri (22,35 kg/ağaç)ve Kontrol (%100 gübre) uygulamalarından (19,63 kg/ağaç) elde edilmiştir. En düşük verim değeri ise %100 azaltılmış gübre (gübresiz) uygulamasında olduğu tespit edilmiştir.

Karakurt (2006), ağaç başına ortalama verim açısından en düşük Granny Smith (5,17 kg) çeşidinin, en yüksek değere Starkrimson Delicious (14,54 kg)'un sahip olduğu saptamıştır. Yapılan uygulamalar bakımından kontrol (8,99 kg)'e göre artış olduğu ve en yüksek ağaç başına verimin OSU-142 (10,74 kg) uygulamasından elde edildiği tespit edilmiştir. En yüksek ağaç başına verim değerlerinin Starking Delicious çeşidine OSU-7, Granny Smit çeşidi kontrol, Starkrimson Delicious çeşidi A-18, Starkspur Golden Delicious çeşidine OSU-142 uygulamalarından elde edildiği, en düşük değerlere bu çeşitlerde sırası ile

kontrol, OSU7, kontrol ve A-18 uygulamalarında belirlenmiştir. Ağaç başına verim bakımından A-18 ve BA-8 uygulamasının Starking Delicious ve Starkrimson Delicious, OSU-142'nin Starkrimson Delicious ve Starkspur Golden Delicious, OSU-7'nin Starking Delicious ve Starkspur Golden Delicious çeşitlerinde önemli artışa neden olduğu saptanmıştır. Aslantaş vd. (2007), M9 ve MM106 anaçlarına aşılı Stark Spur Golden Delicious ve Granny Smith çeşitlerinde Bacillus OSU-142, Pseudomonas BA-8, Burkholderia OSU-7 ve Bacillus M-3 bakteri uygulamalarının verimi artırdığı tespit etmiştir. Pırlak vd. (2007) Granny Smith ve Starkrimson çeşitlerinde yaptıkları BA-8+OSU-142 uygulamasının gövde kesit alanına verimini Granny Smith çeşidinde %15, Starkrimson çeşidinde %119 artırdığı belirlemişlerdir. Karlıdağ vd. (2007), üç farklı bakteri suşu ve kombinasyonlarını Granny Smith elma çeşidine uyguladıkları çalışmalarında verimde %26.0–88.0 oranında artış sağladığını belirlemişlerdir. Kırarç (2016), MM106 anacı üzerinde Red Chief elmasının ağaç başına verimi 20-25 kg, Einhorn ve Caspari (2004), M26 anacı üzerinde ağaç başına verimi 20.9-27.7 kg ve Lombardini vd. (2004), M9 anacı üzerinde ağaç başına verimi 16.17 ile 20.8 kg olarak bulmuşlardır. Arıkan (2020) MM111 anacı üzerinde Red Chief elmasından 99,34 kg/ağaç verim değeri elde etmiştir. Farklı verim miktarlarının sebebi dikim sıklığı, anaç farklılığı ve yetiştirme koşullarından kaynaklanabilmektedir.

Tablo 4.3. Uygulamalardan elde edilen meyve eti sertliği, SÇKM, titre edilebilir asitlik ve verim değerleri

Uygulamalar	Meyve Eti Sertliği (kg/cm ²)*	SÇKM (%)*	Asitlik (%)*	Verim (kg/ağaç)*
1. Kontrol (%100 gübre)	8,17 a	18,88 bc	0,59 a	19,63 ab
2. %50 azaltılmış gübre	7,89 a	17,47 c	0,47 b	16,78 bd
3. %100 azaltılmış (gübresiz)	7,61 ab	18,30 c	0,37 c	14,78 d
4. Kontrol (%100 gübre)+ bakteri	6,50 c	20,30 a	0,40 c	22,35 a
5. %50 azaltılmış + bakteri	6,77 bc	19,90 ab	0,39 c	18,30 bc
6. %100 azaltılmış (gübresiz)+bakteri	6,83 bc	18,03 c	0,37 c	15,92 cd

* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmaktadır (p<0.05).

4.3. Uygulamaların vejetatif gelişme üzerine etkisi

Uygulamaların ağaçların vejetatif gelişimlerine etkisini belirlemek amacıyla yaprak ve sürgün özellikleri alınmıştır. Özgün yaprak ağırlığı, yaprak klorofil miktarı ve sürgün çapı haricinde bakılan tüm özelliklerin ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur (Tablo 4.4).

Yaprak alanı en düşük %100 azaltılmış (gübresiz) gübre uygulamasında elde edilmiştir. Yaman vd. (2022), yaprak alanı değerini Red Chief/M9 kombinasyonunda $30,79 \text{ cm}^2$ ve % 2,98 pozitif bakteri etkisi bulurken Red Chief /MM106 kombinasyonunda $27,92 \text{ cm}^2$ ve % 8,67 pozitif bakteri etkisi bulunmuştur.

Karakurt (2006), en düşük ($13,69 \text{ cm}^2$) yaprak alanı ölçümlerini Starkspur Golden Delicious çeşidinde, en yüksek ($17,89 \text{ cm}^2$) değeri ise Golden Delicious çeşidinde ölçmüştür. OSU 142, A-18 ve BA-8 bakteri uygulamalarının yaprak alanını artırdığı, OSU-7'nin ise yaprak alanında azalmaya neden olduğu belirlemiştir.

Yaprak yaş ve kuru ağırlığı ise en yüksek Kontrol (%100 gübre), %50 azaltılmış gübre ve Kontrol (%100 gübre) + bakteri uygulamalarında ölçülmüştür. Yaprak kuru ağırlığı ile yaprak alanının oranlanması ile hesaplanan özgün yaprak ağırlığı bakımından uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark olmamakla birlikte en yüksek değer %50 azaltılmış gübre uygulamasından elde edilmiştir. Yaprak antosiyanin miktarı en düşük %100 azaltılmış (gübresiz) gübre uygulamasında tespit edilmiştir. Diğer tüm uygulamalar istatistiksel olarak aynı gruba girmiştir. Yaman vd. (2022), SPAD değerini Red Chief/M9 kombinasyonunda 56,35 ve % -0.58 negatif bakteri etkisi ve Red Chief /MM106 kombinasyonunda 54,47 ve % -2.45 negatif bakteri etkisi bulunmuştur.

Çalışmamızda uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark olmamakla birlikte en yüksek yaprak klorofil içeriği değeri %50 azaltılmış gübre uygulamasında ölçülmüştür. En düşük klorofil miktarı ise %100 azaltılmış (gübresiz) gübre uygulamasından elde edilmiştir. Bu uygulamanın bakteri ile birlikte yapılan kombinasyonunda ise yaprak klorofil miktarı yükseldiği belirlenmiştir.

Tablo 4.4. Uygulamalardan elde edilen yaprak alanı, yaprak yaş ve kuru ağırlığı, özgün yaprak ağırlığı, yaprak antosiyanin miktarı ve yaprak klorofil miktarı değerleri

Uygulamalar	Yaprak Alanı* (cm ²)	Yaprak Yaş Ağırlığı* (g)	Yaprak Kuru Ağırlığı* (g)	Özgün yaprak ağırlığı** (g/cm ²)	Yaprak Antosiyanin Miktarı (SPAD)*	Yaprak Klorofil Miktarı (ACI)**
1. Kontrol (%100 gübre)	55,88 a	1,29 a	0,577 a	0,0103	11,55 ab	50,86
2. %50 azaltılmış gübre	53,19 ab	1,27 a	0,574 a	0,0108	11,42 ab	52,35
3. %100 azaltılmış (gübresiz)	46,79 c	1,10 b	0,472 c	0,0101	10,47 b	49,85
4. Kontrol (%100 gübre)+ bakteri	51,97 ac	1,19 ab	0,536 ab	0,0103	12,78 a	50,99
5. %50 azaltılmış + bakteri	49,23 bc	1,06 b	0,495 b	0,0101	11,90 ab	50,26
6. %100 azaltılmış (gübresiz)+bakteri	49,59 bc	1,08 b	0,499 b	0,0101	12,08 ab	50,85

* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmaktadır (p<0.05).

** ÖD: Önemli değil

Ağaçların vegetatif gelişimleri üzerine yapılan uygulamaların etkisini belirlemek amacıyla alınan yaprak rengi ve sürgün özellikleri incelendiğinde sürgün çapı haricinde bakılan tüm özelliklerin ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli (p<0,05) bulunmuştur (Tablo 4.5).

Yaprak rengi parlaklığı belirleyen L değeri bakımından en düşük değer %100 azaltılmış gübre dozu)+Bakteri uygulamasında ölçülmüş, diğer uygulamalar daha yüksek bulunmuş ve aynı istatistiksel gruba girmiştir. Negatif değeri yeşil rengi ifade eden a değeri en düşük %100 gübre uygulamasından elde edilmiştir. Pozitif değeri sarı rengi ifade eden b değeri ise en yüksek bakteri kombinasyonu olmaksızın yapılan Kontrol (%100 gübre dozu), %50 azaltılmış gübre ve %100 azaltılmış gübre uygulamalarında ölçülmüştür.

Uygulamaların sürgün boyu üzerine etkisi incelendiğinde en yüksek değerler Kontrol (%100 gübre), Kontrol (%100 gübre)+ bakteri ve %50 azaltılmış gübre+bakteri uygulamalarında tespit edilmiştir. Sürgün çapı bakımından ise en yüksek değer uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark olmamakla birlikte Kontrol (%100 gübre) uygulamasında ölçülmüştür.

Tablo 4.5. Uygulamalardan elde edilen yaprak rengi, sürgün boyu ve çapı değerleri

Uygulamalar	Yaprak			Sürgün	
	L*	a*	b*	Boy (cm)*	Çapı (mm)**
1. Kontrol (%100 gübre)	35,09 a	-8,00 b	9,38 a	56,33 a	6,70
2. %50 azaltılmış gübre	34,04 ab	-7,33 ab	8,85 ab	44,13 b	6,32
3. %100 azaltılmış (gübresiz)	33,77 ab	-6,99 a	8,39 ac	40,13 b	6,18
4. Kontrol (%100 gübre)+ bakteri	33,68 ab	-6,91 a	8,04 bc	52,93 a	6,10
5. %50 azaltılmış + bakteri	33,53 ab	-6,97 a	8,12 bc	57,73 a	6,16
6. %100 azaltılmış (gübresiz)+bakteri	33,17 b	-6,52 a	7,58 c	42,47 b	6,48

* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmaktadır (p<0.05).

** ÖD: Önemli değil

Karakurt (2006), elma çeşidi ve bakteri uygulamalarına göre sürgün uzunluğunun değişmekle birlikte 15,33 cm ile 63,00 cm arasında değiştiği tespit edilmiştir. Kontrole göre bakteri uygulamaları Starkrimson Delicious, Starkspur Golden Delicious ve Golden Delicious çeşitlerinde sürgün uzunluğunu artırdığını, Starking Delicious çeşidinde değişikliğe neden olmadığını, Granny Smith çeşidinde ise tüm uygulamaların sürgün uzunluğunu azalttığını bildirmiştir. Sürgün çapı bakımından Golden Delicious çeşidinin en düşük (3,95mm), Granny Smith en yüksek değere (5,81mm) sahip olduğu belirlemiştir. Aslantaş vd. (2007), Stark Spur Golden Delicious ve Granny Smith çeşitlerinin M9 ve MM106 anaçlarına aşıli ağaçlarına uyguladıkları *Bacillus* OSU-142, *Pseudomonas* BA-8, *Burkholderia* OSU-7 ve *Bacillus* M-3 bakterilerinin ağaçlarda bitkisel gelişmeyi (sürgün sayısı, uzunluğu ve çapı) artırdığını tespit etmiştir. Karlıdağ vd. (2007), Granny Smith elma çeşidine uyguladıkları üç farklı bakteri suşu ve kombinasyonlarını sonucunda, sürgün uzunluğunun (%16.4-29.6) ve sürgün çapının (%15.9-18.4) arttığını belirlemişlerdir. Bitki büyümesini teşvik eden rizobakterilerin; elma, kayısı, arpa, marul ve domates, yaban mersini, fındık, üzüm, kiraz gibi farklı bitki türlerinde vejetatif gelişmeyi teşvik ettiği bildirilmiştir (Bassil vd., 1991; Rodríguez ve Fraga, 1999; De Silva vd., 2000; Eşitken vd., 2003; Köse vd., 2003; Eşitken vd., 2006; Aslantaş vd., 2007; Pırlak vd., 2007; Ekici vd., 2015). Parıltı (2018), MM106 anacı üzerine aşıli bazı elma fidanlarına *Bacillus subtilis* OSU-142 ve *Bacillus megaterium* M-3 bakteri ırkları uygulamış ve fidan gelişimi üzerine

etkilerini incelemiştir. Bakteri ırklarının kök uygulaması ile fidanlarda vejetatif gelişmede önemli artışlar meydana getirdiğini gözlemlemiştir. 2016 yılında Pink Lady, Golden Delicious ve Red Chief çeşitlerinde bakteri uygulamaları gövde çapını kontrole göre artırmış, 2017 yılında ise bakteri uygulamaları Pink Lady ve Red Chief çeşitlerinde gövde çapını kontrole göre azaltmıştır. Kotan vd. (2021), elma fidanı yetiştiriciliğinde *Bacillus subtilis* içerikli bir mikrobiyal gübre kullandıkları çalışmalarında bakteri kullanımının kontrole oranla sürgün boyunu %65,09, sürgün çapını %22,66 oranında arttığını belirtmişlerdir. Yaman vd. (2022) çalışmalarında sürgün uzunluğunu Red Chief/M9 kombinasyonunda 34,45cm ve %26,50 pozitif bakteri etkisi ve Red Chief /MM106 kombinasyonunda 31.88 cm ve %25,53 pozitif bakteri etkisi bulmuşlardır.

4.4.Uygulamaların yapraktaki makro-mikro besin element içeriği üzerine etkisi

Uygulamaların yapraktaki makro ve mikro besin elementleri üzerine etkileri incelendiğinde ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur (Tablo 4.6-4.7).

Yapraktaki azot (N) miktarı en yüksek Kontrol (%100 gübre), Kontrol (%100 gübre) + bakteri ve %50 azaltılmış + bakteri uygulamalarında tespit edilmiştir. P miktarı en yüksek Kontrol (%100 gübre) ve Kontrol (%100 gübre) + bakteri uygulamasından elde edilmiştir. K miktarı en yüksek %50 azaltılmış gübre uygulamasında ölçülmüştür. Ca miktarı bakteri ile kombine edilen Kontrol (%100 gübre) + bakteri; %50 azaltılmış gübre+ bakteri ve %100 azaltılmış (gübresiz)+bakteri uygulamalarında daha yüksek çıkmıştır. Mg miktarı ise %100 azaltılmış (gübresiz) ve %100 azaltılmış (gübresiz)+bakteri uygulamalarında en düşük bulunmuştur.

Tablo 4.6. Uygulamalar sonucunda elde edilen yapraktaki N, P, K, Ca ve Mg değerleri

Uygulamalar	N (%) [*]	P (%) [*]	K (%) [*]	Ca (%) [*]	Mg (%) [*]
1. Kontrol (%100 gübre)	1,619 ab	0,203 a	0,235 c	2,651 d	0,059 a
2. %50 azaltılmış gübre	1,597 b	0,132 b	0,290 a	3,265 c	0,059 a
3. %100 azaltılmış (gübresiz)	1,532 c	0,121 b	0,220 c	3,298 bc	0,048 b
4. Kontrol (%100 gübre)+ bakteri	1,618 ab	0,191 a	0,270 b	3,467 ab	0,053 ab
5. %50 azaltılmış + bakteri	1,655 a	0,140 b	0,235 c	3,459 ab	0,057 a
6. %100 azaltılmış (gübresiz)+bakteri	1,591 b	0,138 b	0,220 c	3,518 a	0,045 b

^{*} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$).

Fe miktarı en düşük %100 azaltılmış (gübresiz) uygulamasında ölçülürken diğer uygulamalar istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Cu miktarı en yüksek Kontrol (%100 gübre) uygulaması ile %50 azaltılmış gübre uygulamasından elde edilmiştir. Zn miktarı en yüksek %50 azaltılmış gübre uygulamasında tespit edilmiştir. Mn miktarı ise %50 azaltılmış gübre ve %100 azaltılmış (gübresiz) uygulamalarında en düşük bulunmuştur (Tablo 4.7).

Tablo 4.7. Uygulamalar sonucunda elde edilen yapraktaki Fe, Cu, Zn ve Mn değerleri

Uygulamalar	Fe (ppm) *	Cu (ppm) *	Zn (ppm) *	Mn (ppm) *
1. Kontrol (%100 gübre)	202,0 ab	22,40 a	16,90 b	168,0 a
2. %50 azaltılmış gübre	186,0 ab	20,40 a	20,00 a	137,0 b
3. %100 azaltılmış (gübresiz)	181,0 b	9,90 c	14,10 b	133,0 b
4. Kontrol (%100 gübre)+ bakteri	198,0 ab	14,50 b	17,00 b	168,0 a
5. %50 azaltılmış + bakteri	215,0 a	13,15 b	15,07 b	170,0 a
6. %100 azaltılmış (gübresiz)+bakteri	199,0 ab	12,60 b	15,00 b	154,0 ab

* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmaktadır ($p < 0.05$).

Karakurt (2006) çalışmasında yaprak azot içeriği bakımından en düşük (%1,57) değeri Granny Smith çeşidinde, en yüksek (%2,12) değeri Starkrimson Delicious çeşidinde belirlemiştir. Fosfor içeriği bakımından Starking Delicious (1724 ppm) ve Granny Smith (1630 ppm) çeşitlerinin en düşük, Golden Delicious (3895 ppm)'in en yüksek değere sahip oldukları saptamıştır. OSU-142, OSU-7 ve BA-8 uygulamalarının Starking Delicious çeşidinde fosfor içeriğini azalttığını, A-18 ise artışa neden olduğunu bildirmiştir. Potasyum içeriği bakımından Starking Delicious (19359 ppm) ve Granny Smith (18482 ppm) çeşitlerinin en düşük, Starkspur Golden Delicious'un en yüksek (31790 ppm) olduğunu belirlemiştir. Magnezyum miktarı bakımından Golden Delicious çeşidinin en düşük (1186 ppm), Starkspur Golden Delicious çeşidinin en yüksek (1327 ppm) olduğunu, OSU-142 bakteri uygulamasının (1282 ppm), kontrol ve diğer bakteri uygulamalarına göre daha yüksek magnezyum içeriğine sahip olduğu belirlemiştir. Kalsiyum içeriği üzerine çeşit x uygulama interaksyonunu çok önemli bulmuştur. Çeşit ve bakteri uygulamalarına göre değişmekle birlikte sodyum içeriğinin 566-644 ppm değerleri arasında değiştiği belirlenmiştir. Demir içeriğinin ise Starking Delicious'un (17,7 ppm) en düşük, Golden

Delicious'un (45,6 ppm) en yüksek olduğunu, OSU-142 (32,7 ppm) uygulamasının kontrol (27,9 ppm) ve diğer bakteri uygulamalarına göre demir içeriğini arttırdığı saptamıştır. En düşük mangan içeriğine Starking Delicious (25,5 ppm) ve Granny Smith (26,3 ppm), en yüksek mangan içeriğine Starkspur Golden Delicious (54,7 ppm) çeşidinin sahip olduğunu belirlemiştir. Çinko içeriği bakımından Golden Delicious (5,9 ppm) en düşük, Starkspur Golden Delicious (17,2 ppm) en yüksek içeriğe sahip olurken, bakteri uygulamalarından A-18 (17,2ppm) uygulamasının kontrol (12,9 ppm) ve diğer bakteri uygulamalarına göre yapraktaki çinko içeriğinde daha fazla artış sağladığı tespit edilmiştir. Bakır içeriğinin Granny Smith (3,2 ppm) çeşidinde en düşük, Golden Delicious (6,8 ppm) çeşidinde en yüksek oranda bulunduğu belirlemiştir.

Karlıdağ vd. (2007), Granny Smith elma çeşidine üç farklı bakteri suşu ve kombinasyonlarını uyguladıkları çalışmalarında yaprakta Mg hariç tüm besin element içerikleri (N, P, K, Ca, Fe, Mn ve Zn) üzerine bakteri uygulamalarının olumlu etki sağladığını belirlemişlerdir.

Kotan vd. (2021), elma fidanı yetiştiriciliğinde kullandıkları mikrobiyal gübre ile yaprakta bazı besin maddeleri içeriklerini incelemişlerdir. Bakteri kullanımının kontrole göre Cu (%-19,91) hariç yapraktaki tüm parametrelerde artışa sebep olduğu, bu artışların en düşüğünün %0.33 ile yapraktaki Zn miktarında olurken, en yüksek artışın %69.69 oranı ile Mg miktarında meydana geldiği ve bunu sırası ile P (%36.54), N (%27.74), K (%23.64), Mn (%20.52), Ca (%15.17) ve Fe (%6.99)'in izlediğini bildirmişlerdir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bitkisel üretimde ekolojik şartların farklılığı meyvelerin fenolojik, pomolojik ve vegetatif büyüme değerlerinde farklılıklara neden olmaktadır. Genel olarak meyve özellikleri üzerine bitkinin yetiştirildiği bölgenin sıcaklık toplamı, rakımı, yöneyi, vejetasyon periyodu süresi, yetiştirme teknikleri ve tam çiçeklenmeden hasada kadar geçen süre etki etmektedir. Rakımı yüksek alanlarda ve yaylalarda yetişen meyveler rakımı düşük alanlarda ve taban arazilerde yetiştirilenlerden daha dayanıklı olmakta, sıcak bölgelerde yetiştirilen elmalar serin bölgelerde yetiştirilenlere göre daha iri ve basık şekil meydana getirmektedir. Su yetersizliği nedeniyle kurak bölgelerde hücrelerin gelişmemesi sonucunda meyveler daha küçük ve sert olmaktadır. Bitkinin genetik özelliklerinin ortaya çıkabilmesi için ekolojik şartların uygun olması gerekmektedir (Karaçalı 1993; Westwood 1993).

Araştırma, 2022-2023 yıllarında Yozgat'ta 11 yaşında olan elma bahçesindeki MM106 anacına aşılı Red Chief elma çeşidi üzerinde yürütülmüştür. Çalışmada, Kontrol (%100 gübre), %50 azaltılmış gübre, %100 azaltılmış gübre (gübresiz) ve bu gübre uygulamalarının bakteri içeren mikrobiyal gübre ile kombinasyonları kullanılarak meyve verim ve kalitesi ile vegetatif büyüme üzerine etkilerini belirlemek amacıyla kurulmuştur. Meyve ağırlığı en yüksek Kontrol (%100 gübre dozu)+Bakteri uygulaması (170,57 g) ile %50 azaltılmış gübre dozu+Bakteri (164,30 g) uygulamalarından elde edilmiştir. En düşük meyve ağırlığı ise %100 azaltılmış gübre dozundan (gübresiz) (103,18 g) tespit edilmiştir. Meyve eti sertliği (kg/cm^2), en yüksek Kontrol (%100 gübre), %50 azaltılmış gübre ve %100 azaltılmış (gübresiz) uygulamalarında ölçülmüştür. Meyve eti sertliği en düşük 6,50 kg/cm^2 ile Kontrol (%100 gübre) + bakteri uygulamasından elde edilmiştir. Suda çözünebilir kuru madde içeriği %20,30 Brix değeri ile Kontrol (%100 gübre) + bakteri ve %19,90 Brix değeri ile %50 azaltılmış + bakteri uygulamalarında ölçülmüştür. Titre edilebilir asit miktarı ise en yüksek %0,59 ile Kontrol (%100 gübre) uygulamasında belirlenmiştir. Her tekerrüre ait ağaçlardaki meyveler ayrı ayrı toplanarak elde edilen ağaç başı verim değerleri en yüksek Kontrol (%100 gübre)+bakteri (22,35 kg/ağaç) ve Kontrol (%100 gübre) uygulamalarından (19,63 kg/ağaç) elde edilmiştir. Uygulamaların sürgün boyu üzerine etkisi incelendiğinde en yüksek değerler Kontrol (%100 gübre), Kontrol (%100 gübre)+ bakteri ve %50 azaltılmış gübre+bakteri uygulamalarında tespit edilmiştir.

Yapraktaki azot (N) miktarı en yüksek Kontrol (%100 gübre), Kontrol (%100 gübre) + bakteri ve %50 azaltılmış + bakteri uygulamalarında tespit edilmiştir. P miktarı en yüksek Kontrol (%100 gübre) ve Kontrol (%100 gübre) + bakteri uygulamasından elde edilmiştir. K miktarı en yüksek %50 azaltılmış gübre uygulamasında ölçülmüştür.

Bakteriler, bitkide oksin, giberellin ve sitokinin gibi hormonların sentezini artırabilme kabiliyetine sahip olmaları sayesinde bitkinin vejetatif büyüme ve gelişimini arttırıcı etkiye sahiptirler (Aslantaş vd., 2007; Eşitken vd., 2010; Gerçekcioğlu vd., 2018).

Bakteri uygulaması sonucunda bitkinin yaprak alanındaki artış fotosentez etkinliğini arttırmakta ve meyve kalite kriterleri buna paralel olarak olumlu yönde etkilenmektedir. Sonuç olarak, bitki büyümesini teşvik edici bakteri içeren mikrobiyal gübrelerin elmada kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

6. KAYNAKLAR

- Acar, O. (2018). *Bitki Büyümesini Artırıcı Rizobakterilerin Narda Bitki Gelişimi, Verim ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri* (Yayın No:530763). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Adesemoye, A. O. & Kloepper, J. W. (2009). Plant-microbes interactions in enhanced fertilizer-use efficiency. *Appl Microbiol Biotechnol.*, 85 (1), 1-12. <https://doi.org/10.1007/s00253-009-2196-0>
- Adesemoye, A. O., Torbert, H. A. & Kloepper, J. W. (2009). Plant growth-promoting rhizobacteria allow reduced application rates of chemical fertilizers, *Microbial Ecology*, 58 (4), 921-929.
- Akgül, M. & Başayığit, L. (2005). Süleyman Demirel Üniversitesi çiftlik arazisinin detaylı toprak etüdü ve haritalanması, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(3):1-10.
- Aksoy, U. (1999). Ekolojik Tarımdaki Gelişmeler. Ekolojik Tarım Organizasyonu Derneği. s:30-35. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı İzmir İl Müdürlüğü, İzmir. https://kutuphane.tarimorman.gov.tr/pdf_goster?file=0f351e5782ad4283f6c117aaf8f42e5d#book/35
- Altın, N. & Bora, T. 2005. Bitki Gelişimini Uyarayan Kök Bakterilerinin Genel Özellikleri ve Etkileri. *ANADOLU, J. of AARI*, 15 (2) 2005, 87 – 103.
- Anonim (2023a). <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/G%C3%BCbre%20Sekt%C3%B6r%20Politika%20Belgesi%202018-2022.pdf>
- Anonim (2023b). <http://www.elmatarim.com.tr/tr/m/elma-cesitleri/red-chief.html>
- Anonim (2023c). <https://yozgat.afad.gov.tr/kurumlar/yozgat.afad/Yozgat-IRAP.pdf>
- Anonim (2023d). <https://www.google.com/maps/place/Gedikhasan%C4%B1,+66702+Gedikhasan%C4%B1%2FSorgun%2FYozgat/@39.5853714,35.1620609,16z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x407fc0779c7fcdcb:0xeffc643725e45308!8m2!3d39.5842!4d35.1658689!16s%2Fg%2F11h1sz68h?entry=ttnu>
- Anonim (2023e). <https://www.emturkey.com.tr/em-a/>
- Anonim (2023f). <https://www.konicaminolta.com.tr/tr-tr/urunler/olcum-cihazlari/renk-olcumu/renk-olcer/cr-400-cr-410>
- Antoun, H., Prévost, D. (2005). Ecology of Plant Growth Promoting Rhizobacteria. In: Siddiqui, Z.A. (eds) PGPR: Biocontrol and Biofertilization. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/1-4020-4152-7_1 Online ISBN: 978-1-4020-4152-5, 1-38.
- Arıkan, Ş., İpek, M., Pırlak, L. (2013). *Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield and fruit quality of quince*. International Conference on Agriculture and Biotechnology, 10.7763/IPCBE. V60. 19
- Arıkan, Ş., İpek, M. & Pırlak, L. (2015). Konya ekolojik şartlarında bazı elma çeşitlerinin fenolojik ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Türk Tarım — Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(10): 811-815.

- Arıkan, A. (2020). *Elmalı-Antalya Yöresinde Red Chief Elma Çeşidinin Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi*. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 55 sf.
- Aslantaş, R., Çakmakçı, R. & Şahin, F. (2007). Effect of plant growth promoting rhizobacteria on young apple tree growth and fruit yield under orchard conditions. *Scientia Horticulturae*, 111 (4), 371-377.
- Aşkın, A., Bayram, Y., Turabi, M.S. (2014). *Mikrobiyal Gübre ve Bitki Koruma Ürünü Olarak Mikroorganizmaların Kullanımı*. Mikrobiyal Gübre Çalıştayı, 119-124.
- Atay, E., Pırlak, L. & Atay, A. N. (2009). Elmalarda meyve büyüklüğünü etkileyen faktörler. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 46 (2): 137-144.
- Atılğan, H., Mısırlı, A., Özaktan, H., Şen, F., Bilgin, N.A. (2019). Effects of bacteria and compost tea applications on fruit characteristics, yield and nutrient content on Salihli sweet cherry variety. *Journal of Agricultural Faculty of Ege University*, 56 (4):409-415.
- Barlóg, P. & Grzebisz, W. (2004). Effect of timing and nitrogen fertilizer application on winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). II. Nitrogen uptake dynamics and fertilizer efficiency. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 190 (5), 314-323.
- Bassil, N. V., Proebsting, W. M., Moore, L. W. & Lightfoot, D. A. (1991). Propagation of hazelnut stem cuttings using *Agrobacterium rhizogenes*. *HortScience*, 26 (8), 1058-1060.
- Bayav, A. & Karli, B. (2020). Isparta ve Karaman illerinde elma üretim maliyetinin karşılaştırılması. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 225-236.
- Baytekin, S. (2006). *Tokat ili Turhal ilçesi ekolojik koşullarında farklı klon anaçları üzerine aşılı bazı elma çeşitlerinin performansları*. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Bahçe Bitkileri A.B.D., Yüksek Lisans Tezi. Tokat. 63 s.
- Baytekin, S. & Akça, Y. (2011). MM 106 Anacı üzerindeki bazı elma çeşitlerinin performanslarının belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 21(2), 127-33. Van.
- Burak, M., Öz, F. & Bulagay, A.N. (1995). Marmara Bölgesi İçin Ümitvar Elma Çeşitleri-III. *Bahçe*, 24 (1-2): 79-91.
- Burak, M., Büyükyılmaz, M. & Öz, F. (1997). *Granny Smith Elma Çeşidinin Farklı Anaçlar Üzerindeki Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi*. Yumuşak Çekirdekli Meyveler Sempozyumu Bildirileri. 2-5 Eylül 1997, Yalova, 61-68.
- Ceylan, F. (2008). *Bodur ve yarı bodur anaçlar üzerine aşılı bazı elma çeşitlerinin Niğde ekolojik şartlarında fenolojik ve pomolojik özelliklerinin tespiti*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 56 s.
- Cice, D., Ferrara, E., Magri, A., Adiletta, G., Capriolo, G., Rega, P., Di Matteo, M., Petriccione, M. (2023). Autochthonous Apple Cultivars from the Campania Region (Southern Italy): Bio-Agronomic and Qualitative Traits. *Plants*, 12, 1160. <https://doi.org/10.3390/plants12051160>
- Çakmakçı, R. (2005). Bitki Gelişiminde Fosfat Çözücü Bakterilerin Önemi. *S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (35): 93-108.

- De Silva, A., Patterson, K., Rothrock, C. & Moore, J. (2000). Growth promotion of highbush blueberry by fungal and bacterial inoculants. *HortScience*, 35 (7), 1228-1230.
- Doğan, F.N., Karpuzcu, M.E. (2019). Türkiye’de tarım kaynaklı pestisit kirliliğinin durumu ve alternatif kontrol tedbirlerinin incelenmesi. *Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Bilim Dergisi*, 25(6), 734-747.
- Einhorn, T. & Caspari, H.W. (2004). *Partial rootzone drying and deficit irrigation of Gala apples in semi-arid climate*. In: (Ed.: Synder, R.L.) ISHS Acta Horticulturae 664: IV International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops, 31 December 2004.
- Ekici, M., Yıldırım, E. & Kotan, R. (2015). Bazı bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin brokkoli (*Brassica oleraceae* L. var. *italica*) fide gelişimi ve fide kalitesi üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(2): 53-59.
- Ekinci, E. (2010). *Farklı ürün yükü uygulamalarının elma ağaçlarının vejetatif gelişimi ve meyve kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi*. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Isparta, 95 s.
- Ertürk, A. S. (2015). *Bitki büyümesini teşvik edici Rizobakteri (PGPR) uygulamasının Eşme ayva çeşidinde (Cydonia vulgaris L.) meyve özellikleri ve bitki gelişmesi üzerine etkileri*. Yüksek Lisans Tezi. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 52sf.
- Eşitken, A., Karlıdağ, H., Ercişli, S., Turan, M. & Şahin, F. (2003). The effect of spraying a growth promoting bacterium on the yield, growth and nutrient element composition of leaves of apricot (*Prunus armeniaca* L. cv. Hacıhaliloglu). *Australian Journal of Agricultural Research*, 54 (4), 377-380.
- Eşitken, A., Pırlak, L., Turan, M., Şahin, F. (2006). Effects of floral and foliar application of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrition of sweet cherry. *Scientia Horticulturae*, 110 (4): 324-327.
- Eşitken, A., Yıldız, H.E., Ercişli, S., Dönmez, M.F., Turan, M., Güneş, A. (2010). Effects of plant growth promoting bacteria (PGPB) on yield, growth and nutrient contents of organically grown strawberry. *Scientia Horticulturae*, 124: 62-66.
- FAO (2023). Food and Agriculture Organization of the United. www.fao.org (Erişim tarihi: 15.11.2023)
- Gerçekcioğlu, R., Ertürk, A., Öz Atasever, Ö. (2018). Bitki büyümesini teşvik edici rizobakteri (PGPR) uygulamasının Eşme ayva çeşidinde (*Cydonia vulgaris* L.) verim ve meyve özellikleri üzerine etkileri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35(3), 209-216.
- Gruber, N. & Galloway, J. N. (2008). An Earth-system perspective of the global nitrogen cycle. *Nature*, 451 (7176), 293-296.
- Gruhn, P., Goletti, F. & Yudelman, M. (2000). *Integrated nutrient management, soil fertility, and sustainable agriculture: current issues and future challenges*, Intl Food Policy Res Inst, p.27. https://www.google.com.tr/books/edition/Integrated_Nutrient_Management_Soil_Fe_r/wgPhCXJ04cgC?hl=en&gbpv=1&pg=PP1&printsec=frontcover

- Güneş, A., Turan, M., Şahin, F. & Haliloğlu, K. (2012). Organik tarımda biyogübrelerin kullanımı. <https://docplayer.biz.tr/20773345-Organik-tarimda-biyogubrelerin-kullanimi-adem-gunes-1-metin-turan-1-fikrettin-sahin-2-kamil-haliloglu-3.html> (Erişim tarihi: 13/12/2023).
- IFA (2022). <http://www.fertilizer.org/ifa> (Erişim tarihi: 13/12/2023).
- Janick J., Cummins., J.N., Brown S.K., Hemmat M. (1996). *Apples*. In: Janick, J., Moore, J.N. (eds.), *Fruit Breeding, Tree and Tropical Fruits* 1, 1-78.
- Kacar, B. (1972). *Chemical analysis of plant and soil, II. Plant Analysis*. Ankara University Agricultural Faculty Publications. No:453, Ankara, Turkey.
- Kacar, B. (1994). *Toprak Analizleri. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III*. A.Ü. Zir. Fak. Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No: 3, sf: 705, Ankara.
- Karaçal, İ. & Tüfenkçi, Ş. (2010). *Bitki beslemede yeni yaklaşımlar ve gübre – çevre ilişkisi*. VII Teknik Kongre, sf:257-268.
- Karaçalı, İ. (1993). *Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazarlanması. Hasat Öncesi Dönemde Gelişmeyi Etkileyen Faktörler*. Ege Üniversitesi Yayınları, No: 494, 444s, İzmir.
- Karakurt, H. (2006). *Bazı Bakteri Irklarının Elmada Meyve Tutumu, Meyve Özellikleri Ve Bitki Gelişmesi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 86 sf.
- Karakurt, H., Aslantas, R. (2010) Effects of some plant growth promoting rhizobacteria treated twice on flower thinning, fruit set and fruit properties on apple. *African Journal of Agricultural Research*, 5(5): 384-388.
- Karlıdağ, H., Eşitken, A., Turan, M., Şahin, F. (2007). Effects of root inoculation of plant growth promoting rhizobiacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient element contents of apple. *Scientia Horticulture*, 114: 16-20.
- Katırcıoğlu, H. (2014). *Mikrobiyal gübre Sekonder Metabolitleri ve Roller*. Mikrobiyal Gübre Çalıştayı, 23-24 Ekim 2014, Kastamonu, 29-32.
- Kaynaş, K., Kocakurt, Ş. & Sakaldaş, M. (2011). *Çanakkale yöresinde yetiştirilen “Eşme” ayva çeşidinde hasat sonrası I-methylcyclopropane uygulamalarının meyve kalitesine olan etkileri*. Türkiye VI. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 4- 8 Ekim 2011, Şanlıurfa, s:109-116.
- Kıraç, A.M. (2016). *Kısıntılı ve kısmi kök kuruluğu sulama tekniklerine MM 106 anaçlı “Red Chief” elma çeşidinin tepkilerinin belirlenmesi*. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Doktora tezi, Kahramanmaraş, 141 s.
- Kotan, R., Tozlu, E., Güneş, A., Dadaşoğlu, F. (2021). Elma Fidan Yetiştiriciliğinde *Bacillus subtilis* İçerikli Bir Mikrobiyal Gübrenin Kullanım Olanaklarının Belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 52 (1): 46-55.
- Köse, C., Güteryüz, M., Şahin, F. ve Demirtiş, I. (2003). Effects of some plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on rooting of grapevine rootstocks. *Acta Agrobotanica*, 56 (1-2), 47-52.
- Khush, G. S. (2012). Genetically modified crops: The fastest adopted crop technology in the history of modern agriculture. *Agriculture & Food Security*, 1(1), 14.

- Kucharski, J., Ciecko, Z. Niewolak, T. & Niklewska-Larska, T. (1996). Activity of microorganisms in soils of different agricultural usefulness complexes fertilized with mineral nitrogen. *Acta Acad Agric Tech.-Olst.* 62, 25–35.
- Küçük, E. 2010. *Farklı terbiye sistemlerinin M26 ve MM106 anaçları üzerine aşı Braeburn ve Red Chief elma çeşitlerinde ağaçlarının, gelişimi, verim ve meyve kalitesi üzerine etkileri*. Doktora Tezi. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Tokat, 76 s.
- Lakatos, L., Biniak- Pieróg, M. and Żyromski, A. (2012). Effect of night and day temperature on the cover colour and quality parameters of apple. *Journal of Water and Land Development*. 16 (I—VI): 23—28.
- Lindsay, W.L. and Norwell, W.A. (1978) Development of DTPA of Soil Test for Zn, Fe, Mn and Cu. *Journal of American Soil Science*, 42, 421-428. <http://dx.doi.org/10.2136/sssaj1978.03615995004200030009x>
- Lombardini, L. Caspari, H.W., Elfving, D.C., Auvil, T.D. & McFerson, J.R. (2004). Gas Exchange and Water Relations in 'Fuji' Apple Trees Grown under Deficit Irrigation. XXVI International Horticultural Congress: Key Processes in the Growth and Cropping of Deciduous Fruit and Nut Trees. *ISHS Acta Horticulturae* 636: 43—50.
- Lonhienne, T., Mason, M. G., Ragan, M. A., Hugenholtz, P., Schmidt, S. ve Paungfoo-Lonhienne, C. (2014). Yeast as a Biofertilizer Alters Plant Growth and Morphology. *Crop Science*, 54 (2), 785-790.
- Lott, W.L., Nery, J.P., Gall, J.R. & Medcoff, J.C. (1956). *Leaf Analysis Techniques in Coffee Research*. IBEC Res. Inst. Pub. No: 9.
- Lucy, M., Reed, E. ve Glick, B. R. (2004). Applications of free living plant growth-promoting rhizobacteria. *Antonie van Leeuwenhoek*, 86 (1), 1-25.
- Marschner, H. (2012). *Mineral nutrition of higher plants*. Third Edition, ISBN : 978-0-12-384905-2, Academic Press is an imprint of Elsevier.
- Morgan, J. & Richards, A. (1993). *The Book of Apples*. London: Ebury Press, 1993. First Edition, Second Printing Hardcover. ISBN: 9780091777593.
- Öz, F., Burak, M., Büyükyılmaz, M., Özelkök, S. & Ergun, M.E. (1994). Elma Sık Dikim Denemesi. *Bahçe*. 23(1-2):93-103.
- Öz, F. & Bulagay, A.N. (1982). *Elma ve elma yetiştiriciliği*. Atatürk Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü, Yalova, Yayın No: 13, 92 sf.
- Özbek, S. (1978). *Özel meyvecilik (Kışın Yaprağını Döken Meyve Türleri)*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakùltesi Yayınları No: 128, Ders Kitabı: 11, Adana.
- Özçağır, R., Ünal, A., Özeke, E. & İsfendiyoğlu, M. (2004). *Ilıman İklim Meyve Türleri, Yumuşak Çekirdekli Meyveler*. Cilt II. Bornova İzmir, Ege Üniversitesi Basımevi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakùltesi Yayınları: 556, 200 s.
- Öztürk, B., Yıldız, K., Özkan, Y., Çekiç, Ç. & Kılıç, K. (2011). *Red Chief Elma Çeşidinde, AVG'nin Hasat Önü Döküm ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkisi*. Türkiye VI. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Şanlıurfa, (4-8 Ekim 2011).

- Öztürk, B., Özkan, Y., Yıldız, K., Çekiç, Ç. & Kılıç, K. (2012). Red Chief elma çeşidinde Aminoethoxyvinylglycine'nin (AVG) Ve Naftalen Asetik Asit'in (NAA) hasat önü döküm ve meyve kalitesi üzerine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(3):120-126.
- Parıltı, Z. (2018). *Bitki Büyümesini Teşvik Eden Rizobakterilerin Mm106 Anacı Üzerine Aşılı Bazı Elma Çeşitleri Fidanlarında Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri*. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 34 sf.
- Pırlak, L., Turan, M., Sahin, F. & Esitken, A. (2007). Floral and foliar application of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) to apples increases yield, growth, and nutrient element contents of leaves. *Journal of sustainable agriculture*, 30(4), 145-155.
- Polat, M. (2005). *Ankara (Ayaş) Koşullarında Organik Çilek Yetiştiriciliği Olanaklarının Araştırılması*. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Doktora Tezi, 116 s, Ankara.
- Robinson, N., Brackin, R., Vinall, K., Soper, F., Holst, J., Gamage, H., Paungfoo-Lonhienne, C., Rennenberg, H., Lakshmanan, P. & Schmidt, S. (2011). Nitrate paradigm does not hold up for sugarcane. *PLoS One*, 6 (4), e19045.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., Lambin, E. F., Lenton, T. M., Scheffer, M., Folke, C. & Schellnhuber, H. J. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461 (7263), 472-475.
- Rodríguez, H. & Fraga, R. (1999). Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. *Biotechnology advances*, 17 (4), 319-339.
- Sabır, F.K., İpek, M., Arıkan, Ş. & Pırlak, L. (2011). Konya yöresinde yetiştirilen bazı elma çeşitlerinde (I-MCP) uygulamalarının depolama süresi ve kalite üzerine etkileri. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 1(1): 15- 27.
- Satıcı, F. (2011). *Granny Smith ve Red Chief elmasının Aloe vera özütü ile biyo muhafazası*. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş. 45 s.
- Shaharoon, B., Naveed, M., Arshad, M. & Zahir, Z. A. (2008). Fertilizer-dependent efficiency of Pseudomonads for improving growth, yield, and nutrient use efficiency of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Appl Microbiol Biotechnol*, 79 (1), 147-155.
- Sharpley, A. N., Weld, J. L., Beegle, D. B., Kleinman, P. J., Gburek, W., Moore, P. & Mullins, G. (2003). Development of phosphorus indices for nutrient management planning strategies in the United States. *Journal of Soil and Water Conservation*, 58 (3), 137-152.
- Siddiqui, Z. A. (2005). *PGPR: prospective biocontrol agents of plant pathogens*. In: *PGPR: biocontrol and biofertilization*, Eds: Springer, p. 111-142.
- TÜİK. (2023). Türkiye İstatistik Kurumu, www.tuik.gov.tr (Erişim tarihi: 15.11.2023)
- Westwood, M.N. (1993). *Temperate-Zone Pomology. Physiology and Culture*, Third Edition. Timber Pres, 523 pages, Oregon, USA.
- Vessey, J.K. (2003). Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soil*, 255, 571-586.

- Yaman, M., Yıldız, E., Sümbül, A., Sönmez, O. (2022). Elmada Farklı Anaç-Çeşit Kombinasyonlarında Rizobakteri Uygulamasının Meyve Kalite Parametrelerine Etkisi. *Çukurova Tarım Gıda Bil. Der.* 37(1): 21-29. doi: 10.36846/ CJAFS.2022.69
- Zengin, M. (2007). *Organik Tarım*. Hasad Yayıncılık LTD. ŞTİ., 135s. İstanbul.
- Zokaee-Khosroshahi, M., Esna-Ashari, M., Ershadi, A. & Imani, A. (2014). Morphological changes in response to drought stress in cultivated and wild almond species. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 1 (1), 79-92.



Ali ZEHİR

Yüksek Lisans Tezi

YOZGAT 2024