



# Arbuskular mikorizal mantarlar ile rizobakterilerin birlikte uygulanmalarının kireçli topraklarda organik çilek yetiştiriciliğinde verim ve kalite unsurları üzerine etkileri

## *Effects of the combined inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth-promoting rhizobacteria on yield and quality in organic strawberry cultivation in alkaline soils*

Gülden BALCI<sup>1\*</sup>, Aysen KOÇ<sup>2</sup>, Yaşar ERTÜRK<sup>3</sup>, Hakan KELES<sup>4</sup>, Tuğba KILIÇ<sup>5</sup>,  
Nalan BAKOĞLU<sup>6</sup>

<sup>1,2,4,5</sup>Bozok Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Yozgat, Türkiye

<sup>3</sup>Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Kırşehir, Türkiye

<sup>6</sup>Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Tarım ve Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Rize, Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-8681-0383>; <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-9766-721X>; <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0003-2525-0260>;

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-8225-931X>; <sup>5</sup><https://orcid.org/0000-0002-1764-8925>; <sup>6</sup><https://orcid.org/0000-0002-1764-8925>;

### To cite this article:

Balci, G., Koç, A., Ertürk, Y., Keles, H., Kılıç, T., & Bakoğlu, N. (2021). Arbuskular mikorizal mantarlar ile rizobakterilerin birlikte uygulanmalarının kireçli topraklarda organik çilek yetiştiriciliğinde verim ve kalite unsurları üzerine etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25(4): 448-456.  
DOI: 10.29050/harranziraat.887205

### \*Address for Correspondence:

Gülden BALCI

e-mail:

gulden.balci@bozok.edu.tr

### Received Date:

29.03.2021

### Accepted Date:

02.09.2021

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at [www.dergipark.gov.tr/harranziraat](http://www.dergipark.gov.tr/harranziraat)



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

### ÖZ

Denemede; fosfat çözen ve azot fiksetme özelliklerine sahip bakteri karışımlarından oluşan PGPR formülasyonu (*Stenotrophomonas acidaminiphila* RC 251+ *Lysobacterenz. enzymogenes* RC 697) ve bazı *Glomus* türlerini içeren arbuskular mikorizal mantarların birlikte kullanımının Yozgat ekolojisinde organik çilek yetiştiriciliğinde verim ve kalite üzerine etkileri araştırılmıştır. Araştırmada Albion ve Portola nötr gün çilek çeşitleri kullanılmıştır. Bazı mikroorganizmaların yüksek pH'lı toprak koşullarında organik çilek yetiştiriciliğinde verim ve kalite üzerine etkilerini belirlemek için bitki başına verim (g bitki<sup>-1</sup>), meyve ağırlığı (g), suda çözünebilir kuru madde miktarı (%), titre edilebilir asitlik (%), C vitamini (mg 100 g<sup>-1</sup>) ve L, a, b renk değerleri tespit edilmiştir. Araştırmada, tüm mikroorganizma uygulamaları kontrol grubuna göre her iki çeşitte de yüksek verim sağlamışlardır. Albion çeşidinde her iki yılda da meyve irilikleri üzerine mikroorganizma uygulamalarının önemli bir etkisi bulunmamıştır. Portala çeşidinde ise en iri meyveler mikoriza uygulamalarından elde edilmiştir. Kalite kriterleri incelendiğinde mikoriza uygulamalarının daha iyi sonuç verdiği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Çilek, Arbuskular mikorizal mantarlar, PGPR, Organik yetiştiricilik, Yozgat

### ABSTRACT

In the trial; Applications of PGPR isolates (*Stenotrophomonas acidaminiphila* RC 251+ *Lysobacterenz enzymogenes* RC 697), and arbuscular mycorrhizal fungi (contain 8 *Glomus* spp.), their effects on yield and quality in organic strawberry cultivation in Yozgat ecology have been investigated. In this study, neutral day strawberry varieties of Albion and Portola had been chosen. In order to determine the effects of some microorganisms on yield and quality in organic strawberry cultivation under high pH soil conditions, yield per plant (g plant<sup>-1</sup>), fruit weight (g), water soluble solid content (%), titratable acidity (%), C Vitamin (mg 100 g<sup>-1</sup>) and L, a, b color values had been determined. In the research; all microorganism applications provided higher yields in both varieties compared to the control group. In the Albion variety, no significant effect of microorganism applications on fruit sizes had been found in both years. In the Portala variety, the largest fruits were obtained from mycorrhiza applications. When the quality criteria are examined, it is determined that mycorrhiza applications give better results.

**Key Words:** Strawberry, Mycorrhiza, PGPR, Organic growing, Yozgat

## Giriş

Türkiye değişik iklim ve toprak özellikleri nedeniyle çilek yetiştiriciliğinde önemli bir potansiyele sahiptir. 2018 FAO verilerine göre dünyada 372361 ha'lık alanda 8 337 099 ton çilek üretilmiştir (FAO, 2021). Üretimde ilk sırayı Amerika Birleşik Devletleri alırken (1 266 272 t) Meksika (653639 t), Türkiye (440968 t), İspanya (344679 t) gibi ülkelerinde önemli miktarlarda çilek ürettikleri görülmektedir (FAO, 2021). Türkiye'de 2019 yılında toplam 16102 da alanda 440968 t çilek üretimi gerçekleşmiştir. Üretimde ilk sırayı toplam çilek üretiminin % 38.2' lük kısmını karşılayan Mersin (168654 t) alırken, bunu Aydın (67402 t) Antalya (560669 t) ve Bursa (48465t) illeri izlemiştir (TÜİK, 2021).

Klasik tarıma alternatif olarak geliştirilen organik tarım, modern tarımın tüm imkânlarından yararlanarak, doğal kaynakların ve enerjinin optimum kullanımı ile optimum verim alınan bir üretim sistemidir.

Kimyasal gübrelerin ve pestisitlerin doğa üzerinde yaptığı onarılamaz tahribatlar insanı sağlığını sağlıklı, sürdürülebilir ve daha iyi bir verim ve kalite beklentisini gerçekleştirme zorunlu kılan alternatif arayışlara itmiştir. Bu alternatiflerden birisi de bitki gelişimini teşvik eden bakteriler (PGPR:Plant growth-promoting rhizobacteria) ile Arbuskular Mikorizal Mantarların (AMF:arbuscular mychoorhizal fungi toprak kökenli, yaşamlarını genelde toprakta geçiren mikroorganizmaların) tarımsal üretimde kullanılmasıdır. Bu mikroorganizmaların, bitkilerin gelişiminin farklı evrelerinde doğrudan ve dolaylı olarak olumlu etkilerle doğal denge içerisinde üretim yapılmasına imkân tanıyabileceklerine dair çok sayıda çalışma yürütülmüştür.

Rizobakterilerin sera ve tarla koşullarında çilekte fide kalitesine ait değerleri olumlu şekilde

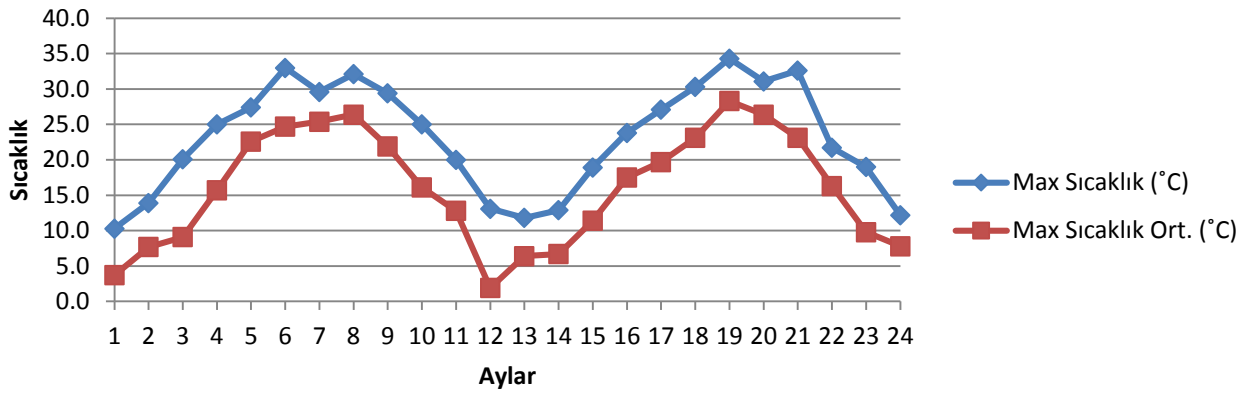
artırılacağı, kümülatif verim ve bitki başına verimi olumlu yönde etkilediği, ayrıca bitki besin içeriğini artırdıkları da saptanmıştır. Arbuskular mikorizal mantar uygulamalarının ise çilekte topraksız koşullarda bitki gelişimi, meyve kalitesi ve özellikle de erkencilik bakımından olumlu etkilerinin olduğu ortaya konulmuştur (Ertan ve ark., 2007). Ayrıca iki farklı gruptaki bu mikroorganizmanın birlikte kullanımlarının da kullanılan mikroorganizmalara göre değişmekle birlikte bazen daha etkili olabildiği, meyvedeki fenolik maddelerde ciddi artışlar sağlayabileceği (Lingua ve ark., 2013), yapraklardaki klorofil a ve b içeriklerini artırdığı bu artışların da yaprak transpirasyon ve CO<sub>2</sub> içeriklerindeki yükselmeden kaynaklanabileceği bildirilmiştir (Mikiciuk ve ark., 2019).

Yarı kurak alanların yüksek pH'lı topraklarında çilek yetiştiriciliği yapıldığında bazı olumsuzluklarla karşı karşıya kalınmaktadır. Verim kayıpları, bitki gelişiminde yavaşlama ve özellikle Fe alımından kaynaklanan kloroz sıklıkla ortaya çıkmaktadır. Bundan dolayı araştırmada karasal iklim, yüksek pH ve organik madde içeriğince fakir toprak özelliklerine sahip Yozgat koşullarındaki parseller tercih edilmiş ve bazı mikroorganizmaların organik çilek yetiştiriciliğinde verim ve kalite üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Metot

Araştırma; Yozgat Bozok Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ne ait deneme parsellerde (1111 m, 39° 35' 07" K ve 35° 09' 35"D), "Albion" ve "Portola" nötr gün çilek çeşitleri kullanılarak açık arazide 2013-2014 yılları arasında yürütülmüştür.

Deneme boyunca sıcaklık verileri kaydedilmiş ve tespit edilen en yüksek sıcaklık ve ortalama sıcaklık Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. 2013-2014 yıllarına ait sıcaklık değerleri  
Figure 1. temperature values for years 2013-2014

### Uygulanan mikroorganizmalar

Araştırmada kullanılan bakteriler, Rize ve Trabzon yöresindeki 56 farklı agroklimatik lokasyondaki çay rizosferi topraklarından izole edilmiş, MIDI sistem metotlarına göre FAMES analizi ve BIOLOG sistemine göre tanılanmıştır. Uygun metotlarla hazırlanan örneklerde FAMES ekstraktı gaz kromatografisinde (HP 6890 Hewlett Packard, Palo Alto, CA) silika kapılar kolon ile %5 phnylmethyl silikon kullanılarak ayrılmış, parametreler bilgisayar programı ile otomatik olarak belirlenmiştir. Pik tanısı kalibrasyon

standartlarına göre yapılmış (Microbial ID 1200-A) her bir bakteriye ait FAME profil TSBA 40 ve MIS datalarına göre tespit edilmiştir. Bakterilerin fosfat çözme ve azot fiksetme kapasiteleri Çakmakçı ve ark. (2010) tarafından bildirildiği şekliyle tespit edilmiştir. Bu bakteri izolatları fosfat çözme yeteneğine ve azot fiksetme özelliğine sahip olan kombinasyon: *Stenotrophomonas acidaminiphila* RC 251+ *Lysobacterenz. enzymogenes* RC 697 suşlarından oluşmakta ve bu izolatlarla ait laboratuvar test sonuçları aşağıdaki gibidir.

Çizelge 1. Kullanılan izolatlarla ait laboratuvar test sonuçları  
Table 1. Laboratory test results of the isolates used

MIS Tanı Sonucu	Oksidaz Test	Katalaz Test	N-free Ortamda Gelişme	Sükroz Test	NBRIP-BPB Ortamda Gelişme	Amilaz Test
<i>Stenotrophomonas acidaminiphila</i>	+	+	Z+	-	+	-
<i>Lysobacterenz. enzymogenes</i>	+	+	Z+	-	+	-

Arbuskular mikorizal mantarlar olarak toz formunda %23 oranında *Glomus intraradices* - %21, *Glomus aggregatum*-%20, *Glomus mosseage*- %20, *Glomus clarum*-% 1, *Glomus monosporus*-%1, *Glomus deserticola*-% 1, *Glomus brasilianum*- %1, *Glomus etunicatum*- %1 ve *Gigaspora margarita*-%1) içeriğine sahip ticari preparat kullanılmıştır (ERS™).

### Toprak hazırlığı ve bahçenin kurulması

Denemenin yürütüldüğü bahçenin verimlilikle ilgili toprak özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir. Toprak hazırlığında dekara 5 ton olacak şekilde yanmış çiftlik gübresi serilmiş ve toprakla karıştırılmıştır. Çilek masuraları üst genişliği 70 cm taban genişliği 100 cm ve yüksekliği 25-30 cm olacak şekilde hazırlanarak siyah polietilen örtü ile

malçlanmıştır.

Bakteri izolatları. Nutrient Broth (NB) besiyerinde 25°C'de 24 saat süreyle geliştirilen taze kültürlerinden distile su ile hazırlanan süspansiyonları son konsantrasyonları 109 hücre/ml olacak şekilde seyreltilmiştir. Her uygulamaya ait çilek fidelerinin kökleri 60 dk süre ile bakteri süspansiyonları içinde bekletilmiştir.

Arbuskular mikorizal mantar olarak kullanılan preparat ise dikim öncesinde 10 litre su içerisine 250 g toz halindeki pakedi karıştırılmış ve bu solüsyona çilek fidelerinin kökleri 30 sn süreyle batırılarak inokulasyon sağlanmıştır. İkinci yıl ise aynı uygulamalar bitkilerin kök rizosferine enjeksiyon metodu ile tekrarlanmıştır. Kontrol grubundaki bitkilere herhangi bir uygulama yapılmamıştır.

Çizelge 2. Denemenin yürütüldüğü bahçenin verimlilikle ilgili toprak özellikleri

Table 2. Soil characteristics for fertility of the garden where the trial was conducted

Analiz Adı Name of Analysis	Birimi Unit	Yöntem Method	Sonuç Result	Açıklama Explanation
pH pH		Saturasyon	7.94	Orta derecede alkalın
%Toplam tuz Total salt	%	Saturasyon	0.01	Tuzsuz
Kireç (CaCO <sub>3</sub> ) Lime (CaCO <sub>3</sub> )	%	Kalsimetrik	24.5	Fazla kireçli
Organik madde Organic matter	%	Walkey-Black	1.44	Az
Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) Phosphorus (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	kg/da	Olisen	1.78	Çok az
Potasyum (K <sub>2</sub> O) Potassium (K <sub>2</sub> O)	kg/da	A.Asetat-AAS	61.15	Yeterli

Bu çalışma 20.05.2013 tarihinde 3 tekerrürlü tesadüf blokları deneme desenine göre dikimleri yapılan fidelerle kurulmuştur. Her tekerrürde 20 bitki olacak şekilde 30x30 cm mesafede çift sıralı üçgen dikim yöntemi ile malçlı seddelere dikim gerçekleştirilmiştir. Dikimden yaklaşık bir aylık süre içerisinde görülen tüm çiçekler kopartılmış daha sonra açan çiçekler kopartılmamıştır. Deneme boyunca bitkiler damlama sulama sistemi ile sulanmıştır.

#### Değerlendirilen kriterler

Bitki başına verim (g bitki<sup>-1</sup>): Hasat dönemi boyunca elde edilen meyve ağırlıklarının bitki sayısına bölünmesiyle elde edilmiştir

#### Ortalama meyve ağırlığı (g meyve<sup>-1</sup>)

Hasat dönemi boyunca elde edilen meyve ağırlıklarının toplam meyve sayısına bölünmesiyle elde edilmiştir.

#### Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM %)

Hasat dönemin başında, ortasında ve sonunda alınan meyve örneklerinin meyve sularında digital refraktometre kullanılarak belirlenmiştir.

#### Titre edilebilir asit (%)

Hasat döneminin başında, ortasında ve sonunda alınan meyve örneklerinin meyve sularında titrasyon asitliği yöntemi ile belirlenmiştir.

#### C vitamini içeriği (mg 100 g<sup>-1</sup>)

Balci ve Demirsoy (2008)'e göre spektrofotometrik yöntem ile belirlenmiştir.

#### Meyve rengi

Hasat dönemin başında, ortasında ve sonunda alınan 10 meyvede Konica Minolta CR 400 Renk Ölçer kullanılarak belirlenmiştir.

#### Verilerin değerlendirilmesi

Araştırma 3 tekerrürlü tesadüf blokları deneme desenine göre her tekerrürde 20 bitki, dört uygulama (kontrol, bakteri, mikoriza ve bakteriXmikoriza) olarak toplam 240 bitki ile yürütülmüştür. İstatistikî analizler SPSS 16.0 paket programında değerlendirilmiştir. İstatistiksel analiz sonucunda ortalamalar arasındaki farklılığın belirlenmesinde aynı paket programı kullanılarak Duncan çoklu karşılaştırma testi (Duncan Multiple Range Test) uygulanmıştır.

#### Araştırma Bulguları ve Tartışma

##### Bitki başına verim (g/bitki)

Denemeye alınan çilek çeşitlerinde farklı mikroroganizma uygulamalarından elde edilen bitki başına verim değerleri Çizelge 3'de' verilmiştir.

Her iki çeşit incelendiğinde iki deneme yılında da bitki başına verim bakımından uygulamalar arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Albion çilek çeşidi denemenin ilk yılında en yüksek verim mikorizaXbakteri ve mikoriza uygulamasından (sırasıyla 128.23 g ve 116.16 g bitki<sup>-1</sup>) tespit edilmiştir. 2014 yılında ise en yüksek verim kontrol uygulamasından (208.63 g bitki<sup>-1</sup>) elde edilmiştir. En düşük verim ise her iki yılda da

bakteri uygulamasından (sırasıyla 45.63 g ve 82.60 g bitki<sup>-1</sup>) elde edilmiştir. Portola çilek çeşidi incelendiğinde 2013 yılında en yüksek verimi mikorizaXbakteri (276.72 g bitki<sup>-1</sup>) ve kontrol (236.65 g bitki<sup>-1</sup>) gruplarında elde edilmiştir. 2014 yılında bitki başına verim kontrol grubundan elde edilirken (495.97 g bitki<sup>-1</sup>) diğer uygulamalar aynı istatistiki grupta yer almıştır.

Pehluvan (2007) Erzurum koşullarında 4 farklı bakteri ırkı ile yürüttükleri çilek denemesinde, bakteri uygulamalarının verim kriterleri üzerine olumsuz etki yaptıklarını, bunun yanı sıra Ertan ve ark. (2007) ve Bayozen ve Yıldız (2009) mikoriza kullanımının çilekte verimi arttırdığını bildirmişlerdir. Iğdır koşullarında gübrelerle yapılan çalışmada ise meyve kalite kriterleri açısından (SÇKM, meyve iriliği, meyve verimi, titre edilebilir asit gibi) kullanılan bakterilerin olumlu etkiler yaptığı bildirilmiştir (Ağgün ve ark., 2018). Yozgat koşullarındaki bu çalışmada da, bakteri uygulamalarının verim üzerinde olumsuz etkisi

gözlenirken mikoriza uygulamalarının olumlu etki yaptığı tespit edilmiştir.

Bununla birlikte, rizobakteriler ile yapılan birçok çalışmada uygulamaların verim üzerine önemli etkileri olduğu bildirilmiştir (Ertürk ve ark., 2012; Eşitken ve ark., 2010; Güneş ve ark., 2009; Pırlak ve Köse 2009; Pešaković ve ark., 2013; Ağgün ve ark., 2018; Rahman ve ark., 2018, Seema ve ark., 2018). Arbuskular mikorizal mantarlar ile rizobakterilerin birlikte kullanımlarının çilek yetiştiriciliğinde, çeşit ve bakteri izolatları ve mikorizal mantar formlarının birbiriyle olan interaksiyonlarına bağlı olarak farklı etkiler yapabileceği, özellikle mikorizal mantarların hastalık ve zararlıların baskılanmasında daha etkin olduklarını bildiren pek çok çalışma mevcuttur (Gryndler ve ark. 2002; Tahmatsidou ve ark.. 2006, Castellanos-Morales ve ark., 2010, Lingua ve ark., 2013, Bona ve ark., 2015, Ansari ve ark.,2018, Mikiciuk ve ark., 2019).

Çizelge 3. Farklı mikroroganizma uygulamalarının verim değerleri üzerine etkileri

Table 3. Effects of different microorganism applications on yield factors

	Albion			
	2013		2014	
	BBV (g <sup>-1</sup> bitki) Yield (g bitki <sup>-1</sup> )	MA (g) Fruit weight (g)	BBV (g/bitki) Yield (g plant <sup>-1</sup> )	MA (g) Fruit weight (g)
Bakteri <i>Bacteria</i>	45.63b	10.09 <sup>ns</sup>	82.60b	9.34 <sup>ns</sup>
Mikoriza <i>Mycorrhiza</i>	116.16a	11.73	105.08ab	9.12
Mik X Bak <i>MycXBac</i>	128.23a	11.51	127.62ab	10.09
Kontrol <i>Control</i>	100.82b	12.44	208.63a	10.34
	Portola			
Bakteri <i>Bacteria</i>	78.3 c	7.02b	186.35b	6.95c
Mikoriza <i>Mycorrhiza</i>	150.35b	13.65a	165.43b	8.38bc
Mik Bak <i>MycXBac</i>	276.72a	11.34a	177.86b	10.02ab
Kontrol <i>Control</i>	236.65a	11.67a	495.97a	11.70a

\*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark 0.05 seviyesinde önemli değildir

<sup>ns</sup>: Ortalamalar arasındaki fark 0.05 seviyesinde önemli değildir.

### Meyve ağırlığı (g)

Denemeye alınan çilek çeşitlerinde farklı mikroroganizma uygulamalarından elde edilen bitki başına verim değerleri Çizelge 3'de verilmiştir. Albion çeşidinde uygulamaların meyve

ağırlıkları üzerine etkileri her iki yılda da istatistiksel olarak önemsiz iken, Portola çeşidinde her iki deneme yılında da etkileri istatistiksel olarak önemli olmuştur. Bu çeşitte en küçük meyveler her iki yılda da bakteri uygulamalarından elde

edilirken, diğer uygulamalar aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Farklı çilek çeşitleri üzerinde farklı rizobakteri izolatları ile yapılan bazı çalışmalarda da bakteri uygulamalarının meyve ağırlıkları üzerine bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Pehluvan 2007, Pesakovic ve ark., 2013, Bona ve ark., 2015, Seema ve ark., 2018). Ayrıca meyve ağırlıklarına olan bazı izolatların olumsuz etkisinin, çeşit, ekolojik faktörler ve izolatların özelliklerinden ya da bu faktörler arasındaki interaksiyonlardan kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Tahmatsidou ve ark., 2006; Castellanos-Morales ve ark., 2010; Çakmakçı ve ark., 2010; Eşitkgen ve ark., 2010; Ertürk ve ark., 2012; Güneş ve ark., 2014).

#### Kalite kriterleri

Deneme boyunca alınan meyve örneklerinde kalite kriterlerinden SÇKM, titre edilebilir asitlik, C vitamini ve meyve rengi ile ilgili ölçümler

yapılmıştır. Elde edilen değerler Tablo 4'de verilmiştir.

Mikroorganizma uygulamalarının SÇKM üzerine istatistiki olarak önemli etkileri olduğu belirlenmiştir. Albion çilek çeşidinde en yüksek SÇKM mikorizaXbakteri uygulamasından elde edilirken (% 9.43) en düşük kontrol grubundan elde edilmiştir (%5.90). Portola çilek çeşidinde ise %7.73 ile en yüksek SÇKM değeri mikoriza ve mikorizaXbakteri uygulamalarında belirlenirken en düşük değer % 6.07 ile kontrol uygulamasında tespit edilmiştir. SÇKM değerleri her iki çilek çeşidinde mikorizaXbakteri uygulamalarında en yüksek değere ulaşmıştır. Farklı çilek çeşitleri ve bakteri ırkları ile yapılan birçok çalışmada, uygulamaların bakteri ırkına ve çeşitlere bağlı olarak az ya da çok SÇKM düzeyini etkilediğine dair bir çok sonuç rapor edilmiştir (Eşitkgen ve ark., 2010; Ertürk ve ark., 2012; Pesakovic, 2013; İpek ve ark., 2014; Seema ve ark., 2018).

Çizelge. 4. Farklı mikroorganizma uygulamalarının kalite değerleri üzerine etkileri

Table 4. Effects of different microorganism applications on quality parameters

	Albion					
	SÇKM TSS	Asitlik Titrable acidity	C Vit Vitamin C	Meyve rengi Fruit Colour		
				L	a	b
Kontrol Control	5.90c	0.071c	24.95	28.62b	36.65	16.82bc
Bakteri Bacteria	8.07b	0.86b	25.32 <sup>ns</sup>	32.03a	40.38 <sup>ns</sup>	20.98a
Mikoriza Mycorrhiza	8.87ab	0.88b	27.11	29.66b	36.95	16.00c
Mik X Bak MycXBac	9.43a	1.06a	26.57	29.55b	38.79	19.80ab
Portola						
Kontrol Control	6.07c	0.66b	19.19b	32.04	39.86b	21.32b
Bakteri Bacteria	6.77b	0.73a	24.68a	33.51 <sup>ns</sup>	42.96ab	24.03ab
Mikoriza Mycorrhiza	7.73a	0.73a	18.00ab	31.97	40.70b	22.57ab
Mik X Bak MycXBac	7.73a	0.75a	24.20a	34.53	44.72a	25.85a

\*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark 0.05 seviyesinde önemli değildir.

<sup>ns</sup>: Ortalamalar arasındaki fark 0.05 seviyesinde önemli değildir.

Farklı mikroorganizma uygulamalarının çilek çeşitlerinin titre edilebilir asitlik (%), C vitamini (mg 100 g<sup>-1</sup>) ve meyve renk durumları ile ilgili değerler Çizelge 4'de verilmiştir. Denememizde % asitlik üzerine mikroorganizma uygulamalarının istatistiki olarak önemli etkileri olduğu

belirlenmiştir. Her iki çilek çeşidinde en düşük % asitlik değeri kontrol grubundan elde edilirken en yüksek asitlik değeri mikorizaXbakteri uygulamasından elde edilmiştir.

Albino çilek çeşidinin C vitamini içeriği üzerine önemli etkisi olmazken Portola çilek çeşidinde

mikroorganizma uygulamalarının etkileri istatistik olarak önemli bulunmuştur. Portola çeşidinde en yüksek C vitamini içeriği bakteri ve mikorizaXbakteri uygulamalarında tespit edilirken (sırasıyla 24.68 ve 24.20 mg 100 g<sup>-1</sup>) en düşük içerik kontrol uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4). Eşitken ve ark. (2010) çeşitli bakteri ırkları ile Fern çilek çeşidinde yürüttükleri çalışmada, bakteri ırklarının çilekte C vitamini içeriği üzerine etkilerini incelemişlerdir. En yüksek C vitamini içeriğini OSU-142 bakteri ırkının uygulandığı parsellerden elde etmişlerdir (69.25mg 100 g<sup>-1</sup>).

Mikroorganizma uygulamalarının meyve renklenmesi üzerine etkileri çeşitlere göre değişim göstermiştir. Nitekim Albion çilek çeşidinde mikroorganizma uygulamalarının L ve b değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunurken a değeri üzerine bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Bu çeşitte en yüksek L değeri bakteri uygulamasından elde edilmiş (32.03), diğer uygulamaların hepsi aynı istatistiksel grup içerisinde yer almıştır. Bununla birlikte sayısal olarak en düşük değer kontrol grubunda belirlenmiştir (27.98). b değerine bakıldığında en yüksek değer 20.98 ile bakteri grubunda belirlenirken en düşük değer 16.00 ile mikoriza grubunda saptanmıştır. Portola çeşidinde ise, L değeri önemsiz olurken a ve b değerleri önemli bulunmuştur. Bu çeşitte, yüksek a ve b değeri mikorizaXbakteri uygulamasından (sırasıyla 44.72 ve 25.85), en düşük değerler kontrol grubundan (sırasıyla 39.86 ve 21.32) elde edilmiştir (Çizelge 4).

Bilindiği gibi, renk ölçümlerinde kullanılan sistematiğe göre, parlaklık azaldıkça L değeri düşer, artıkça da L değeri de artar. Bir meyvede rengin yoğunluğunu a değeri ifade eder. Kırmızı renk yoğunluğu a değerinin azalmasına paralel olarak düşer; a değeri artınca kırmızı renk yoğunluğu da artar. Ayrıca b değeri negatif ise sarı, pozitif bir değer ise yeşil yoğunluğunu verir (Francis. 1980). Young ve ark. (1993) a değerinin meyve olgunluğunu gösterdiğini ve meyvenin fizyolojik yaşının ölçülmesini sağladığını bildirmişlerdir. Bu veriler paralelinde çalışmada

bakteri uygulamalarında daha parlak meyveler elde edildiği tespit edilmiştir. Meyve renklenmesindeki olumlu yöndeki bu eğilimin, daha dengeli beslenmeye bağlı olarak, büyüme ve gelişmeyi sağlayan tüm metabolik faaliyetlerin ve bileşenlerin optimum seviyelerde gerçekleştiği düşüncesi bir çok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Güneş ve ark., 2009; Ertürk ve ark., 2012; Lingua ve ark., 2013; İpek ve ark., 2014; Ağgün ve ark., 2018; Ansari ve ark., 2018; Mikiciuk ve ark., 2019).

## Sonuç

Bazı rizobakteri ve mikoriza uygulamalarının Yozgat koşullarında yapılan organik çilek yetiştiriciliğinde verim ve kalite üzerine etkilerinin değerlendirildiği bu çalışmada, bakteri ve mikoriza uygulamalarının verim unsurlarının üzerine (toplam verim, bitki başın verim ve meyve ağırlığı) etkileri incelenmiştir. Albion çilek çeşidinde denemenin ilk yılında en yüksek verim mikoriza ve mikorizaxbakteri uygulamasından elde edilirken denemenin ikinci yılında bitki başına verim, uygulamalar arasında önemsiz bulunmuştur. Portola çilek çeşidinde ise her iki uygulama yılında da kontrol uygulamasından en yüksek verim elde edilmiştir. Denemede kalite kriterleri incelendiğinde bakteri ve mikoriza uygulamalarının incelenen özelliklerde kontrole göre daha olumlu sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Ayrıca yüksek pH ya sahip ve organik madde bakımından fakir topraklarda mikroorganizma uygulamalarının verimi ve kaliteyi artırıcı yönde olumlu etkileri birçok koşulda belirlenmiştir, Yozgat gibi, geç turfanda çilek yetiştiriciliği için önemli bir avantaja sahip olan lokasyonda, alkali topraklarda çilek yetiştiriciliğini verimli kılacak farklı mikroorganizmaların kullanılabileceği bu çalışma ile ispatlanmıştır.

Rizobakterilerin ve mikorizal mantarların kombine kullanımı çeşitli çalışmalarda farklı değerlerle sonuçlanmıştır (Jaizme-Vega ve ark., 2005, Nadeem et al, 2014; Baum et al, 2015; Owen et al, 2015; Colla et al, 2015). Mikrobiyal

aşılaiıcıların sinerjik / antagonistik etkileri, kullanılan mikrobiyal suşların doğası ve uyumluluğunun yanı sıra bakteri / mantarlar ve bitki türleri arasında meydana gelen etkileşimlere atfedilmiştir. Bu nedenle, bu biyo aşılaiıcıların performansını hangi faktörlerin sınırlandırdığını anlamak, çilek bitkisi için en iyi kombinasyonları belirlemek, organik yetiştiricilikte verimliliği artırmak için çok yararlı olacaktır

## Ekler

Bu çalışma (2013 ZF/A43 kodu ile) Yozgat Bozok Üniversitesi Proje Koordinasyon Uygulama ve Araştırma Merkezi (BAP) tarafından desteklenmiştir.

## Çıkar çatışması

Makale yazarları, aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

## Yazar Katkısı

Güliden BALCI ve Aysen KOÇ çalışmayı tasarlayarak denemeyi kurmuştur. Güliden BALCI, Aysen KOÇ, Yaşar ERTÜRK, Hakan Keles, Nalan BAKOĞLU ve Tuğba KILIÇ çalışmayı yürütmüş. Güliden BALCI verileri analiz etmiş. Güliden BALCI ve YAŞAR ERTÜRK makaleyi yazmıştır.

## Kaynaklar

- Ağgün, Z., Geçer, M., Aslantaş, R., (2018). Bazı çilek çeşitlerinde kök bakterisi uygulamalarının meyve verimi ve verim özellikleri üzerine etkileri. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 4 (1), 20-25. DOI: 10.24180/ijaws.418253
- Ansari M.H., Hashemabadi D., Mahdavi M. & Kaviani B., (2018). The role of *Pseudomonas* strains and arbuscular mycorrhiza fungi as organic phosphate-solubilizing in the yield and quality improvement of strawberry (*Fragaria x ananassa* duch., cv. Selva) fruit. ACTA Scientiarum Polonorum 17:93–107. DOI: <https://doi.org/10.24326/asphc.2018.4.9>
- Aslantas, R., Karakurt, H., Kose, M., Ozkan G. & Cakmakci R. (2009). Influences of some bacteria strains on runner plant production on strawberry. Proc III. National Berry Fruit Symposium 50–58.
- Balci, G., & Demirsoy, H., (2008). Effect of organic and conventional growing systems with different mulching on yield and fruit quality in strawberry cvs. Sweet Charlie and Camarosa. Biological Agriculture & Horticulture, 26:2, 121-129. DOI: <https://doi.org/10.1080/01448765.2008.9755075>

- Bayozen, & A., Yildiz, A., (2007). Determination of Mycorrhizae Interactions and Pathogenicity of Rhizoctonia solani Kühn Isolated from Strawberry and *Xanthium strumarium*. Turkish journal of biology. 33 (2009) 53-57. DOI: 10.3906/biy-0801-15
- Baum, C., El-Tohamy, W., Gruda, N., 2015. Increasing the productivity and product quality of vegetable crops using arbuscular mycorrhizal fungi: a review. Sci.Hortic. 187, 131–141.
- Bona E., Lingua G., Manassero P., Cantamessa S., Marsano F., Todeschini V., Copetta A., D'Agostino G., Massa N., Avidano L., Gamalero E., Berta G., (2015). AM fungi and PGP pseudomonads increase flowering, fruit production, and vitamin content in strawberry grown at low nitrogen and phosphorus levels. Mycorrhiza 25:181–193. <https://doi.org/10.1007/s00572-014-0599-y>
- Borkowska B., (2002). Growth and photosynthetic activity of micro propagated strawberry plants inoculated with endomycorrhizal fungi (AMF) and growing under drought stress. Acta Physiol Plant 24:365–370. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11738-002-0031-7.pdf>
- Boyer L.R., Brain P., Xu X-M. & Jeffries P., (2015). Inoculation of drought stressed strawberry with a mixed inoculum of two arbuscular mycorrhizal fungi: effects on population dynamics of fungal species in roots and consequential plant tolerance to water deficiency. Mycorrhiza 25(3):215–227. DOI: 10.1007/s00572-014-0603-6.
- Bull, C. T. J., Muramoto, S. T., Koike, J. L., Shennan, C. & Goldman, P., (2005). Strawberry cultivars and mycorrhizal inoculants evaluated in California organic production fields. Crop Management 4. DOI: 10.1094/CM-2005-0527-02-RS.
- Cakmakci, R., Donmez, M.F., Erturk, Y., Erat, M., Haznedar, A., Sekban, R., (2010). Diversity and metabolic potential of culturable bacteria from the rhizosphere of Turkish tea grown in acidic soils. Plant and Soil, 332:299-318. DOI: DOI 10.1007/s11104-010-0295-4
- Castellanos-Morales V., Villegas J., Wendelin S., Vierheilg H., Eder R. & Cárdenas-Navarro R., (2010). Root colonisation by the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* alters the quality of strawberry fruits (*Fragaria x ananassa* Duch.) at different nitrogen levels. Journal of the Science of Food and Agriculture, 90:1774–1782. DOI: 10.1002/jsfa.3998.
- Cekic, C. & Yilmaz, E., (2011). Effect of arbuscular mycorrhiza and different doses of phosphor on vegetative and generative components of strawberries applied with different phosphor doses in soilless. African Journal of Agricultural Research 6(20):4736-4739. Available online at <http://www.academicjournals.org/AJAR>.
- Colla, G., Roupael, Y., Di Mattia, E., El-Nakhel, C. & Cardarelli, M., (2015). Co-inoculation of *Glomus intraradices* and *Trichoderma atroviride* acts as abiostimulant to promote growth, yield and nutrient uptake of vegetable crops. Journal of the Science of Food and Agriculture, 95, 1706–1715. DOI: 10.1002/jsfa.6875.
- Derkowska E., Sas-Paszt L., Harbuzov A. & Sumorok B., (2015). Root growth, mycorrhizal frequency and soil



- microorganisms in strawberry as affected by biopreparations. *Advances in Microbiology*, 5:65–73. DOI: 10.4236/aim.2015.51007.
- Ertan, E., Kılınc, S., Yıldız, A., & Şirin, U., (2007). Topraksız ortamda çilek yetiştiriciliğinde mikoriza uygulamasının bitki gelişimine ve verimine etkileri. Türkiye V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Erzurum, 723-728.
- Erturk, Y., Ercisli, S., & Cakmakci, R., (2012). Yield and growth response of strawberry to plant growth-promoting rhizobacteria inoculation. *Journal of Plant Nutrition*, 35:817–826. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904167.2012.663437>.
- Erzurumlu, G.S., & Kara E.E., (2014). Mikoriza Konusunda Türkiye’de Yapılan Çalışmalar. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 7 (2): 55-65. E-ISSN: 2146-0132.
- Esitken, A., Yıldız, H.E., Ercisli, S., Donmez, M. F., Turan ,M., & Gunes, A., (2010). Effects of plant growth promoting bacteria (PGPB) on yield, growth and nutrient contents of organically grown strawberry. *Scientia Horticulturae*, 124: 62–66. DOI:10.1016/j.scienta.2009.12.012.
- FAO., 2021. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> erişim tarihi, 25.02.2020.
- Glick, B.R., (1995). The enhancement of plant growth by free-living bacteria. *Canadian journal of microbiology*, 41:109–117. DOI: [doi.org/10.6064/2012/963401](https://doi.org/10.6064/2012/963401).
- Gryndler, M., Vosátka, M., Hršelová, H., Catská, V., Chvátalová, I., & Jansa, J., (2002). Effect of dual inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi and bacteria on growth and mineral nutrition of strawberry. *Journal of plant nutrition*, 25(6), 1341–1358. DOI: <https://doi.org/10.1081/PLN-120004393>.
- Gunes, A., Ataoglu, N., Turan, M., Esitken, A., & Ketterings, Q.M., (2009). Effects of phosphate-solubilizing microorganisms on strawberry yield and nutrient concentrations. *Journal of Plant nutrition and soil science*, 172(3):385–392. DOI: <https://doi.org/10.1002/jpln.200800121>.
- Jaizme-Vega M del C., Rodriguez-Romaro A.S. & Nunez L.A.B., (2005). Effect of the combined inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth-promoting rhizobacteria on papaya (*Carica papaya* L.) infected with the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. *Fruits*, 61 (3):151-162. DOI: 10.1051/fruits:2006013.
- Ipek, M., Pirlak, L., Esitken, A., Donmez, M. F., Turan, M., & Sahin, F., (2014). Plant growth-promoting rhizobacteria (pgpr) increase yield, growth and nutrition of strawberry under high-calcareous soil conditions. *Journal of plant nutrition*, 37:990–1001. DOI: 10.1080/01904167.2014.881857.
- Ligua, G., Bona E., Manassero P., Marsano F., Todeschini V., Cantamessa S., Copetta A., D’Agostino G., Gameero E., Berta G., 2013. Arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth-promoting *Pseudomonas* increases anthocyanin concentration in strawberry fruit (*Fragaria x ananassa* var Selva) in conditions of reduced fertilization. *Int. J. Mol. Sci* 14:16207-16225. DOI:10.3390/ijms140816207.
- Moradtalab N., Hajiboland R., Aliasgharzarad N., Hartmann T.E. & Neumann G., (2019). Silicon and the association with an arbuscular-mycorrhizal fungus (*Rhizophagus clarus*) mitigate the adverse effects of drought stress on strawberry. *Agronomy* 9(1):41. DOI:<https://doi.org/10.3390/agronomy9010041>
- Nadeem, S.M., Ahmad, M., Zahir, Z.A., Javaid, A. & Ashraf, M., (2014). The role of mycorrhizae and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in improving crop productivity under stressful environments. *Biotechnology Advances*, 32, 429–448. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2013.12.005>.
- Owen, D., Williams, A.P., Griffith, G.W. & Withers, P.J.A., (2015). Use of commercial albio-inoculants to increase agricultural production through improved phosphorus acquisition. *Applied Soil Ecology*, 86, 41–54. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2014.09.012>
- Pehlivan, M., (2007). Farklı dozlarda sıvı humik asit uygulamaları ile bakteri (*Bacillus* OSU-142) uygulamalarının Fern çilek çeşidinde verim, verim unsurları, bitki gelişimi, meyve kalitesi ile bitki besin elementi içerikleri üzerine etkileri. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, s. 128, Erzurum.
- Pešaković M., Karaklajić-Stajić Ž., Milenković S. & Mitrović O., (2013). Biofertilizer affecting yield related characteristics of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) and soil micro-organisms. *Scientia Horticulturae*, 150:238–243. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.11.016>
- Pirlak, L., & Köse, M., (2009). Effects of plant growth promoting rhizobacteria on yield and some fruit properties of strawberry. *Journal of plant nutrition*, 32(7): 1173–1184. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904160902943197>.
- Rahman M., Sabir A.A., Mukta J.A., Khan M.d M.A., Mohi-Ud-Din M, Miah G., Rahman M. & Islam M.T., (2018). Plant probiotic bacteria *Bacillus* and *Paraburkholderia* improve growth, yield and content of antioxidants in strawberry fruit. *Scientific Reports*, 8(1):2504. DOI:<https://doi.org/10.1038/s41598-018-20235-1>.
- Seema K., Mehta K. & Singh N., (2018). Studies on the effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on growth, physiological parameters, yield and fruit of strawberry cv. Chandler. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(2):383–387. <https://www.researchgate.net/publication/324105736>.
- TÜİK, 2021. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>. Erişim tarihi 25.02.2020.