

The Effects of Some Rhizobacteria Species on Plant Development and Fruit Quality in Melons Grown Under Irrigated and Non-Irrigated Conditions[#]

Özlem Altuntaş^{1,a,*}, İbrahim Kutalmış Kutsal^{1,b}

¹Malatya Turgut Özal University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Battalgazi, Malatya

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>[#]This study was presented at the 6th International Anatolian Agriculture, Food, Environment and Biology Congress (Kütahya, TARGID 2022)</p> <p>Research Article</p> <p>Received : 09.11.2022 Accepted : 23.11.2022</p> <p>Keywords: Beneficial microorganisms PGPR Melon Fruit pomological properties Fruit Quality Characteristics</p>	<p>It has been determined in many research results that plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) affect yield, plant growth and fruit quality and play an important role. However, the use of biostimulants in agricultural production in Malatya is negligible. In order to contribute to the region's producers, a research was planned directly in the producer's garden in the Malatya/Arguvan region, which is an important melon production center. A trial was established with Arguvan (Narmikan) melon type and Kırkağaç 637 melon cultivars, which are the most grown local cultivars in the summer period of plant growth-promoting rhizobacteria in irrigated and non-irrigated melon cultivation in Malatya-Arguvan conditions, and the trial was repeated for two consecutive years. In the research, <i>Bacillus subtilis</i>, <i>Bacillus megaterium</i>, <i>Enterococcus spp.</i> and cocktail bacteria solutions, which are a mixture of these three bacteria were used. Inoculation of bacteria into seeds was done by soaking the seeds in bacterial solution for 24 hours. The effects of the use of bacteria on the fruit quality of melon in cultivation with the method of seed sowing in the field were determined. In the study, the presented of which are resulted in fruit only pomological properties ; fruit height, fruit weight, fruit flesh thickness, fruit shell thickness, fruit diameter, seed cavity diameter, pH and WTSS contents were examined, and two-year results were presented. The effects of different bacteria on the fruit pomological properties were not found statistically significant except for the TSS values of Kırkağaç 637 cultivars grown under non-irrigated conditions. The effects of different bacteria on the fruit pomological characteristics of Kırkağaç 637 melons grown under non-irrigated conditions were found statistically significant, although there were differences in other parameters, it was not statistically significant. <i>Bacillus subtilis</i> bacteria application has been the prominent bacterial application in terms of fruit characteristics.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 10(sp1): 2765-2771, 2022

Bitki Büyümesini Arttırıcı Bazı Rhizobakteri Türlerinin Sulu ve Susuz Yetiştirilen Kavunlarda Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p>Araştırma Makalesi</p> <p>Geliş : 09.11.2022 Kabul : 23.11.2022</p> <p>Anahtar Kelimeler: Yararlı mikroorganizmalar PGPR Kavun Meyve pomolojik özellikler Meyve Kalite Özellikleri</p>	<p>Bitki gelişimini teşvik edici rizobakterilerin (PGPR) verim, bitki gelişimi ve meyve kalitesine etki ettiği ve önemli rol oynadığı birçok araştırma sonuçlarında tespit edilmiştir. Ancak biyostimulantların Malatya'da tarımsal üretimde kullanımı yok denecek kadar azdır. Bölge üreticisine katkı sağlaması amacıyla önemli kavun üretim merkezi olan Malatya/Arguvan bölgesinde direkt üretici bahçesinde araştırma planlanmıştır. Malatya-Arguvan koşullarında sulu ve kuru şartlarda kavun yetiştiriciliğinde bitki gelişimini teşvik edici rizobakterilerin yaz döneminde yörede en çok yetiştiriciliği yapılan Arguvan (Narmikan) kavun tipi ve Kırkağaç 637 kavun çeşidiyle deneme kurulmuş ve iki yıl devam etmiştir. Araştırmada, <i>Bacillus subtilis</i>, <i>Bacillus megaterium</i>, <i>Enterococcus spp.</i> ve bu üç bakterinin karışımı olan kokteyl bakteri solüsyonları kullanılmıştır. İnokulasyon, tohumların bakteri solüsyonunda 24 saat bekletilmesi suretiyle yapılmıştır. Araziye tohum ekimi yöntemi ile yapılan yetiştiricilikte kavunda bakteri kullanımının meyve kalitesine etkileri belirlenmiştir. Burada sadece meyvedeki sonuçları sunulan araştırmada; meyve yüksekliği, meyve ağırlığı, meyve eti kalınlığı, meyve kabuk kalınlığı, meyve çapı, çekirdek evi çapı, pH ve ŞÇKM içeriklerine bakılmış, iki yıllık sonuçlar sunulmuştur. Farklı bakterilerin meyve pomolojik özelliklerine etkileri susuz koşullarda yetiştirilen Kırkağaç 637 kavunlarının ŞÇKM değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmuş, diğer parametrelerde farklılık olmasına rağmen istatistiksel önemde bulunmamıştır. <i>Bacillus subtilis</i> bakteri uygulaması meyve özellikleri bakımından öne çıkan bakteri uygulaması olmuştur.</p>

^aozaltuntas01@gmail.com ^b<https://orcid.org/0000-0002-6508-7368> ^ckutalmis.kutsal@ozal.edu.tr ^d<https://orcid.org/0000-0002-9512-4289>



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

Giriş

Su, tarih boyunca uygarlıkların kaderini belirleyen temel faktörlerden birisi olmuştur. Dünya üzerinde yerleşik hayata geçilen ilk yerler ile büyük imparatorlukların başkentleri ve önemli şehirleri genellikle su kaynakların yakınlarında kurulmuştur. Hızlı nüfus artışı ve iklim değişikliği gibi faktörler su kaynaklarının kullanımını sınırlandırmaktadır. İklim değişikliği, çok genel bir yaklaşımla, herhangi bir sebeple iklim koşullarında meydana gelen küresel ve önemli yerel etkileri bulunan uzun süreli ve yavaş gelişen değişiklikler şeklinde tanımlanabilir (Türkeş, 1997). Dünyada sera etkisi tarafından tetiklenen küresel iklim değişikliği, tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de kurak ve yarı kurak alanların genişlemesine, kuraklık süresi ve şiddetinin artmasına ve dolayısıyla da çölleşme ve kuraklaşma gibi çok önemli çevresel sorunlara neden olacağı bildirilmektedir (Türkeş, 1994).

Kişi başına düşen yıllık su miktarına göre ülkemiz su azlığı yaşayan bir ülke konumundadır. Kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su miktarı 1.519 m³ civarındadır (Anonim, 2016). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2030 yılı için nüfusumuzun 100 milyon olacağını öngörmüştür. Bu durumda 2030 yılı için kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının 1.120 m³/yıl civarında olacağı söylenebilir. Mevcut büyüme hızı, su tüketim alışkanlıklarının değişmesi gibi faktörlerin etkisi ile su kaynakları üzerine olabilecek baskıları tahmin etmek mümkündür (Anonim, 2016). Kuraklığın bitkiler üzerindeki olumsuz etkileri, su noksanlığı nedeniyle fotosentezin gerilemesi ya da durması, bazı enzim ve fitokimyasalların aktiviteilerinin aksaması, reaktif oksijen radikalleri (ROS) ve antioksidan savunma mekanizmaları arasındaki dengenin bozulması şeklindedir (Martinez ve ark., 2007).

Artan nüfusun gıda gereksinimlerinin karşılanması amacıyla, mevcut tarım alanlarından maksimum verim elde etmek için yoğun girdi kullanılmıştır. Ancak bu anlayışla; yoğun ve bilinçsiz tarım ilacı ve gübre kullanımı, yanlış ve gereksiz toprak işleme uygulamaları, kalıntı riski, toprağın fiziksel ve kimyasal yapısı ile bitki besin maddesi dengesinin bozulması, tuzlanma ve çoraklaşma gibi olumsuz sonuçlar ortaya çıkmıştır (Aksoy, 1999). Tüm bu gelişmeler, gıda ve dolayısıyla da canlı kalitesini olumsuz yönde etkilemiştir. Bu nedenle birçok ülkede üreticilerin bir kısmı sağlıklı ve güvenli gıda talebi olan tüketici kesimi için konvansiyonel tarımdan organik tarıma geçiş yapmıştır. Organik tarımda kullanılan organik gübreler içerisinde biyogübreler; alg, fungus ve bakterilerin ya tek başına ya da birlikte kullanıldığı aktif veya latent mikroorganizma türlerini içeren preparatları ifade eder. Bitkiler üzerinde direkt olarak faydalı etkisi olan organizmalar biyogübre olarak büyük bir potansiyele sahiptir. Serbest yaşayan, bitki gelişimini teşvik eden, biyolojik mücadele veya biyolojik gübreleme amacıyla kullanılan bakterilere “Bitki Büyümesini Artıran Kök Bakterileri (Plant Growth Promoting Rhizobacteria=PGPR)” adı verilmektedir. Rizosferde kolonize olarak bitki besin elementleri ve suyun bitkiler tarafından alınmasına yardımcı olan PGPR’lar, biyolojik azot fiksasyonu, oksinler, gibberalinler, sitokininler gibi bitkisel hormonların üretilmesi, ACC deaminaz enzim aktivitesi yoluyla içsel etilen miktarının ayarlanması,

inorganik fosforun çözünürlüğünün artırılması ve organik fosfor bileşiklerinin mineralizasyonu, siderophore üretimi yoluyla demir alımının artırılması, vitamin sentezi ve kök geçirgenliğinin artırılması gibi olaylarla bitki büyümesini doğrudan etkilemektedir (Sudhakar ve ark., 2000; Eşitken ve ark.,2006; Karlıdağ ve ark.,2011; Kloepper ve ark.,1994). PGPR’lar stres faktörlerinin bitkilerde meydana getirdiği olumsuz etkilere karşı antioksidan enzim aktivitesini artırarak bitkilerde stres faktörlerine karşı toleransı sağlayabilirler (Tien ve ark., 1979). 2021 yılı TÜİK verilerine göre ülkemizde karpuzdan sonra yetiştiriciliği en yaygın kabakgil olan kavun, Malatya’da 20 bin dekar alanda yaklaşık 25 bin ton üretilmektedir. Bu çalışmanın gerçekleştirildiği Arguvan ilçesinde 7500 dekar alanda 7500 ton kavun üretimi yapılmaktadır (Anonim, 2022).

Bu çalışma, Malatya İli Arguvan ilçesi koşullarında iki farklı arazide (sulu ve susuz) bazı bitki büyümesini teşvik edici rizobakterilerin (PGPR), kavun bitkilerinde meyve kalite özellikleri üzerine etkilerinin incelenmesi amacıyla yapılmıştır.

Materyal Ve Yöntem

Bu çalışmanın arazi denemeleri Malatya İli Arguvan İlçesin’de bulunan iki farklı lokasyonda üretici koşullarında, fizyolojik ve pomolik analizleri ise İnönü Üniversitesi Ziraat Fakültesi Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

Deneme Sulu ve Susuz parseller olarak ikiye ayrılmıştır. Her iki parselde de ekim öncesi dekara 500 kg yarı çiftlik gübresi uygulanmıştır. Kimyasal gübre olarak ise, dekara sırasıyla 20, 10 ve 10 kg DAP (18:46:0), Potasyum sülfat (%50 K₂O) ve Amonyum sülfat (% N) verilmiştir. Her iki lokasyon için de yapılan toprak analizlerine göre gübreleme hesaplamaları yapılmıştır.

Denemede bitkisel materyal olarak Kırkağaç 637 standart, orta erkenci kavun çeşidi ve Arguvan bölgesine ait depo ömrü uzun, kalın kabuklu yerel genotip (Narmikan) kullanılmıştır. Çalışmada Bitki Büyümesini Teşvik Edici Rizobakterilerden *Bacillus subtilis*, *Bacillus megatorium* ve *Enterococcus spp.* Ve bunların karışımı (Kokteyl uygulamasını temsil edecek olan tohumlar 3 farklı bakteri solüsyonundan eşit oranda alınan ve yine 1/10 oranında seyreltilen çözelti) kullanılmıştır. Kullanılan tüm bakteriler, Yeditepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Genetik ve Biyomühendislik Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Fikretin ŞAHİN’den temin edilmiştir.

2016 ve 2017 yetiştirme dönemlerinde üretici koşullarında kurulan bu arazi denemesinde bölgede tercih edilen tohumdan üretim yöntemi kullanılmıştır. Araziye tohum ekimleri her iki deneme lokasyonunda da çiftçilerin tohum ekim dönemi olan Haziran ayının ilk haftası (ilk yıl 6 Haziran 2016, ikinci yıl 10 Haziran 2017 tarihinde) yapılmıştır. Sulu koşullarda sıra arası ve sıra üzeri mesafeler sırasıyla 1,8 m ve 0,4 m olarak, susuz koşullarda 2,2 m ve 0,5 m olarak belirlenmiştir. Çalışmada kontrol dahil 5 farklı uygulama kullanılmış ve bu uygulamalar Çizelge 1’de belirtilmiştir.

Çizelge 1. Denemede kullanılan uygulamalar

Table 1. Applications used in the experiment

Uygulama	Uygulama Kodu
Kontrol	T1
Bacillus subtilis	T2
Enterococcus spp.	T3
Bacillus megatorium	T4
Kokteyl (Karışım)	T5

Çizelge 2. Birinci ve ikinci deneme yılında sulu ve susuz koşullarda yetiştirilen Kırkağaç 637 kavun çeşidi ve Arguvan kavununda ortalama meyve ağırlığı (kg) değerleri

Table 2. Average fruit weight (kg) values of Kırkağaç 637 melon cultivars and Arguvan melons grown in irrigated and non-irrigated conditions in the first and second trial years.

Uygulamalar	Susuz koşullarda				Sulu koşullarda			
	1.yıl		2.yıl		1.yıl		2.yıl	
	Kırkağaç 637	Kırkağaç 637	Arguvan	Arguvan	Kırkağaç 637	Kırkağaç 637	Arguvan	Arguvan
T1	2,11	2,01	2,61	2,11	2,32	1,96	2,84	2,21
T2	2,24	1,99	2,51	2,24	2,46	1,86	2,74	2,44
T3	2,06	2,12	2,34	2,32	2,34	1,95	2,65	2,26
T4	2,20	1,89	2,26	2,17	2,29	1,79	2,41	2,15
T5	2,16	2,24	2,17	2,35	2,41	1,84	2,26	2,31

Çizelge 3. Birinci ve ikinci deneme yılında sulu ve susuz koşullarda yetiştirilen Kırkağaç 637 kavun çeşidi ve Arguvan kavununda ortalama meyve çapı (cm) değerleri

Table 3. Average fruit diameter (cm) values of Kırkağaç 637 melon cultivars and Arguvan melons grown in irrigated and non-irrigated conditions in the first and second trial years.

Uygulamalar	Susuz koşullarda				Sulu koşullarda			
	1.yıl		2.yıl		1.yıl		2.yıl	
	Kırkağaç 637	Kırkağaç 637	Arguvan	Arguvan	Kırkağaç 637	Kırkağaç 637	Arguvan	Arguvan
T1	12,58	9,82	14,71	12,28	15,23	11,89	17,81	15,65
T2	13,39	12,60	13,98	12,09	16,21	15,26	16,92	15,41
T3	11,94	10,25	15,22	11,72	14,45	12,41	18,43	14,93
T4	11,70	10,87	15,88	12,26	14,16	13,16	19,23	15,62
T5	12,48	10,04	15,21	12,09	15,11	12,16	18,41	15,41

Deneme, her iki deneme lokasyonunda da bir uygulamayı temsil eden bitkilerin diğer uygulamaları temsil eden bitkilerle etkileşiminin sınırlanması amacıyla "tesadüf blokları" deneme desenine göre 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 25 bitki olacak şekilde dizayn edilmiştir.

Deneme üretici koşullarında yürütüldüğünden ve tohumdan üretim yöntemi kullanıldığı için, bakteri uygulamaları da pratikte uygulanabilirliği mümkün olan "tohum aşılması" şeklinde yapılmıştır. Önerildiği üzere, farklı bakteri solüsyonları 1/10 oranında su ile seyreltilmiş ve tohumlar 24 saat süreyle bu çözeltilerin içinde bekletilmiştir. Kokteyl (Karışım) uygulamasını temsil edecek olan tohumlar 3 farklı bakteri solüsyonundan eşit oranda alınan ve yine 1/10 oranında seyreltilen çözelti içerisinde, kontrol uygulamasına temsil edecek olan tohumlar ise suda bekletilmiştir.

Her bir uygulamayı temsil eden 5 adet meyvede pomolojik ölçüm ve analizler yapılmıştır. Meyve ağırlığı, meyve yüksekliği, meyve çapı, meyve eti kalınlığı, meyve kabuk kalınlığı, çekirdek evi çapı, çekirdek evi yüksekliği, suda çözünabilir kuru madde (SÇKM) miktarına bakılmıştır. İstatistik analizler, JMP 11 programında yapılmış ve ortalama değerlerin karşılaştırılmasında LSD (Least Significant Difference) testinden yararlanılarak gruplandırılmalar gerçekleştirilmiştir.

Bulgular Ve Tartışma

Birinci ve ikinci deneme yılında sulu ve susuz koşullarda yetiştirilen Kırkağaç 637 ve Arguvan kavunlarının meyve pomolojik analizlerinde incelenen meyve ağırlığı, meyve çapı, meyve yüksekliği, meyve eti kalınlığı, meyve kabuk kalınlığı, çekirdek evi çapı, çekirdek evi yüksekliği ve SÇKM ortalamaları sırasıyla; Çizelge 2 - Çizelge 9'da gösterilmiştir.

İncelenen parametrelerde susuz koşullarda yetiştirilen kavunlara ait SÇKM parametresi dışında hiçbir parametre istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır. Biyogübrelerin içeriğinde bulunan yararlı mikroorganizmalar genellikle bitki gelişiminin ilk dönemlerinde bitkiye gelişme büyüme olarak fayda sağlamaktadır. Daha iyi kök yapısı oluşturmak, daha iyi su ve gübre kullanım etkinliği sağlamak, beslenme ve fotosentez etkinliğini artırarak verimi arttırmak, bitkide bazı fizyolojik etkileri ile abiyotik streslere dayanımı arttırmak gibi faydaları bitkide daha belirgindir. Ancak vejetasyon periyodunun sonuna yaklaştıkça biyogübre uygulanmayan bitkiler de diğer uygulanan bitkileri gelişme olarak yakalamakta ve hasat döneminde meyveler uygulama yapılan ya da yapılmayanlarda çeşit özelliklerini yansıtmaktadırlar. Yapılan çalışmada da bakteri uygulamaları meyvenin fiziksel özellikleri bakımından çok fark yaratmamış ancak

SÇKM üzerinde istatistiksel önemde farklılık göstermiştir. Bu da meyvelerin tadı ve muhafazaya dayanımı etkileyen bir özelliktir.

PGPR içeren mikrobiyolojik ürünler genellikle biyogübre olarak adlandırılır. Tohum, bitki yüzeyleri veya toprağa uygulanarak bitki büyümesini teşvik eden canlı mikroorganizmalar içerir (Vessey, 2003). Bir çok çalışmada tohuma ve toprağa uygulandığında patates (Singh, 2013), (Bernabeu ve ark., 2015), hıyar (Gül ve ark., 2013), turp (Yıldırım ve ark., 2008b), acı biber (Silva ve ark., 2013) ve marul (Chamangasht ve ark., 2012) ve brokoli (Yıldırım ve ark., 2011), domates (Esitken, 2011), gibi sebzeler de dahil olmak üzere farklı tür bahçe bitkilerinin büyümesini ve verimini etkilediği tespit edilmiştir.

PGPR'ların bitkiler üzerinde doğrudan etkileri atmosferdeki serbest azotu bağlamak, topraktaki fosfatı çözmek, bitkisel hormonların ve enzimleri üretmek iken dolayı etkileri ise biyo-kontrol ajanı olarak görev yapmak şeklindedir (Kloepper ve ark., 1994; Somers ve ark., 2004; Ram ve ark., 2013). Toprakta organik fosforun mineralizasyonunda ve dolayısıyla bitki kullanımına hazır hale getirilmesinde en önemli rolü organik asitler ve fosforik asitler oynamaktadır. Toprakta organik asit oluşumuna katkıda bulunan PGPR'ların ürettiği fosforu çözebilen bu organik asitlerden en bilinenleri laktik asit, glukonik asit, asetik asit, formik asit, okzalik asit, tartarik asit, fumarik asit ve sukkinik asittir. *Bacillus polymyxa*, *B. megatarium*, *B. circulans*, *B. subtilis*, *B. firmus*, *Pseudomonas striata*, *P. rathonia*, *Rhizobium leguminosarum* ve *R. meliloti*, organik asit üreterek fosforu çözebilen PGPR bakterileridir (Nahas, 1996).

Çizelge 4. Birinci ve ikinci deneme yılında sulu ve susuz koşullarda yetiştirilen Kırkağaç 637 kavun çeşidi ve Arguvan kavununda ortalama meyve boyu (cm) değerleri

Table 4. Average fruit length (cm) values in Kırkağaç 637 melon cultivars and Arguvan melons grown in irrigated and Non- irrigated conditions in the first and second trial years.

Uygulamalar	Susuz koşullarda				Sulu koşullarda			
	1.yıl Kırkağaç 637	2.yıl Kırkağaç 637	1.yıl Arguvan	2.yıl Arguvan	1.yıl Kırkağaç 637	2.yıl Kırkağaç 637	1.yıl Arguvan	2.yıl Arguvan
T1	14,63	12,18	15,06	12,14	17,71	14,74	19,19	15,47
T2	15,21	12,93	15,86	12,99	18,42	15,65	20,21	16,56
T3	13,60	11,46	14,13	11,60	16,46	13,87	18,01	14,78
T4	14,31	12,08	15,09	11,19	17,32	14,62	19,23	14,26
T5	13,61	11,57	14,78	10,99	16,48	14,01	18,84	14,01

Çizelge 5. Birinci ve ikinci deneme yılında sulu ve susuz koşullarda yetiştirilen Kırkağaç 637 kavun çeşidi ve Arguvan kavununda ortalama meyve eti kalınlığı (cm) değerleri

Table 5. Average fruit flesh thickness (cm) values of Kırkağaç 637 melon cultivars and Arguvan melons grown in irrigated and Non- irrigated conditions in the first and second trial years.

Uygulamalar	Susuz koşullarda				Sulu koşullarda			
	1.yıl Kırkağaç 637	2.yıl Kırkağaç 637	1.yıl Arguvan	2.yıl Arguvan	1.yıl Kırkağaç 637	2.yıl Kırkağaç 637	1.yıl Arguvan	2.yıl Arguvan
T1	3,23	1,85	3,22	2,68	3,91	2,24	3,90	3,41
T2	3,01	2,03	3,81	2,51	3,65	2,46	4,61	3,20
T3	2,92	2,19	3,49	2,92	3,53	2,65	4,23	3,72
T4	3,13	2,16	3,59	2,44	3,79	2,62	4,35	3,11
T5	2,86	1,57	3,42	2,89	3,46	1,90	4,14	3,68

Çizelge 6. Birinci ve ikinci deneme yılında sulu ve susuz koşullarda yetiştirilen Kırkağaç 637 kavun çeşidi ve Arguvan kavununda ortalama meyve kabuk kalınlığı (mm) değerleri

Table 6. Average fruit skin thickness (mm) values of Kırkağaç 637 melon cultivars and Arguvan melons grown in irrigated and non-irrigated conditions in the first and second experimental years.

Uygulamalar	Susuz koşullarda				Sulu koşullarda			
	1.yıl Kırkağaç 637	2.yıl Kırkağaç 637	1.yıl Arguvan	2.yıl Arguvan	1.yıl Kırkağaç 637	2.yıl Kırkağaç 637	1.yıl Arguvan	2.yıl Arguvan
T1	12,03	10,25	14,38	12,50	14,56	12,41	17,41	15,13
T2	11,22	9,29	12,50	11,96	13,58	11,25	15,13	14,48
T3	11,29	9,23	13,55	12,58	13,67	11,17	16,41	15,23
T4	11,65	9,92	12,58	11,65	14,11	12,01	15,23	14,11
T5	11,47	9,81	11,80	11,27	13,89	11,88	14,28	13,65

Bakterilerin fosfor alımına olumlu etkisi, direkt meyve tutumu ve meyve kalitesini etkilemektedir. Benzer bir çalışmada *Azospirillum* ve *Bacillus megaterium* aşılamalarının ardından patatesin büyüme, verim ve besin içeriğinde artışlar olduğu bildirilmiştir (Mahendran ve ark., 1996). Sinerjistik etkileşimlerin bir sonucu olarak, *G. mosseae* ve *Trichoderma spp.* soya fasulyesinin verimini, tohum kalitesini ve tohum kompozisyonunu ve ayrıca *P. fluorescens* ve *G. mosseae* BEG12'nin birlikte aşılmasıyla domatesin büyümesini arttırdığı belirtilmiştir (Egberongbe ve ark., 2010, Gamalero ve ark. 2004).

Ayrıca bakteriler, susuz koşullarda bitkiye fayda sağlamaktadır. Bitki bünyesinde gaz halde bulunan tek hormon olan etilen, biyotik ve abiyotik stres koşullarında bitkiler tarafından daha çok sentezlenir. Bu sebeple bu hormon "stres hormonu" olarak da bilinmektedir. Bitki bünyesinde etilen konsantrasyonunun artması bitki gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir. PGPR'lar tarafından da üretilen 1-aminoklopropan-1-karboksilat (ACC) deaminazbitkide oluşan etilen hormon üretimini dengeleyerek bitki büyüme ve gelişimini teşvik etmektedir (Yang ve ark., 2008; Glick ve ark., 1995; Glick ve ark., 1998). PGPR'ların bu olumlu etkilerinin mekanizmasının, bitki bünyesindeki etilenin köklerden bakteriler tarafından alınıp burada üretilen ACC deaminaz ile amonyağa ve 2-oxobutanoate'a hidrolize edilmek suretiyle bitki bünyesindeki etilen konsantrasyonunun azaltılması şeklindedir (Ahemad ve Kibret, 2013).

Yaptığımız çalışmayla ilgili önceki çalışmalarda, bizim sonuçlarımızla benzer sonuçlar elde edildiğini söyleyebiliriz. Naidu ve ark., 2013 yılında kavuna uyguladıkları mikrobiyal bakımdan zenginleştirilmiş kompost çayı uygulanan bitkilere ait meyveleri, hiçbir ek muameleye tabi tutulmayan kontrol grubunu temsil eden meyvelerle (SÇKM: % 11.72, meyve ağırlığı: 1.20 kg, meyve yüksekliği: 13.50 cm, meyve eti kalınlığı: 3.73 cm) kıyasladıklarında; söz konusu uygulamanın SÇKM'ye (% 13.62), meyve ağırlığına (1.42 kg), meyve yüksekliğine (14.46 cm) ve meyve eti kalınlığına (4.01 cm) etkisi olduğunu saptamışlardır.

Fosfat çözücü bir bakteri olan *Bacillus megaterium*'un domates bitkileri üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, söz konusu bakterinin domates verimi ile yapraklardaki fosfor, demir, çinko ve bakır alımını artırdığı belirlenmiştir (Turan ve ark., 2004). Bir başka PGPR, *Bacillus subtilis* izolatları ile muamele edilen domates bitkilerinde, verim ve pomolojik parametrelerden büyüklük, sertlik, SÇKM, titre edilebilir asitlik değerlerinin kontrole göre daha yüksek bulunmuştur (Mena-Violante ve Olalde-Portugal, 2007).

Arıkan ve ark (2013), ayva bitkisine uyguladıkları T8, OSU 142 ve M3'ün meyve pomolojik kriterlerinden meyve genişliğinde, meyve yüksekliğinde, meyve ağırlığında ve SÇKM'de ortalamalarını istatistiksel olarak farklı bulmuşlardır. Meyve sayısında T8 uygulaması, meyve ağırlığı ve meyve yüksekliğinde T8+OSU 142 uygulaması, meyve genişliğinde OSU 142 uygulaması, SÇKM'de ise kontrol uygulaması en yüksek sonuçları vermiştir.

Çizelge 7. Birinci ve ikinci deneme yılında sulu ve susuz koşullarda yetiştirilen Kırkağaç 637 kavun çeşidi ve Arguvan kavununda ortamlarla çekirdek evi çapı (cm) değerleri

Table 7. Core house diameter (cm) values with medium in Kırkağaç 637 melon cultivars and Arguvan melons grown in irrigated and non-irrigated conditions in the first and second experimental years.

Uygulama	Susuz koşullarda				Sulu koşullarda			
	1.yıl		2.yıl		1.yıl		2.yıl	
	Kırkağaç 637	Kırkağaç 637	Arguvan	Arguvan	Kırkağaç 637	Kırkağaç 637	Arguvan	Arguvan
T1	7,43	6,97	5,23	5,05	7,61	7,14	6,43	6,25
T2	7,26	7,28	6,45	5,46	7,44	7,46	7,66	5,64
T3	7,09	7,40	5,92	6,34	7,26	7,58	6,14	6,54
T4	6,67	6,77	5,37	6,76	6,83	6,94	6,58	5,95
T5	6,26	6,56	6,77	5,93	6,41	6,72	5,96	6,13

Çizelge 8. Birinci ve ikinci deneme yılında sulu ve susuz koşullarda yetiştirilen Kırkağaç 637 kavun çeşidi ve Arguvan kavununda ortalama çekirdek evi yüksekliği (cm) değerleri

Table 8. Average seed house height (cm) values in Kırkağaç 637 melon cultivars and Arguvan melons grown in irrigated and non-irrigated conditions in the first and second experimental years.

Uygulamalar	Susuz koşullarda				Sulu koşullarda			
	1.yıl		2.yıl		1.yıl		2.yıl	
	Kırkağaç 637	Kırkağaç 637	Arguvan	Arguvan	Kırkağaç 637	Kırkağaç 637	Arguvan	Arguvan
T1	9,48	8,90	10,85	9,32	9,71	9,12	11,12	9,55
T2	10,40	9,90	10,33	11,18	10,66	10,14	10,58	11,45
T3	9,67	9,43	11,95	11,94	9,91	9,66	12,24	12,23
T4	9,44	8,99	11,56	12,20	9,67	9,21	11,84	12,50
T5	9,55	8,76	10,96	12,02	9,78	8,98	11,23	12,32

Çizelge 9. Birinci ve ikinci deneme yılında sulu ve susuz koşullarda yetiştirilen Kırkağaç 637 kavun çeşidi ve Arguvan kavununda ortalama SÇKM (%) değerleri

Table 9. Average SSKM (%) values in Kırkağaç 637 melon cultivars and Arguvan melons grown in irrigated and non-irrigated conditions in the first and second trial years.

Uygulama	Susuz koşullarda				Sulu koşullarda			
	1.yıl	2.yıl	1.yıl	2.yıl	1.yıl	2.yıl	1.yıl	2.yıl
	Kırkağaç 637	Kırkağaç 637	Arguvan	Arguvan	Kırkağaç 637	Kırkağaç 637	Arguvan	Arguvan
T1	11,2 b	10,4 a	8,7 c	8,0 b	9,6 a	9,2 a	8,6 b	8,2 b
T2	14,1 a	12,6 a	8,4 c	8,8 b	10,2 a	9,5 a	8,4 b	8,4 b
T3	12,2 b	10,2 a	9,1 c	8,2 b	10,1 a	9,6 a	7,9 b	8,8 b
T4	10,8 b	10,6 a	9,2 c	7,6 b	9,7 a	8,9 b	8,0 b	7,6 b
T5	11,6 b	9,9 a	8,7 c	7,2 b	9,2 a	9,4 a	8,1 b	8,1 b

Karlıdağ ve ark (2007), bitki aktivatörü olarak M3, OSU 142, FS01 ve kombinasyonlarının, Granny Smith elma çeşidinde meyve kalitesine etkisini incelemek üzere uygulamışlardır. Bitki aktivatörlerinin meyve ağırlığına istatistiksel olarak etkisi olmadığını bulmuşlardır. SÇKM'de FS01 uygulamasını % 16.1 ile en yüksek bulurlarken, M3 (% 15.5) ve OSU 142 (% 15.5) uygulamalarını kontrolden (% 15.8) daha düşük bulmuşlardır. Meyve çapı ortalamalarını karşılaştırdıklarında ise, FS01 (7.11 mm) uygulaması hariç, diğer uygulamalar ve interaksyonlar kontrolden (6.98 mm) daha yüksek bulunmuştur.

Sonuç

Malatya ili Arguvan ilçesi koşullarında, iki farklı lokasyonda sulu ve susuz koşullarda farklı bakteri türlerinin, ekim öncesi tohumla muamele edilmesinin kavunda bitki büyümesi, kalite, verim ve besin elementi alımı üzerine etkilerinin incelendiği bu çalışma; üretici koşullarında yapıldığı için bölge üreticisine yetiştiricilik konusunda katkı sağladığı gibi, biyogübre terimi ve bitkiye faydası uygulamalı olarak gösterilmiştir.

Kavun, Malatya ili Arguvan ilçesinde yetiştiriciliği oldukça yaygın olarak yapılan bir türdür. Bölgede yapılan gözlemlere dayanılarak, bölgenin organik yetiştiricilik için oldukça müsait olduğu söylenebilir. Ancak özellikle son yıllarda yağış rejiminde meydana gelen düşüşler, bölgede kavun yetiştiriciliğini kısıtlamaktadır. Birinci ve ikinci deneme yılında uygulamaların farklı lokasyonlarda pomolojik özellikler üzerine etkileri incelendiğinde, susuz koşullarda yetiştirilen Kırkağaç 637 kavunlarının SÇKM değerleri dışında hiçbir pomolojik parametrenin farklı uygulamalardan etkilenmediği gözlenmiştir. T2 (*Bacillus subtilis*) uygulaması diğer tüm uygulamalara göre susuz şartlarda yetiştirilen Kırkağaç 637 kavunlarının SÇKM değerlerinde daha iyi sonuçlar vermiştir. Tüketiciler açısından tat ve aroma kriteri önemli bir özellik olduğundan, konuyla ilgili spesifik çalışmaların yapılması faydalı olacaktır.

Çalışmadan elde edilen sonuçlarda; öne çıkan uygulama T2 (*Bacillus subtilis*) uygulaması olmuştur. Bu bağlamda, denemede kullanılan biyogübrelerin, üreticiler tarafından kolaylıkla ulaşılabilecek özel satış yerlerinde satılması ve biyogübreler hakkında bölge üreticilerine bilgilendirme yapılması önerilebilir.

Teşekkür

Denemede kullanılan bakteri izolatlarını temin ettiğimiz, Yeditepe Üniversitesi Genetik ve Biyomühendisliği Bölüm Başkanı Prof. Dr. Fikrettin ŞAHİN'e ve çalışmayı 2016/104 numaralı proje kapsamında finanse eden İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine teşekkür ederim.

Bilgi

Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Ahemad M, Kibret M. 2013. Mechanisms and applications of plant growth Promoting rhizobacteria:current perspective. J. King Saud Univ. 12:2, 41-48
- Aksoy U. 1999. Ekolojik tarımdaki gelişmeler. Ekolojik Tarım, Ekolojik Tarım Organizasyonu Derneği (ETO), İzmir, 30-35.
- Anonim. 2016. <http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari> (erişim tarihi: 28 Aralık, 2016).
- Anonim, 2022. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (erişimtarihi: 23.11.2022).
- 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.60:2,97-100.
- Bernabeu PR, Pistorio M, Torres-Tejerizo G, Estrada-De los Santos P, Galar ML, Boiardi JL, Luna MF. 2015. Colonization and plant growth-promotion of tomato by *Burkholderia tropica*. Scientia Horticulturae, 191, 113-120.
- Chamangasht S, Ardakani MR, Khavazi K, Abbaszadeh B, Mafakheri S. 2012. Improving lettuce growth and yield by the application of biofertilizers. Scholars Research Library, ISSN, 0976-1233.
- Egberongbe HO, Akintokun AK, Babalola OO, Bankole MO.2010. The effect of *Glomus mosseae* and *Trichoderma harzianum* on proximate analysis of soybean (*Glycine max* (L.) Merril.) seed grown in sterilized and unsterilised soil. Journal of Agricultural Extension and Rural Development, 2:4, 54-58.
- 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. Sci. Hortic, 110:4, 324-327.
- Eşitken A. 2011. Use of plant growth promoting rhizobacteria in horticultural crops. In Bacteria in agrobiolgy: Crop ecosystems (pp. 189-235). Springer, Berlin, Heidelberg.

- Gamalero E, Trotta A, Massa N, Copetta A, Martinotti MG, Berta G. 2004. Impact of two fluorescent pseudomonads and an arbuscular mycorrhizal fungus on tomato plant growth, root architecture and P acquisition. *Mycorrhiza*, 14:3, 185-192.
- Glick BR, Penrose DM, Li J. 1998. A model for the lowering of plant ethylene concentrations by plant growth-promoting bacteria. *J. Theor. Biol.* 190:1, 63-68.
- Glick BR. 1995. The enhancement of plant growth by free-living bacteria. *Can. J. Microbiol.* 41:2, 109-117.
- Gül A, Özaktan H, Kidoğlu F, Tüzel Y. 2013. Rhizobacteria promoted yield of cucumber plants grown in perlite under Fusarium wilt stress. *Scientia Horticulturae*, 153, 22-25.
- Karlıdağ H, Eşitken A, Turan M, Sahin F. 2007. Effect of root inoculation of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrition element content of leaves of apple. *Sci. Hortic.* 11:1, 16-20.
- Karlıdağ H, Eşitken A, Yıldırım E, Dönmez MF, Turan M. 2011. Effects of plant growth promoting bacteria (PGPB) on yield, growth, leaf water content, membran eperme ability and ionic composition of strawberry under a line conditions. *J. Plant. Nutr.* 34:4, 34-45.
- Kloepper JW. 1994. Plant growth-promoting rhizobacteria, Florida, ABD, 111-118.
- Mahendran PP, Kumar N, Saraswathy S. 1996. Studies on the effect of biofertilizers on potato (*Solanum tuberosum L.*). *South Indian Horticulture*, 44:79-82.
- Martinez JP, Silva H, Ledent JF, Pinto M. 2007. Effects of drought stress on the osmotic adjustment cell wall elasticity and cell volume of six cultivars of common beans (*Phaseolus vulgaris L.*) *Eur. J. Agron.* 26:1, 30-38.
- Mena-Violante H, Olalde-Portugal VG. 2007. Alteration of tomato fruit quality by root inoculation with plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) *Bacillus subtilis* BEB-13bs. *Sci. Hortic.* 113:3, 103-106.
- Nahas E. 1996. Factors determining rock phosphate solubilization by microorganisms isolated from soil. *World J. Microbiol. Biotech.* 12:1, 567-572.
- Naidu Y, Meon S, Siddique Y. 2013. Foliar Application of Microbial- Enriched Compost Tea Enhances Growth, Yield and Quality of Muskmelon (*Cucumis melo L.*) Cultivated Under Fertigation System. *Sci. Hortic.* 159:1, 33-40.
- Ram RL, Maji C, Bindroo BB. 2013. Role of PGPR in different crops-an overview. *Indian. J. Seric.* 52:2, 1-13.
- Silva LR, Azevedo J, Pereira MJ, Valentão P, Andrade PB. 2013. Chemical assessment and antioxidant capacity of pepper (*Capsicum annuum L.*) seeds. *Food and Chemical Toxicology*, 53, 240-248.
- Singh UN. 2013. Effect of bio-fertilizers on yield and economic traits of potato at two fertility levels. *Hort Flora Research Spectrum*, 2(3), 262-264.
- Somers E, Vanderleyden J, Srinivasan M. 2004. Rhizosphere bacterial signalling a love paradebene at hour feet. *Crit. Rev. Microbiol.* 30:5, 205-240.
- Sudhakar P, Chattopadhyay GN, Gangwar SK, Ghosh JK. 2000. Effect of foliar application of *Azotobacter*, *Azospirillum* and *Beijerinckia* on leaf yield and quality of mulberry (*Morus alba*). *J. Agr. Sci.* 134, 227-234.
- Tien TM, Gaskins MH, Hubbell DH. 1979. Plant growth substances produced by *Azospirillum brasilense* and their effect on the growth of pearl millet (*Pennisetum americanum*). *Appl. Environ. Microbiol.* 37:2, 1016-1024.
- Turan M, Ataoğlu N, Sezen Y. 2004. Fosfor çözücü bakterinin (*Bacillus megaterium*) domates (*Lycopersicon esculentum L.*) bitkisinin verimi ve fosfor alımı üzerine etkisi. *Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tokat*, 11-13 Ekim, 939-944.
- Türkeş M. 1994. Artan sera etkisinin türkiye üzerindeki etkileri. *Tübitak Bilim ve Teknik Dergisi*, 321: 71.
- Türkeş M. 1997. Hava ve iklim kavramları üzerine. *Tübitak Bilim ve Teknik Dergisi*, 1:136-37.
- Vessey J K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and soil*, 255(2), 571-586.
- Yang J, Kloepper JW, Ryu CM. 2008. Rhizosphere bacteria help plants tolerate abiotic stress. *Trends. Plant. Sci.*, 14:3, 1-4.
- Yıldırım E, Turan M, Dönmez MF. 2008. Mitigation of salt stress in radish (*Raphanus sativus L.*) by plant growth promoting rhizobacteria. *Roumanian Biotechnol Lett*, 13, 3933-3943.
- Yıldırım E, Karlıdağ H, Turan M, Dursun A, Goktepe F. 2011. Growth, nutrient uptake, and yield promotion of broccoli by plant growth promoting rhizobacteria with manure. *Hort Science*, 46(6), 932-936.