



Araştırma Makalesi

Elmada Farklı Anaç-Çeşit Kombinasyonlarında Rizobakteri Uygulamasının Meyve Kalite Parametrelerine Etkisi

Mehmet YAMAN^{1*}, Ercan YILDIZ², Ahmet SÜMBÜL³, Osman SÖNMEZ⁴

ÖZ

Araştırma, Kayseri ilinin Yahyalı ilçesinde bulunan M9 ve MM106 anaçları üzerine aşılı 7 ticari elma (*Malus domestica* L.) çeşidine uygulanan azot+fosfor çözücü (*Azospirillum* sp-245 + *Bacillus megaterium* M3) bakterilerinin meyve kalite parametreleri ve vejetatif özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacı ile 2020-2021 yıllarında yürütülmüştür. Çalışmada çeşit*anaç kombinasyonlarında meyve ve bitkisel özellikler üzerine rizobakteri uygulamasının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Rizobakteri uygulaması meyvelerin ağırlığı ve boyutları üzerine önemli katkılar sağlarken, suda çözünür kuru madde (SÇKM) ve titre edilebilir asit (TEA) içeriği ile meyve eti sertliği (MES) değeri üzerine ise olumlu bir etkisi gözlemlenmemiştir. En yüksek bakteri katkısı meyve ağırlığı (%15.81) ve boyunda (%8.56) Fuji/MM106 kombinasyonunda, meyve eninde (%8.97) ise Jeromine/MM106 kombinasyonunda belirlenmiştir. Bitkisel özellikler üzerine rizobakteri uygulamasının etkisi olumlu olurken, uygulamalar yaprak alanında %9.97'ye, sürgün uzunluğunda %26.72'ye, yaprakların SPAD değerlerinde ise %8.42'ye kadar artışa neden olmuştur. Sonuç olarak, bitki büyümesini teşvik edici azot+fosfor çözücü rizobakteri uygulamalarının elmada biyolojik gübre olarak kullanılabilceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Elma çeşitleri, rizobakteri uygulaması, meyve kalitesi, vejetatif özellikler.

The Effect of Rhizobacterial Application on Fruit Quality Parameters in Different Rootstock-Cultivar Combinations in Apple

ABSTRACT

This study was carried out to determine the effects of nitrogen + phosphorus solvent (*Azospirillum* sp-245 + *Bacillus megaterium* M3) rhizobacteria on fruit quality parameters and vegetative characteristics of 7 commercial apple cultivars budded on M9 and MM106 rootstocks in Yahyalı/Kayseri ecological conditions in 2020-2021 years. In the study, the effect of rhizobacteria application on fruit and plant characteristics in cultivar*rootstock combinations was found to be statistically significant. Rhizobacteria application made significant positive contributions to the weight and size of fruits but had negative effects on soluble solid content (SSC) and titratable acidity (TA) contents and fruit flesh firmness (FFF) value. The highest contribution of rhizobacteria was determined in Fuji/MM106 for fruit weight (15.81%) and fruit length (8.56%), and in Jeromine/MM106 for fruit width (8.97%).

While the rhizobacteria application on vegetative characteristics had positive effect, the applications caused an increase of up to 9.97% in leaf area, 26.72% in shoot length, and 8.42% in SPAD values of leaves. As a result, it was concluded that plant growth promoting nitrogen + phosphorus solvent rhizobacteria applications can be used as biological fertilizer in apple cultivation.

Keywords: Apple cultivars, rhizobacteria application, fruit quality, vegetative characteristics.

ORCID ID (Yazar sırasına göre)

0000-0002-2899-2238, 0000-0003-1445-2385, 0000-0001-9510-0992, 0000-0002-9134-6466

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 20.01.2022

Kabul Tarihi: 06.05.2022

¹Erciyes Üniversitesi Seyrani Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Kayseri

²Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Suşehri Timur Karabal Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Organik Tarım Pr, Sivas

³Erciyes Üniversitesi Seyrani Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Kayseri

*E-posta: mhmt.-07@hotmail.com

Elmada Farklı Anaç-Çeşit Kombinasyonlarında Rizobakteri Uygulamasının Meyve Kalite Parametrelerine Etkisi

Giriş

Elma (*Malus communis* L.) geniş adaptasyon kabiliyetinin yanı sıra sahip olduğu tür ve çeşit zenginliği sebebiyle dünya üzerinde geniş bir coğrafyada yetiştiriciliği yapılan meyve türlerinden biridir (Uzun ve ark., 2019). 2020 yılı verilerine göre dünya elma üretimi 86 milyon tonun üzerinde olup, bu üretimde Çin (%47.0), ABD (%5.3) ve Türkiye (%5.0) önde gelmektedir (FAO, 2020). Tüm dünyada elma üretiminin bu kadar fazla olmasında elmanın insan sağlığı açısından yararının bulunmasının da etkisi vardır. Elma zengin kimyasal içeriğiyle oksidatif stresin neden olduğu kalp ve damar hastalıkları ile astım ve şeker hastalıklarının risklerini düşürmektedir (Hyson, 2021). Ayrıca çok güçlü antioksidan aktiviteye sahip olan elma, kanser hücrelerinin çoğalmasını engellemesinin yanı sıra yağ oksidasyonunu ve kolesterolü de azaltmaktadır (Lam ve ark., 2008).

Elma yetiştiriciliğinde meyve türlerinin genelinde olduğu gibi bol ve kaliteli ürün alabilmek diğer faktörlerle birlikte (genetik, bakım işlemleri, iklim, anaç vb.) ağacın iyi bir beslenme durumunda olmasına bağlıdır (Singh ve ark., 2017). Diğer meyve türlerinde olduğu gibi elmalarda verimlilik çiçek tomurcuklarının farklılaşması, sürgün ve çiçek gelişimi, çiçeklenme, meyve tutumu ve gelişimi ile olgunlaşma aşamalarından oluşmakta ve her bir aşama toplam verimliliğin sağlanmasında son derecede önemli olmaktadır. İklim ve toprak koşullarının yanı sıra bu aşamalarda etkili olan en önemli konu beslenme fizyolojisidir (Toprak, 2019). Meyve verimliliğiyle ilişkili birçok fizyolojik olay ile beslenme fizyolojisi arasında çok yakın ilişkilerin olduğu uzun yıllardır bilinmekte ve bu konuda çalışmalar sürdürülmektedir (Yıldız ve ark., 2021).

Meyve ağaçlarında kullanılan anaçlar, bitkinin toprak altı kısmını oluşturmaları yanında, toprağa tutunma, su ve besin maddelerinin topraktan alınıp ağacın toprak üstü organlarına iletilmesi ve taç kısmında yapılan fotosentez ürünleri ile büyümeyi düzenleyici maddelerin köklere taşınmasında etkili olmaktadır (Savvas ve ark., 2011; Valverdi ve Kalcsits,

2021). Bunların yanında anaçlar, üzerlerine aşılana çeşitlerin şekil ve büyüklüğü, erken ürüne yatması, farklı toprak tiplerine adaptasyonu, soğuk ve kuraklık ile hastalık ve zararlılara dayanımı üzerine etkili olduğu gibi, çeşitli meyve özellikleri üzerine de etki etmektedirler (Hartmann ve ark., 2002). Meyvelerde bitki gelişimi ve meyve özelliklerine etki eden bir diğer uygulama ise rizobakteri gibi biyolojik ajan uygulamalarıdır. Bitki gelişimini teşvik edici bakteriler (PGPR) tarımda biyolojik gübre olarak genellikle toprak ve kök bölgesine dışardan uygulamak suretiyle kullanılmaktadır (Güneş ve ark., 2021). Su ve bitki besin elementi kullanımına olan etkilerinden dolayı, rizobakteriler bitki gelişimi ve verim başta olmak üzere çeşitli meyve özelliklerine de etki etmektedir. Farklı meyve türlerinde yapılan PGPR uygulamalarının kayısı (Eşitken ve ark., 2003), kiraz (Eşitken ve ark., 2006), elma (Aslantaş ve ark., 2007; Karlıdağ ve ark., 2007), çilek (Güneş ve ark., 2009; Eşitken ve ark., 2010), ayva (Arıkan ve ark., 2013), fındık (Üçüncü, 2018) ve muzda (Akbaş, 2019) meyvede verim ve kalite parametrelerine etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

Yapılan bu çalışmada Kayseri ili Yahyalı ilçesinde elma yetiştiriciliğinde yoğun olarak kullanılan 2 anaç (M9 ve M106) üzerine aşıli uluslararası pazarlarda talep gören Scarlet Spur, Red Chief, Fuji, Jeromine, Galaxy Gala, Granny Smith ve Golden Reinders olmak üzere 7 ticari çeşidin meyve kalite parametreleri üzerine azot+fosfor çözücü (*Azospirillum* sp-245 + *Bacillus megaterium* M3) bakterisi uygulamalarının etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, bu çalışmadan alınan sonuçların diğer meyve türlerinin yetiştiriciliğinde kullanılabilecek çıktılar oluşturmasını sağlamak da hedeflenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Çalışma 2020 ve 2021 yıllarında Türkiye'nin İç Anadolu Bölgesinde yer alan Kayseri iline bağlı Yahyalı ilçesinde yürütülmüştür. Bölgede iklim yapısı genel olarak kışları soğuk ve kar yağışlı, yazları sıcak ve kuraktır. Toprak yapısı genel

Elmada Farklı Anaç-Çeşit Kombinasyonlarında Rizobakteri Uygulamasının Meyve Kalite Parametrelerine Etkisi

olarak organik maddece fakir, su tutma kapasitesi zayıf, tınlı ve killi tınlı topraklardır. Çalışma gerek bahçe yaşı gerekse bahçe yönetimi açısından birbirine benzer olarak seçilmiş 3 üreticiye ait 6 yaşlı elma bahçelerinde yürütülmüştür. Çalışmada yer alan bahçe topraklarının besin maddesi içerikleri ve genel özellikleri ile uygulama öncesi bakteri yoğunlukları Tablo 1 ve Tablo 2’de sunulmuştur. Çalışmanın yürütüldüğü bahçelerin toprak özellikleri genel olarak değerlendirildiğinde bahçelerin benzer özellikler sergiledikleri ve bu yönüyle denemeyi etkileyecek bir durumun sözü konusu olmadığı görülmektedir.

Çalışmada bitkisel materyal olarak bölgede yoğun olarak kullanılan M9 ve MM106 anaçları üzerine aşılı Scarlet Spur, Red Chief, Fuji, Jeromine, Galaxy Gala, Granny Smith ve Golden Reinders elma çeşitleri tercih edilmiştir.

Bakteri uygulaması yapılan bahçelerin genel özellikleri şöyledir: M9 üzerine aşılı parsellerde telli terbiye sistemi mevcut olup, bu alanlar 75 cm x 4 m, MM106 üzerine aşılı parseller ise 1.5 m x 4 m sıra üzeri ve arası mesafe olacak şekilde kurulmuştur. Bu parsellerde yıllık bakım işlemlerinden hastalık ve zararlı mücadelesi ile yabancı ot kontrolü yoğun bir şekilde gerçekleştirilirken, gübre uygulaması damla sulamayla birlikte (fertigasyon sistemi) yapılmaktadır. Parseller vejetasyon dönemi boyunca sıcaklığa bağlı olarak 5-7 günde bir sulanırken, meyve seyreltmesi taç hacmi esas alınarak hüzmeki meyve sayısına müdahale edilerek gerçekleştirilmektedir. Deneme ağaçları modifiye merkezi lider sistem ile taçlandırılırken, budama işlemi her yıl düzenli olarak yapılmaktadır.

Tablo 1. Bahçelere ait toprakların bazı besin maddesi içerikleri (mg/kg)

Bahçe	Toprak derinliği (cm)	P	K	Ca	Mg	Mn	Zn	Fe	Cu
1	0-30	12.46	165.3	1750.0	234.6	29.72	2.66	1.45	1.47
	30-60	11.53	142.4	1815.9	218.4	22.15	2.52	1.32	1.38
2	0-30	11.54	151.3	1668.7	228.1	20.76	3.25	1.53	2.12
	30-60	11.45	132.8	1681.2	211.0	18.41	3.01	1.50	1.98
3	0-30	15.11	214.5	1479.3	258.9	18.19	3.58	1.10	1.38
	30-60	13.23	194.2	1512.0	231.8	17.48	3.15	0.97	1.31

Tablo 2. Bahçelere ait toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Bahçe	Toprak derinliği (cm)	Bünye	EC (dS/m)	pH	Kireç (%)	Organik madde (%)	Bakteri yoğunluğu (cfu/ml)*
1	0-30	Tınlı	0.43	8.3	7.13	2.15	0.321x10 ⁶
	30-60		0.39	8.2	7.27	2.11	
2	0-30	Tınlı	0.39	8.2	6.97	2.26	0.309x10 ⁶
	30-60		0.31	8.2	7.15	2.15	
3	0-30	Tınlı	0.40	8.2	6.88	2.38	0.330x10 ⁶
	30-60		0.29	8.1	7.09	2.13	

*Sonnular 0-30 cm toprak derinliğindeki bakteri yoğunluğunu içermektedir.

Yöntem

Deneme amacıyla seçilen alanlarda bakteri olarak *Azospirillum* sp-245 ve *Bacillus megaterium* M3 bakterileri kullanılmıştır. Bakteriler Nutrient Agar üzerine çizgi ekim yapılarak, 48 saat 27 °C’de bekletilmiş ve bu süre sonunda gelişmesini tamamlayan kültürlerden bir öze dolusu alınarak 250 ml besin çözeltisi (nutrient broth) içeren erlenlere

aktarılmıştır. Bakteri konsantrasyonu 2 L preparat/100 L su (108 CFU/ml) olarak ayarlandıktan sonra, 40 ml çözelti/ağaç uygulamaları ağaçların taç izdüşüm alanlarına tam çiçeklenmeden hemen sonra başlamak üzere 15 gün arayla 3 kez yapılmıştır. Deneme her bir çeşit*anaç kombinasyonunda 3 tekerrürlü olarak kurulmuş olup, her tekerrürde 5 ağaç

Elmada Farklı Anaç-Çeşit Kombinasyonlarında Rizobakteri Uygulamasının Meyve Kalite Parametrelerine Etkisi

bulunmaktadır. Kontrol bitkilerine ise herhangi bir uygulama yapılmamıştır. Meyvelerdeki bazı kalite parametrelerinin belirlenmesi amacıyla yapılan meyve örnekleme, her bir çeşidin ticari hasat tarihinde kontrol ve uygulama ağaçlarının her bir tekerrürün de, çeşidi temsil eden 15'er meyve olacak şekilde yapılmıştır. Derim dönemi çeşide özgü kabuk zemin ve üst rengi takip edilme kaydıyla %1'lik potasyum iyodür çözeltisi uygulaması ile meyvede nişasta dağılımının gösterimi 1-8 nişasta skalası (Blainped ve Silsby, 1992) baz alınmış ve nişastanın %50 oranında parçalandığı (skala değeri 4 veya 5 olduğu) safha ticari hasat (Szalay ve ark., 2013) olarak kabul edilmiştir. Alınan meyve örneklerinde meyve ağırlığı (g), meyve eni ve boyu (mm), meyve eti sertliği (kg-kuvvet), suda çözünabilir kuru madde (SÇKM) ve titre edilebilir asit (TEA) içerikleri (%) ile meyve kabuk rengi (L*, a* ve b*) renk ölçer (Minolta, CR-300, Japonya) ile meyvenin ekvatorial eksenini boyunca karşılıklı 2 yönde yapılan okumalarla belirlenmiştir. SÇKM miktarı (%) el refraktometresi (Atago Model ATC-1E) ile ölçülerek yüzde olarak saptanmıştır. TEA miktarı (%) potansiyometrik yöntem ile ölçülmüş olup, elde edilen meyve suyundan alınan 5 ml örnek distile su ile 100 ml'ye tamamlanarak, dijital pH metrede 8.1 değeri okunana kadar 0.1 N NaOH çözeltisi ile

titre edilmiş ve sonuçlar malik asit cinsinden yüzde olarak hesaplanmıştır. MES her meyvenin ekvator bölgesinin iki yanağından, yaklaşık 1 cm çapındaki meyve kabuğu kaldırıldıktan sonra 11 mm'lik delici uca sahip penetrometre (Effegi model FT 327) ile kg-kuvvet (kg-k) cinsinden saptanmıştır.

Çalışmaya ait veriler JMP Pro 14 (SAS Institute Inc., Cary, NC, ABD) istatistiksel paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Ortalamalar arasındaki fark Tukey çoklu karşılaştırma yöntemine göre %5 anlamlılık düzeyinde belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Çalışmada yer alan çeşit*anaç kombinasyonlarında meyve özellikleri üzerine bakteri uygulamasının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş olup, çeşit*anaç kombinasyonu bazında farklılıklar göstermiştir (Tablo 3). Kontrol uygulamasında en yüksek meyve ağırlığı MM106 anacı üzerine aşılı Jeromine (208.86 g) ve Golden Delicious (204.18 g), en düşük ise Galaxy Gala çeşidinin (143.03 g) MM106 kombinasyonundan elde edilmiştir. Meyve ağırlığına bakteri uygulamasının etkisi tüm kombinasyonlarda pozitif yönde olurken, bu etki %0.24 ile %15.81 aralığında değişiklik göstermiştir.

Tablo 3. Rizobakteri uygulamasının meyve ağırlığı, meyve eni ve meyve boyuna etkisi

Çeşit*Anaç	Meyve Ağırlığı (g)		Meyve Eni (mm)		Meyve Boyu (mm)	
	Kontrol	% Katkı	Kontrol	% Katkı	Kontrol	% Katkı
Scarlet S./M9	187.78b ⁽¹⁾	2.46e-g	76.01a	2.52b-d	66.80ab	1.77c-e
Fuji/M9	178.75b-d	8.12cd	75.78ab	2.36b-d	65.00a-c	3.84a-e
G.Smith/M9	166.03de	5.59c-g	71.56c-g	3.08b-d	62.97bc	2.75b-e
G.Gala/M9	148.83fg	0.71fg	68.56g	2.57b-d	61.90bc	-0.48de
Golden R./M9	164.06e	6.74c-e	72.00c-f	6.07a-c	67.22ab	6.77a-c
Red Chief/M9	158.57ef	6.18c-f	69.60e-g	3.83bc	65.02a-c	2.96b-e
Jeromine/M9	171.80c-e	10.22bc	72.85c-e	5.86a-c	64.07bc	7.82ab
Scarlet/MM106	182.25bc	6.57c-e	74.83a-c	1.20cd	64.92bc	4.44a-e
Fuji/MM106	171.25c-e	15.81a	73.69b-e	4.52a-c	62.40bc	8.56a
G.Smith/MM106	158.03ef	7.34c-e	70.87d-g	5.58a-c	61.51bc	6.32a-c
G.Gala/MM106	143.03g	0.24g	68.63fg	-1.47d	61.08c	-0.56e
Golden/MM106	204.18a	3.73d-g	73.11c-e	7.07ab	67.32ab	4.57a-d
Red Chief/MM106	170.09c-e	14.51ab	73.96a-d	4.76a-c	68.10a	7.24ab
Jeromine/MM106	208.86a	7.34c-e	74.54a-c	8.97a	64.67a-c	6.24a-c

(1): Her bir sütun içindeki farklılıklar ayrı harflerle gösterilmiştir.

Meyve ağırlığı üzerine uygulanan bakterinin etkisi en yüksek Fuji/MM106 kombinasyonunda

gözlemlenirken, bunu Red Chief/MM106 (%14.51) kombinasyonu takip etmiştir. En

Elmada Farklı Anaç-Çeşit Kombinasyonlarında Rizobakteri Uygulamasının Meyve Kalite Parametrelerine Etkisi

düşük etki ise %0.24 ile Galaxy Gala/MM106 ve %0.71 ile Galaxy Gala/M9 kombinasyonlarında belirlenmiştir (Tablo 3). Meyve boyutlarına (meyve eni ve boyu) bakteri uygulamasının etkisi genel olarak olumlu yönde olurken, Galaxy Gala çeşidiyle oluşturulan kombinasyonlarda olumsuz etki ortaya çıkmıştır. En yüksek bakteri etkisi meyve eninde Jeromine/MM106 (%8.97), meyve boyunda ise Fuji/MM106 (%8.56) kombinasyonlarında elde edilmiştir. Meyve ağırlığı üzerine bakteri uygulamasının etkileriyle ilgili yapılan çalışmalarda farklı sonuçlar saptanmıştır. Meyvelerin ağırlığını uygulanan bakterinin farklı elma çeşitlerinde (Pırlak ve ark., 2007; Çakır ve ark., 2021), ayvada (Arıkan ve ark., 2013) ve ahududunda (İpek ve ark., 2018) artırdığı; kirazda (Atılğan ve ark., 2019) etkilemediği; vişnede ise (Arıkan ve Pırlak, 2016) azalttığı bildirilmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde çalışma kapsamında uygulanan bakterilerin azot bağlama, fosfor çözme ve bitki büyümeyi düzenleyicileri üretme kabiliyetleri nedeniyle bitkilerin gelişimlerini iyileştirdiği ve bunun sonucunda meyve

kalitesine katkı sağlamış olabileceği düşünülmektedir.

Bakteri uygulamasının suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) ve titre edilebilir asit (TEA) içerikleri ile meyve eti sertliği (MES) üzerine etkileri çeşit*anaç kombinasyonu bazında istatistiksel olarak önemli bulunurken, genel olarak etki azalış yönünde olmuştur (Tablo 4). Kontrol uygulamasında kombinasyonların SÇKM içerikleri %10.41 ile %14.27, TEA içerikleri %0.72 ile %151, MES değerleri ise 5.75 kg-kuvvet ile 8.28 kg-kuvvet aralığında değişiklik göstermiştir. Bakteri uygulaması SÇKM içeriği yönünden en olumlu etkiyi %2.79 artışla Galaxy Gala/M9 kombinasyonunda, en olumsuz etkiyi ise %8.64 azalışla Grany Smith/MM106 kombinasyonunda gerçekleştirmiştir. Meyvelerin TEA içeriğinde en yüksek artış %1.38 ile Red Chief/MM106 kombinasyonunda, en yüksek azalış ise Fuji/MM106 (%-8.80) kombinasyonunda saptanmıştır. MES değerleri açısından en yüksek artış %1.49 ile Fuji/MM106 kombinasyonunda, en yüksek azalış ise %8.23 ile Galaxy Gala/M9 kombinasyonunda belirlenmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. Rizobakteri uygulamasının bazı meyve özellikleri üzerine etkisi

Çeşit*Anaç	SÇKM İçeriği (%)		TEA İçeriği		MES Değeri	
	Kontrol	% Katkı	Kontrol	% Katkı	Kontrol	% Katkı
Scarlet S./M9	11.52d ⁽¹⁾	1.16ab	0.72f	-3.69a-d	6.16ef	-4.88cd
Fuji/M9	14.23a	0.66ab	0.81ef	0.96ab	6.83b-d	0.83ab
G.Smith/M9	11.84cd	-5.21d-g	1.12b	-4.08a-d	8.05a	-6.69cd
G.Gala/M9	12.13c	2.79a	0.86d-f	-4.60b-d	5.75f	-8.23d
Golden R./M9	13.96a	-4.10d-f	0.92c-e	-4.46a-d	6.41de	-5.15cd
Red Chief/M9	13.07b	-7.01e-g	1.00b-d	-5.67d	7.14b	-7.98d
Jeromine/M9	10.41e	-2.03b-d	0.84ef	-2.79a-d	7.24b	-6.56cd
Scarlet/MM106	11.78cd	-2.36b-d	0.79ef	0.42a-c	6.47c-e	-5.70cd
Fuji/MM106	14.22a	-3.91c-f	0.92c-e	-8.80d	7.00bc	1.49a
G.Smith/MM106	12.34c	-8.64g	1.51a	0.80ab	8.28a	0.97ab
G.Gala/MM106	12.22c	-2.73b-e	0.84ef	-7.14d	7.89a	-3.08bc
Golden/MM106	14.27a	0.47a-c	0.99b-d	-5.39cd	6.80b-d	-7.06cd
Red Chief/MM106	13.77a	-7.50fg	0.80ef	1.38a	7.13b	-5.88cd
Jeromine/MM106	11.92cd	1.49ab	1.03bc	-4.54b-d	7.14b	-8.19d

(1): Her bir sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir.

Değişik meyve türleriyle yapılan çalışmalarda incelenen meyve kalite parametreleri açısından birbirinden farklı sonuçlar bildirilmiştir. Bakteri uygulamasının SÇKM ve TEA içeriklerini bariz çalışmalarda belirlenmiştir. Diğer yandan bakteri uygulaması sonucunda MES değerinin elmada (Karakurt ve Aslantaş, 2010) azaldığı,

şekilde azalttığı elma (Karakurt ve Aslantaş, 2010), çilek (Eşitken ve ark., 2010), ayva (Arıkan ve ark., 2013) ve nar (Acar, 2018) türlerinde yapılan ayvada (Arıkan ve ark., 2013) arttığı, çilek (Eşitken ve ark., 2010) ve kirazda ise (Atılğan ve ark., 2019) etkisinin olmadığı bildirilmiştir.

Elmada Farklı Anaç-Çeşit Kombinasyonlarında Rizobakteri Uygulamasının Meyve Kalite Parametrelerine Etkisi

Meyvelerdeki SÇKM miktarı bitkinin yapmış olduğu fotosentez sonucunda ürettiği karbonhidratların meyvelere paylaşılması ile ortaya çıkmaktadır. Bakteri uygulaması sonucunda artan meyve ağırlığı ve hacmi meyvelerdeki SÇKM miktarının azalmasına neden olabilmektedir. Bu durum meyve iriliğine sebep olan artan hücre iriliği ve hücreler arası boşluklardaki meyve suyu oranındaki nispi artışa karşılık, kuru maddedeki azalışla izah edilebilir. Benzer durum meyvenin ağırlığında meydana gelen artışın hücreler arası boşluğu arttırmamasından dolayı meyve eti sertliğinin olumsuz etkilenmesinde de söz konusudur. Araştırmacılar tarafından meyve özellikleri bakımından bakteri uygulamalarının etkileriyle ilgili bildirilen farklılıklara sebep olarak kullanılan bakteri türü, uygulama yapılan meyvenin tür ve çeşidi ile iklim ve toprak koşullarının bir örnek olmaması söylenebilir. Çalışmada incelenen vejetatif gelişim parametrelerinden yaprak alanı, sürgün uzunluğu ve SPAD özellikleri üzerine bakteri uygulamasının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunurken, genel olarak bu etki kombinasyonlarda artış yönünde olmuştur (Tablo 5). Kontrol uygulamasında kombinasyonların yaprak alanları 27.92-44.28 cm², sürgün uzunlukları 31.88-36.11 cm, SPAD değerleri ise 45.95-57.63 arasında değişim göstermiştir. Bakteri uygulamasının yaprak alanı üzerine en yüksek etkisi Scarlet Spur çeşidinin gerek M9 (%9.97) ve gerekse MM106 (%9.84) anacı ile oluşturduğu kombinasyonlarda

gözlemlenirken, Jeronine/M9 kombinasyonunda %-0.81 ile olumsuz etki ortaya çıkmıştır. Sürgün uzunluğu üzerine bakteri uygulamasının etkisi kombinasyonlara göre farklılık gösterirken, elde edilen artış %14.20 ile %26.72 arasında değişim göstermiştir. Kombinasyonlarda en yüksek etki M9 anacı üzerine aşılı Jeronine (%26.72) ve Red Chief (%26.50) çeşitlerinde saptanmıştır. Yaprakların SPAD değerleri üzerine bakteri uygulaması genelde artış yönünde etkide bulunurken, Red Chief çeşidiyle oluşturulan kombinasyonlarda azalış ortaya çıkmıştır. En yüksek artış Galaxy Gala çeşidinin gerek MM106 (%8.42) gerekse M9 (%6.95) kombinasyonlarından elde edilmiştir. Çalışmamızda bakteri uygulamalarının vejetatif gelişme üzerine olumlu etkileriyle ilgili bulgularımıza paralel olarak kiraz, kayısı, ayva, elma, armut gibi birçok meyve türüyle yapılan çalışmalar da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Eşitken ve ark., 2006; Aslantaş ve ark., 2007; Arıkan, 2017; İpek ve ark., 2017; Gerçekcioğlu ve ark., 2018; Atılğan ve ark., 2019). Bakteriler bitki bünyelerinde oksin, sitokin ve gibberellin gibi hormonların sentezini artırabilme kabiliyetinde olmaları dolayısıyla vejetatif gelişimi arttırıcı etkiye sahiptirler (Aslantaş ve ark., 2007; Eşitken ve ark., 2010). Bakteri uygulaması sonucunda yaprak alanının artışına paralel olarak fotosentez etkinliği artmakta, sonuç olarak meyve kalite kriterleri olumlu yönde etkilenebilmektedir.

Tablo 5. Rizobakteri uygulamasının yaprak alanı, sürgün uzunluğu ve SPAD değerlerine etkisi

Çeşit*Anaç	Yaprak Alanı (cm ²)		Sürgün Uzunluğu (cm)		SPAD	
	Kontrol	% Katkı	Kontrol	% Katkı	Kontrol	% Katkı
Scarlet S./M9	40.28a ⁽¹⁾	9.97a	33.66	18.22c-e	57.63a	2.22c-e
Fuji/M9	39.79a	7.30ab	33.55	24.26a	51.48d-f	0.65c-ef
G.Smith/M9	40.49a	4.28a-c	34.38	14.20e	50.99d-f	0.76c-f
G.Gala/M9	41.57a	4.32a-c	35.13	25.99a	53.02cd	6.95ab
Golden R./M9	37.81ab	7.49ab	32.14	21.14a-d	50.88d-f	0.35c-f
Red Chief/M9	30.79bc	2.98a-c	34.45	26.50a	56.35ab	-0.58ef
Jeronine/M9	37.46ab	-0.81c	34.17	26.72a	52.27c-e	2.21c-e
Scarlet/MM106	37.18ab	9.84a	36.11	17.32de	51.43d-f	2.46c-e
Fuji/MM106	41.16a	9.13ab	33.86	24.04ab	49.02fg	2.92cd
G.Smith/MM106	44.28a	8.35ab	35.96	18.22c-e	45.95h	3.64bc
G.Gala/MM106	40.56a	6.51ab	35.10	23.19a-c	47.67gh	8.42a
Golden/MM106	39.50a	4.17a-c	33.13	18.71b-e	50.00e-g	0.24d-f
Red Chief/MM106	27.92c	8.67ab	31.88	25.53a	54.47bc	-2.45f

Elmada Farklı Anaç-Çeşit Kombinasyonlarında Rizobakteri Uygulamasının Meyve Kalite Parametrelerine Etkisi

Jeromine/MM106 38.45a 1.97bc 33.86 24.04ab 51.96c-e 2.88cd

(1): Her bir sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir.

Çalışmada incelenen meyve kalite parametreleri ve vejetatif gelişme özellikleri bakımından uygulamaların kendi içinde ilişkileri korelasyon analizleri ile belirlenmiş olup, bu parametreler arasında önemli korelasyonlar saptanmıştır (Tablo 6). Bakteri uygulaması sonucunda meyve ağırlığı, meyve eni ($r=0.35$) ve meyve boyu ($r=0.77$) ile istatistiksel olarak önemli pozitif ilişki gösterirken, SÇKM içeriği ($r=0.40$), MES ($r=0.31$) ve SPAD değeri ($r=0.46$) ile istatistiksel olarak negatif bir korelasyon göstermiştir. Meyve ağırlığı artışına paralel olarak SÇKM

içeriği ve MES değerinin azalması, bu özelliklerle meyve ağırlığı arasındaki bu negatif yönlü ilişkiyi açıklamaktadır. Meyve ağırlığında olduğu gibi meyve eni ve boyu SPAD değeri ($r=0.35$, $r=0.38$) ile negatif bir korelasyon göstermiştir. SÇKM içeriği SPAD değeri ($r=0.31$) ile pozitif korelasyon gösterirken, fotosentez ürünlerinin artması SÇKM içeriğini de artırmıştır. Diğer yandan bakteri uygulaması sonucunda artan yaprak alanı ile MES değeri ($r=0.43$) arasında pozitif korelasyon belirlenmiştir.

Tablo 6. Bakteri uygulaması sonucu elde edilen % etki bakımından parametreler arasındaki korelasyon

	M.ağ.	M.eni	M.boyu	SÇKM	TEA	MES	Y.alanı	Sürg.uz.
M.ağırlığı	1.00							
M.eni	0.35*	1.00						
M.boyu	0.77*	0.61*	1.00					
SÇKM	-0.40*	0.02	0.30	1.00				
TEA	0.17	-0.00	0.16	-0.17	1.00			
MES	-0.31*	-0.23	0.21	-0.28	0.09	1.00		
Yap.alanı	0.17	-0.24	-0.02	-0.16	0.16	0.43*	1.00	
Sürgün uz.	0.27	0.13	0.17	0.07	-0.11	-0.03	-0.28	1.00
SPAD	-0.46*	-0.35*	-0.38*	0.31*	-0.29	0.13	-0.03	0.08

* $P < 0.05$

Sonuç

Bu çalışma ile elmada anaç olarak yaygın kullanıma sahip M9 ve MM106 anacı üzerine aşılı 7 ticari elma çeşidinin meyve verim ve kalitesi üzerine azot+fosfor çözücü rizobakteri (*Azospirillum* sp-245 + *Bacillus megaterium* M3) uygulamasının etkileri incelenmiştir. Çalışmada genel olarak rizobakteri uygulamasının meyvelerin ağırlığı ve boyutları ile bitkilerin vejetatif gelişmesi üzerine olumlu etkileri saptanmıştır. Diğer yandan meyvelerin SÇKM ve TEA içeriği ile MES değeri üzerine rizobakteri uygulaması negatif etkide bulunmuş olup, bu durumun meyve ağırlığındaki artış ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Sonuç olarak, bitki büyümesini teşvik edici azot+fosfor çözücü rizobakteri uygulamalarının elmada biyolojik gübre olarak kullanılabilmesi sonucuna varılmıştır. Meyve türleri gibi çok yıllık bitkilerde bakteri kullanımının etkilerinin tam olarak ortaya koyulabilmesi için farklı bakteri

türleri ve kompozisyonlarının denemelerinin yapılması ve bu sayede bakterilerin tarımda kullanımını artırıcı etki yapacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Acar, O. (2018) Bitki Büyümesini Artırıcı Rizobakterilerin Narda Bitki Gelişimi, Verim ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri (Yayımlanmamış Tüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Akbaş, Y. (2019) Bitki Büyümesini Artırıcı Rizobakterilerin Muzda Bitki Gelişimi, Verim ve Meyve Kalitesine Etkileri (Yayımlanmamış Tüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Arıkan, Ş. (2017) Faydalı Rizobakteri Uygulamalarının Tuzlu Toprak Şartlarında Elma ve Kirazda Etkileri

Elmada Farklı Anaç-Çeşit Kombinasyonlarında Rizobakteri Uygulamasının Meyve Kalite Parametrelerine Etkisi

- (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- 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., Pırlak, L. (2016) Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on growth, yield and fruit quality of sour cherry (*Prunus cerasus* L.). *Erwerbs-Obstbau*, 58:221–226
- Aslantaş, R., Çakmakçı, R., Şahin, F., (2007) Effect of plant growth promoting rhizobacteria on young apple tree growth and fruit yield under orchard conditions. *Scientia Horticulture*, 111: 371-377.
- 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
- Blainped, G.D., Silsby, K.J. (1992) Prediction of harvest date windows for apples. *Cornell Coop. Exten. Bull.*, 2212: 1-12, New York.
- Çakır, M., Yıldırım, A.N., Çelik, C., Esen, M. (2021) Farklı bitki büyümeyi düzenleyici maddelerin Jeromine elma çeşidinde kalite ve biyokimyasal içerikleri üzerine etkisi. *Anadolu J Agr Sci.*, 36:478-487.
- 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. Hacihaliloglu). *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, Word Production Data. Erişim tarihi: 10.01.2022, from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
- 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.
- Güneş, A., Ataoğlu, N., Turan, M., Eşitken, A., Ketterings, Q.M. (2009) Effects of phosphate-solubilizing microorganisms on strawberry yield and nutrient concentrations, *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 173: 385-392.
- Güneş, A., Tarhan, L., Özdemir, B.S., Turan, M., Şahin, F. (2021) Effects of bacterial inoculated tuff material on yield and physiological parameters of grape (*Vitis vinifera*) Plant. *Erwerbs-Obstbau*, 63(1), 43-51.
- Hartmann, H.T., Kesler, D.E., Davies, F.T. Geneve, R.L. (2002) Plant propagation. Principles and practices. Vol. 849 p. 7th ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA
- Hyson, D.A. (2011) A comprehensive review of apples and apple components and their relationship to human health. *Advances in nutrition*, 2(5), 408-420.
- İpek, M., Arıkan, Ş., Pırlak, L., Eşitken, A. (2017) Effect of different treatments on branching of some apple trees in nursery, *Erwerbs-Obstbau*, 59 (2): 119-122.
- İpek, M., Arıkan, Ş., Eşitken, A., Pırlak, L. (2018) Bitki gelişimini artırıcı rizobakterilerin “Heritage” ahududu (*Rubus idaeus* L.) çeşidinde bitki gelişimi, verim ve meyve kalitesi üzerine etkisi.

Elmada Farklı Anaç-Çeşit Kombinasyonlarında Rizobakteri Uygulamasının Meyve Kalite Parametrelerine Etkisi

- Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 28(1): 42-48.
- 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.
- Lam, C.K., Zhang, Z., Yu, H., Tsang, S.Y., Huang, Y., Chen, Z.Y. (2008) Apple polyphenols inhibit plasma CETP activity and reduce the ratio of non-HDL to HDL cholesterol. *Molecular nutrition & food research*, 52(8), 950-958.
- Pırlak, L., Turan, M., Şahin, F., Eşitken, A. (2007) Floral and foliar application of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) to apples increases yield, growth, and nutrient element
- Savvas, D., Savva, A., Ntatsi, G., Ropokis, A., Karapanos, I., Krumbein, A., Olympios, C. (2011) Effects of three commercial rootstocks on mineral nutrition, fruit yield, and quality of salinized tomato. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 174(1), 154-162.
- Singh, P., Boote, K.J., Kadiyala, M.D.M., Nedumaran, S., Gupta, S.K., Srinivas, K., Bantilan, M. C.S. (2017) An assessment of yield gains under climate change due to genetic modification of pearl millet. *Science of the Total Environment*, 601, 1226-1237.
- Szalay, L., Ordidge, M., Ficzek, G., Hadley, P., Tóth, M., Battey, N.H. (2013) Grouping of 24 apple cultivars on the basis of starch degradation rate and their fruit pattern. *Hort. Sci. (Prague)*, 40, 93-101.
- Toprak, S. (2019) Elma'nın beslenmesi üzerine demir zengin organomineral gübrelerin etkisi. *International Journal of Anatolia Agricultural Engineering*, 3, 9-20.
- Uzun, A., Turgunbaev, K., Abdullaev, A., Pınar, H., Özongun, Ş., Muratbekkızı, A., Badyrıv, M., İlbaş, A.İ., Gürcan, K., Kaymak, K. (2019) Genetic diversity in apple accessions belong to different species collected from natural populations of Tianshan Mountains, South-West Kyrgyzstan, *Erwerbs-Obstbau*, <https://doi.org/10.1007/s10341-019-00441-5>.
- Üçüncü, O. (2018) Azotlu Mineral Gübre ve Azotobacter Sp Bakteri Uygulamasının Fındık Verimi Üzerine Etkileri, YL Tezi, Atatürk Üniversitesi, 53 s.
- Valverdi, N. A., Kalcsits, L. (2021) Rootstock affects scion nutrition and fruit quality during establishment and early production of 'Honeycrisp' apple. *HortScience*, 56(2), 261-269
- Yıldız, E., Yaman, M., Sumbul, A., Gunes, A. (2021) Determination of nutritional status of apple (*Malus communis* L.) orchards in Kayseri (Turkey) with soil and leaf analysis. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 14(3), 194-200.