

# Bitki Koruma Bülteni / Plant Protection Bulletin

<http://dergipark.gov.tr/bitkorb>

Original article

## Biocontrol of watermelon fruit blotch [*Acidovorax citrulli* (Schaad et al.) Schaad et al.] under greenhouse and field conditions

Sera ve tarla koşullarında Karpuz bakteriyel meyve lekesi [*Acidovorax citrulli* (Schaad et al.)  
Schaad et al.] hastalığının biyolojik mücadelesi

Sümer HORUZ<sup>a\*</sup>, Yeşim AYSAN<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Erciyes University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, 38039 Talas, Kayseri, Turkey

<sup>b</sup> Çukurova University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, 01330 Sarıçam, Adana, Turkey

### ARTICLE INFO

Article history:

DOI: 10.16955/bitkorb.358146

Received : 27.11.2017

Accepted : 03.07.2018

Keywords:

*Acidovorax citrulli*, control, *in vivo*,  
antagonist

\* Corresponding author:

Sümer HORUZ

✉ [sumer\\_536@yahoo.com](mailto:sumer_536@yahoo.com)

### ABSTRACT

Bacterial fruit blotch caused by *Acidovorax citrulli* is the most destructive diseases of watermelon around the world. In this study, the efficacy of bacterial antagonists that were promising with *in vitro* and seed treatments in previous studies were tested under greenhouse and field conditions as foliar spraying for two growing seasons. Both antagonistic bacteria and pathogen were sprayed on foliar and disease severity (DS) evaluated according to disease symptoms. Three antagonists (Antg-12 *Pseudomonas oryzihabitans*, Antg-97 *Bacillus methylophilus* and Antg-101 *Paenibacillus polymyxa*) were significantly different from control in statistical analyzes under greenhouse conditions and reduced DS from 20 to 49% in first year and from 45 to 81% in the second year, respectively. However, antagonists and their combinations were failed for disease suppression under field conditions. Any increase did not acquire on mature fruits after applications. It is concluded in the study that bacterial antagonists is not effective as foliar spraying for disease control.

### GİRİŞ

Tüm dünyada yetiştiriciliği yapılan karpuz [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum and Nakai], daha çok tatlı olan meyveleri nedeniyle yetiştirilmektedir. Ülkemizde karpuz yaz aylarının sembolüdür ve taze meyve olarak tüketilir. Ayrıca karpuz meyve salatalarında, meyve suyunda, reçel, sakız ve şekerleme yapımında da kullanılmaktadır. İri olan tohumları çerezlik, kabukları ise hayvan yemi olarak tüketilmektedir (Solmaz 2010). Dünyadaki karpuz üretim miktarları bakımından FAO'nun 2014 yılı verileri incelendiğinde, dünyada 111 milyon ton karpuz üretimi

gerçekleşmiştir (FAO 2017). Dünya karpuz üretiminde Çin'den sonra ikinci sırada yer alan Türkiye'de 2016 yılı verilerine göre yaklaşık olarak 3.93 milyon ton karpuz üretilmiştir (TÜİK 2017).

Karpuzun ekonomik anlamda en önemli bakteriyel hastalığı *Acidovorax citrulli* Schaad et al. (Schaad et al.) (Ac)'nin neden olduğu bakteriyel meyve lekesi hastalığıdır. Bakteriyel meyve lekesi hastalığı ilk kez 1987 yılında ABD'ye bağlı Mariana Adaları'nın Guam ve Tinian bölgelerinde karpuz üretim tarlalarında saptanmıştır

(Wall and Santos 1988). ABD'nin dışında hastalık Brezilya (Assis et al. 1999), Japonya (Takashi et al. 2000), Avustralya (Martin and Horlock 2002), Kosta Rika (Munoz and Monterroso 2002), Nikaragua (Munoz and Manterroso 2002), İsrail (Burdman et al. 2004), Tayland (Walcott et al. 2004), Çin Halk Cumhuriyeti (Ren et al. 2006), Kore (Seo et al. 2006), İran (Harighi 2007), Tayvan (Tzeng and Hsu 2007), Macaristan (Palkovics et al. 2008), Nijerya (Amadi et al. 2009), Yunanistan (Holeva et al. 2009) ve Sırbistan (Popovic and Ivanovic 2015)'da varlığı rapor edilmiştir. İtalya, bu hastalığın sınırlı yerde var olduğunu ve bu alanların karantinaya alınarak temizlendiğini bildirmiştir (EPPO 2017). Ülkemizde ise hastalık ilk defa 1996 yılında Edirne ilinin Enez ilçesinde ortaya çıkmış ve üretim alanı yakılarak yok edilmiştir (Demir 1996). 2005 yılında ise Mirik et al. (2006) tarafından Doğu Akdeniz Bölgesinde karpuz üretim alanlarında tespit edilmiştir. Yine bölgede yetiştirilen yerel bir kavun (*Cucumis melo* cv. Surmeli) çeşidinin de hastalıkla bulaşık olduğu bildirilmiş ve kavunun ülkemizde *Ac*'nin yeni bir konukçusu olduğu ilk kez rapor edilmiştir (Horuz et al. 2014). Hastalık belirtileri ilk önce kotiledon ve gerçek yapraklarda su emmiş lekeleri takip eden yanıklık şeklindedir. Bu nedenle hastalığın fidelerdeki belirtisi fide yanıklığıdır. Etmen ekonomik düzeydeki zararını hasada gelmiş meyvelerde gerçekleştirir. Karpuz meyvelerinin üzerinde hasattan önce küçük (1 mm'den az genişlikte), zeytin yeşili renkte, su emmiş ve yağlımsı görünümde düzensiz lekeler oluşur. Meyveler olgunlaştıkça kabuk yüzeyindeki lekeler kahverengileşir ve çatlamlar gözlenir. Bu çatlaklardan amber sarısı renkte veya köpürmeler şeklinde bakteriyel akıntı oluşur (Walcott 2008). Bitkinin gövde, petiol ve kökleri hastalanmaz (Walcott 2005).

Hastalıkla biyolojik mücadelede antagonist bakteri, maya ve bitki ekstraktlarının kullanımının oldukça faydalı ve çevre dostu olduğu bildirilmiştir (Fessehaie and Walcott 2005, Jiang et al. 2015, Medeiros et al. 2009, Melo et al. 2015, Mengulluoglu and Soylu 2012, Wang et al. 2009). Oliveira et al. (2006) sera koşullarında çeşitli endofit *Bacillus* bakteri izolatlarının hastalık gelişimini engellediğini saptamışlardır. Benzer şekilde Santos et al. (2006) farklı *Bacillus* türlerine ait izolatları *in vivo*'da denemişler, *B. megaterium* pv. *cerealis* RAB7 adlı antagonistin hastalık çıkışını %89.1, hastalık şiddetini %92.7 oranında azalttığını belirlemişlerdir.

Yapılan çalışmalar dikkate alındığında, hastalığın biyolojik mücadelesine yönelik etkili bir ticari preparat henüz bulunmamaktadır. Ülkemizde ise Horuz and Aysan (2018) tarafından hastalığın biyolojik mücadelesine yönelik ilk detaylı çalışma yapılmıştır. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde

(Adana, Mersin, Osmaniye ve Hatay) karpuz ve kavun üretiminin yapıldığı alanlardan sağlıklı yaprak, çiçek ve toprak örnekleri alınmış, yapılan izolasyonlarda 322 adet aday antagonist elde edilmiştir. *In vitro* testlerde patojen gelişimini baskılayan 54 adet antagonist bakteri içerisinde 14 adet bakteri izolatu ümit var olarak belirlenmiştir. Horuz and Aysan (2018)'in çalışmasında seçilen antagonistlerin biyolojik tohum uygulaması olarak bakteriyel fide yanıklığı hastalığını %14-85 oranında engelleme yeteneklerinin olduğu tespit edilmiş ve bu izolatların yeşil aksamdaki hastalığı baskılama yeteneklerinin de araştırılması gerektiği ortaya çıkmıştır. Bu çalışma kapsamında, iklim odası birinci yıl denemelerinde tohum uygulaması olarak başarılı bulunan sekiz adet antagonist bakterinin (Antg-12, Antg-57, Antg-97, Antg-101, Antg-189, Antg-197, Antg-198 ve Antg-273), *Ac*'nin neden olduğu hastalığın gelişimi üzerine etkileri iki farklı yılda yapılan cam sera ve tarla denemeleriyle araştırılmıştır.

## MATERYAL VE METOT

### Patojen izolat

Çalışmada 2009 yılında Adana'da hastalıkla bulaşık bir tarladan elde edilen Dr. Hatice Örnek tarafından tanılanan Taşçı-1 kodlu *Ac* izolatı kullanılmıştır (Selçuk 2014).

### Antagonist bakteriler

Horuz and Aysan (2018) tarafından izole edilen ve moleküler testlerle tanılanmış sekiz izolat Antg-12 (*Pseudomonas oryzae*), Antg-57 (*Microbacterium oxydans*), Antg-97 (*Bacillus methylotrophicus*), Antg-101 (*Paenibacillus polymyxa*), Antg-189 (*Curtobacterium flaccumfaciens*), Antg-197 (*Pseudomonas parafulva*), Antg-198 (*Curtobacterium flaccumfaciens*), Antg-273 (*Pseudomonas fluorescens*) kullanılmıştır

### Besi yerleri

Çalışmada genel besi yeri olarak King B kullanılmıştır (King et al. 1954). Ayrıca bakteri kültürünün uzun süre -80 °C ve -20 °C'de saklanması için %20 gliserol + nutrient broth (750 µl steril nutrient broth + 750 µl %40'lık steril gliserol) ve +4 °C'de muhafazası için yeast ekstrakt kalsiyum karbonat agar (YDCA) (Lelliott and Stead 1987) besi yeri kullanılmıştır.

### Karpuz fideleri

Atlas Fide (Yeniyayla Köyü, Sarıçam, Adana) firmasından temin edilen 501 F1 (Tasaco, Antalya) karpuz çeşidi sera denemelerinde ve Üstün F1 (Yüksel Tohum, Aksu, Antalya) çeşidi karpuz fideleri tarla denemelerinde kullanılmıştır.

*Antagonistlerin cam sera koşullarında karpuz bakteriyel meyve lekesi hastalığına etkisi*

#### *Birinci yıl denemesi*

2013 yılında gerçekleştirilen birinci yıl cam sera denemeleri için beş adet antagonist (Antg-12, Antg-57, Antg-97, Antg-101, Antg-189) seçilmiştir. Antagonistlere ek olarak Tri-Miltax Max, pozitif kontrol olarak Taşçı-1 kodlu *Ac* izolatu ve negatif kontrol olarak su olacak şekilde toplamda sekiz uygulama ile deneme yürütülmüştür. Deneme, mart-haziran ayları arasında Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Uygulama ve Araştırma parselinde yer alan cam seralarda yürütülmüştür. Fideler 26 Mart 2013 tarihinde önceden hazırlanan toprağa sıra arası 130 cm ve sıra üzeri 120 cm mesafe olacak şekilde dikilmiştir. Uygulamalar arasında sıra üzeri 150 cm mesafe bırakılmıştır. Fidelerin genel bakım işlemleri (sulama, gübreleme, yabancıot kontrolü vb.) deneme boyunca yapılmıştır. Sıcaklık değerleri minimum 8 °C, maksimum 35 °C olarak ölçülmüştür. Nem değerleri ölçülmemiştir. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuş, her uygulama için 12 karpuz fidesi antagonist ve patojenle bulaştırılmıştır. Hastalık değerlendirmelerinde her bitkide üç yaprak olmak üzere üç hafta boyunca her uygulama için 36 adet yaprak incelenmiştir.

#### *İkinci yıl denemesi*

2014 yılında, birinci yıl testlenen beş antagoniste ek olarak Horuz and Aysan (2018) tarafından etkili bulunan üç antagonist (Antg-197, Antg-198 ve Antg-273) daha eklenmiştir. Deneme sekiz adet antagonist (Antg-12, Antg-57, Antg-97, Antg-101, Antg-189, Antg-197, Antg-198 ve Antg-273) ile yürütülmüştür. Ortam koşulları ve bakım işlemleri ilk sene yapıldığı şekildedir. Fideler 4 Mart 2014 tarihinde birinci denemede anlatıldığı şekilde cam seraya toprağa dikilmiş ve antagonist ile patojen bulaştırmaları yapılmıştır. Hastalık değerlendirmesi üç hafta boyunca birinci cam sera denemesinde olduğu gibi yapılmıştır.

#### *Patojen ve antagonist bakteri uygulaması*

Fideler dikildikten 24 saat sonra taze olarak antagonistlerden süspansiyon hazırlanmış ve  $1 \times 10^8$  hücre/ml yoğunluğundaki antagonistler karpuz fidelerinin arka yüzüne bir el pülverizatörü yardımıyla püskürtülmüştür. Antagonist uygulamasından yedi gün sonra Taşçı-1 kodlu izolattan hazırlanan süspansiyon spektrofotometrede OD:0.2 ölçüm değerine ayarlanmıştır.  $1.44 \times 10^7$  hücre/ml yoğunluktaki patojen, karpuz yapraklarının arka yüzüne vakum pompası kullanılarak püskürtülmüştür (Bahar et al. 2009, Hopkins and Thompson 2002b).

Patojen püskürtmeden 24 saat sonra daha önce belirtildiği şekilde hazırlanan antagonist süspansiyonları ikinci kez yapraklara püskürtülmüştür. Uygulamalardan sonra karpuz bitkileri hastalık çıkışı yönünden günlük olarak kontrol edilmiştir.

#### *Tarla koşullarında farklı antagonistlerin karpuz bakteriyel meyve lekesi hastalığına etkisi*

Horuz and Aysan (2018)'in bildirdiği sonuçlar ve cam serada yeşil aksam uygulamalarının ilk hafta değerlendirme sonuçlarına göre patojen gelişimini engellediği görülen dört adet antagonistin (Antg-12, Antg-57, Antg-101, Antg-198) tekli ve çoklu kombinasyonlarının karpuz bakteriyel meyve lekesi hastalığına tarla koşullarında etkisi araştırılmıştır.

#### *Patojen ve antagonist bakteri uygulaması*

Tarla koşullarında yeşil aksama farklı antagonist ve patojen uygulamaları cam sera denemelerinde anlatıldığı şekilde gerçekleştirilmiştir. Denemeler 2013 ve 2014 yılı nisan-temmuz ayları arasında Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Uygulama ve Araştırma parselinde deneme için ayrılan alanda yürütülmüştür. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 12 tekrarlı olarak ve her tekrarda üç yaprak değerlendirilecek şekilde kurulmuştur. Uygulama olarak üç adet antagonist (Antg-12, Antg-57, Antg-101) ve kombinasyonları, Antg-198, pozitif kontrol ve negatif kontrol olacak şekilde toplamda 10 uygulama ile deneme kurulmuştur. Deneme boyunca sıcaklık minimum 12-22 °C, maksimum 23-42 °C olarak ölçülmüş, nem oranı ölçülmemiş ancak sabah erken saatlerde yaprakların yüzeyinde çiğ tabakasının olduğu gözlemlenmiştir.

#### *Uygulamaların meyve verimine etkisi*

Meyve oluşumu ve olgunlaşması dönemine kadar karpuz bitkilerinin günlük bakım işlemleri yapılmıştır. Meyveler yeterli büyüklüğe ve olgunluğa eriştiğinde hastalık belirtileri yönünden incelenmiştir. Olgunlaşmış olan karpuz meyveleri hasat edilmiş, terazide tartılmış ve kg olarak ağırlıkları not edilmiştir. Uygulamaların meyve verimi üzerine etkisi ANOVA İstatistik programında Duncan çoklu karşılaştırma testinde  $P \leq 0.05$  önem düzeyinde değerlendirilmiştir.

#### *Deneme değerlendirmesi ve istatistiki analiz*

Karpuz yapraklarında pozitif kontrolde kahverengi düzensiz lekeler şeklinde belirtiler gözlemlendikten sonra (patojen uygulamasından yaklaşık 10 gün sonra) her bitkide hastalıklı üç yaprak seçilmiş ve en fazla beş

hafta boyunca hastalıklı yapraklar değerlendirilmiştir. Denemeler Hopkins and Thompson (2002b)'nin bildirdiği 1-9 skalası modifiye edilerek, 0-9 (0: hastalık belirtisi yok; 1: yaprağın %1-5'inde lekelenme, 2: yaprağın %6-10'unda lekelenme, 3: yaprağın %11-25'inde lekelenme, 4: yaprağın %26-35'inde lekelenme, 5: yaprağın %36-45'inde lekelenme, 6: yaprağın %46-55'inde lekelenme, 7: yaprağın %56-70'inde lekelenme, 8: yaprağın %71-80'inde lekelenme ve 9: yaprağın %81-100'ünde çökme ve ölüm) skalasına göre değerlendirilmiştir. Her uygulamadaki hastalık yüzdesi Townsend-Heuberger formülünden  $[(\sum \text{her skala değerine giren yaprak sayısı} \times \text{skala değeri}) / (\text{değerlendirilen toplam yaprak sayısı} \times \text{en yüksek skala değeri})] \times 100$  yararlanılarak hesaplanmıştır. Antagonistlerin hastalığı baskılama üzerine % etkisi ise Abbott formülüyle  $[(\text{kontroldeki hastalık oranı} - \text{uygulamadaki hastalık oranı}) / \text{kontroldeki hastalık oranı}] \times 100$  belirlenmiştir. ANOVA İstatistik programında Duncan çoklu karşılaştırma testinde  $P \leq 0.05$

önem düzeyinde uygulamalar arasındaki istatistiki farklar saptanmıştır. Aynı istatistiki grupta yer alan uygulamalar aynı harfle işaretlenmiş ve sonuçlar yorumlanmıştır.

## SONUÇLAR

### *Antagonistlerin cam sera koşullarında karpuz bakteriyel meyve lekesi hastalığına etkisi*

Çizelge 1'de görüldüğü gibi, birinci yıl cam sera koşullarında antagonistlerin yeşil aksam uygulaması olarak bakteriyel meyve lekesi hastalığına etkisi değerlendirildiğinde, üç antagonist bakteri (Antg-12, Antg-97 ve Antg-101) hastalık gelişimini üç hafta boyunca en çok %19.82-48.88 oranında baskılamıştır. Sadece patojenin püskürtüldüğü pozitif kontrol bitkilerinde ortalama hastalık oranı %55.56-63.89 oranında saptanmıştır. Antg-57 ve Antg-189 hiç etki göstermemiştir.

Uygulamalar	7. gün		14. gün		21. gün	
	Hastalık % si	% Etki	Hastalık % si	% Etki	Hastalık % si	% Etki
Kontrol	55.56 <sup>bc</sup>		58.95 <sup>b</sup>		63.89 <sup>b</sup>	
Antg-12	28.4 <sup>d</sup>	48.88	34.26 <sup>d</sup>	41.88	39.51 <sup>c</sup>	38.16
Antg-101	34.26 <sup>d</sup>	38.34	37.96 <sup>cd</sup>	35.61	43.21 <sup>c</sup>	32.37
Antg-97	48.77 <sup>c</sup>	12.22	46.6 <sup>c</sup>	20.95	51.23 <sup>c</sup>	19.82
Antg-57	63.27 <sup>ab</sup>	-13.88	63.89 <sup>ab</sup>	-8.38	69.75 <sup>ab</sup>	-9.17
Antg-189	64.51 <sup>ab</sup>	-16.11	66.67 <sup>ab</sup>	-13.10	73.46 <sup>ab</sup>	-14.98
TMM	68.21 <sup>a</sup>	-22.77	72.22 <sup>a</sup>	-22.51	79.01 <sup>a</sup>	-23.67

TMM: Tri-Miltox Max

\* Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.

### **Çizelge 1.** Antagonistlerin cam sera koşullarında Karpuz bakteriyel meyve lekesi hastalığına etkisi (2013 yılı)

İkinci yıl yürütülen cam sera denemelerinde, Çizelge 2'de görüldüğü gibi, yedi antagonist (Antg-12, Antg-57, Antg-97, Antg-101, Antg-189, Antg-197, Antg-198 ve Antg-273) hastalık gelişimini üç hafta boyunca baskılamıştır. Sadece patojenin püskürtüldüğü pozitif kontrol bitkilerinde ortalama hastalık şiddeti %54.32-80.25 oranlarında saptanmıştır. Üç hafta boyunca yapılan değerlendirmeler sonucunda tüm uygulamalar farklı oranlarda hastalık

gelişimini baskılamış, istatistiki olarak da pozitif kontrolden farklı grupta yer alarak başarılı uygulamalar oldukları saptanmıştır.

Her iki yıl yapılan cam sera koşullarındaki denemelerde üç antagonist bakteri (Antg-12, Antg-97 ve Antg-101) hastalık gelişimini baskılayan en başarılı uygulamalar olmuştur.

Uygulamalar	7. gün		14. gün		21. gün	
	Hastalık % si	% Etki	Hastalık % si	% Etki	Hastalık % si	% Etki
Kontrol	54.32 <sup>a</sup>		80.25 <sup>a</sup>		80.25 <sup>a</sup>	
Antg-189	40.74 <sup>ab</sup>	25.00	45.68 <sup>b</sup>	43.08	50.62 <sup>b</sup>	36.92
TMM	32.10 <sup>bc</sup>	40.91	35.80 <sup>b</sup>	55.39	48.15 <sup>b</sup>	40.00
Antg-197	24.69 <sup>bcd</sup>	54.55	33.33 <sup>b</sup>	58.47	46.91 <sup>b</sup>	41.55
Antg-97	29.63 <sup>bc</sup>	45.45	43.21 <sup>b</sup>	46.16	44.44 <sup>b</sup>	44.62
Antg-57	25.93 <sup>bcd</sup>	52.26	29.63 <sup>b</sup>	63.08	37.04 <sup>b</sup>	53.84
Antg-101	23.46 <sup>bcd</sup>	56.81	29.63 <sup>b</sup>	63.08	30.86 <sup>b</sup>	61.55
Antg-198	18.52 <sup>cd</sup>	65.91	22.22 <sup>b</sup>	72.31	22.22 <sup>b</sup>	72.31
Antg-273	17.28 <sup>cd</sup>	68.19	22.22 <sup>b</sup>	72.31	22.22 <sup>b</sup>	72.31
Antg-12	9.88 <sup>d</sup>	81.81	14.81 <sup>b</sup>	81.55	17.28 <sup>b</sup>	78.47

TMM: Tri-Miltox Max

\* Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.

**Çizelge 2.** Cam sera koşullarında antagonistlerin yeşil aksam uygulaması olarak Karpuz bakteriyel meyve lekesi hastalığına etkisi (2014 yılı)

*Uygulamaların cam sera koşullarında karpuz meyve verimi üzerine etkisi*

Sezon sonunda gelişen tüm karpuz meyveleri incelendiğinde pozitif kontrol bitkileri dahil, uygulama görmüş hiçbir bitkiden gelişen meyvede hastalık belirtilerine rastlanmamıştır. Cam serada yetiştirilen karpuzlardan gelişen meyvelerin ağırlıkları alındığında, oluşan en küçük meyvelerin bir kilogramdan az ağırlıkta olduğu belirlenmiş, en iri meyve ise 10 kg olarak tartılmıştır. Tüm uygulamalardan elde edilen meyvelerin ortalama ağırlıkları 3.09-4.85 kg arasında bulunmuştur. Çizelge 3 incelendiğinde negatif kontrol olarak sadece su püskürtülen bitkilerden gelişen meyvelerin ortalama ağırlığı 3.39 kg olmuştur. Pozitif kontrol bitkilerinde ortalama ağırlık 4.03 kg olarak belirlenmiştir. Antagonistlerin uygulandığı bitkilerden alınan meyvelerde ortalama ağırlık 3.09-4.85 kg arasında yer almıştır. Meyve ağırlıkları istatistik olarak karşılaştırıldığında negatif kontrolle aynı grupta yer almış ve uygulamaların meyve verimi ve kalitesine bir etkide bulunmadığı saptanmıştır. 2014 yılında kurulan ikinci denemede yaşanan entomolojik sorunlardan dolayı meyve yetiştirilememiştir. Bu nedenle meyve verimi değerlendirme dışı bırakılmıştır.

*Tarla koşullarında antagonistlerin Karpuz bakteriyel meyve lekesi hastalığına etkisi*

Çizelge 4'te görüldüğü gibi tarla koşullarında farklı antagonistlerin yeşil aksam uygulaması olarak bakteriyel meyve lekesi hastalığına etkisinin değerlendirildiği birinci yıl denemesinde antagonistler ve kombinasyonları hastalığı üç hafta boyunca %1.51-25 oranında baskılamıştır. Tüm uygulamalar istatistiksel olarak karşılaştırıldığında, pozitif kontrolle aynı grupta yer almış ve bu nedenle başarısız uygulamalar olarak değerlendirilmiştir. Patojen bakterinin püskürtüldüğü pozitif kontrol bitkilerinde ortalama hastalık şiddeti %27.16-44.44 oranlarında saptanmıştır.

Farklı antagonistlerin ve kombinasyonlarının uygulandığı ikinci deneme sonuçlarına bakıldığında, Çizelge 5'te görüldüğü gibi uygulamalar hastalık gelişimini yedi ve 14. günlerde %20.38-44.45 oranlarında baskılayabilmiştir. 21. günde Antg-12 + Antg-57 kombinasyonunun uygulandığı bitkiler hariç diğer tüm tekli ve çoklu kombinasyon uygulamalarında hastalık gelişimi %5.08-38.56 oranları arasında engellenmiştir. Antg-12 + Antg-57 kombinasyonu uygulanan karpuz bitkilerinde pozitif kontrolden çok daha

Uygulamalar	Ortalama Meyve Ağırlığı (kg)
Ant-189	4.85 <sup>a*</sup>
Tri Miltox Max	4.61 <sup>a</sup>
Ant-101	4.47 <sup>ab</sup>
Pozitif Kontrol	4.03 <sup>ab</sup>
Ant-97	4.01 <sup>ab</sup>
Ant-57	3.89 <sup>ab</sup>
Negatif Kontrol	3.39 <sup>ab</sup>
Ant-12	3.09 <sup>b</sup>

\*Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.

**Çizelge 3.** Cam sera koşullarında antagonistlerin karpuz meyve verimine etkisi (2013 yılı)

Uygulamalar	7. gün		14. gün		21. gün	
	Hastalık % si	% Etki	Hastalık % si	% Etki	Hastalık % si	% Etki
Pozitif Kontrol	27.16 <sup>a*</sup>		27.16 <sup>a</sup>		44.44 <sup>a</sup>	
Antg-12	25.31 <sup>a</sup>	6.81	25.31 <sup>a</sup>	6.81	42.90 <sup>a</sup>	3.47
Antg-57	23.15 <sup>a</sup>	14.76	23.15 <sup>a</sup>	14.76	40.12 <sup>a</sup>	9.72
Antg-101	21.91 <sup>a</sup>	19.33	21.91 <sup>a</sup>	19.33	41.36 <sup>a</sup>	6.93
Antg-12+Antg-57	25.00 <sup>a</sup>	7.95	25.00 <sup>a</sup>	7.95	55.22 <sup>a</sup>	-24.26
Antg-12+Antg-101	22.53 <sup>a</sup>	17.05	22.53 <sup>a</sup>	17.05	40.74 <sup>a</sup>	8.33
Antg-57+Antg-101	20.37 <sup>a</sup>	25.00	20.37 <sup>a</sup>	25.00	43.77 <sup>a</sup>	1.51
Antg-12+Antg-57+Antg-101	22.22 <sup>a</sup>	18.19	22.22 <sup>a</sup>	18.19	39.73 <sup>a</sup>	10.60

\*Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.

**Çizelge 4.** Tarla koşullarında antagonistlerin Karpuz bakteriyel meyve lekesi hastalığına etkisi (2013 yılı)

yüksek oranlarda hastalık çıkışı gözlenmiştir. Üçüncü hafta değerlendirmesinde hastalığı %35.58 ve %38.56 engelleme oranlarıyla Antg-12 ve ikili kombinasyon Antg-12 + 101 en yüksek etkiyi göstermiştir.

Her iki yılda gerçekleştirilen tarla koşullarında yeşil aksama antagonist uygulamalarının Karpuz bakteriyel meyve lekesi hastalığına etkisi değerlendirildiğinde, yapılan istatistiki analizlere göre uygulamaların birbirinden farksız olduğu

Uygulamalar	7. gün		14. gün		21. gün	
	Hastalık % si	% Etki	Hastalık % si	% Etki	Hastalık % si	% Etki
Pozitif Kontrol	40a*		40 <sup>a</sup>		43.7 <sup>a</sup>	
Antg-12+ Antg-57	31.85 <sup>a</sup>	20.38	31.85 <sup>a</sup>	20.38	52.59 <sup>a</sup>	-20.34
Antg-198	31.11 <sup>a</sup>	22.23	31.85 <sup>a</sup>	20.38	41.48 <sup>a</sup>	5.08
Antg-12+Antg-57+Antg-101	31.11 <sup>a</sup>	22.23	31.11 <sup>a</sup>	22.23	36.30 <sup>a</sup>	16.93
Antg-57	30.37 <sup>a</sup>	24.08	30.37 <sup>a</sup>	24.08	33.33 <sup>a</sup>	23.73
Antg-12+Antg-101	25.93 <sup>a</sup>	35.18	25.93 <sup>a</sup>	35.18	26.85 <sup>a</sup>	38.56
Antg-57+Antg-101	25.19 <sup>a</sup>	37.03	25.93 <sup>a</sup>	35.18	29.63 <sup>a</sup>	32.20
Antg-101	23.70 <sup>a</sup>	40.75	23.70 <sup>a</sup>	40.75	30.37 <sup>a</sup>	30.50
Antg-12	22.22 <sup>a</sup>	44.45	22.22 <sup>a</sup>	44.45	28.15 <sup>a</sup>	35.58

\*Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.

**Çizelge 5.** Tarla koşullarında antagonistlerin karpuz bakteriyel meyve lekesi hastalığına etkisi (2014 yılı)

ve pozitif kontrolle aynı grupta yer aldığı belirlenmiştir. Her iki yıl denemelerinde elde edilen veriler birbiriyle paralellik göstermiş, hiç bir antagonist uygulaması hastalık gelişimini yeterince baskılayamamıştır. Bu durum *in vitro* koşullarda patojen gelişimini baskılayan antagonistlerin *in vivo* koşullarda başarısının düştüğünü göstermiştir.

İstatistiki değerlendirmelerin yanı sıra uygulamaların hastalık gelişimini engelleme oranları her iki yılda değişkenlik göstermiştir. Birinci denemede yedinci ve 14. günlerde yapılan değerlendirmelerde engelleme oranları %6.81-25 iken, ikinci denemede baskılama oranları %20 .38-44.45 arasında değişmiştir. İlk denemede Antg-12 çok düşük başarı gösterirken, ikinci denemede hastalığı baskılamada etkili uygulama olarak belirlenmiştir. Her iki deneme sonuçlarına göre Antg-101 %19.33 ve %40.75 engelleme oranlarıyla en etkili antagonist uygulaması olmuştur. Buna paralel olarak Antg-101'in yer aldığı ikili ve üçlü kombinasyon uygulamalarında hastalığı baskılama oranlarında bir artış olduğu görülmektedir.

#### *Tarla koşullarında farklı antagonist uygulamalarının karpuz meyve verimi üzerine etkisi*

Her iki yılda yapılan tarla koşullarındaki denemelerde meyveler yeterli büyüklüğe ve olgunluğa eriştiğinde hastalık belirtileri yönünden incelenmiş, meyve

kabuğunda ya da etinde herhangi bir hastalık belirtisi saptanmamıştır. Birinci yıl tarla denemesinde uygulama görmüş tüm bitkilerden gelişen meyveler hasat edilip terazide tartıldığında en küçük meyve bir kilogramın altında, en büyük meyve ise 12 kg olarak tartılmıştır. Negatif kontrol bitkilerinde en büyük meyve ağırlığı 9.5 kg olarak tartılmıştır. Hiçbir antagonist uygulaması meyve verimini olumsuz yönde etkilememiştir. Çizelge 6 incelendiğinde uygulamalar sonrası ortalama meyve ağırlıklarının 4.93-7.09 kg arasında olduğu belirlenmiştir. Tüm uygulamalar karşılaştırıldığında, negatif kontroldeki meyvelerin ortalama ağırlığı 5.12 kg olarak belirlenmiştir. Negatif kontrolle istatistiki olarak aynı grupta yer alan Antg-12, Antg-57, Antg-12 + Antg-57 ve Antg-12 + Antg-101 uygulanmış bitkilerin ortalama meyve ağırlığı sırasıyla 4.65, 4.94, 4.91 ve 4.92 kg olarak hesaplanmıştır. Negatif kontrolden farklı grupta yer alan, sadece patojenin uygulandığı pozitif kontrol bitkilerinin meyvelerinde ortalama meyve ağırlığında %35.74 oranında artış olmuştur. İkili kombinasyon (Antg-57 + Antg-101) uygulamasında meyve ağırlığındaki ortalama artış %38.48 ve üçlü kombinasyon (Antg-12 + Antg-57 + Antg-101) uygulanmış bitkilerin meyve ağırlıklarındaki artış %45.90 olarak belirlenmiştir. Bu uygulamalar negatif kontrolden farklı grupta yer alarak meyve veriminde artışa yol açmıştır.

Uygulamalar	Ortalama Meyve Ağırlığı (kg)	% Artış
Antg-12+Antg-57+Antg-101	7.47 <sup>a*</sup>	45.90
Antg-57+Antg-101	7.09 <sup>ab</sup>	38.48
Pozitif Kontrol	6.95 <sup>ab</sup>	35.74
Antg-101	5.72 <sup>bc</sup>	11.72
Negatif Kontrol	5.12 <sup>cd</sup>	0
Antg-12+Antg-101	4.92 <sup>cd</sup>	0
Antg-12+Antg-57	4.91 <sup>cd</sup>	0
Antg-57	4.94 <sup>cd</sup>	0
Antg-12	4.65 <sup>d</sup>	0

\*Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.

**Çizelge 6.** Antagonist uygulamalarının tarla koşullarında karpuz meyve verimine etkisi (2013 yılı)

Uygulamalar	Ortalama Meyve Ağırlığı (kg)
Negatif Kontrol	8.36 <sup>a*</sup>
Antg-57	8.12 <sup>a</sup>
Antg-101	7.42 <sup>a</sup>
Antg-57+Antg-101	7.29 <sup>a</sup>
Antg-198	7.27 <sup>a</sup>
Antg-12+Antg-57	7.09 <sup>a</sup>
Antg-12	6.22 <sup>a</sup>
Antg-12+Antg-101	5.95 <sup>a</sup>
Antg-12+Antg-57+Antg-101	6.02 <sup>a</sup>
Pozitif Kontrol	5.71 <sup>a</sup>

\*Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.

**Çizelge 7.** Antagonist uygulamalarının tarla koşullarında karpuz meyve verimine etkisi (2014 yılı)



Çizelge 7 incelendiğinde birinci yıl yapılan tarla denemesinde olduğu gibi 2014 yılında da karpuz bitkilerinde gelişen meyvelerde herhangi bir hastalık belirtisine rastlanmamıştır. İkinci yıl yapılan değerlendirmelerde uygulamalar arasında meyve ağırlıklarında istatistiki olarak bir fark görülmemiş ve hepsi aynı grupta yer almışlardır.

Sonuç olarak bu çalışmada yaprağa antagonist bakteri uygulamalarının üç hafta boyunca hastalık gelişimini az da olsa azalttığı, ancak etkililiğin üçüncü haftadan sonra azaldığı görülmüş olup antagonist uygulamalarının hastalık gelişimi üzerinde beklenen başarıyı gösteremedikleri belirlenmiştir.

## TARTIŞMA VE KANI

Karpuz ve kavunda hastalığa karşı çeşitli fungal ve bakteriyel antagonistlerin kullanıldığı biyolojik mücadele çalışmaları bulunmaktadır. Özellikle son yıllarda karpuz ve kavunda *Acidovorax citrulli*'nin neden olduğu bakteriyel meyve lekesi hastalığının biyolojik mücadelesinde maya fungusları (Conceição et al. 2014, Wang et al. 2009), antagonist bakteriler (Adhikari et al. 2017, Fessehaie and Walcott 2005, Johnson et al. 2011, Medeiros et al. 2009, Oliveira et al. 2006, Santos et al. 2006), uçucu yağlar (Basım ve Basım 2014, Mengulluoglu and Soylu 2012), çeşitli bitki aktivatörleri (Farimaz et al. 2014) ve tohumlara fiziksel uygulamaların (Hopkins et al. 1996, Hopkins et al. 2003, Selçuk 2014) etkisini gösteren çalışmalar önem kazanmıştır. Fidelik ve tarla koşullarında bakırlı preparatların yetersiz kaldığı bu hastalıkla biyolojik mücadele çalışmaları bir umut olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca, tarla döneminde bu hastalığın yeşil aksamda çok belirgin yaprak lekelerine neden olmayışı, üreticinin hastalığı meyve hasat döneminde fark edebilmesi, meyve lekeleri oluşuktan sonra yapılan bakır uygulamalarının başarılı olmayışı biyolojik mücadele çalışmalarını ön plana çıkarmaktadır.

Çin'de *Ac'*yi önlemek için bir maya izolatu (*Pichia anomala*) hamı kavunlarının tohumlarına uygulandığında, fidedeki hastalık streptomisin ve hidroklorik aside eşdeğer oranda engellenmiştir (Wang et al. 2009). Bu mayanın yeşil aksama püskürtülmesi de yaprak lekelerini azaltmıştır. Bu çalışma hastalığın biyolojik mücadelesinde buna benzer etkili izolatların pratikte kullanımı için biyolojik preparat haline getirilmesi gerektiğini göstermektedir.

*Bacillus* sp. ve *Paenibacillus lentimorbus* türü bakteri izolatları kavun tohumuna uygulanmış (Medeiros et al. 2009) ve *Bacillus* sp., acibenzolar-S-Methyl'e eşdeğer etki gösterirken, *P. lentimorbus* her ikisinden de daha yüksek oranda hastalığı engellemiştir. Ayrıca bu bakteri izolatının bakır uygulamalarından etkilenmediği ve önemli bir

biyolojik mücadele elemanı olabileceği saptanmıştır. Bu hastalıkla entegre mücadelede dayanıklı çeşit kullanımı (Hopkins and Thompson 2002a), bakırlı preparatların kullanımı (Walcott 2008) ve biyolojik mücadele elemanlarının birlikte kullanılması gerektiği bu çalışmayla bir kez daha vurgulanmıştır.

Farklı *Bacillus* türleri kavun tohumlarına uygulandığında, *Ac'*nin neden olduğu bakteriyel fide yanıklığı, hastalık şiddetini %93 oranında baskılamıştır (Oliveira et al. 2006). Başka bir çalışmada *Pseudomonas fluorescens* (A506 kodlu), *Acidovorax avenae* (AAA-92 kodlu) ve tanılanmayan bir Gram pozitif bakteri patojenle doğal bulaşık karpuz tohumlarına uygulanmış, tohumlar 30 °C sıcaklık, %90 nem ve floresan ışıktaki muhafaza edildiğinde AAA-92 uygulanmış tohumlardan gelişen fidelerde hastalık oranı %3.5 olarak saptanmıştır. Aynı şekilde uygulama görmüş tohumlar sera koşullarında yetiştirildiğinde uygulama görmüş tohumlardan gelişen fidelerde plastik kaplarda yürütülen çalışmaya kıyasla hastalık belirtileri daha az oranda görülmüştür. Bu durumu araştırmacılar çevre koşullarının hastalık gelişimi için uygun olmadığı şeklinde yorumlamıştır. İyi bir antagonizmin olabilmesi için çevre koşullarının da hastalık gelişimi için uygun hale getirilmiş olması gerektiğini savunmuşlardır (Fessehaie and Walcott 2005). Daha önce yaptığımız çalışmada plastik kaplarda ekilen karpuz tohumları uygun nem, sıcaklık ve ışık koşullarında muhafaza edildiğinde antagonistler hastalık gelişimini %94'e varan oranda baskılamıştır (Horuz and Aysan 2018). Ancak cam sera ve tarla koşullarında sıcaklık ve nem koşulları kontrollü olmadığından bu başarı elde edilememiştir.

Biyolojik mücadele çalışmalarında *in vitro* ve *in vivo* çalışmalar arasında her zaman bir uyum görülmemektedir. *In vitro* koşullarda patojen ve antagonist karşı karşıyadır. Antagonist besi yerinde antibiyotik oluşumu, besin-yer çekişmesi gibi biyolojik mücadele mekanizmalarından birini ya da bir kaçını kullanarak patojeni baskılayabilmektedir. Ancak cam sera ya da tarla koşullarında doğal ortamda *in vitro*'daki gibi olumlu etkiyi gösteremeyebilir (Bora ve Özaktan 1998). Bu nedenle çalışmalarda *in vitro* ve *in vivo* testlerde uyumsuzluklar gözlenebilmektedir. Bu çalışmada da *in vitro* testlerde yüksek oranda inhibisyon zonu oluşturan antagonistler cam sera ve tarla koşullarında yeterince etki gösterememiştir. Örneğin Antg-189 nolu antagonist *in vitro*'da yüksek inhibisyon zonu oluşturarak patojen gelişimini sınırlandırırken, cam sera koşullarında düşük oranda hastalık gelişimini baskılamıştır.

Farklı çalışmalarda *in vitro* testlerde başarı gösteren antagonistler tohuma uygulandığında da hastalığı baskılamada başarılı uygulamalar olduğu belirlenmiştir

(Fessehaie and Walcott 2005, Johnson et al. 2011, Medeiros et al. 2009, Wang et al. 2009). Ancak yeşil aksam uygulaması olarak bakteriyel meyve lekesi hastalığına antagonistlerin etkisini araştıran bir çalışmaya rastlanmamıştır. Yapılan bu çalışmada da antagonistler yaprağa püskürtüldüğünde hastalığı baskılamada yetersiz kaldığı saptanmıştır. Bu nedenle yaprağa antagonist uygulamasının patojen gelişimini azaltmada yeterince başarıyı getirmedeği belirlenmiştir.

## ÖZET

*Acidovorax citrulli*'nin neden olduğu bakteriyel meyve lekesi hastalığı tüm dünyada karpuz üretimini tehdit eden önemli bir hastalıktır. Bu çalışmada, hastalığın biyolojik mücadelesinde daha önce *in vitro* petri denemeleri ve tohum uygulamaları ile başarılı bulunan bakteriyel antagonistlerin cam serada ve tarla koşullarında yeşil aksam uygulamaları olarak hastalığı baskılama oranları iki yıl yürütülen denemelerle araştırılmıştır. Antagonist ve patojen bakteriler karpuz yapraklarına püskürtülmüş, yapraklarda oluşan hastalık belirtilerine göre hastalık çıkışı ve şiddeti değerlendirilmiştir. Cam serada yürütülen denemede, üç antagonist bakteri (Antg-12 *Pseudomonas oryzaehabitans*, Antg-97 *Bacillus methylotrophicus* ve Antg-101 *Paenibacillus polymyxa*) istatistiki olarak kontrolden farklı grupta yer almış ve hastalığı ilk yıl %20-49 oranında, ikinci yıl %45-81 oranında baskılayan en başarılı uygulamalar olmuştur. Tarla denemelerinde ise antagonistler ve kombinasyonları hastalığı baskılamada istenilen başarıyı gösterememiştir. Antagonist uygulamalarının meyve verimine katkısının da olmadığı saptanmıştır. Bu çalışmada kullandığımız antagonistlerin hastalığın biyolojik mücadelesinde yeşil aksam uygulaması olarak tercih edilemeyeceği belirlenmiştir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (Proje No: ZF2012D16) tarafından desteklenmiştir.

## KAYNAKLAR

Adhikari M., Yadav D.R., Kim S.W., Um Y.H., Kim H.S., Lee S.C., Song J.Y., Kim H.G., Lee Y.S., 2017. Biological control of bacterial fruit blotch of watermelon pathogen (*Acidovorax citrulli*) with rhizosphere associated bacteria. The Plant Pathology Journal, 33, 170-183.

Amadi J.E., Adebola M.O., Eze C.S., 2009. Isolation and identification of bacterial blotch organism from watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. and Nakai). African

Journal of Agricultural Research, 4 (11), 1291-1294.

Assis S.M.P., Mariano R.L.R., Silva-Hanlin D.M.W., Duarte V., 1999. Bacterial fruit blotch caused by *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* in melon in the State of Rio Grande do Norte, Brazil. Fitopatologia Brasilia, 24, 191.

Bahar O., Kritzman G., Burdman S., 2009. Bacterial fruit blotch of melon: Screens for disease tolerance and role of seed transmission in pathogenicity. European Journal of Plant Pathology, 123 (1), 71-83.

Basım E., Basım H., 2014. *Acidovorax citrulli* strainlerine karşı gül (*Rosa damascena* L.) yağının antibakteriyel aktivitesi ve tohum koruyucu olarak kullanımı. Türkiye V. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, 3-5 Şubat 2014, Antalya, 224.

Bora T., Özaktan H., 1998. Bitki hastalıkları ile biyolojik savaş. Prizma Matbaası, İzmir, 205 s.

Burdman S., Kots N., Kriztman G., 2004. Characterization of *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* strains isolated from watermelon and melon fields in Israel. Phytopathology, 94 (6), 12 Supplement.

Conceicao C.S., Felix K.C.S., Mariano R.L.R., Medeiros E.V., Souza E.B., 2014. Combined effect of yeast and silicon on the control of bacterial fruit blotch in melon. Scientia Horticulturae, 174, 164-170.

Demir G., 1996. A new bacterial disease of watermelon in Türkiye: Bacterial fruit blotch of watermelon (*Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* (Schaad et. al.) Williams et al.). Journal of Turkish Phytopathology, 25 (2), 43-49.

EPPO 2017. Eradication of *Acidovorax citrulli* from Emilia-Romagna. <http://archives.eppo.int/EPPORreporting/2012/Rse-1205.pdf>. (Erişim tarihi: 10.11.2017).

FAO 2017. Watermelon production worldwide. <http://fenix.fao.org/faostat/dev/latest/en/#home> (Erişim tarihi: 10.11.2017).

Farımaç A., Horuz S., Aysan Y., 2014. Çeşitli bitki aktivatörleri ve ticari gübrelerin karpuz bakteriyel meyve lekeli hastalığına etkisi. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, 5 (1), 31-38.

Fessehaie A., Walcott R.R., 2005. Biological control to protect watermelon blossoms and seed from infection by *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. Phytopathology, 95, 413-419.

Harighi B., 2007. Bacterial leaf spot of Christ's Thorn, a new disease caused by *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* in Iran. Journal of Plant Pathology, 89, 283-285.

Holeva M.C., Karafra C.D., Glynos P.E., Alivizatos A.S.,

2009. *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* newly reported to cause bacterial fruit blotch of watermelon in Greece. *Plant Pathology*, 59, 797.
- Hopkins D.L., Cucuzza J.D., Watterson J., 1996. Wet seed treatments for the control of bacterial fruit blotch of watermelon. *Plant Disease*, 80, 529-532.
- Hopkins D.L., Thompson C.M., 2002a. Evaluation of *Citrullus* sp. germ plasm for resistance to *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. *Plant Disease*, 86, 61-64.
- Hopkins D.L., Thompson C.M., 2002b. Seed transmission of *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* in cucurbits. *HortScience*, 37, 924-926.
- Hopkins D.L., Thompson C.M., Hilgren J., Lovic B., 2003. Wet seed treatment with peroxyacetic acid for the control of bacterial fruit blotch and other seedborne diseases of watermelon. *Plant Disease*, 87 (12), 1495-1499.
- Horuz S., Cetinkaya Yıldız R., Mirik M., Aysan Y., 2014. Occurrence, isolation, and identification of *Acidovorax citrulli* from melon in Turkey. *Plant Protection Science*, 50, 179-183.
- Horuz S., Aysan Y., 2018. Biological control of watermelon seedling blight caused by *Acidovorax citrulli* using antagonistic bacteria from the genera *Curtobacterium*, *Microbacterium* and *Pseudomonas*. *Plant Protection Science*, 54, 138-146.
- Jiang C.H., Wu F., Yu Z.Y., Xie P., Ke H.J., Li H.W., 2015. Study on screening and antagonistic mechanisms of *Bacillus amyloliquefaciens* 54 against bacterial fruit blotch (BFB) caused by *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. *Microbiological Research*, 170, 95-104.
- Johnson K.L., Minsavage G.V., Le T., Jones J.B., Walcott R.R., 2011. Efficacy of a nonpathogenic *Acidovorax citrulli* strain as a biocontrol seed treatment for bacterial fruit blotch of cucurbits. *Plant Disease*, 95, 697-704.
- King E.O., Ward M.K., Raney D.E., 1954. Two simple media for the demonstration of pyocanin and fluorescin. *Journal of Laboratory and Clinical Medicine*, 44, 301-307.
- Lelliott R.A., Stead D.E., 1987. *Methods for the diagnosis of bacterial diseases of plants*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 216 pp.
- Martin H.L., Horlock C.M., 2002. First report of *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* as a pathogen of gramina in Australia. *Plant Disease*, 88 (12), 1406.
- Medeiros F.H.V., Moraes I.S.F., Da Silva Neto E.B., Silveira E.B., Mariano R.De.L.R., 2009. Management of melon bacterial blotch by plant beneficial bacteria. *Phytoparasitica*, 37, 453-460.
- Melo L.A., Tebaldi N.D., Mehta A., Marques A.S.A., 2015. Comparing *Acidovorax citrulli* strains from melon and watermelon: Phenotypic characteristics, pathogenicity and genetic diversity. *Tropical Plant Pathology*, 39 (2), 154-162.
- Mengulluoglu M., Soylu S., 2012. Antibacterial activities of essential oils extracted from medicinal plants against seed-borne bacterial disease agent, *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. *Research on Crops*, 13 (2), 641-646.
- Mirik M., Aysan Y., Sahin F., 2006. Occurrence of bacterial fruit blotch of watermelon caused by *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* in the Eastern Mediterranean Region of Turkey. *Plant Disease*, 90 (6), 829.
- Munoz M., Monterroso D., 2002. Identification of *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* in Watermelon Seeds in Nicaragua. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecologia (Costa Rica)*, 66, 101-104.
- Oliveira A.D., Santos M.H.M., Silveira E.B., Gomes A.M.A., Mariano R.De.L.R., 2006. Biological control of bacterial blotch of melon by seed treatment with epiphytic and endophytic bacteria. *Horticultura Brasileira*, 24 (3), 373-377.
- Palkovics L., Petroczy M., Kertesz B., Németh J., Bársony C.S., Mike Z.S., Hevesi M., 2008. First report of bacterial fruit blotch of watermelon caused by *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* in Hungary. *Plant Disease*, 92 (5), 834-835.
- Popovic T., Ivanovic Z., 2015. Occurrence of *Acidovorax citrulli* causing bacterial fruit blotch of watermelon in Serbia. *Plant Disease*, 99, 886.
- Ren Y.Z., Li H., Li G.Y., Wang Q.Y., 2006. First report of *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* infecting edible seed watermelon (*Citrullus lanatus* var. *lanatus*) in China. *Plant Disease*, 90, 1112.
- Santos E.R., Gouveia E.R., Mariano R.L.R., Souto-Maior A.M., 2006. Biocontrol of bacterial fruit blotch of melon by bioactive compounds produced by *Bacillus* spp. *Summa Phytopathologica*, 32 (4), 376-378.
- Selçuk H., 2014. *Acidovorax citrulli*'nin karpuzun tohum, fide, meyvesinden izolasyonu ve farklı tohum uygulamalarının bakteriyel fide yanıklığı hastalığının çıkışı üzerine etkisi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 126 s., Sarıçam, Adana.
- Seo S.T., Park J.H., Lee J.S., Han K.S., Cheong S.R., 2006. Bacterial fruit blotch of melon caused by *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. *Research in Plant Disease*, 12 (3), 185-188.
- Solmaz İ., 2010. Bazı karpuz genotiplerinin SSR ve SRAP

markörleri ile karakterizasyonu ve *Fusarium solgunluğu* (*Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum*)'na dayanımlarının klasik ve moleküler yöntemlerle araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 140 s., Adana, (Yayınlanmamış).

Takashi S., Shigemikato K., Abiko T., Akira K., 2000. Occurrence of watermelon bacterial fruit blotch in Japan. *Annals of the Phytopathological Society of Japan*, 66 (3), 223-231.

TÜİK 2017. *Karpuz üretimi*. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/kn=92&locale=tr> (Erişim tarihi: 10.11.2017).

Tzeng K.C., Hsu S.T., 2007. Bacterial diseases of cucurbits in Taiwan. *Symposium of International Workshop on the Cucurbit Diseases and Resistance Breeding*, 43-48.

Walcott R.R., Fessehaie A., Castro A.C., 2004. Differences in pathogenicity between two genetically distinct groups of *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* on cucurbit hosts. *Journal of Phytopathology*, 152, 277-285.

Walcott R.R., 2005. Bacterial fruit blotch of cucurbits. <http://www.apsnet.org/education/LessonsPlantPath/BacterialBlotch/Default.htm>. (Erişim tarihi: 12.11.2017).

Walcott R.R., 2008. Integrated pest management of bacterial fruit blotch of cucurbits. In: *Integrated management of diseases caused by fungi, phytoplasma and bacteria*. Ciancio A. and Mukerji K.G. (Eds.). Springer Book, 188 p.

Wall G.C., Santos V.M., 1988. A new bacterial disease of watermelon in the Mariana Islands. *Phytopathology*, 78, 1605.

Wang X., Li G., Jiang D., Huand H.J., 2009. Screening of plant epiphytic yeasts for biocontrol of bacterial fruit blotch (*Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*) of hami melon. *Biological Control*, 50, 164-171.