



## Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/yyufbed>



Araştırma Makalesi

### Çilekte *Botrytis cinerea*'ya Karşı Bakterilerin Antagonist Etkilerinin *In Vitro* Koşullarda Belirlenmesi #

Tuba GENÇ KESİMCİ\*, Mesude Figen DÖNMEZ

İğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 76000, İğdır, Türkiye  
Tuba GENÇ KESİMCİ, ORCID No: 0000-0003-2022-0193, Mesude Figen DÖNMEZ, ORCID No: 0000-0002-7992-8252

\*Sorumlu yazar e posta: tubagenc25@hotmail.com

#### Makale Bilgileri

Geliş: 17.03.2022  
Kabul: 27.06.2022  
Online Aralık 2022  
DOI: 10.53433/yyufbed.1089390

#### Anahtar Kelimeler

*Bacillus subtilis*,  
Biyolojik mücadele,  
*Botrytis cinerea*,  
Çilek,  
*In vitro*

**Öz:** Bu çalışmada, çilekte hasat öncesi ve hasat sonrası ürün kayıplarına neden olan *Botrytis cinerea*'ya karşı İğdır ilinde tuzlu topraklardan ve *Phragmites australis* bitkisinden izole edilen bakteri strainlerinin antagonistik özellikleri araştırılmıştır. Yapılan izolasyonlar neticesinde 89 bakteri straini elde edilmiş ve bu bakterilerin tanılarını yağ asit metil ester analizi ile yapılmıştır. Elde edilen bakteriler arasında 38 strain *in vitro* testlerde etkili bulunmuş ve bu strainlerin *B. cinerea*'nın misel gelişimini farklı oranlarda engelledikleri tespit edilmiştir. Başarılı olan strainler cins düzeyinde değerlendirildiğinde *Bacillus* ve *Paenibacillus* cinslerinin daha etkili oldukları belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan aday antagonistlerin inhibisyon oranlarına bakıldığında en etkili strainin %71.68 oranı ile *Bacillus subtilis* MFD2-21 olduğu, bu straini %68.89 oranı ile *Paenibacillus polymyxa* MFD-15 ve %61.93 oranı ile *Paenibacillus apiarius* MFD20 straininin takip ettiği belirlenmiştir. *B. cinerea*'nın misel gelişimini en düşük oranda engelleyen aday antagonist strain ise %17.36 oranı ile *Bacillus sphaericus* GC subgroup E MFD3-15 olarak saptanmıştır.

### Determining of the Antagonist Effects of Bacteria Against *Botrytis cinerea* in Strawberry under *In Vitro* Conditions

#### Article Info

Received: 17.03.2022  
Accepted: 27.06.2022  
Online December 2022  
DOI: 10.53433/yyufbed.1089390

#### Keywords

*Bacillus subtilis*,  
Biological control,  
*Botrytis cinerea*,  
*In vitro*,  
Strawberry

**Abstract:** In this study were investigated the antagonistic activities of bacterial strains isolated from salty soils and *Phragmites australis* plant in İğdır province against *Botrytis cinerea* in strawberry. As a result of the isolations, 89 bacterial strains were obtained and the determination of the bacteria was made by fatty acid methyl ester analysis. Among them, 38 bacteria strains were found to be effective in *in vitro* tests and it was determined that the strains were inhibited mycelial growth of *B. cinerea* at different rates when successful strains were evaluated at the genus level, it was determined that *Bacillus* and *Pseudomonas* were two of the most important genus. Considering the inhibition rates of the putative antagonists were determined that the most effective strains were *Bacillus subtilis* MFD2-21 (71.68%) *Paenibacillus polymyxa* MFD-15 (68.89%) and *Paenibacillus apiarius* MFD20 (61.93%), respectively. The putative antagonist strain that inhibits mycelial growth of *B. cinerea* at the lowest rate was determined as *Bacillus sphaericus* GC subgroup E MFD3-15 (17.36%).

# Bu çalışmanın bir kısmı Türkiye 6. Bitki Koruma Kongresinde (05-08 Eylül 2016, Konya) özet olarak sunulmuştur.

## 1. Giriş

*Botrytis cinerea* Pers. ex Fr. (teleomorph: *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel)'nın neden olduğu kurşunu küf hastalığı çilek yetiştirilen alanlarda görülen en önemli hastalıklardan biridir. Tarlada hasattan önce meyveleri etkileyip önemli ürün kayıplarına sebep olan bu hastalık, aynı zamanda hasattan sonra taşıma ve depolama esnasında gelişimini sürdürüp zararını devam ettirmektedir (Mertely ve ark., 2018). *B. cinerea* en zararlı fitopatogenik funguslardan biri olarak gösterilmekle birlikte (Pei ve ark., 2019), bilimsel ve ekonomik önemi olan 'Top 10' fungal patojenler içerisinde gerek hasat öncesi gerekse hasat sonrası yapmış olduğu zarar ile 2. sırada yer almaktadır (Dean ve ark., 2012). Etmen, 200'den fazla üründe ciddi kayıplara neden olmakla birlikte özellikle dikotiledon bitkilerin olgunlaşmış ve yaşlı dokularında ve bazı monokotiledon bitkilerde zarar oluşturmaktadır. *B. cinerea*, hücre duvarını yıkan enzim, toksin ve oksalik asit gibi düşük moleküler ağırlıklı bileşikler üretmekte, patojenin konukçusunda bir saldırı stratejisi olarak programlanmış hücre ölümüne sebep olduğu belirtilmektedir (Williamson ve ark., 2007).

Bitkilerin çiçek, meyve ve yaprak gibi farklı kısımlarda hastalık oluşturan bu etmenle mücadelede kültürel, kimyasal ve biyolojik mücadele yöntemleri kullanılmaktadır (Yıldız & Benlioğlu, 2009). Patojenin genetik çeşitliliğinin fazla olması, kısa yaşam döngüsüne ve çeşitli üreme yapılarına sahip olması fungusit direnci gelişiminde yüksek riskli bir patojen olmasına sebep olmaktadır (Haidar ve ark., 2016). Patojenlerde dayanıklılık probleminden dolayı etkili bir şekilde kontrolün sağlanamaması, insan sağlığı ve çevre üzerinde toksik kalıntı etkilerinin tüketicileri endişelendirmesi ve kimyasalların kullanımında getirilen sınırlamalar fungusitlerin mercak altına alınıp sorgulanmasına sebep olmuştur (Elad ve ark., 2004). Tüm bu olumsuzluklar araştırmacıları bitki hastalıklarının kontrolünde alternatif mücadele yöntem ve teknikleri geliştirmeye yönlendirmiştir. Biyolojik mücadele, bu yöntemler içerisinde en çevre dostu, en ucuz ve en sürdürülebilir yöntem olarak dikkat çekmekte (Uygun ve ark., 2010) ve tarımsal üretimde kimyasal girdiyi azaltmak için kullanılan yöntemlerin başında gelmektedir (Soylu ve ark., 2016).

Çilek (*Fragaria x ananassa* Duch.)'de *B. cinerea*'nın biyolojik mücadelesinde çeşitli fungal ve bakteriyel etmenlerin kullanıldığı ve başarılı sonuçların alındığı tespit edilmiştir (Sutton & Pegg, 1993; Donmez ve ark., 2011; Eken ve ark., 2013; Nguyen ve ark., 2015). Çalışmalarda yer alan bakteri strainleri içerisinde özellikle *Bacillus* ve *Pseudomonas* türlerinin patojenin biyolojik mücadelesinde etkili türler olarak öne çıktığı görülmektedir. *Bacillus subtilis*, *B. amyloliquefaciens*, *B. licheniformis*, *B. megaterium* ve *B. thuringiensis* strainlerinin hastalık gelişimini baskılayarak hastalıkla mücadelede başarıyla kullanıldığı (Shtemshis ve ark., 2015; Toral ve ark., 2020), *Pseudomonas aeruginosa*'nın patojene karşı güçlü antagonistik etkiye sahip olduğu (Wang ve ark., 2021a) çeşitli araştırma sonuçlarında vurgulanmaktadır. Aynı zamanda *Pseudomonas syringae* (BioSave; Amerika Birleşik Devletleri) ve *B. subtilis* (Serenade; Almanya) *B. cinerea*'nın mücadelesinde kullanılan en popüler ticari biyofungisitler olarak değerlendirilmektedir (Feliziani & Romanazzi, 2016).

Bu çalışmada, *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. bitkisinden ve tuzlu topraklardan izole edilen biyolojik mücadele etmeni bakterilerin izolasyonu, tanıları ve bu bakterilerin çilekte verim ve kalite kayıplarına neden olan *B. cinerea*'ya karşı antagonistik etkinliği *in vitro* koşullarda araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Fungal izolat

Bu çalışmada Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Fitopatoloji laboratuvarından temin edilen ve virülensliği yüksek olarak belirlenen *B. cinerea* S-TR-20 izolatu kullanılmıştır (Eken ve ark., 2013). Bu izolat deneme süresince Patates Dekstroze Agar (PDA) içeren test tüplerde +5 °C'de muhafaza edilmiştir.

### 2.2. Aday antagonist bakteri strainlerinin kökten izolasyonu

Iğdır (Merkez) ilinden toplanan *P. australis* bitkisinin kökleri yıkanmış, ardından dış yüzeyi %70'lik etil alkol ile yüzeysel olarak dezenfekte edilmiştir. Steril bir bistüri ile kökler kesilmiş ve

parçalar bir havan içerisinde ezilerek steril dH<sub>2</sub>O ile süspansiyon haline getirilmiştir. Bu süspansiyonlardan öze ile alınarak, Nutrient Agar (NA) besi ortamına ekim yapılmış ve petri bakterileri gelişimi için 27 °C'de inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası farklı renk ve özellikte gelişen bakteri kolonileri saflaştırılarak stok kültürleri hazırlanmıştır (Saygılı ve ark., 2006).

### 2.3. Aday antagonist bakteri strainlerinin topraktan izolasyonu

İğdır (Merkez, Aralık ve Tuzluca) ilinden alınan toprak örnekleri 10 g toprak tartılarak içerisinde 90 ml steril su bulunan steril erlenmayer içerisine bırakılmıştır. Hazırlanan toprak/su karışım 30 dk çalkalayıcıda çalkalanmış, daha sonra süspansiyondan steril pipetle 1 ml alınarak içerisinde 9 ml steril dH<sub>2</sub>O bulunan tüplere aktararak iyice karıştırılmıştır. Bu seyreltme işlemi 6 kez tekrarlanmıştır. Son 3 seyreltikten 0.1 ml alınarak içerisinde NA bulunan besi ortamına bırakılmış ve süspansiyon cam bagetle yayılmıştır. Bakteri gelişimi için ekim yapılan petri 27 °C'ye ayarlı inkübatörde inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası gelişen farklı renk ve şekildeki bakteri kolonilerinin her birisi saflaştırılmış ve stok kültürleri -80 °C'de muhafaza edilmiştir (Saygılı ve ark., 2006).

### 2.4. Tütünde aşırı duyarlılık testi

Elde edilen bakteri strainlerinin patojen olup olmadıklarını belirlemek için tütün bitkisinde (*Nicotiana tabacum* L. Samsun) aşırı duyarlılık testi yapılmıştır. Bakteri strainleri stok kültürlerinden NA besi ortamına ekilerek geliştirilmiştir. Steril dH<sub>2</sub>O ile gelişen bakteri kültürlerinden konsantrasyonu 10<sup>8</sup> hücre/ml olan solüsyonlar hazırlanmıştır. Plastik enjektörlerle bakteri solüsyonları tütün bitkisinin yaprak alt yüzeyinin damar aralarına enjekte edilmiştir. Bakteri inokulasyondan 48 h sonra inokule edilen alanlarda oluşan nekroz pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir (Kim & Hartmann, 1985). Referans kültür olarak *Pseudomonas savastanoi* pv. *phaseolicola* MFD 522 kullanılmıştır.

### 2.5. Aday antagonist bakteri strainlerinin yağ asitleri profillerine göre tanılanması

Saf kültür olarak -80 °C'de muhafaza edilen bakteri strainlerinden yağ asit metil ester ekstraksiyonu (FAME), izolasyonu, saflaştırılması ve analizi yapılmıştır (Sasser, 1990). Bilgisayar kontrollü gaz kromatografi sistemi olan Mikrobiyal Tanı Sistemi (MIDI, Inc., Newark, DE) kullanılarak kültüre alınan strainlerin tür ve alt tür seviyesinde tanısı belirlenmiştir. Referans kültür olarak *Pseudomonas savastanoi* pv. *phaseolicola* MFD 307 kullanılmıştır.

### 2.6. Yağ asit metil esterlerinin saflaştırılması

Bakteri strainleri steril platin bir öze ile stok kültürlerinden alınmış ve Tryptic Soy Agar (TSA) besi ortamına 4 fazlı olarak ekilmiştir. Petri bakterileri gelişimi için 24-48 saat süreyle 27 °C'ye ayarlı inkübatörde inkübasyona bırakılmıştır. Gelişen bakteri strainlerinin yağ asitlerini saf olarak izole edebilmek için 4 farklı çözelti kullanılmış ve aşağıdaki metot takip edilerek ekstraksiyon yapılmıştır.

✓ TSA üzerinde geliştirilen bakteri kolonileri petri 3 ve 4 numaralı fazlarından steril bir özeye toplanarak (~ 40mg) steril teflon kapaklı cam test tüplerine (5 ml) aktarılmış ve tüpler etiketlenerek ağızları kapatılmıştır.

✓ Her bir test tüpüne 1 ml hücre parçalayıcı çözelti ilave edilmiş ve tüpler 5-10 s çalkalandıktan sonra 5 dk 100 °C'lik su banyosunda bekletilmiştir. Ardından tüpler tekrar 5-10 s çalkalanmış ve 25 dk 100 °C'lik su banyosunda inkübe edilmiştir.

✓ Test tüplerine 2 ml metilleştirme çözeltisi eklenerek 5-10 s'lik bir çalkalama yapılmış ve sonra tüpler 80 °C'de 10 dk su banyosunda bekletilmiştir. Süre sonunda tüpler hızlıca buz veya soğuk su içerisinde 2 dk tutularak soğumaları sağlanmıştır.

✓ Soğutulan tüplere 1.25 ml saflaştırma çözeltisi eklenerek 10 dk hematoloji çalkalayıcısında karıştırılmıştır. Süre sonunda tüplerin alt kısmında inorganik, üst kısmında organik sıvı faz olmak üzere 2 faz oluşmuştur. Pastör pipeti kullanarak tüplerin alt kısmındaki asidik faz atılmış ve organik faz muhafaza edilmiştir.

Son aşamada her tüpe 3 ml bazık yıkama çözeltisi ilave edilmiş ve tüpler 5 dk süreyle hematoloji çalkalayıcısında karıştırıldıktan sonra 10 dk süreyle oda sıcaklığında bekletilmiştir. Bu aşamada da tüp

içerisinde iki ayrı faz oluşmuştur. Pastör pipetle üst fazda toplanan ve yağ asit metil esterleri içeren faz alınarak gaz kromatografisi tüplerine aktarılmış, sonra tüplerin ağızları sıkıca kapatılara cihaz üzerindeki örnek depolama tepsisine yerleştirilmiştir. Cihaz çalıştırılmış ve sistem klavuzunda belirtildiği gibi analiz edilerek tanı sonuçları alınmıştır.

## 2.7. Bakteri strainlerinin bazı biyokimyasal özelliklerinin belirlenmesi

Elde edilen strainlerin gram reaksiyonu (Schaad ve ark., 2001), katalaz (Klement ve ark., 1990), oksidaz ve amilaz özellikleri (Narayananamy, 1997) belirlenmiştir.

## 2.8. *In vitro* şartlarda aday antagonist bakteri strainlerinin *Botrytis cinerea*'ya karşı antagonist etkisinin belirlenmesi

*Botrytis cinerea* ve bakteri strainleri arasındaki karşılıklı etkileşim ikili kültür yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Patojen PDA besi ortamında 7 gün, aday antagonist bakteriler ise NA besi ortamında 24-48 saat geliştirilmiştir. *B. cinerea* izolatına ait kültürlerden 5mm çapında iki disk alınmış, içerisinde PDA bulunan 9 cm çaplı petri kabının her iki tarafına karşılıklı olacak şekilde bırakılmıştır. Bakteri strainleri ise aynı anda petri kabının orta kısmına çizgi ekim yapılarak inoküle edilmiştir. Ekim yapılan petri 25°C'de 7 gün inkübasyona bırakılmıştır (Hang ve ark., 2005). Deneme 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve bakteri ekimi yapılmayan petri kontrol olarak değerlendirilmiştir. *In vitro* deneme sonunda inhibisyon oranının ölçümü 7. günün sonunda yapılmıştır. İnhibisyon oranı, kontrol petriindeki fungus koloni çapı ile bakteri uygulaması yapılan petrilerdeki koloni çapı ölçülerek aşağıdaki formüle göre belirlenmiştir (Çubukçu, 2007). % İnhibisyon oranı= Kontrol petrideki fungal koloni çapı-Uygulama yapılan petrideki koloni çapı /Kontrol petrideki fungal koloni çapı x 100

## 2.9. İstatistik analiz

Çalışma sonucunda elde edilen verilerin analizi SPSS 17.0 (2008) istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır. Bu veriler tek yönlü ANOVA ile Varyans Analizine tabi tutulmuş ve uygulamalar arasındaki farklılıklar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile belirlenmiştir (P≤0.01).

## 3. Bulgular

*Botrytis cinerea*'ya karşı aday antagonistlerin belirlenmesine yönelik yapılan izolasyon çalışması sonucunda toplam 89 bakteri straini elde edilmiştir. Strainlerden 37 tanesi Tuzluca ilçesine ait tuzlu topraklardan, 15 tanesi Aralık ilçesine ait toprak örneklerinden ve 5 tanesi merkezden alınan tuzlu toprak örneklerinden izole edilmiştir. *P. australis* bitkisinin kök bölgesinden yapılan izolasyon sonucunda ise 32 bakteri straini elde edilmiştir.

Bakteri strainleri yağ asit metil ester analizi ile tanılanmış ve sonuçlar Çizelge 1'de sunulmuştur. Tuzlu topraklara ait strainlerin 12 farklı cins içerisinde yer aldığı tespit edilmiştir. *Bacillus* cinsinin 33 strain ile en fazla tür sayısına sahip olduğu, *Pseudomonas* cinsinin 8, *Micrococcus* ve *Paenibacillus* cinslerinin 3, *Halomonas* ve *Staphylococcus* cinslerinin 2, *Brevundimonas*, *Cellulomonas*, *Curtobacterium*, *Rhodobacter*, *Virgibacillus* ve *Xanthobacter* cinslerinin ise 1 tür ile temsil edildiği görülmüştür. İzole edilen türler *Bacillus amyloliquefaciens* (1), *B. atrophaeus* (8), *B. cereus* GC subgroup A (1), *B. cereus* GC subgroup B (2), *B. licheniformis* GC subgroup B (1), *B. luciferensis* (1), *B. marisflavi* (1), *B. megaterium* GC subgroup A (1), *B. megaterium* GC subgroup B (1), *B. oleronius* (2), *B. pumilus* GC subgroup B (1), *B. sphaericus* GC subgroup B (1), *B. subtilis* (7), *B. thuringiensis kurstakii* (1), *Bacillus*. GC subgroup 22 (4) *Pseudomonas balearica* (1), *P. luteola* (1), *P. mendocina* (1), *P. resinovorans* (1), *P. stutzeri* (3), *Micrococcus luteus* GC subgroup B (2) ve *M. lylae* GC subgroup A (1), *Paenibacillus polymyxa* (1) ve *P. apiarius* (2), *Staphylococcus cohnii cohnii* (1), *S. schleiferi* (1), *Halomonas aquamarina* (2), *Brevundimonas vesicularis* (1), *Cellulomonas flavigena* (1), *Curtobacterium flaccumfaciens* (1), *Rhodobacter sphaeroides* (1), *Virgibacillus pantothenicus* (1) ve *Xanthobacter flavus* olarak tanılanmıştır.

*Phragmites australis* bitkisinin köklerinden izole edilen strainlerin *Bacillus* (7), *Kocuria* (5), *Acinotobacter* (4), *Aeromonas* (3), *Shewanella* (3), *Brevibacillus* (2), *Brevundimonas* (1),

*Microbacterium* (1), *Photobacterium* (1), *Pseudomonas* (2), *Rhodococcus* (1) ve *Stenotrophomonas* (1) olmak üzere 12 cins içerisinde yer aldıkları tespit edilmiştir. Strainlerin türleri ise *Acinetobacter calcoaceticus* (4), *Aeromonas ichthiosmia* (1), *A. veronii* (2), *Bacillus* GC group 22 (1), *B. megaterium* GC subgroup A (1), *B. sphaericus* GC subgroup A (1), *B. sphaericus* GC subgroup E (2), *B. subtilis* (1), *B. thuringiensis kurstakii* (1), *Brevibacillus choshinensis* (2), *Brevundimonas vesicularis* (1), *Kocuria rosea* (5), *Microbacterium lacticum* GC subgroup B (1), *Photobacterium angustum* (1), *Pseudomonas putida* biotype B (1), *P. putida* biotype B (1), *Pseudoxanthomonas* sp. (1), *Rhodococcus erythropolis* (1), *Shewanella putrefaciens* (3) ve *Stenotrophomonas acidaminiphila* (1) olarak belirlenmiştir. Tütün yapraklarında yapılan aşırı duyarlılık testi sonucunda inokulasyon noktasının çevresinde ölü doku oluşumu gözlenmemiş, strainler HR negatif olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 1. Tuzlu topraklardan ve *Phragmites australis* bitkisinden izole edilen bakteri strainlerinin yağ asit metil ester analizlerine göre tanı sonuçları

Strain No	MIS Tanı Sonucu	Bİ (%)*	İzolasyon Materyali /Lokasyon
MFD1	<i>Pseudomonas stutzeri</i>	90	Tuzlu Toprak-Tuzluca
MFD2	<i>Micrococcus luteus</i> GC subgroup B	84	Tuzlu Toprak-Tuzluca
MFD3	<i>Bacillus subtilis</i>	70	Tuzlu Toprak/Tuzluca
MFD4	<i>Bacillus thuringiensis kurstakii</i>	57	Tuzlu Toprak/Tuzluca
MFD6	<i>Staphylococcus cohnii cohnii</i>	43	Tuzlu Toprak-Tuzluca
MFD7	<i>Virgibacillus pantothenicus</i>	64	Tuzlu Toprak/Tuzluca
MFD8	<i>Bacillus subtilis</i>	37	Tuzlu Toprak/Tuzluca
MFD9	<i>Curtobacterium flaccumfaciens</i>	48	Tuzlu Toprak-Tuzluca
MFD10	<i>Pseudomonas amyloclavata</i>	53	Tuzlu Toprak-Tuzluca
MFD11	<i>Bacillus megaterium</i> GC subgroup A	55	Tuzlu Toprak-Tuzluca
MFD13	<i>Bacillus atrophaeus</i>	30	Tuzlu Toprak/Tuzluca
MFD14	<i>Micrococcus luteus</i> GC subgroup B	75	Tuzlu Toprak/Tuzluca
MFD15	<i>Paenibacillus polymyxa</i>	51	Tuzlu Toprak-Tuzluca
MFD16	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	55	Tuzlu Toprak/Tuzluca
MFD17	<i>Bacillus subtilis</i>	78	Tuzlu Toprak-Tuzluca
MFD19	<i>Bacillus oleronius</i>	35	Tuzlu Toprak/Tuzluca
MFD20	<i>Paenibacillus apiarius</i>	54	Tuzlu Toprak/Tuzluca
MFD22	<i>Bacillus sphaericus</i> GC subgroup B	87	Tuzlu Toprak/Tuzluca
MFD24	<i>Bacillus subtilis</i>	72	Tuzlu Toprak/Tuzluca
MFD25	<i>Bacillus oleronius</i>	32	Tuzlu Toprak/Tuzluca
MFD26	<i>Staphylococcus schleiferi</i>	27	Tuzlu Toprak/Tuzluca
MFD27	<i>Bacillus licheniformis</i> GC subgroup B	46	Tuzlu Toprak/Tuzluca
MFD1-1	<i>Pseudomonas stutzeri</i>	90	Tuzlu Toprak/Aralık
MFD1-2	<i>Halomonas aquamarina</i>	85	Tuzlu Toprak/Aralık
MFD1-5	<i>Bacillus</i> GC subgroup 22	43	Tuzlu Toprak/Aralık
MFD1-7	<i>Bacillus atrophaeus</i>	84	Tuzlu Toprak/Aralık
MFD1-12	<i>Bacillus</i> GC subgroup 22	46	Tuzlu Toprak/Aralık
MFD1-14	<i>Pseudomonas stutzeri</i>	63	Tuzlu Toprak/Aralık
MFD1-15	<i>Bacillus atrophaeus</i>	61	Tuzlu Toprak/Aralık
MFD1-16	<i>Cellulomonas flavigena</i>	37	Tuzlu Toprak/Aralık
MFD1-17	<i>Xanthobacter flavus</i>	74	Tuzlu Toprak/Aralık
MFD1-21	<i>Pseudomonas resinovorans</i>	60	Tuzlu Toprak/Aralık
MFD1-23	<i>Rhodobacter sphaeroides</i>	77	Tuzlu Toprak/Aralık
MFD1-25	<i>Brevundimonas vesicularis</i>	55	Tuzlu Toprak/Aralık
MFD1-29	<i>Bacillus cereus</i> GC subgroup A	56	Tuzlu Toprak/Aralık
MFD1-33	<i>Micrococcus lylae</i> GC subgroup A	70	Tuzlu Toprak/Aralık
MFD1-34	<i>Pseudomonas mendocina</i>	64	Tuzlu Toprak/Aralık
MFD2-1	<i>Bacillus subtilis</i>	44	Tuzlu Toprak/Iğdır Merkez
MFD2-4	<i>Bacillus</i> GC subgroup 22	65	Tuzlu Toprak/Tuzluca
MFD2-6	<i>Bacillus</i> GC subgroup 22	54	Tuzlu Toprak/Tuzluca
MFD2-7	<i>Pseudomonas balearica</i>	93	Tuzlu Toprak/Tuzluca
MFD2-11	<i>Pseudomonas luteola</i>	65	Tuzlu Toprak/Tuzluca
MFD2-19	<i>Bacillus atrophaeus</i>	68	Tuzlu Toprak/Tuzluca
MFD2-20	<i>Paenibacillus apiarius</i>	64	Tuzlu Toprak/Tuzluca
MFD2-21	<i>Bacillus subtilis</i>	78	Tuzlu Toprak/Tuzluca

\* Benzerlik indeksi

Çizelge 1. Tuzlu topraklardan ve *Phragmites australis* bitkisinden izole edilen bakteri strainlerinin yağ asit metil ester analizlerine göre tanı sonuçları (devam)

Strain No	MIS Tanı Sonucu	Bİ (%)*	İzolasyon Materyali/Lokasyon
MFD2-22	<i>Bacillus pumilus</i> GC subgroup B	72	Tuzlu Toprak/Tuzluca
MFD2-23	<i>Halomonas aquamarina</i>	76	Tuzlu Toprak/Tuzluca
MFD2-24	<i>Bacillus atrophaeus</i>	57	Tuzlu Toprak/Tuzluca
MFD2-25	<i>Bacillus luciferensis</i>	75	Tuzlu Toprak/Tuzluca
MFD2-27	<i>Bacillus marisflavi</i>	64	Tuzlu Toprak/Tuzluca
MFD2-28	<i>Bacillus atrophaeus</i>	58	Tuzlu Toprak/Tuzluca
MFD2-29	<i>Bacillus cereus</i> GC subgroup B	84	Tuzlu Toprak/Tuzluca
MFD2-30	<i>Bacillus subtilis</i>	73	Tuzlu Toprak/Tuzluca
MFD2-31	<i>Bacillus atrophaeus</i>	85	Tuzlu Toprak/İğdir Merkez
MFD2-32	<i>Bacillus atrophaeus</i>	83	Tuzlu Toprak/İğdir Merkez
MFD2-33	<i>Bacillus megaterium</i> GC subgroup B	47	Tuzlu Toprak/İğdir Merkez
MFD2-34	<i>Bacillus cereus</i> GC subgroup B	56	Tuzlu Toprak/İğdir Merkez
MFD3-1	<i>Pseudomonas putida</i> biotype B	47	<i>Phragmites australis</i> /İğdir Merkez
MFD3-3	<i>Pseudoxanthomonas</i> sp.	31	<i>Phragmites australis</i> /İğdir Merkez
MFD3-4	<i>Aeromonas ichthiosmia</i>	80	<i>Phragmites australis</i> /İğdir Merkez
MFD3-5	<i>Aeromonas veronii</i>	55	<i>Phragmites australis</i> /İğdir Merkez
MFD3-6	<i>Photobacterium angustum</i>	68	<i>Phragmites australis</i> /İğdir Merkez
MFD3-7	<i>Kocuria rosea</i>	45	<i>Phragmites australis</i> /İğdir Merkez
MFD3-8	<i>Pseudomonas putida</i> biotype A	26	<i>Phragmites australis</i> /İğdir Merkez
MFD3-9	<i>Brevibacillus choshinensis</i>	73	<i>Phragmites australis</i> /İğdir Merkez
MFD3-10	<i>Bacillus sphaericus</i> GC subgroup E	53	<i>Phragmites australis</i> /İğdir Merkez
MFD3-11	<i>Kocuria rosea</i>	48	<i>Phragmites australis</i> /İğdir Merkez
MFD3-12	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>	72	<i>Phragmites australis</i> /İğdir Merkez
MFD3-13	<i>Kocuria rosea</i>	67	<i>Phragmites australis</i> /İğdir Merkez
MFD3-14	<i>Brevundimonas vesicularis</i>	86	<i>Phragmites australis</i> /İğdir Merkez
MFD3-15	<i>Bacillus sphaericus</i> GC subgroup E	50	<i>Phragmites australis</i> /İğdir Merkez
MFD3-16	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>	63	<i>Phragmites australis</i> /İğdir Merkez
MFD3-21	<i>Stenotrophomonas acidaminiphila</i>	44	<i>Phragmites australis</i> /İğdir Merkez
MFD3-24	<i>Bacillus sphaericus</i> GC subgroup A	47	<i>Phragmites australis</i> /İğdir Merkez
MFD3-29	<i>Bacillus thuringiensis</i> kurstakii	83	<i>Phragmites australis</i> /İğdir Merkez
MFD3-31	<i>Kocuria rosea</i>	72	<i>Phragmites australis</i> /İğdir Merkez
MFD3-32	<i>Bacillus megaterium</i> GC subgroup A	70	<i>Phragmites australis</i> /İğdir Merkez
MFD3-33	<i>Kocuria rosea</i>	52	<i>Phragmites australis</i> /İğdir Merkez
MFD3-35	<i>Shewanella putrefaciens</i>	68	<i>Phragmites australis</i> /İğdir Merkez
MFD3-36	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>	68	<i>Phragmites australis</i> /İğdir Merkez
MFD3-38	<i>Shewanella putrefaciens</i>	58	<i>Phragmites australis</i> /İğdir Merkez
MFD3-39	<i>Brevibacillus choshinensis</i>	72	<i>Phragmites australis</i> /İğdir Merkez
MFD3-42	<i>Aeromonas veronii</i>	76	<i>Phragmites australis</i> /İğdir Merkez
MFD3-43	<i>Bacillus</i> GC group 22	70	<i>Phragmites australis</i> /İğdir Merkez
MFD3-45	<i>Microbacterium lacticum</i> GC subgroup B	67	<i>Phragmites australis</i> /İğdir Merkez
MFD3-46	<i>Shewanella putrefaciens</i>	62	<i>Phragmites australis</i> /İğdir Merkez
MFD3-48	<i>Rhodococcus erythropolis</i>	71	<i>Phragmites australis</i> /İğdir Merkez
MFD3-52	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>	72	<i>Phragmites australis</i> /İğdir Merkez
MFD3-53	<i>Bacillus subtilis</i>	53	<i>Phragmites australis</i> /İğdir Merkez

\* Benzerlik indeksi

Bakteri strainlerinin gram reaksiyon, katalaz, oksidaz ve amilaz test sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Yapılan bu biyokimyasal testler sonucunda 32 adet bakteri straininin gram negatif, 57 adet bakteri straininin gram pozitif karakterde olduğu, 78 bakterinin katalaz pozitif, 7 bakterinin zayıf pozitif ve 4 bakterinin ise katalaz negatif sonuç verdiği belirlenmiştir. Oksidaz enzimi üreten bakterilerin sayısı 58 olarak belirlenirken 12 adet bakteri straininin zayıf pozitif reaksiyon verdiği saptanmıştır. Amilaz enzimi üreten bakteriler değerlendirildiğinde 1 tane kuvvetli pozitif, 26 adet pozitif, 28 adet zayıf pozitif ve 34 adet negatif karakterde strain olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 2. Bakteri strainlerinin gram reaksiyon, katalaz, oksidaz ve amilaz test sonuçları

Strain No	G*	K	O	A	Strain No	G	K	O	A	Strain No	G	K	O	A
MFD1	-	+	+	Z <sup>+</sup>	MFD1-17	-	+	+	-	MFD3-5	-	+	+	Z <sup>+</sup>
MFD2	+	+	+	Z <sup>+</sup>	MFD1-21	-	Z <sup>+</sup>	+	Z <sup>+</sup>	MFD3-6	-	+	+	-
MFD3	+	+	+	+	MFD1-23	-	-	+	Z <sup>+</sup>	MFD3-7	+	+	Z <sup>+</sup>	-
MFD4	+	+	-	+	MFD1-25	-	+	+	Z <sup>+</sup>	MFD3-8	-	+	Z <sup>+</sup>	-
MFD6	+	+	-	Z <sup>+</sup>	MFD1-29	+	+	-	+	MFD3-9	+	-	+	-
MFD7	+	+	Z <sup>+</sup>	+	MFD1-33	+	+	-	Z <sup>+</sup>	MFD3-10	+	+	+	+
MFD8	+	Z <sup>+</sup>	+	+	MFD1-34	-	+	+	-	MFD3-11	+	+	Z <sup>+</sup>	-
MFD9	-	-	-	-	MFD2-1	+	+	+	+	MFD3-12	-	+	-	-
MFD10	-	+	Z <sup>+</sup>	+	MFD2-4	+	+	+	Z <sup>+</sup>	MFD3-13	+	+	Z <sup>+</sup>	-
MFD11	+	+	-	+	MFD2-6	+	+	+	Z <sup>+</sup>	MFD3-14	-	+	+	Z <sup>+</sup>
MFD13	+	+	+	-	MFD2-7	-	+	+	+	MFD3-15	+	+	+	+
MFD14	+	+	+	Z <sup>+</sup>	MFD2-11	-	+	-	K <sup>+</sup>	MFD3-16	-	+	-	-
MFD15	+	Z <sup>+</sup>	+	-	MFD2-19	+	+	Z <sup>+</sup>	-	MFD3-21	-	+	-	-
MFD16	+	+	+	+	MFD2-20	+	+	+	-	MFD3-24	+	+	+	Z <sup>+</sup>
MFD17	+	+	+	Z <sup>+</sup>	MFD2-21	+	+	+	+	MFD3-29	+	Z <sup>+</sup>	-	+
MFD19	-	+	Z <sup>+</sup>	+	MFD2-22	+	+	+	-	MFD3-31	+	+	Z <sup>+</sup>	-
MFD20	+	+	+	-	MFD2-23	-	Z <sup>+</sup>	+	+	MFD3-32	+	+	-	Z <sup>+</sup>
MFD22	+	+	+	+	MFD2-24	+	+	+	-	MFD3-33	+	+	Z <sup>+</sup>	-
MFD24	+	+	+	+	MFD2-25	+	Z <sup>+</sup>	+	+	MFD3-35	-	+	+	-
MFD25	-	+	Z <sup>+</sup>	Z <sup>+</sup>	MFD2-27	+	+	+	Z <sup>+</sup>	MFD3-36	-	+	-	-
MFD26	+	+	+	Z <sup>+</sup>	MFD2-28	+	Z <sup>+</sup>	+	-	MFD3-38	-	+	+	-
MFD27	+	+	+	-	MFD2-29	+	+	-	Z <sup>+</sup>	MFD3-39	+	-	+	-
MFD1-1	-	+	+	Z <sup>+</sup>	MFD2-30	+	+	+	+	MFD3-42	-	+	+	Z <sup>+</sup>
MFD1-2	-	+	+	+	MFD2-31	+	+	+	-	MFD3-43	+	+	+	Z <sup>+</sup>
MFD1-5	+	+	+	Z <sup>+</sup>	MFD2-32	+	+	+	-	MFD3-45	+	+	-	+
MFD1-7	+	+	+	-	MFD2-33	+	+	-	+	MFD3-46	-	+	+	-
MFD1-12	+	+	+	Z <sup>+</sup>	MFD2-34	+	+	+	Z <sup>+</sup>	MFD3-48	+	+	-	Z <sup>+</sup>
MFD1-14	-	+	+	Z <sup>+</sup>	MFD3-1	-	+	+	-	MFD3-52	-	+	-	-
MFD1-15	+	+	+	-	MFD3-3	-	+	+	Z <sup>+</sup>	MFD3-53	+	+	Z <sup>+</sup>	+
MFD1-16	-	+	-	+	MFD3-4	-	+	+	+					

\* G: Gram reaksiyon, K: Katalaz, O: Oksidaz, A: Amilaz, Z<sup>+</sup>: Zayıf pozitif, K<sup>+</sup>: Kuvvetli pozitif

*Botrytis cinerea*'ya karşı aday antagonistleri belirlemeye yönelik yapılan bu çalışmada inhibisyon oranlarının tespiti *in vitro* koşullarda belirlenmiş ve denemeye ait sonuçlar Çizelge 3'de verilmiştir. *In vitro* deneme sonuçlarına göre çalışmada kullanılan bakteri strainlerinin patojenin misel gelişimini farklı oranlarda (%17.36-71.68) engellediği görülmüştür. Patojene karşı *A. calcoaceticus*, *B. amyloglucifaciens*, *B. artrophaeus*, *B. cereus* GC subgroup A, *B. cereus* GC subgroup B, *B. megaterium* GC subgroup A, *B. megaterium* GC subgroup B, *B. licheniformis* GC subgroup B, *B. thuringiensis* *kurstakii*, *B. sphaericus* GC subgroup E, *B. sphaericus* GC subgroup A, *B. subtilis*, *C. flaccumfaciens*, *H. aquamarina*, *K. rosea*, *P. apiarius*, *P. polymyxa*, *P. amyloclavata*, *P. putida* biotype A, *Pseudoxanthomonas* sp. ve *S. cohnii cohnii* bakteri türlerinin etkili olduğu tespit edilmiştir. Geriye kalan *P. stutzeri*, *M. luteus* GC subgroup B, *V. pantothenicus*, *M. luteus* GC subgroup, *B. oleronius*, *B. sphaericus* GC subgroup B, *S. schleiferi*, *B. GC* subgroup 22., *C. flavigena*, *X. flavus* *P. resinovorans*, *R. sphaeroides*, *B. vesicularis*, *M. lylae* GC subgroup A, *P. balearica*, *P. luteola*, *B. luciferensis*, *B. marisflavi*, *P. putida* biotype B, *A. ichthiosmia*, *A. veronii*, *P. angustum*, *B. pumulis*, *B. choshinensis*, *B. vesicularis*, *S. acidaminiphila*, *S. putrefaciens*, *M. lacticum* GC subgroup B, *S. putrefaciens* ve *R. erythropolis* türlerinin patojenin misel gelişimini engellemede başarılı olmadıkları belirlenmiştir. Deneme sonucunda etki gözlemlenmeyen petrielerde fungusun misellerinin bakterilerin çizgi ekim alanına kadar geliştiği gözlemlenmiştir. Çalışmada kullanılan 89 adet bakteri straininden 38 adet bakteri straininin S-TR-20 izolatının misel gelişimini baskıladığı belirlenmiştir. Etkili olan bakteri türleri içerisinde özellikle *Bacillus* cinsine ait türlerin daha başarılı sonuçlar verdiği, bu türler içerisinde de özellikle *B. artrophaeus* ve *B. subtilis* türlerinin baskın türler olarak öne çıktığı saptanmıştır. Bakteri strainlerinden *B. subtilis* MFD2-21 %71.68 oranında hastalığı engelleyerek en yüksek etkiyi gösteren tür olarak belirlenmiş, bu oranı %68.89 oranı ile *P. polymyxa* MFD-15 ve %61.93 inhibisyon oranı ile *P. apiarius* MFD20 straini takip etmiştir. Patojenin misel gelişimini en düşük oranda engelleyen bakterinin ise %17.36 oranı ile *B. sphaericus* GC subgroup E MFD3-15 olduğu tespit edilmiştir.

Elde edilen veriler üzerinden yapılan istatistik analiz sonuçlarında en düşük engelleme oranına sahip strain dahil olmak üzere tüm aday antagonistlerin inhibisyon oranı istatistiki olarak kontrol ile

farklı gruplarda yer almıştır. Deneme sonuçları değerlendirildiğinde *B. cinerea*'ya karşı aynı bakteri türlerinin farklı etki gösterdiği tespit edilmiştir. Örneğin çalışmada *B. artrophaeus* MFD2-28, MFD1-7, MFD2-32, MFD13, MFD2-19, MFD2-31, *B. cereus* GC subgroup B MFD2-29, MFD2-34, *K. rosea* MFD3-13, *A. calcoaceticus* MFD3-12, MFD3-52 ve *B. megaterium* GC subgroup A MFD-11 strainlerinin patojene karşı antagonist özelliğe sahip olduğu belirlenirken, aynı türlere ait *B. artrophaeus* MFD1-15, *B. cereus* GC subgroup B MFD2-34, *K. rosea* MFD3-7, MD3-11, MFD3-31, *A. calcoaceticus* MFD3-16, MFD3-36 ve *B. megaterium* GC subgroup A MFD3-32'nin etkisiz strainler olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada kullanılan aday antagonistlerin *B. cinerea* ortalama misel gelişimi üzerine etkinliğine bakıldığında etkili olarak belirlenen tüm aday antagonistlerin farklı oranlarda ortalama çapı düşürerek (1.02-2.97 cm) kontrol (3.59 cm) ile istatistiksel olarak farklı grupta yer aldığı görülmüştür. Petrilerde bazı aday antagonist bakterilerin *B. cinerea* hif ve spor yapılarında değişikliklere neden olduğu gözlemlenmiştir. Özellikle *B. subtilis* ve *P. polymyxa* strainlerinin fungusun hiflerinde yapısal bozulmalara neden olarak anormal misel gelişimi oluşturduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3. *In vitro* ortamda bakteri strainlerinin *Botrytis cinerea* misel gelişimi üzerine etkisi

Bakteri türü	Strain no	İnhibisyon oranı %*	Ortalama çap
<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>	MFD3-12	38.25 ı-k	2.22 ı-j
	MFD3-52	45.21 f-i	1.97 f-i
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	MFD16	44.75 f-i	1.98 f-i
<i>Bacillus artrophaeus</i>	MFD2-28	45.20 f-i	1.97 f-i
	MFD1-7	48.00 c-ı	1.87 d-i
	MFD2-32	55.89 b-g	1.58 b-g
	MFD13	48.93 c-ı	1.83 c-ı
	MFD2-19	34.07 ı-k	2.33 ı-j
	MFD2-31	56.36 b-g	1.57 b-g
<i>Bacillus cereus</i> GC subgroup A	MFD1-29	29.84 k-l	2.57 j-l
<i>Bacillus cereus</i> GC subgroup B	MFD2-29	50.33 c-ı	1.78 c-ı
	MFD2-34	29.90 k-l	2.52 j-l
<i>Bacillus megaterium</i> GC subgroup A	MFD11	49.39 c-ı	1.82 c-ı
<i>Bacillus megaterium</i> GC subgroup B	MFD2-33	45.68 e-ı	1.95 f-i
<i>Bacillus licheniformis</i> GC subgroup B	MFD27	43.36 g-j	2.02 g-ı
<i>Bacillus thuringiensis kurstakii</i>	MFD4	39.65 h-k	2.17 h-j
<i>Bacillus sphaericus</i> GC subgroup E	MFD3-10	29.90 k-l	2.52 j-l
	MFD3-15	17.36 l	2, 97 k
<i>Bacillus sphaericus</i> GC subgroup A	MFD3-24	45.68 e-ı	1.93 e-ı
	MFD3	48.47 c-ı	1.85 d-ı
	MFD8	50.79 c-ı	1.77 c-ı
	MFD17	47.54 d-ı	1.88 d-ı
	MFD24	44.37 f-i	2.12 h-j
	MFD2-1	60.53 a-e	1.42 a-d
<i>Bacillus subtilis</i>	MFD2-21	71.68 a	1.02 a
	MFD2-30	57.75 b-f	1.52 b-f
	MFD3-53	56.36 b-g	1.57 b-g
	MFD9	19.68 l	2.88 k-l
<i>Curtobacterium flaccumfaciens</i>	MFD9	19.68 l	2.88 k-l
<i>Halomonas aquamarina</i>	MFD1-2	50.32 c-ı	1.78 c-ı
	MFD2-23	39.18 h-k	2.18 ı-j
<i>Kocuria rosea</i>	MFD3-13	19,68 l	2.88 k-l
<i>Paenibacillus apiarius</i>	MFD20	61,93 a-c	1.37 a-c
	MFD2-20	37.78 ı-k	2.22 ı-j
<i>Paenibacillus polymyxa</i>	MFD15	68.89 a-b	1.12 a-b
<i>Pseudomonas amylocleromose</i>	MFD10	53.11 c-h	1.68 c-h
<i>Pseudomonas putida</i> biotype A	MFD3-8	56.36 b-g	1.05 a
<i>Pseudoxanthomonas</i> sp.	MFD3-3	30.35 j-l	2.50 j-k
<i>Staphylococcus cohnii cohnii</i>	MFD6	45.21 f-i	1.97 f-i
Kontrol		0.00 m	3.59 m

\* Farklı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiksel olarak fark vardır (P≤0.01).



#### 4. Tartışma ve Sonuç

*Botrytis cinerea*'nın neden olduğu kurşuni küf hastalığının mücadelesinde kullanılan kontrol yöntemleri değerlendirildiğinde kimyasallara dayalı mücadele yönteminin öne çıktığı görülmektedir. Hastalığın mücadelesinde fungusitler bu kadar yaygın uygulansa da bu ürünlerin kullanılmasına dair birçok sınırlama getirilmektedir (Toral ve ark., 2020). Bununla birlikte fungusit uygulamalarının çiçeklenme aşamasında polen canlılığını azaltıp meyve oluşumunu engellediği (Kovach ve ark., 2000), etmenin hızlı bir şekilde çeşitli fungusitlere karşı dayanıklılık kazanabildiği bilinmektedir. Bu nedenle son yıllarda bu olumsuzlukları ortadan kaldırmak için biyolojik mücadele yöntemini de içine alan entegre mücadele stratejileri uygulanmaktadır (Kim ve ark., 2007; Richards ve ark., 2021; Shao ve ark., 2021).

Hastalığın biyolojik mücadelesinin çalışıldığı araştırmalarda biyoetmen olarak funguslar (*Trichoderma harzianum*, *T. viride*, *T. hamatum*, *T. asperellum*, *Clonostachys rosea*, *Clonostachys rosea* f. *catenulate*, *C. rosea* f. *rosea* ve *Ulocladium oudemansii*) ve bakteriler (*Streptomyces griseoviridis*, *B. subtilis* ve *Pseudomonas syringae*) yaygın olarak denenmiştir (Williamson ve ark., 2007; Eken ve ark., 2013; Mahdy ve ark., 2014). Bu konuda yapılan çalışmalarda, antagonistik özelliğe sahip bakteri strainlerinin *B. cinerea* ile mücadelede başarılı olduğu (Donmez ve ark., 2011; Abdou ve ark., 2014; Shternshis ve ark., 2015) hatta bazı çalışmalarda fungusitlerden daha iyi sonuçlar verdiği belirtilmektedir (Swadling & Jeffries, 1996; Petrasch ve ark., 2019).

Tuzlu topraklardan ve *P. australis* bitkisinden izole edilen aday antagonist bakterilerin *B. cinerea*'ya karşı etkinliğinin belirlendiği bu çalışmada test edilen bakterilerden %42.69'unun patojenin misel gelişimini baskılamada başarılı olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak biyolojik mücadelede bakterilerin kullanıldığı çalışmalarda çok sayıda bakteri straini denenmekte ve başarılı strain elde etmek her zaman mümkün olmamaktadır. Bu nedenle çalışma sonucunda elde edilen veriler önem arz etmektedir. Strainlerin elde edildiği örnekler incelendiğinde mikrobiyal antagonistlerin çoğunun genel olarak, meyve ve sebze yüzeylerinden, kök ve toprak gibi kaynaklardan izole edildiği görülmektedir. Ancak henüz keşfedilmemiş özel alanlardan izole edilen yeni biyokontrol etmenlerine ihtiyaç duyulduğu da belirtilmektedir (Chen ve ark., 2020). Bu nedenle, çalışmada tuzlu topraklardan ve *P. australis* bitkisinden izole edilen yerel bakteri strainlerinin kullanılması önem taşımaktadır. Benzer şekilde tuzlu topraklardan izole edilen *Bacillus velezensis* çilek ve domateste *B. cinerea*'ya karşı denenmiş ve hastalık şiddetini %60 oranında azalttığı bulunmuştur (Toral ve ark., 2020).

Çilekte *B. cinerea*'ya karşı antagonist bakterilerin denendiği başka bir çalışmada, *Bacillus lentimorbus*, *B. megaterium*, *B. pumilis*, *B. subtilis*, *Enterobacter intermedius*, *Kurthia sibirica*, *P. polymyxa* ve *Pantoea agglomerans* strainleri etkili bakteriler olarak belirlenmiş ve bu bakterilerin *in vitro* ortamda 0.50-3.75 cm arasında bir inhibisyon oranına sahip oldukları saptanmıştır (Donmez ve ark., 2011). *Pseudomonas fluorescens*, *P. vesicularis* ve *B. megaterium* strainlerinin *in vitro* da artan konsantrasyonlarının fungusun misel gelişimini farklı oranlarda azaltmada başarılı oldukları (Ilhan & Karabulut, 2013), *B. licheniformis*'in kurşuni küf hastalığını baskılamada etkili olduğu (Kim ve ark., 2007), *B. subtilis*, *B. amyloliquefaciens* ve *B. licheniformis* strainlerinin patojenin misel gelişimini engellemede etkili türler oldukları ve türler içerisinde *B. subtilis*'in etkinliğinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Shternshis ve ark., 2015). Yapılan bu çalışmada da patojene karşı etkili bulunan 38 strainden 25 tanesinin *Bacillus* cinsine ait olduğu görülmektedir. *Bacillus* cinsi, bakteriyosinler ve peptid antibiyotikler gibi antimikrobiyal maddelerin üretimi, elverişsiz koşullarda spor oluşturma özellikleri ve /veya bitki dayanıklılığını teşvik etmeleri ile fitopatogenlere karşı en etkili bakteri cinslerinden biri olarak kabul edilmektedir (Raaijmakers ve ark., 2010; Sansinena & Ortiz, 2011; Pertot ve ark., 2017; Shao ve ark., 2021). *Bacillus* tarafından üretilen lipopeptidlerin hücrelerdeki lipid membrana bağlanarak geçirgenliğini artırdığı ve yapısal hasar oluşturduğu (Haidar ve ark., 2016), özellikle fengycin ve iturin'in plazma zarında gözenekleri açtığı (Henry ve ark., 2011), fungus hifine (Souto ve ark., 2004) ve fungus sporlarının geçirgenliğine zarar verdiği ve böylece spor çimlenmesini engellediği (Chitarra ve ark., 2003) bildirilmiştir. *Bacillus* sp. XT1'in ürettiği lipoproteinlerin *Botrytis* gelişimini hem *in vitro* hem de *in vivo* inhibe ettiği (Su ve ark., 2020), inhibisyon oranının konsantrasyona bağlı olarak %72, 48, 30 ve 19 oranında değiştiği tespit edilmiştir. Ayrıca *Bacillus* türleri tarafından üretilen tek antifungal metabolitlerin lipoproteinler olmadığı; *B. amyloliquefaciens* VB7 straininin *B. cinerea*'nın gelişimini %46 oranında engellediği, bu sonucun strainin ürettiği phthalic acid, hept-3-yl isobutyl ester, propanoic acid, 2-hydroxy- ve methyl ester gibi moleküllerin varlığına bağlı olduğu bulunmuştur (Nakkeeran ve

ark., 2020). Bu çalışmada *P. polymyxa* MFD-15 %68.89 inhibisyon oranıyla, *P. putida* biotype A MFD3-8 %56.36 inhibisyon oranıyla çalışmada etkili strainler olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlarla paralel olarak *Bacillus* strainleri dışında *Pseudomonas* ve *Paenibacillus* strainlerinin *B. cinerea*'nın biyokontrolünde etkili türler olduğu bildirilmiştir (Elad ve ark., 2004). Örneğin, *P. aeruginosa*'nın *B. cinerea*'ya karşı güçlü antagonistik etkiye sahip olduğu (Wang ve ark., 2021a), *Paenibacillus* strainlerinin ise lipopeptit antibiyotikler, antifungal proteinler, uçucu bileşikler ve litik enzimler gibi çok sayıda ikincil metabolit üretimleri ile hastalık kontrolünde etkinlik sağladıkları tespit edilmiştir (Haidar ve ark., 2016). Ayrıca, *Pseudomonas* strainlerinin çok çeşitli metabolitler üreterek *B. cinerea*'yı etkili bir şekilde kontrol ettiği (Haidar ve ark., 2016), *Acinetobacter calcoaceticus* HIRFA32 ve *P. fluorescens* Mst 8.2'nin katekol tipi bir siderofor üreterek *in vitro* ortamda fungal misel gelişimini %46.9 oranında inhibe ettiği de belirlenmiştir (Gull & Hafeez, 2012; Maindad ve ark., 2014).

*Botrytis* biyokontrolüne etkisi olan bir başka molekül türü de hidrolitik enzimlerdir. Bu enzimler kitin, protein, selüloz, hemiselüloz ve hatta DNA gibi polimerik bileşikler parçalayabilmekte (Heydari & Pessarakli, 2010), patojen metabolik aktivitesine (Nicot ve ark., 2015) müdahale ederek konidi çimlenmesini inhibe edebilmekte ve çim tüplerini parçalayabilmektedir (Elad ve ark., 2004). Bu yönüyle *Bacillus* ve *Pseudomonas* cinsi, kitinazın doğrudan etkisi ile fitopatogenlerin kontrolünde en etkili antagonistlerden ikisi olarak kabul edilmektedir (Carmona-Hernandez ve ark., 2019). *Bacillus* cinsi ile ilgili olarak, *B. halotolerans* KLBC XJ-5 üzerinde yapılan çalışmalarda, bu strainin kitinaz ve  $\beta$ -1,3-glukanaz salgıladığı ve bu enzimlerin *B. cinerea*'nın misel gelişimini ve konidi çimlenmesini azalttığı bulunmuştur (Wang ve ark., 2021b). Aynı şekilde, *B. amyloliquefaciens* Y1'in antifungal aktivitesi,  $\beta$ -1,3-glukanaz gibi hidrolitik enzimlerin üretimi ile ilişkilendirilmiştir (Maung ve ark., 2021). *B. subtilis* KLBC BS6'nın kitinaz üretimi dahil olmak üzere çeşitli mekanizmalar yoluyla *B. cinerea*'ya karşı antifungal aktivite sergilediği de gösterilmiştir (Lu ve ark., 2021). *Paenibacillus xylanexedens* Z2-4 strainin *B. cinerea* gibi çeşitli patojenlere karşı gösterdiği antifungal özelliğinin (Zhang ve ark., 2021), *Pseudomonas elgii* HOA73 straininin *in vitro* olarak *B. cinerea*'nın spor çimlenmesini tamamen baskılamasının sahip oldukları güçlü kitinolitik aktiviteden kaynaklandığı bulunmuştur (Kim ve ark., 2019). *Staphylococcus equorum* B1-35 ve *Staphylococcus* sp. J23'ün kitinaz,  $\beta$ -1,3-glukanaz, selülaz ve proteaz üreten strainler olduğu, *in vitro* ortamda hidrolitik enzimlerin üretimi ile *B. cinerea*'ya karşı antifungal aktivite gösterdikleri tespit edilmiştir (Haidar ve ark., 2016). Ayrıca konidial çimlenme, çim tüp gelişimi ve enfeksiyon yeterli miktarda besin olmadan tamamlanamayacağından rekabet yoluyla patojenin biyokontrolünde önemlidir (Hamdache ve ark., 2018). Bu yönü ile rekabet, *B. cinerea* tarafından hasat sonrası enfeksiyonlar için etkili bir yöntem olarak görünmektedir (Haidar ve ark., 2016). Her zaman olduğu gibi biyokontrol çalışmaları söz konusu olduğunda *Bacillus* ve *Pseudomonas* iyi rekabet özellikleri ile de en önemli cinslerden ikisi olarak karşımıza çıkmaktadır.

Çalışmada, bazı bakteri strainlerinin inhibisyon oranı düşük olarak ölçülmekle birlikte petrilere hiflerde meydana getirdiği morfolojik değişiklikler dikkati çekmiştir. Benzer şekilde etmenin biyolojik mücadelesinde bakteri strainlerinin kullanıldığı farklı çalışmalarda bazı antagonistlerin çeşitli morfolojik değişikliklere neden olduğu (Swadling & Jeffries, 1996; Hang ve ark., 2005; Chen ve ark., 2020), 4mm'den fazla inhibisyon zonu oluşturan strainlerin *B. cinerea* hiflerinde deformasyonlar oluşturduğu bildirilmiştir (Swadling & Jeffries, 1996).

Yapılan bu çalışmada *Bacillus* türlerinin *in vitro* ortamda patojen gelişimini farklı inhibisyon oranları ile engelleyerek antifungal etki oluşturduğu tespit edilmiştir. Diğer araştırma sonuçları da *Bacillus* strainlerinin biyolojik olarak güvenli kabul edildiğini ve tarımda yaygın olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Bu sonuç, *Bacillus* türlerinin ısı ve kuraklık gibi olumsuz koşullarda hayatta kalmalarını sağlayan spor oluşturma vb. çeşitli özelliklere sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla, biyoetmen olarak canlılığını ve patojenin kontrolündeki etkinliğini tehlikeye atmadığından, endüstride üretim ve depolamada kullanım için oldukça arzu edilmektedirler. Bu konuda yayınlanmış çok sayıda bilimsel makaleye rağmen, hasat öncesi ve/veya sonrası aşamalarda *B. cinerea*'ya karşı mikrobiyal fungusit olarak kullanılmak üzere ticarileştirilen etkili bakteri sayısı sınırlı kalmaktadır. Bu nedenle çalışma sonucunda elde edilen antagonist *Bacillus* strainleri bir sonraki aşama olan *in vivo* ve tarla denemeleri için ön tarama oluşturması bakımından önem taşımaktadır.

## Kaynakça

- Abdou, M. M., Mahdy, R. N., Fawzy, M. A., Hafez., & Ahmad, T A. L. (2014). Biological control of gray mould disease caused by *Botrytis cinerea* on strawberry fruits. *Annals of Agricultural Science, Moshthohor*, 52(4), 549-558, doi: 10.21608/assjm.2014.111906
- Carmona-Hernandez, S., Reyes-Pérez, J. J., Chiquito-Contreras, R. G., Rincon-Enriquez, G., Cerdan-Cabrera, C. R., & Hernandez-Montiel, L. G. (2019). Biocontrol of postharvest fruit fungal diseases by bacterial antagonists: A review. *Agronomy*, 9(3), 121. doi: 10.3390/agronomy9030121
- Chen, C., Cao, Z., Li, J., Tao, C., Feng, Y., & Han, Y. (2020). A novel endophytic strain of *Lactobacillus plantarum* CM-3 with antagonistic activity against *Botrytis cinerea* on strawberry fruit. *Biological Control*, 148, 104306, doi: 10.1016/j.biocontrol.2020.104306
- Chitarra, G. S., Breeuwer, P., Nout, M. J., van Aelst, A. C., Rombouts, F. M., & Abee, T. (2003). An antifungal compound produced by *Bacillus subtilis* YM 10-20 inhibits germination of *Penicillium roqueforti* conidiospores. *Journal of Applied Microbiology*, 94(2), 159-166. doi: 10.1046/j.1365-2672.2003.01819.x
- Çubukçu, N. (2007). *Biological control options of Verticillium wilt (Verticillium dahliae Kleb.) of cotton by endophytic bacteria*. (Master thesis), Aydın Adnan Menderes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences Aydın, Turkey.
- Dean, R., Van Kan, J. A., Pretorius, Z. A., Hammond-Kosack, K. E., Di Pietro, A., Spanu, P. D., & Foster, G. D. (2012). The Top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology. *Molecular plant pathology*, 13(4), 414-430. doi: 10.1111/j.1364-3703.2011.00783.x
- Donmez, M. F., Esitken, A., Yıldız, H., & Ercisli, S. (2011). Biocontrol of *Botrytis cinerea* on strawberry fruit by plant growth promoting bacteria. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 21(4), 758-763.
- Eken, C., Genç, T., Tuncer, S., & Kadioğlu, Z. (2013, Eylül). *Çilekte kurşuni küf hastalığı etmeni Botrytis cinerea'ya in vitroda fungal antagonistlerin etkisi*. Türkiye 5. Organik Tarım Sempozyumu, Samsun.
- Elad, Y., Williamson, B., Tudzynski, P., & Delen, N. (2004). *Botrytis: Biology, Pathology and Control*. Berlin/Heidelberg, Germany: Springer Science & Business Media.
- Feliziani, E., & Romanazzi, G. (2016). Postharvest decay of strawberry fruit: Etiology, epidemiology, and disease management. *Journal of Berry Research*, 6(1), 47-63. doi: 10.3233/JBR-150113
- Gull, M., & Hafeez, F. Y. (2012). Characterization of siderophore producing bacterial strain *Pseudomonas fluorescens* Mst 8.2 as plant growth promoting and biocontrol agent in wheat. *African Journal of Microbiology Research*, 6(33), 6308-6318. doi: 10.5897/AJMR12.1285
- Haidar, R., Fermaud, M., Calvo-Garrido, C., Roudet, J., & Deschamps, A. (2016). Modes of action for biological control of *Botrytis cinerea* by antagonistic bacteria. *Phytopathologia Mediterranea*, 55(3), 13-34. doi:10.14601/Phytopathol\_Mediterr-18079
- Hamdache, A., Ezziyyani, M., & Lamarti, A. (2018). Effect of preventive and simultaneous inoculations of *Bacillus amyloliquefaciens* [Fukumoto] strains on conidial germination of *Botrytis cinerea* Pers. Fr. *Anales de Biología*, 40, 65-72. doi: 10.6018/analesbio.40.08
- Hang, N. T. T., Oh, S. O., Kim, G. H., Hur, J. S., & Koh, Y. J. (2005). *Bacillus subtilis* S1-0210 as a biocontrol agent against *Botrytis cinerea* in strawberries. *The Plant Pathology Journal*, 21(1), 59-63. doi: 10.5423/PPJ.2005.21.1.059
- Henry, G., Deleu, M., Jourdan, E., Thonart, P., & Ongena M., (2011). The bacterial lipopeptide surfactin targets the lipid fraction of the plant plasma membrane to trigger immune-related defence responses. *Cellular Microbiology*, 13, 1824-1837. doi: 10.1111/j.1462-5822.2011.01664.x
- Heydari, A., & Pessarakli, M. (2010). A review on biological control of fungal plant pathogens using microbial antagonists. *Journal of Biological Sciences*, 10, 273-290. doi: 10.3923/jbs.2010.273.290
- Ilhan, K., & Karabulut, O. A. (2013). Efficacy and population monitoring of bacterial antagonists for gray mold (*Botrytis cinerea* Pers. ex. Fr.) infecting strawberries. *Biocontrol*, 58(4), 457-470. doi: 10.1007/s10526-012-9503-x

- Kim, B. S., & Hartmann, R. W. (1985). Inheritance of a gene (Bs3) conferring hypersensitive resistance to *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* in pepper (*Capsicum annuum*). *Plant Disease*, 69, 233-235.
- Kim, H. J., Lee, S. H., Kim, C. S., Lim, E. K., Choi, K. H., Kong, H. G., & Moon, B. J. (2007). Biological control of strawberry gray mold caused by *Botrytis cinerea* using *Bacillus licheniformis* N1 formulation. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 17(3), 438-444.
- Kim, Y. C., Hur, J. Y., & Park, S. K. (2019). Biocontrol of *Botrytis cinerea* by chitin-based cultures of *Paenibacillus elgii* HOA73. *European Journal of Plant Pathology*, 155, 253-263. doi: 10.1007/s10658-019-01768-1
- Klement, Z., Mavridis, A., Rudolph, K., Vidaver, A., Perombelon, M. C. & Moore, L.W. (1990). Inoculation of Plant Tissues. In Z. Klement, K. Rudolph, & D. C. Sands (Eds.), *Methods in Phytobacteriology* (pp. 99-100). Budapest, Hungary: Akademiai Kiado.
- Kovach, J., Petzoldt, R., & Harman, G. E. (2000). Use of honey bees and bumble bees to disseminate *Trichoderma harzianum* 1295-22 to strawberries for *Botrytis* control. *Biological Control*, 18(3), 235-242. doi: 10.1006/bcon.2000.0839
- Lu, Y., Ma, D., He, X., Wang, F., Wu, J., Liu, Y., Jiaoa, J., & Deng, J. (2021). *Bacillus subtilis* KLBC BS6 induces resistance and defence-related response against *Botrytis cinerea* in blueberry fruit. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 114, 101599. doi: 10.1016/j.pmp.2020.101599
- Mahdy, A. M., Fawzy, R. N., Hafez, M. A., & Ahmad, T. A. L. (2014). Biological control of gray mould disease caused by *Botrytis cinerea* on strawberry fruits. *Annals of Agricultural Sciences, Moshtohor*, 52(4), 549-558. doi: 10.21608/assjm.2014.111906
- Maindad, D. V., Kasture, V. M., Chaudhari, H., Dhavale, D. D., Chopade, B. A., & Sachdev, D. (2014). Characterization and fungal inhibition activity of siderophore from wheat rhizosphere associated *Acinetobacter calcoaceticus* strain HIRFA32. *Indian Journal of Microbiology*, 54, 315-322. doi: 10.1007/s12088-014-0446-z
- Maung, C. E., Baek, W. S., Choi, T. G., & Kim, K. Y. (2021). Control of grey mould disease on strawberry using the effective agent, *Bacillus amyloliquefaciens* Y1. *Biocontrol Science and Technology*, 31(5), 468-482. doi: 10.1080/09583157.2020.1867707
- Mertely, J. C., Oliveira, M. S., & Peres, N. A. (2018). *Botrytis* Fruit Rot or Gray Mold of Strawberry. Florida, USA: UF/IFAS Extension.
- Nakkeeran, S., Priyanka, R., Rajamanickam, S., & Sivakumar, U. (2020). *Bacillus amyloliquefaciens* alters the diversity of volatile and non-volatile metabolites and induces the expression of defence genes for the management of *Botrytis* leaf blight of *Lilium* under protected conditions. *Journal of Plant Pathology*, 102, 1179-1189. doi: 10.1007/s42161-020-00602-6
- Narayanasamy, P. (1997). *Plant Pathogen Detection and Disease Diagnosis*. Coimbatore, India. Taylor and Francis.
- Nguyen, X. H., Naing, K. W., Lee, Y. S., Moon, J. H., Lee, J. H., & Kim, K. Y. (2015). Isolation and characteristics of protocatechuic acid from *Paenibacillus elgii* HOA73 against *Botrytis cinerea* on strawberry fruits. *Journal of Basic Microbiology*, 55(5), 625-634. doi: 10.1002/jobm.201400041
- Nicot, C., Stewart, A., Bardin, M., & Elad, Y. (2015). *Biological Control and Biopesticide Suppression of Botrytis-Induced Diseases*. London, UK: Springer International Publishing.
- Pei, Y. G., Tao, Q. J., Zheng, X. J., Li, Y., Sun, X. F., Li, Z. F., & Gong, G. S. (2019). Phenotypic and genetic characterization of *Botrytis cinerea* population from kiwifruit in Sichuan Province, China. *Plant Disease*, 103(4), 748-758. doi: 10.1094/PDIS-04-18-0707-RE
- Pertot, I., Giovannini, O., Benanchi, M., Caffi, T., Rossi, V., & Mugnai, L. (2017). Combining biocontrol agents with different mechanisms of action in a strategy to control *Botrytis cinerea* on grapevine. *Crop Protection*, 97, 85-93. doi: 10.1016/j.cropro.2017.01.010
- Petrash, S., Knapp, S. J., Van Kan, J. A., & Blanco-Ulate, B. (2019). Grey mould of strawberry, a devastating disease caused by the ubiquitous necrotrophic fungal pathogen *Botrytis cinerea*. *Molecular Plant Pathology*, 20(6), 877-892. doi: 10.1111/mpp.12794
- Raaijmakers, J. M., De Bruijn, I., Nybroe, O., & Ongena, M. (2010). Natural functions of lipopeptides from *Bacillus* and *Pseudomonas*: More than surfactants and antibiotics. *FEMS Microbiology Reviews*, 34(6), 1037-1062. doi: 10.1111/j.1574-6976.2010.00221.x

- Richards, J. K., Xiao, C. L., & Jurick, W. M. (2021). *Botrytis* spp.: a contemporary perspective and synthesis of recent scientific developments of a widespread genus that threatens global food security. *Phytopathology*, 111(3), 432-436. doi: 10.1094/PHYTO-10-20-0475-IA
- Sansinenea, E., & Ortiz, A. (2011). Secondary metabolites of soil *Bacillus* spp. *Biotechnology Letters*, 33, 1523-1538. doi: 10.1007/s10529-011-0617-5
- Sasser, M. (1990). Identification of bacteria by gas chromatography of cellular fatty acids. MIDI, Technical Note #101:1-6.
- Saygılı, H., Şahin, F., & Aysan, Y. (2006). *Fitobakteriyoloji*. İzmir, Türkiye: Meta Basım Matbaacılık.
- Schaad, N. W., Jones, J. B., & Chun, W. (2001). *Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria*. Minnesota, USA: American Phytopathological Society.
- Shao, W., Zhao, Y., & Ma, Z. (2021). Advances in understanding fungicide resistance in *Botrytis cinerea* in China. *Phytopathology*, 111(3), 455-463. doi: 10.1094/PHYTO-07-20-0313-IA
- Shternshis, M. V., Belyaev, A. A., Shpatova, T. V., & Lelyak, A. A. (2015). Influence of *Bacillus* spp. on strawberry gray-mold causing agent and host plant resistance to disease. *Contemporary Problems of Ecology*, 8(3), 390-396. doi: 10.1134/S1995425515030130
- Souto, G. I., Correa, O. S., Montecchia, M. S., Kerber, N. L., Pucheu, N. L., Bachur, M., & García, A. F. (2004). Genetic and functional characterization of a *Bacillus* strain excreting surfactin and antifungal metabolites partially identified as iturin-like compounds. *Journal Applied Microbiology*, 97(6), 1247-1256. doi: 10.1111/j.1365-2672.2004.02408.x
- Soylu, S., Sülü, S. M., & Bozkurt, İ. A. (2016). Bitki büyüme düzenleyici ve biyolojik mücadele etmeni olarak bakteriyel endofitler. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1), 103-111.
- SPSS. (2008). IBM SPSS Statistics 17.0 for Windows, Armonk, NY.
- Su, Z., Chen, X., Liu, X., Guo, Q., Li, S., Lu, X., Zhang, X., Wang, P., Dong, L., Zhao, W., & Ma, P. (2020). Genome mining and UHPLC-QTOF-MS/MS to identify the potential antimicrobial compounds and determine the specificity of biosynthetic gene clusters in *Bacillus subtilis* NCD-2. *BMC Genomics*, 21, 767. doi: 10.1186/s12864-020-07160-2
- Sutton, J. C., & Peng, G. (1993). Biocontrol of *Botrytis cinerea* in strawberry leaves. *Phytopathology* 83(6), 615-621. doi: 10.1094/Phyto-83-615
- Swadling, I. R., & Jeffries, P. (1996). Isolation of microbial antagonists for biocontrol of grey mould disease of strawberries. *Biocontrol Science and Technology*, 6(1), 125-136. doi: 10.1080/09583159650039584
- Toral, L., Rodríguez, M., Béjar, V., & Sampedro, I. (2020). Crop protection against *Botrytis cinerea* by rhizosphere biological control agent *Bacillus velezensis* XT1. *Microorganisms*, 8(7), 992. doi: 10.3390/microorganisms8070992
- Uygun, N., Ulusoy, M. R., & Satar, S. (2010). Biyolojik mücadele. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 1(1), 1-14.
- Wang, X., Zhou, X., Cai, Z., Guo, L., Chen, X., Chen, X., Liu, J., Feng, M., Qiu, Y., & Zhang, Y. (2021a). A biocontrol strain of *Pseudomonas aeruginosa* CQ-40 promote growth and control *Botrytis cinerea* in tomato. *Pathogens*, 10(1), 22. doi: org/10.3390/pathogens10010022
- Wang, F., Xiao, J., Zhang, Y., Li, R., Liu, L., & Deng, J. (2021b). Biocontrol ability and action mechanism of *Bacillus halotolerans* against *Botrytis cinerea* causing grey mould in postharvest strawberry fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 174, 111456. doi: 10.1016/j.postharvbio.2020.111456
- Williamson, B., Tudzynski, B., Tudzynski, P., & van Kan, J. A. (2007). *Botrytis cinerea*: the cause of grey mould disease. *Molecular Plant Pathology*, 8(5), 561-580. doi: 10.1111/j.1364-3703.2007.00417.x
- Yıldız, A., & Benlioğlu, S. (2009). *Çilek hastalık zararlı ve yabancı otları*. Türkiye: Adnan Menderes Üniversitesi Yayınları.
- Zhang, W., Ma, J., Yan, Q., Jiang, Z., & Yang, S. (2021). Biochemical characterization of a novel acidic chitinase with antifungal activity from *Paenibacillus xylanexedens* Z2-4. *International Journal of Biological Macromolecules*, 182, 1528-1536. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2021.05.111