



Elmalarda Hasat Sonu Kahverengi Çürüklük Etmeni *Monilinia laxa*'ya Karşı Organik ve İnorganik Tuzların Antifungal Etkilerinin Belirlenmesi Araştırma Makalesi/Research Article

Atf İçin: Altındağ R., Altınok H. H., Altınok M. A., (2024). Elmalarda Hasat Sonu Kahverengi Çürüklük Etmeni *Monilinia laxa*'ya Karşı Organik ve İnorganik Tuzların Antifungal Etkilerinin Belirlenmesi. Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi, 7(2):1-11

To Cite: Altındağ R., Altınok H. H., Altınok M. A., (2024). Determination of the Antifungal Effects of Organic and Inorganic Salts Against the Post-Harvest Brown Pathogen *Monilinia laxa* in Apples. Journal of Erciyes Agriculture and Animal Science, 7(2):1-11

Resul ALTINDAĞ^{1a} Hacer Handan ALTINOK^{1*} Mahmut Alper ALTINOK¹

¹ Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü 38039, Kayseri, TÜRKİYE

*sorumlu yazar: ahandan@gmail.com

Resul ALTINDAĞ:0000-0002-6408-6638 , Hacer Handan ALTINOK:0000-0002-4267-1107, Mahmut Alper ALTINOK:0000-0002-6770-442X

Yayın Bilgisi

Geliş Tarihi: 25.06.2024

Revizyon Tarihi: 05.07.2024

Kabul Tarihi: 05.07.2024

doi: 10.55257/ethabd.1504495

Anahtar Kelimeler

Elma, Monilya hastalığı, alternatif kontrol, organik ve inorganik tuzlar

Keywords

Apple, Monilia disease, alternative control, organic and inorganic salts

Özet

Elmalarda *Monilinia laxa*'ya karşı alternatif bir mücadele yöntemi olarak 10 farklı organik ve inorganik tuzun (sodyum asetat, sodyum karbonat, sodyum bikarbonat, sodyum benzoat, sodyum metabisülfid, amonyum asetat, potasyum sorbat, potasyum karbonat, potasyum bikarbonat ve potasyum benzoat) *in vitro* ve koparılmış meyve denemeleri ile etkinlikleri araştırılmıştır. *In vitro* testlerde sodyum asetat ve amonyum asetat hariç tüm tuzlar %2 konsantrasyonda *M. laxa*'nın misel gelişimini tamamen engelleyerek pozitif kontrole (Captan 50 WP ve Thiram 80 WP) benzer etki göstermiştir. Sodyum metabisülfid ise fungusun misel gelişimini en düşük konsantrasyonda (%0,1) tamamen engellemiştir. Toksikite denemelerinde de sodyum metabisülfidin en düşük MIC (Minimum inhibisyon konsantrasyonu) ve MFC (en düşük fungisidal konsantrasyon) değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. *M. laxa*'ya karşı farklı dozlardaki tüm tuzların tedavi edici etkileri birlikte değerlendirildiğinde, sodyum metabisülfid %0,5, %1 ve %2'lik konsantrasyonlarda lezyon gelişimini tamamen engelleyerek kontrole göre en başarılı tuz olarak saptanmıştır. Sodyum benzoat ise %1 ve %2'lik konsantrasyonlarda lezyon gelişimini neredeyse tamamen engelleyen ikinci başarılı tuz olarak saptanmıştır. *M. laxa*'ya karşı tuzların koruyucu etkileri değerlendirildiğinde, sodyum metabisülfidin %1 ve %2'lik konsantrasyonlarının kontrol ve diğer tuzlara göre elma meyvesi üzerinde lezyon gelişimini tamamen engelleyen en etkili tuz olduğu saptanmıştır. Bu çalışmada, elmada *M. laxa* hastalığının depolama koşullarında kontrolünde organik ve inorganik tuzların kullanımıyla ilgili umut verici sonuçlar elde edilmiştir.

^aBu çalışma, yazarın yüksek lisans tezinden elde edilen verileri içermektedir.

Determination of the Antifungal Effects of Organic and Inorganic Salts Against the Post-Harvest Brown Rot Pathogen *Monilinia laxa* in Apples

Abstract

The efficacy of 10 different organic and inorganic salts (sodium acetate, sodium carbonate, sodium bicarbonate, sodium benzoate, sodium metabisulfite, ammonium acetate, potassium sorbate, potassium carbonate, potassium bicarbonate, and potassium benzoate) as an alternative control method against *Monilinia laxa* in apples was investigated using *in vitro* and detached fruit assays. *In vitro* tests, all salts except sodium acetate and ammonium acetate completely inhibited mycelial growth of *M. laxa* at a concentration of 2%, exhibiting a similar effect to the positive control (Captan 50 WP and Thiram 80 WP). Sodium metabisulfite, on the other hand, completely inhibited mycelial growth of the fungus at the lowest concentration (0.1%). Toxicity tests also revealed that sodium metabisulfite had the lowest MIC (minimum inhibitory concentration) and MFC (minimum fungicidal concentration) values. When the curative effects of all salts at different doses against *M. laxa* were evaluated together, sodium metabisulfite was identified as the most successful salt, completely inhibiting lesion development at concentrations of 0.5%, 1%, and 2.0%, compared to the control. Sodium benzoate was determined to be the second successful salt, nearly completely inhibiting lesion development at concentrations of %1 and 2%. When the protective effects of salts against *M. laxa* were evaluated, sodium metabisulfite at concentrations of 1% and 2% was found to be the most effective salt, completely preventing lesion development on apple fruits compared to the control and other salts. This study provides promising results regarding the use of organic and inorganic salts for the control of *M. laxa* disease in apples under storage conditions.

1. GİRİŞ

Ülkemiz sahip olduğu iklim ve toprak özellikleri ile yumuşak ve sert çekirdekli meyve türlerinin üretiminde dünya genelinde önemli üretici ülkeler konumunda olup, 4,8 milyon ton üretimle dünya sıralamasında, Çin ve AB ülkelerinden sonra elma üretiminde 3. sırada yer almaktadır (FAO, 2023). Elma (*Malus domestica* L.), gülgiller (Rosaceae) familyasında ılıman iklim meyvelerinden biri olup meyvecilik faaliyetlerinde ekonomik öneme sahiptir. Elma, dünya genelinde farklı ekolojilerde üretimi yapılabilen yaygın meyve türlerinden biridir. Sert ve yumuşak çekirdekli meyvelerde kahverengi çürüklük veya mumya olarak da bilinen *Monilya* hastalığı (*Monilinia* spp.) dünya genelinde üretim alanlarında hasat öncesi ve depolama sırasında önemli verim kayıplarına yol açmaktadır (Byrde ve Willetts, 1977; Larena ve ark., 2005). *Monilya* hastalık etmenleri arasında; *M. fructigena* (Aderhold ve Ruhland) Honey, *M. laxa* (Aderhold ve Ruhland) Honey ve *M. fructicola* (Winter) Honey (Bryde ve Willetts, 1977; van Leeuwen ve ark., 2002) öne çıkan türler olmakla beraber, *M. polystroma* aynı hastalığın etmeni olan yeni bir tür olarak bazı ülkelere rapor edilmiştir (van Leeuwen ve ark., 2002; Zhu ve ark., 2010). *M. fructicola* Avrupa’da “A2 EPPO Karantina Zararlıları Organizmaları” listesinde yer almaktadır (EPPO, 2020).

Monilya hastalık etmenleri, kışı dallarda veya toprakta mummylaşmış meyveler üzerinde geçirir, ilkbaharda askospor veya konidilerle primer enfeksiyonları başlatır. Sekonder enfeksiyonlar ise konidilerin rüzgar, su veya böcekler aracılığıyla yayılmasıyla gerçekleşir. Yüksek sıcaklık ve nem koşulları özellikle uzun süren bahar yağmurları hastalık gelişimini teşvik ederek *monilya* epidemilerine sebep olabilir (Jenkins ve Reinganum, 1965). Meyve olgunluk döneminde en karakteristik belirtilerini sergileyen *Monilya* etmenleri, depolanan meyvelerde de önemli zararlara neden olmaktadır. Hastalıkla mücadelede dayanıklı/tolerant çeşitlerin kullanımı, kültürel önlemler, biyolojik mücadele ve fungusit uygulamaları önerilmektedir (Zehr, 1982). Ancak, enfeksiyonu destekleyen iklim koşullarında bu yöntemler çoğu durumda yetersiz kalmaktadır. Ayrıca mücadelede tercih edilen solunum inhibitörü fungusitlere karşı direnç raporları da farklı ülkelere bildirilmiştir (Stammers ve ark., 2007; Avenot ve Michailides, 2010; Özkılınç ve ark., 2018). Sentetik fungusitlere alternatif mücadele yöntemleri çevre sağlığı açısından ön plana çıkmaktadır. Depolanan ürünlerde organik ve inorganik tuzların uygun konsantrasyonlarının hastalıkların önlenmesinde sentetik fungusitlere alternatif bir yöntem olabileceğini belirtmiştir (Türkkan ve Erper, 2014; Yaman, 2017). Organik ve

inorganik tuzlar, ABD Gıda ve İlaç Dairesi (FDA; Food and Drug Administration) tarafından GRAS (Generally Recognized as Safe; Genel Olarak Güvenli) olarak kabul edilmiştir. Bu tuzlar, ABD Çevre Koruma Kurumu (EPA; Environmental Protection Agency) tarafından güvenli olarak değerlendirilen (GRAS) gıda katkı maddesi veya bileşeni kategorisine girmekte ve ABD’de Gıda Kalitesini Koruma Yasası (FQPA; Food Quality Protection Act) ile düzenlenmektedir (Yaman ve Türkkan, 2017). GRAS olarak sınıflandırılan tuzların mikroorganizmalar üzerindeki etkileri, hem osmotik stresin neden olduğu doğrudan etkilerle hem de hücre içi metabolik süreçlerdeki değişikliklerle ilişkilendirilebilir (Punja ve Grogan, 1982). Bikarbonat ve karbonat içeren tuzlar, gıda sektöründe bozulmayı önleyici, pH düzenleyici ve antimikrobiyal madde olarak tercih edilmektedir (Olivier ve ark., 1999). Ziv ve Zitter (1992), potasyum ve sodyum bikarbonatların patojen funguslara karşı engelleyici etkileri olduğunu belirtmiştir. Türkkan (2013), soğan dip çürüklük hastalığı (*F. oxysporum* f. sp. *cepae*) önlemede organik ve inorganik tuzların iyi seçeneklerden biri olduğunu belirtmiştir.

Bu çalışmada, sentetik fungusitlere alternatif mücadele yöntemi olarak bazı organik ve inorganik tuzların belirli konsantrasyonlarının, elmada *M. laxa* etmeninin miselyal gelişimine ve meyvelerde lezyon oluşumuna etkinliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Organik ve inorganik tuzların *M. laxa*’nın miselyal gelişimi üzerine etkileri

Çalışma kapsamında kullanılan *M. laxa* izolatu (T-B1-A6) Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Mikoloji laboratuvarı kültür koleksiyonundan temin edilmiştir (TÜBİTAK-217Z134 nolu proje). *In vitro* koşullarda yürütülen denemede sodyum asetat, sodyum karbonat, sodyum bikarbonat, sodyum benzoat, sodyum metabisülfid, amonyum asetat, potasyum sorbat, potasyum karbonat, potasyum bikarbonat ve potasyum benzoat organik ve inorganik tuz bileşikleri kullanılmıştır. Ayrıca denemeye Thiram 80 WP ve Captan 50 WP ticari fungusiti de etkinlik karşılaştırması amacıyla dahil edilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan organik ve inorganik tuzlar ve fungusitler

| Tuz Bileşikleri | Kimyasal Formülleri | Moleküler Ağırlıkları (g/mol) | Üretici Firma |
|---------------------|---|-------------------------------|---------------------------------|
| Sodyum asetat | C ₂ H ₃ NaO ₂ .3H ₂ O | 136,08 | Merck (Darmstadt, Almanya) |
| Sodyum karbonat | Na ₂ CO ₃ | 105,99 | Sigma-Aldrich (Seelze, Almanya) |
| Sodyum bikarbonat | NaHCO ₃ | 84,01 | Sigma-Aldrich (Seelze, Almanya) |
| Sodyum benzoat | C ₇ H ₅ NaO ₂ | 144,11 | Sigma-Aldrich (Seelze, Almanya) |
| Sodyum metabisülfid | Na ₂ S ₂ O ₅ | 190,11 | Merck (Darmstadt, Almanya) |
| Amonyum asetat | C ₂ H ₇ NO ₂ | 77,08 | Merck (Darmstadt, Almanya) |
| Potasyum sorbat | C ₆ H ₇ KO ₂ | 150,22 | Merck (Darmstadt, Almanya) |
| Potasyum karbonat | K ₂ CO ₃ | 138,21 | Sigma-Aldrich (Seelze, Almanya) |
| Potasyum bikarbonat | KHCO ₃ | 100,12 | Sigma-Aldrich (Seelze, Almanya) |
| Potasyum benzoat | C ₇ H ₅ KO ₂ | 160,21 | Sigma-Aldrich (Seelze, Almanya) |
| CAPTAN 50 WP | C ₉ H ₈ Cl ₃ NO ₂ S | 300,6 | Hektaş |
| THIRAM 80 WP | C ₆ H ₁₂ N ₂ S ₄ | 240,43 | Bayer Crop Science |

Organik ve inorganik tuzların *M. laxa* izolatının koloni gelişimine etkileri Türkkan (2015)'in önerdiği yöntemle göre değerlendirilmiştir. Tuzların farklı konsantrasyonları (%0,1, %0,25, %0,5, %1, ve %2 w/v) 100 ml'lik PDA besi ortamına ilave edilmiş daha sonra 121°C'de 1 atm basınçta 20 dakika sterilize edilerek 9 cm çapındaki Petri kaplarına dökülmüştür. *M. laxa*'nın PDA ortamında geliştirilen 7-10 günlük kültürlerinden mantar delici yardımı ile alınan 5 mm çaplı diskler PDA ortamının merkezine yerleştirilmiştir. Bu şekilde hazırlanan Petri kapları 25°C'de 7-10 gün süre ile inkübe edilmiştir. Kontrol grubuna ise sadece PDA diski yerleştirilmiştir. Kontroller Petri kaplarını kapladığında koloni çapları mm cinsinden ölçülmüştür. Deneme, her tuz konsantrasyonu için tesadüf parselleri deneme desenine göre 10 tekerrürlü kurulmuştur.

Miselyal gelişimin engellenmesi MGE (%) = $[(kpg - tepfg) / kpg] \times 100$ formülü kullanılarak hesaplanmıştır (Mecteau vd., 2002). Formüldeki MGE (%), miselyal gelişimin yüzde olarak engellenmesini, kpg, kontrol Petri grubunda fungal gelişimi ve tepfg ise tuz eklenmiş Petri kaplarındaki fungal gelişimi ifade etmektedir.

2.2 pH'ın *M. laxa*'nın miselyal gelişimi üzerine etkileri

pH'ın patojen fungus gelişimi üzerine etkisinin belirlenmesi çalışmalarında pH ayarlanmasında 1,0 N NaOH ve HCl kullanılmıştır. PDA 2-12 aralığında pH'a ayarlanmıştır. Daha sonra fungusun 7-10 günlük taze kültürlerinden alınan miselyal diskler (5 mm çap), her Petri kabının (9 cm çap) merkezine ekilmiş, ardından 7-10 gün süre ile 25°C'de inkübe edilmiştir. Fungusun koloni çapları mm cinsinden kaydedilmiştir. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü kurulmuştur.

2.3 Organik ve inorganik tuzların toksisitelerinin belirlenmesi

Minimum inhibisyon konsantrasyonu (MIC; minimum inhibition concentration) paralel denemeler sonucunda miselyal büyümeyi tamamen engelleyen en küçük konsantrasyon olarak belirlenmiştir (Türkkan, 2015). Organik ve inorganik tuzların fungistatik ve fungisidal etkileri Thompson (1989) tarafından önerilen yöntem modifiye edilerek belirlenmiştir. Gelişmeyen *M. laxa* diskleri Petri kaplarından alınıp, taze PDA ortamına tekrar ekilerek gelişimleri 24-25°C'de 7-9 gün boyunca izlenmiştir. Bu süre boyunca miselyal gelişim gözlenmeyen konsantrasyon fungusu tamamen engelleyen en düşük fungisidal konsantrasyon (MFC; minimum fungicidal concentration) olarak belirlenmiştir.

2.4 Organik ve inorganik tuzlarının tedavi edici ve koruyucu aktivitelerinin belirlenmesi

Mecteau vd. (2002)'nin önerdiği yönteme göre organik ve inorganik tuzların tedavi edici ve koruyucu aktiviteleri belirlenmiştir. Çalışmada *Malus domestica* cv. Golden Delicious çeşidi elmalar kullanılmıştır. Elmaların yüzey dezenfeksiyonu amacıyla 15 dakika boyunca %1'lik hipokloritte bekletilmiş ardından üç defa distile su ile yıkanıp steril kabinde kurutulmuştur. Elmalara karşılıklı iki yönden mantar delici yardımıyla 5 mm çapında delik açılmıştır. Tuzların tedavi edici aktivitelerini belirlemek amacıyla *M. laxa* izolatının 7-10 günlük taze kültüründen alınan 5 mm çapındaki dikler elmalarda açılan yara yerlerine yerleştirilmiştir. Bu şekilde hazırlanan elmalar nemli kurutma kâğıdı serilmiş plastik kaplara yerleştirilerek 1 gün süreyle 25°C'de karanlık ortamda tutulmuştur. Daha sonra elmalar 10 dakika süre boyunca organik ve inorganik tuzların farklı konsantrasyonlarına (%0,1, %0,25, %0,5, %1, %2) daldırılmıştır. Kontrol grubundaki elmalar ise, steril distile suya daldırılmıştır. Bu şekilde hazırlanan elmalar, nemli kurutma kâğıdı yerleştirilmiş plastik kaplara alınarak 25°C'de 7 gün boyunca karanlık ortamda inkübasyona bırakılmıştır. Organik ve inorganik tuzların koruyucu aktivitelerinin belirlenmesinde ise önce tuzların farklı konsantrasyonlarına (%0,1, %0,25, %0,5, %1, %2) 10 dakika boyunca daldırıldıktan sonra, kuruyana kadar steril kabin içinde bekletilmiştir. Bu işlemden sonra elmalarda yara yerlerine *M. laxa* izolatının miselyal diski yerleştirilip inkübasyona bırakılmıştır. Kontrol grubundaki elmalar ise, steril distile suya daldırılmıştır. Plastik kaplara alınarak 25°C'de 7 gün boyunca karanlık ortamda inkübe edilmiştir (Türkkan, 2015). Her iki denemede de inkübasyon periyodundan

sonra elma üzerindeki lezyon alanı şeffaf bir asetat kâğıt kullanılarak çıkarılmıştır. Daha sonra bir tarayıcı yardımıyla taranıp 24-bit bmp dosyaları şeklinde kaydedilmiştir. Lezyon alanları (cm²) Digimizer programı kullanılarak (Digimizer Version 4.0.0.0 for Windows 2005–2011 MedCalc Software bvba Broekstraat 52, 9030 Mariakerke, Belgium) hesaplanmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olacak şekilde yürütülmüştür.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

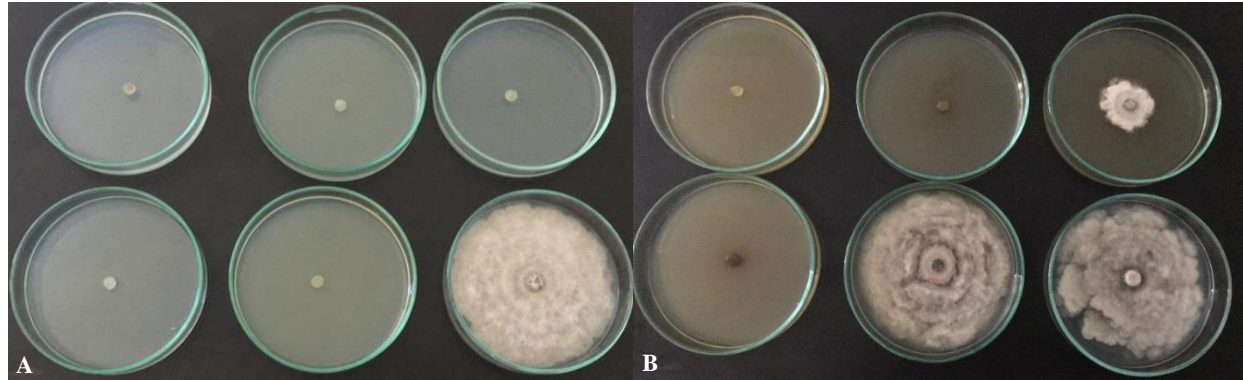
3.1. Organik ve inorganik tuzların *M. laxa*'nın miselyal gelişimi üzerine etkileri

In vitro koşullarda elmada *M. laxa*'nın miselyal gelişimine organik ve inorganik tuzların (Sodyum asetat, sodyum karbonat, sodyum bikarbonat, sodyum benzoat, sodyum metabisülfid, amonyum asetat, potasyum sorbat, potasyum karbonat, potasyum bikarbonat ve potasyum benzoat) etkileri, sentetik ticari fungusitlerle karşılaştırmalı olarak araştırılmıştır. Analizler sonucunda, *M. laxa*'nın koloni gelişiminde konsantrasyonlar arasında istatistiksel fark olduğu saptanmıştır. Çizelge 2'de organik ve inorganik tuzların *M. laxa*'nın miselyal gelişimi üzerine etkileri verilmiştir. Sodyum metabisülfid değerlendirmeye alınan tüm konsantrasyonlarda (%0,1, %0,25, %0,5, %1 ve %2) pozitif kontrole (Thiram ve Captan) benzer şekilde patojenin miselyal gelişimini tamamen engelleyen en başarılı tuz olarak belirlenmiştir. Sodyum karbonatın %0,1 konsantrasyonu hariç %0,25, %0,5, %1 ve %2'lik konsantrasyonları etmenin gelişimini tamamıyla baskılayarak benzer başarıyı göstermiştir.

Potasyum benzoat ve sodyum bikarbonatın %0,5, %1 ve %2'lik konsantrasyonlarının benzer şekilde etmenin miselyal gelişimini tamamen engellediği saptanmıştır. Potasyum bikarbonat, potasyum karbonat, potasyum sorbat ve sodyum benzoat %1 ve %2'lik konsantrasyonları da fungusun koloni gelişimini tamamen engelleyen konsantrasyonlar olarak belirlenmiştir (Şekil 1).

Çizelge 2. *Monilinia laxa*'nın misel gelişimi üzerine farklı konsantrasyonlardaki organik ve inorganik tuzların engelleyici etkileri (koloni çapı (mm) ve % etki)

| Tuz Bileşikleri | %0,1 | | % Etki | | %0,25 | | % Etki | | %0,5 | | % Etki | | %1 | | % Etki | | %2 | | % Etki | |
|----------------------|-------|-----------------|----------------|--------|-------|----|--------|--------|-------|----|--------|--------|-------|---|--------|--------|-------|---|--------|--------|
| Amonyum asetat | 87,25 | ab ¹ | A ² | 3,06 | 83,13 | ab | A | 7,64 | 65,50 | b | B | 27,22 | 24,50 | b | C | 72,78 | 11,13 | b | D | 87,64 |
| Potasyum benzoat | 71,87 | d | A | 20,14 | 24,75 | de | B | 72,50 | 0,00 | f | C | 100,00 | 0,00 | d | C | 100,00 | 0,00 | c | C | 100,00 |
| Potasyum bikarbonat | 57,37 | e | A | 36,25 | 10,63 | ef | B | 88,19 | 7,75 | ef | C | 91,39 | 0,00 | d | D | 100,00 | 0,00 | c | D | 100,00 |
| Potasyum karbonat | 25,37 | f | A | 71,81 | 15,25 | de | B | 83,06 | 12,75 | de | B | 85,83 | 0,00 | d | C | 100,00 | 0,00 | c | C | 100,00 |
| Potasyum sorbat | 55,62 | e | A | 38,19 | 47,13 | c | A | 47,64 | 16,63 | de | B | 81,53 | 0,00 | d | C | 100,00 | 0,00 | c | C | 100,00 |
| Sodyum asetat | 80,12 | c | A | 10,97 | 71,50 | b | B | 20,56 | 42,38 | c | C | 52,91 | 18,38 | c | D | 79,58 | 10,50 | b | E | 88,33 |
| Sodyum benzoat | 82,37 | bc | A | 8,47 | 70,88 | b | AB | 21,25 | 59,50 | b | B | 33,89 | 0,00 | d | C | 100,00 | 0,00 | c | C | 100,00 |
| Sodyum bikarbonat | 81,62 | bc | A | 9,30 | 17,13 | de | B | 80,97 | 0,00 | f | C | 100,00 | 0,00 | d | C | 100,00 | 0,00 | c | C | 100,00 |
| Sodyum karbonat | 13,00 | g | A | 85,56 | 0,00 | f | B | 100,00 | 0,00 | f | B | 100,00 | 0,00 | d | B | 100,00 | 0,00 | c | B | 100,00 |
| Sodyum metabisülfid | 0,00 | h | F | 100,00 | 0,00 | f | F | 100,00 | 0,00 | f | F | 100,00 | 0,00 | d | F | 100,00 | 0,00 | c | F | 100,00 |
| (+) Kontrol (Thiram) | 0,00 | h | F | 100,00 | 0,00 | f | F | 100,00 | 0,00 | f | F | 100,00 | 0,00 | d | F | 100,00 | 0,00 | c | F | 100,00 |
| (+) Kontrol (Captan) | 0,00 | h | F | 100,00 | 0,00 | f | F | 100,00 | 0,00 | f | F | 100,00 | 0,00 | d | F | 100,00 | 0,00 | c | F | 100,00 |
| Kontrol | 90,00 | ab | | | 90,00 | ab | | | 90,00 | a | | | 90,00 | a | | | 90,00 | a | | |

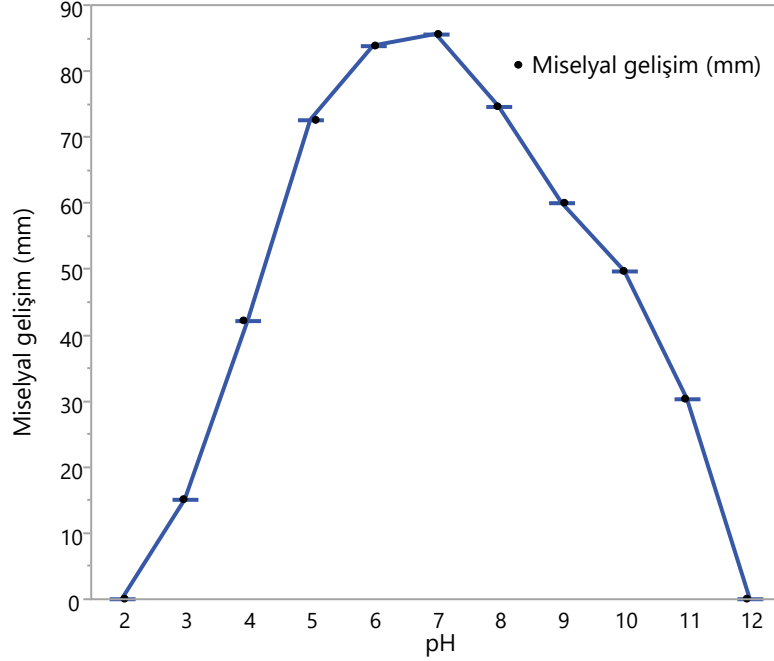


Şekil 1. Sodyum metabisülfid (A) sodyum karbonat (B) tuzlarının *Monilinia laxa* (T-B1-A6) izolatının koloni gelişimine (Üst: soldan sağa %2, 1 ve 0,5; Alt soldan sağa %0,25, 0,1 ve kontrol)

3.2. pH'n fungusun misel gelişimi üzerine etkileri

Çalışma kapsamında, pH 2-12 arasındaki değerler denenmiştir. *M. laxa*'nın hem asidik hem de bazik

ortamda gelişebildiği, bununla birlikte 4'ün altındaki ve 10'un üzerindeki pH değerlerinde misel gelişiminin önemli ölçüde inhibe edildiği, 2 ve 12 pH'da tamamen durduğu saptanmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. *Monilinia laxa*'nın miselyal gelişimine farklı pH'ların etkileri (Bar standart hata)

3.3. Organik ve inorganik tuzların toksisitelerinin belirlenmesi

Organik ve inorganik tuzların misel gelişimi üzerine (% w/v) toksik etkilerinin belirlenmesinde 10 farklı tuz denenmiştir. MIC ve MFC değerleri Çizelge 3'te verilmiştir. En düşük MIC ve MFC değerlerine sahip

olan sodyum metabisülfite iken, potasyum bikarbonat tuzunun MIC değeri 2 olarak saptanmıştır. Toksik etki bakımından ikinci sırada başarılı tuz olan sodyum karbonatın MIC değeri 0,25 ve MFC değeri 1 olarak bulunmuştur. Sodyum asetat ve amonyum asetat tuzlarının fungusu toksik etki göstermediği saptanmıştır.

Çizelge 3. Organik ve inorganik tuzların misel gelişimi üzerine (% w/v) toksik etkileri

| Tuz Bileşikleri | MIC (%)* | MFC (%)** |
|----------------------|----------|-----------|
| Sodyum asetat | — | — |
| Sodyum karbonat | ≥ 0,25 | ≥ 1 |
| Sodyum bikarbonat | ≥ 0,5 | — |
| Sodyum benzoat | ≥ 1 | — |
| Sodyum metabisülfite | ≥ 0,1 | ≥ 0,1 |
| Amonyum asetat | — | — |
| Potasyum sorbat | ≥ 1 | ≥ 1 |
| Potasyum karbonat | ≥ 1 | — |
| Potasyum bikarbonat | ≥ 2 | — |
| Potasyum benzoat | ≥ 1 | ≥ 1 |

*MIC=En düşük inhibitör konsantrasyon. **MFC=En düşük fungisidal konsantrasyon.

3.4. Organik ve inorganik tuzlarının tedavi edici ve koruyucu etkilerinin belirlenmesi

In vitro denemelerde başarılı bulunan beş adet tuz ile (potasyum benzoat potasyum sorbat, sodyum benzoat, sodyum karbonat ve sodyum metabisülfid) elma meyvelerinde *M. laxa*'ya karşı tedavi edici ve koruyucu etki denemeleri yürütülmüştür.

Çizelge 4'te, *M. laxa*'ya karşı farklı tuz konsantrasyonlarının tedavi edici aktiviteleri incelendiğinde, %0,1'lik konsantrasyonda potasyum

sorbat, sodyum benzoat ve sodyum karbonat lezyon alanı açısından kontrole göre istatistiksel bir fark görülmemiştir ($p \leq 0,05$). Tuzların %0,25'lik konsantrasyonunda, kontrole göre en başarılı tuz sodyum metabisülfid olarak saptanırken diğer dört tuz arasında istatistiksel bir fark görülmemiştir. Tuzların %0,5, %1 ve %2'lik konsantrasyonlarında, sodyum metabisülfidin kontrole göre elma meyvesinde tamamen tedavi edici etkiye sahip en başarılı tuz olduğu görülmüştür. Tuzların %1 ve %2'lik konsantrasyonlarında, sodyum karbonat hariç tüm tuzlar *M. laxa*'ya karşı elma meyvelerinde tedavi edici etki göstermiştir (Şekil 3).

Çizelge 4. Elma meyvesinde *Monilinia laxa*'ya karşı farklı tuz konsantrasyonlarının tedavi edici etkileri (lezyon alanı cm^2)

| Tuz Bileşikleri | Konsantrasyon (% w/v) | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-----------------------|---|-------|-----------------|----------------|-------|-----|----|-------|----|-----|-------|---|----|-------|---|---|
| | 0,0 | | 0,1 | | 0,25 | | 0,5 | | 1,0 | | 2,0 | | | | | | |
| Potasyum benzoat | 54,87 | A | 49,30 | ab ¹ | A ² | 38,10 | b | B | 31,36 | bc | B | 5,68 | d | C | 3,82 | c | C |
| Potasyum sorbat | 58,32 | A | 36,74 | c | B | 32,19 | b | BC | 25,04 | c | CD | 15,27 | c | DE | 4,44 | c | E |
| Sodyum benzoat | 55,21 | A | 39,09 | c | B | 36,19 | b | B | 32,96 | bc | B | 1,96 | d | C | 1,94 | c | C |
| Sodyum karbonat | 50,36 | A | 38,39 | c | B | 39,69 | b | B | 38,89 | b | B | 28,60 | b | BC | 20,81 | b | C |
| Sodyum metabisülfid | 55,14 | A | 39,45 | bc | B | 5,89 | c | C | 0,00 | d | C | 0,00 | d | C | 0,00 | c | C |
| Kontrol | - | | 54,78 | a | | 54,78 | a | | 54,78 | a | | 54,78 | a | | 54,78 | a | |

¹Aynı sütundaki farklı küçük harfler istatistiksel farklılıkları göstermektedir ($p \leq 0,05$).

²Aynı satırdaki farklı büyük harfler istatistiksel farklılıkları göstermektedir ($p \leq 0,05$).

*Denemedeki tüm kontrol tekerrürlerinin ortalamasıdır.

Çizelge 5'de *M. laxa*'ya karşı farklı dozlardaki tüm tuzların tedavi edici etkileri birlikte değerlendirilmiştir. Meyve lezyonları açısından yapılan değerlendirmede, sodyum metabisülfid %0,5, %1 ve %2'lik konsantrasyonlarda lezyon gelişimini tamamen önleyen en başarılı tuz olarak saptanmıştır (Şekil 3). Sodyum benzoat ise %1 ve %2'lik konsantrasyonlarda lezyon gelişimini neredeyse

tamamen engelleyen ikinci başarılı tuz olmuştur. Genel anlamda, tüm tuzların %0,1'lik konsantrasyonlarının kontrol grubuna göre tedavi edici etkilerinin yetersiz olduğu belirlenmiştir. Bu denemede ise tüm tuzların %1 ve %2'lik konsantrasyonlarının lezyon gelişimini kontrol grubuna göre başarılı bir şekilde engellediği saptanmıştır.

Çizelge 5. *Monilinia laxa*'ya karşı farklı dozlardaki tuzların tedavi edici etkilerinin karşılaştırılması

| Tuz Bileşikleri | Konsantrasyon (% w/v) | Lezyon Alanı (cm^2) |
|---------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Sodyum karbonat | 0,10 | bc ¹ |
| | 0,25 | bc |
| | 0,50 | bc |
| | 1,00 | cde |
| | 2,00 | ef |
| Sodyum metabisülfid | 0,10 | bc |
| | 0,25 | gh |
| | 0,50 | h |
| | 1,00 | h |
| | 2,00 | h |
| Potasyum sorbat | 0,10 | bcd |
| | 0,25 | cde |
| | 0,50 | def |
| | 1,00 | fg |

| | | | |
|------------------|------|-----|-------|
| | 2,00 | gh | 4,44 |
| Potasyum benzoat | 0,10 | ab | 49,30 |
| | 0,25 | bc | 38,10 |
| | 0,50 | cde | 31,36 |
| | 1,00 | gh | 5,68 |
| | 2,00 | gh | 3,82 |
| Sodyum benzoat | 0,10 | bc | 39,09 |
| | 0,25 | cd | 36,19 |
| | 0,50 | cde | 32,96 |
| | 1,00 | h | 1,96 |
| | 2,00 | h | 1,94 |
| Kontrol | | a | 54,87 |

¹Aynı sütundaki farklı küçük harfler istatistiksel farklılıkları göstermektedir ($p \leq 0,05$).



Şekil 3. Sodyum metabisülfid tuzunun *Monilinia laxa* (T-B1-A6) izolatına karşı tedavi edici etkisi (Soldan sağa: Kontrol, %0,1, %0,25, %0,50, %1 ve %2)

Tuzların koruyucu aktiviteleri değerlendirildiğinde, tüm tuzlar konsantrasyon artışına bağlı olarak lezyon gelişimi açısından farklı etkinlik göstermiştir. Sodyum metabisülfidin %1 ve %2'lik konsantrasyonlarda meyvede lezyon gelişimini tamamen engelleyen en başarılı tuz olarak saptanmıştır. Diğer tuzlardan

potasyum benzoat, potasyum sorbat ve sodyum benzoat %2'lik konsantrasyonda *M. laxa*'nın miselyal gelişimini engellemede ikinci sırada başarılı tuzlar olarak değerlendirilmiştir. Sodyum metabisülfid %0,1 ve %0,25 konsantrasyonda da diğer tuzlardan daha başarılı bir şekilde fungusun miselyal gelişimini engellemiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Elma meyvesinde *Monilinia laxa*'ya karşı farklı tuz konsantrasyonlarının koruyucu etkileri (lezyon alanı cm^2)

| Tuz Bileşikleri | Konsantrasyon (% w/v) | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-----------------------|---|-------|-----------------|-------|-------|----------------|---|-------|---|----|-------|----|----|-------|---|---|
| | 0,00 | | %0,10 | | %0,25 | | %0,50 | | %1 | | %2 | | | | | | |
| Potasyum benzoat | 54,68 | A | 29,74 | bc ¹ | B | 16,54 | c ² | C | 6,28 | c | D | 6,04 | c | D | 3,81 | c | D |
| Potasyum sorbat | 51,32 | A | 25,64 | c | B | 28,04 | b | B | 20,76 | b | B | 6,93 | c | C | 1,61 | c | C |
| Sodyum benzoat | 58,63 | A | 38,00 | b | B | 30,08 | b | C | 9,86 | c | D | 5,38 | cd | DE | 3,13 | c | E |
| Sodyum karbonat | 49,60 | A | 33,53 | bc | B | 31,52 | b | B | 27,32 | b | B | 18,72 | b | C | 14,9 | b | C |
| Sodyum metabisülfid | 52,25 | A | 16,06 | d | B | 12,75 | c | B | 2,55 | d | C | 0,00 | d | C | 0,00 | c | C |
| Kontrol | - | | 53,30 | a | | 53,30 | a | | 53,30 | a | | 53,30 | a | | 53,30 | a | |

¹Aynı sütundaki farklı küçük harfler istatistiksel farklılıkları göstermektedir ($p \leq 0,05$).

²Aynı satırdaki farklı büyük harfler istatistiksel farklılıkları göstermektedir ($p \leq 0,05$).

*Denemedeki tüm kontrol tekerrürlerinin ortalamasıdır.

Çizelge 7’de *M. laxa*’ya karşı farklı dozlardaki tüm tuzların koruyucu aktiviteleri birlikte verilmiştir. Bu fungal etmene karşı sodyum metabisülfite %1 ve %2’lik konsantrasyonlarının diğer tuz bileşiklerine göre elma meyvesi üzerinde lezyon gelişimini tamamen engelleyen en etkili tuz olduğu değerlendirilmiştir (Şekil 4). Sodyum benzoat ve

Potasyum benzoatın %2’lik konsantrasyonları meyve enfeksiyonunu oldukça başarılı bir şekilde enfeksiyonu önlemiştir.

Çizelge 7. *Monilinia laxa*’ya karşı farklı dozlardaki tuzların koruyucu etkilerinin karşılaştırılması

| Tuz Bileşikleri | Konsantrasyon (% w/v) | Lezyon Alanı (cm ²) |
|----------------------|-----------------------|---------------------------------|
| Sodyum karbonat | 0,10 bc ¹ | 33,53 |
| | 0,25 bc | 31,52 |
| | 0,50 cde | 27,32 |
| | 1,00 efgh | 18,72 |
| | 2,00 ghij | 14,92 |
| Sodyum metabisülfite | 0,10 fg hi | 16,06 |
| | 0,25 gh ij k | 12,75 |
| | 0,50 lm | 2,55 |
| | 1,00 m | 0,00 |
| | 2,00 m | 0,00 |
| Potasyum sorbat | 0,10 cdef | 25,64 |
| | 0,25 cde | 28,04 |
| | 0,50 defg | 20,76 |
| | 1,00 ijklm | 6,93 |
| | 2,00 lm | 1,61 |
| Potasyum benzoat | 0,10 bcd | 29,74 |
| | 0,25 fgh | 16,54 |
| | 0,50 jklm | 6,28 |
| | 1,00 jklm | 6,04 |
| | 2,00 klm | 3,81 |
| Sodyum benzoat | 0,10 b | 38,00 |
| | 0,25 bcd | 30,08 |
| | 0,50 hijkl | 9,86 |
| | 1,00 jklm | 5,38 |
| | 2,00 lm | 3,13 |
| Kontrol | a | 54,68 |

¹Aynı sütundaki farklı küçük harfler istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p≤0,05).



Şekil 4. Sodyum metabisülfite tuzunun *Monilinia laxa* (T-B1-A6) izolatına karşı koruyucu etkisi (Soldan sağa: Kontrol, %0,1, %0,25, %0,50, %1 ve %2)

Çalışmada tedavi edici ve koruyucu aktivite değerlendirmelerinin sonucunda, amonyum asetat ve sodyum asetat hariç değerlendirmeye alınan tüm tuzlar pozitif kontrolle (Captan 50 WP, Thiram 80 WP) aynı başarıyı göstererek fungusun miselyal gelişimini kontrole göre %100 oranında engellemiştir. Çalışmada bütün tuzların %1 ve %2'lik konsantrasyonları *M. laxa*'nın miselyal gelişimini engellemede en başarılı konsantrasyonlar olarak belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, diğer çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. Türkkan ve Erper (2015), fasülyede kök çürüklüğü patojenlerinin miselyal gelişimini engellemede sodyum benzoat ve metabisülfite %2'lik konsantrasyonunun Captan fungisiti kadar başarılı olduğunu belirtmiştir. Türkkan vd. (2018), tarafından yapılan *in vitro* denemelerde soğanlarda dip çürüklüğüne neden olan *F. oxysporum* f. sp. *cepae*'nin miselyal gelişimini kalsiyum propionatın %0,1 ve %0,25 gibi düşük konsantrasyonlarda engellediği bildirilmiştir.

M. laxa izolatının asidik ve bazik ortamlarda fungusun misel gelişiminin devam ettiği, pH 2 ve pH 12 seviyelerinde tümüyle engellediği görülmüştür. Benzer şekilde Yaman vd., (2017) *F. oxysporum*, *F. solani* ve *R. solani* AG 4 funguslarının hem asidik hem de bazik ortamlarda miselyal gelişimin olduğunu, ancak pH 2 ve 12'de bu üç fungusun miselyal gelişiminin tamamen engellediğini bildirmişlerdir. Obi et al. (2018) *M. laxa*'nın optimum performans için nispeten ılımlı asidik koşulları tercih ettiğini, yedi farklı pH'da PDA üzerinde büyüme ve sporülasyon kapasitelerinde varyasyon gözlemlendiği belirtmişlerdir. *In vitro* denemelerde, pH 2,40 ila 8,84 arasında misel gelişiminin olduğu, pH 11,52'de herhangi bir misel büyümesinin görülmediği belirtilmiştir.

Organik ve inorganik tuzların fungusu toksik etki denemelerinde, sodyum metabisülfite en düşük MIC ve MFC değerlerine sahip tuz olarak saptanmıştır. Talibi et al. (2015), *G. candidum*'un neden olduğu hasat sonrası narenciye ekşi çürüklüğünde en düşük minimum inhibitör konsantrasyon (MIC) değerlerinin amonyum karbonat (%0,1 w/v), ardından borik asit, sodyum karbonat ve sodyum metabisülfite (%0,25 w/v) tuzlarından sağlandığı, fungusun miselyal gelişiminin Ph 4-12 aralığında etkilenmediğini belirtmiştir. Latifa vd. (2011), düşük konsantrasyonda amonyum karbonat ve sodyum metabisülfite mavi küf etmeni olan *P. italicum*'un miselyal gelişimini engellediğini vurgulamışlardır. Erper vd. (2013), *in vitro* denemelerde potasyum bikarbonatın %1'in üzerindeki dozlarının *P. expansum* etmenine karşı misel gelişimini kontrole göre azalttığı, potasyum bikarbonatın %1, %1,5 ve %2 dozlarının enfekteli elmalarda lezyon gelişimini kontrol meyvesine göre önemli ölçüde engellediğini rapor etmişlerdir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada *in vitro* ve koparılmış meyve denemelerinde en etkili tuzun sodyum metabisülfite olduğu saptanmıştır. Değerlendirmeye alınan tuzlardan bazıları, pozitif kontrol Captan 50 WP ve Thiram 80 WP ile benzer ya da yakın etkiye sahip olmuştur. Elma meyveleri üzerine uygulanan organik ve inorganik tuzların en yüksek konsantrasyonunda (%2) herhangi bir fitotoksisite görülmemiş olması, bu bileşiklerin farklı patojenlerin mücadelesinde de potansiyel olarak kullanılabilmesine işaret etmektedir. Hasat sonu fungal hastalıkların entegre mücadelesinde, geniş spektrumlu antifungal özelliğe sahip olduğu bilinen ve çevre sağlığı açısından güvenli kabul edilen (GRAS) organik ve inorganik tuzların kombinasyonuna yönelik mücadele stratejilerinin geliştirilmesi önemlidir. Bunlara ek olarak bu tuzlara yönelik kapsamlı toksisite denemeleri de planlanmalıdır. Bu çalışmada, depo koşullarında elmada *M. laxa* hastalık etmeninin kontrolünde kimyasal mücadeleye alternatif yöntem olarak organik ve inorganik tuzların kullanımına yönelik umut verici sonuçlar elde edilmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından FYL-2020-10201 no'lu proje kapsamında desteklenmiştir. *M. laxa* izolatının (T-B1-A6) temini için Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi öğretim üyesi Doç. Dr. Hilal ÖZKILINÇ'a teşekkür ederiz.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Makalenin planlanması ve yazılması sırasında yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederiz.

KAYNAKLAR

- Avenot, H. F., & Michailides, T. J., 2010. Progress in understanding molecular mechanisms and evolution of resistance to succinate dehydrogenase inhibiting (SDHI) fungicides in phytopathogenic fungi. *Crop Protection* 29(7): 643-651.
- Byrde, R. J. W., & Willetts, H. J., 1977. *The Brown Rot Fungi of Fruit. Their Biology and Control*. Oxford, UK: Pergamon Press, 171 pp.
- EPPO, 2020. *Monilinia fructicola/EPPO Global Database* <https://gd.eppo.int/taxon/MONIFC>
- Erper, İ., Türkkan, M., Konak, S., & Kılıç, G., 2013. Potasyum bikarbonatın *Penicillium expansum*'a karşı antifungal etkisinin belirlenmesi. *Türkiye V. Organik Tarım Sempozyumu*, 341-342s.
- FAO, 2023. *FAOSTAT (Food And Agriculture Organization of the United Nations)*.

- <https://www.fao.org/faostat/en/#home> Dünya' da ve Türkiye'de elma üretim miktarı (ton). Erişim Tarihi: 15.09.2023.
- Jenkins, P., T., & Reinganum, C., 1965. The occurrence of a quiescent infection of stone fruit caused by *Sclerotinia fructicola* (Wint.) Rehm. *Australian Journal of Agricultural Research* 16(2): 131-140.
- Larena, I., Torres, R., De Cal A., Liñán, M., Melgarejo, P., Domenichini, P., Bellini, A., Mandrin, J. F., Lichou, J., Ochoa De Eribe, X., & Usall, J., 2005. Biological control of postharvest brown rot (*Monilinia* spp.) of peaches by field applications of *Epicoccum nigrum*. *Biological Control* 32(2): 305-310.
- Latifa, A., Idriss, T., Hassan, B., Amine, S. M., El Hassane, B., & Abdellah, A. B. A., 2011. Effects of organic acids and salts on the development of *Penicillium italicum*: the causal agent of citrus blue mold. *Plant Pathology Journal* 10(3): 99-107.
- Mecteau, M. R., Arul, J., & Tweddell, R. J., 2002. Effect of organic and inorganic salts on the growth and development of *Fusarium sambucinum*, a causal agent of potato dry rot. *Mycological Research* 106(6): 688-696.
- Obi, V. I., Barriuso, J. J., & Gogorcena, Y., 2018. Effects of pH and titratable acidity on the growth and development of *Monilinia laxa* (Aderh. & Ruhl.) in vitro and in vivo. *European Journal of Plant Pathology* 151(3): 781-790.
- Olivier, C., MacNeil, C. R., & Loria, R., 1999. Application of organic and inorganic salts to field grown potato tubers can suppress silver scurf during potato storage. *Plant Disease*, 83(9): 814-818.
- Özkılınç, H., Yıldız, G., Silan, E., Arslan, K., Guven, H., Altınok, H. H., & Durak, M. R., 2020. Species diversity, mating type assays and aggressiveness patterns of *Monilinia* pathogens causing brown rot of peach fruit in Turkey. *European Journal of Plant Pathology* 157(4): 799-814.
- Punja, Z., & Grogan, R. G., 1982. Effects of inorganic salts carbonate-bicarbonate anions, ammonia and the modifying influence of pH on sclerotia germination of *Sclerotium rolfsii*. *Phytopathology* 72(6): 635-639.
- Stammler, G., Brix, H., D., Glättli, A., Semar, M., & Schoepl, U., 2007. Biological properties of the carboxamide boscalid including recent studies on its mode of action. XVI Intional Plant Protection Congress, Glasgow.
- Talibi, I., Askarne, L., Boubaker, H., Boudyach, H., Aoumar, A. A. B., & Oumar, B., 2015. Effect of organic and inorganic salts as alternative strategy for the control of postharvest citrus sour rot agent *Geotrichum candidum*. *Acta Horticulturae* 1065: 1577-1583.
- Thompson, D. P., 1989. Fungitoxic activity of essential oil components on food storage fungi. *Mycologia* 81(1): 151-153.
- Türkkan, M., 2013. Antifungal effect of various salts against *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* the causal agent of *Fusarium* basal root of onion. *Tarım Bilimleri Dergisi (Journal of Agricultural Science)* 19(3): 178-187.
- Türkkan, M., & Erper, İ., 2014. Evaluation of antifungal activity of sodium salts against onion basal rot caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae*. *Plant Protection Science* 50(1): 19-25.
- Türkkan, M., 2015. Evaluation of inhibitory effect of organic and inorganic salts against *Ilyonectria liriodendri*, the causal agent of root rot disease of kiwifruit. *Journal Phytopathology* 163(7-8): 567-577.
- Türkkan, M., & Erper, İ., 2015. Inhibitory influence of organic and inorganic sodium salts and synthetic fungicides against bean root rot pathogens. *Gesunde Pflanzen* 67(2): 83-94.
- Türkkan, M., Ünsal, İ., & Kaş, S., 2018. Soğanlarda dip çürüklüğüne neden olan *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*'nin büyüme ve gelişmesi üzerine bazı kalsiyum tuzlarının etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi* 8(1): 35-42.
- Van Leeuwen, G. C. M., Baayen, R. P., Holb, I. J., & Jeger, M. J., 2002. Distinction of the asiatic brown rot fungus *Monilia polystroma* sp. nov. from *M. fructigena*. *Mycological Research* 106(4): 444-451.
- Yaman, M., & Türkkan, M., 2017. Kivilerde kök çürüklüğü hastalığına neden olan bazı funguslara karşı organik ve inorganik tuzların engelleyici etkilerinin belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 32(3): 291-302.
- Zehr, E.I., 1982. Control of brown rot in peach orchards. *Plant Disease* 66: 1101-1105.
- Zhu, X., & Guo., L., 2010. First report of brown rot on plum caused by *Monilia polystroma* in China. *Plant Disease* 94(4): 478-478.
- Ziv, O., & Zitter, T. A., 1992. Effects of bicarbonates and film-forming polymers on cucurbit foliar diseases. *Plant Disease* 76(5): 513-517.