

## Turunçgillerde Yeşil Küf Çürüklüğü Etmenine (*Penicillium digitatum* (Pers.) Sacc) Karşı Bazı Fungisitlerin ve Mum Kombinasyonlarının Etkileri\*

Yeşim EĞERCİ<sup>1</sup>

Pervin KINAY TEKSÜR<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bornova Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Gençlik Cad. No:6, Bornova-İzmir

<sup>2</sup> Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 35100 Bornova-İzmir  
Sorumlu yazar: Y. Eğerci, E-mail: yesim.egerci@tarimorman.gov.tr

Geliş tarihi: 3 Şubat 2019

Kabul tarihi: 28 Ocak 2020

### ÖZ

Yeşil küf çürüklüğü, turunçgil meyvelerinin depo ömrünü sınırlayan en önemli faktördür. Hasat sonrası *Penicillium* spp. karşı, son yıllarda ülkemizde ve birçok ülkede üç yeni fungusit ruhsatlandırılmıştır. Bu çalışmanın amacı, *Penicillium* türlerinin hasat sonrası fungusitlere duyarlılık azalışı nedeniyle, son yıllarda birçok ülkede ruhsat alan yeni etkili maddelerin ve mum kombinasyonlarının yeşil küf çürüklüğü etmenine etkililiklerinin belirlenmesidir. Çalışmada, turunçgil paketleme evlerinden 32 *P. digitatum* izolatu elde edilmiştir. *In vitro* koşullarda thiabendazole *P. digitatum* kontrolünde başarısız olurken, en başarılı fungusit pyrimethanil olarak saptanmıştır. İklim odası koşullarında inokulasyondan sonra, sadece fungusit uygulanan satsuma mandarinlerinde en iyi etkililiği imazalil + pyrimethanil ve pyrimethanil gösterirken, fludioxonil başarı sağlayamamıştır. Polietilen reçine mumun, fungusitle kombinasyonunda sadece fungusit uygulananlara oranla, daha yüksek bir etkililik sağlanmıştır. Pyrimethanil ve mum kombinasyonu ile dayanıklı izolat üzerinde, %75 oranında etkililik gözlenmiştir. Soğuk hava deposunda 1 ay depolanan meyvelerde, duyarlı izolat üzerinde en iyi etkililiği imazalil, imazalil + pyrimethanil göstermiştir. Doğal infeksiyona bırakılan meyvelerde, 1. ay sonunda imazalil ve imazalil + pyrimethanil, 2. ayda ise pyrimethanil ve imazalil + fludioxonil çürüklük gelişimini engellemiştir. Azoxystrobin; *in vitro*, *in vivo* ve soğuk hava deposu koşullarında başarı sağlayamamıştır. Hasat sonrası fungusit uygulamalarının depolama sonrası meyve kalitesine önemli bir etkisi olmamıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Satsuma mandarini, yeşil küf, kalite, *Penicillium digitatum*, hasat sonrası fungusitler, mum

### ABSTRACT

#### Effectiveness of Some Fungicides and Wax Combinations Against (*Penicillium digitatum* (Pers.) Sacc) Casual Agent of Green Mold on Citrus

Green mold on citrus fruit is the most important limiting factor of storage life. Due to decreasing sensitivity of *Penicillium* spp. against postharvest fungicides, three new fungicides recently were registered in Turkey and many countries. The aim of this study was to determine the effectiveness of these new fungicides with wax combination on green mold. In this study, 32 *P. digitatum* isolates were obtained from various packinghouses. In cold storage room conditions, thiabendazole failed to control of *P. digitatum*. Pyrimethanil was found the most successful fungicide among them. When fungicides were applied alone after inoculation on satsuma mandarins, imazalil + pyrimethanil and pyrimethanil showed the best effectiveness, fludioxonil was ineffective. Polyethylene resin wax with a combination of fungicide was provided a higher effectiveness than fungicides alone. The wax with a combination pyrimethanil was observed 75% efficacy on the resistant isolate. As a result of one month of cold storage, imazalil, imazalil + pyrimethanil showed the best effectiveness on the sensitive isolate. At the end of the first month, while imazalil, imazalil + pyrimethanil inhibited the decay development on fruit without inoculation, the second month pyrimethanil, imazalil + fludioxonil inhibited the decay development. Azoxystrobin did not show effectiveness *in vivo*, *in vitro* and cold temperature conditions. Postharvest fungicide applications did not affect fruit quality during the storage.

**Keywords:** Satsuma mandarin, green mold, quality, *Penicillium digitatum*, postharvest fungicides, wax

### GİRİŞ

Turunçgiller; limon, portakal, mandarin, greylift, bergamot ve turunç gibi ekonomik değeri yüksek olan Citrus cinsi meyve ağacı türlerini içine alan bir bitki topluluğudur. Türkiye’de 2016 yılı itibarıyla 4.6 milyon ton

\* Bu çalışma bir yüksek lisans tezidir ve 5. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu’nda (2012) sunulmuş, bildiri kitabında özeti basılmıştır.

TURUNÇGILLERDE YESİL KÜF ÇÜRÜKLÜĞÜ ETMENİNE (*PENICILLIUM DIGITATUM* (PERS.) SACC)  
KARŞI BAZI FUNGISİTLERİN VE MUM KOMBİNASYONLARININ ETKİLERİ

turunçgil üretimi gerçekleştirilmiştir (TUİK, 2018). Türkiye’de, turunçgil üretiminin %95’i Ege ve Akdeniz kıyılarından sağlanmaktadır. İzmir’den toplam turunçgil üretiminin %5’i karşılanmaktadır ve en fazla üretilen turunçgil çeşidi mandarindir.

Turunçgiller bahçede, hasat sırasında ve hasat sonrasında pek çok fungal etmenin neden olduğu hastalıklara maruz kalmaktadır. Turunçgil meyvelerinin dahil olduğu taze meyve ve sebzeler gibi dayanıksız ürünlerin hasat ile kullanım arasındaki geçen dönemde uğradıkları kayıpların %50’lere ulaştığı bildirilmiştir (Eckert, 1977; Eckert ve Ogawa, 1985; Kader, 1992; Waller ve ark., 2001). Yeşil küf çürüklüğü, turunçgil meyvelerinin kalitesini ve depo ömrünü sınırlayan en önemli faktördür ve turunçgil meyvelerinde hasat sonu hastalıkların en önemlisi olduğu vurgulanmaktadır (Knor, 1973; Whiteside ve ark., 1989; Özbek ve Delen, 1995).

Paketleme evlerinde, meyvelere mumlama işlemi görünüş olarak meyvelerin parlaklığını arttırmak ve meyve su kaybını azaltmak için uygulanmaktadır (Yıldız, 2002). Yapılan çalışmalarla turunçgillerde mumlama işlemi ile meyvede gaz giriş-çıkışı sınırlandırılarak, anaerobik koşulların oluşumunun engellendiği ve böylece hastalık gelişiminin kontrol altına alındığı saptanmıştır.

Turunçgil meyvelerinde son yıllarda *Penicillium* çürüklüklerine karşı ülkemizde ve yurtdışında ruhsat almış olan yeni etkili maddelerin ve mum karışımlarıyla birlikte yeşil küf çürüklüğü etmenine (*Penicillium digitatum*) etkililiklerinin belirlenmesi bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Turunçgil meyvelerinde yeşil küf çürüklüğü etmenine karşı yeni fungusitlerin ve bunların bazı mum karışımlarıyla birlikte etkililiklerinin belirlenmesi ile, etmenle mücadelede önemli veriler sağlanacağı düşünülmektedir. Ayrıca, etmenin piyasaya yeni çıkan bu fungusitlere olan duyarlılık düzeyleri de belirlenerek, mevcut durumun ortaya konması ve bu verilerle turunçgillerde hasat sonrası hastalık yönetim stratejilerinin belirlenmesine ışık tutması hedeflenmektedir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Materyal

Çalışmada yer alan izolatlar, bölgedeki paketleme evlerinden ve satsuma bahçelerinden yeşil küf çürüklüğü etmeni *Penicillium digitatum* ile infekteli olan turunçgil meyvelerinden toplanmıştır. Daha önceki proje çalışmalarında izole edilen ve tek sporları elde edilmiş olan *P. digitatum* izolatları da çalışmada yer almıştır. Toplam 32 izolatla çalışılmıştır. Çalışmada meyve olarak satsuma mandarini (*Citrus unshiu* Marc.) kullanılmıştır. Meyveler Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri deneme alanından sağlanmıştır.

Çalışma kapsamında pyrimethanil (Mythos, %30 SC, Bayer), fludioxonil (Celest, %10 FS, Sygenta) ve azoxystrobin (Quadris, %25 SC, Sygenta) gibi etkili maddelerin piyasada *Botrytis cinerea* mücadelesinde kullanılan preparatları ile imazalil 20 + pyrimethanil 20 (Philabuster, %40 SC, Jassen-Cilag) karışımı çalışmada kullanılmıştır. İmazalil (Deccozil, %50 EC, Cerexagri) ve thiabendazole (Textar, % 60 SC, Tarmak) ise referans fungusitler olarak kullanılmıştır. Çalışmada, *in vitro* koşullarda besiyeri olarak PDA (Potato Dextrose Agar) kullanılmıştır. Piyasada kullanılan polietilen reçine içerikli mum (Tarmak, %18) fungusitlerle kombinasyon halinde kullanılmıştır.

### Yöntem

#### Yeşil Küf Çürüklüğü Etmeni İzolasyonu ve Tek Spor Elde Edilmesi

Çalışmada, paketleme evlerinden ve fakülte bahçesinden alınan yeşil küf çürüklüğü etmeni *P. digitatum* ile infekteli olan turunçgil meyvelerinin sporulasyon olan kısımlarından bistüri ile alınan sporlar, içerisinde 5 ml steril distile su içeren cam tüplere aktarılmıştır. Tüp karıştırıcıda sporlar süspansiyon haline getirilmiştir. Bu süspansiyondan steril öze yardımıyla PDA içeren petrilere çizgi ekim yapılmıştır. Ekim yapıldıktan 24 saat süre ile 24°C’de inkübasyona bırakılan petrilere mikroskop altında işaretlenen tek sporlar, alınarak PDA besiyerlerine ekilmiş ve her bir izolat için tek koloniler elde edilmiştir.

### ***In vitro* Koşullarda *Penicillium digitatum* İzolatlarının Bazı Hasat Sonrası Fungisitlere Duyarlılık Düzeylerinin Belirlenmesi ve Fungisitlerin Miselyal Gelişime Etkililikleri**

Fungisitler *in vitro* koşullarda PDA besi ortamına 0 (kontrol), 0.01, 0.03, 0.1, 0.3, 1, 3, 10 ve 30 µg/ml etkili madde yoğunluklarında karıştırılmıştır. İstenilen fungusit dozlarını elde edebilmek için yüksek dozda hazırlanacak stok solüsyonlarından seyreltmeler yapılmıştır. *P. digitatum* izolatları PDA ortamına ekilerek inkübatörde 24°C sıcaklıkta 5 gün inkübasyona bırakılmıştır. Gelişen koloniler üzerine %0.01'lik TritonX-100 (Sigma-Aldrich, St Louis, MO, ABD) içeren steril saf sudan 5 ml ilave edilmiştir. Steril cam baget yardımıyla sporların suya geçmesi sağlanmıştır. Elde edilen süspansiyon çift kat tülbentten geçirilerek miselyumlardan arındırılmıştır. Mikroskop altında THOMA kan sayım lamı (hemocytometre) yardımıyla spor sayımı gerçekleştirilmiştir. Her izolat için  $1 \times 10^6$  spor/ml yoğunlukta spor süspansiyonu hazırlanmıştır. Hazırlanan spor süspansiyonu 10 µl olarak tek noktaya ekim yoluyla inokule edilmiştir. Çalışmada her petriye 4 izolatın inokulasyonu gerçekleştirilmiştir (Kinay ve ark., 2007). Denemeler, tesadüf parselleri desenine göre, üç tekrarlı olarak kurulmuştur. Petriyer, ekim yapıldıktan sonra 23°C'ye ayarlanmış, ışısız inkübatörde bekletilmişlerdir. İnokulasyondan 4 gün sonra yapılan çap ölçüm değerleri esas alınarak saptanan miselyal gelişimi %50 engelleyen doz (ED<sub>50</sub>) ve izolatlarının çimlenmeyi engelleyici en düşük yoğunluk (MIC) değerlerine göre fungusitlerin etkililikleri ortaya konmuştur (Delen ve ark., 1984). ED<sub>50</sub> değerleri, kontrole göre yüzde gelişim değerlerinin log-probit kağıda uygulanması ile bulunmuştur (Georgopoulos ve Dekker, 1982; Beevere ve ark., 1989).

### **İklim Odası Koşullarında Fungisitlerin ve Polietilen Reçine Mumun Etkililiklerinin Belirlenmesi**

*In vitro* 'da elde edilen sonuçlar ışığında, fungusitlerin etkililikleri meyve testleriyle de saptanmıştır. Önceden temizlenerek sterilize edilen strafor kalıplara denemede kullanılacak turuncu meyveleri dizilerek küvetlere yerleştirilmiştir. Meyvelerin yüzeyine uygulamalarda 24 saat önce, hazırlanan  $1 \times 10^6$  spor/ml yoğunlukta *P. digitatum* inokule edilmiştir. İnokulasyon, 1 mm eninde ve 2 mm uzunluğunda demir çubuğun hazırlanan inokulumu daldırıldıktan sonra meyvenin ekvator kısmında 2 adet yara açılması şeklinde yapılmıştır. Nemi sağlamak için küvet tabanlarına meyvelere temas etmeyecek biçimde su ilave edilerek ve 24°C sıcaklıktaki iklim odasında bir gün süreyle inkübasyona bırakılmıştır. İnokulasyondan bir gün sonra meyvelere fungusit ve mum uygulamaları yapılmıştır. Fungisitler 1000 µg/ml dozunda uygulanmıştır. Fungisit ve mum uygulaması meyve yüzeyine bir el pülverizatörüyle püskürtme şeklinde gerçekleştirilmiştir. Kontrol meyvelere steril saf su ve mum püskürtülmüştür. Meyveler kuruduktan sonra küvetlerdeki viyollere yerleştirilmiştir. İklim odasında 23°C sıcaklıkta 1 hafta süreyle bekletilmiştir. Bir hafta sonunda yara yerlerindeki çürüklük durumuna göre sağlam ve çürük meyveler sayılarak değerlendirilme yapılmıştır (Schirra ve ark., 2010). Denemeler tesadüf parselleri desenine göre 3 tekrarlı olarak ve her tekerrürde 10 meyve olacak şekilde planlanmıştır.

### **Soğuk Hava Deposu Koşullarında Fungisitlerin ve Polietilen Reçine Mumun Etkililiklerinin Belirlenmesi**

İklim odası koşullarında yürütülen çalışmalar ışığında etkili bulunan fungusitler ve mum ticari koşullara benzer şekilde uygulanmıştır. Meyveler iki gruba ayrılmıştır. Birinci gruba inokulasyon gerçekleştirilmiştir. İkinci grup ise doğal enfeksiyona bırakılmıştır. Her iki gruba da fungusit ve mum uygulaması yapılmıştır.

Tüm uygulama yapılan meyveler kuruduktan sonra tahta kasalara yerleştirilmiştir ve  $5 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 'de %90-95 nemde 2 ay boyunca soğuk hava deposunda depolanmıştır. Denemeler tesadüf parselleri desenine göre 3 tekrarlı olarak ve her tekerrürde 50 meyve olacak şekilde yürütülmüştür. Depolamanın 1. ayı sonunda tüm meyvelerde çürüyen meyveler hasta sağlam olarak sayılarak değerlendirilmiştir. İnokulasyon yapılmayan meyvelerde ise 1. ay ve 2. ay sonunda çürüklük sayımları hasta sağlam meyve olarak gerçekleştirilmiş ve çürüklük gelişimi hesaplanmıştır. Abbot formülü ile uygulamaların etkililikleri (%) hesaplanmıştır.

### Uygulamaların Satsuma Meyveleri Üzerinde Mikrobiyal Yüke etkileri

İklim odası ve soğuk hava deposu uygulamaları yapılmadan önce 5 adet meyve ile doğal enfeksiyona bırakılan meyvelerden depolamanın 1. ay sonunda her tekrardan 3 meyve alınarak yüzey yıkaması yapılarak mikrobiyal yük saptanmıştır. Meyveler tek tek 600 ml'lik steril erlenmayerde üzerlerine 200 ml steril saf su konularak rotary shakerda 1 saat boyunca çalkalanmıştır. Çalkalama sonunda her meyve için 3 tekrarlolu olacak şekilde PDA ve NYDA (Nutrient Yeast Dextrose Agar) içeren petrilere, 100 µl mikropipetle ekilerek ve steril bagetlerle yayılmıştır. Bu petrilere 24°C de funguslar için 5-7 gün, mayalar için 48 saat süreyle inkubasyona bırakılmıştır. Bu süre sonunda petrilere koloni oluşturmuş, görülebilir maya ve fungus kolonileri genüslerine göre ayrı ayrı sayılmıştır (Kınay ve ark., 2007).

### Kalite Analizleri

Hasat öncesi uygulama yapılan ve yapılmayan Satsuma meyveleri  $5 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 'de %90 nemde prefabrik soğuk odalarda 1 ay süreyle depolanmıştır (Karaçalı, 2009). Hasattan sonra depolama öncesi ve depodan çıkarıldıktan sonra; meyve rengi (L\*: koyuluk-açıklık; a\* (-): yeşil, (+): kırmızı; b\* (-): mavi, (+): sarı), meyve suyu verimi, suda çözünür kuru madde miktarı (SKM), titre edilebilir asit miktarı (TA), meyve suyu pH'sı, C vitamini gibi çeşitli analiz, gözlem ve ölçümler yapılmıştır. Kalite analizlerinde çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekrarlolu olarak kurulmuştur.

Çalışmalar sonucunda elde edilen tüm veriler SPSS 16.0 (SPSS Inc., ABD) istatistik paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş, ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testi ( $P \leq 0.05$ ) ile belirlenmiştir.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### *In Vitro* Koşullarda *Penicillium digitatum* İzolatlarının Bazı Hasat Sonrası Fungisitlere Duyarlılık Düzeylerinin Belirlenmesi ve Fungisitlerin Miselyal Gelişime Etkililikleri

Turunçgillerden izole edilmiş olan *Penicillium digitatum* izolatlarına, 6 fungusitin farklı dozlarının etkililikleri araştırılmıştır. Çizelge 1'de *P. digitatum* izolatlarının ED<sub>50</sub> değerlerine (µg/ml) göre sayısal ve oransal (%) dağılımları ve Çizelge 2'de ise *P. digitatum* izolatlarının MIC değerlerinin (µg/ml) sayısal ve oransal (%) dağılımları özetlenmiştir.

Çizelge 1. *Penicillium digitatum* izolatlarının ED<sub>50</sub> değerlerine (µg/ml) göre sayısal ve oransal (%) dağılımları

Fungisitler	İzolot Sayısı	Dozlar ve ED <sub>50</sub> değerlerine (µg/ml) göre sayısal ve oransal (%) dağılımları*								
		<0.01	0.01-0.03	0.03-0.1	0.1-0.3	0.3-1	1-3	3-10	10-30	> 30
İmazalil	32	1(3.12)	2(6.25)	1(3.12)	2(6.25)	26(81.25)	0	0	0	0
Thiabendazole	32	1(3.12)	1(3.12)	0	1(3.12)	0	0	0	0	29(90.62)
Pyrimethanil	32	0	16(50)	15(46.87)	1(3.12)	0	0	0	0	0
Fludioxonil	32	0	3(9.37)	28(87.5)	0	1(3.12)	0	0	0	0
Azoxystrobin	32	0	4(12.5)	15(46.87)	11(34.37)	2(6.25)	0	0	0	0
İmazalil + Pyrimethanil	32	1(3.12)	3(9.37)	4(12.5)	24(75)	0	0	0	0	0

\*Parantez içindeki rakamlar (%) oransal dağılımları göstermektedir.

Çizelge 1'de görüldüğü gibi, thiabendazole *in vitro* koşullarda *P. digitatum*'un miselyal gelişimini yüksek dozlarda dahi engelleyememiştir. Hasat sonrası turunçgillerde yurtdışında kullanılmaya başlayan 3 yeni fungusit olan pyrimethanil, azoxystrobin ve fludioxonil ise etmenin miselyal gelişimini önemli ölçüde engellemişlerdir. Bu anlamda aralarında en iyi etkiyi pyrimethanil göstermiştir. İmazalil + pyrimethanil karışımı da (Penbotec), miselyal gelişimi en iyi engelleyen fungusitlerden biri olmuştur.

Çizelge 2. *Penicillium digitatum* izolatlarının MIC değerlerinin ( $\mu\text{g/ml}$ ) sayısal ve oransal (%) dağılımları

Fungisitler	İzolat Sayısı	Dozlar ve MIC değerlerine ( $\mu\text{g/ml}$ ) göre sayısal ve oransal (%) dağılımları*								
		<0.01	0.01-0.03	0.03-0.1	0.1-0.3	0.3-1	1-3	3-10	10-30	> 30
İmazalil	32	1(3.12)	0	0	1(3.12)	0	30(93.75)	0	0	0
Thiabendazole	32	1(3.12)	1(3.12)	0	1(3.12)	0	0	0	0	29(90.62)
Pyrimethanil	32	0	0	0	1(3.12)	0	0	0	6(18.75)	25(78.12)
Fludioxonil	32	0	0	0	8(25)	8(25)	0	8(25)	7(21.87)	1(3.12)
Azoxystrobin	32	0	0	0	0	0	0	0	0	32(100)
İmazalil+ Pyrimethanil	32	0	1(3.12)	0	2(6.25)	13(40.62)	16(50)	0	0	0

\*Parantez içindeki rakamlar (%) oransal dağılımları göstermektedir

*P. digitatum* izolatlarının spor çimlenmesi üzerinde en etkisiz fungusitler, azoxystrobin ve thiabendazole olmuştur (Çizelge 2). Fludioxonil için MIC değerleri, izolatların %50'sinin 0.1–1  $\mu\text{g/ml}$ , imazalil + pyrimethanil karışımında %50'sinin 1–3  $\mu\text{g/ml}$  ve pyrimethanilde ise %18.75'inin 10–30  $\mu\text{g/ml}$  ve %78.12'sinde >30  $\mu\text{g/ml}$  olarak bulunmuştur.

*In vitro* koşullarda, fungusitlerle gerçekleştirilen testlerde, uzun zamandır paketleme evlerinde hasat sonrası oluşan çürüklüklerin kontrolünde kullanılan TBZ ve imazalil *P. digitatum* kontrolünde başarısız olmuştur. Bu fungusitlerin paketleme evlerinde yoğun ve sürekli kullanımlarından dolayı fungusitlere karşı bir dayanıklılık söz konusu olduğu düşünülmektedir. Bu durum çeşitli araştırmacılar tarafından da saptanmıştır (Brown, 1982; Eckert, 1990; Bus ve ark., 1991; Eckert, 1994; Özbek ve Delen, 1995; Holmes ve Eckert, 1999; Kınay ve ark., 2004; Adaskaveg ve ark., 2004; Smilanick ve ark., 2006; Kınay ve ark., 2007). Üç yeni fungusit ile gerçekleştirdiğimiz testlerde, etmenin kontrolünde etkililik bakımından en başarılı fungusit, pyrimethanil olmuştur. *P. digitatum*, pyrimethanilin çok düşük dozlarında bile (0.01–0.03  $\mu\text{g/ml}$ ) miselyal gelişimi tamamen engellenmiştir (Çizelge 2). Pyrimethanille yürütülmüş bazı çalışmalarda ED<sub>50</sub> değerleri *P. digitatum* için Kınay ve ark. (2007) tarafından 2.39 ± 0.2  $\mu\text{g/ml}$ , Smilanick ve ark. (2006) tarafından 0.2–0.4  $\mu\text{g/ml}$ , Sholberg ve ark. (2005) tarafından 0.05–0.5  $\mu\text{g/ml}$ , Li ve Xiao (2007) ise elmada *P. expansum* için 0.52–2.05  $\mu\text{g/ml}$  olarak bildirilmiştir. İzolatların %87.5'inin fludioxonil için ED<sub>50</sub> değerleri 0.03–0.1  $\mu\text{g/ml}$  olarak saptanmıştır (Çizelge 1). 0.1  $\mu\text{g/ml}$  dozunda izolatlar baskılanırken, sadece 1 izolat 1  $\mu\text{g/ml}$  dozundan etkilenerek baskılanmıştır. Iacomi-Vasilescu ve ark (2004); Kanetis ve ark. (2006) bahçe koşullarında limonlarda *P. digitatum*'un fludioxonile karşı bir dayanıklılık saptadıklarını bildirmişlerdir. Önceki çalışmalarda elde edilen sonuçlarla, çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçları karşılaştırdığımız zaman, fludioxonil için az dahi olsa bir duyarlılık azalışının olduğunu düşünmekteyiz. İmazalil + pyrimethanil de ise, *P. digitatum*'u 0.1–0.3  $\mu\text{g/ml}$  dozlarında tamamen kontrol altına almıştır. Pyrimethanil ve imazalil birlikteliğinde sinerjistik bir etkinin ortaya çıktığı düşünülmektedir.

### İklim Odası Koşullarında Fungisitlerin ve Polietilen Reçine Mumun Etkililiklerinin Belirlenmesi

*In vitro*'da elde edilen sonuçlara göre, en duyarlı 182 (ED<sub>50</sub>: <0.01  $\mu\text{g/ml}$ , MIC: <0.01  $\mu\text{g/ml}$ ) ve en dayanıklı 77 (ED<sub>50</sub>: 0.49  $\mu\text{g/ml}$ , MIC: 1  $\mu\text{g/ml}$ ) no'lu izolatlar, pyrimethanil, fludioxonil, azoxystrobin, imazalil ve imazalil + pyrimethanil etkili maddelerinin uygulamada önerilen ticari dozları temel alınarak testlerde kullanılmıştır. Yedinci günün sonunda fungusitlerin tek başlarına *P. digitatum* izolatlarının çürüklük gelişimine etkililikleri incelendiğinde, en iyi etkinliği imazalil + pyrimethanil ile pyrimethanil göstermiştir. Fludioxonil'in de az da olsa çürüklüğü baskıladığı gözlenmektedir. İmazalil ve azoxystrobin aktif maddeleri, ne dayanıklı ne de duyarlı izolatlar üzerinde hiçbir etkililik gösterememiştir.

Fungisit ve polietilen reçine mumun beraber uygulanması ile fungusitlerin tek başlarına uygulanmasına oranla daha yüksek bir etkililik söz konusu olmuştur (Çizelge 3). Pyrimethanil ve mumun beraber uygulanması ile dayanıklı izolat üzerinde %75 oranında bir etkililik elde edilmiştir. İmazalil + pyrimethanil ve polietilen reçine mum kombinasyonu ile hem dayanıklı hem de duyarlı izolatlar üzerinde %65 oranında bir baskılama sağlanmıştır. İmazalil'in ise mum ile beraber uygulandığında, hem dayanıklı hemde duyarlı izolatlar üzerinde etkililiğini %50'ye varan oranlarda arttırdığı görülmektedir. Fludioxonil, her 2 izolatın kontrolünde %45 oranında bir kontrol sağlamıştır. Ancak, azoxystrobin izolatların kontrolünde hiçbir etki gösterememiştir.

TURUNÇGILLERDE YESİL KÜF ÇÜRÜKLÜĞÜ ETMENİNE (*PENICILLIUM DIGITATUM* (PERS.) SACC)  
KARŞI BAZI FUNGISITLERİN VE MUM KOMBİNASYONLARININ ETKİLERİ

**Soğuk Hava Deposu Koşullarında Fungisitlerin ve Polietilen Reçine Mumun Etkililiklerinin Belirlenmesi**

Pyrimethanil, fludioxonil, azoxystrobin, imazalil, imazalil + pyrimethanil ve imazalil + fludioxonil etkili maddelerinin uygulamada önerilen ticari dozları kullanılmıştır. Soğuk hava deposu koşullarında ( $5 \pm 0.5^\circ\text{C}$ ) bazı fungusitlerin ve polietilen reçine mumun 1. ay sonunda duyarlı *P. digitatum* izolatı ile inokule edilen satsuma meyvelerinde çürüklük gelişimine etkileri incelendiğinde en iyi etkinliği, imazalil göstermiştir. Sonra etki sırasıyla; imazalil + pyrimethanil, imazalil + fludioxonil, pyrimethanil ve fludioxonil, etmeni baskılamada başarılı fungusitler olmuşlardır. Azoxystrobin ise, patojeni kontrol altına almada yetersiz kalmıştır.

**Çizelge 3.** İklim odası koşullarında ( $24 \pm 1^\circ\text{C}$ ) satsuma meyveleri üzerinde fungusitlerin polietilen reçine mum ile birlikte *Penicillium digitatum* izolatlarının çürüklük gelişimine etkililikleri (7. gün)

Fungisitler	İzolat ve ED50 Değeri ( $\mu\text{g/ml}$ )*	Çürüklük gelişimi (%)**	Etkililik (%)
İmazalil + Pyrimethanil	R-77, 0.49	36.60 b	63.40
	S-182, <0.01	35 a	65.00
İmazalil	R-77, 0.49	53.35 ab	46.65
	S-182, <0.01	46.66 a	53.34
Pyrimethanil	R-77, 0.49	25 b	75.00
	S-182, <0.01	63.30 a	36.70
Fludioxonil	R-77, 0.49	61.65 ab	38.35
	S-182, <0.01	53.33 a	46.67
Azoxystrobin	R-77, 0.49	93.30 a	6.70
	S-182, <0.01	88.30 a	11.70
Kontrol	R-77, 0.49	100 a	–
	S-182, <0.01	100 a	–

\*R dayanıklı, S duyarlı izolatları göstermektedir. (R'ler ve S'ler kendi aralarında değerlendirilmiştir)

\*\* Ortalamalar Duncan Çoklu testine göre ayrılmıştır (P = 0.05).

**Çizelge 4.** Soğuk hava deposu koşullarında ( $5 \pm 0.5^\circ\text{C}$ ) bazı fungusitlerin ve polietilen reçine mumun 1. ay ve 2. ay sonunda doğal enfeksiyona birkalmış satsuma meyvelerindeki çürüklük gelişimine etkililikleri

Fungisitler	1. AY		2. AY	
	Çürüklük gelişimi (%)*	Etkililik (%)	Çürüklük gelişimi (%)	Etkililik (%)
İmazalil + Fludioxonil	0.21 ab	30.61	0.42	59.34
İmazalil + Pyrimethanil	0.10 ab	65.14	0.53	48.01
İmazalil	0.07 b	77.19	0.43	57.69
Pyrimethanil	0.22 ab	28.33	0.36	65.15
Fludioxonil	0.17 ab	43.64	0.46	54.79
Azoxystrobin	0.30 a	2.20	1.00	2.90
Kontrol	0.30 a	–	1.03	–

\* Ortalamalar Duncan Çoklu testine göre ayrılmıştır (P = 0.05)

Depolamanın 1.ayını sonunda çürüklük gelişimi üzerinde en iyi etkililiği imazalil göstermiştir. İmazalil + pyrimethanil ve fludioxonil de benzer şekilde çürüklük gelişimini engellemede başarılı olmuşlardır. Depolamanın 2. ayında ise, pyrimethanil %65 oranında çürüklük oluşumunu engellemiştir. Ardından imazalil + fludioxonil, imazalil ve fludioxonil yüksek etkililik göstermiştir. Ancak, azoxystrobin uygulanan meyvelerde her 2 ayda kontrole yakın bir çürüklük gelişimi gözlenmiştir (Çizelge 4).

Turunçgillerde *Penicillium* çürüklüklerine karşı iklim odası ve soğuk hava deposu çalışmalarında, inokulasyon yapıldıktan sonra sadece fungusit uygulanan meyvelerde en iyi etkinliği imazalil + pyrimethanil ve tek başına pyrimethanil uygulaması göstermiştir. Pyrimethanil'in spor çimlenmesi üzerine etkisinin az olmasına rağmen, bu başarısının, bitki dokusunda azda olsa sistemik etki sergilemesi nedeniyle (Delen, 2016) tedavi edici ve koruyucu bir yapı kazanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Fludioxonil'in inokulasyon yapılan meyvelerde çürüklüğü engellemede başarısının sınırlı olması ise, koruyucu bir fungusit oluşunun ve ayrıca sistemik özelliğe sahip olmamasıyla ilişkilendirilmektedir. D'Aquino ve ark (2007) fludioxonil'in tedavi edici aktivitesinin inokulasyon ile fungusit uygulama zamanının arasında geçen süreye bağlı olduğunu bildirmişlerdir. İnokulasyon ile

fungisit uygulaması arasında geçen zaman arttıkça, fludioxonilin tedavi edici etkisinin azaldığını düşünmekteyiz. Fungisit ve polietilen reçine mumun beraber uygulanması ile sadece fungisit uygulaması yapılan uygulamalara oranla daha yüksek bir etkililik söz konusu olmuştur. Ayrıca, mum uygulaması ile fungusitlerin etkinlikleri de, tek başlarına uygulanmalarına oranla artış göstermiştir. Polietilen reçine mum uygulanmasıyla depo ömrünün arttığını ve çürüklük gelişiminin azaldığını düşünmekteyiz. Koyuncu ve Savran (2002), Jacomino ve ark. (2003), Blum ve ark. (2008) mum kaplaması ile meyveler 0°C'de 6 ay depolandıktan sonra, solunum ve etilen üretimi hızının daha yavaş olduğunu ve mumların su buharı geçişini engelleyen bariyerler olarak görev yaptıklarını, su kaybı sonucu meydana gelen ağırlık kaybını da başarılı bir şekilde engellediklerini bildirmişlerdir. Dayanıklı izolatların kontrolünde özellikle pyrimethanil ve fludioxonilin ümitvar olduğunu, bu nedenle iyi bir dayanıklılık kontrolü programı çerçevesinde kullanılması gerekmektedir. Fungisit ve mum kombinasyonlarında etkinliğin artmasından ötürü, beraber kullanımı önerilmektedir.

### Uygulamaların Satsuma Meyveleri Üzerinde Mikrobiyal Yüke etkileri

İklim odası uygulamalarından önce, kontrol meyvelerinden yapılan yüzey yıkaması sonucunda, meyve yüzeyinde en çok maya popülasyonunun varlığı saptanmıştır. Patojen gruplarından en fazla oran ise *Cladosporium* spp., *P. digitatum*, *Alternaria* spp., ve *Colletotrichum* spp. olarak gözlenmiştir.

Soğuk hava deposu uygulamaları yapılmadan önce, kontrol meyvelerinden yapılan yüzey yıkaması sonucunda meyve yüzeyinde en çok maya ve *Cladosporium* spp. saptanmıştır. *Alternaria* spp. ve *Colletotrichum* spp. meyve yüzeyinde saptanan patojenler arasındadır.

Soğuk hava deposunda 1 ay depolandıktan sonra yüzey yıkaması yapılan meyvelerde, kontrole oranla en az mikrobiyal yük fludioxonil, imazalil + pyrimethanil ve imazalil + fludioxonil uygulaması yapılan mandarinlerde saptanmıştır.

### Kalite Analizleri

Hasat sonrası fungusit uygulamalarının depolama sonrası meyve kalitesine önemli bir etkisi olmamıştır. Azoxystrobin uygulananlarda ağırlık kaybı en yüksek (%2.12) olurken, fludioxonil uygulananlarda en düşük (%1.52) bulunmuştur. L\* değeri hasat sonrası fungusit uygulamalarından etkilenmemiş, kabuk renginin L\* değeri birbirine benzerlik göstermiştir. İmazalil + fludioxonil uygulanan meyvelerin kabuklarının a\* değeri en yüksek (19.67) bulunmuştur. Suda çözünür kuru madde miktarı ve C vitamini miktarı depolama öncesi ve sonrası hasat sonrası fungusit uygulamalarından etkilenmemiştir. Hasat sonrası fungusit uygulamalarının depolama öncesi ve sonrası Satsuma mandarininin meyve suyu miktarına ve pH değerine etkisi birbirine benzerlik göstermiştir. Bir aylık depolama sürecinde incelenen kalite parametrelerinde görülen artışlar ve azalışlar meyve yaşlanması ile uyumludur (Karaçalı, 1977; Erkan 1997; Karaçalı ve ark., 2001; Şen 2004). Tüm kalite parametreleri dikkate alındığında, genel olarak hasat sonrası fungusit uygulamalarının uygulama ve depolama sonrası kaliteye olumsuz bir etkisinin olmadığını göstermiştir.

Çalışma sonucunda elde edilen veriler, turuncgillerde hasat sonrası kullanılmak üzere yeni ruhsat alan etkili maddelerden fludioxonil, pyrimethanil ve imazalil + pyrimethanil karışımının, uzun süredir kullanılan ve dayanıklılık sorunu ortaya çıkan thiabendazole karşı alternatif olarak kullanılabileceğini işaret etmektedir.

### LİTERATÜR LİSTESİ

- Adaskaveg, J.E., Kanetis, L., Soto-Estrada A. and Förster, H. 2004. A new era of postharvest decay control in citrus with the simultaneous introduction of three new 'reduced risk' fungicides. Proc. Intl. Soc. Citricult. 10, 999-1004pp.
- Beevere, R.E., Lacey, E. P. and Park, H. 1989. Strains of *B. cinerea* Resistant to dicarboximide and benzimidazole Fungicides in New Zeland Vineyards. PlantPathology, 39: 427-437pp.
- Blum, J., Hoffmann, F.B., Ayub, R. A., Jung, D. L. and Malgarim, M. B. 2008. Uso de cer ana conservação pos-colheita do caqui cv. Giombo. Rev. Bras. Frutic. 30:830-833pp.
- Brown, G.E. 1982. Resistance of decay fungi to benzimidazole fungicides used in Florida citrus packinghouses. Proc. Fla. State Hort. Soc. 95, 239-242pp.

TURUNÇGILLERDE YESİL KÜF ÇÜRÜKLÜĞÜ ETMENİNE (*PENICILLIUM DIGITATUM* (PERS.) SACC)  
KARŞI BAZI FUNGISİTLERİN VE MUM KOMBİNASYONLARININ ETKİLERİ

- Bus, V., G., Bongers, A. J. and Risse L. A. 1991. Occurrence of *Penicillium digitatum* and *Penicillium italicum* resistant to benomyl, thiabendazole and imazalil on citrus from different geographic origins, Plant. Dis., 75: 1098-1100pp.
- D'Aquino, S., Schirra, M., Palma, A. and Liguori, R. 2007. Control of decay by fludioxonil in citrus fruit. Proc.3 CIGR Section VI International Symposium on food and agricultural products,24-26pp.
- Delen, N., Yıldız, N. and Maraite, H. 1984. Benzimidazole and dithiocarbamate resistance of *Botrytis cinerea* on greenhouse crops in Turkey. Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv.Gent., 49: 153-161pp.
- Delen, N. 2016. Fungisitler, Nobel yayınları, Yayın no: 43, Bornova-İzmir, 140-151 pp.
- Eckert, J.R. 1994. Reduction of imazalil effectiveness against citrus green mold in California packinghouses by resistant biotypes of *Penicillium digitatum*. Plant Dis. 78, 971-974pp.
- Eckert, J. W. 1977. Control of Postharvest Diseases. In Antifungal Compounds, ed. M.R.Siegel, H.D.Sisler, 1:269-352, New York; Marcel Dekker Inc. 600pp.
- Eckert, J.W. 1990. Impact of fungicide resistance on citrus fruit decay control. In: Green M.B., LeBaron H.M., Moberg W.K. (Eds.). Managing Resistance to Agrochemicals, American Chemical Society Symp. Series 421,286-302pp.
- Eckert, J. W. and Ogawa, J. M. 1985. Chemical Control of Postharvest Diseases: Subtropical and Tropical Fruits. Ann. Rev. Phytopathol., 23: 421-454pp.
- Erkan, M. 1997. Antalya koşullarında üretilen Washington Navel portakalı Star ruby altıntopunun derim sonrası fizyolojisi ve muhafazası üzerine araştırmalar, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Antalya.
- Georgopoulos, S.G. and Dekker, L. 1982. Dedection and Measurement of Fungicide Resistance. General Principles, FAO Method, FAO Plant Bot. Bull., 30: 39-42pp.
- Holmes, G. J. and Eckert J. W. 1999. Sensitivity of *Penicillium digitatum* and *P. italicum* to postharvest citrus fungicides in California. *Phytopathology* 89:716-721pp.
- Iacomi-Vasilescu, B., Avenot, H., Bataill'e-Simoneau, N., Laurent, E., Gu'enard, M. And Simoneau, P. 2004. *In vitro* fungicide sensitivity of *Alternaria* species pathogenic to crucifers and identification of *Alternaria brassicicola* field isolates highly resistant to both dicarboximides and phenylpyrroles. Crop Prot. 23, 481-488pp.
- Jacomino, A. P., Ojeda, R. A., Kluge, R. A., Scarpore Filho, J. A. 2003. G onservaço de goiabas tratadas com emulsões de cera de carnauba. Rev. Bras. Fruitic. 25: 401-405pp.
- Kader, A. 1992. Postharvest Technology of Horticultural Crops. Second ed., Chapter 3, Postharvest Biology and Technology.
- Kanetis L., Forster, H. and Adaskaveg, J.E. 2006. Fludioxonil-resistant isolates of *Penicillium digitatum* show diverse fitness and no relationship to osmotic stress regulation. *Phytopathology* 96, S58 (Abstr.).
- Karaçalı, İ. 1977. Satsuma mandarini (*Citrus unshiu* Marcovitch)'nde meyve kalitesi, olgunlaşma ve renklenme üzerinde karşılaştırmalı ekolojik araştırmalar, Doçentlik tezi, E. Ü. Zir. Fak. Meyve-Bağ Yetiştirme ve İslahı Kürsüsü, Bornova, İzmir, 147s.
- Karaçalı, İ. 2009. Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazarlanması, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:494, İzmir.
- Karaçalı, İ., Yıldız, M., Yıldız, F., Özeke, E., Kınay, P. ve Şen, F. 2001. Mandarinlerde derim öncesi bazı uygulamaların yara onarımı, yeşil küf çürüklüğü ve depolamaya etkileri, 145s.
- Kınay, P., Yıldız, M., Güngör, N. and Yıldız, F., 2004. Turunçgillerde Meyve Çürüklüklerine Yolaçan *Penicillium Spp.* İzolatlarının Bazı Fungisitlere Duyarlılıkları Konusunda Çalışmalar. I. Bitki Koruma Kongresi, 8-10 Eylül, 2004, Samsun, 183s.
- Kınay, P., Mansour, M. F., Mlikota Gabler, F., Margosan, D. A. and Smilanick, J. L. 2007. Characterization of fungicide-resistant isolates of *Penicillium digitatum* collected in California. Crop Protection. 26, 647-656pp.
- Knor, L. C. 1973. Citrus Diseases and Disorders, The University Press Of Florida. Gainesville, 163pp.
- Koyuncu, M.A. ve Savran H. E. 2002. Yenilebilir Kaplamalar ve Bahçe Ürünlerinde Kullanımı, Süleyman Demirel Üniversitesi Zir. Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Isparta, S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 6-3 (2002) 73-83s.
- Li, H.X., and Xiao, C.L. 2007. Baseline sensitivities to fludioxonil and pyrimethanil in *Penicillium expansum* populations from apple in Washington State. Postharvest Biol. Technol. 47, 239-245pp.
- Özbek, T. ve Delen, N. 1995. Turunçgil meyvelerinde *Penicillium* Türlerinin Oluşturduğu Depo Çürüklüklerine Karşı Savaşım



- Olanakları Üzerinde Araştırmalar Türkiye VII. Fitopatoloji Kongresi Bildirileri, 26-29 Eylül 1995, Adana, 220-224s.
- Sholberg, P.L., Bedford, K. and Stokes, S. 2005. Sensitivity of *Penicillium* spp. and *Botrytis cinerea* to pyrimethanil and its control of blue and grey mold of stored apples. *Crop Prot.* 24, 127–134pp.
- Schirra, M., Palma A., Barberis A., Angioni, A., Garau, V., Cabras, P. and D'Aquino, S. 2010, Postinfection activity, residue levels and persistence of pyrimethanil, fludioxonil and azoxystrobin applied alone or in combination with heat and imazalil for green mold control on inoculated oranges, *J. Agric. Food Chem.* 2010, 58, 3661–3666pp.
- Smilanick J.L., Brown, G.E. and Eckert, J.W. 2006. Postharvest citrus diseases and their control. In: Wardowski, W.F., Miller, W.M., Hall, D.J., Grierson, W. (Eds.), *Fresh Citrus Fruits*, Second ed. Florida Science Source, Inc., Longboat Key, FL, USA, 339–396pp.
- Şen, F. 2004. Hasat sonrası sıcak su ve diğer bazı koruyucu uygulamaların satsuma mandarininin kalite ve dayanım gücüne etkileri, E. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, İzmir.
- TUIK. 2018. Turkey Statistical Institute, <http://www.tuik.gov.tr> (Date accessed: 3 Mart 2011).
- Waller, J. M., Lenne, J. M., and Waller, S. J. 2001. *The Plant Pathologists' Pocketbook*, 3rd edn. Walling Ford, UK: CABI Publishing.
- Whiteside, J. O., Garnsey, S. M. and Timmer, L. W. 1989. *Compendium of Citrus Diseases*, The American Phytopathological Society, Minnesota.
- Yıldız, M. 2002. Depolanmış Ürün Hastalıkları Ders Notu, Bornova, 53-54s.



