

Hasat Sonrası Nar Meyvelerinde *Botrytis cinerea* Pers.: Fr.'e Karşı Bazı Fungisitlerin Etkinliği*

Ayşe UYSAL MORCA¹Pervin KINAY TEKSÜR²¹ Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bornova-İzmir² Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 35100 Bornova-Izmir

Sorumlu yazar: A. U. Morca, E-mail: ayse.uyisal@tarimorman.gov.tr

Geliş tarihi: 3 Şubat 2019

Kabul tarihi: 23 Ocak 2020

ÖZ

Nar meyvelerinde taç çürüklüğüne neden olan *Botrytis cinerea* hasat sonrası ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Hasat sonrası narlarda *B. cinerea*'ya karşı ruhsatlı bir fungusit bulunmamaktadır. Çalışmada, en yoğun yetiştiriciliğin ve depolamanın yapıldığı Antalya'dan 23, İzmir'den 4 soğuk hava deposundan toplanan infekteli nar meyvelerinden 27 *B. cinerea* izolatu elde edilmiştir. İzolatların miselyal gelişimine karşı on fungusitin etkinliği *in vitro* koşullarda ve daha sonra da bunlardan seçilenlerle meyve testleri gerçekleştirilmiştir. *In vitro* koşullarda *B. cinerea*'nın miselyal gelişimin engellenmesinde fludioksanil, cyprodinil + fludioksanil ve fenhexamid yüksek, pyrimethanil, thiabendazole, imazalil ve boscalid + pyraclostrobin orta derecede, azoxystrobin ve boscalid ise düşük derecede etkili olmuştur. Meyve testlerinde ise, en etkili fungusit %78.58'lik oranla fludioksanil olmuş, bunu sırasıyla boscalid + pyraclostrobin (%64.29) ve pyrimethanil (%64.28) takip etmiştir. Cyprodinil + fludioksanil (%50), cyprodinil (%50.01) ve azoxystrobin (%42.86) orta derecede etkililik göstermiştir. Hasat sonrasında çok yaygın olarak kullanılan fungusitlerden imazalil ve TBZ ise *B. cinerea* çürüklüklerine karşı düşük etkililik göstermiştir. Bu sonuçlara göre, fludioksanil narlarda hasat sonrasında *B. cinerea*'nın kontrolünde en etkili fungusit olarak saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Nar, *Botrytis cinerea*, Hasat sonrası, Fungisitler

ABSTRACT

Effectiveness of Some Fungicides Against *Botrytis cinerea* Pers.: Fr on Pomegranate Fruit at Postharvest

Crown rot caused by *Botrytis cinerea* on pomegranate fruit leads in economic crop losses in postharvest stage on pomegranate. There is no registered fungicide against *B. cinerea* at postharvest stage on pomegranates. In this study, 27 *B. cinerea* isolates were obtained from infected pomegranate fruit in commercial cold storage rooms from Antalya 23 and Izmir 4, where pomegranate grown and stored areas intensively. Effects of ten fungicides were tested on mycelia growth of 27 *B. cinerea* isolates *in vitro* and then selected isolates were used on fruit tests. *In vitro* tests, fludioksanil, cyprodinil+fludioksanil and fenhexamid were highly, pyrimethanil, thiabendazole, imazalil and boscalid+pyraclostrobin were moderate, azoxystrobin and boscalid were low effective on mycelial growth of *B. cinerea* isolates. On the fruit tests, the most effective fungicide was fludioksanil by 78.58%. After that, boscalid+pyraclostrobin and pyrimethanil were effective by 64.29% and 64.28%, respectively. Cyrodinil+fludioksanil (50%), cyprodinil (50.01%) and azoxystrobin (42.86%) were showed moderate effectiveness. Common postharvest fungicides, imazalil and TBZ have shown low efficacy against *B. cinerea* rots on pomegranate fruit. According to the results, fludioksanil were the most effective fungicides on postharvest control of *B. cinerea* on pomegranate fruit.

Keywords: Pomegranate, *Botrytis cinerea*, postharvest, fungicides

GİRİŞ

Nar, *Lythraceae* takımının *Punicaceae* familyasından olup, tek cinsi *Punica*'dır. Bu cinsin ticari olarak yetiştiriciliği yapılan tek türü *Punica granatum* L.'dur. Genellikle taze ve meyve suyu olarak tüketilen nar; son yıllarda daha çok tanınan, üretim ve tüketimi yıldan yıla artan bir meyve durumuna gelmiştir. TÜİK 2018 verilerine göre ülkemizde meyve veren yaşta 13,574,229 tane nar ağacı bulunmaktadır. Türkiye'de 2018 yılı itibariyle 537,847

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

HASAT SONRASI NAR MEYVELERİNDE *BOTRYTIS CINEREA* PERS.: FR.'E KARŞI BAZI FUNGİSİTLERİN ETKİNLİĞİ

ton nar üretimi yapılmaktadır. Türkiye’de Akdeniz Bölgesi toplam ülke nar üretiminin yarısından fazlasını karşılamaktadır. Ege ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri ise bu bölgeleri izlemektedir (TUİK, 2018).

Ürünler hasat edildikten sonra çeşitli fizyolojik ve patolojik bozulma ve kayıplara uğramaktadırlar. Taze sebze ve meyvelerde hasat sonrası kayıpların gelişmiş ülkelerde %20 – %25, gelişmekte olan ülkelerde ise %25 – %50 oranında olduğu tahmin edilmektedir (Droby ve ark., 1991). Taze sebze ve meyvelerde hasat sonrası süreci etkileyen önemli faktör hiç şüphesiz patolojik nedenlere bağlı kayıplardır. Bu sebeple hasat sonrası oluşabilecek kayıpları en aza indirmek önem kazanmaktadır. Hasat sonrasında nar meyvelerinde; *Aspergillus niger*, *Penicillium* spp., *Alternaria* spp., *Trichoderma* spp., *Coniella granati* ve *Botrytis cinerea* gibi fungal patojenler kalite ve kantitide önemli kayıplara neden olmaktadır (Snowdon, 1990). Bunlardan kurşuni küf hastalığına neden olan *B. cinerea* Pers.: Fr. narlarda en çok ekonomik zarar oluşturan hasat sonrası hastalıklardandır (Kınay-Teksür ve ark., 2012; 2014; Kınay-Teksür, 2015).

Nar meyvelerinde *B. cinerea* patojeni, hasat öncesinde meyvelerin çiçek veya taç kısmından (stamenler ve pistilleri içeren kaliks) giriş yapar, latent kalır ve hasat sonrasında çiçek burnundan meyvenin tamamına kadar kahverengi bir renk değişimine sebep olmaktadır. Bu nedenle, kurşuni küf hastalığı narda ‘*Botrytis* Taç Çürümesi’ adını almaktadır. Ayrıca, *B. cinerea* enfekteli meyvelerden sağlıklı meyvelere misel yayılımı ile depolanmış narları enfekte edebilmekte ve çürümelere yol açmaktadır. Kurşuni küf hastalığı 5–10°C’de ve > %90 oransal nemde gelişmektedir. Hasat edilmiş nar meyvelerine fungusit uygulamaları yapılmadığında, hastalığa bağlı olarak %30 ürün kaybı olduğu bildirilmiştir (Tedford ve ark., 2005). Hasat sonrasında *B. cinerea*’nın önlenmesinde kültürel önlemler oldukça önemlidir. Hasat sırasındaki işlemlerle ve mekanik zararlanmalarla oluşabilecek yaralar minimize edilmelidir. Meyveler olgunlaştıkça kurşuni küf hastalığına karşı daha duyarlı hale geleceğinden hasat uygun zamanda yapılmalıdır. Hasat edilen ürünler taşıma ve depolama boyunca uygun sıcaklık ve nemde muhafaza edilmelidir. Bu uygulamalar inokulum yoğunluğunu azaltarak, hasat sonrasında kurşuni küf hastalığının yayılmasını önemli ölçüde engellemektedir. Ancak meyve yüzeyinde yoğun bulaşmalarla gelen inokulumun engellenmesi için fungusit uygulamaları daha çok kullanılmaktadır (Williamson ve ark., 2007). Düşük riskli fungusitlerden fludioxonil (Scholar), 2005 yılında hasat sonrası kullanılmak üzere ruhsatlandırılmıştır. 2005 yılında Kaliforniya’da fludioxonil içeren ve hasat sonrasında ruhsatlı fungusit olan Scholar’ın nar meyveleri üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada, kurşuni küf hastalığından kaynaklanan meyve kayıplarının büyük ölçüde azaldığını belirtmiştir (Tedford ve ark., 2005).

Bazı illerdeki soğuk hava depolarında narlarda sorun olan hasat sonrası hastalıkların belirlenmesi amacıyla bir çalışma yürütülmüştür. Toplam 29 soğuk hava deposunda yürütülen çalışmada, ortalama hastalık oranının %1.02 ile %45.31 arasında değiştiği gözlenmiştir. Yapılan izolasyonlar sonucunda ortalama olarak %40.77’lik bir oranla *B. cinerea* ön plana çıkan hastalık etmeni olmuştur. Bunu %17.64’le *C. granati*, %17.22’le *Penicillium* türleri, %12.95’le *Alternaria alternata*, %8.15’le *Aspergillus niger* ve %2.13’lük oranla *Colletotrichum gleosporioides* izlemiştir (Çomak ve ark., 2012; Kınay-Teksür ve ark., 2012; 2014).

Bu çalışmada, hasat sonrası nar meyvelerinde *B. cinerea* Pers.: Fr.’e karşı bazı fungusitlerin etkinliği araştırılmıştır. Bu amaçla *in vitro* koşullarda fungusitlerin *B. cinerea* izolatlarının miselyal gelişimi üzerine etkilikleri testlenmiştir. Ayrıca; depo koşullarında ve iklim odalarında fungusitlerin etkilikleri meyve testleri ile değerlendirilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar üretimi hızla yaygınlaşan nar meyvelerinde hasat sonrasında ve depolama aşamasında kayıpların azaltılması açısından önem taşımaktadır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Nar yetiştiriciliğinin ve depolamanın en yoğun yapıldığı Antalya ilinden 11 ve İzmir’den 2 soğuk hava deposundan toplanan enfekteli nar meyvelerinden elde edilmiş *B. cinerea* izolatları ve Hicaz çeşidi (*P. granatum* L., cv. Hicaznar) nar meyveleri kullanılmıştır. Denemelerde kullanılan etkili maddeler ve oranları (%); ticari adları ve firması şu şekildedir: Pyrimethanil 50 (Mythos, Bayer; SC), Fenhexamid 50 (Teldor 50; Bayer; SC), Fludioxonil 100 (Celest @Max; Sygenta; FS), Cyprodinil 50 (Chorus; Sygenta; WG), Cyprodinil 37.5 + Fludioxonil 25 (Switch; Sygenta; WG), Azoxystrobin 25 (Quadris; Sygenta; SC), Boscalid 25.2 + Pyraclostrobin 12.8 (Bellis®; BASF;

WG), Boscalid 50 (Cantus®; BASF; WG), Thiabendazole 60 (TBZ 60; Tarmak; SC), İmazalil 50 (Fecundal; Maktheshim Agan; EC).

Botrytis cinerea Etmeninin İzolasyonu

Soğuk hava depolarından *B. cinerea* ile enfekteli olan hicaz çeşidi nar meyveleri toplanmıştır. Meyveler polietilen torbalar içerisinde laboratuvara getirilmiştir. Her meyveden enfekteli ve sağlıklı dokuyu içerecek şekilde steril bir bistüri ile 5–10 mm'lik parçalar alınmıştır. Bu alınan parçalar %0.5'lik sodyum hipoklorit (NaClO) içinde 1–2 dakika yüzeysel dezenfeksiyona tabi tutulmuş, iki kez steril saf suda yıkanmış ve kurutma kağıdı üzerinde kurutulduktan sonra PDA ortamına izolasyonları yapılmıştır. Saflaştırılan *B. cinerea* kolonilerinden tek spor izolatları elde edilmiştir. Toplam 27 *B. cinerea* izolatu çalışmalarda kullanılmak üzere eğik agarda +4°C ve silika jel içerisinde -20°C'de muhafaza edilmiştir.

Patojenisite Çalışmaları

Çalışmada 27 *B. cinerea* izolatının patojenisiteleri hicaz çeşidi nar meyveleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. *B. cinerea* izolatları minimal medium (MM; glikoz 20 g, K₂HPO₄ 1 g, MgSO₄.7H₂O 0,5 g, FeCL₃ 0.1 g, asparagin- L 1.5g, yeast extract 1 g, agar 20 g ve saf su 1000ml) ortamına ekilmiş ve gelişimin sağlanması için inkübatörde 23°C sıcaklıkta 7–10 gün inkübasyona bırakılmıştır. Gelişen koloniler üzerine %0.01'lik TritonX-100 (Sigma-Aldrich, St Louis, MO, USA) içeren steril saf sudan 5 ml ilave edilmiştir. Steril cam baget yardımıyla sporların suya geçmesi sağlanmıştır. Elde edilen süspansiyon çift kat ince tülde geçirilerek steril beherlere alınmıştır. Thoma kan sayım lamı (hemocytometre) yardımıyla 1×10^6 spor/ml yoğunlukta spor süspansiyonu hazırlanmıştır (Delen ve ark., 1984). İnokulasyon, bir demir çubuğun (1 mm en \times 2 mm boy) hazırlanan inokulumu daldırıldıktan sonra meyvenin çiçek kısmına yakın yerde 3 adet yara açılması şeklinde yapılmıştır. Her izolat için 3 meyve kullanılmıştır. Meyveler gelişimin izlenmesi için 24°C sıcaklıkta ve %95 nemde iklim odasında 10 gün süreyle nemli koşullarda bekletilmiştir. Bu süre sonunda meyvelerin hem çürüklük sayımları yapılmış hem de lezyon çapları ölçülmüştür (Palou ve Rio, 2009).

Fungisitlerin Botrytis cinerea İzolatlarının Miselyal Gelişime Etkileri

In vitro koşullarda yürütülen bu çalışmalarda, fungusitlerin izolatların miselyal gelişimine etkililik düzeylerinin saptanmasında MM besiyerinden yararlanılmıştır (Delen ve ark., 1984; Delen ve Özbek, 1992). Fungisitlerin 0 (kontrol), 0.01, 0.03, 0.1, 0.3, 1, 3, 10, 30 µg/ml etkili madde (e.m.) dozları kullanılmıştır. İstenilen fungusit dozlarını elde edebilmek için yüksek dozda stok solüsyonlarından (10000, 1000, 100 ppm'lik) seyreltmeler yapılmıştır (Georgopoulos ve Dekker, 1982; Dekker, 1982). Daha sonra, istenilen fungusit dozlarını içeren ya da fungusit içermeyen (kontrol) besiyerleri, steril petri kaplarına eşit miktarlarda dökülmüş donmaya bırakılmıştır. 23°C'de karanlıkta geliştirilen 27 *B. cinerea* izolatına ait üç günlük kolonilerin uç kısımlarından mantar delici yardımı ile alınan 4 mm çapındaki diskler, fungusit içeren ve içermeyen petrilere ekilmiştir. Denemeler, tesadüf parselleri deneme desenine göre, üç tekrarlı olarak kurulmuştur. Petrilere ekim yapıldıktan sonra 23°C'de ayarlanmış ışsız inkübatörde 4 gün bekletilmiştir. İnokulasyondan dört gün sonra yapılan çap ölçüm değerleri esas alınarak saptanan koloni gelişimi %50 oranında engelleyen doz (ED₅₀) değerlerine göre fungusitlerin etkililikleri ortaya konmuştur (Delen ve ark., 1984). ED₅₀ değerleri, kontrole göre yüzde gelişim değerlerinin log-probit kağıda uygulanması ile bulunmuştur (Georgopoulos ve Dekker, 1982; Beevere ve ark., 1989).

İklim Odası Koşullarında Meyve Denemeleri

In vitro'da etkili bulunan fungusit uygulamaların *B. cinerea*'ya etkinlikleri *in vivo* koşullarda nar meyveleri üzerinde testlenmiştir. Denemede inokulasyon 7 günlük sporulasyona geçmiş kültürlerden hazırlanan spor süspansiyonu yoluyla yapılmıştır. Bu amaçla kültürlerin bulunduğu petrilere Triton X-100 eklenerek baget yardımıyla sporların suya geçmesi sağlanmıştır. Misel parçalarından ayırmak amacıyla çift katlı tülbe ile steril behere süzölmüş ve Thoma kan sayım lamı (hemocytometre) sayılarak, istenilen inokulum yoğunluğu olan 1×10^6 spor/ml hazırlanmıştır. İnokulasyon, 1 mm eninde ve 2 mm uzunluğunda demir çubuğun hazırlanan inokulumu daldırıldıktan sonra meyvenin çiçek kısmına yakın yerde 3 adet yara açılması şeklinde yapılmıştır. 24 saat önce *B. cinerea* ile inokule edilen meyveler iklim odasında nemli koşullarda tutulmuştur. Bu süre sonunda inokulasyon

HASAT SONRASI NAR MEYVELERİNDE *BOTRYTIS CINEREA* PERS.: FR.'E KARŞI BAZI FUNGİSİTLERİN ETKİNLİĞİ

yapılmış meyvelere imazalil, TBZ, boscalid + pyraclostrobin, azoxystrobin, fludioxanil + cyprodinil, pyrimethanil ve cyprodinil 500 ppm dozlarında, fludioxanil ise 600 ppm dozunda püskürtülmüştür. Kontrol meyvelere ise steril saf su püskürtülmüştür. Boscalid ve cyprodinil + fludioxanil etkili maddeleri preparatlar sadece *in vitro* testlerde yer almıştır. Boscalid hasat öncesi narda kullanılan bir preparat olduğu için *in vivo* testlere alınmamıştır.

Denemeler *in vitro* testlerde fungistlere en duyarlı bulduğumuz 11 no'lu izolat ile yürütülmüştür. Uygulama yapılan meyveler $24\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de iklim odası koşullarında 10 gün bekletilmiştir. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş, her tekerrürde 3 meyve kullanılmıştır. Nemli koşullarda $24\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de iklim odası koşullarında bekletilen meyvelere 10 gün sonra çap ölçümü ve çürüklük sayımları yapılarak kontrole göre çürüklük gelişimi (%) ve Abbott formülü ile etki değerleri hesaplanmıştır.

Soğuk Hava Deposu Çalışmaları

Hasat edilmiş meyvelerle iklim odası çalışmalarında yapmış olduğumuz fungusit uygulamalarının aynısı depo koşullarında da gerçekleştirilmiştir. Çalışma her uygulamada 12 meyve olmak üzere 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Depolama öncesi fungusit uygulaması yapıldıktan sonra meyveler MA (Modifiye Atmosfer) ambalaj içerisinde 6°C 'de %85–90 nemde 2 ay boyunca depolanmıştır. Depolamanın 2.ayı sonunda meyvelerde çürük meyve sayıları saptanarak, çürüklük gelişimi belirlenmiştir. Elde edilen verilerde, Abbot formülü ile uygulamaların etki (%) oranları hesaplanmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Patojenisite Çalışmaları

Farklı lokasyonlarda bulunan paketlenme evlerinden nar meyvelerinden alınan ve daha önceki çalışmalarda (Çomak et al., 2012) *B.cinerea* olarak tanısı yapılan 27 izolatın patojenisite çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Patojenisite çalışmalarında izolatların yara çapları ortalama 1 ve 24.24 mm arasında değişen oranlarda ölçülmüş ve izolatların tamamının meyve üzerinde lezyon oluşturduğu gözlenmiştir. İzolatların çürüklük gelişimi oranları %22.22 ve %100 değerleri arasında bulunmuştur. Patojenisite çalışmalarında 27 *B. cinerea* izolatının tamamının patojen olduğu gözlenmiştir, 6 ve 21 nolu izolatların ise diğer izolatlara göre virülenslik düzeylerinin daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bardas ve ark. (2009) tarafından yapılan patojenisite çalışmalarında *B. cinerea*'nın nar meyveleri üzerinde lezyon oluşturduğu ve patojen olduğu bildirilmiştir.

Fungisitlerin Miselyal Gelişime Etkileri

Nar meyvelerinden izole edilmiş olan *B. cinerea* izolatlarına 10 farklı fungusitin etkililikleri ED₅₀ değerleri esas alınarak karşılaştırılmıştır. *B. cinerea* izolatlarının ED₅₀ değerlerine ($\mu\text{g/ml}$) göre sayısal ve oransal (%) dağılımları Çizelge 1.'de özetlenmiştir.

ED₅₀ değerlerine göre fungusitlerin *B. cinerea* izolatlarının miselyal gelişimine, oldukça farklı etkililiklerde olduğu görülmektedir. Fludioxanil, cyprodinil, fenhexamid ve cyprodinil + fludioxanil miselyal gelişimi en yüksek düzeyde engelleyen fungusitler olmuştur. Bu anlamda aralarında en iyi etkiyi fludioxanil göstermiştir. Fludioxanil'de *B. cinerea* izolatlarının ED₅₀ değerleri 0.01–0.1 $\mu\text{g/ml}$ arasında bulunmuştur. Förster ve ark., (2007) tarafından Kaliforniya'da sert çekirdekli meyvelerde yapılan çalışmada fludioxanil *B. cinerea*'a karşı kullanıldığında ED₅₀ değerinin ≤ 0.063 $\mu\text{g/ml}$ olduğu saptanmıştır. Bu bilgiler fludioxanil'e karşı duyarlılık azalışının hali hazırda söz konusu olmadığını göstermektedir. Cyprodinil + fludioxanil'de ED₅₀ değerleri 0.01–0.3 $\mu\text{g/ml}$ arasında bulunmuştur (Çizelge 1). Benzer şekilde, Trakya'da bağlarda yapılan başka çalışmada *B. cinerea* izolatlarının cyprodinil + fludioxanil karışımına duyarlı oldukları bulunmuş ve ED₅₀ değeri 0.3 $\mu\text{g/ml}$ olarak saptanmıştır (Köycü, 2007). Bu sonuçlar, *B. cinerea*'ya karşı cyprodinilin fludioxanil ile karışım halinde kullanılmasının ortaya sinerjistik bir etki çıkardığını göstermektedir. Fenhexamid'in *B. cinerea* üzerindeki etkisi incelendiğinde, izolatların %55.56'sının ED₅₀ değerleri 0.03–0.1 $\mu\text{g/ml}$, %33.33'ünün 0.1–0.3 $\mu\text{g/ml}$ ve %11.11'inin 0.3–1 $\mu\text{g/ml}$ aralığında olduğu saptanmıştır (Çizelge 1). Koplay, (2004) tarafından yapılan çalışmada, *B. cinerea*'nın miselyal gelişimine fenhexamid yüksek etkililik göstermiş ve ED₅₀ değeri <0.01 –1 $\mu\text{g/ml}$ doz aralığında belirlenmiştir. Bu çalışmada, iki izolatın MIC değerlerini 30 $\mu\text{g/ml}$ 'den büyük bulunmuş olması, fenhexamid'e karşı duyarlılık azalışının ilerde söz konusu olabileceğini göstermiştir. Çalışmada narlardan elde

edilen *B. cinerea* izolatlarının anilinopyrimidine türevi fungusitlere duyarlılığında bir azalma olduğu ve izolatların bu fungusitlere dayanıklılık kazanmaya başladığı belirlenmiştir. Yürütülen bu çalışmada, narlarda hasat sonrasında bazı soğuk hava depolarında TBZ'nin çok yoğun kullanılmasının duyarlılık azalışına yol açtığı düşünülmektedir. Cyprodinil'in ED₅₀ değerleri izolatlar arasında duyarlılık düzeyleri açısından önemli farklılıklar bulunduğunu göstermektedir. Bu durum, hem bahçe aşamasında hem de her bir paketlenme evinde yapılan uygulamalar arasında farklılıklar olduğu fikrini ön plana çıkartmaktadır. Ayrıca bu sonuçlar çok yakın zamanda, hasat öncesi kullanılan ve nar işleyen paketlenme evlerinin bilinçsiz fungusit uygulamalarının dayanıklılık sorunu ile karşı karşıya kalacağına bir göstergesidir. Boscalid ve azoxystrobin'e karşı önemli oranda dayanıklılık sorununun da oluştuğu görülmektedir. Özellikle azoxystrobin'e karşı 27 izolattan 26'sının dayanıklı bulunduğu görülmüştür (Çizelge 1). Bu durum hasat öncesinde fungusit kullanımında etkisizlik ve başarı düşüklüğü sorunlarını doğuracağını işaret etmektedir.

Çizelge 1. *Botrytis cinerea* izolatları üzerinde farklı fungusitlerin ED₅₀ değerlerinin (µg/ml) sayısal ve oransal % dağılımları.

Fungisitler	İzolot Sayısı	İzolotların ED ₅₀ değerlerine (µg/ml) göre 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
Pyrimethanil	27	0	0	0	18(66.67)	3(11.11)	1(3.70)	3(11.11)	0	2(7.41)
Fenhexamid	27	0	0	15(55.56)	9(33.33)	3(11.11)	0	0	0	0
Fludioxanil	27	0	25(92.59)	2(7.41)	0	0	0	0	0	0
Boscalid	27	0	0	1(3.70)	1(3.70)	1(3.70)	1(3.70)	4(14.81)	3(11.11)	16(59.26)
İmazalil	27	0	0	3(11.11)	10(37.04)	14(51.85)	0	0	0	0
Thiabendazole	27	0	0	0	18(66.67)	2(7.41)	0	0	1(3.70)	6(22.22)
Cyprodinil	27	3(11.1)	7(25.93)	10(37.04)	3(11.11)	0	0	1(3.70)	2(7.41)	1(3.70)
Azoxystrobin	27	0	0	0	0	1(3.70)	1(3.70)	0	0	25(92.59)
Boscalid +	27	0	1	0	9(33.33)	17(62.96)	0	0	0	0
Pyraclostrobin										
Cyprodinil +	27	0	7(25.93)	17(62.96)	3(11.11)	0	0	0	0	0
Fludioxanil										

*Parantez içindeki rakamlar (%) oransal dağılımları göstermektedir.

İklim Odası Koşullarında Meyve Denemeleri

Fungisitlerin *B. cinerea* izolatının çürüklük gelişimi ve yara çapı gelişimine etkililikleri Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2' incelendiğinde, *B. cinerea*'nın çürüklük gelişimi üzerinde en etkili fungusit %78.58'lik oranla fludioxanil olmuş, bunu sırasıyla boscalid+pyraclostrobin (%64.29) ve pyrimethanil (%64.28) takip etmiştir. Cyprodinil+fludioxanil (%50), cyprodinil (%50.01) ve azoxystrobin (%42.86) orta derecede etkililik göstermiştir. Hasat sonrasında çok yaygın olarak kullanılan fungusitlerden imazalil ve TBZ ise *B. cinerea* çürüklüklerine karşı düşük etkililik göstermiştir.

Çizelge 2. Nar meyvelerinde iklim koşullarında yapılan fungusit uygulamalarının ortalama çürüklük gelişimi (%) ve etkililik (%).

Fungisit	Çürüklük gelişimi (%)*	Etkililik (%)
Kontrol	77.77 a	-
Cyprodinil	38.88 abc	50.01
Boscalid + pyraclostrobin	27.77 bc	64.29
Azoxystrobin	44.44 abc	42.86
İmazalil	72.22 a	7.14
Pyrimethanil	27.78 bc	64.28
Thiabendazole	61.11 b	21.42
Fludioxanil	16.66 c	78.58

*Ortalamalar Duncan çoklu testine göre ayrılmıştır (P ≤ 0.05).

İklim odası koşullarında yapılan çalışmalarda fungusitlerin *B. cinerea* üzerine etkililiği meyve testleriyle belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmalar sonucunda fludioxanil nar meyvelerinde hasat sonrasında %78.58'lik oranla *B. cinerea* üzerinde en etkili fungusit olarak bulunmuştur (Çizelge 2). Benzer şekilde, Zhao ve ark., (2010) elmalarda

yaptığı çalışmada, dayanıklı izolat üzerinde fludioksanil'in hasat sonrası uygulamalarda pyrimethanil ve thiabendazole'e göre oldukça yüksek etkililik gösterdiğini saptamıştır. Bu bilgiler ışığında, fludioksanil'e karşı duyarlılık azalışının söz konusu olmadığı ve narlarda hasat sonrasında taç çürüklüğüne karşı en etkili fungusitin fludioksanil olduğu söylenebilir. Boscalid + pyraclostrobin ve pyrimethanil *B.cinerea* izolatı üzerinde fludioksanil'e göre daha düşük etki göstermişlerdir. Diğer taraftan, Boscalid + pyraclostrobin'in duyarlılık azalışı tespit edilmemesi ve meyve testlerinde çürüklük gelişimi üzerinde etkili olması nedeniyle narlarda hasat sonrasında *B. cinerea*'ya karşı ümitvar bir fungusit olduğu düşünülmektedir. Pyrimethanil iklim odası çalışmalarında etkili bulunmuştur. Yapılan bir başka çalışmada da pyrimethanil, tane testlerinde *B. cinerea*'nın dayanıklı ve duyarlı izolatları üzerinde en etkili fungusit olarak tespit edilmiştir (Köycü, 2007). Kanada'da hasat sonrasında elma meyvelerine 250–1000 µg/ml dozunda pyrimethanil'in uygulanması *Botrytis* çürüklük gelişimini önemli ölçüde engellemiştir (Sholberg ve ark., 2004). Fakat pyrimethanil'de dayanıklı izolatların bulunmuş olması ilerde *B. cinerea*'ya karşı duyarlılık azalışlarının söz konusu olabileceğini düşündürmektedir. Cyprodinil'in pyrimethanil'e göre *B. cinerea* çürüklük gelişimi üzerinde daha düşük etkililik gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 2). Bağlarda yapılan çalışmada ise, cyprodinil + fludioksanil'in (Switch 62.5) ticari dozu yaprak ve tane testlerinde fungusite duyarlı ve dayanıklı izolatlar üzerinde en etkili fungusit olarak belirlenmiş ve fungusitin sistemik dayanıklılığı uyarımasından dolayı etkili olduğu düşünülmüştür (Köycü, 2007). Şili'de çileklerde cyprodinil + fludioksanil (371 + 250 mg/l) hasat sonrası dönemde daldırma şeklinde uygulandığında, kurşuni küfe karşı yüksek etkililik göstermiştir (Sallato ve ark., 2007). Bu bilgiler cyprodinil + fludioksanil'in narlarda hasat sonrasında *B. cinerea*'ya karşı etkili olacağını göstermektedir. Azoxystrobin ise %42.86'lık oranla *B. cinerea* çürüklük gelişimi üzerinde cyprodinil'e göre daha düşük etkililik göstermiştir. Imazalil ve TBZ ise diğer fungusitlere göre *B. cinerea* çürüklüklerine karşı düşük etkililik göstermiştir. Bağlarda yapılan tane testlerinde de imazalil etkililiği en düşük fungusit olarak tespit edilmiştir (Köycü, 2007). Burçak (1998) ise tane testlerinde *B. cinerea* üzerinde imazalil'in oldukça yüksek etkililikte olduğunu saptamıştır. Bu çalışmada imazalil ve TBZ'nin hasat sonrasında narlarda *B. cinerea*'ya karşı duyarlılık azalışları saptanmış olup, hasat sonrası kullanımlarında dikkatli olunması gerekmektedir.

Soğuk Hava Deposu Çalışmaları

Nar meyvelerine yapılan fungusit uygulamalarından sonra soğuk hava koşullarında 6°C'de ve %85–90 nemde 2 ay süreyle depolanmıştır. Depolamanın 2. ayının sonunda meyvelerde kontrol meyvelerde oldukça yüksek oranda çürüklük gelişimi saptanmıştır. Azoxystrobin %50 ve fludioksanil uygulamalarında, %41.67'lik oranlarda çürüklük gelişimini azaltırken, imazalil ve cyprodinil'de ise kontrolle aynı oranlarda çürüklük gözlenmiştir. D'aqina ve ark., (2010) tarafından yapılan çalışmada, fludioksanil'in hasat sonrası nar meyvelerinde çürüklük gelişimlerini önemli oranlarda azalttığı bildirilmiştir. Tedford ve ark., (2005) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise nar meyvelerinde hasat sonrasında *B. cinerea*'nin neden olduğu taç çürüklüğü hastalığına karşı fludioksanil'in %86.88 oranında etkili olduğu tespit edilmiştir. Yürüttüğümüz bu çalışmanın sonuçları bu konuda yapılan diğer çalışmalarla paralellik göstermiştir. Diğer fungusitlerden ise; boscalid + pyraclostrobin %37.5'lik, cyprodinil + fludioksanil %31.81'lik, pyrimethanil %16.67'lik ve TBZ %12.50'lik çürüklük gelişimi üzerinde etki göstermiştir (Çizelge 3).

Yürütülen bu çalışmada elde edilen veriler, laboratuvar ve iklim odası koşullarında gerçekleştirilen *in vitro* ve *in vivo* testleri sonucunda elde edilmiştir. Hasat sonrasında narlarda ürün kayıplarına neden olan *B. cinerea*'nın mücadelesinde, her ne kadar soğuk hava deposu koşullarında etkisi biraz düşük gibi bulunsun da, fludioksanil ön plana çıkmaktadır. Fludioksanil, Amerika'da nar meyvelerinde ruhsatlı olan bir fungusittir. Düşük riskli fungusitlerden fludioksanil (Scholar), 2005 yılında hasat sonrası kullanılmak üzere ruhsatlandırılmıştır. 2005 yılında Kaliforniya'da fludioksanil içeren ve hasat sonrasında ruhsatlı fungusit olan Scholar'ın kurşuni küf hastalığından kaynaklanan meyve kayıplarının büyük ölçüde azaldığını belirtmiştir (Tedford ve ark., 2005). Kaliforniya' da 7.2°C' de depolanan Wonderful çeşidi narlarda sodyum bikarbonat, sodyum karbonat ve potasyum sorbat gibi bazı katkı maddelerini kullanarak kurşuni küfe karşı fludioksanil fungusiti ile karşılaştırıldıkları araştırmada, fludioksanil'in diğer uygulamalara göre yüksek başarı gösterdiğini, potasyum sorbat'ın en etkili katkı maddesi olduğu saptanmıştır (Palou et al., 2007).

Çizelge 3. Soğuk hava koşullarında nar meyvelerinde yapılan fungusit uygulamalarının çürüklük gelişimine etkileri

Fungisit	Çürüklük gelişimi (%)*	Etkililik (%)
Kontrol	100.00 a	–
Cyprodinil	95.83 a	4.17
Boscalid+pyraclostrobin	62.50 a	37.50
Azoxystrobin	50.00 a	50.00
İmazalil	100.0 a	–
Pyrimethanil	83.33 a	16.67
TBZ	87.50 a	12.50
Fludioxanil	58.33 a	41.67
Cyprodinil+Fludioxanil	62.50 a	37.50

*Ortalamalar Duncan çoklu testine göre ayrılmıştır (P < 0.05)

Ülkemizde narda hasat sonrasında ruhsatlı herhangi bir fungusit bulunmamaktadır. Hasat öncesi uygulanan kimyasallarda, kısa vadede dayanıklılık sorunu ile karşılaşılması için uygun zamanlarda ve dozlarda bilinçli olarak kullanılmaları gerekmektedir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, hasat sonrası fludioxanil uygulaması Amerika’da narda ruhsatlı olarak tavsiyesi bulunması nedeniyle, çürüklük gelişiminin kontrolünde kullanılabileceği düşünülmektedir.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Bardas, G. A., Tzelepis, G. D., Lotos, L. and Karaoglanidis, G. S. 2009. First Report of *Botrytis cinerea* Causing Gray Mold of Pomegranate (*Punica granatum*) in Greece, Plant Disease, Volume 93, Number 12, 1346p.
- Beevere, R.E., Laracy, E.P. and Park, H. 1989. Strains of *B. cinerea* Resistant to dicarboximide and benzimidazole fungicides in New Zeland Vineyards. Plant Pathology, 39: 427-437.
- Burçak, A. 1998. Bağlarda İzole Edilen Kurşuni Küf İzolatlarına Bazı Fungisitlerin Etkililiklerinin ve Kalıntı Açısından Değerlendirmeleri. Doktora Tezi, E.Ü. Fen Bil. Ens., 179s.
- Çomak, Ö. A, Kınay-Teksür, P., Kalın, A., Karakoç, R., ve Şahan, S. 2012. Bazı İllerdeki Soğuk Hava Depolarında Narlarda Sorun Olan Hasat Sonrası Hastalıkların Belirlenmesi. *V. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu*, 18-21 Eylül, 2012 İzmir, 365-371s.
- D’aquino, S., Palma, A., Schirra, M., Continella, A., Tribulato, E. and Malfa, S.F. 2010. Influence of Film Wrapping and Application on Quality of Pomegranate Fruit. *Postharvest Biology and Technology* 55, 121-128.
- Dekker, J. 1982. Countermeasures for Avoiding Fungicide Resistance. *Fungicide Resistance in Crop Protection*, Dekker, J. and Georgopoulos, S.G. (Eds), Center for Agricultural Publishing and Documentation, 177-178, Wageningen, 265p.
- Delen, N., Yıldız, M. and Maraite, H. 1984. Benzimidazole and dithiocarbamate resistance of *Botrytis cinerea* on greenhouse crops in Turkey. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv.Gent.* 49: 153-161.
- Delen, N. and Özbek, T. 1992. Effectiveness of some fungicide and fungicide combinations on *B. cinerea* isolates. *Recent Advence in Botrytis Research, Proceedings of the 10 th. International Botrytis Symposium*, Heraklion, Crete, Greece, 5-10 April 1992, 238-241.
- Droby, S., Chalutz, E. and Wilson, C.L. 1991. Antagonistic Microorganisms as a Biological Control Agents of Post Harvest News and Information, Vol 12 (3): 169-173.
- Förster, H., Driever, G.F., Thompson, D.C. and Adaskaveg, J.E. 2007. Postharvest Decay Management for Stone Fruit Crops in California Using the Reduced-Risk Fungicides Fludioxanil and Fenhexamid. *The American Phytopathological Society*, Volume 91, Number 2, DOI: 10.1094/PDIS-91-2-0209, 209-215.
- Georgopoulos, S.G. and Dekker, L. 1982. Dedection and Measurement of Fungicide Resistance, *General Principles*, FAO Method No: 24, FAO Plant Bot. Bull, 30: 39-42.
- Kınay-Teksür, P. 2015. Alternative technologies to control postharvest diseases of pomegranate, *Stewart Postharvest Review* 2015, 4(3): 1-7p.

HASAT SONRASI NAR MEYVELERİNDE *BOTRYTIS CINEREA* PERS.: FR.'E
KARŞI BAZI FUNGİSİTLERİN ETKİNLİĞİ

- Kınay-Teksür, P., Şen, F. ve Yıldız, F. 2014. Hasat Öncesi ve Sonrası Bazı Uygulamalarla Nar Meyvelerinde Fungal Çürüklüklerin Önlenmesi ve Meyve Kalitesinin İyileştirilmesi. TÜBİTAK TOVAG 110 O 624 no'lu proje kesin raporu, 158 s.
- Kınay-Teksür, P., Şen, F., Yıldız, F., Altun, A., Öztaltacı, N. ve Hizaler, K. 2012. Hasat öncesi ve sonrası bazı uygulamalarla nar meyvelerinde fungal çürüklüklerin önlenmesi ve meyve kalitesinin iyileştirilmesi, *V. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu*, 18-21 Eylül, 2012 İzmir, abst., 437s.
- Koplay, C. 2004. Sofralık sultani üzümde fungal kaynaklı çürüklük patojenlerin saptanması ve in vitro koşullarda etkili fungusitlerle önlenmesi üzerinde incelemeler, Yüksek Lisans Tezi, E.Ü. Fen Bil. Ens., 79s.
- Köycü, D.N. 2007. Bağlarda kurşuni küf hastalığı etmeni (*B. cinerea* Pers. Ex. Fr.)'nin kullanılan fungusitlere karşı duyarlılık düzeylerinin belirlenmesi ve kimyasal mücadelesi üzerine araştırmalar, Doktora Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Bitki koruma Anabilim Dalı, Tekirdağ, 103s.
- Palou, L., Crisosto, C.H. and Garner, D., 2007, Combination of Postharvest Antifungal Chemical Treatments And Controlled Atmosphere Storage to Control Gray Mold And Improve Storability of 'Wonderful' Pomegranates, *Postharvest Biology and Technology*, 43,1, 133-142.
- Palou, L. and Rio, M.A. 2009. Assesment of Fungal Pathogens Causing Postharvest Decay of Pomegranate in Southeast Spain, Department de Postcollita Institut Valencia d' Investigacions Agraries (IVIA), Montcada, Valencia, Spain, Proc. 1st IS on Pomegranate, Ed: A.I. Özgüven, Acta Hort. 818, ISHS 2009, 305-311.
- Sallato, B.V., Torres, R., Zoffoli, J.P. and Latorre, B.A. 2007. Effect of Boscalid on Postharvest Decay of Strawberry Caused by *B. cinerea* and *Rhizopus stolonifer*, Facultad de Agronomia e Ingenieria Forestal, Pontifica Universidad Catolica de Chile, Casilla 306-22, Santiago, Chile, *Spanish Journal of Agricultural Research* 5(1): 67-78.
- Sholberg, P. L., Bedford, K. and Stokes, S. 2004. Sensitivity of *Penicillium* spp. and *Botrytis cinerea* to pyrimethanil and its control of blue and grey mold of stored apples, *Crop production*. 24: 127-134.
- Snowdon, A.L., 1990, A color atlas of postharvest diseases and disorders of fruits and vegetables, Vol. 1. Wolfe Scientific, London.
- Tedford, E.C., Adaskaveg, E.J. and Ott, A.J. 2005. Impact of Scholar (a new postharvest fungicide) on the California pomegranate industry, Online.Plant Health Progress doi: 10.1094PHP-2005-0216-01-PS .
- TUİK, 2018. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim tarihi: 18 Aralık 2019)
- Williamson, B., Tudzynski, B., Tudzynski, P. and Van Kan, J.A.L. 2007. *Botrytis cinerea* the cause of grey mould disease. *Molecular Plant Pathology*, 8 (5): 561-568.
- Zhao, H., Kim, Y.K., Huang, L. and Xiao, C.L. 2010. Resistance to Thiabendazole and Baseline Sensivity to Fludioxonil and Pyrimethanil in *Botrytis cinerea* Populations from Apple and pear in Washington State. *Postharvest Biology and Technology* 56, 12-18.