

Farklı Alanlardan Toplanan *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint. (Elma Karalekesi) İzolatlarının Patojenisiteleri¹

Suat KAYMAK²

Nuh BOYRAZ³

ABSTRACT

Pathogenicities of the *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint. (Apple Scab) Isolates Collected from Different Areas

In this study, the isolates of *Venturia inaequalis* (Apple Scab) were collected from the intensive production areas to determine their pathogenicity. The conidial suspensions of the isolates were artificially inoculated on distinctive apple lines and disease severity of the plants was evaluated.

According to the results of the pathogenicity studies, the differences among the isolates were found significant statistically considering the location where isolates was collected.

Maximum severity of the disease were obtained from the isolate of Eğirdir (20.4%), followed by the isolate of Karaman (18.8%), the isolate of Gelendost (18.6%) and the isolate of Kayseri (17.1%). Of all these isolates were in the same group statistically. The isolate of Denizli had the lowest disease severity with 16.9%.

This study is the first research study on the identification of virulence of *Venturia inaequalis* in apple production areas of Turkey.

Keywords: Apple, pathogenicity, *Venturia inaequalis*

¹ Bu çalışma 06.06.2012 tarihinde Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından kabul edilen doktora çalışmasının bir bölümüdür.

² Ziraî Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yenimahalle, Ankara

³ Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Konya

Yazar (Corresponding author) e-mail:suatkaymak@zmmae.gov.tr

Alınış (Received): 06.11.2014, Kabul edilmiş (Accepted): 05.02.2015.

ÖZ

Bu çalışmada, elma üretiminin yoğun olarak yapıldığı alanlardan elma kara lekesi etmeni *Venturia inaequalis* izolatları patojenisiteleri belirlenmek için toplanmıştır. Bu izolatlardan elde edilen spor süspansiyonları suni inokulasyon ile ayırıcı elma hatları üzerine uygulanarak oluşturdukları hastalık şiddeti oranlarına göre değerlendirmeler yapılmıştır.

Elde edilen bulgulara göre; Patojenisite çalışmalarında, izolatların toplama yerlerine göre yapılan değerlendirmede, izolatlar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. En yüksek hastalık şiddeti değeri, Eğirdir izolatında (%20.4) görülmüş, bu izolatı Karaman (%18.8), Gelendost (%18.6) ve Kayseri (%17.1) izolatları izlemiş ve istatistiki olarak aynı grup içinde yer almışlardır. En düşük hastalık şiddeti ise Denizli izolatında %16.9 olarak tespit edilmiştir.

Bu çalışma, ülkemizde *Venturia inaequalis*'in elma üretim alanlarındaki virülensliğinin belirlenmesi konusunda yapılan ilk araştırma çalışmasıdır.

Anahtar kelimeler: Elma, patojenisite, *Venturia inaequalis*

GİRİŞ

Ülkemizde elma üretiminin ticari olarak yapıldığı iller; Isparta (%22), Karaman (%12), Niğde (%12), Denizli (%8) ve Antalya (%8)'dir. Isparta ili, üretimin yanı sıra depolama, işleme ve Ar-Ge altyapısı bakımından öne çıkmaktadır. Karaman ve Niğde illerinde, yoğun yetiştiricilik metotlarına uygun olarak tesis edilen yeni plantasyonlar, büyük işletme arazileri ve gün geçtikçe artan endüstri altyapısı nedeniyle dikkat çekici gelişmeler yaşanmaktadır (Öztürk ve ark. 2011).

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de elma karalekesi hastalığı elmanın ana hastalığıdır. Hastalıktan korunmak için yoğun bir şekilde fungusit uygulanmaktadır.

Venturia inaequalis yüksek oranda genetik değişkenliğe sahiptir. Fungus genetik olarak her yıl rekombinasyona uğramakta, bu nedenle de konukçu dayanıklılığını zayıflatma yeteneğini gün geçtikçe arttırmaktadır (Sandskar 2003).

Yeni ırkların oluşumu ve virülensliği arttıran etkenlerin başında, çevre şartları, konukçu duyarlılığı, kimyasal mücadele ile oluşan seleksiyon baskısı gibi nedenler bulunmaktadır.

Araştırmacılar daha önceki çalışmalarda, değişik elma hatlarında 11 tane dayanıklılık geni (*Va*, *Vb*, *Vbj*, *Vd*, *Vf*, *Vg*, *Vh2*, *Vh4*, *Vh8*, *Vm* ve *Vr2*) ve bu genlere sahip çeşitlerde hastalık oluşturabilen 8 ırk tespit etmişlerdir (Janick ve Moore 1996, Roberts and Crute 1994). Zamanla yeni dayanıklılık kaynaklarının bulunması ile ırkların yeniden isimlendirilmesine ihtiyaç duyulmuştur. *V. inaequalis*'in ırkları ve *Malus* spp. arasında avirülenslik geninin varlığına göre yeniden isimlendirilmiştir

(gene-for-gene). Gala elma çeşidi gibi avirülens (Avr) geni olmayan çeşit hassas olarak kabul edilmiştir. Avr genine sahip çeşit ise dayanıklı olarak değerlendirilmiştir. Buna göre patojenle karşılaşan Avr genine sahip çeşit, genin patojeni tanımasıyla birlikte savunma mekanizması devreye girmekte bunun sonucunda hastalığa karşı dayanıklılık oluşmaktadır. Buna göre 18 ayırıcı hat üzerinde 17 ırk ve avr geni isimlendirilmiştir (Jha and Thakur 2009, Bus et al. 2011).

Elmadaki kara leke hastalığına karşı dayanıklılıkta dayanıklılığı sürekli kılmak ve kalite unsurlarını göz önünde bulundurmamak önemlidir. Dayanıklılığın major genler tarafından güçlendirildiği poligenik kaynakların tanımlanması büyük önem taşımaktadır (Gessler et al. 2006).

Bu çalışmayla, *V. inaequalis* izolatları arasındaki virülensliğe bakılmış, genetik farklılıkların oluşmasında coğrafi fark ve kültürel işlemlerin rolü araştırılmıştır. Ülkemizde hastalığa karşı dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesine yönelik ıslah çalışmalarına başlanmış olmasına rağmen, henüz *V. inaequalis* izolatlarının değişen çevre şartlarına karşı gösterdiği reaksiyon farklılıklarına karşı çalışmalar yapılmamıştır. Çalışmayla, bu eksiklik giderilmeye çalışılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışmanın materyalini; Elma üretimi yapılan 4 ilden temin edilen 20 adet *Venturia inaequalis*'in tek spor izolatları ile birlikte, Juliet, Galaxy Gala, Golden Delicious, Granny Smith, Jonagold, Prima ve Starking Delicious elma çeşitleri oluşturmuştur.

Arazi çalışmaları

Elma bahçelerinde hastalıklı yapraklardan örnekler toplanmıştır. Sürveyler, Nisan ve Haziran aylarında hastalığın aktif olarak görüldüğü zamanlarda yapılmıştır. Alınan yaprak örnekleri kilitli poşetlere konularak buz içerisinde en kısa sürede laboratuara getirilmiştir.

Etmenin İzolasyonu

V. inaequalis izolatları farklı yaş ve çeşitteki elma bahçelerinden tek spor olarak izole edilmiştir. Patojen izolasyonu için, yapraklar üzerindeki primer lezyonların bulunduğu alanlardan, steril destile su ile sporlar yıkanmış, spor süspansiyonunun konsantrasyonu 15×10^3 spor/ml'ye ayarlanarak ve bu süspansiyondan 5µl alınarak %1.2 agar, %1.5 malt ekstrakt ve 25 µg/ml terramycin bulunan agar ortamı üzerinde kültüre alınmıştır. 20°C'de 24 saat inkubasyon sonucunda çimlenen konidiler ışık mikroskopunda incelenmiş ve Patates dekstroz agar (PDA) ortamına aktarılarak saf kültürler elde edilmiştir. (Sierotzki et al. 1994).

***Venturia inaequalis* İzolatlarının Patojenisite Çalışmaları**

Yaprak disklerinin inokulasyonu

M9 anacına aşılı elma çeşitlerinin yeni gelişen filizlerinden en hassas yapraklar (3. en genç açmış yaprak) toplanmış, sodyum hipoklorit (NaClO) çözeltisinde (%1) 1 dak. 30 sn dezenfekte edilmiştir. Daha sonra 3 kez deiyonize suda durularak, 1 cm çapında olacak şekilde kesilmiştir. Yaprak diskleri %1'lik sulu agarda hazırlanan petri kabına yerleştirilerek, steril konidial süspansiyon ile inokule edilmiştir. Konidial süspansiyon 2.5×10^5 spor/ml olarak ayarlanmış, konidial süspansiyondan 5µl'lik iki damla ile yaprakların yüzeyine inokule edilmiştir. Aynı işlemler yapraklar üzerinde ve misel diskleri kullanılarak da yapılmıştır. 17 °C'de 21 günlük inkübasyondan sonra değerlendirmeler yapılmıştır (Benaouf and Parisi 1998).

Bitkilerin inokulasyonu

Türkiye elma üretiminin yarısından fazlasının yapıldığı; Isparta (Eğirdir, Gelendost), Denizli (Çivril), Karaman (Merkez) ve Kayseri (Yahyalı) elma üretim alanlarından toplanan elma karalekesi hastalığı ile bulaşık yapraklardan (Şekil 2) hazırlanan süspansiyonlarla izolatların patojenisitelerini belirlemek için M9 üzerine aşılı elma çeşitlerine inokulasyonlar yapılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Patojenisite çalışmalarında kullanılan elma çeşitleri

No	Çeşit ismi	Karakterizasyonu	Dayanıklılık geni
1	Galaxy Gala	Kara lekeye hassas	yok
2	Golden Delicious	Kara lekeye hassas	Vg
3	Granny Smith	Kara lekeye hassas	yok
4	Juliet	Kara lekeye dayanıklı	Vf
5	Prima	Kara lekeye dayanıklı	Vf + Vg
6	Starking Delicious	Kara lekeye hassas	yok
7	Jonagold	Kara lekeye hassas	yok

Her bir bölgeyi temsil edecek şekilde konidial süspansiyonlar hazırlanmıştır. Hazırlanan konidial süspansiyonlardan 2.5×10^5 spor/ml yoğunluğunda inokulumlar M9 anacı üzerine aşılı çeşitlere 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 1 bitki olacak şekilde verilmiştir. İnkübasyon koşulları 19°C'de, %100 nemde 24 saat olacak (10/14 saat ışık/karanlık) şekilde ayarlanmıştır. Makroskopik simptomlar 17 gün sonra 0-4 skalasına göre değerlendirilmiştir (Benaouf and Parisi 2000).

Buna göre;

- 0: enfeksiyon ve belirti yok,
 - 1: küçük, klorotik noktalar,
 - 2: küçük, klorotik veya nokta şeklinde zayıf sporulasyon,
 - 3: iyi sporulasyon fakat zayıf klorotik lezyon,
 - 4: Açıkça ve kuvvetli sporulasyon olan lezyon,
- şeklinde değerlendirme yapılmıştır.

Her bir tekerrürde sayılan yapraklar, 0-4 skalasına göre gruplandırıldıktan sonra Tawsend-Heuberger formülüne (Açıkgöz 1988) göre her tekerrürdeki %'de hastalık şiddeti saptanmıştır. Bu formüle göre her bir tekerrür için bulunan %'de hastalık şiddeti değerleri toplanıp dörde bölünerek her muamelenin ortalama yüzde hastalık şiddeti değeri bulunmuştur.

$$X = \frac{\sum(a \times c)}{(Z \times N)} \times 100$$

X= Hastalık %'si

a= Skala değeri

c= Her skala değerinden gözlenen yaprak sayısı

Z= Skaladaki grup sayısının bir eksiği

N= Gözlenen yaprakların toplam sayısı

Elde edilen veriler varyans analizi yapılarak değerlendirilmiş, gruplar arası farklar ise Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi kullanılarak belirlenmiştir. Bütün istatistik analizler 5.0.1 JMP (SAS Institute Inc.) istatistik programında yapılmıştır.

SONUÇLAR

Venturia inaequalis İzolatlarının Patojenisite Çalışmaları

Yaprak disklerinin inokulasyonu

Yaprak diskleri %1'lik sulu agarda hazırlanan petri kabına yerleştirilerek, steril konidial süspansiyon ile inokule edilmiştir. Fakat 17°C'de 21 gün sonra belirtilerin değerlendirilmesi planlanmasına rağmen, enfeksiyon oluşmamış, yaprakların yandığı görülmüştür. Aynı işlemler yapraklar üzerinde ve misel diskleri kullanılarak uygulanmış, bu şekilde de değerlendirme yapılamamıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Konidial süspansiyon ile yaprakların inokule edilmesi ve inkübatördeki durumu.

Bitkilerin inokulasyonu

Saksı denemelerinde, izolatlara ait misel diskleri konularak inokulasyon yapılmış, bulaştırmanın yapıldığı alanlarda enfeksiyon oluşmayarak küf ve yaprak

yanıklıkları meydana gelmiştir. Bu nedenlerden dolayı tek spor izolatlarının virülentliği ve patojenisiteleri tespit edilememiştir.

Üretim alanlarını temsil eden izolatlara ait spor süspansiyonları, izolatların patojenisitelerini ve virülensliğini belirlemek için elma çeşitlerine inokule edilmiştir.



Şekil 2. Kayseri (Yahyalı) den toplanan bitki örnekleri.

Farklı izolatların aynı çeşitlerde meydana getirdiği hastalık şiddeti değerleri karşılaştırıldığında, farkın istatistiksel olarak önemsiz olduğu; hastalık seviyeleri çeşitlere göre değerlendirildiğinde ise farkın istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur. Buna göre en yüksek hastalık şiddeti %35.2 ile Starking Delicious çeşidinde gözlenirken, bu çeşidi Golden Delicious ve Galaxy Gala çeşitleri sırasıyla %27.1 ve %22.0 hastalık şiddeti oranlarıyla takip etmiştir (Şekil 3 ve 4). Jonagold ve Granny Smith elma çeşitlerinde hastalık şiddeti yönünden fark istatistiksel olarak önemsiz (% 16.4 ve % 12.6) bulunmuştur. Tüm izolatların Juliet ve Prima elma çeşidi ile yapılan suni inokulasyonunda hiçbir enfeksiyon tespit edilememiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Çeşitlere göre tespit edilen % hastalık şiddeti oranları

No	Çeşit adı	Hastalık şiddeti %
1	Starking Delicious	35,2 a*
2	Golden Delicious	27,1 b
3	Galaxy Gala	22,0 c
4	Jonagold	16,4 d
5	Granny Smith	12,6 d
6	Juliet	0 f
7	Prima	0 f

*Aynı harfleri taşıyan gruplar arasında istatistiki fark yoktur ($P<0.01$).

İzolatların toplanış yerlerine göre yapılan değerlendirmede, en fazla hastalık şiddetinin Eğirdir'den (%20.4) alınan izolatta olduğu görülmüş, bu izolatu Karaman'dan alınan izolat (%18.8) takip etmiştir (Çizelge 3). Gelendost (18.6) ve Kayseri (%17.1) izolatları istatistiki olarak aynı grup içinde yer almışlardır ($P<0.01$). En düşük enfeksiyon şiddeti de Denizli izolatında %16.9 olarak tespit edilmiştir ($P<0.01$).

Çizelge 3. İzolatların alınış yerlerine göre tespit edilen % hastalık şiddeti oranları

No	İzolatın alındığı yer	Ortalama hastalık %
1	Eğirdir	20,4 a*
2	Karaman	18,8 ab
3	Gelendost	18,6 bc
4	Kayseri	17,1 bc
5	Denizli	16,9 c

*Aynı harfleri taşıyan gruplar arasında istatistiki fark yoktur ($P<0.01$).



Şekil 3. Golden Delicious elma çeşidinde 17 gün sonra oluşan makroskopik belirtiler.

TARTIŞMA VE KANI

Hastalık şiddetinin en fazla Eğirdir'den (%20.4) alınan izolatta oluşmasının en önemli nedenlerinden biri, bu bölgede hastalıkla yoğun bir şekilde kimyasal mücadele yapılması olarak gösterilebilir. Göller bölgesi ilkbahar aylarında yoğun yağış alan bir bölgedir. Eğirdirli elma üreticileri için bu durum bir dezavantajdır. Çünkü konukçuların hassas olduğu ilkbahar aylarında sürekli yağış görülmektedir. Hastalığın oluşmasında patojen-konukçu uyumuyla birlikte, uygun iklim koşulları da önemli bir etkidir. Bu nedenle hastalık; Eğirdir çevresinde sürekli epidemiy göstermekte, hastalıkla mücadele amacıyla yoğun bir fungusit kullanımına ihtiyaç duyulmaktadır. Boyraz ve ark. (2005) Eğirdir'de elma üreticisinin hastalık ve zararlılara karşı bir sezonda 20–25 defa ilaçlama yaptığını, ilkbahar aylarının yağışlı geçtiği dönemlerde, özellikle elma karalekesi enfeksiyonuna karşı üreticilerin bundan korunmak için ağaçları sürekli ilaçlı bulundurma eğilimi içerisinde olduklarını rapor etmişlerdir.

Le Van et al. (2012), *V. inaequalis* etmenlerinin *M. sieversii*, *M. x domestica* ve *M. sylvestrus* elma çeşit/tipleri üzerindeki hayat döngüsünü anlamak için çapraz patojenisite testleri yapmışlardır. Elde ettikleri bulgulara göre izolatların konukçusuna has virülenslik kazandığını ve tarımsal uygulamaların hastalığın patojenisitesini arttırdığını vurgulamışlardır. Bu çalışmada yapılan patojenisite çalışmaları da araştırmacıların bulgularını desteklemiş, elde edilen bulgulara göre Isparta'da, elma yetiştiriciliği yapılan diğer bölgelere göre hastalık daha şiddetli seyretmiştir. Bunun en önemli nedenleri arasında konukçunun hassas olduğu dönem boyunca hastalık gelişimi için uygun iklim şartlarının oluşmasıdır. Bununla birlikte yoğun fungusit kullanımı, patojenin oluşan yeni koşullara adaptasyonunu zorunlu hale getirmekte ve daha saldırgan hale dönüşmesine neden olmaktadır.

Didelot et al. (2007), tarafından yapılan bir çalışmada, tek çeşit ve karışık çeşitlerden oluşan bahçelerde *V. inaequalis*'in hastalık oluşturma düzeyleri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, karışık bahçelerdeki enfeksiyon oranının monokültür yetiştiricilik yapılan bahçelere göre daha düşük seviyelerde oluştuğunu tespit etmişlerdir.



Şekil 4. Starking Delicious elma çeşidindeki sporulasyon olan lezyon.

Mücadeleyi zorlaştıran en büyük nedenlerden birisi de, ticari açıdan yetiştiriciliği yapılan çeşitlerin çok hassas çeşitler olmasıdır. Son yıllarda; elmacılığın yapıldığı alanlarda çok yoğun enfeksiyonlar oluşmuş, üreticiler yaptıkları mücadelede oldukça yetersiz kalmıştır. Bu durum ekonomik yönden kayıplara neden olmuş, bilinçsiz ilaç kullanımını tetiklemiştir. Ticari yönden; hassas çeşitlerin daha çok talep edilmesi, yetiştiricilik açısından ilginin bu çeşitlere doğru kaymasına neden olmuştur. Monokültür yetiştiricilik yapılan bahçelerde, fungusun adaptasyonu kolaylaştığından hastalık daha şiddetli görülmektedir.

Yetiştiricilik yapılan bölgeler değerlendirildiğinde, bu bölgeleri birbirinden izole edecek coğrafi engellerin bulunmadığı ve genellikle birbirine çok yakın ya da sınır olduğu görülmüştür. Aynı şekilde Karaman'dan alınan izolatta da hastalık şiddeti yönünden ikinci sırada bulunmuş olması bu düşünceleri kuvvetlendirmektedir. Aslında iki izolat arasındaki fark, istatistiksel olarak aynı bulunmuştur ($P < 0.01$). Karaman elma yetiştiriciliğinde Isparta'dan sonra ikinci sıradadır.

Tenzer and Gessler (1997), İsviçre'de Vf genine sahip dayanıklı çeşitlerde dayanıklılığı kıran yeni patotipin taşınma ve yayılma hızını araştırmak için *V. inaequalis*'in 4 popülasyonunun analizini yapmışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre, meydana gelen gen akışının daha çok insan aktivitesi ile arttırıldığını ve bu nedenle İsviçre'de Vf dayanıklılığının ne kadar süre ile devam edeceğinin tahmin etmenin çok zor olduğunu vurgulamışlardır.

Elma yetiştiriciliğinin yaygınlaşmasındaki en büyük rolü, firma, kooperatif, resmi ve özel fidanlıklar üstlenmektedir. Bu üretim merkezlerinin çoğu Isparta'da (21 adet) bulunmaktadır. Yurdumuzda yılda yaklaşık 7.000.000 adet meyve fidanı üretilmekte, bu rakamın %85'ini elma fidanı oluşturmaktadır (Anonim 2011). Son zamanlarda devlet tarafından verilen teşviklerin artmasından dolayı fidancılık diğer bölgelerde de artmıştır. Ancak üretim materyallerinin tüm yurda dağılımı bu fidanlıklardan yapılmasından dolayı tek kaynaktan ve mekanik olarak hastalığın yayılmasını arttırmaktadır. Bu çalışmada izolatların çoğu aynı çeşitlerde ve aynı reaksiyon seviyelerinde etki göstermiş, inokulum kaynağının tek noktadan dağıldığı fikrini güçlendirmiştir.

Farklı dayanıklılık kaynaklarına ait elma çeşitlerinin çoğu Eğirdir Meyvecilik Araştırma İstasyonu gen kaynakları parselinde bulunmaktadır. Çünkü bu çeşitlerin ticari özellikleri hassas çeşitlere göre daha düşüktür ve üreticiler tarafından tercih edilmemektedir. Bu çeşitler sadece Araştırma istasyonunun gen kaynağı parsellerinde ve çok az olarak da (%1) organik yetiştiricilik yapılan alanlarda tercih edilmektedir. Bu nedenle ilaçlamanın çok olduğu ve dayanıklı çeşitlerin muhafaza edildiği parsellerde oluşan mutasyonlar neticesinde, fungusun yeni bir ırk oluşturma ihtimali daha fazladır. Çünkü buralarda, diğer bölgelere göre seleksiyon baskısı daha yoğun olmaktadır (Brown 1995).

Kaymak ve ark. (2008), 2005–2006 yıllarında Eğirdir Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü'nde MM 106 anacı üzerine aşılı 51 adet elma çeşidini doğal inokulasyon koşullarında elma karalekesi hastalığına karşı dayanıklılık açısından test etmişler ve *Vf* dayanıklılık genini taşıyan Beacon, Juliet, Cooper 44, Enterprise, Prima, Priscilla ve Red Free elma çeşitlerinin hastalığa karşı dayanıklı olduklarını rapor etmişlerdir.

Kaymak ve ark. (2011), Eğirdir'de elma gen kaynaklarında bulunan, kara lekeye dayanıklılık durumlarına göre 83 elma çeşit ve tiplerini seçerek, elma karalekesi hastalığına dayanıklılıkta rolü olduğu bilinen 10 farklı dayanıklılık geninin varlığını, bu genlere bağlı olduğu bilinen moleküler markırları kullanarak taramışlardır. Yapılan analizler sonucunda; 76 çeşitte kara lekeye dayanıklılık genlerinden en az birinin olduğu, bazı çeşit ve tiplerde ise birden fazla dayanıklılık geninin bulunduğunu belirtmişlerdir. Yaptıkları çalışmalara göre; *Vh2/Vh8* geni ile 28, *Vh4* geni ile 24, *Vbj* geni ile 20, *Vb* geni ile 13, *Vf* geni ile ilgili 10, *Vm* geni ile 6, *Vr2* ve *Vg* genleri ile ilgili olarak 3 elma çeşit ve tipinde elma karalekesi hastalığına dayanıklılıkla ilişkili olarak genlerin varlığını tespit etmişlerdir.

Eş zamanlı olarak yapılan çalışmalardan elde edilen bulgular neticesinde, dayanıklı çeşitlerde virulent ırklar olan 4, 5, 6 ve 7 no'lu ırkların henüz ülkemize yayılmadığı anlaşılmıştır. Araştırmacıların Isparta'da daha önce yaptıkları çalışmalarda, farklı dayanıklılık kaynaklarının da çalıştığını tespit etmeleri (*Vf*, *Vb*, *Vbj*, *Vh8*, *Vh4*, *Vr2* ve *Vm*) Türkiye'de bulunan yaygın izolatın tüm dünyadaki yaygın tip olan 1 nolu ırk olduğunu göstermiştir. Bunun en önemli göstergesi ise bu çalışmada kullanılan

(Prima, Juliet) dayanıklılık kaynaklarının hiçbirinde fungus hastalık oluşturamamış, sadece Gala, Starking Delicious, Golden Delicious gibi hassas olarak bilinen çeşitlerde hastalık oluşturabilmiştir.

Kimyasal ilaçlamanın olumsuz etkilerinden birisi de yoğun olarak kullanılan fungusitlere karşı dirençli alt populasyonların oluşmasıdır. Bu durum yapılan kimyasal savaşımın başarısını olumsuz olarak etkilemektedir. Direnç çalışmalarının dinamik bir konu olduğu ve tüm dünyada önemli bir tarımsal sorun olup yıldan yıla ve bölgeden bölgeye değişiklik gösterebildiği bilinmektedir.

Bir pestisit bulunuşundan piyasaya sunulmasına kadar 8-10 yıl süre geçmekte ve yaklaşık 180 milyon dolar harcanmaktadır (McDougall 2012). Bu kadar zaman ve masrafla elde edilen bir pestisit direnç nedeniyle 2-20 yıl içerisinde etkisizliği görülebilmektedir. Bu durum tarım ilaçlarının sürdürülebilir kullanımının önünde bir engel oluşturmaktadır. Entegre zararlı yönetimi (IPM) sürdürülebilir tarımın bir bileşeni olarak kabul edilmektedir. IPM programlarının sürdürülebilirliği ise tarım ilaçlarının sürdürülebilir kullanımı ile direnç yönetimi programlarına bağlıdır.

Farklı gruplardan pestisitlere karşı direnç düzeylerinin araştırılması, izlenmesi, önceden tahmini ve entegre mücadele programlarına yardımcı olacak uygun direnç yönetim modellerin hazırlanması gerekmektedir. Elde edilecek sonuçlara göre; direnç nedeniyle etkisiz pestisitlerin kullanımının sınırlandırılması ve bunlarla aynı etki mekanizmasına sahip olan pestisitlerin kullanımının düzenlenerek fazla ve gereksiz ilaç kullanımının engellenmesi ile bir yandan insan ve çevre sağlığının korunmasına, bir yandan da ülke ekonomisine büyük bir katkı sağlanmış olacaktır.

Ticari olarak yetiştiriciliği yapılan çeşitler genellikle hassas çeşitlerden oluşmaktadır (Kaymak ve ark. 2008). Bu nedenle fungusit kullanımını azaltmak için hastalığa dayanıklı çeşitler geliştirmek gerekmektedir. Sahip olduğumuz genetik çeşitliliği korumak, toplanan gen kaynaklarının karakterizasyonlarını tamamlamak ve ıslah çalışmalarında kullanmak için çalışmalara başlanmalı, elmada kara leke hastalığına dayanıklı, verim ve kalitesi yüksek, hasat sonrası işlemlere dayanıklı yeni elma çeşitlerinin geliştirilmesi için de ayrıca araştırmalara devam edilmelidir.

Bu çalışmada farklı tarımsal uygulamaların, patojenin farklılaşmasına ve adaptasyonuna kalıtsal olarak değişikliğe neden olduğu, kullanılan mücadele yöntemlerinin yoğunluğuna bağlı olarak da patojenin virülensliğini etkilediği kanısına varılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı destekleyen Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü'ne ve araştırmanın yürütülmesine imkan tanıyan Eğirdir Meyvecilik Araştırma İstasyonu'nun değerli yöneticilerine en içten teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

- Açıkgöz N., 1988. Tarımda araştırma ve deneme metotları, Ege üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 478. Bornova, İzmir.
- Anonim 2011. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Isparta Tarım İl Müdürlüğü, Bitkisel Üretim ve Sağlığı Şubesi verileri.
- Benaouf G. and Parisi L. 1998. Characterization of *Venturia inaequalis* pathogenicity on leaf discs of apple trees, *European Journal of Plant Pathology* 104: 785–793.
- Benaouf, G. and Parisi L., 2000. Genetics of host-pathogen relationships between *V. inaequalis* races 6 and 7 and *Malus* species. *Phytopathology* 90: 236-242.
- Boyras N., Kaymak S. ve Yiğit F. 2005. Eğirdir ilçesi elma üreticilerinin kimyasal savaşım uygulamalarının genel değerlendirilmesi, S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 19 (36), 37-51.
- Brown J. K. M. 1995. 5 Pathogens' responses to the management of disease resistance genes, *Advances in Plant Pathology*, Volume 11, 1995, Pages 75–102
- Bus V. G. M., Rikkerink E. H. A., Caffier V., Durel C. E. and Plummer K. M. 2011. Revision of the Nomenclature of the Differential Host-Pathogen Interactions of *Venturia inaequalis* and *Malus*, *Phytopathol.* 49 (19): 1-19.
- Didelot F., Brun L. and Parisi L. 2007. Effects of cultivar mixtures on scab control in apple orchards. *Plant Pathology* 56: 1014-1022.
- Gessler, C., Patocchi A., Sansavini S., Tartarini S. and Gianfranceschi L. 2006. *Venturia inaequalis* resistance in apple. *Critical Reviews in Plant Sciences* 25: 473-503.
- Janick J. and Moore J. N. 1996. *Fruit breeding*. Vol I. Tree and Tropical Fruits. pp 1- 77. John Wiley and Sons, Inc., New York, USA.
- Jha G., Thakur K. and Thakur P. 2009. The *Venturia* Apple Pathosystem: Pathogenicity Mechanisms and Plant Defense Responses, Hindawi Publishing Corporation Journal of Biomedicine and Biotechnology Volume 2009, Article ID 680160, 10 pages doi:10.1155/2009/680160.
- Kaymak S., Boyraz N., İşçi M., Dolunay E. M. ve Özongun Ş. 2008. MM 106 anaçlı bazı elma çeşitlerinin elma karalekesi hastalığı (*Venturia inaequalis* (Cke) Wint.)'na karşı dayanıklılık reaksiyonlarının belirlenmesi üzerine araştırmalar, *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 22(46): 55-61
- Kaymak S., Özgönen H., Boyraz N., İşçi M., Öztürk Y. ve Şenyurt H. 2011. Elma Karalekesi Hastalığı (*Venturia inaequalis* (Cke) Wint.)'na Karşı Bazı Fungusitlerin *In Vitro* ve *In Vivo*'da Antifungal Etkilerinin Belirlenmesi, Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, 28-30 Haziran 2011 Kahramanmaraş, s:339
- Le Van A., Gladieux P., Lemaire C., Cornille A., Giraud T., Durel C. E., Caffier V. and Le Cam B. 2012. Evolution of pathogenicity traits in the apple scab fungal pathogen in

response to the domestication of its host, *Evolutionary Applications* ISSN 1752-4571, 2012 Blackwell Publishing Ltd.

McDougall P. 2012. RandD trends in Crop Protection. Erişim tarihi: 05.06.2014.

Öztürk F. P., Karamürsel D. ve Emre M. 2011, Elma Kültürü: Dünyada Elmanın Ekonomik Yeri, Akgül, H., Kaçal, E., Öztürk, F. P., Özongun, Ş., Atasay, A., Öztürk, G. (ed.), Eğirdir, s:13.

Roberts A. L. and Crute I. R. 1994. Apple scab resistance from *Malus floribunda* 821 (Vf) is rendered ineffective by isolates of *Venturia inaequalis* from *Malus floribunda*. *Norw J Agr Sci*, Suppl No 17: 403-406.

Sandskar, B., 2003. Apple Scab (*Venturia inaequalis*) and Pests in Organic Orchards, Doctoral Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences Alnarp, p.39.

Sierotzki H., Eggenschwiler M., Boillat O., McDermott J. M. and Gessler C. 1994 Detection of variation in virulence toward apple cultivars in natural populations of *Venturia inaequalis*. *Phytopathology* 84: 1005–1009.

Tenzer I. and Gessler C. 1997. Subdivision and genetic structure of four populations of *Venturia inaequalis* in Switzerland, *European Journal of Plant Pathology* 103: 565–571, 1997.