

Marmara bölgesi mısır ıslah araştırmalarında geliştirilen genotiplerin sap ve koçan çürüklüğü hastalığına (*Fusarium moniliforme*) karşı reaksiyonlarının belirlenmesi¹

Ali Faik YILDIRIM² Orhan BÜYÜK² Filiz ÜNAL²

ABSTRACT

Determination of reactions of genotypes developed in maize breeding studies in the Marmara region against stalk and ear rot diseases caused by *Fusarium moniliforme*

This study was carried out in Sakarya province between in 2012 and in 2014 and supported by the General Directorate of Agricultural Research and Policies. Reactions of 60 genotypes were determined against stalk and ear rot diseases caused by *Fusarium moniliforme* in maize growing areas of the Marmara region. Artificial inoculations of the stalk and ear rot disease were performed in the Marmara region, having an important role in maize cultivation in our country. Toothpick and syringe methods were used for stalk rot and ear rot respectively. Reaction trials of inbred lines were set up in a randomized complete block design with three replications in the experimental field of Directorate of Sakarya Maize Research Station. In the experiments, 10 plants per each plot of inoculated and control plots were treated. Sakarya Directorate of Maize Research Station corn breeder promising set out in 2012 and 2013 by 30 inbred lines were tested. In the year 2014, in the years 2012 and 2013 to *Fusarium* stalk rot against mid-resistant and moderately susceptible reaction showing the lines and, to *Fusarium* ear rot against resistant and moderately resistant reaction showing, there's hope lines of reactions has been identified. As a result, 1 inbred line and 6 inbred lines were found to be middle resistant and moderately susceptible against *Fusarium* stem rot, respectively. However, it was determined that 12 genotypes were resistant and another 12 genotypes were moderately resistant to *Fusarium* ear rot. Inbred lines found to be promising can be used as genitor plant sources against stalk and ear rot diseases by corn breeders' organizations.

Keywords: Maize, resistance, genotip, *Fusarium*

¹ Bu çalışma; 07-10 Eylül 2015 tarihinde Çanakkale'de düzenlenen 11. Tarla Bitkileri Kongresi'nde sözlü olarak sunulmuş ve özet olarak basılmıştır.

² Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 06172, Yenimahalle, ANKARA
Sorumlu Yazar (Corresponding author) e mail: alifaik.yildirim@gthb.gov.tr
Alınış (Received): 04.05.2015, Kabul ediliş (Accepted): 02.10.2015

ÖZ

Bu çalışma 2012-2014 yılları arasında Sakarya ilinde yürütölmüş ve TAGEM tarafından desteklenmiştir. Ülkemiz mısır yetiştiriciliğinde önemli bir yeri olan Marmara bölgesi mısır alanlarında sap ve koçan çürüklüğü hastalığına (*Fusarium moniliforme*) karşı yapay inokulasyonlar yapılmıştır.

Sap çürüklüğü için kürdan yöntemi ve koçan çürüklüğü için ise şırınga (enjektör) yöntemi kullanılmıştır. Kendilenmiş hatların reaksiyon denemeleri; Sakarya Mısır Araştırma İstasyon Müdürlüğü deneme arazisinde tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemelerde, inokulumlu ve kontrol parsellerinin her parselinde 10' ar bitki muamele edilmiştir. Marmara bölgesi mısır ekim alanlarında *Fusarium moniliforme* tarafından oluşturulan sap ve koçan çürüklüğüne karşı 60 genotipin (kendilenmiş hat) reaksiyonları belirlenmiştir. Sakarya Mısır Araştırma İstasyonu Müdürlüğü mısır ıslahçıları tarafından 2012 ve 2013 yıllarında belirlenen ümitvar 30'ar kendilenmiş hatlar test edilmiştir. 2014 yılında ise 2012 ve 2013 yıllarında *Fusarium* sap çürüklüğü etmenine karşı orta dayanıklı ve orta hassas reaksiyon gösteren hatlar ile *Fusarium* koçan çürüklüğüne karşı dayanıklı ve orta dayanıklı reaksiyon gösteren ümit var hatların reaksiyonları saptanmıştır.

Sonuç olarak; *Fusarium* sap çürüklüğüne karşı 1 adet kendilenmiş hat orta dayanıklı, 6 adet kendilenmiş hat orta derecede hassas bulunmuştur. Bununla birlikte, 12 genotipin *Fusarium* koçan çürüklüğüne dayanıklı diğer 12 genotipin ise orta dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Ümit var bulunan kendilenmiş hatlar ıslahçı kuruluşlar tarafından sap ve koçan çürüklüğü hastalıklarına karşı genitör bitki kaynağı olarak kullanılabilir.

Anahtar kelimeler: Mısır, dayanıklılık, genotip, *Fusarium*

GİRİŐ

Kültür mısırının dünya'ya yayılması Amerika'nın keşfinden sonra olmuştur. Ülkemize Kuzey Afrika yoluyla Mısır ve Suriye'den girdiği bildirilmektedir (Kırtok 1998). Mısır insan gıdası, hayvan yemi ve endüstri hammaddesi olarak kullanılan bir bitkidir. Ayrıca sap ve yaprakları hayvan yemi olarak değerlendirilmekte, kâğıt, karton yapımı, küçük çapta hasır el işleri yapımında ve kulübelerin çatı ve duvarlarını kaplamakta kullanılmaktadır. Bu tüketim alanlarının yanı sıra çerezlik olarak da tüketilmektedir. Mısırın son yıllarda artan üretim miktarına paralel olarak yem, yağ ve tatlandırıcı sektörü ile biyoyakıt-biyoetanol üretiminde kullanımı da artmıştır.

Uluslararası Hububat Konseyinin son raporuna göre, 2013-2014 sezonunda dünya mısır üretimi yüzde 11 artışla 946 milyon tona, ekim alanları ise 6,6 milyon hektara ulaşmıştır. 2012 yılında üretimde ABD 273,8 milyon ton üretimle birinciliğini sürdürürken, Çin 208,1 milyon tonla ikinci, Brezilya-71,3 milyon tonla üçüncü olurken "Türkiye, 2012 yılında 4,6 milyon ton üretimiyle Macaristan'ın ardından dünyada 24. sırada bulunmaktadır (Anonim 2012). Mısır tarımı; yoğun olarak Akdeniz, Karadeniz, Marmara, Ege ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerindeki yaklaşık 60 ilimizde yapılmaktadır. Son yıllarda Türkiye'de mısır üretiminin

desteklenmesi nedeniyle mısır ekim alanı ve üretiminde olağanüstü artışlar olmuştur. 2013 yılında tane mısır üretimi bir önceki yıla göre %28,3 oranında artarak yaklaşık 5,9 milyon ton olmuştur (Anonim 2013).

Mısır hastalıkları; üretimi etkileyen en önemli sorunlardan birisidir. Hastalıklar verimi azaltmakta, normal olgunlaşmayı değiştirmekte, tane kalitesini azaltmakta ve yatmaya neden olabilmektedirler. Genel olarak mısır hastalıklarından dolayı %10,9 oranında tane veriminde kayıplar ortaya çıkmaktadır. Kök ve kökboğazı ile sap ve koçanlarda görülen fungal hastalıklar, verimi sınırlayan en önemli faktörler arasında yer almaktadır (Miller 1994).

Bu bağlamda, sap ve koçan çürüklüğü hastalıkları ülkemizde mısırın yetiştirildiği tüm alanlarda görülebilmektedirler. Özellikle *Fusarium* sap ve koçan çürüklüğü etmenleri mısır alanlarında verimin azalmasına, kalitenin düşmesine, insan ve diğer sıcakkanlılarda kanserojen etkisi olduğu bilinen “fumonisin” adı verilen toksinin mısır koçanlarında oluşmasına neden olmaktadır. *Fusarium moniliforme* (= *verticilloides*)’nin sap ve koçan çürüklüklerinin ekonomiye verdiği zararı en aza indirebilmek için dayanıklı veya toleranslı çeşitlerin yetiştirilmesi önerilmektedir. Günümüzde insan sağlığı, çevre ve biyolojik çeşitliliğinin korunması ön plana çıkmaktadır. Bu nedenle insan ve hayvan sağlığına daha az zararlı bitki koruma ürünlerinin tercih edilmesi veya hastalıklara karşı toleranslı veya dayanıklı çeşitlerin ekilmesi bir zorunluluk haline gelmiştir.

Verim kaybı ve oluşan mikotoksinler nedeniyle hastalıkların önemi daha da artmıştır. Yapılan bazı çalışmalarda mikotoksin oluşumunda en önemli etmenlerin *F.moniliforme* ve *F. graminearum* olduğu bildirilmiştir (Abbas ve ark. 1988, Chelkowski 1989, Rheeder ve ark. 1990, Miller 1994).

Nitekim, bu çalışmada öncelikli olarak bölgede sap ve koçan çürüklüğüne sebep olan en yaygın türe (*F. moniliforme*) karşı, ümit var görülen mısır genotipleri yapay inokulasyonlar ile test edilmiştir. Çalışma ile test edilen materyallerden dayanıklılık özelliği taşıyan genotiplerin çeşit adayları içerisinde seçilmesine olanak sağlanmaya çalışılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışmanın ana materyalini; çalışmadan bir yıl önce hastalığın yoğun olarak görüldüğü Sakarya ilindeki mısır ekim alanlarında *Fusarium* sap ve koçan çürüklüğü hastalığı görülen yerlerden alınan örnekler, izolasyonda kullanılan yapay besi ortamları PDA (Patates Dekstroz Agar) ve SNA (Sentetik Nutrient Agar), Ülkesel mısır ıslah çalışmaları koordinatörü olan Sakarya Mısır Araştırma İstasyonu Müdürlüğü mısır ıslahçıları tarafından 2012 ve 2013 yıllarında belirlenen ümit var 30’ar kendilenmiş hat oluşturmuştur. 2014 yılında ise 2012 ve 2013 yıllarında ki esas materyali *Fusarium* sap çürüklüğü etmenine karşı orta dayanıklı ve orta hassas reaksiyon gösteren hat, *Fusarium* koçan çürüklüğüne karşı dayanıklı ve orta dayanıklı reaksiyon gösteren ümit var hatlar ile hastalığın gelişmesini takip etmek için sap ve koçan çürüklüğüne yüksek derecede hassas olan 1’er hat olmak

Marmara bölgesi mısır ıslah araştırmalarında geliştirilen genotiplerin sap ve koçan çürüklüğü hastalığına (*Fusarium moniliforme*) karşı reaksiyonlarının belirlenmesi

üzere toplam 30 kendilenmiş hat (1. ADK-599, 2. ADK-688, 3. ADK-689, 4. ADK-694, 5. ADK-700, 6. ADK-722, 7. ADK-737, 8. ADK-808, 9. ADK-809, 10. ADK-815, 11. ADK-819, 12. ADK-821, 13. ADK-822, 14. ADK-828, 15. ADK-834, 16. ADK-851, 17. ADK-880, 18. ADK-883, 19. ADK-886, 20. ADK-887, 21. ADK-900, 22. ADK-910, 23. ADK-911, 24. ADK-912, 25. ADK-931, 26. ADK-927, 27. Ant-910251, 28. TK-461, 29. ADK-651 (sap çürüklüğüne hassas), 30. ADK-713 (koçan çürüklüğüne hassas) oluşturmuştur. Diğer materyal; iki ucu sivri tahta kürdan, 200 ml'lik cam şişe, mezür, inkübatör, otoklav, 9 cm çapında petri, spatula, tülbent, cam baget, pipet, piset, thoma lam, mikroskop, buz kutusu, 1 ml'lik veya 5 ml'lik şiringa (enjektör), eldiven vb. olmuştur.

Laboratuvar çalışmaları

İzolasyon

Çalışmada, bölgede en yaygın tür olarak saptanan *Fusarium moniliforme* izolatu, reaksiyon çalışmalarında kullanılmak üzere 2012-2014 yıllarında Sakarya ilinden toplanan hastalıklı sap ve koçan çürüklüğü örneklerinden elde edilmiştir.

Sap çürüklüğü için ilk boğumdan alınan ve steril bistüriler yardımıyla 1 cm'lik parçalara ayrılmış örnekler, koçan çürüklüğü için ise kurutulan taneler izolasyon çalışmalarında kullanılmıştır.

Sap örnekleri 2 dakika, taneler ise 3 dakika süreyle %1'lik sodyum hipoklorit (NaOCl) içerisinde tutularak yüzeysel dezenfeksiyonları yapılmış, 2 kez steril su ile yıkanmış ve steril kurutma kağıtları arasında kurutulmuştur. Kurutulan örnekler sap çürüklüğü için her bir petri içine yaklaşık 5 parça, koçan çürüklüğü için ise 10 tane ve 10 tekerrürlü olacak şekilde PDA besi ortamına yerleştirilerek yaklaşık 25±1 °C'de inkubasyona bırakılmıştır. 8-10 günlük inkubasyondan sonra gelişen funguslar saflaştırılarak, cins ve tür düzeyinde teşhisleri yapılmıştır. Daha sonra *F. moniliforme* fungusunun tek sporu alınmıştır.

Tek spor alımı için inokulum da gelişen funguslardan konidi süspansiyonunun hazırlanması için ilk olarak test tüpleri içine 10 ml su konulmuş ve bu tüpler otoklav edilmiştir. Tamamen soğumuş olan bu tüplerin içine ortamda gelişen fungusun hifinden küçük bir kısım alınarak konulmuş ve 1-2 dakika konidilerin su içinde yayılması için vortexte karıştırmıştır. Bu konsantrasyondan bir damla alınmış ve WA (su agar) üstünde yayılarak 25±1°C'de 18-20 saat inkube edilmiştir. İnkubasyondan sonra petri mikroskop altında incelenmiş ve çimlenen tek bir konidi küçük bir kare agar parçası ile alınmış ve spesifik ortamına (SNA) yerleştirilerek 25±1°C'de inkubasyona bırakılmıştır (Burgess ve ark. 1994). SNA besi ortamı içeren yeteri kadar petriye ekimi yapılarak 2-3 hafta kadar inkube edilmiştir. Fungusun kürdan ve koçana inokulasyonunda bu örneklerden yararlanılmıştır.

SNA besi ortamında gelişen *F. moniliforme* ve spor zincirleri Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. SNA (Sentetik Nutrient Agar) besi ortamında geliştirilen *Fusarium moniliforme* (solda) ve zincirlerin görünüşü (sağda).

Sap çürüklüğü için yapay inokulum hazırlanması

Sap çürüklüğü inokulasyonu için yuvarlak 5-6 cm uzunluğunda iki ucu sivri tahta kürdanlar kullanılmıştır. Kürdanları toksik maddelerden arındırmak için sterilizasyon işlemi yapılmıştır. Kürdanlar 4-5 defa her defasında taze su içine alınarak 1 saat süreyle kaynatıldıktan sonra kurutulmuş ve 200 ml' lik şişelere 200'er adet konulmuştur. Yaklaşık 200 ml'lik bir cam kavanoza 200 kürdan ve 45 ml PDA konulduğunda iyi bir misel gelişimi ve spor verimi elde edilmiştir. Kürdan ve PDA konulan cam kavanozlar 30 dakika süre ile sterilize edilmiştir. Daha önce izole edilen ve 2-3 hafta petri içinde geliştirilmiş olan *F. moniliforme* fungus örneğinden her petri içine 20 ml steril saf su eklenerek spor ve misel kitlesi spatula ile kazınarak içinde kürdan bulunan kavanozlara (kontrol hariç) 50 ml ilave edilmiştir. Kavanozlar iyice çalkalandıktan sonra $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ de 2-3 hafta inkubasyona bırakılmıştır. İnoküle edilmiş ve steril edilmiş kürdanlar ile sap delme aleti Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. İnoküle edilen (solda) ve steril kürdanlar (sağda) ile sap delme aleti.

Koçan ürüklüğü için yapay inokulum hazırlanması

Koçan ürüklüğüne karşı yapay inokülasyon için ise şırınga (enjektör) yöntemi uygulanmıştır. Virü lent olduğu bilinen *F. moniliforme* izolatu, SNA besi ortamında geliştirilmiştir.

Koçan püskülü açıldıktan 7-10 gün sonra inokulum hazırlanmıştır. Bunun için her bir petri içine 20 ml steril saf su eklenerek spor ve misel kitlesi agar yüzeyinden spatula ile kazınarak bir spor süspansiyonu hazırlanmıştır. Spor süspansiyonunun yoğunluğu 5×10^5 spor/ml (Jeffers ve ark. 1994) olacak şekilde thoma lamı (hemasitometre) ile ayarlanmıştır.

Arazi alışmaları

Kendilenmiş hatların reaksiyon denemeleri; hastalığın yaygın olduğu, Sakarya Mısır Araştırma İstasyonu Müdürlüğü'nün Kirazca'daki deneme arazisinde 2012-2014 yıllarında, 3 tekerrürlü olarak her parselde inokülasyon için 10 bitki ve kontrol için 10 bitki olacak şekilde tesadüf blokları deneme desenine göre mayıs ayında kurulmuştur. Reaksiyon denemelerinde, toprak kökenli bulaşmaları en aza indirmek amacıyla münavebe parselleri kullanılmıştır. Denemeler süresince tüm parsellere aynı kültürel ve bakım işlemleri uygulanmıştır. Hastalığın iyi gelişmesi için damla sulama yapılmıştır. Kendilenmiş hatların reaksiyonlarının belirlenmesi, sap ve koçan ürüklüğü için yapay inokülasyonlar yapılarak saptanmıştır.

Sap ürüklüğü yapay inokülasyonu

İnokülasyon için hazırlanan kürdanlar, mısır bitkisinin çiçeklenme döneminde, destek köklerinden sonraki ilk boğumun ortasına, orta kalınlıktaki yıldız tornavida (şekil 2) veya ucu sivri aletlerle delinmek suretiyle yerleştirilmiştir. Kontrol için steril kürdanlar kullanılmıştır. Sap ürüklüğü inokülasyonunun görünüşü şekil 3'de verilmiştir.



şekil 3. Sap inokülasyonu görünüşü, inokuleli kürdan (solda), steril kürdan (sağda).

Sap çürüklüğünün değerlendirilmesi

Hasat zamanında, saplar inokulasyonu yapılan boğumun altından ve 2-3 cm üstündeki boğumdan kesilerek, sap boylamasına ikiye ayrılmış ve değerlendirmeler Çizelge-1 deki 1-6 skalasına (Aktaş ve ark. 1994) ve renk değişim oranına göre değerlendirilmiştir (Şekil 4).

Çizelge 1. Mısırdaki *Fusarium* sap çürüklüğü inokulasyonu değerlendirme skalası

Skala değeri	Tanı (%)
1	İnokulasyon yapılan boğum arası nekrotik alan % 0-25
2	İnokulasyon yapılan boğum arası nekrotik alan % 26-50
3	İnokulasyon yapılan boğum arası nekrotik alan % 51-75
4	İnokulasyon yapılan boğum arasında boğum arası nekrotik alan % 76-100
5	Enfeksiyon bitişik nodiye veya internodiye geçmiş
6	Bitki ölmüş

Skala değerleri kullanılarak genotiplerin hastalık şiddeti (%) Tawnsend-Heuberger formülüne (Hastalık Şiddeti (%) = $[\sum (n.V) / Z.N] \times 100$, N; skalada farklı hastalık derecelerine isabet eden örnek adedi, V; skala değeri, Z; en yüksek skala değeri, N; gözlem yapılan toplam örnek adedi) göre (Karman 1971) hesaplanarak genotiplerin sap çürüklüğüne karşı reaksiyonu Çizelge 2'deki hastalık şiddet oranlarına göre belirlenmiştir (Jeffers 2003).



Şekil 4. Sap çürüklüğü değerlendirmesindeki boğumlardaki renk değişimleri.

Marmara bölgesi mısır ıslah araştırmalarında geliştirilen genotiplerin sap ve koçan ürüklüğü hastalığına (*Fusarium moniliforme*) karşı reaksiyonlarının belirlenmesi

Çizelge 2. Mısırdaki *Fusarium* sap ürüklüğü reaksiyonu (Jeffers 2003)

Bitki Reaksiyonu	Hastalık Şiddeti (%)
R (Dayanıklı)	0-20
MR (Orta derecede dayanıklı)	21-35
MS (Orta derecede hassas)	36-50
S (Hassas)	51-70
HS (Yüksek derecede hassas)	71-85
VS (ok hassas)	86-100

Koçan ürüklüğü yapay inokulasyonu

Laboratuvarda hazırlanan 5×10^5 spor/ml spor yoğunluğundaki süspansiyon, buz kutusunda muhafaza edilerek aynı gün deneme yerine gidilerek yapay inokulasyon yapılmıştır. İnokulasyonda her bitkinin ana koçanı püskülünün ortasına gelecek Şekilde 1 ml süspansiyon Şırınga ile enjekte edilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Koçan ürüklüğü için inokulasyon yöntemi.

Koçan ürüklüğü değerlendirilmesi

Hasat zamanında koanlar soyularak taneler üzerindeki ürüklük, miseliyal gelişme oranları CIMMYT (Uluslararası Buğday ve Mısır Geliştirme Merkezi)'de kullanılan Jeffers (2002)'in 0-5 skala değerlerine göre (izelge 3) hastalık oranı değerlendirilmiştir (Şekil 6) .



Şekil 6. Koçan çürüklüğü hastalık oranının görünüşü.

Çizelge 3. Mısırdaki koçan çürüklüğü değerlendirme skalası (Jeffers 2002)

Skala değeri	Hastalık oranı %
0	Hiç enfeksiyon yok, koçanın %100 temiz ve enfeksiyon yüzdesi 0
1	İnfeksiyon %10 ve daha düşük, enfeksiyon inokulasyon yerinin civarında birkaç tane ile sınırlıdır
2	İnfeksiyon %11-25 , infekteli her koçandaki tanelerin yaklaşık ¼ ü infekteli
3	İnfeksiyon % 26-50, her koçandaki tanelerin yaklaşık yarısı infekteli
4	İnfeksiyon %51-75, koçanın yarısından daha fazlası infekteli
5	İnfeksiyon %76-100, koçanın tamamına yakını infekteli

Parsellerin hastalık şiddeti Tawnsend-Heuberger formülüne (Karman 1971) göre hesaplanarak genotiplerin koçan çürüklüğüne karşı reaksiyonları Çizelge 4'deki skala değerlerine göre belirlenmiştir (Zamani ve Mohseni 2006).

Çizelge 4. Mısırdaki *Fusarium* koçan çürüklüğü reaksiyon (Zamani and Mohseni 2006)

Bitki Reaksiyonu	Hastalık şiddeti (%)
Dayanıklı (R)	10 ve daha az enfeksiyon
Orta derecede dayanıklı (MR)	11-25 enfeksiyon
Hassas(S)	26-50 enfeksiyon
Yüksek derecede hassas(HS)	50 den daha fazla enfeksiyon

SONUÇLAR

Mısır ıslah programları önemli biyotik ve abiyotik şartlara dayanıklı genotiplerin belirlenmesi üzerine kurulmuştur. Mısır ıslah materyallerinin *Fusarium* sap ve koçan ürüklükleri hastalıklarına karşı reaksiyonlarının test edilmesi ve dayanıklı veya ümit var olarak belirlenen genotiplerin ıslah programlarında seçilmesi gerekmektedir.

Çalışmanın 2012 yılında sap ve koçan ürüklüğü hastalığına (*F. moniliforme*) karşı yapay inokulasyonlarla 30 adet kendilenmiş hat (genotip)'ın reaksiyonları belirlenmiştir. *Fusarium* sap çürüklüğüne karşı 2 adet genotip (ADK-694 ve ADK-700) orta derecede dayanıklı, 3 adet genotip (ADK-689, ADK-808 ve ADK-911) orta derecede hassas reaksiyon göstermiştir. *Fusarium* koçan çürüklüğüne karşı ise 13 adet genotipin dayanıklı (ADK-599, ADK-737, ADK-688, ADK-689, ADK-809, ADK-815, ADK-821, ADK-822, ADK-828, ADK-834, ADK-880, ADK-887 ve ADK-900) ve 3 adet genotipin orta derece dayanıklı (ADK-694, ADK-700 ve ADK-819) olduğu tespit edilmiştir.

2013 yılında önceki yılda ümit var bulunan ve farklı genotiplerden oluşan 30 adet hat denemeye alınmıştır. Deneme sonucunda sap çürüklüğüne karşı 4 adet kendilenmiş hat (ADK-694, ADK-700, ADK-689 ve TK-461) orta derecede hassas, koçan çürüklüğüne karşı ise 4 adet kendilenmiş hat (Ant-910251, ADK-886, HAT-5 ve ADK-883) dayanıklı, 16 adet kendilenmiş hat (ADK-931, ADK-851, ADK-722, ADK-892, ADK-912, ADK-910, ADK-554, ADK-818, ADK-830, TK-145, TK-461, Ant-910255, ADK-926, ADK-759, HAT-3 ve ADK-689) orta derecede dayanıklı reaksiyon göstermiştir.

2014 yılında ise; *F.moniliforme* sap ve koçan çürüklüğüne karşı 2012 ve 2013 yıllarında denemelerde ümit var görölen hatların en az iki yıl reaksiyonlarını belirlemek amacıyla 30 adet kendilenmiş hat Sakarya Mısır Araştırma İstasyonu deneme arazisinde test edilmiştir. Denemeye alınan 30 kendilenmiş hattın (genotipin) hasattan sonra tespit edilen sap ürüklüğü hastalık şiddetleri (%) ve reaksiyon durumları izelge 5'de, koçan çürüklüğüne karşı hastalık şiddetleri (%) ve reaksiyonları ise izelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 5, incelendiğinde sap çürüklüğüne karşı 1 adet kendilenmiş hattın (TK-461) orta dayanıklı (MR), 6 adet kendilenmiş hattın (ADK-700, ADK-911, ADK-722, ADK-694, ADK-808, Ant-910251) orta derecede hassas (MS), ve diğer 23 hattın ise hassas reaksiyon gösterdiği görölmektedir.

Önceki yıllarda yüksek derecede hassas olan ve kontrol olarak alınan ADK-641 genotipi bu yılda yüksek derecede hassas (ortalama %72,2) bulunmuştur. İnokuleli kürdanlı parsellerdeki hastalık şiddeti %25,0-83,3 arasında olurken kontrol parsellerinde hastalık şiddeti ise %18,30-75,0 arasında değişmiştir.

Çizelge 5. *Fusarium* sap çürüklüğüne karşı, Sakarya İlinde 2014 yılında denemeye giren kendilenmiş hatların hastalık şiddeti ve reaksiyon durumları

Sıra No	Genotip No	Kendilenmiş hat kodu	Sap çür. Ort. Has. şiddeti (%)	Reaksiyon durumu
1	28	TK-461	23,1	Orta Dayanıklı(MR)*
2	5	ADK-700	37,8	Orta derecede hassas(MS)
3	23	ADK-911	40,2	Orta derecede hassas(MS)
4	6	ADK-722	41,1	Orta derecede hassas(MS)
5	4	ADK-694	42,0	Orta derecede hassas(MS)
6	8	ADK-808	42,8	Orta derecede hassas(MS)
7	27	Ant-910251	50,0	Orta derecede hassas(MS)
8	14	ADK-828	54,4	Hassas (S)*
9	18	ADK-883	55,1	Hassas (S)
10	1	ADK-599	56,7	Hassas (S)
11	7	ADK-737	57,8	Hassas (S)
12	30	ADK-713	58,2	Hassas (S)
13	12	ADK-821	58,7	Hassas (S)
14	9	ADK-809	59,6	Hassas (S)
15	17	ADK-880	61,1	Hassas (S)
16	16	ADK-851	61,9	Hassas (S)
17	13	ADK-822	63,0	Hassas (S)
18	20	ADK-887	63,8	Hassas (S)
19	10	ADK-815	64,4	Hassas (S)
20	11	ADK-819	64,4	Hassas (S)
21	2	ADK-688	65,0	Hassas (S)
22	15	ADK-834	66,1	Hassas (S)
23	19	ADK-886	66,6	Hassas (S)
24	22	ADK-910	66,7	Hassas (S)
25	3	ADK-689	66,7	Hassas (S)
26	24	ADK-912	66,8	Hassas (S)
27	21	ADK-900	68,9	Hassas (S)
28	26	ADK-727	70,1	Hassas (S)
29	29 (Sap Kontrol)	ADK-641	72,2	Yüksek derecede hassas (HS)*
30	25	ADK-931	74,4	Yüksek derecede hassas (HS)

*Orta derecede dayanıklı (MR)=%21-35 hastalık şiddeti

Orta derecede hassas (MS)=36-50 hastalık şiddeti

Hassas (S)=%51-70 hastalık şiddeti

Yüksek derecede hassas (HS)=%71-85 hastalık şiddeti

Çizelge 6. incelendiğinde ise *Fusarium* koçan çürüklüğüne karşı %10' un altında infeksiyon gösteren 12 genotip (ADK-886, ADK-809, ADK-599, ADK-821, ADK-815, Ant-910251, ADK-822, ADK-737, ADK-880, ADK-808, ADK-900 ve ADK-828) dayanıklı, %11-25 arasında infeksiyon gösteren 12 genotip (ADK-851, TK-461, ADK-911, ADK-727, ADK-834, ADK-694, ADK-689, ADK-887, ADK-910, ADK-912, ADK-722 ve ADK-819) orta dayanıklı ve %26'nın üstünde infeksiyon gösteren 6 hat (ADK-931, ADK-713, ADK-651, ADK-700, ADK-883 ve ADK-

Marmara bölgesi mısır ıslah araştırmalarında geliştirilen genotiplerin sap ve koçan ürüklüğü hastalığına (*Fusarium moniliforme*) karşı reaksiyonlarının belirlenmesi

688 hassas reaksiyon göstermiştir. En yüksek koçan ürüklüğü hastalık şiddeti ortalama %38.3 ile ADK-688 genotipinde olmuştur.

Çizelge 6. *Fusarium* koçan çürüklüğüne karşı, Sakarya İlinde 2014 yılında denemeye giren kendilenmiş hatların hastalık şiddeti ve reaksiyon durumları

Sıra No	Genotip No	Kendilenmiş hat kodu	Koçan ür. Ort. has. şiddeti (%)	Reaksiyon durumu
1	19	ADK-886	2,0	Dayanıklı (R)*
2	9	ADK-809	3,5	Dayanıklı (R)
3	1	ADK-599	5,0	Dayanıklı (R)
4	4	ADK-821	5,0	Dayanıklı (R)
5	10	ADK-815	5,0	Dayanıklı (R)
6	27	Ant-910251	5,0	Dayanıklı (R)
7	13	ADK-822	5,2	Dayanıklı (R)
8	7	ADK-737	5,3	Dayanıklı (R)
9	17	ADK-880	6,8	Dayanıklı (R)
10	8	ADK-808	8,3	Dayanıklı (R)
11	21	ADK-900	8,3	Dayanıklı (R)
12	14	ADK-828	8,7	Dayanıklı (R)
13	16	ADK-851	10,5	Orta derecede dayanıklı(MR)*
14	28	TK-461	11,0	Orta derecede dayanıklı(MR)
15	23	ADK-911	11,3	Orta derecede dayanıklı(MR)
16	26	ADK-727	11,8	Orta derecede dayanıklı(MR)
17	15	ADK-834	12,1	Orta derecede dayanıklı(MR)
18	4	ADK-694	12,5	Orta derecede dayanıklı(MR)
19	3	ADK-689	12,5	Orta derecede dayanıklı(MR)
20	20	ADK-887	13,9	Orta derecede dayanıklı(MR)
21	22	ADK-910	15,0	Orta derecede dayanıklı(MR)
22	24	ADK-912	15,5	Orta derecede dayanıklı(MR)
23	6	ADK-722	17,1	Orta derecede dayanıklı(MR)
24	11	ADK-819	20,9	Orta derecede dayanıklı(MR)
25	25	ADK-931	26,1	Hassası(S)*
26	30(Kontrol)	ADK-713	26,1	Hassası(S)
27	29	ADK-651	26,7	Hassası(S)
28	5	ADK-700	35,0	Hassası(S)
29	18	ADK-883	35,4	Hassası(S)
30	2	ADK-688	38,3	Hassası(S)

*Dayanıklı(R) = %10 ve daha az infeksiyon (hastalık şiddeti)

Orta derecede dayanıklı (MR) = %11-25 infeksiyon

Hassas (S) = %26-50 infeksiyon

Çizelge 5 ve 6, sap ve koçan ürüklüğü yönünden birlikte incelendiğinde; sap ürüklüğü için orta dayanıklı bulunan TK-461 kodlu genotipinin koçan çürüklüğüne de orta dayanıklı olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra sap çürüklüğüne orta derecede hassas olan ADK-808 ve Ant-910251 no'lu hatların koçan çürüklüğüne dayanıklı reaksiyon, sap çürüklüğüne orta derecede hassas olan

ADK-911, ADK-694 ve ADK-722 nolu hatların koçan çürüklüğüne orta derecede dayanıklı reaksiyon göstermiştir.

TARTIŞMA VE KANI

Bir patojenin konukçu bitkiye verdiği zarar, patojenin konukçuya yerleşmesinden sonraki üreme ve çoğalma yeteneğine bağlı olarak değişmektedir. Bitkilerde patojenlere tepki olarak ortaya çıkan dayanıklılık, patojen konukçu arasındaki etkileşime göre değerlendirilebilir. Patojenin konukçu bitki üzerindeki gelişmesi sınırlı kalırsa bu durumda konukçu bitki dayanıklı, patojenin gelişmesi ve bitki üzerinde yayılması sınırlı kalmazsa bitki duyarlı olarak değerlendirilebilir.

Çalışmada, yapay inokulasyonlarla yüksek spor yoğunluğu ile patojen, bitkinin sap ve koçanına inokule edilmiştir. Bunun sonucunda; düşük düzeyde veya hiç enfeksiyon oluşmaması, konukçu bitkide patojene özgü dayanıklılık geninin varlığını diğer bir ifade ile patojenin o konukçuya karşı avirüent olduğunu göstermektedir.

Fusarium türlerinin neden olduğu zarar; o yılın iklim koşullarına, bitkinin çeşidine, gelişme durumuna ve mekanik yaralanmalara bağlı olarak %50–70'lere kadar varabilmektedir. *Fusarium* hastalıklarının verimde oluşturduğu zararın yanında üründe sıcakkanlılara toksik olan mikotoksin oluşturmaları bu hastalıkların önemini bir kat daha artırmış ve çalışmalar son yıllarda bu yöne doğru kaymıştır. İnsanlar için kanserojen olarak kabul edilen fumonisinler küflenmeye ve mikotoksin oluşumuna yatkın tahıl ürünlerinde, özellikle mısır da bulunmaktadır. Mısır bitkisinde görülen ve önemli verim kaybına neden olan sap ve koçan çürüklüğü *Fusarium* türleri tarafından oluşturulmaktadır (Bottalico 1998, Edwards 2004, Uçkun 2008).

Uçkun ve Yıldız (2007), Güney Marmara Bölgesinde sap ve koçan çürüklüğü hastalıklarına neden olan en yaygın etmeni *F. moniliforme* olarak belirlemiş ve 2003 yılında *Fusarium* sap çürüklüğü hastalık oranının %75, 2004 yılında ise %85 olduğunu, koçan çürüklüğü hastalık oranının 2003 yılında %51, 2004 yılında ise %56 olduğunu belirlemişlerdir.

Aktaş ve ark. (1994), tarafından yapılan bir çalışmada ise, Zonguldak ili mısır ekiliş alanlarında *F. moniliforme* oranını %62,67, Bolu ilinde %49,25 olduğunu ve çalışmada test edilen 33 mısır çeşidinin sap çürüklüğüne karşı hassas bulunduğunu bildirmişlerdir. Bunlara karşılık, denememizde de sap çürüklüğü hastalık şiddeti %88,97 ve koçan çürüklüğü hastalık şiddeti ise %52,57 olmuştur.

Benlioğlu ve ark. (1998), Aydın ilinde 27 hibrit mısır çeşidi ve 23 kendilenmiş mısır hattına virulensi yüksek *Fusarium moniliforme* izolatu ile kürdan yöntemiyle inokule etmişler ve testlenen bütün hibrit mısır çeşitleri ve kendilenmiş hatlar sap enfeksiyonuna karşı duyarlı bulmuşlardır. Baydar (1968), tarafından yapılan bir çalışmada 10 Türk ve 11 Amerikan menşeli mısır çeşidi sap çürüklüğü *Gibberella*

Marmara bölgesi mısır ıslah araştırmalarında geliştirilen genotiplerin sap ve koçan çürüklüğü hastalığına (*Fusarium moniliforme*) karşı reaksiyonlarının belirlenmesi

zea (= *F. graminearum*)'a karşı testlenmiş ve bir Amerikan menşeli çeşit haricinde hepsi hastalığa hassas bulunmuştur.

Tunçdemir ve ark. (1995), Samsun'da farklı gen kaynaklarından oluşan TMP-1 (erkenci) ve TMP-2 (orta erkenci) popülasyonlarındaki ıslah materyalinin sap çürüklüğü etmeni *F. moniliforme*'ye karşı duyarlılıklarını belirlemek amacıyla 1981-1990 yılları arasında yapay inokulasyon koşullarında çalışmalar yapmışlardır. Havuzlarındaki hatların hastalığa orta hassas değerde olduklarını ortaya koymuşlardır. Bunun yanı sıra, Tunçdemir ve ark. (1996), Sap çürüklüğü (*F. moniliforme*)'ye karşı 1992-1994 yıllarında yapay inokulasyon koşullarında test yapmışlardır. 1992 yılında; 4 saf hat dayanıklı, 94 saf hat hassas, diğerleri orta dayanıklı ve hassas, 1994 yılında; 2 saf hat dayanıklı, 71 saf hat hassas, diğerlerinin orta dayanıklı ve orta hassas olduğu rapor edilmiştir.

Denemelerimizde; sap çürüklüğüne karşı kendilenmiş hatlar genelde hassas bulunmuştur. 2014 yılında en yüksek sap çürüklüğü hastalık şiddeti ortalama %74,4 ve koçan çürüklüğü hastalık şiddeti ise ortalama %38,3 olarak tespit edilmiştir. Sap çürüklüğüne karşı sadece 1 adet kendilenmiş hat (TK-461) orta dayanıklı bulunmuştur. Genel olarak daha önce yapılan araştırmalar çalışmalarımızda tespit ettiğimiz bulgular ile benzerlik göstermiştir. Bunlara karşılık, Djakamihardja ve ark. (1970), mısır sap çürüklüğü etmenine karşı yapılan çalışmada 4 mısır hattında dayanıklılık geni saptamışlardır.

Çalışmalarımızda, *Fusarium* koçan çürüklüğüne karşı 12 dayanıklı, 12 hat orta dayanıklı reaksiyon gösterdiği belirlenmiştir. Reid ve ark. (2002), Kanada'da uzun yıllardır yürütölen çalışmalar sonucunda koçan çürüklüğüne karşı 8 adet dayanıklı hat bulduklarını belirtmişlerdir.

Uçkun (2008) ise, sap ve koçan çürüklüğüne karşı yapılan reaksiyon denemelerinde test edilen 48 adet genotipin sap çürüklüğüne hassas reaksiyon gösterdiğini, koçan çürüklüğüne karşı 2007 yılında 7 genotipin dayanıklı, 11 genotipin ise orta dayanıklı grupta yer aldığını, 2008 yılında ise 18 genotip orta dayanıklı grupta yer aldığını bildirmiştir.

Small ve ark. (2012), Güney Afrika'da yaptıkları tarla denemelerinde *Fusarium* koçan çürüklüğüne karşı potansiyel dayanıklılık kaynakları olarak 24 adet genetik olarak farklı mısır kendilenmiş hattını ve fumonisin seviyesini değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar, seviyeleri düşük olan iki kendilenmiş hattın (CML 390 ve CML 444) mısır ıslah programında dayanıklılık kaynağı olarak kullanılabileceğini rapor etmişlerdir.

Sap çürüklüğü için orta dayanıklı bulunan TK-461 kodlu genotipi koçan çürüklüğüne de orta dayanıklı bulunmuştur. Sap çürüklüğüne orta derecede hassas olan ADK-808 ve Ant-910251 kodlu hatların koçan çürüklüğüne dayanıklı olduğu; sap çürüklüğüne orta derecede hassas olan ADK-911, ADK-694 ve ADK-722 kodlu hatların koçan çürüklüğüne orta derecede dayanıklı reaksiyon göstermiştir.

Adı geçen bu hatların diğer özellikleri de dikkate alınarak hem sap, hem de koçan çürüklüğü hastalığı için tercih edilebilir.

Sap çürüklüğünde kullanılan kürdan yöntemi, bitki sapında oluşturduğu yaralanma nedeniyle inokuleli ve kontrol bitkilerinde hastalığın gelişmesi için uygun ortam oluşturabilmektedir. Nitekim; çalışmamızda koçan çürüklüğüne karşı genotiplerde oluşan hastalık şiddetinin sap çürüklüğüne göre daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak; 2012-2014 yılları arasında yürütülen çalışmada sap ve koçan çürüklüğüne karşı, dayanıklı çeşit geliştirilmesine yönelik çalışmalar yürütülmüş ve mısır ıslah programlarında kullanılacak ümit var kendilenmiş hatların reaksiyon durumları belirlenmiştir. Mısır ıslah programlarında sap çürüklüğü için orta dayanıklı olan TK-461 kendilenmiş hattının, zorunlu durumlarda hatların diğer özellikleri de dikkate alınarak orta derecede hassas bulunan ADK-700, ADK-911, ADK-722, ADK-694, ADK-808 ve Ant-910251 kendilenmiş hatlar sap çürüklüğüne karşı kullanılabilenleri önerilmektedir.

Fusarium koçan çürüklüğüne karşı ise dayanıklı olan 12 kendilenmiş hat (ADK-886, ADK-809, ADK-599, ADK-821, ADK-815, Ant-910251, ADK-822, ADK-737, ADK-880, ADK-808, ADK-900 ve ADK-828) ve orta dayanıklı bulunan 12 kendilenmiş hat (ADK-851, TK-461, ADK-911, ADK-727, ADK-834, ADK-694, ADK-689, ADK-887, ADK-910, ADK-912, ADK-722 ve ADK-819)'ın genitör bitkiler olarak kullanılabilenleri kanısındayız.

Mısır ıslah çalışmalarında böyle çalışmalar süreklilik arz etmelidir. Çünkü, konukçu bitki patojen etkileşimindeki dinamikler zamanla patojenin yeni ırklarının oluşturulması ve konukçu direncinin kırılmasıyla sonuçlanabilir. Bu itibarla, bütün bölgelerde patojen virülensliğindeki değişimlerin izlenmesi ve buna bağlı olarak yeni oluşacak patojen ırklarına karşı dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi için çalışmaların sürekli olması gerekmektedir.

TEŞEKKÜR

Arazi, materyal temini ve denemenin değişik aşamalarında yardımlarını esirgemeyen Sakarya Mısır Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü çalışanlarına ve sonuçların değerlendirilmesindeki yardımlarından dolayı Enstitü personelimiz Dr. Numan E. Babaroğlu'na teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

- Abbas H. K., Mirocha C. J., Pokorney J. D., Gould S. L. and Kommodahl T. 1988. Mycotoxins of *Fusarium* spp. associated with infected ears of corn in Minnesota. Appl. Environ. Microbiol., 54:1033-1039.
- Aktaş H., Tunalı B. ve Aktuna İ. 1994. Bolu ve Zonguldak illeri mısır ekim alanlarında grülen fungal etmenlerin saptanması ve bazı önemli patojenlere karşı çeşit reaksiyonları üzerine araştırmalar. Tr. J. of Agricultural and Forestry, 18:287-295.

Anonim 2013. TÜİK, Bitkisel Üretim İstatistikleri, TÜİK Haber Bülteni Sayı:13656 27 Aralık 2013.

Baydar S. 1968. Türk ve Amerikan menşeli mısır çeşitlerinde sap çürüklüğü yapan *Diplodia maydis* ve *Gibberella zae* üzerinde araştırmalar, Doktora Tezi, Atatürk Üni. Ziraat Fakültesi.

Benlioğlu S., Konak C., Yıldız A. ve Turgut İ. 1998. Mısır çeşit ve hatlarının sap çürüklüğü etmeni *Fusarium moniliforme*'ye reaksiyonları üzerine çalışmalar. Türkiye VIII. Fitopatoloji Kongresi Bildirileri, 21-25 Eylül 1998, Sayfa 432-436.

Bottalico A. 1998. *Fusarium* diseases of cereals: Species complex and related mycotoxin profiles, in Europe. European Journal of Plant Pathology, 80(2), 85-103.

Burgess L.W., Summerrell B. A., Bullock S., Gott K. P. and Backhouse D. 1994. Laboratory Manual for *Fusarium* Research (3rd Edition), Chapter 3, p:12-16.

Chelkowski J. 1989. Mycotoxins associated with Corn Cob Fusariosis. In: Chelkowski J.(ed) *Fusarium* Mycotoxins, Taxonomy And Pathogenicity. Elsevier, Amsterdam, Netherlands, 53-62 p.

Djakamıhardja S., Scott G. E. and Futrell M.C. 1970. Seeding reaction of inbreds and single crosses of maize to *Fusarium moniliforme*. Plant Dis. Repr., 54(4):307-310.

Edwards S.G. 2004. Influence of agricultural practices on *Fusarium* infection of cereals and subsequent contamination of grain by Trichothecene mycotoxins, Toxicology Letters, 153, 29-35.

Jeffers D., Vasal S.K., McClena S. and Srinivasan G. 1994. Evolution of Ttropical inbred lines for resistance to *Fusarium moniliforme* ear rot. Maize Genetics Cooperation Newsletter, 68-58.

Jeffers D. 2002. Maize pathology activities at CIMMYT-Mexico. Paper Presented to Reviewers. September 23, El Batan, Cimmyt Mexico.

Jeffers D. 2003. Inoculations methods for maize diseases at CIMMYT. Maize Pathology Unit CIMMYT- Mexico.

Karman M. 1971. Bitki Koruma Araştırmalarında Genel Bilgiler Denemelerin Kuruluğu ve Değerlendirme Esasları. Mesleki Kitaplar Serisi, Zirai Mücadele ve Karantina Genel Müdürlüğü Yayınları, 279 sayfa.

Kırtok Y. 1998. Mısır: Üretimi ve Kullanımı. Kocaelik Basım ve Yayınevi, İstanbul, 448 s.

Miller J. D. 1994. Epidemiology of *Fusarium* ear diseases of cereals. In Mycotoxins in grain:compounds other than Aflatoxin. Edited by J.D.Miller and H.L.Trenholm. Eagan Pres, St. Paul, Minn., p:19-35

Reid L .M., Woldemariam T., Zhu X., Steawart D.W. and Schaafsma A. W. 2002. Effect of inoculation time and point of entry on disease severity in *Fusarium graminearum*, *F.verticilloides* or *F.subglutinans* inoculated maize ears. Can. J. Plant Path., 24: 162-167.

- Rheeder J. P., Marasas W. F. O. and Van Schalkwyk D. J. 1990. Fungal associations in corn kernels and effects on germination. *Phytopath.*, 80:131-134.
- Small I. M., Flett B.C., Marasas W. F. O. and Mcleod A. 2012. Resistance in maize inbred lines to *Fusarium verticilloides* and Fumonisin accumulation in South Africa. *Plant Disease*, 96(6) pp. 881-888.
- Tunçdemir M., Bengi M., Yaşar N., Ero A. ve Çakır O. 1995. Mısır çeşitlerinin hastalıklara (*Fusarium moniliforme* Sheld., *Caphlasporium maydis* Samra Sabet and Hin ve *Helminthosporium turcicum* pass.) karşı duyarlılıklarının saptanması ve bu hastalıklara dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi üzerinde çalışmalar. *Zirai Mücadele Araştırma Yıllığı*, No:26-27 (1991-1992) Sayfa 78-79. Ankara
- Tunçdemir M., Bengi M., Çakır O. ve Uzun F. 1996. Mısır çeşitlerinin önemli hastalıklara (*Fusarium moniliforme* Sheld, *Helminthosporium turcicum* Pass., *Puccinia sorghi* Pchw., *Ustilago maydis* DC.corda) karşı duyarlılıklarının saptanması üzerinde araştırmalar. *Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Bitki Koruma Araştırmaları, Zirai Mücadele Araştırma Yıllığı*, No: 28-29 s:121. Ankara.
- Uçkun Z. ve Yıldız M. 2007. Güney Marmara Bölgesi mısır alanlarında sap ve koçan çürüklüğüne neden olan *Fusarium* türleri, oluşturdukları mikotoksinler ve başlıca türlere karşı dayanıklılık kaynaklarının saptanması. *Türkiye II. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri*, 27-29 Ağustos 2007 Isparta, Sayfa 133.
- Uçkun Z. 2008. Güney Marmara Bölgesi mısır alanlarında sap ve koçan çürüklüğüne neden olan *Fusarium* türleri, oluşturdukları mikotoksinler ve başlıca türlere karşı dayanıklılık kaynaklarının saptanması. *Doktora Tezi*, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Zamani M. and Mohseni M. 2006. Responses of maize early maturity genotypes to *Fusarium* ear rot. 3, *Seed and Plant Improvement Journal*, 22 (3):291-301.