



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI MISIR VARYETE GRUPLARINA AİT ÇEŞİTLERİN RASTIK HASTALIĞINA (*Ustilago maydis* DC (CORDA) KARŞI DUYARLILIKLARI, TOZLAŞMANIN HASTALIK ÜZERİNE ETKİSİ VE HASTALIKLI KOÇANLARDA FUNGAL FLORANIN BELİRLENMESİ

MEHMET AYDOĞDU

DOKTORA TEZİ
BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI

Kasım-2013
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

DOKTORA TEZİ

FARKLI MISIR VARYETE GRUPLARINA AİT ÇEŞİTLERİN RASTIK HASTALIĞINA (*Ustilago maydis* DC (CORDA) KARŞI DUYARLILIKLARI, TOZLAŞMANIN HASTALIK ÜZERİNE ETKİSİ VE HASTALIKLI KOÇANLARDA FUNGAL FLORANIN BELİRLENMESİ

Mehmet AYDOĞDU

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nuh BOYRAZ

2013, 121 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Nuh BOYRAZ
Pof. Dr. Ahmet GÜNCAN
Prof. Dr. Süleyman SOYLU
Doç. Dr. Harun BAYRAKTAR
Yrd. Doç. Dr. K.Kurtuluş BAŞTAŞ

Bu araştırma, farklı mısır varyete gruplarına ait çeşitlerin rastık hastalığına (*Ustilago maydis* (DC) Corda) karşı duyarlılıkları, tozlaşmanın hastalık üzerine etkisi ve hastalıklı koçanlarda fungal floranın belirlenmesi amacıyla 2010 ve 2011 yılında yürütülmüştür. Mısır bitkilerinin (40-60 cm uzunluğunda) sap boğumlarına inokulum verilmek suretiyle, farklı mısır varyete gruplarına ait sekiz mısır çeşidinin hastalığa karşı duyarlılıklarının incelendiği deneme sonucunda hastalığa tam dayanıklı bir çeşit saptanmamıştır. Bununla birlikte Vega ve Merit şeker mısır çeşitlerinin hastalığa orta düzeyde dayanıklı olduğu; Pioneer-3394 ve Side at dişi mısır çeşitleri, Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşidi ve Antcin-98 cin mısır çeşidinin hassas; Ada-523 at dişi mısır çeşidi ve Karaçay sert mısır çeşidinin ise hastalığa karşı çok hassas olduğu saptanmıştır. Denemede yer alan mısır çeşitlerinde hastalık nedeniyle ortalama % 23.1 ile % 41.4 arasında değişen oranlarda verim kayıpları ve 0.4 ile 8.4 arasında değişen oranlarda hastalık şiddeti tespit edilmiştir. Tozlaşmanın hastalık üzerine etkisinin incelendiği denemede, bitki tozlaşması öncesi yapılan koçan inokulasyonuyla mısır çeşitlerinde hastalıktan kaynaklanan ortalama verim kaybı % 45.5, bitki tozlaşması sonrası koçan inokulasyonuyla çeşitlerde hastalık nedeniyle ortalama verim kaybı % 35.9 olmuştur. İki yıllık tarla denemelerinde her iki yılda da tüm çeşitlerde tozlaşma öncesi koçan inokulasyonundaki ortalama hastalık şiddeti ve hastalık oranlarının tozlaşma sonrası koçan inokulasyonlarındaki ortalama hastalık şiddeti ve hastalık oranından daha yüksek olduğu bulunmuştur. Rastıklı koçanlarda fungal floranın incelendiği çalışmada ise; altı fungus cinsi (*Paecilomyces, Aspergillus, Penicillium, Acremonium, Fusarium* ve *Rhizopus*) ve bu cinsler içerisinde en fazla oranda izole edilen yedi fungus türü (*Aspergillus fumigatus, A. niger, A. parasiticus*(*A. flavus*), *Paecilomyces lilacinus, Penicillium citrinum, Fusarium solani, F. oxysporum ve Rhizopus stolonifer*) saptanmıştır. En sıklıkla izole edilen cins % 31.4 oranı ile *Aspergillus* olurken, *Penicillium* % 6.4 oranı ile en az yoğunlukta saptanan cins olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Duyarlılık, fungal flora, mısır, rastık hastalığı, tozlaşma, *Ustilago maydis*.

ABSTRACT

Ph.D THESIS

DETERMINATION OF SUSCEPTIBILITIES OF CULTIVARS BELONGING TO DIFFERENT MAIZE VARIETY GROUPS AGAINST SMUT DISEASE (*Ustilago maydis* (DC) CORDA.), EFFECTS OF POLLINATION ON THE DISEASE AND FLORA OF FUNGI IN THE SMUTTY COBS

Mehmet AYDOĞDU

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELCUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF DOCTOR OF DEPARTMENT OF PLANT PROTECTION

Advisor: Prof. Dr. Nuh BOYRAZ

2013, 121 Pages

Jury

Prof. Dr. Nuh BOYRAZ
Pof. Dr. Ahmet GÜNCAN
Prof. Dr. Süleyman SOYLU
Doç. Dr. Harun BAYRAKTAR
Yrd. Doç. Dr. K.Kurtuluş BAŞTAŞ

This research was conducted to determine susceptibilities of the cultivars belonging to different maize variety groups against smut disease (*Ustilago maydis* (DC) Corda), effects of pollination on the disease and flora of fungi in the smutty cobs in 2010 and in 2011. With given inoculum into the nodes of maize plants (40- 60 cm high), any resistant cultivar to the disease was not established as a result of the trial, in which susceptibilities of cultivars belonging to different maize variety groups against the disease was investigated. However, it was established that both Vega and Merit (sweet maize cultivars) were middle resistant to the disease. Pioneer-3394 and Side (dent maize cultivars), Karadeniz Yıldızı (flint maize variety), and Antcin-98 (popcorn maize variety) all were found to be susceptible to the disease; as for Ada-523 (dent corn variety) and Karaçay (flint corn variety) were very susceptible to the disease. It was determined that the yield losses and disease severity meanly due to the disease varied respectively from 23.1 % to 41.4 % and from the rate of 0.4 to 8.4 varieties used in the trial. Meanly yield losses due to the disease with a rate of 45.5 % were detected fom maize varieties, which were inoculated prior to pollination whereas meanly yield losses with a rate of 35.9 % were established from maize varieties, which were inoculated following pollination, in the experiment in which effects of pollination on the disease were investigated. Mean disease severity and disease incidence of all varieties, which were inoculated before pollination, were higher than those inoculated in the wake of pollination in the two-year field trials. Genera of six fungi (*Paecilomyces*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Acremonium*, *Fusarium* and *Rhizopus*) and species of seven fungi commonly isolated among them (*Aspergillus fumigatus, A. niger, A. parasiticus*(*A. flavus*), *Paecilomyces lilacinus*, *Penicillium citrinum*, *Fusarium solani*, *F. oxysporum* and *Rhizopus stolonifer*) were determined in the study in which examination of fungal flora in the smutty cobs. The most frequently isolated genus was *Aspergillus* with a rate of 31.4 %, whereas the least frequently established genus was *Penicillium* with a rate of 6.4 %.

Keywords: Fungal flora, maize, pollination, smut disease, susceptibility, *Ustilago maydis*.

ÖNSÖZ

Tez konusunun belirlenmesi, planlanması ve yürütülüp sonuçlandırılmasının her aşamasında beni yönlendiren danışmanım Sayın Prof. Dr. Nuh BOYRAZ' a, rastıklı koçanlardaki tanelerden izole ettiğim fungal izolatların teşhisinde yardımcı olan Sayın Prof. Dr. Salih MADEN'e, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Aksu İlçesi arazilerinde denemelerin kurulmasında yardımcı olan Sayın Zir. Yük. Müh. Şekip ERDAL, Sayın Zir. Müh. Mehmet PAMUKÇU, Sayın Zir. Yük. Müh. Ayşe YILMAZ' a, istatistiksel analizlerin yapılmasında desteklerini gördüğüm değerli arkadaşım Sayın Zir. Yük. Müh. Yüksel KAYA' ya, sevgi, sabır ve desteklerini hiçbir zaman benden esirgemeyen canım aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Mehmet AYDOĞDU
KONYA-2013

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iii**

ABSTRACT ..... **iv**

ÖNSÖZ ..... **v**

İÇİNDEKİLER ..... **vi**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **iviii**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **6**

2.1. Hastalığın Tanımı, Yaygınlığı ve Oluşturduğu Kayıplar 6

2.2. Bitki Tozlaşması ve Çevre Faktörlerinin Mısır Rastık Hastalığına Etkisi 12

2.3. *Ustilago maydis*'e Karşı Konukçu Hassasiyeti 19

2.4. *Ustilago maydis*' in Koçan Enfeksiyonu ve Koçanlardaki Fungal Flora 26

3. MATERYAL VE YÖNTEM **40**

3.1. Materyal 40

3.1.1. Bitki materyali 40

3.1.2. Fungal inokulum 40

3.1.3. Kültür ortamı 40

3.2. Metod 41

3.2.1. İzolasyon 41

3.2.2. Havuç solüsyonunun hazırlanması 41

3.2.3. İnokulumun hazırlanması 41

3.2.4. % 0.727' lik triethanolamineoleate eriyiğinin hazırlanması 42

3.2.5. Deneme tertipi 42

3.2.6. İnokulasyon 43

3.2.7. Fungal Floranın Belirlenmesi 43

3.2.8. Gözlem ve değerlendirmeler 44

3.2.8.1. Hastalık şiddeti ve hastalıklı bitki oranı 44

3.2.8.2. Verim kaybı ...…..….44
3.3. Araştırma yerinin genel özellikleri ...…….....45
3.3.1. Yörenin ekolojik özellikleri ……45
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA ……...…..59
4.1. Hastalığın Tanımı ……49
4.2. Mısır Çeşitlerinin *Ustilago maydis*' e Karşı Duyarlılıkları ...…….……57
4.3. Tozlaşmanın Mısır Rastık Hastalığı Üzerine Etkisi ...……...……68
4.4. Hastalıklı Koçanlarda Fungal Floranın Tespit Edilmesi ……..……..88
4.5. Tartışma ....……..……92
5. SONUÇ VE ÖNERİLER ……...…105
5.1 Sonuçlar…….….105
5.2 Öneriler 105
KAYNAKLAR 107
ÖZGEÇMİŞ.....120

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

^{0}C: Santigrat derece
cm: Santimetre
da: Dekar
g: Gram
ha: Hektar
kg: Kilogram
l: Litre
Mb: Milyon baz
mg: Miligram
ml: Mililitre
mm: Milimetre
%: Yüzde

Kısaltmalar

$CuSO_4$: Bakır sülfat
NPK: Azot/Fosfor/Potasyum
ppm: Milyonda bir parçacık

1. GİRİŞ

Tarım, insanların yerleşik hayata geçmesiyle beraber insan ve hayvan beslenmesi açısından vazgeçilmez olmuştur. Bununla birlikte, her geçen gün dünya nüfusu hızla artmaktadır. Artan nüfusun beslenmesi için mevcut tarım alanlarından daha yüksek verim alınması gerekmektedir. Küresel ısınmayla birlikte son yıllarda yaşanan ekstrem iklim şartları ve insan faktörü tarım alanlarını ve bitkisel üretimi olumsuz yönde etkilemekte ve dolayısıyla birim alandan elde edilen ürün miktarı istenilen seviyede olmamaktadır.

Tarımsal üretiminde yaşanan bu sorunların yanı sıra, üretimi sınırlandıran en önemli problemlerden birisi de fungal kaynaklı bitki hastalıklarıdır. Fungal hastalıklarla mücadele yapılmasına rağmen her yıl tarımsal ürünlerde verim ve kalite üzerine olumsuz bir etki oluşturmaktadırlar. Zaman zaman çevre şartlarının patojenin lehine olması ve bol miktarda hassas konukçu varlığı ile epidemi ve pandemi yaparak gerek kıtasal ve gerekse küresel boyutta önemli verim kayıplarına hatta geçmişte insan göçlerine dahi neden olabilmişlerdir. Bu bağlamda, bitki fungal hastalıkları tarımda üretimi sınırlandıran en önemli etkenlerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Tarımda bitkisel üretimi olumsuz yönde etkileyen fungal patojenlerin çoğu kültür bitkileri üretimini gerek ürün kalitesi ve gerekse verim açısından her yıl etkileyebilmekte ve bu etki bazı yıllar şiddetli olduğu gibi, bazı yıllarda ise hiç ürün alınamamasına dahi neden olabilmektedir. Kültür bitkileri içerisinde tahıllar ve tahıl bitkileri arasında ise özellikle mısır hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkeler açısından önde gelen bir kültür bitkisidir. Bu noktada, tahıllar ve özellikle mısırda hastalık oluşturan fungal patojenlerle mücadele, ürün kalitesi ve verimin arttırılması açısından önemlidir.

Kültürü yapılan tarım ürünleri içerisinde tahıllar önemli bir yer teşkil etmektedir. Ayrıca, tahıllar gerek Türkiye ve gerekse dünyada insan ve hayvan beslenmesi açısından çok büyük önem arz etmektedir. 2010 yılında dünyada tahıl bitkileri içinde en fazla üretim sırasıyla, mısır (840 milyon ton), çeltik (696 milyon ton) ve buğday (653 milyon ton) ürünlerinden elde edilmiştir (Anonymous, 2013a).

Mısır, tahıl grubu içinde üretim miktarı olarak dünyada ilk sırada bulunurken, Türkiye' de tahıllar içinde buğday ve arpadan sonra üçüncü sırada yer almaktadır. Türkiye' de son 12 yıllık tahıl bitkileri üretim değerleri incelendiğinde, 2000 yılında 2,300,000 ton mısır üretilirken bu miktar 2012 yılında 4,600,000 olmuştur. Bu

değerlerden anlaşılacağı üzere, Türkiye' de tahıl bitkileri içerisinde mısır üretimi artarak devam etmektedir (Anonim, 2013b)

Türkiye' nin 2000-2010 yılları arasındaki mısır ekim, üretim ve verim değerleri incelendiğinde, 2000-2007 yılları arasında mısır ekim alanlarında değişmeler görülürken, 2005 yılında 600,000 ha ile en yüksek mısır ekim alanına ulaşılmış ve 2008-2010 yıllarında ekim alanları 590,000 ha civarında kalmıştır. Mısır üretimi 2000-2003 yılları arasında 2,000,000 ton civarında olurken, 2004 yılında üretim 3,000,000 tona ulaşmıştır. 2008-2010 yıllarında üretim 4,000,000 ton civarında değişirken en yüksek üretim 2010 yılında 4,310,000 ton olarak gerçekleşmiştir. 2000-2010 yılları arasında mısır ekim alanı ve üretim değerlerinin dalgalanmalar gösterdiği buna karşılık, birim alandan alınan verim değerleri incelendiğinde ise 2000-2003 yıllarında 4,000 kg/ha civarında olan mısır verimi 2002 yılından itibaren sürekli bir artış göstermiş ve 2010 yılında 7,261 kg/ha ile en yüksek seviyeye ulaşmıştır (Anonymous, 2013c)

Türkiye' de son on iki yılda mısır tarımındaki ekim alanları ve üretim miktarları arasındaki değişmelere karşılık 2002 yılından itibaren verimdeki sürekli artış önemlidir. Çünkü mevcut tarım alanları içerisinde ekim alanlarının arttırılması belirli oranlarda mümkündür fakat birim alandan alınan verimin arttırılması çok daha fazla önem arz etmektedir. Türkiye' de tahıl bitkileri içerisinde mısıra ilgi gerek insan ve gerekse hayvan beslenmesi açısından yıldan yıla artmaktadır.

Mısırın anavatanının Meksika olduğu çeşitli araştırıcılar tarafından bildirilmiştir. Meksika' nın Balsas ırmağı vadisinde teosinte' nin (*Z. mays* ssp. *parviglumis*) ıslahı ile mısır (*Z. m.* ssp. *mays*) bitkileri elde edilmiştir (Matsuoka ve ark., 2002; Doebley ve ark., 2006). Daha sonrasında mısır günümüzden 4,000-7,000 yıl önce Güney Amerika (Piperno ve Pearsall, 1998; Staller ve ark., 2006) ve 1,000-3,000 yıl önce de Kuzey Amerika' ya (Staller ve ark., 2006) taşınmış ve ürün yeni çevre şartlarına ve kullanımlara adapte olmuştur (Munkacsi ve ark., 2008).

Mısır entansif tarım şartlarında yetiştirilmeye son derece uygun, güneş enerjisinden azami seviyede istifade ederek birim alandan yüksek miktarda tane ürünü ve kuru madde üreten bir bitkidir. Ayrıca mısır çok yönlü bir kullanım alanına sahiptir. Mısır bitkisinin geniş adaptasyon kabiliyeti ve yüksek verim potansiyeli sebebiyle hemen her bölgemizde tarımı yapılmaktadır. Türkiye' de üretilen mısırın % 35' i insan beslenmesinde, % 30' u silajlık olarak hayvan beslenmesinde, % 20' si ise yem sanayisinde kullanılmaktadır (Gençtan ve ark., 1995).

Mısır sahip olduğu zengin besin maddeleri nedeniyle hem insan, hem de hayvan beslenmesi bakımından çok değerli ve kullanım çeşitliliği olan bir üründür. Mısır gerek doğrudan insan beslenmesinde gerekse nişasta, glikoz, yağ ve yem sanayinde hammadde olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde entansif hayvancılığın gelişmesine ve artan karma yem talebine bağlı olarak mısır talebi de artmaktadır. Mısır tanesi çok iyi bir enerji kaynağı olup, nişasta yönünden zengin olması ve nişastanın hazmolabilirlik derecesinin yüksekliği beslenme değerini artırmaktadır. Mısır ayrıca, yeşil olarak ve silaj olarak da hayvan beslenmesinde kullanılan önemli bir kaba yemdir. Dünya mısır üretiminin büyük bölümü hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. İnsan beslenmesinde kullanım oranı gelişmekte olan ülkelerde, gelişmiş ülkelere göre daha yüksek oranlarda bulunmaktadır (Kırtok, 1998).

Sade (2001) 900,000 ton mısırın özellikle yem sanayinde kullanılmak üzere ithal edildiğini, sadece Konya' da 150,000-200,000 ton olan yem sanayinin mısır ihtiyacının tamamının başka illerden veya ülke dışından temin edildiğini, ülkemizde bu açığa her yıl 50,000-100,000 ton ilave olacağının tahmin edildiğini ve üretimdeki bu açığa rağmen mısır üretimi ile ekim alanının Türkiye ve Konya' da istikrarlı bir şekilde arttığını rapor etmiştir.

Ülkemizde hemen her bölgemizde mısır tarımı yapılmaktadır. Ülkemizde farklı mısır varyete gruplarından bölgelere göre farklı olmak üzere genelde at dişi mısır (*Zea mays* var. *indentata*), sert mısır (*Zea mays* var. *indurata*), cin mısır (*Zea mays* var. *everta*) ve şeker mısır (*Zea mays* var. *saccharata*) yetiştirilmektedir.

Bununla birlikte, bir sıcak iklim tahılı olması nedeniyle mısır oldukça sıcak ve yağışlı bir iklimi ister. Yağışı yetersiz yörelerde ise sulanarak yetiştirilebilir. Bu şartların yanı sıra morfolojik yapısının da uygun olması nedeniyle mısır, hastalık etmenleri ve zararlıların en ideal hedeflerinden birisi olmaktadır. Uzun yıllar üretimin en büyük kısmını vermiş olan Karadeniz ve Marmara bölgelerinde üretile gelmiş olan populasyonlar hastalık ve zararlılara karşı oldukça hassas olduklarından doğrudan veya dolaylı olarak üründe hemen her yıl kayıplar olmuştur. Zaman zaman ortaya çıkan hastalık ve zararlı salgınları nedeniyle de bazen lokal, bazen de bölgesel oldukça önemli verim kayıpları meydana gelmiştir. Yapılan gözlemler ve araştırma çalışmaları, mısırda hastalıkların üründe önemli kayıplara neden olabildiğini göstermiştir. Türkiye' de en fazla ekonomik zarar meydana getirdiği rapor edilmiş hastalıkların arasında mısır rastığı da bulunmaktadır (Kınacı, 1987).

Üretimi sınırlandıran en önemli faktörlerden biri olan mısır rastık hastalığı, mısır tarımının yapıldığı hemen her yerde görülebilmektedir. Mısır bitkisinde önemli zararlara yol açan (*Ustilago maydis* (DC) Corda) fungusunun meydana getirdiği rastık hastalığı ürünün kalite ve kantitesini etkilemektedir. Bitkide galin oluştuğu yere, sayısına, püskül ve koçan çıkarma devresindeki enfeksiyon durumuna ve galin büyüklüğüne göre zarar derecesi değişmektedir. Ayrıca hastalıklı bitkilerden alınan taneler, çürüklük etmenlerine karşı daha hassas olmaktadırlar. Erken dönemdeki şiddetli enfeksiyonlarda ölüm ve kısırlığa, enfeksiyonun şiddetli olması halinde ise bitkinin ölmesine neden olabilmektedir (Tunçdemir ve İren, 1980).

Hastalık ilk defa Avrupa' da Fransız biyolog Bonnet (1754) tarafından diğer hububat rastıkları ile mukayeseli olarak tanımlanmış, daha sonraki yıllarda yapılan çalışmalarla fungusun ekolojisi, fizyolojisi, genetiği ve çeşitlerin mukavemet durumları aydınlatılmaya çalışılmıştır. *U. maydis* Avrupa' ya eski İspanyol kâşifler tarafından taşınmıştır (Basse ve Steinberg, 2004).

Mısırda *U. maydis*' in neden olduğu hastalık simptomlarının detaylı bir incelemesi ilk kez 1883 yılında O. Brefeld tarafından yapılmıştır. Araştırıcı genç meristematik sürgün dokularının *U. maydis* enfeksiyonuna hassas olduğunu göstermiş ve *U. maydis*' in kültürde çoğalmasını tarif etmiştir. Brefeld ayrıca patojenik gelişme esnasında *U. maydis*' in çoklu morfolojik değişimlere maruz kaldığını bildirmiştir. Bunların yanı sıra, fungusun patojenik gelişmesinin başlaması, maya benzeri tomurcuk hücrelerinden bir hif ucu gelişmesine morfolojik bir geçiş ile karakterize edilmiştir (Christensen, 1963; Kahmann ve ark., 2000).

Mısır rastığı için Bremer ve ark. (1948) mısırda en yaygın ve en çok görülen bir hastalık olarak tanımlamışlar ve Türkiye' nin hemen her yerinde bulunduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, ayrıca mısır rastığından dolayı ülkemizde % 0.01-4 oranları arasında hastalıklı bitki olduğunu, Edirne ve Trabzon' da bu oranın % 15-20' ye kadar çıktığını ve en fazla bulaşmanın % 70 oranı ile Erzurum ve İspir' de olduğunu rapor etmişlerdir.

Yurdumuzda diğer hububat rastıklarıyla ilgili araştırmalar yapılmasına rağmen mısır rastığı konusunda pek fazla çalışma yapılmamıştır. *U. maydis* diğer hububat rastıklarından farklı olarak, lokal enfeksiyon yapmakta, koçan ve sapta dikkati çekecek zararlar oluşturmaktadır. Her yıl bilhassa iç kesimlerdeki bitkilerde, yağışlardan sonraki sıcak ve kuru mevsimlerde, sulanmayan tarlalara nazaran sulanan tarlalarda dikkati çeken irilik ve sayıda galler oluşmaktadır (Tunçdemir ve İren, 1980).

Mısır rastığı fungal mısır hastalıkları içerisinde çok önemli bir yere sahiptir. Çünkü diğer fungal hastalıklarla kimyasal mücadele yapılabilmekte iken rastık hastalığının kimyasal mücadelesi bulunmamaktadır. Bununla birlikte hastalıkla mücadele açısından en etkili yol olarak dayanıklı çeşit kullanımı gösterilmektedir. Ayrıca mısır rastık hastalığı mücadelesinde, üretimin yapıldığı topraktaki bitki besin madde miktarları dikkate alınarak, uygun ve dengeli gübreleme yapılması alınacak en önemli kültürel önlemler arasında yer almaktadır.

Bunların yanı sıra mısır bitkilerinin sağlıklı bir şekilde tozlaşması, koçanlardaki tanelerin döllenmesi açısından verim üzerine doğrudan etkilidir. Çünkü *U. maydis*' in mısır bitkisinin özellikle koçanlarında tanelerin yerinde oluşan galleri verimi doğrudan etkilemektedir. Snetselaar ve ark. (2001) yapmış oldukları çalışmalarında koçan tozlaşmasının *U. maydis*' in koçan enfeksiyonunu etkilediğini ortaya koymuştur.

Ayrıca hastalıklı koçanlarda meydana gelen rastık galleri nedeniyle koçanlardaki tanelerin sağlıklı bitkilere göre daha küçük ve mat olduğu ve ayrıca çeşitli patojenlerin hedefi haline geldiği bilinmektedir. Bu şekilde fungal patojenlerin tanelerde enfeksiyonu ve mikotoksin üretme potansiyeli nedeniyle gerek ürün kalitesi ve gerekse sağlık riski taşımasıyla ürünün pazarlanmasını güçleştirdiği anlaşılmaktadır.

Bütün bu bilgilerden;

(1) Mısır rastık hastalığının bitkinin toprak üstü organlarında galler oluşturarak doğrudan ve dolaylı olarak verimi etkilediği,

(2) Hastalıklı koçanlardaki tanelerin daha küçük ve mat görünümü nedeniyle pazar değerini düşürdüğü,

(3) Hastalığın mücadelesinde kimyasal mücadele olanağının bulunmadığı,

(4) Hastalıkla mücadelede alınacak kültürel önlemlerin çok önemli olduğu ortaya çıkmaktadır.

Bu bağlamda, farklı mısır varyete gruplarına ait çeşitlerin rastığa karşı duyarlılıklarının belirlenmesi, tozlaşmanın mısır bitkilerinde *U. maydis* enfeksiyonu ile olan ilişkisi ve hastalıklı koçanlarda mevcut olan fungal floranın saptanması büyük önem taşımaktadır. Bu araştırmada 2010 ve 2011 yıllarında Antalya' nın Aksu ilçesinde yürütülen tarla denemelerinde, farklı mısır varyete gruplarına ait bazı mısır çeşitlerinin rastık hastalığına hassasiyetleri, tozlaşmanın hastalık üzerine etkisi ve hastalıklı koçanlardaki fungal floranın tespit edilmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Farklı mısır varyete gruplarına ait çeşitlerin rastık hastalığına (*Ustilago maydis* DC (Corda) karşı duyarlılıkları, tozlaşmanın hastalık üzerine etkisi ve hastalıklı koçanlarda fungal floranın belirlenmesi amacıyla yürütülen bu araştırma ile ilgili olarak daha önce yapılan çalışmalara ait literatür bilgileri dört alt başlık halinde verilmeye çalışılmıştır.

2.1. Hastalığın Tanımı, Yaygınlığı ve Oluşturduğu Kayıplar

Ustilaginales takımı dünyada monokotiledonlarda (tek çenekli bitkiler) çeşitli hastalıklara neden olan önemli bir grup bitki patojenlerinden oluşmaktadır. Bitki ve tohumların kimyasal muamelesine, kısmen dayanıklı çeşitlere ve uygulanan farklı toprak işleme metodlarına rağmen bu patojenler, şiddetli hastalık epidemilerine neden olma potansiyeline sahiptir. Tüm Ustilaginales takımı içinde *U. maydis*, takımın en tanınmış üyesidir. *U. maydis*, mısır (*Zea mays* L.) ve mısırın ebeveyni olduğu düşünülen teosinte (*Zea mexicana*)' ye özel bir patojendir. *U. maydis* bazı şartlar altında tarımda şiddetli ekonomik kayıplara neden olabilen mısırın yetiştirildiği her yerde görülen rastık hastalığının etmenidir (Ruiz-Herrera ve Martínez-Espinoza, 1998).

U.maydis' in neden olduğu mısır rastık hastalığı, mısır bitkisinin topraküstü organlarında oluşan gal adı verilen şişkinlikler ile tanımlanabilir. Galler bitki üzerinde geliştiği bitki organına göre değişik büyüklük ve şekillerde meydana gelebilmektedir.

Sorauer (1962) *Ustilago maydis*' in 1754 yılında Kuzey Carolina' da, 1815' te Fransa' da, 1829' da Avusturya' da ve 1833 yılında Almanya' da saptandığını ve bu gün ise dünyada mısır ekilen her yerde değişik oranlarda rastlanıldığını bildirmiştir. Araştırıcı, *Ustilago maydis*' in esas konukçusunun mısır (*Zea mays* L.) olduğunu, fungusun Amerika ve İtalya' da Guatemale otu (*Euchlaena mexicana*) üzerinde de saptandığını ve etmenin yapay inokulasyon çalışmalarında *Sorghum saccharatum* üzerinde de mercimek büyüklüğünde galler oluşturduğunu rapor etmiştir.

Christensen (1963) *U. maydis*' in konukçu bitkilerinin mısır (*Zea mays* L.) ve teosinte bitkileri olduğunu ve hastalık etmeninin bu bitkilerde kloroz, antosiyanin oluşumu, bodurlaşma, kısırlaşma ve gal oluşumu gibi çeşitli morfolojik ve fizyolojik değişmelere neden olabildiğini bildirmiştir. Araştırıcı, en belirgin hastalık simptomu

olarak oluşan galleri; etkilenen konukçu organlarındaki hücrelerin genişlemesi ile rastık fungusunun karışımdan meydana gelen yarı etsi bir yapı olarak tanımlamıştır.

Bununla birlikte *U.maydis*' in alternatif konukçularda morfogenetik değişmelere neden olup olamayacağını belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada; doku kültüründen üretilmiş bitkilerden kavunağacı (*Carica papaya* L.), kuşkonmaz (*Asparagus officinalis* L.), sarımsak (*Allium sativum* L.), patates (*Solanum tuberosum* L.), tütün (*Nicotiana tabacum* L.), Afrika menekşesi (*Saintpaulea* spp.) ve tohumlardan geliştirilen bitkilerden fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.), sorgum (*Sorghum bicolor* Moench), çeltik (*Oryza sativa* L.), mısır (*Zea mays* L.) ve kızsaçı (*Ginkgo biloba* L.) olmak üzere *in vitro*' da elde edilen saf bitkicikler *U.maydis*' in bir diploid ırkı ile inokule edilip, iklim odasında inkübe edilerek periyodik olarak gözlenmiştir. İnokulasyon sonucunda sözkonusu bitkilerin hepsi fungusa karşı hassas bulunmuş ve en yaygın simptom olarak fungusun beyaz miselyumu gözlenmiştir. Bunların yanı sıra, test edilen bitkilerde gözlenen diğer yaygın simptomlar tek çeneklilerde kök sayısında artış veya çift çeneklilerde gövde üzerinde harici köklerin gelişmesi olmuştur. Gözlenen diğer simptomlar; kloroz, antosiyanin artışı, nekroz ve bodurlaşma olup bunlar farklı bitki türleri arasında değişmiştir. Araştırma sonucunda; deneysel şartlar altında *U.maydis*' in kendi doğal konukçularıyla filogenetik olarak akraba olmayan bitki türlerini de enfekte edebileceğini göstermiştir (León-Ramírez ve ark., 2004).

Mısır rastık hastalığı ülkemizde tüm mısır ekim alanlarında görülebilen önemli bir hastalıktır. Yoğunluk ve yaygınlığı ekolojik koşullara bağlı olarak büyük farklılık gösterir. Edirne, Trabzon ve Samsun illerinde % 15-20' yi bulan bulaşıklılık oranı saptanmıştır (Tunçdemir, 1985).

Bunun yanısıra, Kınacı (1987) mısır rastık hastalığının mısırın yetiştiği her yerde görülebildiğini, Aktaş (2001) ise bir ve iki yapraklı mısır bitkilerinde nadiren rastık gallerinin gözlendiğini ve bitkiler 30 cm boylanmadan hastalık belirtilerine pek rastlanılmadığını bildirmiştir.

Mısırda rastık hastalığına neden olan fungus De Hoog ve ark. (2000)' na göre aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır;

Âlem: Fungi

Şube: Basidiomycota

Sınıf: Basidiomycetes

Takım: Ustilaginales

Familya: Ustilaginaceae

Genus: Ustilago

Tür: *Ustilago maydis* (DC) Corda.

Christensen (1963) tarafından *Ustilago maydis* (DC) Corda.' nın sinonimleri;

Ustilago maydis (DC.) Cda., 1842

Ustilago carbo-maydis Phillipar., 1837

Ustilago maydis Lev., 1839

Lycoperdon zeae Beckm., 1768

Uredo segetum var. *mays-zeae* DC., 1805

Uredo zeae -mays DC., 1806

Uredo segetum f. *zeae- maydis* DC., 1808

Uredo maydis DC., 1815

Uredo zeae Schw., 1822

Caeoma zeae Link., 1824

Erysibe maydis (DC.) Wallr., 1833

Ustilago zeae (Schw.) 1836

Ustilago schweinitzii Tul., 1847

Ustilago zeae- mays Wint., 1881

Ustilago euchlaenae Archang., 1882

Ustilago maydis (DC.) Cda. f. *foliicola* Sacc., 1886

Ustilago maydis f. *androphila* D. Sacc., 1886

Mısır yetiştirilen her yerde rastık hastalığı görülmektedir. Hastalığın mısır bitkilerindeki yaygınlığı ve oluşturduğu kayıplar çeşitli araştırıcılar tarafından tespit edilmiştir.

Nitekim, Wisconsin (A.B.D.)' de 1881 yılında yapılan bir çalışmada bazı mısır tarlalarında rastık hastalığı nedeniyle meydana gelen kayıpların % 5-15 olduğu bildirilmiştir (Henry, 1881). Bununla birlikte, Iowa (A.B.D.)' da mısır rastığından dolayı 1884 yılında meydana gelen ürün kaybının yaklaşık olarak % 2 olduğu, şeker mısırı yetiştirilen bir tarlada rastık nedeniyle % 66' lık bir ürün kaybının meydana geldiği rapor edilmiştir (Bessey, 1884). Yine A.B.D.' de yapılan başka bir araştırmada, Ohio (A.B.D.)' daki mısır tarlalarında bitkilerin % 25-45 oranında rastıkla enfekteli olduğu ve yaklaşık olarak % 4.4 oranında ürün kaybı meydana geldiği (Selby ve Hickman, 1897) ve ülkenin Illinois eyaletinde 1900 yılında % 0.5-5 oranında mısır rastık kaybı olduğu bildirilmiştir (Clinton, 1900).

Bunların yanı sıra, Potter ve Melchers (1925) ise 1916 yılında Kansas (A.B.D.)' ın doğusundaki mısır tarlalarında % 30-50 oranında rastıkla enfekteli bitki olduğunu ve Kansas' ın yarı kurak bölgelerindeki tarlalarda ise % 60-80 oranında rastıklı bitki bulunduğunu rapor etmişlerdir.

Mısırın topraküstü organlarında rastık hastalığı nedeniyle değişik şekil ve boyutlarda hastalığın tipik belirtisi olan galler meydana gelmekte ve gallerin bitki üzerinde bulunduğu yer ve galin büyüklüğüne bağlı olarak hastalığın zarar derecesi değişmektedir.

Yapılan bazı çalışmalarda, mısır koçanı üzerinde değişik sayı, büyüklük ve farklı yerde oluşan gallerden dolayı meydana gelen verim kayıpları tespit edilmiş ve ortalama olarak koçan üzerinde oluşan tek bir galin koçan verimini % 25 oranında azaltabildiği saptanmıştır (Immer ve Christensen, 1928a; Jorgensen, 1929; Immer ve Christensen, 1931; Johnson ve Christensen, 1935). Bununla birlikte, mısır bitkisinin sap ve tepe püskülünün alt kısmında meydana gelen gallerin, bitkinin diğer kısımlarında oluşan aynı sayı ve büyüklükteki gallerden daha tahripkâr oldukları bildirilmiştir (Immer ve Christensen, 1931; Johnson ve Christensen, 1935).

Davis (1936) ise koçan enfeksiyonlarının bazı yıllarda yaygın, bazı yıllarda seyrek olduğu, komşu tarlalarda ve aynı tarlanın farklı bölümlerinde bariz şekilde değişiklik gösterdiğini rapor etmiştir.

Mısır bitkisi üzerinde rastık galinin oluştuğu yer ve gal büyüklüğü ile oluşan verim kaybı ile ilgili yapılan bazı çalışmalara göre; sap üzerinde oluşan büyük veya orta büyüklükteki bir gal ile birlikte çok sayıda küçük gallerin bulunması bitkide kısırlığa neden olabilmekte, koçan veya tepe püskülünde oluşan küçük gallerin neden olduğu verim kaybı düşük olmakta, fakat bitkinin aynı yerlerinde büyük gallerin bulunması halinde ise şiddetli verim kayıpları meydana gelmektedir (Garber ve Hoover, 1928; Jorgensen, 1929; Immer ve Christensen, 1931; Christensen ve Johnson, 1935; Stringfield ve Bowman, 1942).

Yapılan bazı çalışmalarda ise dayanıklı veya yarı dayanıklı melez mısır çeşitlerinin geliştirilmesine kadarki dönemde mısır tarlalarında genellikle % 25-50 oranında rastık enfeksiyonunun meydana geldiği bildirilmiştir (Immer ve Christensen, 1925; Dickson ve Bowman, 1940; Stringfield ve Bowman, 1942; Devay ve ark., 1957).

Christensen (1963) Minnesota (A.B.D.)' da bazı mısır tarlalarında nadiren % 70' den fazla oranda rastıklı bitki bulunduğunu, yörede yüzlerce melez çeşit yetiştirilmesine rağmen bazı tarlalarda % 5-10 oranında rastık enfeksiyonuna rastlanılabildiğini bunun

yanı sıra hastalığın özellikle şeker mısırı için tahripkâr bir hastalık olduğunu ve hastalığın sadece şeker mısır verimini azaltmakla kalmayıp mısırın işleme maliyeti gibi ilave zorluklar da meydana getirdiğini saptamıştır. Araştırıcı, mısır rastık hastalığından dolayı meydana gelen kayıpların tespit edilmesinde çoğunlukla sadece görülebilen büyük gallere göre değerlendirildiğini, daha az dikkati çeken küçük gallerin gözden kaçtığı veya göz ardı edildiğini, fakat küçük gallerin aynı bitki üzerinde çok sayıda meydana gelmesiyle de mutlaka ürün kaybına neden olabildiğini vurgulamıştır. Araştırıcı, bu nedenle yayınlarda yapılan rastık kayıp değerlendirmelerinin, meydana gelen gerçek kaybın altında olabildiğini belirtmiştir.

Bununla birlikte yapılan başka bir çalışmada ise düşük bitki populasyonlarında daha yüksek mısır rastık oranı rapor edilmiştir (Wilcoxson, 1975).

Tunçdemir ve İren (1980) Samsun ve çevresinde sahil kesimine oranla iç bölgelerde mısır rastığının yaygın ve tahripkar olmasının, hastalığın biyoekolojisinin aydınlatılması ve buna göre de başarılı bir mücadele yönteminin uygulanmasını zorunlu hale getirdiğini belirterek bu amaçla 1974-75 yıllarında 2 ayrı ekolojik alanda bazı mısır çeşitlerinin yapay ve doğal inokulasyon koşullarında değerlendirildiğini ve Samsun ve çevresinde 1975 yılında mısır rastığının oluşturduğu yıllık ortalama ürün kaybının 25,504 ton olduğunu rapor etmişlerdir. Ayrıca araştırıcıların 1975 yılında Samsun ve ilçelerinde yaptıkları sürvey sonuçlarına göre hastalığın sahil kesimindeki ilçelerde yoğunluk ve şiddeti sırasıyla, Alaçam' da % 4.8, % 2, Bafra' da % 2.5, % 1.7, Çarşamba' da % 2, % 1.1, Terme' de % 1.7, % 0.6 olmuştur. İç bölge kesimindeki ilçelerde hastalığın yoğunluk ve şiddeti yine sırasıyla Havza' da % 18.5, % 20.3, Kavak' ta % 38, % 21.4, Ladik' te % 29, % 15.1, Vezirköprü' de % 15.1, % 13.2 ve Merkez ilçede % 15.5, % 11.2 olmuştur.

Kınacı (1987) ise bir mısır bitkisinde 5 cm' den küçük rastık gallerinin % 9, 5-7.6 cm arasında olan gallerin % 14 ve 7.6 cm' den büyük gallerin % 40 oranında verim kaybına neden olduğunu ve bunun yanı sıra bitkilerin tane ve koçanlarının küçüldüğünü rapor etmiştir.

Thakur ve ark. (1989) yapmış oldukları sera denemelerinde sporidial enjeksiyon teknikleriyle koçan gali oranını yaklaşık % 50 ve tepe püskülü gali oranını da % 100 olarak rapor etmişlerdir.

Bunların yanı sıra, Pataky (1991) doğal enfeksiyon sonucunda mısır bitkilerinde oluşan rastık oranını Urbana (A.B.D.)' da değerlendirmiştir. 1987 yılında koçan gali oranının % 0-80, 1988 yılında % 0- 58 ve 1990 yılında % 0-34 olduğunu ve ayrıca genel

ortalama olarak ise koçan gali oranının 1987 yılında % 17.6, 1988 yılında % 12.5 ve 1990 yılında % 3.8 olduğunu bildirmiştir. Bununla birlikte, araştırıcı mısır bitkisinin topraküstü meristematik dokusunun rastık enfeksiyonundan etkilenebildiğini ve rastık gallerinin sap, koltuk tomurcukları, koçanlar, yapraklar ve tepe püskülünde oluşabildiğini belirtmiştir. Araştırıcı ayrıca, rastık enfeksiyonunun teliosporların çimlenmesiyle üretilen veya rüzgârlarla dağılan sporidia' lardan geliştiğini ve enfeksiyonun oluşması için ya teliospor ya da sporidia' ların konukçunun uygun yerlerinde birikmesi gerektiğini rapor etmiştir. Mısır rastık fungusunun enfeksiyonu ile ilgili sözkonusu çalışmanın yanı sıra, yapılan başka bir çalışmada; koçanlarda gallerin gelişmesi, koçan ipeklerinin yaklaşık 3-6 cm uzunluğunda iken ipek kanallarına *U.maydis* sporidia süspansiyonunun şeker mısır (*Zea mays* L.) hibridine enjekte edilmesiyle yapılan inokulasyon ile değerlendirilmiştir. İnokulasyon sonrasında gelişen gal oranının yaklaşık % 35 olduğu bildirilmiştir (Valverde ve ark., 1993).

du Toit ve Pataky (1999a) ise şeker mısırın bir koçanında sadece bir veya iki rastık gali bulunması halinde ürünün pazarlanmasının zorlaştığını bildirmişlerdir. Araştırıcılar, denemelerinde bulunan tüm hibritlerde kapatılmamış koçanlarda gözlenen ortalama doğal enfeksiyon seviyesi olarak, galli koçan oranının yaklaşık % 5 olduğunu ve koçanlar, ipek oluşumundan 0, 4, 8 ve 12 gün sonra inokule edildiklerinde galli koçan oranının, sırasıyla % 85, % 66, % 26 ve % 7 olduğunu bunun gerekçesi olarak da hastalık oranının ipek yaşı ile önemli ölçüde farklılık gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Bunların yanı sıra, Aktaş (2001) mısır üretimi yapılan her yerde mısır rastık hastalığına rastlanıldığını ve hastalığın mısır bitkilerinde ekonomik olarak önemli ürün kayıplarına neden olduğunu belirtmiştir. Araştırıcı, hastalık sonucu oluşan gallerin, bitkinin sap, yaprak, püskül ve koçanlarda meydana gelebileceğini, mekanik mücadele yapılmasına karşın genellikle rastıktan dolayı % 1-5 arasında bir verim kaybının her zaman söz konusu olduğunu bildirmiştir. Sade (2001) ise rastık hastalığının çiçeklenme döneminde yağmurlama yapılan tarlalarda çarpmanın etkisiyle yaprakların ve koçan sürgünlerinin zarar gördüğünü ve koçanlarda iri urların meydan geldiğini ve hastalıklı bitki oranının % 30-40' lara çıktığını rapor etmiştir.

Koçanlarda oluşan gal şiddeti ve ağırlıklarına dair yapılan bir çalışmada, koçan gali şiddeti ve ağırlığı, koçanlar orta-ipek gelişme döneminden 4-8 gün sonra inokule edildiğinde en yüksek olmuştur. Tozlaşan ve tozlaştırılmayan koçanlar kıyaslandığında; tozlaştırılmayanlarda koçan gallerinin tozlaşanlara göre % 5- 15 oranında daha şiddetli

ve koçan gali ağırlığının da % 18-150 oranında daha fazla olduğu saptanmıştır (Pataky ve Chandler, 2003).

Agrios (2004) rastık hastalığından dolayı meydan gelen kayıpların gal sayısı, büyüklüğü ve galin bitki üzerinde oluştuğu organa bağlı olarak değiştiğini bildirmiştir. Yazar, hastalık nedeniyle meydana gelen kayıpların çok önemsiz miktarlar ile % 10 veya bazı lokal alanlarda % 10' dan daha fazla oranda meydana geldiğini bununla birlikte şeker mısırı yetiştirilen bazı tarlalarda hastalık nedeniyle % 100' e yaklaşan oranlarda kayıpların oluştuğunu ve dayanıklı çeşitlerin kullanıldığı geniş alanlarda ise yaklaşık % 2' lik tane veriminde kayıplar olduğunu rapor etmiştir.

2.2. Bitki Tozlaşması ve Çevre Faktörlerinin Mısır Rastık Hastalığına Etkisi

Doğal şartlar altında gerçekleşen rastık enfeksiyonu mısır bitkilerinin genelde sap ve koçan gibi topraküstü ogranlarında gerçekleşir. Sap üzerinde gelişen galler genellikle sap boğumunda oluşmakta, koçanlarda ise tanelerin yerlerini rastık galleri almaktadır. Hatta çoğu zaman mısır koçanının tamamıyla büyük bir rastık galine dönüştüğü görülmektedir. Koçan üzerinde gelişen rastık galleri mısır verimini doğrudan etkilemektedir. Nitekim, mısır rastık hastalığı nedeniyle oluşan verim kayıpları en çok koçanlarda gelişen gallerden kaynaklanmaktadır.

Rastık hastalığının mısır bitkisinin koçanlarında oluşturduğu galler oldukça dikkat çekicidir. Koçanlarda tanelerin yerlerinde rastık galleri gelişmektedir. Bu gelişmenin tabiatı ise normal şartlarda mısır bitkilerinin tepe püsküllerinden gelen polenlerin ipeklere tutunup, ipek kanalından ilerlemesi ve stigmada çimlenip, ovaryumun döllenmesiyle birlikte tane oluşmaktadır. Fakat tozlaşma ve dolayısıyla döllenme gerçekleşmeden *U. maydis* uyumlu sporidialarının bir birleşme tüpüyle kaynaşması ve dikaryotik enfeksiyon hifi oluşturarak ipek kanalından ovaryuma ulaşması ve konukçuyu enfekte etmesiyle tanelerin yerlerinde rastık galleri gelişmektedir. Bu açıdan tozlaşma mısır bitkisinin koçanlarında gallerin oluşumunda doğrudan bir etkiye sahiptir.

Mısır rastık hastalığı ile ilgili çalışma yapan araştırıcılar özellikle koçan ipeklerinin inokulasyonu sonucunda oluşan koçan galleri üzerinde yoğunlaşmışlardır. Nitekim, bu konu üzerinde yapılan bir çalışmada; Snetselaar ve Mims (1993) *U.maydis*' in ipeklerden stigmaya giriş sürecini bir elektron mikroskop görüntülemesiyle belgelendirmişlerdir. Araştırıcılar, mısır koçanlarının stigmalarını rastık sporidia' larının

farklı sıvı süspansiyonları ile inokule etmişler, inokulumun tek haploid ırklardan oluştuğunda eşleşme veya enfeksiyon yapıları gözlenmediğini, buna karşılık stigmalar, her iki eşleşme lokusunda (a ve b) uyumlu alellere sahip sporidia' lar ile inokule edildiklerinde; sporidia' ların bir birleşme tüpü kullanarak çift halinde eşlendiğini ve her bir çiftin stigma yüzeyinde hızlı gelişen bir dikaryotik enfeksiyon hifi oluşturup, appressorium geliştirerek stigmaya girdiğini bildirmişlerdir.

Bunun yanı sıra, mısır koçan tozlaşmasının *Ustilago maydis*' e hassasiyeti etkileyip etkilemediğini tespit etmek amacıyla Snetselaar ve ark. (2001) tarafından koçanlar aşağıda belirtildiği gibi 4 farklı şekilde muameleye tabi tutulmuşlardır.

(1) Koçanlar sadece tozlaşmaya bırakılmış,

(2) Koçanlar sadece uyumlu haploid *U. maydis* hücreleri (sporidia) ile inokule edilmiş,

(3) Koçanlar inokulasyondan 4 gün sonra tozlanmış,

(4) Koçanlar tozlandıktan 4 gün sonra inokulasyon yapılmıştır.

Araştırma sonucunda; 1. muamelede koçan üzerindeki tanelerin % 77' si sağlıklı bir şekilde döllenmiştir. 2. muamelede koçan üzerindeki tanelerin % 75' i enfekte olmuş, 3. muamelede koçan üzerindeki tanelerin ortalama % 73' ü enfekte olurken, sadece ortalama % 8 oranında başarılı döllenme gerçekleşmiştir. 4. muamelede; koçan üzerinde ortalama % 20 enfekteli tane meydana gelmiştir. Oluşan gallerin hemen hemen hepsi tozlaşmanın etkisiz olabildiği koçan uçlarında gerçekleşmiştir.

İpek vasıtasıyla koçanı enfekte eden patojenlere karşı mısırın hassasiyeti ipek gelişmesiyle değişir. Koçanların ipekler oluştuktan hemen sonra *Fusarium graminearum* Schwabe ile inokule edilmesiyle patojenin neden olduğu koçan çürüklüğü en yüksek seviyede oluşurken buna karşılık ipeklerin olgunlaşmasıyla hastalık hızla azalmıştır (Enerson ve Hunter, 1980; Reid ve ark., 1992). Bunun yanı sıra, koçan ipekleri olgunlaşmanın (yaşlanmanın) erken safhasında *Aspergillus flavus* Link: Fr. ile inokule edildiklerinde etmenin oluşturduğu tane enfeksiyonu, ipeklerin olgunlaşmasının daha geç safhalarında inokule edildiklerinde oluşan tane enfeksiyondan daha şiddetli olmuştur (Marsh ve Payne, 1984). Bunlarla birlikte, Headrick ve ark. (1990) ipek olgunlaşmasının başlamasından hemen sonra tanelerin *F. moniliforme* J. Sheld tarafından kolonize edildiğini rapor etmiştir.

Mısır koçanlarındaki ipek olgunluğu ve tozlaşmanın mısır rastığı üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, du Toit ve Pataky (1999a) mısır koçanlarının ilk ipek oluşumundan itibaren ipek oluşumundan sonraki 8-14 güne kadarki zaman

diliminde *U. maydis* enfeksiyonuna karşı hassas olduğunu ve bu hassas periyod esnasında galli koçan oranının ipekler olgunlaştıkça azaldığını rapor etmişlerdir. Araştırıcılar, ayrıca mısır koçanlarının *U. maydis* enfeksiyonuna hassas olduğu periyodun, ipekler polene maruz bırakıldığında, polene maruz bırakılmadığı zamandakinden daha kısa olduğunu ve ipeklerin polenlere maruz bırakılmasıyla galli koçan oranının azaldığını bildirmişlerdir.

Ayrıca, Snetselaar ve Mims (1993) mısır koçanlarının *U. maydis* enfeksiyonuna ipeklerin tozlanmadıklarında, ipeklerin tozlandıklarındakinden daha uzun süre hassas kaldıklarını belirtmişler ve bunun gerekçesi olarak da *U. maydis* 'in dikaryotik formunda obligat bir biyotrof olduğundan dolayı tozlanmış ipeklerde absisyon (kopma) bölgesindeki ölü hücre tabakasında gelişemeyeceğini göstermişlerdir.

Gerek ıslah programlarındaki mısır hatları ve gerekse mevcut mısır hibritlerinin rastık hastalığına karşı duyarlılıklarının test edilmesi açısından mısır koçanlarında rastık gallerinin gelişmesini temin eden güvenilir bir inokulasyon metodu çok önemlidir. Bu bağlamda, Pope ve McCarter (1992) *U. maydis*' in neden olduğu mısır rastık hastalığının yüksek hastalık oranında ve şiddetinde gelişmesini teşvik eden güvenilir bir inokulasyon metodu geliştirmek için Georgia' nın (A.B.D.) dağlık, dağ eteği ve kıyı alanlarında çeşitli çalışmalar yapmışlardır. Araştırıcılar bu amaçla inokulumu, altı sporidial ırkların karışımından 10^6 sporidia/ml yoğunlukta oluşturarak her bir koçana 3 ml olacak şekilde;

(1) Yaralanmamış ipeklere,

(2) Budama makasıyla kısmen yaralanmış ipeklere,

(3) İpekleri tamamen çıkarılmış koçanlara,

(4) Budama makasıyla 1.5-2 cm' lik uçları çıkarılmış koçanlara,

(5) Koçan yaprakları (kavuz) arasından koçana uygulamışlardır.

Sonuçta, araştırıcılar bu metodlardan en yüksek hastalık oranı ve en yüksek hastalık şiddetinin koçan enjeksiyonu ve koçan ucu enjeksiyon metodlarıyla elde edildiğini ve ipekler oluşup 5-10 cm olduğunda uyumlu sporidia' lardan oluşan 10^6/ml yoğunlukta 3 ml' lik inokulum kullanıldığında koçanların yaklaşık % 97 oranında enfekteli olduklarını rapor etmişlerdir.

Mısır hat ve çeşitlerinin rastık hastalığına karşı reaksiyonlarının değerlendirilmesi açısından her zaman uygulanabilir ve güvenilir bir inokulasyon metodununun yanı sıra, inokulum konsantrasyonu ve inokulasyonu yapan kişilerin inokulum uygulamalarındaki varyasyonların en aza indirilmesi mısır hat ve çeşitlerinin

hastalığa karşı duyarlılıklarının doğru olarak değerlendirilmesi bakımından çok önemlidir.

Bu noktada, du Toit ve Pataky (1999b) ipek-kanal inokulasyon metodunun geniş çaplı tarla inokulasyonları için etkinliği korunurken varyasyonu azaltmak için nasıl modifiye edilebileceğini, inokulum konsantrasyonu ve inokulasyonu yapan kişiler arasındaki varyasyon ile ilişkili olarak ortaya çıkan varyasyonu incelemişlerdir. Araştırıcılar, hastalık simptomu gösteren koçanların hastalık şiddeti ve oranının inokulum konsantrasyonu ile arttığını fakat 10^5 - 10^6 sporidia/ml konsantrasyonlarını inokulasyon için tavsiye etmişlerdir. Bunun yanı sıra, araştırıcılar insanlar arasındaki varyasyonun, inokulum konsantrasyonları arasındaki varyasyondan daha büyük olduğunu, *U. maydis* inokulasyonunu tecrübesiz kişilerin yapmasıyla ortaya çıkan hastalık oranı ve şiddetinin, inokulasyonu tecrübeli kişilerin yapmasıyla ortaya çıkan hastalık oranı ve şiddetinden daha düşük olduğunu bildirmişler buna karşılık inokulasyon yapan insanlar arasındaki varyasyonun uygun deneme deseni ile kontrol edilebileceğini rapor etmişlerdir.

Mısır bitkilerinde koçan tozlaşmasının rastık hastalığı üzerine etkisine dair yapılan bazı çalışmalar değerlendirilmiştir. Bununla birlikte, mısır rastık hastalığının gelişmesinde sıcaklık, yağış, nem gibi çevre faktörleri ve bitki beslemesi ile birlikte konukçu direnci de önemli rol oynamaktadır. Bu bağlamda çevre faktörlerinin ve bitki beslemesinin mısır rastık hastalığı üzerine etkisine yönelik yapılan çalışmalar da değerlendirilmiştir.

Arthur ve Stuart (1900) *Ustilago maydis* enfeksiyonunun bulutlu günler veya çiğli gecelerde meydana geldiğini, Piemiesel (1917) de serin ve nemli havaların *U. maydis* enfeksiyonu için uygun olduğunu bildirmiştir. Bunlarla birlikte, MacMillan (1918) yarı kurak bölgelerde nemin mısır rastık enfeksiyonu için sınırlandırıcı bir faktör olduğunu ve şiddetli dolu fırtınasından sonra şiddetli mısır rastık epidemisinin meydana geldiğini rapor etmiştir. Buna karşılık, Potter ve Melchers (1925) mısır rastığının Kansas ve Nebraska eyaletlerinin kuru ve sıcak olan batı kısımlarında A.B.D.' nin daha nemli bölgelerine göre daha fazla oranda ve tahripkâr olarak meydana geldiğini rapor etmiştir.

Tisdale ve Johnston (1926) 25 $^{\circ}$C ve üzerindeki sıcaklıkların mısır rastık enfeksiyonu için uygun olduğunu, 20 $^{\circ}$C ve altındaki sıcaklıkların ise enfeksiyonu sınırlandıran başlıca faktörlerden biri olduğunu rapor etmişlerdir. Coffman ve ark. (1926) ise şiddetli sağanak yağmurların mısır bitkisindeki ve havadaki *U. maydis* sporidia' larını yıkayabildiğini ve bu nedenle rastık enfeksiyonunun azalabildiğini, bununla birlikte mısır

bitkilerinin rastık enfeksiyonu için yeterli büyüklüğe ulaşmadan önceki dönemde görülen erken ilkbahar yağışlarının, klamidiospor çimlenmesine neden olduğunu ve bu yüzden inokulumun büyük bir kısmının ortadan kaybolabildiğini saptamışlardır.

Immer ve Christensen (1928b) 1922-27 yılları arasında bazı çevre faktörlerinin mısır rastık enfeksiyonu üzerine etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, 140 mısır hattını yapay ve tekrarlamalı olarak *U. maydis* klamidiosporları ile inokule etmişler ve çevre faktörleri ile değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar, hafif yağışlı günler ve yüksek güneş ışığı oranının rastık gelişmesini teşvik ettiğini, sıcaklığın ise hastalık gelişimi için çok önemli olmadığını tespit etmişlerdir. Ayrıca, mısır rastığının kurak mevsimlerde daha yaygın olduğunu bildirmişlerdir.

Buna karşılık, Platz (1929)'e göre, hafif yağmurlar *U. maydis* enfeksiyonunda sporidia çoğalmasında gerekli nemin sağlanması için yeterli olmaktadır. Walter (1935) ise genç hızlı gelişen mısır bitkilerinin yaralanmasının rastık şiddetini arttırdığını bildirmiştir.

Schmitt (1940) yapmış olduğu bir çalışmada 25 °C ve daha yüksek sıcaklıkların mısır bitkisinde rastık fungusunun gelişmesini teşvik ettiğini, 21 °C' nin altındaki sıcaklıklarda ise gal oluşumunun gözlenmediğini bildirmiştir. Bununla birlikte, Rowell ve Devay (1953) mısır rastık enfeksiyonunun 28 °C' de, 18 °C veya 21 °C' lere göre çok daha iyi geliştiğini rapor etmişlerdir.

Sıcaklık ve rutubetin mısır rastık gali oluşumuna etkisi, Tunçdemir ve İren (1980) tarafından yapay ve doğal inokulasyon koşullarında Samsun' un iki farklı alanında (Karagöl ve Gelemen) yapılan denemelerde araştırılmıştır. Araştırıcılar 1974 yılında yaptıkları çalışmada yapay ve doğal inokulasyon koşullarında kuraklık sebebiyle rastık gelişiminde olumlu sonuç alamadıklarını, rutubetin sporların çimlenip penetrasyon yapması için gerekli olduğunu, fakat sıcaklığın hastalık gelişmesinde daha az etkili olduğunu rapor etmişlerdir. Araştırıcılar, laboratuar çalışmalarında fungusun yüksek sıcaklıklarda (20 °C, 25 °C, 30 °C) daha iyi geliştiğini, bununla birlikte tarlada fide devresinde gal teşekkülü görülmediğini, ancak saksıda yetiştirilmiş 15 bitkinin, enjektörle inokule edilip 26 °C' de % 85 orantılı nem bulunan yetiştirme odalarında bekletildiklerinde sadece bir bitkide 15 gün sonra fındık tanesi iriliğinde galler görüldüğünü rapor etmişlerdir.

Bunların yanı sıra, Kınacı (1987) sıcak hava şartlarının mısır rastığı gelişimi için yüksek rutubete göre daha uygun olduğunu, serin ve nemli havalarda bitki büyümesi yavaşken genç bitkilerde rastığın fazlaca görülebildiğini ve erken ekimi takiben yavaş

büyüme ile de rastık oranının arttığını bildirmiştir. Agrios (2004) ise mısır rastık hastalığının mısır yetiştirilen her yerde bulunduğunu fakat sıcak ve hafif kurak bölgelerde ise daha yaygın olarak görüldüğünü bildirmiştir.

U. maydis toprakta teliospor olarak kışı geçirmektedir. Başlangıç inokulum seviyesi ve rastık oranı arasındaki ilişkiler bilinmediği halde, hasat edilmemiş rastık galleri aynı tarlada veya muhtemelen bitişikteki tarlada sonraki ekilen şeker mısır ürünü için potansiyel olarak başlangıç inokulumunu arttırabilmektedir (Pataky, 1991).

Yetiştirme sezonunda mısır bitkileri 40-60 cm boya ulaştıklarında *U. maydis* klamidiosporlarının (teliospor) açık hedefi haline gelmektedirler. Rastık etmeninin klamidiosporlarının kışı toprakta geçirdiği (Pataky, 1991) ve bu şekilde hastalığın inokulum kaynağını teşkil ettiği bilinmektedir. Bu noktada, mısır bitkileri 40-60 cm büyüklüğe ulaştıklarında ve daha sonraki büyüme safhalarında rastık hastalığı klamidiosporları için hedef olduklarında etmenin klamidiosporları için çevre şartlarının uygunluğu rastık hastalığı şiddeti ve yaygınlığı açısından önemlidir. Bu noktada, sıcaklık, yağış, nem gibi çevre faktörlerinin klamidiosporlar üzerine etkisi bazı araştırıcılar tarafından çalışılmıştır.

Nitekim, Christensen (1963) *U. maydis* klamidiosporlarının olgunlaşması ve rastık gallerinin gelişmesinin nispeten yüksek sıcaklıklarda düşük sıcaklıklara göre daha hızlı olduğunu ve bir rastık epidemisi oluşmasında fungusun konukçuya ilk girişinde etmeni etkileyen sıcaklık şartlarının, fungusun konukçuda gelişmesi sırasındaki sıcaklık koşullarından çok daha önemli olduğunu belirtmiştir. Araştırıcı, mısır rastık epidemisi gelişmesi için en uygun hava şartları ile ilgili olarak tam bir genel görüş bulunmadığı, ancak rastık enfeksiyonunun gelişmesinde yağmur ve nemin en kritik çevre faktörleri olduğunu bildirmiştir.

Bunun yanı sıra, *U. maydis* klamidiosporlarının çimlenmesine sıcaklığın etkisi ayrıca Tunçdemir ve İren (1980) tarafından çalışılmıştır. Farklı sıcaklık seviyelerinde, % 100 orantılı nemde yapılan çimlendirme deneme sonuçlarına göre, 15 $^{\circ}$C sıcaklıkta hastalığın bitkide pek görülemeyeceği, 20 $^{\circ}$C' den itibaren özellikle 25 $^{\circ}$C ve 30 $^{\circ}$C' lerde enfeksiyonun başarılı olarak görülebileceği bildirilmiştir. Araştırıcılar, *U. maydis* klamidiosporlarının çimlenmesi üzerine ışıklanma sürelerinin etkisini de incelenmişlerdir. Besi ortamı üzerinde 3 ayrı kombinasyonda yapılan denemelerde, klamidiosporların günlük ortalama koloni gelişim hızı ve koloni şekilleri bakımından bir farklılık görülmemiş, gelişmede ışığın etkisiz olduğu saptanmıştır. Dolayısıyla havanın açık veya kapalı olmasının rastık enfeksiyonlarında önemli bir etken olmadığı

sonucuna ulaşılmıştır. Araştırıcılar ayrıca yapmış oldukları bir diğer çalışmada, hafif yağış ve yağıştan sonraki kuru havanın mısır rastık hastalığının gelişmesinde etkili olduğunu ve kurak bölgelerdeki hafif yağış veya sulamanın hastalığı teşvik ettiğini saptamışlardır.

Sıcaklık, yağış ve nem gibi çevresel faktörlerin rastık hastalığına olan etkisi yapılan çeşitli çalışmalarda ortaya konmuştur. Bunların yanısıra bitki beslemesi de bitkinin besin elementi stresine girip girmemesi ve dolayısıyla bitkinin hastalığa karşı direncine etki eden faktörlerden birisidir.

Azotun bitki büyüme ve gelişmesi için ne kadar önemli bir besin maddesi olduğu bilinmektedir. Bitkiler aktif olarak büyümeleri sırasında sürekli azot alırlar. Azot noksanlığında bitkilerde büyüme oranı düşer (Aktaş, 1995). Bu şekilde bitkinin gereksinim duyduğu azotu alamaması nedeniyle bitki, besin elementi stresine girebilmekte ve bitkinin patojenlere karşı olan direnci de azalabilmektedir. Azot fazlalığında ise hücre büyüklüğü artar ve hücre duvarı kalınlığında azalma olur, bitkinin hastalıklara karşı direnci azalır (Brohi ve ark., 1994).

Nitekim, Schaffnit ve Volk (1927) yapmış oldukları sera çalışmalarında nitrojenin (azot) mısır rastığına hassasiyeti arttırdığını, bunun yanısıra Volk (1931) sera çalışmasında NPK' nın aşırı dozlarının rastık gelişimini teşvik ettiğini saptamıştır. Ayrıca, Starr (1933) ticari gübrelerin rastık miktarını arttırdığını rapor etmiştir. Bunların yanı sıra, Tunçdemir (1985) de fazla miktarda kullanılan azotlu gübrelerin ve bitkilerin çeşitli nedenlerle yaralanmasının mısır rastık hastalığını arttırdığını bildirmiştir.

Bu bilgiler ışığında azotun bitki direncini etkilemek suretiyle hastalık gelişmesini etkileyen faktörlerden biri olduğu anlaşılmaktadır. Nitekim yapılan bir çalışmada farklı miktarlarda uygulanan azot dozlarında farklı oranlarda hastalık değerleri saptanmış, uygulanması önerilen (10 kg/da) dozdan daha fazla azotlu gübreleme yapılması halinde hastalık şiddetinin arttığı bildirilmiştir. Bununla birlikte, hiç azot uygulaması yapılmaması halinde de hastalık şiddetinin arttığı, bu durumun bitki besin elementi stresine bağlı olarak konukçu direncinin azalmasından kaynaklanabileceği rapor edilmiştir (Aydoğdu ve Boyraz, 2011).

Azotun bitki beslemesi ve konukçu direncindeki rolü yapılan çalışmalarla desteklenmiş olup, azotun yanı sıra bitki beslenmesi ve bitki direnci ile ilgili olarak organik madde de rol oynamaktadır.

Organik madde ve özellikle humus, topraklardaki birçok makro ve mikro bitki besin elementlerinin doğrudan kaynağıdır. Toprakta organik artıkların çoğalması,

havalanma ve su tutma kapasitesini artırmak suretiyle toprak mikroorganizma âleminin gelişmesine yol açar. Artan mikrobial faaliyetler sonucu organik madde ayrışarak, bitki besin elementleri açığa çıkar. Tüm bunlara bağlı olarak toprakta önemli değişiklikler meydana gelir. Mısır gibi kültüre alınan çoğu bitkiler, yılda yaklaşık % 2 düzeyinde organik madde kaybına yol açarlar (Brohi ve ark., 1997).

Bu bilgiler doğrultusunda topraktaki organik madde miktarının bitki büyüme ve gelişmesi için ne kadar önemli olduğu anlaşılmaktadır. Bu noktada, topraktaki organik madde miktarı ve mısır rastık hastalığı arasındaki etkileşim yapılan bir çalışmada ortaya konmuştur. Çiftlik gübresi uygulamak suretiyle farklı organik gübre dozlarının mısır rastık hastalığı üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada, organik gübre dozu arttıkça hastalığa dayanıklılığın arttığı, hem organik gübre uygulamasının yapılmadığı muamelelerde hem de düşük organik gübre dozlarında hastalığa dayanıklılığın azaldığı sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre; organik gübre muamelesi ile konukçu direncinin ve dolayısıyla hastalığa dayanıklılığın arttığı, organik gübre uygulaması yapılmaması ve düşük organik gübre dozlarında ise besin elementi stresine bağlı olarak konukçu direncinin ve dolayısıyla hastalığa dayanıklılığın azaldığı rapor edilmiştir (Aydoğdu ve Boyraz, 2011).

2.3. *Ustilago maydis*' e Karşı Konukçu Hassasiyeti

Diğer rastık hastalıklarından farklı olarak mısır rastık hastalığının kimyasal mücadelesi bulunmamaktadır. Bu durum hastalıkla mücadelede rastığa karşı dayanıklı veya orta düzeyde-dayanıklı çeşitlerin kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu noktada, hastalığa dayanıklı mısır hat ve çeşitlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu bölümde *U. maydis* 'e karşı konukçu reaksiyonlara yönelik yapılan araştırmalar değerlendirilecektir.

Hitchcock ve Norton (1896) yaptıkları bir çalışmada açık tozlanan 46 mısır çeşidinde meydana gelen rastık oranları bakımından çeşitler arasında önemli farklılıklar bulunduğunu bunun yanı sıra tamamen dayanıklı bir çeşide rastlanılmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca, Clinton (1900) büyüme ve olgunlaşması geç olan mısır çeşitlerinin rastık enfeksiyonuna maruz kalma olasılığının erken büyüme ve gelişme gösteren çeşitlerden daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Piemeisel (1917) ise hızla olgunlaşan dokularda *U. maydis* sporlarının gelişip yayılamadığını, olgunlaşmamış dokuları uzun süre bulunduran mısır bitkilerinde ise enfeksiyonun arttığını rapor etmiştir.

Yapılan bir diğer çalışmada, Jones (1918) aynı ebeveynden elde edilen kendilenmiş mısır hatları arasında bile rastığa karşı gösterilen reaksiyonlarda belirgin faklılıklar bulunabildiğini saptamıştır. Melchers (1921) ise mısır bitkilerinin yapay olarak inokule edildiklerinde *U. maydis* kültürlerinin enfeksiyon oluşturma yeteneklerinin farklı olduğunu, ayrıca kendilenmiş ve melez hatların Kansas' ın farklı yerlerinde geliştiklerinde, *U. maydis*' deki fizyolojik farklılıklardan dolayı dayanıklılığın da farklı olduğunu bildirmiştir. Ayrıca, Hayes ve ark. (1924) hassas ve dayanıklı mısır hatları arasında yaptıkları çaprazlamalarda mısır rastığına karşı orta dayanıklı bir reaksiyon elde ettiklerini ve dayanıklı x dayanıklı bir hattın geriye çaprazlanması ile rastığa son derece dayanıklı hatlar geliştirdiklerini bildirmişlerdir.

Bunların yanı sıra rastık gallerinin konukçunun toprak üstü organlarında meydana geldiği bitki organına spesifik olup olmadığına dair bazı çalışmalar yapılmıştır. Bu bağlamda, bazı kendilenmiş mısır hatlarında görülen hemen hemen tüm rastık gallerinin toprağa en yakın 1. sap boğumunda bulunduğu, bazı hatlarda bitki üzerinde görülen gallerin çoğunun tepe püskül sapçığında görüldüğü ve diğer bazı mısır hatlarında ise oluşan gallerin çoğunlukla koçanlar üzerinde gözlendiği ve bu şekilde bazı kendilenmiş mısır hatlarının bitki üzerinde koçan, sap, tepe püskülü sapçığı veya tepe püskülü gibi belirli organlarından enfekte olma eğiliminde oldukları tespit edilmiştir (Immer ve Christensen, 1925; Garber ve Hoover, 1928; Jorgensen, 1929).

Bununla birlikte, *U. maydis*' in virülensliği ile ilgili bazı çalışmalar yapılmıştır. Nitekim, Tisdale ve Johnston (1926) farklı kaynaklardan elde edilen mısır rastık etmeninin parazitik davranışlarında hafif farklılıklar bulunduğunu ve *U. maydis* kitle izolatlarında kültürel faklılıkların da mevcut olduğunu rapor etmişlerdir. Stakman ve Christensen (1927) ise 12 *U. maydis* klamidiospor koleksiyonunda belirgin parazitik faklılıklar olduğunu saptamışlardır.

Konukçu-patojen etkileşiminde ayrıca konukçu fizyolojisi ve morfolojik yapısı konukçu direncinde rol oynamaktadır. Bu konuda yapılan bir çalışmada, Kyle (1929) yetiştirme mevsiminde çevre faktörlerinin mısır büyüme ve gelişmesi için uygun devam etmesi halinde rastık enfeksiyonlarının en az seviyede ortaya çıktığını, *U. maydis*' in koçan enfeksiyonuna karşı mısır koçanı yaprak kalınlığı ile dayanıklılık arasında bir ilişki olduğunu ve ayrıca bazı dokuların olgunlaşma hızının gal oluşumunu etkileyebildiğini bildirmiştir. Yapılan diğer çalışmalarda ise mısır rastığına dayanıklılığın fizyolojik olduğu ve *U. maydis*' in; rastığa hassas kendilenmiş hatların sap, koçan yaprağı, yaprak gibi bitki organlarından yapılan ekstratlarda; rastığa

dayanıklı olan hatlardan sağlanan ekstratlara göre daha iyi geliştiği rapor edilmiştir (Ranker, 1930a; Ranker, 1930b). Bununla birlikte, Immer ve Christensen (1931) mısır bitkilerinin 15 cm veya daha fazla boylanıncaya kadar *U. maydis* dikaryonlarına karşı çok faklı reaksiyon gösterebildiğini vurgulamışlardır.

Ayrıca, Walter (1935) konukçu direnci ile rastık enfeksiyonu arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yapmış olduğu çalışmasında, fide döneminden tam bir bitki büyüklüğüne ulaşılıncaya kadarki dönemde hızlı gelişen mısır bitkilerinin rastığa dayanıklı olduğunu veya enfeksiyondan kaçabildiğini bildirmiştir. Avrupa' da da Maze ve Maze (1932) benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Bütün bu çalışmaların yanı sıra, Christensen (1963) kısmi vakum veya hipodermik enjeksiyon metoduyla yapılan inokulasyonlarda mısır çeşit ve hatlarının rastığa son derece hassas olabildiklerini, gerek sera ve gerekse tarla şartlarında enfekte olan genç bitkilerin rastık enfeksiyonu sonucu ölebildiklerini rapor etmiştir.

Christensen ve Johnson (1935) 5 standart mısır çeşidi ve 95 kendilenmiş mısır hattının lokal ve lokal olmayan rastık koleksiyonlarına tepkilerini tespit etmek amacıyla 5 yıllık bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada kullanılan lokal inokulum St. Paul (A.B.D.)' de birkaç yüz rastık galinden oluşan bir klamidiospor karışımından meydana gelmiştir. Lokal olmayan inokulum Kayalık Dağlarının doğusundaki 12 eyalette 26 yerden elde edilmiştir. 26 koleksiyonun her biri yüzlerce galden oluşmuş ve inokulasyon öncesinde bu gallerden sağlanan klamidiosporlar tam olarak karıştırılmıştır. Yetiştirme sezonunda klamidiosporlar bitkilere tozlama ve püskürtme şeklinde sık aralıklarla uygulanmış, 2 deneme alanında tüm mısır hatlarının rastığa benzer şekilde reaksiyon verdikleri ve lokal rastık koleksiyonlarına dayanıklı olan mısır hatlarının farklı kaynaklardan rastık koleksiyonlarına da aynı düzeyde dayanıklı olduklarını bulmuşlardır. Ayrıca 2 deneme alanında enfekteli bitkilerdeki gal sayısı ile bitkiler üzerinde gallerin lokalize oldukları yer arasında da yüksek korelasyon elde etmişlerdir. Yapılan bir başka çalışmada araştırmacılar, Minnesota (A.B.D.)' da bir mısır tarlasında fide dönemindeki mısır bitkilerinin % 1-2' sinin rastık fungusundan dolayı öldüğünü, bu durumun çok az görüldüğü ve tarlada rastık gallerinin mısır bitkisi 1/3-1 m boya gelene kadar nadiren gözlendiğini rapor etmişlerdir (Johnson ve Christensen, 1935).

Caltrider ve Gottlieb (1966) ise doğada mısır bitkisinin olgunlaşmamış dokularında oldukça fazla oranda sakkaroz bulunduğunu, bunun fungus gelişmesini teşvik ederek enfeksiyonu arttırdığını ortaya koymuştur. Bununla birlikte, Bojanowski (1969) sert mısır hattı olan U12' nin rastık hastalığına karşı hassas olduğunu ve

Polonya' da çoğu sezonda *U.maydis*' in doğal enfeksiyonu ile oluşan rastık oranının U12' de % 100 olduğunu tespit etmiştir.

Bunların yanı sıra, Tunçdemir ve İren (1980) bitki yaşının mısır rastık gali oluşumuna etkisi belirlemek amacıyla 1975 yılında 2 ayrı ekolojik alanda (Karagöl ve Gelemen) yaptıkları çalışmalarında, bitkileri farklı uzunluk ve devrelerde enjektörle inokule etmişler ve sonuçta bitkinin bazı gelişme devrelerinde (özellikle 30-60 cm uzunlukta olan bitkilerin) hastalığa daha hassas olduklarını ve çok genç ve çok yaşlı bitkilerin enfeksiyonunun doğal koşullarda oldukça güç olduğunu tespit etmişlerdir.

Tunçdemir (1985) ise mısır bitkilerinin 5-6 yaprak devresine kadar rastık hastalığına dayanıklılık gösterdiğini, daha erken devrede hastalık simptomlarının görülmediğini ve bitkilerin fizyolojik ve morfolojik özellikleri nedeniyle hastalığa fide devresinde dayanıklı olduklarını tespit etmiştir. Yapılan başka bir çalışmada, Kınacı (1987) dayanıklı ve hassas saf hatların melezlenmesinde dayanıklılığın orta derecede çıkma eğilimi gösterdiğini ve dayanıklılıkta çok sayıda genin rol oynadığını bildirmiştir.

Mısırın tüm meristematik bitki dokuları *U.maydis* enfeksiyonuna hassastır; çeşitli bitki kısımlarının enfeksiyonu, anormal konukçu dokusu ve sporları geliştiren fungal hiflerden oluşan karakteristik galler ile sonuçlanmıştır. Tepe püskülünü çıkarma ve diğer zararlar (yaralanmalar) hücre bölünmelerinin artmasını uyarabilir ve bölünen hücrelerdeki dokular rastık enfeksiyonuna daha hassastırlar (Snetselaar ve Mims, 1993).

U.maydis' in doğal enfeksiyonuna tepki çoğunlukla hangi mısır hattı veya hibritlerinin rastığa dayanıklı veya hassas olarak sınıflandırılmasında temeldir ve aynı zamanda ıslah programlarında rastığa hassas hatların elemine edilmesi için temel kriteri teşkil eder. Doğal enfeksiyona dayalı denemeler, rastık enfeksiyonuna yardım eden çevre şartlarının istikrarsız meydana gelmesinden dolayı ve enfeksiyon zamanındaki konukçunun gelişme safhası ve gallerin geliştiği bitki dokuları arasındaki ilişkiler nedeniyle güvenilir değildir (Thakur ve ark., 1989; Pataky, 1990). Bununla ilgili olarak ayrıca, du Toit ve Pataky (1999b) *U.maydis*' in randımanlı ve güvenilir bir metodla inokulasyonunun şeker mısırda rastığa dayanıklılık açısından ıslah çalışmalarını geliştireceğini bildirmişlerdir.

Mısır rastık hastalığından dolayı meydana gelen verim kayıpları özellikle bazı şeker mısır çeşitlerinde çok büyüktür. Mısır rastık patojenindeki genetik varyasyon, patojenin farklı mısır çeşitlerini enfekte edebilmesine olanak sağlamaktadır. Bir patojen populasyonu içindeki genetik varyasyonun miktarı organizmanın eşleşme sistemi tarafından etkilenmektedir. Diğer funguslar gibi *U. maydis* 'de de genetik varyasyonu

arttıran farklı promiselyumlardan eşlenen sporidia' lar ve genetik çeşitliliği azaltan aynı promiselyumlardan eşlenen sporidia' lar eşleşme tiplerinin her ikisini de gerçekleştirebilmektedir. Genetik çeşitliliğin boyutunu ve fungusun eşleşme davranışını tespit etmek amacıyla yapılan bir araştırmada geniş bir coğrafik alanda (Le Seuer, Minnesota, Tarariras ve Uruguay) mısır yetiştiriciliğinin yapıldığı yerleri temsil edecek şekilde enfekteli mısırlardan alınan örnekler incelenmiş ve sonuçta fungusunun alındığı yere bakılmaksızın çok büyük oranda farklı promiselyumlardan eşlenen sporidia' lar tespit edilmiştir. Minnesota ve Uruguay mısır tarlalarında çok farklı çiftçilik pratiklerinin gösterildiği yerler arasında çok yüksek seviyede genetik varyasyon bulunmuştur (Barnes ve ark., 2004).

Bununla birlikte, Agrios (2004) *U. maydis*' in sürekli olarak yeni ırklar oluşturduğunu bununla birlikte kısmen dayanıklı olan hatların seçilmesinin ıslah programlarında çok önemli olduğunu vurgulamıştır. 2005 yılında Konya ekolojik şartlarında yapılan çalışmada; bazı at dişi mısır çeşitlerinin rastığa karşı reaksiyonları incelenmiş ve çalışma sonucunda hastalığa tam dayanıklı bir çeşit saptanamamıştır (Aydoğdu ve Boyraz, 2006).

Mısır rastık hastalığına karşı dayanıklı çeşit kullanılması, hastalıkla mücadelede en etkili yöntem olarak değerlendirilebilir. Tarla ve sera çalışmalarının yanı sıra *in vitro*' da hastalığın mücadelesine yönelik ve konukçu-patojen etkileşiminin tam olarak anlaşılması açısından çalışmalar da yapılmaktadır.

Nitekim, Santiago ve ark. (2000) *U. maydis* - konukçu arasındaki etkileşimi karakterize etmek amacıyla, bitki lektinlerinin *U. maydis* sporlarının çimlenmesi ve gelişmesi üzerine etkisini incemişlerdir. Araştırıcılar, Acı bakla (*Dolichos biflorus*) ve Lima fasulyesi (*Phaseolus lunatus*)' den sağlanan amino şekere (N-acetyl-D-galactosamine) ve monosakkarite (N-acetyl-D-glucosamine) spesifik olan buğday ruşeym aglutinin gibi lektinlerin spor çimlenmesini engellediğini fakat *U. maydis* hücre gelişmesinin modifikasyonunda etkisiz olduğunu; mısır koleoptilinden sağlanan galaktoza spesifik olan lektinin hem çimlenme hem de hücre gelişmesini engellediğini buna karşılık, lektin concanavalin A (mannoz/glikoz spesifik)' nın spor çimlenme ve gelişmesini etkinleştirdiğini bildirmişlerdir. Araştırıcılar çalışmalarının sonucunda; reseptör içeren spesifik sakkaritlerin *U. maydis* sporlarının gelişme ve olgunlaşmasının düzenlenmesine katıldığını ortaya koymuşlardır.

U. maydis gelişme ve çoğalma için canlı dokuya ihtiyaç duyan biyotrofik bir patojendir. Mısır rastık fungusu konukçusunu öldürmek için agresif virülens stratejileri

kullanmaz. Biyotrofik yaşam tarzında konukçuya zarar minimize edilmeli ve çoğunlukla bitki savunma tepkilerini tetikleyen hücre duvarı fragmentlerinin salınmasından kaçınılmak zorundadır (Mendgen ve Hahn, 2002).

Kämper ve ark. (2006) rastık fungusunun konukçusunda nasıl enfeksiyon oluşturduğunu belirlemek amacıyla fungusun genomunu haploid 521 ırkında incelemişlerdir. Araştırıcılar, diğer bitki patojeni fungusların genomlarıyla kıyaslandığında *U. maydis* genomunun oldukça küçük (20.5 Mb)[6] olduğunu, fungusun genomunun tahminen 6902 adet protein kodlayan gen içerdiğini ve genlerin agresif patojenik fungusların genomlarında bulunan patojenisite özelliklerine sahip olmadıklarını saptamışlardır. Araştırıcılar, *U.maydis*' in antibiyotik veya mikotoksinler gibi küçük biyoaktif bileşiklerin üretimine karışan enzimleri kodlayan sadece 3 gen içerdiğini, bunun yanı sıra *U. maydis*' in sadece 33 hidrolitik enzim içerdiğini ve *U. maydis*' de bulunan hidrolitik enzimlerin onun biyotrofik yaşam tarzı ile mükemmel bir paralellik gösterdiğini rapor etmişlerdir. Araştırıcılar, *U.maydis* genom analizinden, fungusun konukçu bitkiyi öldürmeden, konukçuda kendi yaşamasını sağlayan bazı genleri (12 gen kümesini) keşfetmişler, sözkonusu kümelerdeki genlerin çoğunun beraber düzenlendiğini ve enfekteli dokularda teşvik edildiğini ve 12 gen kümesindeki tek kümelerin çıkarılmasının tamamıyla hiç hastalık belirtisi görülmeyenden hipervirülense kadar değişen beş durumda *U.maydis* virülensini değiştirdiğini bildirmişlerdir. Bunlara ilave olarak araştırıcılar, fungusun enfeksiyon esnasında salgıladığı protein effektörlerinin konukçu bitki dokusunda fungal çoğalma için gerekli olduğunu, fungus tarafından bitki hücre duvarı parçalanması minimize edilirken, yeni protein effektörlerinin salgılanmasının enfeksiyon esnasında belirleyici bir fonksiyona sahip olduğunu saptamışlar ve fungusun sergilediği stratejinin(konukçusuyla uyumlu gibi davranarak yaşama) sadece diğer obligat biyotrofik patojenler tarafından değil ayrıca bitki gelişmesini destekleyen mikorhizal funguslarda da ortak olabileceğini rapor etmişlerdir.

Bunun yanı sıra, yapılan başka bir çalışmada teosinte bitkisinden mısır bitkisinin ıslah edilmesi ve mısırın yaygın olarak yetiştirilmesiyle birlikte mısırda rastık hastalığına neden olan *U. maydis* fungusunun tarihsel demografisi değerlendirilmiştir. Patojen populasyonunun değişimsel tepkisini tespit etmek için Kuzey Amerika, Güney Amerika ve Meksika' da yetiştirilen mısır bitkilerinde ve Meksika' daki iki teosinte alt türünden 1088 adet *U. maydis* diploid hücrelerinden çok lokuslu genotipler elde edilmiştir. Araştırma sonuçlarıyla ikisi Meksika, ikisi Güney Amerika ve bir tanesi de

A.B.D.' de olmak üzere toplam beş büyük *U. maydis* populasyonu belirlenmiştir. Meksika' daki iki populasyon 6,000-10,000 yıl öncesinde mısırın ıslah edilmesiyle birlikte mevcut olan diğer populasyonlarla kıyaslandığında, sözkonusu Meksika' daki iki populasyonun 6,000-10,000 yıl öncesindeki populasyonlardan açılma gösterip farklılaştığı ortaya çıkmıştır. Tarımda mısır ıslahının *U. maydis* populasyonlarını geniş çaplı değişimlere zorladığı ve mevcut patojen populasyonundaki sürekli değişimin mısır ıslahından bu yana gerçekleşen gelişimi yansıttığı rapor edilmiştir (Munkacsi ve ark., 2008).

Endofitik funguslar, hastalık simptomlarına neden olmaksızın yaşadığı bitki konukçularında mevcut olan geniş taksonları temsil ederler. Mısır rastık patojeni *U. maydis* ile endofitik fungusların nasıl etkileşim kurduklarını anlamak için *Fusarium verticillioides*' in endofitik izolatları kullanılmıştır. Endofitik *F. verticillioides* ırkları mısır fidelerine *U. maydis* inokulasyonundan önce, aynı zamanda veya inokulasyondan sonra inokule edilmiş ve rastık hastalığının şiddeti ve bitki gelişmesi üzerine etkisi değerlendirilmiştir. *F. verticillioides*, *U. maydis* ile beraber aynı zamanda inokule edildiğinde diğer muamalelerle kıyaslandığında rastık hastalık şiddeti önemli ölçüde azalmış ve bitki gelişmesi artmıştır (Lee ve ark., 2009). Bununla birlikte, Pan ve ark. (2008) *U. maydis*' e dayanıklılık ve duyarlılığın endofit tür çeşitliliği üzerine önemli etkiye sahip olmadığını ve topluluk kompozisyonu üzerinde ise çok az etkiye sahip olduğunu bildirmiştir.

U. maydis' in konukçusuyla etkileşimi sonucunda konukçu bitkinin topraküstü organlarında oluşan büyüklükleri bir kaç cm çap ile bir çocuk kafası büyüklüğüne kadar değişen bitki dokularında etmenin siyah renkli teliosporları ve konukçunun süngerimsi dokusundan oluşan galler görülmektedir. Konukçuda meydana gelen bu anormal oluşumların bitki hormonları ile ilişkili olduğuna dair görüşler mevcuttur.

Bu bağlamda, yapılan bir çalışmada bitki hormonlarının mikrobiyal üretimi veya bitkide mikroorganizmalar tarafından bitki hormonlarının modifikasyonunun bitki hastalığında rol oynadığı ve sözkonusu duruma örnek olarak; Agrobacterium tarafından sitokinin ve oksinin modifikasyonu verilmiştir. Ayrıca salisilik asit (SA), jasmonik asit (JA) ve etilen (ET)' nin biyotik strese bitkinin tepkilerinde önemli rollere sahip olduğu belirlenmiş ve diğer hormonlar absisik asit (ABA), indol asetik asit (IAA), giberellik asit (GA), sitokinin (CK), brassinolide (BR), poliamin ve peptid hormonları gibi hormonların hastalığa neden olan ajanlar ve zararlılara karşı direk bitki tepkilerinde yer aldığı belirlenmiştir (Rodrigues-Kessler ve ark., 2008; Bari ve Jones, 2009).

Yapılan bazı çalışmalarda sitokinin ve indol asetik asitin *U. maydis* tarafından üretildiği ve mısırda rastık gallerinin gelişmesinde rol oynadığı rapor edilmiştir (Moulton, 1942; Milss ve Van Staden, 1978).

Khozina ve ark. (1986) ise mısır fidelerinin topraküstü organlarından alınan ekstraktlardaki sitokinin-benzeri aktivitenin yanı sıra sitokinin etkinlik seviyesinin *U. maydis* 'in fungal enfeksiyonunun haploid, dikaryon ve diploid safhaları esnasında önemli ölçüde değiştiğini bildirmişlerdir.

Bunların yanı sıra, *U. maydis*' in önemli miktarda sitokinin, absisik asit ve indol asetik asit üretme yeteneğinde olduğu, bu bitki hormonlarının *U. maydis*' de bitki dokularında ölçülen seviyelerden çok daha yüksek seviyelerde üretildiği rapor edilmiştir (Bruce ve ark., 2011).

2.4. *Ustilago maydis*' in Koçan Enfeksiyonu ve Koçanlardaki Fungal Flora

U. maydis mısır bitkisinin çeşitli topraküstü organlarında hastalığın tipik belirtisi olan galleri oluşturarak bitki gelişmesi ve verimi üzerine negatif bir etkiye sahiptir. Özellikle hastalık nedeniyle koçanlarda oluşan rastık galleri dikkat çekicidir. Mısır koçanlarında tanelerin yerinde oluşan rastık galleri mısır koçanlarını ipek kanallarından enfekte etmektedir. Mısır tozlaşma döneminde eğer mısır poleni yerine *U. maydis* sporidia' ları ipek kanallarına ulaşırsa uyumlu haploid sporidia' lar birleşme tüpü ile birleşerek enfeksiyon yapma yeteneğindeki dikaryotik hifi oluşturup koçanları ipek kanalları vasıtasıyla enfekte ederler. Enfeksiyon süreci sonucunda tanelerin yerlerinde galler gelişir ve koçan yapraklarını dışarı doğru iterek koçandaki tanelerin çeşitli fungal patojenlerin hedefi haline getirir.

Rastık gallerinin geliştiği koçandaki taneler, çeşitli fungal patojenlere maruz kalmakta ve tanelerde fungal kontaminasyon meydana gelmektedir. Mısır tanelerinin fungal kontaminasyonu ürünün depolama ömrünü kısaltmakta ve çeşitli mikotoksinler nedeniyle gerek insan ve gerekse hayvan sağlığı açısından bir risk oluşturmaktadır. Bu bağlamda, yapılan çeşitli çalışmalar verilmeye çalışılacaktır.

Michaelson (1957) *U. maydis* ile enfekteli bitkilerin, sağlıklı (rastıksız) bitkilere göre sap çürüklüğüne neden olan *Diplodia zeae* (Schw.) Lev. ve *Gibberella zeae* (Schw.) Petch. etmenlerine daha fazla maruz kaldığını ve rastıklı bitkilerin koçanlarının rastıksız bitkilere göre çok daha yüksek oranda koçan çürüklüğü etmenlerinin saldırısına uğradığını bildirmiştir.

Thomas ve Buddenhagen (1980) yaptıkları çalışmada, Nijerya' da hastalık simptomu göstermeyen mısır tane numunelerini fungal kontaminasyon açısından incelemişlerdir. Çalışma sonunda araştırmacılar, *Fusarium moniliforme*' yi depolanmış simptomsuz mısır tanelerinden % 43-68 oranında ve yeni hasat edilmiş mısır tanelerinden ise % 36-78 oranında izole etmişlerdir. Nijerya' da yapılan diğer çalışmada, 1982 -1983 yetiştirme sezonunda doğu Nijerya' da üç mısır çeşidi (Fraz 23, Fraz 34 ve Bendel White) tohum kaynaklı funguslar açısından test edilmiştir. Çalışma sonuçları test edilen mısır tanelerinin *Fusarium moniliforme, F. nivale, F. semitectum, Aspergillius flavus, Penicillium oxalicum, Curvularia pallescens, Rhizopus* spp. ve *Saccharomyces* spp.' e yüksek oranlarda yataklık yaptığını göstermiştir (Umechuruba, 1986).

Kuzey Carolina (A.B.D.)' da 1977 yılında yapılan bir çalışmada, hasat zamanı toplanan mısır taneleri yüzey dezenfeksiyonu yapılarak malt ekstrakt agara aktarılmıştır. Sonuçta, tanelerin % 52' sinin *F. moniliforme* tarafından enfekte edildiği ve *F. moniliforme*' nin taneleri kolonize eden diğer on fungus ile negatif ilişkisi olduğu belirlenmiştir. Bu bulgu tanelerin *F. moniliforme* tarafından ilk olarak enfekte edilmesinin daha sonraki fungusların kolonizasyonu için engelleyici olarak işlev gördüğü hipotezini desteklemektedir. Buna karşılık, *Aspergillus flavus* ve *A. niger* aynı taneden gelişmiş ve *F. moniliforme* ile oldukça yüksek bir pozitif ilişki göstermiştir (Wicklow, 1988).

Bununla birlikte, mısır taneleri gelişmelerinin süt veya yumuşak-hamur dönemlerinde doğal veya kuş zararına maruz kalmaktadırlar. Kırmızı–kanatlı siyahkuşların (*Agelaius phoeniceus* L.) mısır tanelerinde neden oldukları kuş zararı, fungal gelişme, zearalenone (mikotoksin) birikmesi ve mısır koçanlarındaki verim ilişkileri açısından incelenmiştir. Zarar görmemiş mısırlarda funguslar sadece birkaç koçandaki bazı tanelerde çoğalmışlardır. Bununla birlikte, zarar görmüş mısırlarda taneler hızlıca zayıf patojenik funguslar tarafından kolonize edilmiş ve zarar görmemiş taneler ise çoğunlukla *F. moniliforme* ve *F. graminearum* tarafından kolonize edilmiştir. Mikotoksin zearalenone kuşlar veya yapay olarak yaralanan koçanlarda bulunmuştur fakat sözkonusu mikotoksin zarar görmemiş koçanlarda saptanmamıştır (Sutton ve ark., 1980). Bu araştırmayı destekler nitelikdeki bir çalışmada, Mašırevıć ve ark. (2012) mısırın çok sayıda tane ve koçan çürüklüklerine hassas olduğunu ve bu çürüklüklerin ipek döneminden hasada kadarki süreçte özellikle yağışın normal seviyesinden yüksek olduğunda nemli alanlarda oldukça büyük zararlanmalara neden olabildiğini

bildirmişlerdir. Araştırıcılar, koçan ve saplardaki böcek ve kuş zararının çürüklüklerin yaygınlığını arttırabileceğini ve ayrıca koçan ve tane çürüklüklerinin verim, tane kalitesi ve besleme değerinide azaltabildiğini rapor etmişlerdir.

Avustralya' da kuzey Queensland bölgesinde 1983 yılında mısırdaki mevcut toksijenik funguslar ve mikotoksinlerin belirlenmesi amacıyla yapılan sürveyde, incelenen 174 numunenin 148' inde zearalenone tespit edilmiştir. Çalışmada ayrıca, aflatoksinlerin düşük konsantrasyonları üç numunede saptanmış, morumsu bir renk gösteren tanelerden en fazla izole edilen fungus *F. graminearum* olmuştur (Blaney ve ark., 1986).

Bunun yanı sıra, Huang ve ark. (1990) 1985- 1987 yıllarında Tayvan' ın lokal alanlarından toplanan 28 mısır tane numunesinin çoğunluğunun % 100' den % 0-14' e kadar değişen oranlarda *Aspergillus flavus* ile bulaşık bulunduğunu ve Tayvan' da toplanan veya A.B.D.'den ithal edilen mısır tohumlarından izole edilen *A. flavus*' un 94 izolatından 17' sinin hem aflatoxin B_1 ve hem de B_2 ürettiğini rapor etmişlerdir.

Yapılan başka bir çalışmada Zimbabwe' de 1991 yılında dokuz tahıl pazarından ve 1992 yılında ise Chinhoyi ve Kwekwe yörelerinde doğrudan çiftçilerden veya tahıl pazarlarından toplanana mısır numuneleri mikolojik olarak analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda *Penicillium, Nigrospora, Aspergillus* ve *Chaetomium* cinsleri bazı numunelerden izole edildiği halde *Fusarium* cinsi numunelerde baskın fungal flora olmuştur (Mubatanhema ve ark., 1999).

İtalya' da 1992-1993 yıllarında yapılan bir çalışmada, hasat öncesi koçan çürüklüğü simptomları görülen mısırlardan 42 numune toplanmış ve *Fusarium proliferatum*' un oranı ve toksisitesi ile ilgili incelenmiştir. Enfekteli koçan tanelerinde *F. proliferatum* (% 34) ve *F. moniliforme* (% 54)' nin baskın türler olduğu, bununla birlikte, *F. equiseti* (% 8), *F. graminearum* (% 2) ve çok daha az yoğunlukta *F. chlamydosporum, F. culmorum, F. oxysporum, F. semitectum, F. solani, F. sporotrichioides* ve *F. subglutinans* izole edilmiştir. Çoğunlukla *F. proliferatum* tarafından kolonize edilen seçilmiş enfekteli mısır koçanlarının fumonisin B1 (250 mg/kg), beauvericin (40 mg/kg) ve moniliformin (200 mg/kg) ile bulaşık olduğu saptanmıştır. Sonuçlar *F. proliferatum*' un mısır koçan çürüklüğünde ve mikotoksin oluşumunda daha belirgin bir rolü olduğunu göstermiştir (Logrieco ve ark., 1995). İtalya' da yapılan diğer çalışmada, 1994 yılında 22 adet mısır koçan çürüklüğü numunesinde en sıklıkla izole edilen *Fusarium* türleri *Fusarium moniliforme* ve *F.*

proliferatum olmuştur. Çoğunlukla *F. proliferatum* tarafından enfekte edilen dokuz numunede fusaproliferin (FP) (500 mg/kg ' e kadar) saptanmıştır (Ritieni ve ark., 1997).

Bunun yanı sıra, Logrieco ve ark. (1993) Peru' da coğrafik olarak farklı mısır tarlalarından 25 mısır numunesinde en sıklıkla izole ettikleri *Fusarium* türlerinin *F. subglutinans* (% 48), *F. moniliforme* (% 46), ve *F. equiseti* (% 5) olduğunu ve izole edilen (% 1' e kadar) diğer *Fusarium* türlerinin *F. graminearum, F. acuminatum, F. solani, F. oxysporum* ve *F. culmorum* olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar, *F. subglutinans*' ın en toksijenik türlerden biri olduğunu ve fungusun toksisitesinin çoğunlukla beauvericin (BEA) üretme kabiliyeti ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

Nijerya' da yapılan bir çalışmada ise, Aja-Nwachukwu ve Emejuaiwe (1994) güneydoğu Nijerya' nın Aba, Abakaliki, Afikpo, Okigwe ve Owerri gibi farklı lokasyonlarından topladıkları mısır numunelerinde *Aspergillus, Penicillium, Cladosporium, Alternaria, Fusarium* ve *Acremonium (Cephalosporium)* cinslerinden 12 fungus türü izole etmişler ve Aflatoxin B_1' i numunelerin % 80' inde tespit etmişlerdir.

Arjantin' de 1990 yılında hasat edilen mısır tanelerindeki iç ve dış mikofloranın belirlenmesi amacıyla yapılan mikolojik sürveyde, *Fusarium* cinsi beş lokasyonda tanelerdeki içsel tohum kaynaklı en yaygın mikoflora unsuru olmuştur. Ayrıca *Penicillium*' un tüm lokasyonlarda yaygın olduğu bulunmuştur. Baskın *Fusarium* türü *F. moniliforme,* en sıklıkla izole edilen *Alternaria, Aspergillus* ve *Penicillium* türleri sırasıyla *A. alternata, A. flavus* ve *P. decumbens* olmuştur (González ve ark., 1995). Bunun yanı sıra, Mcdonald ve Chapman (1997) Orta Amerika, Afrika ve Asya ülkelerinden temin ettikleri mısır tohum numunelerinde *Fusarium* spp.' nin izole ettikleri mevcut funguslar arasında en büyük grup olduğunu, *Fusarium* türleri arasında ise *Fusarium moniliforme*' nin en sıklıkla izole edilen tür olduğunu ve ayrıca *Stenocarpella maydis, S. macrospora* ve *Acremonium strictum* olmak üzere diğer fungusların da önemli oranlarda tespit edildiğini rapor etmişlerdir.

Fadl (1997) yaptığı bir çalışmada, Mısır' ın Minia Governorate yöresinde bir lokal mısır çeşidinden 18 numunede *F. moniliforme*' nin 18 farklı izolatını elde etmiştir. Ayrıca araştırmacı, test ettiği 18 numunenin 14' ünün FB_1 ve FB_2 ürettiğini, *F. moniliforme*' nin test edilen 14 izolatının FB_1 üretiminin 69 ppm ile 4495 ppm arasında değiştiğini ve bu durumun fungusla enfekteli mısırların tüketiciler için sağlık riski teşkil edebileceğini rapor etmiştir.

Sétamou ve ark. (1997) ise Benin' de hasat öncesinde 1994 yılında seksen ve 1995 yılında altmış mısır tarlasından topladıkları numuneleri *Aspergillus* enfeksiyonu ve aflatoksin kontaminasyonunu açısından değerlendirmişlerdir. Araştırıcılar, farklı ekolojik bölgelerden üç *Aspergillus* türü izole etmişler ve sözkonusu türlerden *A. flavus*' un en yaygın tür olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca araştırıcılar, her iki yılda ülke genelinde ortalama tane enfeksiyon oranının yaklaşık % 20 olduğunu ve toksin konsantrasyonlarının belirgin şekilde bölgesel varyasyon gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Batı Kenya' nın tropik dağlık alanlarında Bomet, Bungoma, Kakamega, Kericho, Kisii, Nandi, Siaya, Trans Nzoia, ve Vihiga yörelerinde küçük işletmelerin depolarından toplanan 153 mısır numunesi 1996 yılında *Fusarium* enfeksiyonu açısından değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda, en sıklıkla izole dilen fungusun *F. moniliforme* olduğu daha düşük oranlarda *F. subglutinans*, *F. graminearum*, *F. oxysporum*, *F. solani* ve diğer *Fusarium* türlerinin de izole edildiği bildirilmiştir. Tanelerin fumonisin üreten *F. moniliforme* türü ile yüksek oranda enfeksiyonunun, Kenya mısırlarının fumonisin kontaminasyonu açısından bir potansiyeli olduğuna işaret ettiği vurgulanmıştır (Kedera ve ark., 1999).

Bunların yanı sıra, tohum kaynaklı fungusların varlığını tespit etmek amacıyla ülkemizde yapılan bir çalışmada Doğu Karadeniz bölgesinde 5 ilden toplanan 165 mısır numunesinde 19 cinse ait toplam 26 fungus türü izole edilmiştir. İzole edilen türler içerisinde *Acremonium strictum, Fusarium incarnatum, Geomyces pannorum, Phoma glomerata* ve *Ulocladium atrum* türleri bu çalışma ile Türkiye' de ilk defa rapor edilmiştir (Demirci ve Kordalı, 2000). Ülkemizde yapılan diğer bir çalışmada ise Gül ve Özçelik (2000) depolanan mısırlarda, mavi renk bozukluğuna neden olan toksijenik *Fusarium* türleri ve *Aspergillus flavus* başta olmak üzere toksijenik *Aspergillus* türlerinin bulunabildiğini ve aynı zamanda sözkonusu ürünlerde mikotoksin oluşturabilen *Penicillium viridicatum, P. aurantiogriseum* gibi Penicillium türlerinin de bulunabildiğini rapor etmişlerdir.

Desjardins ve ark. (2000) ise bazı mısır numunelerini Meksika' dan ve bazı teosinte (mısırın ebeveyn bitkisi) numunelerini de Meksika, Guatemala ve Nikaragua' dan toplamışlar ve Fusarium enfeksiyonu açısından değerlendirmişlerdir. Araştırma sonucunda *F. moniliforme* ve *F. subglutinans*' ın mısır ve teosinte bitkilerinden alınan numunelerde en sıklıkla izole türler olduğunu rapor etmişlerdir.

Gana' da Accra yöresinde dört pazar ve işleme tesislerinden toplanan 15 mısır numunesi fumonisins B_1, B_2 ve B_3 açısından analiz edilmiş ve tüm numunelerin

fumonisin içerdiği tespit edilmiştir. Ayrıca, mısır numunelerinden izole edilen 5 türü temsil eden 32 *Fusarium* izolatı fumonisin üretimi açısından test edilmiştir. Test edilen *F. verticillioides* izolatlarının % 95' inin sözkonusu üç tip fumonisini ürettiği belirlenmiştir (Kpoda ve ark., 2000). Afrikada yapılan başka bir çalışmada, Güney-batı Nijerya' da Ibadan lokasyonundan farklı renklileşme formları ve anormallikleri gösteren üç mısır tohum numunesi fungal açıdan test edilmiştir. Test edilen tüm tohum kategorilerinden *F. moniliforme* ve *Aspergillus flavus* izole edilmiştir. Beyaz çizgiler, mor/pembe renkler, tohum embriyo ucunda renk değişmeleri ve buruşma gösteren tohumlarda *F. moniliforme*' nin oranı diğer funguslardan önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur (Owolade ve ark., 2000).

Bunlarla birlikte, Brezilya' da yeni hasat edilmiş ve depolanmış mısırlardaki mikoflora üzerine yapılan çalışmada, üç mısır hibritinden 195 numune bir yıl boyunca aylık olarak analiz edilmiştir. Sonuç olarak *Fusarium* cinsinde en yaygın türün *F. moniliforme* olduğu ve *Fusarium* spp.' nin ortalama sıcaklık ve nispi nem ile negatif bir ilişki gösterdiği saptanmıştır. Mikotoksikolojik değerlendirmede ise 176 numunenin (% 90.2) fumonisin B_1 ve 190 numunenin (% 97.4) fumonisin B_2 ile bulaşık olduğunu ortaya çıkarmıştır (Orsi ve ark., 2000).

Kamerun' un nemli ormanlık alanları ve batı dağlık alanlarından 72 çiftçiden toplanan mısır numunelerinde 1996 yılında *Nigrospora* spp. nemli ormanlık alanlarda (% 32) ve batı dağlık alanlarda (% 30) en yaygın fungus olmuş ve ayrıca bu örneklerden *Fusarium verticillioides* (% 22) ve *F. graminearum* (% 27) izole edilmiştir. 1997 yılında numunelerdeki fungal kontaminasyon seviyesi 1996 yılından daha düşük olmuştur. *Aspergillus* spp. oranı genelde enfekteli tanelerde % 0.0 ile % 5.9 arasında değişen oranlarda bulunmuştur (Ngoko ve ark., 2001).

Venezuela' nın Guárico ve Portuguesa eyaletlerinde hasat edilen mısır hibritlerinden alınan mısır numuneleri *F. moniliforme* (FM) oranı ve fumonisin (FUM) içeriği açısından değerlendirilmiştir. 89 numunenin hepsinde *F. moniliforme* ve fumonisin tespit edilmiştir. Portuguesa eyaletinde hibritler arasında ortalama *F. moniliforme* oranı % 26 ile % 72 arasında, Guárico eyaletinde ise % 28.7 ile % 55.7 arasında değişmiştir. Fumonisin içeriği Portuguesa eyaletinde 0.80 ppm ile 10.00 ppm arasında, Guárico eyaletinde ise 1.50 ppm ile 13.00 ppm arasında değişmiştir. Sonuçlar Guárico ve Portuguesa eyaletlerinin mısır tanelerinde *F. moniliforme* ve Fumonisin içeriği ile ilgili olarak riskli bölgeler olduğunu göstermiştir (Mazzani ve ark., 2001).

Slovakya' da yapılan bir çalışmada 1996 ve 1998 yıllarında mısır yetiştirilen en önemli alanlardan mısır koçan çürüklüğü numuneleri toplanarak *Fusarium* türleri ve mikotoksinler açısından incelenmiştir. 1996 yılında en sıklıkla izole edilen türler *F. verticillioides* ve *F. proliferatum*; 1998 yılında ise *F. subglutinans* olmuştur. Mısır koçanlarının toksin analizleri numunelerin çoğunun (22 numuneden 21' nin) en azından bir toksin ile bulaşık olduğunu göstermiştir (Srobarova ve ark., 2002).

Yapılan başka bir çalışmada, 2001 yılında Güney Kore' nin Dongguk Üniversitesi arazisinde yetiştirilen bazı mısır çeşitleri/hatlarından toplanan örneklerde tohum kaynaklı funguslar tespit edilmiştir. Tohum kaynaklı funguslar içerisinde en yüksek oranda *F. moniliforme* en düşük oranda ise *Penicillium* sp. saptanmıştır (Basak ve Lee, 2002). Bununla birlikte, Qazvin (İran)' de 2001-2003 yılları arasında Bashariat, Sharif Abad, Gheshlagh Esmaeal Abad ve Abiec yörelerinde farklı tarlalarda koçan oluşma safhasından hasat zamanına kadar mısırların enfekteli koçanları ve tanelerinden alınan numunelerde 5 cinse ait 58 farklı fungus izolatı elde edilmiştir (Davoodee ve Fahmideh, 2003).

Yeni Zelanda' nın Manawatu bölgesinde yapılan bir çalışmada üç mısır tarlasında hasattan önce mısır taneleri ve koçan yaprakları (kavuzları) *Fusarium* populasyonları açısından incelenmiş ve beş *Fusarium* spp. yaygın olarak izole edilmiştir. Bu türler; *F. graminearum* (*Gibberella zeae*), *F. culmorum, F. subglutinans, F. oxysporum* ve *F. acuminatum*, olup *F. graminearum* en baskın tür olmuştur. *F. graminearum* mısır taneleri ve koçan yaprakları segmentlerinden (sırasıyla % 48.3 ve % 37.7 oranında kolonizasyon) en sıklıkla izole edilen tür olmuştur (Hussein ve ark., 2003).

Nijerya' nın Güney-batı yörelerinde mısır tarlalarında yapılan bir sürveyde *F. verticillioides*' in numunelerin % 89.3' ünde % 49.4 oranında ortalama tane enfeksiyonu ile baskın tür olduğunu, *Aspergillus flavus*' un ise numunelerin % 65' inde % 6.8 ' lik bir ortalama tane enfeksiyonu ile izole edildiğini ortaya çıkarmıştır. Aflatoksin B1 numunelerin % 18.4' ünde saptanırken, aflatoksin B_2, G_1 ve G_2 sırasıyla bulaşık numunelerin % 7.8, % 2.9 ve % 1' in de tespit edilmiştir. Numunelerin % 78.6' sında saptanan Fumonsin B_1 en baskın toksin olmuştur (Bankole ve Mabekoje, 2004).

Ülkemizde Balıkesir' de yapılan bir çalışmada, dezenfekte edilmeyen mısır tanelerinde en fazla oranda izole edilen cinsler % 49 oranı ile *Rhizopus* ve % 19 oranı ile *Aspergillus* olmuştur. *Rhizopus* spp.' nin yaygın olarak izole edilen türleri; *R. oligosporus* (% 19.0), *R. oryzae* (% 8.1) ve *R. stolonifer* (% 22.0) olmuştur. Dezenfekte

edilmeyen mısır tanelerinden en fazla 2. sıklıkta izole edilen genus Aspergillus, Aspergillus genusunda en yaygın olarak izole edilen türler ise; *Aspergillus tubingensis* (% 4.6), ve *A. niger* (% 23) olmuştur (Aşkun, 2006).

Yapılan başka bir çalışmada Uganda' nın üç tarım bölgesinde mısır ticareti yapanlardan toplanan numunelerde aflatoksin B_1' in en baskın aflatoksin tipi olduğu ve üç tarım bölgesinden alınan mısır tanelerinin bu mikotoksin ile bulaşık olduğu bulunmuştur. Bu sonuçlar Uganda' da mısır tüketicilerinin aflatoksin zehirlenmesi tehlikesine maruz kaldığını göstermiştir (Kaaya ve Kyamuhangire, 2006).

Avustralya' da 2003 yılında Murrumbidgee sulama bölgesinde mısır koçanlarının hasada yakın bir peryotda bir fungus tarafından enfekte edildiği gözlenmiştir. Mısır koçanları ve bitkiler toplanmış, örneklendirilmiş ve mısır tanelerindeki patojenler tanılanmıştır. Çalışma sonunda *F. verticillioides*' in izole edilen funguslar içinde baskın tür olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte, mısır bitkileri sap, yapraklar, taneler ve koçan somağına ayrılarak sözkonusu kısımlardaki fumonisin seviyeleri belirlenmiştir. Buna göre en yüksek fumonisin seviyeleri tanelerde saptanırken, koçan somağı ve saplarda da ayrıca fumonisin rapor edilmiştir. Yetiştirici örneklerinde tespit edilen toksin seviyeleri sığırları etkileyecek kadar yüksek olmamış fakat domuz ve atları etkileyecek kadar yüksek bulunmuştur (Watson ve ark., 2006).

İspanya' da yapılan bir çalışmada hem geleneksel hem de organik çiftliklerden toplanan altmış mısır numunesi fungal kontaminasyon açısından test edilmiştir. Araştırma sonucunda, organik mısırlarda fungal enfeksiyon (% 63.20) geleneksel mısırlardakinden (% 40.27) önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur. Bununla birlikte, *Fusarium* cinsi geleneksel mısırlarda daha baskın fungus olup, hem organik hem de geleneksel mısır numunelerindeki baskın *Fusarium* türü ise *F. verticillioides* olmuştur (Arino ve ark., 2007). Bunun yanı sıra yapılan başka bir çalışmada, Probst ve ark. (2007) aflatoksin ile bulaşık mısırların Kenya' da 1981 yılından bu yana üç kez ölümcül epidemilere neden olduğunu, 2004 yılında aflatoksin ile bulaşık mısırları yiyen insanlardan 125' den daha fazla kişinin hayatını kaybettiği ve ölümcül aflatoksikoza (zehirlenme) neden olan fungusun *Aspergillıs flavus*' un S ırkı olduğunu rapor etmişlerdir.

Bununla birlikte, mısırlardaki mikotoksinler ile ilgili ülkemizde yapılan başka bir çalışmada, 2005 ve 2006 yıllarında yapılan sürveylerde Samsun merkezi ve on ilçesinden toplam 140 tarladan mısır koçanları toplanmıştır. Çalışma sonucunda mısır örneklerine ait tanelerden 2005-2006 yıllarında toplam 517 *Fusarium* izolatı elde

edilmiştir. Çalışmanın 2005 yılında elde edilen toplam *Fusarium* türlerine ait izolat sayısı 333 olup, bu izolatların % 57.06' sını *F. verticilloides*, % 27.33' ünü *F. proliferatum*, % 11.11' ini *F. subglutinans*, % 3.90' ını *F. solani*, % 0.30' unu *F. poae* ve % 0.30' unu *F. acuminatum*' un oluşturduğu tespit edilmiş, 2006 yılında ise tanelerden elde edilen toplam 184 adet *Fusarium* izolatının % 25.54' ünün *F. solani*, % 23.37' sinin *F. verticilloides*, % 19.03' ünün *F. subglutinans*, % 16.30' unun *F. proliferatum*, % 5.98' inin *F. graminearum*, % 4.89' unun *F. oxysporum*, % 1.63' ünün *F. culmorum*, % 1.09' unun *F. equiseti*, % 1.09'unun *F. semitectum*, %0.54' ünün *F. poae* ve % 0.54' ünün *F. sporotrichioides* olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, mısır tanelerinin *Fusarium* spp.'nin dışında değişik fungus cins ve türleri ile de bulaşık oldukları tespit edilmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda toplam 140 mısır örneğinin 68' inde *Fusarium* spp. saptanmış, bu örneklerden 66' sında FB_1, FB_2 üreten *Fusarium* spp.' ne rastlanırken, yalnızca 2 örnekte DON oluşturan *Fusarium* spp. saptanmıştır (Altıparmak, 2007).

İran' da 2004 ve 2005 yıllarında 11 farklı coğrafik bölgeden toplanan mısır koçanlarından 191 *Fusarium* izolatı elde edilmiştir. İzolatların % 69.6' sını oluşturan *Fusarium verticillioides* en yaygın tür olmuştur. İki izolatın İran için yeni *Fusarium* türleri olduğu ve bu çalışma ile *F. bullatum* ve *F. thapsinum*' un İran' da mısır tohumlarındaki ilk kaydı olduğu da rapor edilmiştir (Rahjoo ve ark., 2008).

Yapılan başka bir çalışmada, *Aspergillus* cinsinin dağılımı ve aflatoksin üretme potansiyelini belirlemek için mısır numuneleri Nijerya' nın üç tarım bölgesinden bir sürvey ile toplanmıştır. Sonuçta, bu üç tarım bölgesinde *Aspergillus*' un ortalama % 70 oranı ile yaygın fungus genusu olduğu bunu ortalama % 24 oranı ile *Fusarium* cinsinin izlediği tespit edilmiştir. *Aspergillus* cinsi içinde *A. flavus* en baskın tür olmuştur. En yüksek aflatoksin oranı (% 72) Güney Guinea Savana tarım bölgesinde, en düşük aflatoksin oranı ise (% 20) Kuzey Guinea Savana (NGS) tarım bölgesinde rapor edilmiştir (Atehnkeng ve ark., 2007).

Ülkemizde yapılan diğer bir çalışmada, Güney Marmara Bölgesi mısır alanlarında sap ve koçan çürüklüğü hastalığına neden olan *Fusarium* spp. nedeniyle tanede oluşan mikotoksinler değerlendirilmiştir. 2003 ve 2004 yıllarında sap ve koçan çürüklüğüne neden olan en önemli etmenin *F. moniliforme* olduğu belirtilmiştir. Bölgede koçan çürüklüğüne neden olan en önemli etmenlerin *F. moniliforme* ve *F. graminearum* olduğu için mikotoksin testlerinin Fumonisin ve Deoxynivalenol yönüyle yapıldığı ve yüksek izolasyon sıklıklarında yüksek oranda mikotoksin bulaşıklığı

saptandığı bildirilmiştir. Bölgede yapılan çalışmalarda Fumonisin ortalaması 2003 yılında 6,54 ppm, 2004 yılında ise 1,73 ppm olarak gerçekleşmiştir. Deoxynivalenol yönüyle ise ortalama bulaşıklık 2003 yılında 0,74 ppm, 2004 yılında ise 2,64 ppm olarak gerçekleşmiştir. Özellikle bazı örneklerde bulaşıklık oranlarının ülkemiz ve Avrupa Birliği tarafından yayınlanan sınır değerlerinin oldukça üstünde çıktığı rapor edilmiştir (Uçkun, 2008).

Mısır tanelerinde bulunan fungal floranın mikotoksin üretme potansiyelleri nedeniyle gerek insan ve gerekse hayvan beslenmesi açısından bir tehdit oluşturabileceği yapılan çalışmalardan anlaşılmıştır. Ayrıca hayvan beslenmesi açısından da bazı çalışmalar yapılmıştır.

Nitekim, İsviçre' de hayvan beslemede kullanılan ticari mısır hibritlerinden mısır taneleri ve sap parçaları *Fusarium* tür kompleksi ve mikotoksin kontaminasyonu açısından değerlendirilmiştir. İki yıl boyunca doğal *Fusarium* enfeksiyonu yıllar ve lokasyonlar arasında önemli ölçüde değişiklik göstermişt ve mısır tanelerinde % 0.4 ile % 49.7 arasında ve sap parçalarında ise % 24.2 ile % 83.8 arasında değişmiştir. 16 farklı *Fusarium* türü mısır tanelerinden ve 15 tür de sap parçalarından izole edilmiştir. Kuzey lokasyonda tanelerde baskın türler sırasıyla *F. verticillioides* (% 32.9), *F. graminearum* (% 31.3), *F. proliferatum* (% 7.3) ve *F. crookwellense* (% 7.1) olmuş, güney lokasyonda ise baskın türler sırasıyla *F. verticillioides* (% 57.1), *F. subglutinans* (% 24.6), *F. proliferatum* (% 14.8) ve *F. graminearum* (% 1.5) olmuştur (Dorn ve ark., 2009).

Mısır tanelerinde mikotoksin seviyeleri ve koçan çürüklüğü probleminin yaygınlığını tespit etmek amacıyla yapılan sürveyde, 2006 yılında Zambiya' da güney illeri ve Lusaka bölgesinde 11 yöreden toplam 114 çiftlikten mısır tane numuneleri toplanmıştır. Araştırma sonucu, koçan çürüklüğüne neden olan baskın cinslerin *Fusarium* ve *Stenocarpella* olduğunu göstermiştir. *Fusarium verticillioides*' in oranı % 2 ile % 21 arasında değişirken, *Stenocarpella maydis* koçan çürüklüğü ile enfekteli mısır tanelerinde % 37 oranında saptanmıştır. Ayrıca, sağlıklı görünen mısır tanelerinden % 2–7 oranında *F. verticillioides* ve % 3–18 oranında *Aspergillus flavus* izole edilmiştir. Bunlarla birlikte, mısır tane numunelerinde fumonisin aflatoksinden daha yüksek seviyelerde belirlenmiştir. Altı yöreden alınan numunelerdeki fumonisin konsantrasyonu ve iki yöreden alınan numunelerdeki aflatoksin oranı 2 ppm' den 10 kat daha yüksek bulunmuş ve sözkonusu seviyelerin FAO ve Dünya Sağlık Örgütü tarafından tavsiye edilen günlük maksimum alınabilir seviyeden çok daha yüksek

olduğu vurgulanmıştır. Yapılan çalışmada Zambiya' nın sözkonusu yörelerindeki çiftçi ve tüketicilerin mısır tanelerinde yüksek seviyelerde koçan çürüklüğü enfeksiyonu nedeniyle mikotoksinlerin tehlikeli seviyelerine maruz kalabildiklerini ortaya koymuştur (Mukanga ve ark., 2010).

Bununla birlikte Afrika' da Tanzanya ve Kongo' da çeşitli pazarlar ve köylerden toplanan mısır tane numunelerinde oldukça yüksek bir aflatoksin kontaminasyonu saptandığı ve sözkonusu ürünlerin tüketiciler için ciddi sağlık riskleri teşkil edebileceği rapor edilmiştir. Ayrıca, mısırda aflatoksin sorununun sürvey yapılan iki ülkede de kronik bir problem olduğu ve ürünün pazarlanması ve elde edilecek geliri sınırlandırdığı bildirilmiştir (Manjula ve ark., 2009). Mısırlardaki mikotoksinler ilgili yapılan başka bir çalışmada 2007 yılında Pakistan' ın Swat vadisinden toplanan mısır tohumları aflatoksin B1 (AFB1) ve ochratoksin A (OTA) kontaminasyonu açısından değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda, numunelerin çoğunun AFB1 ve OTA içeriklerinin A.B.D. gıda örgütü tarafından tavsiye edilen güvenli limitin üzerinde bulunduğu saptanmıştır. Bununla birlikte, araştırma sonuçlarından, Swat vadisinde mısır tüketen insanların aflatoksin ve ochratoksin zehirlenme tehlikesine maruz kalabildiği vurgulanmıştır (Shah ve ark., 2010).

Adejumo ve ark. (2010) ise Nijerya' da toplanan 80 mısır numunesini fumonisin B_1 (FB_1) ve *Fusarium verticillioides* kolonizasyonu açısından incelemişlerdir. Çalışma sonunda, araştırıcılar toplam numunelerin 55' inde (% 68.7) FB_1' i saptamışlar ve 45 numunede ise ortalama % 21.0 oranında *F. verticillioides*' i izole etmişlerdir.

Ülkemizde yapılan bir çalışmada ise *Fusarium moniliforme*' nin mısırda toksin üreten en yaygın fungus olduğu, mısır ve mısıra dayalı ürünlerin tüketilmesi sonucunda insan ve hayvanlarda önemli toksikozlara neden olduğu bildirilmiştir. Araştırmada ayrıca, mısırda kontaminasyonun büyük bir kısmını oluşturan Fumonisin B1 (FB1)' in yüksek toksik etkiye sahip olduğu, küresel olarak tehlike sınırı düzeyinde bulunduğu ve toksin oluşumunu etkileyen çok sayıda faktör bulunmakla beraber, çevresel faktörlerin en önde gelenler arasında olduğu rapor edilmiştir (Altınok ve Dikilitaş, 2011).

Bunların dışında, Pakistan' da mısırın tohum kaynaklı mikoflorası üzerine yapılan bir çalışmada 56 fungus türü izole edilmiştir. İzole edilen 56 türden 22' sinin (*Arthrinium phaeospermum, Aspergillus foetidus, A. tubingensis, Curvularia clavata, C. intermedia, C. pallescens, Bipolaris maydis, Drechslera carbonum, Diplodia zea, Fusarium crockwellense, F. cladosporium, F. culmorum, F. graminearum, F. nivale, F. proliferatum, Penicillium citrinum, P. funiculosum, Phoma herbarum, Rhizopus*

oligosporum, Rhizoctonia solani, Syncephalastrum racemosum ve *Trichoderma harzianum*) Pakistan' da mısır tohumlarındaki yeni kayıtlar olduğu rapor edilmiştir (Niaz ve Dawar, 2009).

Almanya' da yapılan iki yıllık bir sürveyde mısır tanelerinde *Fusarium* spp. oranı ve mikotoksin kontaminasyonu 84 tarladan alınan numuneler ile değerlendirilmiştir. 2006 yılında, mısır tanelerini enfekte eden baskın türler *Fusarium verticillioides, F. graminearum,* ve *F. proliferatum* olurken, 2007 yılında en sıklıkla izole edilen türler *F. graminearum, F. cerealis* ve *F. subglutinans* olmuştur. *Fusarium* ile ilişkili olan 14 mikotoksin mısır tanelerinin kontaminantları olarak tespit edilmiştir. 2006 yılında mısır numunelerinin % 75' i deoxynivalenol, % 34' ü fumonisin ve % 27' si zearalenone ile bulaşık bulunmuştur. 2007 yılında ise 40 mısır numunesinin hiçbirinde ölçülebilir seviyede fumonisin belirlenmezken, deoxynivalenol ve zearalenone tarlaların, sırasıyla % 90 ve % 93' ünde tespit edilmiştir. Sonuçlar Almanya' da mısır koçan çürüklüğü ile ilişkili olarak önemli derecede mikotoksin kontaminasyonu olduğunu göstermiştir (Goertz ve ark., 2010). Bununla birlikte, 2006 ve 2007 yıllarında Umbria (Orta Italya)' da hasat zamanında toplanan mısır numunelerinde mikotoksijenik funguslar ve mikotoksinlerin varlığını değerlendirmek amacıyla yapılan sürveylerde, izole edilen *Fusarium* türleri içerisinde, *F. verticillioides*' in en baskın olan tür olduğu bunu *F. proliferatum* ve *F. subglutinans*' ın izlediği ve fumonisinin 2006 ve 2007 yılında en yaygın mikotoksin olduğu rapor edilmiştir (Covarelli ve ark., 2011).

Bunların yanı sıra, Adjei (2011) Gana' nın ormanlık, geçiş ve Guinea Savana ekolojik bölgelerindeki lokasyonlardan 54 tohum numunesi toplamış ve mısırın tohum-kaynaklı fungal patojenik infeksiyonu açısından incelemiştir. Araştırıcı, çalışma sonunda mısır numunelerinde *Acremonium strictum* (enfeksiyon oranı % 0.5 - % 22), *Bipolaris maydis* (% 0.5 - % 1.5), *Botryodiplodia theobromae* (% 1 - % 19) ve *Fusarium moniliforme* (% 5 - % 84.5) funguslarını tespit etmiştir.

İran' da yapılan bir çalışmada ise hasat edilen mısır tanelerindeki mikoflorayı tespit etmek için Golestan İlinin Gorgan, Kordkuy, Bandar gaz, Gonbad, Minoodasht ve Kalale gibi lokasyonlarından numuneler alınmıştır. Çalışmada ortalama hastalık oranları en yüksek *Fusarium* spp.' de (% 35.2) saptanmış ve bunu *Aspergillus* spp. (% 2.9), *Penicillium* spp. (%1.1), *Rhizopus* spp. (% 2.3), *Mucor* spp. (% 1.4), ve *Alternaria* spp. (% 0.2) takip etmiştir. Tüm numunelerin % 3.5' i *A. flavus* ile enfekte edilmiş olup fungusun numunelerdeki hastalık oranı % 40.2 olup, etmenin en yüksek enfeksiyon

seviyesi Bandare lokasyonundan toplanan numunelerde saptanmıştır. İncelenen numunelerin çoğunda *Penicillium* türleri izole edilmiş olup bu türlerin en yüksek hastalık oranı (% 2) Kalale lokasyonundaki tohumlarda bulunmuştur. Bu çalışmada izole edilen fungus türleri arasında *F. proliferatum* ve *A. flavus* Golestan ilindeki mısır tohumlarında önemli tohum kaynaklı ve toksin-üreten funguslar olarak nitelendirilmiştir. Bu sonuçlara dayanarak Golestan' da mısır tohumları çoğunlukla toksin üreten *Fusarium* spp., *Aspergillus* ssp. ve *Penicillium* spp. gibi funguslar tarafından enfekte edildiği bunlarla birlikte *F. proliferatum* ve *A. flavus*' un da mısır tohumlarının enfeksiyonunda önemli bir rol oynadığı bildirilmiştir (Mostafa ve Kazem, 2011).

Mašırevıć ve ark. (2012) koçan ve tane çürüklüklerinin verim, kalite ve mısırın besleme değerini azaltabildiğini ve mısırdaki funguslar tarafından üretilen toksinlerin ayrıca mısır tanelerinin nihai kullanımı üzerine ciddi etkilere sahip olduğunu bildirmişlerdir. Araştırıcılar, ayrıca *Fusarium* cinsine ait fungusların mısırda tane ve koçan çürüklüğüne neden olabilen en önemli funguslar olduklarını vurgulamışlardır.

Bu bağlamda, Kenya' da 2008 yılında Kitui ve Kibwezi yörelerinden depolanmış ürünlerden 86 mısır tohum numunesi, *Fusarium* ve fumonisin kontaminasyonu açısından değerlendirilmiş ve iki yörede izole edilen en yaygın türün *F. verticillioides* (% 39.9) olduğu, diğer izole edilen *Fusarium* türlerinin ise; *F. proliferatum* (% 15.1), *F. solani* (% 9.0), *F. anthophilium* (% 9.0), *F. oxysporium* (% 15.1) ve *F. lateritium* (% 12.1) olduğu rapor edilmiştir. Bu çalışmada zarar görmüş taneler böcek zararı, küflü taneler ve renk değişikliği açısından da analiz edilmiş araştıma sonuçları bazı numunelerde tanelerin % 20 ' ye kadar zarar görmüş olduğunu ve fumonisin toksini ile kontaminasyonun yüksek olduğunu göstermiştir. Ayrıca, numunelerin çoğunun Avrupa Komisyonu tarafından tavsiye edilen maksimum tolere edilebilir seviyesini (1 mg/kg) aştığı ve aflatoksin kontaminasyonundan başka ayrıca mısır tanelerinin yüksek fumonisin seviyelerine maruz kalmasının toplumda yüksek risk oluşturduğu da rapor edilmiştir (Bii ve ark., 2012).

Ayrıca, 2012 yılında Sırbistan' da yapılan bir çalışmada hasattan hemen sonra toplanan mısır taneleri toksigenik fungusların oranı ve aflatoksin B1(AFB1), deoxynivalenol (DON), zearalenone (ZON) ve fumonisin (FB_1) konsantrasyonu açısından incelenmiştir. Araştırma sonunda, toksigenik funguslar arasında *Aspergillus flavus* (% 36.69)' un *Aspergillus* cinsinin en yaygın türü olduğu ve % 14.69 oranı ile *Fusarium verticillioides* ise *Fusarium* cinsinin en baskın türü olduğu bildirilmiştir.

Bununla birlikte, çalışılan tüm mısır numunelerinde AFB_1, ZON ve FB_1 mikotoksinleri tespit edilmiştir (Krnjaja ve ark., 2013).

Mısırlarda tohum kaynaklı mikoflora üzerine yapılan pek çok çalışmadan bazıları verilmiş olup, sözkonusu çalışmalarda gerek hasat öncesi ve gerekse hasat sonrası mısır tanelerinde tespit edilen fungal floranın insan ve hayvan sağlığı açısından sağlık riski oluşturacak mikotoksinleri üretme potansiyelinde oldukları bildirilmiştir. Bu noktada, mısır tanelerindeki fungal kontaminasyonun belirlenmesi ve ona göre gerekli tedbirlerin alınması önemlidir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Bitki materyali

2010 ve 2011 yılında kurulan tarla denemelerinde bitki materyali olarak ülkemizde tescilli farklı mısır varyete gruplarından, 3 adet at dişi mısır (*Zea mays* var. *indentata*), (Ada-523, Pioneer-3394, Side), 2 adet sert mısır (*Zea mays* var. *indurata*), (Karaçay, Karadeniz Yıldızı), 2 adet şeker mısır (*Zea mays* var. *saccharata*) (Merit, Vega) ve 1 adet cin mısır (*Zea mays* var. *everta*) (Antcin-98) olmak üzere toplam 8 mısır çeşidi kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Denemelerde kullanılan mısır çeşitlerinin genel özellikleri

Çeşit	**Bitki boyu (cm)**	**Olgunlaşma (gün)**	**Verim (kg/da)**	**Tane tipi**
Ada-523	265 – 300	130-135	1350 – 1650	At dişi
Pioneer-3394	220-260	110-120	1060	At dişi
Side	260	115-125	1125	At dişi
Karaçay	250-280	125	1050	Sert mısır
Karadeniz Yıldızı	220-290	120-125	700-1150	Sert mısır
Merit	212	80-85	360-410	Şeker mısır
Vega	172	70-75	370-400	Şeker mısır
Antcin-98	210	115-120	500-600	Cin mısır

3.1.2. Fungal inokulum

İnokulum, 2009 ve 2010 yıllarında Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü' nün mısır üretimi yapılan tarlalarından rastıklı bitkilerdeki gallerin toplanmasıyla temin edilmiştir.

3.1.3. Kültür ortamı

Ustilago maydis saf kültürlerinin elde edilmesinde besi ortamı olarak Patates Dekstroz Agar (PDA) ve sporidia (basidiospor) çoğalması için % 20' lik havuç solüsyonu kullanılmıştır.

3.2. Metod

3.2.1. İzolasyon

2009 ve 2010 yıllarında Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü' nün mısır üretimi yapılan tarlalarından rastıklı bitkilerdeki galler toplanmış ve kesilip parçalandıktan sonra ince bir elekten geçirilmiştir. Elde edilen *U. maydis* klamidiosporları yüzey sterilizasyonu için % 1' lik $CuSO_4$ içinde 20-60 saat bekletilip sonra 3 defa steril destile sudan geçirildikten sonra besiyerine (PDA+Streptomycine sülfat) ekilmişlerdir. Oda sıcaklığında veya inkübatörde 20-22 $^{\circ}$C' de 4-5 gün inkubasyona bırakılarak, besi ortamında gelişen fungusun hif uçlarından tekrar besi ortamına aktarılarak saf kültürleri elde edilmiştir. Kültürlerden toplu iğne başı hacminde alınan küme sporidia, içlerinde 25 ml kaynatılmış % 20 ' lik steril havuç suyu ihtiva eden erlenmayerlere aktarılarak 7 gün oda sıcaklığında inkubasyona bırakılmıştır. Bu süre içinde erlenmayerler 1-2 defa kuvvetlice çalkalanmış ve havuç suyundaki sporidia çoğalması ile inokulasyon için gerekli inokulum elde edilmiştir (Tunçdemir, 1985).

3.2.2. Havuç solüsyonunun hazırlanması

200 g soyulup doğranmış havuç 1 lt saf su içinde yarım saat kaynatılıp süzülmüştür. Elde edilen sıvı tekrar 1 litreye tamamlanıp otoklavda 1.5 atm.' de 121 $^{\circ}$C' de 15 dakika sterilize edilmiştir. İnokulasyondan önce erlenmayerler içindeki süspansiyonlar karıştırılmıştır (Tunçdemir, 1985).

3.2.3. İnokulumun hazırlanması

İnokulasyondan önce erlenmayerler içindeki süspansiyonlar karıştırılarak inokulumun spor yoğunluğu hemositometrede incelenmiştir. Yapılan inceleme sonucu yoğunluğu fazla bulunan inokuluma $4x10^6$ sporidia/ml yoğunluğu elde edilinceye kadar havuç özü solüsyonu ilave edilmiştir. İnokulumun yüzey gerilimini azaltmak için hazırlanan inokuluma % 0.727 oranında triethanolamineoleate katılmıştır. Ayrıca $1x10^6$ klamidiospor (teliospor) /ml yoğunlukta klamidiospor inokulum içine ilave edilmiştir (Tunçdemir, 1985).

3.2.4. % 0.727’ lik triethanolamineoleate eriyiğinin hazırlanması

Oda sıcaklığında 7 kısım oleik asit, 1 kısım % 90’ lık triethanolamine 92 kısım su ile karıştırılarak, elde edilen karışım 10 kısım inokulumla karıştırılmıştır (Wilkinson ve Kent, 1944).

3.2.5. Deneme tertipi

İki bin on ve 2011 yıllarında kurulan tarla denemeleri, ‘‘Tesadüf bloklarında faktöriyel deneme deseni’’ ne göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur (Düzgüneş ve ark., 1987). Denemede her bir parsel 4 sıra ve 5 metre uzunluğunda olup, 70 cm sıra arası ve 20 cm sıra üzeri mesafesi uygulanmıştır. Bloklar içinde yer alan parsellere çeşitler birer adet de kontrol parselleri oluşturularak şansa bağlı olarak dağıtılmıştır.

Tarla denemesi Antalya İli Aksu ilçesinde Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsünün üretim arazisinde kurulmuştur. Deneme kurulacak alan ekim öncesinde ekime hazır hale getirilmiştir. Ekim, denemede ele alınan sıra arası ve sıra üzeri mesafesine uygun olarak açılan çizilere ve her ekim noktasına 2 tohum gelecek şekilde 07.06.2010 ve 03.06.2011 tarihlerinde yapılmıştır. Her iki yılda da mayıs ayında gerek hava şartlarının yağışlı geçmesi ve gerekse yağışlar sonrasında toprağın ekim için uygun hale gelmesinin beklenilmesiyle ekimler ana ürün için biraz geç ekilmek zorunda kalınmıştır. Ekim sonrasında çimlenme ve çıkış için yağmurlama sulama sistemiyle su verilmiştir. Denemede 3 adet at dişi mısır, 2 adet sert mısır, 2 adet şeker mısır ve 1 adet cin mısır olmak üzere toplam 8 mısır çeşidi kullanılmıştır.

Mısır bitkileri toprak üzerine çıktıktan 10-15 gün sonra birinci çapa ile teklenmiş, bitkiler 30-40 cm olduğu zaman ikinci çapa ile birlikte boğaz doldurma işlemi de yapılmıştır. Deneme alanı yabancı ot gelişmesine ve sulamalardan sonra kaymak tabakası oluşumuna bağlı olarak belirli aralıklarla çapalanmıştır. Ekimden sonra parsel kenarlarına sulama suyunun dağılmasını önlemek için seddeler yapılmıştır. Bloklar arasına kanal açma pulluğu ile sulama kanalları açılmıştır. Boğaz doldurma işlemiyle sıralar arasında oluşan karıklara su verilmiştir. Bitkilere, birinci su boğaz doldurmadan sonra olmak üzere, ortalama 15-18 gün ara ile dokuz defa su verilmiştir.

3.2.6. İnokulasyon

İnokulasyon 2 devrede yapılmıştır;

(1)- 15.07.2010 ve 18-19.07.2011 tarihlerinde bitkiler 3-4 yaprak devresindeyken (40-60 cm) $4x10^6$ sporidia/ml + $1x10^6$ klamidiospor/ml yoğunluğunda 2 cc (ml) inokulum enjektörle bitkilerin en uç boğumu içine verilmiştir (Tunçdemir, 1985).

(2)- Koçan inokulasyonu Pataky ve ark. (1995)' den alınmış ve modifiye edilerek uygulanmıştır. Bu yönteme göre mısır bitkileri 3-10-20.08.2010 ve 11-15-18-25.08.2011 tarihlerinde ipek (koçan püskülü) oluşumundan sonra (bitki tozlaşması gerçekleşmeden önce, ipekler yeşil iken) her bir bitkiye $3x10^6$ sporidia/ml + $1x10^6$ klamidiospor/ml yoğunluğunda 3 cc inokulum enjektörle her bitkinin koçan püskülünün çıktığı uç kısmından aşağı doğru verilmiştir.

Tozlaşmanın hastalık üzerine etkisini saptamak için koçan inokulasyonu ipekler tozlaşmadan önce ve tozlaşmadan sonra olmak üzere iki farklı dönemde yapılmıştır. İnokulasyonlar 3-10.08.2010 ve 11-15.08.2011 tarihlerinde ipek oluşumundan 2-3 gün sonra (bitki tozlaşması gerçekleşmeden önce) ve 10-20.08.2010 ve 18-25.08.2011 tarihlerinde koçan tozlaşmasından 2-3 gün sonra (ipekler kahverengileştiği zaman) her bir bitkiye $3x10^6$ sporidia/ml + $1x10^6$ klamidiospor/ml yoğunluğunda 3 cc (ml) inokulum enjektörle her bitkinin koçan püskülünün çıktığı uç kısmından aşağı doğru verilerek yapılmıştır.

3.2.7. Fungal Floranın Belirlenmesi

Koçanlarda gelişen hastalık galleri nedeniyle taneler diğer fungal patojenlerin saldırısına maruz kalabilmektedir. Sözkonusu fungal kontaminasyonu saptamak amacıyla, rastık gali gelişen her bir koçandan ortalama 30 mısır tanesi kese kâğıtlarına alınarak mısır tane numuneleri bu şekilde toplanmıştır. Kese kâğıtlarındaki taneler laboratuvarda çeşme suyuna tutulmuş ve % 2' lik sodyum hipoklorit (NaOCl) içinde 2 dakika süreyle bekletilerek yüzey sterilizasyonu sağlanmıştır. Daha sonra taneler 3 defa steril destile sudan geçirildikten sonra steril kurutma kağıtlarına bırakılmıştır. Mısır taneleri steril kabinde kurutma kağıtlarında kurutulduktan sonra her bir petri kutusuna 10 adet mısır tanesi PDA (Patates dekstroz agar), CA (kiraz agar), MA (Malt agar) olmak üzere üç farklı besi ortamı ve Blotter (Nemli hücre kültürü)' ne aktarılmış ve 25

°C' de inkübe edilmiştir. Daha sonra tanelerdeki fungal gelişmeler gözlenmiş ve saf fungus kültürü temin etmek için sözkonusu (PDA, CA, MA) besi ortamları ve (Blotter) nemli hücre kültüründeki fungal gelişmelerden tekrar PDA besi ortamına aktarılmıştır. Aktarmalar sonucu elde edilen saf fungus kültürlerinden yapılan preparatlar mikroskop altında incelenerek tanılama fungus morjolojisine göre yapılmıştır. Sözkonusu izolatlar Prof. Dr. Salih Maden (Ankara Üniversitesi) ve Prof. Dr. Nuh BOYRAZ (Selçuk Üniversitesi) tarafından teşhis edilmiştir. Fungal organizmaların teşhişleri (Von Ark, 1970; Barnett ve Hunter, 1972; Warham ve ark., 1996)' a göre yapılmıştır.

3.2.8. Gözlem ve değerlendirmeler

3.2.8.1. Hastalık şiddeti ve hastalıklı bitki oranı

Hasat tarihine kadar yapılan gözlemlerde bitkilerin toprak üstü organları (sap, yaprak, koçan ve tepe püskülleri) incelenmiş ve oluşan gal çapları kumpas ile en az iki defa ölçülerek gerekli gözlemler yapılmıştır. Bitki üzerinde (yaprak, tepe püskülü, sap ve koçan) gal görüldüğünde bitki hasta kabul edilmiş, hasta bitki sayısına göre hastalıklı bitki oranı ve gal büyüklüğü esas alınarak hastalık şiddeti Johnson ve Christensen (1935)' ın skala verilerine göre hesaplanmıştır (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Rastık hastalığının hastalık şiddeti kıymetlendirme skalası

Skala Değeri	Hastalık Tanımı
0	Çok küçük galler (2.5 cm çapından küçük)
1	Küçük galler (2.5-5 cm çapında olanlar)
2.5	Orta galler (5-10 cm çapında olanlar)
5	Büyük galler (10 cm çapından büyük olanlar)

Çizelge 3.2' de skala değerindeki her gruba giren bitki sayısı skala değeri sayısı ile çarpılmış ve bulunan toplam değer, sayımı yapılan bitki sayısına bölünüp 10 ile çarpılarak rastık hastalığının şiddeti hesaplanmıştır. Hastalık oranı ise skaladaki hasta bitki sayısının, sayılan tüm bitki sayısına oranlanması ile bulunmuştur (Walter, 1935).

3.2.8.2. Verim kaybı

Mısır rastık hastalığından dolayı meydana gelen verim kayıplarının tespiti için; Hasat, 26-29.10.2010 ve 14-28.09.2011 ile 10-12.10.2011 tarihlerinde hastalık

inokulasyonunun yapıldığı parseller ile inokulasyonun yapılmadığı (kontrol) parsellerindeki tüm koçanlar el ile hasat edilmiş ve kavuzları temizlenerek üç gün süre ile açık havada kurutulmuştur. % tane/koçan oranının tespiti için önce materyalin tane + somak tartımı yapılmış ardından taneler somaktan ayrılarak, yalnızca taneler tartılarak % tane/koçan oranı tespit edilmiştir. Deneme parsellerindeki verim aşağıdaki (3.2) eşitlik kullanılarak elde edilmiştir (Yanıkoğlu ve ark., 1999).

Tartımdan sonra taneler etüvde 72 °C' de 72 saat bekletilerek nem tayini yapılmış ve % 15 neme göre aşağıdaki eşitlik (3.1) kullanılarak düzeltilmiştir (Poehlman, 1987).

$$\textbf{Düzeltilmiş Ağırlık} = \text{Parsel ağ.} \times \frac{(100 - \%\ \text{Nem})}{85} \times \frac{(\text{Tane / Koçan Oranı})}{100} \qquad (3.1)$$

$$\textbf{Verim(kg/da)} = \text{Düzeltilmiş Ağırlık} \times \frac{1000}{\text{Parsel Alanı } (m^2)} \qquad (3.2)$$

İnokulumlu ve inokulumsuz (kontrol) parsellerinde elde edilen verim (kg/da) değerleri kıyaslanarak hastalıktan dolayı meydana gelen verim kayıpları hesaplanmıştır.

Bunların yanı sıra, mısır çeşitlerinde tespit edilen hastalıklı bitki oranı dikkate alınarak çeşitlerin rastık hastalığına karşı duyarlılık düzeyleri Dikoneva' nın (1973) değerlendirme skalası modifiye edilerek saptanmıştır. Buna göre; teste tabi tutulan çeşitlerde enfeksiyon oranı % 15 ise dayanıklı (R), % 16-35 ise orta düzeyde dayanıklı (MR), % 36-55 arasında olanlar hassas (S) ve % 55' den fazla olanlar çok hassas (VS) olarak belirlenmiştir.

Araştırmadan elde edilen değerler JMP istatistik programı kullanılarak ''tesadüf blokları faktöriyel deneme desenine'' göre varyans analizine tabi tutulmuştur. F testi yapılmak sureti ile farklılıkları tespit edilen işlemlerin ortalama değerleri $P< 0.01$ LSD (Least Significant Difference) önem testine göre gruplandırılmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987).

3.3. Araştırma yerinin genel özellikleri

3.3.1. Yörenin ekolojik özellikleri

Tarla denemelerini kurduğumuz alan hem 2010 hem de 2011 yılında kışın boş bırakılmış ve ilkbahar yağışlarıyla beraber toprak tava gelince ana ürün olarak farklı mısır varyete gruplarına ait bazı mısır çeşitleri ekilmiştir. Deneme alanındaki genel toprak yapısı killi-tınlı ağır toprak tipinde olup azot, fosfor ve potasyum sırasıyla 18 kg /da, 8 kg/da ve 8 kg/da oranında olmak üzere gübreleme yapılmıştır.

Tarla denemeleri kurulan Antalya' nın Aksu ilçesinde 2010 ve 2011 yıllarına ait aylık ortalama sıcaklık, toplam yağış ve ortalama nispi nem değerleri Çizelge 3.3' de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Antalya' nın Aksu ilçesi aylık sıcaklık, yağış ve nispi nem değerleri

	Aylık ortalama sıcaklık (°C)		**Aylık toplam yağış (mm)**		**Aylık ortalama nispi nem (%)**	
Aylar	**2010**	**2011**	**2010**	**2011**	**2010**	**2011**
Nisan	17.6	16.1	9.4	119.6	57.6	69.0
Mayıs	21.7	19.9	4.2	107.2	64.7	65.7
Haziran	25.1	25.1	25.4	5.0	61.8	57.1
Temmuz	27.9	28.6	-	-	66.0	60.1
Ağustos	30.5	29.6	4.2	0.0	59.1	50.0
Eylül	26.9	26.7	4.8	83.2	58.1	50.3
Ekim	20.8	19.1	89.0	395.8	57.2	54.6
Kasım	17.3	12.9	27.2	21.8	63.1	51.3

Çizelge 3.3' de 2010 ve 2011 yıllarında mısır üretim sezonu iklim değerleri incelendiğinde; inokulasyonun yapıldığı her iki yılın temmuz ayında yağış kaydedilmemiştir. 2010 yılı tarla denemelerinde inokulasyonun yapıldığı temmuz ayı ortalama sıcaklığı 27.9 ^{0}C ve ortalama nispi nem oranı % 66.0 olurken, 2011 yılında ise; temmuz ayı ortalama sıcaklığı 28.6 ^{0}C ve ortalama nispi nem oranı % 60.1 olmuştur. Bunun yanı sıra koçan inokulasyonunun yapıldığı 2010 yılı ağustos ayında aylık toplam yağış miktarı 4.2 mm olurken, 2011 yılı ağustos ayında kayda değer yağış kaydedilmemiştir. Bununla birlikte, 2010 yılı ağustos ayı ortalama sıcaklığı 30.5 ^{0}C ve nispi nem oranı da % 59.1 olurken, 2011 yılında ise ağustos ayında ortalama sıcaklık 29.6 ^{0}C ve nispi nem oranının % 50.0 olduğu görülmektedir (Anonim, 2013e).

Antalya' nın Aksu ilçesinde, doğal koşullarda *U. maydis* saf kültürlerinin mısır bitkilerine inokulasyonu temmuz ve ağustos aylarında yapıldığından özellikle bu iki ayın ortalama sıcaklık, yağış ve nem değerleri dikkate alınmıştır (Çizelge 3.3).

İnokulasyonun zamanında hastalık etmeninin bitkiyi enfekte edebilmesi için çevre şartlarından özellikle sıcaklığın önemli olması nedeniyle tarla denemelerinin kurulduğu yörenin inokulasyon zamanındaki günlük ortalama sıcaklık değerleri Antalya

4. Bölge Meteoroloji Müdürlüğünden temin edilmiştir. 2010 yılı Aksu ilçesi temmuz ayının bazı günlerinde ölçümde sıkıntılar olması nedeniyle sadece temin edilebilen günlük sıcaklık değerleri değerlendirilmiştir (Çizelge, 3.4).

Bitkilerin 40-60 cm boyda oldukları dönemde yapılan inokulasyon 2010 yılında 15 Temmuzda akşam 18:00-20:30 arasında yapılmıştır. Çizelge 3.4' de 2010 yılında inokulasyonun yapıldığı günden sonraki 3 günün ortalama sıcaklığı 34.0 °C, 2011 yılında ise ilk inokulasyonlar 18-19 Temmuzda akşam 18:00-20:30 arasında yapılmış olup, 2011 yılında inokulasyonun yapıldığı günden sonraki 3 günün ortalama sıcaklığı 29.1 °C' dir.

Çizelge 3.4. Antalya' nın Aksu ilçesi günlük ortalama sıcaklık değerleri

		Günlük ortalama sıcaklık (^{0}C)					
İnokulasyon zamanı(2010)		**2010**		**İnokulasyon zamanı(2011)**		**2011**	
Tem.	Ağust.	Tem. (^{0}C)	Ağust. (^{0}C)	Tem.	Ağust.	Tem. (^{0}C)	Ağust. (^{0}C)
16	3	34.1	29.8	18	11	30.0	27.9
17	4	35.6	29.5	19	15	29.7	27.2
19	5	32.4	29.7	20	16	29.7	27.5
	10		29.0	21	17	27.9	28.0
	11		29.2		18		28.9
	12		29.4		25		29.4
	20		29.9		26		28.4
	21		32.0		27		27.6
	22		31.8		28		26.8

Tem.: Temmuz, Ağust. : Ağustos

Koçan inokulasyonları ise 2010 yılında 3-10-20.08.2010 tarihlerinde yine akşam saatlerinde yapılmış olup inokulasyonların yapıldığı günler ve sonrasındaki 3 günün ortalama sıcaklığı 2010 yılında 30.0 °C, 2011 yılında ise koçan inokulasyonları 11-15-18-25.08.2011 tarihlerinde akşam saatlerinde yapılmış olup inokulasyonların yapıldığı günler ve sonrası 3 günün ortalama sıcaklığı 27.9 °C olmuştur (Anonim, 2013f)



Şekil 3.1. Deneme alanı (Antalya/Aksu)

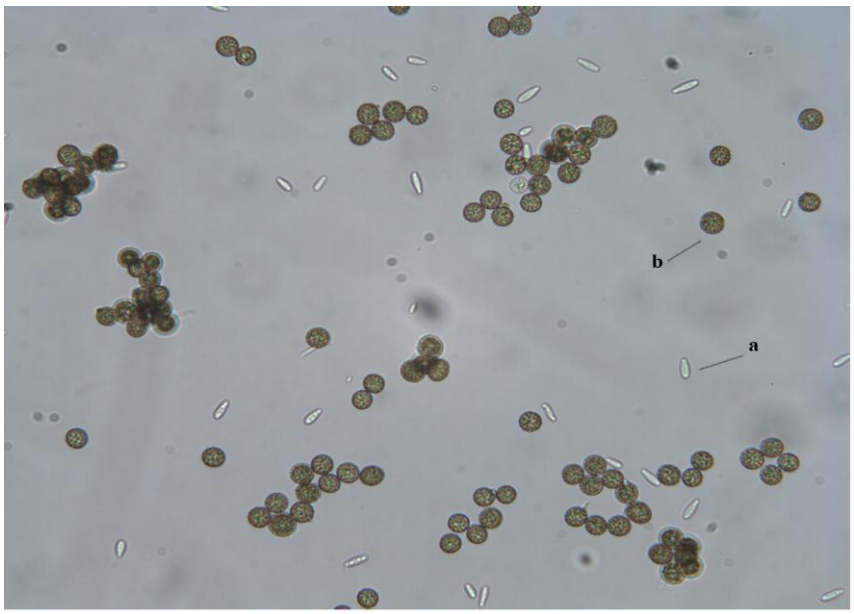
Şekil 3.1’ de 2011 yılında Antalya’ nın Aksu ilçesinde Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü’ nde kurulan tarla denemesi görülmektedir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Hastalığın Tanımı

Sekiz adet mısır çeşidinin rastık hastalığına karşı reaksiyonları ve koçan tozlaşmasının hastalık üzerine etkisini tespit etmek amacıyla kurulan iki yıllık tarla denemelerinde yapılan inokulasyonlar sonucunda, inokulasyonlardan yaklaşık iki hafta sonra hastalık etmeni tarafından mısır bitkisinin tüm toprak üstü organlarında (yaprak, sap, koçan ve tepe püskülü) gal adı verilen şişkinlikler meydana gelmiştir. Galler, konukçunun zarar görmüş dokuları ile birbirine karışmış durumda bulunmuş ve büyüklükleri çok küçük çaplar (0.1 cm) ile 22 cm çapları arasında değişmiştir. Galler, önceleri sert olup, parlak gri-beyaz renkte bir zarla kaplı olarak gözlenmiş ve olgunlaştıkça zar sararıp çatlamış ve süngerimsi bir hal almıştır.

Gallerden elde edilen teliosporlar (klamidiospor)' ların Leica DM Z500 digital görüntüleme sistemli trinoküler mikroskop altında incelenmesi sonucu kahverengi, elipsoid-yuvarlak klamidiosporlar ve bu sporların besi ortamında (PDA) çimlenmesiyle oluşan 4 hücreli promiselyum' un (basidium) her bir hücresinden gelişmiş tek hücreli, renksiz, yuvarlak-uzun oval sporidia (basidiospor) görülmüştür (Şekil 4.1). Fungusun sporidia ve klamidiosporının teşhisinde (Christensen, 1963)' den yararlanılmıştır.



Şekil 4.1. a. Sporidia (basidiospor) b. Klamidiospor (teliospor)



Şekil 4.2. *Ustilago maydis* ' in PDA üzerindeki koloni yapısı

Rastık gallerinden izole edilmiş olan *U. maydis*, PDA üzerinde Şekil 4.2' deki gibi gelişme göstermiştir. Fungusun PDA üzerindeki koloni gelişmesine dair teşhisinde (Christensen, 1963)' den yararlanılmıştır.

Yapılan inokulasyonlar sonucunda bitkide gelişen gallerin büyüklüğü ve şekli konukçu hassasiyetine ve galin bitki üzerinde lokalize olduğu yere bağlı olarak değişik şekil ve büyüklüklerde görülmüştür. Örneğin; mısır bitkisinin yaprağında hastalığın oluşturduğu galler diğer kısımlarında oluşturduğu gallerden daha küçük ve sert yapıda olurken, yapraklarda gallerin oluştuğu yerlerde kloroz meydana gelmektedir (Şekil 4.3). Yaprak üzerinde oluşan galler nedeniyle bitkinin fotosentez yüzey alanı azalmaktadır. Hastalık bu şekilde dolaylı olarak bitki gelişmesi ve verimi üzerine olumsuz etkiye sahiptir.

Yaprak üzerinde gelişen galler çok farklı büyüklük ve yapıda gözlenmiştir. Yaprak kenarlarında gelişen galler genellikle küçük olduğu halde bazen büyük ve orta damar boyunca yaprağın yarı uzunluğunu geçecek şekilde uzanabilmişlerdir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Mısır yaprağında gelişen rastık galleri (Antalya/Aksu-2010)

Hastalık etmeni yaprak üzerindeki enfeksiyon alanlarında antosiyanin oluşumu, kloroz gibi belirtilere neden olmuş, yaprak kınında yoğun olmak üzere yaprağa dağılmış küçük gallerin etrafında fungusun beyaz miselyum gelişimi de gözlenmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Mısır yaprak kınında gelişen rastık galleri (Antalya/Aksu-2011)

Yaprak üzerinde oluşan gallerin büyük çoğunluğu sert bir yapıda kalmış ve genellikle çok az spor ihtiva ettiği görülmüştür. Yaprakta gelişen galler, özellikle orta damara yakın veya yaprak kını ve kenarlarının kesiştiği yerlerde gelişmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Mısır yaprağının değişik kısımlarında oluşan rastık galleri (Antalya/Aksu-2010)

Sap üzerinde oluşan rastık galleri genellikle boğum üzerinde veya yakınında meydana gelirken sapın diğer kısımlarında da gal oluşumu gözlenmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Sapta boğum üzerinde gelişen rastık gali (Antalya/Aksu-2010)

Yapılan inokulasyonlar sonucunda sap üzerinde 18- 20 cm çapında büyük galler meydana gelmiştir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Sap üzerinde gelişen büyük bir rastık gali (Antalya/Aksu-2011)

U. maydis' in şiddetli enfeksiyonu sonucu sap üzerinde 20 cm ve daha büyük çaplarda, değişik şekillerde galler görülmüştür. Sap üzerinde gelişen büyük bir gal nedeniyle bitki sapı kıvrılmış ve sapın üst kısmı gelişmeden kalmıştır (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Sapın değişik kısımlarında gelişen rastık galleri (Antalya/Aksu-2011)

Koçan inokulasyonu sonucu çok değişik şekil ve büyüklüklerde koçan galleri oluşmuştur (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Koçan inokulasyonu ile oluşan rastık gali (Antalya/Aksu-2011)

Koçan inokulasyonu sonucu koçanların bazılarının tamamıyla büyük bir rastık galine dönüştüğü gözlenmiştir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Koçanın tamamında gelişen rastık galleri (Antalya/Aksu-2010)

Hasada yaklaştıkça koçanlarda gelişen rastık gallerinin siyahlaştığı ve açılan koçan yapraklarından olgunlaşan galler görülmüştür (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Hasada yakın zamanda rastık galinin görünüşü (Antalya/Aksu-2011)

Tepe püskülünde rastık gelişmesi ile her bir çiçek organının küçük bir gale dönüşebildiği fakat tepe püskülünün şeklini koruduğu görülmüştür (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. Mısır tepe püskülünde gelişen rastık galleri (Antalya/Aksu-2010)

Yapay inokulasyonlar sonucunda ayrıca tepe püskülünde belirgin rastık galleri oluşmuştur (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Tepe püskülünde gelişen rastık galleri (Antalya/Aksu-2011)

Tepe püskülünün boyun olarak da isimlendirilen pedunkle (ana çiçek sapı) enfekte olduğunda tepe püskülü sapçığının bükülerek yana doğru eğildiği görülmüştür (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Pedunklede gelişen rastık galleri (Antalya/Aksu-2011)

Bununla birlikte *U. maydis*' in enfeksiyonu sonucu tepe püskülündeki çiçek organlarının çoğunun rastık gallerine dönüştüğü ve üzüm salkımına benzer bir şekil aldığı da gözlenmiştir (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. Tepe püskülünün rastık gallerine dönüşmesi (Antalya/Aksu-2011)

4.2. Mısır Çeşitlerinin *Ustilago maydis*' e Karşı Duyarlılıkları

Farklı mısır varyete gruplarına ait çeşitlerin rastık hastalığına karşı duyarlılıklarının belirlenmesi amacıyla yürütülen denemede, mısır bitkilerinin 3-4 yapraklı devresinde (40-60 cm) ve ipek oluşumundan sonra (bitki tozlaşması gerçekleşmeden önce) yapılan inokulasyonlar sonucunda denemede yer alan bütün çeşitlerde hastalık simptomları görülmüş ve çeşitlerin rastık hastalığına karşı duyarlılıkları tespit edilmiştir. Ayrıca hastalık etmeninden dolayı çeşitlerde meydana gelen verim kayıpları da saptanmıştır.

Çizelge 4.1. Çeşitlerin hastalık oranlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Yıl	1	14700.0	14700.0	695.7*
Tekerrür[Yıl]	4	16.4	4.1	0.1
Çeşit	7	13500.0	1928.5	91.2*
Çeşit x Yıl	7	6516.6	930.9	44.0*
Hata	28	591.5	21.1	
Toplam	47	35324.6		

* % 1 seviyesinde önemli CV (%) = 10.0

Mısır çeşitlerinde belirlenen hastalık oranlarına dair yapılan varyans analizinde, 2010 ve 2011 yıllarında denenen çeşitlerin rastık hastalığına karşı verdiği hastalık oranı

değerleri arasındaki farklılığın istatistikî olarak % 1 seviyesinde önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.1).

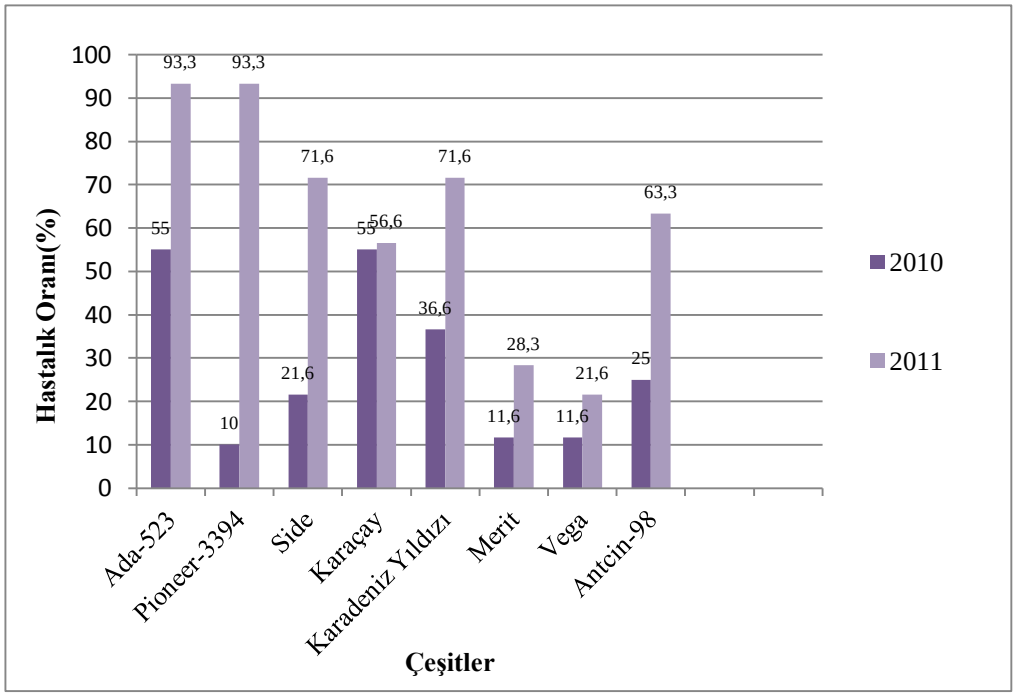
Çizelge 4.2. Mısır çeşitlerinin hastalık oranları ve hastalığa karşı duyarlılıkları

Çeşit	**Hastalık Oranı (%)**			**Duyarlılık Düzeyi**
	2010	**2011**	**Ortalama**	
Ada-523	55.0	93.3	**74.1**	**VS**
Pioneer-3394	10.0	93.3	**51.6**	**S**
Side	21.6	71.6	**46.6**	**S**
Karaçay	55.0	56.6	**55.8**	**VS**
Karadeniz Yıldızı	36.6	71.6	**54.1**	**S**
Merit	11.6	28.3	**19.9**	**MR**
Vega	11.6	21.6	**16.6**	**MR**
Antcin-98	25.0	63.3	**44.1**	**S**
Ortalama	**28.3**	**62.4**	**45.3**	
Yıl LSD (0.01)= 3.6 Çeşit LSD (0.01)= 7.3				
Yıl x çeşit LSD (0.01)= 10.3				

S: hassas, VS: çok hassas , MR: orta düzeyde dayanıklı

Çizelge 4.2 incelendiğinde 2010 ve 2011 yıllarında tüm çeşitlerinde ortalama hastalık oranı % 45.3 olmuştur. Buna karşılık, 2010 yılı tarla denemesinde mısır çeşitlerinde ortalama hastalık oranı % 28.3 ve 2011 yılı tarla denemesinde ise ortalama hastalık oranı % 62.4 olarak saptanmıştır. Sonuç olarak 2011 yılında mısır çeşitlerinde saptanan ortalama hastalık oranı 2010 yılındaki ortalama hastalık oranından daha yüksek bulunmuştur. Bu noktada, denemedeki çeşitlerde saptanan 2010 ve 2011 yıllarındaki hastalık oranları arasındaki fark istatistiki olarak da % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Tarla denemesinde 2010 yılında en yüksek hastalık oranı (% 55) Ada-523 at dişi mısır çeşidi ve Karaçay sert mısır çeşidinde, en düşük hastalık oranı (% 10) ise Pioneer-3394 at dişi mısır çeşidinde tespit edilmiştir. Bununla birlikte, 2010 yılı tarla denemelerinde yer alan farklı mısır varyete grupları hastalık oranları açısından kendi arasında değerlendirildiğinde, Ada-523, Pioneer-3394 ve Side at dişi mısır çeşitlerinde hastalık oranları sırasıyla % 55, % 10 ve % 21.6; Karaçay ve Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşitlerinde % 55 ve % 36.6; Merit ve Vega şeker mısır çeşitlerinin her ikisinde de % 11.6 ve Antcin-98 cin mısır çeşidinde ise hastalık oranı % 25 olarak saptanmıştır (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. Tarla denemelerinde saptanan hastalık oranları (2010 /2011)

Mısır çeşitlerindeki en yüksek hastalık oranı 2011 yılında (% 93.3) Ada-523 ve Pioneer-3394 at dişi mısır çeşitlerinde, en düşük hastalık oranı ise (% 21.6) Vega şeker mısır çeşidinde bulunmuştur. 2011 yılında diğer çeşitlerde tespit edilen hastalık oranları, Side at dişi mısır çeşidinde % 71.6; Karaçay ve Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşitlerinde sırasıyla % 56.6 ve % 71.6; Merit şeker mısır çeşidinde % 28.3 ve Antcin-98 cin mısır çeşidinde % 63.3 olmuştur (Şekil 4.16).

Çizelge 4.3. Mısır çeşitlerinin hastalık şiddetine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Yıl	1	181.3	181.3	1157.3**
Tekerrür[Yıl]	4	0.6	0.1	0.9
Çeşit	7	274.8	39.2	250.5**
Çeşit x Yıl	7	165.8	23.6	151.1**
Hata	28	4.3	0.1	
Toplam	47	626.9		

** % 1 seviyesinde önemli CV (%) = 13.4

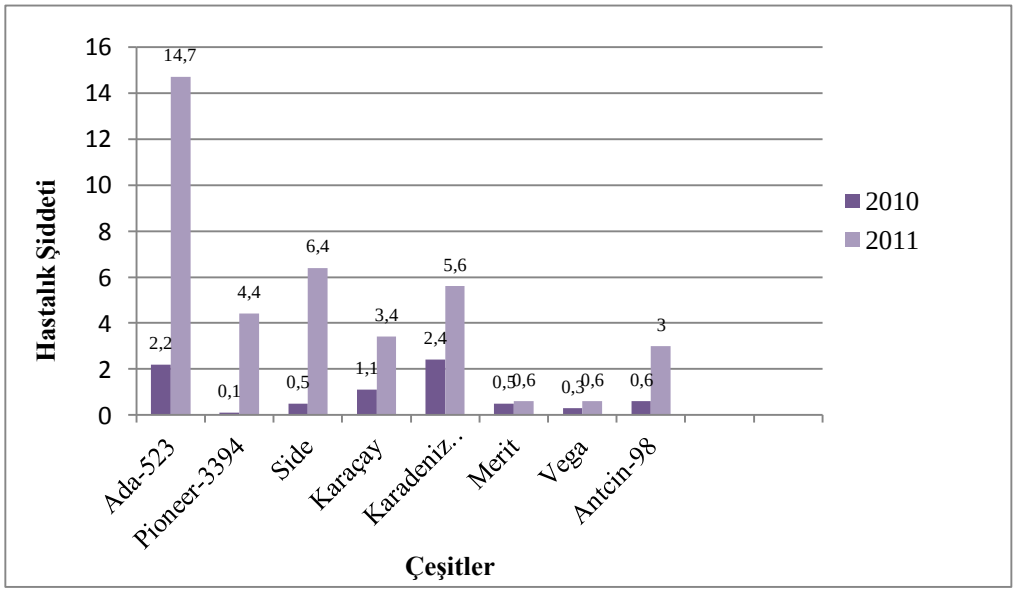
Rastık hastalığı nedeniyle çeşitlerde meydana gelen hastalık şiddetine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3' de verilmiştir. Buna göre denemedeki mısır çeşitlerinin 2010 ve 2011 yıllarında göstermiş oldukları hastalık şiddeti değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.4. Mısır çeşitlerinin hastalık şiddetleri

Çeşit	Hastalık Şiddeti*		
	2010	**2011**	**Ortalama**
Ada-523	2.2	14.7	**8.4**
Pioneer-3394	0.1	4.4	**2.2**
Side	0.5	6.4	**3.4**
Karaçay	1.1	3.4	**2.2**
Karadeniz Yıldızı	2.4	5.6	**4.0**
Merit	0.5	0.6	**0.5**
Vega	0.3	0.6	**0.4**
Antcin-98	0.6	3.0	**0.4**
Ortalama	**0.9**	**4.8**	**2.6**
Yıl LSD (0.01)= 0.3 Çeşit LSD (0.01)= 0.6			
Yıl x çeşit LSD (0.01)= 0.8			

*: En yüksek hastalık şiddeti değeri 10.0 olarak kabul edilmiştir.

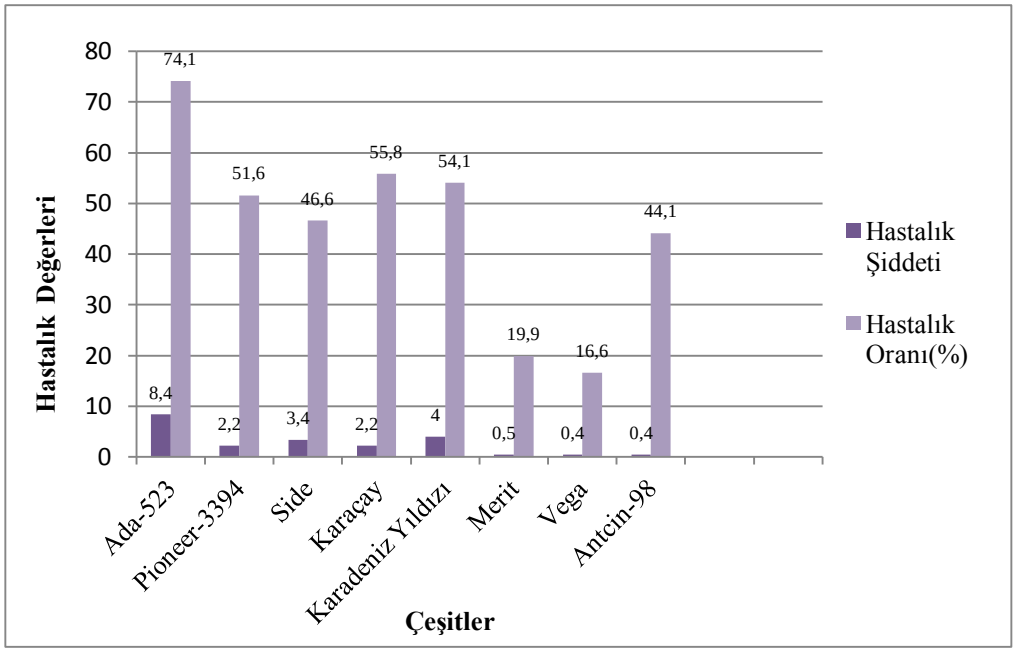
Denemelerde yer alan tüm mısır çeşitlerinin iki yıllık ortalama hastalık şiddeti 2.6 olmuştur. Bunun yanı sıra, 2010 yılı tarla denemesinde yer alan farklı mısır varyete gruplarına ait tüm mısır çeşitlerinde ortalama hastalık şiddeti 0.9 bulunurken, 2011 yılında ise mısır çeşitlerinde ortalama hastalık şiddeti 4.8 olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak, 2011 yılında tüm çeşitlerde saptanan ortalama hastalık şiddetinin 2010 yılında tespit edilen ortalama hastalık şiddetinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.4).



Şekil 4.17. Tarla denemelerinde saptanan hastalık şiddetleri (2010 /2011)

İki bin on yılında yapılan inokulasyonlar ile mısır çeşitlerinde farklı hastalık şiddetleri belirlenmiş olup, en yüksek hastalık şiddeti (2.4) Karadeniz yıldızı sert mısır çeşidinde, en düşük hastalık şiddeti (0.1) Pioneer-3394 at dişi mısır çeşidinde tespit edilmiştir. Bununla birlikte, 2010 yılı tarla denemelerinde yer alan farklı mısır varyete grupları kendi arasında kıyaslandığında, Ada-523, Pioneer-3394 ve Side at dişi mısır çeşitlerinde hastalık şiddetleri sırasıyla 2.2, 0.1 ve 0.5; Karaçay ve Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşitlerinde 1.1 ve 2.4; Merit ve Vega şeker mısır çeşitlerinde 0.5 ve 0.3 ve Antcin-98 cin mısır çeşidinde hastalık şiddeti 0.6 olarak gerçekleşmiştir (Şekil 4.17)

İki bin on bir yılında çeşitlerdeki hastalık şiddetleri değerlendirildiğinde, en yüksek hastalık şiddeti (14.7) Ada-523 at dişi mısır çeşidinde, en düşük hastalık şiddeti (0.6) Merit ve Vega şeker mısır çeşitlerinde bulunmuştur. 2011 yılında diğer çeşitlerde saptanan hastalık şiddetleri ise; Pioneer-3394 ve Side at dişi mısır çeşitlerinde sırasıyla, 4.4 ve 6.4; Karaçay ve Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşitlerinde 3.4 ve 5.6; Antcin-98 cin mısır çeşidinde 3.0 olmuştur (Şekil 4.17).



Şekil 4.18. Ortalama hastalık değerleri (2010 -2011)

İki bin on ve 2011 yılları tarla denemelerinden elde edilen hastalık değerleri ortalama olarak kıyaslandığında; en yüksek hastalık şiddeti ve hastalık oranı sırasıyla 8.4 ve % 74.1 olarak at dişi mısır çeşitlerinden Ada-523 çeşidinde, en düşük hastalık

şiddeti ve hastalık oranı ise 0.4 ve % 16.6 olarak şeker mısır çeşitlerinden Vega çeşidinde saptanmıştır (Şekil 4.18).

Farklı mısır varyete gruplarına ait çeşitler kendi aralarında değerlendirildiğinde, iki yıllık tarla denemelerinin ortalaması olarak Ada-523, Pioneer-3394 ve Side at dişi mısır çeşitlerinde hastalık şiddeti sırasıyla 8.4, 2.2 ve 3.4; hastalık oranları sırasıyla % 74.1, % 51.6 ve % 46.6 olmuştur. Karaçay ve Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşitlerinde ortalama hastalık şiddeti sırasıyla 2.2 ve 4.0; hastalık oranı ise sırasıyla % 55.8 ve % 54.1 olarak belirlenmiştir. Merit ve Vega şeker mısır çeşitlerinde ortalama hastalık şiddeti sırasıyla 0.5 ve 0.4; hastalık oranı % 19.9 ve % 16.6; Antcin-98 cin mısır çeşidinde ise iki yıllık ortalama hastalık şiddeti 0.4 ve hastalık oranı ise % 44.1 olmuştur (Şekil 4.18).

Bunlarla birlikte, Dikoneva' nın (1973) değerlendirme skalası modifiye edilerek hastalıklı bitki oranlarına göre çeşitlerin hastalığa karşı duyarlılık düzeyleri değerlendirildiğinde; farklı mısır varyete gruplarına ait sekiz çeşit arasında hastalığa tam dayanıklı bir çeşit belirlenmemiştir. Buna karşılık, Vega ve Merit şeker mısır çeşitleri hastalığa karşı orta düzeyde dayanıklı bulunmuştur. Pioneer-3394 ve Side at dişi mısır çeşitleri, Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşidi ve Antcin-98 cin mısır çeşidi hassas; Ada-523 at dişi mısır çeşidi ve Karaçay sert mısır çeşidi ise hastalığa karşı çok hassas olarak saptanmıştır (Çizelge 4.2).

Hastalık inokulasyonu ile çeşitlerde saptanan verim değerlerinin istatistiksel analizine ait varyans analiz sonuçları çizelge 4.5' de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Hastalık inokulasyonu yapılan mısır çeşitlerinin verimine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Yıl	1	720200.3	720200.3	191.2*
Tekerrür[Yıl]	4	35374.7	8843.6	2.3
Çeşit	7	5469881.5	781411.6	207.4*
Çeşit x Yıl	7	407275.5	58182.2	15.4*
Uygulama	1	1929784.6	1929784.6	512.3*
Uygulama x Yıl	1	230398.0	230398.0	61.1*
Uygulama x Çeşit	7	444510.5	63501.5	16.8*
Uygulama x Çeşit x Yıl	7	109599.1	15657.0	4.1*
Hata	60	225970.7	3766.1	
Toplam	95	9572994.7		

* % 1 seviyesinde önemli CV (%) = 9.3

Çizelge 4.5' in incelenmesinden anlaşılacağı üzere yapılan hastalık inokulasyonu, bu çalışmada elde edilen verimi istatiksel olarak $p< 0.01$ seviyesinde

etkilemiştir. 2010 ve 2011 yıllarında yapılan hastalık inokulasyonları ile mısır çeşitlerinden elde edilen verim değerleri istatistiksel olarak % 1 seviyesinde farklı bulunmuştur. Mısır çeşitlerinden her iki yılda da farklı verim değerleri saptanmış olup, mısır çeşitlerin rastık hastalığı ile bulaşık olmasının verimi etkileyen önemli bir faktör olduğu tespit edilmiştir.

İki yıllık tarla denemelerinde yapay inokulasyon sonucu farklı mısır varyete gruplarına ait çeşitlerde mısır rastık hastalığından dolayı meydana gelen verim kayıpları kontrol parselleriyle kıyaslanarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.6a. Mısır çeşitlerinde yapılan inokulasyonlar sonucu saptanan verim değerleri

	2010			**2011**		
Çeşit	**Kontrol verim (kg/da)**	**İnokulumlu verim (kg/da)**	Çeşit x yıl ort.	**Kontrol verim (kg/da)**	**İnokulumlu verim (kg/da)**	Çeşit x yıl ort.
Ada-523	1140	879	1010	1067	487	777
Karaçay	1130	925	1028	930	437	684
Pioneer-3394	1028	796	912	1049	506	778
Side	1086	837	962	1009	390	700
Karadeniz yıldızı	1057	801	929	801	381	591
Merit	412	335	374	400	288	344
Antcin-98	410	344	377	407	252	330
Vega	404	268	336	401	271	336
Yıl x Uyg. Ort.	**833**	**648**		**758**	**377**	
Yıl Ort.	741			568		
Genel Ort.	655					
Yıl LSD (0.01)= 33.3 Çeşit LSD (0.01)= 66.6						
Uygulama (hastalık) LSD (0.01)= 33.3 Yıl x çeşit LSD (0.01)= 94.2						
Yıl x uygulama (hastalık) LSD (0.01)= 47.1 Çeşit x uygulama (hastalık) LSD (0.01)= 94.2						
Yıl x çeşit x uygulama (hastalık) LSD (0.01)= 133.3						

Çizelge 4.6b. Mısır çeşitlerinde yapılan inokulasyonlar ile saptanan ortalama verim değerleri

	Çeşit x uygulama(hastalık) ortalaması		
Çeşit	**Kontrol verim (kg/da))**	**İnokulumlu verim (kg/da**	Çeşit Ort.
Ada-523	1104	683	894
Karaçay	1030	681	856
Pioneer-3394	1039	651	845
Side	1048	614	831
Karadeniz Yıldızı	929	591	760
Merit	406	312	359
Antcin-98	409	298	354
Vega	403	270	337
Ortalama	**796**	**513**	

İki bin on yılında tüm mısır çeşitlerinde gerek hastalık inokulasyonunun yapıldığı parseller ve gerekse kontrol parsellerinden ortalama verim 741 kg/da olarak saptanırken, 2011 yılında ortalama verimin 568 kg/da' a düştüğü görülmektedir. Başka bir deyişle 2010 yılında denenen tüm mısır çeşitlerinde gerek inokulumlu ve gerekse kontrol parsellerinde tespit edilen ortalama verim 2011 yılında saptanan verimlerden daha yüksek bulunmuştur. Bu durumda, 2010 yılındaki çevresel faktörlerin 2011 yılına göre mısır bitkileri için daha uygun olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 4.6a).

İki bin on yılı tarla denemesinde hastalık inokulasyonunun yapılmadığı kontrol parsellerinde en yüksek verim 1140 kg/da ile Ada-523 at dişi mısır çeşidinde, en düşük verim ise 404 kg/da ile Vega şeker mısır çeşidinde belirlenmiştir. Bunların yanı sıra, kontrol parsellerinde Pioneer-3394 ve Side at dişi mısır çeşitlerinde sırasıyla 1028 kg/da ve 1086 kg/da; Karaçay ve Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşitlerinde 1130 kg/da ve 1057 kg/da; Merit şeker mısır çeşidinde 412 kg/da ve Antcin-98 cin mısır çeşidinde ise 410 kg/da verim saptanmıştır. Kontrol parsellerinde belirlenen bu verim değerlerine karşılık hastalık inokulasyonunun yapıldığı parsellerde en yüksek verim 925 kg/da ile Karaçay sert mısır çeşidinde, en düşük verim ise 268 kg/da ile Vega şeker mısır çeşidinde belirlenmiştir. Bununla birlikte, hastalık inokulasyonunun yapıldığı parsellerde Ada-523, Pioneer-3394 ve Side at dişi mısır çeşitlerinde sırasıyla 879 kg/da, 796 kg/da ve 837 kg/da; Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşidinde 801 kg/da; Merit şeker mısır çeşidinde 335 kg/da ve Antcin-98 cin mısır çeşidinde ise 344 kg/da verim tespit edilmiştir. 2010 yılında yürütülen çalışma sonucunda inokulasyon yapılmayan kontrol parsellerinde denemede yer alan tüm mısır çeşitlerinin ortalama mısır verimi 833 kg/da olarak tespit edilirken, hastalık inokulasyonunun yapıldığı parsellerde ortalama verimin 648 kg/da 'a düştüğü görülmektedir (Çizelge 4.6a).

Sonuç olarak, 2010 yılı tarla denemelerinde yapılan yapay inokulasyonlar sonucu gelişen rastık hastalığının genel olarak verimi % 22.3 oranında düşürdüğü saptanmıştır (Çizelge 4.7).

İki bin on bir yılı tarla denemesinde ise kontrol parsellerinde en yüksek verim 1067 kg/da ile Ada-523 at dişi mısır çeşidinde, en düşük verim ise 400 kg/da ile Merit şeker mısır çeşidinde saptanmıştır. Kontrol parsellerinde diğer çeşitlerde tespit edilen verimler; Pioneer-3394 ve Side at dişi mısır çeşitlerinde sırasıyla 1049 kg/da ve 1009 kg/da; Karaçay ve Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşitlerinde 930 kg/da ve 801 kg/da; Vega şeker mısır çeşidinde 401 kg/da ve Antcin-98 cin mısır çeşidinde ise 407 kg/da olmuştur. İnokulasyon yapılan parsellerde en yüksek verim 506 kg/da ile Pioneer-3394

at dişi mısır çeşidinde, en düşük verim ise 252 kg/da ile Antcin-98 cin mısır çeşidinde saptanmıştır. Hastalık inokulasyonlarının yapıldığı parsellerde diğer çeşitlerde belirlenen verim değerleri ise; Ada-523 ve Side at dişi mıısr çeşitlerinde sırasıyla 487 kg/da ve 390 kg/da; Karaçay ve Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşitlerinde 437 kg/da ve 381 kg/da; Merit ve Vega şeker mısır çeşitlerinde ise sırasıyla 288 kg/da ve 271 kg/da olmuştur. Bununla birlikte 2011 yılı tarla denemelerini oluşturan tüm mısır çeşitlerinin kontrol parsellerinde ortalama verim 758 kg/da olurken inokulasyonun yapıldığı parsellerde ortalama verim 377 kg/da olmuştur (Çizelge 4.6a). Bu bağlamda 2011 yılında hastalığın genel olarak verimi ortalama % 46.3 oranında düşürdüğü belirlenmiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Mısır çeşitlerinde rastık hastalığından kaynaklanan verim kayıpları

Çeşit	**Verim(kg/da)**		
	2010	**2011**	**Ortalama**
	Verim Kaybı (%)	**Verim Kaybı (%)**	**Verim Kaybı (%)**
Ada-523	22.8	54.3	**38.1**
Pioneer-3394	22.5	51.7	**37.3**
Side	22.9	61.3	**41.4**
Karaçay	18.1	53.0	**33.8**
Karadeniz Yıldızı	24.2	52.4	**36.3**
Merit	18.6	28.0	**23.1**
Vega	33.6	32.4	**33.0**
Antcin-98	16.0	38.0	**27.1**
Ortalama	**22.3**	**46.3**	**33.7**

İki bin on ve 2011 yıllarında kontrol parselleri ve hastalık inokulasyonunun yapıldığı parsellerden elde edilen verimler kıyaslandığında; 2010 yılında gerek kontrol ve gerekse inokulum uygulamasının yapıldığı parsellerden elde edilen verimler 2011 yılında kontrol ve inokulumlu parsellerden saptanan verim değerlerinden daha yüksek olmuştur (Çizelge 4.6a). Buna karşılık 2011 yılında hastalık nedeniyle tüm mısır çeşitlerinde oluşan ortalama ürün kaybı 2010 yılındaki verim kaybından daha yüksek olmuştur (Çizelge 4.7).

Bunların yanı sıra, 2010 ve 2011 yılları tarla denemelerinde mısır çeşitlerinde saptanan iki yıllık ortalama verim değerleri Çizelge 4.6b' de verilmiştir. Buna göre; iki yıllık deneme ortalaması olarak kontrol parsellerinde en yüksek verim 1104 kg/da ile Ada- 523 at dişi mısır çeşidinde, en düşük verim ise 403 kg/da ile Vega şeker mısır

çeşidinde tespit edilmiştir. Kontrol parsellerinde diğer çeşitlerde saptanan ortalama verimler ise; Pioneer-3394 ve Side at dişi mısır çeşitlerinde sırasıyla 1039 kg/da ve 1048 kg/da; Karaçay ve Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşitlerinde 1030 kg/da ve 929 kg/da; Merit şeker mısır çeşidinde 406 kg/da; Antcin-98 cin mısır çeşidinde ise 409 kg/da olmuştur. Kontrol parsellerinde mısır çeşitlerinde belirlenen bu ortalama verim değerlerine karşılık, hastalık inokulasyonlarının yapıldığı parsellerde çeşitlerde ortalama en yüksek verim 683 kg/da ile yine Ada-523 at dişi mısır çeşidinde, en düşük verim ise 270 kg/da ile yine Vega şeker mısır çeşidinde saptanmıştır. Bu noktada, iki yılın ortalaması olarak gerek kontrol ve gerekse inokulumlu parsellerde en yüksek verim Ada-523 at dişi mısır çeşidinde, en düşük verim ise Vega şeker mısır çeşidinde tespit edilmiştir. İnokulumlu parsellerde diğer mısır çeşitlerinde saptanan verimler ise; Pioneer-3394 ve Side çeşitlerinde sırasıyla 651 kg/da ve 614 kg/da; Karaçay ve Karadeniz Yıldızı çeşitlerinde 681 kg/da ve 591 kg/da; Merit çeşidinde 312 kg/da ve Antcin-98 çeşidinde 298 kg/da olmuştur.

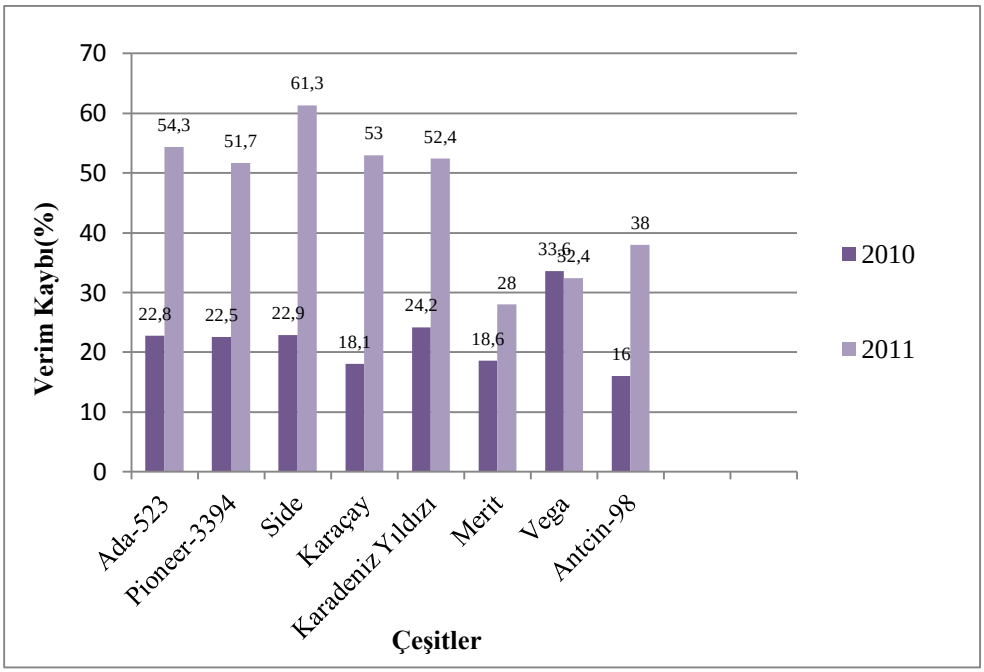
Bununla birlikte denemedeki tüm mısır çeşitlerinde kontrol parsellerinde iki yıllık ortalama verim 796 kg/da olurken inokulumlu parsellerde tüm çeşitlerde elde edilen ortalama verim ise 513 kg/da olmuştur (Çizelge 4.6b). Bu bağlamda tarla denemelerinde yapılan hastalık inokulasyonları sonucu gelişen rastık hastalığının tüm mısır çeşitlerinde elde edilen verimler üzerine istatistiki olarak da önemli bir etken olduğu ve verimi tüm çeşitlerde ortalama % 33.7 oranında düşürdüğü tespit edilmiştir (Çizelge 4.7).

İki bin on ve 2011 yıllarında kurulan tarla denemelerinde yapay inokulasyonlar sonucu gelişen mısır rastık hastalığından dolayı farklı mısır varyete gruplarına ait tüm mısır çeşitlerinde değişik oranlarda verim kayıpları gözlenmiştir.

İki yıllık denemede mısır çeşitlerindeki verim kayıplarını gösteren grafik incelendiğinde, Vega şeker mısır çeşidi dışındaki tüm mısır çeşitlerinde 2011 yılında meydana gelen verim kayıplarının 2010 yılında belirlenen ürün kayıplarından daha fazla olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra, 2010 yılında en yüksek verim kaybı % 33.6 oranı ile Vega şeker mısır çeşidinde, en düşük verim kaybı ise % 16.0 oranı ile Antcin-98 cin mısır çeşidinde görülmüştür (Şekil 4.19).

Mısır çeşitleri varyete grupları içinde değerlendirildiğinde, 2010 yılında Ada-523, Pioneer-3394 ve Side at dişi mısır çeşitlerinde meydana gelen verim kayıpları sırasıyla % 22.8, % 22.5 ve % 22.9 olmuştur. Karaçay ve Karadeniz Yıldızı sert mısır

çeşitlerinde sırasıyla % 18.1 ve % 24.2; Merit şeker mısır çeşidinde ise % 18.6 oranında verim kaybı gözlenmiştir (Şekil 4.19).



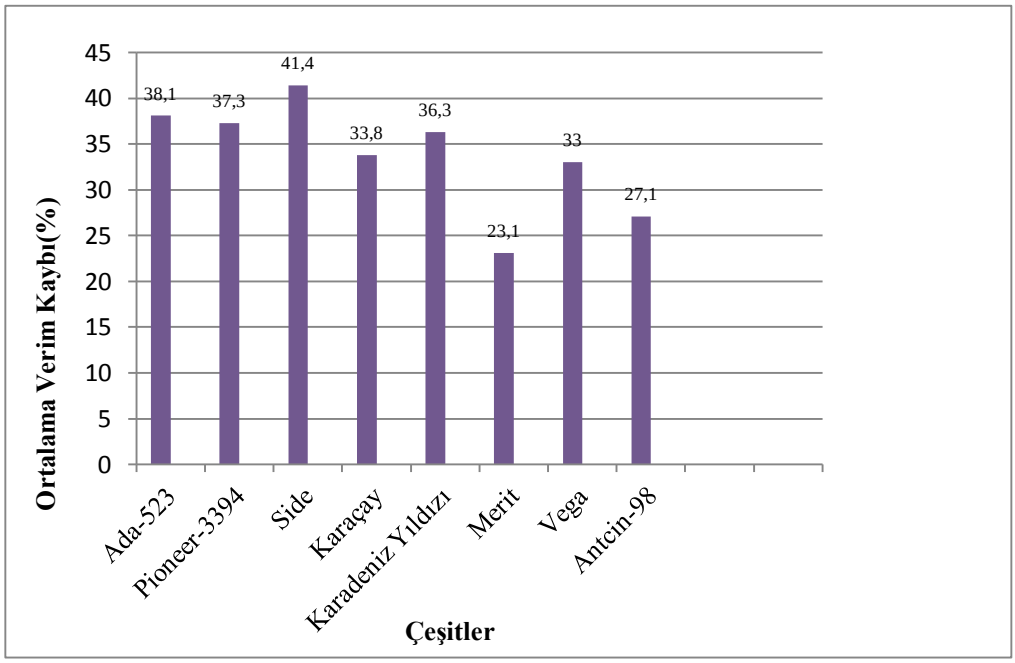
Şekil 4.19. Mısır çeşitlerindeki verim kayıpları (2010/2011)

Bununla birlikte, 2011 yılı tarla denemelerinde tüm mısır çeşitlerinde görülen verim kayıpları değerlendirildiğinde, 2011 yılında en yüksek verim kaybı % 61.3 oranı ile Side at dişi mısır çeşidinde; en düşük verim kaybı ise % 28 oranı ile Merit şeker mısır çeşidinde görülmüştür. Mısır varyete gruplarına ait çeşitler kendi içinde incelendiğinde, Ada-523 ve Pioneer-339 at dişi mısır çeşitlerinde verim kaybı sırasıyla % 54.3 ve % 51.7 olarak saptanmıştır. Karaçay ve Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşitlerinde ise verim kaybı sırasıyla % 53 ve % 52.4; Vega şeker mısır çeşidinde % 32.4 ve Antcin-98 cin mısır çeşidinde ise % 38 oranında verim kaybı tespit edilmiştir (Şekil 4.19).

Bunların yanı sıra, iki yıllık tarla denemeleri sonucunda mısır çeşitlerinde hastalıktan dolayı meydana gelen ortalama verim kayıpları da saptanmıştır.

İki bin on ve 2011 yıllarında yürütülen tarla denemelerinde farklı mısır varyete gruplarına ait çeşitlerde meydana gelen ortalama verim kayıpları incelendiğinde, % 41.4 oranı ile en yüksek verim kaybı Side at dişi mısır çeşidinde, % 23.1 oranı ile en düşük verim kaybı Merit şeker mısır çeşidinde görülmüştür. Bunun yanı sıra farklı mısır varyete gruplarına ait çeşitler kendi arasında kıyaslandığında, at dişi ve sert mısır

çeşitlerinde, cin ve şeker mısır çeşitlerinden daha fazla verim kayıplarının olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.20). Nitekim, iki yıllık deneme sonucunda Ada-523 ve Pioneer-3394 at dişi mısır çeşitlerinde sırasıyla % 38.1 ve % 37.3; Karaçay ve Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşitlerinde % 33.8 ve % 36.3; Vega şeker mısır çeşidinde % 33 ve Antcin-98 cin mısır çeşidinde ise % 27.1 oranında verim kayıpları saptanmıştır (Şekil 4.20).



Şekil 4.20. Mısır çeşitlerindeki ortalama verim kayıpları

4.3. Tozlaşmanın Mısır Rastık Hastalığı Üzerine Etkisi

Hastalık etmeninin mısır bitkisinin koçanlarında gelişmesi halinde, rastık hastalığı verimi doğrudan etkilemektedir. Koçanda oluşan galler üzerinde daha fazla yoğunlaşmak ve bu konu üzerinde çalışmak hastalıkla mücadele ve verim kaybının azaltılması açısından yerinde olacaktır. Bu amaçla 2010 ve 2011 yıllarında Antalya' nın Aksu ilçesi ekolojik koşullarında tarla denemeleri kurulmuştur. Bu denemelerde rastığın koçan enfeksiyonu ve koçanlarda gelişen galler üzerinde çalışılmıştır.

Dişi çiçeğin (koçan ipekleri) erkek çiçekten (tepe püskülü) gelen polenlerle döllenmesi, mısır bitkisinin verimine doğrudan etki eden en önemli fizyolojik olaylardan birisidir. Bilindiği gibi rastık hastalığı mısır bitkisinin tüm topraküstü organlarında enfeksiyon oluşturarak, büyük gallere neden olabilmektedir. Mısır koçanlarında gelişen rastık enfeksiyonu; polenlerin ipeklere ulaşmadan önce polen

yerine *U. maydis* uyumlu sporidia' larının bir birleşme tüpü ile birleşerek enfeksiyon hifini oluşturması, ipek kanalından ilerleyip dişi organı enfekte etmesi ve böylece tanelerin yerinde rastık gallerinin gelişmesi şeklindedir. Bu bilgiler göz önüne alınarak yapılan çalışmada koçanlardaki ipeklerden *U.maydis*' in sporidia ve teliosporlarının inokulasyonu ile tozlaşmanın hastalık üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu bağlamda, mısır bitkilerinin koçan tozlaşması gerçekleşmeden önce ve tozlaşmadan sonra inokule edilmesiyle, tozlaşmanın hastalık gelişmesi üzerine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla 2010 ve 2011 yıllarında kurulan tarla denemelerinde inokulasyonlar, inokulumun ipek (koçan püskülü) oluşumundan 2-3 gün sonra (bitki tozlaşması gerçekleşmeden önce, ipekler yeşil iken) ve koçan tozlaşmasından 2-3 gün sonra (ipekler kahverengileşmeye başladığında) enjektörle her bitkinin koçan püskülünün çıktığı uç kısmından aşağı doğru verilmesiyle yapılmıştır.

Çizelge 4.8. Tozlaşma öncesi inokulasyonlarda koçanlarda hastalık şiddetine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Yıl	1	169.87	169.87	2105.4*
Tekerrür[Yıl]	4	0.75	0.18	2.3
Çeşit	7	207.14	29.59	366.7*
Çeşit x Yıl	7	137.67	19.66	243.7*
Hata	28	2.25	0.08	
Toplam	47	517.71		

* % 1 seviyesinde önemli CV (%) = 7.3

Bitki tozlaşması öncesi yapılan inokulasyonlar ile mısır çeşitlerinin koçanlarında gelişen hastalık nedeniyle çeşitlerde saptanan hastalık şiddeti değerleri istatistiksel olarak analiz edilmiştir (Çizelge 4.8). Sonuçta hastalık inokulasyonları ile 2010 ve 2011 yıllarında mısır çeşitlerinin koçanlarında elde edilen farklı hastalık şiddeti değerlerinin istatistikî olarak % 1 seviyesinde önemli olduğu saptanmıştır.

İki bin on ve 2011 yıllarında denenen mısır çeşitlerinin koçanlarında ipek oluşumundan 2-3 gün sonra (bitki tozlaşması gerçekleşmeden önce) ipek kanalından yapılan inokulasyon ile koçanlarda gelişen rastık hastalığı şiddeti tespit edilmiştir. 2010 yılında bitki tozlaşması öncesi yapılan inokulasyonlar ile gelişen rastık hastalığı nedeniyle denenen tüm mısır çeşitlerinde ortalama hastalık şiddeti 1.9 olurken, 2011 yılında çeşitlerde ortalama hastalık şiddeti 5.7 olmuştur. Bu noktada, 2011 yılında tozlaşma öncesi yapılan hastalık inokulasyonları ile çeşitlerde saptanan ortalama hastalık şiddetinin 2010 yılında tespit edilen ortalama hastalık şiddeti değerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Bitki tozlaşması öncesi koçan inokulasyonlarında gelişen hastalık şiddeti

Çeşit	**İnokulumlu koçanlarda hastalık şiddeti***		
	2010	**2011**	**Ortalama**
	T.Ö.	**T.Ö.**	**T.Ö.**
Ada-523	1.5	6.8	**4.1**
Pioneer-3394	1.7	4.2	**2.9**
Side	2.9	10.5	**6.7**
Karaçay	0.8	7.4	**4.1**
Karadeniz Yıldızı	3.2	11.4	**7.3**
Merit	2.4	2.3	**2.3**
Vega	2.5	1.7	**2.1**
Antcin-98	0.5	1.4	**0.9**
Ortalama	**1.9**	**5.7**	**3.8**
Yıl LSD (0.01)= 0.2 Çeşit LSD (0.01)= 0.4			
Yıl x çeşit LSD (0.01)= 0.6			

*: En yüksek hastalık şiddeti değeri 10.0 olarak kabul edilmiştir.
t.ö: tozlaşma öncesi

Bunun yanı sıra, 2010 yılında en yüksek hastalık şiddeti (3.2) Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşidinde, en düşük hastalık şiddeti ise (0.5) Antcin-98 cin mısır çeşidinde saptanmıştır. Bununla birlikte diğer çeşitlerde elde edilen hastalık şiddetleri; Ada-523, Pioneer-3394 ve Side at dişi mısır çeşitlerinde sırasıyla 1.5, 1.7 ve 2.9; Karaçay sert mısır çeşidinde 0.8; Merit ve Vega şeker mısır çeşitlerinde ise sırasıyla 2.4 ve 2.5 olmuştur (Çizelge 4.9).

Bitki tozlaşması öncesinde mısır çeşitlerinin koçanlarında 2011 yılında en yüksek hastalık şiddeti 11.4 oranı ile yine Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşidinde, en düşük hastalık şiddeti ise 1.4 oranı ile Antcin-98 cin mısır çeşidinde belirlenmiştir. Bu bağlamda gerek 2010 ve gerekse 2011 yılında tozlaşma öncesi inokulasyonda en yüksek hastalık şiddeti Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşidinde, en düşük hastalık şiddeti ise Antcin-98 cin mısır çeşidinde tespit edilmiştir. Bunların yanı sıra 2011 yılında Ada-523, Pioneer-3394 ve Side at dişi mısır çeşitlerinde hastalık şiddeti sırasıyla 6.8, 4.2 ve 10.5; Karaçay sert mısır çeşidinde 7.4; Merit ve Vega şeker mısır çeşitlerinde ise 2.3 ve 1.7 olmuştur (Çizelge 4.9).

Gerek 2010 ve gerekse 2011 yılında bitki tozlaşması sonrası yapılan inokulasyonlar sonucu gelişen rastık hastalığı nedeniyle mısır çeşitlerinin koçanlarında saptanan hastalık şiddeti değerleri istatistikî olarak % 1 seviyesinde farklı bulunmuştur (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Tozlaşma sonrası koçanlarda hastalık şiddetine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Yıl	1	15.64	15.64	530.8**
Tekerrür[Yıl]	4	0.04	0.01	0.3
Çeşit	7	20.24	2.89	98.1**
Çeşit x Yıl	7	12.38	1.76	60.0**
Hata	28	0.82	0.02	
Toplam	47	49.14		

** % 1 seviyesinde önemli CV (%) = 16.3

İki bin on ve 2011 yıllarında bitki tozlaşması gerçekleştikten 2-3 gün sonra (koçan ipekleri kahverengileştiği zaman) yapılan inokulasyonlar sonucu gelişen rastık hastalığı nedeniyle mısır çeşitlerinin koçanlarında değişik oranlarda hastalık şiddeti değerleri belirlenmiştir. 2010 yılında tozlaşma sonrası inokulasyonlar ile tüm mısır çeşitlerinde ortalama hastalık şiddeti 0.4 olurken, 2011 yılında çeşitlerde tespit edilen ortalama hastalık şiddeti 1.5 olmuştur. Bu bağlamda, 2011 yılında tozlaşma sonrasında yapılan inokulasyonlar ile mısır çeşitlerinde belirlenen ortalama hastalık şiddetinin 2010 yılında saptanan ortalama hastalık şiddeti değerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.11).

Bununla birlikte, 2010 yılında bitki tozlaşması sonrası yapılan inokulasyonlarda koçanlarında en yüksek hastalık şiddeti (0.8) Karadeniz yıldızı sert mısır çeşidinde, en düşük hastalık şiddeti ise (0.1) Antcin-98 cin mısır çeşidinde bulunmuştur. Bunların yanı sıra, Ada-523, Pioneer-3394 ve Side at dişi mısır çeşitlerinde hastalık şiddetleri sırasıyla 0.5, 0.3 ve 0.6; Karaçay sert mısır çeşidinde 0.3; Merit ve Vega şeker mısır çeşitlerinde ise sırasıyla 0.6 ve 0.3 olmuştur (Çizelge 4.11).

İki bin on bir yılında ise en yüksek hastalık şiddeti (3.7) yine Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşidinde, en düşük hastalık şiddeti (0.3) de yine Antcin-98 cin mısır çeşidinde tespit edilmiştir. Bu noktada, gerek 2010 ve gerekse 2011 yılında bitki tozlaşması sonrası ipek kanalı inokulasyonu ile koçanlarda en yüksek hastalık şiddeti Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşidinde, en düşük hastalık şiddeti ise Antcin-98 cin mısır çeşidinde tespit edilmiştir. Bununla birlikte, 2011 yılında Ada-523, Pioneer-3394 ve Side at dişi mısır çeşitlerinde hastalık şiddetleri sırasıyla 2.0, 0.8 ve 2.6; Karaçay sert mısır çeşidinde 2.2; Merit ve Vega şeker mısır çeşitlerinde ise 0.5 ve 0.6 olmuştur (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Bitki tozlaşması sonrası koçan inokulasyonlarında gelişen hastalık şiddeti

Çeşit	**İnokulumlu koçanlarda hastalık şiddeti***		
	2010	**2011**	**Ortalama**
	T. S.	**T. S.**	**T.S.**
Ada-523	0.5	2.0	**1.2**
Pioneer-3394	0.3	0.8	**0.5**
Side	0.6	2.6	**1.6**
Karaçay	0.3	2.2	**1.2**
Karadeniz Yıldızı	0.8	3.7	**2.2**
Merit	0.6	0.5	**0.5**
Vega	0.3	0.6	**0.4**
Antcin-98	0.1	0.3	**0.2**
Ortalama	**0.4**	**1.5**	**0.9**
Yıl LSD (0.01)= 0.1 Çeşit LSD (0.01)= 0.2			
Yıl x çeşit LSD (0.01)= 0.3			

*: En yüksek hastalık şiddeti değeri 10.0 olarak kabul edilmiştir.
t.s: tozlaşma sonrası

İki yıllık tarla denemelerinde tozlaşma öncesi ve tozlaşma sonrasında yapılan inokulasyonlarda tüm çeşitlerde değişik oranlarda hastalık gelişmesi gözlenmiştir. Bununla birlikte, 2011 yılında gerek tozlaşma öncesi ve gerekse tozlaşma sonrasında yapılan koçan inokulasyonları sonucu denenen mısır çeşitlerinde elde edilen genel hastalık değerlerinin (hastalık şiddeti ve hastalık oranı) 2010 yılında çeşitlerde saptanan hastalık değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12 incelendiğinde, 2010 yılı tarla denemelerinde yer alan tüm mısır çeşitlerinde tozlaşma öncesinde yapılan inokulasyon sonucunda ortalama hastalık şiddetinin 1.9, inokulasyonun bitki tozlaşmasından sonra yapılmasıyla tüm mısır çeşitlerinde ortalama hastalık şiddetinin ise 0.4 olduğu görülmektedir. Sonuç olarak, 2010 yılında tüm çeşitlerde bitki tozlaşması öncesi inokulasyon sonucu elde edilen ortalama hastalık şiddetinin bitki tozlaşması sonrasında yapılan inokulasyonlar ile saptanan ortalama hastalık şiddetinden daha yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 4.12).

İki bin on bir yılında tüm mısır çeşitlerinin koçanlarında bitki tozlaşması öncesi inokulasyonlarda gelişen rastık hastalığı nedeniyle ortalama hastalık şiddeti 5.7 olurken bitki tozlaşması sonrası inokulasyonlarda hastalık şiddeti 1.5 olmuştur. Bu noktada, 2011 yılı tarla denemelerinde bitki tozlaşması öncesi inokulasyonlarda denenen mısır çeşitlerinde hastalık nedeniyle saptanan ortalama hastalık şiddetinin bitki tozlaşması

sonrası inokulasyonlarda çeşitlerde belirlenen ortalama hastalık şiddetinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Koçan tozlaşması öncesi ve sonrası inokulasyonlarında hastalık şiddeti

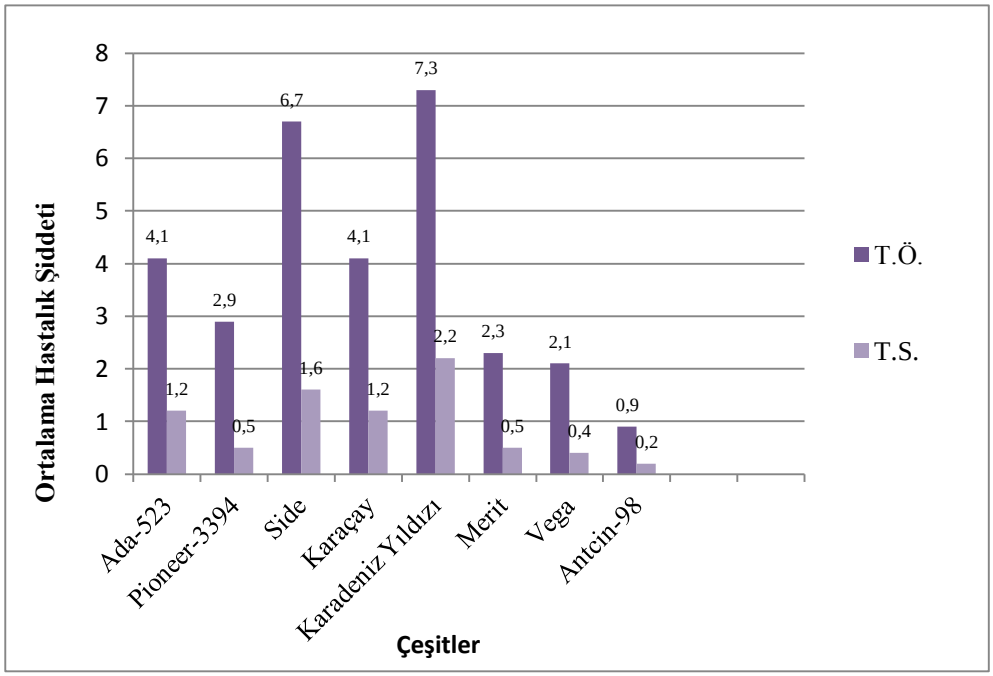
Çeşit	**İnokulumlu koçanlarda hastalık şiddeti***					
	2010		**2011**		**Ortalama**	
	T.Ö.	**T. S.**	**T.Ö.**	**T. S.**	**T.Ö.**	**T.S.**
Ada-523	1.5	0.5	6.8	2.0	**4.1**	**1.2**
Pioneer-3394	1.7	0.3	4.2	0.8	**2.9**	**0.5**
Side	2.9	0.6	10.5	2.6	**6.7**	**1.6**
Karaçay	0.8	0.3	7.4	2.2	**4.1**	**1.2**
Karadeniz Yıldızı	3.2	0.8	11.4	3.7	**7.3**	**2.2**
Merit	2.4	0.6	2.3	0.5	**2.3**	**0.5**
Vega	2.5	0.3	1.7	0.6	**2.1**	**0.4**
Antcin-98	0.5	0.1	1.4	0.3	**0.9**	**0.2**
Ortalama	**1.9**	**0.4**	**5.7**	**1.5**	**3.8**	**0.9**

*: En yüksek hastalık şiddeti değeri 10.0 olarak kabul edilmiştir. t.ö: tozlaşma öncesi
t.s: tozlaşma sonrası

Bunların yanı sıra, iki yıllık denemedeki tüm mısır çeşitlerinde bitki tozlaşması öncesi inokulasyonlarla elde edilen ortalama hastalık şiddeti 3.8 olurken bitki tozlaşması sonrası yapılan inokulasyonlarda belirlenen ortalama hastalık şiddeti ise 0.9 olmuştur (Çizelge 4.12).

Saptanan bu verilerden gerek 2010 ve gerekse 2011 yıllarında bitki tozlaşması öncesi yapılan inokulasyonların bitki tozlaşması sonrası yapılan inokulasyonlara göre mısır çeşitlerinin koçanlarında daha yüksek hastalık şiddetinde rastık gelişmesine neden olduğu ortaya çıkmaktadır.

Şekil 4.21' de iki yıllık tarla denemesinde farklı mısır varyete gruplarına ait mısır çeşitlerinin koçanlarının bitki tozlaşması öncesi ve bitki tozlaşması sonrası inokulasyonu sonucu gözlenen ortalama hastalık şiddeti değerleri görülmektedir. Tozlaşma öncesi inokulasyonda çeşitlerden elde edilen en yüksek ortalama hastalık şiddeti 7.3 oranı ile Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşidinde, en düşük ortalama hastalık şiddeti ise 0.9 oranı ile Antcin-98 cin mısır çeşidinde gözlenmiştir. Bunun yanı sıra tozlaşma öncesi inokulasyonda Ada-523, Pioneer-3394 ve Side at dişi mısır çeşitlerinde ortalama hastalık şiddetleri sırasıyla 4.1, 2.9 ve 6.7; Karaçay sert mısır çeşidinde 4.1; Merit ve Vega şeker mısır çeşitlerinde ise sırasıyla 2.3 ve 2.1 olmuştur (Şekil 4.21).



Şekil 4.21. Mısır çeşitlerinde koçan inokulasyonlarında oluşan ortalama hastalık şiddeti

Tozlaşma sonrası inokulasyonda ortalama en yüksek hastalık şiddeti 2.2 oranı ile yine Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşidi ve en düşük hastalık şiddeti ise 0.2 oranı ile yine Antcin-98 cin mısır çeşidinde saptanmıştır. Bu bağlamda gerek bitki tozlaşması öncesi ve gerekse bitki tozlaşması sonrasında yapılan koçan inokulasyonlarında en yüksek hastalık şiddeti Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşidinde; en düşük hastalık şiddeti ise Antcin-98 cin mısır çeşidinde tespit edilmiştir. Bu noktada, denemede yer alan tüm mısır çeşitleri arasında Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşidinin diğer mısır çeşitlerine göre koçan inokulasyonlarına daha hassas olduğu ve koçanlarında rastık gali gelişmesinin daha şiddetli olduğu buna karşılık denenen mısır çeşitleri arasında Antcin-98 cin mısır çeşidinin diğer çeşitlere göre koçan inokulasyonlarına daha az hassas olduğu ve koçanlarında rastık gali gelişmesinin daha az oranda olduğu ortaya çıkmaktadır. Bunun yanı sıra, tozlaşma sonrası inokulasyonda Ada-523, Pioneer-3394 ve Side at dişi mısır çeşitlerinde ortalama hastalık şiddeti sırasıyla 1.2, 0.5 ve 1.6; Karaçay sert mısır çeşidinde 1.2; Merit ve Vega şeker mısır çeşitlerinde 0.5 ve 0.4 olmuştur (Şekil 4. 21).

İki bin on ve 2011 yıllarında tozlaşma öncesi yapılan inokulasyonlar sonucu mısır çeşitlerinin koçanlarında gelişen rastık hastalığı nedeniyle çeşitlerde saptanan farklı hastalık oranı değerleri istatistiki olarak % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Tozlaşma öncesi inokulasyonlarda koçanlarda hastalık oranına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Yıl	1	3168.7	3168.7	300.3**
Tekerrür[Yıl]	4	35.9	8.9	0.8
Çeşit	7	2433.3	347.6	32.9**
Çeşit x Yıl	7	1731.2	247.3	23.4**
Hata	28	295.4	10.5	
Toplam	47	7664.6		

** % 1 seviyesinde önemli CV (%) = 15.5

İki bin on ve 2011 yılı tarla denemelerinde bitki tozlaşması öncesi koçan inokulasyonları ile mısır çeşitlerinin koçanlarında tespit edilen hastalık oranları Çizelge 4.14 'de verilmiştir. Buna göre 2010 yılında tozlaşma öncesi inokulasyonlarda en yüksek hastalık oranı % 20 oranı ile Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşidinde, en düşük hastalık oranı ise % 3.3 oranı ile Karaçay sert mısır çeşidinde saptanmıştır. Bununla birlikte, Ada-523 ve Side at dişi mısır çeşitlerinin her ikisinin de hastalık oranı % 13.3; Pioneer-3394 at dişi mısır çeşidinde % 15; Merit ve Vega şeker mısır çeşitlerinde hastalık oranları sırasıyla % 16.6 ve % 13.3; Antcin-98 cin mısır çeşidinde ise % 6.6 olmuştur (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Bitki tozlaşması öncesi koçan inokulasyonlarında gelişen hastalık oranı

Çeşit	Hastalık oranı (%)			Duyarlılık düzeyi
	2010	2011	Ort.	
	T.Ö.	T.Ö.	T.Ö.	
Ada-523	13.3	26.6	**19.9**	**MR**
Pioneer-3394	15.0	36.6	**25.8**	**MR**
Side	13.3	50.0	**31.6**	**MR**
Karaçay	3.3	33.3	**18.3**	**MR**
Karadeniz Yıldızı	20.0	38.3	**29.1**	**MR**
Merit	16.6	20.0	**18.3**	**MR**
Vega	13.3	15.0	**14.1**	**R**
Antcin-98	6.6	11.6	**9.1**	**R**
Ortalama	**12.6**	**28.9**	**20.7**	
Yıl LSD (0.01)= 2.5 Çeşit LSD (0.01)= 5.1				
Yıl x çeşit LSD (0.01)= 7.3				

T.Ö: tozlaşma öncesi, R: dayanıklı, MR: orta düzeyde dayanıklı

Tozlaşma öncesi inokulasyonlarda 2011 yılında en yüksek hastalık oranı % 50 oranı ile Side at dişi mısır çeşidinde, en düşük hastalık oranı ise % 11.6 oranı ile Antcin-98 cin mısır çeşidinde tespit edilmiştir. Bunların yanı sıra, Ada-523 ve Pioneer-3394 at dişi mısır çeşitlerinde hastalık oranları sırasıyla % 26.6 ve % 36.6; Karaçay ve

Karadeniz sert mısır çeşitlerinde % 33.3 ve % 38.3; Merit ve Vega şeker mısır çeşitlerinde ise hastalık oranları sırasıyla % 20 ve % 15 olmuştur (Çizelge 4.14).

İki bin on ve 2011 yılında elde edilen hastalık oranı değerleri kıyaslandığında, 2010 yılında bitki tozlaşması öncesi inokulasyonlar ile denemede yer alan tüm mısır çeşitlerinde saptanan ortalama hastalık oranı % 12.6, 2011 yılında ise denenen çeşitlerde ortalama hastalık oranı % 28.9 olmuştur. Bu bağlamda, 2011 yılında bitki tozlaşması öncesi yapılan inokulasyonlar ile tüm mısır çeşitlerinde saptanan ortalama hastalık oranının 2010 yılında belirlenen ortalama hastalık oranından daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.14).

Bunların yanı sıra bitki tozlaşması öncesi yapılan koçan inokulasyonlarında iki yılın ortalama hastalık oranları değerlendirildiğinde; Vega şeker mısır çeşidi ve Antcin-98 cin mısır çeşidi *U. maydis*' in koçan enfeksiyonlarına karşı dayanıklı, At dişi mısır çeşitleri (Ada-523, Pioneer-3394, Side), Sert mısır çeşitleri (Karaçay, Karadeniz Yıldızı) ve Merit şeker mısır çeşidinin etmenin koçan enfeksiyonlarına karşı orta düzeyde dayanıklı olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.15. Tozlaşma sonrası inokulasyonlarda koçanlarda hastalık oranına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Yıl	1	2268.7	2268.7	389.1**
Tekerrür[Yıl]	4	15.4	3.8	0.6
Çeşit	7	1675.0	239.2	41.0**
Çeşit x Yıl	7	956.2	136.6	23.4**
Hata	28	163.2	5.8	
Toplam	47	5078.6		

** % 1 seviyesinde önemli CV (%) = 15.2

İki bin on ve 2011 yıllarında bitki tozlaşması sonrasında yapılan inokulasyonlar sonucunda mısır çeşitlerinin koçanlarında elde edilen hastalık oranı değerleri istatistikî olarak % 1 seviyesinde farklı bulunmuştur (Çizelge 4.15).

İki bin on yılında bitki tozlaşmasından sonra yapılan ipek kanalı inokulasyonları ile mısır çeşitlerinin koçanlarında gelişen rastık hastalığı oranları Çizelge 4.16' da verilmiştir. Buna göre, 2010 yılı tarla denemesinde bitki tozlaşması sonrası yapılan inokulasyonlarda en yüksek hastalık oranı (% 18.3) Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşidinde, en düşük hastalık oranı (% 3.3) Karaçay sert mısır çeşidi ve Antcin-98 cin mısır çeşidinde tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra, Ada-523 ve Side at dişi mısır çeşitlerinin her ikisinde de tozlaşma sonrası inokulasyon ile koçanlarda gelişen hastalık

oranı % 8.3; Pioneer-3394 at dişi mısır çeşidi, Merit ve Vega şeker mısır çeşitlerinin her üçünde de hastalık oranı % 10 olmuştur (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. Bitki tozlaşması sonrası koçan inokulasyonlarında gelişen hastalık oranları

Çeşit	**Hastalık oranı (%)**			**Duyarlılık düzeyi**
	2010	**2011**	**Ortalama**	
	T. S.	**T. S.**	**T.S.**	
Ada-523	8.3	16.6	**12.4**	**R**
Pioneer-3394	10.0	30.0	**20.0**	**MR**
Side	8.3	36.6	**22.4**	**MR**
Karaçay	3.3	28.3	**15.8**	**R**
Karadeniz Yıldızı	18.3	31.6	**24.9**	**MR**
Merit	10.0	15.0	**12.5**	**R**
Vega	10.0	15.0	**12.5**	**R**
Antcin-98	3.3	8.3	**5.8**	**R**
Ortalama	**8.9**	**22.6**	**15.7**	
Yıl LSD (0.01)= 1.9 Çeşit LSD (0.01)= 3.8				
Yıl x çeşit LSD (0.01)= 5.4				

İki bin on bir yılında ise tozlaşma sonrası inokulasyonlarda en yüksek hastalık oranı % 36.6 ile Side at dişi mısır çeşidinde, en düşük hastalık oranı % 8.3 oranı ile Antcin-98 cin mısır çeşidinde saptanmıştır. Bununla birlikte, Ada-523 ve Pioneer-3394 at dişi mısır çeşitlerinde hastalık oranları sırasıyla % 16.6 ve % 30; Karaçay ve Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşitlerinde % 28.3 ve % 31.6; Merit ve Vega şeker mısır çeşitlerinin her ikisinde de hastalık oranı % 15 olmuştur (Çizelge 4.16).

Bunların yanı sıra, 2010 yılında tozlaşma sonrası inokulasyonlar ile tüm mısır çeşitlerinde saptanan ortalama hastalık oranı % 8.9 olurken, 2011 yılında çeşitlerde ortalama hastalık oranı % 22.6 olmuştur. Bu noktada, 2011 yılında bitki tozlaşması sonrası yapılan inokulasyonlar sonucu denenen mısır çeşitlerinde tespit edilen ortalama hastalık oranının, 2010 yılında saptanan ortalama hastalık oranından daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.16).

Tozlaşma sonrası koçan inokulasyonlarında 2010 ve 2011 yılı tarla denemelerininde ortalama hastalık oranları değerlendirildiğinde; Ada-523 at dişi mısır çeşidi, Karaçay sert mısır çeşidi, Şeker mısır çeşitleri (Merit, Vega) ve Antcin-98 cin mısır çeşidi *U. maydis*' in koçan enfeksiyonuna karşı dayanıklı, at dişi mısır çeşitleri (Pioneer-3394, Side) ve Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşidi etmenin koçan enfeksiyonlarına orta düzeyde dayanıklı bulunmuştur (Çizelge 4.16).

İki yılda gerek tozlaşma öncesi ve gerekse tozlaşma sonrası inokulasyonları sonucu mısır çeşitlerinde tespit edilen ortalama hastalık oranları Çizelge 4.17' de verilmiştir. Buna göre 2010 yılı tarla denemelerinde tozlaşma öncesi ortalama hastalık oranı % 12.6 olurken, tozlaşma sonrası inokulasyonda ortalama hastalık oranı % 8.9 olmuştur. Bu noktada, 2010 yılında bitki tozlaşması öncesinde yapılan inokulasyon ile saptanan ortalama hastalık oranı, tozlaşma sonrası yapılan inokulasyon ile saptanan ortalama hastalık oranından daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.17. Koçan tozlaşması öncesi ve sonrası inokulasyonlarında hastalık oranları

Çeşit	**Hastalık oranı (%)**					
	2010		**2011**		**Ortalama**	
	T.Ö.	**T. S.**	**T.Ö.**	**T. S.**	**T.Ö.**	**T.S.**
Ada-523	13.3	8.3	26.6	16.6	**19.9**	**12.4**
Pioneer-3394	15.0	10.0	36.6	30.0	**25.8**	**20.0**
Side	13.3	8.3	50.0	36.6	**31.6**	**22.4**
Karaçay	3.3	3.3	33.3	28.3	**18.3**	**15.8**
Karadeniz Yıldızı	20.0	18.3	38.3	31.6	**29.1**	**24.9**
Merit	16.6	10.0	20.0	15.0	**18.3**	**12.5**
Vega	13.3	10.0	15.0	15.0	**14.1**	**12.5**
Antcin-98	6.6	3.3	11.6	8.3	**9.1**	**5.8**
Ortalama	**12.6**	**8.9**	**28.9**	**22.6**	**20.7**	**15.7**

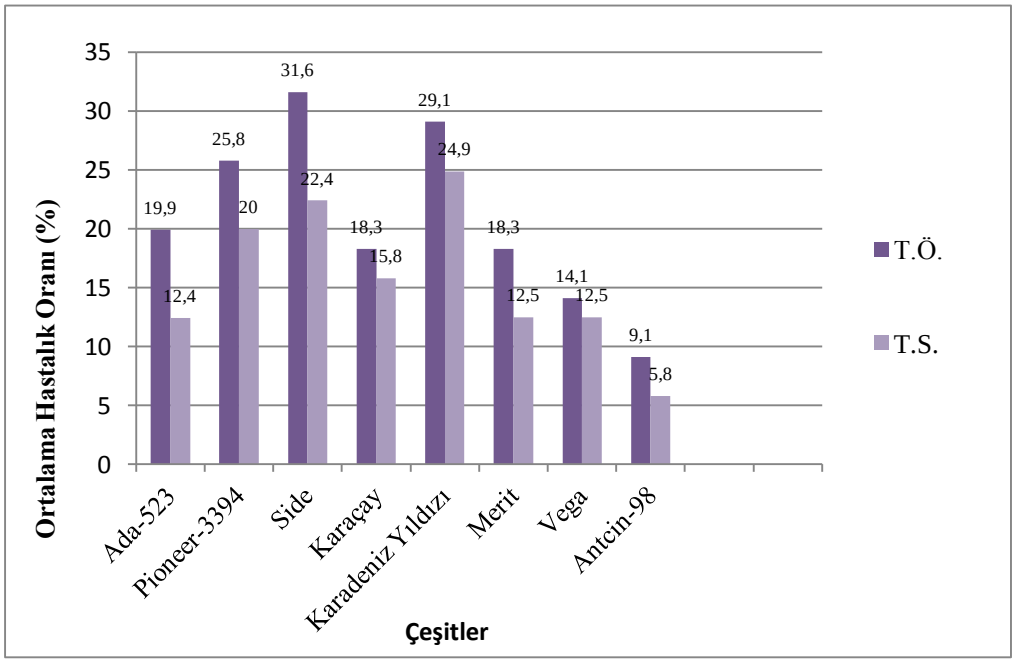
T.ö: tozlaşma öncesi T.s: tozlaşma sonrası

İki bin on bir yılında bitki tozlaşması öncesi inokulasyonda ortalama hastalık oranı % 28.9, tozlaşma sonrası inokulasyonda ortalama hastalık oranı % 22.6 olmuştur. 2011 yılında da tozlaşma öncesi inokulasyon ile tüm mısır çeşitlerindeki ortalama hastalık oranının tozlaşma sonrası inokulasyonu ile mısır çeşitlerinde saptanan ortalama hastalık oranından daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.17).

Bunların yanı sıra, iki yıllık denemedeki tüm mısır çeşitlerinde bitki tozlaşması öncesi inokulasyonlarla elde edilen ortalama hastalık oranı % 20.7 olurken bitki tozlaşması sonrası inokulasyonlarda saptanan ortalama hastalık oranı % 15.7 olmuştur. 2010 ve 2011 yıllarında olduğu gibi iki yılın ortalama değerleri de paralellik göstermiş olup iki yılın sonunda tozlaşma öncesi inokulasyon ile tüm mısır çeşitlerinde saptanan ortalama hastalık oranının tozlaşma sonrası inokulayon ile tespit edilen ortalama hastalık oranından daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.17).

Ayrıca, 2010 ve 2011 yıllarının ortalama hastalık oranları Şekil 4.22' de verilmiştir. Buna göre, tozlaşma öncesi inokulasyonda iki yılın ortalamasında en yüksek

hastalık oranı % 31.6 ile Side at dişi mısır çeşidinde, en düşük ortalama hastalık oranı ise % 9.1 ile Antcin-98 cin mısır çeşidinde saptanmıştır. Bununla birlikte tozlaşma öncesi inokulasyonda iki yılın ortalaması olarak, Ada-523 ve Pioneer-3394 at dişi mısır çeşitlerinde hastalık oranları sırasıyla % 19.9 ve % 25.8; Karaçay ve Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşitlerinde % 18.3 ve % 29.1; Merit ve Vega şeker mısır çeşitlerinde % 18.3 ve % 14.1 olmuştur.



Şekil. 4.22. Mısır çeşitlerinde koçan inokulasyonlarında oluşan ortalama hastalık oranı

Tozlaşma sonrası inokulasyonda ise iki yılın ortalaması olarak en yüksek hastalık oranı % 24.9 ile Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşidinde, en düşük hastalık oranı ise % 5.8 ile yine Antcin-98 cin mısır çeşidinde saptanmıştır. Bu bağlamda gerek tozlaşma öncesi ve gerekse tozlaşma sonrasında yapılan koçan inokulasyonlarında en düşük hastalık oranı Antcin-98 cin mısır çeşidinde tespit edilmiştir. Bu verilerden denenen çeşitler arasında Antcin-98 cin mısır çeşidinin diğer mısır çeşitlerine göre gerek tozlaşma öncesi ve gerekse tozlaşma sonrası koçan inokulasyonlarından daha az etkilendiği ve dolayısıyla Antcin-98 cin mısır çeşidinin koçanlarında diğer çeşitlerden daha az hastalık gelişmesinin oluştuğu ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte, tozlaşma sonrası inokulasyonda Ada-523, Pioneer-3394 ve Side at dişi mısır çeşitlerinde ortalama hastalık oranları sırasıyla % 12.4, % 20.0 ve % 22.4; Karaçay sert mısır çeşidinde % 15.8; Merit ve Vega şeker mısır çeşitlerinin her ikisinde de % 12.5 olmuştur (Şekil 4.22).

Bitki tozlaşmasının koçanda gelişen rastık hastalığı üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülen iki yıllık çalışma sonucunda, tozlaşma gerçekleşmeden inokulasyonun yapılmasıyla bitki koçanlarında saptanan gerek hastalık şiddeti ve gerekse hastalık oranı değerlerinin, tozlaşma sonrasında yapılan inokulasyonlar ile koçanlarda belirlenen hastalık değerlerinden daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.12; 4.17).

Çizelge 4.18. Koçan inokulasyonu yapılan mısır çeşitlerinin verimine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Yıl	1	1024312.7	1024312.7	351.0*
Tekerrür[Yıl]	4	57756.9	14439.2	4.9
Çeşit	7	6276946.6	896706.6	307.3*
Çeşit x Yıl	7	740809.2	105829.9	36.2*
Uygulama	2	3701846.3	1850923.1	634.3*
Uygulama x Yıl	2	188865.1	94432.5	32.3*
Uygulama x Çeşit	14	835412.7	59672.3	20.4*
Uygulama x Çeşit x Yıl	14	161176.6	11512.6	3.9*
Hata	92	268428	2917.7	
Toplam	143	13255554		

* % 1 seviyesinde önemli CV (%) = 9.6

Gerek bitki tozlaşması öncesi ve gerekse bitki tozlaşması sonrası yapılan inokulasyonlar ile mısır çeşitlerinin koçanlarında rastık hastalığı nedeniyle tespit edilen verim değerlerindeki farklılık istatistikî olarak % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Bu bağlamda mısır koçanlarının hastalık ile enfekte olmasının verimi etkileyen önemli bir etken olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.18).

İki bin on ve 2011 yılı tarla denemelerinde tozlaşmanın hastalık üzerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülen çalışmada koçanlar bitki tozlaşması öncesi ve sonrasında inokule edilerek, hastalık gelişmeleri gözlenmiş, koçan enfeksiyonundan kaynaklanan verim kayıpları da tespit edilmiş (Çizelge 4.20) ve elde edilen verim değerleri Çizelge 4.19a ve 4.19b' de verilmiştir. Buna göre 2010 yılında gerek tozlaşma öncesi ve gerekse tozlaşma sonrası inokulasyonlarda ve kontrol parsellerinde denenen tüm mısır çeşitlerinde saptanan ortalama verim 646 kg/da olurken 2011 yılında ortalama verim 477 kg/da olmuştur. Bu noktada 2010 yılında çevresel faktörlerin 2011 yılına göre mısır bitkileri için daha uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Çizelge 4.19a).

Bunun yanı sıra, 2010 yılında tozlaşma öncesi inokulasyonda tüm çeşitlerde ortalama verim 524 kg/da, tozlaşma sonrası inokulasyonda tüm çeşitlerde ortalama verim 595 kg/da ve inokulasyon yapılmayan kontrol parsellerinde ise ortalama verim 818 kg/da

olmuştur. Bu noktada, 2010 yılında tozlaşma sonrası yapılan inokulasyonlarda mısır çeşitlerinde saptanan ortalama verimin, tozlaşma öncesinde yapılan inokulasyonlarda belirlenen ortalama verimden daha yüksek olduğu ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, 2010 yılında kontrol parsellerinde en yüksek verim 1126 kg/da ile Ada-523 at dişi mısır çeşidinde, en düşük verim ise 390 kg/da ile Antcin-98 cin mısır çeşidinde saptanmıştır. Bunun yanı sıra, kontrol parsellerinde Pioneer-3394 ve Side at dişi mısır çeşitlerinde verim sırasıyla 1014 kg/da ve 1051 kg/da; Karaçay ve Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşitlerinde 1123 kg/da ve 1042 kg/da; Merit ve Vega şeker mısır çeşitlerinde ise verim 401 kg/da ve 394 kg/da olmuştur. Tozlaşma öncesi inokulasyonda en yüksek verim 817 kg/da ile Karaçay sert mısır çeşidinde, en düşük verim ise 230 kg/da ile Vega şeker mısır çeşidinde saptanmıştır. Tozlaşma öncesi inokulasyonda Ada-523, Pioneer-3394 ve Side at dişi mısır çeşitlerinde verim sırasıyla 622 kg/da, 673 kg/da ve 691 kg/da; Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşidinde 658 kg/da; Merit şeker mısır çeşidinde 241 kg/da; Antcin-98 cin mısır çeşidinde ise 256 kg/da verim saptanmıştır (Çizelge 4.19a).

İki bin on yılında tozlaşma sonrası inokulasyonda en yüksek verim 888 kg/da ile yine Karaçay sert mısır çeşidinde, en düşük verim ise 253 kg/da ile Merit şeker mısır çeşidinde tespit edilmiştir. Bu bağlamda gerek tozlaşma öncesi ve gerekse tozlaşma sonrası inokulasyonlarda en yüksek verim Karaçay sert mısır çeşidinden elde edilmiştir. Tozlaşma sonrası inokulasyonlardada Ada-523, Pioneer-3394 ve Side at dişi mısır çeşitlerinde verim sırasıyla 753 kg/da, 733 kg/da ve 794 kg/da; Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşidinde 777 kg/da; Vega şeker mısır çeşidinde 271 kg/da; Antcin-98 cin mısır çeşidinde ise 293 kg/da olmuştur (Çizelge 4.19a).

İki bin on bir yılında ise tozlaşma öncesi inokulasyonda tüm çeşitlerde ortalama verim 306 kg/da, tozlaşma sonrası inokulasyonda tüm çeşitlerde ortalama verim 373 kg/da ve kontrol parsellerinde ise ortalama verim 751 kg/da olmuştur. 2011 yılında kontrol parsellerinde en yüksek verim 1136 kg/da ile Ada-523 at dişi mısır çeşidinde, en düşük verim ise 330 kg/da ile Vega şeker mısır çeşidinde saptanmıştır. Bununla birlikte, Pioneer-3394 ve Side at dişi mısır çeşitlerinde verim sırasıyla 1026 kg/da ve 973 kg/da; Karaçay ve Karadeniz yıldızı sert mısır çeşitlerinde 943 kg/da ve 810 kg/da; Merit şeker mısır çeşidinde 387 kg/da ve Antcin-98 cin mısır çeşidinde ise verim 405 kg/da olmuştur (Çizelge 4.19a).

Bunların yanı sıra, 2011 yılında tozlaşma öncesi inokulasyonda en yüksek verim 454 kg/da ile Ada-523 at dişi mısır çeşidinde, en düşük verim ise 193 kg/da ile Antcin-98 cin mısır çeşidinde saptanmıştır. Tozlaşma öncesi inokulasyonda Pioneer-3394 ve Side at

dişi mısır çeşitlerinde verim sırasıyla 426 kg/da ve 314 kg/da; Karaçay ve Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşitlerinde 338 kg/da ve 276 kg/da; Merit ve Vega şeker mısır çeşitlerinde 228 kg/da ve 216 kg/da olmuştur. Buna karşılık, 2011 yılında tozlaşma sonrası inokulasyonda en yüksek verim 524 kg/da Pioneer-3394 at dişi mısır çeşidinde, en düşük verim ise 252 kg/da ile yine Antcin-98 cin mısır çeşidinde tespit edilmiştir. Bu bağlamda gerek tozlaşma öncesi ve gerekse tozlaşma sonrası inokulasyonda en düşük verim Antcin-98 cin mısır çeşidinde saptanmıştır. Tozlaşma sonrası inokulasyonda Ada-523 ve Side at dişi mısır çeşitlerinde verim sırasıyla 517 kg/da ve 372 kg/da; Karaçay ve Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşitlerinde 399 kg/da ve 354 kg/da; Merit ve Vega şeker mısır çeşitlerinde ise 306 kg/da ve 262 kg/da olmuştur (Çizelge 4.19a).

Ayrıca, 2010 ve 2011 yıllarında yürütülen iki yıllık tarla denemesinde yer alan tüm mısır çeşitlerinin ortalama verim değerleri Çizelge 4.19b' de verilmiştir. Buna göre, kontrol parsellerinde iki yılın ortalaması olarak en yüksek verim 1131 kg/da ile Ada-523 at dişi mısır çeşidinde, ortalama en düşük verim ise 362 kg/da ile Vega şeker mısır çeşidinde tespit edilmiştir. Pioneer-3394 ve Side at dişi mısır çeşitlerinde kontrol parsellerinde ortalama verim sırasıyla 1020 kg/da ve 1012 kg/da; Karaçay ve Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşitlerinde 1033 kg/da ve 926 kg/da; Merit şeker mısır çeşidinde 394 kg/da ve Antcin-98 cin mısır çeşidinde ise ortalama verim 398 kg/da olmuştur (Çizelge 4.19b).

Tozlaşma öncesi yapılan inokulasyonlarla iki yılın ortalaması olarak en yüksek verim 578 kg/da ile Karaçay sert mısır çeşidinde, ortalama en düşük verim ise 223 kg/da ile Vega şeker mısır çeşidinde tespit edilmiştir. Bunlarla birlikte, tozlaşma öncesi inokulasyonla Ada-523, Pioneer-3394 ve Side at dişi mısır çeşitlerinde ortalama verim sırasıyla 538 kg/da, 550 kg/da ve 503 kg/da; Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşidinde 467 kg/da; Merit şeker mısır çeşidinde 235 kg/da ve Antcin-98 cin mısır çeşidinde ise ortalama verim 225 kg/da olmuştur (Çizelge 4.19b).

Buna karşılık, tozlaşma sonrası yapılan inokulasyonlarda iki yılın ortalaması olarak en yüksek verim 644 kg/da ile yine Karaçay sert mısır çeşidinde, en düşük verim ise 267 kg/da ile yine Vega şeker mısır çeşidinde saptanmıştır. Bu noktada gerek tozlaşma öncesi ve gerekse tozlaşma sonrası yapılan inokulasyonlarda mısır çeşitleri arasında ortalama en yüksek verim Karaçay sert mısır çeşidinde ortalama en düşük verim de Vega şeker mısır çeşidinde tespit edilmiştir. Bunlarla birlikte, tozlaşma sonrası inokulasyon ile Ada-523, Pioneer-3394 ve Side at dişi mısır çeşitlerinde ortalama verim 635 kg/da, 629 kg/da ve 583 kg/da; Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşidinde 566 kg/da;

Merit şeker mısır çeşidinde 280 kg/da ve Antcin-98 cin mısır çeşidinde ise ortalama verim 273 kg/da olmuştur (Çizelge 4.19b).

Çizelge 4.19a. Tozlaşma öncesi ve sonrası koçan inokulasyonlarında çeşitlerde verim

	2010				**2011**			
Çeşit	Kontrol verim (kg/ da)	İnokul. verim (kg/da) **T.Ö.**	İnokul. verim (kg/da) **T.S.**	Çeş. x yıl ort.	Kontrol verim (kg/da)	İnokul. verim (kg/da) **T.Ö.**	İnokul. verim (kg/da) **T.S.**	Çeş. x yıl ort.
Ada-523	1126	622	753	834	1136	454	517	702
Karaçay	1123	817	888	943	943	338	399	560
Pioneer-3394	1014	673	733	807	1026	426	524	659
Side	1051	691	794	845	973	314	372	553
Karadeniz Yıldızı	1042	658	777	826	810	276	354	480
Merit	401	241	253	298	387	228	306	307
Antcin-98	390	256	293	313	405	193	252	283
Vega	394	230	271	298	330	216	262	269
Yıl x Uyg Ort.	**818**	**524**	**595**		**751**	**306**	**373**	
Yıl Ort.	**646**				**477**			
	562							
Yıl LSD (0.01)= 23.6 Çeşit LSD (0.01)= 47.3								
Uygulama (hastalık) LSD (0.01)= 29.0 Yıl x çeşit LSD (0.01)= 66.9								
Yıl x uygulama (hastalık) LSD (0.01)= 41.0 Çeşit x uygulama (hastalık) LSD (0.01)= 82.0								
Yıl x çeşit x uygulama (hastalık) LSD (0.01)= 116.0								

İnokul.: inokulumlu çeş.: çeşit ort.:ortalama t.ö: tozlaşma öncesi t.s: tozlaşma sonrası

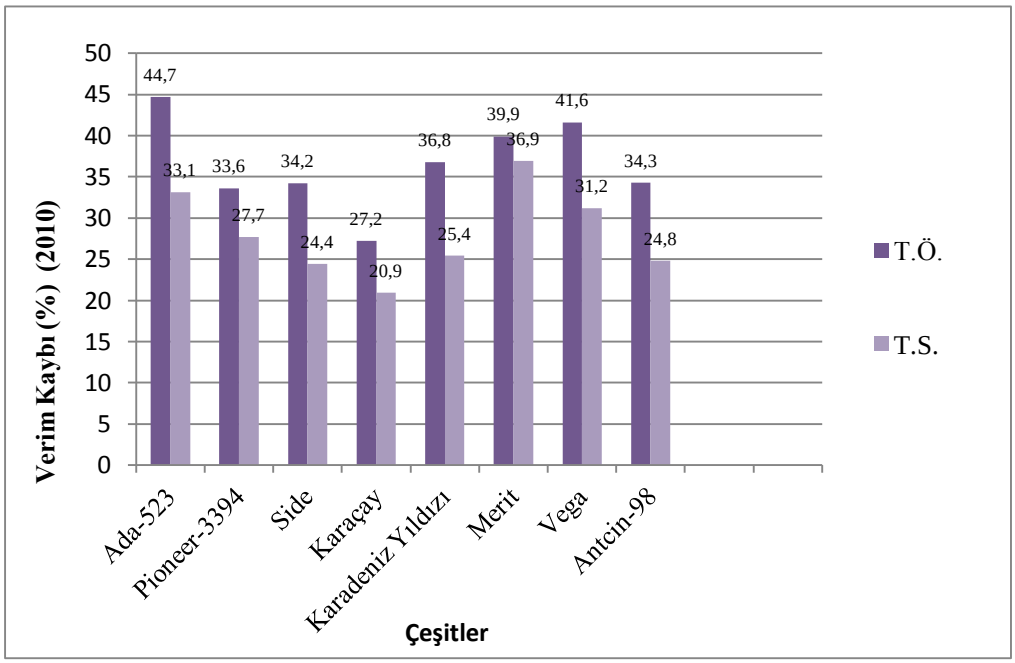
Çizelge 4.19b. Tozlaşma öncesi ve sonrası koçan inokulasyonlarında çeşitlerde ortalama verim

	Çeşit x uygulama(hastalık) ortalaması			
Çeşit	**Kontrol verim (kg/da)**	**İnokulumlu verim (kg/da) T.Ö.**	**İnokulumlu verim (kg/da) T.S.**	Çeşit Ort.
Ada-523	1131	538	635	768
Karaçay	1033	578	644	752
Pioneer-3394	1020	550	629	733
Side	1012	503	583	699
Karadeniz Yıldızı	926	467	566	653
Merit	394	235	280	303
Antcin-98	398	225	273	299
Vega	362	223	267	284
Ortalama	**785**	**415**	**485**	561

çeş.: çeşit ort.:ortalama t.ö: tozlaşma öncesi t.s: tozlaşma sonrası

Bunların dışında, bitki tozlaşması öncesi yapılan koçan inokulasyonu ile denemelerde yer alan tüm mısır çeşitlerinde iki yılın ortalama verimi 415 kg/da, tozlaşma sonrası yapılan inokulasyonlarda tüm mısır çeşitlerinde belirlenen ortalama verim 485 kg/da olurken kontrol parsellerinde çeşitlerin ortalama verimi 785 kg/da olmuştur. Bu verilerden gerek tozlaşma öncesi ve gerekse tozlaşma sonrası yapılan inokulasyonlar

sonucu gelişen rastık hastalığı nedeniyle tüm mısır çeşitlerinde tespit edilen verim değerlerinin kontrol parsellerinde saptanan verim değerlerinden daha düşük olduğu ortaya çıkmaktadır. Bunun yanı sıra bitki tozlaşması öncesi yapılan inokulasyonlar ile mısır çeşitlerinde belirlenen verimin bitki tozlaşması sonrası yapılan inokulasyon ile saptanan verim değerinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.19b).



Şekil 4. 23. Koçan inokulasyonlarında mısır çeşitlerinde oluşan verim kaybı (2010)

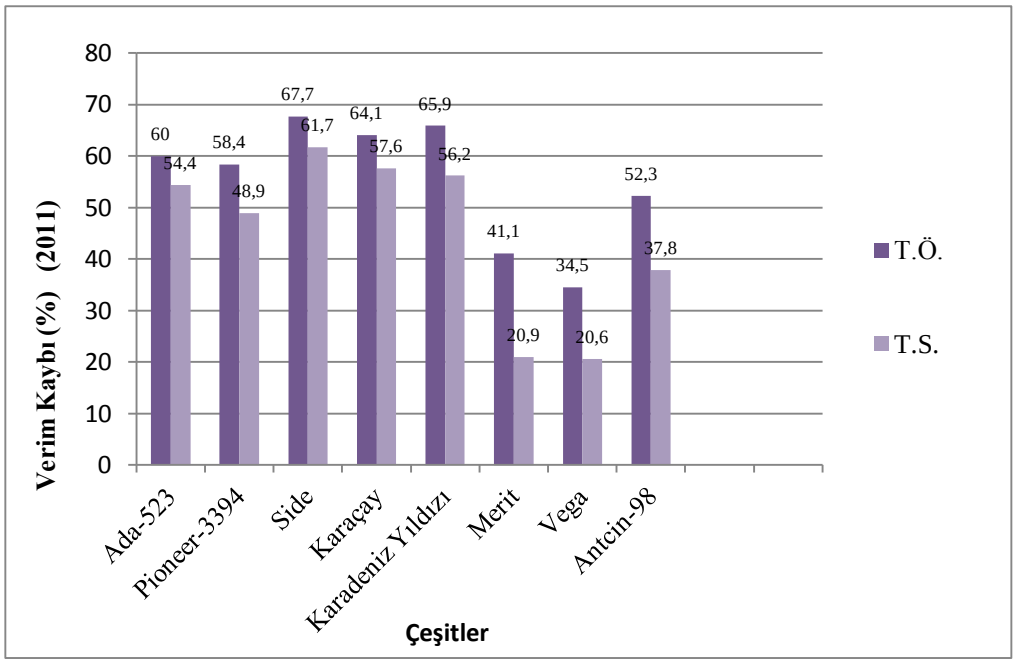
İki bin on ve 2011 yıllarında gerek tozlaşma öncesi ve gerekse tozlaşma sonrası yapılan inokulasyonlar sonucu denemede yer alan mısır çeşitlerinde gelişen rastık hastalığı nedeniyle oluşan verim kayıpları da tespit edilmiştir.

İki bin on yılı tarla denemesinde, tozlaşma öncesi koçan inokulasyonu sonucu gelişen rastık hastalığı nedeniyle mısır çeşitleri arasında en yüksek verim kaybı % 44.7 oranı ile Ada-523 at dişi mısır çeşidinde, en düşük verim kaybı ise % 27.2 oranı ile Karaçay sert mısır çeşidinde tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra tozlaşma öncesi koçan inokulasyonunda Pioneer-3394 ve Side at dişi mısır çeşitlerinde verim kaybı sırasıyla % 33.6 ve % 34.2; Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşidinde % 36.8; Merit ve Vega şeker mısır çeşitlerinde % 39.9 ve 41.6; Antcin-98 cin mısır çeşidinde ise % 34.3 olmuştur.

İki bin on yılında tozlaşma sonrası koçan inokulasyonlarında rastık hastalığı nedeniyle çeşitler arasında en yüksek verim kaybı % 36.9 oranı ile Merit şeker mısır çeşidinde, en düşük verim kaybı ise % 20.9 oranı ile Karaçay sert mısır çeşidinde belirlenmiştir. Ayrıca, tozlaşma sonrası koçan inokulasyonunda Ada-523, Pioneer-3394

ve Side at dişi mısır çeşitlerinde verim kaybı sırasıyla % 33.1, % 27.7 ve % 24.4; Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşidinde % 25.4; Vega şeker mısır çeşidinde % 31.2; Antcin-98 cin mısır çeşidinde ise % 24.8 olmuştur (Şekil 4.23).

Sonuç olarak, 2010 yılı tarla denemelerinde bitki tozlaşması öncesi yapılan koçan inokulasyonlarında rastık hastalığı nedeniyle tüm mısır çeşitlerinde saptanan verim kayıplarının bitki tozlaşması sonrası yapılan koçan inokulasyonda hastalık nedeniyle çeşitlerde saptanan verim kayıplarından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.23).



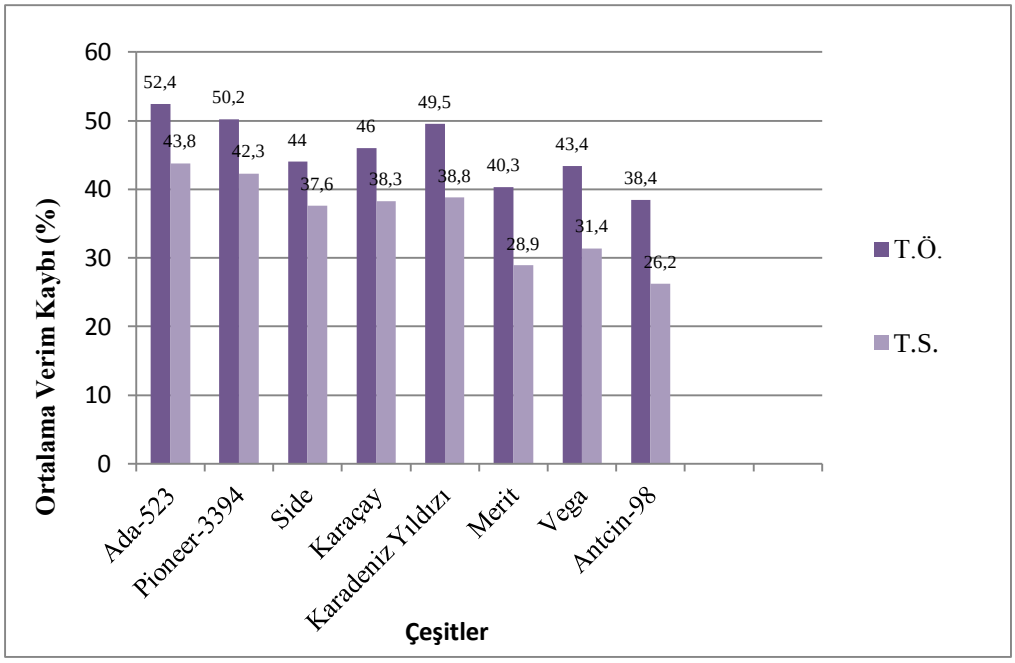
Şekil 4.24. Mısır çeşitlerinde koçan inokulasyonlarında oluşan verim kaybı (2011)

İki bin on bir yılında yürütülen denemelerde bitki tozlaşması öncesi yapılan koçan inokulasyonları sonucu gelişen rastık hastalığı nedeniyle denemede yer alan mısır çeşitleri arasında en yüksek verim kaybı % 67.7 oranı ile Side at dişi mısır çeşidinde, en düşük verim kaybı ise % 34.5 oranı ile Vega şeker mısır çeşidinde tespit edilmiştir. 2011 yılında tozlaşma öncesi koçan inokulasyonunda Ada-523 ve Pioneer-3394 at dişi mısır çeşitlerinde verim kayıpları sırasıyla % 60.0 ve % 58.4; Karaçay ve Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşitlerinde % 64.1 ve % 65.9; Merit şeker mısır çeşidinde % 41.1; Antcin-98 cin mısır çeşidinde ise % 52.3 olmuştur (Şekil 4.24).

İki bin on bir yılında tozlaşma sonrası koçan inokulasyonunda en yüksek verim kaybı % 61.7 oranı ile yine Side at dişi mısır çeşidinde, en düşük verim kaybı ise % 20.6 oranı ile yine Vega şeker mısır çeşidinde saptanmıştır. Bu noktada, 2011 yılında

gerek tozlaşma öncesi ve gerekse tozlaşma sonrası yapılan koçan inokulasyonları ile denemede yer alan mısır çeşitleri arasında en yüksek verim kaybı Side at dişi mısır çeşidinde, en düşük verim kaybı ilse Vega şeker mısır çeşidinde tespit edilmiştir. Bunların yanı sıra, 2011 yılında tozlaşma sonrası koçan inokulasyonunda Ada-523 ve Pioneer-3394 at dişi şeker mısır çeşitlerinde verim kayıpları sırasıyla % 54.4 ve % 48.9; Karaçay ve Karadeniz yıldızı sert mısır çeşitlerinde % 57.6 ve % 56.2; Merit şeker mısır çeşidinde % 20.9; Antcin-98 cin mısır çeşidinde ise % 37.8 olmuştur (Şekil 4.24).

Sonuç olarak, 2011 yılında tozlaşma öncesi yapılan koçan inokulasyonlarında denemede yer alan tüm çeşitlerinde hastalık nedeniyle saptanan verim kayıplarının tozlaşma sonrası koçan inokulasyonlarında hastalık nedeniyle çeşitlerde belirlenen verim kayıplarından daha yüksek bulunmuştur (Şekil 4.24).



Şekil 4.25. Koçan inokulasyonlarında oluşan ortalama verim kaybı (2010/2011)

İki bin on ve 2011 yıllarında yapılan tarla denemelerinde bitki tozlaşması öncesi ve sonrasında koçan inokulasyonları sonucu gelişen rastık hastalığı nedeniyle mısır çeşitlerinde iki yılın ortalaması olarak saptanan verim kayıpları Şekil 4.25' de verilmiştir.

İki yıllık deneme sonucunda, bitki tozlaşması öncesi koçan inokulasyonlarında gelişen rastık hastalığı nedeniyle oluşan ortalama en yüksek verim kaybı % 52.4 oranı ile Ada-523 at dişi mısır çeşidinde, en düşük verim kaybı ise % 38 .4 oranı ile Antcin-

98 cin mısır çeşidinde bulunmuştur. Ayrıca tozlaşma öncesi koçan inokulasyonunda Pioneer-3394 ve Side at dişi mısır çeşitlerinde ortalama verim kayıpları sırasıyla % 50.2 ve % 44.0; Karaçay ve Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşitlerinde % 46.0 ve % 49.5; Merit ve Vega şeker mısır çeşitlerinde ise % 40.3 ve % 43.4 olmuştur (Şekil 4.25).

Tozlaşma sonrası koçan inokulasyonlarında iki yıllık ortalama en yüksek verim kaybı % 43.8 oranı ile yine Ada-523 at dişi mısır çeşidinde, en düşük verim kaybı % 26.2 oranı ile yine Antcin-98 cin mısır çeşidinde saptanmıştır. Bu bağlam da gerek tozlaşma öncesi ve gerekse tozlaşma sonrası koçan inokulasyonlarında en yüksek verim kaybı Ada-523 at dişi mısır çeşidinde, en düşük verim kaybı ise Antcin-98 cin mısır çeşidinde tespit edilmiştir. İki yılın ortalama verilerden denemede yer alan tüm mısır çeşitleri arasında, Ada-523 at dişi mısır çeşidinin ipek kanalı inokulasyonlarıyla koçanlarının rastık hastalığı gelişmesine diğer çeşitlerden daha duyarlı olduğu buna karşılık ise Antcin-98 cin mısır çeşidinin ipek kanalı inokulasyonlarıyla rastık hastalığı gelişmesine diğer çeşitlerden daha dayanıklı olduğu anlaşılmaktadır. Bununla birlikte, tozlaşma sonrası koçan inokulasyonunda Pioneer-3394 ve Side at dişi mısır çeşitlerinde ortalama verim kayıpları sırasıyla % 42.3 ve % 37.6; Karaçay ve Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşitlerinde % 38.3 ve % 38.8; Merit ve Vega şeker mısır çeşitlerinde % 28.9 ve % 31.4 olmuştur (Şekil 4.25).

İki bin on yılında tozlaşma öncesi inokulasyonda rastık hastalığı nedeniyle denemede yer alan tüm çeşitlerde ortalama verim kaybı % 36.5 olurken, bitki tozlaşması sonrası inokulasyonu ile tüm çeşitlerde hastalıktan kaynaklanan ortalama verim kaybı % 28 olmuştur. Buna karşılık, 2011 yılında bitki tozlaşması öncesi koçan inokulasyonlarında tüm çeşitlerde ortalama verim kaybı % 55.5 olurken aynı yıl tozlaşma sonrası koçan inokulasyonlarında hastalık nedeniyle tüm çeşitlerde ortalama verim kaybı % 44.7 olmuştur (Çizelge 4.20).

Bitki tozlaşması öncesi yapılan inokulasyonlar ile koçanlarda gelişen rastık hastalığı nedeniyle denemede yer alan tüm çeşitlerinde iki yıllık ortalama verim kaybı % 45.5, tozlaşma sonrası inokulasyonlarda hastalık nedeniyle çeşitlerde iki yıllık ortalama verim kaybı ise % 35.9 olmuştur. Bu verilerden iki yıllık tarla denemelerinde yer alan tüm çeşitlerde bitki tozlaşması öncesi yapılan inokulasyonlar ile koçanlarda gelişen rastık hastalığı nedeniyle saptanan ortalama verim kaybının bitki tozlaşması sonrası inokulasyon ile belirlenen ortalama verim kaybından daha yüksek olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20. Koçan inokulasyonlarında çeşitlerdeki ortalama verim kayıpları (2010/2011)

Çeşit	2010		2011		Ortalama	
	Verim kaybı (%) (T.Ö)	Verim kaybı (%) (T.S)	Verim kaybı (%) (T.Ö)	Verim kaybı (%) (T.S)	Verim kaybı (%) (T.Ö)	Verim kaybı (%) (T.S)
Ada-523	44.7	33.1	60.0	54.4	52.4	43.8
Pioneer-3394	33.6	27.7	58.4	48.9	50.2	42.3
Side	34.2	24.4	67.7	61.7	44.0	37.6
Karaçay	27.2	20.9	64.1	57.6	46.0	38.3
Karadeniz Yıldızı	36.8	25.4	65.9	56.2	49.5	38.8
Merit	39.9	36.9	41.1	20.9	40.3	28.9
Vega	41.6	31.2	34.5	20.6	43.4	31.4
Antcin-98	34.3	24.8	52.3	37.8	38.4	26.2
Ortalama	**36.5**	**28.0**	**55.5**	**44.7**	**45.5**	**35.9**

T.ö: tozlaşma öncesi T.s: tozlaşma sonrası

4.4. Hastalıklı Koçanlarda Fungal Floranın Tespit Edilmesi

Mısır rastık patojeni bitkinin topraküstü herhangi bir organınında çeşitli büyüklük ve şekillerde hastalığın tipik simptomu olan gal adı verilen şişkinlikleri oluşturmaktadır. Bu galler bitkinin koçanlarında geliştiğinde oldukça dikkat çekicidir. Koçanda gelişen galler genellikle koçan uçlarında küçük galler şeklinde olabildiği gibi koçanın yarısını kaplayarak tanelerin rastık gallerine dönüştüğü (Şekil 4.26) ve hatta şiddetli enfeksiyonlarda koçanların tamamının büyük bir rastık galine dönüştüğü (Şekil 4.27) gözlenmiştir.



Şekil 4.26. Yapay inokulasyon ile oluşan koçan galleri (Antalya/Aksu-2011)

U. maydis enfeksiyonu sonucu mısır bitkisinin toprak üstü organlarında gelişen galler bitki verimini olumsuz yönde etkilemektedir. Fakat hastalık gallerinin bitkinin koçanlarında gelişmesi verimi doğrudan etkilemektedir. Bununla birlikte, koçanda gallerin gelişmesiyle koçanı çevreleyen koçan yaprakları (kavuzları) gallerin büyümesiyle açılmakta ve taneler doğrudan çeşitli patojenlerin hedefi haline gelmektedir.

Koçanlarda gallerin gelişmesiyle tanelerin, gerek çeşitli patojenlere maruz kalması ve gerekse daha küçük ve mat görünümleri nedeniyle pazarlanmaları zorlaşmaktadır. Bu bağlamda koçanlarda rastık gallerinin gelişmesi mısır tanelerini olumsuz olarak etkilemektedir.



Şekil 4.27. İnokulasyonlar ile oluşan koçan galleri (Antalya/Aksu-2011)

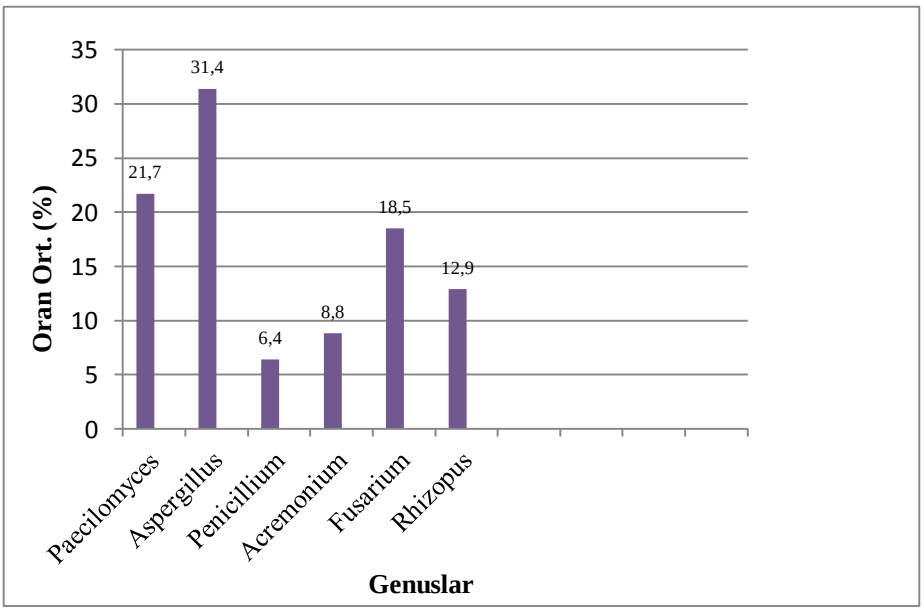
İki bin on ve 2011 yıllarında yürütülen tarla denemelerinde yapılan inokulasyonlar sonucunda galli koçanlardaki taneler toplanmış ve sözkonusu taneler fungal flora açısından incelenmiştir. Galli koçanlardaki tane numuneleri kese kâğıtlarına alınarak mikolojik inceleme için laboratuvara getirilmiştir. Taneler % 2' lik sodyum hipoklorit (NaOCl) ile yüzey sterilizasyonuna tabi tutularak PDA (Patates dekstroz agar), CA (kiraz agar), MA (Malt agar) ve Blotter (Nemli hücre kültürü) olmak üzeri dört farklı besi ortamına aktarılmış ve 25 ^{0}C' de inkübe edilmiştir. Daha sonra tanelerdeki fungal gelişmeler gözlenmiş ve elde edilen saf fungus kültürlerinden yapılan preparatlar mikroskop altında incelenerek, tanılama fungus morfolojisine göre yapılmıştır. Şekil 4.28' de yapay inokulasyonlarla koçanlarda gelişen galler ve gallerin

yakınlarındaki tanelerde beyaz miselyum örtüsü görülmektedir. Bu şekildeki mısır taneleri ve galli koçanlarda simptomsuz mısır taneleri 2010 ve 2011 yıllarında hasat zamanında toplanarak galli koçanlardaki tanelerde fungal flora belirlenmiştir.



Şekil 4.28. Rastıklı koçanlarda gelişen fungal flora

İki bin on ve 2011 yıllarında yapılan inokulasyonlar ile oluşan galli koçanlardan toplanan 136 numuneden iki yılda toplam 124 fungus izolatı elde edilmiştir.

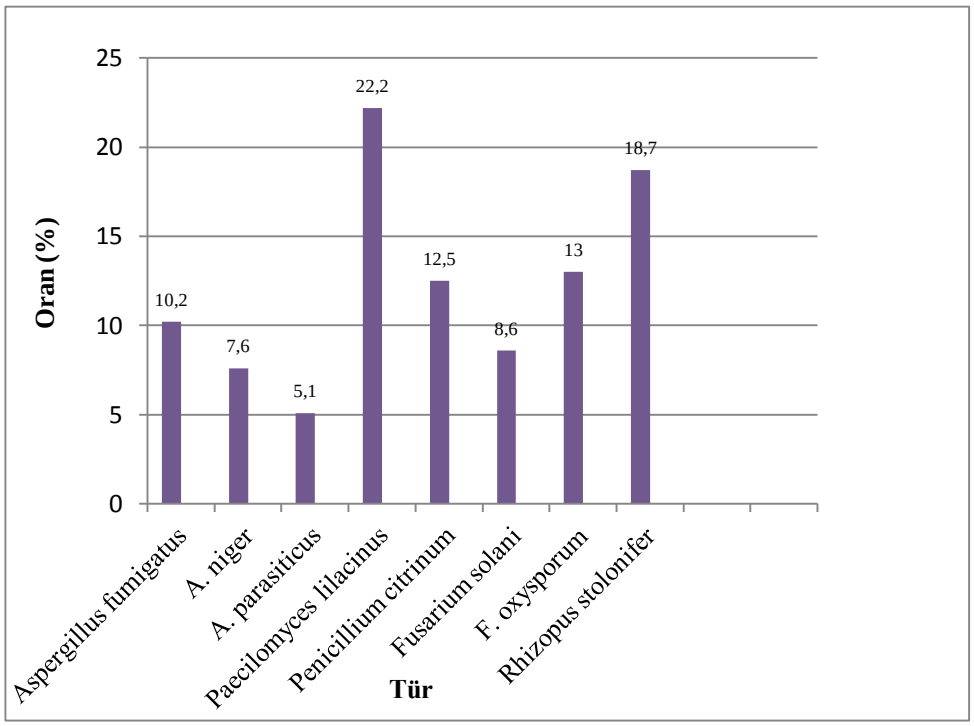


Şekil 4.29. Rastıklı koçanlardaki tanelerde saptanan fungus cinsleri (2010/2011)

Tanılama çalışmaları sonucunda izolatlarda altı fungus cinsi (*Paecilomyces*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Acremonium*, *Fusarium* ve *Rhizopus*) ve bu cinsler içerisinde en fazla oranda yer alan yedi fungus türü (*Aspergillus fumigatus, A. niger, A. parasiticus*(*A. flavus*), *Paecilomyces lilacinus, Penicillium citrinum, Fusarium solani*, *F. oxysporum* ve *Rhizopus stolonifer*) tespit edilmiştir.

İki bin on ve 2011 yılları tarla denemelerinde hastalıklı koçanlardaki tanelerden izole edilen fungus cinslerinden en sıklıkla izole edilen cins % 31.4 oranı ile *Aspergillus* olurken, % 6.4 oranı ile en az oranda saptanan cins *Penicillium* olmuştur. *Aspergillus*' tan sonra en sıklıkla izole edilen cinsler sırasıyla, *Paecilomyces* (% 21.7), *Fusarium* (% 18.5), *Rhizopus* (% 12.9) ve *Acremonium* (% 8.8) olmuştur (Şekil 4. 29).

İki yıllık çalışmada ayrıca farklı mısır varyete gruplarına ait sekiz mısır çeşidinde yapılan inokulasyon sonucu koçanlarda gelişen rastık galleriyle beraber bulunan mısır tanelerinde saptanan altı fungus cinsi içerisinde en sıklıkla izole edilen türler de tanılanmıştır.



Şekil 4.30. Galli koçanlardaki tanelerde saptanan fungus türleri (2010/2011)

Buna göre, *Aspergillus* cinsi içerisinde *Aspergillus fumigatus* en fazla oranda (% 10.2) saptanan tür olurken bu türü sırasıyla *Aspergillus niger* (% 7.6) ve *Aspergillus parasiticus* (*A. flavus*) (% 5.1) takip etmiştir. *Fusarium* cinsi içinde en fazla oranda

izole edilen türler sırasıyla *Fusarium oxysporum* (% 13.0) ve *Fusarium solani* (% 8.6) olmuştur. Bunların yanı sıra izole edilen altı cins içerisinde saptanan diğer türler; *Paecilomyces lilacinus* (% 22.2), *Penicillium citrinum* (% 12.5) ve *Rhizopus stolonifer* (% 18.7) olmuştur (Şekil 4.30).

4.5. Tartışma

İki bin on ve 2011 yıllarında Antalya'nın Aksu ilçesinde kurulan tarla denemelerinde yapılan inokulasyonlarla farklı mısır varyete gruplarına ait tüm mısır çeşitlerinin topraküstü organlarında çeşitlere göre değişen oranlarda gal adı verilen hastalığın tipik belirtileri gözlenmiştir. İnokulasyonlar sonucunda mısır çeşitlerinde gelişen galler, mısır bitkilerinin enfekte olduğu dokuları ile birlikte yarı etsi bir yapı oluşturmuş ve gallerin büyüklükleri çok küçük çaplar (0.1 cm) ile 20 cm ve daha büyük çaplar arasında değişmiştir. Gal büyüklüğü ve şekli mısır çeşidinin hassasiyetine ve galin bitki üzerinde lokalize olduğu yere bağlı olarak değişik şekil ve büyüklüklerde görülmüştür. Christensen (1963) mısır rastık gallerinin, konukçunun herhangi toprak üstü organında gelişebildiğini ve gallerin genellikle koçan, tepe püskülü, sap ve sap boğumlarında görüldüğünü bildirmiştir. Araştırıcı, gallerin çok küçük büyüklüklerden birkaç cm çapına kadar ve nadiren de bir insan kafası büyüklüğüne ulaşabildiğini ve gal büyüklüğü, şekli ve çoğalma derecesinin rastık kültürü virülensine, konukçu hassasiyetine, çevre şartlarına ve galin bitki üzerinde lokalize olduğu yere bağlı olarak değiştiğini tespit etmiştir. Bununla birlikte, Kınacı (1987) mısır rastık hastalığının bitkinin yaprak, tepe püskülü, koçan ve sap gibi her hangi toprak üstü organında gallere neden olabildiğini, oluşan gallerin sayısı, bulunduğu yer ve büyüklüklerinin meydana gelecek zarar derecesinde etkili olduğunu bildirmiştir.

Çalışmamızda bitkiler 40- 60 cm büyüklükte iken yapılan inokulasyonlar sonucunda mısır çeşitlerinin yaprak, sap, tepe püskülü gibi topraküstü organlarında değişik şekil ve büyüklüklerde galler meydana gelmiştir. Yaprak üzerinde gelişen galler farklı büyüklük ve değişik yapılarda ortaya çıkarken, galler genellikle orta damar üzerinde gözlenmiştir (Şekil 4.3). Bununla birlikte, inokulasyonlar sonucu *U. maydis* yaprak üzerinde antosiyanin oluşumu, kloroz gibi belirtilere neden olmuş ve öncelikle yaprak kınında olmak üzere yaprağa dağılmış olan küçük gallerin çevresinde fungusun beyaz miselyum gelişimi de gözlenmiştir (Şekil 4.4). Çalışmamızda yapılan inokulasyon sonucunda oluşan bazı gallerin etrafındaki beyaz miselyum gelişmesi

şeklindeki hastalık belirtisi ayrıca *U.maydis*' in filogenetik olarak akraba ya da doğal konukçusundan uzak farklı bitki türlerini enfekte edip edemeyeceğini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada da rapor edilmiştir. Sözkonusu çalışmada, test edilen tüm bitki türlerinde enfeksiyonun en yaygın belirtisi olarak yapraklar ve sap yüzeyinde bol miktarda gelişen fungusun beyaz miselyumu olmuştur. Fakat bu çalışmada mısır dışında test edilen bitki türlerinde gal oluşmadan fungusun beyaz miselyumu görülmüştür (León-Ramírez ve ark., 2004).

Tarla denemelerimizde yapılan inokulasyon sonucu enfeksiyon alanlarında görülen antosiyanin oluşumu (Şekil 4.4) bazı çalışmalarda da rapor edilmiştir. Nitekim, Banuett (1995) rastık fungusunun enfeksiyonu sonucu antosiyanin birikiminin artmasının mısırda enfeksiyonun genel bir belirtisi olduğunu, buna karşılık; Chalker-Scott (1999) antosiyanin birikmesinin patojen saldırısı, yüksek ışık, tuzluluk, su doygunluğu veya soğuk stresi gibi biyotik ve abiyotik çok sayıda stres durumlarına karşı tepkinin bir parçası olduğunu bildirmiştir. Doehlemann ve ark. (2008) ise mısırda *U. maydis* 'in enfeksiyonu sonucu antosiyanin oluşumunu, fungusun neden olduğu dolaylı bir stres birikmesi olarak değerlendirmişlerdir.

Araştırmamızda inokulasyonlar ile yaprak üzerinde gelişen gallerin çoğu sert bir yapıda ve özellikle ortadamara yakın, yaprak kını ve kenarlarının birleştiği yerlerde gözlenmiştir (Şekil 4.5). Christensen (1963) mısır yapraklarının kenarlarında gelişen rastık gallerinin genellikle küçük olduğu halde bazen çok daha büyük ve orta damar boyunca yaprağın yarı uzunluğunu geçebildiğini, yaprak üzerinde oluşan çok küçük gallerin büyük çoğunluğunun sert bir yapıda kaldığını ve genellikle bu şekilde gelişen gallerin çok az spor ihtiva ettiğini rapor etmiştir.

Çalışmamızda sap üzerinde gelişen hastalık galleri özellikle boğum üzerinde veya yakınında görülmüş (Şekil 4.6) ve sap üzerinde 20 cm çapında ve daha büyük çaplarda büyük galler gözlenmiştir (Şekil 4.7). Christensen (1963) sap üzerinde rastık gallerinin genellikle boğum ve boğumum hemen yanında meydana geldiğini, bununla birlikte gallerin sap üzerinde herhangi bir kısımda da gelişebildiğini ve sap üzerinde 2-5 cm uzunluğundaki bir mesafede 20-30 cm çapında çok belirgin bir büyüklük ve değişik şekillerde gallerin bulunabildiğini bildirmiştir.

Bunların yanı sıra, gerek bitki tozlaşması öncesi ve gerekse bitki tozlaşması sonrası yapılan koçan inokulasyonlarında tüm mısır çeşitlerinde farklı büyüklük ve şekillerde, koçanlarda tanelerin yerlerinde rastık galleri gelişmiştir (Şekil 4.9). Koçan üzerinde oluşan gallerin verimi direkt olarak etkilediği ve rastıklı koçanlardaki tanelerin

rastıksız (sağlıklı) koçanlardaki tanelere göre daha küçük ve düzensiz olarak meydana geldiği ve mat bir görünüm aldığı gözlenmiştir (Şekil 4.26). Çalışmamızda mısır bitkisinin koçanlarında gelişen rastık galleriyle ilgili gözlemlere benzer raporlar mevcuttur. Ayrıca, rastıklı mısır bitkilerindeki koçanların genellikle sağlıklı (rastıksız) bitkilerdeki koçanlara göre daha düşük kalite ve parlaklığa sahip oldukları ve bu şekilde rastık enfeksiyonun dolaylı olarak da kayıplara neden olabildiği bazı araştırıcılar tarafından bildirilmiştir (Johnson ve Christensen 1935; Stringfield ve Bowman, 1942).

Tarla denemelerimizde koçanlarda gelişen gallerin verimi direkt etkileyerek önemli verim kayıplarına neden olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.20). Bu bağlamda, Aktaş (2001) gallerin koçanlarda oluşması ya da büyük olması halinde mısır verimini % 40-100 oranında azaltabileceğini, bunun yanı sıra Sade (2001) özellikle mısır koçanlarının yerlerinde gelişen rastık gallerinin büyük ürün kaybına neden olabildiğini rapor etmiştir. Ayrıca, Agrios (2004) koçan üzerinde meydana gelen gallerin oldukça tahripkâr olduğunu ve önemli verim kayıplarına neden olabildiğini bildirmiştir.

Çalışmamızda yapılan inokulasyonlar ile yaprak, sap gibi topraküstü organlarının yanı sıra mısır bitkisinin tepe püskülünde de rastık galleri görülmüştür. Tepe püskülünde *U. maydis* enfeksiyonu ile bazı çiçek organlarının küçük gallere dönüşebildiği (Şekil 4.12) ve tepe püskülünde çiçek organlarının çok daha büyük ve belirgin rastık galleri haline geldiği de gözlenmiştir (Şekil 4.13). Christensen (1963), mısır tepe püskülünde rastık geliştiği zaman genellikle her bir çiçek organının küçük bir gale dönüşebildiğini ancak tepe püskülünün şeklini koruyabildiğini ve bazen hemen hemen tüm tepe püskülü ve aşağısındaki sapın büyük bir rastık kitlesine dönüşebildiğini rapor etmiştir. Ayrıca tepe püskülünün boyun (pedunkle) kısmı enfekte olduğunda, tepe püskülü sapçığının büküldüğünü ve yana doğru eğildiğini bildirmiştir. Çalışmamızın her iki yılında da inokulasyonlar sonucunda, tepe püskülünde boyun olarak isimlendirilen pedunkle (ana çiçek sapı) kısmında belirgin rastık galleri geliştiği ve rastık gallerinden dolayı tepe püskülünün bükülerek eğildiği de görülmüştür (Şekil 4.14). Bununla birlikte, Christensen (1963) bazen tepe püskülündeki rastık enfeksiyonunun yumurtalık gelişmesini uyardığını ve bundan dolayı da yumurtalıkların nadiren tepe püskülünde gelişebildiğini ve normal tohum üretebildiğini rapor etmiştir. Ayrıca, Aydoğdu (2006) *U. maydis* enfeksiyonu sonucunda hastalık stresi nedeniyle yumurtalıkların mısır bitkisinin tepe püskülünde gelişebildiğini ve normal tane oluşturabildiğini tespit etmiştir.

Mısır rastık hastalığı mısır bitkisinin topraküstü organlarında oluşturduğu gallerle verimi negatif olarak etkilemesinin yanı sıra koçanlarda gallerin oluşmasıyla taneler daha küçük ve mat görünüm almakta dolayısıyla ürünün pazar değeri düşmektedir. Bu noktada hastalıkla mücadele önem arz etmektedir. Bununla birlikte, mısır rastık hastalığının kimyasal mücadelesi bulunmamaktadır. Hastalığın kontrolünde en önemli tedbir olarak dayanıklı çeşit kullanımı gösterilmektedir. Nitekim, Christensen (1963) mısır rastığına karşı dayanıklı çeşit kullanmanın uygulanabilir en önemli mücadele yöntemi olduğunu bildirmiştir. Bunun yanı sıra, Kınacı (1987) mısır rastığını kontrol etmenin en etkili yolunun iyi bir seleksiyon ve dayanıklılık ıslahı olduğunu vurgulamıştır.

Bu bağlamda farklı mısır varyete gruplarına ait mısır çeşitlerinin hastalığa karşı duyarlılıklarının belirlenmesi önem arz etmektedir. Bu amaçla 2010 ve 2011 yıllarında yaptığımız tarla denemelerinde farklı mısır varyete gruplarına ait sekiz adet mısır çeşidinin hastalığa karşı duyarlılıkları tespit edilmiştir. Buna göre denemede yer alan sekiz mısır çeşidi arasında hastalığa tamamıyla dayanıklı bir çeşit saptanamamıştır (Çizelge 4.2). Tunçdemir ve İren (1980) melez mısır çeşitleri ile saf döl, tek ve çift melezleri içine alan 15 çeşidi, 2 ayrı ekolojik alanda (Karagöl ve Gelemen), 2 yıl doğal ve yapay inokulasyon koşullarında değerlendirmişler ve denenen çeşitlerden hiç birinin, yapay inokulasyon koşullarında ilgili ekolojik alanlarda dayanıklı olmadıklarını rapor etmişlerdir. Bunun yanı sıra, Agrios (2004) mısır rastık hastalığına tamamıyla dayanıklı bir mısır çeşidinin bilinmediğini ama bazı melez mısır çeşitlerinin hastalığa orta düzeyde dayanıklılık gösterdiğini bildirmiştir. Bununla birlikte, çalışmamızda Vega ve Merit şeker mısır çeşitleri hastalığa karşı orta düzeyde dayanıklı bulunurken, Pioneer-3394 ve Side at dişi mısır çeşitleri, Karadeniz Yıldızı sert mısır çeşidi ve Antcin-98 cin mısır çeşidi hastalığa karşı hassas; Ada-523 at dişi mısır çeşidi ve Karaçay sert mısır çeşidinin ise hastalığa çok hassas olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.2). 2005 yılında Konya 'da yapılan bir çalışmada, 35P12, Monton, Bolson ve TTM-815 at dişi mısır çeşitleri hastalığa orta düzeyde dayanıklı; Pol 2001, Simon ve Ranchero at dişi mısır çeşitleri hastalığa hassas; Goldeclat, Falkner ve Monzon at dişi mısır çeşitlerinin ise hastalığa karşı çok hassas olduğu rapor edilmiştir (Aydoğdu ve Boyraz, 2006). Bunların yanı sıra, açık tozlanan çeşitler arasında rastığa hassasiyetin çok farklılık gösterdiği çeşitli araştırmalarda rapor edilmiştir (Immer ve Christensen, 1925; Garber ve Quisenberry, 1925; Christensen ve Johnson, 1935).

Antalya' nın Aksu ilçesi ekolojik koşullarında yürüttüğümüz tarla denemelerinde denenen tüm mısır çeşitlerinde ortalama hastalık şiddeti 2.6 (Çizelge 4.4) ve ortalama hastalık oranı ise % 45.3 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.2). 2005 yılında Konya ekolojik şartlarında yapılan çalışmada bazı at dişi melez mısır çeşitlerinde ortalama hastalık şiddeti 4.4, ortalama hastalık oranı ise % 38.5 olarak tespit edilmiştir (Aydoğdu ve Boyraz, 2006). Bu noktada, Antalya şartlarında yaptığımız çalışmamızda farklı mısır varyete gruplarına ait çeşitlerde Konya şartlarında at dişi mısır çeşitlerinde belirlenen rastık gallerinden daha küçük çaplarda rastık galleri meydana geldiği fakat hastalık inokulasyonu ile Antalya şartlarında mısır çeşitlerinde Konya şartlarında at dişi mısır çeşitlerinden daha fazla oranda hastalık gelişmesinin olduğu görülmektedir. Bu durumun kaynağı olarak Antalya şartlarında denemelerimizde kullandığımız farklı mısır varyete gruplarına ait mısır çeşitlerinin kendine has farklı morfolojik ve fizyolojik yapıları ve dolayısıyla rastık etmenine karşı farklı tepki göstermesinin bir sonucu olduğu düşünülebilir. Bunlara karşılık, Samsun ve ilçelerinde mısır rastık hastalığı ile ilgili yapılan sürvey çalışmasında ortalama hastalık yoğunluğu (oran) % 9.2 olduğu ve hastalığın kurak bölgelerde daha yaygın ve tahripkar olduğu rapor edilmiştir (Tunçdemir ve İren, 1980). Bu bağlamda, gerek Konya ve gerekse Antalya ekolojik koşullarında yapay inokulasyonlar ile elde edilen ortalama hastalık oranlarının, Tunçdemir ve İren (1980)' in doğal inokulasyon koşullarında tespit ettiği hastalık oranından daha yüksek olduğu görülmektedir.

Çalışmamızda yapılan inokulasyonlar sonucu denemede yer alam tüm mısır çeşitlerinde verim rastık hastalığı nedeniyle ortalama olarak % 33.7 oranında düşmüştür (Çizelge 4.7). Bunun yanı sıra, Konya' da yapılan bir çalışmada inokulasyonlar sonucunda bazı at dişi mısır çeşitlerinde rastık hastalığı nedeniyle % 26.4 ile % 51.7 arasında değişen oranlarda verim kayıpları tespit edilmiştir (Aydoğdu ve Boyraz, 2006). Denememizde yer alan mısır çeşitlerinde hastalık inokulasyonunun verimi belirleyen önemli bir etken olduğu ve bölge koşullarında mısırların rastık ile bulaşık olup olmamasının elde edilecek verim düzeyini önemli ölçüde etkilediği tespit edilmiştir (Çizelge 4.5). Mısır çeşitlerinden değişik seviyelerde elde edilen verimler istatiksel olarak $p< 0.01$ seviyesinde farklı bulunmuştur. Ayrıca, ekilen mısır çeşitleri arasında verim açısından önemli faklılıklar bulunmaktadır (Çizelge 4.6a ve 4.6b).

Bunların yanı sıra, 2011 yılında denemede yer alan tüm mısır çeşitlerinde hastalık şiddeti (Çizelge 4.4), hastalık oranı (Çizelge 4.2) ve verim kayıplarının (Çizelge 4.7) 2010 yılından daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yıllar arasındaki bu farklılık,

istatistikî olarak da % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur, yıllar arasındaki farklılık, 2011 yılında mısır çeşitlerinin koçan enfeksiyonlarının daha şiddetli olmasına bağlanabilir. Ayrıca, 2010 yılında gerek kontrol ve gerekse inokulumlu parsellerden elde edilen ortalama verim, 2011 yılında hem kontrol hemde hastalık inokulasyonunun yapıldığı parsellerden elde edilen ortalama verimden daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.6a). Bu noktada, 2010 yılındaki çevresel faktörlerin 2011 yılına göre mısır bitkileri için daha uygun olduğu, başka bir deyişle 2010 yılında mısır bitkilerinin 2011 yılına göre rastık hastalığına karşı daha dirençli olduğu ve hastalıktan daha az etkilendiği ortaya çıkmaktadır ki bu yıllar arasındaki farklılığa neden olan etkenlerden birisi olabilir. Bunun yanı sıra, mısır rastık hastalığının oluşumunda mısır çeşitleri, çeşitlerin morfolojik ve fizyolojik yapıları, yetiştirme şartları ve çevre faktörleri gibi pek çok etken rol oynamaktadır. Bu bağlamda 2011 yılındaki çevresel koşulların rastık hastalığı gelişimi için daha uygun olduğu kanısına varılabilir. Çünkü; inokulasyon sürecindeki birkaç gün konukçu-patojen etkileşiminde önemlidir. Sözkonusu günler patojenin lehine gelişirse patojen bitkiyi kolaylıkla enfekte edebilir ve şiddetli enfeksiyon oluşturabilir, fakat sözkonusu peryod bitki lehine gelişirse bitki patojene karşı daha fazla direnç gösterebilir böylelikle hastalıktan daha az etkilenebildiği gibi hastalıktan tamamıyla da kaçış yapabilir. Bu bağlamda, 2010 yılında bitkilerin 40-60 cm boyda oldukları dönemde inokulasyonun yapıldığı günden sonraki 3 günün ortalama sıcaklığı, 2011 yılında inokulasyonun yapıldığı günden sonraki 3 günün ortalama sıcaklığından yaklaşık 5 $^{\circ}$C daha yüksek bulunmuştur. Benzer şekilde 2010 yılında koçan inokulasyonlarının yapıldığı günler ve sonrasındaki 3 günün ortalama sıcaklığı, 2011 yılında koçan inokulasyonların yapıldığı günler ve sonrasındaki 3 günün ortalama sıcaklığından 2.1 $^{\circ}$C daha yüksek olmuştur (Çizelge 3.4). Bu itibarla, 2010 yılındaki gerek bitkilerin 40-60 cm uzunluğundaki dönemdeki inokulasyonlarında ve gerekse koçan inokulasyonları sırasında mevcut sıcaklıkların 2011 yılındaki inokulasyonlardaki sıcaklık değerlerinden daha yüksek olduğu, özellikle 2010 yılındaki ilk inokulasyonlardaki yaklaşık 5 $^{\circ}$C gibi daha yüksek bir sıcaklık farkı hastalık sporlarının çimlenmesi ve bitkiye penetre etmesini olumsuz olarak etkilediği ortaya çıkmaktadır. Çünkü rastık fungusu bitkiye hem doğal açıklıklar hem de direk penetrasyon yaparak girdiği ve enfekte ettiği düşünüldüğünde, sıcak havalarda su stresine karşı bitkilerin stomalarını kapattığı bilinmektedir, bu noktada 2010 yılında daha sıcak havada yapılan inokulasyon ile etmenin sporlarının stomalardan girme yüzdesinin de düştüğü ve bitkinin etmene karşı daha dirençli olduğu ortaya konabilir. Çevresel faktörlerden

özellikle sıcaklık rastık fungusunun gelişmesinde önemlidir. Bu konuda yapılan çalışmalarda çelişkiler bulunsa da, Tunçdemir ve İren (1980) rastık hastalığının en iyi 18 ^{0}C-21 ^{0}C' ler arasında geliştiğini rapor etmişlerdir. Tarla denemelerimizdeki yıllar arasındaki hastalık değerleri farklılığını genel itibarla inokulasyon ve sonrası birkaç gündeki ortalama sıcaklık değerleri arasındaki farklılığa ve diğer çevresel faktörlere bağlanabilir. Nitekim, *Fusarium* koçan çürüklüğünün şiddeti ve *Fusarium* türlerini tespit etmek için iki yıllık bir sürvey ile Almanya' nın en büyük mısır üretimi yapılan alanlarından toplanan mısır numunelerinde, 2006 yılında *Fusarium* spp. tarafından enfekte edilen tanelerin oranı % 0.7 ile % 99.7 arasında değişmiş, ortalama hastalık oranı ise % 32.4 olmuştur. 13 *Fusarium* türü mısır tanelerinden izole edilmiş olup mısır tanelerinde baskın türler *F. verticillioides, F. graminearum* ve *F. proliferatum* olmuştur. 2007 yılında en yüksek *Fusarium* koçan çürüklüğü oranı % 64 olurken 2007 yılında toplanan tüm numunelerden izole edilen türler arasında ortalama % 21.7 enfeksiyon seviyesi ile mısır numunelerinde en fazla izole edilen fungus *F. graminearum* olmuştur. Bunun yanı sıra, *F. crookwellense*, *F. subglutinans* ve *F. avenaceum* yüksek oranda izole edilmiştir. *Fusarium* türlerinin yoğunluklarındaki yıllar arasındaki değişkenlik ve toplamdaki oranları yetiştirme peryodlarındaki sıcaklık ve yağış gibi faktörlerdeki belirgin farklılıklara bağlanmıştır (Görtz ve ark., 2008).

Bütün bunların yanı sıra, Konig (1972) *U. maydis*' e karşı konukçu dayanıklılığının, bitkinin yetiştiği yere ve iklime bağlı olarak değiştiğini bildirmiştir. Bitki hastalıklarının gelişmesinde konukçu fizyolojisi ve morfolojik yapısı konukçu-patojen etkileşiminde önemlidir. Çalışmamızda da farklı mısır varyetelerine ait sekiz mısır çeşidinin her birinin yetiştirme dönemindeki fizyolojisi ve her çeşidin kendine spesifik morfolojik yapıları farklı olduğundan, yapılan inokulasyonlar sonucunda rastık patojenine karşı farklı reaksiyonlar göstermişlerdir. Bu bağlamda, Walter (1935) mısır bitkisinin fizyolojik ve morfolojik yapısının rastık hastalığı gelişmesinde etkili olduğunu bildirmiştir. Bunun yanı sıra, Christensen (1963) rastık dayanıklılığının mısır bitkisinin morfolojik, fizyolojik ve fonksiyonel yapısı ile ilgili olarak ortaya çıktığını, tarla koşullarında rastık inokulumunun meristematik bölgelere kolaylıkla ulaşamadığından dolayı genç mısır bitkilerinin rastık enfeksiyonundan kaçabildiklerini, rastık enfeksiyonu ve gelişiminde, bitki morfolojisinin hem enfeksiyon hem de rastık gelişimi için önemli rol oynadığını bildirmiştir. Tunçdemir ve İren (1980) ise 40-60 cm boyda olan mısır bitkilerinin hastalığa en hassas devrede olduklarını ve genellikle doğal inokulasyon koşullarında fide devresinde gal oluşmadığını, bu durumun fide devresinde

bitkinin fizyolojik ve fonksiyonel yapısından ileri gelebilen mukavemet göstermesinden kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir.

Mısır rastık hastalığı gelişmesinde konukçu fizyolojisi, morfolojisi ve patojeninin virülensliğinin yanı sıra sıcaklık, yağış ve nem gibi çevresel faktörler özellikle enfeksiyon sürecinde önemli rol oynamaktadır. Bu açıdan, Schmitt (1940) yapmış olduğu bir çalışmada 25 ^{0}C ve daha yüksek sıcaklıkların mısır bitkisinde rastık fungusunun gelişmesini teşvik ettiğini, 21 ^{0}C' nin altındaki sıcaklıklarda gal görülmediğini bildirmiştir. Buna karşılık, Christensen (1963), nispeten yüksek sıcaklıkların *U. maydis* klamidiosporlarının çimlenmesi, sporidia tomurcuklanması, miselyum gelişmesi ve klamidiospor teşkili için önemli bir faktör olduğunu bildirmiş ve nemin *U. maydis* 'in konukçuyu penetre edinceye kadar ki süreçte çimlenme ve çim tüpü gelişmesinin sürdürülmesi için kesinlikle gerekli olduğunu vurgulamıştır. Bunların yanısıra Tunçdemir ve İren (1980) yağışın rastık gelişmesinde önemli bir etken olduğu, orantılı nemin ise ihmal edilebilir bir etken olarak düşünülebileceğini bildirilmişlerdir.

Bilindiği gibi enfeksiyon doğada hastalık etmeni, konukçu bitki ve çevre faktörleri etkileşimi ile idare edilmektedir. Yapılan çalışmada mısır çeşitleri arasında farklı düzeylerde hastalık reaksiyonları tespit edilmiş olup bu reaksiyonların hemen her yerde ve koşulda korunacağını söylememiz olanaksızdır. Çünkü bir lokasyonda ve bir yılda hassas olan bir çeşit diğer bir lokasyonda ve bir yılda dayanıklı olarak karşımıza çıkabilir. Nitekim, Potter ve Melchers (1925) bir bölgede mısır rastığına hassas olan bir çeşidin diğer bir bölgede hastalığa mukavim olabildiğini rapor etmişlerdir. Mısır çeşitlerinin rastık hastalığına karşı hassasiyetlerindeki değişmelerde yukarıda literatür bilgileri ile de açıklanmaya çalışılan pek çok faktörün etkili olabileceği söylenebilir.

Tarla denemelerimizde yapılan inokulasyonlar sonucunda denenen mısır çeşitlerinin koçanlarında gelişen galler oldukça dikkat çekici olmuş ve verimi doğrudan etkilemiştir. Koçan enfeksiyon prosesi daha önce belirtildiği gibi koçan tozlaşmasıyla yakından ilişkilidir. Bu bağlamda, 2010 ve 2011 yıllarında yürüttüğümüz çalışmamızda farklı mısır varyetelerine ait mısır çeşitlerinin koçanları bitki tozlaşmasından 2-3 gün önce ve bitki tozlaşmasından 2-3 gün sonra inokule edilerek değerlendirilmiştir. Çalışmamızın sonucunda bitki tozlaşması öncesi yapılan inokulasyon sonucu koçanlarda belirlenen hastalık şiddeti (Çizelge 4.12), hastalık oranı (Çizelge 4.17) ve verim kayıplarının (Çizelge 4.20) bitki tozlaşması sonrası (ipekler kahverengileşmeye başladığında) yapılan inokulasyonlar ile saptanan hastalık değerlerinden daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda bitki tozlaşması öncesi yapılan inokulasyonun

daha fazla koçan enfeksiyonuna neden olduğu buna karşılık bitki tozlaşması sonrası yapılan inokulasyon sonucunda koçan enfeksiyonunun daha az geliştiği ortaya çıkmaktadır. Bu konuda yapılan bir çalışmada koçanlar tozlandıktan 4 gün sonra yapılan inokulasyonda koçan ipeklerinin (püskül) mikroskop altında incelenmesi ile tozlanan ipeklerin dip kısmında bir ayrım (kopma) bölgesinin oluştuğu ve bu durumun yumurtalıklarda gelişen fungal enfeksiyonu engelleyebildiği ve tozlaşmanın bitki yumurtalıklarını *U. maydis* enfeksiyonuna karşı daha dayanıklı hale getirdiği rapor edilmiştir (Snetselaar ve ark., 2001). Bu noktada, tozlaşmanın *U. maydis*' in koçan enfeksiyonuna etki eden önemli faktörlerden biri olduğu anlaşılmaktadır.

Bunun yanı sıra, tozlaşmanın rastık hastalığı üzerine etkisini sağlıklı olarak tespit etmek için inokulasyonun doğru zamanda yapılması gerekmektedir. Çalışmamızda daha önceden yapılan çalışmalardaki inokulasyon zamanları değerlendirilmiş ve en uygun zamanda (bitki tozlaşması gerçekleşmeden, ipekler oluştuktan 2-3 gün sonra) inokulasyon yapılmıştır. Nitekim, du Toit ve Pataky (1999a) mısır rastığına karşı mısır hat ve çeşitlerinin reaksiyonlarının doğru değerlendirilmesi için, *U.maydis* ile inokulasyonların tam olarak zamanlamalarının ayarlamasının zorunlu olduğunu, bu noktada mısır hat ve çeşitlerinin hastalığa karşı duyarlılıklarının belirlenmesini zorlaştıran enfeksiyonun düşük seviyelerinden koçanların ipek oluşumundan sonraki 2-4 gün sonra inokule edilmesiyle kaçınılabileceğini rapor etmişlerdir. Bunun yanı sıra, Reid ve ark. (1992) mısır koçanlarının *F. graminearum* enfeksiyonuna hassasiyetlerinde benzer bir periyod gözlemlemişlerdir. Araştırıcılar *F. graminearum*' a dayanıklılığın incelenmesi için ipek inokulasyonunu kullandıklarında, tüm bitkilerin ipek oluşumundan 4-7 gün sonra aynı olgunlukta inokule edilmeleri gerektiğini bildirmişlerdir.

Bununla birlikte mısır hat ve çeşitlerinin rastık hastalığına karşı reaksiyonlarının doğru olarak değerlendirilmesi için inokulum miktarı ve inokulasyonu yapan kişiler de önem arz etmektedir. Çünkü farklı inokulum miktarlarında ve farklı kişilerin inokulasyonlarında rastığa hassas bulunan çeşitler gerçekte hastalığa dayanıklı olabilir. Bu bağlamda, çalışmamızda daha önce yapılan çalışmalar değerlendirilmiş ve koçan inokulasyonu ipek (koçan püskülü) oluşumundan sonra (bitki tozlaşması gerçekleşmeden önce) her bir bitkiye $3x10^6$ sporidia /ml + $1x10^6$ klamidiospor /ml yoğunluğunda 3 cc inokulum enjektörle her bitkinin koçan püskülünün çıktığı uç kısmından verilmiştir. Nitekim, du Toit ve Pataky (1999b) mısır rastığına karşı bitki dayanıklılığının test edilmesi için inokulum konsantrasyonunun kontrol edilmek

zorunda olduğunu ve 10^5 - 10^6 sporidia/ml arasındaki konsantrasyonların inokulum konsantrasyonundan kaynaklanan varyasyonu minimize ettiğini rapor etmiştir.

Mısır koçanlarında gallerin gelişmesi ve büyümesiyle birlikte koçanı çevreleyen koçan kavuzları gevşeyerek açılmakta ve böylece mısır tohumları çeşitli patojenlerin açık hedefi haline gelmektedir. Yapılan bir çalışmada, Sutton ve ark. (1980)' da koçan yapraklarının gevşeyerek açılması ve yırtılmasının fungal gelişmeye uygun hale getiren bir faktör olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmamızda ayrıca koçan inokulasyonu sonucunda rastık gali gelişen koçanlardaki mısır taneleri kese kağıtlarına alınarak, rastıklı koçanlarda tanelerdeki fungal flora tespit edilmiştir. Hastalıklı koçanlarda fungal floranın belirlenmesi amacıyla, 136 numuneden iki yılda toplam 124 fungus izolatı elde edilmiştir. Fungus morfolojik özelliklerine göre yapılan tanılama çalışmaları sonucunda izole edilen genuslar izole edilme sıklıklarına göre sırasıyla; *Aspergillus* (% 31.4), *Paecilomyces* (% 21.7), *Fusarium* (% 18.5), *Rhizopus* (% 12.9), *Acremonium* (% 8.8) ve *Penicillium* (% 6.4) olmuştur (Şekil 4.29). Denemelerimizde ayrıca tespit edilen altı cins içerisinde en baskın olan türlerin *Aspergillus fumigatus, Aspergillus niger, Aspergillus parasiticus, Paecilomyces lilacinus, Fusarium oxysporum, Fusarium solani, Penicillium citrinum* ve *Rhizopus stolonifer* olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.30). Daha önce mısır tanelerindeki fungal flora ile ilgili yapılan araştırmalarda, çalışmamızdaki gibi rastıklı koçanlarda bulunan tanelerdeki fungal flora üzerine çalışılmamıştır. Bu noktada, koçan çürüklüğü simptomları gösteren veya simptom göstermeyen koçanlardan veya hutta hasat edilen depolanmış mısır tanelerinden toplanan numunelerdeki fungal flora ile ilgili yapılan bazı araştırmalar değerlendirilecektir.

Avustralya' da kuzey Queensland bölgesinde toplanan mısır numunelerinde en sıklıkla izole edilen funguslar sırasıyla *Fusarium moniliforme, F. subglutinans, F. oxysporum, Aspergillus flavus, A. niger, Penicillium* sp., *Trichoderma* sp., *Nigrospora* sp., *Curvularia* sp., *Drechslera* sp., *Acremonium zeae* ve *Rhizoctonia* sp. olmuştur (Blaney ve ark., 1986). Kenya' da yapılan bir çalışmada, depolanmış mısır ve mısır ürünlerinden dört fungus genusu ve onaltı fungus türü izole edilmiştir. İzole edilen fungus türlerinden en önemlilerinden bazıları; *Aspergillus flavus, Fusarium moniliforme, Penicillium stoloniferum, P. cyclopium* ve *P. funiculosum* olmuştur (Gacheri, 1990). Bunun yanı sıra, Gana' da Accra yöresinde mısır numunelerinin mikolojik incelenmesi sonucunda en baskın genusların *Aspergillus* spp. (% 76.4) ve *Penicillium* spp. (% 19.9) olduğu saptanmıştır (Kpoda ve ark., 2000). Ayrıca, Ülkemizde Doğu Karadeniz bölgesinde yapılan bir çalışmada 5 ilden toplanan 165 mısır

numunesinde en yaygın fungusların *Aspergillus* spp., *F. graminearum* [*Gibberella zeae*], *F. proliferatum, F. verticillioides, Nigrospora oryzae* [*Khuskia oryzae*], *Penicillium* spp. ve *Rhizopus stolonifer* olduğu rapor edilmiştir (Demirci ve Kordalı, 2000).

Mısırda tohum kaynaklı fungal patojenler üzerine pek çok çalışma yapılmış olup, bizim çalışmamız rastıklı koçanlardaki tanelerin fungal flora açısından değerlendirilmesi üzerine ilk çalışmadır. Bununla birlikte, Qazvin(İran)' de yapılan çalışmada mısır koçan ve tanelerinde enfekteli koçanlardan 5 cinse ait 58 farklı fungus izolatı izole edilmiş ve *Fusarium moniliforme, F. proliferatum, F. graminearum, Aspergillus niger, Penicillium* spp. *Rhizopus stolonifer* ve *Aspergillus* spp. 'nin koçanlarda patojenik olduğu ve tipik simptomlara neden olduğu saptanmıştır (Davoodee ve Fahmideh, 2003). 2001 yılında Güney Kore' nin Dongguk Universitesi arazisinden bazı mısır çeşitleri/hatlarından toplanan örneklerde tohum-kaynaklı *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler, *Aspergillus niger* Van Tiegh, *Fusarium moniliforme* Sheldon, *Fusarium* sp., *Penicillium* sp. ve *Ustilago zeae* Unger tespit edilmiştir (Basak ve Lee, 2002).

Bunların yanı sıra, Brezilya' da yeni hasat edilmiş ve depolanmış mısırlarda sırasıyla *Fusarium* spp., *Penicillium* spp. ve *Aspergillus* spp.' nin en baskın fungus genusları oldukları rapor edilmiştir (Orsi ve ark., 2000). Balıkesirde yapılan bir çalışmada ise, dezenfekte edilen mısır tanelerinde yaygın olarak izole edilen genuslar; *Aspergillus* spp. (% 25), *Fusarium* spp. (% 21), *Rhizopus* spp. (% 21) ve *Penicillium* spp. (% 13) olmuştur. Bu örneklerde en sıklıkla izole edilen türler ise; *Aspergillus tubingensis* (% 5.0), *A. foetidus* var. *acidus* Naka, Simo ve Wat (% 5.0), *Fusarium proliferatum* (Matsushima) Nirenberg (%17.1), *Rhizopus oligosporus* (% 57) ve *Penicillium oxalicum* Currie ve Thom (% 7.6) olmuştur (Aşkun, 2006).

Uganda' nın üç tarım bölgesinden toplanan mısır numunelerinden *Aspergillus, Fusarium, Penicillium* ve *Rhizopus* genuslarının en baskın fungus genusları olduğu ve en yüksek oranda izole edilen türlerin ise sırasıyla *A. niger A. flavus, F. verticillioides, A. wentii, A. penicillioides* ve *Rhizopus stolonifer* olduğu rapor edilmiştir (Kaaya ve Kyamuhangire, 2006). Bununla birlikte, Sitara ve Akhter (2007) Pakistan' da yaptıkları bir çalışmada, mısır tohum numunelerinden 7 cinss ve 11 fungus türü (*Aspergillus niger, A. flavus, A. wentii, Chaetomium* sp., *Drechslera* sp., *Fusarium chlamydosporum, F. oxysporum, F. moniliforme, F. semitectum, F. nivale, Nigrospora sp., Phoma* sp. ve *Rhizopus* sp.) izole etmişlerdir. Ayrıca, Tanzanya ve Kongo' da çeşitli pazarlar ve

köylerden toplanan mısır numunelerinde baskın flora *Aspergillus* spp. (% 3.3–% 39.5) ve *Fusarium* spp. (% 42–% 70.5) olmuştur (Manjula ve ark., 2009).

Bunların yanı sıra, Pakistan' ın farklı yerlerinden toplanan 100 mısır numunesinden 23 fungus genusuna ait toplam 56 türün izole edildiği ve numunelerin yaklaşık % 70 ' inin *Aspergillus flavus, A. niger, A. wentii* ve *Penicillium* spp. ile kolonize edildiği bildirilmiştir (Niaz ve Dawar, 2009). Ayrıca, 2006 yılında Zambiya' da 11 yöreden toplanan mısır tane numunelerinde en sıklıkla izole edilen fungusların sırasıyla; *F. verticillioides, S. maydis, A.flavus, Fusarium graminearum, Aspergillus niger, Penicillium* spp., *Botrydiplodia* spp., ve *Cladosporium* spp. olduğu rapor edilmiştir (Mukanga ve ark., 2010).

Umbria' da (Orta Italya) 2006 ve 2007 yıllarında yapılan sürveylerde mısır tanelerinde en fazla oranda tespit edilen fungus cinsleri sırasıyla *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp. ve *Penicillium* spp. olmuştur (Covarelli ve ark., 2011). Ayrıca, 2007 yılında Pakistan' ın Swat Vadisinden toplanan numunelerde *Aspergillus, Fusarium, Penicillium* ve *Rhizopus* en yaygın fungus cinsleri olarak rapor edilmiştir (Shah ve ark., 2010). Sırbistan'da yapılan bir çalışmada ise, üç farklı ticari mısır hibridinin (PR 34N43, PR 36K67 ve PR 37N01) tohumlarından *Fusarium, Penicillium, Aspergillus* ve *Alternaria* cinslerinden funguslar izole edilmiştir (Mašırevıć ve ark., 2012). Ayrıca, 2012 yılında Sırbistan' da yapılan diğer bir çalışmada toplam 29 mısır numunesi analiz edilmiş olup en yüksek hastalık oranları sırasıyla *Rhizopus* (% 56.41), *Aspergillus* (% 43.66), *Fusarium* (% 14.97), *Penicillium* (% 3.31), *Acremonium* (% 1.38), *Alternaria* (% 0.75) ve *Cladosporium* (% 0.14) cinslerinde saptanmıştır (Krnjaja ve ark., 2013).

Mısır taneleri hasat ve hasat sonrasında bazı tohum kaynaklı funguslar tarafından enfekte edilmektedir ki bu funguslar insan ve hayvanlarda kanser ve sindirim sistemi hastalıkları gibi hastalıklarda büyük rollere sahip toksin üreten fungusları kapsamaktadır (Mostafa ve Kazem, 2011). Bunun yanı sıra, Gacheri (1990) Kenya' da depolanmış mısır ve mısır ürünlerinden 214 numunenin tamamını potansiyel toksijenik funguslar ile bulaşık bulmuştur. Araştırıcı, çalışma sonuçlarının, Kenya' da mısır ve mısır ürünlerinin çeşitli toksijenik funguslar ile bulaşık olduğunu ve bazı toksijenik fungusların varlığının (*Penicillium islandicum, Aspergillus terrus, Aspergillus clavatus*) mısır ürünlerinde mikotoksinlerin bulunabileceğine işaret ettiğini rapor etmiştir. Yapılan diğer pek çok çalışmalarda da çeşitli fungal patojenlerin mısır tanelerindeki varlıklarının mikotoksin üretilmesinde çok büyük önem taşıdıkları vurgulanmıştır. Çalışmamızda rastıklı koçanlardaki tanelerde tespit ettiğimiz fungus cinslerinin (*Aspergillus,*

Paecilomyces, Fusarium, Rhizopus, Acremonium ve *Penicillium*) mikotoksin üretme potansiyelinde olduklarından dolayı rastıklı koçanların hasat edilmesiyle sözkonusu mısır tanelerinin tüketime sunulması sonucunda gerek insan ve gerekse hayvan sağlığı açısından tehdit potansiyelinde olduğu anlaşılmaktadır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5. 1. Sonuçlar

İki yıllık araştırmada elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, mısır rastık hastalığının bitkinin toprak üstü aksamlarında oluşturduğu galler nedeniyle mısır verimini direkt ve endirekt olarak etkilediği, çeşitlere göre değişmekle beraber önemli ürün kayıplarına neden olabildiği ve tozlaşmanın koçan enfeksiyonları üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Bunların yanı sıra koçanlarda rastık gallerinin gelişmesiyle birlikte sözkonusu koçanlardaki mısır tanelerinin sağlıklı bitkilerin koçanlarındaki tanelere göre daha küçük, mat olduğu ve rastıklı koçanlardaki tanelerin çeşitli fungal patojenlerin etkisine maruz kalabildiği saptanmıştır. Bununla birlikte, rastıklı koçanlardaki tanelerin çeşitli fungal etmenlere yataklık sağladığı, sözkonusu patojenlerin mikotoksin üretme potansiyelinde oldukları ve ürünün pazarlanmasını güçleştirdiği de anlaşılmıştır. Ayrıca galli koçanlarda gelişen fungal flora gerek ürün kalitesi ve pazarlanması ve gerekse oluşturduğu mikotoksinler ile insan ve hayvan sağlığı açısından risk teşkil etmektedir.

Mısır tahıl bitkileri içinde dünyada en fazla üretilen ürün olmakla beraber, ülkemizde tahıllar içinde buğday ve arpadan sonra üçüncü sırada yer almaktadır. Bu bağlamda mısır üretiminde verim ve kaliteyi etkileyen mısır rastık hastalığı ile mücadele edilmesi önem arz etmektedir. Hastalığın kimyasal mücadele olanağının bulunmaması, hastalıkla mücadeleyi güçleştiren en önemli sorunların başında gelmektedir. Buna karşılık hastalıkla mücadelede aşağıda sıralanan hususlara dikkat edilmesi gerekmektedir.

5. 2. Öneriler

(1)- *U. maydis* klamidiosporları kışı toprak, bitki kalıntıları ve rastık gallerinde geçirmekte ve 2-3 yıl bu şekilde canlılıklarını devam ettirebilmektedirler. O nedenle hasattan sonra bitki kalıntılarının imha edilmesi gerekmektedir.

(2)- Bitki üzerinde rastık galleri görüldüğünde patlamasına olanak verilmeden toplanarak derine gömülmeli veya yakılarak imha edilmelidir. Bu yöntem, küçük işletmelerde uygulanabilirken, büyük işletmelerde ise uygulanabilirliği pek mümkün gözükmemektedir. Bununla birlikte, büyük işletmelerde bitki üzerinde rastık galleri

görüldüğünde patlamalarına fırsat verilmeden uygun şekilde imha edilmesi inokulum miktarının azaltılması bakımından önem taşımaktadır.

3)- Hastalıkla mücadelede hassas çeşitlerin yetiştirilmemesi gerekmektedir.

4)- *U. maydis* klamidiosporlarının toprakta 2-3 yıl canlılığını koruyabileceği göz önüne alındığında en az 2-3 yıllık bir münavebenin uygulanması gerekmektedir.

5)- Mısır bitkilerinin ideal yetiştirme koşullarında yetiştirilmesiyle konukçu direnci ve dolayısıyla hastalığa karşı dayanıklılığın arttırılması önemlidir.

6)- Mısır rastık hastalığı ile mücadelede en etkili tedbirin dayanıklı çeşit kullanılması olduğu bilinmektedir. Bu noktada, mevcut mısır hat ve çeşitlerinin rastık hastalığına karşı reaksiyonlarının saptanarak ıslah programlarında hastalığa karşı dayanıklı veya en azından yarı-dayanıklı reaksiyon göstermiş kaynakların değerlendirilmesi uzun vadede hastalıkla mücadeleyi daha etkin kılma imkânı sağlayacaktır.

7)- Hastalıkla mücadelede başarılı olmak için ayrıca konu ile ilgili gerek *in vitro* ve gerekse *in vivo* koşullarda daha fazla araştırmanın yapılması önemlidir. Bununla birlikte, ülkemizde önemli tahıl ürünlerinden biri olan mısır bitkisinden en yüksek seviyede verim alınabilmesi için rastık hastalığı ile mücadele imkânlarının genişletilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Adejumo, T., Hettwer, U., Nutz, S. and Karlovsky, P., 2010, Real-Time PCR and agar plating method to predict *Fusarium verticillioides* and fumonisin B_1 content in Nigerian maize, *Journal of Plant Protection Research*, 49 (4), 399–404.

Adjei, J., 2011, Investigation into fungal seedborne pathogens of farmer-saved seed maize (*Zea mays* L.) collected from three ecological zones of Ghana and efficacy of plant extracts in controlling the pathogens, MSc, Abstract, *College of Agriculture and Natural Resources Faculty of Agriculture Department of Horticulture*, Ghana.

Agrios, G. N., 2004, Plant Pathology, (Fifth Edition), *Elsevier Academic*, Burlington, U. S. A., 582-588.

Aja-Nwachukwu, J. and Emejuaiwe, S. O., 1994, Aflatoxin-producing fungi associated with Nigerian maize, *Environmental Toxicology and Water Quality*, 9: 17–23.

Aktaş, H., 2001, Önemli hububat hastalıkları ve sürvey yöntemleri, *Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı*, Ankara, 74.

Aktaş, M., 1995, Bitki besleme ve toprak verimliliği, III. Baskı, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayınları* no: 1429, ders kitabı, 416.

Altınok, H. H. ve Dikilitaş, M., 2011, Mısırda (*Zea mays* L.) fungal enfeksiyonlar sonucu oluşan fumonisinlerin insan ve çevre sağlığı açısından değerlendirilmesi, *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15 (3), 9-19.

Altıparmak, G., 2007, Samsun ili mısır ekim alanlarında koçan çürüklüğüne neden olan *Fusarium* spp.'nin saptanması, fumonisin b_1, fumonisin b_2 ve deoxynivalenol düzeylerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Özet, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Samsun.

Anonymous, 2013a, http://faostat3.fao.org/home/index.html#VISUALIZE_TOP_20, [Ziyaret Tarihi: 10 şubat 2013].

Anonim, 2013b, http://www.tuik.gov.tr/Gosterge.do?İd=3751&metod=Ilgili Gosterge, [Ziyaret Tarihi: 18 şubat 2013].

Anonymous, 2013c, http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567, [Ziyaret Tarihi: 18 Şubat 2013].

Anonim, 2013e, http://www.mgm.gov.tr/sondurum/toplam-yagis.aspx, [Ziyaret Tarihi: 9 Mart 2013].

Anonim, 2013f, http://www.antalya.mgm.gov.tr/tahmin-tum-merkezler.aspx, [Ziyaret Tarihi: 12 Kasım 2013].

Arin˜o, A., Juan, T., Estopan˜An, G. and Gonza´Lez-Cabo, J., 2007, Natural occurrence of *Fusarium* species, fumonisin production by toxigenic strains and concentrations of fumonisins B1 and B2 in conventional and organic maize grown in Spain, *Journal of Food Protection*, 70 (1), 151–156.

Arthur, J. C. and Stuart, W., 1900, Corn smut, *Indiana Agr. Expt. Sta. Ann. Rept*., 12:84-135.

Aşkun, T., 2006, Investigation of fungal species diversity of maize kernels, *Journal of Biological Sciences*, 6 (2), 275-281.

Atehnkeng, J., Ojiambo, P. S., Donner, M., Ikotun, T., Sikora, R. A., Cotty, P. J. and Bandyopadhyay, R., 2007, Distribution and toxigenicity of Aspergillus species isolated from maize kernels from three agro-ecological zones in Nigeria, *International Journal of Food Microbiology*, 122 (1–2), 74–84.

Aydoğdu, M. and Boyraz, N., 2006, Determination of susceptibility of some maize varieties against corn smut caused by *Ustilago maydis* (DC) Corda, *J. Turk. Phytopath*., 34 (1-3), 33-41.

Aydoğdu, M. and Boyraz, N., 2011, Effects of nitrogen and organic fertilization on corn smut (*Ustilago maydis* (DC) Corda.). *African Journal of Agricultural Research*, 6 (19), 4539-4543.

Aydoğdu, M., 2006, Bazı mısır çeşitlerinin rastık hastalığına (*Ustilago maydis* (DC) Corda.) karşı duyarlılıklarının belirlenmesi ve gübrelemenin hastalık üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 58.

Bankole, S. A. and Mabekoje, O. O., 2004, Occurrence of aflatoxins and fumonisins in preharvest maize from south-western Nigeria, *Food Additives & Contaminants*, 21 (3), 251-255.

Banuett, F., 1995, Genetics of *Ustilago maydis*, a fungal pathogen that induces tumor in maize, *Annual Review of Genetics*, 29: 179–208.

Bari, R. and Jones, J. D. G., 2009, Role of plant hormones in plant defence responses, *Plant Mol. Biol.*, 69:473–488.

Barnes, C. W., Szabo, L. J., May, G. and Groth, J. V., 2004, Inbreeding levels of two *Ustilago maydis* populations, *Mycologia*, 96:1236-1244.

Barnett, H. L. and Hunter, B. B., 1972, Illustrated Genera of Imperfect Fungi, *Third Edition*, Minneapolis.

Basak, A. B. and Lee, M. W., 2002, Prevalence and transmission of seed-borne fungi of maize grown in a farm of Korea, *Mycobiology*, 30 (1), 47-50.

Basse, C. W. and Steinberg, G., 2004, *Ustilago maydis* model system for analysis of the molecular basis of fungal pathogenicity, *Molecular Plant Pathology*, 5 (2), 83–92.

Bessey, C. E., 1884, The smut of Indian corn, *Iowa Agr. Coll. Bull*., 1884:127-129.

Bii, F., Wanyoike, W., Nyende, A. B., Gituru, R. W. and Bii, C., 2012, Fumonisin contamination of maize (*Zea mays*) in aflatoxin 'hot' zones in eastern province of Kenya, *Afr. J. Health Sci*., 20:28-36.

Blaney, B. J., Ramsey, M. D. and Tyler, A., 1986, Mycotoxins and toxigenic fungi in insect-damaged maize harvested during 1983 in far North Queensland, *Australian Journal of Agricultural Research*, 37 (3), 235 – 244.

Bojanowski, J., 1969, Studies of inheritance of reaction to common smut in corn, *Theor. Applied Genet*., 39:32-42.

Bremer, H., İşmen, G. K. ve Özkan, M., 1948, Türkiye' nin parazitik mantarları üzerinde incelemeler, *İstanbul Üniversitesi Fen Fak. Mec.* Seri B-13 (1), 1-53.

Brohi, A., Aydeniz, A., Karaman, M. R. ve Erşahin, S., 1994, Bitki besleme, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*: 4, Kitaplar Serisi: 4, Tokat.

Brohi, A. R., Aydeniz, A. ve Karaman, M. R., 1997, Toprak verimliliği, Genişletilmiş II. Baskı, *Türk Hava Kurumu Basımevi*, Ankara.

Bruce, S. A., Saville, B. J. and Neil Emery, R. J., 2011, *Ustilago maydis* produces cytokinins and abscisic acid for potential regulation of tumor formation in maize, *J. Plant Growth Regul*., 30:51–63.

Caltrider, P. G. and Gottlieb, D., 1966, Effects of sugar on germination and metabolism of teliospores of *Ustilago maydis*, *Phytopathology*, 56:479–484.

Chalker-Scott, L., 1999, Environmental significance of anthocyanins in plant stress responses, *Photochem. Photobiol*., 70, 1–9.

Christensen, J. J., 1963, Corn smut caused by *Ustilago maydis*, Monograph 2, *American Phytopathological Society*, St. Paul, MN.

Christensen, J. J. and Johnson, I. J., 1935, Field reaction of varieties and selfed lines of corn to different collections of *Ustilago zea*, *J. Agr. Research*, 51:47-57.

Clinton, G. P., 1900, The smuts of Illinois agricultural plants, *Illinois Agr. Expt. Sta. Bull*., 57.

Coffman, F. A., Tisdale, W. H. and Brandon, J. F., 1926, Observations on corn smut at Akron, Colorado, *J. Am. Soc. Agron*., 18:403-410.

Covarelli, L., Beccari, G. and Salvi, S., 2011, Infection by mycotoxigenic fungal species and mycotoxin contamination of maize grain in Umbria, central Italy, *Food and Chemical Toxicology*, 49 (9), 2365–2369.

Davis, G. N., 1936, Some of the factors influencing the infection and pathogenicity of *Ustilago zeae* (Beckm.) Unger on *Zea mays* L. Iowa, *Agr. Expt. Sta. Res. Bul*., 199.

Davoodee, A. and Fahmideh, M., 2003, Identification of fungal agents of corn ear and kernel rots in Qazvin region, http://agris.fao.org/agris search/search/display.do?f=2008%2FIR%2FIR0803.xml%3BIR2007000396, [Ziyaret Tarihi: 14 Mart 2013].

De Hoog, G. S., Guarro, J., Gene, J. and Figueras, M. J., 2000, Atlas of clinical fungi, 2nd edition, vol. 1, *Centraalbureau voor Schimmelcultures*, Utrecht, The Netherlands.

Demirci, E. and Kordali, Ş., 2000, Fungi isolated from corn kernels in the Eastern Black Sea Region, *Journal of Turkish Phytopathology*, 29 (2/3), 79-84.

Desjardins, A. E., Plattner, R. D. and Gordon, T. R., 2000, *Gibberella fujikuroi* mating population A and *Fusarium subglutinans* from teosinte species and maize from Mexico and Central America, *Mycological Research*, 104 (7), 865–872.

Devay, J. E., Covey, R. P. and Nair, P. N., 1957, Corn diseases and their importance in Minnesota in 1956, *Plant Disease Reptr*., 41:505-507.

Dickson, J. G. and Bowman, D. H., 1940, Inoculation experiments and reaction of inbred lines of corn to *Ustilago zeae*, Phytopathology 30:5.

Dikoneva, L. A., 1973, The resistance of self-pollinated sweet corn lines to blister smut (Abs), *Review of Plant Pathology*, 54:127.

Doebley, J. F., Gaut, B. S. and Smith, B. D., 2006, The molecular genetics of crop domestication, *Cell*, 127, 1309–1321.

Doehlemann,G., Wahl, R., Horst, R. J., Voll, L. M., Usadel, Bjo¨rn., Poree, F., Stitt, M., Pons-Ku¨hnemann, J., Sonnewald, U., Kahmann, R. and Kamper, J., 2008, Reprogramming a maize plant: transcriptional and metabolic changes induced by the fungal biotroph *Ustilago maydis*, *The Plant Journal*, 56, 181–195.

Dorn, B., Forrer, H.-R., Schürch, S. and Vogelgsang, S., 2009, *Fusarium* species complex on maize in Switzerland: occurrence, prevalence, impact and mycotoxins in commercial hybrids under natural infection, *European Journal of Plant Pathology*, 125 (1), 51-61.

du Toit, L. J. and Pataky, J. K., 1999a, Effects of silk maturity and pollination on infection of maize ears by *Ustilago maydis*, *Plant Dis*., 83:621-626.

du Toit, L. J. and Pataky, J. K., 1999b, Variation associated with silk channel inoculation forcommon smut of sweet corn, *Plant Dis*., 83:727-732.

Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F., 1987, Araştırma ve deneme metotları (İstatistiksel Metodlar- II), *Ankara Üniv. Ziraat Fak.*, Yayın No: 1021, Ders Kitabı No: 295, Ankara.

Enerson, P. M. and Hunter, R. B., 1980, A technique for screening maize (*Zea mays* L.) for resistance to ear mold incited by *Gibberella zeae* (Schw.) Petch., *Can. J. Plant Sci*,. 60:1123-1128.

Fadl, Ezzat M., 1997, Occurrence and toxigenicity of shape *Fusarium moniliforme* from freshly harvested maize ears with special references to fumonisin production in Egypt, *Mycopathologia*, 140 (2), 99-103.

Gacheri, Muriuki., 1990, Studies on mycoflora of stored maize products: their enumeration and significance, MSc, Abstract, *University of Nairobi*, Kenya.

Garber, R. J. and Quisenberry, K. S., 1925, Breeding corn for resistance to smut (*Ustilago zeae*), *J. Am. Soc. Agron*., 17:132-140.

Garber, R. J. and Hoover, M. M., 1928, Influence of corn smut and hail damage on the yield of certain first-generation hybrids between synthetic varieties, *J. Am. Soc. Argon.*, 20:38-45.

Gençtan, T., Emekliler, Y., Çölkesen, M. ve Başer, İ., 1995, Sıcak iklim tahılları tüketim projeksiyonları ve üretim hedefleri, *Türkiye Ziraat Mühendisliği IV. Teknik Kongresi*, Ankara.

Goertz, A., Sebastian, Z., Spiteller, M., Steiner, U., Dehne, H. W., Waalwijk, C., Vries, I. D. and Oerke, E. C., 2010, *Fusarium* species and mycotoxin profiles on commercial maize hybrids in Germany, *European Journal of Plant Pathology*, 128 (1), 101-111.

González, H. H. L., Resnik, S. L., Boca, R. T. and Marasas, W. F. O., 1995, Mycoflora of Argentinian corn harvested in the main production area in 1990, *Mycopathologia*, 130 (1), 29-36.

Görtz, A., Oerke, E.-C., Steiner, U., Waalwijk, C., Vries, I. D. and Dehne, H.-W., 2008, Biodiversity of *fusarium* species causing ear rot of maize in Germany, *3rd In. FHB Symposium Szeged*, Hungary, 2008, 617.

Gül, H. ve Özçelik, S., 2000, Hububatlarda mikrobiyal bulaşma ve bozulmalar, *Gıda*, 26 (1), 33-39.

Hayes, H. K., Stakman, E. C., Griffee, F. and Christensen, J. J., 1924, Reactions of selfed lines of maize to *Ustilago zeae*, *Phytopathology*, 14:268-280.

Headrick, J. M., Pataky, J. K. and Juvik, J. A., 1990, Relationships among carbohydrate content of kernels, condition of silks after pollination and the response of sweet corn inbred lines to infection of kernels by *Fusarium moniliforme*, *Phytopathology*, 80:487-494.

Henry, W. A., 1881, Feedind corn smut, *Univ. Wisconsin Board of Regents Ann. Rept*., 1881:50-54.

Hitchcock, A. S. and Norton, J. B. S., 1896, Corn smut, *Kansas Agr. Expt. Sta. Bull*., 62:169-212.

Huang, C. J., Chuang, T. Y. And Tseng, T. C., 1990, Remove from marked records contamination of *Aspergillus flavus* on corn kernels and production of aflatoxin by the fungus in Taiwan, *Plant Protection Bulletin* (Taipei), 32 (3), 195-202.

Hussein, H. M., Christensen, M. J. and Baxter, M., 2003, Occurrence and distribution of *Fusarium* species in maize fields in New Zealand, *Mycopathologia*, 156 (1), 25-30.

Immer, F. R. and Christensen, J. J., 1925, The reaction of selfed lines and crosses of maize to *Ustilago zea*, *Phytopathology*, 15:699-707.

Immer, F. R. and Christensen, J. J., 1928a, Determination of losses due to smut infections in selfed lines of corn, *Phytopathology*, 18:599-602.

Immer, F. R. and Christensen, J. J., 1928b, Influence of environmental factors on the seasonal prevalence of corn smut, *Phytopathology*, 18:589-598.

Immer, F. R. and Christensen, J. J., 1931, Further studies on reaction of corn to smut and effect of smut on yield, *Phytopathology*, 21:661-674.

Johnson, I. J. and Christensen, J. J., 1935, Relation between number,size and location of smut infections to reduction in yield of corn, *Phytopathology*, 25:223-233.

Jones, D. F., 1918, Segregation of susceptibility to parasitism in maize, *Am. J. Botany*, 5:295-300.

Jorgensen, J. R., 1929, Effect of smut infection on the yield of selfed lines and F1 crosses in maize, *J. Am. Soc. Argon*., 21:1109-1112.

Kaaya, A. N. and Kyamuhangire, W., 2006, The effect of storage time and agroecological zone on mould incidence and aflatoxin contamination of maize from traders in Uganda, *International Journal of Food Microbiology*, 110 (3), 217–223.

Kahmann, R., Steinberg, G., Basse, C., Feldbrügge, M. and Kämper, J., 2000, *Ustilago maydis*, the causative agent of corn smut disease, In Kronstad, J.W. (ed.), *Fungal Pathology*, Kluwer, Dordrecht, The Netherlands, 347–371.

Kämper, J., Kahmann, R., Bölker, M., Ma, L.-J., Brefort, T., Saville, B. J., Banuett, F., Kronstad, W. J., Gold, S. E., Müller, O., Perlin, M. H., Wösten, H. A. B., Vries, R. de., Ruiz-Herrera, J., Reynaga-Peña, C. G., Snetselaar, K., McCann, M., Martín, J. P., Feldbrügge, M., Basse, C. W., Steinberg, G., Ibeas, J. I., Holloman,W., Guzman, P., Farman, M., Stajich, J. E., Sentandreu, R., González-Prieto, J. M., Kennell, J. C., Molina, L., Schirawski, J., Mendoza-Mendoza, A.,

Greilinger, D., Münch, K., Rössel, N., Scherer, M., Vranes, M., Ladendorf, O., Vincon, V., Fuchs, U., Sandrock, B., Meng, S., Ho, E. C. H., Cahill, M. J., Boyce, K. J., Klose, J., Klosterman, S. J., Deelstra, H. J., Ortiz-Castellanos, L., Li, W., Sanchez-Alonso, P., Schreier, P. H., Häuser-Hahn, I., Vaupel, M., Koopmann, E., Friedrich, G., Voss, H., Schlüter, T., Margolis, J., Platt, D., Swimmer, C., Gnirke, A., Chen, F., Vysotskaia, V., Mannhaupt, G., Güldener, U., Münsterkötter, M., Haase, D., Oesterheld, M., Mewes, H.-W., Mauceli, E. W., DeCaprio, D., Wade, C. M., Butler, J., Young, S., Jaffe, D. B., Calvo, S., Nusbaum, C., Galagan, J. and Birren, B.W., 2006, Insights from the genome of the biotrophic fungal plant pathogen *Ustilago maydis*, *Nature*, 444, 97-101.

Kedera, C. J., Plattner, R. D. and Desjardins, A. E., 1999, Incidence of *Fusarium* spp. and levels of fumonisin B1 in maize in western Kenya, *Appl. Environ. Microbiol.*, 65 (1), 41.

Khozina, I. F., Sokolocskaya, I. V., Keznetsov, L. V. and Polin, A. N., 1986, Effect of smut infection on cytokinin activity in corn seedlings, *Fiziol. Rastenii*, 33:127–133.

Kınacı, E., 1987, Türkiye' de mısır üretiminin geliştirilmesi, problemler ve çözüm yolları sempozyumu, Ankara.

Kırtok, Y., 1998, Mısır üretimi ve kullanımı, *Kocaoluk Basım ve Yayınevi*, İstanbul.

Konig, K., 1972, Investigation on the ecology and control of maize smut (*U. maydis*) (De Corda), (Abstr.), *Review of Applied Mycology*, 51:21.

Kpodo, K., Thrane, U. and Hald, B., 2000, *Fusaria* and fumonisins in maize from Ghana and their co-occurrence with aflatoxins, *International Journal of Food Microbiology*, 61 (2–3), 147–157.

Krnjaja, V. S., Lević, J. T., Stanković, S. Ž., Petrović, T. S. and Lukić, M. D., 2013, Molds and mycotoxins in freshly harvested maize, *Jour. Nat. Sci.*, Matica Srpska Novi Sad, № 124, 111—119.

Kyle, C. H., 1929, Relation of husk covering to smut of corn ears, U. S. *Dept. Agr. Tech. Bull*., 120:1-7.

Lee, K., Pan, J. J. and May, G., 2009, Endophytic *Fusarium verticillioides* reduces disease severity caused by *Ustilago maydis* on maize, *FEMS Microbiol Lett*., 299 (1), 31-37.

León-Ramírez, C. G., Cabrera-Ponce, J. L., Martínez-Espinoz, A. D., Herrera-Estrella, L., Méndez, L., Reynaga-Peña, C. G. and Ruiz-Herrera, J., 2004, Infection of alternative host plant species by *Ustilago maydis*, *New Phytologist*, 164: 337–346.

Logrieco, A., Moretti, A., Altomare, C., Bottalico, A. and Torres E. C., 1993, Occurrence and toxicity of *Fusarium subglutinans* from Peruvian maize, *Mycopathologia*, 122 (3), 185-190.

Logrieco, A., Moretti, A., Ritieni, A., Bottalico, A. and Corda, P., 1995, Occurence and toxigenicity of *Fusarium proliferatum* from preharvest maize ear rot and associated mycotoxins in Italy, *Plant Dis*., 79:727-731.

MacMillan, H. G., 1918, An epidemic of corn smut following hail, *Phytopathology*, 8:584-585.

Manjula, K., Hell, K., Fandohan, P., Abass, A. and Bandyopadhyay, R., 2009, Aflatoxin and fumonisin contamination of cassava products and maize grain from markets in Tanzania and republic of the Congo, *Toxin Reviews (*formerly *Journal of Toxicology: Toxin Reviews*), 28 (2-3), 63-69.

Marsh, S. F. and Payne, G. A., 1984, Preharvest infection of corn silks and kernels by *Aspergillus flavus*, *Phytopathology*, 74:1284- 1289.

Mašırević, S., Medić-Pap, S. and Birvalski, S., 2012, Mycoflora of maize seed, *Research Journal of Agricultural Science*, 44 (2), 58-62.

Matsuoka, Y., Vigouroux, Y., Goodman, M. M., Sanchez, J., Buckler, E. and Doebley, J., 2002, A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping, *PNAS*, 99 (9), 6080-6084.

Maze, P. and Maze, P. J., 1932, Influence of smoking on the body but the infection by *Ustilago maidis*, *Compt. Makes. Soc. Biol*., Paris, 109:835-837.

Mazzani, Claudio., Borges, O., Luzón, O., Barrientos, V. and Quijada, P., 2001, Occurrence of *Fusarium moniliforme* and fumonisins in kernels of maize hybrids in Venezuela, *Brazilian Journal of Microbiology*, 32:345-349.

Mcdonald M. V. and Chapman, R., 1997, The incidence of *Fusarium moniliforme* on mazie from Central America, Africa and Asia during 1992- 1995, *Plant Pathology*, 46, 112-125.

Melchers, L. E., 1921, Ecologic and physiologic notes on corn smut, *Ustilago zeae, Phytopathology*, (Abstract), 11:32.

Mendgen, K. and Hahn, M., 2002, Plant infection and the establishment of fungal biotrophy, *Trends Plant Sci*., 7, 352–356.

Michaelson, M. E., 1957, Factors affecting development of stalk rot of corn caused by *Diplodia zeae* and *Gibberella zeae*, *Phytopathology*, 47:499-503.

Mills, L. J. and Van Staden, J., 1978, Extraction of cytokinins from maize, smut tumors of maize and *Ustilago maydis* cultures, *Physiol. Plant Pathol*., 13:73–80.

Moulton, J. E., 1942, Extraction of auxin from maize, from smut tumors of maize and from *Ustilago zeae*, *Bot. Gaz*., 103:725–739.

Mostafa, A.-T. and Kazem, S. S., 2011, Fungi associated with harvested corn grains of Golestan province in Iran, *Annals of Biological Research*, 2 (5), 681-688.

Mubatanhema, W., Moss, M. O., Frank, M. J. and Wilson, D. M., 1999, Prevalence of Fusarium species of the Liseola section on Zimbabwean corn and their ability to produce the mycotoxins zearalenone, moniliformin and fumonisin B_1, *Mycopathologia*, 148 (3), 157-163.

Mukanga, M., Derera, J., Tongoona, P. and Laing, M. D., 2010, A survey of pre-harvest ear rot diseases of maize and associated mycotoxins in south and central Zambia, *International Journal of Food Microbiology*, 141 (3), 213–221.

Munkacsi, A. B., Stoxen, S. and May, G., 2008, *Ustilago maydis* populations tracked maize through domestication and cultivation in the Americas, *Proc. R. Soc. B.*, 275, 1037–1046.

Ngoko, Z., Marasas, W. F. O., Rheeder, J. P., Shephard, G. S., Wingfield, M. J. and Cardwell, K. F., 2001, Fungal infection and mycotoxin contamination of maize in the humid forest and the western highlands of Cameroon, *Phytoparasitica*, (Abstract), 29 (4).

Niaz, I. and Dawar, S., 2009, Detection of seed borne mycoflora in maize (*Zea mays* L.), *Pak. J. Bot*., 41 (1), 443-451.

Orsi, R. B., Corrêa, B., Possi, C. R., Schammass, E. A., Nogueira, J. R., Dias, S. M. and Malozzi, M. A. B., 2000, Mycoflora and occurrence of fumonisins in freshly harvested and stored hybrid maize, *Journal of Stored Products Research*, 36 (1), 75–87.

Owolade, B. F. Fawole. B. and Osikanlu, Y. O. K., 2000, Fungi associated with maize seed discolouration and abnormalities in South-western Nigeria, *Tropical Agricultural Research and Extension*, (Abstract), 3 (2).

Pan, J. J., Baumgarten, A. M. and May, G., 2008, Effects of host plant environment and *Ustilago maydis* infection on the fungal endophyte community of maize (*Zea mays*), *New Phytologist*, 178: 147–156.

Pataky, J. K., 1990, Production of cuitlacoche, *Ustilago maydis*, (Abstract), *Phytopathology*, 80:1044.

Pataky, J. K., 1991, Production of cuitlacoche [*Ustilago maydis* (DS) Corda] on sweet corn, *Hortscience*, 26 (11), 1374-1377.

Pataky, J. K. and Chandler, M. A., 2003, Production of huitlacoche, *Ustilago maydis*: timing inoculation and controlling pollination, *Mycologia*, 95 (6), 1261–1270.

Pataky, J. K., Nankam, C. and Kerns, M. R., 1995, Evaluation of a silk-inoculation technique to differentiate reactions of sweet corn hybrids to common smut, *Phytopathology*, 85:1323-1328.

Piemeisel, F. J., 1917, Factors affecting the parasitism of *Ustilago zeae*, *Phytopathology*, 7:294-307.

Piperno, D. R. and Pearsall, D. M., 1998, The origins of agriculture in the lowland neotropics, *CA, Academic Press*, San Diego.

Platz, G. A., 1929, Some factors influencing the pathogenicity of *Ustilago zeae* (Beckm.), Unger, Iowa State Coll., *J. Sci*., 3:177-214.

Poehlman, J. M., 1987, Breeding field crops, *Avi Publishing Company*, INC, Wesport, Connecticut, USA.

Pope, D. D. and McCarter, S. M., 1992, Evaluation of inoculation methods for inducing common smut on corn ears, *Phytopathology*, 82:950-955.

Potter, A. A. and Melchers, L. E., 1925, Study of the life history and ecologic relations of the smut of maize, *J. Agr. Research*, 30:161-173.

Probst, C., Njapau, H. and Cotty, P. J., 2007, Outbreak of an acute aflatoxicosis in Kenya in 2004, Identification of the Causal Agent, *Appl. Environ. Microbiol.*, 73 (8), 2762.

Rahjoo, V., Zad, J., Javan-Nikkhah, M., Mirzadi Gohari, A., Okhovvat, S. M., Bihamta, M. R., Razzaghian, J. and Klemsdal, S. S., 2008, Morphological and molecular identification of *Fusarium* isolated from maize ears in Iran, *Journal of Plant Pathology* , 90 (3), 463-468.

Ranker, E. R., 1930a, Synthetic nutrient solutions for culturing *Ustilago zeae*, *J. Agr. Researc*h, 41:435-443.

Ranker, E. R., 1930b, The nature of smut resistance in certain selfed lines of corn as indicated by filtration studies, *J. Agr. Research*, 41:613-619.

Reid, L. M., Bolton, A. T., Hamilton, R. I., Woldemariam, T. and Mather, D. E., 1992, Effect of silk age on resistance of maize to *Fusarium graminearum*, *Can. J. Plant Pathol.*, 14:293-298.

Ritieni, A., Moretti, A., Logrieco, A., Bottalico, A., Randazzo, G., Monti, S. M., Ferracane, R. and Fogliano, V., 1997, Occurrence of fusaproliferin, fumonisin B_1, and beauvericin in maize from Italy, *J. Agric. Food Chem*., 45 (10), 4011–4016.

Rodriguez-Kessler, M., Ruiz, O. A., Maiale, S., Ruiz-Herrera, J. and Jimenez- Bremont, J. F., 2008, Polyamine metabolism in maize tumors induced by *Ustilago maydis*, *Plant Physiol. Biochem*., 46:805–814.

Rowell, J. B. and Devay, J. E., 1953, Factors affecting the partial vacuum inoculation of seedling corn with *Ustilago zeae*, *Phytopathology*, 43:654-658.

Ruiz-Herrera, J. and Martínez-Espinoza, A. D., 1998, The fungus *Ustilago maydis*, from the aztec cuisine to the research laboratory, *Internatl Microbiol*., 1:149–158.

Sade, B., 2001, Mısır tarımı, *Konya Ticaret Borsası yayınları*, Yayın no:1, ikinci baskı, Konya.

Santiagoa, A. P., Saavedraa, E., Camposa, E. P. and Co´rdobaa, F., 2000, Effect of plant lectins on *Ustilago maydis* in vitro, CMLS, *Cell. Mol. Life Sci*., 57 (2000), 1986–1989.

Schaffnit, E. and Volk, A., 1927, About the influence of diet on the sensitivity of plants to parasites, Part I, researches in the field of plant diseases and immunity in the plant kingdom, III. *Gustav Fischer*, Jena.

Schmitt, C. G., 1940, Cultural and genetic studies on *Ustilago zeae*, *Phytopathology*, 30:381-390.

Selby, A. D. and Hickman, J. F., 1897, Corn smut, *Ohio Agr. Expt. Sta. Bull*., 78:92-96.

Sétamou, M., Cardwell, K. F., Schulthess, F. and Hell, K., 1997, *Aspergillus flavus* infection and aflatoxin contamination of preharvest maize in Benin, *Plant Dis*., 81:1323-1327.

Shah, H. U., Simpson, T. J., Alam, S., Khattak, K. F. and Perveen, S., 2010, Mould incidence and mycotoxin contamination in maize kernels from Swat Valley, North West Frontier Province of Pakistan, *Food and Chemical Toxicology*, (Abstract), Volume:48.

Sitara, U. and Akhter, S., 2007, Efficacy of fungicides, sodium hypochlorite and neem seed powder to control seed borne pathogens of maize, *Pak. J. Bot*., 39 (1), 285-292.

Snetselaar, K. M., Carfioli, M. A. and Cordisco, K. M., 2001, Pollination can protect maize ovaries from infection by *Ustilago maydis*, the corn smut fungus, *Can. J. Bot*., Canada, 79 (12), 1390–1399.

Snetselaar, K. M. and Mims, C. W., 1993, Infection of maize stigmas by *Ustilago maydis*, Light and electron microscopy, *Phytopathology*, 83: 843-850.

Sorauer, P., 1962, Handbook of Plant Diseases (Basidiomycetes), *Paul Parey in Berlin and Hamburg*, 3 (4), 747.

Srobarova, A., Moretti, A., Ferracane, R., Ritieni, A. and Logrieco, A., 2002, Toxigenic *Fusarium* species of *Liseola* section in pre-harvest maize ear rot, and associated mycotoxins in Slovakia, *European Journal of Plant Pathology*, 108 (4), 299-306.

Stakman, E. C. and Christensen, J. J., 1927, Heterothallism in *Ustilago zeae*, *Phytopathology*, 17:827-834.

Staller, J., Tykot, R. and Benz, B. F., 2006, Histories of maize: multidisciplinary approaches to the prehistory, linguistics, biogeography, domestication and evolution of maize, *NY: Elsevier*, New York.

Starr, G. H., 1933, A study of the diseases of canning crops (peas and corn) in Minnesota, *Minnesota Agr. Expt. Sta. Tech. Bull*., 89.

Stringfield, G. H. and Bowman, D. H., 1942, Breeding corn hybrids for smut resistance, *J. Am. Soc. Argon.*, 34:468-494.

Sutton, J. C., Baliko, W. and Ve Liu, H. J., 1980, Fungal colonization and zearalenone accumulation in maize ears iniured by birds, *Can. J. Plant Sci*., 60: 453-461.

Thakur, R. P., Leonard, K. J. and Pataky, J. K., 1989, Smut gall development in adult corn plants inoculated with *Ustilago maydis*, *Plant Dis*., 73:921-925.

Tisdale, W. H. and Johnston, C. O., 1926, A study of smut resistance in corn seedlings in the greenhouse, *J. Agr. Research*, 32:649-668.

Thomas, M. D. and Buddenhagen, I. W., 1980, Incidence and Persistence of *Fusarium moniliforme* in symptomless maize kernels and seedlings in Nigeria, *Mycologia* 72 (5), 882-887.

Tunçdemir, M. ve S, İren., 1980, Samsun ve çevresinde mısır rastığı (*Ustilago maydis* (DC) Corda.) 'nin biyoekolojisi üzerinde araştırmalar, Ankara Üniv. Ziraat Fak. diploma sonrası yüksek okulu ihtisas tez özetleri, *Ankara Basımevi*, 1980.

Tunçdemir, M., 1985, Buğday ve mısır hastalıkları semineri, *Orta Anadolu Bölge Zirai Araştırma Enstitüsü*, 25-29 Mart 1985, Ankara.

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, Özet, Doktora Tezi, *Ege üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir.

Umechuruba, C. I., 1986, Effect of Thioral on seed-born fungi associated with maize varieties grown in Eastern Nigeria, *Tropical Pest Management*., 32 (1), 27-30.

Valverde, M. E., Fallah Moghaddaml, P., Zavala-Gallardol, M. S., Pataky, J. K, Paredes-Lopez, O. and Pedersen, W. L., 1993, Yield and quality of huitlacoche on sweet corn ınoculated with *Ustilago maydis*, *Hortscience*, 28 (8), 782–785.

Volk, A., 1931, Contributions to the understanding of the relationship between crops, their parasites and the environment, influences of soil, air, and light on the Empflanglichkeit of plants for diseases, *Phytopathol. Z.*, 3:1-88.

Von Ark, J. A., 1970, *The Genera of Fungi Sporulating in pure culture*, Germany.

Walter, J. M., 1935, Factors affecting the development of corn smut *Ustilago zea*(Beckm.) Unger, Minnesota, *Agr. Exp. Sta. Tech. Bull*., 111.

Warham, E. J., Butler, L. D. and Sutton, B. C., 1996, Seed testing of maize and wheat: *A laboratory guide*, vi, 84 p., Mexico.

Watson, A., Burgess, L. W., Summerell, B.A. and O'Keefe, K., 2006, *Fusarium* spp. Associated with ear rot of maize in the Murrumbidgee irrigation area of new south wales, *6th Triennial Conference 2006*, Maize Associatıon Of Australia.

Wicklow, D. T., 1988, Pattterns of fungal association within maize kernels harvested in North Carolina, *Plant Disease*, 72:113-115.

Wilcoxson, R. D., 1975, The relationship between corn plant population and smut infections, *Plant Dis. Rptr*., 59:678-680.

Wilkinson, R. E. and Kent, G. C., 1944, Some factors determining the infection of corn by *Ustilago zea* (Beckm.) Unger, Iowa, *State Coll. J. Sai*., 19:401-413.

Yanıkoğlu, S., Küçük, İ., Sezer, M. C. ve Meriç H., 1999, Mısır gözlem klavuzu, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tagem, *Sakarya Tar. Arşt. Enst. Müd.* Yayın No:12.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Mehmet AYDOĞDU
Uyruğu : T. C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Feke/Adana 20.03.1980
Telefon : 05337268985
Faks : 242 346 66 58
e-mail : mehmet9498@yahoo.com

EĞİTİM

Derece		Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	:	Gökhöyük Ziraat Meslek Lisesi/ Amasya	**1998**
Üniversite	:	Selçuk Üniversitesi /Ziraat Fakültesi/Konya	**2004**
Yüksek Lisans	:	Selçuk Üniversitesi/ Fen Bilimleri Enstitüsü/ Konya	**2006**
Doktora	:	Selçuk Üniversitesi/ Fen Bilimleri Enstitüsü/ Konya	**Devam- …**

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2000	Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü /Konya	Teknisyen
2004-2006	Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü /Konya	Mühendis
2006-….	Zirai Karantina Müdürlüğü/Antalya	Mühendis

UZMANLIK ALANI

Bitki Koruma/Mikoloji

YABANCI DİLLER

İngilizce

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR

Aydoğdu, M., Aydoğan, S., Ercan B., Güneş, A., 2005, Konya ilinin değişik yörelerinden alınan buğday numunelerinin sürme spor yüklerinin tespiti ve kullanılan tohumluğun niteliği, *Bitkisel Araştırma Dergisi*, Konya, 2: 15–18.

Nicol, J. M., Bolat, N., Bağcı, S. A., Trethowan, R. T., William, M., Hekimhan, H., Yıldırım, A. F., Sahin, E., Elekcioğlu, H., Toktay, H., Tunalı, B., Hede, A., Taner, S., Braun, H. J., Ginkel, M. van., Keser, M., Arısoy, Z., Tulek, A., Erdurmuş, D., Büyük, O. and **Aydoğdu, M.,** 2005, The International breeding strategy for the incorporation of resistance in bread wheat against the soil borne pathogens (Dryland Root Rot and Cyst and Lesion Nemotodes) using conventional and molecular tools, *7th International Wheat Congress 28th Nov-2nd Dec 2005*, Mar del Plata, Argentina.

Aydoğdu, M. ve Boyraz, N., 2005, Bitki büyüme düzenleyicileri (hormon) ve hastalıklara dayanıklılık, *Bitkisel Araştırma Dergisi*, Konya, 1: 35–40.

Nicol, J. M., Bolat, N., Bağcı, S. A., Trethowan, R. T., William, M., Hekimhan, H., Yıldırım, A. F., Sahin, E., Elekcioğlu, H., Toktay, H., Tunalı, B., Hede, A., Taner, S., Braun, H. J., Ginkel, M. van., Keser, M., Arısoy, Z., Tulek, A., Erdurmuş, D., Büyük, O. And **Aydoğdu, M.,** 2006, CIMMYTs International shuttle breeding program to develop wheat lines with Fusarium crown rot and other soil borne pathogen resistance, Session *3:International scab nursery consortium*, March 14-17, El BAtan, CIMMYT Mexico Headquarters.

Aydoğdu, M. and Boyraz, N., 2006, Determination of susceptibility of some maize varieties against corn smut caused by *Ustilago maydis* (DC) Corda, *J. Turk. Phytopath*., Vol. 34 No. 1-3, 33-41, (Yüksek Lisans tezinden yapılmıştır).

Hekimhan, H., Bağcı, S. A., Aktaş, H., Nicol, J. M., **Aydoğdu, M.** and Akbudak., A., 2007, Bazı fungusitlerin Selçuklu- 97 ve Seri-82 buğdaylarının verimleri ile kök ve kökboğazı çürüklüğü hastalık şiddeti üzerine etkisi. *Türkiye II. Bitki koruma Kongresi*, 27-29 Ağustos, Isparta.

Akyazı, R., Köse, E., Arısoy, D., Güleç, G., Gölükçü, Ş. B., Çeşmeli, İ., Örnek, H., Yarba, M. M., Şevik, M. A. ve **Aydoğdu, M.,** 2008, "Antalya ilinde tohumluk ve çiçek soğanlarının ithal ve ihraç durumları", *Türkiye III. Tohumculuk Kongresi Bildirileri*, 25-28 Haziran 2008, Kapadokya – Nevşehir, 109-114.

Bağcı, S. A., Hekimhan, H., Arısoy, R. Z., Taner, A., Büyük, O., Nicol J. M. ve **Aydoğdu, M.**, 2008, Farklı münavebe sistemlerinin hububat kök ve kökboğazı çürüklüğü hastalığı üzerine etkisi, *Ülkesel Tahıl Sempozyumu,* 2-5 Haziran 2008, Konya.

Aydoğdu, M. and Boyraz, N., 2011, Effects of nitrogen and organic fertilization on corn smut (*Ustilago maydis* (DC) Corda.). *African Journal of Agricultural Research*, 6 (19), 4539-4543, 19 September, 2011, (Yüksek Lisans tezinden yapılmıştır).

Aydoğdu, M. ve Boyraz, N., 2011, Bitki Patojeni Funguslara Karşı Kullanılan Mikrobiyal Fungisitler, *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24 (4), 82-90.

Aydoğdu, M. and Boyraz, N., 2012, Stem rust (ug99), seen as a threat globally, *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, Antalya, 25 (1), 23-28.