

Eskişehir İli Mısır Üretim Alanlarında *Fusarium* Türlerinin Teşhisi ve Bazı Toprak
Herbisitlerinin *Fusarium*'a Olan Etkilerinin Belirlenmesi

Semir Turuşkan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bitki Koruma Anabilim Dalı

Mayıs 2025

Identification of *Fusarium* Species in Maize Production Areas of Eskişehir Province and
Determination of The Effects of Some Soil Herbicides on *Fusarium*

Semir Turuşkan

MASTER OF SCIENCE THESIS

Department of Plant Protection

May 2025

Eskişehir İli Mısır Üretim Alanlarında *Fusarium* Türlerinin Teşhisi ve Bazı Toprak
Herbisitlerinin *Fusarium*'a Olan Etkilerinin Belirlenmesi

Semir Turuşkan

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği Uyarınca
Bitki Koruma Anabilim Dalı
Fitopatoloji Bilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman: Doç. Dr. Filiz ÜNAL

“ESOGÜ-BAP tarafından FYL-2023-2948 numaralı proje kapsamında
desteklenmiştir.”

Mayıs 2025

ONAY

Bitki Koruma Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Semir TURUŞKAN'ın YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı “Eskişehir İli Mısır Üretim Alanlarında *Fusarium* Türlerinin Teşhisi ve Bazı Toprak Herbisitlerinin *Fusarium*'a Olan Etkilerinin Belirlenmesi” başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek oybirliği ile kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Filiz ÜNAL

İkinci Danışman :-

Yüksek Lisans Tez Savunma Jürisi:

Üye: Doç. Dr. Filiz ÜNAL

Üye: Prof. Dr. Aysun ÇAVUŞOĞLU

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Doğancahan KAHYA

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr.

Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Doç. Dr. Filiz ÜNAL danışmanlığında hazırlamış olduğum “Eskişehir İli Mısır Üretim Alanlarında *Fusarium* Türlerinin Teşhisi ve Bazı Toprak Herbisitlerinin *Fusarium*'a Olan Etkilerinin Belirlenmesi” başlıklı Yüksek Lisans tezimin özgün bir çalışma olduğunu; tez çalışmamın tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallarına uygun davrandığımı; tezimde verdiğim bilgileri, verileri akademik ve bilimsel ilke ve kurallara uygun olarak elde ettiğimi; tez çalışmamda yararlandığım eserlerin tümüne atıf yaptığımı ve kaynak gösterdiğimi ve bilgi, belge ve sonuçları bilimsel etik ilke ve kurallara göre sunduğumu beyan ederim.

08/05/2025

Semir TURUŞKAN

ÖZET

Eskişehir ili Tepebaşı, Odunpazarı, Alpu, Seyitgazi ilçeleri mısır üretim alanlarındaki *Fusarium* türlerinin ve patojenisitelerinin belirlenmesi amacı ile 2023-2024 yıllarında yapılan survey çalışmalarında 45 tarladan, 180 örnek toplanmıştır. Bitkilerden yapılan izolasyonlar sonucunda toplam 110 adet *Fusarium* izolatu elde edilmiştir. İzole edilen türlerin *F. verticillioides*, *F. culmorum*, *F. proliferatum*, *F. graminearum*, *F. sambucinum*, *F. acuminatum*, *F. chlamydosporum* ve *F. equiseti* türlerine ait oldukları belirlenmiştir. En yaygın türün *F. verticillioides*, en virulent türün ise %96,67 hastalık şiddeti ile *F. graminearum* olduğu tespit edilmiştir. *In vitro* ve *in vivo* koşullarda Isoxaflutole+Thiencarbazone methyl+Cyprosulfamide, Dimethenamid-P+Saflufenacil, S-Metolachlor+Terbuthylazine aktif maddeli toprak herbisitlerinin farklı dozlarının *F. graminearum*'a etkilerinin araştırıldığı çalışmada, *in vitro* koşullarda en yüksek etki %57,23 değeri ile S-Metolachlor+Terbuthylazine aktif maddeli herbisitinin çift doz uygulamasında görülmüştür. Bunu sırasıyla %47,16 ve %39,46 etki ile aynı aktif maddeli herbisitinin üst doz ve önerilen dozları takip etmiştir. Diğer herbisitler değerlendirildiğinde ise, doz yükseldikçe patojeni engelleme oranlarının arttığı gözlenmiştir. Arazi denemelerinde patojene karşı en yüksek etki yine S-Metolachlor+Terbuthylazine aktif maddeli herbisitinde belirlenmiştir. Herbisitinin önerilen dozu patojene karşı %38,6 etki gösterirken, bir üst doz uygulamasında etki %45,31 olarak saptanmıştır. Herbisitlerin bazı bitki gelişim parametrelerine etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda ise her üç herbisitinin de hem patojen uygulanan hem de uygulanmayan alanlarda bitki gelişimini teşvik ederek olumlu yönde etki gösterdiği saptanmıştır. Ayrıca herbisitlerin yabancı otlara olan etkileri de değerlendirilmiştir. Bu çalışmanın, toprak herbisitleri ile toprak kaynaklı patojenler arasındaki ilişkinin ortaya konulması bakımından önemli olduğu, farklı mücadele programları oluşturulurken gelecek çalışmalara farklı bir perspektif sunacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Mısır, Herbisit, *Fusarium*, Sap, Koçan, Çürüklük

SUMMARY

In order to determine *Fusarium* species and pathogenicity in maize production areas of Tepebaşı, Odunpazarı, Alpu, Seyitgazi districts of Eskişehir province, 180 samples were collected from 45 fields in survey studies in 2023-2024. A total of 110 *Fusarium* isolates were obtained as a result of the isolations made from the plants. It was determined that the isolated species belonged to *F. verticillioides*, *F. culmorum*, *F. proliferatum*, *F. graminearum*, *F. sambucinum*, *F. acuminatum*, *F. chlamydosporum* and *F. equiseti*. the most common species was *F. verticillioides* and the most virulent species was *F. graminearum* with 96.67% disease severity in this study. The effects of different doses of soil herbicides containing the active ingredient Isoxaflutole+Thiencarbazone methyl+Cyprosulfamide, Dimethenamid-P+Saflufenacil, S Metolachlor+Terbuthylazine on *F. graminearum* under *in vitro* and *in vivo* conditions were observed, the highest effect was seen in double dose application of herbicide containing the active ingredient S-Metolachlor+Terbuthylazine with a value of 57.23% under *in vitro* conditions. This was followed by the upper dose and recommended doses of herbicide with the same active ingredient with 47.16% and 39.46% effects, respectively. When other herbicides were evaluated, it was observed that as the doses increased, the rates of pathogen inhibition increased. In field trials, the highest effect against the pathogen was again determined for the herbicide containing the active ingredient S-Metolachlor+Terbuthylazine. While the recommended dose of the herbicide showed 38.6% effect against the pathogen, the effect was determined as 45.31% in the application of the upper dose. In the studies investigating the effects of herbicides on some plant development parameters, it was determined that all three herbicides had a positive effect by promoting plant development in both pathogen applied and non-applied areas. It is thought that this study is important in terms of revealing the relationship between soil herbicides and soil-borne pathogens and will provide a different perspective for future studies when different control programs are being developed.

Keywords: Maize, Herbicide, *Fusarium*, Stalk, Ear, Rot

TEŞEKKÜR

Çalışmamın planlanması, yürütülmesi ve tamamlanma sürecinde ilgi ve desteğini esirgemeyen, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım değerli danışmanım Doç. Dr. Filiz ÜNAL'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım boyunca bilgi ve destekleriyle yanımda olan Prof. Dr. Aysun ÇAVUŞOĞLU ve Prof. Dr. İmren KUTLU'ya, teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her alanında, maddi ve manevi desteğini esirgemeyen, her daim yanımda olan eşim Naime DURAN TURUŞKAN ve aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

FYL-2023-2948 numaralı projemize verdiği desteklerden dolayı Eskişehir Osmangazi Üniversitesi bilimsel araştırma projeleri komisyonuna teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	vi
SUMMARY.....	vii
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiii
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....	4
2.1. <i>Fusarium</i> spp. ve Survey Hakkında Yapılan Çalışmalar	4
2.2. Herbisit ve Hastalık İlişkisi Hakkında Yapılan Çalışmalar.....	9
3. MATERYAL VE YÖNTEM	13
3.1. Materyal	13
3.2. Yöntem.....	13
3.2.1. Survey çalışmaları.....	13
3.2.2. İzolasyon ve teşhis çalışmalarında kullanılan besi ortamları	14
3.2.3. Bitkilerden izolasyon çalışmaları	15
3.2.4. Tek spor izolasyonu	16
3.2.5. İzolatların tür teşhisi.....	17
3.2.5.1. <u>Klasik metotlarla teşhis</u>	17
3.2.5.2. <u>Moleküler metotlarla teşhis</u>	17
3.2.6. Patojenisite testleri	19
3.2.7. Herbisitlerin etkilerinin belirlenmesi	22
3.2.7.1. <u>In vitro</u> koşullarda herbisitlerin patojene etkilerinin belirlenmesi	22
3.2.7.2. <u>In vivo</u> koşullarda herbisitlerin patojene etkilerinin belirlenmesi	23
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	28
4.1. Survey Çalışmaları	28
4.2. Bitkiden İzolasyon ve Teşhis Çalışmaları	28
4.3. Patojenisite Testleri	34
4.4. Herbisitlerin Etkilerinin Belirlenmesi	38
4.4.1. <u>In vitro</u> koşullarda herbisitlerin patojenin miselial gelişimine etkileri.....	38
4.4.2. <u>In vivo</u> koşullarda herbisitlerin hastalık şiddeti ve bitki gelişimine etkilerinin belirlenmesi.....	43
4.4.2.1. <u>In vivo</u> koşullarda herbisitlerin hastalık şiddetine etkileri.....	43
4.4.2.2. <u>In vivo</u> koşullarda herbisitlerin bitki gelişimine etkileri	49
4.4.2.3. <u>Bitki boyu</u>	49
4.4.2.4. <u>Yaprak eni</u>	52
4.4.2.5. <u>Yaprak boyu</u>	53
4.4.2.6. <u>Yaprak sayısı</u>	54
4.4.2.7. <u>Kök boğazı çapı</u>	55
4.4.2.8. <u>Kök uzunluğu</u>	56
4.4.2.9. <u>Kök ağırlığı</u>	58
4.4.3. Herbisit uygulanmayan alanlarda tespit edilen yabancı otlar.....	59
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	66
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	69

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Arazi çalışmalarında toplanan hastalıklı bitki örnekleri.....	14
3.2. Karanfil yaprak agar hazırlığı.....	15
3.3. Araziden getirilen mısır bitkilerinden fungus izolasyon çalışmaları.....	16
3.4. İzolasyon çalışmaları sonucu elde edilen bazı <i>Fusarium</i> izolatları.....	16
3.5. Patojenisite çalışması için inokulum hazırlığı.....	21
3.6. Patojenisite testi öncesi toprak hazırlığı ve sterilizasyonu.....	21
3.7. Patojenisite tesleri için saksılara bitki ekimi ve sonrasında gelişen bitkilerin incelenmesi.....	22
3.8. Arazi denemeleri için inokulum hazırlığı hazırlığı ve tohum ekimi.....	26
3.9. Arazi uygulamalarında herbisit dozlarının hazırlanması ve uygulanması.....	26
4.1. Çalışma sonucu izole edilen <i>F. graminearum</i> (A) ve <i>F. proliferatum</i> (B) türlerinin koloni ve konidi mikroskop görüntüleri.....	30
4.2. Çalışma sonucu izole edilen <i>F. culmorum</i> (A) ve <i>F. verticillioides</i> (B) türlerinin koloni ve konidi mikroskop görüntüleri.....	31
4.3. İzolatların moleküler teşhis çalışmaları sırasında elektroforez sonrası elde edilen bazı jel görüntüleri.....	32
4.4. Patojenisite çalışması sonucu izolatların hastalık şiddeti değerlerini gösteren grafik..	37
4.5. Patojenisite çalışmalarında değerlendirilen bazı örnekler.....	38
4.6. Petri denemelerinde farklı herbisit dozlarının patojenin miselial gelişimine etkileri (1. herbisit; Isoxaflutole+Thiencarbazone methyl+Cyprosulfamide, 2. herbisit; Dimethenamid-P+Saflufenacil, 3. herbisit; S-metolachlor-Terbuthylazine).....	39
4.7. Petri denemelerinde farklı herbisit dozlarının patojenin miselial gelişimine etkileri...	41
4.8. Tarla koşullarında uygulanan herbisit-patojen uygulamalarındaki hastalık şiddeti değerlerini gösteren grafik.....	44
4.9. Isoxaflutole+Thiencarbazone methyl+Cyprosulfamide ve <i>F. graminearum</i> uygulanan alanlardaki mısır bitkisinde meydana gelen hastalık belirtileri.....	46
4.10. Dimethenamid-P+Saflufenacil ve <i>F. graminearum</i> uygulanan alanlardaki mısır bitkisinde meydana gelen hastalık belirtileri.....	47
4.11. S-Metolachlor+Terbuthylazine ve <i>F. graminearum</i> uygulanan alanlardaki mısır bitkisinde meydana gelen hastalık belirtileri.....	48

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.12. Herbisitlerin farklı dozlarının patojenli ve patojensiz alanda bitki boyuna etkileri ...	51
4.13. Herbisitlerin farklı dozlarının patojenli ve patojensiz alanda yaprak enine etkileri...	52
4.14. Herbisitlerin farklı dozlarının patojenli ve patojensiz alanda yaprak boyuna etkileri	53
4.15. Herbisitlerin farklı dozlarının patojenli ve patojensiz alanda yaprak sayısına etkileri	54
4.16. Herbisitlerin farklı dozlarının patojenli ve patojensiz alanda kök boğazı çapına etkileri	56
4.17. Herbisitlerin farklı dozlarının patojenli ve patojensiz alanda kök uzunluğuna etkileri	57
4.18. Herbisitlerin farklı dozlarının patojenli ve patojensiz alanda kök ağırlığına etkileri .	58
4.19. Herbisit uygulanmayan alanlardaki yabancı ot türleri: <i>Gastrocotyle hispida</i> (a), <i>Centaurea aspera</i> (b), <i>Chenopodium album</i> (c), <i>Digitaria sanguinalis</i> (d), <i>Echinochloa</i> <i>crus galli</i> (e), <i>Anchusa arvensis</i> (f), <i>Anchusa azureas</i> (g), <i>Portulaca oleracea</i> (h), <i>Poa</i> <i>annua</i> (i), <i>Seteria verticillata</i> (j), <i>Malva neglecta</i> (k), <i>Lamium amplexicaule</i> (l), <i>Hibiscus trionum</i> (m), <i>Senecio vulgaris</i> (n), <i>Hypochaeris glabra</i> (o), <i>Xanthium</i> <i>strumarium</i> (p), <i>Amaranthus retroflexus</i> (r), <i>Cirsium arvense</i> (s).....	59
4.20. Isoxaflutole+Thiencarbazone methyl+cyprosulfamide'in üç farklı dozunun uygulandığı patojenli parsellerdeki yabancı ot yoğunluğu	60
4.21. Isoxaflutole+Thiencarbazone methyl+cyprosulfamide'in üç farklı dozunun uygulandığı patojensiz parsellerdeki yabancı ot yoğunluğu	61
4.22. Dimethenamid-P+Saflufenacil'in üç farklı dozunun uygulandığı patojenli parsellerdeki yabancı ot yoğunluğu	61
4.23. Dimethenamid-P+Saflufenacil'in üç farklı dozunun uygulandığı patojensiz parsellerdeki yabancı ot yoğunluğu	62
4.24. S-Metolachlor+Terbuthylazine'in üç farklı dozunun uygulandığı patojenli parsellerdeki yabancı ot yoğunluğu	63
4.25. S-Metolachlor+Terbuthylazine'in üç farklı dozunun uygulandığı patojensiz parsellerdeki yabancı ot yoğunluğu	64
4.26. Negatif kontrol parsellerinden görüntüler	64
4.27. Pozitif kontrol parsellerinden görüntüler.....	65

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Moleküler teşhiste kullanılan spesifik primerler isimleri, dizilimleri ve bant uzunlukları	18
3.2. Hastalık şiddeti değerlendirme skalası	20
3.3. Denemede kullanılan herbisitlerin <i>in vitro</i> koşullardaki uygulama dozları	23
3.4. <i>In vivo</i> çalışmalarda kullanılan aktif maddeler ve uygulama dozları	24
3.5. Mısırdaki <i>Fusarium</i> sap çürüklüğü inokülasyonu değerlendirme skalası	25
4.1. Survey yapılan ilçeler, ekim alanları, örnek alınan tarla sayısı ve alınan örnek sayısı	28
4.2. Eskişehir ili ilçelerinden elde edilen <i>Fusarium</i> türleri ve izolat sayıları	29
4.3. Mısır alanlarından elde edilen <i>Fusarium</i> türlerinin hastalık şiddeti değerleri.....	36
4.4. Gelişme çapları 1. ve 2. ölçüm sonuçlarının istatistik sonuçlarını gösteren varyans analiz tablosu	40
4.5. Petri denemelerinde farklı herbisit dozlarının patojeni engelleme oranları	42
4.6. Tarla koşullarında uygulanan herbisit-patojen uygulamalarındaki hastalık şiddeti değerleri	45
4.7. Herbisitlerin farklı dozlarının patojenli ve patojensiz alanlarda morfolojik özelliklerine etkilerinin gösteren varyans analiz tablosu	49
4.8. Herbisitlerin farklı dozlarının patojenli ve patojensiz alanlarda kök özelliklerine etkilerini gösteren varyans analiz tablosu	55

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

%	Yüzde
cm	Santimetre
°	Derece
da	Dekar
°C	Santigrat Derece
g	Gram
h	Hacim
ha	Hektar
m	Metre
m ²	Metrekare
ml	Mililitre
mg	Miligram
µL	Mikrolitre
sn	Saniye

Kısaltmalar

AD	Alt Doz
ADPL	Alt Doz Patojenli
ADPS	Alt Doz Patojensiz
CTAB	Cetyltrimethyl Ammonium Bromide
DNA	Deoksiribo Nükleik Asit
ESOGÜ	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
NK	Negatif Kontrol
One Way ANOVA	Tek yönlü varyans analizi
ÖD	Önerilen Doz
ÖDPL	Önerilen Doz Patojenli
ÖDPS	Önerilen Doz Patojensiz
PCR	Polimeraz Zincir Reaksiyonu
PK	Pozitif Kontrol
PL	Patojenli
PS	Patojensiz
ÜD	Üst Doz
ÜDPL	Üst Doz Patojenli
ÜDPS	Üst Doz Patojensiz
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Mısır (*Zea mays*) yabancı döllenen, eksik çiçekli, bir kısa gün bitkisidir. Erkek ve dişi çiçekler aynı bitki üzerinde farklı yerlerde bulunur (Anonim, 2025a). Bu özelliğinden dolayı mısır bitkisi, bir evcikli bir bitki olarak adlandırılır. Mısır bitkisi halen Dünya nüfusunu doyuran altı tahıldan bir tanesidir. Bunun yanı sıra, çok yönlü kullanım alanı, adaptasyon kabiliyeti ve verimliliği ile Dünya'da buğdaydan sonra gelen ikinci tahıldır (Cengiz, 2016).

Mısırın anavatanı Amerika kıtası olup buradan Dünya'nın her yerine yayıldığı bilinmektedir. Mısırın Türkiye'ye girişi, Kuzey Afrika üzerinden olmuştur. Bu bitkiye, mısır adının verilmiş olması, bu bitkinin Mısır ve Suriye üzerinden girdiğinin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Babaoğlu, 2005). Dünya'da ve Türkiye'de yetiştirilen mısır çeşitleri at dişi mısır, sert mısır, cin mısır, şeker mısır, kavuzlu mısır, unlu mısır ve mumlu mısır olmak üzere 7 çeşittir. Bunlardan en çok yetiştirilenler ise at dişi mısır ve sert mısırdır. Ülkemizde daha çok hayvan yemi olarak kullanılan at dişi mısır, tane olarak veya silaj şeklinde kullanılmaktadır (Turhal, 2021).

Dünyada mısır üretimi 2024 yılında 1,23 milyar ton ile %1,06 artış sağlamıştır. Ülkemizde 2023 yılında toplam mısır üretimi 9 milyon ton iken, 2024 yılında 8,1 milyon tona gerilemiştir. Mısır, buğday ve arpadan sonra ülkemizde en çok yetiştirilen tahıldır (Anonim, 2025b). Tahıllar insan beslenmesinde diğer yandan hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Bir kısmı da sanayi hammaddesi olarak değerlendirilmektedir. Mısır gıda, hayvan yemi ve endüstri hammaddesi olarak kullanılan bir bitkidir. Sap ve yaprakları hayvan yemi, kâğıt yapımı ve küçük çapta hasır el işleri yapımında da kullanılır. 100 kg mısırdan 77 kg nişasta, 2 kg şeker, 9 kg protein, 5 kg yağ ve 7 kg da diğer maddeler elde edilebilir (Kanburoğlu vd., 1980).

Mısır hastalıkları ve bunlardan da kök, kök boğazı, sap ve koçanlarda görülen fungal hastalıklar, verimi sınırlayan en önemli faktörler arasında yer almaktadır (Miller, 1994).

Fusarium türlerinin mısırdaki neden olduğu zarar, o yılın iklim koşullarına, bitkinin çeşidine, gelişme durumuna ve mekanik yaralanmalara bağlı olarak %50–70'lere kadar varabilmektedir. *Fusarium* hastalıklarının verimde oluşturduğu zararın yanısıra sıcakkanlıklara toksik olan farklı mikotoksinler oluşturmaları bu hastalıkların önemini bir kat daha artırmış ve çalışmalar son yıllarda bu yöne doğru kaymıştır. Örneğin insanlar için kanserojen olarak kabul edilen fumonisinler küflenmeye ve mikotoksin oluşumuna yatkın tahıl ürünlerinde, özellikle mısırlarda çokça rastlanmaktadır. Mısır üretiminde mevsim sonu oluşan yağışlar, tarla döneminde ve kurutmada *Fusarium* türlerinin hastalık ve mikotoksin oluşumunda artışa neden olduğu bildirilmiştir (Uyanık, 2014). Mısırlarda görülen ve önemli verim kaybına neden olan sap ve koçan çürüklüğü hastalığı *Fusarium* türleri tarafından oluşmaktadır (Uçkun, 2008; Büyük, 2011).

Mısırdaki sap, koçan ve dane çürüklüklerine neden olan en önemli *Fusarium* türleri *F. verticillioides* ve *F. graminearum*'dur. *Fusarium* türleri hem tohum hem de toprak kökenli patojenlerdir. Mısırdaki özellikle koçan ve danelerde görülen bu hastalıklar verimi doğrudan etkilemektedir. *Fusarium* spp. bitkinin iletim demetlerine girerek sistemik enfeksiyon oluşturmaktadır. Bu nedenle patojenin neden olduğu hastalıklarla mücadele çok zordur. Hastalık oluşmadan veya görülür görülmez mücadeleye başlamak önemlidir. Geç mücadele uygulamaları başarısız olabilmektedir. Bu nedenle gıda güvenliği açısından da mikotoksin oluşturan hastalık etmenleriyle etkin bir mücadele gerekmektedir (Reid vd., 2002).

Tarımsal üretimde pestisitlerin artan kullanımı, özellikle belirli bir üretim döneminde aynı tarım arazisinde çeşitli pestisit formlarının birden fazla uygulanması gibi beklenmeyen sonuçlar konusunda endişelere yol açmıştır (Sangoyomi vd., 2015). Mısır alanlarında hastalıkların yanı sıra yabancı otlara karşı çıkış öncesi ve çıkış sonrası herbisit kullanımı yaygındır. Çıkış öncesi ya da ekim öncesi kullanılan bu herbisitlerin toprak ve tohum kaynaklı patojen funguslara etkisi hakkında çok az veri bulunmaktadır. Bu projede, mısır alanlarında kullanılan toprak herbisitlerinin hem toprak hem de tohum kaynaklı *Fusarium* türlerinin enfeksiyonuna etkileri araştırılmıştır. Böylece tek uygulama ile hem yabancı ot hem de fungusun zararının azaltılması hedeflenmiştir. Eskişehir ili mısır alanlarındaki *Fusarium* türleri, yaygınlık ve virülentlik durumları hakkında fazla veri bulunmamaktadır. Bu amaçla bu proje kapsamında öncelikle Eskişehir il ve ilçelerindeki mısır alanlarında

yaygın ve en virulent *Fusarium* spp. belirlenmiştir. Daha sonra en virulent türe karşı bazı toprak herbisitlerinin etkileri laboratuvar ve arazi koşullarında araştırılmıştır.



2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

2.1. *Fusarium* spp. ve Survey Hakkında Yapılan Çalışmalar

Koçan çürüklüğü hastalığı 1997 yılında Aydın ilinde %58 oranında tespit edilmiş ve hastalığa sebep olan patojenlerin *F. moniliforme* ve *F. graminearum* olduğu saptanmıştır. Çukurova'da ise hastalık yoğunluğu %26 olarak tespit edilmiştir (Benlioğlu vd., 1998; Tatlı, 2002).

2000-2003 yılları arasındaki bir çalışmada toplam 73 adet mısır bitki örneği incelenmiş ve incelenen örneklerden en fazla *Fusarium* spp. (%61,5) izole edilmiştir. İzole edilen *Fusarium* türlerinin en fazla *F. graminearum*, *F. moniliforme*, *F. oxysporum*, *F. solani* ve *F. culmorum* olduğu tespit edilmiş ancak oranları hakkında bilgi verilmemiştir (Gürsoy vd., 2003).

2004 yılında Çukurova bölgesinde yapılan bir çalışmada ikinci ürün mısır üretim alanlarından alınan toplam 37 mısır örneğinde en yaygın etmen *F. moniliforme* (%27) olarak tespit edilmiş ve yapılan Fumonisin analizlerinde bütün örneklerin ortalaması 5.57 ppm tespit edilmiştir (Tatlı vd., 2004).

Finlandiya ve kuzeybatı Rusya'daki *Fusarium* türlerinin yayılma oranları ve tür çeşitliliği incelenen çalışmada. 2001 yılında *Fusarium* yayılma oranları %0 ile %44 arasında değişirken, 2002 yılında Finlandiya örneklerinde bu oran %2–25, kuzeybatı Rusya örneklerinde ise %5–14,5 arasında bulunmuştur. Arpa örneklerinde en yaygın *Fusarium* türleri *F. avenaceum*, *F. arthrosporioides*, *F. sporotrichioides* ve *F. culmorum* olarak tespit edilirken, buğdayda *F. avenaceum*, *F. arthrosporioides*, *F. culmorum*, *F. sporotrichioides* ve *F. graminearum* türleri yaygın olarak bulunmuştur. Moleküler tanımlama, tür-spesifik primerler kullanılarak yapılan morfolojik analizlerle uyumlu sonuçlar vermiş ve dejenerasyona uğramış veya morfolojik olarak teşhisi zor kültürlerin tanımlanmasına imkan tanımıştır. Filogenetik analizler, *F. arthrosporioides* izolatlarının çoğunun *F. avenaceum* ve *F. tricinctum* izolatlarından ayrı bir klad ortaya çıkardığını kanıtlamıştır. Tür-spesifik primerlerin çoğu, tahıl örneklerinden DNA amplifikasyonu yaparak, örneğin *F.*

avenaceum'u %1'in üzerindeki arpa örneklerinde ve %3'ün üzerindeki buğday örneklerinde saptanmıştır. Ayrıca, Finlandiya'da ilk kez *F. langsethiae* izolatu, tür-spesifik primerler vasıtası ile saptanmıştır (Yli-Mattila, vd., 2004).

Samsun ve köylerinden toplanan örneklerle ortaya konan bir araştırmada, 100 örneğin 52'sinde fumonisin B1(FB1) ve 25 örnekte fumonisin B2(FB2) tespit edilmiş ve ayrıca toplanan örneklerin %94 oranında *F. moniliforme* ile enfekte olduğunu ortaya koymuşlardır (Demir vd., 2005).

Güney Marmara Bölgesinde *Fusarium* sap çürüklüğü hastalığı için 2003 yılında 66 örnek almış ve enfeksiyon oranı %75 olarak tespit edilmiştir. 2004 yılında ise 149 örnek alınmış ve bölgede enfeksiyon oranı %85 olduğunu, koçan çürüklüğü hastalığı oranının 2003 yılında %51, 2004 yılında ise %56 olduğunu ortaya koymuşlardır. Sap ve koçan çürüklüğü hastalıklarına neden olan en sık rastlanan etmen *F. moniliforme* olarak belirlenmiş, bunu *F. graminearum* takip etmiştir (Uçkun vd., 2007).

Fusarium verticilloides' in mısırı çiçeklenme ve püskül dönemi süresince enfekte edebildiğini bildirmektedir (Scandolara vd.,2008).

Ülkemiz mısır alanlarında sap ve koçan çürüklüğü hastalıklarının yaygınlığını ve hastalığa neden olan *Fusarium* spp.'nin belirlemek amacıyla survey çalışması yürütmüştür. Bu çalışma kapsamında, sap çürüklüğü oranları 2003 ve 2004 yıllarında sırasıyla %75 ve %85 olarak saptanmıştır. Aynı yıllarda koçan çürüklüğü oranları ise %51 ve %56 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre sap ve koçan çürüklüğü hastalıklarına neden olan en yaygın etmen *F. moniliforme* olarak belirlenmiş, bunu *F. graminearum* takip etmiştir. Sap ve koçan çürüklüğüne karşı yapılan reaksiyon denemelerinde testlenen 48 adet genotipin sap çürüklüğüne hassas reaksiyon gösterirken, koçan çürüklüğüne karşı 2007 yılında 7 genotipin dayanıklı, 11 genotipin ise orta dayanıklı grupta yer aldığını, 2008 yılında ise 18 genotip orta dayanıklı grupta yer aldığını tespit etmişlerdir. Sonuç olarak koçan çürüklüğüne karşı genotipler de oluşan hastalık şiddetinin daha düşük olduğunu, dolayısıyla daha ümitvar bulunduğunu ve bundan sonraki çalışmalarda koçan çürüklüğü ile ilgili dayanıklılık çalışmalarının önceliklendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (Uçkun, 2009).

2008 ve 2009 yıllarında Güney Afrika'nın farklı yerlerinde yürütülen bir araştırmada toplanan mısır örneklerinde, dört farklı *Fusarium* türünün ve bunların mikotoksinlerinin yayılımını ve ortak varlık durumunu araştırmıştır. Araştırmada, *Fusarium* türlerinin mısır tanelerindeki miktarları, gerçek zamanlı PCR yöntemi ile; mikotoksinler ise HPLC-MS kullanılarak çoklu mikotoksin analizleri ile tespit edilmiştir. 2008 yılında, *Fusarium graminearum*, özellikle Doğu Free State, Mpumalanga ve KwaZulu-Natal illerinde mısır koçan çürüklüğü ile en fazla bağlantısı bulunan tür olarak saptanmıştır. Diğer taraftan, *Fusarium verticillioides*, Kuzeybatı, Batı Free State ve Kuzey Cape illerinde daha geniş bir yayılım göstermiştir. 2009 yılında ise, mısır koçan çürüklüğü enfeksiyonu artmış ve *F. graminearum*, Kuzeybatı ilinde hâkim tür haline gelmiştir. *Fusarium subglutinans*, her iki yıl boyunca çoğu yerleşim yerinde mısır koçan çürüklüğü ile ilişkilendirilirken, *F. proliferatum* hiçbir yerleşim yerinde saptanmamıştır. Tip B trikotetensinler, özellikle deoksinivalenol ve zearalenon, *F. graminearum* ile yüksek korelasyon gösterirken; fumonisins, *F. verticillioides* ile; moniliformin ve beauvericin ise *F. subglutinans* ile ilişkilidir. Bu bulgular, *Fusarium* türlerinin Güney Afrika'daki dağılımını ve epidemiyolojisinin anlaşılmasında belirleyici bir rol üstlenmektedir, bununla birlikte mikotoksin bulaşma tehlikelerini tahmin etmede ve hastalıkları önlemeye yönelik yönetim stratejilerinin oluşturulmasında önemli bir kaynak sunmaktadır (Boutigny vd., 2011).

Bu çalışma, 2010-2011 yıllarında Karapınar ilçesinde tanelik mısır ekim alanlarında yapılan survey çalışmasına dayanmaktadır. Araştırma, mısır çeşitlerinin mikotoksin seviyelerinin belirlenmesine yönelik olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, mısır ekim alanlarının en az %1'ini temsil edecek şekilde, yaygın olarak ekilen altı mısır çeşidi (NK Famoso, Dekalp 5783, Pioneer 3394, KWS65, Progen 1610, Prisca) tesadüfi örnekleme yöntemiyle seçilmiş ve toplamda 15 tarladan örnekleme alınmıştır. Bu örnekler, 20 Ekim 2010 ile 31 Aralık 2010 tarihleri arasında, her tarladan altı farklı tarihte aylık periyotlarla toplanmıştır. Her bir örnekleme alanı, tarlaların büyüklüğü dikkate alınarak 7 m²'lik bir alandan seçilmiş ve her alandan 5 koçan toplanmıştır. Koçanlar, mikotoksin analizleri için laboratuvarında incelenmiştir. Ayrıca, bitki boyu, sap çapı, koçan çapı, koçan ve bin tane ağırlığı, tane nem oranı ve yatan bitki sayısı gibi parametreler gözlemlenmiş ve bu parametrelerde hasat tarihlerinin ilerlemesiyle birlikte azalmalar kaydedilmiştir. Bazı parametrelerde ise mekanik nedenlere bağlı düşüşler gözlemlenmiştir. Çeşitler arasında, sap çapı, koçan çapı ve bitki çapı değerleri bakımından Dekalp 5783 çeşidi en yüksek değerleri

göstermiş, koçan ağırlığı ve bitki boyu değerlerinde ise Progen 1610 çeşidi ön plana çıkmıştır (Şimşekli, 2014).

Güney Afrika'da yaptıkları çalışmada; *F. verticilloides* tarafından oluşturulan *Fusarium* koçan çürüklüğünün dünyada mısır üretimini etkileyen önemli hastalıklardan birisi olduğunu belirtmişler ve tarla denemelerinde *Fusarium* koçan çürüklüğüne karşı potansiyel dayanıklılık kaynakları olarak 24 adet genetik olarak farklı mısır kendilenmiş hattını ve fumonisin seviyesini değerlendirmişlerdir. Hastalık seviyeleri düşük olan iki kendilenmiş hattın (CML390 ve CML444) mısır ıslah programında dayanıklılık kaynağı olarak kullanılabileceğini belirtmektedirler (Small vd., 2012).

Bartın, Bolu, Düzce ve Zonguldak illerinden aldıkları mısır koçan örneklerinde, koçan çürüklüğüne neden olan *Fusarium verticilloides* etmeninin ürettiği zearalenone (ZEA) toksin miktarını incelemişlerdir. Araştırma sonucunda, ZEA toksin miktarının ortalama 828.47 ppb ve maksimum 1163.36 ppb seviyelerinde olduğunu, bu miktarların hem Türkiye'de hem de Avrupa Birliği'nde belirlenen maksimum limit olan 100 ppb'nin çok üzerinde olduğunu tespit etmişlerdir (Büyük vd., 2012).

Samsun ve Ordu illerinden toplanan mısır örneklerinde yapılan çalışmada, tanelerdeki funguslar incelenmiş ve en yüksek oranda izole edilen fungus cinsi *Fusarium* olarak tespit edilmiştir. *Fusarium* türlerinin 2010 ve 2015 yıllarında sırasıyla %46,7 ve %19,2 oranlarında bulunduğu belirtilmiştir (Tunalı vd., 2016).

Bu çalışma, 2011 yılı büyüme sezonunda İç Anadolu Bölgesi'nde, Kırşehir ve Kırıkkale illerindeki buğday ve arpa ekim alanlarında yapılan kök hastalıkları taramalarını kapsamaktadır. Yapılan izolasyonlar sonucunda, *Fusarium oxysporum*, *F. acuminatum*, *F. chlamydosporum*, *F. redolens*, *F. incarnatum*, *F. equiseti*, *F. tricinctum*, *Microdochium nivale*, *Rhizoctonia solani* (AG 4, AG 3, binükleat AG I), *Waitea circinata* var. *circinata*, *Bipolaris sorokiniana*, *Ophiosphaerella herpotricha*, *Alternaria alternata*, *Embellisia* spp., *Curvularia inaequalis* ve *Phaeosphaeria pontiformis* gibi birçok patojen tespit edilmiştir. Araştırmalar, *M. nivale* ve *F. oxysporum*'un buğdayda, *F. oxysporum*'un ise arpa da en yaygın kök patojenleri olarak belirlendiğini göstermektedir. Patogenite testleri, hipokotil testi ve bitki testi kullanılarak gerçekleştirilmiş ve testler sonucunda *W. circinata* var.

circinata, *M. nivale*, *F. oxysporum*, *F. acuminatum*, *F. tricinctum* buğdayda; *Rhizoctonia solani* AG 4, *M. nivale*, *F. oxysporum*, *F. acuminatum*, *F. chlamydosporum*, *F. redolens* ve *B. sorokiniana* ise arpa da patojenik olarak bulunmuştur (Yeğin vd., 2018).

Bu çalışma, Çin'in 12 farklı ilinden rastgele toplanan 9.000 asemptomatik mısır tohumu üzerinde yapılan bir araştırmaya dayanmaktadır. Toplamda 1.022 *Fusarium* izolatu, morfolojik özellikler, türe özgü PCR testleri ve EF1- α gen dizilimi kullanılarak tanımlanmıştır. Sekiz farklı *Fusarium* türü tespit edilmiştir: *Fusarium verticillioides* (%75,34), *Fusarium graminearum* (%8,32), *Fusarium proliferatum* (%7,14), *Fusarium subglutinans* (%4,11), *Fusarium meridionale* (%4,11), *Fusarium oxysporum* (%4,11), *Fusarium semitectum* (%1,17) ve *Fusarium asiaticum* (%0,98). *Fusarium* türlerinin dağılımı farklı bölgelerde değişiklik göstermiş ve en büyük çeşitlilik Hubei ilinde gözlemlenmiştir (Qin vd., 2020).

Fusarium başak yanıklığı (FHB), dünya genelinde buğday üretimini olumsuz etkileyen ciddi bir hastalıktır. Çin'in Sichuan Eyaleti'nde yaygın olarak uygulanan buğday-mısır ekim sistemi, FHB'nin artışına ve mısırdaki *Fusarium* kaynaklı çürüklüklerin yayılmasına neden olmaktadır. Bu çalışmada, söz konusu ekim sisteminde *Fusarium* türlerinin çeşitliliğini ve hastalık yapıcı özelliklerini belirlemek amacıyla, 16 farklı bölgeden hastalıklı buğday başakları ve buğday ile mısır artıklarından peritesiya örnekleri toplanmıştır. Morfolojik ve moleküler analizler sonucunda, hastalıklı buğday örneklerinden elde edilen 175 izolat beş *Fusarium* türüne ayrılmıştır: *F. asiaticum*, *F. avenaceum*, *F. graminearum*, *F. meridionale* ve *F. proliferatum*. Bu türler arasında *F. asiaticum* (%75,43) ve *F. graminearum* (%20,57) en yaygın olanlardır. Ayrıca, saman ve saplardan elde edilen 136 askospor izolatu arasında *F. equiseti* ve *F. temperatum* gibi türler de yer almıştır. Yapılan patojenite testlerinde, tüm türlerin hem buğdayı hem de mısırı enfekte edebildiği görülmüştür. *F. graminearum* her iki ürüne karşı yüksek düzeyde hastalık yapıcı özellik gösterirken, *F. asiaticum* özellikle buğdayda daha güçlü etki yaratmıştır. Bu bulgular, *Fusarium* türlerinin buğday-mısır sistemindeki enfeksiyon döngüsünü anlamak ve hastalık yönetimi stratejilerini geliştirmek açısından önemlidir (Sun vd., 2025).

Mısırdaki çiçeklenme sonrası sap çürüklüğü (Post-Flowering Stalk Rot, PFSR), dünya genelinde mısır üretimini tehdit eden önemli fungal hastalıklardan biridir. Bu hastalık

çoğunlukla *Fusarium* türleri tarafından oluşturulmakta olup, hastalık gelişimi çoğunlukla bitkinin generatif dönemlerinde, özellikle koçan oluşumu ve sonrasında gözlenmektedir. PFSR'ye neden olan *Fusarium* türlerinin geleneksel olarak morfolojik karakterlere dayanarak tanımlanması, türler arası morfolojik benzerlikler nedeniyle oldukça zordur. Hindistan'ın beş farklı agro-ekolojik bölgesinde yer alan 40 farklı alandan toplanan toplam 71 izolat üzerinde yapılan çalışmalarda, bu türlerin çeşitliliği ve hastalık yapma yetenekleri değerlendirilmiştir. Tarla denemelerinde 60 izolat, bitkinin 55. gününde, birinci ve ikinci boğum arasında diş çubuğu (toothpick) yöntemi ile inokule edilmiştir. Kharif (yağışlı) ve Rabi (kışlık) sezonlarında gerçekleştirilen denemelerde, özellikle Kharif döneminde hastalık şiddetinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kharif sezonunda 12 izolat, %50–67 oranında hastalık şiddeti göstererek yüksek derecede virulent olarak değerlendirilmiştir. Rabi sezonunda ise yalnızca 5 izolat benzer düzeyde hastalık oluşturmuştur. Hastalığa neden olan etmenlerin moleküler düzeyde teşhisi için translation elongation factor 1-alpha (Tef-1 α) gen bölgesi kullanılmıştır. Filogenetik analizler sonucunda en virulent 10 izolata; *Fusarium acutatum* (2 izolat), *Fusarium verticillioides* (7 izolat, eşanlamlısı: *Gibberella fujikuroi* var. *moniliformis*) ve *Fusarium andiyazi* (2 izolat) olduğu belirlenmiştir. Tüm bu türler, *Fusarium fujikuroi* tür kompleksine (FFSC) aittir. Ayrıca izolatlar, miselyum rengi ve gelişim özelliklerine göre dokuz farklı morfolojik gruba ayrılmıştır. Bu bulgular, PFSR hastalığına neden olan *Fusarium* türlerinin hem genetik hem de patojenik açıdan oldukça değişken olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle sıcak ve nemli iklim koşullarının, virulent izolatların yayılımı üzerinde belirleyici olduğu vurgulanmıştır. Bu bilgi, PFSR ile mücadelede dirençli mısır hatlarının seçimi ve bölgeye özel hastalık yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Harish vd., 2025).

2.2. Herbisit ve Hastalık İlişkisi Hakkında Yapılan Çalışmalar

Pamuk bitkisinde *Fusarium* solgunluğunu azaltmada prometryn, linuron ve haloxyfob gibi herbisitlerin etkili olduğu belirlenmiştir. Bu etkinin, bitkinin yapısal savunma mekanizmalarının güçlenmesi, fitoaleksinin sentezinin artması gibi biyokimyasal savunma süreçlerinin tetiklenmesi ve herbisitlerin fungal etmenlerin gelişimini engellemesiyle sağlandığı ifade edilmiştir (Canhoş vd., 2000).

Nijerya da 2005-2006 yıllarında yürütülmüş ve beş farklı çıkış öncesi herbisit (Galex, metribuzin, diphenamid + metribuzin, diphenamid ve Codal [metolachlor + prometryne]) domateste kök ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) ve damar solgunluğu etmeni *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Bulgular, herbisit uygulamalarının ardından nematod popülasyonlarının arttığını göstermiştir. Bu artış, damar solgunluğu hastalığının görülme sıklığı ve şiddetinde de artışa neden olmuştur. Ancak bu artış, sadece fide dikiminden sonraki ilk 6 haftada anlamlı bulunmuş, sonrasında azalma göstermiştir. Özellikle Galex, Codal ve diphenamid + metribuzin kombinasyonu, metribuzin ve diphenamid'e kıyasla nematod popülasyonlarında ve hastalık şiddetinde daha fazla artışa neden olmuştur (Chindo vd., 2006).

Çalışmada, yabancı ot ilaçlarının (herbisitlerin) yalnızca hedef organizmalar üzerinde değil, aynı zamanda bitki patojenleri ve hastalık gelişimi üzerinde de doğrudan etkileri olduğu vurgulanmaktadır. Bazı herbisitlerin spor çimlenmesini engellediği, miselyum gelişimini durdurduğu ya da bitkilerin savunma bileşenlerini (örneğin fitoaleksinleri) etkilediği gösterilmiştir (Sanyal vd., 2008).

Nijerya'da farklı aktif maddeli herbisitler ile yapılan bir saha denemesinde ortak tarım arazilerinde atrazin, xtravest, 2,4-D gibi herbisitlerin uygulanmasının toprak fungus türleri ve popülasyonu üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Toprak örnekleri, Nijerya'nın Oyo Eyaleti, Iddo Yerel Hükümeti bölgesindeki Iddo kasabasında bulunan bir herbisit deneme sahasından üç aylık aralıklarla (Temmuz, Eylül ve Aralık 2010) üç kez toplanmıştır. Herbisitler, 2009/2010 yetiştirme sezonları boyunca mısır tarlasına önerilen oranlarda tek başlarına veya kombinasyon halinde uygulanmıştır. Etkileri, toprak seyreltme yöntemi kullanılarak mevcut-fungus türleri ve bunların yoğunluğu üzerinde test edilmiştir. Toplanan veriler tanımlayıcı ve çıkarımsal istatistiklere tabi tutulmuş ve sonuçlar kontrol dahil olmak üzere tüm işlenmiş parsellerde farklı fungus cinslerinin varlığını göstermiştir. Tespit edilen fungus popülasyonları arasında *Aspergillus niger*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Nattrassia mangiferae*, *Trichoderma* spp, *Fusarium verticilloides*, *Fusarium oxysporum*, *Rhizopus stolonifer*, *Macrophomina phaseolina* ve *Colletotrichum gleosporioides* yer almıştır. Örneklem dönemleri boyunca en çok *Lasiodiplodia theobromae*, 16 örnekleme döneminin 15'inde belirlenirken, *Rhizopus stolonifer*, örneklem dönemleri boyunca 16 örnekleme döneminin 1'inde tespit edilerek en az tespit edilen tür olmuştur. Her ne kadar tüm işlem dönemlerinde

izole edilen fungus sayısında azalmalar olsa da azalmaların tutarlı olmadığı fark edilmiştir. Sonuç olarak, herbisitlerin uygulanması, üretim alanındaki toprak mikroorganizmalarının yönetiminde, diğer pestisit türlerinin kullanımının bir engel olmadığı düşünülmüştür (Sangoyomi vd., 2015).

Toprak mikroflorasının önemli bir bileşeni olan ve bitki kökleriyle simbiyotik ilişki kurarak, özellikle fosfor gibi besin elementlerinin bitkiler tarafından alınmasını kolaylaştıran *Glomus intraradices* adlı arbusküler mikorizal fungus, dünyada en yaygın kullanılan herbisit gruplarından olumsuz şekilde etkilenmektedir. Özellikle toprakta uygulanan herbisitlerin, mikorizal fungusun kültür bitkisi köklerindeki kolonizasyonunu ve oluşturduğu spor sayısını belirgin bir şekilde azalttığı gözlemlenmiştir (Kitiş vd., 2016).

Herbisitlerin fungus ekosistemleri üzerindeki olası etkilerini araştırmak için, üç dar [selektif (atrazin, butaklor ve 2,4-D)] ve iki geniş [total (glifosat ve paraquat)] spektrumlu herbisit, %0,1, 0,01, 0,1, 0,5 ve %1 lik çeşitli konsantrasyonlarda, dört yaygın toprak fungusu olan *Aspergillus niger*, *A. flavus*, *Trichoderma viride* ve *Penicillium* sp.'nin radyal miselyal gelişmesi, büyüme hızı, miselyal gelişme inhibisyon yüzdesi ve minimum sporülasyon süresi üzerindeki etkisi, 30 ± 2°C'de 96 saatlik bir süre boyunca PDA plakaları üzerinde araştırılmıştır. Fungusların radyal miselyal gelişmesinin, *T. viride* hariç herbisitlerin artan konsantrasyonlarıyla azaldığı; *T. viride*'de ve atrazin uygulamasında, tüm test edilen konsantrasyonlar arasında önemli bir fark göstermediği sonucuna varılmıştır. Tüm funguslar için en hızlı miselyal gelişme oranı, test edilen en yüksek konsantrasyonda Atrazin'de olduğu sonucuna ulaşılmıştır. *T. viride*'nin 0,44 mm h⁻¹ ile en hızlı gelişen tür olduğu gözlemlenmiştir. Atrazin hariç, %1 de tüm herbisitler en az %66 miselyal gelişmeyi engellediği saptanmıştır. 2,4-D ise %100 inhibisyon göstermiştir. Herbisitlerin varlığında tüm funguslar için minimum sporlanma süresi 48 saat olduğu belirlenmiştir. Araştırmanın 96 saati içinde paraquat ve 2,4-D'nin %0,1 konsantrasyonunun üzerinde, *A. flavus* ve *T. viride*'de sporlanma olmadığı gözlenmiştir. Bu çalışmanın sonuçları, herbisitlerin gelişigüzel ve aşırı kullanımının ekosistem işlevini olumsuz etkileyebileceği sonucuna varılmıştır (Ubogu vd., 2017).

Fungal hastalıklar ile tepraloxidim, fluazifop-p-butyl ve metribuzin aktif maddeli herbisitler arasındaki etkileşimi incelemeyi amaçlayan bir çalışmada, kullanılan tarımsal

ilaçların büyük bir kısmının etkisinin düşük olduğu ve depolama sırasında değişime uğrayabileceği, toprakta bulunan maddelerle kimyasal reaksiyona girerek toksik etkiler oluşturabileceği, ayrıca hızlı sonuç elde etmek için dozajın aşılmasının yüksek dozda uygulanmalara yol açabileceği belirtilmiştir. Fungal hastalıklarla kimyasal mücadelede bu herbisitlerin kullanımının, ortamda mevcut olan fungal hastalıkların yoğunluklarını azaltarak mücadele başarısını artıracakları öngörülmektedir. Özellikle *Rhizoctonia solani* ile mücadelede fluazifop-p-butyl kullanımının umut verici bir sonuç sunduğu ifade edilmiştir (Mutlu vd., 2017).



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Mısır tarlalarından alınan bitki örnekleri ile bunlardan elde edilen *Fusarium* spp. izolatları ve üç toprak herbisiti bu çalışmanın ana materyalini oluşturmuştur. Çalışma Eskişehir ilinde en fazla mısır üretimi yapılan dört ilçede yürütülmüştür.

3.2. Yöntem

3.2.1. Survey çalışmaları

Survey çalışmaları güdümlü örnekleme yöntemi ile Eskişehir İli Seyitgazi, Odunpazarı, Tepebaşı, Alpu ilçelerindeki mısır üretim alanlarında gerçekleştirilmiştir. Örnek alımları ilçelerin toplam mısır alanları dikkate alınarak planlanmıştır. Surveyler sırasında yaklaşık 5-10 km'de bir durularak mısır alanları incelenmiş, örnek alınan tarlanın köşegenleri doğrultusunda ya da kenarlarından zikzaklar çizerek tarlanın ortasına doğru yürünüp, tarla büyüklükleri dikkate alınarak hastalıklı bitki örnekleri toplanmıştır (Bora vd., 1970, Ogoshi vd. 1990). Survey alanları incelenerek mısırların V10, VT, R1 gibi farklı dönemlerinde kök, kök boğazı, sap ve koçanlarda çürüklük, gelişme geriliği, solgunluk, koçanlarda deformasyon gibi belirtiler gözlenen bitkiler alınarak laboratuvara getirilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Arazi çalışmalarında toplanan hastalıklı bitki örnekleri

3.2.2. İzolasyon ve teşhis çalışmalarında kullanılan besi ortamları

-Patates Dekstroz Agar (PDA)

1 litre PDA besi ortamı hazırlanması için;

Hazır PDA (Merck)39 g

Destile su.....1000 ml

Streptomycin sulfat (antibiyotik).....50 mg

Karıştırılan malzemeler daha sonra 121°C de 20 dakika otoklavda steril edilmiştir. -

- Su Agar (WA)

1 litre asitli su agarı için;

Agar (Merck).....15 g

Destile su.....1000 ml kullanılmıştır.

Karıştırılan malzemeler daha sonra 121°C de 20 dakika otoklavda steril edilmiştir.

-Karanfil yaprak agar (CLA)

5 mm² 'lik kesilmiş kurutulmuş karanfil yaprakları

Su agarı.....20,0 g

Destile su.....1000 ml

20 g su agarı üzerine 1 L destile su eklenerek 121°C de 20 dakika otoklavda steril edilmiştir. Dökmeden önde petrilerin içerisine 10-12 adet etüvde kurutulmuş karanfil yaprakları eklenmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Karanfil yaprak agar hazırlığı

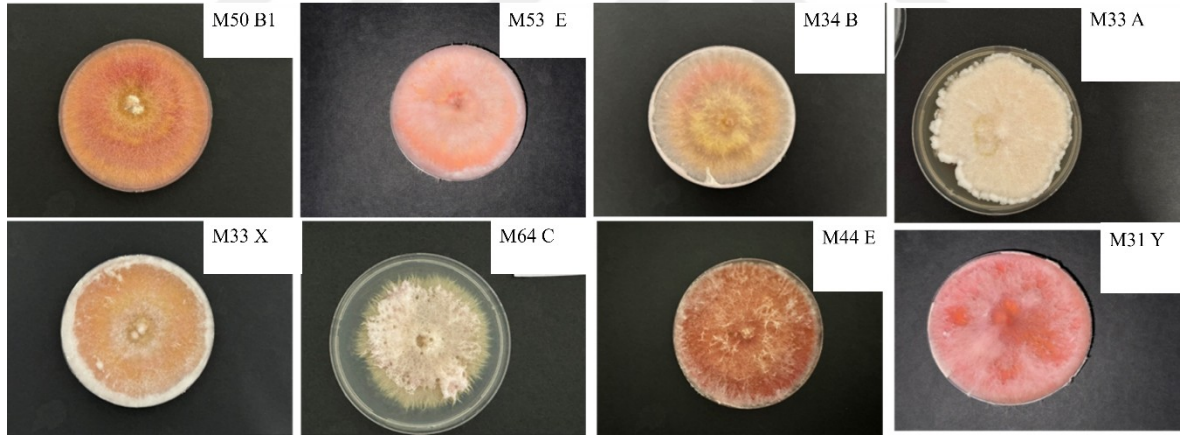
3.2.3. Bitkilerden izolasyon çalışmaları

Laboratuara getirilen bitki örnekleri +4 °C'ye yerleştirilerek izolasyonlara başlanmıştır. Kök ve kök boğazında çürüklük, renk değişikliği gibi belirtilere sahip bitkilerden hastalık belirtisi gösteren alanla birlikte sağlıklı dokuyu da içeren kesitler alınmış ve %1'lik NaOCl'de 1-2 dakika yüzeysel dezenfeksiyona tabi tutulduktan sonra iki seri saf sudan geçirilmiştir. Steril kurutma kağıtları arasında kurutulduktan sonra PDA (Patates-Dekstroz Agar)'ya ekimleri yapılmıştır. Alınan her örnek için ortama 7-8 adet bitki kesiti olacak biçimde 5'er petriye ekim yapılmıştır (Şekil 3.3). Petriler 25°C'de 12 saat aydınlık 12 saat karanlık dönem içeren koşullarda 7-10 gün süreyle inkübasyona tabi tutulmuştur. Bu

sürenin sonunda gelişen farklı funguslara ait koloniler tekrar PDA'ya aktarılarak saflaştırılmıştır (Şekil 3.4). Elde edilen *Fusarium* izolatlarından tek spor izolasyonları yapılarak saf kültürleri elde edilmiştir. Saf kültürde gelişen fungal izolatlar tür teşhislerinin yapılması için +4°C'de eğik agarda saklanmıştır.



Şekil 3.3. Araziden getirilen mısır bitkilerinden fungus izolasyon çalışmaları



Şekil 3.4. İzolasyon çalışmaları sonucu elde edilen bazı *Fusarium* izolatları

3.2.4. Tek spor izolasyonu

Tek spor izolasyonu çalışmalarında izolatlar öncelikle spesifik ortamı olan Karanfil agar ortamına aktarılmıştır ve gelişmeleri için inkübasyona bırakılmıştır. Gelişen funguslardan konidi süspansiyonunun hazırlanması için ilk olarak test tüpleri içerisine 10 ml su konularak otoklav edilmiştir. Tamamen soğumuş olan bu tüplerin içerisine spesifik

ortamda gelişen fungusun hifinden küçük bir parça konulmuş ve 1-2 dakika konidilerin su içinde yayılması için vortexte karıştırılmıştır. Bu konsantrasyondan bir damla alınarak ve su agar (WA) üzerine yayıldıktan sonra 25 °C'de 18-20 saat inkube edilmiştir. İnkübasyondan sonra petri ler mikroskop altında incelenerek ve tek bir konidi küçük bir kare agar parçası ile alınarak karanfil agar ortamına yerleştirilmiş ve 25±1 °C de inkübasyona bırakılmıştır (Burgess vd., 1994).

3.2.5. İzolatların tür teşhisi

3.2.5.1. Klasik metotlarla teşhis

İzole edilen funguslara ait izolatlar cins düzeyinde teşhis edildikten sonra tür teşhislerinin yapılması amacıyla, *Fusarium* cinsinin en iyi geliştiği spesifik besiyeri olan CLA (Carnation leaf agar = Karanfil yaprak agarı), içeren petri kaplarına aktarılıp, uygun gelişme şartları ve sıcaklıklarda 10-14 gün inkübasyona tabi tutulmuştur. Gelişen funguslar mikroskop altında incelenerek teşhisleri yapılmıştır. Tür teşhisleri (Leslie vd., 2006)'e göre yapılmıştır.

Klasik yollarla teşhis edilen *Fusarium* türlerinden her türü temsil edecek şekilde 54 adet seçilerek moleküler metotlar ile teşhisleri teyit edilmiştir.

3.2.5.2. Moleküler metotlarla teşhis

Elde edilen izolatlar arasından seçilen *F. verticilloides*, *F. culmorum*, *F. graminearum* ve *F. proliferatum* türlerine ait 96 adet *Fusarium* izolatu moleküler yöntemle teşhis edilmiştir. Moleküler teşhislerde kullanılan spesifik primerler Çizelge 3.1'de verilmiştir

Çizelge 3.1. Moleküler teşhiste kullanılan spesifik primerler isimleri, dizilimleri ve bant uzunlukları

Tür adı	Primer Adı	Primer Dizisi	Bant uzunluğu	İlgili literatür
<i>F. verticillioides</i>	VERT-F1	GCGGGAATTCAAAAAGTGGCC GAGGGCGCGAAACGGATCGG	400	(Patino vd., 2004)
	VERT-F2			
<i>F. proliferatum</i>	FUM1-For	ACTTTGCCATTTCCAACCGTAT	376	(Kohut vd., 2009)
	FUM1-Rev	GGGAGTTTTTCCATCCGAATTT		
<i>F. culmorum</i>	C51F	ATGGTGAACCTCGTCGTGGC	570	(Nicholson vd., 1998)
	C51R	CCCTTCTTACGCCAATCTCG		
<i>F. graminearum</i>	PKS4-F	CGTCTTCGAGAAGAGACAT	280	(Sim vd., 2018)
	PKS4-R	TGTTCTGCAAGCACTCCGA		

İzolatların kültür ortamından DNA ekstraksiyonu için yaklaşık 300 mg miselyum sıvı nitrojen içere porselen havanlarda iyice ezildikten sonra CTAB metodu protokolüne uygun olarak DNA ekstraksiyonu yapılmıştır (Fredlund vd. 2008).

CTAB metodunda fungus izolatlarının her birinden örnekler alarak 2ml'lik tüplere yerleştirilmiştir. Ardından tüplere hazırlanmış olan fresh buffer solüsyonu eklenerek 1 saat boyunca 65 °C bekletilmek üzere su banyosuna konulmuştur. Bu bir saatlik süre içerisinde 10 dakikada bir 10 sn nazikçe ters düz edilerek karıştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. 15 dakika boyunca 24 °C'de 13500 g santrifüj uygulanmıştır. Santrifüjden çıkarılan her bir tüpten üzerinde bulunan sıvı mikro pipet yardımı ile çekilmiştir. Üzerine 1 ml chloform-isoamyl alchol (24:1) eklendikten sonra tüpler nazikçe ters çevirilerek 10 saniye boyunca karıştırılmıştır. Sonrasında tüpler 10 kez çok hassas bir şekilde ters çevrilmiştir ve 30 dakika boyunca ters çevirmeye devam edilmiştir. Daha sonra 15 dakika boyunca 24 °C 13500 g santrifüj uygulanmıştır. Tüpler 1 saat boyunca 65 °C 'de inkübe edilmiştir. 24 °C'de tüp her 10 dakikada bir ters çevrildikten sonra süpernatant atılmıştır ve 2 ml'lik tüplere aktarılmıştır. Sonrasında tekrar 15 dakika 24 °C'de 13.500g santrifüj uygulanmıştır. Santrifüjden çıkan 2 ml tüplerden üstteki bulunan sıvı 450 µl miktarda mikro pipet yardımı ile çekilerek 1,5 ml tüplere aktarılmıştır. Bu tüplere mikro pipet yardımı ile 450 µl izopropanol eklenmiştir. Tüpler çok hassas bir şekilde 10 kez ters çevrildikten sonra 30 dakika boyunca 24 °C'de 10.000g santrifüj uygulanmıştır. 600 µl etanol eklendikten sonra tüpler hafifçe ters çevrilmiştir. 500 µl %70 etanol eklenmiştir. Daha sonra 10 dakika

boyunca 4 °C'de 13500 g santrifüj uygulanmıştır. Üstte kalan kısım en altta kalan DNA pelletine dikkat edilerek dökülmüştür. Pelletler bir gece oda sıcaklığında kurutulmuştur. Daha sonra 100 µl damıtılmış su eklenerek termo shakerde 33-37 °C 1 saat çalkalanmıştır. Sonrasında vortekste 3 kez 5 sn karıştırılarak peletler çözülmüştür. Daha sonra bu çözelti üzerine PCR ürünleri eklenerek DNA'lar PCR çalışmalarına hazır hale getirilmiştir.

Son hacmi 10 µl olan PCR reaksiyon karışımı için; 1 µL genomik DNA şablonu (40-50 ng µL-1), 5 µL vazyme Master Mix P525 (2X), 0,5 µL Forward primer, 0,5 µL Revers primer, 3 µL ddH₂O kullanılmıştır (Miret vd., 2004). PCR ürünleri, Pronosafe (Conda, İspanya) DNA boyası ile hazırlanan %2 agaroz jel üzerinde elektroforez ile analiz edilerek UV transillüminatör altında görüntülenmiştir.

FUM1-F/FUM1-R'nin amplifikasyonu spesifik PCR koşulları: 95 °C'de 3 dakika süreyle başlangıç denatürasyonu, ardından 15 saniye süreyle 95 °C, 59 °C'de 15 saniye ve 72 °C'de 15 saniye süreyle 35 döngü. Son olarak 72°C'de 5 dakika süreyle son bir uzatma adımı yapılmıştır. VERT-F1/VERT-F2'nin amplifikasyonu spesifik PCR koşulları: 95 °C'de 3 dakika süreyle başlangıç denatürasyonu, ardından 15 saniye süreyle 95 °C, 62 °C'de 15 saniye ve 72 °C'de 15 saniye süreyle 35 döngü. Son olarak 72 °C'de 5 dakika süreyle son bir uzatma adımı yapılmıştır. C51F/C51R ve PKS1-F/PKS4-R'nin amplifikasyonu aynı PCR koşulları: 95 °C'de 3 dakika süreyle başlangıç denatürasyonu, ardından 15 saniye süreyle 95 °C'lik 35 döngü, 59 °C'de 15 saniye ve 72 °C'de 15 saniye. Son olarak 72°C'de 5 dakika süreyle son bir uzatma adımı yapılmıştır.

3.2.6. Patojenisite testleri

Patojenisite testlerinde kullanılacak inokulum hazırlığı için 100 ml'lik beherlere buğday kepeği doldurulmuş ve 20-30 ml su eklenerek nemlenmesi sağlanmıştır. Bu beherler ard arda 2 gün 121 °C'de 1'er saat süreyle otoklavda steril edilmiştir. PDA ortamlarında geliştirilen fungus izolatları her behere 5'er adet olmak üzere 5 mm çaplı diskler şeklinde konulmuştur ve 23±2 °C'de, 15-20 gün süreyle inkübe edilmiştir (Erol vd., 2007; Aşkın vd., 2008) (Şekil 3.5). İnkübasyon tamamlandıktan sonra toprak sterilizatorunda steril edilmiş (121°C'de 45 dakika) bahçe toprağı, yanmış çiflik gübresi ve ince kum (2:1:1) karışımı (Şekil 3.6) 10 cm çapındaki steril saksılara doldurulmuş ve şişeler içerisindeki

inokulumlardan 1 kg toprağa 50 g olacak şekilde saksılara karıştırılmıştır. Üç gün sonra % 1'lik NaOCl'de 2 dakika yüzeysel dezenfeksiyona tabii tutulan PL538 çeşidine ait mısır tohumları her saksıya 3 adet olacak şekilde 3 tekerrürlü olarak 1 cm derinliğinde ekilmiştir (Şekil 3.7). Kontrol saksılarında sadece steril toprak kullanılmıştır. Bitkiler sera koşullarında 25-30 gün bekletilmiştir. Bu süre sonunda gelişen fidelerin kök ve hipokotilleri incelenerek modifiye edilmiş 0-5 skalasına (Ichielevich-Auster vd., 1985) (Çizelge 3.2) göre değerlendirmeleri yapılmıştır. Enfekteli köklerden reizolasyon yapılmıştır.

Çizelge 3.2. Hastalık şiddeti değerlendirme skalası

Skala değeri	Tanı (%)
0	Sağlıklı bitki
1	%1-10, hipokotil enfeksiyonu ve/veya kök boyunda kısıalma
2	%11-30, hipokotil enfeksiyonu ve/veya kök boyunda kısıalma
3	%31-50, hipokotil enfeksiyonu ve/veya kök boyunda kısıalma
4	%51-80, hipokotil enfeksiyonu ve/veya kök boyunda kısıalma
5	Ölü bitki ve/veya çimlenmemiş tohum

Hastalık şiddetinin saptanmasında aşağıda açıklanan Townsend-Heuberger formülü kullanılmıştır (Townsend vd., 1943).

$$\text{Hastalık Şiddeti (\%)} = \frac{\sum (n.V)}{Z.N} * 100$$

n: skalada farklı hastalık derecelerine isabet eden örnek adedi,

V: skala değeri,

Z: en yüksek skala değeri,

N: gözlem yapılan toplam örnek adedi)

Tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü kurulan çalışmadan elde edilen sonuçların analizleri istatistik paket programı IBM SPSS (Version 16)' de yapılmış ve ANOVA testine göre önemli bulunan değerler arasındaki farklılıklar Tukey Testi ile ortaya konulmuştur.



Şekil 3.5. Patojenisite çalışması için inokulum hazırlığı



Şekil 3.6. Patojenisite testi öncesi toprak hazırlığı ve sterilizasyonu



Şekil 3.7. Patojenisite tesleri için saksılara bitki ekimi ve sonrasında gelişen bitkilerin incelenmesi

3.2.7. Herbisitlerin etkilerinin belirlenmesi

3.2.7.1. *In vitro* koşullarda herbisitlerin patojene etkilerinin belirlenmesi

Çalışmada, otoklavda (121°C 'de 15 dakika) sterilize edilerek hazırlanan, PDA besi yerlerine Isoxaflutole + Thiencarbazone methyl + Cyprosulfamide, Dimethenamid-P + Saflufenacil ve Metolachlor + Terbuthylazine aktif maddeleri önerilen doz, alt doz, üst doz ve çift kat dozlarında ilave edilmiştir (Çizelge 3.3). Çalışma 10 tekerrürlü olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Kontrol petrilere steril saf su eklenmiştir.

PDA besi yerinde geliştirilen kolonilerden, büyümenin devam ettiği uç kısımlarından, mantar delici ile 5 mm çaplı diskler alınarak, herbisit içeren PDA besi ortamının ortasına temas edecek şekilde birer adet disk aktarılmıştır. Petriler $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de inkübe edilmiştir.

Çizelge 3.3. Denemede kullanılan herbisitlerin *in vitro* koşullardaki uygulama dozları

Etkili madde	Önerilen doz (ml/da)	alt doz (µl/1 petri)	önerilen doz (µl/1 petri)	üst doz (µl/1 petri)	çift doz (µl/1 petri)
Isoxaflutole + Thiencarbazone methyl + Cyprosulfamide	35	0,178	0,222	0,267	0,445
Dimethenamid-P + Saflufenacil	100	0,508	0,636	0,763	1,272
S-Metolachlor + Terbutylazine	500	2,545	3,181	3,817	6,362

Fungus koloni ölçümleri dijital kumpas ile 2. ve 3. günlerde yapılmıştır. Koloni çapının ölçümü fungus koloni çapının dikey ve yatay yönde ölçülmesi ile yapılmıştır. (Benjlali vd., 1984; Aktaş vd., 2005). Kontrollere göre herbisitlerin fungal gelişime etkisi (% engelleme oranı) aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (Deans vd., 1990).

% engelleme oranı;

$$E = (K - M) / K \times 100$$

E= Engelleme oranı (%)

K= Kontrolde koloni çapı (mm)

M= Uygulamadaki koloni çapı (mm)

In vitro koşullarda petrilere uygulanan herbisit aktif maddeleri ve dozlarının fungusun miselial gelişimine etkilerini ortaya koymak amacıyla yapılan çalışmalardan elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş, sonuçlar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılarak önem derecelerine göre sınıflandırılmıştır.

3.2.7.2. In vivo koşullarda herbisitlerin patojene etkilerinin belirlenmesi

Arazi çalışmaları izolasyon ve patojenisite çalışmaları sonucunda en yaygın bulunan patojen türle yapılmıştır. Tarla denemesi Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında suni inokülasyon yöntemiyle yapılmıştır. Arazi inokülasyonundan sonra tohum ekimi gerçekleştirilmiştir ve ardından herbisitler yabancı ot standart ilaç deneme

metotları değerlendirilerek (Anonim. 2025c) uygulanmıştır. İki m²'lik her bir parselde 25 bitki ekilmiş ve her doz için belirlenen su miktarları ayarlandıktan sonra herbisit uygulamaları sırt pülverizatörü ile yapılmıştır. Çalışmada kullanılan mısır alanlarındaki yabancı otlara karşı ruhsatlı toprak herbisitleri Çizelge 3.4'de verilmiştir.

Çizelge 3.4. *In vivo* çalışmalarda kullanılan aktif maddeler ve uygulama dozları

Etkili madde	Önerilen doz (ml/da)	alt doz (ml/2 m ²)	önerilen doz (ml/2 m ²)	üst doz (ml/2 m ²)
Isoxaflutole + Thiencarbazone methyl + Cyprosulfamide	35	0,056	0,07	0,084
Dimethenamid-P + Saflufenacil	100	0,16	0,2	0,24
S-Metolachlor + Terbutylazine	500	0,8	1,0	1,2

Suni inokülasyon çalışmalarında öncelikle inokulum hazırlığı yapılmıştır. Bunun için öncelikle patojen *Fusarium* izolatu PDA besi yerinde 22-24°C'de, 7-10 gün süresince inkübatörde geliştirilmiştir. Daha sonra ısıya dayanıklı 4 adet otoklav poşetinin her birine 3 kg buğday kepeği konulmuş ve saf su ile nemlendirilmiştir. Kepek kültürler otoklavda 1 atm. basınç altında ve 121°C'de 1 saat süreyle ardışık iki günde 2 defa sterilize edilmiştir (Şekil 3. 8). Daha sonra geliştirilen saf kültürlerden alınan 1cm çapındaki 20 adet agar diski 1kg'lık kepeklerin üzerine bırakılarak inokülasyon gerçekleştirilmiştir. Kepek kültürleri 15 gün süreyle, 24 °C'de 12 saat ışık ve 12 saat karanlık koşullarda inkubasyona bırakılmıştır. Kepek kültürler içerisinde fungusların homojen gelişebilmeleri için ağzaları açılmadan ara ara karıştırılmıştır.

Deneme alanı için patojene ait inokulum deneme alanına 1/40 oranında toprak ile karıştırılarak, m² 'ye 50 g inokulumlu toprak gelecek şekilde tesadüf parsellerine göre homojen bir şekilde serpiştirilmiştir. Patojen fungus inokulumları toprağa bulaştırıldıktan sonra, tohumların ekim zamanına kadar, düzenli aralıklarla sulanmıştır (Aşkın vd., 2018).

Deneme arazisi, kültürel uygulamalarla başlayarak tarla ekime hazır hale getirilmiştir. Hububatta toprak kökenli hastalıklara karşı standart ilaç deneme metodlarında

belirtilen deneme koşullarına bağlı kalınarak, her parsel $1 \times 2 = 2 \text{ m}^2$ genişliğinde ayarlanmış ve parseller arasında 0,5 m emniyet şeridi bırakılmıştır (Anonim, 2025d). Denemeler toplamda 72 parselde yürütülmüştür. Her bir parselde 25 mısır bitkisi ekilmiştir (Şekil 3.8). Deneme planı tesadüf parselleri deneme desenine göre her bir uygulamada 3 tekerrürlü olacak şekilde kurgulanmıştır. Denemelerde 3 farklı herbisit in 4 farklı dozu değerlendirilmiştir. Herbisitler, fungusun toprak inokülasyonundan bir hafta sonra ekimden 1 gün sonra toprağa uygulanmıştır (Şekil 3.8). Pozitif kontrol parseline sadece inokulum uygulanmıştır. Negatif kontrol parseline ise hiçbir uygulama yapılmadan sadece mısır tohumu ekilmiştir. Mısır tohumlarının deneme parsellerine ekilmesinden itibaren düzenli olarak parsellerin gözlemleri yapılmıştır. Hububat alanlarında toprak kökenli fungal hastalıklarında standart ilaç deneme metoduna göre; kontrol parsellerde en az %20 hastalıklı alan olduğu zaman, tüm uygulamaların etkileri değerlendirilmiştir (Anonim, 2025d). Değerlendirmeler Çizelge 3.5 'de verilen modifiye edilmiş 0-5 skalasına göre değerlendirilmiştir (Ichielevich vd., 1985). Her parseldeki % hastalık şiddetleri Townsend-Heuberger formülü ile hesaplanmıştır.

Çizelge 3.5. Mısırdaki *Fusarium* sap çürüklüğü inokülasyonu değerlendirme skalası

Skala değeri	Tanı (%)
0	Sağlıklı bitki
1	%1-10, hipokotil enfeksiyonu ve/veya kök boyunda kısıalma
2	%11-30, hipokotil enfeksiyonu ve/veya kök boyunda kısıalma
3	%31-50, hipokotil enfeksiyonu ve/veya kök boyunda kısıalma
4	%51-80, hipokotil enfeksiyonu ve/veya kök boyunda kısıalma
5	Ölü bitki ve/veya çimlenmemiş tohum



Şekil 3.8. Arazi denemeleri için inokulum hazırlığı ve tohum ekimi



Şekil 3.9. Arazi uygulamalarında herbisit dozlarının hazırlanması ve uygulanması

Arazi çalışmalarında ayrıca tüm uygulama parsellerindeki bitkilerin bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak eni, yaprak boyu, kök boğazı çapı, kök uzunluğu ve kök ağırlığı parametreleri de değerlendirilmiştir. Ayrıca herbisit uygulaması yapılmayan alanlardaki yabancı otlarda cins düzeyinde belirlenmiştir. Arazi denemesi sonunda patojen uygulanan tüm alanlardaki bitkilerden fungusun reizolasyonları gerçekleştirilmiştir

Arazi koşullarında patojenin hastalık şiddeti değerleri sonuçlarının analizleri tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine uygun olarak IBM SPSS 26 istatistik paket

programı ile yapılmış ve varyans analizine göre önemli bulunan değerler arasındaki farklılıklar Tukey Testi ile ortaya konulmuştur.

Bitki gelişim parametreleri uygulamalarının etki değerleri Abbott formülü uygulanarak % olarak belirlenmiştir (Karman, 1971). Elde edilen veriler Arcsin transformasyonu yapılarak IBM SPSS 26 istatistik programı ile varyans analizine tabi tutulmuş, ortalamalar arasındaki farklar, Duncan çoklu karşılaştırma testine ($p < 0.05$) göre değerlendirilmiştir.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Survey Çalışmaları

Survey çalışmaları Eskişehir ili Seyitgazi, Odunpazarı, Tepebaşı, Alpu ilçelerindeki mısır üretim alanlarında gerçekleştirilmiştir. Tarla büyüklükleri dikkate alınarak örnekler toplanmıştır. Seyitgazi ilçesinden 11 tarladan 45 örnek, Alpu ilçesinden 16 tarladan 65 örnek, Osmangazi ilçesinden 13 tarladan 50 örnek, Tepebaşı ilçesinden 5 tarladan 20 örnek olmak üzere toplam 45 tarladan 180 örnek toplanmıştır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Survey yapılan ilçeler, ekim alanları, örnek alınan tarla sayısı ve alınan örnek sayısı

İlçeler	Ekim alanı	Örnek alınan alan (da)	Örnek alınan tarla sayısı	Alınan örnek sayısı
Seyitgazi	49.800	627	11	45
Alpu	74.100	631	16	65
Odunpazarı	66.550	978	13	50
Tepebaşı	43.600	112	5	20
Toplam	403.850	2348	45	180

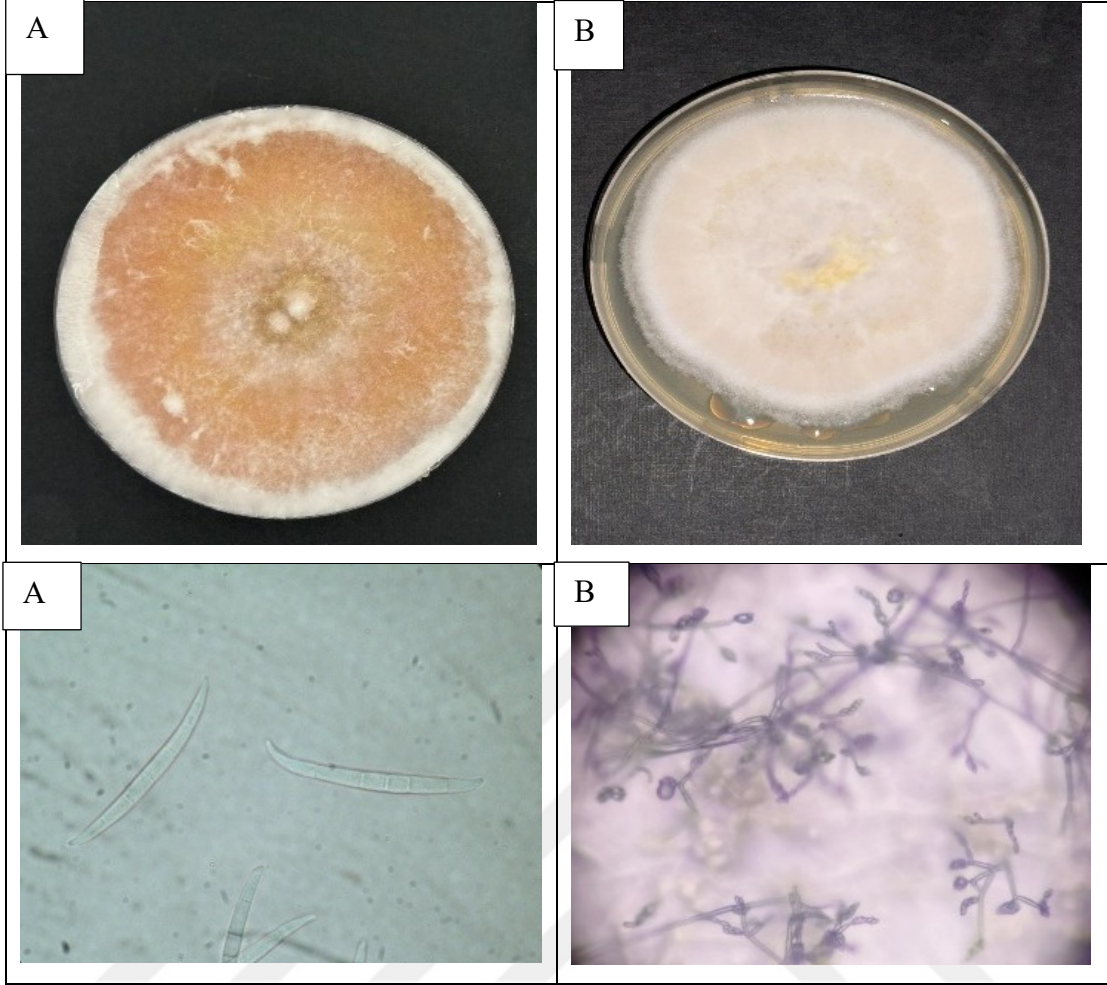
4.2. Bitkiden İzolasyon ve Teşhis Çalışmaları

Eskişehir ili mısır üretim alanlarında yapılan survey çalışmasında Tepebaşı, Odunpazarı, Seyitgazi, Alpu, Çifteler ilçelerine bağlı Merkez, Fevzipaşa, Sevinç, Ağapınar, Emirler, Karahöyük, Kızılcaören, 71 evler, Koyunlar, Aksaklı, Kalkanlı, Büyükdere, Yenikent, Türkmentokat, Yazıdere, Yunus mahallelerinden alınan örneklerden yapılan izolasyonlar sonucunda toplam 110 adet *Fusarium* izolatu elde edilmiştir. Tek spor izolasyonları sonucunda yapılan klasik teşhis çalışmaları sonucunda mısır alanlarından izole edilen türlerin *F. verticillioides*, *F. culmorum*, *F. proliferatum*, *F. graminearum*, *F. sambucinum*, *F. acuminatum*, *F. clamydosporum* ve *F. equiseti* türlerine ait oldukları belirlenmiştir. En fazla izole edilen tür 33 adet ile *F. verticillioides* olmuştur. Bunu 26 izolat ile *F. culmorum*, 24 izolat ile *F. graminearum* ve 13 izolat ile *F. proliferatum* takip etmiştir (Şekil 4.1. ve 4.2). En az sayıda izole edilen türler ise 1 izolat ile *F. sambucinum* ve *F.*

clamydosporum olmuştur. *F. verticillioides*, *F. culmorum*, *F. proliferatum*, *F. graminearum* ve *F. acuminatum* tüm ilçelerden izole edilirken, *F. sambucinum* sadece Alpu ilçesinden, *F. clamydosporum* sadece Odunpazarı ilçesinden, *F. equiseti* ise Odunpazarı ve Seyitgazi ilçelerinden izole edilmiştir. Sonuç olarak en yaygın türün *F. verticillioides* olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Eskişehir ili ilçelerinden elde edilen *Fusarium* türleri ve izolat sayıları

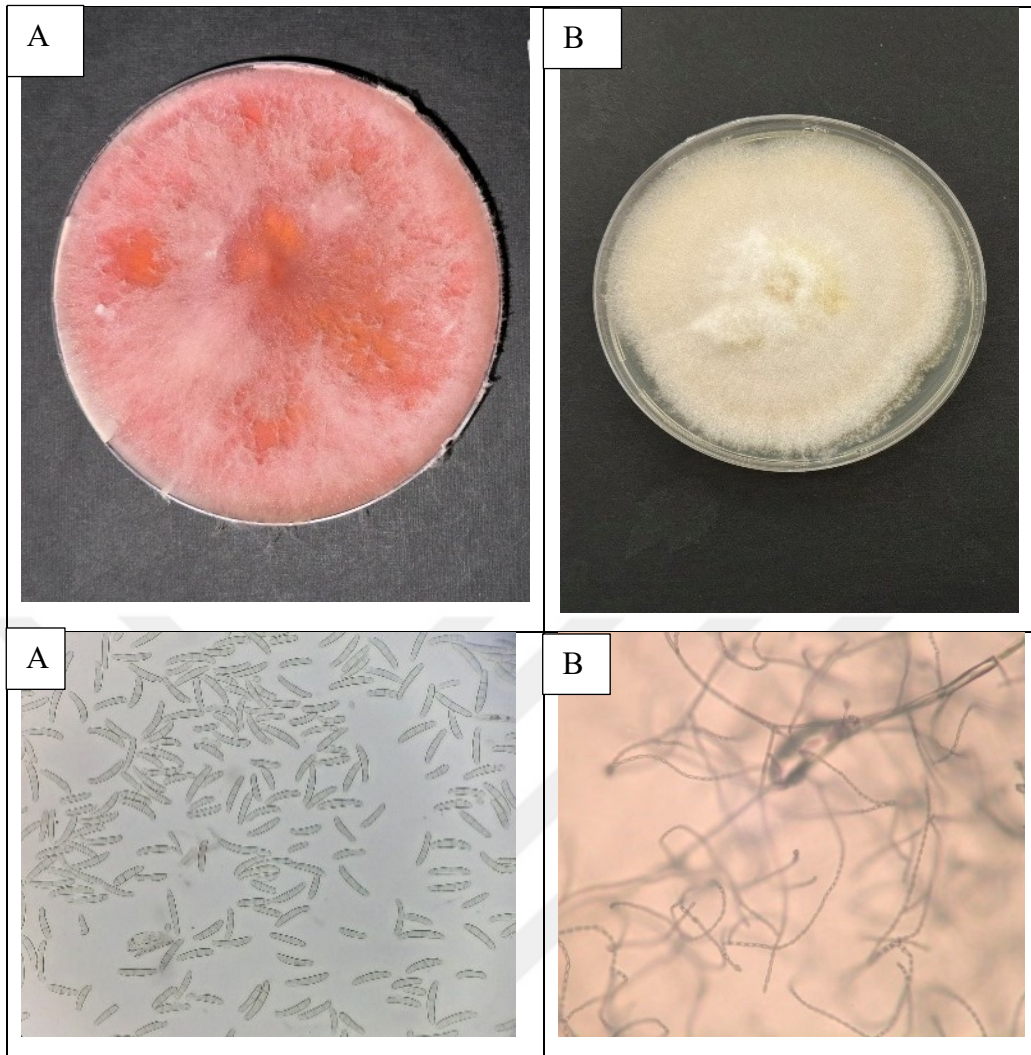
İlçe	<i>F. verticillioides</i>	<i>F. culmorum</i>	<i>F. graminearum</i>	<i>F. proliferatum</i>	<i>F. acuminatum</i>	<i>F. equiseti</i>	<i>F. sambucinum</i>	<i>F. clamydosporum</i>	Toplam
Alpu	16	10	10	1	2		1		40
Odunpazarı	8	7	6	6	2	3		1	33
Tepebaşı	3	4	1	2	2				12
Seyitgazi	6	5	7	4	2	1			25
Toplam	33	26	24	13	8	4	1	1	110



F. graminearum (A)

F. proliferatum (B)

Şekil 4.1. Çalışma sonucu izole edilen *F. graminearum* (A) ve *F. proliferatum* (B) türlerinin koloni ve konidi mikroskop görüntüleri

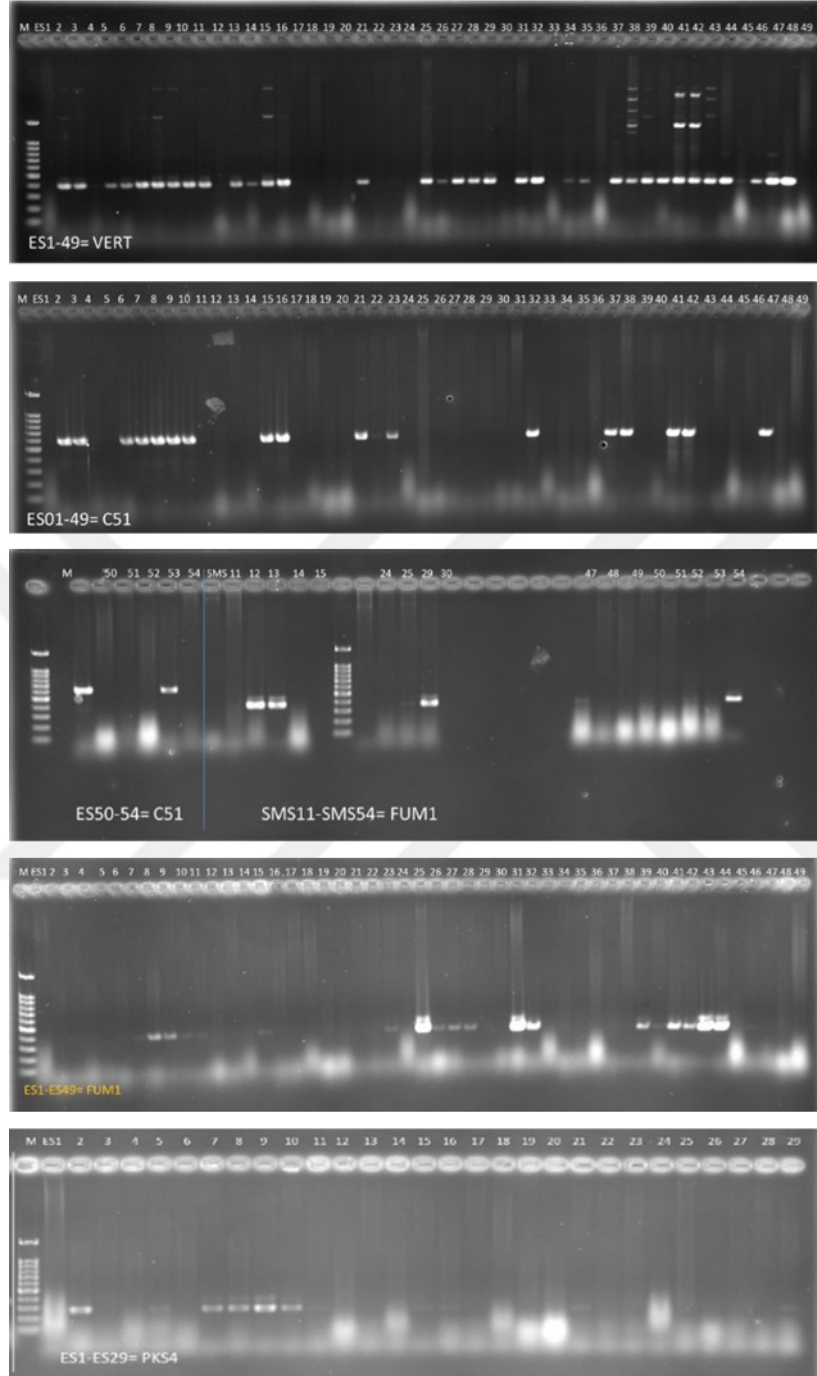


F. culmorum (A)

F. verticillioides (B)

Şekil 4.2. Çalışma sonucu izole edilen *F. culmorum* (A) ve *F. verticillioides* (B) türlerinin koloni ve konidi mikroskop görüntüleri

Klasik teşhis çalışmalarından en fazla izole edilen *F. verticillioides*, *F. culmorum*, *F. proliferatum* ve *F. graminearum* türlerine ait izolatları moleküler olarak da teşhis edilerek tür teşhisleri doğrulanmıştır. Şekil 4.3'te DNA ekstraksiyonu ve PCR çalışmalarını takip eden elektroforez çalışmalarında elde edilen bazı bant görüntüleri verilmiştir.



Şekil 4.3. İzolatların moleküler teşhis çalışmaları sırasında elektroforez sonrası elde edilen bazı jel görüntüleri

Türkiye’de mısır alanlarındaki *Fusarium* türlerinin tespiti ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde bizim çalışmamızda izole ettiğimiz türler, farklı il ve bölgelerde yapılan çalışmalarla örtüşmektedir. Aydın ilinde yapılan bir çalışmada mısır alanlarında koçan

çürüklüğü hastalığına neden olan etmenlerin *F. moniliforme* ve *F. graminearum*, Çukurova bölgesinde ise *F. graminearum*, *F. moniliforme*, *F. oxysporum*, *F. solani* ve *F. culmorum* türleri olduğu rapor edilmiştir. Eskişehir ili mısır alanlarından *Fusarium* türlerini tespit ettiğimiz bizim çalışmamız da bu iki çalışmada yer alan *F. graminearum*, *F. moniliforme* ve *F. culmorum* türleri yer almaktadır (Benlioğlu vd., 1998; Gürsoy vd., 2003). Güney Marmara Bölgesindeki mısır alanlarında yapılan benzer bir çalışmada aynı araştırmacı tarafından yapılan farklı yıllarda yapılan survey çalışmalarında 215 mısır örneği toplanmış ve sap ve koçan çürüklüğü hastalıklarına neden olan en yaygın ve virüent etmen *F. verticilloides* (*F. moniliforme*) olarak belirlenmiş, bunu *F. graminearum* takip etmiştir (Uçkun vd., 2007). Bizim çalışmamızda da Eskişehir ilinden 180 örnek toplanmış ve bunlardan en yaygın izole edilen türün *F. verticilloides* olduğu tespit edilmiştir. Bunu *F. culmorum* ve *F. graminearum* izlemiştir. Bu çalışmalardan farklı olarak bizim çalışmamızda Eskişehir ilinden *F. proliferatum*, *F. equiseti* ve *F. acuminatum* türleri izole edilmiştir.

Dünyanın farklı bölgelerinde yapılan çalışmalarda da mısır alanlarında benzer sonuçlar görülmektedir. Çin'in 12 farklı ilinden rastgele toplanan 9.000 asemptomatik mısır örneği üzerinde yapılan bir araştırmada toplamda 1.022 *Fusarium* izolatu, morfolojik özellikler, türe özgü PCR testleri ve EF1- α gen dizilimi kullanılarak tanımlanmıştır. Sekiz farklı *Fusarium* türü tespit edilmiştir. Bu türler *Fusarium verticillioides* (%75,34), *Fusarium graminearum* (%8,32), *Fusarium proliferatum* (%7,14), *Fusarium subglutinans* (%4,11), *Fusarium meridionale* (%1,57), *Fusarium oxysporum* (%1,37), *Fusarium semitectum* (%1,17) ve *Fusarium asiaticum* (%0,98) (Qin, vd., 2020). Bizim çalışmamızda türler spesifik primerler kullanılarak tespit edilmiştir. Çin'den izole edilen bu türlerden *Fusarium verticillioides*, *Fusarium graminearum*, *Fusarium proliferatum* Eskişehir ilinden de izole edilmiştir. *Fusarium* türlerinin dağılımı farklı bölgelerde değişiklik göstermiş ve en büyük çeşitlilik Hubei ilinde gözlemlenmiştir. Bizim çalışmamızda da elde edilen türler ilçelere göre farklılık göstermiştir. Eskişehir ilinde *F. verticillioides*, *F. culmorum*, *F. proliferatum*, *F. graminearum* ve *F. acuminatum* tüm ilçelerden izole edilirken, *F. sambucinum* sadece Alpu ilçesinden, *F. clamydosporum* sadece Odunpazarı ilçesinden, *F. equiseti* ise Odunpazarı ve Seyitgazi ilçelerinden izole edilmiştir. Çin'de yapılan başka iki çalışmada da mısır koçanlarından *F. asiaticum*, *F. equiseti*, *F. graminearum*, *F. meridionale*, *F. proliferatum*, *F. temperatum* (Sun vd., 2025) ve *Fusarium incarnatum-equiseti* species complex (%14,39), *F. temperatum* (%5,30), *F. acuminatum* (%3,03), *F. solani* (%2,27), *F.*

sporotrichioides (%2,27), *F. tricinctum* (%1,52), *F. asiaticum* (%1,52), *F. verticillioides* (%50,00), *F. subglutinans* (%18,94), ve *F. proliferatum* türleri izole edilmiştir (Yang vd., 2022). (Sun vd., 2025) mısırdaki en virulent türü bizim çalışmamızda olduğu gibi *F. graminearum* olarak belirlemişlerdir. Çin'den izole edilen türlerden farklı olarak bu çalışmada Eskişehir ilinden *F. culmorum* ve *F. sambucinum* türleri izole edilmiştir. 2023 yılında Hindistan'da yapılan bir çalışmada ise mısır alanlarında en virulent türlerin *Fusarium acutatum*, *Fusarium verticillioides*, *Fusarium andiyazi* olduğu rapor edilmiştir. Bizim çalışmamızda ise en virulent türün *F. graminearum* olduğu belirlenmiştir (Harish vd., 2023). İtalya'da 2023 yılında yapılan bir çalışmada ise Mısır alanlarından alınan örnekler neticesinde bizim çalışmamızdan farklı olarak *F. annulatum*, *F. commune*, *F. nisikadoi* ve *Fusarium oxysporum* izole edilmiş ve tamamı da mısırdaki patojen bulunmuştur (Sanna vd., 2023).

Güney Afrikada yapılan bir çalışmada mısır alanlarında yapılan surveyler sonucu elde edilen *Fusarium* türleri bizim çalışmamızda elde ettiğimiz türlerle örtüşmektedir. Bu çalışmada mısırlardan *Fusarium verticillioides*, *F. temperatum*, *F. boothii*, *F. subglutinans*, *F. nygamai*, *F. sambucinum*, *F. incarnatum-equiseti*, *F. fujikuroi*, *F. oxysporum* ve *F. chlamydosporum* izole edilmiştir. Bu çalışmada izole edilen ve bizim çalışmamızda da izole ettiğimiz *F. sambucinum* ve *F. chlamydosporum* dikkat çekicidir (Anonim, 2025e).

4.3. Patojenisite Testleri

Mısır bitkisinden izole edilen ve farklı *Fusarium* türlerine ait oldukları tespit edilen izolatlar arasından seçilen 41 izolatın patojenisiteleri sera koşullarında hassas PL538 mısır çeşidi kullanılarak test edilmiş ve hastalık şiddeti değerleri hesaplanmıştır. Çalışma sonucu elde edilen *Fusarium* türlerinin tamamı patojen bulunmuştur. Çalışmada en virulent izolat %96,67 hastalık şiddeti değeri ile M14 kod numaralı *F. graminearum* türüne ait izolat olmuştur. Bunu %93,33 hastalık şiddeti ile M53 X kod numaralı *F. culmorum* türü takip etmiştir. *F. verticillioides* türüne ait izolatların hastalık şiddeti değerleri %60-86,67 arasında değişirken, *F. proliferatum* türüne ait izolatın en yüksek hastalık şiddeti değerleri %84 olarak bulunmuştur. Virülensi en düşük izolatlar ise %60 hastalık şiddeti değeri ile M31 Z1 (*F. culmorum*) ve M33 X (*F. verticillioides*) kod numaralı izolatlar olmuştur (Çizelge 4.3 ve Şekil 4.4). Hastalık şiddetinin en yüksek olduğu bölgenin ise Alpu merkez ve

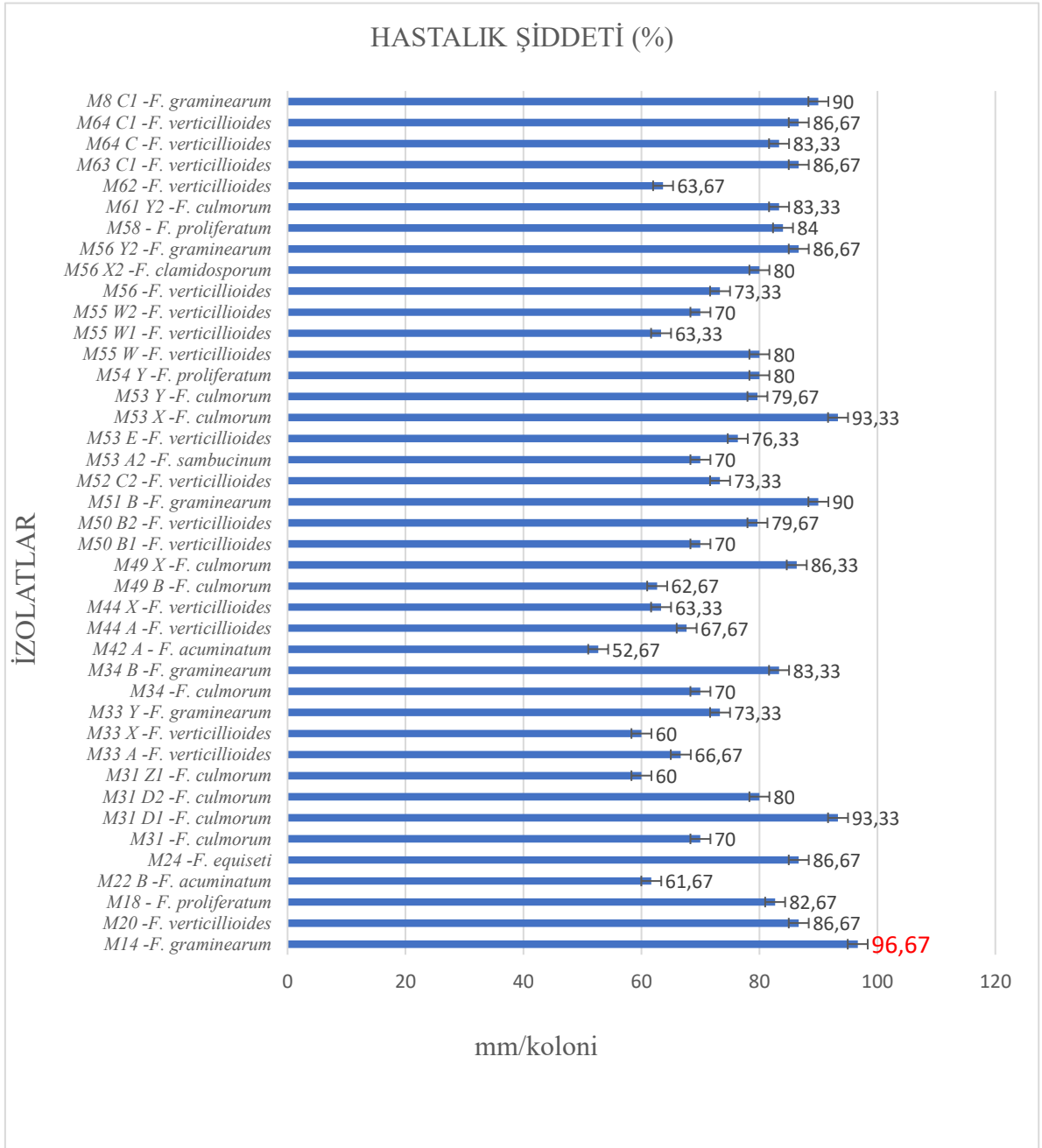
Tepebaşına bağlı 71 evler mahalleleri olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda arazi çalışmalarında toprak herbisitlerinin, en virülent tür olan *M14* kod numaralı *F graminearum* türüne etkileri araştırılmıştır.



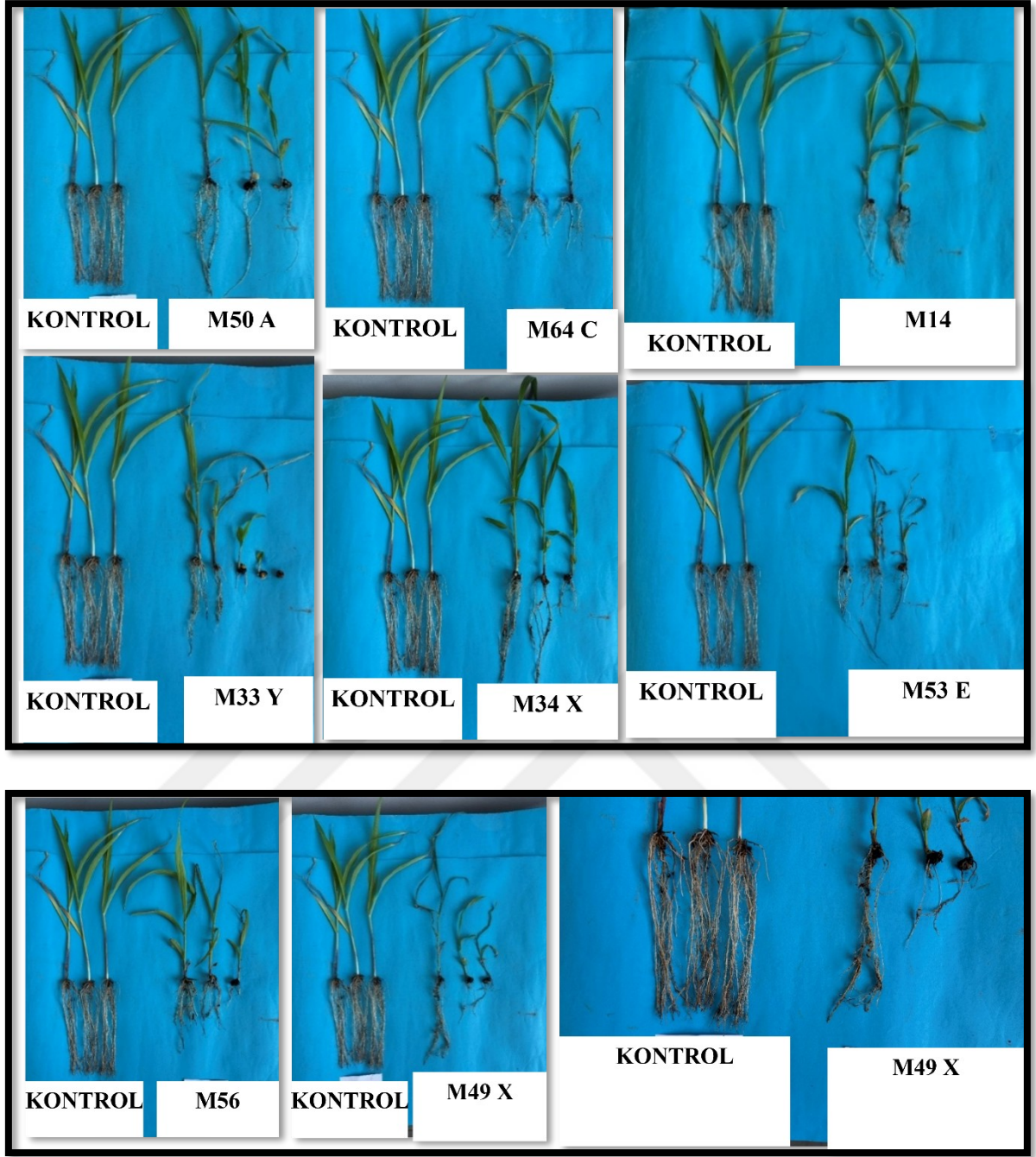
Çizelge 4.3. Mısır alanlarından elde edilen *Fusarium* türlerinin hastalık şiddeti değerleri

	İzolatlar	Hastalık şiddeti (%)
1	<i>M14 -F. graminearum</i>	96,67±1,53 a
2	<i>M20 -F. verticillioides</i>	86,67±1,53 a-d
3	<i>M18 - F. proliferatum</i>	82,67±2,52 b-e
4	<i>M22 B -F. acuminatum</i>	61,67±2,89 h-i
5	<i>M24 -F. equiseti</i>	86,67±1,53 a-d
6	<i>M31 -F. culmorum</i>	70,00±5,00 e-h
7	<i>M31 D1 -F. culmorum</i>	93,33±1,52 ab
8	<i>M31 D2 -F. culmorum</i>	80,00±5,00 b-f
9	<i>M31 Z1 -F. culmorum</i>	60,00±5,00 hi
10	<i>M33 A -F. verticillioides</i>	66,67±5,77 f-h
11	<i>M33 X -F. verticillioides</i>	60,00±1,00 h-i
12	<i>M33 Y -F. graminearum</i>	73,33±3,05 d-h
13	<i>M34 -F. culmorum</i>	70,00±10,00 e-h
14	<i>M34 B -F. graminearum</i>	83,33±0,76 a-e
15	<i>M42 A - F. acuminatum</i>	52,67±2,52 i
16	<i>M44 A -F. verticillioides</i>	67,67±6,81 f-h
17	<i>M44 X -F. verticillioides</i>	63,33±9,61 g-i
18	<i>M49 B -F. culmorum</i>	62,67±2,52 g-i
19	<i>M49 X -F. culmorum</i>	86,33±2,08 a-d
20	<i>M50 B1 -F. verticillioides</i>	70,00±5,00 e-h
21	<i>M50 B2 -F. verticillioides</i>	79,67±2,08 b-f
22	<i>M51 B -F. graminearum</i>	90,00±3,00 a-c
23	<i>M52 C2 -F. verticillioides</i>	73,33±5,77 d-h
24	<i>M53 A2 -F. sambucinum</i>	70,00±5,00 e-h
25	<i>M53 E -F. verticillioides</i>	76,33±1,15 c-g
26	<i>M53 X -F. culmorum</i>	93,33±2,89 ab
27	<i>M53 Y -F. culmorum</i>	79,67±2,08 b-f
28	<i>M54 Y -F. proliferatum</i>	80,00±0,00 b-f
29	<i>M55 W -F. verticillioides</i>	80,00±1,00 b-f
30	<i>M55 W1 -F. verticillioides</i>	63,33±3,51 g-i
31	<i>M55 W2 -F. verticillioides</i>	70,00±10,00 e-h
32	<i>M56 -F. verticillioides</i>	73,33±5,77 d-h
33	<i>M56 X2 -F. clamidosporum</i>	80,00±1,73 b-f
34	<i>M56 Y2 -F. graminearum</i>	86,67±3,06 a-d
35	<i>M58 - F. proliferatum</i>	84,00±2,00 a-d
36	<i>M61 Y2 -F. culmorum</i>	83,33±0,58 a-e
37	<i>M62 -F. verticillioides</i>	63,67±6,03 g-i
38	<i>M63 C1 -F. verticillioides</i>	86,67±2,08 a-d
39	<i>M64 C -F. verticillioides</i>	83,33±0,00 a-e
40	<i>M64 C1 -F. verticillioides</i>	86,67±0,58 a-d
41	<i>M8 C1 -F. graminearum</i>	90,00±1,73 a-c
	Total	76,76±11,29
	F- Değeri	p<0,001

*Değerler üç tekerrür ortalamasıdır (ortalama±standart hata, n=3). Farklı harfler Tukey Testine göre p<0,001 olasılık seviyesinde değerler arasında istatistiksel anlamlı farklılıkları ifade etmektedir.



Şekil 4.4. Patojenisite çalışması sonucu izolatların hastalık şiddeti değerlerini gösteren grafik



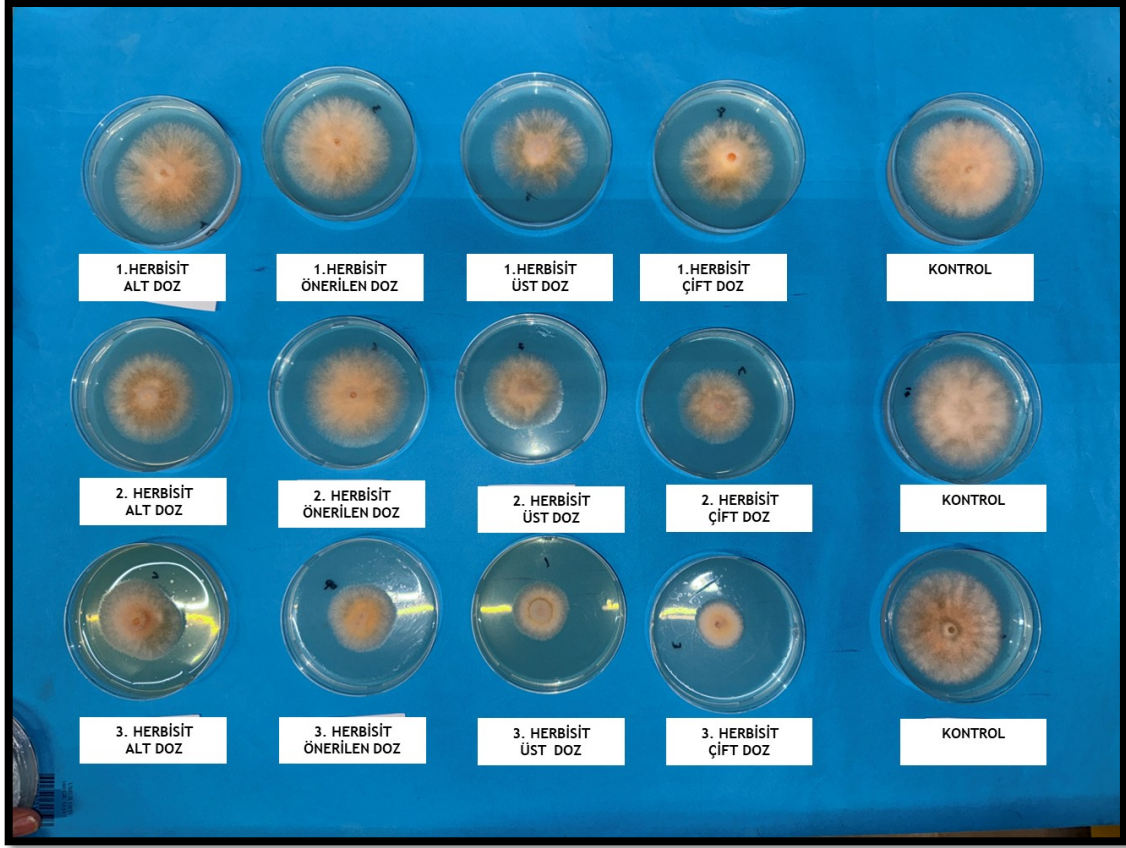
Şekil 4.5. Patojenisite çalışmalarında değerlendirilen bazı örnekler

4.4. Herbisitlerin Etkilerinin Belirlenmesi

4.4.1. *In vitro* koşullarda herbisitlerin patojenin miselial gelişimine etkileri

In vitro koşullarda en virulent tür olarak tespit edilen M14-*F. graminearum*'a karşı gerçekleştirilen herbisit etki çalışmaları, PDA besi yerlerinde Isoxaflutole + Thiencarbazona

methyl + Cyprosulfamide (1. herbisit), Dimethenamid-P + Saflufenacil (2. herbisit) ve Metolachlor + Terbutylazine (3. herbisit) aktif maddeli toprak herbisitlerinin önerilen doz, alt doz, üst doz ve çift kat dozları kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Petri denemelerinde farklı herbisit dozlarının patojenin miselial gelişimine etkileri (1. herbisit; Isoxaflutole+Thiencarbazone methyl+Cyprosulfamide, 2. herbisit; Dimethenamid-P+Saflufenacil, 3. herbisit; S-Metolachlor-Terbutylazine)

In vitro koşullarda petrilere uygulanan herbisit aktif maddeleri ve dozlarının her iki ölçüm gününde de (2. ve 3. gün) etkilerini ortaya koymak amacıyla elde edilen veriler faktöryel deneme desenine uygun olarak varyans analizine tabi tutulmuş olup (Çizelge 4.4) en az $p \leq 0,05$ düzeyinde önemli bulunan sonuçlar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılarak önem derecelerine göre sınıflandırılmıştır (Şekil 4.7).

Çizelge 4.4. Gelişme çapları 1. ve 2. ölçüm sonuçlarının istatistik sonuçlarını gösteren varyans analiz tablosu

VK	SD	1.Ölçüm Sonuçları (KO)	2.Ölçüm Sonuçları (KO)
Herbisitler	2	1597,55 *	3616,0 *
Dozlar	4	1066,20 *	1773,7 *
Herbisitler*Dozlar	8	117,96 *	271,9 *
Error	135	14,11 *	31,9 *

* = $p \leq 0,05$, KO= kareler ortalaması, SD= serbestlik derecesi, VK=varyasyon kaynağı

Sonuçlar incelendiğinde her bir herbisit genel olarak herbisit uygulamalarının yapılmadığı kontrol uygulamalarına göre patojenin gelişme çapı üzerine etkili olduğu ortaya konmuş olup bu etki Dimethenamid-P+Saflufenacil ve S-Metolachlor-Terbuthylazine aktif maddeli herbisitlerin alt dozlarından itibaren her iki ölçüm gününde de istatistiki bakımdan önemli farklılıklar ortaya koyduğu ve miselyal çapın gelişimini baskıladığı belirlenmiştir. Genel olarak Isoxaflutole+Thiencarbazone methyl+Cyprosulfamide aktif maddeli herbisit her iki ölçüm gününde de ancak uygulanan üst dozdan itibaren etkili olabilmektedir. S-Metolachlor-Terbuthylazine aktif maddeli herbisit ise alt dozdan itibaren uygulanan bütün dozları diğer her iki herbisit uygulanan tüm dozlarından daha etkili olduğu istatistiksel olarak ortaya konmuş olup, söz konusu herbisit fungal gelişim üzerine uygulanan herbisitler içinde en etkili herbisit aktif maddesi olduğu görülmektedir (Şekil 4.7).

Şekil 4.7'deki grafikte ortalamalar arasındaki anlamlı farklılıklar Çizelge 4.4'de verilmiştir.



Şekil 4.7. Petri denemelerinde farklı herbisit dozlarının patojenin miselial gelişimine etkileri

Herbisitlerin farklı dozlarının fungusu engelleme oranları dikkate alındığında, tüm herbisitlerde doz arttıkça herbisitlerin engelleme oranlarının da arttığı gözlenmiştir. Isoxaflutole+Thien carbazole methyl+Cyprosulfamide aktif maddeli herbisitinin birinci ölçümlerinde en yüksek etki %17,87 çift dozda gözlenmiştir. Aynı herbisitinin önerilen dozundaki etki değeri ise %10,9 olarak hesaplanmıştır. İkinci ölçümlerde ise bu herbisitinin engelleme oranları söz konusu dozlarda sırasıyla %16,67 ve %8,54 olarak hesaplanarak engelleme oranlarının ikinci ölçümlerde düştüğü gözlenmiştir. Dimethenamid-P + Saflufenacil aktif maddeli herbisitinin birinci ölçümlerinde yine en yüksek etki %30,87 ile çift dozda gözlenmiştir. Aynı herbisitinin önerilen dozundaki etki değeri ise %21,94 olarak hesaplanmıştır. İkinci ölçümlerde ise bu herbisitinin engelleme oranları söz konusu dozlarda sırasıyla %22,54 ve %17,42 olarak hesaplanarak engelleme oranlarının ikinci ölçümlerde düştüğü gözlenmiştir. Sonuç olarak petri denemelerinde Isoxaflutole+Thien carbazole methyl+Cyprosulfamide ve Dimethenamid-P + Saflufenacil aktif maddeli herbisitlerinin patojene karşı etkisi düşük bulunmuştur.

Metolachlor + Terbutylazine aktif maddeli herbisitinin birinci ölçümlerinde ise en yüksek etki %57,66 ile yine çift dozda gözlenmiştir. Aynı herbisitinin önerilen

dozundaki etki değeri ise % 38,72 olarak hesaplanmıştır. İkinci ölçümlerde ise bu herbisitın engelleme oranının çift dozda hemen hemen aynı kalırken (%56,78), önerilen dozda arttığı (%40,18) tespit edilmiştir. Bu herbisitın patojene karşı ortalama engelleme oranı %57,22 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Petri denemelerinde farklı herbisit dozlarının patojeni engelleme oranları

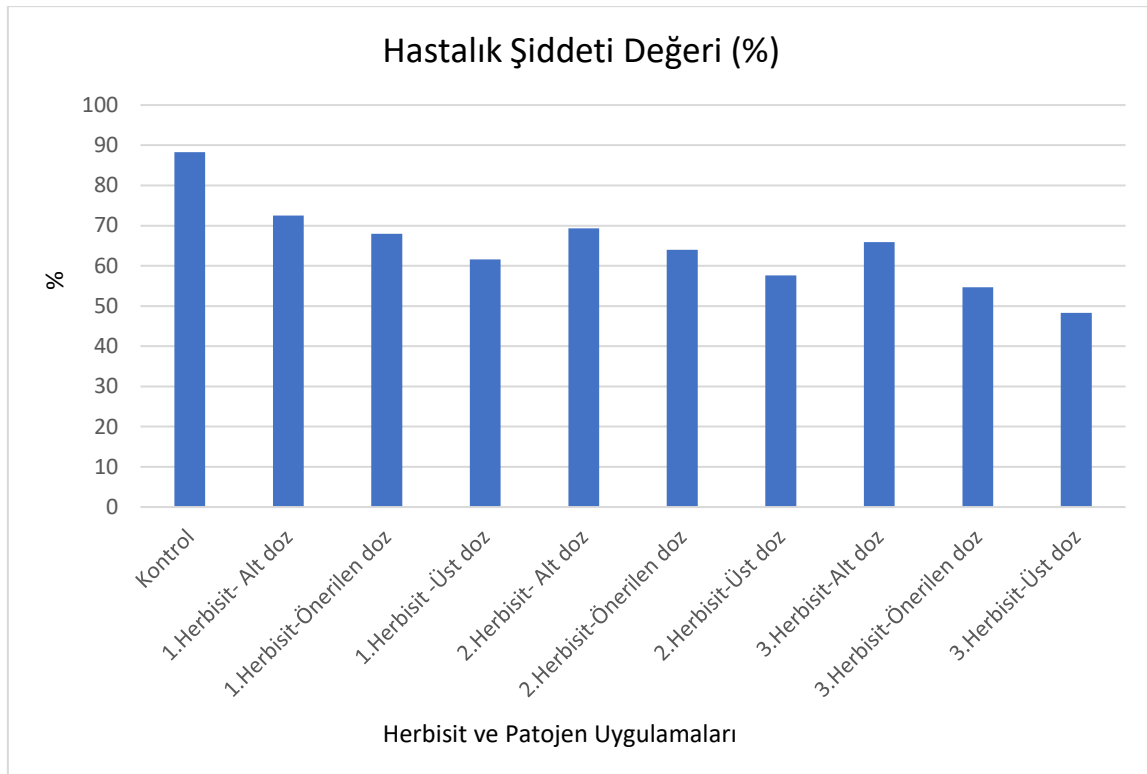
Aktif madde		Doz	Birinci ölçümde engelleme oranı (%)	İkinci ölçümde engelleme oranı (%)	Ortalama engelleme oranı (%)
Isoxaflutole	+	Alt doz	8,05	6,13	7,09
		Önerilen doz	10,9	8,54	9,67
Thiencarbazonemethyl	+	Üst doz	13,79	14,45	14,12
		Çift doz	17,87	16,67	17,27
Cyprosulfamide	+	Alt doz	20,68	14,51	17,60
		Önerilen doz	21,94	17,42	19,68
		Üst doz	28,58	19,51	20,04
		Çift doz	30,87	22,54	26,70
Dimethenamid-P	+	Alt doz	34,05	31,43	32,74
		Önerilen doz	38,72	40,18	39,45
		Üst doz	48,12	46,19	47,15
		Çift doz	57,66	56,78	57,22
Saflufenacil	+	Alt doz	34,05	31,43	32,74
		Önerilen doz	38,72	40,18	39,45
		Üst doz	48,12	46,19	47,15
		Çift doz	57,66	56,78	57,22
Metolachlor	+	Alt doz	34,05	31,43	32,74
Önerilen doz		38,72	40,18	39,45	
Üst doz		48,12	46,19	47,15	
Çift doz		57,66	56,78	57,22	
Terbutylazine	+	Alt doz	34,05	31,43	32,74
Önerilen doz		38,72	40,18	39,45	
Üst doz		48,12	46,19	47,15	
Çift doz		57,66	56,78	57,22	
Kontrol			-	-	-

4.4.2. *In vivo* koşullarda herbisitlerin hastalık şiddeti ve bitki gelişimine etkilerinin belirlenmesi

Arazi çalışmalarında Isoxaflutole + Thiencarbazone methyl + Cyprosulfamide (1. Herbisit), Dimethenamid-P + Saflufenacil (2. Herbisit) ve Metolachlor + Terbutylazine (3. Herbisit) aktif maddeli herbisitlerin farklı dozlarının hastalık şiddetine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada ayrıca üç herbisit mısırın bitki gelişim parametrelerine etkileri de araştırılmıştır. Çalışmada toprağa uygulanan 3 herbisit farklı dozlarının mısır bitkisinde bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak eni, yaprak boyu, kök boğazı çapı, kök uzunluğu ve kök ağırlığına etkileri tespit edilmiştir.

4.4.2.1. *In vivo* koşullarda herbisitlerin hastalık şiddetine etkileri

Arazi koşullarında gerçekleştirilen 3 herbisit de farklı doz uygulamalarında bitkilerdeki hastalık şiddeti değerlerinde azalmalar gözlenmiştir (Şekil 4.8). Herbisit uygulanmayan kontrol parselinde patojenin hastalık şiddeti değeri %88,27 olarak hesaplanmıştır. Herbisit uygulanan parsel de ise en düşük hastalık şiddeti değeri %48,27 ile Metolachlor + Terbutylazine aktif maddeli herbisit üst doz uygulamasında saptanmıştır. Aynı herbisit önerilen dozunda da hastalık şiddeti değerinin, diğer iki herbisit tüm doz uygulamalarındaki hastalık şiddetinden düşük (%54,67) olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.8 ve Çizelge 4.6).



Şekil 4.8. Tarla koşullarında uygulanan herbisit-patojen uygulamalarındaki hastalık şiddeti değerlerini gösteren grafik

Tüm herbisitlerde dozlar arttıkça etki değerlerinin arttığı gözlenmiştir. En yüksek etki Metolachlor + Terbutylazine aktif maddeli herbisitte gözlenmiştir. Söz konusu herbisit uygulamasında en yüksek etki %45,31 ile üst doz uygulamasında görülmüş olup, aynı herbisitin önerilen doz uygulamasında hastalığa etki %38,06 olarak saptanırken, alt dozunda ise etki değeri %25,37 olarak belirlenmiştir. Dimethenamid-P + Saflufenacil-önerilen doz uygulamasında etki %27,49, Isoxaflutole + Thiencarbazone methyl + Cyprosulfamide-önerilen doz uygulamasında ise hastalığa karşı etki %22,96 olarak gözlenmiştir (Çizelge 4. 6).

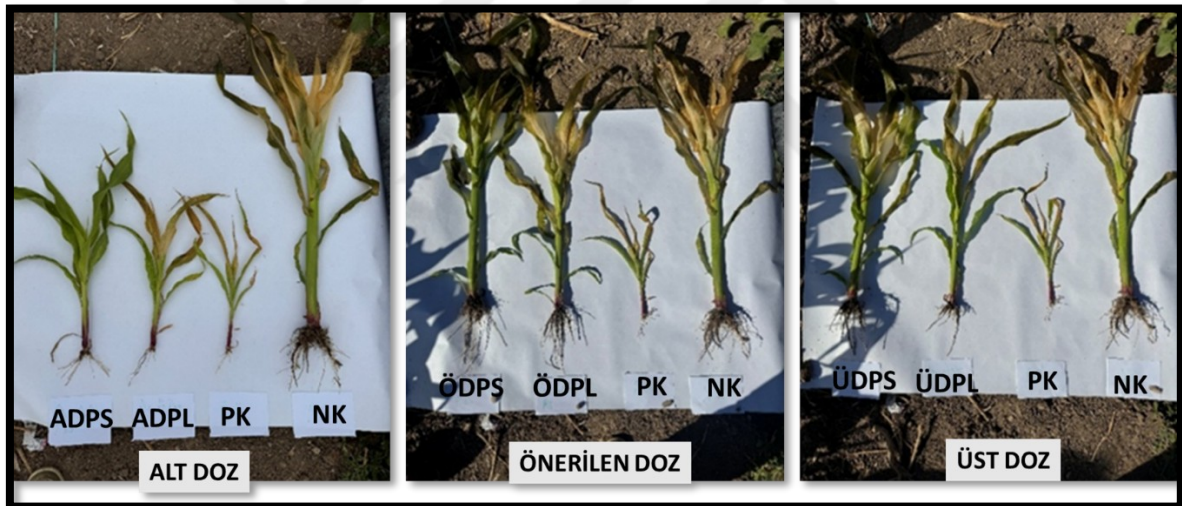
Çizelge 4.6. Tarla koşullarında uygulanan herbisit-patojen uygulamalarındaki hastalık şiddeti değerleri

Herbisit/Doz	Hastalık Şiddeti Değeri (%)	Etki değeri (%)
Kontrol	88,27±2,81 f	-
Isoxaflutole + Thiencarbazon methyl + Cyprosulfamide - Alt doz	72,53±4,41 e	17,83
Isoxaflutole + Thiencarbazon methyl + Cyprosulfamide -Önerilen doz	68,00±2,88 de	22,96
Isoxaflutole + Thiencarbazon methyl + Cyprosulfamide -Üst doz	61,60±3,67 bcd	30,21
Dimethenamid-P + Saflufenacil - Alt doz	69,33±3,03 de	21,45
Dimethenamid-P + Saflufenacil -Önerilen doz	64,00±2,88 cd	27,49
Dimethenamid-P + Saflufenacil -Üst doz	57,60±2,17 bc	34,74
Metolachlor + Terbuthylazine -Alt doz	65,87±2,31 cde	25,37
Metolachlor + Terbuthylazine -Önerilen doz	54,67±0,92 ab	38,06
Metolachlor + Terbuthylazine -Üst doz	48,27±3,03 a	45,31
Ortalama±S.H.	65,01±10,85	
F-Değeri	p<0,001	

*Değerler üç tekerrür ortalamasıdır (ortalama±standart hata, n=3). Farklı harfler Tukey Testine göre p<0,001 olasılık seviyesinde değerler arasında istatistiksel anlamlı farklılıkları ifade etmektedir.

Denemelerin yürütüldüğü arazilerde don zararından dolayı tüm parsellerdeki mısır bitkilerinin yapraklarında sararmalar meydana gelmiştir. Isoxaflutole+Thiencarbazon methyl+Cyprosulfamide aktif maddeli herbisit uygulamalarında bitkide meydana gelen hastalık belirtileri incelendiğinde alt doz patojenli alanlardaki bitkilerde boy kısalmasının yanı sıra gövdede incelmeye ve kök yoğunluğunda azalma ve kök boy uzunluğunda da azalmalar gözlenmiştir. Sadece patojen uygulanan pozitif kontrol (PK)(sadece patojen) parsellerdeki bitkilerde hastalık şiddeti yüksek gözlenmiş ve köklerde kahverengi nekrozun yanı sıra bitki boyunda aşırı kısalma gövdede aşırı incelmeye ve kök yoğunluğunda aşırı azalma ve kök boy uzunluğunda da aşırı azalma gözlenmiştir. Önerilen ve üst dozlarda hem patojen hem de herbisit uygulanan önerilen doz patojenli (ÖDPL) üst doz patojenli (ÜDPL) bitkilerdeki gelişim ve hastalık seyri sadece patojen uygulanan pozitif kontrol (PK: sadece patojen) bitkilerinden daha iyi oldukları saptanmıştır. Bunun sebebinin herbisit patojenin gelişimini olumsuz yönde etkilemesinden kaynaklandığı kanısına varılmıştır.

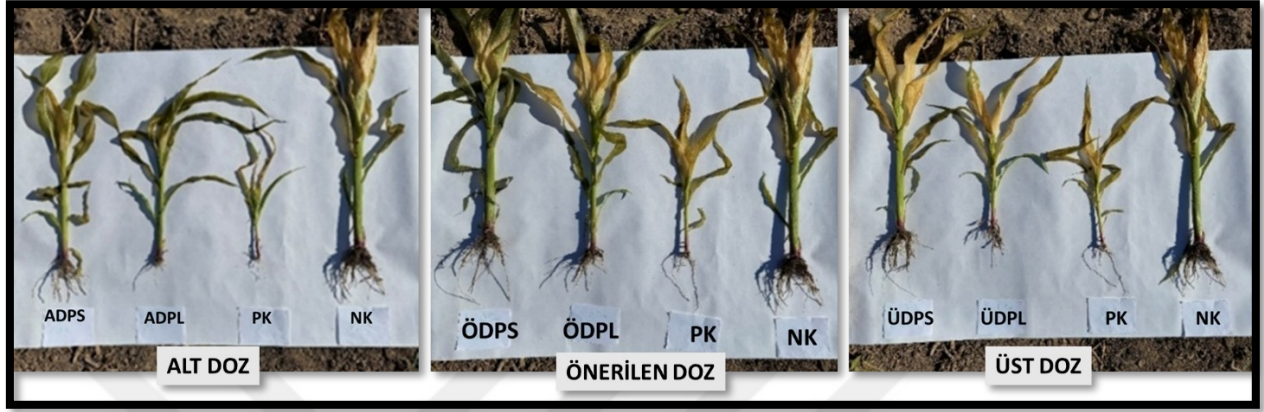
Önerilen doz patojensiz (ÖDPS) üst doz patojensiz (ÜDPS) parsellerindeki bitki gelişiminin normal seyrettiği gözlenirken alt doz patojensiz (ADPS) parsellerindeki bitki gelişiminin negatif kontrole (NK) göre zayıf kalmasının sebebi herbisitinin alt dozunun yetersiz kalmasından dolayı yabancı ot yoğunluğundan kaynaklandığı kanısına varılmıştır. Önerilen doz patojenli (ÖDPL) ve üst doz patojenli (ÜDPL) uygulamalarında negatif kontrole (NK: hiçbir uygulama yok) göre patojenden dolayı bitki gelişiminde gerileme, bitki boylarında kısalma, kök gelişiminde azalma gözlenmiştir. Fakat bu bitkiler PK (sadece patojen) bitkilerine göre daha iyi gelişme göstermiştir. Bunun nedeni herbisitinin patojen üzerine olumsuz etkisinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Pozitif kontrollerde ise hastalık şiddeti yüksek gözlenmiş ve köklerde kahverengi nekrozun yanısıra bitki boyunda aşırı kısalma gövdede aşırı incelme, kök yoğunluğunda aşırı azalma ve kök boy uzunluğunda da aşırı kısalma gözlenmiştir. Negatif kontrol (NK: herbisitsiz-patojensiz) parsellerindeki bitkilerde ise bitki gelişiminin normal olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Isoxaflutole+Thiencarbazon methyl+Cyprosulfamide ve *F. graminearum* uygulanan alanlardaki mısır bitkisinde meydana gelen hastalık belirtileri

Dimethenamid-P+Saflufenacil aktif maddeli herbisit uygulamalarında bitkide meydana gelen hastalık belirtileri incelendiğinde tüm dozlarda patojenli (ADPL, ÖDPL, ÜDPL) parsellerdeki bitkilerin patojenli olmalarına rağmen pozitif kontrol (PK: sadece patojen) uygulamalarına göre bitki gelişimi, boy ve kök sistemi bakımından daha iyi oldukları gözlenmiştir. Bunun sebebinin herbisitinin patojenin gelişimini negatif yönde etkilemesinden dolayı bitki gelişimini olumlu yönde etkilediği kanısına varılmıştır. Negatif

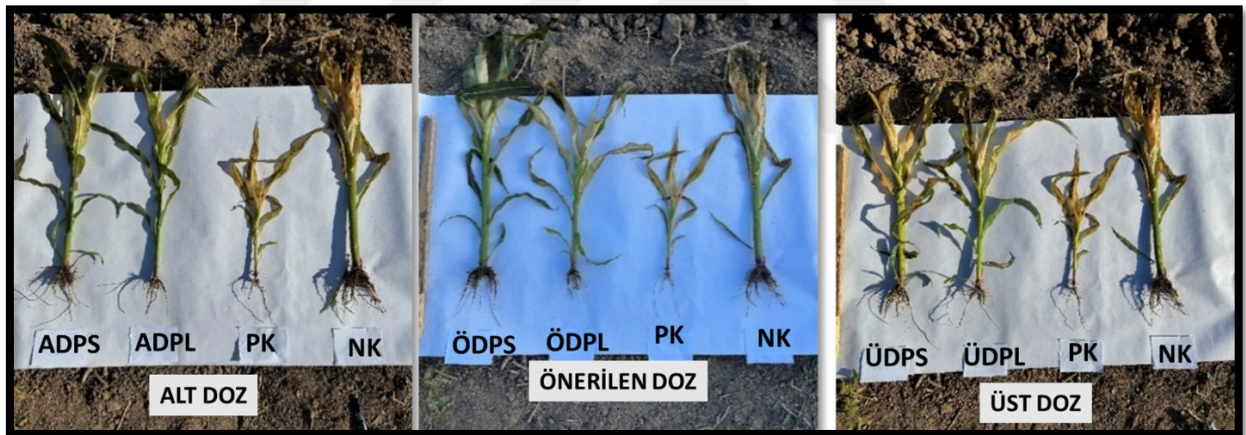
kontrol (NK: herbisitsiz-patojensiz) parsellerindeki bitkilerde ise bitki gelişiminin normal olduğu gözlenmiştir. Ayrıca üst dozlardaki bitki boylarının önerilen dozlardaki bitki boylarına göre daha kısa olduğu gözlenmiştir. Bu durum üst doz herbisit kullanımının bitki gelişimini belirli bir seviyede azalttığını düşündürmektedir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Dimethenamid-P+Saflufenacil ve *F. graminearum* uygulanan alanlardaki mısır bitkisinde meydana gelen hastalık belirtileri

Metolachlor+Terbuthylazine alt doz uygulamalarında patojenli ve patojensiz alan kıyaslandığında alt doz patojenli (ADPL) alandaki hafif boy kısaltmalarının patojenden kaynaklandığı düşünülmektedir. Alt doz patojenli (ADPL) alanındaki bitkilerin pozitif kontrol bitkilerinden daha iyi durumda olmalarının sebebinin yine herbisit kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Pozitif kontrol uygulamalarındaki şiddetli hastalık belirtileri ve şiddetli boy kısaltmasının sadece patojenden kaynaklandığı, pozitif kontrol bitkilerin herbisitli-patojenlilerden daha kötü durumda olmasının patojen kaynaklı olduğu kanısına varılmıştır. Herbisit ve patojen uygulanan alanlardaki bitkilerin, yalnızca patojen uygulanan pozitif kontrol alanlarındaki bitkilere kıyasla daha iyi gelişim göstermesi, uygulanan herbisit alt dozunun düşük olmasına rağmen, herbisit patojen gelişimini olumsuz yönde etkilemesiyle açıklanabilir. Bu durum, aynı zamanda herbisit dolaylı olarak bitki gelişimini olumlu etkilediğini de göstermektedir. Ayrıca, patojenin varlığı nedeniyle bitkilerin gelişimi zayıflamış; bu nedenle, herbisit ve patojen uygulanan alanlardaki (ADPL, ÖDPL, ÜDPL) bitkiler, patojen içermeyen alanlardaki bitkilere kıyasla daha kısa boylu ve daha zayıf yapıda kalmıştır.

Önerilen doz patojenli ve patojensiz uygulamalarda (ÖDPL-ÖDPS) ÖDPL uygulamalarında bitki boylarının kontrole göre biraz daha kısa ve bitki gelişiminin daha zayıf, kök yoğunluğunun daha az olduğu gözlenmiştir. Bunun sebebinin patojenin etkisinden kaynaklandığı kanısına varılabilir. Yine ÖDPL parsellerindeki bitkilerin PK parsellerindeki bitkilerden daha iyi gelişim göstermeleri ve hastalık şiddetinin daha az olmasının herbisit patojene negatif etkisinden dolayı olduğu kanısına varılmıştır. Üst doz uygulamaları incelendiğinde patojensiz (ÜDPS) alanlardaki bitki gelişimleri üst doz patojenli (ÜDPL) bitkilerinden daha iyi gelişim göstermesinin sebebinin patojensiz olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Her ikisinde de patojen olmasına rağmen üst doz patojenli (ÜDPL) bitkilerinin pozitif kontrol bitkilerinden daha iyi gelişim göstermesinin sebebinin herbisit patojenin gelişimini olumsuz etkilemesinden dolayı bitki gelişimini olumlu yönde etkilediği ve hastalık etkisini azalttığı kanısına varılmıştır. Ayrıca üst dozlardaki bitki boylarının önerilen dozlardaki bitki boylarına göre daha kısa olduğu gözlenmiştir. Bu durum üst doz herbisit kullanımının bitki gelişimini belirli bir seviyede azalttığını düşündürmektedir (Şekil 4. 11).



Şekil 4.11. S-Metolachlor+Terbuthylazine ve *F. graminearum* uygulanan alanlardaki mısır bitkisinde meydana gelen hastalık belirtileri

Çalışma sonucunda tüm herbisit doz uygulamalarında patojenli (Tüm dozlar-PL) uygulamalardaki bitkilerin pozitif kontrol bitkilerden daha iyi gelişim göstermesi ve hastalık belirtilerinde de azalma gözlenmesinin, herbisitlerin patojenin gelişimini olumsuz yönde etkilemesinden kaynaklandığı kanısına varılmıştır. Ayrıca herbisit uygulanmayan negatif kontrol (NK) alanlarındaki yabancı ot popülasyonunun diğer tüm herbisit uygulama alanlarına kıyasla daha yoğun olmasına karşın, bu alanlardaki mısır bitkilerinin tüm alt doz patojensiz (ADPS) alanlardaki bitkilerden daha sağlıklı oldukları gözlenmiştir. Bu durum,

yalnızca yüksek doz herbisit uygulamalarının değil, aynı zamanda düşük doz herbisit uygulamalarının da bitki gelişimini olumsuz yönde etkileyebileceğini göstermektedir.

4.4.2.2. In vivo koşullarda herbisitlerin bitki gelişimine etkileri

Herbisitlerin farklı dozlarının patojenli ve patojensiz alanlarda mısır bitkisinin bazı morfolojik (bitki boyu, yaprak eni, yaprak boyu ve yaprak sayısı) özelliklerine etkilerini araştırmak amacıyla yapılan çalışmalarda elde edilen varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4.7) göre istatistiki olarak önemli bulunan varyantların ortalamaları Duncan testi ile sınıflandırılmıştır (Şekil 5.6, Şekil 5.7, Şekil 5.8).

Çizelge 4.7. Herbisitlerin farklı dozlarının patojenli ve patojensiz alanlarda morfolojik özelliklerine etkilerinin gösteren varyans analiz tablosu

VK	SD	Bitki Boyu	Yaprak Eni	Yaprak Boyu	Yaprak Sayısı
Hastalık Durumu	1	1802,70**	47,7346**	674,149**	19,9501**
Herbisit	2	1188,39**	1,098 *	183,525**	0,1656 öd
Doz	3	240,88**	4,2847**	58,161**	0,1013 öd
Hastalık*Herbisit	2	6,00 öd	2,8830**	64,989**	1,6335**
Hastalık*Doz	3	4,47 öd	1,5749**	1,246 öd	0,4635 *
Herbisit*Doz	6	45,88 öd	1,6123**	24,839 *	1,687 *
Hastalık*Herbisit*Doz	6	22,65 öd	1,5264**	20,945 *	1,779 **
Hata	46	25,53	0,2268	6,123	0,0954

** p<0,01 *p<0,05 öd: Önemli Değil VK: Varyasyon Kaynağı SD: Serbestlik Derecesi

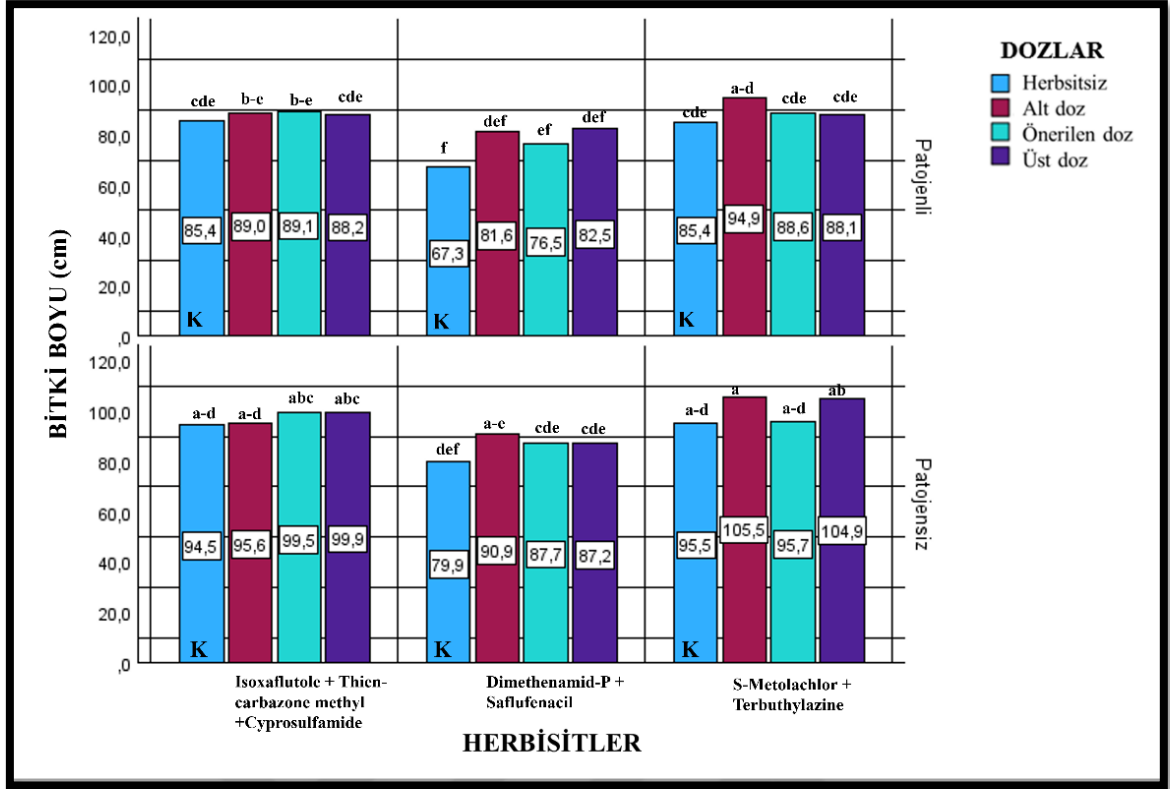
4.4.2.3. Bitki boyu

Tüm varyasyon kaynakları istatistik sonuçlarına göre değerlendirildiğinde hastalık durumu, herbisit ve doz varyasyon kaynakları arasında önemli derecede fark gözlenmiştir ve önemli bulunmuştur.

Herbisitlerin farklı dozlarının bitki boyuna etkilerini tespit etmek için yapılan çalışmalar sonucu elde edilen verilere dayanarak yapılan istatistik analiz sonuçları değerlendirildiğinde tüm herbisit uygulamalarında patojenli alanlardaki bitkilerin boylarının patojensiz olanlardakine göre daha kısa olduğu gözlenmiştir.

Varyasyon kaynaklarından herbisit durumuna göre istatistik sonuçları değerlendirildiğinde, farklı aktif maddelerin bitki boyları üzerinde etkilerinde önemli derecede fark gözlenmiştir (Çizelge 4.7). Patojen-herbisit uygulamaları dikkate alındığında, en yüksek bitki boyu 94,9 cm ile S-Metolachlor + Terbutylazine (3. herbisit) aktif maddeli herbisitinin alt doz uygulamasında gözlenmiştir. Aynı herbisitinin kontrol parselindeki bitki boy ortalaması 85,4 cm olarak hesaplandığından 3. herbisitinin alt doz uygulamasında bitki boyunun %11,2 arttığı belirlenmiştir. Bunu takiben, Isoxaflutole+Thiencarbazone methyl+Cyprosulfamide (1. herbisit), aktif maddesinin alt doz uygulamasında bitki boyu 89,00 cm ile 2. sırada yer almıştır. Bu uygulamada kontrol ile kıyaslandığında bitki boyunda % 4,21'lik bir artış saptanmıştır. Aynı herbisitinin önerilen dozundaki bitki boyu (89,1) alt dozundaki bitki boyu ile istatistik açısından aynı grupta yer almıştır. Uygulamalarda en kısa bitki boy ortalaması 76,5 cm ile Dimethenamid-P+Saflufenacil aktif maddeli herbisitinin önerilen dozunda gözlenmiştir. Söz konusu herbisitinin tüm dozlarındaki bitki boyları kendi kontrolüne göre daha uzun olmasına karşın diğer 2 herbisit uygulamaları ile kıyaslandığında bitki boylarının daha kısa olduğu gözlenmiştir.

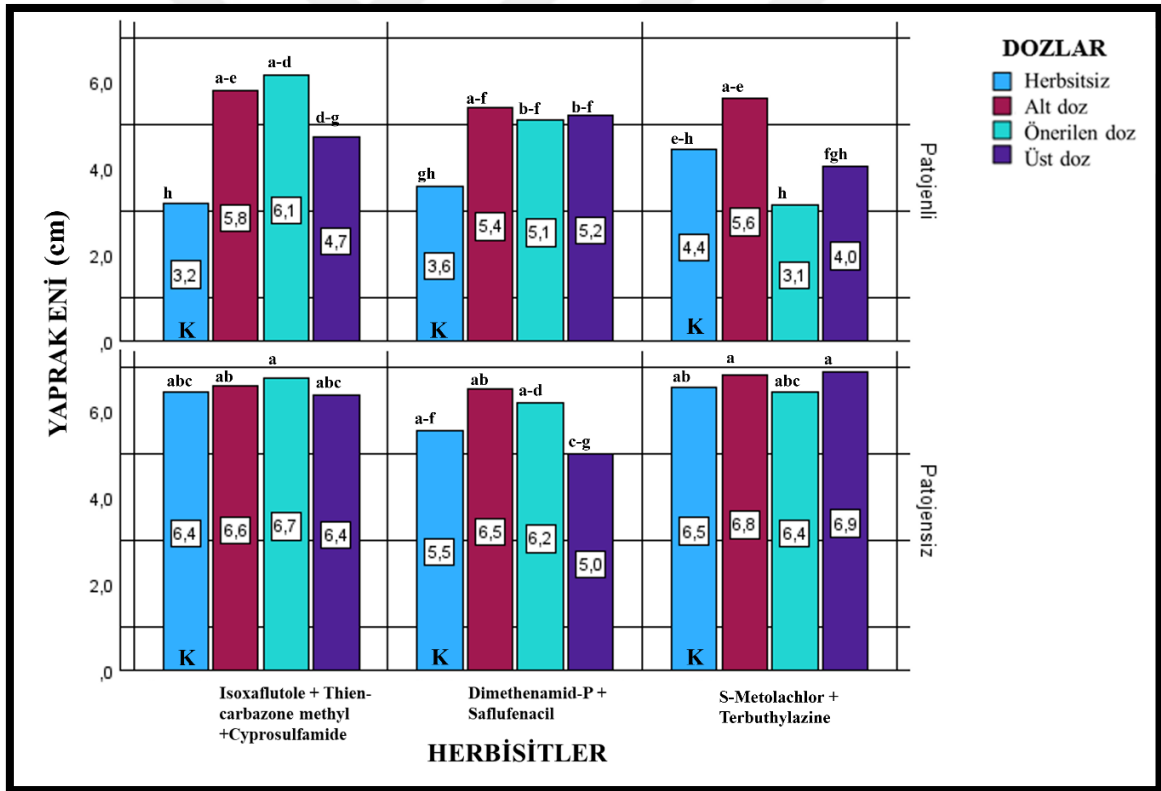
Herbisitlerde dozlar arttıkça bitkilerde oluşabilecek fitotoksik etki göz önüne alındığında doz arttıkça bitki boylarında bir baskılanma beklenmektedir diğer taraftan herbisitsiz alanda diğerler uygulamalara göre fitotoksite beklenmediğinden daha uzun bitki boyu beklenmektedir. Fakat bu çalışma sonuçlarına göre aksine tüm herbisitlerde, hem patojenli-patojensiz tüm alanlarda bitki boylarının herbisit uygulanan alanlarda herbisit uygulanmayan kontrol alanlarına göre daha uzun olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.12). Bu çalışma sonucunda genel olarak üç herbisitinin de tüm dozlarında herbisit uygulanan alanların tüm dozlarının yabancı ot popülasyonlarını azalttığından dolayı olarak bitki boyunda artışa neden olduğu kanısına varılmıştır.



Şekil 4.12. Herbisitlerin farklı dozlarının patojenli ve patojensiz alanda bitki boyuna etkileri

4.4.2.4. Yaprak eni

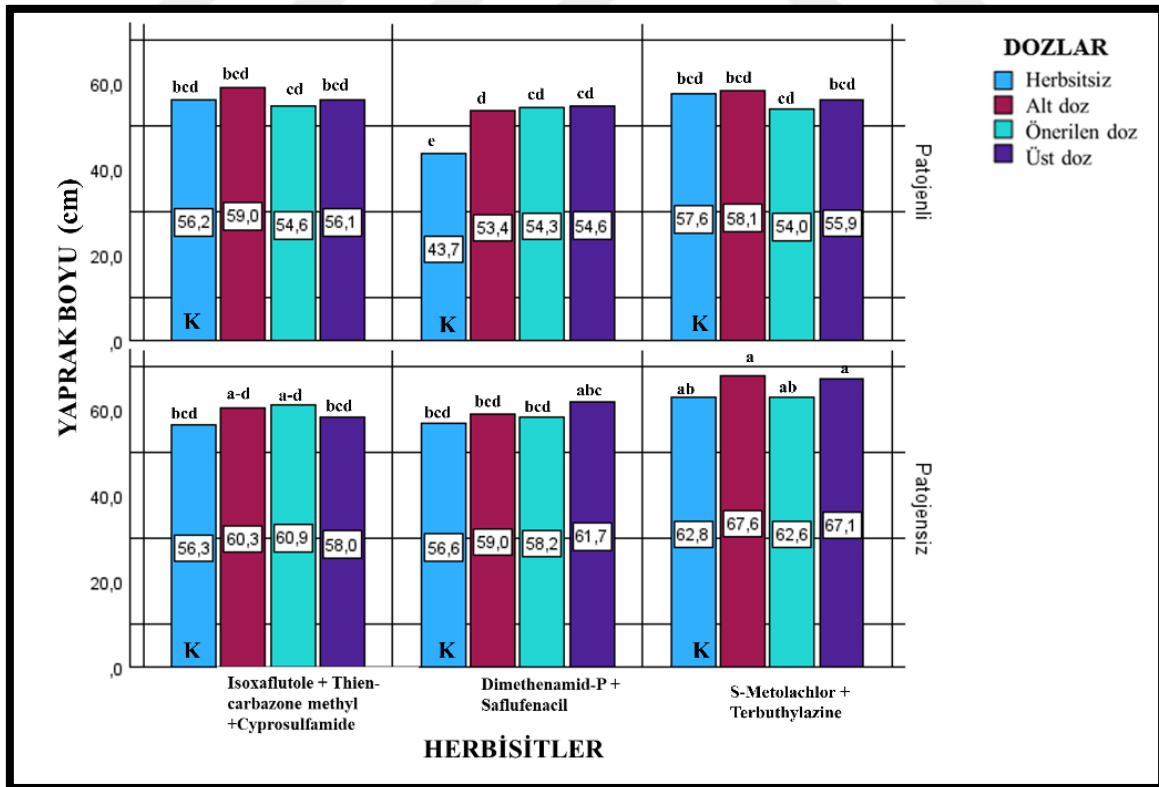
Tüm varyasyon kaynakları istatistik sonuçlarına göre değerlendirildiğinde tüm yaprak eni parametreleri ve bunların interaksyonları arasında önemli derecede fark gözlenmiştir ve önemli bulunmuştur (Çizelge 4. 7). Tüm alanlar kontrole göre kıyaslandığında alt doz uygulamalarında yaprak eninde artış gözlenirken diğer dozlarda ise genel olarak bir artıştan bahsedilebilir. Patojenli alanda en yüksek artış 6,1 cm ile Isoxaflutole+Thien carbazone methyl+Cyprosulfamide aktif maddeli herbisit önerilen dozundaki uygulamada kaydedilmiştir. Bu uygulamada kontrole kıyaslandığında yaprak eni %90,63 oranında artış göstermiştir. Patojensiz alanlar değerlendirildiğinde üç herbisit uygulamasının da genel olarak yaprak eninde artışa sebep olduğu gözlenmiştir. Patojensiz alanla kıyaslandığında patojenli alanlardaki bariz yaprak enindeki azalmaların patojenden dolayı meydana geldiği kanısına varılmıştır (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Herbisitlerin farklı dozlarının patojenli ve patojensiz alanda yaprak enine etkileri

4.4.2.5. Yaprak boyu

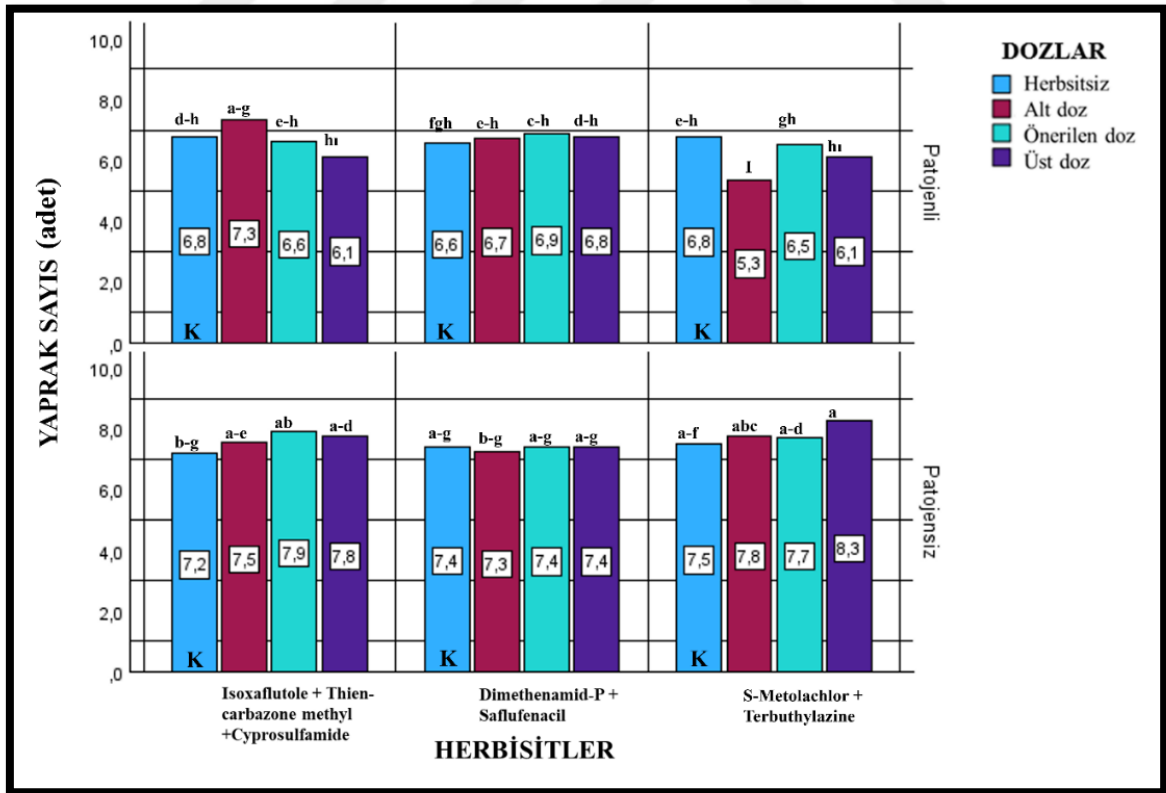
Tüm varyasyon kaynakları istatistik sonuçlarına göre değerlendirildiğinde yaprak boyunun hastalık durumu, herbisit, doz, hastalık*herbisit, herbisit*doz, hastalık*herbisit*doz varyasyonları ve interaksyonları arasında bazı uygulamalarda önemli derece fark gözlenmiştir (Çizelge 4.7). Tüm varyasyon kaynakları istatistik sonuçlarına göre değerlendirildiğinde özellikle sadece herbisit uygulanan patojensiz alanlardaki tüm herbisitlerin tüm doz uygulamalarında kontrole göre yaprak boy uzunluklarının genelinde artış gözlenmiştir. Patojenli ve patojensiz alanlardaki yaprak boyları incelendiğinde patojenli alanlardaki yaprak boylarının patojensiz alanlardakinde kısa olmasının nedeni patojene bağlanabilir. En düşük yaprak boyu değeri patojenli alandaki Dimethenamid-P+Saflufenacil aktif maddeli herbisitinin parselindeki kontrolünde gözlenmiştir. Sadece patojen uygulanan alanda yaprak boyu 43,7 cm olarak kaydedilirken alt, önerilen ve üst dozlarda sırasıyla 53,4, 54,3 ve 54,6 cm olarak kaydedilmiştir. Söz konusu herbisitinin patojensiz alanlardaki uygulamalarında yaprak boyları bakımından alt ve önerilen doz uygulamalarında istatistik açısından fark gözlenmezken, üst dozda farklılık gözlenmiştir. Yaprak boyu kontrolde 56,6 cm iken, üst doz uygulamasında 61,7'ye yükselmiştir (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Herbisitlerin farklı dozlarının patojenli ve patojensiz alanda yaprak boyuna etkileri

4.4.2.6. Yaprak sayısı

Herbisitlerin farklı dozlarının yaprak sayısına etkilerini tespit etmek için yapılan çalışmalar sonucu elde edilen veriler ele alınarak tüm varyasyon kaynakları istatistik sonuçlarına göre değerlendirilmiş herbisit ve doz hariç diğer tüm varyasyonlar ve interaksyonları arasında yaprak sayıları arasında önemli derecede fark gözlenmiştir (Çizelge 4. 7). Patojenli alanlarda S-Metolachlor + Terbutylazine atif maddeli herbisit tüm doz uygulamalarında ve Isoxaflutole+Thiencarbazon methyl+Cyprosulfamide aktif maddeli herbisit önerilen ve üst doz uygulamalarında kontrol ile kıyaslandığında az da olsa azalmalar kaydedilmiştir. Dimethenamid-P+Safufenacil aktif maddeli herbisit uygulamasında ise tüm dozlarda az da olsa yaprak sayısında artış gözlenmiştir. Patojensiz alandaki herbisit uygulamaları değerlendirildiğinde ise genel olarak tüm dozlarda yaprak sayısında artış gözlenmiş veya sabit kaldığı gözlenmiştir. Her iki sonuç değerlendirildiğinde patojenli alanlarda yaprak sayısındaki azalmanın patojenden kaynaklandığı, herbisitlerin patotojene negatif yönde etkisinden dolayı yaprak sayısını olumlu yönde etkilemeyeceği kanısına varılmıştır (Şekil 4. 15).



Şekil 4.15. Herbisitlerin farklı dozlarının patojenli ve patojensiz alanda yaprak sayısına etkileri

Herbisitlerin farklı dozlarının patojenli ve patojensiz alanlarda mısır bitkisinin kök ile ilgili morfolojik (kök boğazı çapı, kök uzunluğu ve kök ağırlığı) özelliklerine etkilerini araştırmak amacıyla yapılan çalışmalarda elde edilen varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4.8) göre istatistiki olarak önemli bulunan varyantların ortalamaları Duncan testi ile sınıflandırılmıştır (Şekil 4.13, Şekil 4.14, Şekil 4.15).

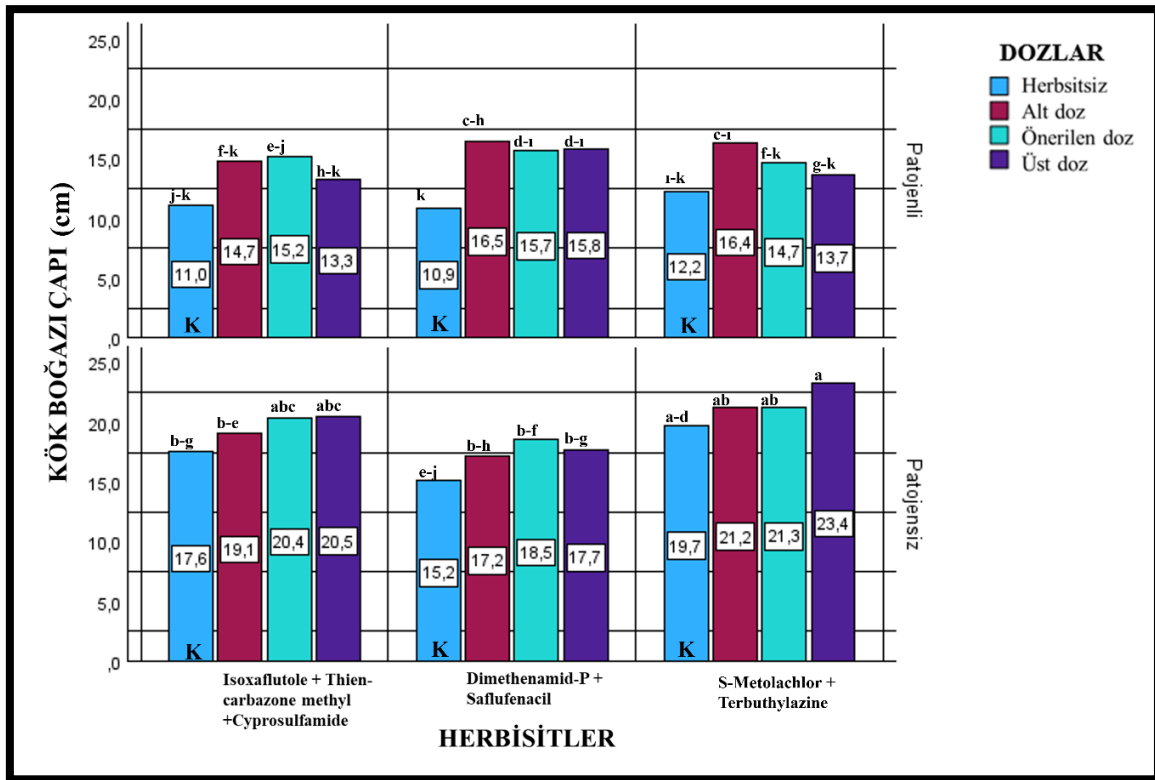
Çizelge 4.8. Herbisitlerin farklı dozlarının patojenli ve patojensiz alanlarda kök özelliklerine etkilerini gösteren varyans analiz tablosu

VK	SD	Kök Boğazı Çapı	Kök Uzunluğu	Kök Ağırlığı
Hastalık Durumu	1	473,585**	106,5638**	747,742**
Herbisit	2	22,422**	16,1464**	81,021**
Doz	3	42,943**	17,0384**	16,819 *
Hastalık*Herbisit	2	35,679**	3,7713 **	23,411 **
Hastalık*Doz	3	8,348 **	2,9920 **	2,472 öd
Herbisit*Doz	6	1,687 öd	1,0348 öd	2,210 öd
Hastalık*Herbisit*Doz	6	1,779 öd	2,7761**	7,518 öd
Hata	46	1,798	0,5236	4,054

** p<0,01 *p<0,05 ÖD: Önemli Değil VK: Varyasyon Kaynağı SD: Serbestlik Derecesi

4.4.2.7. Kök boğazı çapı

Tüm varyasyon kaynakları istatistik sonuçlarına göre değerlendirildiğinde kök boğazı çapının hastalık durumu, herbisit, doz, hastalık durumu*herbisit, Hastalık*Doz varyasyonları ve interaksyonları arasında bazı uygulamalarda önemli derece fark gözlenmiştir (Çizelge 4. 8). Patojenli ve patojensiz alan kıyaslandığında kök boğazı çaplarında artış gözlenmiştir. Bu artış patojenli alanlarda kontrole göre değerlendirildiğinde daha önemlidir. Kök boğazı çapındaki bu farkın patojen kaynaklı olduğu kanısına varılmıştır. Patojen-herbisit uygulama alanlarda genel olarak patojensiz olanlara oranla kök çapları küçük olmasına rağmen, kendi içerisinde değerlendirildiğinde patojen-herbisit uygulanan parsellerdeki kök çaplarında kontrole (sadece patojen) oranla artış gözlenmiştir. Bu artışın herbisit kaynaklı olabileceği kanısına varılmıştır. Üç herbisit uygulamasının tüm dozlarında da aynı durum gözlenmiştir. Sadece herbisit uygulanan (patojensiz) alanlar incelendiğinde tüm uygulamalarda kök boğazı çaplarında artış gözlenmiştir. En yüksek kök boğazı çapı 23,4 cm ile S-Metolachlor + Terbuthylazine aktif maddeli herbisit üst dozunda gözlenmiştir. Aynı herbisit kontrol parselinde kök boğazı çapı 19,7 cm, önerilen dozunda ise 21,3 cm olarak kaydedilmiştir (Şekil 4. 16).

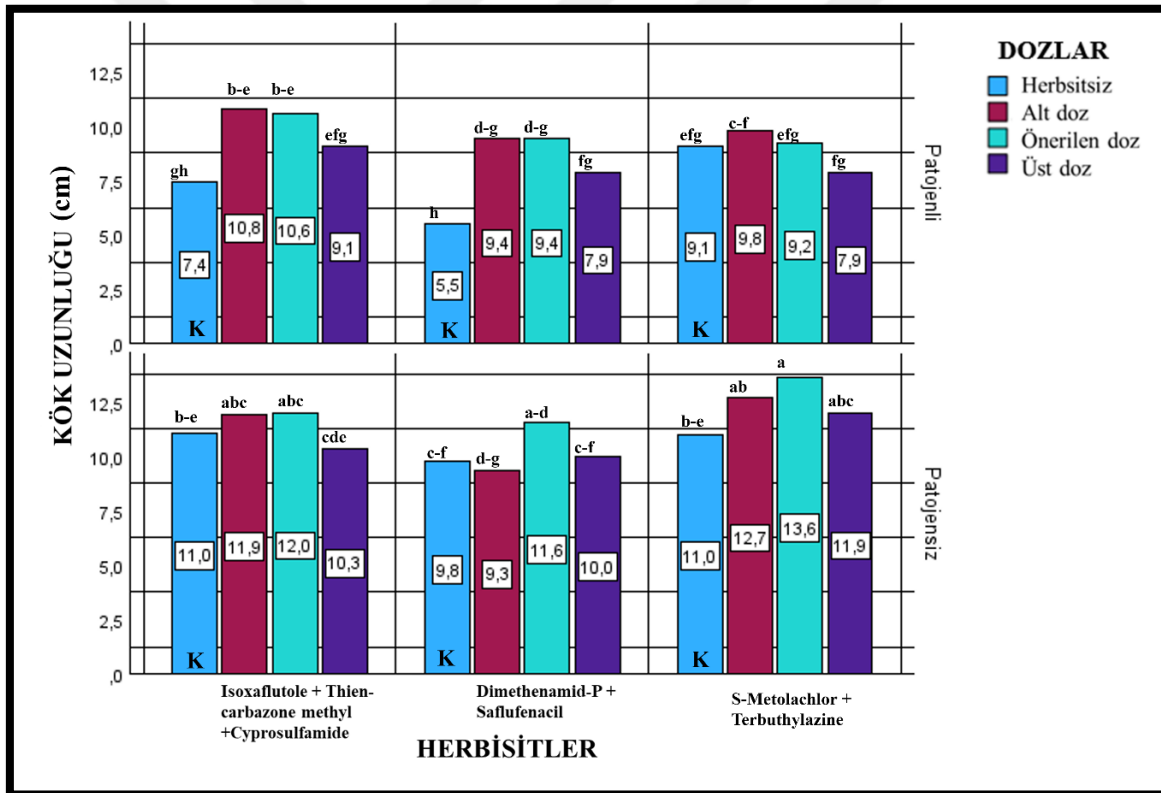


Şekil 4.16. Herbisitlerin farklı dozlarının patojenli ve patojensiz alanda kök boğazı çapına etkileri

4.4.2.8. Kök uzunluğu

Tüm varyasyon kaynakları istatistik sonuçlarına göre değerlendirildiğinde kök uzunluğunun herbisit*doz hariç diğer tüm varyasyonları ve interaksyonları arasında önemli derece fark gözlenmiştir (Çizelge 4.8). Patojen-herbisit uygulanan alanlardaki herbisit uygulamaları incelendiğinde kök uzunluklarında kontrol ile kıyaslandığında artış gözlenmiştir. Bu artışlar alt ve önerilen dozlarda üst dozlara kıyasla daha yüksek olmuştur. Yalnızca S-Metolachlor + Terbutylazine aktif maddeli herbisit uygulamalarında üst dozda kök uzunluğunda kontrole göre azalma kaydedilmiştir. Patojen-herbisit uygulamalarında en yüksek kök uzunluğu 10,8 cm ile Isoxaflutole+Thien-carbazone methyl+Cyprosulfamide aktif maddeli herbisitinin alt doz uygulamasında gözlenirken kontrole göre artış %45,95 olarak kaydedilmiştir. Aynı herbisitinin önerilen dozunda kök uzunluğu 10,6 cm olarak hesaplanmış ve kontrole göre artış oranı %43,24 olarak belirlenmiştir. Dimethenamid-P+Saflufenacil aktif maddeli herbisit ve patojen uygulamasında da kök uzunluğunda kontrole kıyasla artış önemli bulunmuştur. Söz konusu herbisitinin kontrol uygulamasındaki

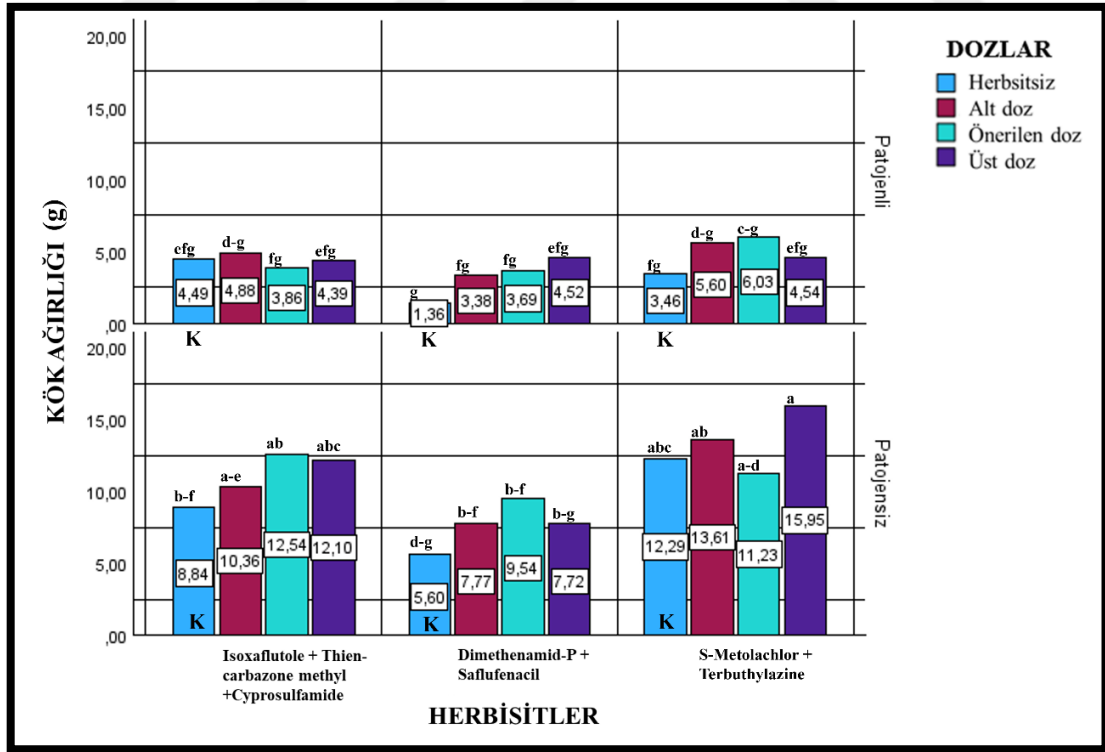
kök uzunluğu 5,5 cm, alt ve önerilen dozlarındaki kök uzunluğu 9,4 cm olarak hesaplanmıştır. Bu iki doz uygulama sonuçları kontrol uygulamaları ile kıyaslandığında kök uzunluğunda %70,91 artış görülmüştür. Patojenli ve patojensiz alanlardaki kontrole göre kök uzunluğu artışların herbisit uygulamalarından kaynaklandığı kanısına varılmıştır. Patojensiz yani sadece herbisit uygulanan alanlardaki sonuçlar değerlendirildiğinde sadece Isoxaflutole+Thiencarbazon methyl+Cyprosulfamide aktif maddeli herbisitinin üst doz uygulamasının kök uzunluğunda azalmaya sebep olduğu gözlenmiştir. Diğer herbisitlerin üst dozlarında kök uzunluğunda önemli bir fark gözlenmemiştir. Patojensiz uygulamalarda en yüksek kök uzunluğu S-Metolachlor + Terbutylazine aktif maddeli herbisitinin önerilen dozunda (13,6 cm) kaydedilmiştir. Sonuç olarak tüm uygulamalarda herbisitlerin patojene negatif etkisinden dolayı kök uzunluğunu pozitif yönde etkilediği kanısına varılmıştır (Şekil 4.17).



Şekil 4.17. Herbisitlerin farklı dozlarının patojenli ve patojensiz alanda kök uzunluğuna etkileri

4.4.2.9. Kök ağırlığı

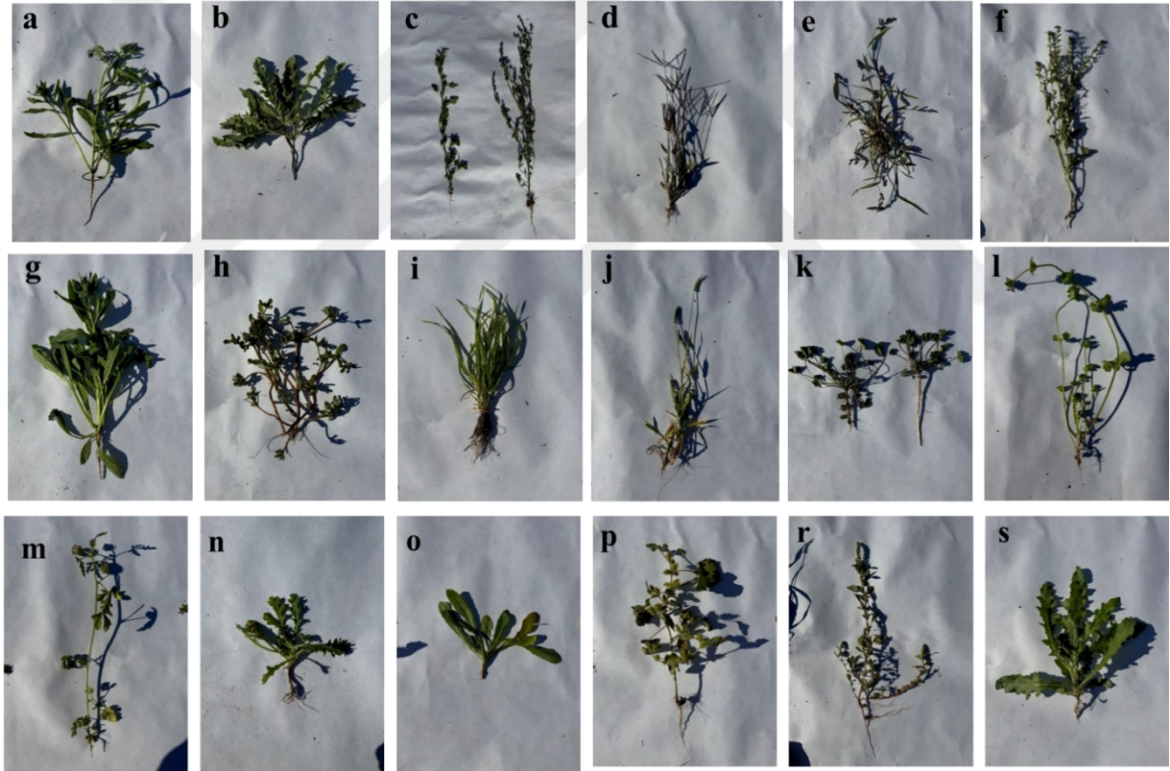
Tüm varyasyon kaynakları istatistik sonuçlarına göre değerlendirildiğinde kök ağırlığının hastalık durumu, herbisit, doz, hastalık*herbisit varyasyonları arasında önemli derecede fark gözlemlenmiştir (Çizelge 4. 8). Uygulamalar genel olarak incelendiğinde sadece patojen uygulamalarında patojensiz kontrole göre köklerde önemli derecede ağırlık kaybı gözlemlenmiştir. Patojen-herbisit uygulamalı ele alındığında yine kontrole göre ağırlıklarda azalma kaydedilmiştir. Bu durumun patojenden kaynaklandığı kanısına varılmıştır. Buna karşın patojenle birlikte herbisit uygulaması yapılan parsellerde kök ağırlığı, patojenli kontrol alanlara göre daha yüksek olarak kaydedilmiştir. Bu durumun herbisitlerden kaynaklandığı kanısına varılmıştır. Patojensiz sadece herbisit uygulanan alanlarda ise yine kök ağırlığı patojensiz kontrol alanlarına nazaran daha yüksek gözlemlenmiştir. Bu durumunun sebebinin herbisit uygulamaları olduğu kanısına varılmıştır. En yüksek kök ağırlığı S-Metolachlor + Terbuthylazine aktif maddeli herbisitün üst dozunda (15, 95 g) kaydedilmiştir. Kontrole (12,29 g) kıyasla ağırlık artışı %29,77 olarak kaydedilmiştir. Sonuç olarak herbisit uygulamalarının patojene olumsuz etkisinden dolayı herbisitün kök ağırlığına olumlu yönde etki ettiği kanısına varılmıştır (Şekil 4. 18).



Şekil 4.18. Herbisitlerin farklı dozlarının patojenli ve patojensiz alanda kök ağırlığına etkileri

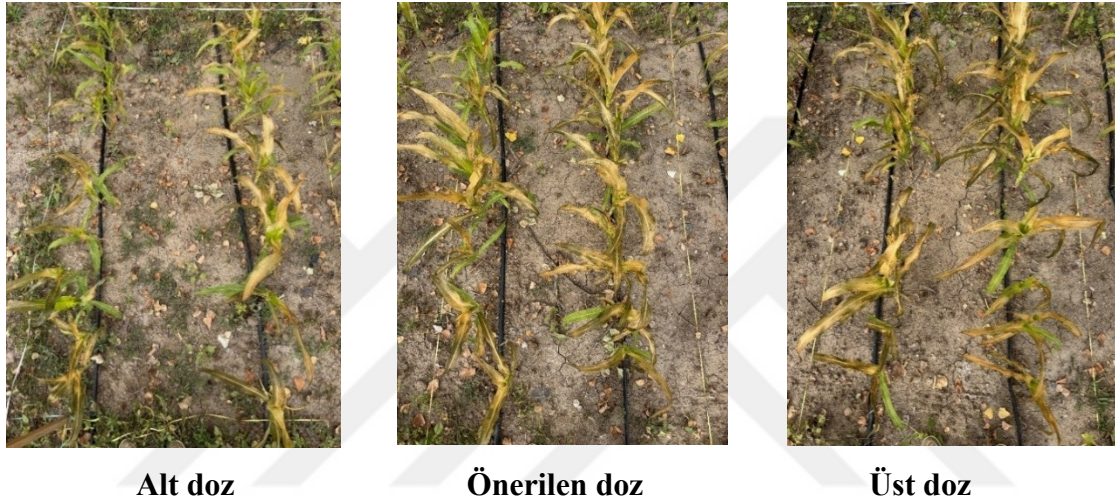
4.4.3. Herbisit uygulanmayan alanlarda tespit edilen yabancı otlar

Arazi uygulamalarında herbisit uygulanmayan alanlardaki yabancı ot türleri belirlenerek fotoğraflanmıştır. Deneme sahasında *Gastrocotyle hispida* (Boraginaceae), *Centaurea aspera* (Astraceae), *Chenopodium album* (Amaranthaceae), *Digitaria sanguinalis* (Poaceae), *Echinochloa crus galli* (Poaceae), *Anchusa arvensis* (Boraginaceae), *Anchusa azureas* (Boraginaceae), *Portulaca oleracea* (Portulacaceae), *Poa annua* (Poaceae), *Seteria verticillata* (Poaceae), *Malva neglecta* (Malvaceae), *Lamium amplexicaule* (Lamiaceae), *Hibiscus trionum* (Malvaceae), *Senecio vulgaris* (Asteraceae), *Hypochaeris glabra* (Asteraceae), *Xanthium strumarium* (Asteraceae), *Amaranthus retroflexus* (Amaranthaceae), *Cirsium arvense* (Asteraceae). Kontrol alanlarında görülen yabancı otların fotoğrafları aşağıda yer almaktadır (Şekil 4. 19).



Şekil 4.19. Herbisit uygulanmayan alanlardaki yabancı ot türleri: *Gastrocotyle hispida* (a), *Centaurea aspera* (b), *Chenopodium album* (c), *Digitaria sanguinalis* (d), *Echinochloa crus galli* (e), *Anchusa arvensis* (f), *Anchusa azureas* (g), *Portulaca oleracea* (h), *Poa annua* (i), *Seteria verticillata* (j), *Malva neglecta* (k), *Lamium amplexicaule* (l), *Hibiscus trionum* (m), *Senecio vulgaris* (n), *Hypochaeris glabra* (o), *Xanthium strumarium* (p), *Amaranthus retroflexus* (r), *Cirsium arvense* (s).

Arazi çalışmalarında herbisit uygulanan parsellerdeki yabancı ot durumları da gözlenmiş ve kaydedilmiştir. Isoxaflutole+Thiencarbazon methyl+Cyprosulfamide ve patojenli parsellerde alt doz uygulamasında *Convolvulus arvensis* (tarla sarmaşığına) ve *Xanthium strumarium* (domuz pıtrağına) olan etki düşük iken, herbisitın önerilen ve üst dozlarında etkinin arttığı gözlenmiştir (Şekil 4. 20). Zaten herbisitın etiketinde *C. arvensis* ve *X. strumarium* yer almamaktadır. Ancak üst doz uygulamalarında herbisitın kültür bitkisine olumsuz etki yapabileceği ve toprakta kalıcılığın artıracakđı gibi sonuçlar doğurabileceğinden üst doz uygulamaları uygun bulunmamaktadır.



Şekil 4.20. Isoxaflutole+Thiencarbazon methyl+cyprosulfamide'in üç farklı dozunun uygulandığı patojenli parsellerdeki yabancı ot yoğunluğu

Isoxaflutole+Thiencarbazon methyl+Cyprosulfamide patojensiz alanlardaki alt doz uygulamalarında ruhsat etiketinde yer almayan *X. strumarium* (domuz pıtrağı) yoğun bir şekilde gözlenmiştir. Bunun dışında *Chenopodium album* (sirken), *Anchusa azureas* (sığır dili) %2-3 oranında gözlenmiştir. Önerilen doz uygulamalarında önemli oranda olmamakla birlikte gelişimini sağlıklı tamamlayamamış *X. strumarium* (domuz pıtrağı), *C. album* (sirken) ve *Anchusa azureas* (sığır dili) türleri gözlenmiştir. Aynı aktif maddeli herbisitın üst doz uygulamalarında ise önemli oranda olamamakla birlikte etikette yer almayan *X. strumarium* (domuz pıtrağı), *A. azureas* (sığır dili) ve *C. arvensis* (köy göçüren) gözlenmiştir (Şekil 4.21).



Alt doz



Önerilen doz



Üst doz

Şekil 4.21. Isoxaflutole+Thiencarbazone methyl+cyprosulfamide'in üç farklı dozunun uygulandığı patojensiz parsellerdeki yabancı ot yoğunluğu

Dimethenamid-P+Saflufenacil ve patojenli alanlarda her üç dozda da, önemli miktarda olmayan, herbisit etiketinde de yer almayan domuz pıtrağı ve tarla sarmaşığı gözlenmiştir. Bunun dışında önemli oranda dar yapraklı yabancı otlardan *Digitaria sanguinalis* (kızıl çatal otu), *Echinochloa crus galli* (darıcan), *Poa annua* (salkım otu) türleri gözlenmiştir (Şekil 4. 22).



Alt doz



Önerilen doz



Üst doz

Şekil 4.22. Dimethenamid-P+Saflufenacil'in üç farklı dozunun uygulandığı patojenli parsellerdeki yabancı ot yoğunluğu

Aynı aktif maddeli herbisitın patojensiz parselinde ise alt doz uygulamalarında *Anchusa azureas* (sığır dili), *Chenopodium album* (sirken) ve *Xanthium strumarium* (domuz pıtrağı) türleri yoğun olarak gözlenmiştir. Herbisitın alt dozlarda özellikle *Chenopodium album* (sirken)' a etkisinin zayıf olduğu gözlenmiştir. Önerilen doz uygulamalarında az da olsa *Chenopodium album* (sirken) ve *Xanthium strumarium* (domuz pıtrağı) olduğu belirlenmiştir. Domuz pıtrağı herbisitın etiketide yer almamaktadır. Önemli oranda olmasa da (1-2 adet) *Convolvulus arvensis* (tarla sarmaşığı), *Acroptilon repens* (kekre), *Malva neglecta* (ebe gümece), *Hypochaeris glabra* (dağ marulu) türleri de gözlenmiştir. Yine bu yabancı ot türleri de herbisitın etiketinde yer almamaktadır. Mısır alanlarında sorun oluşturabilecek *Chenopodium album* (sirken) ve *Hypochaeris glabra* (dağ marulu) türleri önerilen dozlarda gözlenmemiştir. Üst doz uygulamalarında ise önemli derecede olmamakla birlikte *Xanthium strumarium* (domuz pıtrağı) gözlenmiştir.



Alt doz



Önerilen doz



Üst doz

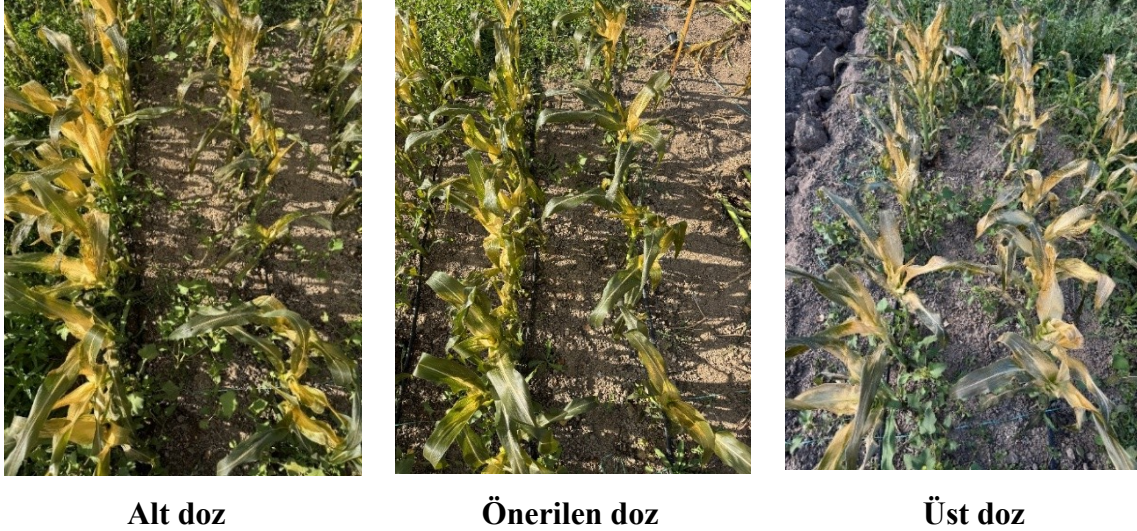
Şekil 4.23. Dimethenamid-P+Saflufenacil'in üç farklı dozunun uygulandığı patojensiz parsellerdeki yabancı ot yoğunluğu

S-Metolachlor+Terbuthylazine ve patojenli alanlarda her üç dozda önemli miktarda olmayan *Chenopodium album* (sirken) ve *Xanthium strumarium* (domuz pıtrağı) gözlenmiştir.



Şekil 4.24. S-Metolachlor+Terbuthylazine'in üç farklı dozunun uygulandığı patojenli parsellerdeki yabancı ot yoğunluğu

Aynı herbisit patojensiz parsellerinde ise alt doz uygulamasında önemli derecede olmamakla birlikte *Echinochloa crus galli* (darıcan), *Hypochaeris glabra* (dağ marulu), *Xanthium strumarium* (domuz pıtrağı) ve *Cirsium arvense* (köy göçüren) gözlenmiştir. Önerilen dozda önemli derecede olmamakla birlikte *Xanthium strumarium* (domuz pıtrağı) ve *Cirsium arvense* (köy göçüren) gözlenmiştir. Üst doz uygulamasında ise önemli miktarda *Hypochaeris glabra* (dağ marulu), *Xanthium strumarium* (domuz pıtrağı), *Cirsium arvense* (köy göçüren), *Convolvulus arvensis* (tarla sarmaşığı), *Senecio vulgaris* (taş akçıl otu) türleri yoğun bir şekilde gözlenmiştir (Şekil 4. 23). Söz konusu herbisit mısırdaki *Hypochaeris glabra* (dağ marulu), *Cirsium arvense* (köy göçüren), *Convolvulus arvensis* (tarla sarmaşığı), *Senecio vulgaris* (taş akçıl otu) ve *H. glabra* (dağ marulu) yabancı ot türlerine ruhsatlı değildir. Etiketinde yer almamaktadır.



Şekil 4.25. S-Metolachlor+Terbuthylazine'in üç farklı dozunun uygulandığı patojensiz parsellerdeki yabancı ot yoğunluğu

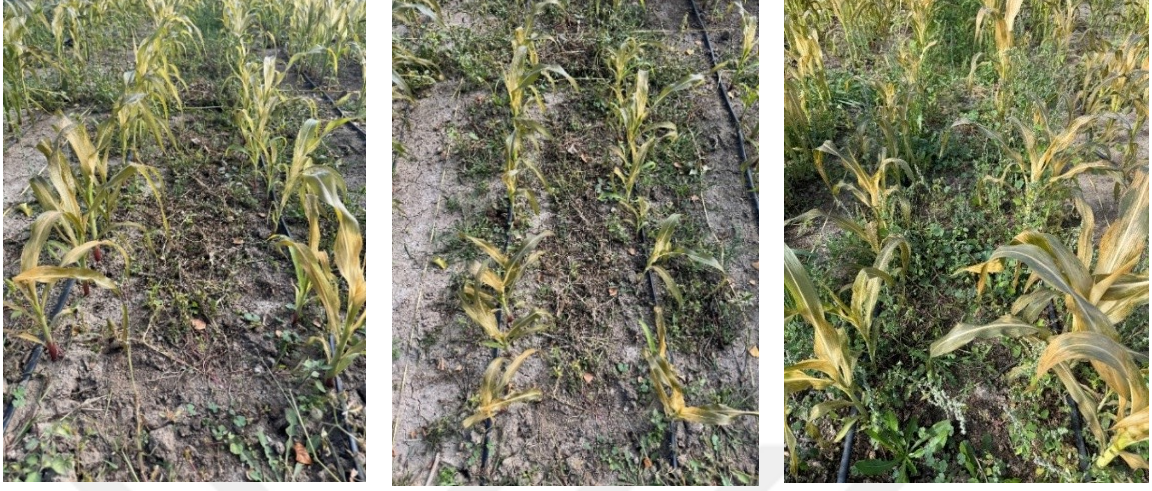
Uygulama parsellerdeki genel gözlemler ele alındığında negatif kontrol parsellerinde (herbisit kullanılmayan ve patojensiz alanlar) patojen uygulanmadığından mısır bitkilerinin gelişimleri pozitif kontrollere göre (herbisit kullanılmayan ve patojenli) daha sağlıklı, bitki boyları daha uzun, yaprak sayısı daha fazla olarak gözlenmiştir. Don zararından dolayı mısır yapraklarında sararmalar gözlenmiştir (Şekil 4.24).



Şekil 4.26. Negatif kontrol parsellerinden görüntüler

Pozitif kontrollerde ise hem patojenin etkisi hem de herbisit kullanılmadığından yabancı ot miktarının fazla olması sebebi ile bitki gelişimlerinin negatif kontrollere göre oldukça zayıf olduğu gözlenmiştir. Bu parsellerde mısır bitki boyları kısa kaldığından

bitkilerin gözlenebilmesi için belirli dönemlerde yabancı otlar elle yolunarak uzaklaştırılmıştır.



Şekil 4.27. Pozitif kontrol parsellerinden görüntüler

Tüm parseller değerlendirildiğinde kullanılan tüm herbisitlerin özellikle dikenli meyvelere sahip olan domuz pıtrağına etkisi düşük kalmıştır. Domuz pıtrağına etkinin düşük olmasının sebebi tohumlarının sağlam kapsüller içerisinde olması sebebiyle herbisit in yabancı ot tohumlarına temas edemediği için olduğu düşünülmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma ile Eskişehir ili Tepebaşı, Odunpazarı, Alpu, Seyitgazi ilçelerinde yetiştirilen mısırlarda sap ve koçan çürüklüğüne neden olan *Fusarium* türlerinin klasik ve moleküler tespiti, tespit edilen türlerin patojensiteleri ve en virüent ve aynı zamanda yaygın bulunan türe karşı mısır alanlarında yaygın olarak kullanılan üç toprak herbisitinin patojene etkilerinin hem petri hem de arazi koşullarında belirlenmesi hedeflenmiştir.

Bu amaçla Eskişehir ilinin en fazla mısır yetiştiriciliği yapılan 4 ilçesine surveyler düzenlenmiş ve hastalıklı mısır örnekleri toplanmıştır. Bitki örneklerinden yapılan izolasyonlar sonucunda, 8 *Fusarium* türüne ait 110 adet izolat elde edilmiştir. Tespit edilen *Fusarium* türlerinin çoğunluğu bugüne kadar Türkiye’de ve farklı ülkelerde yapılan çalışmalarda belirlenen türlerle örtüşmektedir. Bu çalışma ve şu ana kadar mısır alanlarında yapılan çalışmalar incelendiğinde sap ve koçan çürüklüğüne sebep olan ana türler *F. verticilloides*, *F. graminearum* ve *F. proliferatum* olarak tespit edilmiştir. *Fusarium* türleri toprakta yaşayan patojen ve patojen olmayan çok geniş bir kompleks tür yelpazesine sahip fungus grubudur. Virüent türleri konukçularında oldukça yıkıcı karakterdedir. Tür çeşitliliğinin yanısıra fungusun geniş konukçu dizisi dünyada gerek taksonomi gerekse mücadele konusunda çalışan araştırmacılar tarafından ilgi odağı olmaya devam etmektedir. Türkiye’de gelecekte yapılacak çalışmalar özellikle Türkiye izolatlarının hem kendi içerisinde hem de dünyadaki diğer ülkelerdeki izolatlarla filogenetik açıdan karşılaştırılması ve bunların farklı konukçulardaki virülenslikleri konularına odaklanmalıdır. Örneğin bizim çalışmamızda tespit ettiğimiz *F. chlamydosporum* türü sadece Güney Afrika’da mısır alanlarında rapor edilmiştir. *Fusarium* türleri hem toprak hem de tohum kaynaklı olduğundan mücadelesi zor bir patojen grubudur. Bu nedenle fungusun mücadelesine yönelik dünyada çok çalışma mevcuttur. Bunlardan en çok çalışılan etmenin kimyasal ve bazı biyolojik preparatlarla biyolojik mücadelesine yönelik çalışmalardır. Patojen *Fusarium* türleri ile kimyasal mücadele bile yüzde yüz sonuç verememektedir. Özellikle mücadele zamanı geciktiğinde kimyasal uygulamalar yetersiz kalmaktadır. Son yıllarda kimyasalların zararlı etkilerinden dolayı çevre dostu mücadele yöntemlerinin önemi artmıştır fakat biyolojik mücadele etmenleri kimyasallar kadar hastalığı ve zararını önlemede yetersiz kalmaktadır. Gelecekte mısır alanlarındaki farklı *Fusarium* tür komplekslerinin tespiti,

bunların virülenslikleri ve mücadelelerinde farklı biyolojik etmen ve yöntemler ile çevre dostu ve etkili yöntemlerin araştırılmasına devam edilmelidir.

Hububat ve bu aileden olan mısır alanları yabancı ot zararı bakımından hem dünyada ve hem de Türkiye’de ilk sıralarda yer almaktadır. Yabancı otlar mısır alanlarında hem bitkilerin su ve besin maddelerine ortak olmakta, gelişim dönemlerinde ışık almalarına engel olmakta ve yer rekabetine girerek ürün kayıplarına neden olmaktadır. Hasat esnasında da tohumları kültür bitkilerinin tohumları ile karışarak tohum kalitesi ve değerini düşürmektedirler. Bu nedenle mısır alanlarında yabancı ot mücadelesinde gerek ekim öncesi gerekse sonrası herbisit kullanımı yaygındır. Mısır alanlarında yaygın olarak kullanılan bazı herbisitlerin fungal hastalıklara karşı etkisi son yıllarda bazı araştırmacıların ilgi odağı olmuştur. Bu tip çalışmaların amaçlarından birisi de hastalıklarla mücadelede etkili sonuçların yanısıra yüzde yüz olmasa bile orta düzeyde etkili bir herbisit tespit edilirse fungusitlerin kullanımını azaltarak hem çevre dostu hemde maliyet açısından avantaj sağlamaktır. Türkiye’de ise bu konuda yapılan çalışma çok az ve eskidir. Bu düşünceden yola çıkarak bizim çalışmamızda mısır alanlarında yaygın olarak kullanılan ve ekim öncesi toprağa uygulanan herbisitler belirlenerek, ciddi ürün kayıplarına sebep olan *Fusarium* türlerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmamızda kullanılan Isoxaflutole+Thiencarbazone methyl+Cyprosulfamide, Dimethenamid-P+Saflufenacil, S-Metolachlor+Terbuthylazine aktif maddeli herbisitlerinden özellikle S-Metolachlor + Terbuthylazine aktif maddeli toprak herbisitinin tek başına önerilen dozu hastalığa karşı %38,06, bir üst dozu ise %45,31 etki göstererek olumlu sonuçlar vermiştir. Bundan sonraki çalışmalarda orta düzeyde etki gösteren bu herbisitlerle birlikte azaltılmış fungusit uygulamaları ya da çeşitli biyolojik preparatlarla birlikte etkileri araştırılmalıdır. Ayrıca bu çalışmada, kullanılan tüm herbisitlerin patojeni baskılamada etkilerinin yanısıra, tamamının hem patojenli hem de patojensiz alanlarda mısır bitkisinin gelişimini olumlu düzeyde etkilediği ortaya konulmuştur. Gelecekte hem mısır bitkilerinde hem de diğer kültür bitkilerinde farklı aktif maddeli herbisitlerle bu tip çalışmalara devam edilmelidir.

Bu çalışma sonucunda herbisitlerin yaygın olarak kullanıldığı alanlarda, mevcut sorun oluşturan fungal hastalıkların belirlenmesinin, herbisitlerin uzman kontrolünde uygulanmasının, uygulama sonrası fungal hastalıkların takip edilmesinin büyük önem taşıdığını sonucuna varılmıştır. Ayrıca araştırmacıların hastalık şiddeti ve oranı yüksek olan

fungaI patojenlerin bulunduğu bölgelerde, sık kullanılan herbisitlerin tespitini yaparak patojenlerle ve fungusitlerle aralarındaki etkileşimi araştırması gerektiği kanısına varılmıştır.



KAYNAKLAR DİZİNİ

- Abbas, H.K., Mirocha, C.J., Pokorney, J.D., Gould, S.L., ve Kommodahl, T. (1988). Minnesota'da enfekte mısır koçanlarında bulunan *Fusarium* türlerine ait mikotoksinler. *Applied and Environmental Microbiology*, 54(4), 1033-1039.
- Afolabi, C., Peter, O., Ekpo, E., Abebe, M., ve Bandyopadhyay, R. (2008). Tropikal Afrika'da mısırdaki *Fusarium* gövde çürüklüğüne karşı yeni direnç kaynakları. *Plant Disease*, 92(5), 772-780. <https://doi.org/10.1094/PDIS-92-5-0772>
- Aktaş, H., Tunalı, B., ve Aktuna, İ. (1994). Bolu ve Zonguldak illeri mısır ekim alanlarında görülen fungal etmenlerin saptanması ve bazı önemli patojenlere karşı çeşit reaksiyonları üzerine araştırmalar. *Türk Tarım ve Orman Dergisi*, 18, 287-295.
- Aktaş, H., ve Şimşek, Z. (2005). Çankırı Kenbağ Orman Fidanlığındaki Kavak Fidanlarındaki *Cytospora* Kanseri (*Cytospora chrysosperma* "Pers."Fr.)'nin morfolojisi, zararı ve alınabilecek önlemler. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 45(2), 48-54.
- Anonim, (2025a). Mısır tarım ürünleri piyasaları raporu Temmuz 2024. Erişim adresi: <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1/2024%20Temmuz%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Raporu/M%C4%B1s%C4%B1r%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1%20Raporu%20Temmuz-2024-v5.pdf>, Erişim tarihi: 27.05.2025.
- Anonim, (2025b). Mısır yetiştiriciliği. Erişim adresi: <file:///C:/Users/hp/Downloads/7.%20MISIR%20YET%C4%B0%C5%9ET%C4%B0R%C4%B0C%C4%B0L%C4%B0%C4%9E%C4%B0.pdf>, Erişim tarihi: 27.04.2025.
- Anonim. (2025c). Yabancı ot standart ilaç deneme metotları. Erişim adresi: <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/Yabanc%C4%B1%20Ot%20Standart%20%C4%B0la%C3%A7%20Deneme%20Metotlar%C4%B1.pdf>, Erişim tarihi: 07.05.2025.
- Anonim. (2025d). Hububat hastalıkları standart ilaç deneme metotları. Erişim adresi: <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/BitkiSagligi/Hububat%20Hastal%C4%B1klar%C4%B1%20Standart%20%C4%B0la%C3%A7%20Deneme%20Metotlar%C4%B1.pdf>, Erişim tarihi: 02.05.2025.
- Anonim. (2025e). *Fusarium* türleri çeşitliliği, kuzey Free State'deki mısır ve teff'ten. Erişim adresi: <https://repository.up.ac.za/items/6c730ce5-c5cb-4a9f-aacd-b9ae43a976f2/full>, Erişim tarihi: 02.05.2025.
- Aşkın, A. (2008). *Ankara ili Ayaş, Beypazarı ve Nallıhan ilçelerindeki domates fideliklerinde çökertene neden olan önemli fungal etmenlerin belirlenmesi ve patojen olmayan Pseudomonaslarla biyolojik mücadele olanaklarının araştırılması* [Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi]. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Babaoğlu, M. (2005). *Mısır ve tarımı* [Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü], <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ttae/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=89>, erişim tarihi: 23.05.2025.
- Benlioğlu, S., Yıldız, A. (1998). Aydın ilinde ikinci ürün mısırlarda koçan çürüklüğüne neden olan *Fusarium* türlerinin saptanması ve yaygınlık oranları. *Ege Bölgesi 1. Tarım Kongresi*, 7-11 Eylül 1998, 480-486.
- Benjlali, B., Tantadui-Elaraki, A., Ayadi, A., Ihlal, M. (1984). Method to study antimicrobial effects of essential oils: Application to the antifungal activity of six Moroccan essences. *Journal of Food Protection*, 47, 748-752.
- Bora, T., Karaca, I. (1970). *Measurement of disease and injury in cultivated plants*. Ege Üniversitesi, Yardımcı Ders Kitabı Yayınları, (167).
- Bottalico, A. (1998). *Fusarium* diseases of cereals: Species complex and related mycotoxin profiles in Europe. *European Journal of Plant Pathology*, 80(2), 85-103.
- Boutigny, A.-L., Beukes, I., Small, I., Zühlke, S., Spitteller, M., Van Rensburg, B. J., Flett, B., Viljoen, A. (2011). Quantitative detection of *Fusarium* pathogens and their mycotoxins in South African maize. *Environmental Microbiology*, 13(10), 2684-2699.
- Burgess, L. W., Summerrell, B. A., Bullock, S., Gott, K. P., Backhouse, D. (1994). *Laboratory manual for Fusarium research*. Chapter 3, 12-16.
- Büyük, O., Özer, N. (2012). Batı Karadeniz Bölgesi mısır ekiliş alanlarında koçan çürüklüğü etmeni *Fusarium verticilloides*'in zearalenon oluşturma durumu üzerinde araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 52(4), 337-347.
- Canıhoş, Y., Kurt, Ş., Özgönen, H. (2000). Pamukta *Fusarium* solgunluğuna karşı herbisitlerle dayanıklılığın teşviki ve konukçu hücrelerinin gossypol üretimi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24, 134.
- Cengiz, R. (2016). Türkiye'de kamu mısır araştırmaları. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25, 304-310.
- Chindo, P. S., Shebayan, J. A. Y., Marley, P. S. (2006). Effect of pre-emergence herbicides on *Meloidogyne* spp. and *Fusarium* wilt of tomato in Samaru, Zaria, Nigeria. *Journal of Agricultural Research*, 48(4).
- Deans, S. G., Svoboda, K. P. (1990). The antimicrobial properties of marjoram (*Origanum majorana* L.) volatile oil. *Flavour and Fragrance Journal*, 5(1), 187-190.
- Demir, C., Şimşek, O., Arıcı, M. (2005). Samsun ve civarında yetiştirilen mısırlarda *Fusarium moniliforme*, fumonisin B1 ve fumonisin B2 varlığı üzerine bir araştırma. *Türkiye Mikotoksin Çalışmaları, II. Ulusal Mikotoksin Sempozyumu Bildirileri Kitabı*, 23-24 Mayıs 2005, İstanbul, 67-72.
- Edwards, S. G. (2004). Influence of agricultural practices on *Fusarium* infection of cereals and subsequent contamination of grain by trichothecene mycotoxins. *Toxicology Letters*, 153, 29-35.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Erol, I., Goncuoglu, M., Ayaz, N. D., Bilir Ormanci, F. S., Hildebrandt, G. (2008). Molecular typing of *Clostridium perfringens* isolated from turkey meat by multiplex PCR. *Letters in Applied Microbiology*, 47(1), 31-34.
- Fredlund, E., Gidlund, A., Olsen, M., Börjesson, T., Spliid, N. H. H., Simonsson, M. (2008). Miselyum ve buğdaydan *Fusarium* DNA ekstraksiyonunun akış aşağı gerçek zamanlı PCR kantifikasyonu ve mikotoksin seviyeleriyle korelasyonu için yöntem değerlendirmesi. *Mikrobiyolojik Yöntemler Dergisi*.
- Gürsoy, N., Biçici, M. (2003). Çukurova'da buğday ve mısır ürünlerinde saptanan fungal infeksiyonlar ve sonuçlanan bazı mikotoksinler. *Ulusal Mikotoksin Sempozyumu*, İstanbul.
- Harish, J., Jambhulkar, P. P., Bajpai, R., Arya, M., Babel, P. K., Chaturvedi, S. K., Kumar, A., Lakshman, D. K. (2025). Post flowering stalk rot in maize. *Department of Plant Pathology, College of Agriculture, Rani Lakshmi Bai Central Agricultural University, Jhansi, Uttar Pradesh, India; USDA-ARS, Beltsville, MD, United States*.
- Ichievich-Auster, M., Sneh, B., Koltin, Y., Barash, I. (1985). Suppression of damping-off caused by *Rhizoctonia* species by a nonpathogenic isolate of *R. solani*. *Phytopathology*, 75, 1080-1084.
- Jeffers, D., Vasal, S. K., McClena, S., Srinivasan, G. (1994). Evolution of tropical inbred lines for resistance to *Fusarium moniliforme* ear rot. *Maize Genetics Cooperation Newsletter*, 68, 58.
- Jeffers, D. (2002). Maize pathology activities at CIMMYT-Mexico. Paper presented to reviewers, 23 September, El Batan, CIMMYT Mexico.
- Jeffers, D. (2003). Inoculation methods for maize diseases at CIMMYT. *Maize Pathology Unit, CIMMYT-Mexico*.
- Kanburoğlu, S., Öğretir, K. (1980). *Mısır*. Topraksu Genel Müdürlüğü, Eskişehir Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 146, Çiftçi Bülteni Seri No: 26, Eskişehir.
- Karman, M. (1971). Bitki Koruma Araştırmalarında Genel Bilgiler, Denemelerin Kuruluşu ve Değerlendirme Esasları. *Türkiye Cumhuriyeti Tarım Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Yayınları*, İzmir, 278 s.
- Kitiş, Y. E., Yazır, B., Özgönen Özkaya, H. (2016). Bazı toprak herbisitlerinin mikorizal fungus *Glomus intraradices*'in kök kolonizasyonu ve spor sayısı üzerine olan etkileri. *Biological Diversity and Conservation*, 9(2), 6.
- Kohut, G., Ádám, A. L., Fazekas, B., Hornok, L. (2009). N-starvation stress induced FUM gene expression and fumonisin production is mediated via the HOG-type MAPK pathway in *Fusarium proliferatum*. *International Journal of Food Microbiology*, 130, 65-69.
- Leslie, J. F., Summerell, B. A. (2006). *The Fusarium Laboratory Manual*. Blackwell Publishing, 388 s.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Miller, J. D. (1994). Epidemiology of *Fusarium* ear diseases of cereals. In *Mycotoxins in Grain: Compounds Other Than Aflatoxin* (Ed. J.D. Miller and H.L. Trenholm), Eagan Press, St. Paul, Minn., 19-35.
- Mirete, S., Vázquez, C., Mulè, G., Jurado, M., González-Jaén, M. T. (2004). Differentiation of *Fusarium verticillioides* from banana fruits by IGS and EF-1a sequence analyses. *European Journal of Plant Pathology*, 110, 515–523.
- Mutlu, G., Üstüner, T. (2017). Tepraloxymid, fluazifop-p-butyl ve metribuzin herbisitlerinin toprak kökenli bazı fungal patojenlerin koloni gelişimine ve sporulasyonuna etkisi. *Bitki Koruma Bülteni*, 57(1), 21-38. <https://doi.org/10.16955/bitkorb.299012>.
- Nicholson, P., Simpson, D., Weston, G., et al. (1998). Detection and quantification of *Fusarium culmorum* and *Fusarium graminearum* in cereals using PCR assays. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 53, 17-37.
- Ogoshi, A., Cook, R. J., Bassett, E. N. (1990). Rhizoctonia species and anastomosis groups causing root rot of wheat and barley in the Pacific Northwest. *Phytopathology*, 80(9), 785-788.
- Patino, B., Mirete, S., Gonzalez-Jaen, M. T., Mule, G., Rodriguez, M. T., Vázquez, C. (2004). PCR detection assay of fumonisin-producing *Fusarium verticillioides* strains. *Journal of Food Protection*, 67, 1278-1283.
- Presello, D. A., Botta, G., Iglesias, J., Eyherabide, G. H. (2008). Effect of disease severity on yield and grain fumonisin concentration of maize hybrids inoculated with *Fusarium verticillioides*. *Crop Protection*, 27, 572-576.
- Reid, L. M., Woldemariam, T., Zhu, X., Stewart, D. W., Schaafsma, A. W. (2002). Effect of inoculation time and point of entry on disease severity in *Fusarium graminearum*, *F. verticilloides*, or *F. subglutinans* inoculated maize ears. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 24, 162-167.
- Sanna, M., Martino, I., Guarnaccia, V., Mezzalama, M. (2023). Diversity and pathogenicity of *Fusarium* species associated with stalk and crown rot in maize in Northern Italy. *Plants*, 12(22), 3857.
- Sanyal, D., Shrestha, A. (2008). Direct effect of herbicides on plant pathogens and disease development in various cropping systems. *Weed Science*, 56(2), 155–160.
- Scandolara, A., Rossi, V., Pietri, A., Battilani, P. (2008). Role of inoculum dose and silk growth stage on infection of maize ears by *Fusarium verticilloides*. *Journal of Plant Pathology*, 90(3, Supplement), S3.79-S3.89.
- Sim, J. H., Tian, F., Jung, S. Y., Auh, J.-H., Chun, H. S. (2018). Multiplex polymerase chain reaction assays for the detection of the zearalenone chemotype of *Fusarium* species in white and brown rice. *International Journal of Food Microbiology*, 269, 120-127.
- Small, I. M., Flett, B. C., Marasas, W. F. O., McLeod, A. (2012). Resistance in maize inbred lines to *Fusarium verticilloides* and *Fumonisin accumulation* in South Africa. *Plant Disease*, 96(6), 881-888.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Sun, X., Yang, R., Tang, H., Ma, M., Chen, H., Chang, X., Zhang, M., Gong, G. (2020). Diversity and pathogenicity of *Fusarium* species associated with Fusarium head blight in wheat and maize cropping systems in Sichuan Province. *Phytopathology*, 110(4), 675-684.
- Sun, X., Yang, R., Tang, H., Ma, M., Chen, H., Chang, X., Zhang, M., Gong, G. (2023). Diversity and pathogenicity of *Fusarium* species associated with Fusarium head blight in wheat and maize cropping systems in Sichuan Province. *Scientific Reports*, 13, Article 8715.
- Şimşekli, A. (2014). *Karapınar'da mısır ekim alanlarında farklı hasat dönemlerinde tanelerde bazı mikotoksinlerin düzeylerinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Tatlı, F. (2002). Akdeniz Bölgesinde enfekteli mısır tanelerinde bulunan fungusların belirlenmesi ve korunma olanakları üzerinde araştırmalar, Tagem BS-01/01-05-145 Proje Gelişme Raporu.
- Tousson, T. A., Nelson, P. E. (1995). *A Pictorial Guide to the Identification of Fusarium Species*. The Pennsylvania State University Press. University Park and London.
- Townsend, G. K., Heuberger, J. W. (1943). Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. *Plant Disease Report*, 27, 340-343.
- Turhal, K. (2021). Türkiye'de yıllara göre mısır (*Zea mays* L.) ekim alanları ile verimin mısır üretimine olan etkiler. *SPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 5(2), 418-425
- Ubogu, M., Akponah, E., Ogbaran, D. S. (2017). *In vitro* evaluation of growth inhibition of some common soil fungi by selective and non-selective herbicides. *Frontiers in Environmental Microbiology*, 3(1), 1-8.
- Uçkun, Z., Yıldız, M. (2007). Güney Marmara Bölgesi mısır alanlarında sap ve koçan çürüklüğüne neden olan *Fusarium* türleri, oluşturdukları mikotoksinler ve başlıca türlere karşı dayanıklılık kaynaklarının saptanması. *Türkiye II. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri*, 27-29 Ağustos 2007, Isparta, 133.
- Uçkun, Z. (2008). *Güney Marmara Bölgesi mısır alanlarında sap ve koçan çürüklüğüne neden olan Fusarium türleri, oluşturdukları mikotoksinler ve başlıca türlere karşı dayanıklılık kaynaklarının saptanması* (Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir).
- Uçkun, Z. (2009). Ülkemiz mısır alanlarında sorun olan *Fusarium* sp. sap ve koçan çürüklüğü hastalıklarına karşı dayanıklılık kaynaklarının saptanması, TA/04/03/04/008 No'lu Tagem Projesi Sonuç Raporu, Bornova Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü, İzmir.
- Yeğin, N. Z., Dolar, F. S., Ünal, F. (2018). Determination of root diseases in wheat and barley in Kırşehir and Kırıkkale provinces. *Bitki Koruma Bülteni*, 58(1), 1-11.
- Yli-Mattila, T., Paavanen-Huhtala, S., Parikka, P., Konstantinova, P., Gagkaeva, T. Y. (2004). Molecular and morphological diversity of *Fusarium* species in Finland and northwestern Russia. *European Journal of Plant Pathology*, 110(6), 573-585.