



**BİLECİK PAZARYERİ BÖLGESİNDEKİ
HUMULUS LUPULUS (ŞERBETÇİOTU)
VE YETİŞTİRİLDİĞİ TOPRAKLARDAKİ
FUSARIUM CİNSİ ÜYELERİNİN
İNCELENMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Seda ÖZTAŞ

Eskişehir 2024

**BİLECİK PAZARYERİ BÖLGESİNDEKİ *HUMULUS LUPULUS*
(ŞERBETÇİOTU) VE YETİŞTİRİLDİĞİ TOPRAKLARDAKİ *FUSARIUM*
CİNSİ ÜYELERİNİN İNCELENMESİ**

Seda ÖZTAŞ

Yüksek Lisans Tezi

Biyoloji Anabilim Dalı

Temel ve Endüstriyel Mikrobiyoloji Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Rasime DEMİREL

Eskişehir

Eskişehir Teknik Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Ocak 2024

Bu tez çalışması BAP Komisyonu tarafından kabul edilen 23LÖT208 no.lu proje kapsamında desteklenmiş ve Tübitak 20AG029 nolu proje tarafından bursiyer desteği sağlamıştır.

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Seda ÖZTAŞ'ın BİLECİK PAZARYERİ BÖLGESİNDEKİ *HUMULUS LUPULUS* (ŞERBETÇİOTU) VE YETİŞTİRİLDİĞİ TOPRAKLARDAKİ *FUSARIUM* CİNSİ ÜYELERİNİN İNCELENMESİ başlıklı çalışması 18/01/2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Eskişehir Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği"nin ilgili maddeleri uyarınca, Biyoloji Anabilim dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Unvan Adı Soyadı

İmza

Üye

: Prof. Dr. Rasime DEMİREL

Üye

: Prof. Dr. Kıymet GÜVEN

Üye

: Prof. Dr. Semra İLHAN

Prof. Dr. SEMRA KURAMA

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

DANIşMAN ONAYI

Danişmanlığını yürüttüğüm Yüksek Lisans ğrencisi Seda ZTAş, BİLECİK PAZARYERİ BÖLGESİNDEKİ *HUMULUS LUPULUS* (şERBETçİOTU) VE YETİşTİRİLDİğİ TOPRAKLARDAKİ *FUSARIUM* CİNSİ ÜYELERİNİN İNCELENMESİ başlıklı tez çalışmasını tamamlamıştır. Hazırlamış olduğu tez tarafımda incelenmiş ve öğrencinin tez savunma sınavına alınması bilimsel ve etik açıdan uygun görülmüştür.

Tez Danişmanı

Prof. Dr. Rasime DEMİREL

ÖZET

BİLECİK PAZARYERİ BÖLGESİNDEKİ *HUMULUS LUPULUS* (ŞERBETÇİOTU) VE YETİŞTİRİLDİĞİ TOPRAKLARDAKİ *FUSARIUM* CİNSİ ÜYELERİNİN İNCELENMESİ

Seda ÖZTAŞ

Biyoloji Anabilim Dalı

Temel ve Endüstriyel Mikrobiyoloji Bilim Dalı

Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Ocak 2024

Danışman: Prof. Dr. Rasime DEMİREL

Şerbetçiotu (*Humulus lupulus*) bira ve ekmek yapımında, ilaç ve kozmetik sanayinde kullanıldığı bilinen Kenevirgiller (*Cannabaceae*) familyasından çok yıllık, tırmanıcı bir keyif bitkisidir. Türkiye’de tarımı yalnızca Bilecik/Pazaryeri’nde yapılmaktadır. Günümüzde ihtiyaç duyulan şerbetçiotu oranı ürettiğimizden daha fazladır ve yaklaşık olarak %60 kadarını da ithal etmekteyiz. Bu çalışmada amacımız şerbetçiotunun yetiştirildiği topraklarda ve bitkinin kendisindeki *Fusarium* cinsi üyelerini izole etmek ve incelemektir. Toprak ve bitki örneklerinin temini Eylül 2022 ve Ağustos 2023 olmak üzere iki defa gerçekleştirilmiştir. İzolasyon işlemi Seçici *Fusarium* Agar +Rose Bengal ve Spezieller Nahrstoffarmer Agar kullanılmıştır. Toprak örnekleri dilüsyon işlemiyle seyreltilerek, bitki örnekleri ise doğrudan inokule edilerek deneye alınmıştır. Elde edilen cins üyeleri makroskopik ve mikroskopik özellikleri dikkate alınarak teşhis edildiğinde 98 adet izolattan 13 adet türe ait olduğu belirlenmiştir. Çalışma kapsamında incelenen 98 adet izolattan 26 (%26,53)’sının *F. oxysporum*, 15 adetinin (%15,31) *F. equiseti* ve 14 adedinin (%14,29) ise *F. poae* türüne ait olduğu görülmüştür. Bunu 12 adet (%12,24) ile *F. solani*, 10 adet (%10,20) ile *F. concolor* türleri takip etmiştir. Diğer kaydedilmiş türler olan *F. culmorum*, *F. moniliforme*, *F. camptoceras*, *F. avenaceum*, *F. discolor* ve *F. graminearum* ise sırasıyla 2-4 adet (%2,04-4,08) aralığında belirlenmiştir. Çalışmamız sonucunda ülkemiz için yeni kaydolara *Fusarium ramigenum* ve *Fusarium camptoceras* türleri tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: *Fusarium*, *Humulus lupulus*, Toprak kaynaklı bitki patojeni

ABSTRACT

INVESTIGATION OF *HUMULUS LUPULUS* (HOPS) IN BİLECİK PAZARYERİ
REGION AND *FUSARIUM* GENUS MEMBERS IN THE LAND WHERE IT IS
GROWN

Seda ÖZTAŞ

Department of Biology

Programme in Basic and Industrial Microbiology

Eskişehir Technical University, Institute of Graduate Programs, January 2024

Supervisor: Prof. Dr. Rasime DEMİREL

Hops (*Humulus lupulus*) is a perennial, climbing pleasure plant from the *Cannabaceae* family, known to be used in beer and bread making, medicine and cosmetics industry. In Turkey, it is cultivated only in Bilecik/Pazaryeri. Today, the amount of hops needed is more than what we produce, and we import approximately 60% of it. Our aim in this study is to isolate and examine members of the *Fusarium* genus in the soil where hops are grown and in the plant itself. The supply of soil and plant samples was carried out twice, in September 2022 and August 2023. Selective *Fusarium* Agar + Rose Bengal and Spezieller Nährstoffarmer Agar were used in the isolation process. Soil samples were diluted by dilution process, and plant samples were directly inoculated and tested. When the obtained genus members were identified considering their macroscopic and microscopic features, it was determined that 98 isolates belonged to 13 species. Of the 98 isolates examined within the scope of the study, 26 (26.53%) were found to belong to *F. oxysporum*, 15 (15.31%) to *F. equiseti* and 14 (14.29%) to *F. poae*. This was followed by *F. solani* with 12 (12.24%) and *F. concolor* with 10 (10.20%). Other recorded species, *F. culmorum*, *F. moniliforme*, *F. camptoceras*, *F. avenaceum*, *F. discolor* and *F. graminearum* were determined in the range of 2-4 (2.04-4.08%), respectively. As a result of our study, *Fusarium ramigenum* and *Fusarium camptoceras* species were identified as new records for our country.

Keywords: *Fusarium*, *Humulus lupulus*, Soilborne plant pathogen

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim boyunca yüksek lisans çalışmalarım için her türlü imkanı sağlayan, öğretmekten hiçbir zaman yorulmayan, tüm tecrübelerini aktarmaya çalışan, yol gösteren ve bu yolda bana her zaman ışık tutan değerli akademik danışmanım Sayın Prof. Dr. Rasime DEMİREL'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Lisans öğrenimim boyunca bana bilimi sevdiren, bu yolda eğiten, laboratuvar deneyimi kazanmamı ve Mikrobiyoloji bilimine ilgi duymamı sağlayan çok değerli hocam Sayın Prof. Dr. Semra ATLI İLHAN'a ve bu tecrübeleri kazanmama destek veren, bu alanda beni yetiştiren Sayın Uzm. Biyolog Orkun KAYIŞ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca beni eğiten, maddi ve manevi her zaman, her koşulda bana inanan, arkamda duran, bugünlere getiren ve benim ben olmamı sağlayan, düştüğümde kaldıran annem Sevim ÖZTAŞ ve babam Tuncay ÖZTAŞ'a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Yüksek lisans eğitimim boyunca bana fikirleriyle ışık tutan, yorulduğum anda bana ideallerimi hatırlatan, yaşadığım problemlerde çözüm olan, maddi manevi her türlü desteği sağlayan, özellikle arazi çalışmalarımnda bilgi ve tecrübelerini paylaşan erkek arkadaşım Doğukan TARI'ya sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Yüksek lisans öğrenimim boyunca bana destek veren, deney aşamasından, tez yazımına her anımda, yardımlarını benden esirgemeyen canım arkadaşım Kimyager İrem TAŞKINLAR'a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. .

Seda ÖZTAŞ

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Eskişehir Teknik Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Seda ÖZTAŞ

İÇİNDEKİLER

Sayfa

BAŞLIK SAYFASI	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI	ii
DANIŞMAN ONAYI	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	vii
İÇİNDEKİLER	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xvi
1. GİRİŞ	1
1.1. Şerbetçiotu (<i>Humulus lupulus</i>) Bitkisinin Genel Özellikleri	1
1.2 Şerbetçiotu'nun Tarihi	2
1.3 Şerbetçiotu'nun Kullanım Alanları ve Önemi	3
1.4 Şerbetçiotu Hastalıkları	3
1.5 <i>Fusarium</i> Cinsi Genel Özellikleri	4
1.6. <i>Fusarium</i> Sistematığı	6
1.7. <i>Fusarium</i> Üreme Özellikleri	7
1.8. <i>Fusarium</i> Beslenme ve Habitat Özellikleri	9
1.9. <i>Fusarium</i> 'un Tarımda Önemi	10
1.10. <i>Fusarium</i> Üyelerinin Kontrol Altına Alınması	11
2. MATERYAL VE YÖNTEM	14
2.1. Materyal	14
2.1.1. Çalışmada kullanılan Besiyerleri	15
2.1.1.1. <i>Spezieller Nährstoffarmer agar (SNA) (Leslie ve Summerell, 2006))</i>	15

2.1.1.2. Seçici Fusarium Agar (SFA)+Rose Bengal (Leslie ve Summerell, 2006)).....	15
2.1.1.3. Potato Dextrose Agar (PDA)(MERCK 1.10130.).....	16
2.1.1.4. Malt Extact Agar (MEA)(MERCK 1.05398)	16
2.1.1.5. Carnation Leaf Agar (CLA) (Leslie ve Summerell, 2006.....	16
2.1.1.6. Oatmeal Agar (OA)(CONDA CAT:2060.00).....	17
2.1.2. Çalışmada kullanılan Çözeltiler	17
2.1.2.1. Streptomycin Hazırlığı	17
2.1.2.2. Rose Bengal Hazırlığı	17
2.2. Yöntem	18
2.2.1. Tarım Arazisinden Toprak Örneklerinin Alınması	18
2.2.2. Bitki Örneklerinin Alınması	21
2.2.3. Mikrofungusların İzolasyonu	21
2.2.3.1. Topraktan Mikrofungusların İzolasyonu	21
2.2.3.2. Bitkiden Mikrofungusların İzolasyonu	25
2.2.4. İzolatların Morfolojik Teşhisi.....	26
2.2.5. Fusarium biyoçeşitliliğinin belirlenmesinde kullanılan indeksler	27
2.2.5.1. Bray-Curtis Benzerlik İndeksi (Similarity)	27
2.2.5.2. Simpson İndeksi ve türevleri.....	28
2.2.5.3. Shannon Çeşitlilik İndeksi.....	28
2.2.5.4. Shannon Düzenlilik İndeksi (Evenness)	29
3. BULGULAR	30
3.1. Toprak Örneklerinin %Nem Oranları.....	30
3.2. Toprak ve Bitki Örneklerinden Elde Edilen Mikrofungusların İzolasyon Sonuçları	30
3.3. Morfolojik Teşhisle Bulunan Fusarium Cinsi Üyeleri	39
3.5. Fusarium Biyoçeşitliliğinin Belirlenmesinde Kullanılan İndeksler Sonuçları.....	59
4. TARTIŞMA	63
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	74
KAYNAKÇA	76

ÖZGEÇMİŞ



ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Tablo 1.1. <i>Fusarium</i> sistematığı (http-1).....	7
Tablo 2.1. Toprak Örnekleme Koordinatları	14
Tablo 3.1. Yılın belli dönemlerinde alınan toprak örneklerinin % nem oranları	30
Tablo 3.2. Eylül ayı toprak örneklerinden elde edilen toplam <i>Fusarium</i> sayısı/g değerleri.....	31
Tablo 3.3. Ağustos ayı toprak örneklerinden elde edilen toplam <i>Fusarium</i> sayısı/g değerleri.....	31
Tablo 3.4. Eylül ayı örneklerinden gelişen <i>Fusarium</i> cinsi izolatların morfolojik teşhis sonuçları	39
Tablo.3.5. Ağustos ayı örneklerinden gelişen <i>Fusarium</i> cinsi izolatların morfolojik teşhis sonuçları.....	43
Tablo 3.6. <i>Fusarium</i> cinsi üyelerinin lokasyon ve örnek tiplerine göre dağılımı	45
Tablo 3.7. Eylül ve Ağustos aylarında toprak örneklerinden teşhis edilen türlerin benzerlik kat sayısı	59
Tablo 3.8. Eylül ve Ağustos aylarında bitki örneklerinden teşhis edilen türlerin benzerlik kat sayısı	60
Tablo 3.9. Toprak ve bitki örneklerinden teşhis edilen türlerin benzerlik kat sayısı	60
Tablo 3.10. Eylül 2022 dönemine ait Simpson İndeksi ve türevleri, Shannon Çeşitlilik İndeksi ve Shannon Düzenlilik İndeksi (Evenness) sonuçları.....	61
Tablo 3.11. Ağustos 2023 dönemine ait Simpson İndeksi ve türevleri, Shannon Çeşitlilik İndeksi ve Shannon Düzenlilik İndeksi (Evenness) sonuçları.....	61
Tablo 3.12. Simpson İndeksi ve türevleri, Shannon Çeşitlilik İndeksi ve Shannon Düzenlilik İndeksi (Evenness) sonuçları	62
Tablo 4.1. Çalışmaya ait benzerlik katsayıları özet tablosu	66
Tablo 4.2. Biyoçeşitlilik değerlendirme indeksleri özeti.....	67

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1. Şerbetçiotu bitkisi(meyve)	1
Şekil 1.2. Şerbetçiotu bitkisinin hasat sonrası taşınması	2
Şekil 1.3. <i>Fusarium</i> mikro- ve makrokonidia yapıları (http-2)	8
Şekil 1.4. <i>Fusarium</i> klamidospor yapısı (http-3)	9
Şekil 1.5. <i>Fusarium</i> spp. (http-4).....	10
Şekil 2.1. Çalışma alanın Türkiye, Bilecik ve Pazaryeri'ndeki konumları.....	14
Şekil 2.2. Eylül ayında yapılan arazi çalışması görüntüleri	19
Şekil 2.3. Ağustos ayında yapılan arazi çalışması görüntüleri.....	20
Şekil 2.4. Sterilizatörde bekletilmiş bazı toprak örnekleri.....	22
Şekil 2.5. Toprak seyreltme yöntemi ile izolasyon hazırlığı.....	23
Şekil 2.6. SNA ve Rose Bengal içeren SFA izolasyon besiyerlerinin görüntüleri	23
Şekil 2.7. İzolasyon işlemi yapılırken alınan bir görüntü	24
Şekil 2.8. 14 gün inkübasyona bırakılan izolasyon petrileri	24
Şekil 2.9. Bitki izolasyon görüntüleri	26
Şekil 2.10. Teşhis ortamlarına inakülasyon şeması	26
Şekil 2.11. Morfolojik inceleme aşamasından bir görüntü	27
Şekil 3.1. Toprak örneklerinden elde edilen izolatların; dönem, besiyeri tipine göre dağılımı ve toplam koloni sayıları (kob/g).....	32
Şekil 3.2. Bitki örneklerinden elde edilen izolatların; dönem, besiyeri tipine göre dağılımı ve toplam koloni sayıları (kob/g).....	32
Şekil 3.3. Eylül 2022 Batı yönü belirtilen koordinattan alınan toprak ve bitki örneklerinin 14 günlük inkübasyon görüntüleri	33
Şekil 3.4. Eylül 2022 Doğu, Güney ve Kuzey yönlerinde belirtilen koordinatlardan alınan toprak ve bitki örneklerinin 14 günlük inkübasyon görüntüleri.....	34
Şekil 3.5. Ağustos 2023 Doğu, Batı, Güney ve Kuzey yönlerinde belirtilen koordinatlardan alınan bitki örneklerinin 14 günlük inkübasyon görüntüleri	35
Şekil 3.6. Ağustos 2023 Doğu, Batı, Güney ve Kuzey yönlerinde belirtilen koordinatlardan alınan toprak örneklerinin 14 günlük inkübasyon görüntüleri	36

Şekil 3.7. Ağustos 2023 Doğu, Batı, Güney ve Kuzey yönlerinde belirtilen koordinatlardan alınan toprak örneklerinin 14 günlük inkübasyon görüntüleri	36
Şekil 3.8. <i>Fusarium</i> cinsine ait elde edilmiş olan izolat sayısı ve toplam <i>Fusarium</i> izolat sayısı.....	37
Şekil 3.9. Eylül 2022 ve Ağustos2023 alınan toprak ve bitki örneklerinden saflaştırılan <i>Fusarium</i> cinsi üyelerinden örnekler	38
Şekil 3.10. <i>Fusarium poae</i> olarak tanımlanmış P.Doğu.6NA(-4) kodlu izolatın teşhis ortamlarındaki petri önü gelişimleri A) PDA besi ortamı B) OA besi ortamı C) CLA besi ortamı D) MEA besi ortamı	46
Şekil 3.11. <i>Fusarium poae</i> olarak tanımlanmış P Doğu.6NA(-4) kodlu izolatın teşhis ortamlarındaki petri arkası gelişimleri A) PDA besi ortamı B) OA besi ortamı C) CLA besi ortamı D) MEA besi ortamı	46
Şekil 3.12. <i>Fusarium equiseti</i> olarak tanımlanmış P.Doğu.2NA(-4) kodlu izolatın teşhis ortamlarındaki petri önü gelişimleri A) MEA besi ortamı B) OA besi ortamı C) PDA besi ortamı D) CLA besi ortamı	47
Şekil 3.13. <i>Fusarium equiseti</i> olarak tanımlanmış P.Doğu.2NA(-4) kodlu izolatın teşhis ortamlarındaki petri arkası gelişimleri A) MEA besi ortamı B) OA besi ortamı C) PDA besi ortamı D) CLA besi ortamı	47
Şekil 3.14. <i>Fusarium oxysporum</i> olarak tanımlanmış P.Doğu.2FA(-3) kodlu izolatın teşhis ortamlarındaki petri önü gelişimleri A) MEA besi ortamı B) CLA besi ortamı C) PDA besi ortamı D) OA besi ortamı	48
Şekil 3.15. <i>Fusarium oxysporum</i> olarak tanımlanmış P.Doğu.2FA(-3) kodlu izolatın teşhis ortamlarındaki petri arkası gelişimleri A) MEA besi ortamı B) CLA besi ortamı C) PDA besi ortamı D) OA besi ortamı	48
Şekil 3.16. <i>Fusarium camptoceras</i> türü olarak tanımlanmış P.Doğu.4NA(-4) kodlu izolatın teşhis ortamlarındaki petri önü gelişimleri A) MEA besi ortamı B) PDA besi ortamı C) CLA besi ortamı D) OA besi ortamı	49
Şekil 3.17. <i>Fusarium camptoceras</i> olarak tanımlanmış P.Doğu.4NA(-4) kodlu izolatın teşhis ortamlarındaki petri arkası gelişimleri A) MEA besi ortamı B) PDA besi ortamı C) CLA besi ortamı D) OA besi ortamı	49

- Şekil 3.18.** *Fusarium solani* olarak tanımlanmış P.Kuzey.7NA(-3) kodlu izolatin teşhis ortamlarındaki petri önü gelişimleri A) MEA besi ortamı B) PDA besi ortamı C) CLA besi ortamı D) OA besi ortamı 50
- Şekil 3.19.** *Fusarium solani* olarak tanımlanmış P.Kuzey.7NA(-3) kodlu izolatin teşhis ortamlarındaki petri arkası gelişimleri A) MEA besi ortamı B) PDA besi ortamı C) CLA besi ortamı D) OA besi ortamı 50
- Şekil 3.20.** *Fusarium acuminatum* olarak tanımlanmış P.Kuzey.BTK.1FA kodlu izolatin teşhis ortamlarındaki petri önü gelişimleri A) PDA besi ortamı B) MEA besi ortamı C) CLA besi ortamı D) OA besi ortamı 51
- Şekil 3.21.** *Fusarium acuminatum* olarak tanımlanmış P.Kuzey.BTK.1FA kodlu izolatin teşhis ortamlarındaki petri arkası gelişimleri A) PDA besi ortamı B) MEA besi ortamı C) CLA besi ortamı D) OA besi ortamı 51
- Şekil 3.22.** *Fusarium discolor* olarak tanımlanmış P.Kuzey.BTK.2FA(-3) kodlu izolatin teşhis ortamlarındaki petri önü gelişimleri A) PDA besi ortamı B) CLA besi ortamı C) MEA besi ortamı D) OA besi ortamı 52
- Şekil 3.23.** *Fusarium discolor* olarak tanımlanmış P.Kuzey.BTK.2FA(-3) kodlu izolatin teşhis ortamlarındaki petri arkası gelişimleri A) PDA besi ortamı B) CLA besi ortamı C) MEA besi ortamı D) OA besi ortamı 52
- Şekil 3.24.** *Fusarium ramigenum* olarak tanımlanmış P.Güney.2NA(-3) kodlu izolatin teşhis ortamlarındaki petri önü gelişimleri A) PDA besi ortamı B) MEA besi ortamı C) CLA besi ortamı D) OA besi ortamı 53
- Şekil 3.25.** *Fusarium ramigenum* olarak tanımlanmış P.Güney.2NA(-3) kodlu izolatin teşhis ortamlarındaki petri arkası gelişimleri A) PDA besi ortamı B) MEA besi ortamı C) CLA besi ortamı D) OA besi ortamı 53
- Şekil 3.26.** *Fusarium concolor* olarak tanımlanmış P.Doğu.2FA(-3) kodlu izolatin teşhis ortamlarındaki petri önü gelişimleri A) PDA besi ortamı B) MEA besi ortamı C) OA besi ortamı D) CLA besi ortamı 54
- Şekil 3.27.** *Fusarium concolor* olarak tanımlanmış E P.Doğu.2FA(-3) kodlu izolatin teşhis ortamlarındaki petri arkası gelişimleri A) PDA besi ortamı B) MEA besi ortamı C) OA besi ortamı D) CLA besi ortamı 54
- Şekil 3.28.** *Fusarium moniliforme* olarak tanımlanmış E.P,Batı2FA(-4) kodlu izolatin teşhis ortamlarındaki petri önü gelişimleri A) CLA besi ortamı B) MEA besi ortamı C) OA besi ortamı D) PDA besi ortamı 55

Şekil 3.29. <i>Fusarium culmorum</i> olarak tanımlanmış E.P.Güney.1NA(-3)) kodlu izolatin teşhis ortamlarındaki petri önü gelişimleri A) MEA besi ortamı B) OA besi ortamı C) PDA besi ortamı D) CLA besi ortamı.....	55
Şekil 3.30. <i>Fusarium graminearum</i> olarak tanımlanmış E.P.Batı.2FA(-4)kodlu izolatin teşhis ortamlarındaki petri önü gelişimleri A) CLA besi ortamı B) OA besi ortamı C) MEA besi ortamı D) PDA besi ortamı	56
Şekil 3.31. <i>Fusarium avenaceum</i> olarak tanımlanmış P.Güney.1NA(-3) kodlu izolatin teşhis ortamlarındaki petri önü gelişimleri A) PDA besi ortamı B) OA besi ortamı C) CLA besi ortamı D) MEA besi ortamı	56
Şekil 3.32. <i>Fusarium ramigenum</i> olarak tanımlanmış P.Güney.2NA(-3) kodlu izolatin polifiyalid yapısı(A), klamidospore bulundurmaması ve 0 veya 1 septatlı mikrokonidyalı(B) (Mikroskop görüntüleri 100x objektifte ve 10x okülerde çekilmiştir, ölçek 10µm.).....	57
Şekil 3.33. <i>Fusarium camptoceras</i> olarak tanımlanmış P.Doğu.4NA(-4) kodlu izolatin makrokonidya(A), klamidospore(B) ve mikrokonidyalı(C) (Mikroskop görüntüleri 100x objektifte ve 10x okülerde çekilmiştir, ölçek 10µm.)	58
Şekil 4.1. Çalışmada elde edilmiş olan tür çeşitliliği ve yüzde dağılımları	66
Şekil 4.2. Eylül 2022 ayında tarlada kullanılan fungusitler	68
Şekil 4.3. Ağustos 2023 yılında tarlada kullanılan fungusitler	68
Şekil 4.4. Enfekte olmuş şerbetçiotu bitki yaprağı ve meyvesi	69
Şekil 4.5. Sağlıklı şerbetçiotu bitkisi	70
Şekil 4.6. Sağlıklı şerbetçiotu bitkisinden yapılan izolasyon sonucunda saflaştırmaya alındığında gelişen <i>Fusarium</i> üyesi olmayan bir izolat örneği (PDA besi ortamında petri önü ve arkası görüntüsü).....	70
Şekil 4.7. Eylül 2022 dönemini kapsayan 2022 yılı Bilecik bölgesi meteoroloji kayıtları (http-7)	71
Şekil 4.8. Eylül 2022 dönemini kapsayan 2022 yılı Bilecik bölgesi meteoroloji kayıtları (http-7)	72

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

PDA	: Patates Dekstroz Agar
MEA	: Malt Ekstrakt Agar
OA	: Oatmeal Agar
SFA	: Seçici <i>Fusarium</i> Agar
SFA+RB	: Seçici <i>Fusarium</i> Agar +Rose Bengal
SNA	: Spezieller Nährstoffarmer Agar
CLA	: Carnation Leaf Agar
l	: Litre
FTS	: Fizyolojik Tuzlu Su
cm	: Santimetre
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
m	: Metre
kg	: Kilogram
g	: Gram
atm	: Atmosfer
°C	: Derece Santigrad
%	: Yüzde

1. GİRİŞ

1.1. Şerbetçiotu (*Humulus lupulus*) Bitkisinin Genel Özellikleri

Şerbetçiotu bira ve ekmek yapımında, ilaç ve kozmetik sanayinde kullanıldığı bilinen kenevirgiller (*Cannabaceae*) familyasından çok yıllık, tırmanıcı tıbbi, aromatik ve keyif bitkisidir (Şahin vd., 2012). Şerbetçiotu, dişi çiçeklerinin (kozalaklarının) bira yapımında, ilaç ve kozmetik sanayide kullanıldığı bilinen çok yıllık bir endüstri bitkisidir. Fakat ekonomik ömrü 15-25 yıl kadardır.

Tarımı kozalak denilen dişi çiçekleri elde etmek için yapılır. Bilinen 2 türü bulunmaktadır. Bunlardan birincisi *Humulus japonicus* içerisinde bulunan reçine nedeniyle ziraisi yapılamamaktadır. Bira ve ekmek yapımında kullanılmakta olan *Humulus lupulus* ise bir diğer türüdür. *Humulus lupulus*'un kozalağında bulunan kimyasal biraya aroma, acı tat ve uzun raf ömrü kazandırmaktadır. Şerbetçiotu antibakteriyel bir etkiye sahip olduğu için kardiyovasküler hastalıklarla ve kanserle mücadelede kullanılabilir bir bitkidir (Çakıcı vd., 2005), (Kaymaz ve Gülümser, 2023).

Dünyadaki üretimi çok eski tarihlere dayanmakla beraber ülkemizde 1930 yıllarında İkinci Dünya Savaşı zamanında başlamıştır. Çeşitli araştırmalar ve üretim deneyimleri sonucunda 1965 yılından sonra ise tarımı en verimli bulunan bölge olan Bilecik/Pazaryeri'nde sadece 3.26 km²'lik bir sahada şerbetçiotu tarımı yapılmaya başlanmıştır. Türkiye'de tarımı yalnızca bu bölgede yapılmaktadır. Artan yıllık bira tüketimi oranı ile de ürettiğimiz şerbetçi otu yetersiz kalmıştır. Bu sebeple ihtiyacımız olan şerbetçi otunun yaklaşık %60 kadarını ithal etmekteyiz (Şahin vd., 2012).



Şekil 1.1. Şerbetçiotu bitkisi(meyve)



Şekil 1.2. *Şerbetçiotu bitkisinin hasat sonrası taşınması*

1.2 Şerbetçiotu'nun Tarihi

Şerbetçiotu tarihte uzun zamandan beri farklı amaçlarla Mısır ve Eski Yunan'da kullanılan ve tarımı Avrupada 14. yüzyılda başlayan bir bitkidir. Daha sonra tarım İngiltere, Avrupa ve tüm Dünya olmak üzere yayılım göstermiştir. Bu bitkinin tarihi Orta Çağ'ın başlangıcına kadar dayanmaktadır. Çek Cumhuriyeti'nde tarımını yapan kimi çiftçinin ekonomik şartlar sebebiyle fideleri Polonya, Yugoslavya, Amerika Birleşik Devletleri gibi ülkelere resmi olmayarak taşınmış ve tarımı bu sayede tüm dünyaya yayılmıştır (Öztürk, 2023). Tüm dünyada üretilen şerbetçiotunun yaklaşık %98' bira yapılmak amacıyla üretilmektedir (Şahin ve Üçışık, 2023).

Şerbetçiotu ülkemizde ekonomik değere sahip olup, dünyada en fazla üretiminin yapıldığı ülke ise Amerika Birleşik Devletleri'dir. Idaho, Washington ve Oregon eyaletlerinde ise bu üretim yaygındır. 2009 yılında 42.945 ton şerbetçiotu üretimi bu ülkede yapılmış olup bu üretimin %79'unu Washington eyaleti karşılamaktadır. Amerika Birleşik Devletleri'nin yanı sıra 2008 yılında üretim birincisi olan Almanya takip etmektedir. Almanya'nın yıllık üretimi 31.346 ton olmakla beraber Bavyera eyaletinde üretimi yapılmaktadır. Bu 2 üretim açısından önemli yere sahip ülkelerin yanında Etiyopya 30.938, Çin 10.000, Çek Cumhuriyeti 6.616, Polonya 3.924, Slovenya 2.669 ton ile üretim yapmaktadırlar (Şahin ve Üçışık, 2023).

1.3 Şerbetçiotu'nun Kullanım Alanları ve Önemi

Şerbetçiotunun geçmişten günümüze birçok kullanım alanı bulunmaktadır. Ülkemizde edindiğimiz bilgiler arasında 1902 yılında Ressam ve Müze-i Hümayun Müdürü Osman Hamdi Bey'in Adapazarı'ndaki tarlasında şerbetçiotu yetiştirme girişimleri kayıt edilmiştir. Eski tıp kitaplarındaki kayıtlarda şerbetçiotu bitkisinin iştah açısı, idrar söktürücü, ateş düşürücü, uyku getirici etkileri bilinmektedir (Altıntaş, 2011).

Yapılan araştırmalar sonucunda şerbetçiotu sekonder metabolitler açısından bir hayli yoğundur. Şerbetçiotunun hayvan yemi olarak kullanımı, bu yemle beslenen hayvanların verim ve kalitesine olumlu yönde etki ettiği bildirilmiştir. Bunların yanı sıra şerbetçiotunun içerisinde bulunan flavonoidler ve fenolik bileşikler, antioksidan ve antimikrobiyal etkisi ile de çiftlik hayvanlarındaki şişkinlik ve asidoz gibi rahatsızlıkları giderdiği bildirilmiştir (Öztürk, 2023).

Şerbetçiotunun genç sürgünleri özellikle Avrupa'da sebze olarak tüketilmekte, maya ve ekmek içerisinde kullanılmaktadır. İçerisinde bulunan reçineler biraya malt ve su ile birlikte acı tat, aroma vermekte ve tüm dünyada bira üretimi için kullanılan önemli bir bitkidir.

Şerbetçiotu kozalakları ile yastıkların doldurulması da dünyada oldukça ünlüdür. Bu yastıklar kullanılırken basınç etkisi ile bitki kozalaklarından salgılanan aromatik kokular, dinlendirici, huzurlu ve sağlıklı bir uyku sağlamaktadır (Başkaya, 2019).

Karadeniz Bölgesi'nde bulunan yabani şerbetçiotları ile aromatik ve dezenfaktan olarak ekşi hamurlara katılmaktadır ve buna çiçek mayası adı verilmiştir. Şerbetçiotu ismi ise Türkiye'de eskiden şerbet yapımında kullanıldığı için bu isim verildiği düşünülmektedir (Başkaya, 2019).

Şerbetçiotu antibakteriyel bir etkiye sahip olduğu için kardiyovasküler hastalıklarla ve kanserle mücadelede kullanılabilir bir bitkidir (Çakıcı vd., 2005).

1.4 Şerbetçiotu Hastalıkları

Şerbetçiotu mildiyösü olarak bilinen ve hastalığın etmeninin *Pseudoperonospora humuli* olduğu bilinen fungal bir hastalıktır. Hastalığın belirtileri özellikle sürgün ve yapraklarda görülmektedir. Yaprak gelişimi oldukça cılızdır ve grimsi lekelenmelerle ilk belirtilerini gösterirler. Yaprakta büyüyerek kuruma ve parçalanmaya sebebiyet verebilirler. Bu hastalık için uygun zaman dilimleri vb. parametrelerde ilaçlama yapılmadığı takdirde %95'e varan kayıplar meydana gelebilir (http-8).

Şerbetçiotu yaprak biti olarak bilinen *Phorodon humuli* ise yaprakların alt yüzeylerinde, çiçek ve meyvelerinde emgi yaparak bitkilerin zamanla kurumasına sebep olurlar ve aynı zamanda yaptıkları salgılar ile de fungal gelişime olanak sağladıkları bilinmektedir (http-9).

Yapılan literatür çalışmaları doğrultusunda şerbetçiotuna dair hastalık kayıtlarının genellikle fungal kaynaklı olduğu görülmüş ve bu sebeple çalışma bölgesi olarak seçilmesine destek sağlamıştır.

1.5 *Fusarium* Cinsi Genel Özellikleri

Fusarium cinsi tipik enine bölmeli konidiler anlamındaki Latince ‘fusus’ dan köken almıştır. *Fusarium* cinsindeki mantarlar 1809’da Link tarafından açıklanmış ve 1821’de Fries tarafından teyit edilmiştir (Geiser vd., 2013). *Fusarium* taksonomisi 1935 yılında Wollenweber ve Reinking tarafından kurulmuştur. Böylelikle *Fusarium* tür sayısı seksiyon 16 dahil 65 türe azaltılmıştır. Günümüzde kabul edilen *Fusarium* türü yaklaşık 150 adettir (Fourie vd., 2011).

Fusarium cinsi mantarlar organik maddelerin üzerinde, havada, suda, toprakta ve hemen hemen tüm ortamlarda bulunabilirler. *Fusarium* cinsi ürettikleri toksinler, çokta fazla tür sayısına sahip olmaları ve etki ettikleri konukçuların farklı ekolojik ortamlarda ve geniş bir yayılıma sahip olmaları nedeniyle önemli bir yere sahiptirler. Bu cins daha önceleri Deuteromycetes içinde sınıflandırılan hifomiset bir cins olarak kabul edilmiş olsa da günümüzde Hypocreales/Ascomycota’ya yakın olduğu düşünülen anamorf bir cinstir. *Fusarium* cinsi mikotoksin üreten, bitki ve hayvan patojeni olarak bilinen çürükçül olarak toprakta ve organik maddeler üzerinde yaşayan bir cinstir. *Fusarium* spp.; Zearalenon (F-2 toksin), Triketesenler, Deoksinivalenol, Nivalenol, Diasetoksisirpenol, T-2 toksin, HT-2 toksin, Tremortin, Fusarin-C, Fumonisin B1, Moniliformin, Enniatins toksinlerini üretmektedirler. Ürettikleri bu toksinlerin tahıllara bulaşması durumunda insan ve çiftlik hayvanlarının tüketmesi ile birlikte ileriye dönük sorunlar oluşturabileceği bildirilmiştir. (Eriksen, 1998). Dünya Sağlık Örgütü Uluslararası Kanseri Araştırma Enstitüsü (WHO-IARC), 1993 yılında mikotoksinleri insanlara karşı kanserojenik potansiyellerine göre sınıflandırmışlardır. *Fusarium* spp. ürettiği mikotoksinlerden fumonisinler Grup 2B’de ‘muhtemel kanserojenik mikotoksin’ olarak belirtilmiştir. Triketesen ve ZEA’nın ise insanlara karşı kanserojenik etkisinin bulunmadığı bildirilmiş ve 3. grupta sınıflandırılmıştır. (Hussein ve Brasel, 2001). Güney Afrika ve Çin’de araştırmalar yapılmış ve yüksek oranda fumonisin ile bulaşmış mısır tüketimi ile insanlardaki

özofagus kanseri arasında yakın bir ilişki bulunmuştur. (Bankole ve Adebajo, 2003). Bunlar yapışkan, şeffaf, enine bölmeli, ekseri türlerde sporodoşiya denen meyvelenme yapıları içinde üretilen tipik olarak kano, muz veya orak şeklindeki makrokonidiler ile karakterize edilirler.

Fusarium cinsi mantarların çeşitli eşeysiz sporları mevcuttur. Orak şeklinde veya silindirik kavisli, enine bölmeli olan makrokonidiler sporosium (sporodochium) veya pionnotlar üzerinde üretilir. *Fusarium*'un birkaç türünde mikro- ve makrokonidilere ek olarak mikro- ve makrokonidiler arasında orta büyüklükte olan mesokonidiler açıklanmıştır. Bunlar kuru olup holoblastik konidiogen hücreler üzerinde üretilir. Genellikle küçük mikro- veya mesokonidiler dallara ayrıların veya dallanmayan miselial konidioforlar üzerinden oluşurlar. Farklı şekil ve gruplandırma gösteren konidiosporlar bir (monofialidik) veya çok (polifialidik) açık uçlara sahip konidiogen hücreler tarafından üretilir. Ayrıca *Fusarium*'da hifler ve konidiler içinde veya üzerinde tekli veya zincir veya salkımlar halinde üretilen kalın duvarlı, genellikle küresel klamidosporlar (hallosporlar) oluşturulur.

Fusarium'un bazı soylarında makrokonidiler görülmezken, diğer bazı soylarda da mikrokonidiler görülmez. Bazı benzer kladlarda vertisillat anamorflar oluşur.

Genelde türler morfolojik, biyolojik filogenetik tür kavramı veya bunların kombinasyonları esasında tanımlanır. *Fusarium* türlerinin morfolojik tanımlamaları, *Fusarium* tanımlama kitapları kullanılarak yapılmaktadır ve makro ve mikrokonidilerin morfolojisi, fiyalid yapısı, misel özellikleri, PDA ortamındaki koloni pigmentasyonu ve büyüme oranlarına dayanmaktadır (Leslie ve Summerell, 2006).

Makromorfoloji: PDA'daki koloniler genellikle beyaz, krem renkli, sarımsı, pembe, kırmızımsı veya menekşe rengindedir. Havadaki miselyum kadifemsi, pamukludur, genellikle taze izolatlarda bol miktarda bulunur, ancak bazen bol sporlu suşlarda azalır veya yoktur. SNA üzerindeki koloniler genellikle seyrek hava miselyumuna sahiptir ve pigment oluşumu yoktur veya filtre kâğıdı üzerinde veya yakınında pembe, turuncu, mor veya kırmızı renklidir.

Mikromorfoloji: *Fusarium* türlerinin çoğu, genellikle pediselat bazal hücreli fusoid veya lunat septalı makrokonidiya sahiptir. Genellikle berrak, sarı, turuncu, mavimsi veya kahverengimsi balçıkta üretilirler, ancak bazı suşların hava miselyumunda optimal olmayan gelişmiş makrokonidyumlar da bulunur. Macroconidia, çok dallı konidiofor üzerinde bir verimli açıklığa sahip ince phialidlerden oluşturulur. Çoğu tür, zincirler veya

slimy kafalarda bir veya iki hücreli mikrokonidia üretir. Mikrokonidia elipsoidal, oval, allantoid, küresel, piriform veya sitriform olabilir ve türler genelde bu özelliklerin karakteristik bir karışımına sahiptir. Mikrokonidiler, hava miselyumundan veya doğrudan agar yüzeyinden kaynaklanan dallanmamış veya az dallanmış konidioforlar tarafından üretilir. Phialidler ince ve sivrilen, bazı türlerde kısa, diğerlerinde daha uzundur ve bir verimli açıklığa veya birkaç verimli açıklığa sahip olabilir. Bazı türlerde, hava miselyumundaki polifialidlerden soliter, kuru, 1-4 bölmeli fusiform conidia üretilir; Bunlara bazı bilim insanları mezokonidia da diyebilir.

Koloni büyüme hızlarını ölçmek ve tanısal pigmentlerin ekspresyonunu optimize etmek için, izolatlar PDA'ya aşılanır ve 25°C'de 7-14 gün boyunca yaygın gün ışığında veya karanlıkta inkübe edilir. Tanımlama için gerekli mikromorfolojik yapıların geliştirilmesi için izolatlar bir parça steril filtre kâğıdı ile SNA üzerine aşılanır. Plakalar, 12/12 saat aydınlık/karanlık döngüsünde, karışık siyah ışık ve yapay gün ışığı altında 7-14 gün boyunca 25°C'de inkübe edilir.

1.6. *Fusarium* Sistematığı

Fusarium cinsi önemli morfolojik karakterleri paylaşan türler arasında seksiyonlara ayrılır. *Fusarium* türleri morfolojik markerlar ile ayırt edilmesi en güç mantarlar olarak bilinirler. Seksiyonlar morfolojik özellikler ile izolatları ayırt etmekte önemli bir rol oynar. Ancak DNA dizi karakterleri esasında bizim için yeterli değildir. *Fusarium* izolatlarını seksiyonlara ayırmak ve tür olarak tanımlamak için sırasıyla synoptic (özet şeklinde) ve dichotomous(ikili) anahtarlar tanımlanmıştır (Biçici, 2021).

30 tür ve 26 tür +3 varyete sınıflandırılmıştır. Burgess ve ark. (1994) çizelge halinde 3 anahtar ile 30 tür çizelge halinde 3 anahtar ile 30 tür ve 5 alt tür ayırmıştır. Gerlach and Nirenberg (1982) herhangi bir anahtar kullanmaksızın *Fusarium* 73 türe ayırmıştır. Synder and Toussoun (1965) makrokonidi, mikrokonidi, klamidospore özellikleriyle birlikte askosporları bir bölmeli ve 2-4 bölmeli olan sırasıyla ve 2 ve 5 ile askosporsuz 2 olmak üzere *Fusarium*'da toplam 9 tür farklılaştırılmıştır (Biçici, 2021).

Tablo 1.1. *Fusarium* sistematigi (http-1)

Kingdom	Fungi
Division	<i>Ascomycota</i>
Class	<i>Sordariomycetes</i>
Order	<i>Hypocreales</i>
Family	<i>Nectriaceae</i>
Genus	<i>Fusarium</i>

Sinaptik anahtarlar, birçok karakter üzerinden yalnızca bir taksona ulaşana kadar belli özellikleri bulunmayan diğer taksonları eler. Sinaptik anahtarlar bilgisayara ideal olarak uyar.

İkili(dichotomous) anahtarlar ise en uygun taksona ulaşabilmek için her bir karakter durumunun iki olasılığını hiyerarşik bir şekilde irdeleyerek bir taksonu belirlemeye karar verir (Biçici; 2021).

Summer ve ark. (2003) ise hastalıklı bitkiden izolasyon ve saflaştırma ile izolatların morfolojik, fizyolojik bilgileri ile onların konukçuları ve coğrafik dağılımları üzerine yenilenmesi ve saflaştırılmaları ile PDA, CLA ve SNA üzerinde büyütülmüş ve morfolojik karakterleri belirlenmiştir. Bu morfolojik değerlendirme sonucunda 21 tür daha belirlenmiştir. Morfolojik ayırımın yeterli olmadığı izolatları tanımlamak için diğer iki genel teknik kullanılmıştır. Bunlar tür tanımı için üretken melez oluşturma ve DNA Dizi Analizidir (Biçici, 2021).

Analizler sonucunda *Fusarium*'ların monofiletik olmadığı saptanmıştır. Bu filogenetik analizler *Fusarium* cinsi mantarları askomiset *Nectriaceae/Hypocreales* familyası içinde bir bazal, diğeri *Calonectria* ve *Volutella* gibi cinslerle birlikte terminal olarak 2 büyük gruba ayrılır. Ayrıca *Fusarium* bazı türlerin dışlanmasıyla yaygın bir kavram olarak *Fusarium Sensu Wollenweber* olarak belirlenmiştir. *Fusarium Nectriaceae*'da *Gibberella*, *Haematonectria* ve *Nectria* gibi 6 telemorf cins ile bağlantılı bulunmuştur (Grafenhan, 2021).

1.7. *Fusarium* Üreme Özellikleri

Vejetatif yapıda miselyum dallı, bölmeli, hiyalinli ve renklidir. Hifler, hücreler arası veya hücre içi ve tek çekirdeklidir. Eşeysiz üreme, mikro konidia, makro konidia ve klamidospor olmak üzere üç çeşit sporun oluşmasıyla gerçekleşir (Biçici, 2021).



Şekil 1.3. *Fusarium* mikro- ve makrokonidia yapıları (<http-2>)

Mikrokonidiler genellikle vegetatif hiflerden ayırt edilemeyen konidioforların uçlarından çok sayıda üretilen küçük yapılardır. Sporlar yuvarlak, kavisli veya eliptik olabilir ve konağın dokuları içinde oluşturulur. Genellikle mikrokonidialar tek hücrelidir, bazen bir veya iki septa içerir. Kültürler bir yuvarlak veya sahte bir baş içinde bir arada tutulurlar.

Makro konidi uzun, orak şeklinde veya hilal şeklinde sporlardır. Septattırlar ve sivri uçlu sivri uçludurlar. Makro konidiler, yastık şeklindeki stromatik hif kütesinin üst yüzeyinden çıkan kısa konidioforların uçlarında üretilir. Tüm meyve gövdesine sporodochium denir. Makro konidia, olgunluğa ulaşır ulaşmaz dökülür.

Klamidosporlar, hiflerde oluşan kalın duvarlı, yuvarlak veya oval hücrelerdir. Okor tek başına veya zincirler halindedir ve terminal veya interkalar olabilir. Klamidosporlar olgunlaştıktan sonra ana hiften ayrılır. Dinlenme sporları olarak işlev görürler (Biçici, 2021).



Şekil 1.4. *Fusarium klamidospor* yapısı (http-3)

Mikrokonidyumlar, makro konidiler ve klamidosporlar toprakta canlı kalır. Ekim zamanında sporlar çimlenir ve yeni enfeksiyonlar başlatır. Enfeksiyon genç kökler veya kökçükler yoluyla, muhtemelen kök tüyleri yoluyla gerçekleşir. Bitkinin toprak üstü kısımlarının hava kaynaklı sporlar yoluyla bulaşması asla gerçekleşmez. Mantar miselyumu, ölü konukçu kökleri ve diğer kısımlar toprakta mevcut olduğu sürece, toprakta aktif bir fakültatif saprofit olarak da bulunur. Kökler aracılığıyla son olarak ana hücrelere giriş yaparlar (Biçici, 2021).

1.8. *Fusarium* Beslenme ve Habitat Özellikleri

*Fusarium*lar da diğer mantarlar gibi heterotrofturlar. Besinlerini canlı veya ölü organizmalar gibi çeşitli organik substratlardan sağlayabilir veya diğer canlı organizmaların içinde veya üzerinde simbiyontlar olarak bulunabilirler. *Fusarium*' lar besinlerini enerjiye çevirebilmek için organik maddeleri parçalayabilen birçok güçlü sindirim enzimine de sahiptirler.

Fusarium türleri hemen hemen her ortamda bulunurlar. Toprak, hava ve bitkiler sıkça rastladığımız habitatlarıdır. Özellikle tahıl ürünleri olan; arpa, buğday, çavdar, mısır, yulaf gibi besinlerle ilişkili olarak bilinirler.

Fusarium türleri hem dış hem iç mekanlarda bulunabilirler. Kentsel alanlarda ve kentsel alanların yanı sıra iç kesimlerde özellikle yaz aylarında daha sık rastlanmaktadır. Bir bölgedeki *Fusarium* cinsi varlığı nemin en büyük kanıtıdır (Biçici, 2021).



Şekil 1.5. *Fusarium* spp. (http-4)

1.9. *Fusarium* 'un Tarımda Önemi

Birçok tahıl üretiminde ürün kayıplarının olduğunu, bu kayıpların sebebini toprak işleme, tohumluk materyalinin seçimi, ekim, hasat döneminde meydana gelen uygulama hatalarının yanı sıra, abiyotik ve biyotik faktörlerin etkili olduğu da bilinmektedir. (Sükût, 2018) Toprak kökenli patojenik funguslardan *Fusarium oxysporum* dünyadaki en yaygın *Fusarium* türü olup, ekonomik açıdan önemli birçok gıda olarak tükettiğimiz tahıllar üzerinde hastalığa neden olmaktadır. En fazla etkilediği baklagiller arasında nohut (*Cicer arietinum*), bakla (*Phaseolus vulgaris*), bezelye (*Pisum sativum*), mercimek (*Lens culinaris*) ve yonca (*Medicago sativa*) gibi türler yer almaktadır (Kızılok, 2019).

Üretimindeki kayıplar için önemli bir role sahip olan biyotik faktörler ise kök, kök boğazı, sap ve başak hastalıkları gelmektedir. *Fusarium* spp., farklı nem değerlerine sahip iklim koşullarında, farklı konukçularda ve hasat artıklarında saprofit gelişebilen bir patojen olması, kök, kök boğazında, başaklarda yoğun enfeksiyonlar oluşturması dünyada ve ülkemizde bu cinsi önemli kılmaktadır (Sükût, 2018).

Buğdaylarda bulunan Buğday Başak Yanıklığı hastalığı buğday, arpa başta olmak üzere küçük taneli tahıllarda önemli ölçüde verim ve kalite düşüklüğüne neden olmaktadır. Bu hastalığın dünya genelinde en çok görülen etmenleri *Fusarium graminearum* ve *Fusarium culmorum* 'dur. Çin'de ve Japonya'da yapılan araştırmalarda epideminin yüksek seyrettiği zamanlarda %50'lere varan ürün kayıpları bildirilmiştir (Özkeskin, 2019).

Fusarium 'un sebep olduğu yaygın bir hastalık olan *Fusarium* solgunluğu hastalığı ülkemizde %50'ye yakın ürün kaybına neden olmaktadır. Patlıcan (*Solanum melongena*

L.) bitkisi, *Fusarium* spp. gibi birçok patojen özellik gösteren canlılara karşı direnç gösterememekte veya oluşturduğu direnç yetersiz kalmaktadır. *Fusarium* solgunluk hastalığı bitkide genel bir solgunluk belirtmekte ve enfeksiyonun devam etmesi halinde hastalığın ilerleyen dönemlerinde bitkinin ölümüne sebebiyet vermektedir. Enfekte olmuş bitkinin dalından enine kesit aldığımızda ksilemde gözlenen kahverengileşme, *Fusarium* solgunluğu hastalağında floem dokusuna kadar ulaşabilmektedir. *Fusarium* solgunluğu hastalığına patlıcan bitkisi üzerinde sıklıkla karşılaşmamıza rağmen hala kesin bir mücadele yöntemi belirlenememiştir. Kontrol mekanizması olarak ekim nöbeti ve toprak fumigasyonu önerilmektedir (Kekeç, 2019).

Fusarium solgunluğu hastalığı bilhassa mercimek üretimini azaltan en önemli faktörlerden biridir. Bu hastalığın kontrol yöntemleri arasında bitki rotasyonu yaygın olarak uygulanmaktadır. Fakat, *Fusarium* tohum veya toprakta uzun bir süre canlı kalabildiği için çok etkili olmamaktadır. Funguslar bitkiye direkt olarak, nematod veya böcek larvaları tarafından oluşturulmuş yaralar yardımıyla giriş yapabilmektedir. Yaprak sararması, vasküler dokudaki renk değişikliği hastalığın ana semptomlarıdır. Fungus epidermise doğru ilerlemek adına kök sistemine zarar vermekte, buradan da hastalığı iyice yaymak için ksilem dokusuna giriş yapmaktadır. Böylece tüm bitkiye hastalık yayılmış olmaktadır (Kızılok, 2019).

1.10. *Fusarium* Üyelerinin Kontrol Altına Alınması

Fusarium'ların heterojen bitki artıklarından oluşturulan kompostlar ile baskılanması hakkında birçok çalışma yapılmıştır. Bu kompostlardan hastalıklara neden olan bitki patojenlerinden *Pythium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia* ve *Fusarium* cinleri üyeleri ile mücadelede önemli sonuçlar verdiği bildirilmiştir (Bayar, 2017). Kompostların bitkinin büyüme ve gelişmesinde olumlu etkisinin olduğu bilinmektedir. Bitki hastalıklarıyla mücadelede kompost uygulamalarında farklı mekanizmaların rol oynadığı belirlenmiştir. Besinler için rekabet, yararlı mikroorganizmalar kullanılarak antibiyotik üretilmesi, bitkilerde hastalığa karşı dirençli olan genlerin aktivasyonu gibi yöntemlerdir (Çakırbey, 2012). Kaliteli ürün ve yüksek verim gibi tarımsal amaçların artması hedefiyle hastalık oluşturan organizmalarla mücadelede farklı yöntemler geliştirilmiştir. Kültürel, biyolojik ve kimyasal savaş yöntemleri gibi yöntemler bulunmaktadır (Bayar, 2017).

Fungisitler kimyasal mücadele de kullanılan toprakta bulunan ve çoğu zaman yoğun mikrobiyal çeşitlilik yüzünden etkili ve ekonomik bir çözüm olmamaktadır. Bu sorunlara ek olarak, insan sağlığına zarar vermesi ve çevre kirliliğine sebebiyet vermesi

nedeniyle son yıllarda alternatif olarak farklı yöntemler araştırılmaktadır. Bu araştırmalar doğrultusunda, doğal bitki ekstraktlarından elde edilen zararsız maddeleri kullanarak patojen funguslara karşı etkili olan bitki türlerini ve bu türlerin içerdikleri etken maddelerin tespit edilmesini sağlamak tüm dünyada yankı uyandırmış durumdadır (Bayar, 2017). Bitkilerden elde edilen uçucu yağların yine bitki hastalıklarıyla mücadele etmek için kullanılıyor olması yapılan son biyolojik mücadele yöntemlerinden birisidir. Ülkemizde ve dünyada yapılan bu araştırmalar ile bitki patojeni fungus ve bakterilerin gelişmesini önleyebilecek potansiyel bir yöntem olduğu belirtilmiştir (İncekara, 2011).

Biyolojik mücadelede *Trichoderma* cinsi üyeleri en çok kullanılan antagonistler olarak bilinir. *Trichoderma* türleri çoğu toprak çeşitlerinde, doğal habitatlarda ve bilhassa organik madde içeren alanlarda bulunmaktadır. Bitki patojenleriyle mücadelesinde mikoparazitizm, antibiyotik üretimi, yer-besin için yarışma ve bitkide gelişimi teşvik etme gibi özelliklerinden yararlanılmaktadır. Sera koşullarında *T. viride* ve *T. harzianum* izolatlarının *F. oxysporum*, *F. ciceris*'in misel gelişimini yüksek oranlarda önlediğini, bitki gelişimini teşvik ettiğini, kök ve gövde kısımlarının gelişimini arttırdığını ve solgunluk oranını da azalttığı bilinmektedir (Aydın, 2019). Bir diğer sıklıkla kullanılan biyolojik mücadele yöntemleri ise dayanıklı çeşit kullanımı ve ekim nöbeti ve karpuz, hıyar, domates ve patlıcan gibi konukçularda *F.oxysporum*'a dayanıklı anaçlar üzerine aşılınmış fide kullanımıdır (Eken, 2021).

Fusarium solgunluğundaki gibi düşük toprak sıcaklıkları patojene uygundur ve hastalık seyrini hızlandırmaktadır. Yüksek azot ve ışık, kumlu hafif asidik topraklar (pH 5- 5,5) hastalığın gelişmesi için ideal ortamlardır. Bu patojenlerle mücadelede kullanılan başlıca alternatifler, dazomet ve metam-sodyum gibi toprak fumigantlarıdır. Basamid (dazomet) uygulaması topraktaki patojenlere karşı yüksek bir etkiye sahip olması ve diğer kimyasal alternatiflere göre etkili ve ekonomiktir. Bu yöntem serada yapılan patlıcan yetiştiriciliğinde daha etkili olabilecek mücadelesine yönelik fumigasyon yapımında kullanılan kloropikrin ve basamid etkili ama bir o kadar da pahalı bir yöntem olduğu belirtilmiştir (Koral ve Türктаş, 2018). Bu fumigantlar, nemli toprağa uygulandığında önemli bir aktif bileşik olan ve farklı toprak kökenli fungus ve nematodların mücadelesinde etkili bir biçimde kullanılan Methyl Isothiocyanate'a (MITC) parçalanır. Fakat son zamanlarda sık kullanıldıkları için toprak fumigantlarının bulunduğu bölgelerde açığa çıkan fitotoksisite problemleriyle birlikte MITC'nin hızlı parçalanması

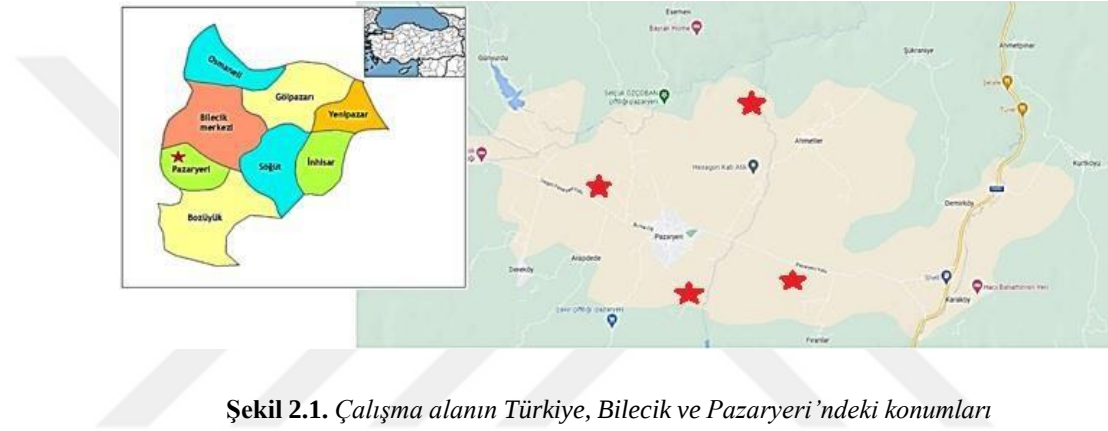
sonucunda patojenlere olan etki mekanizmasının düşüşüne neden olmaktadır (Çakırbey, 2012).

Fumigant olarak kullanılan, kimyasal yöntemler arasında metil bromid (MeBr) uygulaması en çok karşılaşılan uygulamadır. Lakin bu uygulama ozon tabakasında hasara sebep olmakta ve toprakta bromid kalıntıları bırakmaktadır. Bunun yanı sıra bu uygulamanın yapıldığı topraklardaki yüksek bromik seviyesi, burada yetişen sebze ve bitkilerde fitotoksik özellik göstermekte ve aynı zamanda mikorizal fungus ve bitki gelişimini olumlu yönde etkileyen birçok yararlı mikroorganizmanın da yok olmasına neden olduğu belirtilmiştir. Bu yöneme alternatif olan toprak solarizasyonu, solar enerji ile toprak sıcaklığını artırarak sterilizasyon sağlayan, kimyasal olmayan hidrotermal bir yöntemdir. Fakat bu yöntem tek başına uygulamak için uygun değildir. Toprak kökenli patojenlerle tek başına mücadele edememektedir (Koral ve Türkteş, 2018).

2. MATERİYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Araştırma materyali Bilecik'in Pazaryeri bölgesindeki Şerbetçiotu yetiştirilen tarlalarından alınmış olan bitki ve toprak örnekleridir. Örnekleme noktaları belirlenirken ilgili coğrafik bölgenin Şerbetçiotu yetiştirilmek üzere hazırlanmış ve geçmişten günümüze Şerbetçiotu yetiştirilmek amacı ile kullanılmakta olan tarlalar seçilmiştir. Seçilen tarlalar özellikle birbiri ile sık konumlanmış (tarladan tarlaya kontaminant bulaşmasının söz konusu olabileceği düşünülerek) olmak üzere bölgeden örnekleme yapılmıştır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Çalışma alanının Türkiye, Bilecik ve Pazaryeri'ndeki konumları

Örnekleme işlemi söz konusu tarlaların ayrı ayrı kompozit numune oluşturma esaslarına göre yapılmıştır. Örnekleme koordinatları Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1. Toprak Örnekleme Koordinatları

Lokasyon	DD verisi
Kuzey Lokasyonu	40.018792 29.912277
Güney Lokasyonu	39.982318 29.912812
Doğu Lokasyonu	39.985724 29.933285
Batı Lokasyonu	40.007351 29.873321

2.1.1. Çalışmada kullanılan Besiyerleri

2.1.1.1. *Spezieller Nährstoffarmer agar (SNA) (Leslie ve Summerell, 2006))*

KH ₂ PO ₄	1 g
KNO ₃	1 g
MgSO ₄ * 7H ₂ O	0,5 g
KCl	0,5 g
Glukoz	0,2 g
Sükroz	0,2 g
Agar	20 g
Distile Su	1000 ml

Yukarıdaki besiyeri *Fusarium* cinsi üyelerin topraktan izolasyonu için kullanılmıştır. Yukarıdaki malzemeler belirtilen miktarlarda tartılıp distile su ile çözündürüldükten sonra 121°C’de 15 dakika 1,5 atm basıncında otoklavlanarak steril edilmiştir. Steril edilen besiyeri standart boylardaki petri kaplarına dökülüp kullanılma hazır edilmiştir.

2.1.1.2. *Seçici Fusarium Agar (SFA)+Rose Bengal (Leslie ve Summerell, 2006))*

Czapek	9,6 g
Yeast	1 g
Rose Bengal	Çözeltisi
Distile Su	1000 ml

Yukarıdaki besiyeri *Fusarium* cinsi üyelerin topraktan izolasyonu için kullanılmıştır. Yukarıdaki malzemeler belirtilen miktarlarda tartılıp distile su ile çözündürüldükten sonra 121°C’de 15 dakika 1,5 atm basıncında otoklavlanarak steril edilmiştir. Steril edilen besiyeri standart boylardaki petri kaplarına dökülüp kullanılma hazır edilmiştir.

2.1.1.3. Potato Dextrose Agar (PDA)(MERCK 1.10130.)

Potato dextrose Agar	39 g
Distile Su	1000 ml

Yukarıdaki besiyeri *Fusarium* cinsi üyelerin saflaştırılması, teşhis edilmesinde ve stoklanması sırasında kullanılmıştır. Yukarıda belirtilen miktarlarda tartılıp distile su ile çözündürüldükten sonra 121°C’de 15 dakika 1,5 atm basıncında otoklavlanarak steril edilmiştir. Steril edilen besiyeri standart boylardaki petri kaplarına, izolatların muhafaza edilmesi içinde yatık tüplere dökülmüştür.

2.1.1.4. Malt Extact Agar (MEA)(MERCK 1.05398)

Malt extract	50 g
ZnSO ₄ .7H ₂ O	0,01 g
CuSO ₄ .5H ₂ O	0,005 g
Agar	20 g
Distile Su	1000 ml

Yukarıdaki besiyeri *Fusarium* cinsi üyelerin morfolojik teşhisi sırasında kullanılmıştır. Yukarıda belirtilen miktarlarda tartılıp distile su ile çözündürüldükten sonra 121°C’de 15 dakika 1,5 atm basıncında otoklavlanarak steril edilmiştir. Steril edilen besiyeri standart boylardaki petri kaplarına dökülüp kullanılma hazır edilmiştir.

2.1.1.5. Carnation Leaf Agar (CLA) (Leslie ve Summerell, 2006)

-Water Agar (WA)

Agar	20 g
Distile Su	1000 ml

- Karanfil Yaprak Parçaları

CLA besiyeri *Fusarium* cinsi üyelerin morfolojik teşhisi sırasında kullanılmıştır. Taze karanfil yapraklarını toplanıp yaklaşık 5 mm’lik boyutlarda kesilmiştir. Yaklaşık 50°C’lik fırında 4-5 saat kurutulmuştur. Akabinde her bir yönü 1 saat boyunca 245 nm UV ışığı altında bekletilmiştir. Bekletilen karanfil yaprakları steril şartlar altında muhafaza edilmiş ve yukarıda belirtilen miktarlarda tartılıp hazırlanan Water Agar’ın üzerine her petride 4-5 adet olacak şekilde yerleştirilmiştir. Water agar 121°C’de 15

15 dakika 1,5 atm basıncında otoklavlanarak steril edilmiştir. Steril edilen besiyeri standart boylardaki petri kaplarına dökülüp kullanıma hazır edilmiştir.

2.1.1.6. Oatmeal Agar (OA)(CONDA CAT:2060.00)

Oatmeal	45 g
Distile Su	1000 ml

OA besiyeri *Fusarium* cinsi üyelerin morfolojik teşhisi sırasında kullanılmıştır. Yukarıdaki besiyeri belirtilen miktarlarda tartılıp distile suda çözündürüldükten sonra 121°C’de 15 dakika 1,5 atm basıncında otoklavlanarak steril edilmiştir. Steril edilen besiyeri küçük petri kaplarına (5 cm çapında) dökülerek kullanıma hazır edilmiştir.

2.1.2. Çalışmada kullanılan Çözeltiler

2.1.2.1. Streptomycin Hazırlığı

Streptomycin	0,1 g
Steril Distile Su	3,33 ml

Streptomycin belirtilen miktarda tartılıp, steril kabin içerisinde distile su ile çözündürülüp izolasyon petrilere eklenmek üzere hazırlanmıştır.

2.1.2.2. Rose Bengal Hazırlığı

Rose Bengal	3 ml
-------------	------

(1 g Rose Bengal boyası, 29,999 ml distile suda çözülerek 1/30000’lik stok çözeltisinden kullanılmıştır)

Distile Su	90 ml
------------	-------

Belirtilen miktarlarda hazırlanan çözelti + 4’ te muhafaza edilmiştir. Bu karışım SFA besiyeri 55 °C’ye soğutulduktan sonra besiyerinin hacmine göre %1’lik olacak şekilde Rose Bengal çözeltisi ilave edilip petri kaplarına dökülmüştür. Bu çözelti izolasyon süresince hızlı gelişen ve geniş koloniye sahip organizmaların gelişmesini sınırlandırmak amacıyla kullanılmıştır (Demirel, 2003).

2.2. Yöntem

2.2.1. Tarım Arazisinden Toprak Örneklerinin Alınması

Bu çalışma için ana bulaşma kaynakları toprak olmasından dolayı toprak ve bitki örneklerinin incelenmesine odaklanılmıştır. Toprak örneklerinin alınmasında Brown yöntemi (Brown, 1958) uygulanmıştır. Bu yöntemle göre tarlalardan toprak örnekleri alınırken arazi üzerinde dairesel olarak yaklaşık 50 m aralıklarla biri merkez olmak üzere 5 profil açılmıştır. Her bir profilin hava ile temas eden yüzeyinden steril bir çapa ile bir miktar toprak uzaklaştırıldıktan sonra 10 cm derinlikten alınan topraklar (yaklaşık toplam 3 kg), steril polietilen torbalara konulmuştur. Örnekler +4 °C’ de muhafaza edilmiştir. Çalışma bölgesinin kuzey, güney, doğu ve batı bölgeleri olmak üzere şerbetçiotu yetiştirilmek için kullanılmış ve kullanılmaktaki 4 adet tarlalardan (Şekil 2.1) Eylül 2022 ve Ağustos 2023 aylarında olmak üzere toplam 8 adet toprak örnekleme yapılmıştır (Şekil 2.2, 2.3). Her defasında aynı tarladan örnek alınmıştır. Örnekleme zamanları; Eylül 2022 henüz bitkinin gelişmeye yeni başladığı nadas görünümlü tarla, Ağustos 2023 ise bitkinin geliştiği ve ticari olarak kullanılan meyvesinin oluştuğu zaman dilimi olması nedeni ile tercih edilmiştir.



Şekil 2.2. Eylül ayında yapılan arazi çalışması görüntüleri



Şekil 2.3. *Ağustos ayında yapılan arazi çalışması görüntüleri*

2.2.2. Bitki Örneklerinin Alınması

Şerbetçiotu bitkisinin yetiştirildiği tarlalardan toprak örnekleme sürecimizi kapsayan Eylül 2022 ve Ağustos 2023 aylarında yerinde gözlem yapılarak agrasif fungal kontaminasyonunun gözle görüldüğü bitkilerden örnekleme yapılmıştır. Bu örnekleme bitkinin yaygın olarak yaprak ve sap kısımlarından sağlanabilmektedir.

Ayrıca ilgili lokasyon ve zaman dilimlerinde sağlıklı görünümlü bitki yaprak ve saplarından da örnekleme yapılarak çalışmada fungal biyoçeşitlilik kontrolü amaçlı kullanılmıştır.

Alınan örnekler polietilen torbalara konularak laboratuvar ortamına getirilmiştir. Örnekler +4 °C’ de saklanarak muhafaza edilmiştir.

2.2.3. Mikrofungusların İzolasyonu

2.2.3.1. Topraktan Mikrofungusların İzolasyonu

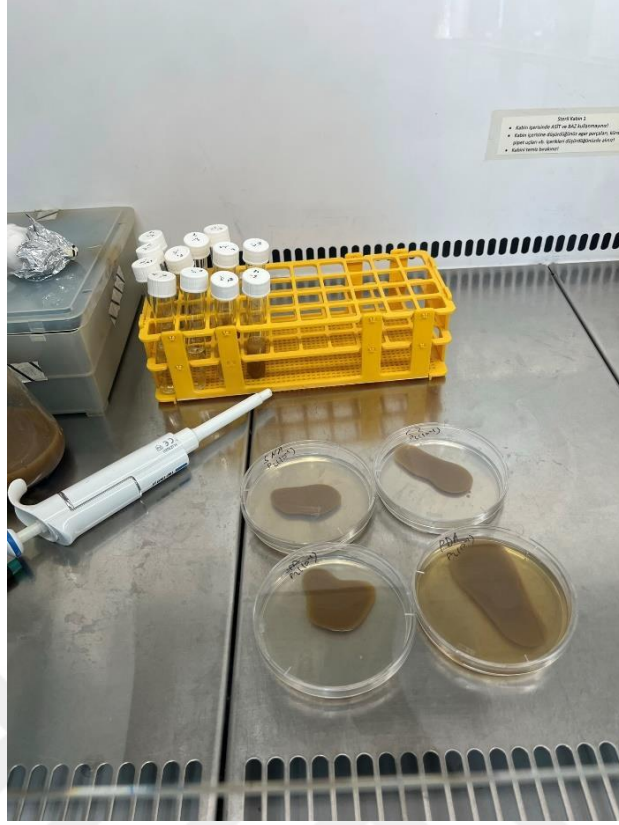
Söz konusu çalışma bölgesinden alınan toprak örnekleri gün içerisinde yaş ve kuru ağırlıklarını belirlemek üzere her birinden 100 g tartılarak 105 °C ısıda 24 saat boyunca sterilizatörde bekletilmiştir. Süreç tamamlandıktan sonra tekrar tartılarak kuru ağırlıkları belirlenmiştir (Şekil 2.4). Her örneğin %’de nem oranı hesaplanmış ve mikrofungus izolasyon çalışmasında kullanılacak olan 10 g kuru toprak miktarını verecek yaş toprak miktarı gram cinsinden belirlenmiştir. Nem miktarları belirlenirken $\% = (c - g) / g$ formülü kullanılmıştır. Buradaki c; ıslak toprak ağırlığıdır ve g, 24 saat boyunca 105°C’de kurutulmuş toprak ağırlığıdır (Önder, 1973).



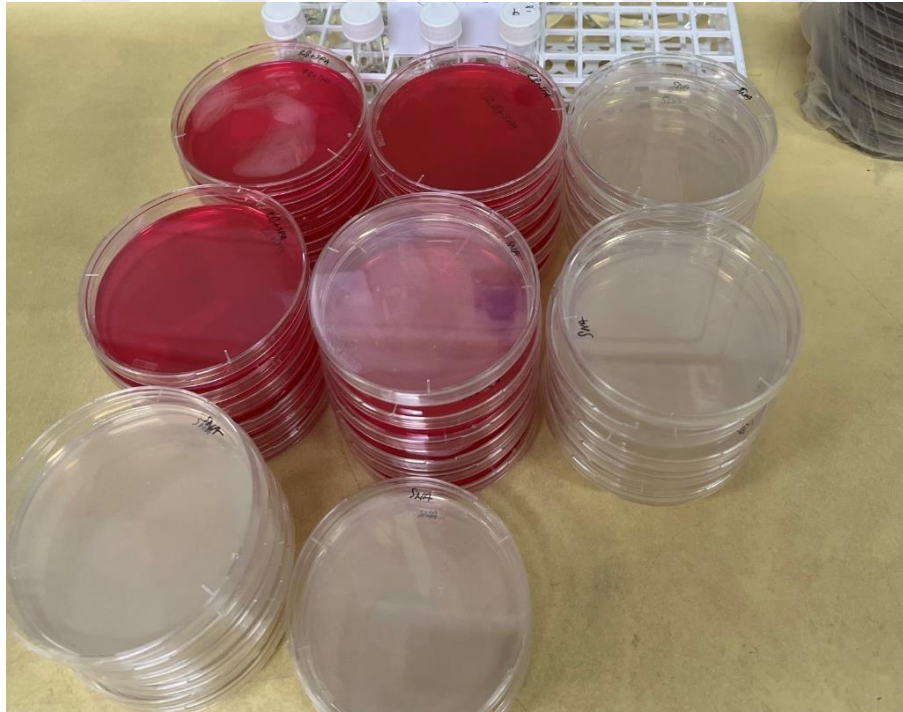
Şekil 2.4. Sterilizatörde bekletilmiş bazı toprak örnekleri

Alınan her toprak örneği için %nem oranı hesaplamaları doğrultusunda 10 g kuru ağırlığa karşılık gelen yaş ağırlık kullanılarak 90 ml'lik %0,85 FTS içerisine eklenilmiştir. Hazırlanan bu toprak süspansiyonu “Toprağı Seyreltme Yöntemi (Soil Dilutions Technique)” kullanılarak 10^7 'ye kadar dilüe edilmiştir (Waksman, 1922). Hazırlanan dilüsyon serileri besiyerlerinin her birine Yayma Plak Yöntemi ile ekilmiştir (Lee ve Cole, 1994). Yayma Plak Yöntemi'nde hazırlanan her bir dilüsyondan 1 ml (petri yüzeyine aktarılan hacim ön çalışmalar kapsamında denenmiş ve yöntem gereği olan 0,1 ml, bu çalışmada 1 ml olarak modifiye edilmiştir) otomatik pipet yardımıyla çekilip SNA ve SFA+Rose Bengal besi (Leslie ve Summerell, 2006) ortamlarına ilave edilmiştir (Şekil 2.5-7).

Tüm petriler 25 °C etüvde 14 gün boyunca inkübasyona bırakılmıştır (Şekil 2.8). 14 gün sürecinde gelişimleri izlenerek *Fusarium* cinsi karakteristik özellikleri sergileyen koloniler saf kültür elde etmek üzere PDA besiyerine aşılانmıştır. İzolasyon petrisinde gelişen her bir koloni sayılarak incelenen toprak örneğinin gramındaki toplam koloni oluşturan birim (kob/g) kaydedilmiştir.



Şekil 2.5. Toprak seyreltme yöntemi ile izolasyon hazırlığı



Şekil 2.6. SNA ve Rose Bengal içeren SFA izolasyon besiyerlerinin görüntüleri



Şekil 2.7. İzolasyon işlemi yapılırken alınan bir görüntü



Şekil 2.8. 14 gün inkübasyona bırakılan izolasyon petrilere

Toprak İzolatlarının kodlandırılması

Eylül 2022 örneklemeinden Pazaryeri Batı Bölgesinden bir ön çalışma yapılmıştır ve bu çalışma doğrultusunda, Eylül 2022 Batı Bölgesinin izolat kodları aşağıda verildiği gibidir. Burada P, Pazaryeri, arkasından gelen rakam toprak numune sayısını, T: Toprak örneği olduğunu, devamında kaçınıcı izolat olduğu ve hangi besiyerinden (SFA, SNA) izole edildiği şeklinde kodlanmıştır.

P.1T.İzolat numarası.Besiyeri

Eylül 2022 diğer lokasyonlar için ise P, Pazaryeri, devamında hangi lokasyonda bulunduğu (Doğu, Güney, Kuzey), izolat numarası, hangi besiyerinden izole edildiği (SFA, SNA) ve dilüsyon kat sayısı şeklinde kodlanmıştır.

P.Lokasyon.İzolat numarası.Besiyeri.Dilüsyon kat sayısı

Ağustos 2023 E, eylülde ayırt etmek için verilmiş bir harf, P, Pazaryeri, devamında hangi lokasyonda bulunduğu (Doğu, Güney, Kuzey, Batı), izolat numarası, hangi besiyerinden izole edildiği (SFA, SNA) ve dilüsyon kat sayısı şeklinde kodlanmıştır.

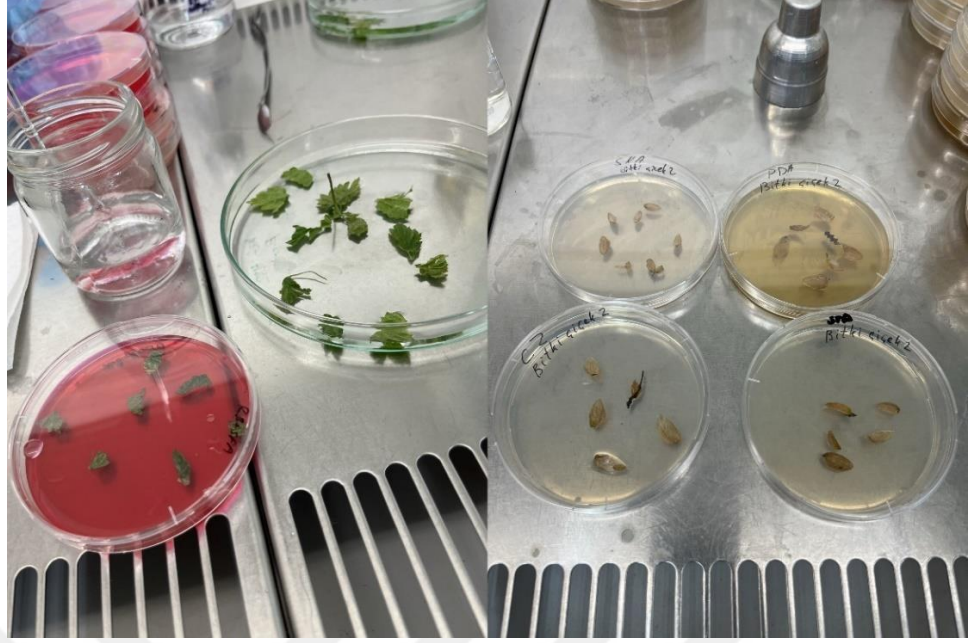
E.P.Lokasyon.İzolat numarası.Besiyeri.Dilüsyon kat sayısı

Saflaştırma işlemi için PDA besiyerine çekilmiş olan izolatlar 7 gün boyunca 25 °C etüvde inkübasyona bırakılmıştır. Kontaminasyon bulunmayan izolatlar ise 7 günün sonunda stok için yatık PDA tüplerine tek nokta ekilmiş ve tekrar 7 gün 25 °C’de inkübasyona bırakılmıştır. Gelişim sonunda izolatlar belirlenen izolat numaraları ile +4 C°’ de muhafaza edilmiştir.

2.2.3.2. Bitkiden Mikrofungusların İzolasyonu

Toplanan tüm bitki örnekleri küçük parçalara ayrılarak 3 seri steril distile saf su içerisinde sırasıyla 15’er dakika bekletilerek yüzeyi yıkanmıştır. Yıkanan bitki parçaları, steril pens yardımıyla, SNA ve SFA-Rose Bengal petrilerinin yüzeyine, küçük parçalara ayrılarak doğrudan yerleştirilmiştir (Şekil 2.9).

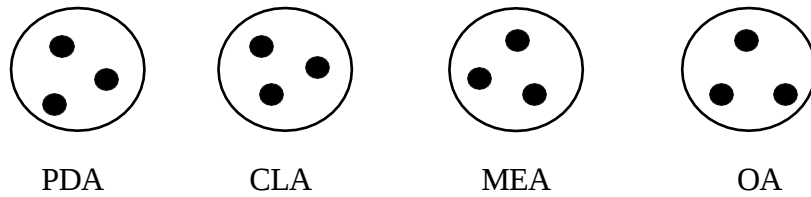
Tüm petriler 25 °C 14 gün boyunca inkübasyona bırakılmıştır (Şekil 2.8). 14 gün sürecinde gelişimleri izlenerek *Fusarium* cinsi karakteristik özellikleri sergileyen koloniler saf kültür elde etmek üzere PDA petrilerine 3 nokta halinde aşılanmıştır. Kontaminasyonsuz gelişen izolatlar muhafaza edilmek üzere PDA tüplerine tek nokta ekimi yapılmış inkübasyonu aynı koşullarda gerçekleştirilerek gelişimleri sonrasında +4 °C’ de muhafaza edilmiştir.



Şekil.2.9. Bitki izolasyon görüntüleri

2.2.4. İzolatların Morfolojik Teşhisi

Muhafaza edilen izolatlar; PDA, OA, CLA ve MEA besiyerlerine steril koşullarda üç nokta halinde ekimleri yapılmış (Şekil 2.10) ve 7 gün 25 °C etüvde inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonucunda gelişen izolatların makroskopik özellikleri Olympus steriomikroskop kullanılarak incelenirken (Şekil 2.11) mikroskopik özellikleri de Laktofenol Blue kullanılarak hazırlanan preparatlardan (Samson ve ark., 2019) Olympus BX51 ışık mikroskobu altında incelenmiştir.



Şekil 2.10. Teşhis ortamlarına inakülasyon şeması

Fusarium cinsi üyelerinin morfolojik karakterizasyonda koloni çapı, koloni rengi, miselyal renk, miselyal yapı, konidial başlar ve agara salınan pigmentasyon makroskopik özellikleri (Şekil 2.11) ile makro- ve mikro konidilerin morfolojisi, fiyalid yapısı, miselyum yapılarını içeren mikroskopik özellikleri kaydedilmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda The *Fusarium* Laboratory Manual (Leslie ve Summerell, 2006)

kitabındaki “Species Descriptions” bölümü, “Food and Indoor Fungi” (Samson vd., 2010) ve “Toprak Mikrofungusları Cilt I-VII (Hasanekoğlu, 1991) kitapları takip edilerek teşhis edilmiştir.

Belirlenen tür ve yazar isimleri ‘Index Fungorum’ dan kontrol edilmiştir ([http-5](http://5)).



Şekil 2.11. Morfolojik inceleme aşamasından bir görüntü

2.2.5. *Fusarium* biyoçeşitliliğinin belirlenmesinde kullanılan indeksler

2.2.5.1. *Bray-Curtis Benzerlik İndeksi (Similarity)*

Bray-Curtis indeksi Eylül 2022 ve Ağustos 2023 dönemlerinin toprak örnekleri, bitki örnekleri kendi içinde olmak üzere tür çeşitliliğine dayalı benzerlik ölçümünde kullanılmıştır (Bray and Curtis 1957).

Bunun için;

$$C = \frac{2 \times a}{b + c} \quad (2.1)$$

C; benzerlik katsayısı, “a” karşılaştırılan komünitelerdeki ortak olan türlerin, “b” ve “c” ise farklı olan tür sayısını ifade etmektedir. İndeks sonuçta 0-1 arasında bir değer vermekte; 0 değeri karşılaştırılan komünitelerin aynı türleri içerdiğini, 1 değeri ise

karşılaştırılan komünitelerde aynı türlerin bulunmadığı, birbirinden farklı türlere sahip olduğunun sonucunu işaret etmektedir.

2.2.5.2. *Simpson İndeksi ve türevleri*

Simpson (1949) tarafından önerilen bir çeşitlilik indeksi topluluk çeşitliliğini ölçmek için kullanılmıştır. Bu amaçla sırasıyla;

Simpson's index (D)

$$D = \frac{\sum ni(ni - 1)}{N(N - 1)} \quad (2.2)$$

“ni”; Bir türe ait birey sayısı, “N”; Toplam birey sayısı

Simpson Biyoçeşitlilik İndeksi (1-D) uygulandığında sonuçta 0 ile 1 arasında değişen değerler ortaya çıkmaktadır. Bu İndeks çeşitlilik düzeyinin belirlenmesinde türlerin bolluğunu ifade etmektedir. Elde edilen değer 1’e yaklaştıkça çeşitliliğin arttığı, 0’a yaklaştıkça ise biyolojik çeşitliliğin azaltığı sonucu ortaya çıkmaktadır.

Simpson's reciprocal index (1/D) ise biyoçeşitlilik içerisindeki yaygın türlerin limit değerini vermektedir. Yani 1/D ve üzeri sayıda belirlenen tür/türler yaygın tür/türlerdir (http-6).

2.2.5.3. *Shannon Çeşitlilik İndeksi*

Shannon indeksinde, bir topluluktaki türlerin çeşitliliğini ölçmenin bir yoludur. Bütün türler için hesaplanıp toplanarak Shannon (H) çeşitlilik değerine ulaşılmaktadır (Shannon and Weaver 1949).

$$H = -\sum pi * \ln(pi)$$

Σ : Toplam

pi: “i” türünün tüm topluluğa oranı (Türün adeti/toplam tür sayısı)

ln: Doğal logaritma

Shannon İndeksi 0-5 arasında bir değer vermektedir. Genellikle 1,5 ile 3,5 arasındaki sonuçlar istatistiki olarak “anamlı” sonuçlar olarak değerlendirilmektedir (Margalef 1972). Hesaplamalar sonucunda elde edilen değer 5’e yaklaştıkça çeşitliliğin yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

2.2.5.4. Shannon Düzenlilik İndeksi (Evenness)

Türlerin popülasyon içerisindeki yoğunluğunun belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Shannon indeksinden çıkan sonucun, belirlenmiş tür çeşitlilik sayısının doğal logaritmik tabanına bölünmesi ile hesaplanmaktadır (Magurran ve Magurran, 1988). Shannon  e itlili ine paralel olarak, çeşitlilik azaldıkça habitatta tek bir türün dominant olma olasılığını ifade etmektedir. Hesaplamada aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$E = H / \ln(S)$$

S: Birbirinden farklı tür sayısı (Tür  e itlili i)



3. BULGULAR

3.1. Toprak Örneklerinin %Nem Oranları

Çalışmada kullanılan toprak örneklerinin belirlenen %'de nem sonuçlarına tablo 3.1'de yer verilmiştir. Bu verilerden yola çıkarak Ağustos ayında yapılan örneklemede beklenildiği üzere nem oranının düştüğü kaydedilmiştir.

Tablo 3.1. Yılın belli dönemlerinde alınan toprak örneklerinin % nem oranları

Yön	Eylül	Ağustos	İlk Ağırlık	Son Ağırlık	%Nem Oranı
Batı	+		100 g	79,98	20.02%
Doğu	+		100 g	78,035	21.95%
Güney	+		100 g	80,547	19.46%
Kuzey	+		100 g	75,979	24.08%
Batı		+	100 g	85,473	14.52%
Doğu		+	100 g	89,641	10.35%
Güney		+	100 g	89,785	10.21%
Kuzey		+	100 g	81,437	18.56%

3.2. Toprak ve Bitki Örneklerinden Elde Edilen Mikrofungusların İzolasyon Sonuçları

Eylül 2022 ve Ağustos 2023 dönemlerine ait toprak örneklerinin SNA ve SFA olmak üzere izolasyon petrilerinde küf sayımı yapılmıştır. Sayım sırasında küflerin sayılabilir aralığı olan 10-100 koloni aralığı dikkate alınmıştır. Kaydedilen koloni sayıları, kullanılmış olan dilüsyon faktörü dikkate alınarak kob/g değerleri hesaplanmıştır. Bitki örneklerinden ise materyal yüzeyinden başlayan sınırlı koloni gelişimi olması nedeni ile toplam canlı sayımı yapılmamış olup SNA ve SFA besiyerlerindeki tüm gelişen koloniler izole edilmiştir. Kaydedilen koloni sayıları Tablo 3.2 ve 3.3'de verilmiştir.

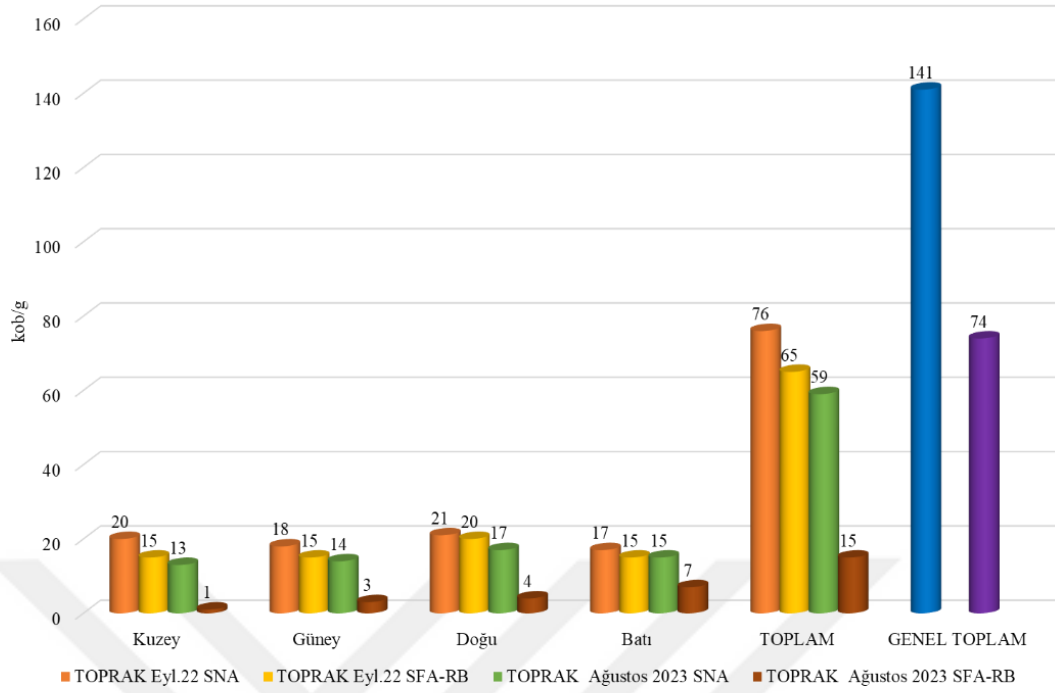
Tablo 3.2. Eylül ayı toprak örneklerinden elde edilen toplam *Fusarium* sayısı/g değerleri

EYLÜL (kob/g)							
KUZEY		GÜNEY		DOĞU		BATI	
SFA+RB	SNA	SFA+RB	SNA	SFA+RB	SNA	SFA	SNA
4,9 X 10 ⁴	1,5 X 10 ⁴	5,7 X 10 ⁴	1 X 10 ⁴	5,7 X 10 ⁴	1 X 10 ⁴	2,9 X 10 ⁴	1 X 10 ⁴

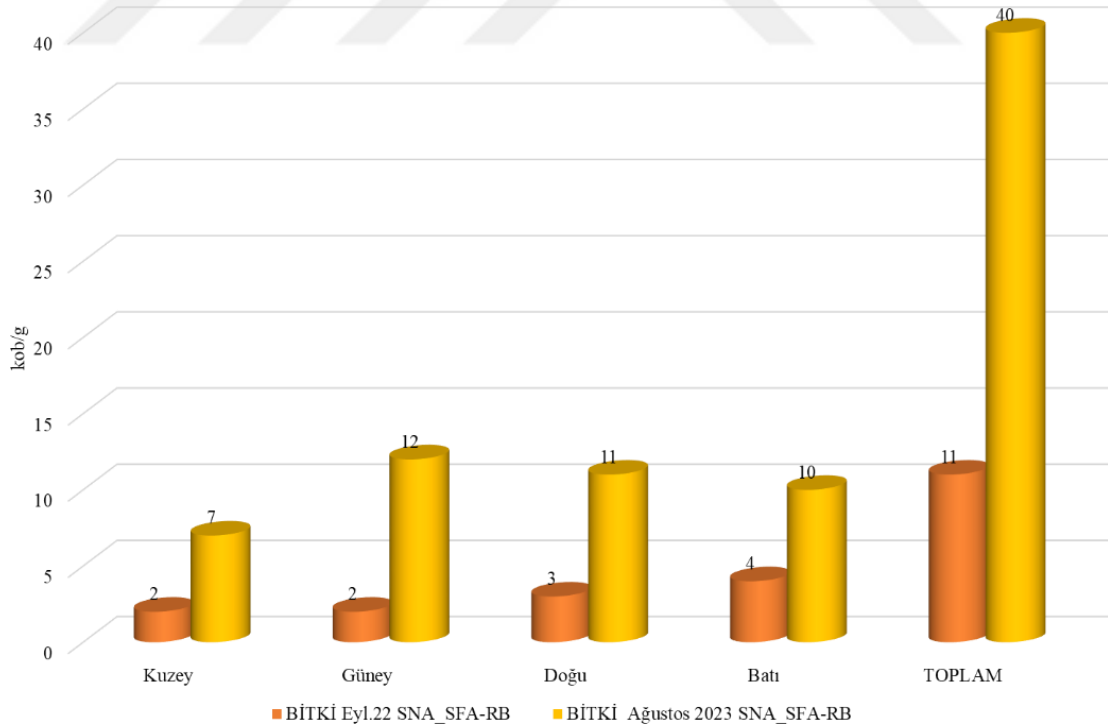
Tablo 3.3. Ağustos ayı toprak örneklerinden elde edilen toplam *Fusarium* sayısı/g değerleri

AĞUSTOS (kob/g)							
KUZEY		GÜNEY		DOĞU		BATI	
SFA+RB	SNA	SFA+RB	SNA	SFA+RB	SNA	SFA+RB	SNA
0 (Sıfır)	5,5 X 10 ⁴	0 (Sıfır)	1,2 X 10 ⁴	0 (Sıfır)	11 X 10 ⁴	1,2 X 10 ⁴	5,5 X 10 ⁴

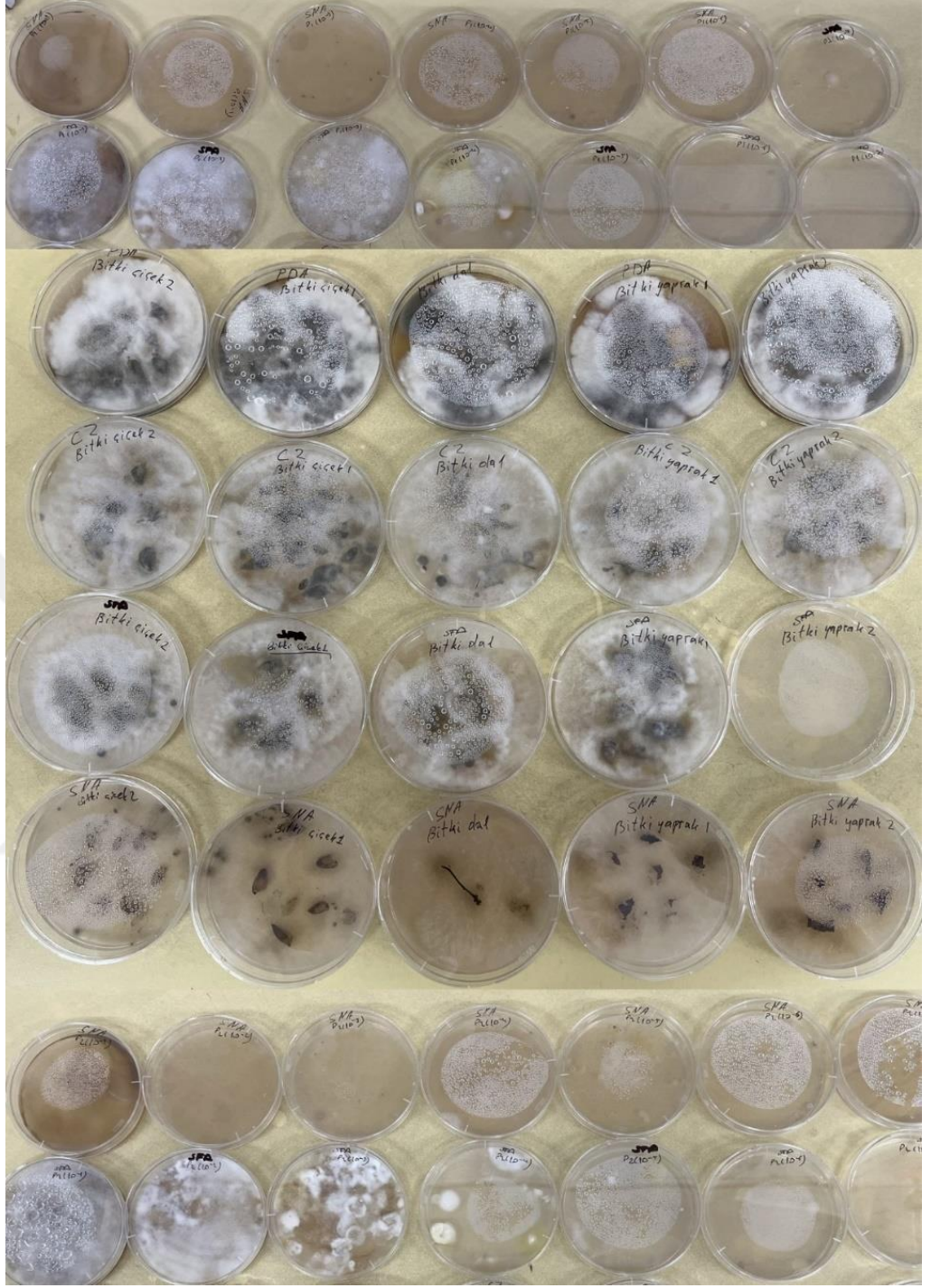
İzolasyon çalışmasında; toplamda 215 adet izolat topraktan, 51 adet izolat ise bitkiden elde edilmiştir. Topraktan elde edilen izolatların 141 adeti Eylül 2022, 74 adeti ise Ağustos 2023 örnekleme dönemine aittir. Bitki numunelerinden elde edilen izolatların ise 11 adeti Eylül 2022, 40 adeti ise Ağustos 2023 dönemine aittir. Elde edilen izolatların dönem ve izolasyon besiyerlerine göre dağılımı şekil 3.1 ve 2 verilmiştir. Çalışma sürecinde izolasyon besiyerlerinde gelişen koloni görselleri Eylül 2022 dönemi için şekil 3.3 ve 4’de, Ağustos 2023 dönemine ait olanlar ise şekil 3.5-7’de verilmiştir.



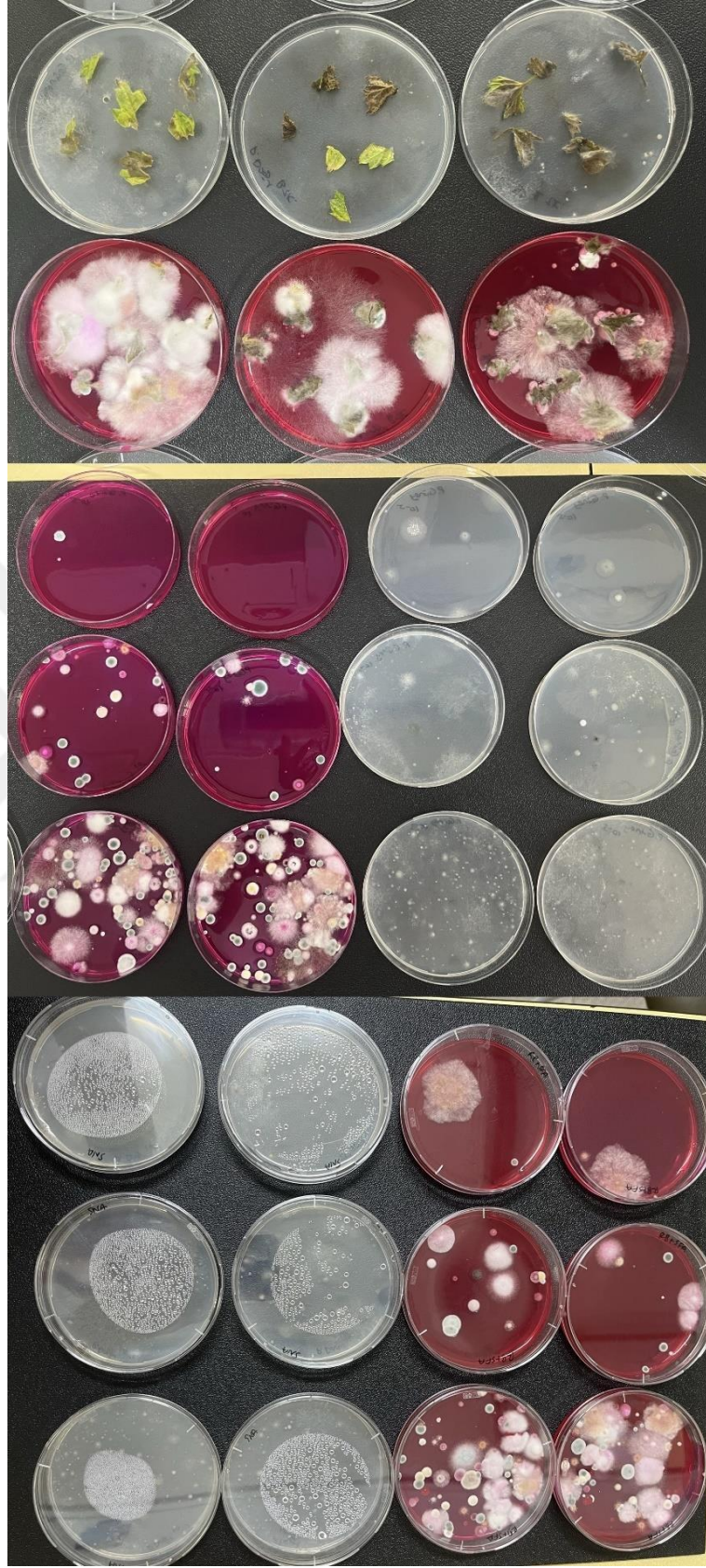
Şekil 3.1. Toprak örneklerinden elde edilen izolatların; dönem, besiyeri tipine göre dağılımı ve toplam koloni sayıları (kob/g)



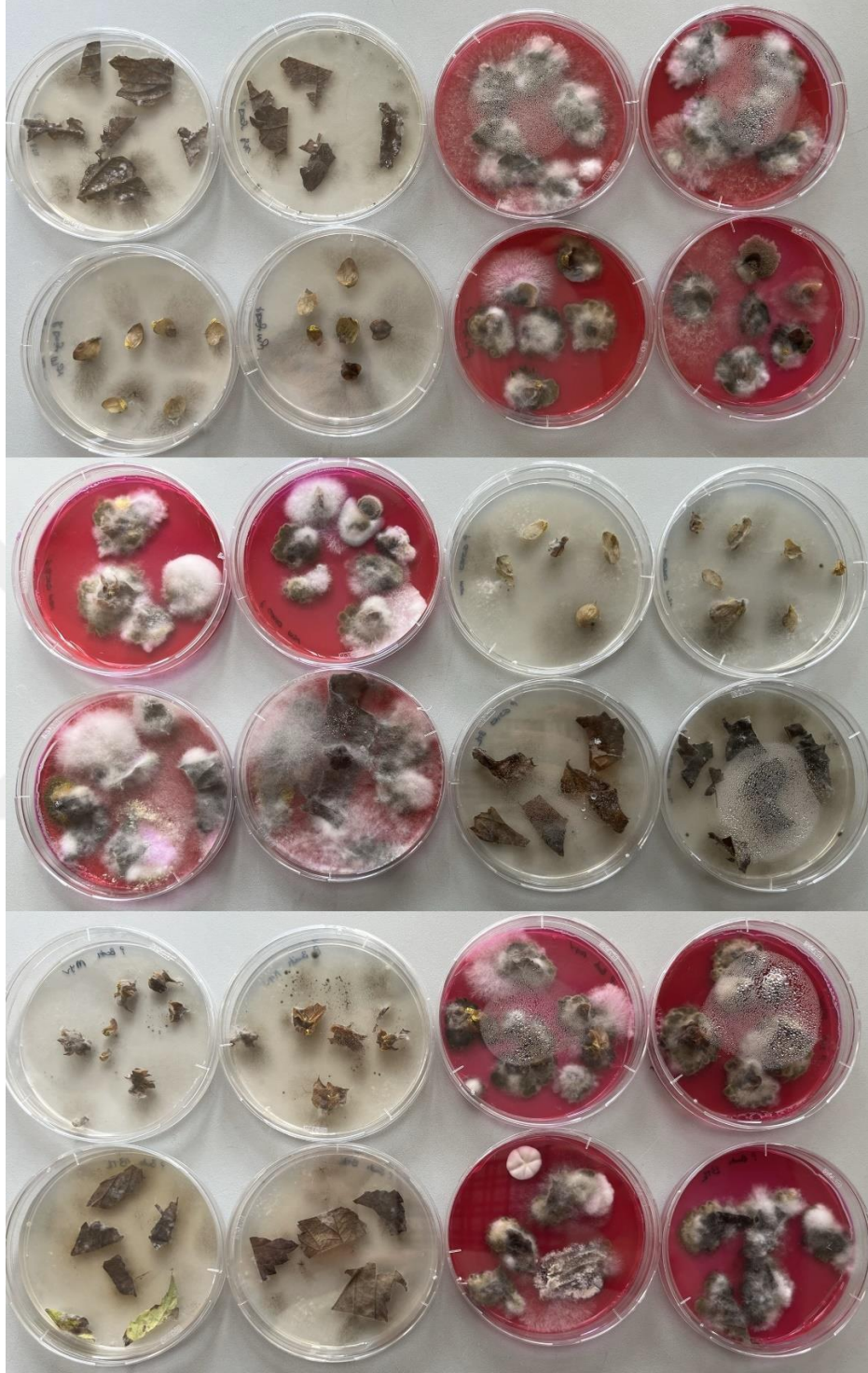
Şekil 3.2. Bitki örneklerinden elde edilen izolatların; dönem, besiyeri tipine göre dağılımı ve toplam koloni sayıları (kob/g)



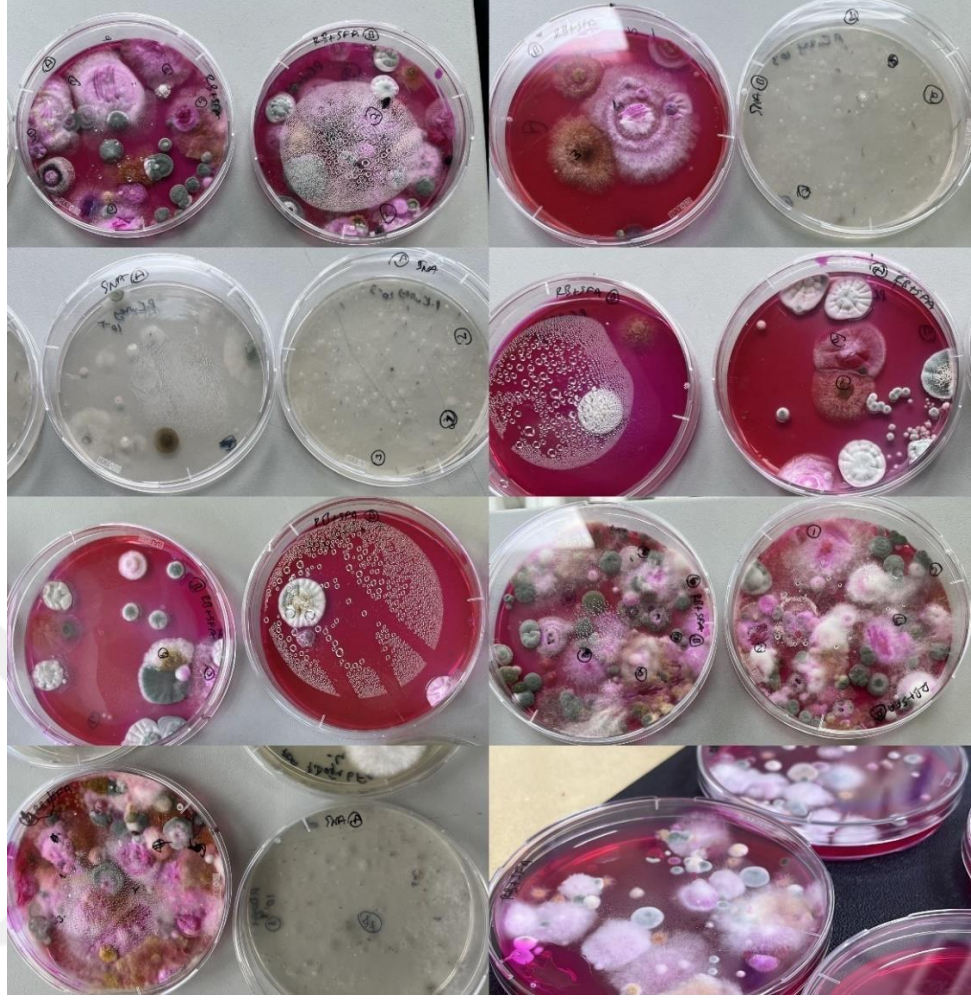
Şekil 3.3. Eylül 2022 Batı yönü belirtilen koordinattan alınan toprak ve bitki örneklerinin 14 günlük inkübasyon görüntüleri



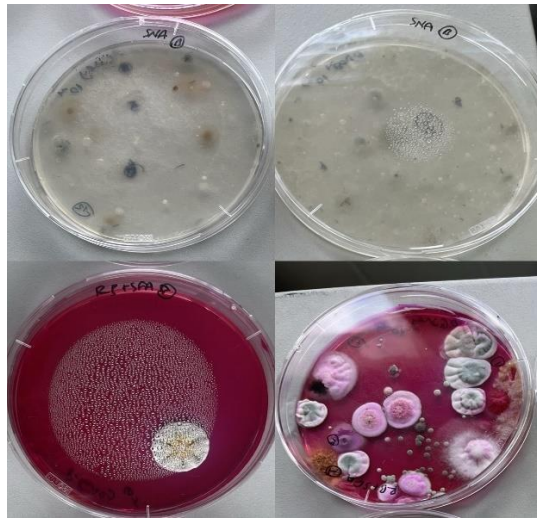
Şekil 3.4. Eylül 2022 Doğu, Güney ve Kuzey yönlerinde belirtilen koordinatlardan alınan toprak ve bitki örneklerinin 14 günlük inkübasyon görüntüleri



Şekil 3.5. Ağustos 2023 Doğu, Batı, Güney ve Kuzey yönlerinde belirtilen koordinatlardan alınan bitki örneklerinin 14 günlük inkübasyon görüntüleri



Şekil 3.6. Ağustos 2023 Doğu, Batı, Güney ve Kuzey yönlerinde belirtilen koordinatlardan alınan toprak örneklerinin 14 günlük inkübasyon görüntüleri

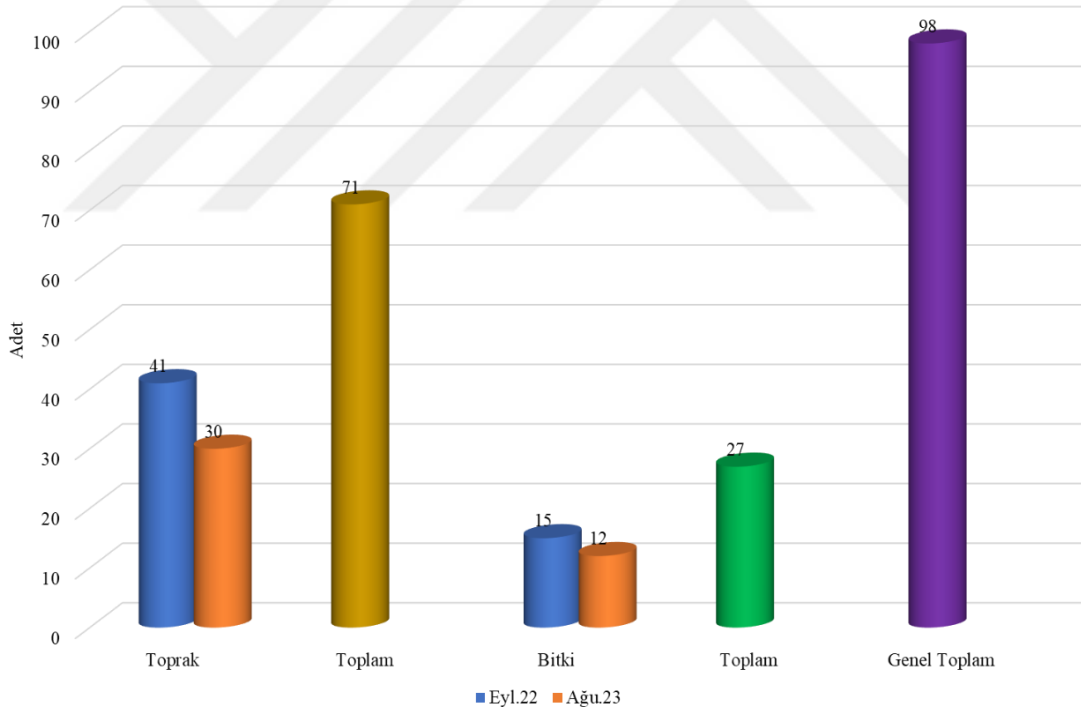


Şekil 3.7. Ağustos 2023 Doğu, Batı, Güney ve Kuzey yönlerinde belirtilen koordinatlardan alınan toprak örneklerinin 14 günlük inkübasyon görüntüleri

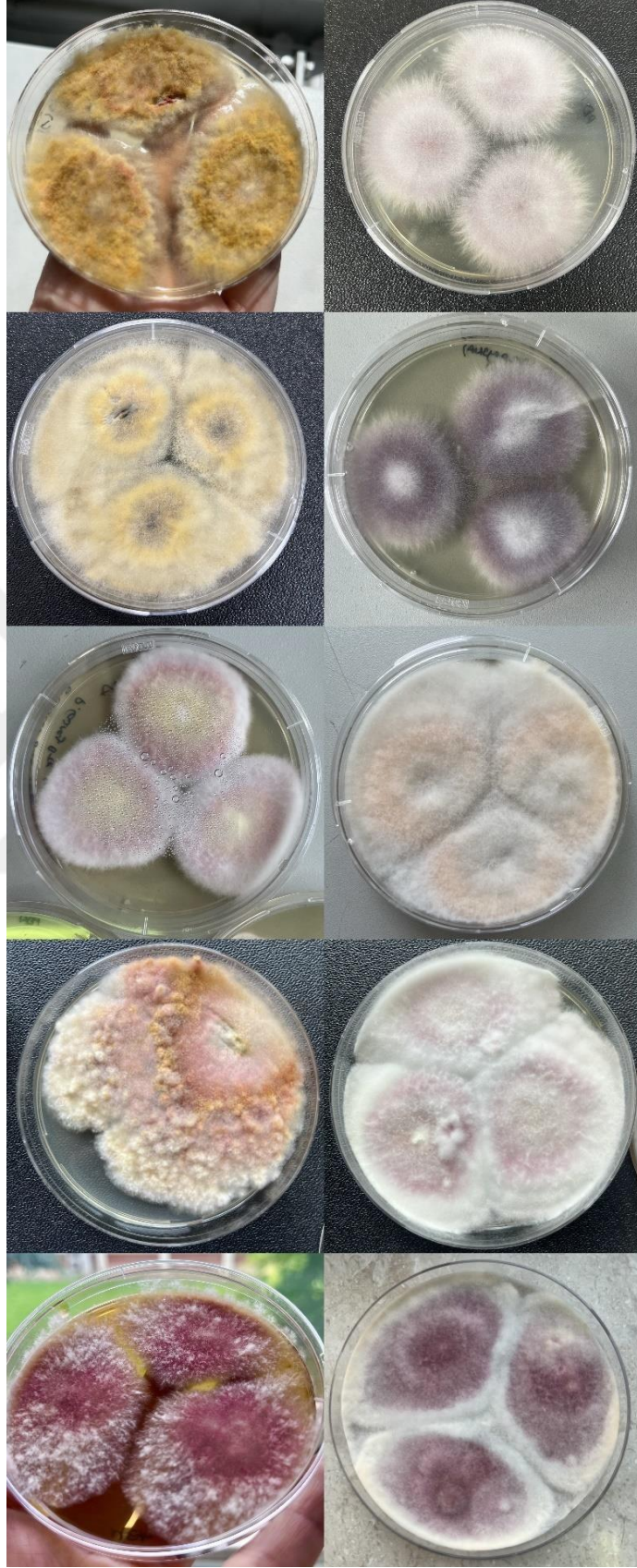
Eylül 2022 döneminde yapılan toprak örneklerindeki izolasyon çalışmalarından elde edilen isolatlar makroskobik ve mikroskobik olarak incelemeleri sonucunda; toplamda 141 adet izolattan 41 adedinin, Ağustos 2023 dönemine ait toplam 74 adet izolattan ise 30 adedinin *Fusarium* cinsine ait olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak Eylül 2022 ve Ağustos 2023 dönemlerine ait toprak örneklerinden toplam 71 adet *Fusarium* cinsi üyesi elde edilmiştir (Şekil 3.8).

Bitki örneklerinden ise; Eylül 2022 döneminden 15 adet, Ağustos 2023 döneminden ise 12 adet izolatin *Fusarium* cinsine ait olduğu tespit edilmiştir. Çalışmaya bitki örneklerinden elde edilmiş olan *Fusarium* cinsi üyesi sayısı 27 adet olarak devam edilmiştir (Şekil 3.8).

Sonuç olarak; 71 adet toprak kaynaklı 27 adet bitki kaynaklı olmak üzere 98 adet *Fusarium* cinsi izolatu ile çalışma sürdürülmüştür. Bu isolatların 56 adeti Eylül 2022, 42 adeti ise Ağustos 2023 dönemine aittir (Şekil 3.8, Şekil 3.9).



Şekil 3.8. *Fusarium* cinsine ait elde edilmiş olan izolat sayısı ve toplam *Fusarium* izolat sayısı



Şekil 3.9. Eylül 2022 ve Ağustos 2023 alınan toprak ve bitki örneklerinden saflaştırılan *Fusarium* cinsi üyelerinden örnekler

3.3. Morfolojik Teşhisle Bulunan *Fusarium* Cinsi Üyeleri

Çalışmada yapılan izolasyon işlemleri sonrasında geleneksel yöntemlerle morfolojik teşhisi yapılmış olan izolatların cinsleri belirlenmiştir. Yapılan teşhiste *Fusarium* cinsine ait olan izolatlar ile çalışmalara devam edilmiştir. Birbiri ile aynı makro morfolojik karakterleri sergileyen izolatlar kaydedilerek bir tanesi temsilci olarak belirlenip seçilmiştir. Seçilen izolatlar teşhis besiyerlerine inoküle edilmiştir ve inkübasyon sonrasında fotoğraflanmıştır. İzolatların fotoğrafları Iphone 13 arka kamerası yardımıyla çekilmiştir (Şekil 3.7). Seçilen *Fusarium* cinsine ait temsilci izolatlar ise makroskobik ve mikroskobik olarak detaylı incelenip tür düzeyinde teşhis edilmiştir (Tablo 3.4 ve Tablo 3.5). Teşhis çalışması sonucunda 13 farklı tür olduğu belirlenmiştir. Bitki ve toprak örneklerinden teşhis edilen *Fusarium* cinsi üyeleri ve bulunduğu lokasyonlara göre dağılımı (%) Tablo 3.6’de ele alınmıştır.

Tablo 3.4. Eylül ayı örneklerinden gelişen *Fusarium* cinsi izolatların morfolojik teşhis sonuçları

	İzolat No	Morfolojik İdentifikasyon	Güncel Tür Adı
1	PBÇNA1	<i>F.oxysporum</i> (s. Smith & Swingle; 1970)	<i>Fusarium oxysporum</i> (Smith & Swingle; 1970)
2	P.Doğu7NA(-3)	<i>F.oxysporum</i> (s. Smith & Swingle; 1970)	<i>Fusarium oxysporum</i> (Smith & Swingle; 1970)
3	P.BYNA.2	<i>F.oxysporum</i> (s. Smith & Swingle; 1970)	<i>Fusarium oxysporum</i> (Smith & Swingle; 1970)
4	P.BY.NA.1	<i>F.oxysporum</i> (s. Smith & Swingle; 1970)	<i>Fusarium oxysporum</i> (Smith & Swingle; 1970)
5	P.Kuzey.BTK.NA	<i>F.oxysporum</i> (s. Smith & Swingle; 1970)	<i>Fusarium oxysporum</i> (Smith & Swingle; 1970)
6	P.Doğu.7NA.(-3)	<i>F.oxysporum</i> (s. Smith & Swingle; 1970)	<i>Fusarium oxysporum</i> (Smith & Swingle; 1970)
7	P.Güney.5NA(-3)	<i>F. solani</i> (Mart.) Sacc. 1881	<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc., 1881.
8	P.Doğu.5NA(-4)	<i>F. solani</i> (Mart.) Sacc. 1881	<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc., 1881.
9	P.Kuzey.BTK.2FA	<i>F. solani</i> (Mart.) Sacc. 1881	<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc., 1881.
10	P.Kuzey.7NA(-3)	<i>F. solani</i> (Mart.) Sacc. 1881	<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc., 1881.
11	P.Doğu.2FA(-3)	<i>F.oxysporum</i> (s. Smith & Swingle; 1970)	<i>Fusarium oxysporum</i> (Smith & Swingle; 1970)

Tablo 3.4 (Devam). Eylül ayı örneklerinden gelişen *Fusarium* cinsi izolatların morfolojik teşhis sonuçları

	İzolat No	Morfolojik İdentifikasyon	Güncel Tür Adı
12	P.Kuzey.3NA(-3)	<i>F. solani</i> (Mart.) Sacc. 1881	<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc., 1881.
13	P.Doğu.2FA(-4)	<i>F. solani</i> (Mart.) Sacc. 1881	<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc., 1881.
14	P.Doğu.4FA(-4)	<i>F. solani</i> (Mart.) Sacc. 1881	<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc., 1881.
15	P.Kuzey.BTK.2FA*	<i>F. solani</i> (Mart.) Sacc. 1881	<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc., 1881.
16	P.Güney.7FA(-3)	<i>F.poeae</i> (Peck) Wollenw. 1913	<i>Fusarium poae</i> (Peck) Wollenw. 1913
17	P.Doğu.6NA(-4)	<i>F.poeae</i> (Peck) Wollenw. 1914	<i>Fusarium poae</i> (Peck) Wollenw. 1914
18	P.Kuzey.BTK.1FA	<i>F. acuminatum</i> (Ellis & Everh. 1895)	<i>Fusarium acuminatum</i> (Ellis & Everh. 1895)
19	P.Kuzey.BTK.2FA(-3)	<i>F. discolor</i> (Appel & Wollenw. 1910)	<i>Fusarium discolor</i> (Appel & Wollenw. 1910)
20	P.Kuzey.4NA(-3)	<i>F. discolor</i> (Appel & Wollenw. 1910)	<i>Fusarium discolor</i> (Appel & Wollenw. 1910)
21	P.Kuzey4FA(-3)	<i>F. discolor</i> (Appel & Wollenw. 1910)	<i>Fusarium discolor</i> (Appel & Wollenw. 1910)
22	P.Kuzey.BTK.2FA	<i>F.discolor</i> (Appel & Wollenw. 1910)	<i>Fusarium discolor</i> (Appel & Wollenw. 1910)
23	P.Güney.2NA(-3)	<i>F. ramigenum</i> (O'Donnell & Nirenberg 1998)	<i>Fusarium ramigenum</i> (O'Donnell & Nirenberg 1998)
24	P.Doğu.3FA(-3)	<i>F.camptoceras</i> (Wollenw. & Reinking 1925)	<i>Fusarium camptoceras</i> (Wollenw. & Reinking 1925)
25	P.Doğu.3FA(-3)	<i>F.camptoceras</i> (Wollenw. & Reinking 1925)	<i>Fusarium camptoceras</i> (Wollenw. & Reinking 1925)
26	P.Doğu.4NA(-4)	<i>F.camptoceras</i> (Wollenw. & Reinking 1925)	<i>Fusarium camptoceras</i> (Wollenw. & Reinking 1925)
27	P2T3NA	<i>F. graminearum</i> (Schwabe 1839)	<i>Fusarium graminearum</i> (Schwabe 1839)

Tablo 3.4 (Devam). Eylül ayı örneklerinden gelişen *Fusarium* cinsi izolatların morfolojik teşhis sonuçları

	İzolat No	Morfolojik İdentifikasyon	Güncel Tür Adı
28	P.Kuzey.8FA(-3)	<i>F. graminearum</i> (Schwabe 1839)	<i>Fusarium graminearum</i> (Schwabe 1839)
29	P.Güney1FA(-3)	<i>F. graminearum</i> (Schwabe 1839)	<i>Fusarium graminearum</i> (Schwabe 1839)
30	P.DoğuBTK.1FA	<i>F. equiseti</i> (Corda) Sacc. 1886	<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc. 1886
31	P.Doğu.2NA(-3)	<i>F. equiseti</i> (Corda) Sacc. 1886	<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc. 1886
32	P.Doğu.1NA(-4)	<i>F. equiseti</i> (Corda) Sacc. 1886	<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc. 1886
33	P.Doğu.6FA(-4)	<i>F. equiseti</i> (Corda) Sacc. 1886	<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc. 1886
34	P.Doğu.3NA(-3)	<i>F. equiseti</i> (Corda) Sacc. 1886	<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc. 1886
35	P.Doğu.1FA(-3)	<i>F. equiseti</i> (Corda) Sacc. 1886	<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc. 1886
36	P.Doğu.BTK.1FA	<i>F. equiseti</i> (Corda) Sacc. 1886	<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc. 1886
37	P.Kuzey.2NA(-3)	<i>F.poa</i> (Peck) Wollenw. 1913	<i>Fusarium poae</i> (Peck) Wollenw. 1913
38	P.Güney.3NA(-5)	<i>F.poa</i> (Peck) Wollenw. 1913	<i>Fusarium poae</i> (Peck) Wollenw. 1913
39	P.Doğu.X	<i>F.poa</i> (Peck) Wollenw. 1913	<i>Fusarium poae</i> (Peck) Wollenw. 1913
40	P.Güney.1NA(-4)	<i>F.poa</i> (Peck) Wollenw. 1913	<i>Fusarium poae</i> (Peck) Wollenw. 1913
41	P.BD.NA1	<i>F.poa</i> (Peck) Wollenw. 1913	<i>Fusarium poae</i> (Peck) Wollenw. 1913
42	P.Kuzey.2NA(-3)*	<i>F.poa</i> (Peck) Wollenw. 1913	<i>Fusarium poae</i> (Peck) Wollenw. 1913
43	P.Güney.3NA(-5)*	<i>F.poa</i> (Peck) Wollenw. 1913	<i>Fusarium poae</i> (Peck) Wollenw. 1913
44	P1T5FA	<i>F.oxysporum</i> (s. Smith & Swingle; 1970)	<i>Fusarium oxysporum</i> (Smith & Swingle; 1970)
45	P.Doğu.6NA(-3)	<i>F.oxysporum</i> (s. Smith & Swingle; 1970)	<i>Fusarium oxysporum</i> (Smith & Swingle; 1970)
46	P.Doğu.9NA(-3)	<i>F.oxysporum</i> (s. Smith & Swingle; 1970)	<i>Fusarium oxysporum</i> (Smith & Swingle; 1970)

Tablo 3.4 (Devam). Eylül ayı örneklerinden gelişen *Fusarium* cinsi izolatların morfolojik teşhis sonuçları

	İzolat No	Morfolojik İdentifikasyon	Güncel Tür Adı
47	P.Güney.BTK.2FA	<i>F.avenaceum</i> (Fr.) Sacc. 1886	<i>Fusarium avenaceum</i> (Fr.) Sacc. 1886
48	P.Güney.1NA(-3)	<i>F.avenaceum</i> (Fr.) Sacc. 1886	<i>Fusarium avenaceum</i> (Fr.) Sacc. 1886
49	P.Güney.1FA(-4)	<i>F.avenaceum</i> (Fr.) Sacc. 1886	<i>Fusarium avenaceum</i> (Fr.) Sacc. 1886
50	P.Güney.1FA(-4)*	<i>F.avenaceum</i> (Fr.) Sacc. 1886	<i>Fusarium avenaceum</i> (Fr.) Sacc. 1886
51	P.Güney.6FA(-3)	<i>F.concolor</i> (Reinking 1934)	<i>Fusarium concolor</i> (Reinking 1934)
52	PBÇ2NA	<i>F.concolor</i> (Reinking 1934)	<i>Fusarium concolor</i> (Reinking 1934)
53	P.Güney.BTK.1FA	<i>F.concolor</i> (Reinking 1934)	<i>Fusarium concolor</i> (Reinking 1934)
54	P2T2NA	<i>F.concolor</i> (Reinking 1934)	<i>Fusarium concolor</i> (Reinking 1934)
55	P.Doğu.10FA(-3)	<i>F.concolor</i> (Reinking 1934)	<i>Fusarium concolor</i> (Reinking 1934)
56	P.Güney.6FA(-3)*	<i>F.concolor</i> (Reinking 1934)	<i>Fusarium concolor</i> (Reinking 1934)

Tablo.3.5. Ağustos ayı örneklerinden gelişen *Fusarium* cinsi izolatların morfolojik teşhis sonuçları

	İzolat No	Morfolojik İdentifikasyon	Güncel Tür Adı
1	E.P.Batı.2NA(-4)	<i>F.oxysporum</i> (s. Smith & Swingle; 1970)	<i>Fusarium oxysporum</i> (Smith & Swingle; 1970)
2	E.P.Doğu.3NA(-4)	<i>F.equiseti</i> (Corda) Sacc. 1886	<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc. 1886
3	E.P.Kuzey.5NA(-3)	<i>F.oxysporum</i> (s. Smith & Swingle; 1970)	<i>Fusarium oxysporum</i> (Smith & Swingle; 1970)
4	E.P.Güney.BTK.4FA	<i>F.equiseti</i> (Corda) Sacc. 1886	<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc. 1886
5	E.P.Doğu.MYV.3FA	<i>F.equiseti</i> (Corda) Sacc. 1886	<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc. 1886
6	E.P.Kuzey.4.NA.(-3)	<i>F.oxysporum</i> (s. Smith & Swingle; 1970)	<i>Fusarium oxysporum</i> (Smith & Swingle; 1970)
7	E.P.Güney.4NA.(-3)	<i>F.oxysporum</i> (s. Smith & Swingle; 1970)	<i>Fusarium oxysporum</i> (Smith & Swingle; 1970)
8	E.P.Güney.6NA(-3)	<i>F.oxysporum</i> (s. Smith & Swingle; 1970)	<i>Fusarium oxysporum</i> (Smith & Swingle; 1970)
9	E.P.Kuzey.1NA(-3)	<i>F.oxysporum</i> (s. Smith & Swingle; 1970)	<i>Fusarium oxysporum</i> (Smith & Swingle; 1970)
10	E.P.Doğu.3NA(-3)	<i>F.solani</i> (Mart.) Sacc. 1881	<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc., 1881.
11	E.P.Batı.MYV.3FA(-3)	<i>F.equiseti</i> (Corda) Sacc. 1886	<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc. 1886
12	E.P.Doğu.BTK.1FA	<i>F.poeae</i> (Peck) Wollenw. 1913	<i>Fusarium poae</i> (Peck) Wollenw. 1913
13	E.P.Doğu.2FA(-3)	<i>F.concolor</i> (Reinking 1934)	<i>Fusarium concolor</i> (Reinking 1934)
14	E.P.Kuzey.7NA(-3)	<i>F.equiseti</i> (Corda) Sacc. 1886	<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc. 1886
15	E.P.Güney.MYV.3FA	<i>F.concolor</i> (Reinking 1934)	<i>Fusarium concolor</i> (Reinking 1934)
16	E.P.Batı.MYV.2FA	<i>F.oxysporum</i> (s. Smith & Swingle; 1970)	<i>Fusarium oxysporum</i> (Smith & Swingle; 1970)
17	E.P.Güney.1NA(-3)	<i>F.culmorum</i> Sacc. 1892	<i>Fusarium culmorum</i> (Wm.G. Sm.) Sacc., Syll. fung. (Abellini)(1892)
18	E.P.Batı.1NA(-4)	<i>F.solani</i> (Mart.) Sacc. 1881	<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc., 1881.
19	E.P.Güney6NA(-4)	<i>F.oxysporum</i> (s. Smith & Swingle; 1970)	<i>Fusarium oxysporum</i> (Smith & Swingle; 1970)
20	E.P.Batı.2FA(-3)	<i>F.culmorum</i> Sacc. 1892	<i>Fusarium culmorum</i> (Wm.G. Sm.) Sacc., Syll. fung. (Abellini)(1892)

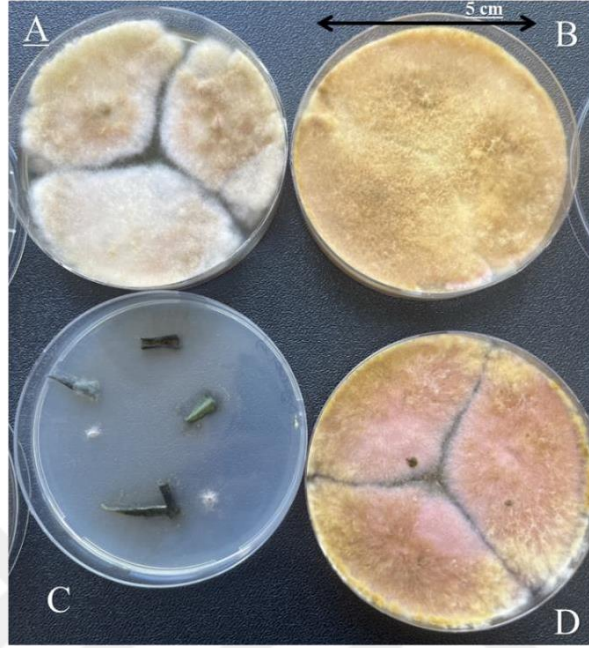
Tablo 3.5 (Devam). Ağustos ayı örneklerinden gelişen *Fusarium* cinsi izolatların morfolojik teşhis sonuçları

	İzolat No	Morfolojik İdentifikasyon	Güncel Tür Adı
21	E.P.Güney.BTK.3FA	<i>F.solani</i> (Mart.) Sacc. 1881	<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc., 1881.
22	E.P.Kuzey.6NA(-3)	<i>F.solani</i> (Mart.) Sacc. 1881	<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc., 1881.
23	E.P.Batı.BTK.3FA	<i>F.oxysporum</i> (s. Smith & Swingle; 1970)	<i>Fusarium oxysporum</i> (Smith & Swingle; 1970)
24	E.P.Güney.MYV.5FA	<i>F.oxysporum</i> (s. Smith & Swingle; 1970)	<i>Fusarium oxysporum</i> (Smith & Swingle; 1970)
25	E.P.Güney.BTK.1FA	<i>F.oxysporum</i> (s. Smith & Swingle; 1970)	<i>Fusarium oxysporum</i> (Smith & Swingle; 1970)
26	E.P.Batı.3NA(-4)	<i>F.oxysporum</i> (s. Smith & Swingle; 1970)	<i>Fusarium oxysporum</i> (Smith & Swingle; 1970)
27	E.P.Doğu.1NA(-3)	<i>F.equiseti</i> (Corda) Sacc. 1886	<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc. 1886
28	E.P.Batı.2FA(-3)	<i>F. moniliforme</i> (J. Sheld. 1904)	<i>Fusarium moniliforme</i> var.(anthophilum sensu auct. NZ)
29	E.P.Doğu.7NA(-3)	<i>F. moniliforme</i> (J. Sheld. 1904)	<i>Fusarium moniliforme</i> var.(anthophilum sensu auct. NZ)
30	E.P.Batı.2FA(-4)	<i>F. graminearum</i> (Schwabe 1839)	<i>Fusarium graminearum</i> (Schwabe 1839)
31	E.P.Batı.2NA(-3)	<i>F.oxysporum</i> (s. Smith & Swingle; 1970)	<i>Fusarium oxysporum</i> (Smith & Swingle; 1970)
32	E.P.Doğu.1NA(-3)	<i>F.oxysporum</i> (s. Smith & Swingle; 1970)	<i>Fusarium oxysporum</i> (Smith & Swingle; 1970)
33	E.P.Doğu.5NA(-4)	<i>F.concolor</i> (Reinking 1934)	<i>Fusarium concolor</i> (Reinking 1934)
34	E.P.Kuzey.8NA(-3)	<i>F.equiseti</i> (Corda) Sacc. 1886	<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc. 1886
35	E.P.Doğu.6NA(-4)	<i>F.poe</i> (Peck) Wollenw. 1913	<i>Fusarium poae</i> (Peck) Wollenw. 1913
36	E.P.Kuzey.2FA(-3)	<i>F.poe</i> (Peck) Wollenw. 1914	<i>Fusarium poae</i> (Peck) Wollenw. 1914
37	E.P.Batı.2NA(-4)	<i>F.poe</i> (Peck) Wollenw. 1915	<i>Fusarium poae</i> (Peck) Wollenw. 1915
38	E.P.Batı.7FA(-3)	<i>F.oxysporum</i> (s. Smith & Swingle; 1970)	<i>Fusarium oxysporum</i> (Smith & Swingle; 1970)
39	E.P.Kuzey.2NA(-3)	<i>F.oxysporum</i> (s. Smith & Swingle; 1970)	<i>Fusarium oxysporum</i> (Smith & Swingle; 1970)
40	E.P.Batı.6FA(-3)	<i>F.concolor</i> (Reinking 1934)	<i>Fusarium concolor</i> (Reinking 1934)
41	E.P.Güney.MYV.1FA	<i>F.equiseti</i> (Corda) Sacc. 1886	<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc. 1886
42	E.P.Güney.MYV.1NA	<i>F.poe</i> (Peck) Wollenw. 1913	<i>Fusarium poae</i> (Peck) Wollenw. 1913

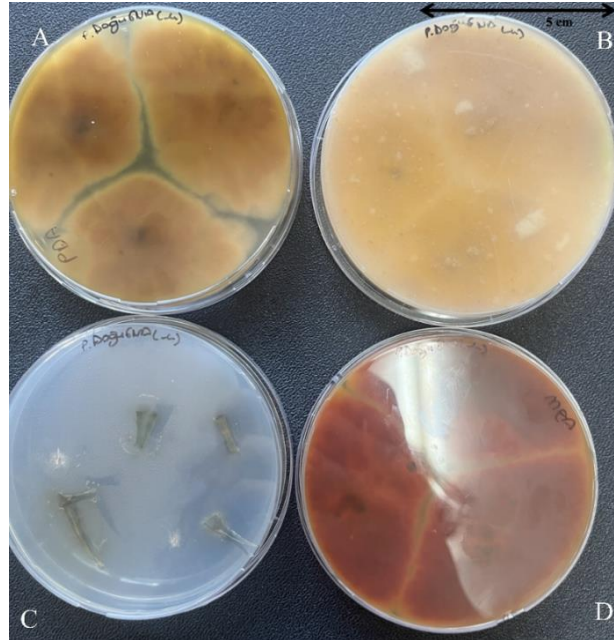
Tablo 3.6. *Fusarium* cinsi üyelerinin lokasyon ve örnek tiplerine göre dağılımı

Tür Adı	İzolât Adeti	Eylül 22				Ağustos 23				%
		Doğu	Batı	Kuzey	Güney	Doğu	Batı	Kuzey	Güney	
<i>Fusarium acuminatum</i> (Ellis & Everh. 1895)	1			1 (B: 1)						1,02
<i>Fusarium avenaceum</i> (Fr.) Sacc. 1886	4				4 (B:1, T:3)					4,08
<i>Fusarium camptoceras</i> (Wollenw. & Reinking 1925)	3	3 (T: 3)								3,06
<i>Fusarium concolor</i> (Reinking 1934)	10	1 (T: 1)	2 (B: 1, T:1)		3 (B: 2, T: 1)	2 (T: 2)	1 (T:1)		1 (T: 1)	10,20
<i>Fusarium culmorum</i> (Wm.G. Sm.) Sacc., Syll. fung. (Abellini)(1892)	2						1 (T: 1)		1 (T: 1)	2,04
<i>Fusarium discolor</i> (Appel & Wollenw. 1910)	4			4 (B: 2, T: 2)						4,08
<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc. 1886	15	7 (B: 2, T: 5)				3 (B: 1, T: 2)	1 (B: 1)	2 (T: 2)	2 (B: 2)	15,31
<i>Fusarium graminearum</i> (Schwabe 1839)	4		1 (T: 1)	1 (T: 1)	1 (T: 1)		1 (T: 1)			4,08
<i>Fusarium moniliforme</i> var.(anthophilum sensu auct. NZ)	2					1 (T: 1)	1 (T: 1)			2,04
<i>Fusarium oxysporum</i> (Smith & Swingle; 1970)	26	5 (T: 5)	4 (B: 3, T: 1)	1 (B:1)		1 (T: 1)	6 (B: 2, T: 4)	4 (T: 4)	5 (B: 2, T: 3)	26,53
<i>Fusarium poae</i> (Peck) Wollenw. 1913	14	2 (T: 2)	1 (B: 1)	2 (T: 2)	4 (T: 4)	2 (B: 1, T: 1)	1 (T: 1)	1 (T: 1)	1 (B: 1)	14,29
<i>Fusarium ramigenum</i>(O'Donnell & Nirenberg 1998)	1				1 (T: 1)					1,02
<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc., 1881.	12	3 (T: 3)		4 (B: 2, T: 2)	1 (T: 1)	1 (T: 1)	1 (T: 1)	1 (T: 1)	1 (B:1)	12,24
TOPLAM İZOLAT SAYISI	98	21	8	13	14	10	13	8	11	100,00
	BİTKİ	2	5	6	3	2	3	0	6	27
	TOPRAK	19	3	7	11	8	10	8	5	71

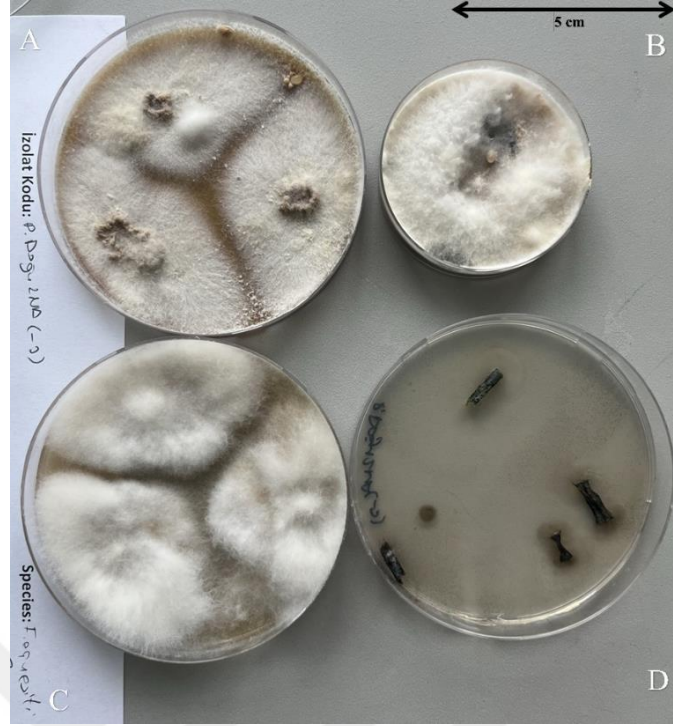
Araştırma bölgesinden belirlenen 13 adet *Fusarium* cinsi üyelerine ait görseller Şekil 3.10-29’da verilmiştir.



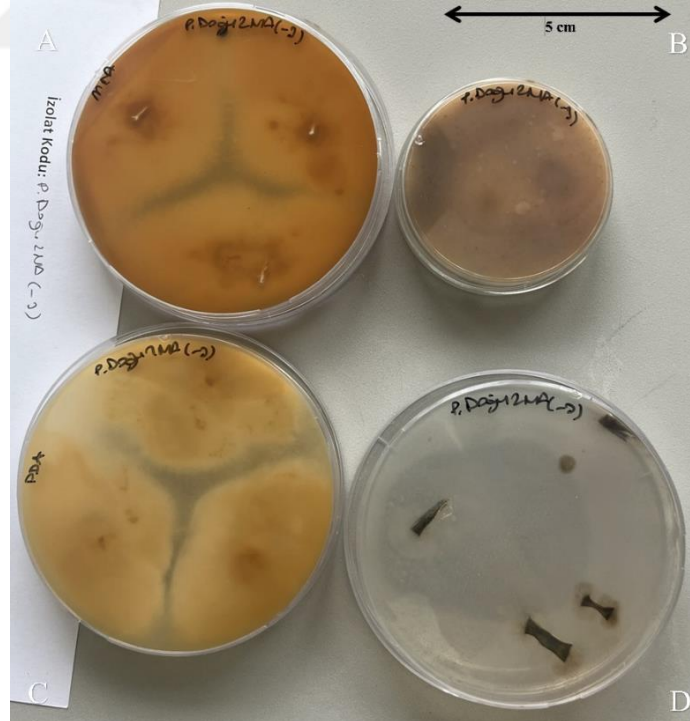
Şekil 3.10. *Fusarium poae* olarak tanımlanmış P. Doğu, 6NA(-4) kodlu izolatin teşhis ortamlarındaki petri önü gelişimleri A) PDA besi ortamı B) OA besi ortamı C) CLA besi ortamı D) MEA besi ortamı



Şekil 3.11. *Fusarium poae* olarak tanımlanmış P Doğu.6NA(-4) kodlu izolatin teşhis ortamlarındaki petri arkası gelişimleri A) PDA besi ortamı B) OA besi ortamı C) CLA besi ortamı D) MEA besi ortamı



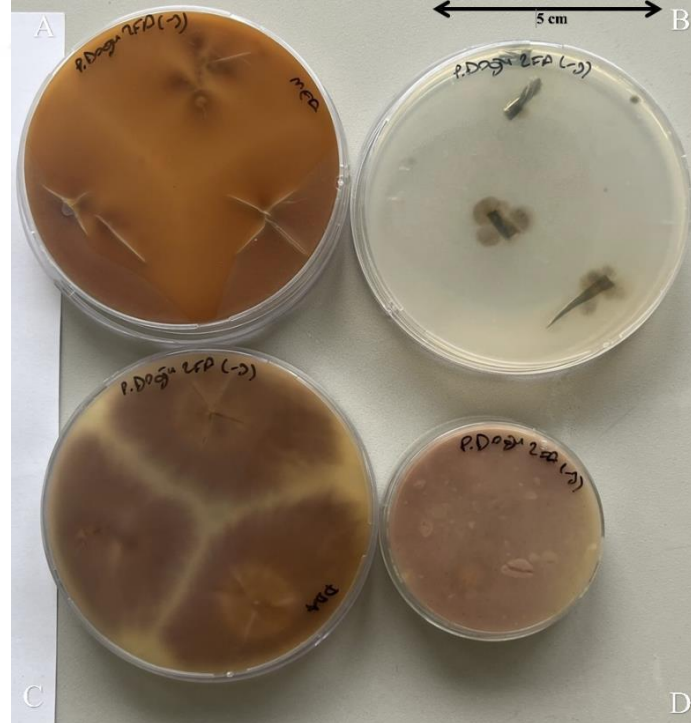
Şekil 3.12. *Fusarium equiseti* olarak tanımlanmış P.Doğu.2NA(-4) kodlu izolatin teşhis ortamlarındaki petri önü gelişimleri A) MEA besi ortamı B) OA besi ortamı C) PDA besi ortamı D) CLA besi ortamı



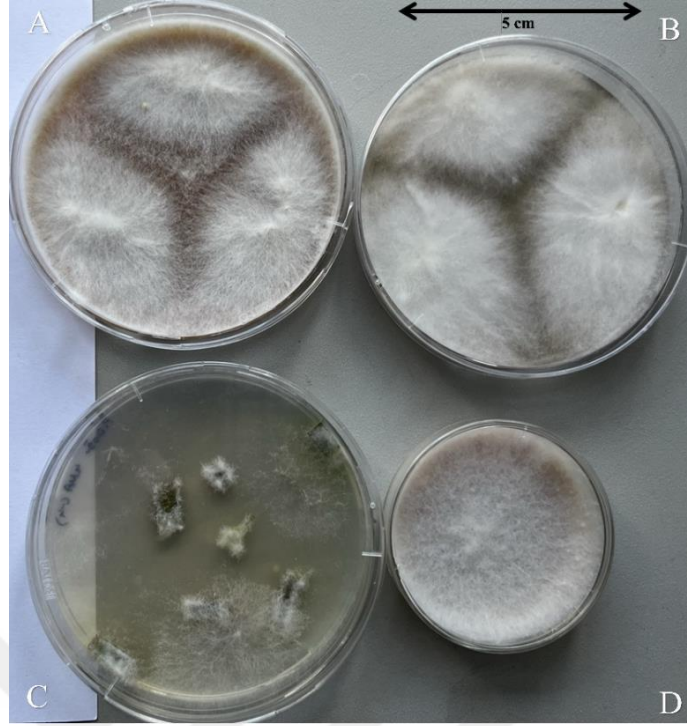
Şekil 3.13. *Fusarium equiseti* olarak tanımlanmış P.Doğu.2NA(-4) kodlu izolatin teşhis ortamlarındaki petri arkası gelişimleri A) MEA besi ortamı B) OA besi ortamı C) PDA besi ortamı D) CLA besi ortamı



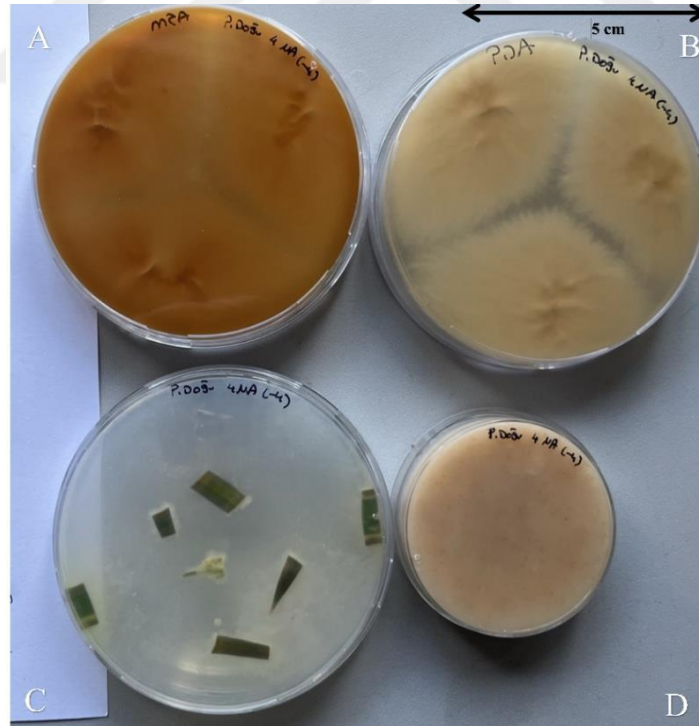
Şekil 3.14. *Fusarium oxysporum* olarak tanımlanmış P.Doğu.2FA(-3) kodlu izolatin teşhis ortamlarındaki petri önü gelişimleri A) MEA besi ortamı B) CLA besi ortamı C) PDA besi ortamı D) OA besi ortamı



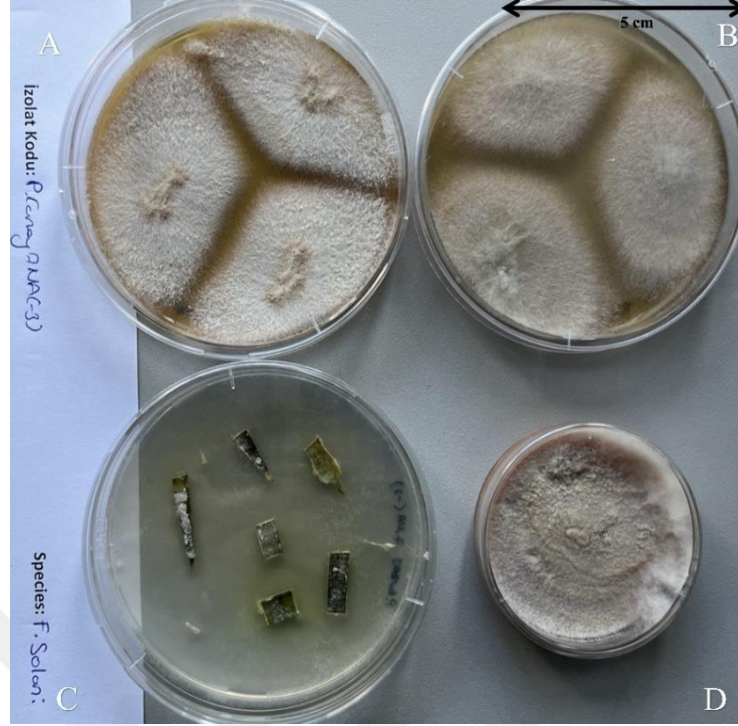
Şekil 3.15. *Fusarium oxysporum* olarak tanımlanmış P.Doğu.2FA(-3) kodlu izolatin teşhis ortamlarındaki petri arkası gelişimleri A) MEA besi ortamı B) CLA besi ortamı C) PDA besi ortamı D) OA besi ortamı



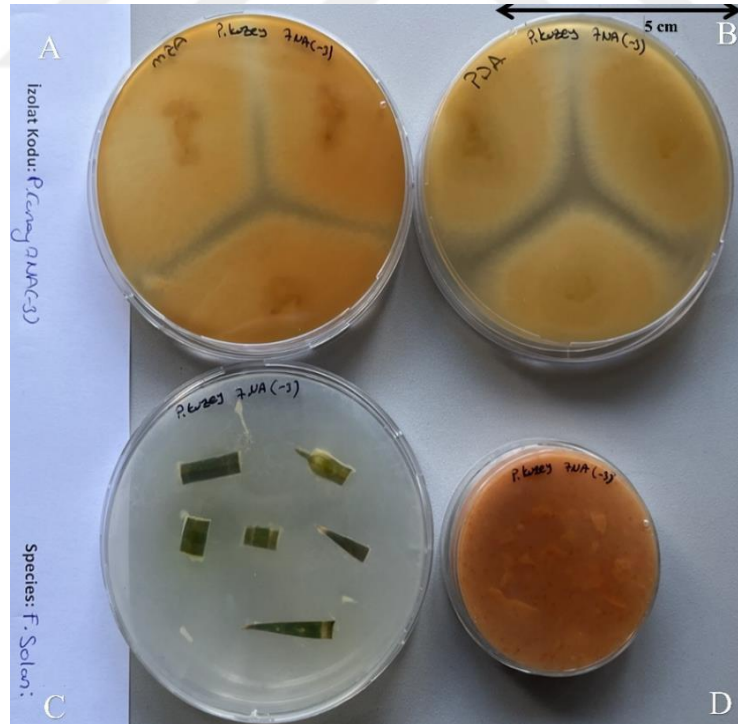
Şekil 3.16. *Fusarium camptoceras* türü olarak tanımlanmış P.Doğu.4NA(-4) kodlu izolatın teşhis ortamlarındaki petri önü gelişimleri **A)** MEA besi ortamı **B)** PDA besi ortamı **C)** CLA besi ortamı **D)** OA besi ortamı



Şekil 3.17. *Fusarium camptoceras* olarak tanımlanmış P.Doğu.4NA(-4) kodlu izolatın teşhis ortamlarındaki petri arkası gelişimleri **A)** MEA besi ortamı **B)** PDA besi ortamı **C)** CLA besi ortamı **D)** OA besi ortamı



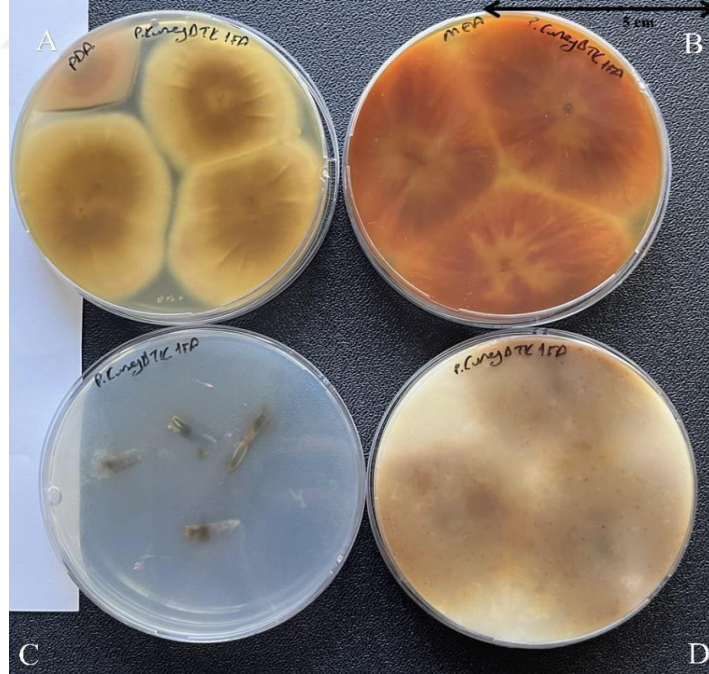
Şekil 3.18. *Fusarium solani* olarak tanımlanmış P.Kuzey.7NA(-3) kodlu izolatın teşhis ortamlarındaki petri önü gelişimleri **A)** MEA besiy ortamı **B)** PDA besiy ortamı **C)** CLA besiy ortamı **D)** OA besiy ortamı



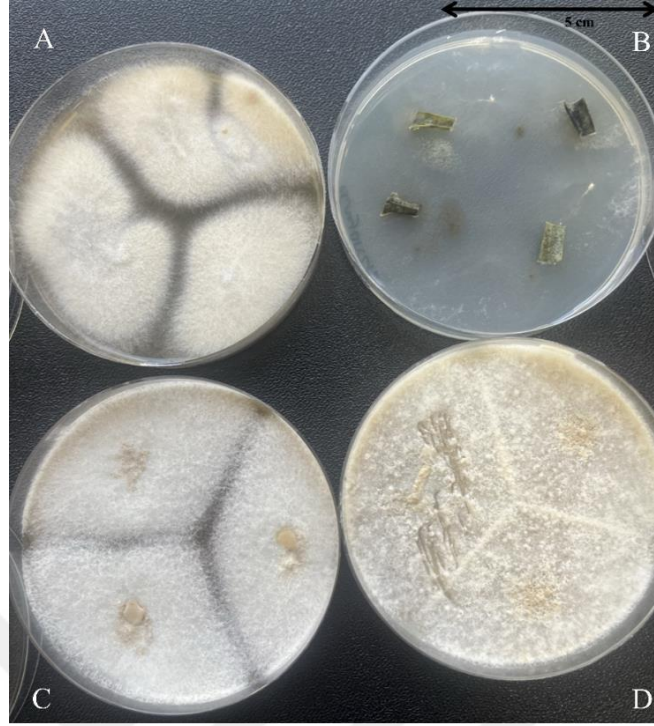
Şekil 3.19. *Fusarium solani* olarak tanımlanmış P.Kuzey.7NA(-3) kodlu izolatın teşhis ortamlarındaki petri arkası gelişimleri **A)** MEA besiy ortamı **B)** PDA besiy ortamı **C)** CLA besiy ortamı **D)** OA besiy ortamı



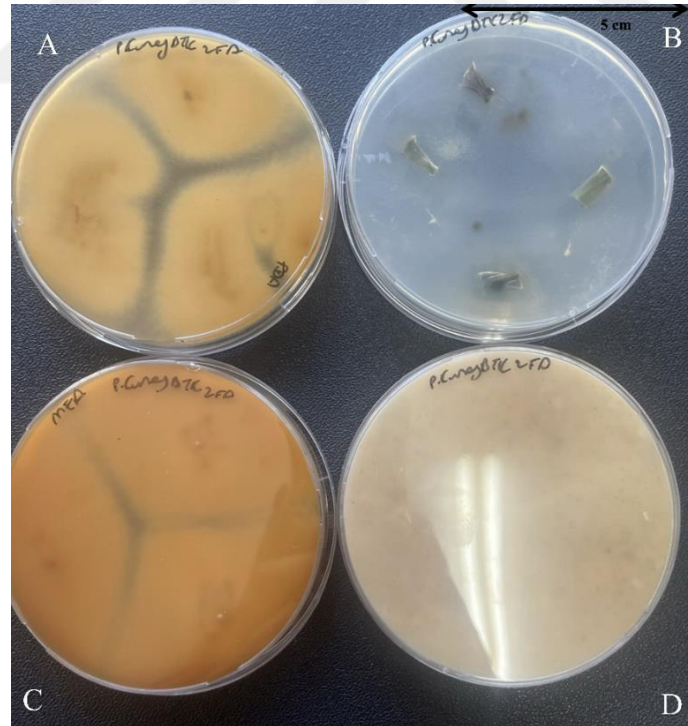
Şekil 3.20. *Fusarium acuminatum* olarak tanımlanmış P.Kuzey.BTK.1FA kodlu izolatin teşhis ortamlarındaki petri önü gelişimleri **A)** PDA besi ortamı **B)** MEA besi ortamı **C)** CLA besi ortamı **D)** OAbesi ortamı



Şekil 3.21. *Fusarium acuminatum* olarak tanımlanmış P.Kuzey.BTK.1FA kodlu izolatin teşhis ortamlarındaki petri arkası gelişimleri **A)** PDA besi ortamı **B)** MEA besi ortamı **C)** CLA besi ortamı **D)** OAbesi ortamı



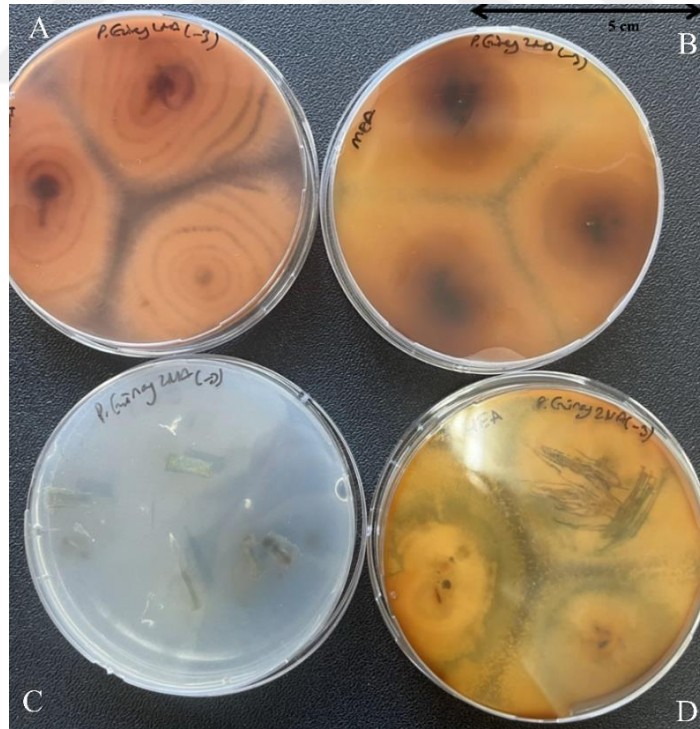
Şekil 3.22. *Fusarium discolor* olarak tanımlanmış P.Kuzey.BTK.2FA(-3) kodlu izolatın teşhis ortamlarındaki petri önü gelişimleri **A)** PDA besi ortamı **B)** CLA besi ortamı **C)** MEA besi ortamı **D)** OA besi ortamı



Şekil 3.23. *Fusarium discolor* olarak tanımlanmış P.Kuzey.BTK.2FA(-3) kodlu izolatın teşhis ortamlarındaki petri arkası gelişimleri **A)** PDA besi ortamı **B)** CLA besi ortamı **C)** MEA besi ortamı **D)** OA besi ortamı



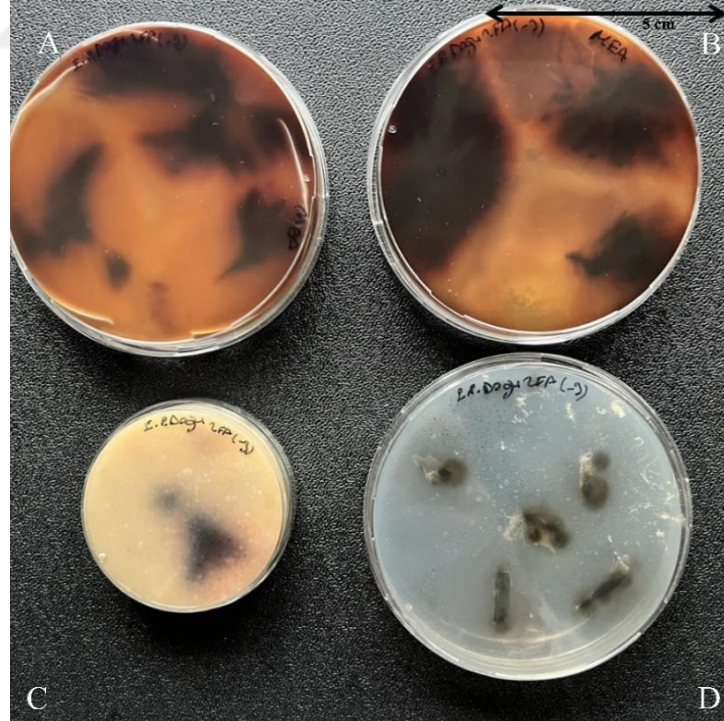
Şekil 3.24. *Fusarium ramigenum* olarak tanımlanmış *P.Güney.2NA(-3)* kodlu izolatın teşhis ortamlarındaki petri önü gelişimleri **A)** PDA besi ortamı **B)** MEA besi ortamı **C)** CLA besi ortamı **D)** OA besi ortamı



Şekil 3.25. *Fusarium ramigenum* olarak tanımlanmış *P.Güney.2NA(-3)* kodlu izolatın teşhis ortamlarındaki petri arkası gelişimleri **A)** PDA besi ortamı **B)** MEA besi ortamı **C)** CLA besi ortamı **D)** OA besi ortamı



Şekil 3.26. *Fusarium concolor* olarak tanımlanmış, P.Doğu.2FA(-3) kodlu izolatın teşhis ortamlarındaki petri önü gelişimleri **A)** PDA besi ortamı **B)** MEA besi ortamı **C)** OA besi ortamı **D)** CLA besi ortamı



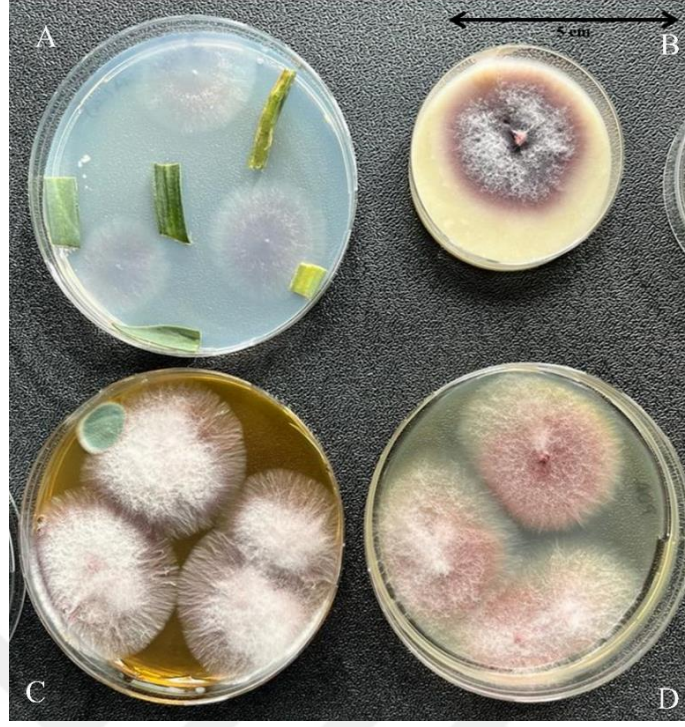
Şekil 3.27. *Fusarium concolor* olarak tanımlanmış E P.Doğu.2FA(-3) kodlu izolatın teşhis ortamlarındaki petri arkası gelişimleri **A)** PDA besi ortamı **B)** MEA besi ortamı **C)** OA besi ortamı **D)** CLA besi ortamı



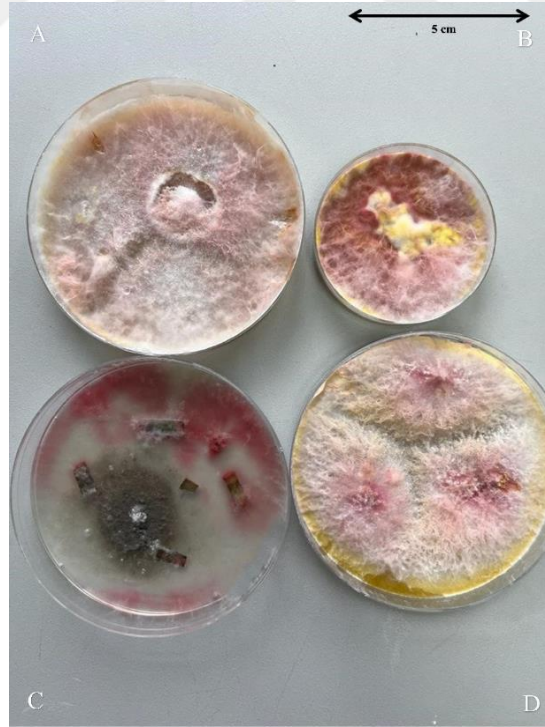
Şekil 3.28. *Fusarium moniliforme* olarak tanımlanmış E.P.Batı2FA(-4) kodlu izolatin teşhis ortamlarındaki petri önü gelişimleri **A)** CLA besi ortamı **B)** MEA besi ortamı **C)** OA besi ortamı **D)** PDA besi ortamı



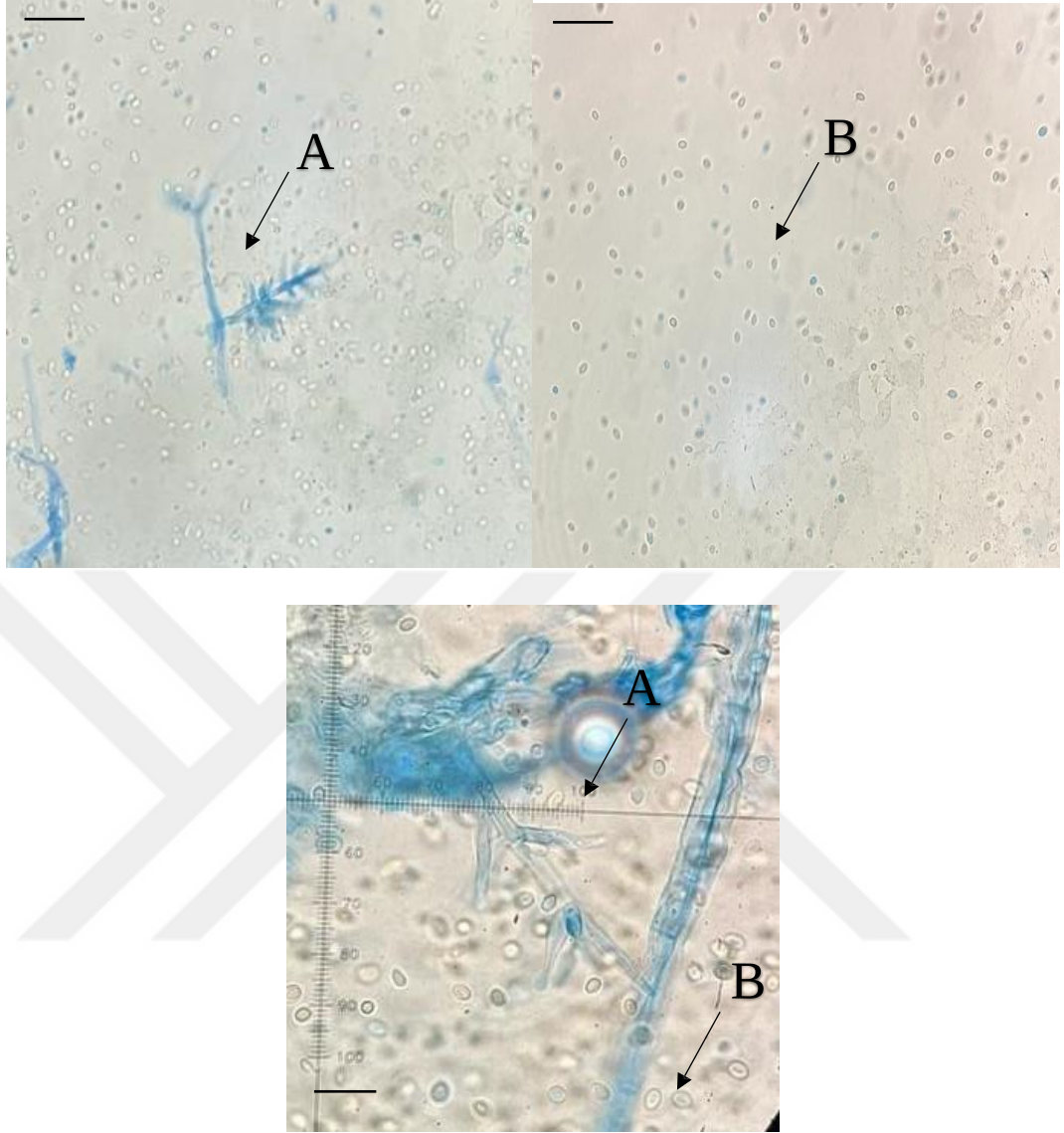
Şekil 3.29. *Fusarium culmorum* olarak tanımlanmış E.P.Güney.1NA(-3)) kodlu izolatin teşhis ortamlarındaki petri önü gelişimleri **A)** MEA besi ortamı **B)** OA besi ortamı **C)** PDA besi ortamı **D)** CLA besi ortamı



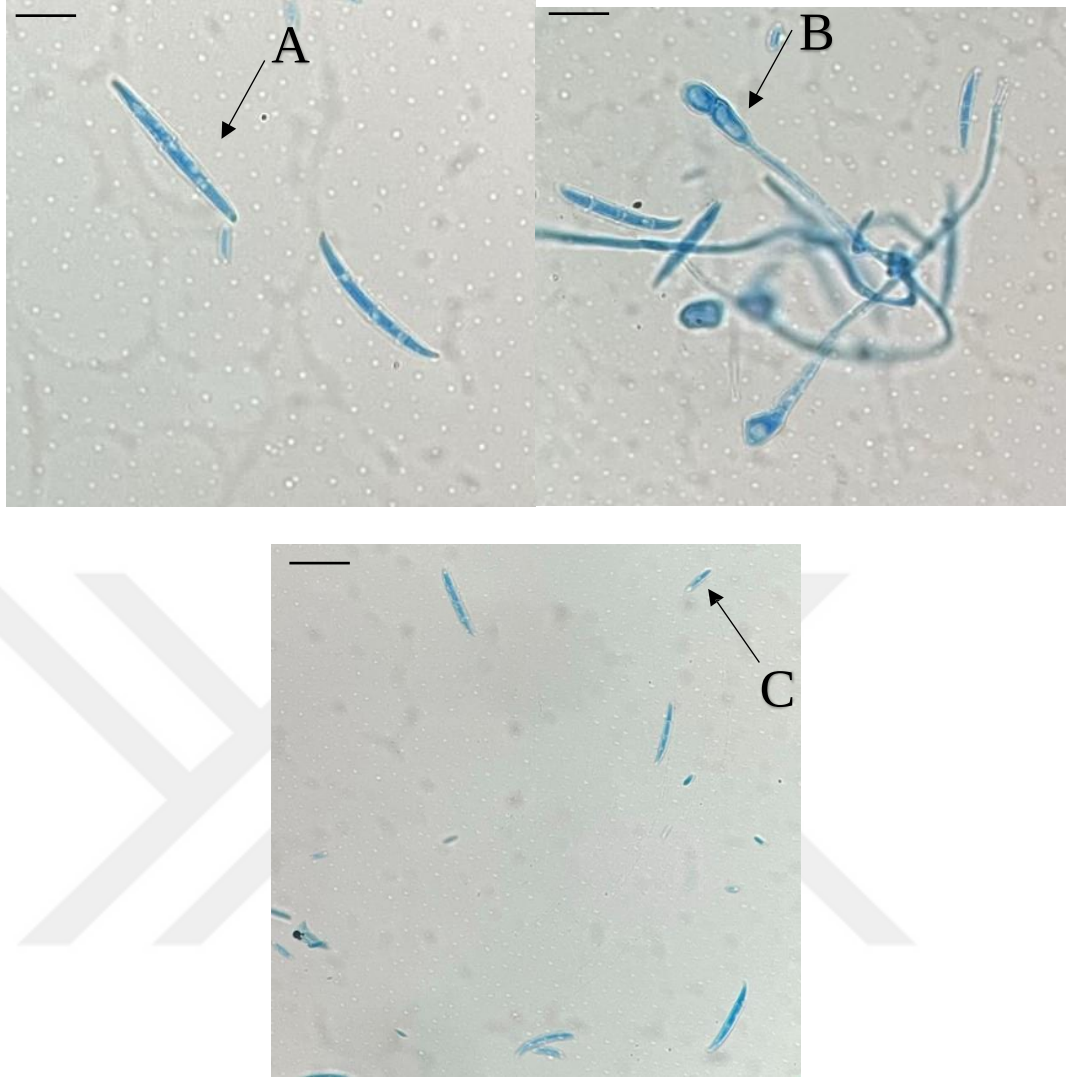
Şekil 3.30. *Fusarium graminearum* olarak tanımlanmış E.P.Batı.2FA(-4)kodlu izolatın teşhis ortamlarındaki petri önü gelişimleri **A)** CLA besi ortamı **B)** OA besi ortamı **C)** MEA besi ortamı **D)** PDA besi ortamı



Şekil 3.31. *Fusarium avenaceum* olarak tanımlanmış P.Güney.1NA(-3) kodlu izolatın teşhis ortamlarındaki petri önü gelişimleri **A)** PDA besi ortamı **B)** OA besi ortamı **C)** CLA besi ortamı **D)** MEA besi ortamı



Şekil 3.32. *Fusarium ramigenum* olarak tanımlanmış P.Güney.2NA(-3) kodlu izolatin polifialid yapısı(A), klamidospore bulundurmaması ve 0 veya 1 septatlı mikrokonidyalari(B) (Mikroskop görüntüleri 100x objektifte ve 10x okülerde çekilmiştir, ölçek 10µm.)



Şekil 3.33. *Fusarium camptoceras* olarak tanımlanmış P.Doğu.4NA(-4) kodlu izolatın makrokonidya(A), klamidospor(B) ve mikrokonidyalari(C) (Mikroskop görüntüleri 100x objektifte ve 10x okülerde çekilmiştir, ölçek 10µm.)

3.5. *Fusarium* Biyoçeşitliliğinin Belirlenmesinde Kullanılan İndeksler Sonuçları

Benzerlik İndeksi

Bray-Curtis Benzerlik indeksi; Eylül 2022 ve Ağustos 2023 dönemleri arasında toprak örneklerinin *Fusarium* cinsi biyoçeşitliliği benzerlik kat sayısı; 0,66, bitki örneklerinden elde edilen *Fusarium* cinsi biyoçeşitliliği benzerlik katsayısı ise 0,77 olarak belirlenmiştir (Tablo 3.7-8). Bitki ve toprak örnekleri arasındaki benzerlik katsayısı ise 0,70 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.9).

Simpson İndeksi ve türevleri, Shannon Çeşitlilik İndeksi ve Shannon Düzenlilik İndeks (Evenness)'leri toplam 98 izolat ve 13 tür ile uygulanmış olup çalışmaya ait; Biyoçeşitlilik, yaygınlık ve düzenlilik indeks sonuçları Tablo 3.10'da verilmiştir.

Eylül 2022 ve Ağustos 2023 dönemlerinde belirlenen biyoçeşitliliğe ait indeks alt kırılımları ise Tablo 3.11 ve 12'de sunulmuştur.

Tablo 3.7. Eylül ve Ağustos aylarında **toprak** örneklerinden teşhis edilen türlerin benzerlik kat sayısı

	Eylül 2022	Ağustos 2023
ORTAK	<i>Fusarium concolor</i> (Reinking 1934)	
	<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc. 1886	
	<i>Fusarium graminearum</i> (Schwabe 1839)	
	<i>Fusarium oxysporum</i> (Smith & Swingle; 1970)	
	<i>Fusarium poae</i> (Peck) Wollenw. 1914	
	<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc., 1881.	
	Toplam 6 ADET (a)	
FARKLI	<i>Fusarium avenaceum</i> (Fr.) Sacc. 1886	<i>Fusarium culmorum</i> (Wm.G. Sm.) Sacc., Syll. fung. (Abellini)(1892)
	<i>Fusarium camptoceras</i> (Wollenw. & Reinking 1925)	<i>Fusarium moniliforme</i> var.(anthophilum sensu auct. NZ)
	<i>Fusarium discolor</i> (Appel & Wollenw. 1910)	
	<i>Fusarium ramigenum</i> (O'Donnell & Nirenberg 1998)	
	Toplam: 4 Adet	Toplam: 2 Adet
Toplam: 10 Adet (b)		Toplam: 8 Adet (c)
Denklem	$C = \frac{2 \times a}{b + c}$	
Benzerlik Katsayısı	$0,66 = \frac{2 \times 6}{10 + 8}$	

Tablo 3.8. Eylül ve Ağustos aylarında **bitki** örneklerinden teşhis edilen türlerin benzerlik kat sayısı

	Eylül 2022	Ağustos 2023
ORTAK	<i>Fusarium concolor</i> (Reinking 1934)	
	<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc. 1886	
	<i>Fusarium oxysporum</i> (Smith & Swingle; 1970)	
	<i>Fusarium poae</i> (Peck) Wollenw. 1913	
	<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc., 1881.	
	Toplam 5 ADET (a)	
FARKLI	<i>Fusarium acuminatum</i> (Ellis & Everh. 1895)	
	<i>Fusarium avenaceum</i> (Fr.) Sacc. 1886	
	<i>Fusarium discolor</i> (Appel & Wollenw. 1910)	
	Toplam: 3 Adet	Toplam: 0 Adet
Toplam: 8 Adet (b)		Toplam: 5 Adet (c)
Denklem	$C = \frac{2 \times a}{b + c}$	
Benzerlik Katsayısı	$0,77 = \frac{2 \times 5}{8 + 5}$	

Tablo 3.9. Toprak ve bitki örneklerinden teşhis edilen türlerin benzerlik kat sayısı

	Bitki	Toprak
ORTAK	<i>Fusarium avenaceum</i> (Fr.) Sacc. 1886	
	<i>Fusarium concolor</i> (Reinking 1934)	
	<i>Fusarium discolor</i> (Appel & Wollenw. 1910)	
	<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc. 1886	
	<i>Fusarium oxysporum</i> (Smith & Swingle; 1970)	
	<i>Fusarium poae</i> (Peck) Wollenw. 1913	
	<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc., 1881.	
	Toplam 7 ADET (a)	
FARKLI	<i>Fusarium acuminatum</i> (Ellis & Everh. 1895)	<i>Fusarium camptoceras</i> (Wollenw. & Reinking 1925)
		<i>Fusarium culmorum</i> (Wm.G. Sm.) Sacc., Syll. fung. (Abellini)(1892)
		<i>Fusarium moniliforme</i> var.(anthophilum sensu auct. NZ)
		<i>Fusarium graminearum</i> (Schwabe 1839)
		<i>Fusarium ramigenum</i> (O'Donnell & Nirenberg 1998)
	Toplam: 1 Adet	Toplam: 5 Adet
Toplam: 8 Adet (b)		Toplam: 12 Adet (c)
Denklem	$C = \frac{2 \times a}{b + c}$	
Benzerlik Katsayısı	$0,70 = \frac{2 \times 7}{8 + 12}$	

Tablo 3.10. Eylül 2022 dönemine ait Simpson İndeksi ve türevleri, Shannon Çeşitlilik İndeksi ve Shannon Düzenlilik İndeksi (Evenness) sonuçları

	Eylül	Simpson's Index
<i>Fusarium acuminatum</i> (Ellis & Everh. 1895)	1	0
<i>Fusarium avenaceum</i> (Fr.) Sacc. 1886	4	0,003896104
<i>Fusarium camptoceras</i> (Wollenw. & Reinking 1925)	3	0,001948052
<i>Fusarium concolor</i> (Reinking 1934)	6	0,00974026
<i>Fusarium discolor</i> (Appel & Wollenw. 1910)	4	0,003896104
<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc. 1886	7	0,013636364
<i>Fusarium graminearum</i> (Schwabe 1839)	3	0,001948052
<i>Fusarium oxysporum</i> (Smith & Swingle; 1970)	10	0,029220779
<i>Fusarium poae</i> (Peck) Wollenw. 1913	9	0,023376623
<i>Fusarium ramigenum</i> (O'Donnell & Nirenberg 1998)	1	0
<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc., 1881.	8	0,018181818
TOPLAM İZOLAT SAYISI	56	
	D	0,105844156
	(1-D)	0,894155844
	(1/D)	9,447852761
	H	2,213
	E (H)	0,922852377

Tablo 3.11. Ağustos 2023 dönemine ait Simpson İndeksi ve türevleri, Shannon Çeşitlilik İndeksi ve Shannon Düzenlilik İndeksi (Evenness) sonuçları

	Ağustos	Simpson's Index
<i>Fusarium concolor</i> (Reinking 1934)	4	0,006968641
<i>Fusarium culmorum</i> (Wm.G. Sm.) Sacc., Syll. fung. (Abellini)(1892)	2	0,00116144
<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc. 1886	8	0,032520325
<i>Fusarium graminearum</i> (Schwabe 1839)	1	0
<i>Fusarium moniliforme</i> var.(anthophilum sensu auct. NZ)	2	0,00116144
<i>Fusarium oxysporum</i> (Smith & Swingle; 1970)	16	0,139372822
<i>Fusarium poae</i> (Peck) Wollenw. 1913	5	0,011614402
<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc., 1881.	4	0,006968641
TOPLAM İZOLAT SAYISI	42	
	D	0,199768
	(1-D)	0,800232
	(1/D)	5,005806736
	H	1,764
	E (H)	0,848484848

Tablo 3.12. Simpson İndeksi ve türevleri, Shannon Çeşitlilik İndeksi ve Shannon Düzenlilik İndeksi (Evenness) sonuçları

S.No	Tür Adı	İzolât Adeti	Simpson's Diversity Index (D)
1	<i>Fusarium acuminatum</i> (Ellis & Everh. 1895)	1	0,0000
2	<i>Fusarium avenaceum</i> (Fr.) Sacc. 1886	4	0,0013
3	<i>Fusarium camptoceras</i> (Wollenw. & Reinking 1925)	3	0,0006
4	<i>Fusarium concolor</i> (Reinking 1934)	10	0,0095
5	<i>Fusarium culmorum</i> (Wm.G. Sm.) Sacc., Syll. fung. (Abellini)(1892)	2	0,0002
6	<i>Fusarium discolor</i> (Appel & Wollenw. 1910)	4	0,0013
7	<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc. 1886	15	0,0221
8	<i>Fusarium graminearum</i> (Schwabe 1839)	4	0,0013
9	<i>Fusarium moniliforme</i> var.(anthophilum sensu auct. NZ)	2	0,0002
10	<i>Fusarium oxysporum</i> (Smith & Swingle; 1970)	26	0,0684
11	<i>Fusarium poae</i> (Peck) Wollenw. 1913	14	0,0191
12	<i>Fusarium ramigenum</i> (O'Donnell & Nirenberg 1998)	1	0,0000
13	<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc., 1881.	12	0,0139
TOPLAM İZOLAT SAYISI		98	0,1378
Toplam Tür Sayısı (S)		13	
Simpson İndeksi (D)		0,138	Shannon Çeşitlilik İndeksi (H)
Simpson Biyoçeşitlilik İndeksi (1-D)		0,862	Shannon Düzenlilik İndeksi (E)
Simpson Yaygınlık İndeksi (1/D)		7,256	

4. TARTIŞMA

Heterotrof olması nedeni ile önemli bir yere sahip olan funguslar saprofit olarak canlıların üzerinde gelişir. Bitkilerin dal, gövde, yaprak gibi kısımlarına yerleşerek selüloz ve ligninin yapısını bozarak organik maddeleri oluştururlar (Ulukapı,2016). Ziraî alanda fungusların bir kısmı bitkilerin sağlığını ve verimini kötü yönde etkiler. Bu durumda ekonomik açıdan üreticilere ve ülkeye zarar vermektedir. Bu olası kötü etkileri azaltmak için bakteriyel hastalıkların yanında fungal hastalıkların da keşfedilmesi gerekir. Funguslar bitkiler üzerinde patojen olarak bulunarak, bitkiye büyük zarar verirler (Doğan, 2023). Bu sebeple patojen fungusların tür içeriğini patojen türlerini ve konukçularıyla olan ilişkilerini bilmek gerekir (Ulukapı, 2016). Ülkemizde bitkilerin veriminin ve kalitesinin artırılması için mikolojik sorunların aydınlatılması gerekmektedir (Doğan, 2023). Fungusların bitkiler üzerindeki etkilerinin yanında toprak bünyesinde bulunan fungusların da insan ve hayvan sağlığı açısından etkileri bulunmaktadır. Bu etkiler yararlı veya zararlı olabilmektedir (Anğ, 2014).

Bu sebeplerin dışında azalan doğal kaynaklarımız sebebiyle birçok endüstriyel üründe mikroorganizmalarla üretim yapılmaktadır. Bu nedenledir ki dünya ve ülkemizde bulunan fungal biyoçeşitlilik araştırmacılar tarafından keşfedilmekte ve zengin bir izolat çeşitliliği ile de karşı karşıya kalınmaktadır (Kayış, 2019)

Araştırmamız esnasında yaptığımız arazi çalışmalarındaki gözlemlerimiz ve edindiğimiz bilgiler doğrultusunda da Şerbetçiotu bitkisi ülkemizde ekonomik değere sahip bir bitkidir. Ekmek ve bira yapımında özellikle ve bunun yanı sıra ilaç ve kozmetik sanayiinde kullanılan çok yıllık bir keyif bitkisidir (Şahin vd., 2012). Dünyadaki üretimi çok eski tarihlere dayanmakla beraber ülkemizde 1930 yıllarında İkinci Dünya Savaşı zamanında başlamıştır. Çeşitli araştırmalar ve üretim deneyimleri sonucunda 1965 yılından sonra ise tarımı en verimli bulunan bölge olan Bilecik/Pazaryeri'nde sadece 3.26 km²'lik bir sahada şerbetçiotu tarımı yapılmaya başlanmıştır. Türkiye'de tarımı yalnızca bu bölgede yapılmaktadır. Artan yıllık bira tüketimi oranı ile de ürettiğimiz şerbetçiotu yetersiz kalmıştır. Bu sebeple ihtiyacımız olan şerbetçi otunun yaklaşık %60 kadarını ithal etmekteyiz (Şahin vd., 2012).

Şerbetçiotu bitkisinin ekonomik değeri, endüstriyel anlamda işlenebiliyor olması ve tıp alanında bizlere sağladığı fayda nedeniyle tarımının yapıldığı bölgeye; toprak verimliliği, toprak kaynaklı mikrofungusların bitkiye ulaşması, mikrofungus kaynaklı bitki hastalıkları noktasında *Fusarium* cinsi etkileri ve son ürünlere olası bulaşma faktörü

oluşturabilecekleri düşünülüp araştırma bölgesi olarak seçilmiştir. Bu noktada dünyada hala devam etmekte olan savaş, felaket ve afet gibi unsurlar bunların yanında artan dünya nüfusu vb. sebeplerden ötürü gelecekte gıda kıtlığı yaşayacağımız öngörülmektedir. Avrupa ülkelerinde tüm bu sebeplerden dolayı çeşitli çalışmalar yürütülmektedir. Özellikle bu noktada temel besin kaynağı olan tahıl ürünlerine bulaş olması nedeniyle verim kaybı sağlayan *Fusarium* cinsi üyeleri dikkat çekmektedir. Ülkemizde ise bu alanda çalışmalar yeteri kadar aydınlatılmamıştır. Bu sebeple bu cinsin ülkemizde daha fazla dikkat çekmesi ve bu noktada çalışmaların yoğunlaşmasının önem arz ettiği düşünüldükçe bu cins çalışma konusu olarak uygun görülmüştür.

Nitekim şerbetçiotu ile ilgili yapılmış çalışmalar incelendiğinde; antibakteriyel, antifungal, antipareasitik, sitotoksik etkisi ve bu etkinin sahip olduğu fenolik bileşiklerin incelendiği araştırma çalışmalarının (Yılar, 2020; Tunalı, 2023) yanı sıra tıbbi ve aromatik bitkiler grubunda Türkiye ve Dünya'daki yeri üzerine derleme çalışmalarının (Avan, 2021) yapılmış olduğu ile karşılaşılmıştır.

Dolayısı ile bu çalışma Bilecik Pazaryeri'nde şerbetçiotu yetiştirilen topraklarda ve bitkilerde *Fusarium* cinsi üyelerine dair ilk çalışmadır. Çalışmamızda bölgede toprak ve bitkide *Fusarium* cinsi çeşitliliği Eylül 2022 ve Ağustos 2023 olmak üzere 2 farklı zaman diliminde örneklenmiştir. Çalışmada toplam 4 adet tarladan toplam 8 adet toprak, 7 adet bitki (Yaprak, dal, meyve kısımları) örneklemesi yapılmıştır.

İncelenen toprak örneklerinin % nem oranları Eylül 2022 döneminde %19,46-24,08 arasında, Ağustos 2023 döneminde ise %10,21-18,56 aralığında belirlenmiş ve Ağustos dönemindeki toprak örneklerinin mevsim gereği nem oranlarının Eylül 2022 döneminden düşük olduğu kaydedilmiştir.

SNA ve SFA+RB besi ortamları ile seçici olarak yapılan izolasyon çalışmasında en yüksek koloni oluşturan birim /g değeri SFA+RB $5,7 \times 10^4$ kob/g ile Eylül 2022 döneminde Güney ve Doğu lokasyonlarından kaydedilmiştir. SNA besi ortamında ise $1-1,5 \times 10^4$ kob/g koloni sayısı aralığı belirlenmiştir. Ancak Ağustos 2023 döneminde topraktaki bu sayıların ciddi derecede azaldığı (SFA+RB: $1,2 \times 10^4$, SNA: $1,2-11 \times 10^4$ kob/g) dikkat çekmiştir. Söz konusu durumun toprak nem oranının düşmesi ile ilişkili olabileceğinin yanı sıra Ağustos 2023 döneminde şerbetçiotu bitkisinin olgun dönemi olması nedeni ile “Sadece bitki paraziti olabilen *Fusarium* cinsi üyeleri mi dominant hale geçti?” sorusunu da beraberinde getirmiştir.

Çalışmada elde edilebilen toplam izolat sayısı da Eylül 2022 ve Ağustos 2023 dönemleri arasında karşılaşılan kob/g miktarındaki azalma ile paralellik göstermiştir. Sırası ile 141 adet ve 74 adet olmak üzere 215 adet izolat toprak örneklerinden elde edilmiştir.

Bitki örneklerinde ise; her bir örnekte gelişen mikrofungus izole edilmiş olup toplamda 11 adeti Eylül 2022 ve 40 adeti de Ağustos 2023 döneminden kaydedilmiştir. Görüleceği üzere Eylül ayında henüz bitki olgun dönemde olmadığı için toprak kaynaklı fungal gelişim baskın iken, Ağustos ayında şerbetçiotu bitkisi olgun aşamaya geçmiş olması ile bitki kaynaklı fungal gelişim ile karşılaşmıştır. Bu noktada “*Hangi fungal türler topraktan bitkiye taşınmakta ve agrasif fungal kontaminasyonlara yol açabilmekte?*” sorusu gündeme gelmiştir.

Dolayısı ile çalışma materyali olan *Fusarium* cinsi üyelerine konsantre olunarak elde edilmiş olan izolatlardan (toplam 215 adet) *Fusarium* cinsi üyeleri ile çalışmaya devam edilmiştir. Eylül 2022 döneminden toplamda 56 (Toprak kaynaklı; 41 adet, Bitki Kaynaklı; 15 adet), Ağustos 2023 döneminden ise 42 (Toprak kaynaklı; 30 adet, Bitki kaynaklı; 12 adet) adet *Fusarium* cinsi elde edilmiştir. Sonuç olarak 98 adet izolat çalışmada ele alınmıştır.

Elde edilen cins üyeleri makroskobik ve mikroskobik özellikleri dikkate alınarak teşhis edildiğinde 98 adet izolatın 13 adet türe ait olduğu belirlenmiştir. Çalışma kapsamında incelenen 98 adet izolatın 26 (%26,53)’ünün *F. oxysporum*, 15 adetinin (%15,31) *F. equiseti* ve 14 adedinin (%14,29) ise *F. poae* türüne ait olduğu görülmüştür. Bunu 12 adet (%12,24) ile *F. solani*, 10 adet (%10,20) ile *F. concolor* türleri takip etmiştir. Diğer kaydedilmiş türler olan *F.culmorum*, *F.moniliforme*, *F.camptoceras*, *F.avenaceum*, *F. discolor* ve *F. graminearum* ise sırasıyla 2-4 adet (%2,04-4,08) aralığında belirlenmiştir (Tablo 3.6, Şekil 4.1).

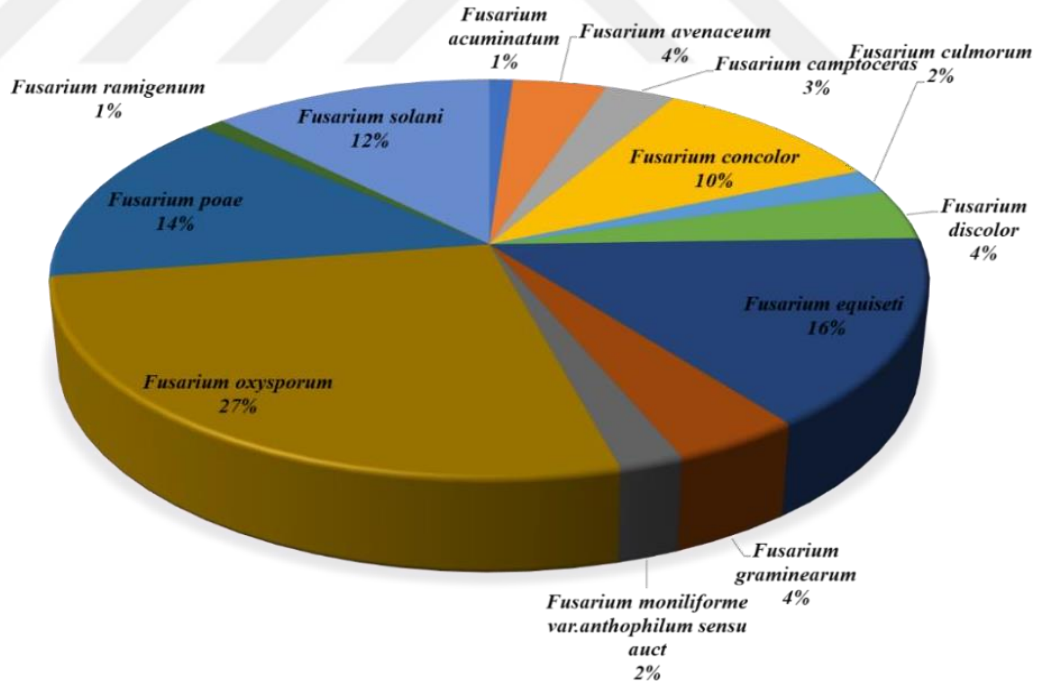
Çalışmada nadir olarak karşılaşılan türler ise *Fusarium acuminatum* (1: %1,02) ve *Fusarium ramigenum* (1: %1,02) olarak kaydedilmiştir (Tablo 3.6, Şekil 4.1). Ayrıca *Fusarium camptoceras* (Wollenw. & Reinking 1925) ve *Fusarium ramigenum* (O'Donnell & Nirenberg 1998) türlerinin Sesli vd. (2020)’ye göre Türkiye için yeni kayıt olduğu belirlenmiştir.

Yapılan arazi çalışmaları dönemsel olarak henüz bitkinin gelişmeden önceki ve olgun ve uzun bitkilerin oluştuğu, ekonomik değeri olan meyvenin meydana geldiği hasat öncesi şeklinde seçilmiştir. Bunun sebebi ise toprakta bulunan fungal çeşitlilik ile

bitkideki fungal çeşitliliğin arasında bir ilişki olup olmadığına dair bir inceleme yapmaktır. Çalışma dönemi olan Eylül 2022 ve Ağustos 2023 dönemleri toprak ve bitki örnekleri ayrı ayrı olmak kaidesi ile tür çeşitliliği yönünden kıyaslandığında iki döneme ait toprak örneklerinin 0,66 (Tablo 4.1), bitki örneklerinin ise 0,77 (Tablo 4.1) benzerlik kat sayısına sahip olması ile biyoçeşitlilik yönünden benzer oldukları görülmüştür. Bunun yanı sıra toprak örneklerinden elde edilen biyoçeşitlilik ile bitki örneklerinden elde edilen biyoçeşitliliğin 0,70 (Tablo 4.1) benzerlik katsayısına sahip olması ile çok yıllık tarımı yapılan şerbetçiotu bitkisinin yüzeyinde tespit edilmiş olan *Fusarium* üyelerinin tarımı yapılan topraklar kaynaklı olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 4.1. Çalışmaya ait benzerlik katsayıları özet tablosu

	Eylül 2022 Toprak	Ağustos 2023 Toprak	Eylül 2022 Bitki	Ağustos 2023 Bitki	Bitki	Toprak
Benzerlik Katsayısı	0,66		0,77		0,70	



Şekil 4.1. Çalışmada elde edilmiş olan tür çeşitliliği ve yüzde dağılımları

Çalışma kapsamında belirlenen biyoçeşitlilik üyelerinde Eylül 2022 ve Ağustos 2023 verileri kıyaslandığında Simpson Biyoçeşitlilik indeksinin (1-D) 0,894 (Tablo 4.2) olması ile en yüksek biyoçeşitlilik Eylül 2022 döneminde kaydedilmiştir. Ağustos döneminde ise bu değer 0,800 olarak kaydedilmiştir. Bu biyoçeşitlilik içinde Simpson yaygınlık indeksine (1/D) göre Eylül 2022 döneminde (9,44), *F. oxysporum* ve *F. poae* dominant türler olarak kaydedilmiştir (Tablo 4.2). Bu durum Ağustos 2023 döneminde ise bu türlere ilaveten *F. equiseti*'nin dominant hale geçmesi olgun bitki ve meyvesi ile ilişkili olabileceği fikrini uyandırmıştır. Dolayısı ile Eylül 2022 döneminin tür yoğunluğunun (**H:2,213, E (H). 0,922**) Ağustos 2023 döneminden yüksek olduğu (**H:1,764, E (H). 0,848**) belirlenmiştir (Tablo 4.2).

Çalışmada elde edilmiş olan biyoçeşitlilik incelendiğinde Simpson biyoçeşitlilik indeksinin 0,862 elde edilmiş olması ile biyoçeşitliliğin yüksek olduğu belirlenmiş olup, yoğunlukları da H: 2,158 ve E(H): 0,841 olması ile desteklenmiştir (Tablo 4.2)).

Tablo 4.2. Biyoçeşitlilik değerlendirme indeksleri özeti

	Eylül 2022	Ağustos 2023	Eylül 2022+ Ağustos 2023
Toplam İzolat Sayısı	56	42	98
S (Tür adeti)	11	8	13
D	0,105844156	0,199768	0,138
(1-D)	0,894155844	0,800232	0,862
(1/D)	9,447852761	5,005806736	7,256
H	2,213	1,764	2,158
E (H)	0,922852377	0,848484848	0,841

Çalışmada *Fusarium* cinsine ait 5 tür (*F. oxysporum*, *F. equiseti*, *F. poae*, *F. solani*, *F. concolor*) Simpson yaygınlık indeksi olan 7,256 değeri üzerinde olması ile de çalışmada dominant türler olarak kaydedilmiştir.

Bu 5 *Fusarium* türü (*F. oxysporum*, *F. equiseti*, *F. poae*, *F. solani*, *F. concolor*) hakkında yapılan literatür çalışmalarında bitki patojeni olarak sıkça karşılaşıldığı görülmüştür. Teşhis edilen *Fusarium oxysporum* türünün bitkiler üzerinde karşılaşılan solgunluk hastalığına sebebiyet verdiği bilinmektedir. Bu hastalık ülkemizde ciddi kayıplara neden olmaktadır. Tarımdaki üretim ve verim kaybının yaklaşık %50'sine sebebiyet verdiği bilinmektedir (Dilmaç vd., 2020). *Fusarium oxysporum* aynı zamanda faydalı bir bitki endofiti olarak da yaşamını sürdürebilmektedir. Ancak tarım alanındaki çalışmalarda genelde bitki patojeni olarak kayıtlara geçmiştir.

Fusarium equiseti, *Fusarium solani*, *Fusarium concolor* da *Fusarium oxysporum* ile bitkilere benzer bir etki mekanizması sergilemektedir. Özellikle *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum* ve *Fusarium equiseti* bitkiye aynı anda enfekte olup aynı habitatta yaşamlarını sürdürebilirler (Hami vd., 2021).

Arazi çalışmalarımız sırasında tarlalarda görülen bazı ambalaj atıklarının fungusit ilaçlarının çiftçiler tarafından kullanıyor olduğunu işaret etmiş ve bölge halkının fungal kontaminasyon ile mücadele içinde olduğunu göstermiştir (Şekil 4.2-3).



Şekil 4.2. Eylül 2022 ayında tarlada kullanılan fungusitler



Şekil 4.3. Ağustos 2023 yılında tarlada kullanılan fungusitler

Örnekleme sırasında yaptığımız gözlemlerde fungal enfeksiyonlu olarak değerlendirilen bitkilerin yaprak, dal ve meyvesinde sararmalar, kahverengimsi lekeler, pamuksu iplik şeklinde gelişimler görülmüş ve bunlar bitki örneklemesinde dikkate alınarak “agresif fungal kontaminasyonlu örnek” olarak çalışmaya dahil edilmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Enfekte olmuş şerbetçiotu bitki yaprağı ve meyvesi

Tüm bu bitki örnekleme çalışmalarının yanı sıra sağlıklı bir bitkiden (Şekil 4.5) de örnekleme yapılmış ve izolasyon işlemine alınmıştır. Yapılan bu izolasyon işlemi sonucunda, bitki parçalarında *Fusarium* cinsine rastlanmamıştır (Şekil 4.6). Bu sonuç çalışma kapsamında belirlenen bitki kökenli *Fusarium* üyelerinin dikkat çeken bitki enfeksiyonlarının nedeni olduğu sonucuna varılmıştır.



Şekil 4.5. Sağlıklı şerbetçiotu bitkisi

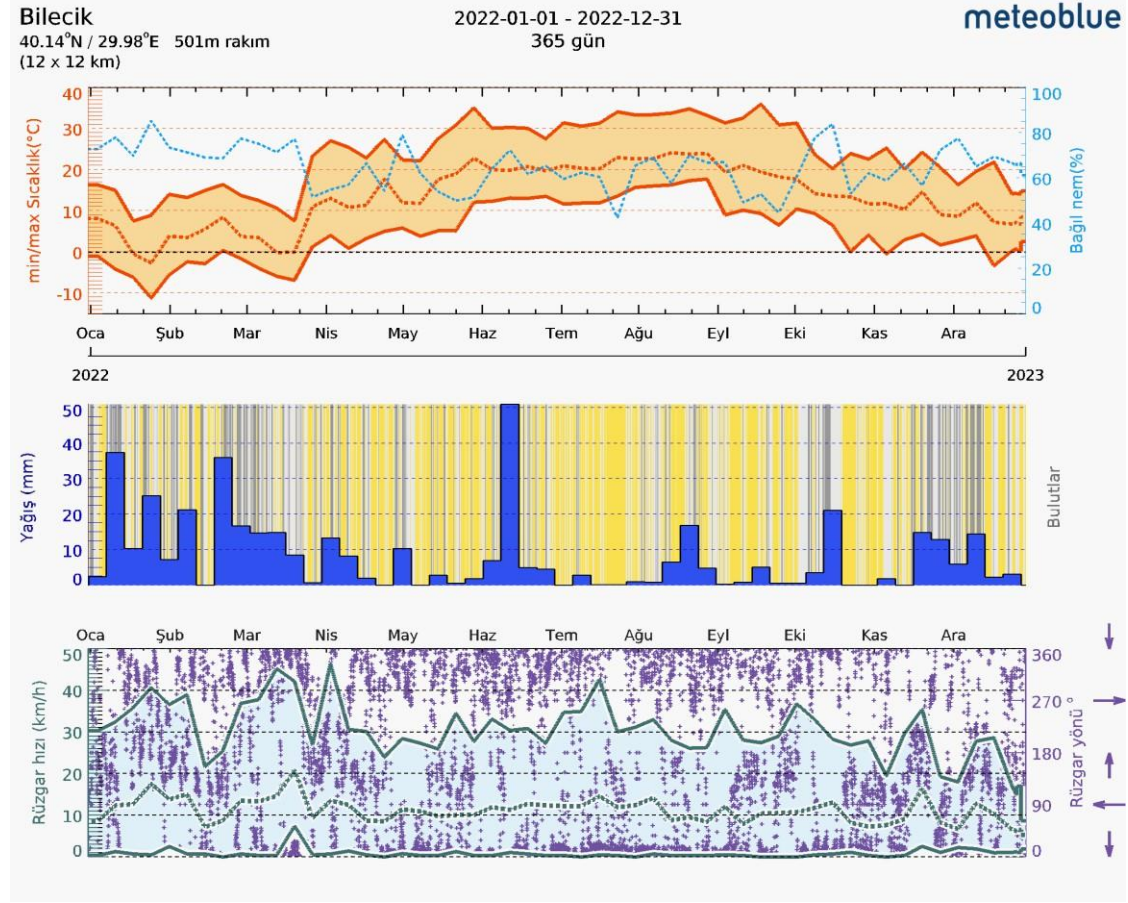


Şekil 4.6. Sağlıklı şerbetçiotu bitkisinden yapılan izolasyon sonucunda saflaştırmaya alındığında gelişen *Fusarium* üyesi olmayan bir izolat örneği (PDA besi ortamında petri önü ve arkası görüntüsü)

Arazi çalışmaları, elde edilmiş olan veriler ve bölgeye ait ilgili dönemlerin meteorolojik verileri incelendiğinde, meteorolojik faktörlerin biyoçeşitlilik ve dağılı üzerine etkileri noktasında dikkat çeken hususların olduğu fark edilmiştir.

Arazi çalışmamızı gerçekleştirmiş olduğumuz Eylül 2022 tarihindeki Meteoroloji Haritalarını incelediğimizde bölgedeki sıcaklık ortalama 30 °C ve nem oranı ise %65-%70 olarak kaydedilmiştir. Yağış durumunu inceleyecek olursak Eylül 2022 tarihinde

havanın bulutlu ve yağış miktarının ise 20-30 mm civarında olduğu kaydedilmiştir. Rüzgar hızı ve rüzgar yönünü ele aldığımızda ise yaklaşık 35 km/h hızda ve rüzgar yönü ise Batı'dan Doğu'ya doğru gözlemlenmiştir (Şekil 4.7).

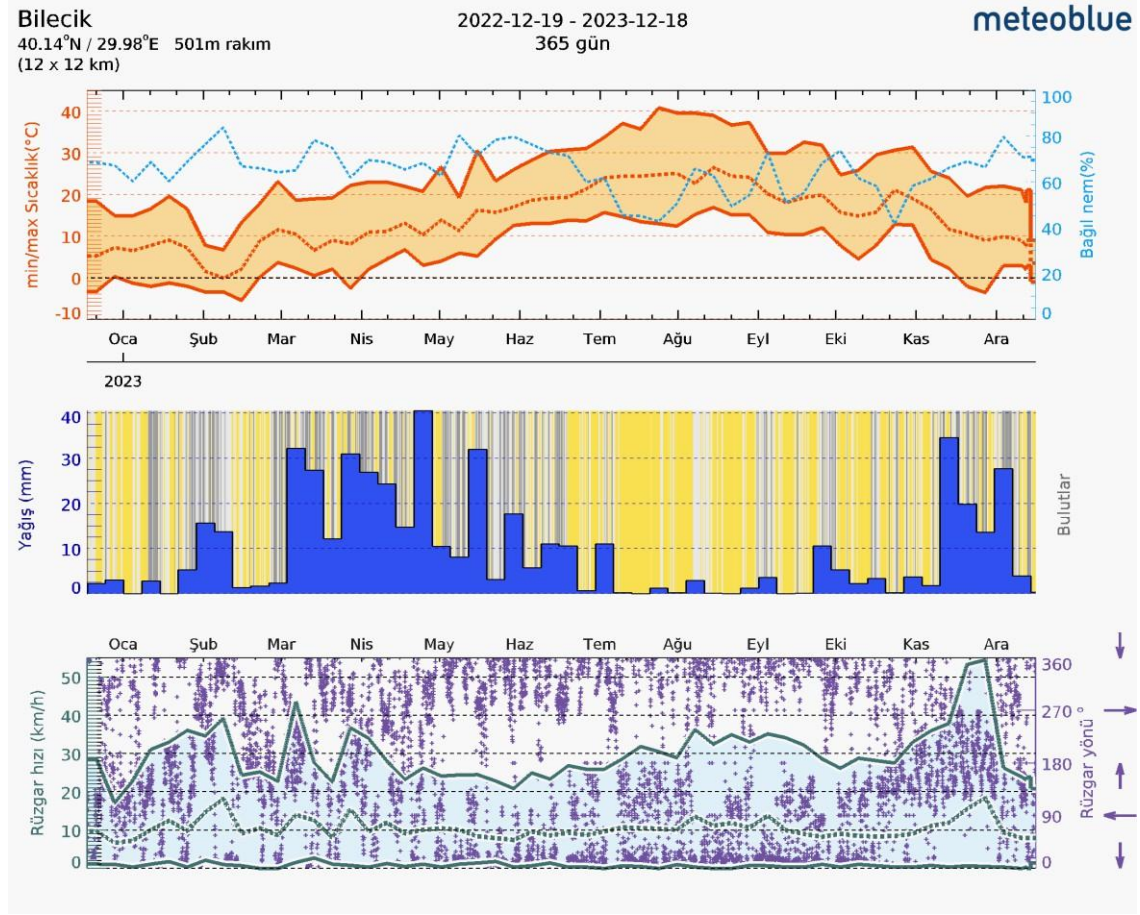


Şekil 4.7. Eylül 2022 dönemi kapsayan 2022 yılı Bilecik bölgesi meteoroloji kayıtları (<http-7>)

Eylül 2022 dönemi izolasyonları incelendiğinde genel toplamında en fazla izolat sayısı Doğu lokasyonunda görülürken, en az izolat sayısı Batı lokasyonunda kaydedilmiştir. Toprak izolat sayısı incelendiğinde ise izolat sayısı en fazla olan lokasyon tekrar Doğu, en az izolat sayısı ise beklenildiği üzere tekrar Batı lokasyonu olarak kaydedilmiştir. Bu noktada bitki örneklerini inceleyecek olursak en fazla bitki izolatu sayısı Kuzey lokasyonunda, en az bitki izolat sayısı ise Doğu lokasyonunda kaydedilmiştir.

Arazi çalışmamızı gerçekleştirmiş olduğumuz Ağustos 2023 tarihindeki Meteoroloji Haritalarını incelediğimizde ise bölgedeki sıcaklık ortalama 40 °C ve nem oranı ise %50-%60 olarak kaydedilmiştir. Yağış durumunu inceleyecek olursak Ağustos 2023 tarihinde hava berrak ve yağış miktarının ise 5-10 mm civarında olduğu

kaydedilmiştir. Rüzgar hızı ve rüzgar yönünü ele aldığımızda ise yaklaşık 30 km/h hızda ve rüzgar yönü ise Kuzey'den Batı'ya doğru olduğu görülmüştür (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Eylöl 2022 dönemi kapsayan 2022 yılı Bilecik bölgesi meteoroloji kayıtları (<http-7>)

Ağustos 2023 dönemi izolasyonları incelendiğinde genel toplamında en fazla izolat sayısı Batı lokasyonunda görülürken, en az izolat sayısı Kuzey lokasyonunda kaydedilmiştir. Toprak izolat sayısı incelendiğinde ise izolat sayısı en fazla olan lokasyon tekrar Batı, en az izolat sayısı ise Güney lokasyonu olarak kaydedilmiştir. Bu noktada bitki örneklerini inceleyecek olursak en fazla bitki izolatu sayısı Güney lokasyonunda, en az bitki izolat sayısı ise Doğu lokasyonunda kaydedilmiştir.

Bu verilere göre araştırma yaptığımız dönemdeki lokasyonlarda elde ettiğimiz toprak izolat sayısına rüzgar yönünün bir etkisi olduğu düşünülmektedir. Rüzgarın estiği yöndeki lokasyonlarda bulduğumuz izolat sayısı da bu duruma paralel olarak daha yüksek kaydedilmiştir. Sonuç olarak Eylöl 2022'de fungal sporların rüzgar etkisiyle Batı'dan Doğu'ya, Ağustos 2023'te ise Kuzey'den Batı'ya taşındığı görüşüne varılmıştır.

Sonuç olarak rüzgar başta olmak üzere tarla topraklarındaki mikrofungus ve *Fusarium* cinsi üyelerinin yayılışı üzerine meteorolojik faktörlerin etkili olduğu ve dikkate alınmasının anlamlı veriler sağlayacağı görüşüne varılmıştır.



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Sonuçlar;

- Bilecik/Pazaryeri'nde toprak ve şerbetçiotundan *Fusarium* izolasyonu ve morfolojik karakterizasyonunun belirlenmesi ilk defa bu çalışma ile gerçekleştirilmiştir.
- *Fusarium* cinsi üyelerinin izolasyon ve morfolojik karakterizasyonunu belirlerken kullanılan besi ortamları ve yöntemler açısından yapılacak diğer çalışmalara ışık tutacaktır.
- Toplamda 98 adet *Fusarium* cinsi üyesi karakterize edilmiştir.
- Bitkilerin yetiştirilmekte olduğu topraktaki enfeksiyon oluşturabilecek *Fusarium* cinsi üyeleri; *Fusarium concolor*, *Fusarium equiseti*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium poae*, *Fusarium solani* olarak tespit edilmiştir.
- Ülkemiz için yeni kayıt olarak geçen *Fusarium camptoceras* ve *Fusarium ramigenum* teşhis edilmiştir.
- Bilecik/Pazaryeri'ndeki *Fusarium* cinsi yoğunluğu belirlenmiştir. *Fusarium oxysporum* hem bitki hem de toprak örnekleri için en baskın tür olarak gözlemlenmiştir.
- Sağlıklı bitkiden yapılan izolasyon çalışmasında *Fusarium* cinsi üyelerine rastlanmamıştır.
- Şerbetçiotunun yetiştirildiği topraklarda bitkinin henüz gelişmediği ve bitkinin hasat öncesinde yapılmış olan çalışmalar doğrultusunda toprak örneklerinde izole edilen *Fusarium* cinsi sayısı azalmışken, bitki örneklerinde arttığı gözlemlenmiştir.
- *Fusarium* cinsi biyoçeşitliğine çevresel faktörlerin de oldukça etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Özellikle rüzgar yönü biyoçeşitlilik açısından en dikkat çekici parametredir.

Öneriler;

Bilecik/Pazaryeri şerbetçiotu tarlalarındaki diğer mikrofungusların karakterizasyon çalışması yapılarak bölgenin mikrofungus çeşitliliği belirlenebilir. Biyoçeşitlilik çalışmaları ülkemizde ve dünyada sıklıkla yapılmaktadır. Bu çalışmalar sonucunda ulusal ve uluslararası kültür koleksiyonları oluşturulmaktadır. İzole edilen 98 adet türden toplam 13 adet farklı tür tespit edilmiştir, ilerleyen çalışmalarımızda bu izolatlardan temsilciler

seçilip bu 13 farklı türün moleküler karakterizasyonları üzerine çalışmalar yürütülebilir. Moleküler karakterizasyonları yapılan türlerin mikotoksin üretme yetenekleri ve kemataksinomileri incelenebilir. Bu incelemeler doğrultusunda şerbetçiotu ile olan ilişkileri hakkında daha fazla yorum yapılabilir ve belki de multidisipliner bir çalışma ile söz konusu türlerin ekonomik etkileri ve mücadele yöntemleri araştırılabilir.



KAYNAKÇA

- Altıntaş, A. (2011). Müze-i Hümayun Müdürü Osman Hamdi Bey'in Şerbetçiotu Yetiştirme Girişimi ve Eski Tıpta Şerbetçiotu. *Lokman Hekim Journal Supplement VII*. Lokman Hekim Days 11 - 14 May 2011 First Session
- Anğ, F. (2014). *Kilis İlinin Güneyinde Bulunan Verimli Toprakların Mikrofungus Florasının Araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi. Kilis, Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı.
- Avan, M. (2021). Türkiye'de ve Dünya'da Görülen Önemli Tıbbi ve Aromatik Bitkiler, Özellikleri ve Hastalıkları Üzerine Araştırmalar. *Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*. 3(1), 129-156, 2021
- Aydın, M. H. (2019). Nohut (*Cicer arietinum* L.)'ta Solgunluğa Neden Olan *Fusarium oxysporum*'un Biyolojik Mücadelesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 6(1): 65-72.
- Bankole ve Adebanjo, (2003). Mycotoxins in food in West Africa: current situation and possibilities of controlling it. *African Journal of Biotechnology*. Vol. 2, 254- 263
- Başkaya, Z. (2019). Bilecik İlinde Şerbetçiotu Üretiminin Coğrafi Esasları. *The Geographical Foundations of Hops Production in Bilecik Eastern Geographical Review* – 25.207
- Bayar, T. (2017). *Bazı Makromantarların Fusarium Türlerine Karşı Antifungal Aktiviteleri*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Samsun. Ondokuz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı.
- Biçici, M. (2021). Bölüm V-B h. *Fusarium* E. Fries 1821 *Mantar Bilimi*. [https://mehmetbicici.com.tr/3d-flip-book/fusarium-e-fries-1821.\(24.11.2022\)](https://mehmetbicici.com.tr/3d-flip-book/fusarium-e-fries-1821.(24.11.2022))
- Bray, J. R. and Curtis, J. T. (1957). An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological monographs*, 27(4): 325-349.
- Brown, J.C. (1958). Soil fungi of some British sand dunes in relation to soil type and succession, *Ecology*. 46, 641-664.
- Çakıcı H., Yener H., ve Aydın Ş. (2005). Bilecik-Pazaryeri Yöresi Şerbetçiotu Plantasyonlarının Beslenme Durumu. *Ege Üniv. Ziraat. Fak. Derg.* 42(3):123-134
- Çakırbey, S. (2012). *Kavun Solgunluk Patojeni Fusarium Oxysporum F.sp. Melonis'e Karşı Farklı Kompostlardan Elde Edilen Mikroorganizmaların In Vitro Antifungal Etkileri*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Antakya/HATAY. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı
- Demir, C. (2014). *Orchis Laxiflora ve Orchis Punctulata(Orchidaceae) Taksonlarının DNA Sekans Yöntemiyle Moleküler Filogenetik Özelliklerinin Belirlenmesi*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Edirne, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı.

- Demirel, R. (2023). *Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Deneme, Üretim ve İyileştirme Tarlalarının Mikrobiyotası ve Mevsimsel Dağılımı*. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir, Osmangazi Üniversitesi, Biyoloji Anabilim Dalı, Genel Biyoloji Bilim Dalı
- Dilmaç, M., Dinler, H., Kaki, B., (2020). Non patojen *Fusarium* spp.'lerinin Nohutta *Fusarium* Solgunluğuna Karşı in vitro Koşullarda Antagonistik Etkilerinin Belirlenmesi, *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(3): 775–792, 2020
- Doğan, G. (2023). *Yedigöller Milli Parkı'nda Yetişen Vasküler Bitkilerden İzole Edilen Mikrofunguslar Üzerine Taksonomik Bir Çalışma*. Doktora Tezi. Kırşehir. T.C. Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı.
- Eken. A. (2021). *Çeşme Kavunu Yetiştiriciliğinde Fusarium Solgunluğu ile Mücadelede Aşılı Fide Kullanım Olanaklarının Araştırılması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Aydın, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı.
- Erberk G. (2020). *Antalya Domates Üretim Alanlarından İzole Edilen Fusarium İzolatlarının Genotipik Ve Fenotipik Karakterizasyonu*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü-Bitki Koruma Anabilim Dalı-Antalya
- Fourie G., Steenkamp ET., Ploetz RC., Gordon TR., and Viljoen A. (2011). Current status of the taxonomic position of *Fusarium oxysporum* formae specialis cubense within the *Fusarium oxysporum* complex. *Infect Genet Evol.* 11 (3), 533-542.
- Geiser, D.M., Aoki T., Bacon CW., Baker SE. Vb. (2013). One Fungus, One Name: Defining the Genus *Fusarium* in a Scientifically Robust Way That Preserves Longstanding Use. *Phytopathology*, 103 (5), 400-408.
- Gräfenhan, T., Schroers, H., Nirenberg, H., and Seifert, K. (2011). An overview of the taxonomy, phylogeny, and typification of nectriaceous fungi in *Cosmospora*, *Acremonium*, *Fusarium*, *Stilbella*, and *Volutella*. *Studies in Mycology*.(68),79- 113.
- Eriksen G.S. (1998). *Fusarium Toxins in Cereals: A Risk Assessment*. Copenhagen: Tema Nord Food
- Hami, Ammarah; Rasool, Rovidha S.; Khan, Nisar A.; Mansoor, Sheikh; Mir, Mudassir A.; Ahmed, Nazeer; Masoodi, Khalid Z. (2021). "Morpho-molecular identification and first report of *Fusarium equiseti* in causing chilli wilt from Kashmir (Northern Himalayas) (Article number: 3610)". *Scientific Reports*
- Hasanekoğlu, İ. (1991). *Toprak Mikrofungusları*. Cilt I-VII, Atatürk Üni. Yay. No:689, Kazım Karabekir Eğt. Fak. Yat. No:11, Erzurum.
- Hussein H.S., and Brasel, J.M. (2001). Toxicity, metabolism, and impact of mycotoxins on humans and animals. *Toxicology*, Cilt 167(2), Sayfa 101-134
- Irinyi, Laszlo et al. (2015). International Society of Human and Animal Mycology (ISHAM)-ITS reference DNA barcoding database: the quality controlled standard tool for routine identification of human and animal pathogenic fungi.

- İncekara, R. (2011). *Hıyar Kök ve Kökboğazı Çürüklüğü Etmeni Fusarium oxysporum F. sp. radicis-cucumerinum'a Karşı Bitki Uçucu Yağların Antifungal Etkileri*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Antakya/HATAY. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı
- Kayış, O. (2019). *Çamaltı Tuzlasından İzole Edilen Mikrofungusların Karakterizasyonu*. Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Temel ve Endüstriyel Bilim Dalı.
- Kaymaz, Z. Ve Gülümser, E. (2023). Şerbetçi Otunun (*Humulus lupulus* L.) Silaj Verimi ve Kalitesi Silage Yield and Quality of Hop (*Humulus lupulus* L.). *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 2023, 9(3): 436 – 447
- Kekeç, H. (2019). *MAS Moleküler Markör Yardımıyla Seleksiyon ve Anter Kültürü Kullanılarak Yamula Patlıcanda Fusarium Oxysporum Schlecht. F. sp. Melongenae'ye Dayanımın Aktarılması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Kayseri; Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
- Kızılok, H. (2019). *Mercimekte Fusarium Solgunluğu Etmeni Fusarium Oxysporum F.sp. Lentis'in Biyolojik Kontrolü Üzerinde Araştırmalar*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Gaziantep; Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Koral, A.Ö. ve Türктаş, M. (2018). Patlıcanda *Fusarium* Solgunluğuna Dayanıklılık ve Mücadele Çalışmaları. *Çukurova Tarım Gıda Bil. Der. Çukurova J. Agric. Food Sci.* 33(1): 111-124.
- Kumar S., Stecher G., Li M., Kynaz C., and Tamura, K. (2018). MEGA X: Molecular Evalutionary Genetics Analysis Across Computing Platforms. *Molecular Biology and Avolution* 35: 1547-1549.
- Lee, R. J., and Cole, S. R. (1994). Internal Quality Control Samples for Water Bacteriology. *Journal of Applied Bacteriology* 76, 270-274.
- Leslie,J., and Summerell, B. (2006). *Fusarium laboratory workshops- A recent history*, *Mycotoxin Research*, (22),73-74
- Magurran, A. E., and Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*, Springer.
- Margalef, R. (1972). "Homage to Evelyn Hutchinson, or why is there an upper limit to diversity." *Transactions of the Illinois State Academy of Science* 44: 221-235.
- Önder, M. (1973). Atatürk Üniversitesi Çiftliği Eğerli Dağı Kuzey Yamacı ve Trabzon Hopa Sahil Şeridi Mikrofungus Florası ile İlgili Bir Araştırma. *Atatürk Üni. Yay.* 21, Erzurum
- Özkeskin, M. E. (2019). *Bazı Buğday Çeşitlerinin Başak Yanıklık Hastalığı Etmeni Fusarium graminearum ve Fusarium culmorum'a Duyarlılıklarının Belirlenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Düzce; Düzce

Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Öztürk, E. (2023). *Şerbetçi Otunun (Humulus lupulus L.) Ot Verimi Ve Kalitesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Bilecik; T.C. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı
- Samson, R.A. Houbaken, J., Thrane, U., Frisvad, J.C., Andersen, B. (2019). *Food and Indoor Fungi*. (2) Centraalbureau voor Schimmelcultures.
- Sesli,E., Asan, A. ve Selçuk, F. (edlr.) Abacı Günyar, Ö., Akata, I., Akgül, H., Aktaş, S., Alkan, S., Allı, H., Aydoğdu, H., Berikten, D., Demirel, K., Demirel, R.,Doğan, H.H., Erdoğan, M., Ergül, C.C., Eroğlu, G., Giray, G., Haliki Uztan, A., Kabaktepe, Ş., Kadaifçiler, D., Kalyoncu, F., Karaaltı, İ., Kaşık, G., Kaya, A., Keleş, A., Kırbağ, S., Kıvanç, M., Ocak,İ., Ökten,S., Özkale, E., Öztürk,C., Sevindik, M., Şen, B., Şen,İ., Türkekul,İ., Ulukapı,M., Uzun, Ya., Uzun, Yoltaş,A. (2020). Türkiye Mantarları Listesi. Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Yayını. İstanbul
- Shannon, C. E. and Weaver, W. (1949). "The mathematical theory of communication (Urbana, IL." University of Illinois Press 19(7): 1
- Sükût, F. (2018). *Fusarium culmorum ile Enfekteli Buğday Tohumlarında Fungisitlerin Patojen Üzerine Etkisinin Belirlenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Tekirdağ; Namık Kemal Üniversitesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı.
- Şahin, G. ve Erbilen, S. (2012). *Türkiye’de Yetiştirilen Keyf Bitkileri İçerisinde Özel Bir Tür: Şerbetçiotu (Humulus lupulus L.)*, Vol. 4, No. 3
- Şahin, G. ve Üçışık, S. (2023). Türkiye’de Yetiştirilen Keyf Bitkileri İçerisinde Özel Bir Tür: Şerbetçiotu (Humulus lupulus L.), *Zeitschrift für die Welt der Türken ZfWT* Vol. 4, No. 3 (2012),237
- Tamura, K. ve Nei, M. (1993). "Estimation of the number of nucleotide substitutions in the control region of mitochondrial DNA in humans and chimpanzees", *Molecular Biology and Evolution*, 10, 512–526
- Tunalı, F. (2023). *Extraction of Humulus Lupulus L. Plant Grown In Turkey and Their Biological Activities*. Doktora Tezi. Konya; Konya Food and Agriculture University Graduate School Of Natural And Applied Sciences, Departman of Biotechnology.
- Ulukapı, M. (2016). *Mucur İlçesi (Kırşehir)’nin Bitki Mikrofungusları*. Kırşehir. T.C. Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı.
- Yılar, M., Bayar, Y.,Onaran, A. (2020). Bazı Bitki Patojeni Funguslara Karşı *Humulus Lupulus L.* Bitki Ekstraktının Antifungal Aktivitesi. *Bahçe 49 (Özel Sayı 1: II. Uluslararası Tarım Kongresi (UTAK 2019))*: 113-118
- Waksman, S.A. (1922). A Method for Counting the Number of Fungi in the Soil. *Journal of Bacteriology*, 7(3): 339.

http-1: <https://en.wikipedia.org/wiki/Fusarium> (Erişim tarihi:20.12.2023)

http-2 : <https://www.adelaide.edu.au/mycology/fungal-descriptions-and-antifungal->

[susceptibility/hyphomycetes-conidial-moulds/fusarium](https://www.forestimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5390532#)

(Erişim

tarihi:20.12.2023)

http-3 : <https://www.forestimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5390532#>

(Erişim tarihi:20.12.2023)

http-4 : <https://www.inspq.qc.ca/en/moulds/fact-sheets/fusarium-spp>

(Erişim

tarihi:20.12.2023)

http-5 : <https://www.indexfungorum.org/names/names.asp> (Erişim tarihi:20.12.2023)

http-6 : <https://virtue.gmbl.se/english-content/biodiversity-calculator> (Erişim

tarihi:20.12.2023)

http-7 : https://www.meteoblue.com/tr/hava/hafta/bilecik_t%C3%BCrkiye_750598(

Erişim tarihi:20.12.2023)

http-8: https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/8416/mod_resource/content/0/Tarla%20II%20I%20hafta%20I..pdf (Erişim tarihi:20.01.2024)

http-9:

https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fbku.tarimorman.gov.tr%2FZararli%2FKaynakDetay%2F391&psig=AOvVaw0eC49CA3MWVXOX_DIBpXF_&ust=1706228530747000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CAgQrpoMahcKEwjYv-ncoveDAxUAAAAAHQAAAAAQBA

(Erişim

tarihi:20.01.2024)



ÖZGEÇMİŞ

ORCID ID : 0009-0009-4879-1546
Adı Soyadı : Seda ÖZTAŞ
Yabancı Dili : İngilizce, İspanyolca
Doğum Yeri ve Yılı :
E-Posta :

Eğitim ve Mesleki Geçmişi:

- 2014-Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü
- 2019, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Onkoloji Hastanesi, Biyolog
- 2020, Final Dergisi Dershaneleri, Biyoloji ve Fen Bilgisi Öğretmeni
- 2021, Eskişehir Teknik Üniversitesi, Temel ve Endüstriyel Mikrobiyoloji Yüksek Lisans.