

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**AFYONKARAHİSAR İLİ PATATES ALANLARINDA KURU ÇÜRÜKLÜK
HASTALIĞI ETMENİ *FUSARIUM* TÜRLERİNİN MOLEKÜLER
TANILAMASI**

Turhan ÇOMAK

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİTKİ KORUMA

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EYLÜL 2020

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**AFYONKARAHİSAR İLİ PATATES ALANLARINDA KURU ÇÜRÜKLÜK
HASTALIĞI ETMENİ *FUSARIUM* TÜRLERİNİN MOLEKÜLER
TANILAMASI**

Turhan ÇOMAK

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİTKİ KORUMA

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EYLÜL 2020

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AFYONKARAHİSAR İLİ PATATES ALANLARINDA KURU ÇÜRÜKLÜK
HASTALIĞI ETMENİ *FUSARIUM* TÜRLERİNİN MOLEKÜLER
TANILAMASI**

**Turhan ÇOMAK
BİTKİ KORUMA
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Bu tez Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) tarafından FYL-2019-4388 nolu proje
ile desteklenmiştir**

EYLÜL 2020

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**AFYONKARAHİSAR İLİ PATATES ALANLARINDA KURU ÇÜRÜKLÜK
HASTALIĞI ETMENİ *FUSARIUM* TÜRLERİNİN MOLEKÜLER
TANILAMASI**

Turhan ÇOMAK
BİTKİ KORUMA
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 14/09/2020 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Mürsel ÇATAL(Danışman)

Doç. Dr. Cengiz İKTEN

Dr. Öğr. Üyesi Kadir AKAN

ÖZET

AFYONKARAHİSAR İLİ PATATES ALANLARINDA KURU ÇÜRÜKLÜK HASTALIĞI ETMENİ *FUSARIUM* TÜRLERİNİN MOLEKÜLER TANILAMASI

Turhan ÇOMAK

Yüksek Lisans Tezi, Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Mürsel ÇATAL

Eylül 2020; 63 sayfa

İnsan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan patates bitkisi (*Solanum tuberosum* L.) Solanaceae familyası içerisinde yer almaktadır. Patatesin gen merkezi Güney Amerika olmasına rağmen yüksek adaptasyonu ve verimi nedeniyle günümüzde tüm dünyada yetiştiriciliği yapılmaktadır. Türkiye’de Afyonkarahisar ili, patates üretim miktarı olarak Niğde ve Konya illerinden sonra 3. sırada bulunmaktadır. Hasat sonrası ve depolama sırasında önemli kayıplara neden olan etmeni *Fusarium* cinsi içindeki türlerin sebep olduğu kuru çürüklük hastalığı patatesin önemli fungal hastalıklarından birisidir.

Bu çalışmada; ülkemizin önemli patates üretim alanlarından Afyonkarahisar ilinde bulunan kuru çürüklük etmeni *Fusarium* türlerinin teşhislerinin yapılması ve yaygınlıklarının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla Afyonkarahisar ilinin Sandıklı, Şuhut, Dinar, Merkez ve Bolvadin ilçelerinde bulunan depolama alanlarından kuru çürüklük belirtisi gösteren patates yumruları toplanarak fungus izolasyonları yapılmıştır. Hastalıklı yumrulardan elde edilen 32 *Fusarium* izolatının İnternal Transcribed Spacer (ITS) ve Elongatin Factor (EF) gen bölgeleri Polymeraze Zincir Reaksiyonlarında (PCR) sırası ile ITS1/ITS4 ve EF1/EF2 primerleri ile çoğaltılarak bu bölgelerin DNA dizilimleri çıkartılmıştır. Patates izolatlarının ITS ve EF bölgelerinin DNA dizilimleri Genbankta bulunan izolatlarla NCBI BLAST analizlerinde karşılaştırılarak ve filogenetik analizleri yapılarak fungusun Afyonkarahisar patates depo alanlarındaki türlerinin tespit ve teşhisi yapılmıştır.

Hem DNA dizilim analizleri hemde filogenetik analizler Afyonkarahisar ilinin 5 ilçesinden alınan 32 izolattan 15’inin *Fusarium oxysporum* (%47), 8’inin *Fusarium solani*(%25), 5’inin *Fusarium sambucinum*(%16) ve 4’ünün (%13) *Fusarium graminearum* türleri olduğunu göstermiştir. İzolatların ITS ve EF bölgesi DNA dizilimleri birbirleri ile uyumlu bulunmuş ve *Fusarium* türlerini kesin olarak birbirinden ayırmışlardır. Her iki bölge DNA dizilimleri ile yapılan filogenetik analizler *Fusarium* izolatlarının 4 farklı *Fusarium* türünden oluştuğunu ve bunların belirgin bir şekilde birbirinden ayrıldığını göstermiştir. Bunlardan *F. sambucinum* ve *F. graminearum* izolatlarının farklı ama birbirine yakın türler olduğu görülmüştür. EF bölgesi DNA dizilimlerinin filogenetik analizi, *Fusarium oxysporum* izolatlarının birbirinden tamamıyla farklı iki grupta yer aldığını göstermiştir.

Bu tez çalışmasında Afyonkarahisar ilinde bulunan patates depolarındaki kuru çürüklük hastalık etmeni *Fusarium* türlerinin teşhisleri ve tanımları ilk defa moleküler yöntemler kullanılarak yapılmıştır.

ANAHTAR KELİMELEER: Afyonkarahisar, *Fusarium*, kuru çürüklük, patates, ITS, EF

JÜRİ: Doç. Dr. Mürsel ÇATAL

Doç. Dr. Cengiz İKTEN

Dr. Öğr. Üyesi Kadir AKAN



ABSTRACT

MOLECULAR IDENTIFICATION OF *FUSARIUM* SPECIES CAUSING DRY ROT DISEASE IN POTATO FIELDS IN AFYONKARAHISAR PROVINCE

Turhan COMAK

MScThesis in Department of Plant Protection

Supervisor:Assoc. Prof. Dr. Mürsel CATAL

September 2020;63pages

Potato plant (*Solanum tuberosum* L.), which has significant place in human nutrition belongs to the family of Solanaceae. Although potato originated in South America, it is grown all over the world due to its high adaptability and productivity. The province of Afyonkarahisar ranks third after Niğde and Konya in terms of total potato production in Turkey. Dry rot disease caused by the species of *Fusarium* after harvest and in storage is one of the most important fungal diseases of potato tuber.

In this study, it is aimed to detect and identify as well as to determine distribution of *Fusarium* species responsible for dry rot disease in Afyonkarahisar province which is one of the significant potato production areas of the country. For this purpose, potato tubers displaying dry rot symptoms were collected from Sandıklı, Şuhut, Dinar, Center and Bolvadin districts and the isolations of the fungus were carried out from the samples. Internal Transcribed Spacer (ITS) and Elongatin Factor (EF) gene regions of 32 *Fusarium* isolates recovered from the tubers with dry rot symptoms were amplified respectively with ITS1/ITS4 and EF1/EF2 primers in Polymerase Chain Reaction (PCR) assays and the DNA sequences of the isolates were obtained. The sequences of ITS and EF regions of the isolates were compared with the isolates in the Gen bank in NCBI BLAST analysis and phlogenetic analysis to identify and caharacterize the species of the fungus common in the storage areas of Afyonkarahisar province.

Of total 32 isolates from 5 districts of Afyonkarahisar province, 15 *Fusarium oxysporum* (%47), 8 *Fusarium solani* (%25), 5 *Fusarium sambucinum* (%16) and 4 *Fusarium graminearum* (%13) species were identified and characterized in both DNA sequence and phlogenetic analysis. The DNA sequences of ITS and EF regions of the isolates were found to be highly compatible with each other and to separate the *Fusarium* species with high accuracy. Phylogenetic analysis of the DNA sequences of the both region further confirmed that Afyonkarahisar isolates were consist of 4 species that are completely different from each other. The analysis also showed that the isolates of *F. sambucinum* and *F. graminearum* were different but closely related two species. The results of EF gene region phylogenetic analysis also indicated the isolates comprised of 4 different *Fusarium* species and the presence of two completely different groups of *Fusarium oxysporum* isolates in the region.

First time, the species of *Fusarium* were identified and characterized by molecular methods as the causal agents of dry rot disease in the storage facilities of Afyon province in this study.

KEYWORDS: Afyonkarahisar, *Fusarium*, dry rot, potato, ITS, EF

COMMITTEE: Assoc. Prof. Dr. Mursel CATAL

Assoc. Prof. Dr. Cengiz IKTEN

Asst. Prof. Dr. Kadir AKAN



ÖNSÖZ

Bu tez konusunu belirlemede yardımcı olan, çalışmamın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen, yönlendirici fikirleri ile bana yol gösteren danışmanım sayın Doç. Dr. Mürsel ÇATAL'a,

Çalışmalarına özverili bir şekilde yardım eden değerli araştırmacısayın Arş. Gör. Ahmet ÇAT'a,

Bu çalışmayı destekleyen Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) birimine(FYL-2019-4388 nolu proje),

Bu zorlu süreçte desteklerini üzerimden eksik etmeyen değerli aileme yaptıkları fedakârlıklarından dolayı sonsuz şükran ve teşekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ	v
AKADEMİK BEYAN	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	8
3. MATERYAL VE METOT	14
3.1. Survey ve Örneklerin Toplanması	14
3.2. Patates Örneklerinden Fungus İzolasyonu	16
3.3. DNA İzolasyonu.....	17
3.4. Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR) ile DNA Çoğaltılması.....	19
3.5. DNA dizilimlerinin çıkarılması, düzenlenmesi ve izolatların tanısı.....	20
3.6. Filogenetik Analizler.....	20
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	21
4.1. Bulgular.....	21
4.1.1. ITS primerleri ile yapılan moleküler teşhis sonuçları	21
4.1.2. EF primeri ile yapılan moleküler teşhis sonuçları.....	22
4.1.3. Moleküler sonuçlara göre hastalık etmenlerinin	23
4.1.4. Filogenetik analiz sonuçları	25
4.2. Tartışma.....	28
5. SONUÇLAR.....	33
6. KAYNAKLAR	35
7. EKLER	39
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Afyonkarahisar İli Patates Alanlarında Kuru Çürüklük Hastalığı Etmeni *Fusarium* Türlerinin Moleküler Tanılaması” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

14/09/2020

Turhan ÇOMAK



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

bp :Baz çifti

°C :Santigrad derece

g :Gram

µl :Mikrolitre (Bir litrenin milyonda bir hacmi, 1 l=1.000ml=1.000.000 mikrolitre)

ml :Mililitre

cm :Santimetre

mM :Milimolar

µm :Mikrometre (eski adıyla mikron; metrenin milyonda birine (1/1000000 m, 10⁻⁶ m) eşit uzunluk birimi.

Tezde kullanılan ondalık yazımlarda ondalık ayırıcı olarak virgül (,) kullanılmıştır.

Kısaltmalar

PDA :Patates Dekstroz Agar

PCR :Polimeraz Zincir Reaksiyonu

PGPR :Plant Growth Promoting Rhizobacteria (Bitki gelişimini teşvik eden rizobakteri)

DNA :Deoksiribonükleik Asit

SEM :Scanning Elektron Mikroskobu

RAPD :Randomly Amplified Polimorphic DNA(Rastgele Arttırılmış Polimorfik DNA)

RPM :Revolutions Per Minute (Dakikaki devir sayısı)

dNTP :Deoksinükleosid trifosfat

CTAB :Cetil Trimetil Ammonio Bromuro

TBZ :Thiabendazole

RNA :Ribonükleik asit

ITS :Internal Transcribed Spacer

TEF :Translation Elongation Factor

EF1 :Elongation faktör 1

EF2 :Elongation faktör 1

MgCl₂ :Magnezyum klorür

dATP :Deoksiadenozin trifosfat

dGTP :Deoksiguanozin trifosfat

dCTP :Deoksisitidin trifosfat

dTTP :Deoksitimidin trifosfat

ddH₂O :İki kere distile edilmiş su (Double-distilled water)

EDTA :Ethylenediaminetetraacetic acid

UPGMA :Aritmetik Ortalama ile Ağırlıksız Çift Grup Metodu (Unweighted Pair Group Method Using Arithmetic Average)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Kuru çürüklük hastalık etmeni <i>Fusarium sambucinum</i> 'a ait yaşam döngüsü ..	4
Şekil 1.2. Patates yumrusunda kuru çürüklük hastalığının etkisi	5
Şekil 1.3. Patates yumrusunda kuru çürüklük hastalığının etkisi	6
Şekil 1.4. Patates yumrularında kuru çürüklük hastalığının etkisi.....	6
Şekil 3.1. Teşhisi yapılan hastalıklı patates yumruları	15
Şekil 3.2. Afyonkarahisar ili örnekleme yapılan ilçeler	15
Şekil 3.3. Hastalıklı patateslerden fungus izolasyonu	17
Şekil 3.4. DNA izolasyon aşamaları	18
Şekil 3.5. Elde edilen DNA'ların kurutulması.....	18
Şekil 4.1. <i>Fusarium</i> izolatlarının ITS bölgesi DNA dizilimlerine ait filogenetik ağaç ..	26
Şekil 4.2. <i>Fusarium</i> izolatlarının EF gen bölgesine ait filogenetik ağaç	27

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Dünyada en fazla patates yetiştiren ülkelerde üretim alanları miktarları	1
Çizelge 1.2. Afyonkarahisar ili patates ekiliş alanları ve üretim miktarları	2
Çizelge 3.1. Afyonkarahisar iline ait ilçelerden toplanan patates örnek miktarları	14
Çizelge 3.2. Araştırmada toplanan örneklere ait izolat kodları ve toplandığı ilçeler	16
Çizelge 3.3. İlgili PCR analizlerinde kullanılan primerler, ürün boyutları ve koşulları .	19
Çizelge 3.4. Gen bankasından alınan izolatlara ait bilgiler	20
Çizelge 4.1. Toplanan patates çeşitleri, sayıları, toplandığı ilçeler ve dizileme sayısı...	21
Çizelge 4.2. İzolatların ITS primeri ile yapılan moleküler teşhis sonuçları	22
Çizelge 4.3. İzolatların EF primeri ile yapılan moleküler teşhis sonuçları.....	23
Çizelge 4.4. Moleküler sonuçlara göre hastalık etmenlerinin ilçelere göre dağılımı	24
Çizelge 4.5. Patates çeşitleri düzeyinde hastalık etmenlerinin dağılımı.....	25

1. GİRİŞ

Patates, tahıl grubundan sonra insan beslenmesinde en yaygın kullanılan bitkisel kaynaklı besindir. Bunun en önemli sebepleri, üretiminin ekonomik olması, birim alandan elde edilen verimin yüksek olması, sindirim kolaylığı, geniş kullanım olanakları ve farklı yetiştiricilik alanlarında kolay yetiştirilebilmesi nedeniyle dünyanın hemen her yerinde üretilebilmektedir (Yılmaz vd. 2006; Genç Kesimci ve Demirci 2018).

Patates, karbonhidrat yönüyle son derece zengin bir besin olup yüksek kaliteli protein ve C vitamini içermektedir (Woolfe ve Poats 1987). Patates özellikle insanlar için çok değerli bir besin kaynağı olup tüketimi her geçen gün artmaktadır. Yüksek oranda alkol ve nişasta içermesi nedeniyle endüstride hammadde olarak kullanılmasının yanı sıra, kalitesi düşük patatesler hayvan yemi olarak kullanılabilir (Arioğlu 2002).

Dünya’da patates üretimi bakımından ilk beş ülke sırasıyla Çin, Hindistan, Ukrayna, Rusya ve ABD ’dir. Bu ülkeler de tüm dünyadaki toplam patates üretiminin yarısından fazlasını gerçekleştirilmektedir. Dünyada toplam patates üretim alanı 17580072 ha, toplam patates üretimi ise 368247077 tondur (Çizelge 1.1). Ülkemizde 2018 yılında 135904 ha alanda 4550000 ton patates üretimi gerçekleştirilmiştir (FAO 2018).

Çizelge 1.1. Dünyada en fazla patates yetiştiren ülkelerde üretim alanları miktarları (FAO2020)

Ülkeler	Üretim alanı (ha)	Üretim miktarı (ton)
Tüm dünya	17 580 072	368 247 077
Çin	4810888	90 259 155
Hindistan	2151000	48 529 000
Ukrayna	1 319 900	22 503 970
Rusya	1 313 495	22 394 960
ABD	414 115	20 607 342
Türkiye	135904	4550000

TÜİK(2020), verilerine göre; 2019 yılında Türkiye’de patates üretim alanı 1408967 dekar olup toplam üretim miktarı 4979824 tondur. Afyonkarahisar ilindeki patates üretim alanı 142163 dekar, üretim miktarı 532410 ton olarak rapor edilmiştir. Tüm Türkiye üretim alanları birlikte değerlendirildiğinde; Afyonkarahisar ili, patates üretim miktarı olarak Niğde ve Konya illerinde sonra 3. sırada bulunmaktadır. Afyonkarahisar geneli değerlendirildiğinde en fazla patates üretimin yapıldığı yerlerin üretim miktarlarına göre sırasıyla; Sandıklı, Şuhut, Dinar, Merkez, Emirdağ, Bolvadin, İhsaniye, Sinanpaşa, Kızılören, Çobanlar, Çay, Sultandağı, Bayat, Hocalar ve İncehisar ve Dazkırı ilçeleri olduğu rapor edilmiştir (Çizelge 1.2)(TÜİK 2020).

Çizelge 1.2.Afyonkarahisar ili patates ekiliş alanları ve üretim miktarları (TÜİK2020)

S.N.	İlçe Adı	Ekilen Alan (Dekar)	Üretim miktarı (Ton)
1	Sandıklı	42750	171000
2	Şuhut	35500	115907
3	Dinar	17500	70000
4	Merkez	11100	42180
5	Emirdağ	10800	41861
6	Bolvadin	9000	34892
7	İhsaniye	5900	23600
8	Sinanpaşa	3117	9755
9	Kızılören	2750	9598
10	Çobanlar	2000	7000
11	Çay	1300	5200
12	Sultandağı	130	585
13	Bayat	120	408
14	Hocalar	130	221
15	İscehisar	46	125
16	Dazkırı	20	78
17	Evciler	-	-
18	Başmakçı	-	-
	Toplam	142163	532410

Patatesin hasat sonrası depolanması sırasında önemli düzeyde kayıplara neden olan *Fusarium* cinsi içinde yer alan patojen türlerin sebep olduğu “kuru çürüklük hastalığı” tüm dünyada patatesin en önemli hastalıklarından birisidir (Stevenson vd. 2001). Depolama sırasında meydana gelen kayıplar %6 ila %25 arasında değişiklik gösterebilmekle birlikte bazı durumlarda kayıplar %60 düzeyine kadar ulaşabilmektedir (Secor ve Salas 2001).

Kuru çürüklük hastalığı etmeni *Fusarium* türleri yumrulara, hasat sırasında oluşan yaralardan girmektedir. Enfeksiyon sonrası funguslar, yumrulara yüzeysel olarak görülebilmekle birlikte hasattan 3-4 hafta sonra depolama sıcaklığının da bağlı olarak küçük kahverengi lezyonları meydana getirmektedir. Bu lezyonlar, depolama süresince yumrular üzerinde her yöne doğru büyümeye devam etmektedir (Dean 1994). Kuru çürüklük hastalığına neden olan *Fusarium* türleri, yumrulara neden oldukları zararın yanı sıra insan ve hayvan sağlığına ciddi sorunlara yol açabilecek trikotesen (*Trichothecene*) toksinleri üretmektedir (Delgado vd. 2010).

Fusarium cinsi içinde bulunan 13 farklı türün patateslerde kuru çürüklük hastalığına neden olduğu bildirilmiştir (Gachango vd. 2012).

1. *F. roseum* var. *sambucinum* (Fuckel) SN.&H.) (Teleomorph: *Gibberella pulicaris* (Fr.:Fr.) Sacc.),
 2. *F. sambucinum* Fuckel (syns. *F. sulphureum* Schlechtend.),
 3. *F. solani* (Mart.) Sacc. var. *coeruleum* (Lib. ex Sacc.) C. Booth (syn. *F. coeruleum* (Libert) Sacc.) (Teleomorph: *Nectria haematococca* Berk.&Broome),
 4. *F. oxysporum* Schlechtend: Fr.,
 5. *F. avenaceum* (Fr.:Fr.) Sacc. (Teleomorph: *Gibberella avenacea* R.J. Cook),
 6. *F. culmorum* (Wm. G. Smith) Sacc.,
 7. *F. solani* var. *coeruleum*,
 8. *F. sambucinum*;
- daha nadir oran da görülen hastalık etmenleri ise:
9. *F. acuminatum* Ellis&Everh (Teleomorph: *Gibberella acuminata* Wollenweb.),
 10. *F. crookwellense* L.W. Burgess, P.E. Nelson&T.A. Toussoun (syn. *F. cerealis* (Cooke) Sacc.),
 11. *F. equiseti* (Corda) Sacc. (Teleomorph: *Gibberella intricans* Wollenweb),
 12. *F. scirpi* Lambotte&Fautrey,
 13. *F. semitectum* Berk.&Ravenel,
 14. *F. sporotrichioides* Sherb.,
 15. *F. tricinctum* (Corda) Sacc,
 16. *F. oxysporum* f. sp. *tuberosi* W.C. Snyder&H.N. Hansen,
 17. *F. torulosum* (Berk.&M.A. Curtis) Nirenberg,
 18. *F. graminearum* Schwabe (Teleomorph: *Gibberella zeae* (Schwein.) Petch),
 19. *F. sambucinum* var. *coeruleum* Wollenw., ve
 20. *F. oxysporum* var. *redolens* (Wollenw.) Gordon olarak bilinmektedir (Bojanowski vd. 2013).

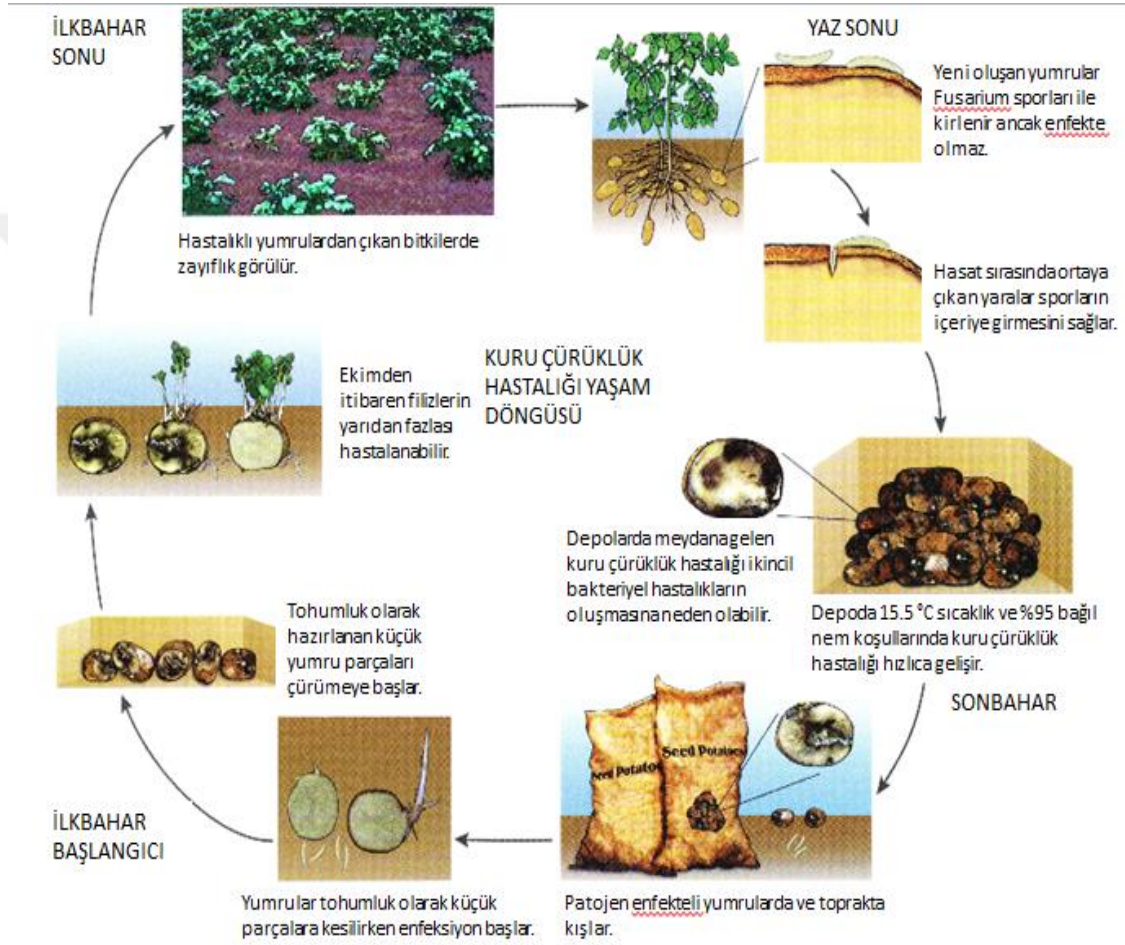
Bojanowski vd. (2013) ise en yaygın görülen hastalık etmeni türler ve alt türleri;

1. *F. roseum* var. *sambucinum* (Fuckel) SN.&H.) (Teleomorph: *Gibberella pulicaris* (Fr.:Fr.) Sacc.),
2. *F. sambucinum* Fuckel (syn. *F. sulphureum* Schlechtend.),
3. *F. solani* (Mart.) Sacc. var. *coeruleum* (Lib. ex Sacc.) C. Booth (syn. *F. coeruleum* (Libert) Sacc.) (Teleomorph: *Nectria haematococca* Berk.&Broome),
4. *F. oxysporum* Schlechtend: Fr.,
5. *F. avenaceum* (Fr.:Fr.) Sacc. (Teleomorph: *Gibberella avenacea* R.J. Cook),
6. *F. culmorum* (Wm. G. Smith) Sacc.,
7. *F. solani* var. *coeruleum*,
8. *F. sambucinum*,

Daha az yaygın görülen hastalık etmeni türler ve alt türleri;

9. *F. acuminatum* Ellis&Everh (Teleomorph: *Gibberella acuminata* Wollenweb.),
10. *F. crookwellense* L.W. Burgess, P.E. Nelson&T.A. Toussoun (syn. *F. cerealis* (Cooke) Sacc.),
11. *F. equiseti* (Corda) Sacc. (Teleomorph: *Gibberella intricans* Wollenweb),
12. *F. scirpi* Lambotte&Fautrey,
13. *F. semitectum* Berk.&Ravenel,

14. *F. sporotrichioides* Sherb.,
15. *F. tricinctum* (Corda) Sacc,
16. *F. oxysporum* f. sp. *tuberosi* W.C. Snyder&H.N. Hansen,
17. *F. torulosum* (Berk.&M.A. Curtis) Nirenberg,
18. *F. graminearum* Schwabe (Teleomorph: *Gibberella zeae* (Schwein.) Petch),
19. *F. sambucinum* var. *coeruleum* Wollenw.,
20. *F. oxysporum* var. *redolens* (Wollenw.) Gordon olarak bildirmektedir (Bojanowski vd. 2013)



Şekil 1.1. Kuru çürüklük hastalık etmeni *Fusarium sambucinum*'a ait yaşam döngüsü (Wharton vd. 2007)

Patates yumrularında depolanma sırasında *F. sambucinum*'un gelişiminin engellenmesi için yaklaşık 2,8 °C sıcaklıkta tutulursa kuru çürüklük belirtilerinin oluşumunun en düşük seviyede tutulması mümkündür. Ancak ticarete konu olan yumruların neredeyse tamamında bir miktar kuru çürüklük hastalığı gözlenebilmektedir. Patates yetiştiriciliği sırasında *Fusarium* türlerinin patates yumrularını enfekte etmeleri için ilkbaharda ve sonbaharda olmak üzere iki uygun dönem daha vardır (Şekil 1.1). Patates ekimine hazırlık aşamasında, tohumluk yumrular yaklaşık 12 °C sıcaklıkta tutularak, daha sonra ekim için küçük parçalara kesilmektedir (Wharton vd. 2007).

F. sambucinum etmeni ile enfekte olmuş yumrular, bu aşamada etmenin enfeksiyonuna karşı hassastır. Şiddetli hastalık enfeksiyonlarında, tohum parçaları ekimden önce tamamen çürümeye başlayabilmektedir. Ekim sonrası enfekteli yumrularda gelişen filizlerin yarıdan fazlası çıkıştan önce hastalanarak canlılığını yitirebilmektedir. Bu aşamada oluşan zarar, geciken çıkış ya da çıkışın hiç olmaması ile sonuçlanmaktadır. Tarla şartlarında zayıf gelişen bitkiler nedeniyle tarlada düzensiz bir bitki çıkışı veya bitki sırası gözlemlenmektedir. Bu aşamada canlılıktaki azalmanın sebebi tohumun sürme enerjisini ikincil ve üçüncül filizleri üretmek için kullanmış olmasından kaynaklanmaktadır. Yeni oluşan yumrular, yaz sonunda ve sonbaharın başlarında görülen *Fusarium* sporları ile enfekte olabilmektedir. Yumrular genellikle hasat zamanına kadar enfekte olamamaktadır. Çünkü patojenin enfeksiyonu için patates yüzeyinde yara açılması gerekmektedir. Büyüme sezonunda hastalık enfeksiyonu nadiren meydana gelen bir durumdur. Hasat ve paketleme sırasında oluşan yaralar yumru yüzeyinde dinlenme halinde olan sporlar için çoklu giriş noktaları sağlamaktadır. Patojen/patojenler yumruyu enfekte ettiğinde yumru dokusunda gelişmeye başlamakta ve giriş noktasında kuru çürük hastalığına ait lezyonların oluşmasına neden olmaktadır(Şekil 1.2; 1.3; 1.4). Depolama sırasında kuru çürüklük hastalığı %95 bağıl nem ve 15,5-21 °C sıcaklık koşullarında optimum seviyede gelişmektedir. Düşük nem ve sıcaklık patojen enfeksiyonu geciktirmektedir. Ancak, patateslerin depolanması için güvenli olarak bildirilen düşük sıcaklıklarda bile kuru çürük hastalığı gelişmeye devam edebilmektedir. Genç yumrular, daha yaşlı yumrularla karşılaştırıldığında hastalığa karşı dayanıklı olup hastalığın gelişimi daha yavaş olmaktadır. Kuru çürüklük hastalığı depolama döneminin son yarısında gözle görülür şekilde daha hızlı ilerlemektedir (Wharton vd. 2007).



Şekil 1.2. Patates yumrusunda kuru çürüklük hastalığının etkisi (Orijinal)



Şekil 1.3. Patates yumrusunda kuru çürüklük hastalığının etkisi (Orijinal)



Şekil 1.4. Patates yumrularında kuru çürüklük hastalığının etkisi (Orijinal)

Patateste kuru çürüklük hastalığının mücadelesinde alınacak kültürel önemler şu şekilde sıralanmaktadır:

Yaralı yumrular depolanmamalı, depoya alınmamalı veya tohumluk olarak dikilmemelidir.

Hasat döneminde yumrular yaralanmalara karşı daha hassas olduğu için, 7 °C den daha düşük sıcaklıklarda hasat yapmaktan kaçınılmalıdır.

Hasatta yaralanma nedeniyle meydana gelebilecek bulaşmayı önlemek ve hasat sonrası kabuğun olgunlaşıp (pişkinleşip) yaraların daha sınırlı düzeyde olabilmesi için iki hafta 13-18 °C sıcaklıkta havalanmanın ve sirkülasyonun yeterli olduğu bir alanda yumrular bekletilmelidir.



2. KAYNAK TARAMASI

Karel ve Karahan (1962) Ürgüp ve Nevşehir’de üretimi yapılan patates yumruları üzerinde yaptıkları araştırmada *F. eoeruleum*, *F. raseum* ve *F. sulphureum* hastalık etmenlerini teşhis ettiklerini bildirmişlerdir.

Gündüz (1977) yaptığı araştırmada, Erzurum ilinde bulunan patates ve soğan depolarında 16 cinse ait 30 fungus türü tanılamıştır. Çalışmada en yaygın türlerin *F. moniliforme*, *F. solanum* var. *coeruleum*, *F. sulphureum*, *F. equiseti*, *Gliocladium roseum*, *Penicillium* spp., *Trichothecium roseum* ve *Ulocladium botrytis*’in olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada ayrıca patojenisite testleri sonucunda, hastalıklı belirtisi gözlenen patates yumrularının %62,5’inin *F. sulphureum* etmeni ile bulaşık olduğunu tespit etmişlerdir.

Gülsoy (1978) tarafından Bolu ilinde üretimi yapılan patates yumruları üzerinde yürütülen bir çalışma da *F. sulphureum*, *F. solani*, *F. oxysporum*, *Fusarium* spp., *F. solani* var. *eoeruleum*, *F. culmorum*, *F. sambucinum* hastalık etmenlerinin varlığını tespit etmiştir.

Yine Gülsoy (1982) tarafından yürütülen farklı bir çalışmada patates yumruları üzerinde yaptığı bir araştırmada Bolu ilinde *F. sulphureum*, Sakarya ilinde ise *F. oxysporum* ve *F. solani* hastalık etmenlerini teşhis ettiğini bildirmiştir.

Türkensteen ve Eraslan (1985) yaptıkları araştırmada 6 ilde patates depolarında survey çalışması yapmışlardır. Çalışma sonucunda; Elde edilen toplam 169 izolatin 163 tanesini *Fusarium* türlerinin/alt türlerinin oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Erzurum’dan ilinden toplanan örneklerden geliştirilmiş 26 izolatin 25 tanesinin ise *Fusarium sambucinum* olduğunu rapor etmişlerdir.

Özer ve Soran (1991) ülkesel düzeyde yürüttükleri çalışmada 55 bitki türünde 31 *Fusarium* türü saptamışlardır. Çalışma yürütülen türlerden biri olan patatesten izole edilen *Fusarium* türlerinin, elde edildikleri bölgeye göre farklılık gösterdiğini belirlemişlerdir. Çalışmada Ege bölgesinde toplanan örneklerde *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. proliferatum*, *F. equiseti*; Sakarya’dan toplanan örneklerde *F. oxysporum* ve *F. solani*; Ürgüp ve Nevşehir’den toplanan örneklerde *F. coeruleum*, *F. roseum*, *F. sulphureum*; Bolu’dan toplanan örneklerde *F. sulphureum*, *F. solani*, *F. oxysporum*, *F. solani* var. *coeruleum*, *F. culmorum*, *F. Sambucinum* etmenlerinin varlığını saptamışlardır.

Hanson vd. (1996) tarafından ABD’de yürütülen bir çalışmada, patatest kuru çürüklük hastalığının etmenlerinin belirlenmesi için 154 patates örneğinin 99 tanesinde *Fusarium* etmeni türlerine/alt türlerine rastladıklarını ve bu etmenlerin %98’inin hastalık oluşturabileceğini bildirmişlerdir. Çalışmada en sık rastlanan *Fusarium* türlerinin; *F. sambucinum*, *F. solani*, *F. Oxysporum* olduğunu rapor etmişlerdir. Çalışma sonucunda yapılan “Lojistik Regresyon Analizine”göre; İzole edilen *Fusarium* türleri ile kullanılan çeşit izolasyon metodu, izolasyon yapılan yıl ve örneklerin alındığı lokasyonlar gibi faktörler arasında önemli düzeyde bir ilişki belirlenmiştir. 200 *Fusarium* izolatından 82 tanesi (*F. solani*, *F. sambucinum*, *F. oxysporum*, *F. acuminatum*, *F. culmorum* türleri) V8 agar ortamın da ≥ 5 mg/l Thiabendazole (TBZ)

içinde gelişebilmiş ve bu nedenle bu etmenlerin TBZ'ye karşı direnç kazandığı sonucuna varılmıştır.

Venter ve Steyn (1998) yaptıkları çalışmada fusarik asit ile *F. oxysporum* izolatları arasında bir korelasyon varlığının değerlendirilmesi amacıyla yaptıkları çalışmada, 3 patates çeşidinden (Late Harvest®, BP1® ve Kimberley Choice®) 12 farklı *F. oxysporum* izolatu elde etmişlerdir. Late Harvest® çeşidi hariç izolatların virülensliği ile fusarik asit üretimi arasında pozitif bir korelasyon olduğu rapor edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre; fusarik asit üretiminin, patates yumrularında kuru çürüklük hastalığının gelişiminde önemli bir rol oynayabileceği sonucuna varılmıştır.

Eken vd. (2000) yaptıkları araştırmada, Erzurum ilinde bulunan patates depolarında hastalığa neden olan fungal etmenleri belirlemeyi amaçlamışlardır. Yapılan izolasyonlarda 17 fungus cinsi ve bu cinslere ait 25 tür tespit etmişlerdir. Patojenisite çalışmalarında *Fusarium sambucinum*, *F. solani*, *F. culmorum*, *F. oxysporum* ve *Pythium ultimum*'un diğer etmenlere göre; Agria®, Granola® ve Marfona® çeşidi patateslerde önemli düzeyde çürüme oluşturabildiği saptanmıştır.

Mecteau vd. (2002) yaptıkları çalışmada patates kök çürüklüğü hastalık etmenlerinin Thiabendazole'e karşı direnç gelişimine bağlı olarak alternatif mücadele yöntemlerinin geliştirilmesi amacıyla, önemli kök çürüklüğü hastalığı etmenlerinden biri olan *F. sambucinum*'un çeşitli patotiplerine/ırklarına karşı bazı tuzların fungusit etkinliklerini araştırmışlardır. *In vitro* çalışmalarda sodyum benzoat, sodyum metabisülfat, potasyum sorbat, trisodyum fosfat ve alüminyum tuzları'nın; *in vivo* çalışmalarda alüminyum klorid'in hastalık gelişimini engelleyici uygulamalarda, sodyum metabisülfat, sodyum karbonat ve sodyum bikarbonat'ın koruyucu uygulamalarda etkili olduklarını tespit edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre; bu tuzların alternatif mücadele uygulamalarında kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Sadfi vd. (2002) seçilen *Bacillus* spp. izolatlarının patatestte kuru çürüklük hastalık etmeni *Fusarium rosaeum*'un gelişimini engelleme etkilerini araştırmışlardır. Yapılan çalışmalar sonucunda *Bacillus licheniformis*'in I32 ve *Bacillus cereus*'un x16 izolatlarının *Fusarium rosaeum* var. *sambucinum*'a karşı antagonistik etkisi olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca test edilen biyolojik kontrol etmenin tek olarak ya da karışım olarak kullanıldığı (*B. thurungiensis* + x16 + *Trichoderma viride*) uygulamalarının, Carbendazim aktif maddeli uygulamalardan daha etkili olduğunu saptamışlardır.

Ali vd. (2005) 2003-2004 yıllarında Kuzey Dakota'da yürüttükleri bir çalışmada; depolardan toplanan enfekteli patates yumruları üzerinde *Fusarium graminearum* etmeninin varlığını belirlemişlerdir. Ayrıca yapılan testler sonucunda *Fusarium graminearum*'un EC formülasyonlu %50 Thiabendazole aktif madde içeren 0,8-3,7 mikrolitre/mililitre'lik doz aralığında kontrol edildiğini rapor edilmişlerdir.

Choiseul vd. (2006) İskoçya'da 1997-2000 yılları arasında yaptıkları çalışma sonucunda hastalık belirtisi gösteren patates yumrularında en yaygın olarak belirlenen kuru çürüklük hastalık etmeninin *Fusarium avenaceum*, en az tespit edilen hastalık etmeninin ise *F. sulphureum* olduğunu bildirmişlerdir.

Peters vd. (2008) İngiltere’de patates de kuru çürüklük hastalığına neden olan *Fusarium* türlerin teşhis etmek amacıyla yürüttükleri 3 yıl süren survey çalışmasında; toplam 10950 patates yumrusundan 228 örnekten izolasyon yapmışlardır. Bu örneklerden 219’unun hastalık etmeni içerdiğini rapor etmişlerdir. Teşhis edilen *Fusarium* türleri önemli bir kısmının (%94,7) 4 türe (*F. coeruleum*, *F. avenaceum*, *F. culmorum* ve *F. sambucinum*) ait olduğunu belirlemişlerdir. Bu çalışmada her 3 yıl için de *Fusarium coeruleum* türünün (%37-52) daha yaygın olduğu ve patojenitesi en yüksek türün *Fusarium sambucinum* olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca *in vitro* testlerle seçilen bazı izolatların Thiabendazole ve İmazalil aktif madde içeren fungisitlere karşı direnç testleri yapılmıştır. Çalışma sonucunda *F. sambucinum* izolatlarının %65’inin Thiabendazole aktif maddesine, *F. avenaceum* izolatlarının %7’sinin İmazalilaktif aktif maddesine karşı direnç gelişimi gösterdiğini tespit edilmiştir.

Sharifi vd. (2009) İran’da yaptıkları çalışmada yerel patates çeşitlerinde kuru çürüklük belirtileri gözlenen yumrularından izolasyon yapmışlardır. En fazla izole edilen hastalık etmeni türler; *Fusarium culmorum*, *F. equiseti*, *F. semitectum*, *F. solani*, *F. sulphureum*, *F. oxysporum* ve *F. trichoteciododes* olmuştur. Patojenite’nin en yüksek olduğu türün ise *F. solani* olduğunu belirlemişlerdir.

Trabelsi ve Chérif (2009) tarafından Tunus’ta yürütülen bir çalışmada, patates depolama alanlarında *F. roseum*’un 3 türü olan, *F. roseum* var. *sambucinum*, *F. roseum* var. *culmorum* ve *F. roseum* var. *graminearum*’un, en yaygın kuru çürüklük hastalık etmenleri olduğunu ve en patojen türler olduğunu belirlemişlerdir.

Kotan vd. (2009) bitki büyüme düzenleyici rizobakterilerin (PGPR) patates kuru çürüklük hastalığı etmeni olan 3 farklı *Fusarium* türüne (*Fusarium sambucinum*, *Fusarium oxysporum* ve *Fusarium culmorum*) karşı antifungal etkilerini *in vitro* ve *in vivo* koşullarda test etmişlerdir. *In vitro* çalışmalarda, tüm PGPR ırklarının *F. sambucinum*, *F. oxysporum* ve *F. culmorum* hastalık etmenlerine karşı etkili olmadığını tespit edilmiştir. *In vivo* denemelerde ise, depolama koşullarında Agria® ve Granola® patates çeşitleri üzerinde özellikle *Burkholderia cepacia* OSU-7 ırkının etkili olduğu ve biyolojik kontrol etmeni olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Li vd. (2009) sodyum silikatın patatest kuru çürüklüğe neden olduğu belirlenen *Fusarium sulphureum* üzerindeki antifungal aktivitesi üzerine yaptıkları çalışmada; sodyum silikat ile uygulama yapılmış materyallerin, miselyum gelişiminin birim alanda yoğunluğu ve asimetrisi, hifsel gelişimi, kıvrılması ve partikül şekilli gelişme gibi morfolojik değişiklikleri SEM (Scanning Elektron Mikroskopunda) mikroskopunda gözlenmiştir. Bu gözlemlerde hif hücre duvarlarında kalınlaşma, hücre de biçimsel deformasyon (distorsiyon), boşluk veya hifsel yapılar da elektron yüklü materyallerin bulunması gibi yapısal değişiklikler tespit edilmiştir. *In vivo* testlerde, *F. sulphureum* spor süspansiyonuna 100 ve 200 milimolar sodyum silikatın uygulamasını sonucu gelişen kuru çürüklük hastalığı ile enfekteli yumru köklerinde hastalığının kontrolde başarılı olduğunu gözlenmiştir. Çalışma bulguları sodyum silikatın patojen etmene karşı doğrudan fungusidal aktivite gösterdiğini bildirilmiştir.

Al-Mughrabi (2010) 2005 ve 2006 yıllarında Kanada New Brunswick’te *Pseudomonas fluorescens* ve *Enterobacter cloacae* bakterilerinin patatest *Fusarium* spp.’nin neden olduğu kuru çürüklük hastalığını kontrol edebilmesi üzerine etkilerini

araştırmışlardır. Bu çalışmada, patates yumruları *Fusarium sambucinum* ile enfekte edilmişve *Pseudomonas fluorescens* ve *Enterobacter cloacae*'nin yanı sıra kontrol grubunda Fludioxonil aktif maddesi kullanılmıştır. *P. fluorescens* ve *E. cloacae*larla şartlarında kuru çürüklük hastalığıüzerine etkisini inceleyen ilk çalışma olan bu araştırma sonucuna göre; *P. fluorescens* ve *E. cloacae* uygulanan patates yumrularında hem toplam hem de pazarlanabilir yumru verimini önemli bir düzeyde arttığı gözlemlenmiştir.

Chehri vd. (2011), Malezya'da yaptıkları çalışmada taze patates üzerinde *Fusarium* türlerinin tanılanmışlar ve bunların patates yumrularındaki patojenisitelerini araştırmışlardır. Çalışmada toplam 65 *Fusarium* türü izole edilmiş olup *F. solani* türlerinin iki morfortipi ile *F. oxysporum*'a ait 65 izolatin sağlıklı patates yumrularındaki patojenisiteleri değerlendirilmiştir Sonuç olarak *F. solani*'ye ait FSO4, FSO12 (morphotype I) ve FSO18 (morphotype II) izolatları ile *F. oxysporum*'a ait FOX4 ve FOX16 izolatları, inokule edildiği patates yumrularında şiddetli belirti gösteren hastalığa neden olmuştur.

Du vd. (2012) 2012 yılında yaptıkları çalışmada Çin'in kuzeyindeki 6 bölgeden toplanan 698 patates yumrusunun 260 adedinde 5 farklı *Fusarium* türünü teşhis etmişlerdir (*Fusarium sambucinum*, *F. avenaceum*, *F. oxysporum*, *F. Equiseti* ve *F. acuminatum*). Çalışmada her bir türün tanımlanması için Elongation Factor kullanılarak alfa-1 geninden 700 bazlık DNA dizi sekans analizi yapılmıştır. Analizler sonucunda *F. sambucinum*, izolatların %56'sında teşhis edilebilmişve Çin'de kullanılan 67 klonun *F. sambucinum*'a karşı hassa solduğunu belirlenmiştir.

Gachango vd. (2012) Michigan'da (ABD) 2008 ve 2009 yıllarında yürüttükleri survey çalışmasında tohumluk patates yumrularında kuru çürüklük hastalığına neden olan *Fusarium* etmenlerinin Difenconazole, Fludioxonil ve Thiabendazole aktif maddesine karşı hassasiyet düzeylerini araştırmışlardır. Çalışmada hastalık belirtisi gözlenen toplam 320 yumrudan 228 tane *Fusarium* izolatu elde edilmiş ve bunlardan 11 adet *Fusarium* türü tanımlanmıştır. En yaygın bulunan türler *Fusarium oxysporum*(%30,3), *F. equiseti* (%19,3) ve *F. sambucinum* ile *F. avenaceum* (%13,6) olarak tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada elde edilen izolatların tamamı 'Dark Red Norland'[®] çeşidi yumrularına inoküle edilmiş oluppatojen oldukları teyit edilmiş ve virülensliğin en yüksek olduğu tür *F. Sambucinum* olarak rapor edilmiştir. Duyarlılık testleri sonucunda ise Difenconazole aktif maddesine karşı izolatların tamamının, Fludioxonil aktif maddesine karşı yalnızca *F. sambucinum* ve *F. oxysporum* türlerinin, Thiabendazoleaktif maddesine karşı ise *F. sambucinum*etmenleri hariç tüm izolatların hassas olduklarını tespit edilmiştir.

Moghadam ve Hosseinzadeh (2013) İran'da patates çürüklüğü hastalık etmenlerinin teşhisleri için iki yıl süreyle yürüttükleri survey çalışması sonucunda 85 adet izolat elde etmişlerdir. Teşhis edilen türleri sırasıyla *Fusarium equiseti*, *F. sambucinum*, *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. culmorum*, *F. lateritium* ve *F. verticillioides* olarak belirlemişlerdir. Ayrıca yapılan patojenisite testine tabi tutulan etmenlerden *F. solani* en yüksek, *F. lateritium* ise en düşük patojeniteye sahip tür olarak saptanmıştır. Ardabil lokasyonunda belirlenen başlıca türleri *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. equiseti* ve *F. sambucinum* olarak tespit etmişlerdir.

Heltoft vd. (2016) Norveç'te yürüttükleri çalışmada, 3 yıl süreyle toplam 238 adet patates örneği toplamışlardır. Bu örneklerin. %47'sinde *Fusarium* spp. bulunduğunu belirlenmiştir. En fazla bulunan tür olan *F. coeruleum*'un, toplam *Fusarium* izolatlarının %59,6'sını oluşturduğu ve bunu *F. avenaceum* (%27,2), *F. sambucinum* (%6,4) ve *F. culmorum* (%5,2) türlerinin sırasıylatakip ettiğini rapor etmişlerdir. Bu çalışmada ayrıca; izole edilen Norveç izolatlarını tanılamada başarılı olan *F. coeruleum* için yeni bir spesifik TaqMan Real-time PCR yöntemi geliştirilmiştir.

Stefańczyk vd. (2016) ITS, TEF-1 α ve β -Tubulin primerleri kullanılarak moleküler yöntemlerle patates kuru çürüklük hastalığı belirtileri gözlenen yumrulardan izole edilen izolatlardan *Fusarium* türlerinin tanılamalarını yapmışlardır. 149 izolat üzerinde yürütülen çalışma sonucu 12 türün varlığı tespit edilmiştir. En fazla sayıda belirlenen tür, %45 oranıyla (67 izolat) *Fusarium oxysporum*'dur. Bunu sırasıyla *F. avenaceum* (%12,1), *F. solani* (%10,7) ve *F. sambucinum* (%7,4) takip ettiğini belirlemişlerdir.

Saber vd. (2017) Mısır'da yaptıkları bir çalışmada, 4 farklı depolama bölgesinden toplanan ve hastalık belirtisi gösteren örneklerden geliştirilen izolatlardan, patatest kuru çürüklük hastalığına neden olan 4 farklı *Fusarium* türüne (*F. oxysporum*, *F. solani*, *F. culmorum* ve *F. semitectum*) ait 11 örneğin genetik farklılığını RAPD yöntemi kullanarak araştırmışlardır. Kullanılan primerlerin 10 bp uzunluğa sahip olan 3 izolatın belirgin bantlar oluşturduğu tespit edilmiştir. Çalışmada farklı coğrafi bölgelerden toplanan hastalıklı örneklerden elde edilen izolatlar arasında genetik olarak benzerlik tespit edilemediği rapor edilmiştir.

Yıkılmazsoy (2019) yaptığı çalışmada İzmir ili Ödemiş ve Torbalı ilçelerindeki patates depolarında kuru çürüklük hastalığına neden olan *Fusarium* türlerinin morfolojik ve moleküler yöntemlerle tanılanmasını amaçlamıştır. Bu kapsamda 2015-2016 yıllarında söz konusu ilçelerde bulunan patates depolarında yürütülen survey çalışmaları sonucunda; hastalıklı patates yumrularından izole edilen *Fusarium* türlerini *Fusarium sambucinum*, *F. oxysporum*, *F. avenaceum* ve *F. equiseti* olarak rapor etmiştir.

Çakar (2020) tarafından, patatest verim kayıplarına neden olan toprak kökenli kuru çürüklük hastalığı etmeni *Fusarium oxysporum* ile biyolojik mücadele imkanlarının araştırılması amacıyla *in vitro* ve *in vivo* şartlarda bir çalışma yürütülmüştür. Çalışmada, daha önce yapılan farklı çalışmalarda da etkinlikleri test edilmiş, 2 *Pantoea agglomerans* (BRTB ve RK92), 2 *Bacillus pumilus* (RK103 ve TV67C), 7 *Bacillus subtilis* (BAB140, TV12H, TV6F, EK7, TV17C, CP1 ile TV125A), 3 *Bacillus megaterium* (TV103B, TV87A ve TV91C), 1 *Ochrobactrum anthropi* (A16B), 1 *Agrobacterium radiobacter* (A16) ve 1 *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstakii* (BAB410) straini ve 2 *Trichoderma harzianum* (ET 4 ve ET 14) izolatı kullanılmıştır. *In vitro* çalışmalarda test edilen biyoajan bakteri strainlerinden etkinliği en yüksek belirlenen 5 biyoajan bakteri straini (BRTB %66,22; RK103 %50,90; BAB140 %50,00; TV103B %49,10; TV12H %48,65 ve TV6F %48,20) ve iki biyoajan fungus izolatı (ET 4 %69,44; ET 14 %66,66) ile *in vivo* şartlarda saksı denemeleri kurulmuştur. Bu denemelerde etmenin kontrolü için en etkili sonuç elde edilen BRTB biyoajan bakteri straininin kontrollü şartlarda hastalık etmeninin gelişimini tamamen engellediği tespit edilmiştir. Bu strainin uygulama zamanının

belirlenmesi amacıyla kurulan denemede de bakteri solüsyonuna daldırıldıktan 4 saat sonra patojen solüsyonuna daldırılarak dikilen yumrulardan elde edilen bitkilerde hastalık gözlenmemiştir. Depo şartlarında kurulan denemede ise yine BRTB bakteri straininin diğer biyoajanlarla karşılaştırıldığındaen etkili sonucun elde edildiği belirlenmiştir. Sonuç olarak; *P. agglomerans*'ın BRTB straininin *F. oxysporum*'un biyolojik mücadelesinde kullanılabileceği, patates yumruları dikilmeden önce bakteri uygulaması yapıldığında daha etkili sonuç alınabileceği rapor edilmiştir.



3. MATERYAL VE METOT

3.1. Survey ve Örneklerin Toplanması

Hastalık etmeni *Fusarium* türlerinin izolasyonunda kullanılmak üzere depo içerisinde kuru çürüklük hastalığı belirtisi gösteren yumrular toplanmıştır. Örnekleme metodu olarak güdümlü örnekleme yöntemi (Bora ve Karaca 1970) kullanılmıştır. Yumru örnekleri önce kese kâğıdına daha sonra polietilen torbalar içine konularak Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Mikoloji Laboratuvarı'na getirilmiştir. Örnekler fungus izolasyonu yapılabileceği kadar +4°C sıcaklıktaki buzdolabında muhafaza edilmiştir.

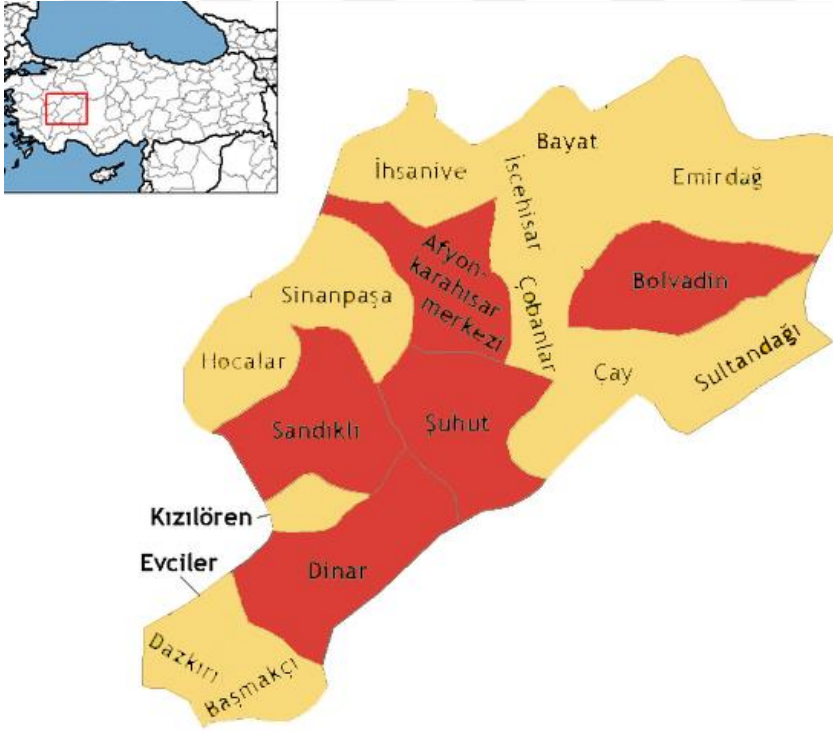
Survey ve örneklerin toplanması amacıyla Afyonkarahisar ilinde en fazla üretim yapılan 5 ilçesinde bulunan patates depolama alanlarında survey çalışması düzenlenmiş ve toplam 32 örnek toplanmıştır. Örneklemede, görsel olarak yapılan incelemelerle “kuru çürüklük” hastalığı olabilecek örnekler belirlenmiş ve çalışmada bu örnekler kullanılmıştır. Örneklerin toplanmasında ilçelerin patates ekim alanları ve üretim miktarları esas alınmıştır. Bu amaçla Sandıklı, Şuhut, Dinar, Merkez ve Bolvadin ilçelerinden toplanan sırasıyla 12,6,6,6 ve 2 örnekten fungus izolasyonları yapılmıştır (Çizelge 3.1) (Şekil 3.1; 3.2). Toplanan örneklerle ve bunlardan elde edilen fungus izolatlarına ilçe isimlerine göre kodlar verilmiştir (Çizelge 3.2). Hastalıklı yumru örnek seçiminde Afyonkarahisar bölgesinde en yaygın üretimi yapılan çeşitler (Agria®, Marabel®, Melody®, Madeleine®) seçilerek daha yaygın bir üretim kapasitesi üzerinde çalışma yapılmasını sağlamak amaçlanmıştır. Hastalıklı patates örnekleri farklı ilçelerden değişik çeşitlerden homojen olarak seçilmeye çalışılmıştır.

Çizelge 3.1. Afyonkarahisar iline ait ilçelerden toplanan patates örnek miktarları

S.N.	İlçe Adı	Ekilen Alan (Dekar)	Üretim miktarı (Ton)	Alınan Örnek Sayısı
1	Sandıklı	45000	172719	12
2	Şuhut	30500	98481	6
3	Dinar	16000	61411	6
4	Merkez	11100	42604	6
5	Bolvadin	9000	34544	2
	Toplam	111600	409759	32



Şekil 3.1.Surveyler sırasında görsel olarak yapılan incelemelerle “kuru çürüklük” hastalığı olabilecek hastalıklı patates yumruları (Orijinal)



Şekil 3.2. Afyonkarahisar ili örnekleme yapılan ilçeler (Survey yapılan alanlar kırmızı renk ile belirtilmiştir) (Anonim 1)

Çizelge 3.2. Araştırma kapsamında toplanan örneklereait örnek/izolat kodları ve toplandığı ilçeler

S.N	Örnek/İzolat kodu	Toplandığı yer	S.N	Örnek/İzolat kodu	Toplandığı yer
1	SND1	Sandıklı	17	MRK3	Merkez
2	SND2	Sandıklı	18	MRK4	Merkez
3	SND3	Sandıklı	19	MRK5	Merkez
4	SND4	Sandıklı	20	MRK6	Merkez
5	SND5	Sandıklı	21	SHT1	Şuhut
6	SND6	Sandıklı	22	SHT2	Şuhut
7	SND7	Sandıklı	23	SHT3	Şuhut
8	SND8	Sandıklı	24	SHT4	Şuhut
9	SND9	Sandıklı	25	SHT5	Şuhut
10	SND10	Sandıklı	26	SHT6	Şuhut
11	SND11	Sandıklı	27	DNR1	Dinar
12	SND12	Sandıklı	28	DNR2	Dinar
13	BLV1	Bolvadin	29	DNR3	Dinar
14	BLV2	Bolvadin	30	DNR4	Dinar
15	MRK1	Merkez	31	DNR5	Dinar
16	MRK2	Merkez	32	DNR6	Dinar

3.2. Patates Örneklerinden Fungus İzolasyonu

Hastalık etmen/etmenlerinin saf kültürlerinin elde edilebilmesi için hastalığın tipik belirtilerinin gözlemlendiği enfekteli patates yumruları saf su ile yıkanarak kurutma kağıdı üzerinde oda sıcaklığında kurutulmuştur. Yumruların hastalık belirtisi gösteren ve göstermeyen dokuların sınırından 0,5x0,5x0,5 cm boyutlarında parçalar kesilerek yüzey sterilizasyonu için %70 etanolde 1 dakika ve %0,5 sodyum hipoklorit solüsyonunda 3 dakika yüzey dezenfeksiyonu uygulaması sonrasında doku örnekleri, ddH₂O içinde 1 dk bekletilerek, steril kâğıt havlu üzerinde kurutulmuş ve daha sonra Patates Desktoz Agar (PDA) ortamına ekim yapılmış, bu ortam 16 °C sıcaklıkta 7-10 gün süreyle inkübasyon ortamına alınmıştır. İnkübasyon süresi sonunda oluşan fungus kolonilerinden mikroskop altında hif ucundan parça alınmış ve konidi seyreltileri yapılarak saf kültürler ve tek spor izolatları elde edilmiştir. Bu protokolle edilen saf izolatların yine PDA ortamına ekimi yapılmış ve bu ortam 16 °C sıcaklıkta 7-10 gün süreyle inkübasyon ortamına alınmıştır (Şekil 3.3)(Stefanczyk vd. 2016).

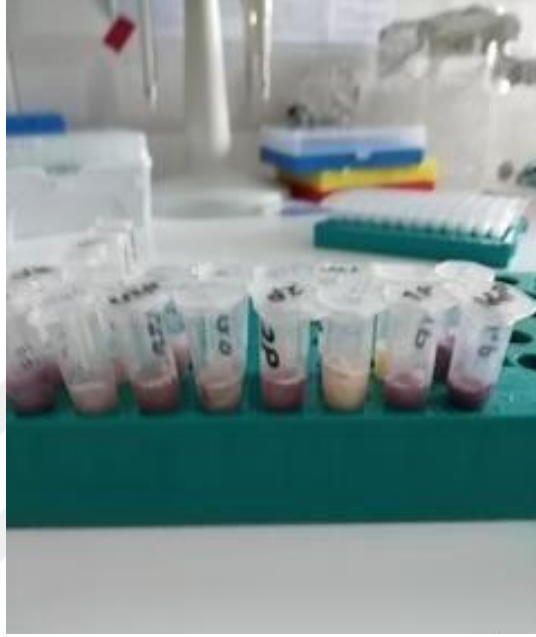


Şekil 3.3. Hastalıklı patateslerden fungus izolasyonu (Orijinal)

3.3. DNA İzolasyonu

Kuru çürüklük hastalığı belirtisi gözlenen patates yumrusu örneklerinden izole edilen örneklerin tek spor izolatlarından DNA izolasyonu Doyle ve Doyle (1987) yönteminin kısmen modifiye edilerek aşağıda verildiği şekilde yapılmıştır. DNA izolasyonu her bir örnek için 14-18 gün süre ile geliştirilmiş yaklaşık 100 mg fungus miseli kullanılarak gerçekleştirilmiştir. β -mercaptoetanol içeren 500 ml stok CTAB (Cetil Trimetil Ammonio Bromuro) solüsyonu hazırlanmıştır. Bu stok solusyondan 500 μ l alınarak içerisinde 100 mg fungus miseli bulunan eppendorf tüp içerisine ilave edilerek mikro pestle ile iyice ezilmiştir. Elde edilen homojen misel solusyonuna 5 μ l RNase eklenmiş ve 65°C sıcaklık da 1 saat süreyle inkubasyon ortamına alınmıştır. İnkubasyon süresi sonundabu ortama 24:1 oranında 450 mikrolitre (μ l) kloroform:isoamil alkol eklenmiş ve tüpler solüsyonun karıştığından emin oluncaya kadar çalkalanmıştır. Bu uygulama sonrasında elde edilen solusyon 14000 rpm'de 10 dk süreyle santrifüj edilmiştir. Santrifüj işlemi sonucu elde edilen orta faza pipet ucu değdirilmeden üst faz dikkatlice ortamdan uzaklaştırılmıştır. Farklı bir eppendorf tüpüne alınan üst faza 300 μ l 24:1 oranında kloroform:isoamil alkol eklendikten sonra 14000 rpm'de 10 dk boyunca santrifüj edilmiştir. Bu uygulama sonrasında oluşan üst faz yeni bir farklı bir eppendorf tüpüne aktarılmıştır. Yeni tüplere aktarılan üst faza aynı hacimde (1:1) isopropanol eklendikten sonra bir gece süreyle -20°C'lik ortamda tutulmuştur. Süre sonunda örnekler çıkarılarak soğutmalı santrifüjde 14000 rpm de 20 dk süreyle santrifüj edilmiştir. Santrifüj uygulaması sonrasında tüpün dip kısmında oluşan pellet ortamının alınabilmesi için üst kısımda bulunan süpernatant ortamdan uzaklaştırılmıştır. Elde edilen DNA pelletinin üzerine 500 μ l %70'lik etanol eklenerek soğutmalı santrifüj 14000 rpm de 10 dk süreyle de santrifüj uygulaması yapılmıştır. Uygulama sonrası elde edilen üst faz ortamdan uzaklaştırılmış elde edilen bu yeni ortama 500 μ l etanol eklenip soğutmalı santrifüj de 14000 rpm de 10 dk süreyle santrifüj uygulaması yapılmıştır. Bu

işlem sonrasında oluşan üst faz ortamdaki uzaklaştırılmış ve alt faz da kalan DNA pelleti içeren tüpler oda sıcaklığında içlerin de alkolün uzaklaştırılması için kurumaya bırakılmıştır. İçinde sıvının kalmadığına emin olunan örnek bulunan tüplere 100 µl ddH₂O eklenmiş ve pellet içeriği suya geçene kadar oda sıcaklığı koşullarında 4 saat bekletilmiştir. İzole edilmiş olan bu DNA'lar PCR işlemleri yapılana kadar -20°C ortamda tutulmuştur.



Şekil 3.4. DNA izolasyon aşamaları



Şekil 3.5. Elde edilen DNA'ların kurutulması

3.4. Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR) ile DNA Çoğaltılması

Her bir örnekten izole edilen DNA'ların Internal Transcribed Spacer (ITS) bölgeleri ITS1f/ITS4 ve Translation Elongation Factor 1-alpha primer çiftleri EF1/EF2 kullanılarak Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR) çalışmalarında çoğaltılmıştır (Stefanczyk vd. 2016). PCR çalışmalarında kullanılan ITS ve EF primerlerine ait baz dizileri, bağlanma (annealing) sıcaklık ve elde edilen ürün büyüklükleri Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.3.İlgili PCR analizlerinde kullanılan primerler, ürün boyutları ve koşulları

Primer	5'→3'	Sıcaklık	PCR ürünü
ITS1f	CTTGGTCATTTAGAGGAAGTAA	55°C	568 bp
ITS4	TCCTCCGCTTATTGATATGC	55°C	568 bp
EF1	ATGGGTAAGGARGACAAGAC	60°C	713 bp
EF2	GGARGTACCAGTSATCATGTT	60°C	713 bp

PCR reaksiyonları; 1 µl DNA ekstrakt ve 24 µl reagent karışımı olmak üzere toplam 25 µl'den oluşmaktadır. PCR içeriği 2 µl MgCl₂ (25 mM), 2,5 µl buffer(10x), 2,5 µl her bir dATP, dTTP, dGTP ve dCTP(2,5 mM) ile (10 µM) her bir primerden 1,25 µl, Taq DNA polymerase(5U/ µl) 0,1µl enzimi ve 14,4 µl ddH₂O içerecek şekilde hazırlanmıştır. Hazırlanan PCR karışımıyla, 0,2 ml'lik PCR tüpleri kullanılarak PCR cihazı (Primus 96 Advanced®) ile gerçekleştirilmiştir.

PCR koşulları ITS primerleri için, 94°C'de 3 dakika başlangıç aşamasının ardından; 94 °C'de 1 dakika, 55 °C'de 1 dakika, 72 °C'de 1,5 dakika koşulları sağlanarak şeklinde 35 döngü tamamlandıktan sonra 72 °C'de 10 dakikalık sonlanma aşamasının ardından ortam 4 °C'ye düşürülmüştür.

PCR koşulları EF primerleri için ise 94°C'de 3 dakika başlangıç aşamasının ardından 94°C'de 1 dakika, 60 °C'de 1 dakika, 72 °C'de 1,5 dakika koşulları sağlanarak 35 döngü tamamlandıktan sonra 72 °C'de 10 dakikalık sonlanma aşamasının ardından ortam 4 °C'ye düşürülmüştür.

PCR ürünleri %1 TAE buffer (100 mM Tris, 12,5 mM sodium acetate ve 1 mM EDTA, pH: 8.0) içinde hazırlanan %1,5 Agarose jel (Sigma-Aldrich, USA) üzerinde 80 volta 1 saat uygulanmıştır. Agarose jel içine katılaşmadan önce Ethidium bromide boyası ilave edilmiştir. PCR ürünlerinin büyüklüğünü belirlemek için her bir jel izlenmesi süreci 1 kb DNA ladder (Thermo Scientific, Lithuania) standart olarak dahiledilmiştir. Elektroforez uygulamaları sonucu elde edilen jeller Ultraviole ışık altında gözlemlenmiş ve Magnafire SP yazılım® (Olympus®, NY, USA) programı kullanarak fotoğraflanmıştır. Elde edilen PCR ürünleri herhangi bir işlemde kullanılabilecek kadar -80°C sıcaklık da saklanmıştır.

3.5. DNA dizilimlerinin çıkarılması, düzenlenmesi ve izolatların tanısı

Elde edilen *Fusarium* izolatlarının DNA dizilimleri hizmet alımı şeklinde (BM Laboratuvar Sistemleri, Ankara, Türkiye) gerçekleştirilmiştir. Her bir izolatın DNA dizilimi PCR reaksiyonlarında kullanılan primerler kullanılarak yapılmıştır. DNA dizi analizi sonuçları Chromas Version 2.6.5® kullanılarak görüntülenmiştir. DNA dizi verileri, MEGA7 programı kullanılarak ikili ve çoklu hizalanması yöntemi “Clustal W Çoklu Dizi Hizalama Programı (Clustal W Multiple Sequence Alignment Program)” ile hizalanmıştır (Kumar vd. 2018).

İzolatların ITS ve EF bölgesi DNA dizilimleri Blast benzerlik programından faydalanarak GenBank (NCBI, Bethesda, MD, USA) veri tabanında bulunan dizilimlerle karşılaştırılmıştır (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>).

3.6. Filogenetik Analizler

Labaratuvar şartlarında geliştirilebilen kuru çürüklük etmeni *Fusarium* izolatlarının Intergenic Spacer (ITS)ve elongation faktör (EF) bölgelerinin DNA dizilimlerinin filogenetik analizleri MEGA 7 analiz programı kullanılarak yapılmıştır (Kumar vd. 2018).Taksonların akrabalık ilişkileri UPGMA(Unweighted Pair Group Method Using Arithmetic Average)yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir (Sneath ve Sokal 1973). Örneklerin 1000 defa tekrarlı olarak karşılaştırılması sonucunda “Maximum Likelihood Metodu”ile filogenetik ağaç oluşturulmuştur (Felsenstein 1985). Bootstrap tekrarlarında %50’den daha az kopyalanan dallar daraltılmıştır. İlgili taksonun bootstrap testinde (1000 tekerrür) birlikte kümelendiği tekerrür ağaçların yüzdesi dalların yanında gösterilmiştir (Felsenstein 1985). Evrimsel uzaklıklar, “Maximum Composite Likelihood” yöntemi (Tamura vd. 2004) kullanılarak hesaplanmış ve bu uzaklıklar her bölüm için baz yer değişim sayılarının ünitesindedir. Yapılan analiz toplam 47 nükleotit dizilimi içermektedir.

Elde edilen izolatların referans izolatlarla karşılaştırılması amacıyla filogenetik analizlerde kullanılacak gen bankasından temin edilen izolatların Genbank numaraları, teşhis edilmiş türler ve belirlendiği ülkeler Çizelge 3.4’te verilmiştir.

Çizelge 3.4.Gen bankasından alınan izolatlara ait bilgiler

GenBank No	Tür	Ülke
ITS bölgesi DNA dizilimleri için GenBank’dan temin edilen izolatlar		
KX822794.1	<i>F. oxysporum</i>	Birleşik Krallık
KP674221.1	<i>F. solani</i>	Polonya
MK752452.1	<i>F. sambucinum</i>	Cezayir
MK577955.1	<i>F. graminearum</i>	Azerbaycan
EF bölgesi DNA dizilimleri için GenBank’dan temin edilen izolatlar		
MG574894.1	<i>F. oxysporum</i>	Hindistan
KX343173.1	<i>F. solani</i>	İspanya
MT560373.1	<i>F. sambucinum</i>	Çin
MH591453.1	<i>F. graminearum</i>	Mısır
ITS ve EF bölgesi DNA dizilimleri için GenBank’dan temin edilen izolat		
XM_009650302.1	<i>Verticillium dahliae</i>	ABD

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Bulgular

Her geçen gün stratejik ve ekonomik önemini arttıran patatesten kuru çürüklük hastalığı üzerine yapılan bu çalışmada özellikle fırında pişirme, haşlama, kızartma olarak bilinen patates çeşitlerinden fungus izolatlarında edilmesine özen gösterilmiştir. Hastalıklı patates örnekleri farklı ilçelerden değişik çeşitlerden homojen olarak seçilmeye çalışılmıştır. Çizelge 4.1’de hastalıklı örnek toplanan patates çeşitleri, toplandığı ilçeler ve toplam örnek miktarları verilmiştir.

Çizelge 4.1. Toplanan patates çeşitleri, sayıları, toplandığı ilçeler ve dizileme sayısı

Patates çeşitleri	Toplandığı ilçeler					Toplam
	Sandıklı	Merkez	Şuhut	Dinar	Bolvadin	
Agria®	6 (%19)	3 (%9)	2 (%6)	2 (%6)	2 (%6)	15 (%47)
Marabel®	3 (%9)	3 (%9)	2 (%6)	0 (%0)	0 (%0)	8 (%25)
Melody®	2 (%6)	0 (%0)	2 (%6)	2 (%6)	0 (%0)	6 (%19)
Madeleine®	1 (%3)	0 (%0)	0 (%0)	2 (%6)	0 (%0)	3 (%9)
Toplam	12 (%38)	6 (%19)	6 (%19)	6 (%19)	2 (%6)	32 (%100)

4.1.1. ITS primerleri ile yapılan moleküler teşhis sonuçları

Elde edilen izolatların ITS gen bölgesinin PCR çalışmalarında çoğaltılması ve dizileme çalışmaları sonucunda elde edilen DNA dizilimleri hizalanmış olarak gösterimleri EK1’de verilmiştir. Her izolatın ITS DNA diziliminin GenBank (NCBI, Bethesda, MD, USA(<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>)) veri tabanında bulunan dizilimlerle karşılaştırılması yapılmış olup teşhis sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Çizelge 4.2. incelendiğinde; Sandıklı ilçesinden alınan örneklerden geliştirilen 6 izolat *F. oxysporum*, 4 izolat *F. solani*, 1 izolat *F. sambucinum*, 1 izolat da *F. graminearum* olarak; Bolvadin ilçesinden alınan örneklerden geliştirilen 2 izolat *F. Sambucinum* olup bu ilçeden toplanan örneklerde *F. oxysporum*, *F. Solani* ve *F. Graminearum* belirlenememiş; Merkez ilçeden alınan örneklerden geliştirilen 2 izolat *F. oxysporum*, 2 izolat *F. solani*, 1 izolat *F. sambucinum*, 1 izolat *F. graminearum*; Şuhut ilçesinden alınan örneklerden geliştirilen 4 izolat *F. oxysporum*, 1 izolat *F. solani*, 1 izolat *F. graminearum* olup bu ilçeden toplanan örneklerde *F. sambucinum* belirlenememiş; Dinar ilçesinden alınan örneklerden geliştirilen 3 izolat *F. oxysporum*; 1 izolat *F. solani*;

1 izolat *F. sambucinum* ve 1 izolat da *F. graminearum* olarak teşhis edilmiş olup, toplamda 32 izolatın 15 tanesi *F. oxysporum*, 8 tanesi *F. solani*, 5 tanesi *F. sambucinum*, 4 tanesi *F. Graminearum* türleri olarak tanımlanmıştır.

Çizelge 4.2. İzolatların ITS primerleri ile yapılan moleküler teşhis sonuçları

İzolat adı	ITS primerleri ile yapılan teşhis	İzolat adı	ITS primerleri ile yapılan teşhis
BLV1	<i>F. sambucinum</i>	SHT3	<i>F. oxysporum</i>
BLV2	<i>F. sambucinum</i>	SHT4	<i>F. oxysporum</i>
DNR1	<i>F. oxysporum</i>	SHT5	<i>F. solani</i>
DNR2	<i>F. oxysporum</i>	SHT6	<i>F. graminearum</i>
DNR3	<i>F. oxysporum</i>	SND1	<i>F. oxysporum</i>
DNR4	<i>F. solani</i>	SND2	<i>F. oxysporum</i>
DNR5	<i>F. sambucinum</i>	SND3	<i>F. oxysporum</i>
DNR6	<i>F. graminearum</i>	SND4	<i>F. oxysporum</i>
MRK1	<i>F. oxysporum</i>	SND5	<i>F. oxysporum</i>
MRK2	<i>F. oxysporum</i>	SND6	<i>F. oxysporum</i>
MRK3	<i>F. solani</i>	SND7	<i>F. solani</i>
MRK4	<i>F. solani</i>	SND8	<i>F. solani</i>
MRK5	<i>F. sambucinum</i>	SND9	<i>F. solani</i>
MRK6	<i>F. graminearum</i>	SND10	<i>F. solani</i>
SHT1	<i>F. oxysporum</i>	SND11	<i>F. sambucinum</i>
SHT2	<i>F. oxysporum</i>	SND12	<i>F. graminearum</i>

4.1.2. EF primeri ile yapılan moleküler teşhis sonuçları

Elde edilen izolatların EF gen bölgesinin PCR çalışmalarında çoğaltılması ve dizileme çalışmaları sonucunda elde edilen DNA dizilimlerinin hizalanmış gösterimleri EK1’ de verilmiştir. Her izolatın DNA diziliminin GenBank (NCBI, Bethesda, MD, USA (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>)) veri tabanında bulunan dizilimlerle karşılaştırılması ile yapılmış olan teşhisleri Çizelge 4.3’de verilmiştir. Çizelge 4.3. incelendiğinde; Sandıklı ilçesinden 6 izolat *F. oxysporum*, 4 izolat *F. solani*, 1 izolat *F. sambucinum* 1 izolat da *F. graminearum* olarak; Bolvadin ilçesinden

elde edilen 2 izolat *F. sambucinum* olup bu ilçeden toplanan örneklerde *F. oxysporum*, *F. Solani* ve *F. Graminearum* belirlenememiş; Merkez'den elde edilen 2 izolat *F. oxysporum*, 2 izolat *F. solani*, 1 izolat *F. sambucinum*, 1 izolat *F. graminearum*; Şuhut ilçesinden elde edilen 4 izolat *F. oxysporum*, 1 izolat *F. solani*, 1 izolat *F. Graminearum* olup bu ilçeden toplanan örneklerde *F. sambucinum* belirlenememiş; Dinar ilçesinden elde edilen 3 izolat *F. oxysporum*; 1 izolat *F. solani*; 1 izolat *F. sambucinum* ve 1 izolat da *F. graminearum* olarak teşhis edilmiştir. Buna göre toplam 32 izolata 15 tanesi *F. oxysporum*, 8 tanesi *F. solani*, 5 tanesi *F. sambucinum*, 4 tanesi *F. Graminearum* türleri olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. İzolatların EF primerleri ile yapılan moleküler teşhis sonuçları

İzolat adı	EF primerleri ile yapılan teşhis	İzolat adı	EF primerleri ile yapılan teşhis
BLV1	<i>F. sambucinum</i>	SHT3	<i>F. oxysporum</i>
BLV2	<i>F. sambucinum</i>	SHT4	<i>F. oxysporum</i>
DNR1	<i>F. oxysporum</i>	SHT5	<i>F. solani</i>
DNR2	<i>F. oxysporum</i>	SHT6	<i>F. graminearum</i>
DNR3	<i>F. oxysporum</i>	SND1	<i>F. oxysporum</i>
DNR4	<i>F. solani</i>	SND2	<i>F. oxysporum</i>
DNR5	<i>F. sambucinum</i>	SND3	<i>F. oxysporum</i>
DNR6	<i>F. graminearum</i>	SND4	<i>F. oxysporum</i>
MRK1	<i>F. oxysporum</i>	SND5	<i>F. oxysporum</i>
MRK2	<i>F. oxysporum</i>	SND6	<i>F. oxysporum</i>
MRK3	<i>F. solani</i>	SND7	<i>F. solani</i>
MRK4	<i>F. solani</i>	SND8	<i>F. solani</i>
MRK5	<i>F. sambucinum</i>	SND9	<i>F. solani</i>
MRK6	<i>F. graminearum</i>	SND10	<i>F. solani</i>
SHT1	<i>F. oxysporum</i>	SND11	<i>F. sambucinum</i>
SHT2	<i>F. oxysporum</i>	SND12	<i>F. graminearum</i>

4.1.3. Moleküler sonuçlara göre hastalık etmenlerinin ilçelere göre dağılımı

Çalışma sonucunda Sandıklı ilçesinde toplam 12 örnek içinde 6 adet *Fusarium oxysporum*, 4 adet *Fusarium solani*, 1 adet *Fusarium sambucinum*, 1 adet *Fusarium graminearum* türleri teşhis edilmiştir. Merkez ilçesinde 2 adet *Fusarium oxysporum*, 2 adet *Fusarium solani*, 1 adet *Fusarium sambucinum*, 1 adet *Fusarium graminearum* türleritespit edilmiştir. Şuhut İlçesinde 4 adet *Fusarium oxysporum*, 1 adet *Fusarium solani*, 1 adet *Fusarium graminearum* türleri tespit edilmiştir. Dinar ilçesinde 3 adet *Fusarium oxysporum*, 1 adet *Fusarium solani*, 1 adet *Fusarium sambucinum*, 1 adet *Fusarium graminearum* türleri tespit edilmiştir. Bolvadin İlçesinde 2 adet *Fusarium sambucinum* türüt espit edilmiştir. Toplamda tüm ilçelerden toplanan 15 örnekte *Fusarium oxysporum*, 8 örnekte *Fusarium solani*, 5 örnekte *Fusarium sambucinum*, 4 örnekte *Fusarium graminearum* türleri tespit edilmiştir (Çizelge 4.4).

İncelenen 32 örneğin %47'sinde *Fusarium oxysporum*, %25'inde *Fusarium solani*, %16'sında *Fusarium sambucinum*, %13'ünde *Fusarium graminearum* türleri teşhis edilmiştir. Örneklerin alındıkları lokasyonlar (İlçeler) özelinde incelendiğinde; Sandıklı ilçesinde %50 oranında *Fusarium oxysporum*, %33 oranında *Fusarium solani*, %8 oranında *Fusarium sambucinum*, %8 oranında *Fusarium graminearum* türleri teşhis edilmiştir. Merkez ilçesinde %33 oranında *Fusarium oxysporum*, %33 oranında *Fusarium solani*, %17 oranında *Fusarium sambucinum*, %17 oranında *Fusarium graminearum* türleri teşhis edilmiştir. Şuhut ilçesinde %67 oranında *Fusarium oxysporum*, %17 oranında *Fusarium solani*, %17 oranında *Fusarium greminarum* türleri teşhis edilmiştir. Dinar ilçesinde %50 oranında *Fusarium oxysporum*, %17 oranında *Fusarium solani*, %17 oranında *Fusarium sambucinum*, %17 oranında *Fusarium greminarum* türleri teşhis edilmiştir. Bolvadin ilçesinde %100 oranında *Fusarium sambucinum* türü teşhis edilmiştir(Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Moleküler sonuçlara göre hastalık etmenlerinin ilçelere göre dağılımı

Hastalık etmeni	Örnek	İlçeler					
		Sandıklı	Merkez	Şuhut	Dinar	Bolvadin	Toplam
<i>Fusarium oxysporum</i>	Sayısı	6	2	4	3	0	15
	Oran (%)	50	33	67	50	0	47
<i>Fusarium solani</i>	Sayısı	4	2	1	1	0	8
	Oran (%)	33	33	17	17	0	25
<i>Fusarium sambucinum</i>	Sayısı	1	1	0	1	2	5
	Oran (%)	8	17	0	17	100	16
<i>Fusarium graminearum</i>	Sayısı	1	1	1	1	0	4
	Oran (%)	8	17	17	17	0	13
Toplam	Sayısı	12	6	6	6	2	32
	Oran (%)	37,5	18,75	18,75	18,75	6,25	100

4.1.4. Moleküler yöntemlerle doğrulanmış hastalık etmenlerinin patates çeşitlerine göre dağılımları ve hastalık oranları

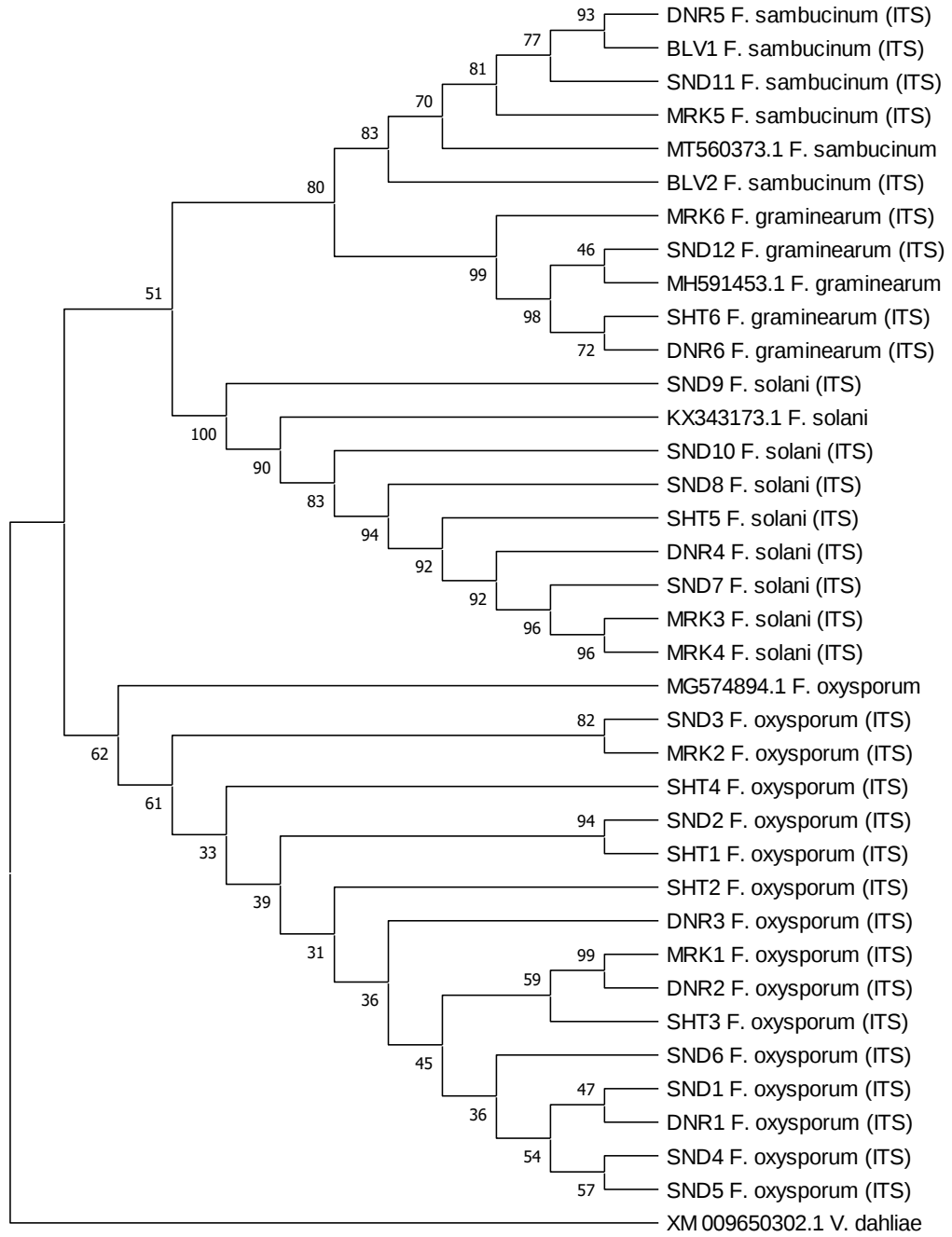
Çizelge 4.5'te patates çeşitleri düzeyinde tespit edilen hastalık etmeni türleri verilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda incelenen 15 Agria® patates çeşidinde %53 oranında *Fusarium oxysporum*, %27 oranında *Fusarium solani*, %13 oranında *Fusarium sambucinum*, %7 oranında *Fusarium graminearum* türleri teşhis edilmiştir. İncelenen 8 Marabel® patates çeşidinde, %38 oranında *Fusarium oxysporum*, %13 oranında *Fusarium solani*, %25 oranında *Fusarium sambucinum*, %25 oranında *Fusarium graminearum* türleri teşhis edilmiştir. İncelenen 6 adet Melody® patates çeşidinde %33 oranında *Fusarium oxysporum*, %33 oranında *Fusarium solani*, %17 oranında *Fusarium sambucinum*, %17 oranında *Fusarium graminearum* türleri teşhis edilmiştir. İncelenen 3 adet Madeleine® patates çeşidinde %67 oranında *Fusarium oxysporum* ve %33 oranında *Fusarium solani* hastalık etmenleri teşhisi yapılmıştır.

Çizelge 4.5. Moleküler yöntemlerle doğrulanmış hastalık etmenlerinin patates çeşitlerine göre dağılımları ve hastalık oranları (%)

Patates çeşidi	Hastalık etmenleri				Toplam ve Oran (%)
	<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Fusarium solani</i>	<i>Fusarium sambucinum</i>	<i>Fusarium graminearum</i>	
Agria®	8 (%53)	4 (%27)	2 (%13)	1 (%7)	15 (%47)
Marabel®	3 (%38)	1 (%13)	2 (%25)	2 (%25)	8 (%25)
Melody®	2 (%33)	2 (%33)	1 (%17)	1 (%17)	6 (%19)
Madeleine®	2 (%67)	1 (%33)	0 (%0)	0 (%0)	3 (%9)
Toplam	15 (%47)	8 (%25)	5 (%16)	4 (%13)	32 (%100)

4.1.5. Filogenetik analiz sonuçları

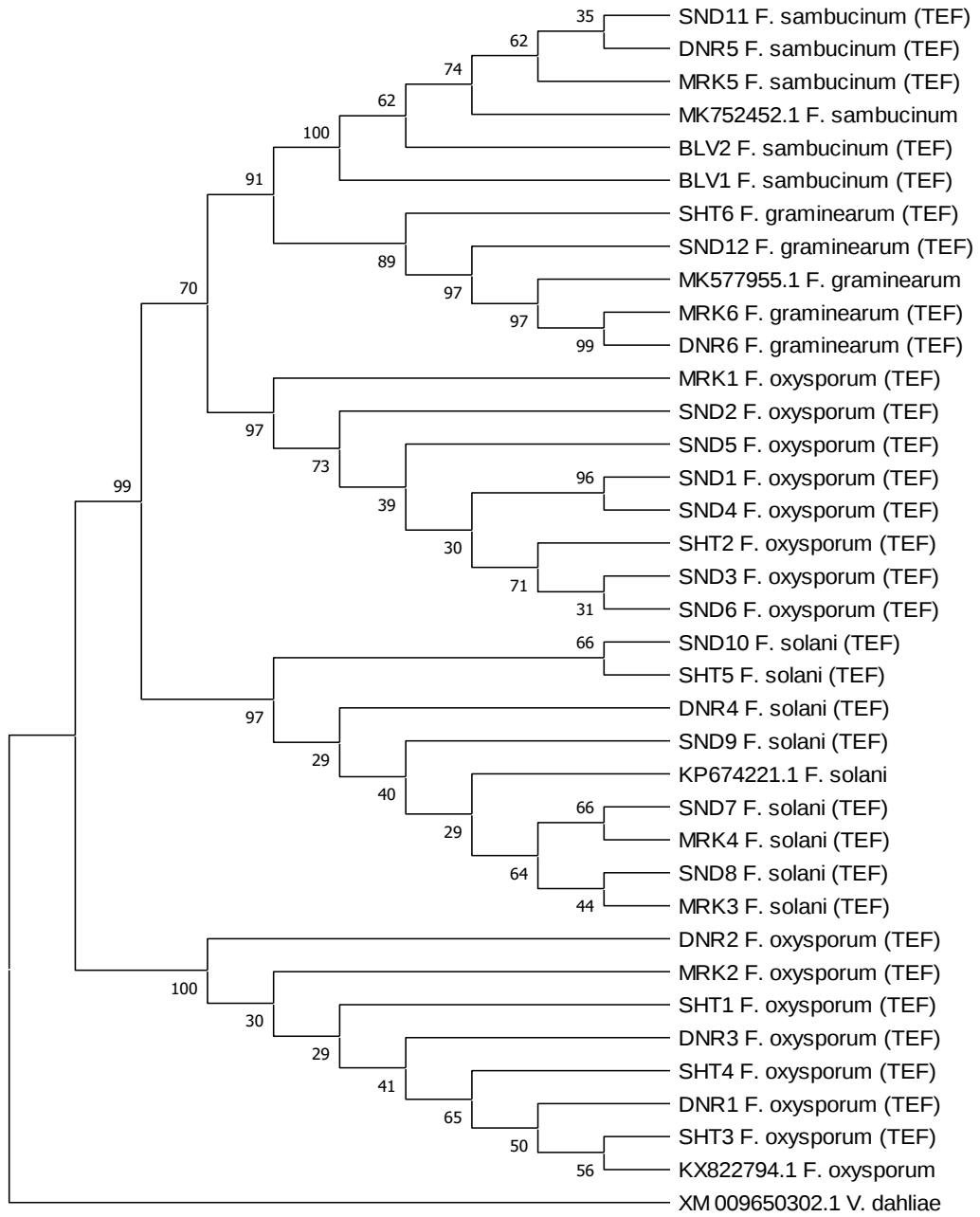
Şekil 4.1'de ITS gen bölgesi DNA dizilimleri ile elde edilen filogenetik analiz sonuçları incelendiğinde çalışmada elde edilen izolatların açık bir şekilde 4 farklı *Fusarium* türünden oluştuğu ve bu türlerinin belirgin bir şekilde birbirinden ayrılan üç farklı grup içinde toplandığı görülmektedir. Bunlardan *F. sambucinum* ve *F. graminearum* türlerinin farklı ama yakın akraba oldukları bu iki türün *F. solani* grubu ile daha yakın ilişkili olduğu ve *F. oxysporum* ile farklı dallarda yer aldığı görülmektedir.



Şekil 4.1. *Fusarium* izolatlarının ITS bölgesi DNA dizilimlerine ait filogenetik ağaç

Çalışmanın güvenilirliğini test etmek amacıyla; ITS bölgesi DNA dizilimlerine ilişkin filogenetik ağaca teşhis edilen etmenler dışında genbank'dan temin edilen KX822794.1 (*F. oxysporum*), KP674221.1 (*F. solani*), MK752452.1 (*F. sambucinum*) ve MK577955.1 (*F. graminearum*) izolatları da eklenmiştir. Hindistan kökenli *F.oxysporum* (MG 544894.1) izolatının bu çalışmada elde edilen tüm *F. Oxysporum* izolatlarının bulunduğu grupta yer alması çalışmada elde edilen sonuçların bu konuda

mevcut DNA verileri ile benzer olduğunu ve güvenilirliğini kanıt niteliğindedir. Analizde İspanya kökenli *F.solani*(KX343173.1) ve Mısır kökenli *F.graminearum*(MH591453.1) izolatların özellikle Sandıklı ilçesinden elde edilen izolatlarla yakın akraba olduğu dikkati çekmektedir. Analizlerde dış grup olarak ilave edilen ABD kökenli *Verticillium dahliae* (XM 009650302.1) izolatının *Fusarium* türlerinden oldukça ayrı bir grup oluşturduğu görülmektedir. GenBank izolatlarının dahil edilerek yürütülen çalışmaların sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde gerek yapılan teşhislerin doğruluğu gerekse beklenen izolatların yakın akraba olduğu belirlendiği için çalışmanın güvenilirliği kanıtlanmıştır.



Şekil 4.2. *Fusarium* izolatlarının EF gen bölgesine ait filogenetik ağaç

EF bölgesi DNA dizilimleri ile elde edilen filogenetik ağaçta da değerlendirilen *Fusarium* izolatlarının birbirinden açık olarak ayrılan dört tür den meydana geldiği belirlenmiştir. ITS dizilimlerinde olduğu gibi *F. sambucinum* ve *F. graminearum* türlerinin farklı ama birbirlerine yakın türler olduğu belirlenmiştir. Filogenetik ağaçta *F.solani* ve *F.oxysporum* türleri birbirinden belirgin şekilde ayrılırken özellikle *F.oxysporum* izolatlarının iki ayrı grup içinde yer aldığı tespit edilmiştir. Bu gruplardan birisinde yalnızca Merkez, Şuhut ve Dinar'dan toplanan örneklerden geliştirilmiş olan *F.oxysporum* izolatları bulunmakta, diğerinde ise Sandıklı ve Merkez'den elden edilen *F. Oxysporum* izolatları yer almaktadır. Bu grupta yer alan *F. oxysporum* izolatlarının *F. sambucinum* ve *F. graminearum* türlerine daha yakın akraba oldukları görülmektedir.

Çalışmanın güvenilirliğini test etmek amacıyla; ITS bölgesi DNA dizilimlerine ilişkin filogenetik ağaca teşhis edilen etmenler dışında genbank'dan temin edilen

Çalışmanın güvenilirliğini test etmek amacıyla; EF bölgesi DNA dizilimlerine ilişkin filogenetik ağaca teşhis edilen etmenler dışında genbank'dan temin edilerek eklenen MG574894.1 (*F. oxysporum*), KX343173.1(*F. solani*), MT560373.1(*F. sambucinum*) ve MH591453.1 (*F. graminearum*) izolatları da eklenmiştir. Filogenetik ağaçta genbanka dantemin edilen dizilimi benzerlik gösteren Birleşik Krallık kökenli *F.oxysporum*(KX822794.1) izolatının aynı *F.oxysporum* grubu içinde yer alan Şuhut ilçesinden elde edilen izolatla çok yakın akraba olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde Azerbeycan kökenli *F.graminearum*(MK577955.1) izolatının Dinar ve Merkez ilçelerinden elde edilen izolatlarla çok yakın akraba olduğu belirlenmiştir. Cezayir kökenli *F.sambucinum*(MK752452.1) izolatının kuş uçuşu mesafeleri birbirine yakınlık gösteren Merkez, Dinar ve Sandıklı ilçelerinden alınan izolatlarla benzerlik gösterdiği ve aynı grupta yer aldığı görülmektedir. Yine analizlerde dış grup olarak kullanılan ABD kökenli *Verticillium dahliae* (XM 009650302.1) izolatının EF gen bölgesi diziliminin *Fusarium* türlerinden oldukça ayrı bir grup oluşturduğu görülmektedir.

GenBank izolatlarının dahil edilerek yürütülen çalışmaların sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde gerek yapılan teşhislerin doğruluğu gerekse beklenen izolatların yakın akraba olduğu belirlendiği için çalışmanın güvenilirliği kanıtlanmıştır.

ITS ve EF gen bölgelerinin filogenetik analizleri bu çalışmada elde edilen kuru çürüklük etmeni *Fusarium* izolatlarının *F. sambucinum*, *F.graminearum*, *F. solani* ve *F. oxysporum* olmak üzere 4 farklı türden oluştuğunu ispat edilmiş ve çalışmanın güvenilirliği kanıtlanmıştır.

4.2. Tartışma

Patatestte görülen fungal hastalık etmenlerinin bazıları depolama koşullarından daha dikkat çekici olabilmektedir. Bu tipteki fungal hastalıklar, depolanan yumrulara çürümelere neden olmaktadır. Uygun şartlarda depolanmayan ürünler sebebiyle ortamda bulunan hastalık etmeni depolama birimi içine yayılmakta olup kalite ve ekonomik kayıpların artmasına neden olmaktadır. Patates depolama alanlarında yaygın görülen hastalık belirtileri kuru, yumuşak veya yaş çürüklüklerdir. Bu hastalıklar içinde ise kuru çürüklük hastalığının dikkat çekici durumu bulunmaktadır.

Ali vd. (2005) 2003-2004 yıllarında Kuzey Dakota’da yürüttükleri çalışmada; depolardan toplanan enfekteli patates yumrularının analizleri sonucu *Fusarium graminearum* etmeninin varlığını belirlemişlerdir. Afyonkarahisarda yapılan bu çalışmada da Sandıklı, Dinar, Merkez ve Şuhut ilçelerinde *Fusarium graminearum* etmeni varlığı tespit edilmiştir.

Peters vd. (2008) İngiltere’de patates de kuru çürüklük hastalığına neden olan *Fusarium* türlerini teşhis etmek amacıyla yürüttükleri 3 yıl süren survey çalışmasında toplam 10950 patates yumrusundan 228 örnek izole etmişlerdir. Bu örneklerden 219’unun hastalık etmeni içerdiğini rapor etmişlerdir. Teşhis edilen *Fusarium* türleri önemli bir kısmını (%94,7) 4 *Fusarium* türüne (*F. coeruleum*, *F. avenaceum*, *F. culmorum* ve *F. sambucinum*) ait olduğunu belirlemişlerdir. Bu çalışmada her 3 yıl için de *Fusarium coeruleum* türünün (%37-52) daha yaygın olduğu diğer taraftan patojenitesi en yüksek türün *Fusarium sambucinum* olduğunu belirlemişlerdir. Afyonkarahisarda yapılan çalışmada İngilterede yapılan bu çalışmada en yaygın olarak bulunan türlerden sadece *Fusarium sambucinum* türünün bulunmuş olması sebebiyle iki çalışma sonuçları arasında bazı farklılıklar olduğu ortaya konulmuştur.

Sharifi vd. (2009), İran’da yaptıkları çalışmada, yerel patates çeşitlerinde kuru çürüklük belirtisi gözlenen örneklerinden izolasyon yapmışlardır. En fazla izole edilen türler; *Fusarium culmorum*, *F. equiseti*, *F. semitectum*, *F. solani*, *F. sulphureum*, *F. oxysporum* ve *F. Trichoteciodes* olarak teşhis edilmiştir. Afyonkarahisar’da yapılan bu çalışmada ise *Fusarium culmorum*, *F. equiseti*, *F. semitectum*, *F. sulphureum*, *F. Trichoteciodes* türlerine hiç rastlanılmamış olup; Gerek bu türlerin Afyon İlinde teşhis edilememiş olması gerekse Afyon ilinde yüksek oranda zarar yaptığı görülen *F. oxysporum* ve *F. Solani* türlerinin İran’da yapılan çalışmada diğer türlerden daha az görülmesi iki yetiştiricilik alanın da yüksek oranda zarar yapan türlerin farklılığı ortaya konulmuştur.

Du vd. (2012) 2012 yılında yaptıkları çalışmada Çin’in kuzeyindeki 6 bölgeden toplanan 698 patates yumrusundan 260 *Fusarium* izolatu elde etmişlerdir. Çalışmada kuru çürüklük hastalık etmeni olarak *Fusarium sambucinum*, *F. avenaceum*, *F. oxysporum*, *F. equiseti* ve *F. acuminatum* türleri tespit edilmiştir. Hastalık etmenleri içerisinde en yaygın tür olarak %56 oranıyla *F. sambucinum* olduğunu bildirilmiştir. Bu tez çalışması sonucunda ise Afyonkarahisarda ise patates üretim alanlarında en yaygın türün *F. oxysporum* olduğu belirlenmiş olup *F. sambucinum* oranı %16 olarak bulunmuştur. *F. avenaceum*, *F. equiseti*, *F. Acuminatum* türlerine ise hiç rastlanılmamıştır. Bu şekilde Çin de örnek alınan üretim alanları ile Afyonkarahisarın bazı üretim alanlarında ki benzerlik ve farklılıklar ortaya konulmuştur.

Gachango vd. (2012) ABD, Michigan’da 2009 ve 2010 yıllarında yürüttükleri çalışmada 370 hastalık belirtisi gösteren patates yumrusu üzerinde yaptıkları çalışmada 228 izolatu geliştirildiği rapor edilmiştir. Tespit edilen 11 kuru çürüklük hastalık etmeni olan *Fusarium* spp.’den en yaygın olan türler *Fusarium oxysporum* (%30,3), *F. equiseti* (%19,3), *F. sambucinum* (%13,6) ve *F. avenaceum* (%13,6) olarak tespit edilmiştir. Afyonkarahisarda yapılan çalışma ile Gachango vd. (2012) tarafından yürütülen çalışmanın her ikisinde de *Fusarium oxysporum* türünün en yaygın oranda belirlenmiş olması ve *F. sambucinum* (%13,6) oranlarının yaklaşık olması

(Afyonkarahisarda *F. sambucinum* oranı %16'dır) sebebiyle iki çalışmanın örtüştüğü söylenebilir.

Moghadam ve Hosseinzadeh (2013) İran'da yürüttükleri çalışmada, Ardabil lokasyonunda başlıca patates kuru çürüklük hastalık etmenlerini *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. equiseti* ve *F. sambucinum* olarak tespit etmişlerdir. İranda yapılan bir başka çalışma Sharifi vd. (2009)da Afyonkarahisarda yapılan çalışmayla bazı farklı sonuçlar rapor edilirken; Moghadam ve Hosseinzadeh (2013)' in çalışmasıyla Afyonkarahisarda yapılan çalışmanın sonuçları örtüşmektedir.

Stefanczyk vd. (2016) Polonya'da yaptıkları araştırmada inceledikleri 149 *Fusarium* spp. izolatu arasında 12 farklı türün patatesten kuru çürüklük hastalığına neden olduğunu tanımlamışlardır. En sık rastlanan türlerinsırayla *F. oxysporum* (izolatların %45'i), *F. avenaceum* (%12,1), *F. solani* (%10,7) ve *F. sambucinum* (%7,4) olarak kaydedilmiştir. Polonyada yapılan bu çalışmayla birlikte Afyonkarahisarda yapılan çalışmada *F. oxysporum* türü en yaygın tür olarak belirlenmiş ve ve iki çalışmadaki toplam oranlar içerisinde benzer sonuçların varlığı belirlenmiştir (Afyonkarahisar %47, Polonya %45), *F. Avenaceum* türüne Afyonkarahisarda tespit edilememiş olmasına rağmen çalışmada sırasıyla *F. solani* (%10,7) ve *F. sambucinum* (%7,4) oranlarının ortaya çıkması da Afyonkarahisarda yapılan bu çalışma ile Polonyada yapılan çalışmanın büyük benzerlikler gösterdiği söylenebilmektedir.

Saber vd. (2017) Mısır'da yaptıkları bir çalışmada, 4 farklı depolama bölgesinden toplanan ve hastalık belirtisi gösteren örneklerden geliştirilen izolatlardan, patatesten kuru çürüklük hastalığına neden olan 4 farklı *Fusarium* türüne (*F. oxysporum*, *F. solani*, *F. culmorum* ve *F. semitectum*) ait 11 örneğin genetik farklılığını RAPD yöntemi kullanarak araştırmışlardır. Mısırdan yapılan bu çalışmayla Afyonkarahisarda yapılan çalışmanın her ikisinde de *F. oxysporum*, *F. solani* türlerinin izole edilmesi benzerlikleri ortaya koyarken; Afyonkarahisardaki çalışmada *F. culmorum* ve *F. Emitectum* türlerine rastlanılmamıştır.

Ülkemizde patates yumrularında kuru çürüklük hastalık etmenlerine karşı yapılan tanılama çalışmalarında Bolu'da *F. sulphureum*, *F. solani*, *F. oxysporum*, *Fusarium* spp., *F. solani*. var. *eoeruleum*, *F. culmorum*, *F. sambucinum* (Gülsoy 1978)ve *F. sulphureum* (Gülsoy 1982); Sakarya'da *F. oxysporum*, *F. solani*; Ege bölgesinde *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. proliferatum*, *F. equiseti*; Bolu'da *F. sulphureum*, *F. solani*, *F. oxysporum*, *F. solani* var. *coeruleum*, *F. culmorum*, *F. sambucinum* (Özer ve Soran 1991); Erzurum'da *Fusarium sambucinum*, *F. solani*, *F. culmorum*, *F. oxysporum* ve *Pythium ultimum*'un; Agria, Granola ve Marfona çeşidi patateslerde önemli derecede çürüme meydana getirdiği (Eken vd. 2000); İzmir'de ise *Fusarium sambucinum*, *F. oxysporum*, *F. avenaceum* ve *F. equiseti* (Yıkılmazsoy 2019) kuru çürüklük hastalık etmenlerinin varlığı teşhis edilmiştir. Afyonkarahisarda yapılan çalışmayla ülkemizde daha önce yapılmış bu çalışmalar karşılaştırıldığında; Özer ve Soran (1991) çalışmasında Sakarya ve Ege'den elde edilen sonuçlarla Afyonkarahisarda yapılan çalışma sonuçları arasında örtüşme bulunmaktadır. Bolu'da en yaygın oranda enfeksiyon yapan *F. Sulphureum* türüne ise Afyonkarahisardan alınan örneklerde rastlanılmamıştır. Gülsoy(1978) ve Gülsoy(1982) çalışmaları incelendiğinde *F. Sulphureum* türünün çalışma alanında en yaygın tür olduğu rapor edilmiştir. Afyonkarahisar'da yapılan çalışmada en yaygın olarak enfekte eden tür olarak

belirlenen *F. oxysporum* ve *F. Solani* türlerinin Bolu'da yapılan çalışmalarda da belirlenmemesine rağmen Bolu ile Afyonkarasihar'da ortaya çıkan sonuçlar arasında farklılıklar dikkat çekicidir. Yıkılmazsoy(2019) tarafından İzmir'de yapılan çalışmanın daha önce Özer ve Soran(1991) çalışmasıyla örtüşmesi de göz önüne alındığında Ege-İzmir coğrafyasında yapılan patates üreticiliğindeki kuru çürüklük etmenleriyle Afyonkarasiharda elde edilen kuru çürüklük etmenlerinin örtüştüğü görülmektedir.

Karel ve Karahan (1962) Ürgüp ve Nevşehir'de üretimi yapılan patates yumruları üzerinde yaptıkları araştırmada *F. coeruleum*, *F. roseum* ve *F. sulphureum* hastalık etmenlerini teşhis ettiklerini bildirmişlerdir. Gündüz'ün (1977) yaptığı araştırmada, Erzurum ilinde bulunan patates ve soğan depolarında toplanan örneklerde 16 cinse ait 30 fungus türü tanımlanmıştır. Çalışmada en yaygın türlerin *F. moniliforme*, *F. solanum* var. *coeruleum*, *F. sulphureum*, *F. equiseti*, *Gliocladium roseum*, *Penicillium* spp., *Trichothecium roseum* ve *Ulocladium botrytis*'in olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada ayrıca patojenisite testleri sonucunda, hastalık belirtisi gözlenen patates yumrularının %62,5'inin *F. Sulphureum* etmeni ile bulaşık olduğunu tespit etmişlerdir. Farklı tarihlerde Afyonkarahisarda yapılan çalışma ile Nevşehir ve Erzurum'da yapılmış olan bu çalışmalarda tamamen farklı sonuçların rapor edildiği değerlendirilmekle birlikte diğer taraftan Türkensteen ve Eraslan (1985) tarafından Erzurum ilinden toplanan örneklerden geliştirilmiş 26 izolatin 25 tanesinin ise *Fusarium sambucinum* olduğunu rapor etmişlerdir. Bununla birlikte *Fusarium sambucinum* türü Afyonkarahisar'da yapılan bu çalışmada da daha az yaygın olarak teşhis edilen bir tür olarak belirlenmiştir. Eken vd. (2000) yaptıkları araştırmada, Erzurum ilinde bulunan patates depolarında hastalığa neden olan fungal etmenleri belirlemeyi amaçlamışlardır. Yapılan izolasyonlarda Afyonkarahisarda da teşhis edilmiş olan *Fusarium sambucinum*, *F. solani*, *F. Oxysporum* türlerini teşhis etmişlerdir.

Çakar (2020) tarafından, patatesten verim kaybı meydana getiren toprak kökenli kuru çürüklük hastalığı etmeni *Fusarium oxysporum* ile biyolojik mücadele imkanlarının araştırılması amacıyla *in vitro* ve *in vivo* şartlarda yürütülmüş ve çalışma sonucunda; *P. agglomerans*'ın BRTB straininin *F. oxysporum*'un biyolojik mücadelesinde kullanılabileceği, patates yumruları dikilmeden önce bakteri uygulaması yapıldığında daha etkili sonuç alınacağı kanaatine varılmıştır. Afyonkarahisarda yapılan çalışmada *F. Oxysporum* türünün çok yüksek oranda enfeksiyon yaptığı göz önüne alındığında *P. agglomerans*'ın BRTB straininin Afyonkarahisarda ilindeki kuru çürüklük hastalığı mücadelesinde önemli bir yer tutabileceği düşünülmektedir.

Küresel düzeyde patates yumrusundaki kuru çürüklük hastalığına yol açan etmenler üzerine yapılan çalışmaların önemli bir kısmında olduğu gibi *Fusarium oxysporum*, *Fusarium sambucinum*, *Fusarium solani* türlerinin (Gachango vd. 2012; Moghadam ve Hosseinzadeh 2013; Stefańczyk vd. 2016) varlığı rapor edilmiştir. Yapılan bu çalışmada ise Afyon ili patates depolama alanlarında görülen patates kuru çürüklük hastalığına sebep olan türlerin büyük çoğunluğunu (%88) oluşturduğu belirlenmiştir. Bu hastalık etmelerinin farklı ilçelerdeki bulunma oranlarında önemli bir değişime rastlanmamıştır.

Bu tez çalışması kapsamında ITS ve EF gen bölgelerinin DNA dizilim ve filogenetik analizleri birlikte değerlendirildiğinde Afyonkarahisar ilinde *Fusarium oxysporum* 'un (%47) diğer türlere kıyasla daha yoğun olarak patatesten kuru çürüklük hastalığına neden olduğu belirlenmiştir. Bunu sırasıyla *Fusarium solani*(%25),

Fusarium sambucinum(%16) ve *Fusarium graminearum* (%13)türlerinin sırasıyla takip ettiği belirlenmiştir.

Afyonkarahisar ilinde en çok patates üretimi yapılan ilçelerinden olan Sandıklı, Şuhut ve Dinardan alınan örneklerde, *F.oxysporum* türünün oransal olarak daha yaygın olarak belirlenmesi söz konusu türün Afyonkarahisar ili için özellikle araştırılması, kontrol de kullanılan veya tavsiye edilen fungusitlere direnç ve hassasiyetlerinin belirlenerek bu yönde çeşit ekilişi ile üretimi yapılması ve bu yönde kimyasal mücadele yöntem ve materyallerini kullanılması gerektiğini düşünmektedir.

Afyonkarahisar ilinde toplanan enfekteli patates örneklerinin izolasyon, PCR ve dizileme işlemlerinden elde edilen sonuçlarının değerlendirilmesi sonrasında yapılan filogenetik ağaçlar göz önüne alındığında ITS primerleri ile elde edilen sonuçlarda dört farklı *Fusarium* türünün üç farklı grup içinde yer aldığı, *F. sambucinum* ve *F. graminearum* türlerinin yakın akraba oldukları, (Şekil 4.1.) bu iki türün *F. solani* ile daha yakın akrabalık ilişkisinin bulunduğu ve *F. Oxysporum* türünün diğer türlerden farklı grupta yer aldığı belirlenmiş (Şekil 4.1.); EF primerleri ile elde edilen filogenetik ağaçta 4 türün birbirinden açık bir şekilde ayrılabilirdiği gözlemlenmiştir (Şekil 4.2). Bununla birlikte EF analizlerinde *F.oxysporum* izolatlarının iki farklı grupta yer aldıkları bu gruplardan birisinde yalnızca Merkez, Şuhut ve Dinar'dan elde edilen *F.oxysporum* türleri bulunmakta, diğerinde ise *F. sambucinum*, *F. solani* ve *F. graminearum* türlerinin yanı sıra Sandıklı ve Merkez'den elden edilen *F. oxysprum* türleri bulunduğu belirlenmiştir (Şekil 4.2). Bu kısımda yer alan *F. sambucinum* ve *F. graminearum* türlerinin yakın akraba oldukları ve bazı *F. oxysporum* izolatlarının bu iki türe daha yakın oldukları tespit edilmiştir. *F. solani* izolatlarının ise tamamıyla ayrı bir grupta yer aldıkları belirlenmiştir (Şekil 4.2). Bu bilgi ışığında Merkez ve Sandıklı lokasyonundan alınan kuru çürüklük belirtisi gözlenen patates örneklerinden izole edilen *F.oxysporum* izolatlarının yakın akraba oldukları belirlenmiştir.

Diğer taraftan özellikle dikkati çeken detay, farklı türler arasındaki en yüksek benzerlik oranı ise her iki ağaçta da görülebileceği üzere *F. sambucinum* ve *F. Graminearum* türleri arasındadır(Şekil 4.1. ve Şekil 4.2).

Tohum kaynaklı olarak yayılan bu hastalıkta ithal tohumların kalitesi ve hastalıktan ari olması önemli bir faktördür. İthal edilen ürünlerdeki olası hastalıkların tohumlarla birlikte ülkemize gelme ihtimali ve hastalık oranlarını şekillendirme ihtimali çok kuvvetlidir.

5. SONUÇLAR

Patates bitkisi insan ile hayvan beslenmesinde önemli bir yere sahip olması nedenleriyle tüm dünyada ve ülkemizde üretim miktarı ve ekonomik anlamda çok önemli bir konumda bulunmaktadır.

Patates bitkisi, ekiminden pazarlanma sürecine kadar birçok biyotik ve abiyotik stres faktörünün olumsuz etkisine maruz kalmaktadır. Patates yetiştiriciliğini sınırlayan etmenlerin başında hastalık, zararlı ve yabancı otlar gelmektedir. Bu etkinin şiddetine ve maruz kalma süresine göre asıl ürün olan yumru verim ve kalitesi önemli düzeyde olumsuz etkilenmektedir. Patateste verim ve kalitesini olumsuz etkileyen fungal hastalıkların en önemlilerinden biri ise özellikle depolama sırasında oluşan *Fusarium* türlerinin neden olduğu “kuru çürüklük hastalığıdır”. Kuru çürüklük hastalığının kontrolünde farklı kültürel önlemler ve kimyasal uygulamalar tavsiye edilmekle birlikte hastalığa dayanıklı veya tolerant yeni çeşitlerin geliştirilmesi ve bu patates çeşitlerinin üretim deseninde yer alarak üretilmesi önemlidir. Diğer taraftan üretimi yaygın olan çeşitlerde görülen hastalık etmenlerinin teşhisleri ve bu etmenlerin yaygınlık derecelerinin belirlenmesi, mücadelede öncelikli olarak seçilecek hedefleri belirlemede rol oynamaktadır.

Dünya’da patateste hastalık yapan kuru çürüklük etmeni *Fusarium* türlerinin tespitine yönelik farklı çalışmalar mevcuttur. Yürütülen tez çalışması kapsamında ülkemizin önemli patates üretim merkezlerinden biri olan Afyonkarahisar ilinin en fazla patates üretimi yapılan Sandıklı, Şuhut, Dinar, Merkez ve Bolvadin ilçelerindeki depolama alanlarından kuru çürüklük hastalığı gözlenen patates yumrularında bulunan kuru çürüklük hastalık etmeni *Fusarium* türlerinin moleküler tür teşhisleri ve filogenetik analizleri yapılmıştır.

Örnekleme yapılan 5 ilçe ve incelenen 32 izolatta hem yumruda kuru çürüklük hastalığına hem de kök çürüklüğüne yol açan hastalık etmenlerinin *Fusarium oxysporum* yaygınlık oranı %47 (15 izolat), *Fusarium sambucinum* yaygınlık oranı %16 (5 izolat), *Fusarium solani* yaygınlık oranı %25 (8 izolat), *Fusarium graminearum* yaygınlık oranı %13 (4 izolat) olduğu, ITS ve EF gen bölgelerini DNA dizilimleri ve filogenetik analizleri sonucu tespit edilmiştir.

Agria® çeşidinden izole edilen 15 örnekte etmenin farklı *Fusarium* türleri belirlenmiş olup daha yaygın olarak tespit edilen hastalık etmeni %53 oranında *Fusarium oxysporum* olmuştur. Marabel® çeşidinden 8 adet izolasyon yapılmış olup en yaygın teşhis edilen etmen %38 oranıyla *Fusarium oxysporum* olarak belirlenmiştir. Melody® çeşidinden toplam 6 adet izolasyon yapılmış olup en yaygın tespit edilen hastalık etmenleri %33 oranıyla *Fusarium oxysporum* ve %33 oranıyla *Fusarium solani*’dir. Madeleine® çeşidinden toplam 3 adet izolasyon yapılmış olup en yaygın tespit edilen hastalık etmeni %67 oranla ile *Fusarium oxysporum* olarak belirlenmiştir.

Ülkemizde patates yetiştiriciliği ve depolaması yapılan alanlarda yürütülen çalışmalarda; patateste kuru çürüklük etmeni yapan türlerin ülkemizin farklı bölgelerinde farklı oranlarda bulunabildiği sonucuna varılabilmektedir. Oluşan bu durumun ana nedenlerin açığa çıkarılması için benzer ekolojik koşullar altında kapsamlı çalışmalar yapılması gerekliliği öne çıkmaktadır.

Ülkemizde önceden yapılan tanılama çalışmalarının yapıldığı İzmir, Sakarya, Erzurum, Bolu illeri patates üretim alanları göz önüne alındığında, Afyonkarahisar ilinde yapılmış olan bu çalışmanın patates üretimi için büyük önemi olan Geçit ve İç Anadolu bölgesinde kuru çürüklük etmeni türlerin ve yaygınlıklarının belirlenmesi açısından kayda değer bir çalışma olarak literatürde önemli bir boşluğun doldurulmasına katkı sağlayacağını söylemek yanlış olmaz.

Yürütülen çalışma Afyonkarahisar ilinde bu amaçla yapılan ilk moleküler teşhis çalışmasıdır. Konu üzerinde Dünya’da bu amaçla yapılmış olan çalışmalar sınırlı sayısı da olup, hastalık etmenlerinin yaygınlıklarının da ortaya konulması büyük önem arz etmektedir. Çalışma sonuçlarının, patatesteki kuru çürüklük hastalık etmenlerinin tanınması ve karakterizasyonu yapılacak olan benzer veya diğer çalışmalara kaynak oluşturabileceği, ilham verici veya yol gösterici olabileceği düşünülmektedir. Benzer şekilde gelecekte yapılması planlanan dayanıklı çeşitlerin ve hatların geliştirilmesi çalışmalarına da bu çalışmanın kaynak oluşturabileceği, ilham verici veya yol gösterici olabileceği düşünülmektedir.

Çalışma sonucunda, uzun yıllardır Afyonkarahisar ilinin patates üretim alanlarında daha fazla ekilişi yapıldığı bilinen Agria® ve Marabel® çeşitlerinden depolama sürecinde alınan örneklerde bu çeşitlerin *Fusarium oxysporum* türü tarafından önemli düzeyde enfekte edilebildiği belirlenmiştir. Başta bu tür sonrasında diğer bazı türler için basit, ucuz ve sürdürülebilir bir mücadele metodunun ve/veya formülasyonunun geliştirilmesi ile daha etkin bir mücadele yöntem/yöntemlerine ihtiyaç olduğu kanısına varılmıştır.

Sonuç olarak patatesteki önemli kayıplara neden olabilen kuru çürüklük hastalık etmeni *Fusarium* türlerine karşı özellikle depolama koşullarında hastalığın yayılmasını engelleyecek koşullarının sağlanması büyük önem arz etmektedir. Bu amaçla yapılacak altyapı çalışmaları ve uygun koşulların sağlanması hastalığın yayılmasının sınırlandırılması yönüyle çok önemlidir. Diğer önemli bir nokta ise, patates ekimleri sırasında kuru çürüklük hastalığının enfeksiyon ve gelişiminin sınırlandırılması amacıyla alınacak önlemlerle hastalığın şiddetini ve yaygınlığını önemli oranda düşürülmesinin mümkün olabileceği düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Ali, S., Rivera, V.V. and Secor, G.A. 2005. First report of *Fusarium graminearum* causing dry rot of potato in North Dakota. *Plant Disease*, 89(1): 105-105.
- Al-Mughrabi, K. I. 2010. Biological control of *Fusarium* dry rot and other potato tuber diseases using *Pseudomonas fluorescens* and *Enterobacter cloacae*. *Biological Control*, 53(3): 280-284.
- Anonim 1. https://tr.wikipedia.org/wiki/Dosya:Afyonkarahisar_districts.png [Son erişim tarihi: 02.04.2020].
- Arıoğlu, H.H. 2002. Nişasta ve Şeker Bitkileri Ders Kitabı. Genel Yayın No:188, Ders Kitapları Yayın No:A-57. Adana, 234 sayfa.
- Bojanowski, A., Avis, T.J., Pelletier, S. and Tweddell, R.J. 2013. Management of potato dry rot. *Postharvest Biology and Technology*, 84, 99-109.
- Bora, T. ve Karaca, İ. 1970. Kültür Bitkilerinde Hastalığın ve Zararın Ölçülmesi. Ege Üniversitesi Matbaası: 167, Yardımcı Ders Kitabı, İzmir, 43 sayfa.
- Choiseul, J., Allen, L. and Carnegie, S.F. 2006. Fungi causing dry tuber rots of seed potatoes in storage in Scotland. *Potato Research*, 49(4): 241-253.
- Chehri, K., Mohamed, N.F., Salleh, B. and Latiffah Z. 2011. Occurrence and Pathogenicity of *Fusarium* spp. on the Potato Tubers in Malaysia. *African Journal of Agricultural Research*, 6 (16): 3706-3712.
- Çakar, G. 2020. Patates kuru çürüklük hastalığı etmeni *Fusarium oxysporum* Schlecht. Emend Snyd. & Hans.'ın biyolojik mücadele imkanlarının araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 71 sayfa.
- Dean, B.B. 1994. Managing the Potato Production System. CRC Press. Abingdon. 202s.
- Delgado, J.A., Schwarz, P.B., Gillespie, J., Rivera-Varas, V.V. and Secor, G.A. 2010. Trichothecene mycotoxins associated with potato dry rot caused by *Fusarium graminearum*. *Phytopathology*, 100(3): 290-296.
- Doyle, J.J. and Doyle, J.L. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical Bulletin*, 19:11-15.
- Du, M., Ren, X., Sun, Q., Wang, Y. and Zhang, R. 2012. Characterization of *Fusarium* spp. causing potato dry rot in China and susceptibility evaluation of Chinese potato germplasm to the pathogen. *Potato Research*, 55(2): 175-184.
- Eken, C., Demirci, E. and Şahin, F. 2000, Pathogenicity of the fungi determined on tubers from potato storages in Erzurum, Turkey. *J. Turk. Phytopathology*, 29(2-3): 61-69.
- FAO, 2020. Tarım istatistikleri. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> [Son erişim tarihi: 02.03.2020].
- Felsenstein, J. 1985. Confidence limits on phylogenies: An approach using the bootstrap. *Evolution*, 39(4): 783-791.

- Gachango, E., Hanson, L.E., Rojas, A., Hao, J.J. and Kirk, W.W. 2012. *Fusarium* spp. causing dry rot of seed potato tubers in Michigan and their sensitivity to fungicides. *Plant Disease*, 96(12): 1767-1774.
- Genç Kesimci, T. G. ve Demirci, E. 2018. Erzurum ilinde patates tarlalarında *Fusarium* türlerinin alternatif yabancı ot konukçuları. *Bitki Koruma Bülteni*, 59(1): 63-70.
- Gülsoy, E. 1978. Bolu ili patates depolarında fungal çürüklük etmenleri üzerinde araştırmalar. *Zirai Mücadele Araştırma Yıllığı*, 118s.
- Gülsoy, E. 1982. Sakarya ve Bolu illeri patates depolarında fungal çürüklük etmenleri üzerinde araştırmalar. *Zirai Mücadele Araştırma Yıllığı*, 128s.
- Gündüz, H.H 1977. Erzurum ve çevresinden toplanan bozuk patates ve soğanların mikrofungus florası üzerinde araştırmalar. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8(2-3):21-31
- Hanson, L.E., Schwager, S.J. and Loria, R. 1996. Sensitivity to Thiabendazole in *Fusarium* species associated with dry rot of potato. *Pathology*, 86(4): 378-384.
- Heltoft, P., Brurberg, M.B., Skogen, M., Le, V.H., Razzaghian, J. and Hermansen, A. 2016. *Fusarium* spp. causing dry rot on potatoes in Norway and development of a Real-Time PCR method for detection of *Fusarium coeruleum*. *Potato Research*, 59(1): 67-80.
- Karel, G. ve Karahan, O. 1962. Orta anadolu patateslerinde erken kuruma ve yumru çürümelerine sebep olan amiller. Tarım Bakanlığı Ankara Zirai Mücadele Enstitüsü Müdürlüğü. 33: 26-27.
- Kotan, R., Sahin, F., Demirci, E. and Eken, C. 2009. Biological control of the potato dry rot caused by *Fusarium* species using PGPR strains. *Biological Control*, 50(2): 194-198. doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.04.004
- Kumar, S., Stecher, G., Li, M., Knyaz, C. and Tamura, K. 2018. MEGA X: molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms. *Molecular Biology and Evolution*, 35(6): 1547-1549.
- Li, Y.C., Bi, Y., Ge, Y.H., Sun, X.J. and Wang, Y. 2009. Antifungal activity of sodium silicate on *Fusarium sulphureum* and its effect on dry rot of potato tubers. *Journal of Food Science*, 74(5): 213-218.
- Mecteau, M.R., Joseph, A.R.U.L. and Tweddell, R.J. 2002. Effect of organic and inorganic salts on the growth and development of *Fusarium sambucinum*, a causal agent of potato dry rot. *Mycological Research*, 106(6): 688-696.
- Moghadam, B.S. and Hosseinzadeh, A.A. 2013. Study of *Fusarium* species causing dry rot of potatoes in Ardabil Province. *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 4 (6): 1226-1233.
- Özer, N., Soran, H. 1991. *Fusarium* species of Turkey. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6: 259-271.
- Peters, J.C., Lees, A.K., Cullen, D.W., Sullivan, L., Stroud, G.P. and Cunnington, A.C. 2008. Characterization of *Fusarium* spp. responsible for causing dry rot of potato in Great Britain. *Plant Pathology*, 57(2): 262-271.

- Saber, M., Ama, A., Rahman, T.G.A. and Alsaidi, K. 2017. Genetic diversity of *Fusarium* species causing potato dry rot disease using random amplified polymorphic DNA (RAPD-PCR). *J. Biol. Chem. Environ. Sci*, 12(3): 237-247.
- Sadfi, N., Cherif, M., Hajlaoui, M.R. and Boudabbous, A. 2002. Biological control of the potato tubers dry rot caused by *Fusarium roseum* var. *sambucinum* under greenhouse, field and storage conditions using *Bacillus* spp. isolates. *Journal of Phytopathology*, 150(11-12): 640-648.
- Secor, G.A. and Salas, B. 2001. *Fusarium* dry rot and *Fusarium* wilt. In: Stevenson W.R., Loria, R., Franc, G.D., Weingartner, D.P. (eds) *Potato Health Management*. American Phytopathological Society Press, St Paul, Minnesota, pp. 23-25.
- Sharifi, K., Zare, Z., Zamanizadeh, H. and Arjemandian, A. 2009. *Fusarium* species causing dry rot of potato in Ardabil, Tehran and Hamedan Provinces. *Journal of Plant Pests and Diseases*, 76(2):93-113.
- Sneath P.H.A. and Sokal R.R. 1973. *Numerical Taxonomy*. Freeman, San Francisco. 573 s.
- Stefańczyk, E., Sobkowiak, S., Brylińska, M. and Śliwka, J. 2016. Diversity of *Fusarium* spp. associated with dry rot of potato tubers in Poland. *European Journal of Plant Pathology*, 145(4): 871-884.
- Stevenson, W.R., Loria, R., Franc, G.D. and Weingartner, D. 2001. *Compendium of Potato Diseases*. St. Paul, MN, USA, American Phytopathological Society Press. 520s.
- Tamura, K., Nei, M. and Kumar, S. 2004. Prospects for inferring very large phylogenies by using the neighbor-joining method. *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)* 101(30): 11030-11035.
- Trabelsi, B.M. and Chérif, M. 2009. Effects of different abiotic agents on *Fusarium roseum* var. *sambucinum*, the causal agent of dry rot of potato tubers. *Tunisian Journal of Plant Protection*, 4(1): 1-14.
- TÜİK, 2020. Tarım istatistikleri <http://www.tuik.gov.tr/Start.do> [Son erişim tarihi: 02.03.2020].
- Türkensteen, L.J. ve Eraslan, F. 1985, Türkiye fungal ve bakteriyel patates hastalıkları surveyi, *Ege Bölgesi Ziraat Araştırma Enstitüsü Yayınları*, 62:19-20.
- Venter, S.L. and Steyn, P.J. 1998. Correlation between fusaric acid production and virulence of isolates of *Fusarium oxysporum* that causes potato dry rot in South Africa. *Potato Research*, 41(3): 289-294.
- Wharton, P., Hammerschmidt, R. and Kirk, W. 2007. *Fusarium* dry rot file online. [https://www.canr.msu.edu/uploads/resources/pdfs/michigan_potato_diseases_-_fusarium_dry_rot_\(e2992\).pdf](https://www.canr.msu.edu/uploads/resources/pdfs/michigan_potato_diseases_-_fusarium_dry_rot_(e2992).pdf) [Son erişim tarihi: 05.05.2020].
- Woolfe, J.A. and Poats, S.V. 1987. *The potato in the human diet*. Cambridge University Press. 213 pp

- Yıkılmazsoy, G. 2019. İzmir ilinde depolanan patateslerde kuru çürüklük hastalığına neden olan *Fusarium* spp.'nintanılanması ve mücadele olanaklarının araştırılması. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir, 90 sayfa.
- Yılmaz, H., Demircan, V. ve Erel, G. 2006. Bazı önemli patates üreticisi illerde patates üretim maliyeti ve gelirinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1(1): 22-32.(Isparta Süleyman Demirel Ziraat Fakültesi) <https://dergipark.org.tr/tr/pub/sduzfd/issue/50296/317622>

7. EKLER

EK1. *Fusarium* spp.'nin ITS primeri ile yapılan PCR reaksiyonlarının DNA dizilim analizleri.

```

SND1_F._oxysporum_ITS_-----GGAAGGTCTCGTTGGTGACCAGCGG-
AGGGATCATTACCGAGTTTACA
SND2_F._oxysporum_ITS_-----G.TCTC.....-.....
SND3_F._oxysporum_ITS_-----G.TCTCG.....-.....
SND4_F._oxysporum_ITS_-----A.....-.....
SND5_F._oxysporum_ITS_-----A.....-.....
SND6_F._oxysporum_ITS_-----T.AC.AT....-.....
MRK1_F._oxysporum_ITS_-----GTCTCG.T.GTGA.....-.....
MRK2_F._oxysporum_ITS_-----G.TCTCG.....-.....
SHT1_F._oxysporum_ITS_-----AGGDDDDTCTC.....-.....
SHT2_F._oxysporum_ITS_-----.....-.....
SHT3_F._oxysporum_ITS_-----.....-.....
SHT4_F._oxysporum_ITS_-----G.TCTCG.....A.....G.....
DNR1_F._oxysporum_ITS_-----A.G.....-.....
DNR2_F._oxysporum_ITS_-----GTCTCG.T.GTGA.....-.....
DNR3_F._oxysporum_ITS_-----GG.TCTC.....-.....
SND7_F._solani_ITS_-----A.CAGC.G.....ATAC
SND8_F._solani_ITS_-----TAAAAGTCGTAACA.G.TCTC.....A.CAGC.G.....ATAC
SND9_F._solani_ITS_-----
SND10_F._solani_ITS_-----GTAACA.G.TCTC.....A.CAGC.G.....ATAC
MRK3_F._solani_ITS_-----A.CAGC.G.....ATAC
MRK4_F._solani_ITS_-----A.CAGC.G.....ATAC
SHT5_F._solani_ITS_-----TAAAAGTCGTAACA.G.TCTC.....A.CAGC.G.....ATAC
DNR4_F._solani_ITS_-----TAAAAGTCGTAACA.G.TCTC.....A.CAGC.G.....ATAC
SND11_F._sambucinum_ITS_-----
AAAAAAGTAAAAGTCGTAACA.G.TCTC.....A.CAGC.G.....
MRK5_F._sambucinum_ITS_-----AGTAAAAGTCGTAACA.G.TCTC.....A.CAGC.G.....
DNR5_F._sambucinum_ITS_-----A.CAGC.G.....
BLV1_F._sambucinum_ITS_-----A.CAGC.G.....
BLV2_F._sambucinum_ITS_-----ACA.G.TCTC.....A.CAGC.G.....
SND12_F._graminearum_ITS_-----
AAGTAAAAGTCGTAACA.G.TCTC.....A.CAGC.G.....
MRK6_F._graminearum_ITS_-----TAACA.G.TCTC.....A.CAGC.G.....
SHT6_F._graminearum_ITS_-----
AAAAAGTAAAAGTCGTAACA.G.TCTC.....A.CAGC.G.....
DNR6_F._graminearum_ITS_-----
AAAAAGTAAAAGTCGTAACA.G.TCTC.....A.CAGC.G.....
MG574894.1_F._oxysporum_-----CGTAACA.G.TCTC.....A.CAGC.G.....
KX343173.1_F._solani_-----TCGTAACA.G.T.TC...A.....A.CAGC.G.....ATAC
MT560373.1_F._sambucinum
TCTTGGTCATTTAGAGGAAGTAAAAGTCGTAACA.G.TCTC.....A.CAGC.G.....
MH591453.1_F._graminearum_-----TAAAAGTCGTAACA.G.TCTC.....A.CAGC.G.....
XM_009650302.1_V._dahliae_-----GACTA...TC.CGACAGAAC.TT..A.G.G.ATT-
...GG.T

SND1_F._oxysporum_ITS_ ACTCCCAAACCCCTGTGAACATACCACT-----TGTTGCCTCGG--CGG-
ATCAGCCCGCTCCCGGTAAAACG
SND2_F._oxysporum_ITS_ .....-.....-.....
SND3_F._oxysporum_ITS_ .....-.....-.....
SND4_F._oxysporum_ITS_ .....-.....-.....
SND5_F._oxysporum_ITS_ .....-.....-.....
SND6_F._oxysporum_ITS_ .....T.....-.....
MRK1_F._oxysporum_ITS_ .....GG.....-.....
MRK2_F._oxysporum_ITS_ .....-.....-.....
SHT1_F._oxysporum_ITS_ .....-.....-.....
SHT2_F._oxysporum_ITS_ .....-.....-.....
SHT3_F._oxysporum_ITS_ .....GGGGGGGGGG.....T.....-.....
SHT4_F._oxysporum_ITS_ .....G.....C.....-.....

```

DNR1 *F. oxysporum* ITS
 DNR2 *F. oxysporum* ITS
 DNR3 *F. oxysporum* ITS
 SND7 *F. solani* ITS .ACT.ATC.A.....TAAA-----AC....T....G.A..A.G..-T.TA.C.....
 SND8 *F. solani* ITS .ACT.ATC.A.....TAAA-----AC....T....G.A..A.G..-T.TA.C.....
 SND9 *F. solani* ITSTAAA-----AC....T....G.A..A.G..-T.TA.C.....
 SND10 *F. solani* ITS .ACT.ATC.A.....TAAA-----AC....T....G.A..A.G..-T.TA.C.....
 MRK3 *F. solani* ITS .ACT.ATC.A.....TAAA-----AC....T....G.A..A.G..-T.TA.C.....
 MRK4 *F. solani* ITS .ACT.ATC.A.....TAAA-----AC....T....G.A..A.G..-T.TA.C.....
 SHT5 *F. solani* ITS .ACT.ATC.A.....TAAA-----AC....T....G.A..A.G..-T.TA.C.....
 DNR4 *F. solani* ITS .ACT.ATC.A.....TAAA-----AC....T....G.A..A.G..-T.TA.C.....
 SND11 *F. sambucinum* ITSTT-----A.....T...TC-----A
 MRK5 *F. sambucinum* ITSTT-----A.....T...TC-----A
 DNR5 *F. sambucinum* ITSTT-----A.....T...TC-----A
 BLV1 *F. sambucinum* ITSTT-----A.....T...TC-----A
 BLV2 *F. sambucinum* ITSTT-----A.....G.....T...TC-----A
 SND12 *F. graminearum* ITSTT-----A.....G...C.....A..
 MRK6 *F. graminearum* ITSTT-----A.....G...C.....A..
 SHT6 *F. graminearum* ITSTT-----A.....G...C.....A..
 DNR6 *F. graminearum* ITSTT-----A.....G...C.....A..
 MG574894.1 *F. oxysporum*
 KX343173.1 *F. solani* .ACT.ATC.A.....TAAA-----AC....T....G.A..A.G..-T.TA.C.....
 MT560373.1 *F. sambucinum*TT-----A.....T...TC-----A
 MH591453.1 *F. graminearum*TT-----A.....G...C.....A..
 XM_009650302.1 *V. dahliae* ..G...CG.G..A..AC....GGTTT.CATTCTAG-GC...AA.TCT-...-G...A-A...GT.AAG...GCTC

 SND1 *F. oxysporum* ITS ACGGCC-
 GCCAGAGGACCCCTAAACTCTGTTTCTATATGTAACCTTCTGAGTA-AAACCATAAATAAATCAA
 SND2 *F. oxysporum* ITS
 SND3 *F. oxysporum* ITS
 SND4 *F. oxysporum* ITS
 SND5 *F. oxysporum* ITS
 SND6 *F. oxysporum* ITS
 MRK1 *F. oxysporum* ITS
 MRK2 *F. oxysporum* ITS
 SHT1 *F. oxysporum* ITS
 SHT2 *F. oxysporum* ITS
 SHT3 *F. oxysporum* ITS
 SHT4 *F. oxysporum* ITSA..A.....G.....G.....C...C...T...T.....T
 DNR1 *F. oxysporum* ITS
 DNR2 *F. oxysporum* ITS
 DNR3 *F. oxysporum* ITS
 SND7 *F. solani* ITS C..C..C.....-.....T...ATGTTT.....-CAAGC.....T.....
 SND8 *F. solani* ITS C..C..C.....-.....T...ATGTTT.....-CAAGC.....T.....
 SND9 *F. solani* ITS C..C..C.....-.....T...ATGTTT.....-CAAGC.....T.....
 SND10 *F. solani* ITS C..C..C.....-.....T...ATGTTT.....-CAAGC.....T.....
 MRK3 *F. solani* ITS C..C..C.....-.....T...ATGTTT.....-CAAGC.....T.....
 MRK4 *F. solani* ITS C..C..C.....-.....T...ATGTTT.....-CAAGC.....T.....
 SHT5 *F. solani* ITS C..C..C.....-.....T...ATGTTT.....-CAAGC.....T.....
 DNR4 *F. solani* ITS C..C..C.....-.....T...ATGTTT.....-CAAGC.....T.....
 SND11 *F. sambucinum* ITSGC.....-.....T..-G..G.....-AA.C.....
 MRK5 *F. sambucinum* ITSGC.....-.....T..-G..G.....-AA.C.....
 DNR5 *F. sambucinum* ITSGC.....-.....T..-G..G.....-AA.C.....
 BLV1 *F. sambucinum* ITSGC.....-.....T..-G..G.....-AA.C.....
 BLV2 *F. sambucinum* ITSGC.....-.....T..-G..G.....-AA.C.....
 SND12 *F. graminearum* ITSGC...A.....T..-G..G.....T...AA.C.....
 MRK6 *F. graminearum* ITSGC...A.....T..-G..G.....T...AA.C.....
 SHT6 *F. graminearum* ITSGC...A.....T..-G..G.....T...AA.C.....
 DNR6 *F. graminearum* ITSGC...A.....T..-G..G.....T...AA.C.....
 MG574894.1 *F. oxysporum*
 KX343173.1 *F. solani* C..C..C.....-.....T...ATGTTT.....-CAAGC.....T.....
 MT560373.1 *F. sambucinum*GC.....-.....T..-G..G.....-AA.C.....
 MH591453.1 *F. graminearum*GC...A.....T..-G..G.....T...AA.C.....

XM_009650302.1_V_dahliae T..AAT.--TTCTATG.T.TCGGT.C.A.CG...CCCA.CG.A...CGCC.-
..TA.TCT.TCC.CC..TGGGC--..

SND1_F_oxysporum_ITS_ ACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAA-CG--CAGCAAAATG-
CGATAA--GTAAT-GTGAATTGC

SND2_F_oxysporum_ITS_

SND3_F_oxysporum_ITS_

SND4_F_oxysporum_ITS_

SND5_F_oxysporum_ITS_

SND6_F_oxysporum_ITS_

MRK1_F_oxysporum_ITS_AAA--

MRK2_F_oxysporum_ITS_

SHT1_F_oxysporum_ITS_

SHT2_F_oxysporum_ITS_

SHT3_F_oxysporum_ITS_

SHT4_F_oxysporum_ITS_A.....T.G.....-A.....-T.....----

DNR1_F_oxysporum_ITS_

DNR2_F_oxysporum_ITS_

DNR3_F_oxysporum_ITS_

SND7_F_solani_ITS_C.....G.....

SND8_F_solani_ITS_C.....G.....

SND9_F_solani_ITS_C.....G.....

SND10_F_solani_ITS_C.....G.....

MRK3_F_solani_ITS_C.....G.....

MRK4_F_solani_ITS_C.....G.....

SHT5_F_solani_ITS_C.....G.....

DNR4_F_solani_ITS_C.....G.....

SND11_F_sambucinum_ITS_

MRK5_F_sambucinum_ITS_

DNR5_F_sambucinum_ITS_

BLV1_F_sambucinum_ITS_

BLV2_F_sambucinum_ITS_T.....

SND12_F_graminearum_ITS_

MRK6_F_graminearum_ITS_

SHT6_F_graminearum_ITS_A.....

DNR6_F_graminearum_ITS_A.....

MG574894.1_F_oxysporum

KX343173.1_F_solaniC.....G.....

MT560373.1_F_sambucinum

MH591453.1_F_graminearum

XM_009650302.1_V_dahliae

.AGT...C..C..G.CAC.CAAG.C.AT.ACCTC.TTAAGTGC.G..T..T.G..TGACG..C.A..CGA.GCGAAG

SND1_F_oxysporum_ITS_ -GAATTCAGT--GAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGC-
GCCCGCCAGTA--TTCTGGCGGGCATGCC-

SND2_F_oxysporum_ITS_

SND3_F_oxysporum_ITS_

SND4_F_oxysporum_ITS_

SND5_F_oxysporum_ITS_

SND6_F_oxysporum_ITS_

MRK1_F_oxysporum_ITS_CCC.....

MRK2_F_oxysporum_ITS_

SHT1_F_oxysporum_ITS_AT.CCC..C.....

SHT2_F_oxysporum_ITS_

SHT3_F_oxysporum_ITS_

SHT4_F_oxysporum_ITS_TT....A.....TT.....G....GT.

DNR1_F_oxysporum_ITS_

DNR2_F_oxysporum_ITS_

DNR3_F_oxysporum_ITS_

SND7_F_solani_ITS_

SND8_F_solani_ITS_

SND9_F_solani_ITS_

SND10_F_solani_ITS_

MRK3_F_solani_ITS_

MRK4_F_solani_ITS_
 SHT5_F_solani_ITS_
 DNR4_F_solani_ITS_
 SND11_F_sambucinum_ITS_
 MRK5_F_sambucinum_ITS_
 DNR5_F_sambucinum_ITS_
 BLV1_F_sambucinum_ITS_
 BLV2_F_sambucinum_ITS_AA.....
 SND12_F_graminearum_ITS_
 MRK6_F_graminearum_ITS_
 SHT6_F_graminearum_ITS_
 DNR6_F_graminearum_ITS_
 MG574894.1_F_oxysporum
 KX343173.1_F_solani
 MT560373.1_F_sambucinum
 MH591453.1_F_graminearum
 XM_009650302.1_V_dahliae AAGG...T.CGCGAG.A...C.GAGA....G.-
 ...G.GTAG.TA.AG.GGAAGG.G.CAC.C...AA-CC.G.CG

 SND1_F_oxysporum_ITS_ GCGTCATTCAACCCTCAAGCAC---AGCTTGGTGTGGGA-----
 CTCGC-GTTAATTGCGGTCCTCAA
 SND2_F_oxysporum_ITS_
 SND3_F_oxysporum_ITS_
 SND4_F_oxysporum_ITS_
 SND5_F_oxysporum_ITS_
 SND6_F_oxysporum_ITS_
 MRK1_F_oxysporum_ITS_
 MRK2_F_oxysporum_ITS_
 SHT1_F_oxysporum_ITS_
 SHT2_F_oxysporum_ITS_
 SHT3_F_oxysporum_ITS_
 SHT4_F_oxysporum_ITS_TT.....T....C.....-A.....C.....T...G
 DNR1_F_oxysporum_ITS_
 DNR2_F_oxysporum_ITS_
 DNR3_F_oxysporum_ITS_
 SND7_F_solani_ITS_
A.....G..C.CCGG..C...C.....GATCGGCGGAAGCCC.CT.TG.GC.CACGC...C.....
 SND8_F_solani_ITS_
A.....G..C.CCGG..C...C.....GATCGGCGGAAGCCC.CT.TG.GC.CACGC...C.....
 SND9_F_solani_ITS_
A.....G..C.CCGG..C...C.....GATCGGCAGAAGCCC.CT.TG.GC.CACGC...C.....
 SND10_F_solani_ITS_
A.....G..C.CCGG..C...C.....GATCGGCAGAAGCCC.CT.TG.GC.CACGC...C.....
 MRK3_F_solani_ITS_
A.....G..C.CCGG..C...C.....GATCGGCGGAAGCCC.CT.TG.GC.CACGC...C.....
 MRK4_F_solani_ITS_
A.....G..C.CCGG..C...C.....GATCGGCGGAAGCCC.CT.TG.GC.CACGC...C.....
 SHT5_F_solani_ITS_A.....G..C.CCGG..C...C.....GATCGGCGGAAGCCC.CT.TG.GC.CACGC
 DNR4_F_solani_ITS_
A.....G..C.CCGG..C...C.....GATCGGCGGAAGCCC.CT.TG.GC.CACGC...C.....
 SND11_F_sambucinum_ITS_C---.....GCT.TC..CTGAC---AC...C...
 MRK5_F_sambucinum_ITS_C---.....GCT.TC..CTGAC---AC...C...
 DNR5_F_sambucinum_ITS_C---.....GCT.TC..CTGAC---AC...C...
 BLV1_F_sambucinum_ITS_C---.....GCT.TC..CTGAC---AC...C...
 BLV2_F_sambucinum_ITS_C---.....GCT.TC..CTGAC---AC...C...
 SND12_F_graminearum_ITS_C---.....GCT..A..CCTGCT..AC...C...
 MRK6_F_graminearum_ITS_C---.....GCT..A..CCTGCT..AC...C...
 SHT6_F_graminearum_ITS_C---.....GCT..A..CCTGCT..AC...C...
 DNR6_F_graminearum_ITS_C---.....GCT..A..CCTGCT..AC...C...
 MG574894.1_F_oxysporum
 KX343173.1_F_solaniA.....G..C.CCGG..C...C.....GATCGGCGGAAGCCC.CT.TG.GC.CACGC
 MT560373.1_F_sambucinumC---.....GCT.TC..CTGAC---AC...C...
 MH591453.1_F_graminearumC---.....GCT..A..CCTGCT..AC...C...

XM_009650302.1_V_dahliae ...AG.GGC..G.GTA.G..A..AC-..A.C.AAACG.CA.AGAAGCTCAA---
CAGG.TG.AC.GGAAA..G.GA..G.

SND1_F_oxysporum_ITS_ ATTGATTGGCGGTCACGTCG-
AGCTTCCATAGCGTAGTAGTAAAAACCCTCGTTACTG--GTAATCGTCGCGG
SND2_F_oxysporum_ITS_-.....
SND3_F_oxysporum_ITS_-.....
SND4_F_oxysporum_ITS_-.....
SND5_F_oxysporum_ITS_-.....
SND6_F_oxysporum_ITS_-.....
MRK1_F_oxysporum_ITS_AA.....
MRK2_F_oxysporum_ITS_-.....
SHT1_F_oxysporum_ITS_-.....
SHT2_F_oxysporum_ITS_-.....
SHT3_F_oxysporum_ITS_-.....
SHT4_F_oxysporum_ITS_C.....A.....-.....T.....C.....C.....-.....C.....T...
DNR1_F_oxysporum_ITS_-.....
DNR2_F_oxysporum_ITS_-.....
DNR3_F_oxysporum_ITS_-.....
SND7_F_solani_ITS_ ..AC.G.....C..C..C.....T.....CT..CA....CA....-..AG.G..G.....T...
SND8_F_solani_ITS_ ..AC.G.....C..C..C.....T.....CT..CA....CA....-..AG.G..G.....T...
SND9_F_solani_ITS_ ..AC.G.....C..C..C.....T.....CT..CA....CA....-..AG.G..G.....T...
SND10_F_solani_ITS_ ..AC.G.....C..C..C.....T.....CT..CA....CA....-..AG.G..G.....T...
MRK3_F_solani_ITS_ ..AC.G.....C..C..C.....T.....CT..CA....CA....-..AG.G..G.....T...
MRK4_F_solani_ITS_ ..AC.G.....C..C..C.....T.....CT..CA....CA....-..AG.G..G.....T...
SHT5_F_solani_ITS_ ..AC.G.....C..C..C.....T.....CT..CA....CA....-..AG.G..G.....T...
DNR4_F_solani_ITS_ ..AC.G.....C..C..C.....T.....CT..CA....CA....-..AG.G..G.....T...
SND11_F_sambucinum_ITS_ ..AC.....-.....A.TT.CA.A.....-.....
MRK5_F_sambucinum_ITS_ ..AC.....-.....A.TT.CA.A.....-.....
DNR5_F_sambucinum_ITS_ ..AC.....-.....A.TT.CA.A.....-.....
BLV1_F_sambucinum_ITS_ ..AC.....-.....A.TT.CA.A.....-.....
BLV2_F_sambucinum_ITS_ ..AC.....-.....A.TT.CA.A.....-.....
SND12_F_graminearum_ITS_ ..AC.....-.....A.TT.CA.A.....-.....
MRK6_F_graminearum_ITS_ ..AC.....-.....A.TT.CA.A.....-.....
SHT6_F_graminearum_ITS_ ..AC.....-.....A.TT.CA.A.....-.....
DNR6_F_graminearum_ITS_ ..AC.....-.....A.TT.CA.A.....-.....
MG574894.1_F_oxysporum-.....
KX343173.1_F_solani ..AC.G.....C..C..C.....T.....CT..CA....CA....-..AG.G..G.....T...
MT560373.1_F_sambucinum ..AC.....-.....A.TT.CA.A.....-.....
MH591453.1_F_graminearum ..AC.....-.....A.TT.CA.A.....-.....
XM_009650302.1_V_dahliae .CATGGCTTT.TC..GA.G.AT.ACGG.GA..TGGTC.T..G.GATG..CG.GTGT--
...C.A.TC..TGT.TT.T.

SND1_F_oxysporum_ITS_ TTAAAC-CCCAACTTCTGAATGTTGACCTCGG-
ATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACCTT---AAGCATATCA
SND2_F_oxysporum_ITS_-.....A.-
SND3_F_oxysporum_ITS_-.....TA.CCC.-
SND4_F_oxysporum_ITS_-.....C.-
SND5_F_oxysporum_ITS_-.....C.-
SND6_F_oxysporum_ITS_-.....C.-
MRK1_F_oxysporum_ITS_-.....C.-
MRK2_F_oxysporum_ITS_-.....TA.ACG-
SHT1_F_oxysporum_ITS_-.....A.-
SHT2_F_oxysporum_ITS_-.....CC--
SHT3_F_oxysporum_ITS_-.....C--
SHT4_F_oxysporum_ITS_ ..G.-.....G..ACG-
DNR1_F_oxysporum_ITS_-.....
DNR2_F_oxysporum_ITS_-.....C.-
DNR3_F_oxysporum_ITS_-.....C.-
SND7_F_solani_ITS_ A...A.....A-----
SND8_F_solani_ITS_ A...A.....A-----
SND9_F_solani_ITS_ A...A.....A-----CGG
SND10_F_solani_ITS_ A...A.....A-----
MRK3_F_solani_ITS_ A...A.....A-----

MRK4_F_solani_ITS_ .A...A.....A-----
 SHT5_F_solani_ITS_ .A...A.....A-----
 DNR4_F_solani_ITS_ .A...A.....A-----
 SND11_F_sambucinum_ITS_TTT.....CGG
 MRK5_F_sambucinum_ITS_CGG
 DNR5_F_sambucinum_ITS_CGG
 BLV1_F_sambucinum_ITS_CGG
 BLV2_F_sambucinum_ITS_
 SND12_F_graminearum_ITS_
 MRK6_F_graminearum_ITS_
 SHT6_F_graminearum_ITS_GC.....
 DNR6_F_graminearum_ITS_GC.....
 MG574894.1_F_oxysporumCGG
 KX343173.1_F_solani .A...A.....A-----CGG
 MT560373.1_F_sambucinumCGG
 MH591453.1_F_graminearumCGG
 XM_009650302.1_V_dahliae G..G.GAT..GGG.G.AATG...CCGGC.AATG.ATAAC.AC..C.A.AA.-----

 SND1_F_oxysporum_ITS_ GGGAGGAAAA-----
 SND2_F_oxysporum_ITS_ -C.GA.G.....
 SND3_F_oxysporum_ITS_ -C.GAAGG..A-----
 SND4_F_oxysporum_ITS_
 SND5_F_oxysporum_ITS_
 SND6_F_oxysporum_ITS_TTCTTCAATTTGCGGAAGACCTTGCTTTTCTCTTTT-----
 MRK1_F_oxysporum_ITS_GAAA-----
 MRK2_F_oxysporum_ITS_ -.GAAGG..AA-----
 SHT1_F_oxysporum_ITS_ -C.GA.G..CCCA-----
 SHT2_F_oxysporum_ITS_ -C-----
 SHT3_F_oxysporum_ITS_TTCTTCAATTTGCGGAAGACCTAAAAA-----
 SHT4_F_oxysporum_ITS_ATTAATAAGGAGGGAAGAAA-----
 DNR1_F_oxysporum_ITS_
 DNR2_F_oxysporum_ITS_G-----
 DNR3_F_oxysporum_ITS_T-----
 SND7_F_solani_ITS_ -----
 SND8_F_solani_ITS_ -----
 SND9_F_solani_ITS_ -----
 A...AA.G..ACCAACAGGGATTGCCCTAGTAACGGCGAGTGAAGCGGCAACAGC-----
 SND10_F_solani_ITS_ -----
 MRK3_F_solani_ITS_ -----
 MRK4_F_solani_ITS_ -----
 SHT5_F_solani_ITS_ -----
 DNR4_F_solani_ITS_ -----
 SND11_F_sambucinum_ITS_ A...AA.G.-----
 MRK5_F_sambucinum_ITS_ A...AA.G.-----
 DNR5_F_sambucinum_ITS_ -----
 A...AA.G..ACCAACAGGGATTGCCCTAGTAACGGCGAGTGAAGCGGCAACAGCTCAAATTTGAAATCTGC
 TC-
 BLV1_F_sambucinum_ITS_ -----
 A...AA.G..ACCAACAGGGATTGCCCTAGTAACGGCGAGTGAAGCGGCAACAGCTCAAATTTGAAATCTCT
 C
 BLV2_F_sambucinum_ITS_ -----
 SND12_F_graminearum_ITS_ -----
 MRK6_F_graminearum_ITS_ -----
 SHT6_F_graminearum_ITS_ -----
 DNR6_F_graminearum_ITS_ -----
 MG574894.1_F_oxysporum
 A...AA.G..ACCAACAGGGATTGCCCTAGTAACGGCGAGTGAAGCGGCAACAGCTCAAATTTGAAATCTGG
 KX343173.1_F_solani A...A-----
 MT560373.1_F_sambucinum A...A-----
 MH591453.1_F_graminearum AA.GAA.-----
 XM_009650302.1_V_dahliae -----

 SND1_F_oxysporum_ITS_ -----
 SND2_F_oxysporum_ITS_ -----

SND3_ *F. oxysporum* ITS_ -----
 SND4_ *F. oxysporum* ITS_ -----
 SND5_ *F. oxysporum* ITS_ -----
 SND6_ *F. oxysporum* ITS_ -----
 MRK1_ *F. oxysporum* ITS_ -----
 MRK2_ *F. oxysporum* ITS_ -----
 SHT1_ *F. oxysporum* ITS_ -----
 SHT2_ *F. oxysporum* ITS_ -----
 SHT3_ *F. oxysporum* ITS_ -----
 SHT4_ *F. oxysporum* ITS_ -----
 DNR1_ *F. oxysporum* ITS_ -----
 DNR2_ *F. oxysporum* ITS_ -----
 DNR3_ *F. oxysporum* ITS_ -----
 SND7_ *F. solani* ITS_ -----
 SND8_ *F. solani* ITS_ -----
 SND9_ *F. solani* ITS_ -----
 SND10_ *F. solani* ITS_ -----
 MRK3_ *F. solani* ITS_ -----
 MRK4_ *F. solani* ITS_ -----
 SHT5_ *F. solani* ITS_ -----
 DNR4_ *F. solani* ITS_ -----
 SND11_ *F. sambucinum* ITS_ -----
 MRK5_ *F. sambucinum* ITS_ -----
 DNR5_ *F. sambucinum* ITS_ -----
 BLV1_ *F. sambucinum* ITS_ -----
 BLV2_ *F. sambucinum* ITS_ -----
 SND12_ *F. graminearum* ITS_ -----
 MRK6_ *F. graminearum* ITS_ -----
 SHT6_ *F. graminearum* ITS_ -----
 DNR6_ *F. graminearum* ITS_ -----
 MG574894.1_ *F. oxysporum*
 CCCGAGTTGTAATTTGTAGAGGATACTTTTGATGCGGTGCCTTCCGAGTTCCTGGAACGGGACGCCAT
 A
 KX343173.1_ *F. solani* -----
 MT560373.1_ *F. sambucinum* -----
 MH591453.1_ *F. graminearum* -----
 XM_009650302.1_ *V. dahliae* -----

 SND1_ *F. oxysporum* ITS_ -----
 SND2_ *F. oxysporum* ITS_ -----
 SND3_ *F. oxysporum* ITS_ -----
 SND4_ *F. oxysporum* ITS_ -----
 SND5_ *F. oxysporum* ITS_ -----
 SND6_ *F. oxysporum* ITS_ -----
 MRK1_ *F. oxysporum* ITS_ -----
 MRK2_ *F. oxysporum* ITS_ -----
 SHT1_ *F. oxysporum* ITS_ -----
 SHT2_ *F. oxysporum* ITS_ -----
 SHT3_ *F. oxysporum* ITS_ -----
 SHT4_ *F. oxysporum* ITS_ -----
 DNR1_ *F. oxysporum* ITS_ -----
 DNR2_ *F. oxysporum* ITS_ -----
 DNR3_ *F. oxysporum* ITS_ -----
 SND7_ *F. solani* ITS_ -----
 SND8_ *F. solani* ITS_ -----
 SND9_ *F. solani* ITS_ -----
 SND10_ *F. solani* ITS_ -----
 MRK3_ *F. solani* ITS_ -----
 MRK4_ *F. solani* ITS_ -----
 SHT5_ *F. solani* ITS_ -----
 DNR4_ *F. solani* ITS_ -----
 SND11_ *F. sambucinum* ITS_ -----
 MRK5_ *F. sambucinum* ITS_ -----
 DNR5_ *F. sambucinum* ITS_ -----

BLV1_F_sambucinum_ITS_ -----
 BLV2_F_sambucinum_ITS_ -----
 SND12_F_graminearum_ITS_ -----
 MRK6_F_graminearum_ITS_ -----
 SHT6_F_graminearum_ITS_ -----
 DNR6_F_graminearum_ITS_ -----
 MG574894.1_F_oxysporum
 GCCCGTCTGGTTGGATGCCAAATCTCTGTAAAGTTCCTTCAACGAGTCGAGTAGTTTGGGAATGCTGC
 T
 KX343173.1_F_solani -----
 MT560373.1_F_sambucinum -----
 MH591453.1_F_graminearum -----
 XM_009650302.1_V_dahliae -----

 SND1_F_oxysporum_ITS_ -----
 SND2_F_oxysporum_ITS_ -----
 SND3_F_oxysporum_ITS_ -----
 SND4_F_oxysporum_ITS_ -----
 SND5_F_oxysporum_ITS_ -----
 SND6_F_oxysporum_ITS_ -----
 MRK1_F_oxysporum_ITS_ -----
 MRK2_F_oxysporum_ITS_ -----
 SHT1_F_oxysporum_ITS_ -----
 SHT2_F_oxysporum_ITS_ -----
 SHT3_F_oxysporum_ITS_ -----
 SHT4_F_oxysporum_ITS_ -----
 DNR1_F_oxysporum_ITS_ -----
 DNR2_F_oxysporum_ITS_ -----
 DNR3_F_oxysporum_ITS_ -----
 SND7_F_solani_ITS_ -----
 SND8_F_solani_ITS_ -----
 SND9_F_solani_ITS_ -----
 SND10_F_solani_ITS_ -----
 MRK3_F_solani_ITS_ -----
 MRK4_F_solani_ITS_ -----
 SHT5_F_solani_ITS_ -----
 DNR4_F_solani_ITS_ -----
 SND11_F_sambucinum_ITS_ -----
 MRK5_F_sambucinum_ITS_ -----
 DNR5_F_sambucinum_ITS_ -----
 BLV1_F_sambucinum_ITS_ -----
 BLV2_F_sambucinum_ITS_ -----
 SND12_F_graminearum_ITS_ -----
 MRK6_F_graminearum_ITS_ -----
 SHT6_F_graminearum_ITS_ -----
 DNR6_F_graminearum_ITS_ -----
 MG574894.1_F_oxysporum
 GGTATATGTCTTCTAAAGCTAAATACCGGCCAGAGACCGATAGCGCACAAGTAGAGTGATCGAAAGAT
 GA
 KX343173.1_F_solani -----
 MT560373.1_F_sambucinum -----
 MH591453.1_F_graminearum -----
 XM_009650302.1_V_dahliae -----

EK-2. *Fusarium* spp.'nin TEF primeri ile yapılan PCR reaksiyonlarının DNA dizilim analizleri

#SND1_ <i>F. oxysporum</i> _(TEF)	-----
#SND2_ <i>F. oxysporum</i> _(TEF)	-----
#SND3_ <i>F. oxysporum</i> _(TEF)	-----
#SND4_ <i>F. oxysporum</i> _(TEF)	-----
#SND5_ <i>F. oxysporum</i> _(TEF)	-----
#SND6_ <i>F. oxysporum</i> _(TEF)	-----
#MRK1_ <i>F. oxysporum</i> _(TEF)	-----
#MRK2_ <i>F. oxysporum</i> _(TEF)	-----
#SHT1_ <i>F. oxysporum</i> _(TEF)	-----
#SHT2_ <i>F. oxysporum</i> _(TEF)	-----
#SHT3_ <i>F. oxysporum</i> _(TEF)	GAAAGCGACA GCCTTGGGGT TGTAGCCGAC CTTCTTGATG
AAAGAGGAGG TTTCCTTGAT GATCTCCT	
#SHT4_ <i>F. oxysporum</i> _(TEF)	GAAAGCGACA GCCTTGGGGT TGTAGCCGAC CTTCTTGATG
AAAGAGGAGG TCTCCTTGAT GATCTCCT	
#DNR1_ <i>F. oxysporum</i> _(TEF)	GAAAGCGACA GCCTTGGGGT TGTAGCCGAC CTTCTTGATG
AAAGAGGAGG TCTCCTTGAT GATCTCCT	
#DNR2_ <i>F. oxysporum</i> _(TEF)	-----
#DNR3_ <i>F. oxysporum</i> _(TEF)	-----
#SND7_ <i>F. solani</i> _(TEF)	-----
#SND8_ <i>F. solani</i> _(TEF)	-----
#SND9_ <i>F. solani</i> _(TEF)	-----
#SND10_ <i>F. solani</i> _(TEF)	-----
#MRK3_ <i>F. solani</i> _(TEF)	-----
#MRK4_ <i>F. solani</i> _(TEF)	-----
#SHT5_ <i>F. solani</i> _(TEF)	-----
#DNR4_ <i>F. solani</i> _(TEF)	-----
#SND11_ <i>F. sambucinum</i> _(TEF)	-----
#MRK5_ <i>F. sambucinum</i> _(TEF)	-----
#DNR5_ <i>F. sambucinum</i> _(TEF)	-----
#BLV1_ <i>F. sambucinum</i> _(TEF)	-----
#BLV2_ <i>F. sambucinum</i> _(TEF)	-----
#SND12_ <i>F. graminearum</i> _(TEF)	-----
#MRK6_ <i>F. graminearum</i> _(TEF)	-----
#SHT6_ <i>F. graminearum</i> _(TEF)	-----
#DNR6_ <i>F. graminearum</i> _(TEF)	-----
#KX822794.1_ <i>F. oxysporum</i>	GAAAGCGACA GCCTTGGGGT TGTAGCCGAC CTTCTTGATG
AAAGAGGAGG TTTCCTTGAT GATCT	
#KP674221.1_ <i>F. solani</i>	-----
#MK752452.1_ <i>F. sambucinum</i>	-----
#MK577955.1_ <i>F. graminearum</i>	-----
#XM_009650302.1_ <i>V. dahliae</i>	-----
#SND1_ <i>F. oxysporum</i> _(TEF)	-----ATC ATGTTCAAAA GACTCACCTT -AACGTCGTC
GTCATCGGCC ACGTCGACTC	
#SND2_ <i>F. oxysporum</i> _(TEF)	-----G.C. -.....
#SND3_ <i>F. oxysporum</i> _(TEF)	-----C. -.....
#SND4_ <i>F. oxysporum</i> _(TEF)	-----.. -.....
#SND5_ <i>F. oxysporum</i> _(TEF)	-----G.C. G.....
#SND6_ <i>F. oxysporum</i> _(TEF)	-----C. -.....
#MRK1_ <i>F. oxysporum</i> _(TEF)	-----
#MRK2_ <i>F. oxysporum</i> _(TEF)	-----
#SHT1_ <i>F. oxysporum</i> _(TEF)	-----
#SHT2_ <i>F. oxysporum</i> _(TEF)	-----G.C. -.....
#SHT3_ <i>F. oxysporum</i> _(TEF)	CAGAC--CAC TTGGTGGTGT CCATCTTG.T GATGG.G.C. ATGAGGTTC.
TG..AC.AAG .GTG.A...A .GAAGAG.	
#SHT4_ <i>F. oxysporum</i> _(TEF)	CAGAC--CAC TTGGTGGTGT CCATCTTG.T GATGG.G.C. ATGAGGTTC.
TG..AC.AAG .GTG.A...A .GAAGAG.	
#DNR1_ <i>F. oxysporum</i> _(TEF)	CAGACGGCAC TTGGTGGTGT CCATCTTG.T GATGG.G.C. ATGAGGTTC.
TG..AC.AAG .GTG.A...A .GAAGA	
#DNR2_ <i>F. oxysporum</i> _(TEF)	-----
#DNR3_ <i>F. oxysporum</i> _(TEF)	-----

```

#SND7_F._solani_(TEF) -----G.A.G.AGG.C.. .....C -.....
#SND8_F._solani_(TEF) -----GG.C.. .....C -.....
#SND9_F._solani_(TEF) -----.....C -.....
#SND10_F._solani_(TEF) -----AAG.C.. .....C -.....
#MRK3_F._solani_(TEF) -----GG.C.. .....C -.....
#MRK4_F._solani_(TEF) -----G.A.G.AGG.C.. .....C -.....
#SHT5_F._solani_(TEF) -----AAG.CCC .....C -.....
#DNR4_F._solani_(TEF) -----A.G.AAG.C.. .....C -.....
#SND11_F._sambucinum_(TEF) -----G.TT..... -.....
#MRK5_F._sambucinum_(TEF) -----..... -.....
#DNR5_F._sambucinum_(TEF) -----GGG.C.. ..... -.....
#BLV1_F._sambucinum_(TEF) -----A.A..... -.....
#BLV2_F._sambucinum_(TEF) -----..... -.....
#SND12_F._graminearum_(TEF) -----AAG GAAGACA.GA C.CACG.C.. ..... -.....
#MRK6_F._graminearum_(TEF) -----A.AGG.C.. ..... -.....
#SHT6_F._graminearum_(TEF) -----..... -.....
#DNR6_F._graminearum_(TEF) -----C.A.AGG.C.. ..... -.....
#KX822794.1_F._oxysporum CAGAC-CAC TTGGTGGTGT CCATCTTG.T GATGG.G.C. ATGAGGTTTC.
TG..AC.AAG .GTG.A...A .GAAGAG
#KP674221.1_F._solani -----.....C -.....
#MK752452.1_F._sambucinum -----..... -.....
#MK577955.1_F._graminearum -----AGG.C.. ..... -.....
#XM_009650302.1_V._dahliae -----

#SND1_F._oxysporum_(TEF) TGGCAAGTCG ACCACTGTGA GT---ACTCT CCTCGACAAT
GAGCTTATCT GCCAT--CGT C-AATCCCGA
#SND2_F._oxysporum_(TEF) ..... -... -... -... -... -... -...
#SND3_F._oxysporum_(TEF) .....A..... -... -... -... -... -...
#SND4_F._oxysporum_(TEF) ..... -... -... -... -... -... -...
#SND5_F._oxysporum_(TEF) ..... -... -... -... -... -... -...
#SND6_F._oxysporum_(TEF) .....A..... -... -... -... -... -...
#MRK1_F._oxysporum_(TEF) -----
#MRK2_F._oxysporum_(TEF) -----
#SHT1_F._oxysporum_(TEF) -----
#SHT2_F._oxysporum_(TEF) .....A..... -... -... -... -... -...
#SHT3_F._oxysporum_(TEF) GCT..C.GGT CTGG.CA.CC T.GGAGA.AC .AG.CT.G.A CTCACC.GTA
C.GGCGG.AA TG.TGAGAAT GG--CG.AA
#SHT4_F._oxysporum_(TEF) GCT..C.GGT CTGG.CA.CC T.GGAGA.AC .AG.CT.G.A CTCACC.GTA
C.GGCGG.AA TG.TGAAA.. ATGGCG.AA
#DNR1_F._oxysporum_(TEF) GCT..C.GGT CTGG.CA.CC T.GGAGA.AC .AG.CT.G.A CTCACC.GTA
C.GGCGG.AA TG.TGAGAAT GGCCCC
#DNR2_F._oxysporum_(TEF) -----
#DNR3_F._oxysporum_(TEF) -----
#SND7_F._solani_(TEF) .....C..A..CAA..C..A.-CG.G..CT.....CGGG--...GG..C....C.TGGC.T..C
#SND8_F._solani_(TEF) .....C..A..CAA..C..A.-CG.G..CT.....CGGG--...GG..C....C.TGGC.T..C
#SND9_F._solani_(TEF) .....C..A..CAA..C..A.-CG.G..CT.....CGGG.AA...GG..C....C.TGGC.T..C
#SND10_F._solani_(TEF) .....C..A..CAA..C..A.-CG.G..CT.....CGGG--...GG..C....C.TGGC.T..C
#MRK3_F._solani_(TEF) .....C..A..CAA..C..A.TCG.G..CT.....CGGG--...GG..C....C.TGGC.T..C
#MRK4_F._solani_(TEF) .....C..A..CAA..C..A.-CG.G..CT.....CGGG--...GG..C....C.TGGC.T..C
#SHT5_F._solani_(TEF) .....C..A..CAA..C..A.-CG.G..CT.....CGGG--...GG..C....C.TGGC.T..C
#DNR4_F._solani_(TEF) .....C..A..CAA..C..A.-CG.G..CT.....CGGG--...GG..C....C.TGGC.T..C
#SND11_F._sambucinum_(TEF) .....A..-----..C.CA.ATC T-----..G.T..C.T.-C.AT.-
#MRK5_F._sambucinum_(TEF) .....A..-----..C.CA.ATC T-----..G.T..C.T.-C.AT.-
#DNR5_F._sambucinum_(TEF) .....A..-----..C.CA.ATC T-----..G.T..C.T.-C.AT.-
#BLV1_F._sambucinum_(TEF) .....A..-----..C.CA.ATC T-----..TG.T..C.T.-C.AT.-
#BLV2_F._sambucinum_(TEF) .....A..-----..C.CA.ATC T-----..G.T..C.T.-C.AT.-
#SND12_F._graminearum_(TEF) .....-----C.C.C.GC...C C-----..C....C.G.-C.T.-
#MRK6_F._graminearum_(TEF) .....-----C.C.C.GC...C C-----..C....C.G.-C.T.-
#SHT6_F._graminearum_(TEF) -----
#DNR6_F._graminearum_(TEF) .....-----C.C.C.GC...C C-----..C....C.G.-C.T.-
#KX822794.1_F._oxysporum GCT..C.GGT CTGG.CA.CC T.GGAGA.AC .AG.CT.G.A CTCACC.GTA
C.GGCGG.AA TG.TGAGAAT GG--CG.AAT
#KP674221.1_F._solani .....C..A..CAA..C..A.-CG.G..CT.....CGGG--...GG..C....C.TGGC.T..C
#MK752452.1_F._sambucinum .....A..-----..C.CA.ATC T-----..G.T..C.T.-C.AT.-

```

```

#MK577955.1_F._graminearum .....C C.C.GC..C C----- --.C....C .G.-C..T.-
#XM_009650302.1_V._dahliae -----

#SND1_F._oxysporum_(TEF) -GGCGGGGTA TTTCTCAAAG TCAACA--TA CTGACATCGT
TTCACAGACC GG-TCACTTG ATCTACCAGT
#SND2_F._oxysporum_(TEF) .....
#SND3_F._oxysporum_(TEF) .....
#SND4_F._oxysporum_(TEF) .....
#SND5_F._oxysporum_(TEF) .....
#SND6_F._oxysporum_(TEF) .....
#MRK1_F._oxysporum_(TEF) .....
#MRK2_F._oxysporum_(TEF) -----G. AG.AC..GT. ATC.TGT-.C T...TGAAA. CA.GGT.... ..-----GA
GCG.CTG... .ATA..T..G
#SHT1_F._oxysporum_(TEF) -----G. AG.AC..GT. ATC.TGT-.C T...TGAAA. CA.GGT.... ..-----GA
GCG.CTG... .ATA..T..G
#SHT2_F._oxysporum_(TEF) .....
#SHT3_F._oxysporum_(TEF) C...CT..G. AG.AC..GT. ATC.TGT-.C T...TGAAA. CA.GGT.... ..-----GA
GCG.CTG... .ATA..T..G
#SHT4_F._oxysporum_(TEF) C...CT..G. AG.AC..GT. ATC.TGT-.C T...TGAAA. CA.GGT.... ..-----GA
GCG.CTG... .ACA..T..G
#DNR1_F._oxysporum_(TEF) C...CT..G. AG.AC..GT. ATC.TGT-.C T...TGAAA. CA.GGT.... ..-----GA
GCG.CTG... .ACA..T..G
#DNR2_F._oxysporum_(TEF) -----G. AG.AC..GT. ATC.TGT-.C T...TGAAA. CA.GGT.... ..-----GA
GCG.CTG... .ATA..T..G
#DNR3_F._oxysporum_(TEF) -----CCG. AG.AC..GT. ATC.TGT-.C T...TGAAA. CA.GGT.... ..-----GA
GCG.CTG... .ATA..T..G
#SND7_F._solani_(TEF) G..... .CA...TTC A.TT.--G .....ATCA .CT..... ..-.....
#SND8_F._solani_(TEF) G..... .CA...TTC A.TT..AA.G .....ATCA .CT..... ..-.....
#SND9_F._solani_(TEF) G..... .CA...TTC A.TT.--G .....ATCA .CT..... ..-.....
#SND10_F._solani_(TEF) G..... .CA...TTC A.TT.--G .....ATCA ACT..... ..-.....
#MRK3_F._solani_(TEF) G..... .CA...TTC A.TT..AA.G .....ATCA .CT..... ..-.....
#MRK4_F._solani_(TEF) G..... .CA...TTC A.TT.--G .....ATCA .CT..... ..-.....
#SHT5_F._solani_(TEF) G..... .CA...TTC A.TT.--G .....ATCA ACT..... ..-.....
#DNR4_F._solani_(TEF) G..... .CA...TTC A.TT.--G .....ATCA .CT..... ..-.....
#SND11_F._sambucinum_(TEF) -..... GCC-....GA .ACG.TTG.G .....ACA .C-.T..... ..-.....
#MRK5_F._sambucinum_(TEF) -..... GCC-....GA .ACG.TTG.G .....ACA .C-.T..... ..-.....
#DNR5_F._sambucinum_(TEF) -..... GCC-....GA .ACG.TTG.G .....ACA .C-.T..... ..-.....
#BLV1_F._sambucinum_(TEF) -..... GCC-....GA .ACG.TTG.G .....ACA .C-.T..... ..-.....
#BLV2_F._sambucinum_(TEF) -..... GCC-....GA .ACG.TTG.G .....ACA .C-.T..... ..-.....
#SND12_F._graminearum_(TEF) -..... G..-....T .TCCA.TG.G .....AC. .G.T..... ..-.....
#MRK6_F._graminearum_(TEF) -..... G..-....T .TCCA.TG.G .....AC. .G.T..... ..C.....
#SHT6_F._graminearum_(TEF) -----
#DNR6_F._graminearum_(TEF) -..... G..-....T .TCCA.TG.G .....AC. .G.T..... ..C.....
#KX822794.1_F._oxysporum C...CT..G. AG.AC..GT. ATC.TGT-.C T...TGAAA. CA.GGT.... ..-----GA
GCG.CTG... .ATA..T..G
#KP674221.1_F._solani G..... .CA...TTC A.TT.--G .....ATCA .CT..... ..-.....
#MK752452.1_F._sambucinum -..... GCC-....GA .ACG.TTG.G .....ACA .C-.T..... ..-.....
#MK577955.1_F._graminearum -..... G..-....T .TCCA.TG.G .....AC. .G.T..... ..-.....
#XM_009650302.1_V._dahliae -----GG AC.A.TGTC. CG.CAGAAC. T...ACGT.A A.TGTT.G.T AC-G.C.CGA
GC.AGA..AC AT...TT.CA

#SND1_F._oxysporum_(TEF) CGACAAGCGA -ACCATCGAG AAGTTCGAGA AGGTAGTCA CTTTC-
CCTT CGATCGCGCG T--CCTTTGC
#SND2_F._oxysporum_(TEF) .....
#SND3_F._oxysporum_(TEF) .....A.....
#SND4_F._oxysporum_(TEF) .....
#SND5_F._oxysporum_(TEF) .....
#SND6_F._oxysporum_(TEF) .....A.....
#MRK1_F._oxysporum_(TEF) .....A.....
#MRK2_F._oxysporum_(TEF) TACG...A..-.GT.GAAT. ...CAT..AC GACAACA.AC .AA.G-A.GG
T..CATA.TA ---G.GAG.A GTC....AC.
#SHT1_F._oxysporum_(TEF) TACG...A..-.GT.GAAT. ...CAT..AC GACAACA.AC .AA.G-A.GG T..CATA.TA
---G.GAG.A GTC....AC.
#SHT2_F._oxysporum_(TEF) .....A.....

```

#SHT3_F_oxysporum_(TEF) TACG...A.. -GT.GAAT. ...CAT...C GACAACA.AC .AA.G-A.GG T..CATA.TA
 AA-G.GAG.A GTC....AC.
 #SHT4_F_oxysporum_(TEF) TACG...A.. -GT.GAAT. ...CAT...C GACAACA.AC .AA.G-A.GG T..CATA.TA -
 --G.GAG.A GTC....AC.
 #DNR1_F_oxysporum_(TEF) TACG...A.. -GT.GAAT. ...CAT...C GACAACA.AC .AA.G-A.GG T..CATA.TA
 ---G.GAG.A GTC....AC.
 #DNR2_F_oxysporum_(TEF) TACG...A.. -GT.GAAT. ...CAT..AC GACAACA.AC .AA.G-A.GG
 T..CATA.TA ---G.GAG.A GTC....AC.
 #DNR3_F_oxysporum_(TEF) TACG...A.. -GT.GAAT. ...CAT..AC GACAACA.AC .AA.G-A.GG
 T..CATA.TA ---G.GAG.A GTC....AC.
 #SND7_F_solani_(TEF) -.....G..G. .A.CT-.CCC .TG.TA..C. A.....A..
 #SND8_F_solani_(TEF) -.....G..G. .A.CT-.CCC .TG.TA..C. A.....A..
 #SND9_F_solani_(TEF) -.....G..G. .A.CT-.CCC .TG.TA..C. A.....A..
 #SND10_F_solani_(TEF) -.....G..G. .A.CTG..CCC .TGATA..C. A.....A..
 #MRK3_F_solani_(TEF) -.....G..G. .A.CT-.CCC .TG.TA..C. A.....A..
 #MRK4_F_solani_(TEF) -.....G..G. .A.CT-.CCC .TG.TA..C. A.....A..
 #SHT5_F_solani_(TEF) -.....G..G. .A.CTG..CCC .TGATA..C. A.....A..
 #DNR4_F_solani_(TEF) -.....G..G. .A.CTG..CCC .TGATA..C. A.....A..
 #SND11_F_sambucinum_(TEF) -.....G...T .A..T-T.C.CC-TAC.TTCC
 #MRK5_F_sambucinum_(TEF) -.....G...T .A..T-T.C.CC-TAC.TTCC
 #DNR5_F_sambucinum_(TEF) -.....G...T .A..T-T.C.CC-TAC.TTCC
 #BLV1_F_sambucinum_(TEF) -.....G...T .A..T-T.C.CC-TAC.TTCC
 #BLV2_F_sambucinum_(TEF) -.....G...T .A..T-T.C.CC-TAC.TTCC
 #SND12_F_graminearum_(TEF) -.....G...T .A..T-T.C.CC-T...C. .TT....AA.
 #MRK6_F_graminearum_(TEF) -.....G...T .A..T-T.C.CC-T...C. .TT....AA.
 #SHT6_F_graminearum_(TEF) -----AAATA --.A.C.- -A....CCC.
 #DNR6_F_graminearum_(TEF) -.....G...T .A..T-T.C.CC-T...C. .TT....AA.
 #KX822794.1_F_oxysporum TACG...A.. -GT.GAAT. ...CAT...C GACAACA.AC .AA.G-A.GG T..CATA.TA -
 --G.GAG.A GTC....AC.
 #KP674221.1_F_solani -.....G..G. .A.CT-.CCC .TG.TA..C. A.....A..
 #MK752452.1_F_sambucinum -.....G...T .A..T-T.C.CC-TAC.TTCC
 #MK577955.1_F_graminearum -.....G...T .A..T-T.C.CC-T...C. .TT....AA.
 #XM_009650302.1_V_dahliae TTCT.G...T T.A.T..TC. G..CAGA.C TC..G.AGA. AGC..---. ...ATC.TTC
 .ATG..C.CG GTCC.AGCG.
 #SND1_F_oxysporum_(TEF) CCC-CTACGA -----C -----T CGAAACGTGC CCGCTACCC- ---
 CGCTCGA GACC---AA --AAATTTTG
 #SND2_F_oxysporum_(TEF) ...-..... -....., -....., -..... -.....
 #SND3_F_oxysporum_(TEF) ...-..... -....., -....., -..... -.....
 #SND4_F_oxysporum_(TEF) ...-..... -....., -....., -..... -.....
 #SND5_F_oxysporum_(TEF) ...-..... -....., -....., -..... -.....
 #SND6_F_oxysporum_(TEF) ...-..... -....., -....., -..... -.....
 #MRK1_F_oxysporum_(TEF) ...-..... -.....C. -..... -.....
 #MRK2_F_oxysporum_(TEF) T..--AGA.. GCAATATCGA -----, G.TG.TACCA .GCTC..G.T CGG.-.T..
 .CTT-GTC.. --G..CCCA.
 #SHT1_F_oxysporum_(TEF) T..--AGA.. GCAATATCGA -----, G.TG.TACCA .GCTC..G.T CGG.-.T..
 .CTT-GTC.. --G..CCCA.
 #SHT2_F_oxysporum_(TEF) ...-..... -....., -....., -..... -.....
 #SHT3_F_oxysporum_(TEF) T..--AGA.. GCAATATCGA -----, G.TG.TACCA .GCTC..G.T CGG.-.T..
 .CTT-GTC.. --G..CCCA.
 #SHT4_F_oxysporum_(TEF) T..--AGA.. GCAATATCGA -----, G.TG.TACCA .GCTC..G.T CGG.-.T..
 .CTT-GTC.. --G..CCCA.
 #DNR1_F_oxysporum_(TEF) T..--AGA.. GCAATATCGA -----, G.TG.TACCA .GCTC..G.T CGG.-.T..
 .CTT-GTC.. AAG..CCCA.
 #DNR2_F_oxysporum_(TEF) T..--AGA.. GCAATATCGA -----, G.TG.TACCA .GCTC..G.T CGG.-.T..
 .CTTAGTC.. --G..CCCA.
 #DNR3_F_oxysporum_(TEF) T..--AGA.. GCAATATCGA -----, G.TG.TACCA .GCTC..G.T CGG.-.T..
 .CTT-GTC.. --G..CCCA.
 #SND7_F_solani_(TEF) ...-GT... ATTCCCTCC. -----, ..CG.TAC.. T.TGCG...G CTT.T.C... .T..---C.. --
 ..T.....
 #SND8_F_solani_(TEF) ...-GT... ATTCCCTCC. -----, ..CG.TAC.. T.TGCG...G CTT.T.C... .T..---C.. --
 ..T.....
 #SND9_F_solani_(TEF) ...-GT... ATTCCCTCC. -----, ..CG.TAC.. T.TGCG...G CTT.T.C... .T..---C.. --
 ..T.....

#SND10_F._solani_(TEF) ...-GT... ATTCCCTCCA -----, ..CG.TAC.. T.TGCG...G CTT.T.C... .T.---C.. --
 ..T.....
 #MRK3_F._solani_(TEF) ...-GT... ATTCCCTCC. -----, ..CG.TAC.. T.TGCG...G CTT.T.C... .T.---C.. --
 ..T.....
 #MRK4_F._solani_(TEF) ...-GT... ATTCCCTCC. -----, ..CG.TAC.. T.TGCG...G CTT.T.C... .T.---C.. --
 ..T.....
 #SHT5_F._solani_(TEF) ...-GT... ATTCCCTCCA -----, ..CG.TAC.. T.TGCG...G CTT.T.C... .T.---C.. --
 ..T.....
 #DNR4_F._solani_(TEF) ...-GT... ATTCCCTCCA -----, ..CG.TAC.. T.TGCG...G CTT.T.C... .T.---C.. --
 ..T.....
 #SND11_F._sambucinum_(TEF) AT.-A.T... ATCGCTCTGA TACGAC---, ...C..AC.. .T.....- ---..... -T---C.. --
A
 #MRK5_F._sambucinum_(TEF) AT.-A.T... ATCGCTCTGA TACGAC---, ...C..AC.. .T.....- ---..... -TT---C.. --
A
 #DNR5_F._sambucinum_(TEF) AT.-A.T... ATCGCTCTGA TACGAC---, ...C..AC.. .T.....- ---..... -TT---C.. --
A
 #BLV1_F._sambucinum_(TEF) AT.-A.T... ATCGCTCTGA TACGAC---, ...C..AC.. .T.....- ---..... -TT---C.. --
AT
 #BLV2_F._sambucinum_(TEF) AT.-A.T... ATCGCTCTGA TACGAC---, ...C..AC.. .T.....- ---..... .GTT---C.. --
A
 #SND12_F._graminearum_(TEF) AT.-A.T... ATCGCCCTCA CACGACGAC. ...T...C.. .T.T.....- ---..... -GT---C..
 ---.....
 #MRK6_F._graminearum_(TEF) AT.-A.T... ATCGCCCTCA CACGACGAC. ...T...C.. .T.T.....- ---..... -GT---C..
 ---.....
 #SHT6_F._graminearum_(TEF) .A.A.G.... -----C. ...T...C.. .T.T.....- ---..... .GT,---, ---.....
 #DNR6_F._graminearum_(TEF) AT.-A.T... ATCGCCCTCA CACGACGAC. ...T...C.. .T.T.....- ---..... -GT---C..
 ---.....
 #KX822794.1_F._oxysporum T..-AGA.. GCAATATCGA -----, G.TG.TACCA .GCTC..G.T CGG..-T..
 .CTT-GTC.. --G..CCCA.
 #KP674221.1_F._solani ...-GT... ATTCCCTCC. -----, ..CG.TAC.. T.TGCG...G CTT.T.C... .T.---C.. --
 ..T.....
 #MK752452.1_F._sambucinum AT.-A.T... ATCGCTCTGA TACGAC---, ...C..AC.. .T.....- ---..... -TT---C.. --
A
 #MK577955.1_F._graminearum AT.-A.T... ATCGCCCTCA CACGACGAC. ...T...C.. .T.T.....- ---..... -GT---C..
 ---.....
 #XM_009650302.1_V._dahliae .T.C.AG... ATTCTCGCCA ----- ---, TACT. TAT.C....- -----AT.G .C.A----,
 GTCGGC.CCC

 #SND1_F._oxysporum_(TEF) -CAATATGAC CGTAATTTTT TTC--GGT-- GGGGCACT-- TACCCC-GCC
 ACTTGAGCGA CGG-AGA
 #SND2_F._oxysporum_(TEF) -..... ..-...- ..-...- ..-...- ..-G...- ..-.....
 #SND3_F._oxysporum_(TEF) -..... ..-...- ..-...- ..-...- ..-G...- ..-.....
 #SND4_F._oxysporum_(TEF) -..... ..-...- ..-...- ..-...- ..-...- ..-.....
 #SND5_F._oxysporum_(TEF) -..... ..-...- ..-...- ..-...- ..AAG...- ..-.....
 #SND6_F._oxysporum_(TEF) -..... ..-...- ..-...- ..-...- ..C... ..-G...- ..-.....
 #MRK1_F._oxysporum_(TEF) -..... ..-...- ..-...- ..-...- ..G...- ..-.....
 #MRK2_F._oxysporum_(TEF) G.GTAC.TGA A.G..CCC.. AC.GA.C.CA .C...TTCC- ..TTGTT.AA TGG.T..T..
 .T.CTTGACA C.T.ACGA.G
 #SHT1_F._oxysporum_(TEF) G.GTAC.TGA A.G..CCC.. AC.GA.C.CA .C...TTCC- ..TTGTT.AA TGG.T..T..
 .T.CTTGACA C.T.ACGA.G
 #SHT2_F._oxysporum_(TEF) -..... ..-...- ..-...- ..-...- ..-G...- ..-.....
 #SHT3_F._oxysporum_(TEF) G.GTAC.TGA A.G..CCC.. AC.GA.C.CA .C...TTCC- ..TTGTT.AA TGG.T..T..
 .T.CTTGACA C.T.ACGA.G
 #SHT4_F._oxysporum_(TEF) G.GTAC.TGA A.G..CCC.. AC.GA.C.CA .C...TTCC- ..TTGTT.AA TGG.T..T..
 .T.CTTGACA C.T.ACGA.G
 #DNR1_F._oxysporum_(TEF) G.GTAC.TGA A.G..CCC.. AC.GA.C.CA .C...TTCC- ..TTGTT.AA TGG.T..T..
 .T.CTTGACA C.T.ACGA.G
 #DNR2_F._oxysporum_(TEF) G.GTAC.TGA A.G..CCC.. AC.GA.C.CA .C...TTCC- ..TTGTT.AA TGG.T..T..
 .T.CTTGACA C.T.ACGA.G
 #DNR3_F._oxysporum_(TEF) G.GTAC.TGA A.G..CCC.. AC.GA.C.CA .C...TTCC- ..TTGTT.AA TGG.T..T..
 .T.CTTGACA C.T.ACGA.G
 #SND7_F._solani_(TEF) -GG.CC... ..-...- ..-...- ..-...- ..C.G... ..TTG..CAA A..CC.GAT.
 #SND8_F._solani_(TEF) -GG.CC... ..-...- ..-...- ..-...- ..C.G... ..TTG..CAA A..CC.GAT.
 #SND9_F._solani_(TEF) -GG.CC... ..-...- ..-...- ..-...- ..C.G... ..TTG..CAA A..CC.GAT.

52

#MRK5_F._sambucinum_(TEF) ..TCCT,--- --CAAAG--- --C-.CG. GC.C..A..A-. TG.T-.... T.....A-A
 CCTGT.....
 #DNR5_F._sambucinum_(TEF) ..TCCT,--- --CAAAG--- --C-.CG. GC.C..A..A-. TG.T-.... T.....A-A
 CCTGT.....
 #BLV1_F._sambucinum_(TEF) ..TCCT,--- --AAAG--- --C-.CG. GC.C..A..A-. TG.T-.... T.....A-A
 CCTGT.....
 #BLV2_F._sambucinum_(TEF) ..TCCT,--- --AAAG--- --C-.CG. GC.C..A..A-. TG.T-.... T.....A-A
 CCTGT.....
 #SND12_F._graminearum_(TEF)C.--- --CA.AA..C .TTC-.CTG. GC.CT.A..A-. ...C-....-A
 CCTGT.....
 #MRK6_F._graminearum_(TEF)C.--- --CA.AA..C .TTC-.CTG. GC.CT.A..A-. ...C-....CA
 CCTGT.....
 #SHT6_F._graminearum_(TEF)C.--- ..CAAA.C-- .TTC-.CTG. GC.CT.A..A-. ...C-....-A
 CCTGT.....
 #DNR6_F._graminearum_(TEF)C.--- --CA.AA..C .TTC-.CTG. GC.CT.A..A-. ...C-....CA
 CCTGT.....
 #KX822794.1_F._oxysporum .A..C.TTGA GG..G.G.G. .TGGTT..GA GG.CAAACGC .C...CGC.T-GGCG
 GGG...GTGC CC..C...-.
 #KP674221.1_F._solani .CTGC..ACA A.AA.A.CA. .T.C-TCT.. GC.C..A..AGT. ..C.A-...A .G.....GG
 .C.....
 #MK752452.1_F._sambucinum ..TCCT,--- --CAAAG--- --C-.CG. GC.C..A..A-. TG.T-.... T.....A-A
 CCTGT.....
 #MK577955.1_F._graminearumC.--- --CA.AA..C .TTC-.CTG. GC.CT.A..A-. ...C-....-A
 CCTGT.....
 #XM_009650302.1_V._dahliae TG.GCGAGAA ...C.AG.G. TTGA---.G. .CA..G..A. CT..AG.G-- G...GCGGCA
 .G.C.TGA-A CCTGC.GGCG

 #SND1_F._oxysporum_(TEF) GGAAGCCG-C TGAGCTC-GG TAAGGGTTCC TTCAAGTACG
 CCTGGGTCT TGACAAGCTC AAG-G
 #SND2_F._oxysporum_(TEF)-.-.
 #SND3_F._oxysporum_(TEF)-.-.
 #SND4_F._oxysporum_(TEF)-.-.
 #SND5_F._oxysporum_(TEF)-.-.
 #SND6_F._oxysporum_(TEF)-.-.
 #MRK1_F._oxysporum_(TEF)-.-.
 #MRK2_F._oxysporum_(TEF) AA..ATTA-- C.GT.AT-AT .GCAAAA.TT ..GGTC.CGA G.G....AGC G.G..C.T.T
 CGA-.T..TA G.--.GAAA.
 #SHT1_F._oxysporum_(TEF) AA..ATTA-- C.GT.AT-AT .GCAAAA.TT ..GGTC.CGA G.G....AGC G.G..C.T.T
 CGA-.T..TA G.--.GAAA.
 #SHT2_F._oxysporum_(TEF)-.-.
 #SHT3_F._oxysporum_(TEF) AA..ATTA-- C.GT.AT-AT .GCAAAA.TT ..GGTC.CGA G.G....AGC
 G.G..CAT.T CGA-.T..TA G.--.GAAA.
 #SHT4_F._oxysporum_(TEF) AA..ATTA-- C.GT.GT-AT .GCAAAAATT ..GGTC.CGA G.G....AGC
 G.G..C.T.T CGA-.T..TA G.--.GAAA.
 #DNR1_F._oxysporum_(TEF) AA..ATTA-- C.GT.GT-AT .GCAAAAATT ..GGTC.CGA G.G....AGC
 G.G..C.T.T CGA-.T..TA G.--.GAAA.
 #DNR2_F._oxysporum_(TEF) AA..ATTA-- C.GT.AT-AT .GCAAAA.TT ..GGTC.CGA G.G....AGC G.G..C.T.T
 CGAA.T..TA G.--.GAAA.
 #DNR3_F._oxysporum_(TEF) AA..ATTA-- C.GT.AT-AT .GCAAAA.TT ..GGTC.CGA G.G....AGC G.G..C.T.T
 CGA-.T..TA G.--.GAAA.
 #SND7_F._solani_(TEF)-.-.C.
 #SND8_F._solani_(TEF)-.-.C.
 #SND9_F._solani_(TEF)-.-.C.
 #SND10_F._solani_(TEF)-.-.C.
 #MRK3_F._solani_(TEF)-.-.C.
 #MRK4_F._solani_(TEF)-.-.C.
 #SHT5_F._solani_(TEF)-.-.C.
 #DNR4_F._solani_(TEF)-.-.C.
 #SND11_F._sambucinum_(TEF)-. C.....-.TT.....A-.....
 #MRK5_F._sambucinum_(TEF)-. C.....-.TT.....A-.....
 #DNR5_F._sambucinum_(TEF)G. C.....C.TT.....A-.....
 #BLV1_F._sambucinum_(TEF)-. C.....-.TT.....A-.....
 #BLV2_F._sambucinum_(TEF)-. C.....-.TT.....A-.....
 #SND12_F._graminearum_(TEF)-. C.....-.A-.....

```

#MRK6_F._graminearum_(TEF) .....- C.....-..... A..... -.....
#SHT6_F._graminearum_(TEF) .....- C.....-..... A..... -.....
#DNR6_F._graminearum_(TEF) .....- C.....-..... A..... -.....
#KX822794.1_F._oxysporum AA.ATTA-- C.GT.AT-AT .GCAAAA.TT ..GGTC.CGA G.G....AGC G.G..CAT.T
CGA-.T..TA G.--.GAAA.
#KP674221.1_F._solani .....- .....-..... C..... -..... -.....
#MK752452.1_F._sambucinum .....- C.....-..... T..... T..... A..... -.....
#MK577955.1_F._graminearum .....- C.....-..... A..... -.....
#XM_009650302.1_V._dahliae A..G...A-- -.C.TA.GA. A.CACAGAT. GAA.C.GCAA AGAA.C.CAA
CAGGGT.GA. .G.AAA..GT GATC..A.A.

#SND1_F._oxysporum_(TEF) GGTATCACC- ATCGATATTG CTCTCTGGAA GTTCGAGACT
CCTCGCTACT ATGTC-ACCG TCATTGG
#SND2_F._oxysporum_(TEF) .....- .....-.....
#SND3_F._oxysporum_(TEF) .....- .....-.....
#SND4_F._oxysporum_(TEF) .....- .....-.....
#SND5_F._oxysporum_(TEF) .....- .....-.....
#SND6_F._oxysporum_(TEF) .....- .....-.....
#MRK1_F._oxysporum_(TEF) .....- .....-.....
#MRK2_F._oxysporum_(TEF) C.-..GGG.A .AG..CG-C. .GA..GAAGG .AAA.T.... AAC.TTCT.G .AC.TCT.GA
.GG..C.CT. ..C.ATA.CA
#SHT1_F._oxysporum_(TEF) C.-..GGG.A .AG..CG-C. .GA..GAAGG .AAA.T.... AAC.TTCT.G .AC.TCT.GA
.GG..C.CT. ..C.ATA.CA
#SHT2_F._oxysporum_(TEF) .....- .....-.....
#SHT3_F._oxysporum_(TEF) C.-..GGG.A .AG..CG-C. .GA..GAAGG .AAA.T.... AAC.TTCT.G .AC-----
-----
#SHT4_F._oxysporum_(TEF) C.-..GGG.A .AG..CG-.. .GA..GAAGG .AAA.T.... AAC.TTCT.G .AC.TCT.AA A-
-----
#DNR1_F._oxysporum_(TEF) C.-..GGG.A .AG..CG-.. .GA..GAAGG .AAA.T.... AAC.TTCT.G .AC.TCT.--
-----
#DNR2_F._oxysporum_(TEF) C.-..GGG.A .AG..CG-C. .GA..GAAGG .AAA.T.... AAC.TTCT.G .AC.TCT.GA
.GG..C.CT. ..C.ATA.CA
#DNR3_F._oxysporum_(TEF) C.-..GGG.A .AG..CG-C. .GA..GAAGG .AAA.T.... AAC.TTCT.G .AC.TCT.GA
.GG..C.CT. ..C.ATA.CA
#SND7_F._solani_(TEF) .....- .....C..... C..... .....C..... .....CT.TCA
#SND8_F._solani_(TEF) .....- .....C..... C..... .....C..... .....CT.TCA
#SND9_F._solani_(TEF) .....- .....C..... C..... .....C..... .....CT.TCA
#SND10_F._solani_(TEF) .....- .....C..... C..... .....C..... .....CT.TCA
#MRK3_F._solani_(TEF) .....- .....C..... C..... .....C..... .....CT.TCA
#MRK4_F._solani_(TEF) .....- .....C..... C..... .....C..... .....CT.TCA
#SHT5_F._solani_(TEF) .....- .....C..... C..... .....C..... .....CT.TCA
#DNR4_F._solani_(TEF) .....- .....C..... C..... .....C..... .....CT.TCA
#SND11_F._sambucinum_(TEF) .....- .....C..... C..... .....C..... .....A..A
#MRK5_F._sambucinum_(TEF) .....- .....C..... C..... .....C..... .....A..A
#DNR5_F._sambucinum_(TEF) .....- .....C..... C..... .....C..... .....A..A
#BLV1_F._sambucinum_(TEF) .....- .....C..... C..... .....C..... .....A..A
#BLV2_F._sambucinum_(TEF) .....C..... C..... .....C..... .....A..A
#SND12_F._graminearum_(TEF) .....- ..T....C. .C..... .....C..... .....A.CA
#MRK6_F._graminearum_(TEF) .....- ..T....C. .C..... .....C..... .....A.CA
#SHT6_F._graminearum_(TEF) .....- ..T....C. .C..... .....C..... .....A.CA
#DNR6_F._graminearum_(TEF) .....- ..T....C. .C..... .....C..... .....A.CA
#KX822794.1_F._oxysporum C.-..GGG.A .AG..CG-C. .GA..GAAGG .AAA.T.... AAC.TTCT.G .AC.TCT.GA
.GG..C.CT. ..C.ATA.CA
#KP674221.1_F._solani .....- .....C..... C..... .....C..... .....CT.TCA
#MK752452.1_F._sambucinum .....- .....C..... C..... .....C..... .....A..A
#MK577955.1_F._graminearum .....- ..T....C. .C..... .....C..... .....A.CA
#XM_009650302.1_V._dahliae ..CT.TGT.C .GATGG..GA .GGCGAA.CT .G..ATT.GA GA.GT.CGTG
TGTGTA...A .TCCGT.... TC..GTAGAG

#SND1_F._oxysporum_(TEF) ATGCT-TCAT TCTACTTCTC TTCGTACTAA CATATCACTC
AGACGCTCCC GGTCACCGTG ATTT-CATCA
#SND2_F._oxysporum_(TEF) .....- .....CATGAT
#SND3_F._oxysporum_(TEF) .....- .....CATGAT
#SND4_F._oxysporum_(TEF) .....- .....

```

```

#SND5_F._oxysporum_(TEF) .....CATGAT
#SND6_F._oxysporum_(TEF) .....CATGAT
#MRK1_F._oxysporum_(TEF) .....CATGAT
#MRK2_F._oxysporum_(TEF) CC..AC.GG. AGAT.AAG.G AC..GT..GT G.A.CG.TGT CAGTATGTTG
AC.TTGA.AA ..ACC.CG.C ..GTCTTGGT
#SHT1_F._oxysporum_(TEF) CC..AC.GG. AGAT.AAG.G AC..GT..GT G.A.CG.TGT CAGTATGTTG
AC.TTGA.AA ..ACC.CG.C ..GTCTTGGT
#SHT2_F._oxysporum_(TEF) .....CATGAT
#SHT3_F._oxysporum_(TEF) -----
#SHT4_F._oxysporum_(TEF) -----
#DNR1_F._oxysporum_(TEF) -----
#DNR2_F._oxysporum_(TEF) CC..AC.GG. AGAT.AAG.G AC..GT..GT G.A.CG.TGT CAGTATGTTG
AC.TTGA.AA ..ACC.CG.C ..GTCTTGGT
#DNR3_F._oxysporum_(TEF) CC..AC.GG. AGAT.AAG.G AC..GT..GT G.A.CG.TGT CAGTATGTTG
AC.TTGA.AA ..ACC.CG.C ..GTCTTGGT
#SND7_F._solani_(TEF) CCT..-CTCA CAC--A.G.. .CACC..... -.-...A- . ....C... .C..... .C..-...- -----
#SND8_F._solani_(TEF) CCT..-CTCA CAC--A.G.. .CACC..... -.-...A- . ....C... .C..... .C..-...- .....A---
#SND9_F._solani_(TEF) CCT..-CTCA CACC.A.G.. .CACC..... -.-...A- . ....C... .C..... .C..-...- .....CATGA-
#SND10_F._solani_(TEF) CCT..-CTCA CAC--A.G.. .CACC..... -.-...A- . ....C... .C..... .C..-...- .....CATGAT
#MRK3_F._solani_(TEF) CCT..-CTCA CAC--A.G.. .CACC..... -.-...A- . ....C... .C..... .C..-...- .....A---
#MRK4_F._solani_(TEF) CCT..-CTCA CAC--A.G.. .CACC..... -.-...A- . ....C... .C..... .C..-...- .....AA- -----
#SHT5_F._solani_(TEF) CCT..-CTCA CAC--A.G.. .CACC..... -.-...A- . ....C... .C..... .C..-...- .....CATGAT
#DNR4_F._solani_(TEF) CCT..-CTCA CAC--A.G.. .CACC..... -.-...A- . ....C... .C..... .C..-...- .....CATGAT
#SND11_F._sambucinum_(TEF) CCA.C.-.CC CA-.ACA.T CC..C..... .TC.C.TA.. .....CATGAT
#MRK5_F._sambucinum_(TEF) CCA.C.-.C- -A-.ACA.T CC..C..... .TC.C.TA.. .....CATGAT
#DNR5_F._sambucinum_(TEF) CCA.C.-.C- -A-.ACA.T CC..C..... .TC.C.TA.. .....CATGAT
#BLV1_F._sambucinum_(TEF) CCA.C.-.C- -A-.ACA.T CC..C..... .TC.C.TA.. .....A---
#BLV2_F._sambucinum_(TEF) CCA.C.-.C- -A-.ACA.T CC..C..... .TC.C.TA.. .....CATGAT
#SND12_F._graminearum_(TEF) C....-GTC- -A-.ACA.T C.A..... ..GG.TA.. .....CATGAT
#MRK6_F._graminearum_(TEF) C....-GTC- -A-.ACA.T C.A..... ..GG.TA.. .....T.....CATGAT
#SHT6_F._graminearum_(TEF) C....G.... CAC.T.C--- -.A..... ..GG.TA.. .....CATGAT
#DNR6_F._graminearum_(TEF) C....-GTC- -A-.ACA.T C.A..... ..GG.TA.. .....T.....CATGAT
#KX822794.1_F._oxysporum CC..AC.GG. AGAT.AAG.G AC..GT..GT G.A.CG.TGT CAGTATGTTG
AC.TTGA.AA ..ACC.CA.C ..GTCTTGGT
#KP674221.1_F._solani CCT..-CTCA CAC--A.G.. .CACC..... -.-...A- . ....C... .C..... .C..-...- .....CATGAT
#MK752452.1_F._sambucinum CCA.C.-.C- -A-.ACA.T CC..C..... .TC.C.TA.. .....CATGAT
#MK577955.1_F._graminearum C....-GTC- -A-.ACA.T C.A..... ..GG.TA.. .....CATGAT
#XM_009650302.1_V._dahliae ..C.G--GG. G.A--A.G.G ..CGG.C.. TG...A..AA CA..AACAA. -----
-----

#SND1_F._oxysporum_(TEF) -----
#SND2_F._oxysporum_(TEF) CA-----
#SND3_F._oxysporum_(TEF) CACTGGTACC TCCCAGGCTG ATTGCGC--C ATTCTCATCA
TTGCCGCCGG TACTGGTGAG TTCGAGGCTG
#SND4_F._oxysporum_(TEF) -----
#SND5_F._oxysporum_(TEF) CA-----
#SND6_F._oxysporum_(TEF) CACTGGTACC TCCCAGGCTG ATTGCGCGGC ATTCTCATCA
TTGCCGCCGG TACTGGTGAG TTCGAGGCT
#MRK1_F._oxysporum_(TEF) CACTGGTACC TCCCAGGCTG ATTGCGC--C ATTCTCATCA
TTGCCGCCGG TACTGGTGAG TTCGAGGCTG
#MRK2_F._oxysporum_(TEF) CGG-GATTGA CGATGGCAGA TAAGCTCATT GTCGAGGAGA
GTACTCACAG TGGTCGACTT GCCAGAGT
#SHT1_F._oxysporum_(TEF) CGG-GATTGA CGATGGCAGA TAAGCTCATT GTCGAGGAGA
GTACTCACAG TGGTCGACTT GCCAGAGT
#SHT2_F._oxysporum_(TEF) CACTGGTACC TCCCAGGCTG ATTGCGC--C ATTCTCATCA
TTGCCGCCGG TACTGGTGAG TTCGAGGCTG
#SHT3_F._oxysporum_(TEF) -----
#SHT4_F._oxysporum_(TEF) -----
#DNR1_F._oxysporum_(TEF) -----
#DNR2_F._oxysporum_(TEF) CGG-GATTGA CGATGGCAGA TAAGCTCATT GTCGAGGAGA
GTACTCACAG TGGTCGACTT GCCAGAGT
#DNR3_F._oxysporum_(TEF) CGG-GATTGA CGATGGCAGA TAAGCTCATT GTCGAGGAGA
GTACTCACAG TGGTCGACTT GCCAGAGT
#SND7_F._solani_(TEF) -----

```

```

#SND8_F._solani_(TEF) -----
#SND9_F._solani_(TEF) -----
#SND10_F._solani_(TEF) CAAAA-----
#MRK3_F._solani_(TEF) -----
#MRK4_F._solani_(TEF) -----
#SHT5_F._solani_(TEF) CAAAAGG-----
#DNR4_F._solani_(TEF) CA-----
#SND11_F._sambucinum_(TEF) ---ATCCCG GTCACCGTGA TTTCATCAAG AAA-----
-----
#MRK5_F._sambucinum_(TEF) C---TCCCG GTCACCGTGA TTTCATCAAG AAA-----
-----
#DNR5_F._sambucinum_(TEF) CAAAATCCCG GTCACCGTGA TTTCATCAAG AAA-----
-----
#BLV1_F._sambucinum_(TEF) -----
#BLV2_F._sambucinum_(TEF) C---ACCCGG G-----
#SND12_F._graminearum_(TEF) CAAAGGGCCA ATT-----
--
#MRK6_F._graminearum_(TEF) CACTGGTACT TT-----
#SHT6_F._graminearum_(TEF) CACTGGTACT TCCCAGGCCG ATTGCGC--C ATTCTCATCA
TTGCCGCCGG TACTGGTGAG
#DNR6_F._graminearum_(TEF) CACTGGTACT TT-----
#KX822794.1_F._oxysporum CGG-GATTGA CGATGGCAGA TAAGCTCATT GTCGAGGAGA
GTACTCACAG TGGTCGACTT
#KP674221.1_F._solani CACTG-----
#MK752452.1_F._sambucinum -----
#MK577955.1_F._graminearum CACTGGTACT T-----
#XM_009650302.1_V._dahliae -----

#SND1_F._oxysporum_(TEF) -----
#SND2_F._oxysporum_(TEF) -----
#SND3_F._oxysporum_(TEF) -----
#SND4_F._oxysporum_(TEF) -----
#SND5_F._oxysporum_(TEF) -----
#SND6_F._oxysporum_(TEF) -----
#MRK1_F._oxysporum_(TEF) GGATGGCCAG ACCCGTGAGC ACGCTCTTCT TGCCTACACC
CTTGGTGTCA AGAACCTCA-----
#MRK2_F._oxysporum_(TEF) TGACGACGAC GTTAAGGTGA GTCTTGTCTT CCTTACCCAT
TTTGACGG-----
#SHT1_F._oxysporum_(TEF) TGACGACGAC GTTAAGGTGA GTCTTGTCTT CCTTACCCAT
TTTGACGG-----
#SHT2_F._oxysporum_(TEF) GGATGGCCC-----
#SHT3_F._oxysporum_(TEF) -----
#SHT4_F._oxysporum_(TEF) -----
#DNR1_F._oxysporum_(TEF) -----
#DNR2_F._oxysporum_(TEF) TGACGACGAC GTTAAGGTGA GTCTTGTCTT CCTTACCCAT
TTTGACGG-----
#DNR3_F._oxysporum_(TEF) TGACGACGAC GTTAAGGTGA GTCTTGTCTT CCTTACCCAT
TTTGACGGAA A-----
#SND7_F._solani_(TEF) -----
#SND8_F._solani_(TEF) -----
#SND9_F._solani_(TEF) -----
#SND10_F._solani_(TEF) -----
#MRK3_F._solani_(TEF) -----
#MRK4_F._solani_(TEF) -----
#SHT5_F._solani_(TEF) -----
#DNR4_F._solani_(TEF) -----
#SND11_F._sambucinum_(TEF) -----
#MRK5_F._sambucinum_(TEF) -----
#DNR5_F._sambucinum_(TEF) -----
#BLV1_F._sambucinum_(TEF) -----
#BLV2_F._sambucinum_(TEF) -----
#SND12_F._graminearum_(TEF) -----
#MRK6_F._graminearum_(TEF) -----

```

```

#SHT6_F._graminearum_(TEF)  GGATGGCCAG ACCCGTGAGC ACGCTCTCCT TGCCTACACC
CTTGGTGTCA AGAACCTCAT
#DNR6_F._graminearum_(TEF)  -----
#KX822794.1_F._oxysporum    TGACGACGAC GTTAAGGTGA GTCTTGTCTT CCTTACCCAT
TTTGACGGTT GTGAATGGTT TGTGATAAG
#KP674221.1_F._solani       -----
#MK752452.1_F._sambucinum   -----
#MK577955.1_F._graminearum  -----
#XM_009650302.1_V._dahliae  -----

#SND1_F._oxysporum_(TEF)    -----
#SND2_F._oxysporum_(TEF)    -----
#SND3_F._oxysporum_(TEF)    -----
#SND4_F._oxysporum_(TEF)    -----
#SND5_F._oxysporum_(TEF)    -----
#SND6_F._oxysporum_(TEF)    -----
#MRK1_F._oxysporum_(TEF)    -----
#MRK2_F._oxysporum_(TEF)    -----
#SHT1_F._oxysporum_(TEF)    -----
#SHT2_F._oxysporum_(TEF)    -----
#SHT3_F._oxysporum_(TEF)    -----
#SHT4_F._oxysporum_(TEF)    -----
#DNR1_F._oxysporum_(TEF)    -----
#DNR2_F._oxysporum_(TEF)    -----
#DNR3_F._oxysporum_(TEF)    -----
#SND7_F._solani_(TEF)       -----
#SND8_F._solani_(TEF)       -----
#SND9_F._solani_(TEF)       -----
#SND10_F._solani_(TEF)      -----
#MRK3_F._solani_(TEF)       -----
#MRK4_F._solani_(TEF)       -----
#SHT5_F._solani_(TEF)       -----
#DNR4_F._solani_(TEF)       -----
#SND11_F._sambucinum_(TEF)   -----
#MRK5_F._sambucinum_(TEF)   -----
#DNR5_F._sambucinum_(TEF)   -----
#BLV1_F._sambucinum_(TEF)   -----
#BLV2_F._sambucinum_(TEF)   -----
#SND12_F._graminearum_(TEF)  -----
#MRK6_F._graminearum_(TEF)  -----
#SHT6_F._graminearum_(TEF)  ACACCACCAA GTGGTCTGAG GCCCGTTACC AGGAGATCAT
CAAGGAGACC TCTTCTTTCA TCAA
#DNR6_F._graminearum_(TEF)  -----
#KX822794.1_F._oxysporum    ACGTGCTGTG AAGAGGTCAG CGACCGAAGA GGCAATGTGA
GGAAAGCAGG CGATTATCAA GAA
#KP674221.1_F._solani       -----
#MK752452.1_F._sambucinum   -----
#MK577955.1_F._graminearum  -----
#XM_009650302.1_V._dahliae  -----

```

ÖZGEÇMİŞ

TURHAN ÇOMAK

turhancomak@gmail.com



ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2017-2020	Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Antalya
Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2012-2016	Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Antalya

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Ziraat Mühendisi	Kızılören Tarım İlçe Müdürlüğü, Afyonkarahisar
2017-Devam Ediyor	

ESERLER

Çat, A., Çomak, T.ve Çatal, M. 2018. A preliminary study on spawn production of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). *Mediterranean Agricultural Sciences*, 31(1), 21-25.