

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**FARKLI TİPTEKİ KAVUN GENOTİPLERİNİN *Fusarium oxysporum* f.
sp. *melonis*'e DAYANIKLILIK DURUMLARININ KLASİK VE MOLEKÜLER
YÖNTEMLERLE BELİRLENMESİ**

Mehmet Batuhan DEMİRELLİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİTKİ KORUMA

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EYLÜL 2020

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**FARKLI TİPTEKİ KAVUN GENOTİPLERİNİN *Fusarium oxysporum* f.
sp. *melonis*'e DAYANIKLILIK DURUMLARININ KLASİK VE MOLEKÜLER
YÖNTEMLERLE BELİRLENMESİ**

Mehmet Batuhan DEMİRELLİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİTKİ KORUMA

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EYLÜL 2020

ANTALYA

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

**FARKLI TİPTEKİ KAVUN GENOTİPLERİNİN *Fusarium oxysporum* f.
sp. *melonis*'e DAYANIKLILIK DURUMLARININ KLASİK VE MOLEKÜLER
YÖNTEMLERLE BELİRLENMESİ**

Mehmet Batuhan DEMİRELLİ

BİTKİ KORUMA

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EYLÜL 2020

ÖZET

FARKLI TİPTEKİ KAVUN GENOTİPLERİNİN *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*'e DAYANIKLILIK DURUMLARININ KLASİK VE MOLEKÜLER YÖNTEMLERLE BELİRLENMESİ

Mehmet Batuhan DEMİRELLİ

Yüksek Lisans, Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Mürsel ÇATAL

Eylül 2020; 36 sayfa

Toprak kökenli patojen *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* (FOM)'in sebep olduğu *Fusarium* solgunluğu Dünyada kavun üretimini sınırlandıran en önemli fungal hastalıklardan biridir. Bu hastalık ülkemizin kavun yetiştirilen alanlarının %85'in de görülmektedir. Günümüze kadar hastalık etmeni fungusun kavun tarlalarında 4 dört farklı ırkı (0, 1, 2 ve 1-2) tanımlanmıştır. Hastalıkla mücadelede ağırlıklı olarak kimyasal fungisit uygulamaları yapılmaktadır. Bununla beraber en etkili ve çevreci yöntem dayanıklı çeşitlerin veya genotiplerin belirlenip kullanılmasıdır. Bu tez çalışması Kırkağaç, Galia, Ananas ve Piel de Sapo kavun meyve tiplerindeki 20 adet kavun genotipinin *F. oxysporum* f. sp. *melonis*'in ırk 1 ve ırk 2'ye dayanıklılık durumlarının, moleküler ve klasik testlemeler ile belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Fide kök daldırma metodunun uygulandığı ve iki defa tekrarlanan klasik testlemelerde her genotipten toplam 12 bitki 3 tekerrürlü olacak şekilde kullanılmıştır. Moleküler çalışmalarda ise ırk 1 için SSR154 ve Fom2-R₄₀₈ markırları, ırk 2 için NBS1-CAPS ve Fom1-R/Fom1-S markırları kullanılmıştır. Klasik testlemeler sonucunda 4 farklı kavun tipi içindeki 20 kavun genotipinden 11 genotip ırk 1'e, 7 genotip ırk 2'ye ve 4 genotip ise hem ırk 1 hem de ırk 2'ye dayanıklı bulunmuştur. SSR154 markırı kullanılarak yapılan moleküler testlemelerde ise 10 genotipin fungusun ırk 1'ine dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar göre SSR154 markırının klasik testlemeler ile uyum içinde olduğunu göstermiştir.

ANAHTAR KELİMELEER: *Fusarium* solgunluğu, kavun, klasik testleme, moleküler markır

JÜRİ: Doç. Dr. Mürsel ÇATAL

Doç. Dr. Hatice İKTEN

Dr. Öğr. Üyesi İbrahim ÇELİK

ABSTRACT

DETERMINATION OF RESISTANCE OF DIFFERENT TYPES OF MELON GENOTYPES TO *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* BY CLASSIC AND MOLECULAR METHODS

Mehmet Batuhan DEMİRELLİ

MSc Thesis in Department of Plant Protection

Supervisor: Assoc. Prof. Mürsel ÇATAL

September 2020; 36 pages

Fusarium wilt caused by soil-borne pathogen *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* (FOM) is one of the most important fungal diseases limiting melon production in the world. The disease occurs in 85% of the melon growing areas of our country. Four different races of the fungus (0, 1, 2 and 1-2) have been recognized in melon fields so far. Chemical fungicides have been heavily used to control the disease in the field. However, the most effective and environmentally friendly approach is the identification and employment of melon varieties or genotypes resistant to the disease. This thesis research was designed to determine the resistance status of 20 different genotypes derived from Kırkağaç, Galia, Ananas and Piel de Sapo melon types to the race 1 and 2 of *F. oxysporum* f. sp. *melonis* in classical and molecular assays. A total of 12 melon seedlings from each genotypes representing 3 replicates were included in each of the two consecutive classical trials conducted by using the seedling root dipping method. In molecular assays, SSR154/ Fom2-R₄₀₈ markers and NBS1-CAPS, Fom1-R/Fom1-S markers were used to determine the resistance of the genotypes to the race 1 and race 2 of the fungus respectively. Out of 20 genotypes tested, 11 genotypes were found to be resistant to race 1, 7 genotypes to race 2, and 4 genotypes to both race 1 and race 2 in classical assays. In molecular assays with SSR154 marker, 10 genotypes were determined as resistant to the race 1 of the fungus. Overall results clearly indicated that molecular assays using SSR154 marker was in parallel with the classical inoculation assays.

KEYWORDS: *Fusarium* wilt, melon, classical test, molecular marker

COMMITTEE: Assoc. Prof. Dr. Mürsel ÇATAL

Assoc. Prof. Dr. Hatice İKTEN

Asst. Prof. Dr. İbrahim ÇELİK

ÖNSÖZ

Tez konumun belirlenmesinde bana yol gösteren ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Mürsel ÇATAL'a, elde edilen moleküler bulguların değerlendirilmesinde bana ılık tutan Doç. Dr. Hatice İKTEN ve Dr. Öğr. Üyesi İbrahim ÇELİK'e teşekkürlerimi sunarım

Tez çalışmam esnasında firmanın bütün imkân ve olanaklarından faydalanmamı sağlayan Titiz Agrogrup Yönetim Kurulu Başkanı Dr. Kâmil Savaş TİTİZ'e, tez çalışmamda bana yol gösteren ve yardımcı olan ıslah koordinatörümüz Dr. Sinan ZENGİN ve Ziraat Yüksek Mühendisi İsmail ŞİMŞEK ve değerli çalışma arkadaşlarıma teşekkürlerimi borç bilirim.

Tezimin her aşamasına bana maddi ve manevi olarak desteklerini esirgemeyen annem Gülsüm DEMİRELLİ, babam Ali Yaşar DEMİRELLİ'ye çok teşekkür ederim.

Son olarak tezimin yazım aşamasında bana desteklerini sunan, yol gösteren ve desteğini hiç esirgemeyen çok değerli halam Dr. Öğr. Üyesi Aylin KABAŞ ve çok değerli eşi Dr. Öğr. Üyesi Önder KABAŞ'a sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
AKADEMİK BEYAN	v
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	4
3. MATERYAL VE METOT	8
3.1. Bitkisel Materyal	8
3.2. Fungus izolatları	9
3.2.1. <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>melonis</i> kültürünün geliştirilmesi ve inokulumun hazırlanması.....	10
3.3. Klasik Testlemeler.....	10
3.3.1. Fidelerin inokulasyonu	11
3.4. Fidelerin inkübasyonu ve hastalık değerlendirilmesi	12
3.5. Moleküler testlemeler.....	12
3.5.1. DNA İzolasyonu	12
3.5.2. PCR çoğaltmaları ve hastalık değerlendirilmesi.....	13
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	16
4.1. Klasik Testleme Bulguları ve Tartışma.....	16
4.2. Moleküler Testleme Bulguları ve Tartışma.....	21
4.2.1. Fom-1 Geni için Yapılan Moleküler Testlemeler.....	21
4.2.2. Fom-2 geni için yapılan moleküler testlemeler	26
5. SONUÇLAR	31
6. KAYNAKLAR	32
ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER VE KISALTMALAR

CAPS: Cleaved Amplified Polymorphic Sequences

SCAR: Sequence Characterized Amplified Region

DNA: Deoksiribo Nükleik Asit

MAS: Molecular Assisted Selection

PCR: Polymerase Chain Reaction

VCG: Vegetative Compatibility Group

FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations

FOM: *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*

PDA: Patates Dekstroz Agar

CTAB: Cetyl Trimethylammonium Bromide

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Bölgelere göre kavun yetiştiriciliği oranları	2
Şekil 3.1. Klasik testlemelerde kullanılan Fom izolatları	9
Şekil 3.2. Sıvı sentetik ortama aktarılmış Irk 1 ve Irk 2 izolatları.	10
Şekil 3.3. Fidelerin fungus ile inokulasyonu	11
Şekil 3.4. Klasik testleme sonunda yapılan değerlendirmeler	12
Şekil 4.1. Kırkağaç kavun tipindeki genotiplerin hastalık değerlendirilmesi.....	18
Şekil 4.2. Galia kavun tipindeki genotiplerin hastalık değerlendirilmesi.....	18
Şekil 4.3. Ananas kavun tipindeki genotiplerin hastalık değerlendirilmesi	19
Şekil 4.4. Piel de Sapo kavun tipindeki genotiplerin hastalık değerlendirilmesi.....	20
Şekil 4.5. Çalışmada kullanılan NBS-CAPS markırının jel görüntüsü	24
Şekil 4.6. Çalışmada kullanılan Fom1-R / Fom1-S markırlarının jel görüntüsü.....	25
Şekil 4.7. Çalışmada kullanılan SSR154 markırının jel görüntüsü	29
Şekil 4.8. Çalışmada kullanılan FOM2-R ₄₀₈ markırının jel görüntüsü.....	30

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Ülkelere göre kavun üretim alanları ve miktarları.....	1
Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan kavun genotip isimleri ve meyve tipleri	8
Çizelge 3.2. CTAB Ekstraksiyon Bufferının İçeriği.....	13
Çizelge 3.3. Çalışmada kullanılan markırlar.....	15
Çizelge 4.1. Irk 1 ve ırk 2 için yapılan klasik testleme sonuçları.	16
Çizelge 4.2. Fom-1 geni için kullanılan markırlar ve elde edilen PCR sonuçları.	22
Çizelge 4.3. Fom-2 geni için kullanılan markırlar ve elde edilen PCR sonuçları.	27



1. GİRİŞ

Kavun (*Cucumis melo*) Cucurbitaceae familyasına ait bir sebze olup, yetiştiriciliği oldukça eskilere dayanmaktadır. Anavatanı ile ilgili tartışmalar sürmekle beraber, yabani kavunların dağılımına bakıldığında birincil gen merkezi olarak Afrika gösterilmektedir. Türkiye ikincil gen merkezleri arasında yer almaktadır (Pitrat 1999). MÖ 3000 yılından itibaren Anadolu'dan Japonya'ya kadar kültüre alındığı bilinmektedir (Pitrat 1999).

Türkiye, Dünyanın ikinci büyük kavun üretici ülkesi konumundadır. Dünyada, 10 milyon dekarlık alanda yaklaşık 27 milyon ton kavun üretimi yapılmaktadır. Çin 3,5 milyon dekar alanda 12 milyon ton üretim ile ilk sırada yer alırken ülkemiz 786 bin dekarlık alan içerisinde yaklaşık 175 milyon ton kavun üretimi ile ikinci sırada, İran 850 bin dekar alanda 173 milyon ton kavun üretimi ile üçüncü sırada yer almaktadır (FAO 2018).

Çizelge 1.1. Ükelere göre kavun üretim alanları ve miktarları

Ülkeler	Üretim Alanı (da)	Üretim Miktarı (ton)
Çin	3.589.610	12.788.218
Türkiye	786.940	1.753.942
İran	850.000	1.731.443
Hindistan	540.000	1.231.000
Kazakistan	420.040	893.857
Amerika	305.900	872.080
Mısır	258.420	701.071
İspanya	190.250	664.353
Guatemala	291.760	623.405
İtalya	244.000	607.970

Ülkemizin pek çok ilinde kavun yetiştiriciliği yapılmaktadır. Üretimin bölgelere göre dağılımında en fazla yetiştiricilik alanına sahip bölge İç Anadolu Bölgesi (%41), bu bölgeyi sırasıyla Ege Bölgesi (%27), Güneydoğu Anadolu Bölgesi (%15), Akdeniz Bölgesi (%7), Marmara Bölgesi (%5), Doğu Anadolu Bölgesi (%4) ve Karadeniz Bölgesi (%1) izlemektedir (Şensoy 2005) (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Bölgelere göre kavun yetiştiriciliği oranları

Tüketiciler kavun meyvesini tat ve aromasından dolayı tercih etmektedir (Lester 2006). Özellikle bazı kavun çeşitleri mükemmel aroma, farklı et rengi, ve yüksek meyve suyuna sahiptir (Goldman 2002). Kavun meyvesi düşük kalorili, iyi bir potasyum ve vitamin C kaynağı olmasının yanında, vitamin A ve beta karoten kaynağıdır. Bir kap (236 g) kavun meyvesi günlük vitamin A ve C alımı için önerilmektedir (Lester 1997). Kavun protein (%0,6–1,2 / 100 g), vitamin, mineral maddeler, A (500–4200 IU /100 g) ve K vitaminleri (130–330 mg / 100 g) yönünden zengindir (Lorenz ve Maynard 1988).

Farklı yetiştirme şekillerine sahip olan kavun üretiminde, özellikle ilkbahar dönemiyle birlikte açık tarla yetiştiriciliği yapılmakta, Akdeniz bölgesi kıyı şeridinde ise örtü altında da yetiştirilebilmektedir. Genel olarak örtü altında Galia veya Kırkağaç tip, açık tarla yetiştiriciliğinde bölge pazarına göre değişmekle beraber Galia, Kırkağaç veya Ananas tipte kavunlar yetiştirilmektedir. Özellikle son yıllarda Avrupa'ya özgü olan Piel de Sapo tipindeki kavunlarda Trakya bölgemizde yetiştirilmeye başlanmıştır.

Kavun yetiştiriciliğinde en önemli hastalıklardan biri toprak kökenli fungus *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* (FOM)'in yol açtığı *Fusarium* solgunluğudur. Bitkilerde hasat zamanına yakın ani çökme ve meyve verim ve kalitesinde önemli zarara neden olan bu hastalık, ilk defa 1930 yılında New York'ta tanımlanmıştır (Chupp 1930).

Hastalık etmeni fungus bitkinin kök boğazını veya köklerini enfekte edip bitkinin su alımını engelleyerek solgunluk meydana getirmekte, yapraklarda sararma ve iletim demetlerinde kahverengileşme oluşturmakta ve gelişmenin ilerleyen dönemlerinde çökme ile kurumalar meydana getirebilmektedir (Baran 2000).

Hastalık etmeni fungusun 0, 1, 2 ve 1–2 olmak üzere 4 ırkı vardır (Risser vd. 1976). Bunlardan ırk 0, ırk 1 ve ırk 2 tek genle kontrol edilen dominant kalıtıma sahiptir.

İrk 1-2'nin ise poligenik ve resesif kalıtıma sahip olduğu bildirilmiştir (Perchepied ve Pitrat 2004). Ülkemizde hastalık ilk olarak 1939 yılında Manisa'da görülmüştür (Bremer 1944). Ülkemiz kavun yetiştiricilik alanlarının %85'in de bu hastalığın görüldüğü ve hastalığın oranlarının %17 ile %95 arasında değişiklik gösterdiği rapor edilmiştir (Şensoy 2005). Dünyada ise son yıllarda artan *Fusarium solgunluğu* kavun yetiştiriciliği yapılan alanlarda kalite ve verimi yoğun etkilemektedir (Gao vd. 2015).

Toprak kökenli hastalıklarla etkili mücadele yöntemlerinden birisi solarizasyondur. Bu yöntem özellikle yaz mevsiminin sıcak geçtiği bölgelerde uygulanabilmektedir (Yücel 1989).

Fungisitlerin bilinçsiz ve kontrolsüz kullanımı sonucu, hastalık etmeni funguslarda dayanıklılık oluşturabilme riskleri ve kalıntılar yoluyla insan sağlığına ve çevreye olumsuz etkileri önemlidir. Dolayısıyla kavun ıslah programlarında FOM'a karşı dayanıklı çeşit geliştirme hastalıkla mücadelede en etkin ve çevreci bir yöntemdir. Yapılan bu çalışma ile ülkemizde ekonomik olarak yetiştiriciliği yapılmakta olan Galia, Ananas, Kırkağaç ve Piel de Sapo tiplerinde kavun genotiplerinin *F. oxysporum* f. sp. *melonis*'in ırklarına (1 ve 2) dayanıklılık durumları, moleküler ve klasik testlemeler de eş zamanlı olarak belirlenmiştir.

2. KAYNAK TARAMASI

Kavun bitkisinin meyveleri arasında yüksek oranda şekil farklılıkları (polimorfizm) görülmektedir ve bu nedenle sınıflandırılması türler arası (interspesifik) olacak şekilde düzenlenmiştir. Bunun için Naudin 1859 yılında kavunu 10 alt gruba ayırmıştır ama zamanla daha kullanışlı hale gelmesi için günümüzde taksonomide botanikçilerin düzenlediği sınıflandırma ile kavun 7 alt grupta toplanmaktadır. Bunlar; *C. melo agrestis*, *C. melo flexuosus*, *C. melo conomon*, *C. melo cantalupensis*, *C. melo inodorus*, *C. melo chito* ve *dudaim* ve *C. melo momordica*'dır (Stepansky vd. 1999; Munger ve Robinson 1991).

Fusarium oxysporum f. sp. *melonis* kavun bitkisinde kurumalara ve çökmelere sebep olan, toprak kökenli fungal bir hastalıktır ve dünyanın birçok bölgesinde olduğu gibi ülkemizde de bu fungusun sebep olduğu solgunluk hastalığı yaygın olarak gözlemlenmektedir (Sağır 1988; Cohen vd. 1989; Windels 1993; Demir ve Tezcan 1995; Kınay vd. 1995; Baran 2000). Hastalık bitkilerin kök sistemini etkileyerek epidermis, korteks dokularından geçerek ksilem borularına gelmekte ve sonra patojen ksilem demeklerini; bitki içine yerleşme ve farklı dokulara hareket etme aracı olarak kullanmaktadır (Bishop ve Cooper 1983). Hastalık ksilem boruları içinde miselyum spor oluşturmakta ve mikrospor olarak ksilem borularıyla bitki boyunca ilerlemektedir. Böylelikle patojen bitkiye yayılmaktadır. Patojen litik enzimler ve toksinler salgılayarak hastalık semptomu olan nekrotik lezyonlar, klorosis ve solgunluk meydana getirmektedir (Perl-Treves vd. 2010).

Hastalık etmeni kavunun kök ya da kök boğazını enfekte etmekte ve bitkinin su alınımini engellemektedir. Böylelikle bitkide solgunluk, yaprakta sararma, bir veya birden çok bitki kolunda solma, gövdenin kök boğazına yakın bölgelerinde uzunlamasına nekrotik lekeler ve ksilem demeklerinde kahverengileşme görülmektedir. İlerleyen dönemlerde bitkide çökme ve kurumalar gözlemlenmektedir. Hastalık genellikle hasada yakın dönemde kendisini gösteren bu belirtiler nedeniyle meyvelerde kalite ve meyve miktarı önemli ölçüde düşmektedir (Baran 2000). Hastalık toprak kökenli olmasının yanı sıra tohum ile de taşınabilmektedir. Tohumlarda bulaşma yüzeysel veya kabul altı dokularında olmaktadır, bu nedenle tohum embriyosu enfekte olmamaktadır.

Ülkemizde yapılan çalışmalarda Türkiye'deki kavun üretim alanlarının %85 inde hastalığın görüldüğü ve oranının %17 ila 95 arasında değişkenlik gösterdiği rapor edilmiştir (Şensoy 2005).

Fusarium hastalık etmenleri temelde kök uzama bölgelerinden penetrasyon gerçekleştirmektedir ve bu bölgelerdeki yara dokuları enfeksiyonu kolaylaştırmaktadır (Martyn ve Gordon 1996).

Fusarium oxysporum türü geniş konukçu aralığına sahip bir fungal patojendir, genetik çeşitliliği Vejetatif Uyumluluk Grupları (Vegetative Compatibility Group; VCG) ile sınıflandırılmaktadır. Bir fungus türünün veya ırkının birbirine olan genetik yakınlığı bu şekilde araştırılabilmektedir. Bu yöntem ilk olarak 1980'li yılların ortalarında Puhalla tarafından geliştirilmiştir. Buna göre vejetatif uyumluluk izolatlarına 4-5 sayıdan oluşan VCG kodu verilmiş, ilk üç sayı konukçuya özelleşmiş, son sayı da alt tür ait olacak şekilde verilmiştir (Kistler vd. 1998).

Fusarium oxysporum mikrokonidi, makrokonidi ve klamidospor olmak üzere üç tip spor üretmektedir. Klamidosporlar ise kalın duvarlara sahiptirler ve fungus toprakta uzun yıllar hayatta kalabilmektedir (Ozbay ve Newman 2004). *F. oxysporum* Patates Dekstroza Agar (PDA) gibi katı ortam kültürlerinde çoğaltılabilirler. Genel olarak, havai miselleri önce beyaz görünür, daha sonra *F. oxysporum*'un ırkına ya da türüne göre mor'dan koyu pembeye değişen renge dönüşebilirler. Eğer sporlar çok yoğunsa kültür, krem ya da turuncu rengine görünür (González-Torres vd. 1993).

Fusarium oxysporum makro ve mikrokonidilerin biçimine ve klamidosporların teşkil ve durumuna göre tarif edilmiş anamorfik bir türdür. Sporodochia yoğun miktarda ve soluk turuncu, makrokonidileri kısa veya orta uzunlukta, düz veya hafif kıvrık ve çoğunlukla ince duvarlı, uç hücre konik ve kıvrık, bazal hücre ayak biçiminde ve çoğunlukla üç hücrelidir. Mikrokonidileri oval, elips ya da böbrek biçiminde ve çoğunlukla tek hücreden oluşur. Konidiogen hücreler kısa fialitlerden oluşur ve mikrokonidiler havai miselyumlarda yoğun miktarda bulunur. Klamidosporlarda durum genellikle birçok izolatta 2-4 hafta içinde, yoğun miktarda ve kısa zaman periyodunda oluşur. Klamidosporlar genel olarak tek ya da zincir biçiminde görülmektedir (Leslie ve Summerell 2006).

F. oxysporum f.sp. *melonis*, toprakta klamidospor şeklinde canlılığını sürdürür ayrıca bitki artıkları ve rotasyon şeklinde yetişen birçok bitkinin köklerine kolonize olma yeteneğine sahiptir. Bu hastalık yoğun bulaşık bir kavun arazisinde, duyarlı olmayan çeşitler ile rotasyondan sonra da patojen olarak canlılığını devam ettirebilmektedir (Gordon vd. 1989).

Kavun'da önemli solgunluğa neden olan *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* uygun konukçu bulana kadar uzun yıllar toprakta kalabilir (Oumouloud vd. 2013).

Hastalıkla mücadelede farklı yöntemlerin kullanıldığı pek çok çalışma yapılmıştır. Bu mücadele yöntemleri arasında hastalıktan ari fide kullanımı, kültürel önlemler, kimyasal mücadele ve solarizasyon, biyolojik kontrol ve dayanıklı çeşit bulunmaktadır.

Fusarium oxysporum f. sp. *melonis* gibi toprak kökenli hastalıklarla mücadele etmenin en etkili yollarından biri dayanıklı çeşit yetiştirmek veya duyarlı çeşitlerde dayanıklılığın teşvik edilmesi yönündeki uygulamalarıdır. Zink ve Gubler (1985), Perlita FR çeşidinin *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*' in 0, 1, 2 ve 1-2 nolu ırklarına karşı reaksiyonunun tespitini yapmışlardır. Ayrıca Perlita FR çeşidinin *F. oxysporum* f. sp. *melonis*' in 0 ve 2 ırkına karşı dayanıklılık reaksiyon durumunu belirlemişlerdir.

Fusarium oxysporum f. sp. *melonis* Snyder & Hansen *Fusarium* solgunluğuna neden olan toprak kökenli bir patojendir. *Fusarium* solgunluğunun 4 ırkı tanımlanmış durumdadır (Risser vd. 1976). Bu dört ırktan ırk 0 ve ırk 2'ye dayanıklılık kontrolünü dominant Fom-1 geni (Zink ve Gubler 1985) sağlamaktadır. Fom-1 geni ilk olarak Fransa'da Charentais tipi kavun popülasyonunda tespit edilmiş ve Védraçais (Doublon) tipi kavunlarda da dayanıklılık olduğu ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca genetik araştırmalar sonucunda ırk 0 ve ırk 1 dayanıklılık kontrolünü dominant Fom-2 geninin sağladığı ve CM 17187 aksesiyonunda Fom-2 geninin bulunduğu ortaya çıkarılmıştır (Risser 1973). ırk 1-2'ye dayanıklılık ise poligenik resesif yani birkaç resesif gen tarafından kontrol

edilmektedir. Ogon 9 ve CM 17187 kavun aksesyonlarında kısmi dayanıklılık olduğu tespit edilmiştir (Perchepied vd. 2005).

Risser (1976) yılında patojenin konukçuya etkisini inceleyerek *Fusarium oxysporum* f. s. *melonis*'in ırklarını ırk 0, ırk 1, ırk 2 ve ırk 1-2 olarak sınıflandırmıştır. Fom-1 geni ırk 0 ve ırk 2 ye dayanım sağlarken Fom-2 geninin ırk 0 ve ırk 1'e dayanım sağladığını belirtmiştir.

Fusarium oxysporum f. s. *melonis*'in ırk 1-2' birden fazla genle kontrol edilmektedir. ırk 1-2y bitkilerin ölümünden önce yaprak sararma belirtisi gösterirken, ırk 1-2w bitkide sararma belirtisi göstermeden direk solma ve ölümle sonuçlanmaktadır (Bouhot 1981).

Yapılan bir çalışmada 172 RIL kavun hatlarını içeren popülasyonu kullanılmış ve bir majör QTL (qFom1-11)'in ırkı 1'e dayanıklılığını %91,5 olarak açıklandığını tespit etmişlerdir. Ayrıca bu popülasyonda 3 minör QTL ve bir epistatik interaksiyon'un hastalık şiddeti ile ilişkili olduğu tanımlanmıştır (Branham vd. 2018).

Kavun bitkisinde hem *Fusarium*'a dayanıklı hem de dişi çiçek yapısında kavun genotiplerini belirlemek için; *Fusarium*'a dayanıklı MR-1 hattı ile gynoeious çiçek yapısındaki WI998 materyalini melezleyerek 20 F1 ve 1863 F2 bitkisi elde edilmiştir. Çalışma sonucunda 35 dişi çiçek yapısında ve *Fusarium*'a dayanıklı materyal markır yardımcı seleksiyon ile belirlenmiştir (Gao vd. 2015).

Ülkemizde *Fusarium*'un teşhisi ile ilgili yapılan çalışmalarda 54 bitki türünde 30 farklı patojen saptanmıştır. Çalışmaların bölgelere göre dağılımını incelendiğinde Trakya bölgesinde ırk 1-2; Ege ve Çukurova bölgelerinde ırk 0, ırk 1, ırk 1-2; Akdeniz bölgesinden Antalya ilinde ise ırk 0, ırk 1, ırk 2 ve ırk 1-2' nin etkili olduğu saptanmıştır (Özer ve Soran 1991).

Türkiye'nin çeşitli bölgelerinden topladıkları 100 genotip üzerinde yapılan başka bir çalışmada ise; FOM'un ırk 1 ve ırk 2, mildiyö, külleme, Hıyar Mozaik Virüsü (Cucumber Mosaic Virus) ve Sarı Kabak Mozaik Virüs'üne (Zucchini Yellow Mosaic Virus) karşı testleme yapılmıştır. FOM'un ırk 1'ine dayanıklı 8 genotip bulunurken, ırk 2 ye karşı genotiplerin %54'ü dayanıklı olarak saptanmıştır (Solmaz vd. 2014).

Anadolu coğrafyasında bu fungusun bütün ırkları görülmektedir ve en yaygın rastlanan ırkları 1 ve 2'dir (Ünlü vd. 2014).

Dayanıklı çeşit geliştirmede kullanılan moleküler markır yardımcı seleksiyon (MAS) istenilen karakterlerin seçimini bitkinin erken aşamasında yapmamıza imkân sağlayan bir yöntemdir. Böylelikle minimum zaman ve para girdisiyle, maksimum bilgi elde edilmekte ve üstün genotiplerin seçimine imkân sağlanmaktadır (Dayteg vd. 2007; Frey vd. 2008). DNA seviyesinde yapılan seçimler sayesinde uzun yıllar süren aşamalara gerek kalmamaktadır. Moleküler markır kullanım oranları tüm dünyada ve ülkemizde giderek artmakta ve ıslahçılar için büyük bir kolaylık sağlamaktadır. Moleküler markırlar, bitki popülasyonundaki çeşitlilik ya da popülasyon içindeki bitki genotipleri arasındaki ilişkilerin tespitinde %100'e yakın güvenilirlikle değerlendirilirler (Gülşen ve Mutlu,

2005). Pek çok moleküler işaretleyici kombine olarak kullanılabilmekte ve farklı genlerin aynı ıslah hattında toplanması sağlanabilmektedir (Hospital 2003).

DNA temelli markır sayesinde kısa sürede ve istenilen kriterlerde yeni çeşitler geliştirebilmektedir. PCR'a dayalı moleküler markır tekniğinde genellikle ko-dominant SCAR (Sequence Characterized Amplified) ve CAPS (Cleaved Amplified Polymorphic Sequence) markır sistemleri üzerine yoğunlaşmıştır (Collard ve Mackill, 2008).

SCAR markırları PCR'a dayalı bir moleküler markır sistemidir. Genellikle dominant markırlar oluşturmaya rağmen, tek tek bantların kısa nükleotid kesici restriksiyon enzimleriyle kesilmesiyle kodominant markırlara dönüştürülebilir (Gülşen ve Mutlu, 2005). Bu moleküler markır metodu haritalama, moleküler yardımcı seleksiyon (MAS), bulk segregant analizi (BSA) ve genetik çeşitlilik çalışmalarında kullanılmaktadır (Noguera vd. 2005).

CAPS yönteminde ise belli bir bölge PCR aracılığıyla çoğaltıldıktan sonra elde edilen fragmentler enzimi ile kesilmektedir (Konieczny and Ausubel, 1993; Michaels and Amasino, 1998). CAPS markırlarının kullanımında PCR ve polimorfik bölgelerin belirlenmesini sağlayacak olan uygun kesim enziminin seçilmesi yöntemin en önemli kısmını oluşturmaktadır (Tanaka vd. 2010). CAPS markırlarının kısa sürede hızlı sonuç elde edilmesinden dolayı günümüzde çok yaygın kullanılan markırlar arasında yer almaktadır.

Fusarium'un 0 ve 1 nolu ırklarına dayanıklılığı sağlayan Fom-2 genini belirlemek için CAPS ve RFLP markırının geliştirildiği çalışmada; BC1S1 ve F2 populasyonunu oluşturan dayanıklı ve hassas bireylerle BclI ve MspI CAPS markırlarının %100 uyum gösterdiği, SCG17 RFLP markırının ise kodominant özellikte olduğu belirlenmiştir (Zheng vd. 1999).

CAPS markırı ile yapılan diğer bir araştırmada Fusarium'a hassas Piel de Sapo ve dayanıklı olan Charentais Fom 1'in melezlenmesi sonucunda F2 popülasyonundaki bitkileri 618 CAPS markörüyle incelemişlerdir. Fom-1 geninden ayrı olarak biri dominant ve diğeri resesif olan iki genle kontrol edilen Fom-4 genini tanımlamışlardır. 158 F2 bitkisinin CAPS ile analizi sonucunda resesif gen taşıdığı ve Fom-1 geninin (0,9 cM) linkage içerisinde olduğu saptanmıştır (Oumouloud vd. 2010).

Fusarium'un 2 nolu ırkı için dayanıklı Vedrantaïs ile hassas PI 161375 melezlenerek rekombinant hat (RIL) oluşturulmuş ve ırk 2'ye dayanım sağlayan Fom-1 lokusu ile ilişkili iki CAPS markırı belirlenmiştir (Brotman vd. 2005).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Bitkisel Materyal

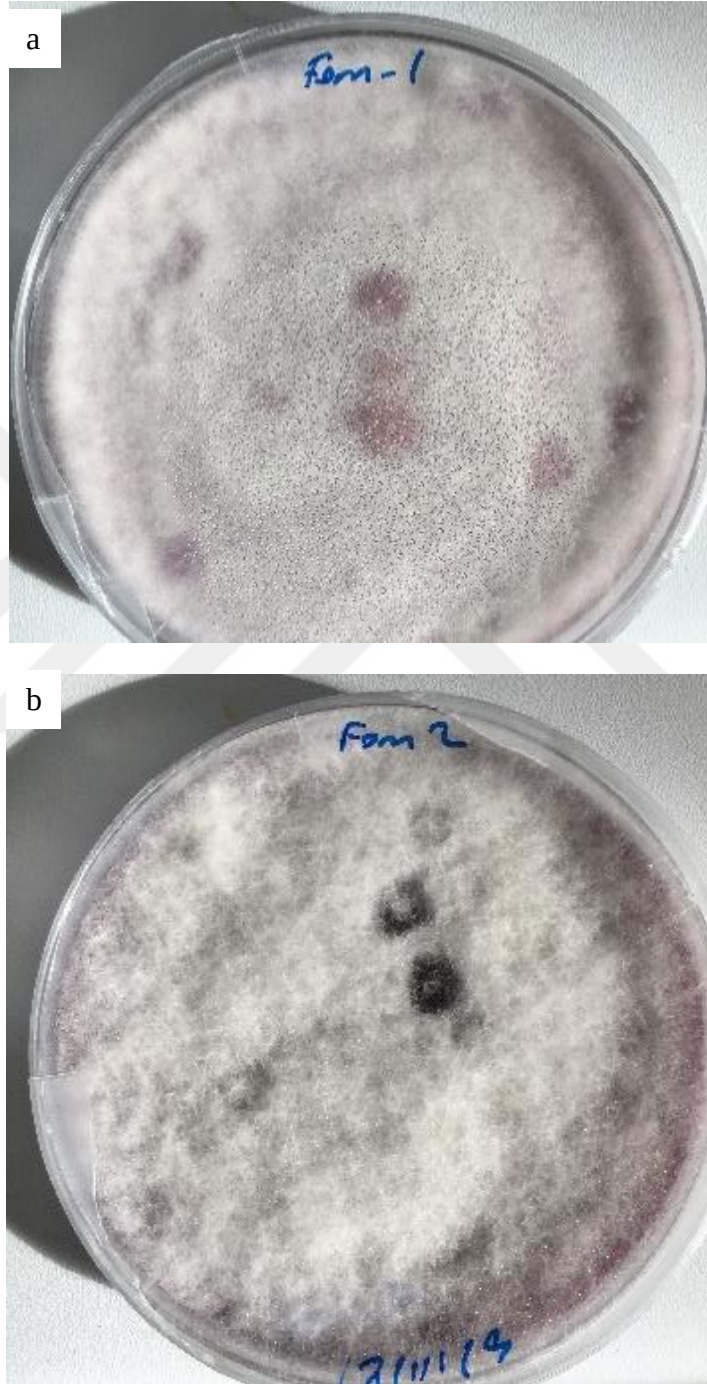
Çalışmada kullanılan bitkisel materyal listesi Tablo 1’de verilmiştir. Buna göre farklı tiplerde (Kırkağaç, Galia, Ananas ve Piel de Sapo) toplam 20 kavun genotipi ve her tip için dayanıklı ve hassas kontrol çeşitleri olarak AT-190 F1, Westeros F1, ATM-1K F1, Çıtırex F1, ATM-1G F1, Duble F1, ATM-1A F1, Kallavi F1, ATM-1P F1 kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan kavun genotip isimleri ve meyve tipleri

Kavun Genotipi	Kavun Tipi
ATM-1	Kırkağaç
ATM-2	Kırkağaç
ATM-3	Kırkağaç
ATM-4	Kırkağaç
ATM-5	Kırkağaç
Westeros F1 (İrk 1’e Dayanıklı) Kontrol)	Kırkağaç
AT-190 F1 (İrk 2’ye Dayanıklı) Kontrol)	Kırkağaç
ATM-1K F1 (Hassas Kontrol)	Kırkağaç
ATM-6	Galia
ATM-7	Galia
ATM-8	Galia
ATM-9	Galia
ATM-10	Galia
Çıtırex F1 (İrk 1 ve İrk 2’ye dayanıklı)	Galia
ATM-1G F1 (Hassas Kontrol)	Galia
ATM-11	Ananas
ATM-12	Ananas
ATM-13	Ananas
ATM-14	Ananas
ATM-15	Ananas
Duble F1 (Dayanıklı Kontrol)	Ananas
ATM-1A F1 (Hassas Kontrol)	Ananas
ATM-16	Piel de Sapo
ATM-17	Piel de Sapo
ATM-18	Piel de Sapo
ATM-19	Piel de Sapo
ATM-20	Piel de Sapo
Kallavi F1 (Dayanıklı) Kontrol)	Piel de Sapo
ATM-1P F1 (Hassas Kontrol)	Piel de Sapo

3.2. Fungus izolatları

Çalışmada kullanılan *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* FOM1 ve FOM2 izolatları Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Bitki Koruma Bölümü'nden temin edilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Klasik testlemelerde kullanılan Fom izolatları; **a)** Irk 1; **b)** Irk 2 izolatları

3.2.1. *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* kültürünün geliştirilmesi ve inokulumun hazırlanması

Stok fungus kültüründen PDA (Patates Dekstrozu Agar) ortamlarına ekim yapıp, 24 saat ışıklı ortamda 23°C’ de inkübe edilmiştir. Buradan gelişen fungusları çoğaltmak için sıvı sentetik ortam şu şekilde hazırlanmıştır. Solüsyon A (Kalsiyum nitrat 100 g/l, Potasyum nitrat 25 g/l)’ dan 20 ml’ e, Solüsyon B (Magnezyum sülfat 25 g/l)’ den 20 ml, Solüsyon C (Monopotasyum fosfat 12.5 g/l)’ den 20 ml, Solüsyon E (sitrik asit 25 g/l, malik asit 25 g/l)’ den 1 ml, Oligoelementler (Demir 40 g/l, mangan sülfat 3 g/l, bakır sülfat 3 g/l, çinko sülfat 3 g/l ve borax 6 g/l)’ den 1 ml, 50 g Sakkaroz, 5 g Malt ve distile su ile ortam 1 lt’ ye tamamlanmıştır. PDA ortamında gelişen funguslar sıvı sentetik ortama aktarılmıştır ve 8 gün çalkalayıcıda 23° C’ de çalkalanarak geliştirilmiştir (Pitrat 1991).



Şekil 3.2. Sıvı sentetik ortama aktarılmış Irk 1 ve Irk 2 izolatları.

3.3. Klasik Testlemeler

Klasik testlemelerde kullanılan kavun tohumları içinde steril torf bulunan viollere ekilmiştir. Bitkiler birinci yaprak dönemine gelinceye kadar serada yetiştirilmiş, her genotipten toplam 12 bitki ve her birinde 4 bitki içeren saksılarda 3 tekerrürlü olacak şekilde 2 defa testlemeler yapılmıştır. Ayrıca dayanıklı kontrol, hassas kontrol ve inokule edilmemiş negatif kontrollerde denemede yer almıştır.

3.3.1. Fidelerin inokulasyonu

Bitkilerin *Fusarium*'a karşı dayanıklılık testlenmesinde fide kök daldırma metodu kullanılmıştır (Gordon vd. 1989; Zink ve Gubber 1985). Bu yöntemde göre bitkilerin kotiledon yaprakları yere tam paralel olduğu ve gerçek yaprakları çıktığı aşamada fidelerin kökleri su ile yıkanmış ve kök uçları tıraşlandıktan sonra fideler 10^6 konidi/ml konsantrasyonun da hazırlanan süspansiyona yaklaşık 5 dakika süre ile bekletilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Fidelerin fungus ile inokulasyonu; **a)** fidelerin numaralandırılması; **b)** fidelerin FOM solüsyonuna daldırılması; **c)** ve **d)** fidelerin saksılara dikilmesi

3.4. Fidelerin inkübasyonu ve hastalık değerlendirilmesi

İnoküle edilen fideler 23-25 °C’ de %60-65 nemde 28 gün inkübasyona bırakılmıştır. İnkubasyon sonunda fideler Armstrong (1978)’ e göre hassas veya dayanıklı olarak değerlendirilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Klasik testleme sonunda yapılan değerlendirmeler; **a); b); c); d)** testlemeden 28 gün sonra elde edilen sonuçlar

3.5. Moleküler testlemeler

3.5.1. DNA İzolasyonu

Moleküler testleme için DNA izolasyonu CTAB protokolüne (Doyle ve Doyle 1990) göre yapılmıştır. Buna göre taze yaprak dokusu Çizelge 3.2.’ye göre hazırlanmış solüsyondan 1,5 ml alınarak porselen havanda ezilmiş, 2 ayrı ependorf tüpe 750’şer ml konularak örnekler 65°C’de 2 saat bekletilmiştir. Daha sonra ekstraksiyon tüpü içerisine 600 µl cloroform: isoamylalcol (24:1) ilave edilmiş ve tüpler vortekslendikten sonra 15 dakika 13 000 rpm’de santrifüj edilmiştir. Tüplerde iki ayrı faz oluştuğu görülmüştür. Altta kalan katı kısımda (pellet) protein ve diğer kalıntılar çökelmiş, üstteki sıvı kısımda da DNA kalmıştır. Otomatik mikro pipet yardımı ile DNA içeren bu sıvı kısım yeni

efendorf tüpe alınmış ve bu solüsyonun hacminin 2/3'ü kadar buzdolabında bekletilmiş olan soğuk isopropanol ilave edilmiştir. DNA'nın çökmesi için tüpler 10 dakika 13000 min⁻¹'de santrifüj edilmiş ve yıkama aşamasına geçilmiştir. DNA yıkama bufferı (%76'lık etanol + 10 mM amonyum asetat) ile iki kez yıkanmıştır. Daha sonra etanol tüplerden uzaklaştırılarak ağzı açık bir şekilde kurutulmaya bırakılmıştır. Kuruyan tüplere 100 µl 1XTE bufferı eklenerek, 65°C'de 2-3 dk. bekletildikten sonra -20 °C'ye saklanmıştır.

Çizelge 3.2. CTAB Ekstraksiyon Bufferının İçeriği

Solüsyon	100 ml için	Stok	Final konsantrasyonu
NaCl	28 ml	5 M	1.4 M
EDTA (pH=8)	4 ml	0.5 M (pH=8)	20 mM
Tris HCl (pH=8)	10 ml	1 M (pH=8)	100 mM
CTAB	2 gr		% 2
2- Mercaptoethanol	2 mL		% 2

3.5.2. PCR çoğaltmaları ve hastalık değerlendirilmesi

Çalışmada kullanılan markırlar Çizelge 3.3'de verilmektedir. Araştırmada Fom 1 geni için; NBS1-CAPS (Brotman vd. 2005) ve Fom1-R / Fom 1-S primerleri literatürde belirtilen Polymerase zincir reaksiyon (PCR) protokollerine göre kullanılmıştır (Oumouloud vd. 2015).

Buna göre PCR reaksiyonu NBS1-CAPS markırı için toplam 20 µl hacimde gerçekleştirilmiştir. Buna göre; 4.0 µl DNA (20 ng DNA), 2.0 µl dNTP (0.1 mM dNTPs), 2.5 µl MgCl₂ (2.5 mM MgCl₂), 0.2 µl Taq (0.6 U Taq DNA polymerase), 1.5 µl her bir primer (0.3 µM her bir primer), 2.5 µl PCR buffer ve 5.8 µl ddH₂O kullanılmıştır (Brotman vd. 2005). PCR protokolü; 1 döngü 94 °C'de 5 dk, ardından 35 döngü olacak şekilde, 94 °C'de 1 dk, 55 °C'de 50 sn, 72 °C'de 1 dk ve son olarak da 1 döngü 72 °C'de 5 dk şeklindedir. PCR ürünleri NcoI kesim enzimi kullanılarak kesim işlemi yapılmıştır. Kesim işlemi 25 µl hacimde gerçekleştirilmiştir.

Fom1-R / Fom1-S primerleri için; amplikaon mix karışım kullanılarak, 10 µl karışımdan, 0,4 µl her bir primer, 7,2 µl H₂O olacak şekilde PCR reaksiyonu hazırlanmıştır. PCR protokolü; 94 °C'de 2 dk, ardından 35 döngü olacak şekilde, 94 °C'de 45 sn, 47 °C'de 1 dk, 72 °C'de 2 dk ve son olarak da 1 döngü 72 °C'de 5 dk şeklindedir. PCR ürünleri BspCNI kesim enzimi ile kesilmiş olup, kesim işlemi 20 µl hacimde gerçekleştirilmiştir.

Fom 2 geni için ise; SSR154 (Joobeur vd. 2004) ve Fom2-R₄₀₈ (Oumouloud vd. 2012) primerleri kullanılmıştır. SSR154 markırı için; PCR reaksiyonları 15 µl hacimde gerçekleştirilmiştir (Joobeur vd., 2004). Buna göre; 2.0 µl DNA (20 ng DNA), 2.0 µl dNTP (0.1 mM dNTPs), 2.0 µl MgCl₂ (2.5 mM MgCl₂), 0.2 µl Taq (0.6 U Taq DNA polymerase), 1.0 µl her bir primer (0.3 µM her bir primer), 2.0 µl PCR buffer ve 4.6 µl ddH₂O kullanılarak gerçekleştirilmiştir. PCR protokolü; 1 döngü 94°C'de 3 dk, ardından 30 döngü olacak şekilde, 94°C'de 30 sn, 50°C'de 30 sn, 72°C'de 1 dk ve son olarak da 1 döngü 72°C'de 10 dk şeklindedir.

Fom2-R₄₀₈ primerleri için ise; Fom2-R₄₀₈ için ampliqoon karışımından 10 µl mix, 0.4 µl her bir primer, 7.2 µl H₂O olacak şekilde PCR reaksiyon karışımı hazırlanmıştır. PCR protokolü; 94 °C'de 2 dk, ardından 35 döngü olacak şekilde, 94 °C'de 45 sn, 50 °C'de 1 dk, 72 °C'de 2 dk ve son olarak da 1 döngü 72 °C'de 5 dk şeklindedir

NBS-CAPS primeri Fom 1 geni için kullanılmış ve 250 bp de bantı dayanıklı, 205 bp de ki bantı ise hassas olarak değerlendirilmiştir.

Fom1-R/Fom1-S primeri Fom 1 geni için kullanılmış ve 182,368 de ki bantı dayanıklı, 568 bp deki batı hassas, 182,386 ve 568 bp deki bantı ise heterozigot dayanıklı olarak değerlendirilmiştir.

SSR154 primeri Fom 2 geni için kullanılmış ve 299 bp deki bantı dayanıklı, 305 bp deki bantı hassas olarak değerlendirilmiştir.

Fom2-R₄₀₈ primeri Fom 2 geni için kullanılmış ve 408 bp de bant veren örnekler dayanıklı vermeyenler ise hassas kabul edilmiştir.

Böylelikle bu genlerin ifade ettiği 0, 1 ve 2 nolu ırklara dayanıklılık durumları moleküler markırlar ile belirlenmiştir.

Çizelge 3.3. Çalışmada kullanılan markırlar

Gen	Markır	Markır Tipi	Markır İsmi	Kesim Enzimi	Primer Dizilimi	Referans
Fom-1	CAPS	Ko-dominant	NBS1-CAPS	NcoI	F=TATTGCTAAAGCTGTTTTCAAAAGCG R=AACAAAAACTTTTCGATTTCCTAAGTT	Brotman vd. 2005
Fom-1	CAPS	Ko-dominant	Fom1-R /Fom1-S	BspCNI BspCNI	F=ATGAGTTTTGATAGTTTCATAAG R=GAACACTCCCTTAGATACTT	Oumouloud vd. 2015
Fom-2	SCAR	Ko-dominant	SSR154	-	F=CCCTTCTGTCATTTGGCTTG R=CGTCAATTATTAAACATTCTGATGC	Joobeur vd. 2004
Fom-2	SCAR	Dominant	Fom2-R ₄₀₈	-	F=GAGAAATTTGCAATGGGTGG R= TTACACTATTATTGCTCAACTTGC	Oumouloud vd. 2012

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Klasik Testleme Bulguları ve Tartışma

Çalışmada kullanılan 4 farklı tipten (Kırkağaç, Galia, Ananas ve Piel de Sapo) toplam 20 kavun genotipi ve her tip için hassas ve dayanıklı kontrol olmak üzere toplam 29 kavun materyali klasik olarak testlenmiştir. *F.oxysporum f.sp. melonis*'in Irk 1 ve ırk 2'sine karşı yapılan testleme sonucu Çizelge 4.1.'de verilmektedir.

Çizelge 4.1. Irk 1 ve ırk 2 için yapılan klasik testleme sonuçları.

Kavun Tipi	Kavun Genotipi	Irk 1	Irk 2
Kırkağaç	ATM-1	H	H
Kırkağaç	ATM-2	H	H
Kırkağaç	ATM-3	H	H
Kırkağaç	ATM-4	D	D
Kırkağaç	ATM-5	D	D
Kırkağaç ¹	Westeros F1	D	H
Kırkağaç ¹	AT-190 F1	H	D
Kırkağaç ²	ATM-1K F1	H	H
Galia	ATM-6	H	H
Galia	ATM-7	D	D
Galia	ATM-8	D	H
Galia	ATM-9	D	H
Galia	ATM-10	D	H
Galia ¹	Çıtırex F1	D	D
Galia ²	ATM-1G F1	H	H
Ananas	ATM-11	H	H
Ananas	ATM-12	D	H
Ananas	ATM-13	H	H
Ananas	ATM-14	D	D

Çizelge 4.1'in devamı

Ananas	ATM-15	D	H
Ananas ¹	Duble F1	D	D
Ananas ²	ATM-1A F1	H	H
Piel de Sapo	ATM-16	H	D
Piel de Sapo	ATM-17	H	D
Piel de Sapo	ATM-18	D	H
Piel de Sapo	ATM-19	H	D
Piel de Sapo	ATM-20	D	H
Piel de Sapo ¹	Kallavi F1	D	D
Piel de Sapo ²	ATM-1P F1	H	H

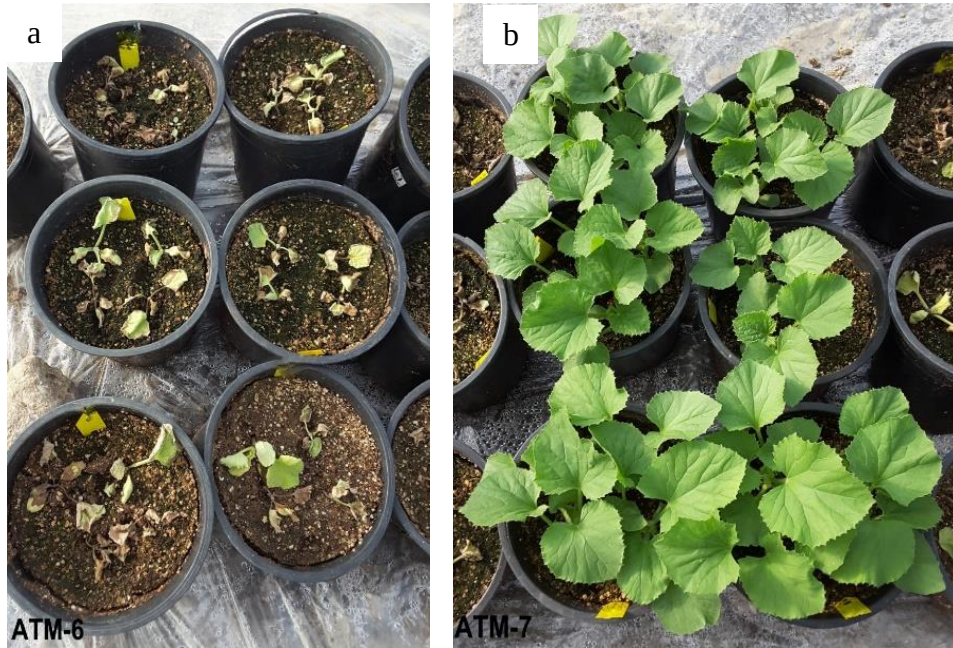
¹ Dayanıklı kontrol, ² Hassas kontrol, H: Hassas, D: dayanıklılığı ifade etmektedir

Yapılan testleme sonuçlarına göre FOB ırk 1'e karşı Kırkağaç tipinde ATM-1, ATM-2 ve ATM-3 genotipleri hassas olarak tespit edilirken, ATM-4 ve ATM-5 genotipleri dayanıklı olarak bulunmuştur. FOB Irk 2'ye karşı ATM-1, ATM-2 ve ATM-3 genotipleri hassas olarak tespit edilirken, ATM-4 ve ATM-5 genotipleri dayanıklı bulunmuştur (Şekil 4.1). Kırkağaç tipinde kontrol olarak kullanılan Westoros F1 çeşidi ırk 1'e dayanıklı, ırk 2'ye karşı hassas bulunurken, AT-190 F1 çeşidi ırk 1'e hassas, ırk 2'ye dayanıklı olarak belirlenmiştir.



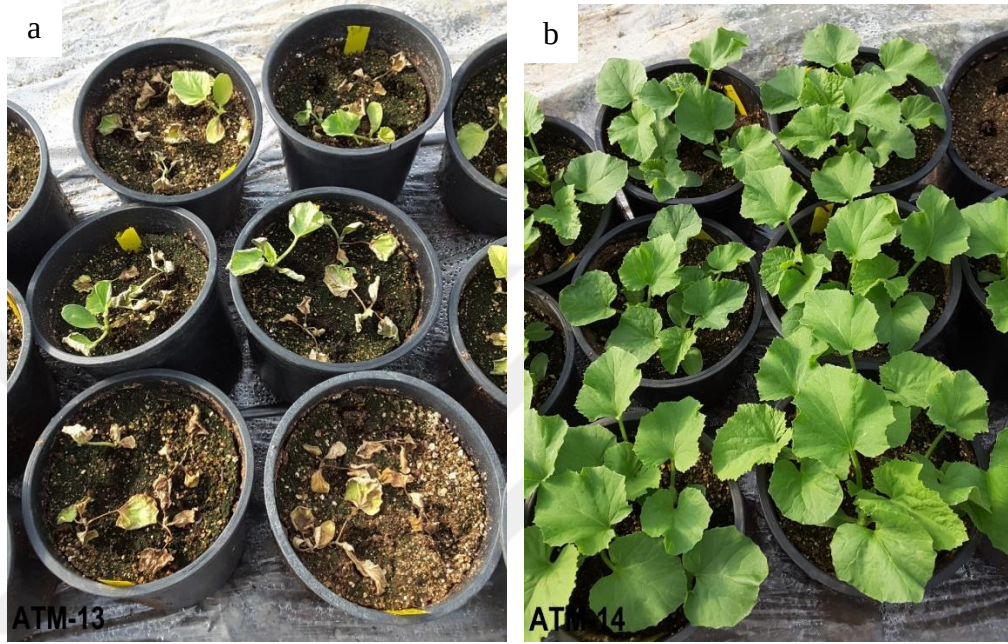
Şekil 4.1. Kırkağaç kavun tipindeki genotiplerin hastalık değerlendirilmesi; **a)** ırk 1 ve ırk 2'ye hassas ATM-1 genotipi; **b)** ırk 1 ve ırk 2'ye dayanıklı ATM-4 genotipi

Galia tipinde; ATM-6 genotipi ırk 1'e hassas olarak tespit edilirken, ATM-7, ATM-8, ATM-9 ve ATM-10 genotipleri dayanıklı olarak bulunmuştur. Genotipler ATM-6, ATM-8, ATM-9 ve ATM-10 ırk 2'ye hassas olarak tespit edilirken, genotip ATM-7 dayanıklı bulunmuştur (Şekil 4.2) Kontrol olarak kullanılan Çıtırex F1 her iki ırka dayanıklı iken, ATM-1G F1 her iki ırka karşı hassas olarak bulunmuştur.



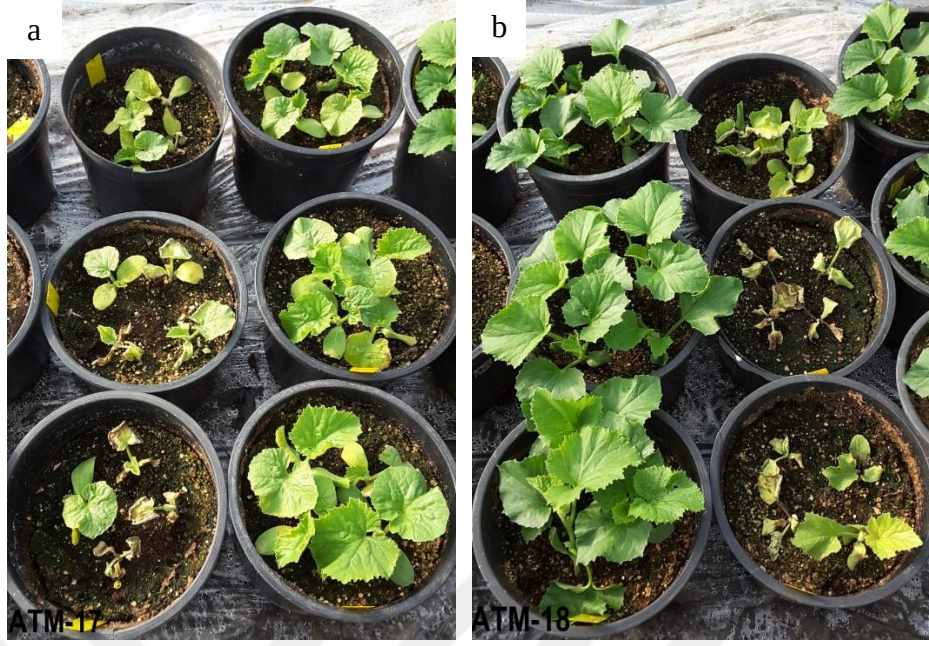
Şekil 4.2. Galia kavun tipindeki genotiplerin hastalık değerlendirilmesi; **a)** ırk 1 ve ırk 2'ye hassas ATM-6 genotipi; **b)** ırk 1 ve ırk 2'ye dayanıklı ATM-7 genotipi

Ananas tipinde; genotipler ATM-11 ve ATM-13 ırk 1'e hassas olarak tespit edilirken, genotipler ATM-12, ATM-14 ve ATM-15 dayanıklı bulunmuştur. ATM-11, ATM-12, ATM13 ve ATM-15 genotipleri ırk 2'ye hassas olarak tespit edilirken, ATM-14 genotipi dayanıklı bulunmuştur (Şekil 4.3). Ananas tipinde kontrol olarak kullanılan Double F1 her iki ırka dayanıklı iken, ATM-1A F1 çeşidi her iki ırka karşı hassas olarak bulunmuştur.



Şekil 4.3. Ananas kavun tipindeki genotiplerin hastalık değerlendirilmesi; **a)** ırk 1 ve ırk 2'ye hassas ATM-13 genotipi; **b)** ırk 1 ve ırk 2'ye dayanıklı ATM-14 genotipi

Piel de Sapo tipinde; ATM-16, ATM-17 ve ATM-19 genotipleri ırk1'e hassas bulunurken, ATM-18 ve ATM-20 genotipleri dayanıklı bulunmuştur. Genotipler ATM-18 ve ATM-20 ırk 2'ye hassas olarak kaydedilirken, ATM-16, ATM-17 ve ATM-19 genotipleri dayanıklı bulunmuştur (Şekil 4.4). Kontrol çeşitlerden Kallavi F1 her iki ırka dayanıklı iken, ATM-1P F1 çeşidi her iki ırka hassas olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.4. Piel de Sapo kavun tipindeki genotiplerin hastalık değerlendirilmesi; **a)** ırk 1'e hassas, ırk 2'ye dayanıklı ATM-17 genotipi; **b)** ırk 1'e dayanıklı, ırk 2'ye hassas ATM-18 genotipi

Risser vd. 1976 yaptıkları çalışmada *F. oxysporum* f.sp. *melonis*'in ırklarını 4 gruba ayırarak ırk 0, ırk 1, ırk 2 ve ırk 1-2 olarak sınıflandırmıştır. Fom-1 geni ırk 0 ve ırk 2 ye dayanıklılık sağlarken Fom-2 geninin ırk 0 ve ırk 1'e dayanıklılık sağladığı belirtilmiştir. Fom 3 geni ise ırk 0 ve ırk 2'ye karşı dayanıklılığı kontrol etmektedir (Zink ve Gubler 1985; Schreuder vd. 2000). Bununla birlikte ırk 1-2'ye dayanıklılığın çok genli (polygenic) olduğu belirlenmiştir (Blancard vd. 1994).

Hassas Piel de Sapo ve dayanıklı Charentais kavun genotiplerinin kullanıldığı çalışmada yeni Fom 4 geni belirlenmiş ve bu genin resesif bir gen olduğu tespit edilmiştir (Oumoluloud 2010).

Ülkemizde bu hastalığın bütün ırkları görülmektedir ve en yaygın rastlanan ırklarının ırk 1 ve ırk 2 olduğu bildirilmiştir (Ünlü vd. 2014).

İrk 0 ve ırk 2'ye karşı dayanıklılığı ifade eden Fom-1 geni, ırk 0 ve ırk 1'e karşı Fom-2 genleri dayanıklılığı tek dominant bir genler ile sağlanmaktadır (Risser vd. 1976). Bu çalışmada yapılan klasik testlemelerde de bitkilerin hastalığa karşı reaksiyonu ya dayanıklı ya da hassas olarak tespit edilmiştir. Buna göre Kırkağaç tipinde 2, Galia tipinde 4, Ananas tipinde 3 ve Piel de Sapo tipinde 2 olmak üzere toplam 11 genotip materyali ırk 1'e dayanıklı bulunmuştur. Kırkağaç tipinde 2, Galia tipinde 1, Ananas tipinde 1 ve Piel de Sapo tipinde 3 olmak üzere toplam 7 genotip ırk 2'ye dayanıklı bulunmuştur. Ünlü vd. 2010 yaptıkları çalışmada; Akdeniz, Ege, Marmara ve İç Anadolu bölgelerinde açık tarla kavun yetiştiriciliği yapılan alanlardan toplanan 84 adet yerel kavun genotipini FOM'un 4 ırkına karşı klasik testleyerek 13 dayanıklı, 71 hassas genotip belirlemişlerdir. Benzer şekilde FOM'un 4 ırkına karşı klasik testleme yapılan bir diğer çalışmada da 44

yerel kavun genotipinden sadece TR-30744 nolu genotip Fom-1 ve Fom-2'ye dayanıklı bulunmuştur (Kahraman 2010).

4.2. Moleküler Testleme Bulguları ve Tartışma

4.2.1. Fom-1 Geni için Yapılan Moleküler Testlemeler

Fom-1 geni ırk 0 ve ırk 2'ye dayanıklılığı sağlamaktadır. Fom-1 geni için kullanılan NBS1-CAPS markırından elde edilen sonuçlar Çizelge 4.2 ve Şekil 4.5 de görülmektedir. Buna göre NBS1-CAPS markırı ile Kırkağaç tipindeki ATM-1, 2, 3 ve 4 genotipleri homozigot dayanıklı (250 baz) bant verirken, ATM-5 genotipi heterozigot dayanıklı bant (250 ve 205) vermiştir. Kontrol olarak kullanılan Westeros F1 heterozigot dayanıklı, AT-190 F1 ve ATM-1K F1 genotipleri ise homozigot dayanıklı bant vermiştir.

NBS1-CAPS markırına göre Galia tipinde ATM-6, 8, 9 ve 10 homozigot dayanıklı bant vermiştir. ATM-7 genotipi hassas bant vermiştir. Kontrol olarak kullanılan Çıtırex F1'de heterozigot dayanıklı, ATM-1G F1 ise homozigot dayanıklı olarak belirlenmiştir.

NBS1-CAPS markırına göre Ananas tipinde ATM-11, 12, 13 ve 15 homozigot dayanıklı bant vermiştir. ATM-14 ise hassas bant vermiştir. Kontrol olarak kullanılan Duple F1 ve ATM-1A F1 homozigot dayanıklı bant vermiştir.

NBS1-CAPS markırına göre Piel de Sapo tipinde sadece ATM-18 homozigot dayanıklı bant verirken, ATM-16, 17, 19 ve 20 hassas bant vermiştir. Kontrol olarak kullanılan Kallavi F1 homozigot dayanıklı bant verirken ATM-1P F1 hassas bant vermiştir.

Fom-1 geni için kullanılan Fom1-R / Fom1-S markırların elde edilen sonuçlar Çizelge 4.2 ve Şekil 4.6 da verilmiştir. Bu markıra göre Kırkağaç tipinde ATM-4 ve 5 genotipleri heterozigot dayanıklı bant (182, 386, 568 baz) verirken kontrol olarak kullanılan Westeros F1 de heterozigot dayanıklı bant vermiştir. Galia tipinde ATM-6, 8 ve 10 genotiplerinde heterozigot dayanıklılık tespit edilmişken ATM-7 ve 9 genotiplerinde hassaslık (sadece 568 baz) belirlenmiştir. Kontrol olarak kullanılan Çıtırex F1 heterozigot dayanıklı ve ATM-1G F1 hassas bantlar vermişlerdir. Ananas tipinde ATM-13 ve 15 genotipleri heterozigot dayanıklı bant verirken ATM-11, 12 ve 14 genotipleri hassas bant vermiştir. Kontrol olarak kullanılan Duple F1 ve ATM-1A F1 heterozigot dayanıklı bant vermişlerdir. Piel de Sapo tipinde ATM-16, 17, 18, 19 ve 20 genotipleri heterozigot dayanıklı bant verirken kontrol olarak kullanılan Kallavi F1 ve ATM-1P F1 genotipleride heterozigot dayanıklı bant vermiştir.

Brotman vd. 2005 yaptıkları çalışmada NBS1-CAPS markırının ırk 2'ye dayanıklılığın belirlenmesinde önemli bir markır olduğunu belirtmiştir. Ayrıca bu markırın Fom-1 genine uzaklığının 2.8 cM olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlarda ise bu markır her genotip için klasik testleme ile uyum içinde bulunmamıştır.

Oumouloud vd. 2015, yaptıkları çalışmada Fom-1 geni için 2 CAPS markırı geliştirmişler ve Fom-1R 182, 386 ve 568 bp de bant aralığında, Fom-1S CAPS markırı ise 262, 306 ve 568 bp’de bant vermiştir.

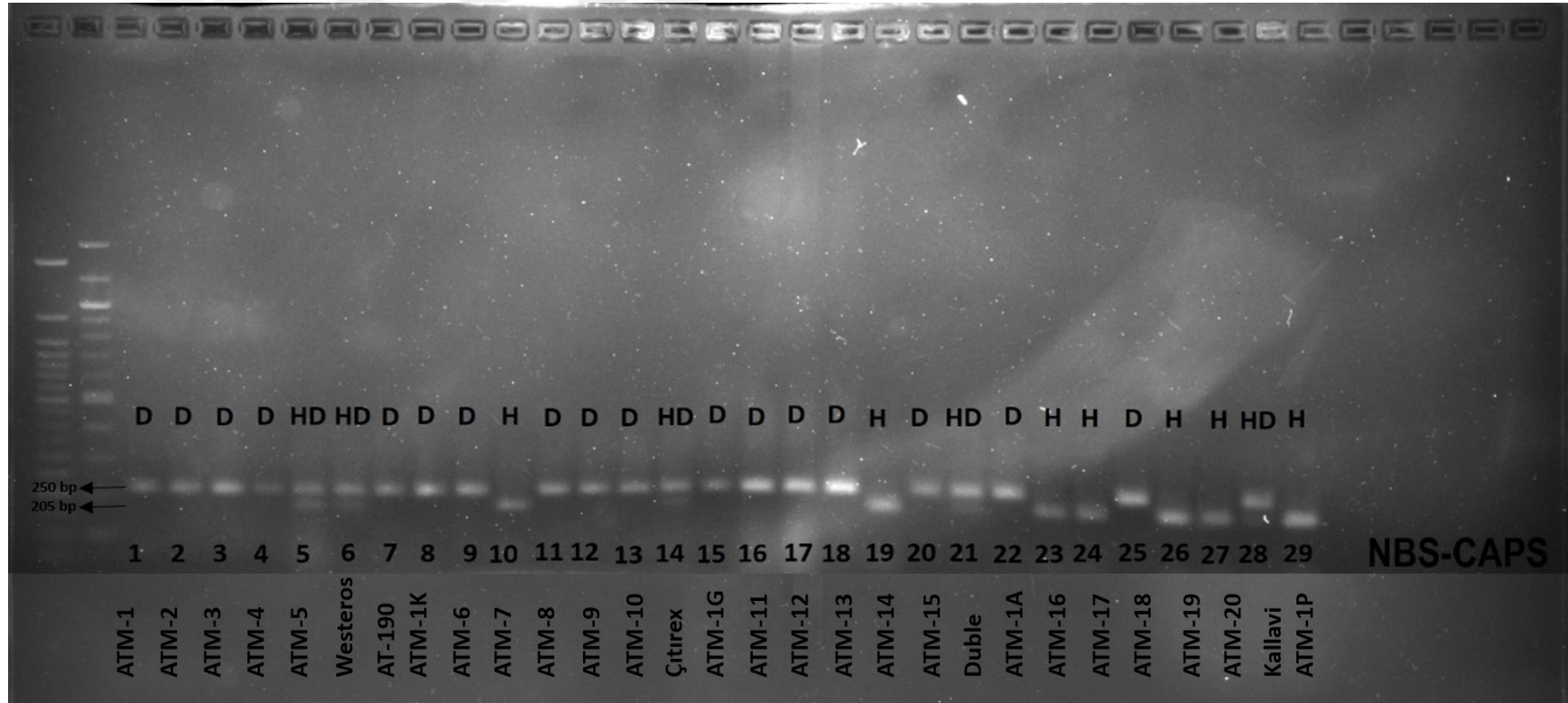
Çizelge 4.2. Fom-1 geni için kullanılan markırlar ve elde edilen PCR sonuçları.

Kavun Tipi	Kavun Genotipi	NBS1-CAPS	Fom1-R/ Fom1-S
Kırkağaç	ATM-1	RR	-
Kırkağaç	ATM-2	RR	-
Kırkağaç	ATM-3	RR	-
Kırkağaç	ATM-4	RR	Rr
Kırkağaç	ATM-5	Rr	Rr
Kırkağaç	Westeros F1	Rr	Rr
Kırkağaç	AT-190 F1	RR	-
Kırkağaç	ATM-1K F1	RR	-
Galia	ATM-6	RR	Rr
Galia	ATM-7	rr	rr
Galia	ATM-8	RR	Rr
Galia	ATM-9	RR	rr
Galia	ATM-10	RR	Rr
Galia	Çıtırex F1	Rr	Rr
Galia	ATM-1G F1	RR	rr
Ananas	ATM-11	RR	rr
Ananas	ATM-12	RR	rr
Ananas	ATM-13	RR	Rr
Ananas	ATM-14	rr	rr
Ananas	ATM-15	RR	Rr
Ananas	Duble F1	RR	Rr

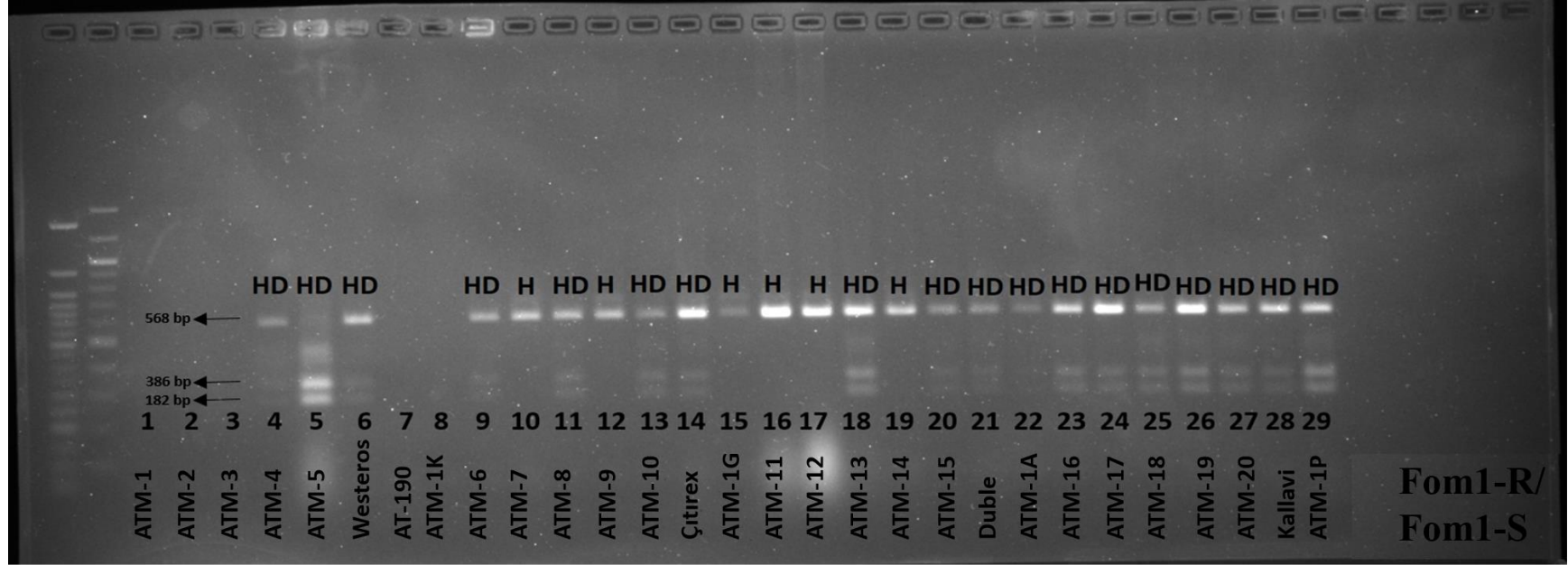
Çizelge 4.2' nin devamı

Ananas	ATM-1A F1	RR	Rr
Piel de Sapo	ATM-16	rr	Rr
Piel de Sapo	ATM-17	rr	Rr
Piel de Sapo	ATM-18	RR	Rr
Piel de Sapo	ATM-19	rr	Rr
Piel de Sapo	ATM-20	rr	Rr
Piel de Sapo	Kallavi F1	RR	Rr
Piel de Sapo	ATM-1P F1	rr	Rr

RR: Homozigot dayanıklı, Rr: Heterozigot dayanıklı, rr: Hassas, -: PCR ürünü vermedi



Şekil 4.5. Çalışmada kullanılan NBS-CAPS markırının jel görüntüsü. (D: Homozigot dayanıklı, HD: Heterozigot dayanıklı, H: Hassas) (Fom 1 geni için; 250 bp dayanıklı, 205 bp hassas olarak değerlendirilmiştir.)



Şekil 4.6. Çalışmada kullanılan Fom1-R / Fom1-S markırlarının jel görüntüsü. (D: Homozigot dayanıklı, HD: Heterozigot dayanıklı, H: Hassas) (Fom 1 geni için; 182 ve 386 bp'de dayanıklı, 568 bp'de hassas olarak değerlendirilmiştir.)

4.2.2. Fom-2 geni için yapılan moleküler testlemeler

Fom-2 geni ırk 0 ve ırk 1'e dayanıklılığı sağlamaktadır. Fom-2 geni için kullanılan SSR154 markırından elde edilen sonuçlar Çizelge 4.3 ve Şekil 4.7 de görülmektedir. Buna göre SSR154 markırı ile Kırkağaç tipinde ATM-4 homozigot dayanıklı bant (299 baz) verirken ATM-1, 2, 3 ve 5 genotipleri hassas bant (305 baz) vermiştir. Kontrol olarak kullanılan Westeros F1 heterozigot dayanıklı (250 ve 205 baz) ve AT-190 F1 ve ATM-1K F1 ise hassas bant vermiştir.

SSR154 markırı ile Galia tipinde ATM-7, 8, 9 ve 10 genotipleri homozigot dayanıklı bant verirken ATM-6 hassas bant vermiştir. Kontrol olarak kullanılan Çıtırex F1 ve ATM-1G F1 homozigot dayanıklı bant vermiştir.

SSR154 markırına göre Ananas tipinde ATM-12, 14 ve 15 genotipleri homozigot dayanıklı bant, ATM-11 ve 13 hassas bant vermiştir. Kontrol olarak kullanılan Duble F1 homozigot dayanıklı, ATM-1A F1 heterozigot dayanıklı bant vermiştir.

SSR154 markırına göre Piel de Sapo tipinde ATM-18 homozigot dayanıklı, ATM-20 heterozigot dayanıklı, ATM-16, 17 ve 19 hassas bant vermiştir. Kontrol olarak kullanılan Kallavi F1 heterozigot dayanıklı, ATM-1P F1 hassas bant vermiştir.

Markır yardımcı seleksiyon da kullanılan markırların gene 5 cM'dan daha az yakınlıkta olması elde edilecek sonuçların güvenilirliğini arttırmaktadır (Tanksley 1983). Yaptığımız çalışmada ırk 1 için kullandığımız SSR154 markırı dayanıklılık genine 0.4 cM yakınlıktadır (Joobeur vd. 2004). Çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlar klasik testleme ile uyum içinde bulunmuştur.

Fom-2 geni için kullanılan Fom2-R₄₀₈ markırından elde edilen sonuçlar Çizelge 4.3 ve Şekil 4.8 de görülmektedir. Fom2-R₄₀₈ markırına göre; Kırkağaç tipinde ATM-4 homozigot dayanıklı bant vermiştir. Kontrol olarak kullanılan Westeros F1 homozigot dayanıklı bant vermiştir. Galia tipinde ATM-7, 8, 9 ve 10 genotipleri homozigot dayanıklı bant vermiştir. Kontrol olarak kullanılan Çıtırex F1 homozigot dayanıklı bant vermiştir. Ananas tipinde ATM-11, 12, 14 ve 15 genotipleri homozigot dayanıklı bant vermiştir. Kontrol olarak kullanılan ATM-1A F1 dayanıklı bant vermiştir. Piel de Sapo tipinde ATM-18 ve ATM-20 homozigot dayanıklı bant vermiştir. Kontrol olarak kullanılan Kallavi F1 dayanıklı bant vermiştir.

Oumouloud vd. (2012), yaptığı çalışmada Fom2-R₄₀₈ ve Fom2-S₃₄₂ olmak üzere iki SCAR markırı, geliştirilmiştir. Fom2-R₄₀₈ markırı Fom-2 geni için dayanıklı allel vermiştir.

Mahdavi (2020) yılında yaptıkları çalışmada İran'ın çeşitli yerlerinden topladığı 88 yerel genotip ile Fom 2 geni için markır yardımı ile seleksiyon (MAS) yapmıştır. Çalışmada kullanılan Fom2-R₄₀₈ ve Fom2-S₃₄₂ markırları 88 genotip ile olumlu sonuçlar vermiştir. Çalışmamızda kullandığımız Fom2-R₄₀₈ markırı ile benzer ve klasik testleme bulgularına paralel sonuçlar alınmıştır ve dayanıklı bireylerde beklenen bant elde edilmiştir.

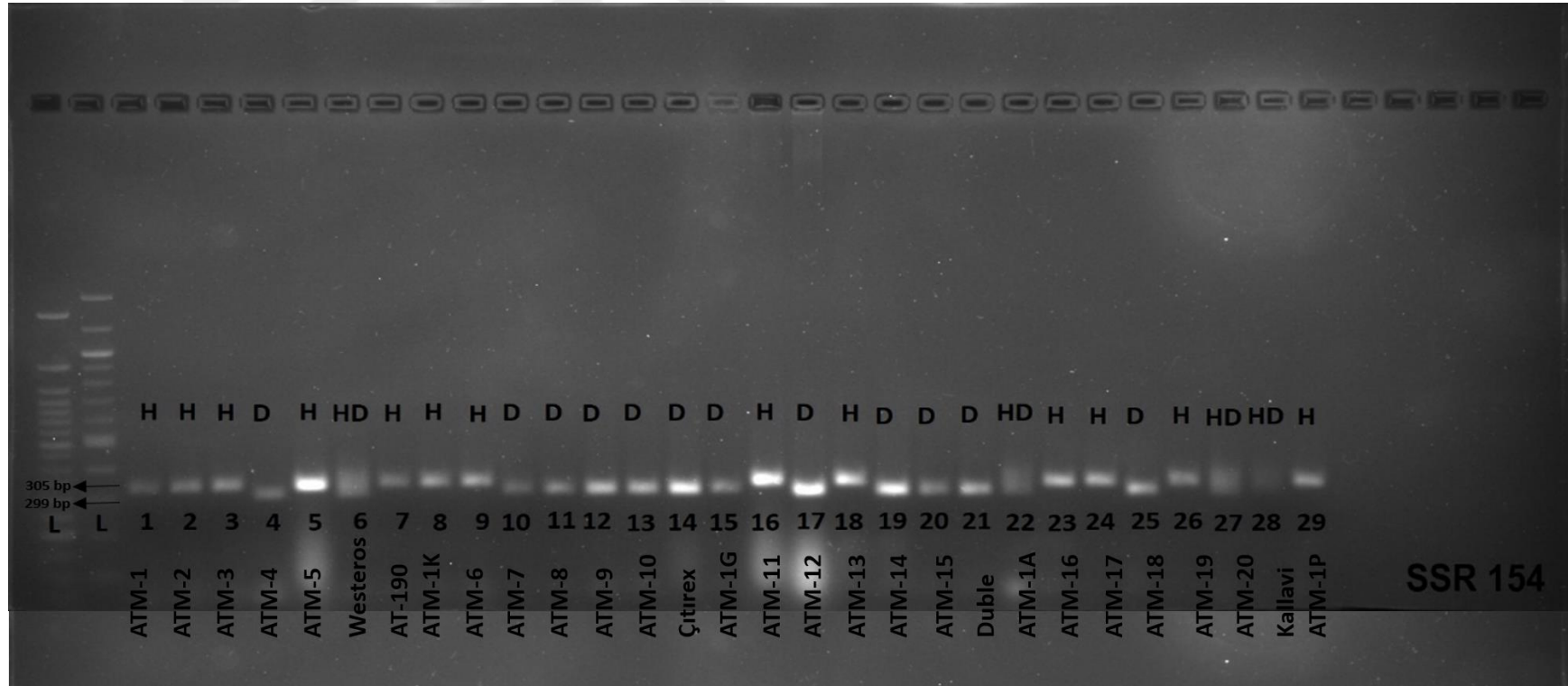
Çizelge 4.3. Fom-2 geni için kullanılan markırlar ve elde edilen PCR sonuçları.

Kavun Tipi	Kavun Genotipi	SSR154	Fom2-R ₄₀₈
Kırkağaç	ATM-1	rr	-
Kırkağaç	ATM-2	rr	-
Kırkağaç	ATM-3	rr	-
Kırkağaç	ATM-4	RR	RR
Kırkağaç	ATM-5	rr	-
Kırkağaç	Westeros F1	Rr	RR
Kırkağaç	AT-190 F1	rr	-
Kırkağaç	ATM-1K	rr	-
Galia	ATM-6	rr	-
Galia	ATM-7	RR	RR
Galia	ATM-8	RR	RR
Galia	ATM-9	RR	RR
Galia	ATM-10	RR	RR
Galia	Çıtırrex F1	RR	RR
Galia	ATM-1G	RR	-
Ananas	ATM-11	rr	-
Ananas	ATM-12	RR	RR
Ananas	ATM-13	rr	-
Ananas	ATM-14	RR	RR
Ananas	ATM-15	RR	RR
Ananas	Duble F1	RR	RR
Ananas	ATM-1A	Rr	-
Piel de Sapo	ATM-16	rr	-
Piel de Sapo	ATM-17	rr	-

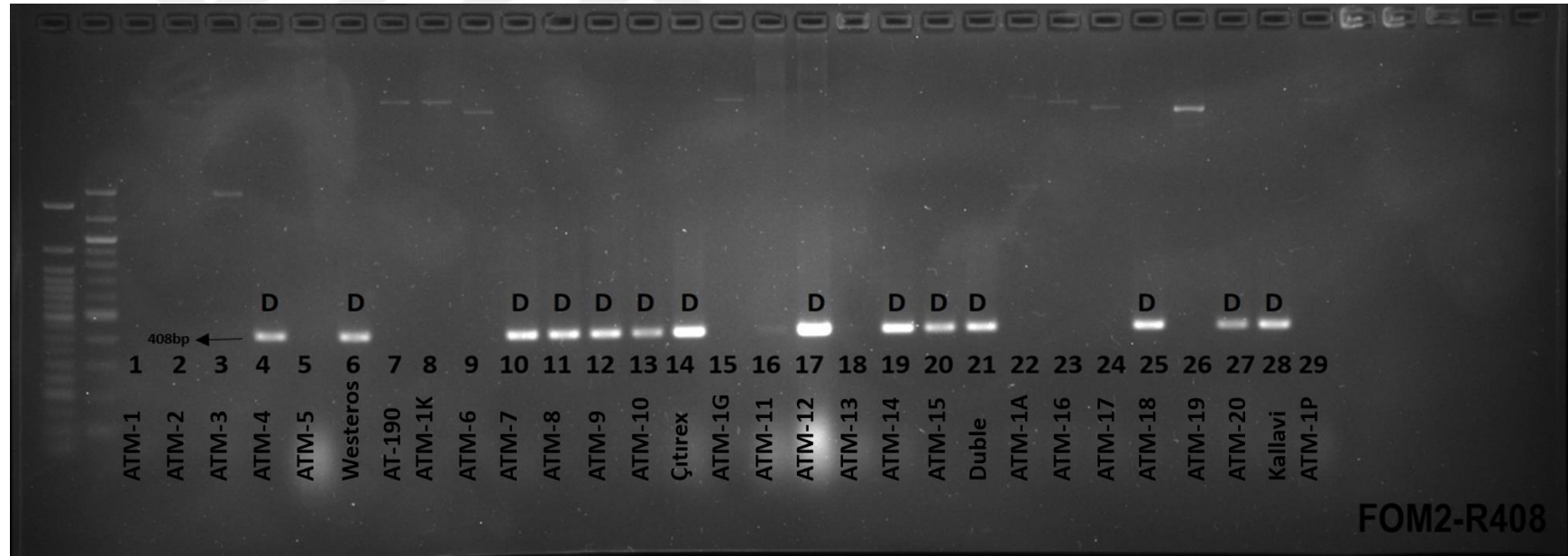
Çizelge 4.3' nin devamı

Piel de Sapo	ATM-18	RR	RR
Piel de Sapo	ATM-19	rr	-
Piel de Sapo	ATM-20	Rr	RR
Piel de Sapo	Kallavi F1	Rr	RR
Piel de Sapo	ATM-1P	rr	-

RR: Homozigot dayanıklı, Rr: Heterozigot dayanıklı, rr: Hassas, -: PCR ürünü vermedi



Şekil 4.7. Çalışmada kullanılan SSR154 markırının jel görüntüsü (D: Homozigot dayanıklı, HD: Heterozigot dayanıklı, H: Hassas) (Fom 2 geni için; 299 bp dayanıklı, 305 bp hassas olarak değerlendirilmiştir).



Şekil 4.8. Çalışmada kullanılan FOM2-R₄₀₈ markırının jel görüntüsü. (D: Dayanıklı) (Fom 2 geni için; 408 bp dayanıklı olarak belirlenmiştir)

5. SONUÇLAR

Son yıllarda hızla artan ıslah çalışmaları özellikle yerli tohumculuğun gelişmesi adına önemli bir adım teşkil etmektedir. Sebze ıslah programlarında hastalık ve zararlılara dayanıklı ya da tolerant çeşit geliştirme çalışmaları hem ülkemiz hem de Dünya’da ki ıslah programlarının ana çatısını oluşturmaktadır. Biyoteknoloji alanındaki hızlı gelişmeler de, bitki ıslahında hızla kullanılmaya başlanmış, dayanıklı genlerle bağlantılı moleküler markırların kullanılması ile hassas ya da dayanıklı genotiplerin seçilmesi sağlanmıştır.

Yaptığımız çalışmada Kırkağaç, Galia, Ananas ve Piel de Sapo tiplerindeki kavun genotipleri kullanılarak, bu tiplerin önemli bir hastalığı olan *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*’e dayanım durumları belirlenmiştir. Hem klasik hem de moleküler testlemeler sonucunda dayanıklı genotipler tespit edilmiştir. Dayanıklılık genlerini taşıyan genotipler ıslahçılar açısından önemli genetik kaynaklardır. Bu çalışmada 4 farklı tip belirlenen dayanıklı genotipler ıslah çalışmalarında *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*’e dayanıklı yeni yerli çeşitlerin elde edilmesinde kullanılabilecektir.

6. KAYNAKLAR

- Armstrong, G.M. and Armstrong J.K. 1978. Formae speciales and races of *Fusarium oxysporum* causing wilts of the cucurbitaceae. *Phytopathology*, 68:19-28.
- Baran, B. 2000. Güneydoğu Anadolu Bölgesi kavun ekim alanlarında solgunluk hastalığı etmeni “*Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*’in (Leach and Currence)” yaygınlığı ve bu etmene karşı bazı kavun çeşitlerinin tepkileri. Yüksek Lisans tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, 29s.
- Bishop, C.D. and Cooper, R.M. 1983. An ultrastructural study of vascular colonization in three vascular wilt diseases, 1. colonization of susceptible cultivars. *Physiological Plant Pathology*, 23: 323–43.
- Blancard, D., Lecoq, H. and Pitrat, M. 1994. A colour atlas of cucurbit diseases: observation, identification and control. *JohnWiley*, 299.
- Bouhot, D. 1981. Some aspects of the pathogenic potential in formae specials and races of *Fusarium oxysporum* on cucurbitaceae. In: Nelson PE, Toussoun TA, Cook RJ (eds) *Fusarium: disease, biology, and taxonomy*. Pennsylvania State University Press, University Park, 318–326.
- Branham, S. E., Levi, A., Katawczik, M., Fei, Z., Wechter, W. P. 2018. Construction of a genome-anchored, high-density genetic map for melon (*Cucumis melo* L.) and identification of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* race 1 resistance QTL. *Theoretical and Applied Genetics*, 131(4): 829-837.
- Bremer, H. 1944. Über vvelkekrankheiten in südwest anatolien. *istanbuler schriften* 18, 39.
- Brotman, Y., Kovalski, I., Perl-Treves, R., Dogimont, C., Pitrat, M., Portnoy, V. and Katzir, N. 2005. Molecular markers linked to papaya ring spot virus resistance and *fusarium* race 2 resistance in melon. *Theoretical and Applied Genetics*, 110: 337–345.
- Chupp, C. 1930. *Fusarium* wilt of muskmelon. *Plant Dis Rep*, 14: 160.
- Cohen, R., Katan, T. and Cohen, R. 1989. Occurrence of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* race 1,2 on muskmelon in Israel. *Phytoparasitica*, 17: 319–322.
- Collard, B. C., Mackill, D. J. 2008. Marker-assisted selection: an approach for precision plant breeding in the twenty-first century. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 363(1491): 557-572.
- Dayteg, C., Tuveson, S., Merker, A., Jahoor, A. and Kolodinska, B. A. 2007. Automation of DNA marker analysis for molecular breeding in crops: practical experience of a plant breeding company. *Plant Breeding*, 126: 410-415.
- Demir, S. ve Tezcan, H. 1995. Van ili kavunlarında toprak kaynaklı fungusların neden olduğu kurumalar üzerine araştırmalar. VII. Türkiye Fitopatoloji Kongresi, 26-29 Eylül, Adana, 204-207
- Doyle, J.J. and Doyle, J.L. 1990. A rapid total DNA preparation procedure for fresh plant tissue. *Focus*, 12:13-15.

- FAO, 2018. Statistical database of food and agriculture organization of the United Nations, <http://faostat.fao.org/faostat/>.
- Frey, J. E., Frey, B., Sauer, C. and Kellerhals, M., 2008. Efficient low-cost DNA extraction and multiplex fluorescent PCR method for marker-assisted selection in breeding. *Plant Breeding*, 123(6): 554-557.
- Gao, P., Liu, S., Zhu, Q. L., Luan, F. S. 2015. Marker-assisted selection of *Fusarium* wilt-resistant and gynoecious melon (*Cucumis melo* L.). *Genetics and Molecular Research*, 14(4): 16255-16264.
- Goldman, A. 2002. Melons: for the passionate grower. Artisan Books.
- González-Torres, R., Melero-Vara, J. M., Gómez-Vázquez, J. and Diaz, R.J. 1993. The effects of soil solarization and soil fumigation on *Fusarium* wilt of watermelon grown in plastic house in south-eastern Spain. *Plant pathology*, 42(6): 858-864.
- Gordon, T.R., Okomato, D. and Jacobson, D.J. 1989. Colonization of muskmelon and nonsusceptible crops by *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* and other species of *Fusarium*. *Phytopathology*, 79: 1095-1100.
- Gülşen, O. ve Mutlu, N. 2005. Bitki biliminde kullanılan genetik markırlar ve kullanım alanları. *Alatarım*, 4(2): 27-37.
- Hospital, F. 2003. Marker-assisted Breeding. In: H. J. Newbury (ed.), *Plant Molecular Breeding*, 30-59. Blackwell Publishing Ltd, Oxford, UK.
- Joobeur, T., King, J.J., Nolin, S.J., Thomas, C.E., Dean, R. A. 2004. The *Fusarium* wilt resistance locus Fom-2 of melon contains a single resistance gene with complex features. *The Plant Journal*, 39: 283-297.
- Kahraman, A. 2010. Bazı yerel kavun çeşitlerimizde fusarium solgunluğuna (*Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*) dayanıklılık durumlarının moleküler markörlerle belirlenmesi. Yüksek Lisans tezi, Ege Üniversitesi, İzmir, 56 s.
- Kinay, P., Yıldız, M., Buanoglu, M. 1995. Ege Bölgesinde kavun kurumaları ve patojenik mikrofloranın sulamayla ilişkisi. Paper presented at: VII Türkiye Fitopatoloji Kongresi (Adana, Turkey), 191-194.
- Kistler, H. C., Alabouvette, C., Baayen, R. P., Bentley, S., Brayford, D., Coddington, A., Gordon, T. R. 1998. Systematic numbering of vegetative compatibility groups in the plant pathogenic fungus *Fusarium oxysporum*. *Phytopathology*, 88(1): 30-32.
- Konieczny, A. and Ausubel, F.M. 1993. Procedure for mapping *Arabidopsis* mutations using codominant ecotype-specific PCR-based markers. *Plant J*, 4: 403-410.
- Leslie, J. F. and Summerell, B. A. 2008. *The Fusarium laboratory manual*. John Wiley & Sons.
- Lester, G. 1997. Melon (*Cucumis melo* L.) Fruit Nutritional Quality and Health Functionality.
- Lester, G. 2006. Consumer preference quality attributes of melon fruits. In IV International Conference on Managing Quality in Chains-The Integrated View on Fruits and Vegetables Quality 712: 175-182.
- Lester, G. 1997. Melon (*Cucumis melo* L.) Fruit Nutritional Quality and Health Functionality.

- Lorenz, O. A. and Maynard, D. N. 1988. Knott's handbook for vegetable growers (No. Ed. 3). John Wiley & Sons.
- Mahdavi Meighan, A., Rabiei, B., Khodaparast, S. A. 2020. Identification of Fusarium wilt resistance sources in melon (*Cucumis melo* L.) landraces of Iran using marker-assisted selection technique. *Australasian Plant Pathology*, 1-11.
- Martyn, R.D. and Gordon, T.R. 1996. Fusarium wilt of melon. In: T. A. Zitter D. L. Hopkins, and C. E. Thomas (eds), *Compendium of Cucurbit Disease*, 11:13.APS Press, St Paul, MN.
- Michaels, S. D., and Amasino, R. M. 1998. A robust method for detecting single-nucleotide changes as polymorphic markers by PCR. *The Plant Journal*, 14(3): 381-385.
- Munger, H. M. and Robinson, R. W. 1991. Nomenclature of *Cucumis melo* L. Cucurbit Genet.
- Naudin C.V. 1959. Essais d'une monographie des espèces et des variétés du genre *Cucumis* . *Ann. Sci. Nat. Bot. sér . 4* 11:5-87
- Noguera, F. J., Capel, J., Alvarez, J. I., and Lozano, R. 2005. Development and mapping of a codominant SCAR marker linked to the andromonoecious gene of melon. *Theoretical and Applied Genetics*, 110 (4): 714-720.
- Oumouloud, A., Arnedo-Andres, M.S., Gonzalez-Torres, R. and Alvarez, J.M. 2010. Inheritance of resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* races 0 and 2 in melon accession Tortuga, *Euphytica* DOI 10.1007/s10681- 010-0201-4.
- Oumouloud, A., Mokhtari, M., Chikh-Rouhou, H., Arnedo-Andrés, M., González-Torres, R., Álvarez, J. 2012. Characterization of the Fusarium wilt resistance Fom-2 gene in melon. *Mol Breed*, 30(1): 325-334.
- Oumouloud, A., El-Otmani, M., Chikh-Rouhou, H., Claver, A., Torres, R., Treves, R., Alvarez, M., 2013. Breeding melon for resistance to Fusarium wilt: recent developments. *Euphytica*, 192:155-169.
- Oumouloud, A., El Otmani, M., Alvarez, J. M. 2015. Molecular characterization of Fom-1 gene and development of functional markers for molecular breeding of resistance to Fusarium race 2 in melon. *Euphytica*, 205 (2): 491-501.
- Ozbay, N. And Newman, S. 2004. Fusarium crown and root rot of tomato and control methods. *Plant Pathology Journal*, 3(1): 9-18.
- Perchepied, L. and Pitrat, M. 2004. Polygenic inheritance of partial resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* race 1.2 in melon. *Phytopathology*, 94(12): 1331-1336.
- Perchepied, L., Dogimont C., Pitrat, M. 2005. Strain-specific and recessive QTLs involved in the control of partial resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* race 1.2 in a recombinant inbred line population of melon. *Theor Appl Genet*, 111: 65–74.
- Perl-Treves, R., Zvirin, T., Hermana, T., Brotman, Y., Denisovc, Y., Belausov, E., Freeman, S. 2010. Differential colonization and defence responses of resistant and susceptible melon lines infected by *Fusarium oxysporum* race 1,2. *Plant*

Pathology, 59: 576–585.

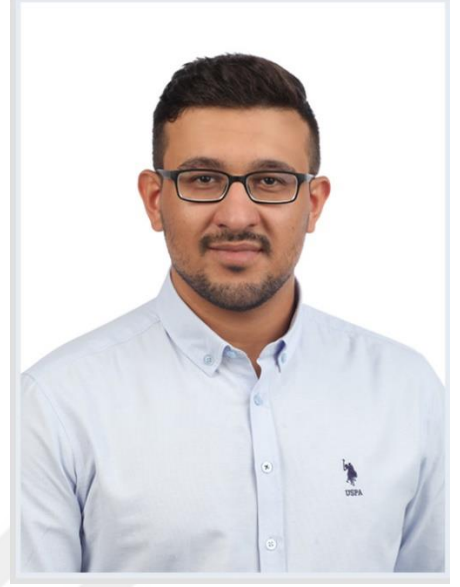
- Pitrat, M., Chauvet, M. and Foury, C. 1999. Diversity, History and Production of Cultivated Cucurbits. Proc. 1st Int. Symp. on Cucurbits *Acta Hort.* 492:21-28.
- Pitrat, M. 1991. Linkage groups in *Cucumis melo* L. *Journal of Heredity*, 82(5): 406-411.
- Risser, G. and Rode, J.C. 1973. Breeding for resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* In: Risser G (ed) *Eucarpia: Laselection du melon*. INRA, Montfavet, Avignon, France, 37-39pp.
- Risser, G., Banihashemi, Z., Davis, D.W. 1976. A proposed nomenclature of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* races and resistance genes in *Cucumis melo*. *Phytopathology*, 66:1105–1106.
- Sağır, A. 1988. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Kavun ve Karpuzlarda Solgunluk Yapan Fungal Etmenlerin Saptanması Üzerinde Çalışmalar, Bitki Koruma Bülteni 28 (3-4): 141-150.
- Schreuder, W., Lamprecht, S.C., Holz, G. 2000. Race determination and vegetative compatibility grouping of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* from South Africa. *Plant Disease*, 84(3): 231-234.
- Solmaz, I., Dogimont, C., Pitrat, M., Sari, N. 2014. Evaluation of Turkish melon accessions for resistance to *Fusarium* wilt, downy mildew, powdery mildew, Cucumber mosaic virus and Zucchini yellow mosaic virus. In XXIX International Horticultural Congress on Horticulture: Sustaining Lives, Livelihoods and Landscapes (IHC2014): 1127, 133-140.
- Stepansky, A., Kovalski, I., Perl-Treves, R. 1999. Intraspecific classification of melons (*Cucumis melo* L.) in view of their phenotypic and molecular variation. *Plant Systematics and Evolution*, 217(3-4): 313-332.
- Sensoy, S. 2005. Türkiye Kavunlarındaki genetik Varyasyonun ve *Fusarium* Solgunluğuna Dayanıklılığın Fenotipik ve Moleküler Yöntemlerle Araştırılması. Doktora tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.
- Tanaka, M., Takahata, Y., Nakayama, H., Yoshinaga, M., Kumagai, T., Nakatani, M. 2010. Development of cleaved amplified polymorphic sequence (CAPS)-based markers for identification of sweetpotato cultivars. *Scientia Horticulturae*, 123(4), 436-442.
- Tanksley, S. D. 1983. Molecular markers in plant breeding. *Plant Molecular Biology Reporter*, 1:3–8.
- Özer, N. and Soran, H. 1991. *Fusarium* Genus and *Fusarium* species isolated from the cultivated plants in Turkey. *J. Turk. Phytopath*, 20 (2-3):69 -80.
- Ünlü, M., Ünlü, A. ve Kabaş, A. 2010. Bazı yerel kavun genotiplerinin *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*'e reaksiyonlarının tespiti. VIII. Sebze Tarımı Sempozyumu Van S:85
- Ünlü, M., Kurum, R., Polat, İ., Ünlü, A., Sülü, G. 2014. Kavun ıslah programında geliştirilen aday hibritlerin *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*'e moleküler olarak dayanıklılık durumlarının tespiti ve verim değerlerinin belirlenmesi. *Derim*, 31 (2): 1-10

- Windels, C.E. 1993. Fusarium. In: singleton, l.l., j.d. mihail and c.m. rush (eds): Methods for research on soilborn phy- topathogenic fungi. APS Press. St. Paul. Minnesota.115–128.
- Yücel, S. 1989. Domates Fusarium Solgunluğuna (*Fusarium oxysporum* Schlecht F. Sp Iycopersici (Sacc.) Synd. And Hans) Karşı Biyolojik Kontrolde Antagonistlerin Ve Toprak Solarizasyon Uygulamasının Karşılıklı Etkileşimlerinden Yararlanma Olanakları Üzerinde Araştırmalar. Adana Zirai mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Araştırma Yayınları Serisi Yayın No: 64, Ankara.
- Zheng, X. Y., Wolff, D. W., Baudracco-Arnas, S., Pitrat, M. 1999. Development and utility of cleaved amplified polymorphic sequences (CAPS) and restriction fragment length polymorphisms (RFLPs) linked to the Fom-2 Fusarium wilt resistance gene in melon (*Cucumis melo* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 99 (3-4): 453-463.
- Zink, F.W. and Gubler, W.D. 1985. Inheritance of resistance in muskmelon to Fusarium wilt. *J Am Soc Hortic Sci*, 110: 600-604

ÖZGEÇMİŞ

MEHMET BATUHAN DEMİRELLİ

Mehmet.demirelli@antalyatarim.com.tr



ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2017-2020	Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Fitopatoloji Anabilim Dalı, Antalya
Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2012-2017	Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Antalya

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Bitki Islahçı Yardımcısı	Antalya Tarım A.Ş.
2017-Devam Ediyor	Açık Tarla Islah Departmanı

ESERLER

Uluslararası hakemli kongrelerde yayımlanan makaleler

1- İlbi, H., Kabaş, A., Seyitalioglu, U., Demirelli, M.B. 2018. The Investigation of Genetic Relationship Among Some Wild and Cultivated Tomato Genotypes. XXX. International Horticultural Congress. 12-16 August Turkey.