

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

**YERFISTIĞI (*Arachis hypogaea* L.) GERMPLASMINDA BAZI HASTALIK VE  
ZARARLILARA DAYANIKLILIK GENLERİNİN MOLEKÜLER  
MARKERLERLE BELİRLENMESİ VE MOLEKÜLER ISLAH YARDIMIYLA  
İLERİ HAT VE ÇEŞİTLERE AKTARILMASI**

**Engin YOL**

**DOKTORA TEZİ  
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

**2015**



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

**YERFISTIĞI (*Arachis hypogaea* L.) GERMPLASMINDA BAZI HASTALIK VE  
ZARARLILARA DAYANIKLILIK GENLERİNİN MOLEKÜLER  
MARKERLERLE BELİRLENMESİ VE MOLEKÜLER ISLAH YARDIMIYLA  
İLERİ HAT VE ÇEŞİTLERE AKTARILMASI**

**Engin YOL**

**DOKTORA TEZİ  
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

**(Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi  
tarafından FDK-2014-140 nolu proje ile desteklenmiştir.)**

**2015**

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

**YERFISTIĞI (*Arachis hypogaea* L.) GERMPLASMINDA BAZI HASTALIK VE  
ZARARLILARA DAYANIKLILIK GENLERİNİN MOLEKÜLER  
MARKERLERLE BELİRLENMESİ VE MOLEKÜLER ISLAH YARDIMIYLA  
İLERİ HAT VE ÇEŞİTLERE AKTARILMASI**

**Engin YOL**

**DOKTORA TEZİ**  
**TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

Bu tez 15/04/2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Bülent UZUN.....  
Prof. Dr. Cengiz TOKER.....  
Prof. Dr. İskender TİRYAKİ.....  
Yrd. Doç. Dr. Cengiz İKTEN.....  
Yrd. Doç. Dr. Hüseyin ÇANCI.....

## ÖZET

### YERFISTIĞI (*Arachis hypogaea* L.) GERMPLASMINDA BAZI HASTALIK VE ZARARLILARA DAYANIKLILIK GENLERİNİN MOLEKÜLER MARKERLERLE BELİRLENMESİ VE MOLEKÜLER ISLAH YARDIMIYLA İLERİ HAT VE ÇEŞİTLERE AKTARILMASI

Engin YOL

Doktora Tezi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Bülent UZUN

Nisan 2015, 124 sayfa

Yerfistiği tohumlarında yüksek oranda yağ ve protein barındıran, tüm dünyada talep gören önemli bir yağlı tohum bitkisidir. Tropikal ve subtropikal bölgelerde yoğun olarak yetiştirilen yerfistiği birçok canlı ve cansız stres faktörüne maruz kalmakta ve bitkilerde vejetatif ve generatif gelişimi olumsuz etkilenmektedir. Yumuşak çürüklük, pas ve geç yaprak beneklenmesi hastalıkları ile kök-ur nematodu yerfistiğinde gözlenen ve ciddi verim kayıplarına neden olan canlı stres faktörleridir. 256 adet genotipten oluşan yerfistiği germplasmı bu stres faktörlerine dayanıklılık bakımından çalışılmış ve moleküler markerler kullanılarak karakterize edilmiştir. 186 adet genotipten oluşan dünya yerfistiği mini kor koleksiyonu da bu germplasm içerisinde değerlendirilmiştir. Moleküler markerlere ait PCR ürünleri agaroz jel ve Fragment Analyzer® sistemi kullanılarak görüntülenmiştir. Yürütülen denemeler sonrası yerfistiği germplasmında 142 genotip yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklı olarak belirlenmiştir. Botanik varyeteler dikkate alındığında ise *vulgaris* botanik varyetesine ait 56 genotip, *fastigiata* botanik varyetesine ait 54 genotip ve *hypogaea* botanik varyetesine ait 28 genotip yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklı olarak bulunmuştur. Mini kor koleksiyonunda yer alan 115 genotip ise dayanıklı olarak belirlenmiştir. Pas hastalığına dayanıklılığın tarandığı moleküler çalışmada 9 genotip hastalığa dayanıklı olarak belirlenmiş, dayanıklı genotiplerin çoğunlukla varyete *hypogaea* botanik varyetesine ait olduğu ortaya konmuştur. Dayanıklı genotiplerin 7 tanesinin mini kor koleksiyonda yer aldığı görülmüştür. Diğer bir fungal hastalık olan geç yaprak beneklenmesinde yapılan karakterizasyonda 15 genotip dayanıklı olarak germplasmında yer almıştır. Taksonomik olarak ise dayanıklı genotiplerin 10 tanesi varyete *hypogaea*, 4 tanesi varyete *fastigiata* (2) ve varyete *vulgaris* (2) botanik varyetelerine ait olarak belirlenmiştir. 1 genotip ise *hirsuta* botanik varyetesinde yer almıştır. Mini kor koleksiyonda ise 7 genotip dayanıklı olarak ortaya konmuştur. Kök-ur nematoduna dayanıklılık bakımından yapılan moleküler taramada germplasm içerisinde dayanıklı genotipe rastlanmamıştır. Nematod dayanıklı genotipler geliştirmek amacıyla tez çalışması kapsamında melezleme programı oluşturulmuş ve dayanıklı çeşitler, COAN ve NemaTAM, ülkemizde talep gören NC-7 ve runner grubundan Florunner çeşitleri ile melezlenmiş ve dayanıklılık bu çeşitlere aktarılmıştır. Bu tez çalışması ülkemizde yerfistiğinde önemli biyotik stres faktörlerine

karşı yürütülen en kapsamlı dayanıklılık çalışması olmakla birlikte karakterizasyonun moleküler olarak yapılması ile de ilktir.

**ANAHTAR KELİMELER:** Biyotik stres faktörleri, Dayanıklılık, Moleküler karakterizasyon, Seleksiyon, Yerfıstığı

**JÜRİ:** Prof. Dr. Bülent UZUN (Danışman)  
Prof. Dr. Cengiz TOKER  
Prof. Dr. İskender TIRYAKI  
Yrd. Doç. Dr. Cengiz İKTEN  
Yrd. Doç. Dr. Hüseyin ÇANCI

## ABSTRACT

### SCREENING OF SOME DISEASES AND ROOT-KNOT NEMATODE RESISTANCE GENES BY USING MOLECULAR MARKERS IN GROUNDNUT GERMPLASM AND TRANSFERRING RESISTANT GENES TO ADVANCED LINES AND CULTIVARS

Engin YOL

PhD Thesis in Field Crops  
Supervisor: Prof. Bülent UZUN  
April 2015, 124 pages

Groundnut or peanut is an important oilseed crop with high oil and protein content in seeds. This high-demanded crop is affected many biotic and abiotic stresses which limit its productivity and seed quality in tropic and sub-tropic areas of the world. Late leaf spot, rust, sclerotinia blight and root-knot nematodes are economically important biotic stress factors that and reduce the groundnut production. 256 groundnut genotypes were screened with molecular markers to identify resistant individuals against to such biotic stresses. The world groundnut mini core collection consisting of 186 genotypes was also evaluated as a part of collection. In molecular analyses, PCR products were separated in agarose gels and visualized under UV light after staining with ethidium bromide. Amplified products were also analyzed with the Fragment Analyzer™ which is high resolution bio-imaging system. Molecular results indicated that 142 genotypes associated with sclerotinia blight resistant marker in the collection. Among the resistant genotypes, 56 genotypes were from variety *vulgaris*, 54 genotypes were from variety *fastigiata* and 28 genotypes were from *hypogaea*. In the world groundnut mini core collection 115 genotypes showed the sclerotinia blight resistant banding pattern. The rust disease was evaluated with the SSR marker and 9 genotypes were identified as resistant after molecular analysis. 7 genotypes associated with rust resistant marker were also in world groundnut mini core collection. The resistant banding pattern related to the late leaf spot disease was observed in 15 genotypes from different botanical varieties. Among the resistant genotypes, 10 genotypes were from variety *hypogaea*, 2 genotypes were from variety *fastigiata*, 2 genotypes were from *vulgaris*, and 1 genotype was from variety *hirsuta*. In world groundnut mini core collection, 7 genotypes amplified resistant band following PCR amplification. The groundnut germplasm was also screened by the molecular marker related to root-knot nematode resistance. However no amplification was detected for all genotypes tested. Transferring the nematode resistance, nematode-resistant cultivars, COAN and NemaTAM, and susceptible cultivars, NC-7 and Florunner, were selected for hybridizations. In the present investigation, the most comprehensive study was carried out with molecular markers to reports new groundnut sources of resistance to important biotic stress factors.

**KEYWORDS:** Biotic stress factors, Resistance, Molecular characterization, Selection, Peanut

**COMMITTEE:** Prof. Bülent UZUN (Supervisor)  
Prof. Cengiz TOKER  
Prof. İskender TIRYAKI  
Asst. Prof. Cengiz İKTEN  
Asst. Prof. Hüseyin ÇANCI



## ÖNSÖZ

Yerfıstığı, tohumlarının yüksek besin değerine sahip olması, yeşil aksamın hayvan yemi olarak kullanılabilmesi ve toprağı azot yönünden zenginleştirmesi bakımından çok önemli yağlı tohum bitkisidir. Özellikle tohumlarından elde edilen kaliteli yağ, yüksek tutuşma ve yanma sıcaklığı nedeniyle dünyada kızartma yağı olarak tercih edilmektedir. Ülkemizde ise yüksek maliyet sebebiyle yağ üretimi gerçekleşmemekte, tohumlar çoğunlukla çerezlik olarak ve gıda ürünlerinde değerlendirilmektedir. Ancak ülkemizin her yıl yapmış olduğı milyarlarca dolar yağ ve yağlı tohum ithalatı düşünüldüğünde her türlü yenilebilir bitkisel yağa şiddetle ihtiyaç duyulmaktadır. Dolayısıyla yerfıstığı tohumlarının yağa işlenmesi ve kullanılması adına yüksek verim ve yağ içeriğine sahip yerfıstığı çeşitlerinin ıslah edilmesi gerekmektedir. Geliştirilen bu çeşitlerde ise hastalık ve zararlılara dayanıklılığın bulunması elzemdir. Özellikle ülkemizde yerfıstığının yoğun olarak yetiştirildiğı güney bölgelerde gözlenen fungal hastalıklar önemli verim kayıplarına ve besinsel kalitenin düşmesine neden olmaktadır. Beyaz çürüklük, pas, yaprak leke hastalığı ve nematod yerfıstığında önemli canlı stres faktörleridir ve bitki gelişiminde kısıtlayıcı etkiler yaratmaktadırlar. Bu stres faktörleri ile mücadelede klasik ıslah metodlarının yanında moleküler markerlerinin kullanılması dayanıklı genotipler geliştirmek adına oldukça önemlidir. Ülkemizde hem klasik hem de moleküler araçların kullanıldığı dayanıklılık çalışma sayısı ise ne yazık ki beklenen düzeyde değildir. Bu eksikliğin giderilmesi adına yürütölen bu çalışmada 256 genotipten oluşarı yerfıstığı koleksiyonu ve dünya yerfıstığı mini kor koleksiyonu (186 genotip) moleküler olarak karakterize edilmiş ve yumuşak çürüklük, pas ve geç yaprak beneklenmesi hastalıklarına dayanıklı genotipler belirlenmiştir. Ayrıca nematod dayanıklılığının aktarılması amacıyla melezlemeler yapılmış ve dayanıklılık, istenen genotiplere aktarılmıştır. Böylelikle ülkemizde ilk defa bu kadar geniş bir yerfıstığı koleksiyonu önemli biyotik stres faktörlerine dayanıklılık bakımından moleküler olarak taranmıştır.

Yerfıstığı koleksiyonunun hem agro-morfolojik hem de moleküler olarak karakterize edilmesi adına 01527-STZ-2012-2 no'lu SAN-TEZ projesi kapsamında yapılan tüm çalışmaları destekleyen Türkiye Cumhuriyeti Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Bilim ve Teknoloji Genel Müdürlüğü'ne teşekkür ederim. SAN-TEZ projesi kapsamında özel sektörü temsilen yer alan Agrova Tohum'a da ayrıca teşekkür ederim.

Projenin yazılmasından bitimine kadar tezimin her aşamasında yardımlarını esirgemeyen, zaman ve mekân gözetmeksizin bilgi ve tecrübelerini paylaşarı, sürekli yeni yollar açarak vizyonumu genişleten ve benim için örnek bir bilim insanı olan sevgili danışman hocam Sayın Prof. Dr. Bülent UZUN'a sonsuz teşekkürlerimi sunmak benim için onur kaynağıdır.

Baklagiller konusundaki bilgi ve tecrübesiyle tezime büyük katkı sağlayan ve tez jürisinde yer alarak beni şerefliendiren Sayın Prof. Dr. Cengiz TOKER'e, tez jürimde yer alan ve aynı zamanda laboratuvarının kapılarını bizlere sonuna kadar açarı, tüm moleküler bilgisini tereddüt etmeden bizlerle paylaşarı çok değerli Sayın Yrd. Doç. Dr. Cengiz İKTEN'e teşekkür ederim. Tez savunma sınavımda yer alarak beni şerefliendiren, değerli paylaşımları ve önerileri ile tezime değer katarı sayın Prof. Dr. İskender TIRYAKI ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Hüseyin ÇANCI'ya en içten dileklerle teşekkür ederim. Ayrıca birim imkânlarından yararlandığım Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü ile Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne, bu çalışmayı

maddi olarak destekleyen Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Koordinasyon Birimine ve her ihtiyaç duyduğumda desteklerini esirgemeyen Sayın Yük. Zir. Müh. Rüstem ÜSTÜN'e, Sayın Yük. Zir. Müh. Şeymus FURAT'a, mesai arkadaşlarıma ve aileme teşekkürlerimi sunarım. Varlığıyla bana güç veren ve tüm tez çalışması boyunca bir dediğimi iki etmeyen eşim Duygu SARI YOL'a ayrıca teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI.....	5
2.1. Yerfıstığında Yumuşak (Kök) Çürüklük Hastalığına Karşı Yürütülen Dayanıklılık Çalışmaları.....	5
2.2. Yerfıstığında Pas Hastalığına Karşı Yürütülen Dayanıklılık Çalışmaları.....	10
2.3. Yerfıstığında Geç Yaprak Beneklenmesi Hastalığına Karşı Yürütülen Dayanıklılık Çalışmaları.....	17
2.4. Yerfıstığında Nematod Zararlısına Karşı Yürütülen Dayanıklılık Çalışmaları.....	25
3. MATERYAL VE METOT.....	34
3.1. Materyal.....	34
3.1.1. Deneme Yeri.....	34
3.1.2. Deneme Yerinin Toprak Analiz Sonuçları.....	33
3.1.3. Genetik Materyal.....	35
3.2. Metot.....	43
3.2.1. DNA İzolasyonu.....	43
3.2.2. Markerlerin Belirlenmesi.....	44
3.2.3. Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR, Polymerase Chain Reaction) Analizleri.....	45
3.2.4. Elektroforez Tampon Çözeltisi.....	47
3.2.5. Jelin Hazırlanması.....	48
3.2.6. PCR Ürünlerinin Jele Yüklenmesi ve Elektroforez İşlemi.....	48
3.2.7. Fragment Analyzer™ ile PCR Sonrası Analizlerin Yapılması.....	49
3.2.8. Melezleme İşlemleri.....	57
4. BULGULAR.....	61
4.1. Yerfıstığı Koleksiyonunda Yumuşak (Beyaz) Çürüklük Hastalığına Karşı Dayanıklılığın Moleküler Olarak Belirlenmesi.....	61
4.2. Yerfıstığı Koleksiyonunda Pas Hastalığına Karşı Dayanıklılığın Moleküler Olarak Belirlenmesi.....	72
4.3. Yerfıstığı Koleksiyonunda Geç Yaprak Beneklenmesi Hastalığına Karşı Dayanıklılığın Moleküler Olarak Belirlenmesi.....	83
4.4. Yerfıstığı Koleksiyonunda Nematod Zararlısına Karşı Dayanıklılığın Moleküler Olarak Belirlenmesi ve Aktarılması.....	94
5. TARTIŞMA.....	103
6. SONUÇ.....	108
7. KAYNAKLAR.....	110
ÖZGEÇMİŞ.....	

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

bp	: Baz çifti (base pair)
°C	: Celcius derece
cM	: Santimorgan
Ca	: Kalsiyum
g	: Gram
ha	: Hektar
HCl	: Hidrojen klorür
K	: Potasyum
Kg	: Kilogram
L	: Litre
Mg	: Magnezyum
ml	: Mililitre
mM	: Milimolar
NaCl	: Sodyum Klorür
ng	: Nanogram
P	: Fosfor
pH	: Hidrojen gücü
pmol	: pikomol
U	: Ünite
µl	: Mikrolitre

## **Kısaltmalar**

ANOVA	: Analysis of variance- Varyans Analizi
AUDPC	: The area under the disease progress curve- Hastalık ilerleme eğrisi
CTAB	: Cetyl trimethylammonium bromide
EMR	: Effective Multiplex ratio- Efektif multipleks oranı
EMS	: Ethyl methanesulfonate
EST	: Expressed sequence tag- İfade edilmiş dizi etiketleri
FAO	: Food and Agriculture Organization of the United Nations- Dünya Tarım Örgütü
ICRISAT	: The International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics
ISSR	: Inter-simple sequence repeat- Kısa dizi tekrarları arası
NIL	: Near isogenic lines-Yakın izojenik hatlar
PCR	: Polymerase chain reaction- Polimeraz zincirleme tepkimesi
RT-PCR	: Reverse transcription PCR- Ters transkripsiyon polimeraz zincirleme tepkimesi
RAPD	: Random Amplified Polymorphic DNA- Rastgele çoğaltılan DNA farklılığı
RPM	: Revolutions per minute- Dakikada devir sayısı
SSR	: Simple sequence repeats- Basit dizi tekrarları
SCAR	: Sequenced characterized amplified region- Diziye özel çoğaltılmış bölge
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UV	: Ultra viyole
QTL	: Quantitative trait locus- Kantitatif özellik lokusu

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. (a) Tarla denemelerinin yürütüldüğü alan, (b) Moleküler Bitki Islahı Laboratuvarı .....	34
Şekil 3.2. Tarladan yaprak örneklerinin alınmasına ait görüntüler .....	43
Şekil 3.3. Genotiplerin bir bölümüne ait izolasyon sonrası agaroz jel görüntüsü .....	44
Şekil 3.4. PCR analizlerinin yapıldığı cihaza ait görüntüler .....	46
Şekil 3.5. Tez çalışması boyunca kullanılan i-MyRun (a) ve Bio-Rad (b) marka elektroforez tankları ve güç kaynakları .....	48
Şekil 3.6. PCR analizi sonrası kullanılan görüntüleme sistemi .....	49
Şekil 3.7. Fragment Analyzer™ cihazı .....	49
Şekil 3.8. Fragment Analyzer™ cihazında dış kısımda yer alan mekanik bölgeler .....	50
Şekil 3.9. Fragment Analyzer™ cihazının plakalar bölgesi .....	51
Şekil 3.10. Fragment Analyzer™ cihazının yan bölgesinde yer alan tüpler .....	51
Şekil 3.11. Fragment Analyzer™'da analiz için gerekli kimyasallar .....	52
Şekil 3.12. Fragment Analyzer (Active)™ yazılımının açılması ve kullanıcı girişi .....	53
Şekil 3.13. Fragment Analyzer (Active)™ yazılımına ait arayüz .....	54
Şekil 3.14. Solusyon seviyelerini belirleme işlemine girilmesi .....	54
Şekil 3.15. Solusyon seviyelerinin belirlenmesi .....	55
Şekil 3.16. Kullanılacak olan jelin seçilmesi .....	55
Şekil 3.17. Kullanılacak kite ait metodun seçilmesi .....	56
Şekil 3.18. Analiz işleminin başlatılması .....	56
Şekil 3.19. (a) Akdeniz Üniversitesi Tohumculuk ve Tarımsal Biyoteknoloji Araştırma ve Uygulama Geliştirme Merkezi (b) Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsünde melezlemede kullanılacak genotiplerin saksılara ekilmesi .....	57
Şekil 3.20. Döllenme sonrası melezlerde gineforların oluşumu .....	58
Şekil 3.21. Hasat sırasında bitkilerin saksıdan ayrılması ve topraktan ayrıştırılması .....	59
Şekil 3.22. Hasat işleminde daha önceden etiketlenmiş melezlerin alınması .....	59

Şekil 3.23. Hasat sonrası bitkilerin ve melezlerin kurutulması.....	59
Şekil 3.24. F <sub>1</sub> tohumları ve ebeveynlerinin saksılarda yetiştirilmesi .....	60
Şekil 3.25. (a) Geri melezleme yapılacak genotipler (b) Geri melez sonrası oluşan gineforlar.....	60
Şekil 4.1. Yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklılık ile ilişkili markerin kullanılması sonucunda PCR sonrası elde edilen agaroz jel görüntüsü.....	62
Şekil 4.2. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklılık bakımından ACG 1 - ACG 48 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü.....	66
Şekil 4.3. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklılık bakımından ACG 49 - ACG 96 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü .....	67
Şekil 4.4. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklılık bakımından ACG 97 - ACG 144 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü .....	68
Şekil 4.5. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrası yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklılık bakımından ACG 145 - ACG 192 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü.....	69
Şekil 4.6. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrası yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklılık bakımından ACG 193 - ACG 240 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü .....	70
Şekil 4.7. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrası yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklılık bakımından ACG 241 - ACG 256 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü .....	71
Şekil 4.8. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında pas hastalığına dayanıklılık bakımından ACG 1 - ACG 48 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü.....	76
Şekil 4.9. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında pas hastalığına dayanıklılık bakımından ACG 49 - ACG 96 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü.....	77
Şekil 4.10. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında pas hastalığına dayanıklılık bakımından ACG 97 - ACG 144 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü .....	78
Şekil 4.11. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında pas hastalığına dayanıklılık bakımından ACG 145 - ACG 192 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü .....	79
Şekil 4.12. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında pas hastalığına dayanıklılık bakımından ACG 193 - ACG 240	

arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü .....	80
Şekil 4.13. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında pas hastalığına dayanıklılık bakımından ACG 241 - ACG 256 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü .....	81
Şekil 4.14. Pas hastalığına dayanıklılık ile ilişkili markerin (GM1954) kullanılması sonucunda PCR sonrası elde edilen agaroz jel görüntüsü. ....	82
Şekil 4.15. Geç yaprak beneklenmesi hastalığı ile ilişkili markerin (GM1573) kullanılması sonucunda PCR sonrası elde edilen agaroz jel görüntüsü.....	84
Şekil 4.16. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında geç yaprak beneklenmesi hastalığına dayanıklılık bakımından ACG 1 - ACG 48 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü.....	88
Şekil 4.17. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında geç yaprak beneklenmesi hastalığına dayanıklılık bakımından ACG 49 - ACG 96 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü.....	89
Şekil 4.18. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında geç yaprak beneklenmesi hastalığına dayanıklılık bakımından ACG 97 - ACG 144 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü.....	90
Şekil 4.19. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında geç yaprak beneklenmesi hastalığına dayanıklılık bakımından ACG 145 - ACG 192 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü.....	91
Şekil 4.20. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında geç yaprak beneklenmesi hastalığına dayanıklılık bakımından ACG 193 - ACG 240 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü.....	92
Şekil 4.21. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında geç yaprak beneklenmesi hastalığına dayanıklılık bakımından ACG 241 - ACG 256 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü.....	93
Şekil 4.22. Nematod zararlısına dayanıklılık ile ilişkili markerin (GM565) kullanılması sonucunda PCR sonrası elde edilen agaroz jel görüntüsü.....	95
Şekil 4.23. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında nematod zararlısına dayanıklılık bakımından ACG 1 - ACG 48 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü .....	96
Şekil 4.24. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında nematod zararlısına dayanıklılık bakımından ACG 49 - ACG 96 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü .....	97
Şekil 4.25. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında nematod zararlısına dayanıklılık bakımından ACG 97 - ACG 144 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü .....	98



Şekil 4.26. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında nematod zararlısına dayanıklılık bakımından ACG 145 - ACG 192 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü .....	99
Şekil 4.27. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında nematod zararlısına dayanıklılık bakımından ACG 193 - ACG 240 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü .....	100
Şekil 4.28. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında nematod zararlısına dayanıklılık bakımından ACG 241 - ACG 256 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü .....	101
Şekil 4.29. Melezleme sonucu elde edilen F1'lerin sanal jel görüntüsü.....	102

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Deneme yeri toprağının fiziksel ve kimyasal özellikleri .....	34
Çizelge 3.2. Tez çalışmasında yer alan genotipler ve ait oldukları taksonomik gruplar	36
Çizelge 3.3. Geç yaprak beneklenmesi, pas ve yumuşak (beyaz) çürüklük hastalıklarına ve nematod zararlısına dayanıklı genotipleri belirlemek amacıyla çalışmada kullanılan moleküler markerler .....	45
Çizelge 3.4. Yumuşak (beyaz) çürüklük hastalığına dayanıklılığı belirlemek amacıyla kullanılan PCR şartları ve programı.....	46
Çizelge 3.5. Pas hastalığına dayanıklılığı belirlemek amacıyla kullanılan PCR şartları ve programı .....	46
Çizelge 3.6. Geç yaprak beneklenmesi hastalığına dayanıklılığı belirlemek amacıyla kullanılan PCR şartları ve programı .....	47
Çizelge 3.7. Nematod zararlısına dayanıklılığı belirlemek amacıyla kullanılan PCR şartları ve programı.....	47
Çizelge 3.8. Melezlemede kullanılan genotipler ve çaprazlamalar .....	57
Çizelge 4.1. Yumuşak (beyaz) çürüklük hastalığına dayanıklılık bakımından yerfıstığı koleksiyonunun moleküler karakterizasyonu .....	63
Çizelge 4.2. Pas hastalığına dayanıklılık bakımından yerfıstığı koleksiyonunun moleküler karakterizasyonu .....	73
Çizelge 4.3. Geç yaprak beneklenmesi hastalığına dayanıklılık bakımından yerfıstığı koleksiyonunun moleküler karakterizasyonu .....	85

## 1. GİRİŞ

*Arachis hypogaea* L., *Arachis* cinsi içerisinde ve Fabaceae familyasında yer alan Güney Amerika kökenli bir kültür formudur. *Arachis* cinsi birçok diploid ve iki tetraploid ( $2n=4x=40$ ) türü bünyesinde barındırmaktadır. Ayrıca 18 kromozumlu çok sayıda anoploid türde bu cinste rapor edilmiştir (Holbrook ve Stalker 2003). *Arachis* için şu ana kadar 3 farklı genom belirlenmiştir. Bunlar çoğu türde yer alan A genomu; *A. batizocoi* Krapov. & W.C. Gregory, *A. ipaensis* Krapov. & W.C. Gregory, *A. cruziana* Krapov., W.C. Gregory & C.E. Simpson gibi türlerde yer alan B genomu; ve *A. glandulifera* türünde yer alan D genomudur (Stalker 1991). Yapılan çalışmalarda kültürü yapılan yerfıstığının (*Arachis hypogaea* L.) farklı türlerden gelen A ve B genomlarını taşıdığı ifade edilmiştir (Smart ve Gregory 1967). Seijo vd (2007) kullanmış olduğu melezleme tekniği ile *A. duranensis* (A genomu) ve *A. ipaensis* (B genomu) türlerinin kültürü yapılan yerfıstığının genom donörleri olduğunu ortaya koymuştur. Son zamanlarda ortaya konan diğer çalışmalarda ise *A. hypogaea* L. türünün (AABB) kendisi gibi allotetraploid olan *A. monticola* ile çok yakın akraba olduğu hatta bu iki türün ayrı birer tür olarak değerlendirilmemesi gerektiği ifade edilmiştir (Hilu ve Stalker 1995). Sonuç olarak şu ana kadar yerfıstığına ait bilinen tüm alt türler ve varyeteler, kültürü yapılan yerfıstığının tek bir allotetraploid bitki popülasyonundan ya da alternatif olarak, aynı iki diploid türden köken alan bir tetraploid popülasyondan oluştuğunu göstermektedir (Upadhyaya vd 2011). Bu karmaşık taksonomik yapıya rağmen *Arachis* cinsine ait bitkilerin ortak bir morfolojik özelliği vardır. Cinse ait türler, çiçeklerini toprak üzerinde oluşturmalarına rağmen meyvelerini toprak altında oluşturmaktadır, bu özelliği ile neredeyse tüm bitki türlerinden ayrılmaktadırlar (Liao ve Holbrook 2007). *Arachis* cinsine ait bir çok tür yenilebilir tohumları için yetiştirilmesine rağmen sadece kültürü yapılan yerfıstığı (*A. hypogaea* L.) tüm dünyada yayılmıştır. *A. hypogaea* L., taksonomik olarak dallanma biçimi ve nodüllerin ana dal ve yan dallarda dağılması durumuna göre iki alt türe ayrılmaktadır (Krapovickas ve Gregory 1994). Alt türlerden biri olan *hypogaea*; *hypogaea* ve *hirsuta* Köhler olarak iki botanik varyete içerir ve ana sap üzerinde generatif boğum (çiçek oluşturan) oluşturmaz. Fakat yan dalları üzerinde alternatifli olarak vejetatif ve generatif boğum çiftleri oluşturur. Pazar tipleri olan virginia ve runner tipi çeşitler bu alt tür içinde yer alır. Diğer alt tür olan *fastigiata* ise dört botanik varyeteye, *fastigiata*, *vulgaris* Harz., *peruviana* Krapov. & W.C. Gregory, ve *aequatoriana* Krapov. & W.C. Gregory, sahiptir (Krapovickas ve Gregory 1994). Bu varyetelerde morfolojik olarak ana sap üzerinde generatif boğum bulunur ve yan dalları üzerinde vejetatif ve generatif boğumlar sıralı olarak dizilirdirler. Pazar tipleri olan spanish ve valencia grubu çeşitlerde bu alt türde yer almaktadırlar.

Yerfıstığı (*Arachis hypogaea* L.), dünyada 40° K ve 40° G enlemleri arasında, 100'den fazla ülkede tarımı yapılan önemli bir yağ ve protein bitkisidir (Liao ve Holbrook 2007). Yere dik olarak 30-60 cm arasında boylanabilen yerfıstığı, yere paralel olarak ise 40-50 cm uzayabilir (Kadiroğlu 2013). Yaprak tipi olarak ise pinnat yaprak (4 yaprakçıklı) şekline sahiptir ve yapraklar 2-5 cm uzunluğunda karşılıklı olarak yer alan iki çift yaprakçıktan oluşur (Porter 1997). Yerfıstığı, kazık köklü bir bitkidir ve bu kök etrafında ana köke dikey durumda yoğun şekilde yan kökler bulunur. Çiçekleri sarı renktedir ve vejetatif olmayan dallar üzerinde yer alır. Tek çiçek, en dışta 5 adet çanak yaprak, bunun içinde 2 kayıkçık, 2 kanatçık ve 1 bayrak yaprak bulundurulur. Taç yaprakların orta kısmında 10 adet erkek organ ve bir dişi organ mevcuttur. İlk çiçeklenme

ekim tarihinden yaklaşık 20-40 gün sonra meydana gelir ve çiçekler açılıp yumurtalık döllendikten yaklaşık 10 gün sonra yumurtalığın altındaki meristem dokusu uzamaya başlar ve bir uzantı meydana getirir. Bu uzantıya ginofor adı verilir. Ginofor, anatomik olarak gövdeye benzemekle birlikte fonksiyonel olarak köke benzemektedir. Üst kısım sap, toprak altında kalan kısım ise kök yapısındadır. Ginoforlar toprağa girdikten sonra yaklaşık 10 gün içerisinde embriyolar gelişerek kapsülleri (meyve) oluşturmaya başlar ve çiçeklenmeden itibaren 60 gün içerisinde yerfıstığı kapsülleri olgunlaşır (Kadiroğlu 2013). Bir yerfıstığı bitkisinde 600-1000 kadar çiçek teşekkül eder ve bunun % 60-75'i ginofor oluşturur. Oluşan ginoforların ise % 8-23'ü kapsül meydana getirir ve her bir kapsül ortalama 1-4 arasında yerfıstığı tohumu bulundurabilir. İçerik bakımından ise tohumlar yapılarında % 42-52 oranında yağ ve % 25-32 oranında protein bulundurur. Bu nedenle yerfıstığı tohumları çoğunlukla fıstık yağı ve fıstık ezmesi üretiminde değerlendirilen bir üründür (Norden 1980). Özellikle yağının yüksek tutuşma ve yanma sıcaklığına sahip olması nedeniyle dünyada kızartma yağı olarak tercih edilmektedir. Yerfıstığı yağının ayrıca yüksek oranda doymamış yağ asitlerini içermesi (oleik asit % 40-65 arasında ve linoleik asit % 20-40) ve yağında bulundurduğu antioksidanlar uzun raf ömrüne sahip olmasını sağlamaktadır. Yağı çıkarıldıktan sonra geriye kalan küspe ise çok değerli bir yem katkı maddesidir ve yapısında % 45 ham protein, % 24 azotsuz öz maddeler ve % 5.5 madensel maddeler bulundurmaktadır. Ayrıca bazı ülkelerde yerfıstığının toprak üstü kısmı yeşil yem olarak hayvanlara yedirilir (Wan 2003).

Yerfıstığı, dünyada tek yıllık yağ bitkileri arasında soya, kolza ve ayçiçeğinden sonra en fazla ekiliş alanına sahiptir. Dünya yerfıstığı üretiminde Asya kıtasında Çin, Hindistan, Endonezya, Myanmar ve Vietnam; Afrika kıtasında Nijerya, Sudan, Demokratik Kongo Cumhuriyeti, Çad, Mozambik, Zimbabwe, Burkina Faso, Uganda ve Mali; Kuzey, Orta ve Güney Amerika'da ise Arjantin, Brezilya ve Meksika önemli ülkelerdir. Hindistan alan bakımından en fazla yerfıstığı ekilen ülke olmasına rağmen, Çin yaklaşık 16 milyon tonluk üretim ile dünya lideridir. Bunun başlıca nedenleri ise Çin'de polietilen film malçlama yöntemiyle yerfıstığı üretiminin yapılması (Wan 2003), yüksek verimli pek çok çeşidin geliştirilmiş olması ve dengeli besleme ve yeterli gübre uygulamasından kaynaklanmaktadır. Afrika kıtası yerfıstığı üretiminde önemli bir yere sahip olmasına rağmen çeşitli nedenlerden dolayı birçok ülkede rapor edilen verim dekara yaklaşık 92 kg'dır (FAO 2013). Orta ve Güney Amerika bölgeleri toplam üretimin yaklaşık % 3-4'ünü oluşturmaktadır. Ancak bu bölgelerde dekara alınan verim 200 kg'ın üzerindedir (Liao ve Holbrook 2007).

Yerfıstığı, ülkemizde Akdeniz ikliminin etkisinde kalan bölgelerde periyodik sulanarak yetiştirilmekte olup toprak bakımından ise drenajı ve havalanması iyi, tınlı kum veya kumlu tın bünyede, organik maddesi orta düzeyde, kireççe zengin, pH'sı 6.0-6.4 arasında olan topraklarda çok iyi yetişmektedir (Kadiroğlu vd 2011). Ana ürün olarak 10 Nisan-20 Mayıs tarihleri arasında ekilmektedir. 2. ürün olarak ise en geç 15 Hazirana kadar ekim işleminin yapılması gerekmektedir. Yerfıstığı yetiştirildiği bölgelerde üreticiye en fazla gelir sağlayan ürünlerden biri olup buğday hasadından sonra ikinci ürün olarak yetiştirilebilmesi ve henüz tam olarak mekanize olmadığı için bulunduğu bölgede iş imkânı sağlaması gibi avantajlara sahiptir (Kadiroğlu 2008). Türkiye yerfıstığı üretimi bakımından dalgalı bir yapıya sahiptir. 1994 yılında 30 bin hektar olan yerfıstığı üretim alanı, 2006 yılında 22 bin hektar, 2011 yılında ise 25 bin hektar olarak ifade edilmiştir. Bu değişken yapı dekara alınan verimde de kendini göstermektedir. 2001 yılında dekara 267 kg olan yerfıstığı verimi, 2009 yılında 356 kg, 2012 yılında ise 320 kg olarak

bildirilmiştir (TUIK 2013). Ancak yıllar içerisinde dekara verim artışı sayesinde üretim alanı bakımından azalma olmasına rağmen toplam üretimde büyük bir değişim olmamıştır. 1998 yılında 90 bin ton olan yerfıstığı üretimi 2011 yılında da değişmemiştir (TUIK 2013). 2012 yılında ise yerfıstığı üretiminde büyük bir ilerleme kaydedilmiştir. 2011 yılında 25 bin hektar olan üretim alanı 2012 yılında 37 bin hektara yükselmiş, toplam üretim ise aynı yıllarda 90 bin tondan 122 bin tona ulaşmıştır. İç pazardaki ihtiyacın artması ve desteklemeler bunun en önemli sebepleri olarak gösterilebilir. Ülkemiz yerfıstığı üretimi özellikle Akdeniz bölgesinde yoğunlaşmıştır. Adana yaklaşık 60 bin ton ile en fazla yerfıstığı üretiminin olduğu vilayettir. Osmaniye ise sahip olduğu küçük yüz ölçümüne rağmen yaklaşık 45 bin tonluk bir üretime sahiptir. Aydın, Antalya, Mersin ve Şırnak yerfıstığı tarımının yapıldığı diğer önemli bölgeler olmakla birlikte bu dört vilayette toplam üretim yaklaşık 10 bin tondur. Ülkemizin yerfıstığı tarımında 37 bin ha alanda 122 bin tonluk üretimi dünya toplam üretimi ile kıyaslandığında oldukça düşük seviyededir. Türkiye yapmış olduğu üretim ile dünya yerfıstığı üretiminin ancak yaklaşık % 0.29 gibi küçük bir dilimini karşılamaktadır (FAO 2013). Yapılan üretimin yaklaşık % 85'inin iki vilayete dayalı olması (Adana ve Osmaniye), desteklemelerin yetersizliği, girdilerin artması, ekim ve makineli hasadın gecikmesi, fungal hastalıklar ve hasatta iş gücüne ihtiyaç duyulması yetersiz üretimin başlıca sebepleri arasında gösterilebilir.

Birçok canlı ve cansız stres faktörü dünya yerfıstığı üretiminde oldukça önemli negatif etkiye sahiptir. Kuraklık, su isteğinin karşılanamaması, asidik topraklardaki düşük fosfor varlığı, kalkerli topraklarda demir yetersizliği gibi faktörler yerfıstığında en çok gözlenen cansız stres unsurlarıdır. Canlı stres faktörlerinden ise özellikle fungal (pas, erken yaprak beneklenmesi, geç yaprak beneklenmesi, sap çürüklüğü, beyaz kök çürüklüğü, kök boğazı çürüklüğü, aflatoksin), virüs, bakteriyel kökenli hastalıklar ile nematodlar en fazla gözlenen problemlerdir (Dwivedi vd 2003). Bu hastalıklar içerisinde geç yaprak beneklenmesi (*Cercospora arachidicola*), erken yaprak beneklenmesi (*Cercospora personatum*) ve pas (*Puccinia arachidis*) yerfıstığında dünyada en fazla zarara neden olan hastalıklardır (Waliyar 1991, Dwivedi vd 2003). Pas hastalığı Güney Asya'dan Kuzey Amerika'ya, Doğu Afrika'dan Güney Amerika'ya kadar yerfıstığının yetiştiği neredeyse her bölgede yayılmıştır. Benzer şekilde erken ve geç yaprak beneklenme hastalıkları Güney Asya ve Batı Afrika hariç tüm bölgelerde gözlenmektedir (Dwivedi vd 2003). Kök çürüklüğüne sebep olan hastalıklar ise çoğunlukla Güney Asya ve Kuzey Amerika bölgelerinde yoğunlaşmıştır. Hastalıkların ekonomik olarak zararları ise oldukça yüksektir. Sadece yaprak kökenli hastalıklar olan pas, erken ve geç yaprak beneklenmesi yıllık yaklaşık 1.39 milyar dolarlık verim kaybına neden olmaktadır (Dwivedi vd 2003). Diğer fungal kökenli hastalık olan yumuşak çürüklük (beyaz kök çürüklüğü) ise sadece North Carolina bölgesinde yıllık yaklaşık 4 milyon dolar zarara yol açmaktadır (Smith vd 2007). Canlı ve cansız stres faktörlerin toplam verim kaybı miktarı ise yıllık yaklaşık 3.15 milyar dolardır. Mevcut sistemde hastalıklar ve zararlılarla mücadelede kullanılan ilaçlar stres faktörü ile mücadeleyi sağlamakta ancak ilaçlar bitkinin kendine ve çevresine kısa ve uzun vadede çok büyük zararlar vermektedir (Sujay vd 2012). Dolayısıyla yerfıstığı üretiminde hastalıklara dayanıklı, cansız stres faktörlerine toleranslı çeşitlerin geliştirilmesi oldukça önemli hale gelmiştir (Chu vd 2011). İstenen özelliklere sahip homozigot ebeveynlerin seleksiyonu ise bu çeşitlerin elde edilmesinde ana kriterdir. Ancak klasik ıslah yöntemleri (pedigri seleksiyonu, bulk metodu, tek bitki seleksiyonu ve geri melezleme) kullanılarak istenen özellik bakımından elit bir yerfıstığı çeşidinin elde edilmesi 10-15 yılı

kapsayabilmektedir (Knauft vd 1987, Knauft ve Ozias-Akins 1995). Test etme ve tohum çoğaltma aşamaları eklendiğinde ise süreç daha da uzayabilir. Küresel iklim değişiklikleri (Collard ve Mackill 2008) düşünüldüğünde bölgeye özgü kültür çeşitleri geliştirme aşaması daha da uzamaktadır. Genetik ve genomikteki son ilerlemeler ise sunduğu moleküler araçlar ile yerfıstığı ıslahının hızlı ve etkili olarak ilerlemesini sağlamakta ve böylelikle istenen özelliklere sahip yerfıstığı çeşitlerinin geliştirilmesine büyük katkı sağlamaktadır (Chu vd 2011).

Türkiye'nin artan yağ açığının en azından daraltılabılmesinde, birim alandan alınan yerfıstığı miktarının artırılması oldukça önemlidir. Artan ürün miktarı ile birlikte, birim fiyatlar nispeten düşebilecek ve bu düşüş neticesinde bu ürünün yağa işlenmesi söz konusu olabilecektir. Bunun için yüksek verime ve yağ içeriğine sahip yerfıstığı tiplerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca geliştirilen bu çeşitlerde hastalık ve zararlılara dayanıklılığın da bulunması zorunludur. Beyaz çürüklük, pas, yaprak leke hastalığı ile nematod yerfıstığında önemli canlı stres faktörleridir ve bu problemlere karşı dayanıklı/toleranslı tiplerin seleksiyonu yerfıstığı ıslahı için elzemdir. Belirtilen stres faktörleri ile mücadelede klasik metotların yanında moleküler tabanlı ıslah araçlarının da yer alması dayanıklı tiplerin geliştirilmesi sürecinde oldukça önemlidir. Günümüzde yoğun şekilde kullanılan moleküler markerler hem ıslah sürecini kısaltmada hem de kesin sonuç alma konusunda büyük fayda sağlamaktadırlar. Ülkemizde yerfıstığında hastalık ve zararlılara dayanıklılık bakımından klasik ıslah yöntemlerinin ya da moleküler araçların kullanıldığı çalışma sayısı ise ne yazık ki bir elin parmaklarını geçmemektedir. Araştırmacı sayısının az olması, yerfıstığının belli bölgelerde yetişmesi bu durumun başlıca nedenlerinden biri olup, bir diğer engelleyici faktör ise ülkemizin sahip olduğu yerfıstığı varyasyonunun çok dar olmasından kaynaklanmaktadır.

Sunulan bu doktora çalışması ile içerisinde farklı genetik backgroundlara sahip 186 adet genotipten oluşan dünya yerfıstığı mini kor koleksiyonu ve 72 adet kendi ıslah materyallerimizden olmak üzere toplamda 256 genotipten oluşan geniş bir yerfıstığı koleksiyonunun ayrıntılı olarak kök çürüklüğü, pas, yaprak leke hastalıklarına ve nematod zararlısına karşı moleküler olarak taranması ve dayanıklı tiplerin bulunması amaçlanmıştır. Aynı zamanda dayanıklı genotiplerin ülkemizde yetiştirilen yüksek verim ve yağ içeriğine sahip çeşit ve hatlar ile melezlenmesi ve dayanıklılığın aktarılması hedeflenmiştir. Böylelikle markere dayalı geri melezleme programı geliştirilmiş ve dayanıklılık genleri her generasyonda takip edilerek nematoda dayanıklı ve verimli yeni genetik kaynaklar oluşturulmak amaçlanmıştır.

## 2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI

### 2.1. Yerfıstığında Yumuşak (Kök) Çürüklük Hastalığına Karşı Yürütülen Dayanıklılık Çalışmaları

Toprak kökenli fungal hastalıklar başta ABD olmak üzere yerfıstığı üretimi yapılan birçok bölgede ekonomik zararlara neden olmaktadır. Beyaz küf, yumuşak (beyaz) çürüklük ve *Cylindrocladium* kara çürüklüğü yerfıstığında en fazla verim kaybına neden olan toprak kökenli fungal hastalıklar olmakla birlikte en yıkıcı etki yumuşak çürüklük hastalığında gözlenmektedir (Backman ve Brenneman 1997). Özellikle uygun çevre koşullarında çok hızlı şekilde çürümeye sebep olan yumuşak çürüklük hastalığı bir fungus olan *Sclerotinia minor* Jagger tarafından meydana gelmektedir (Porter ve Melouk 1997). Fungus enfeksiyon sırasında hem konukçu üzerinde hem de yakın bölgedeki topraklarda pamuğumsu, beyaz ve yoğun miseller oluşturmaktadır. Kabarık bu beyaz kitleler, kısa süre içerisinde beyaz yoğun yapılar oluşturmakta ve daha sonra siyaha dönüşmektedir. Olgunlaştıklarında ise sclerotia adını almaktadır. Sclerotialar bir tohum gibi fungusun toprak içinde yıllarca yaşamasına imkân vermektedir. Enfeksiyon durumunda *Sclerotinia minor* Jagger küçük (0.5-2 mm çapında), pürüzlü, açısız sclerotialar üretir ve sıcaklığın 20-25 °C olduğu durumlarda bu üretim optimum seviyeye ulaşır (Laemmlen 2001, Dow vd 1988). Fungus çoğunlukla konukçunun kök ve gövdesini enfekte eder ve konukçu üzerinde kahverengi tonlarında lezyonlar oluşturarak şiddetli doku bozulmalarına sebebiyet verir (Laemmlen 2001). Gövdede gelişen lezyonlar ve patojen yavaş bir şekilde vasküler dokuyu parçalar. Önce solma ardından da çürüme görülür. Bu etkiler sonucunda tarla koşullarında bitkide verim kaybı ise % 10'dan % 50'ye kadar ulaşabilmektedir (Porter 1984). Hastalıkla mücadele etmek ve dayanıklı genotipleri belirlemek amacıyla birçok ülkede çalışmalar yürütülmüştür.

Coffelt ve Porter (1982) yürütmüş oldukları tarla denemesi ile sahip oldukları yerfıstığı koleksiyonunu yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklılık bakımından karakterize etmişlerdir. Üç yıl boyunca yürütülen çalışmada Chico, PI 37151 ve VA 71-347 genotipleri ilk yılda Starr, NC 17 ve Florigiant genotiplerine oranla daha az hastalık belirtisi göstermişlerdir. İkinci yılda ise Chico, NC 3033, VA 71-347 ve VGP 1 genotiplerinde GK 3, Early Bunch, NC 6, Florigiant genotiplerine kıyasla önemli derecede daha az semptomla rastlandığı ifade edilmiştir. Denemenin son yılında ise Chico, NC 3033, VA 71-347 ve VGP 1 genotiplerinin çalışmada yer alan 20 genotipten istatistikî olarak daha az hastalık etkisine sahip olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar ayrıca dayanıklılık mekanizmasında bitkinin morfolojik ve fizyolojik yapısının önemli olduğunu da ifade etmişlerdir.

Brenneman vd (1987) dikarbomiksit fungusitlerin yumuşak çürüklük hastalığı ile mücadelede etkinliklerini test etmek amacıyla bir çalışma ele almışlardır. Araştırmacılar iprodione ve vinclozolin fungusitlerini laboratuvar ortamında yerfıstığında patojenik olan iki izolata muamele etmişlerdir. Çalışmada dicloran, iprodione ve vinclozolin fungusitleri 3 yıl boyunca sırasıyla yılda 8.41, 3.36 ve 2.52 kg/ha oranında izolatlar üzerinde kullanılmıştır. Laboratuvar koşullarında fungusit dayanıklı izolatların dicloran, iprodione ve vinclozolin fungusitlerine maruz kalmaları durumunda sırasıyla % 19, % 33 ve % 87 oranında gelişimin baskılandığı ifade edilmiştir. Bu oran fungusit hassas izolatlarda ise % 15, % 24 ve % 76 olarak bulunmuştur. Çalışma sonucunda fungusit uygulamalarının sclerotial gelişimini engellediği ve sclerotiaların canlılığını azalttığı rapor edilmiştir.

Brenneman vd (1988) yürütmüş oldukları çalışmada yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklılığın daha kısa sürede belirlenebilmesine imkân veren bir metot geliştirdiklerini rapor etmişlerdir. Araştırmacılar bu metotta yerfistiği gövdesine ait 8.5 cm uzunluğundaki parçayı *Sclerotinia minor* miselleri ile birlikte 20°C'lik nemli bir ortamda inkübe etmişlerdir. Lezyonların inkübasyondan 24 saat sonra görülebilir olduğu metotta lezyon genişliği karakteri kullanılarak genotip dayanıklılığı, fungusitlere ve farklı izolatlara dayanıklılık gibi karakterlerin bu yeni metotla test edilebileceği ifade edilmiştir.

Dow vd (1988) ele aldıkları hastalık denemesinde yumuşak çürüklük hastalığının oluşumunda çevresel faktörlerin etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda 20-25°C sıcaklığın sclerotiaların gelişmesi için optimum sıcaklık olarak belirlenirken, nemin ise % 95-100 olduğu ortam en uygun ortam olarak belirlenmiştir. Hastalık etkisinin de gözleendiği çalışmada yan ve ana dallarda aynı derecede semptom geliştiği ifade edilmiştir. Ayrıca genç dokuların enfeksiyon oluşumunda daha yüksek orana sahip olduğu da bildirilmiştir.

Smith vd (1991) yerfistiğinde yumuşak çürüklük hastalığına neden olan *Sclerotinia minor* ile mücadelede en etkin fungusiti belirlemek amacıyla agar, toprak plaka ve tarla koşullarında bir deneme yürütmüşlerdir. Bu çalışmada altı farklı fungusit (chlozolate, iprodione, vinclozolin, ASC-66825, RH-3486 ve MON-13018) kullanılmış olup, in vivo ortamda 100 µg/ml seviyesinde kullanılan iprodione, vinclozolin ve chlozolate fungusitlerinin izolatların gelişimini sırasıyla % 93, % 83 ve % 74 oranında inhibe ettiği bildirilmiştir. Toprak plaka ortamında yapılan denemede sadece MON-13018 fungusiti misellerin gelişiminde çok etkili olamadığı ifade edilmiştir. Tarla koşullarında ise ASC-66825 ve RH-3486 fungusitlerinin kullanımında çok sınırlı hastalık etkileri gözleendiği diğer fungusitlerle kıyaslandığında daha fazla verim elde edildiği rapor edilmiştir.

Smith vd (1992) yapmış oldukları çalışmada yeni bir fungusit olan fluazinamin yumuşak çürüklük hastalığı üzerindeki etkilerini test etmek amacıyla bir tarla denemesi yürütmüşlerdir. Çalışmada altı ayrı yerfistiği tarlasında 4 yıl boyunca 0.56 kg/ha düzeyinde fluazinam bitkilere uygulanmış ve hektara yaklaşık ortalama 1598 kg verim elde edilmiştir. Fungisitinin etkinliği ise diğer bir fungusit olan iprodione ile kıyaslandığında istatistikî olarak daha etkin olarak belirlenmiştir. Iprodione kullanılan bloklarda ise verim yaklaşık 718 kg/ha olarak kaydedilmiştir. Denemede aynı zamanda fluazinaminin diğer bir yerfistiği hastalığı olan yaprak lekeliği üzerindeki etkinliği de test edilmiş ve fungusitin oldukça verimli olduğu ortaya konmuştur.

Chappell vd (1995) yerfistiğinde *Sclerotinia minor* patojenine karşı dayanıklılık mekanizması üzerine yaptığı çalışmada seçmiş olduğu yerfistiği genotiplerine farklı ortamlarda inokülasyon işlemleri uygulamıştır. Agar kültür ortamında testleme, yaralı dokuya inokülasyon ve tarla denemelerinin yer aldığı bu çalışmada seçilen genotiplerin farklı dayanıklılık seviyeleri gösterdiği görülmüştür. Ancak kültür ortam testlemesinin ve inokülasyon çalışmalarının tarla şartları ile uyumlu olmadığı ifade edilmiştir.

Phipps (1995), yumuşak çürüklük hastalığının ortaya çıkmasında çevresel faktörlerin etkisini 16 yıl boyunca aldığı kayıtlar sonrasında değerlendirmiştir. Araştırmacı bulunduğu bölgede ilk hastalık belirtilerinin ekimden yaklaşık 62-120 gün sonra ortaya çıktığını ifade etmiştir. Yağmurun hastalık etkisi ortaya çıkmadan yaklaşık 6-15 gün önce yağdığını ve bu zaman diliminde ise toprak sıcaklığının 25-30 °C olduğu



belirtilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre yağmurun hastalığın oluşmasında en önemli etkenlerden biri olduğu ortaya konmuştur.

Smith vd (1995) yerfistığında yumuşak çürüklük hastalığına neden olan *Sclerotinia minor* üzerinde iprodione (fungisit) etkisini belirlemek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Bu denemede patojenden elde edilen dörtyüz izolat yerfistığı genotiplerine inoküle edilmiş ve daha sonra bu bitkilere iprodione (1.12 kg/ha) uygulanmıştır. Agar ortamında yapılan çalışmada iprodione kullanılması durumunda izolatların sadece % 6'sının gelişebildiği ifade edilmiştir. Tarla denemelerinde ise fungusitin hastalık üzerinde önemli ölçüde baskılama yaptığı ortaya konmuştur.

Yerfistığında yumuşak çürüklük hastalığı ile mücadele etmek amacıyla bitki budama yönteminin etkinliği Bailey ve Brune (1997) tarafından araştırılmıştır. Tarla koşullarında yürütülen denemede bloklarda budama işlemi yapılmış ve hastalığın tekrarlanma sıklığı hastalık oluşma eğrisi (AUDPC) kullanılarak hesaplanmıştır. Araştırmanın ilk yılında hastalık oluşma eğrisi ile ölçümler yapıldığında budanan bloklar ile fungusit kullanılan bloklar arasında fark gözlenmezken, budanan blokların daha fazla verime sahip olduğu kaydedilmiştir. Denemenin ikinci yılında ise budanan blokların budanmayan bloklara göre daha az hastalık etkisinde kaldığı belirtilmiştir. Ancak bu iki uygulama arasında verim bakımından bir fark gözlenmemiştir. Yapılan bu çalışma sonunda budama yapılması ve fungusit kullanılması durumunda hastalık kontrolünün daha başarılı olduğu ifade edilmiştir.

Butzler vd (1998) yerfistığında yumuşak çürüklük hastalığının yönetilmesinde budama ve fungusit uygulama zamanlarının etkilerini incelemiştir. Dört farklı yerfistığı genotipinin (NC 7, VA 93B, NC Ac 18016 ve Tamspan 90) kullanıldığı bu çalışmada her iki deneme yılında budama ve fluazinam (9.2 kg/ha) uygulama işlemleri yapılmıştır. Çalışma sonucunda dayanıklı hat kullanılan Tamspan 90 en az hastalık belirtisini gösterirken yüksek hastalık baskısında fungusit kullanılması ve budama yapılması durumunda hastalığın azaldığı ve hastalık kontrolünün arttığı ifade edilmiştir. Uygulama zamanı bakımından ise özellikle geç dönemde yapılan budamaların verimde düşüşe neden olduğu belirtilmiştir.

Lemay vd (2002) acibenzolar-s-methyl and fluazinam fungusitlerinin yumuşak çürüklük hastalığı ile mücadelede etkilerini belirlemek ve seçmiş oldukları genotipleri dayanıklılık bakımından karakterize etmek amacıyla tarla koşullarında hastalık denemesi yürütmüşlerdir. Genetik kaynak olarak çalışmanın ilk yılında 13 genotip kullanılırken ikinci yılında ise 12 genotip hastalığa dayanıklılık bakımından test edilmiştir. Çalışmada fungusit etkisini görmek amacıyla Acibenzolar-s-methyl (0.14 kg/ha) ve fluazinam (0.58 kg/ha) üçer kez bitkilere uygulanmış ve hastalık oluşum oranları her hafta kontrol edilmiştir. Araştırma sonucunda Acibenzolar-s-methyl kullanılan denemelerde hastalık oluşumu ve verim bakımından bir etki görülmemiştir. Dayanıklılık çalışmasında ise ileri hat olan N92056C ile Tamrun 98 ve Perry çeşitleri NC 7 çeşidine kıyasla daha yüksek dayanıklılık ve verim göstermişlerdir. Ayrıca çalışmada kullanılan yabani türlerde NC 7 çeşidine kıyasla daha yüksek bir dayanıklılık gösterdiği de ifade edilmiştir.

Hollowell vd (2003) yürüttükleri çalışmada yaz döneminde yerfistığını enfekte eden *Sclerotinia minor* patojeninin kış döneminde hangi bitkilerde konukçu olduğu üzerine bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışma sonucunda *Cerastium vulgatum*, *Coronopus*

*didymus*, *Oenothera laciniata*, *Conyza canadensis*, *Brassica kaber* ve *Arabidopsis thaliana* türlerinin *Sclerotinia minor* patojeni için konukçu oldukları belirtilmiştir.

Hollowell vd (2003a) yerfıstığı yapraklarında inokülasyon yöntemi uygulayarak yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklı genotipleri belirlemeye çalışmışlardır. Bu denemede 12 farklı yerfıstığı genotipinin yapraklarına 4 mm çapında *S. minor* inoküle edilmiş ve ardından yapraklar 20 °C sıcaklığa sahip karanlık bir ortamda bekletilmişlerdir. 3 gün sonrasında lezyonların yaklaşık 24 mm'ye kadar ulaştığı görülmüştür. Yapılan analiz sonucunda GP-NC WS 12 genotipinin en dayanıklı genotip olduğu belirtilmiştir. Bu genotipin aynı zamanda farklı izolatlarla yapılan denemelerde de en dayanıklı yerfıstığı genotipi olduğu ifade edilmiştir.

Okzalik asit *Sclerotinia sclerotiorum* ve birçok patojen için patojenite faktörü olarak belirlenmiştir (Godoy vd 1990). Okzalik asitin direk doku ve yaprağa uygulanması durumunda yaralanmalara ve solmaya neden olduğu ifade edilmiştir. Benzer durum *S. rolfsii* patojeninin bitkilerde yaptığı enfeksiyon sırasında da görülmüştür (Bateman ve Beer 1965). Livingstone vd (2005) yapmış oldukları çalışmada yerfıstığına arpa okzalit oksidaz genini transfer ederek *Sclerotinia minor* patojenine karşı dayanıklılık elde etmeye çalışmışlardır. Araştırmacılar böylelikle bu geni hassas yerfıstığı genotiplerine transfer ederek patojendeki okzalik asit ekspresyonunu inhibe etmeyi hedeflemişlerdir. Yapılan çalışmalar sonucunda bu gen yerfıstığına başarı ile transfer edilmiş ve transjenik yerfıstığında kontrol grubuna göre yaklaşık % 75-89 oranında daha az hastalık lezyonu gözlemlenmiştir. Dolayısıyla okzalit oksidaz geninin yumuşak çürüklük hastalığı ile mücadelede oldukça etkili olduğu ortaya konmuştur.

Maas vd (2006) yumuşak çürüklük hastalığının oluşmasında yerfıstığı ekim sıklığının etkisi üzerine bir araştırma yürütmüşlerdir. Dört farklı yerfıstığı çeşidinin (Tamspan 90, Southwest Runner, Okrun, and Flavor Runner 458) kullanıldığı çalışmada 6, 15, 30 ve 46 cm olarak dört farklı ekim sıklığı iki yıl boyunca tarla denemesi kurulmuştur. Çalışma sonunda bitkiler arasındaki mesafe arttıkça hastalığa yakalanma oranını arttırdığı ancak ortalama hastalık oluş sıklığının istatistiki olarak arttırmadığı ifade edilmiştir. En yüksek hastalık etkisinin en geniş ekim sıklığında görüldüğü bu denemede her bir genotip farklı seviyelerde dayanıklılık göstermiştir.

Partridge vd (2006) bir mikoparazit olan *Coniothyrium minitans*'ı kullanarak yumuşak çürüklük hastalığı ile biyolojik mücadeleyi amaçlayan bir çalışma raporlamışlardır. Tarla koşullarında beş yıl boyunca yürütülen bu denemede toprağa 2 ve 4 kg/ha oranında *Coniothyrium minitans* uygulanmış ve hastalık oluşumu gözlenmiştir. İlk iki yıl boyunca yapılan çalışma sonrasında uygulamalar arasında bir fark gözlenmezken genel olarak bu mikoparazitin uygulanması sonrasında hastalık oluşumunda azalma gözlenmiştir. Araştırmacılar orta derecede hastalık dayanıklı bir genotipin belirtilen mikoparazit ve fungusit ile birlikte uygulanması durumunda yumuşak çürüklük hastalığı ile optimum düzeyde mücadele edilebileceğini ifade etmişlerdir.

Partridge vd (2007) okzalit oksidaz geni aktarılmış ve aktarılmamış Virginia tipi yerfıstığı genotiplerini yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklılık bakımından test eden bir deneme yürütmüşlerdir. İki yıl boyunca tarla koşullarında yürütülen bu çalışmada *S. minor* ile enfekte olmuş transjenik bitkilerin, gen aktarılmamış genotiplere göre yaklaşık % 80 oranında daha az hastalık etkisi gösterdiği belirtilmiştir. Verim bakımından ise

transjenik genotiplerin normal genotiplere göre aynı ya da daha fazla bir değere sahip olduğu ifade edilmiştir.

Hollowell vd (2008) yürütmüş oldukları denemede Virginia pazar tipi yerfıstıklarında yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklı genotipleri belirlemeye çalışmışlardır. Sera koşullarında yapılan bu denemede bitkilere ekim işleminden yaklaşık altı hafta sonra inokülasyon işlemi uygulanmış ve enfeksiyon için yeterli nemi sağlamak amacıyla bitkiler hazırlanan odalarda yetiştirilmiştir. İnokülasyon işleminden 4, 5, 6 ve 7 gün sonrasında lezyon genişlikleri ölçülmüş ve hastalık oluşma eğrisi (AUDPC) hesaplanmıştır. Testlerin 6 tekerrürlü yürütüldüğü bu çalışmada 125 yerfıstığı hattı 3 yıl boyunca yetiştirilmiştir. Son yıl seçilen 15 hattın içersinden N96076L hattının en düşük hastalık oluşma eğrisi değerine sahip olduğu araştırmacılar tarafından ortaya konmuştur.

Smith vd (2008) fluazinam ve boscalid fungusitlerinin uygulama zamanlarının yerfıstığında yumuşak çürüklük hastalığı ile mücadelede etkilerini görmek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Tarla ve sera koşullarında yapılan bu denemede inokülasyon sonrası ve öncesi fungusitlerin kullanılmasıyla *S.minor* patojenindeki etkiler izlenmiştir. Fungisit kullanmadan önce ya da fungusit kullanıldıktan 2 gün sonra hastalık enfeksiyonlarının önemli derecede azaldığı görülürken fungusit kullanıldıktan 4 gün sonra yapılan inokülasyonda enfeksiyonların azalmadığı görülmüştür. 3 yıl boyunca tarla koşullarında yürütülen çalışmada ise seçilen fungusitlerin kullanılması durumunda etkileri izlenmiştir. Tarlada fungusit kullanımında hastalıkla iyi bir mücadele sağlanırken aynı zamanda verimde artış olduğu gözlenmiştir. Her iki denemede ise boscalid adlı fungusitin fluzinamdan daha performanslı olduğu ifade edilmiştir.

Chenault vd (2009) yumuşak çürüklük hastalığının Amerika kıtasında özellikle Güneybatı Amerika, Virginia ve North Carolina bölgelerinde çok yaygın olduğunu ve yerfıstığı üretiminde büyük kayıplara neden olduğunu ifade etmişlerdir. Araştırmacılar bu hastalıkla mücadele etmek ve dayanıklı genotipleri hızlı ve iş gücü olmadan belirleyebilmek amacıyla moleküler çalışmalar yürütmüşlerdir. Yapılan çalışmalar sonrasında yumuşak çürüklüğe dayanıklılığı belirleyen bir SSR marker geliştirmişlerdir. Bu marker ile yapılan PCR sonucunda dayanıklı genotiplerin agaroz jel üzerinde 145 bp'de bant verdikleri hassas genotiplerin ise 100 bp'de bant verdikleri ifade edilmiştir. Böylelikle tarla denemelerine gerek kalmadan genotipler moleküler yöntemler sayesinde karakterize edilmiştir.

Chamberlin vd (2010) daha önce geliştirilen marker sistemini (Chenault vd 2009) kullanarak Amerikan yerfıstığı kor koleksiyonunda yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklı genotipleri belirlemeye çalışmışlardır. Yapılan moleküler analizler sonucunda spanish, valencia ve runner pazar tiplerinden olan 39 genotip yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklı olarak belirlenmiştir. Dayanıklı genotiplerin tarla koşullarında da denemeye alınacağı araştırmacılar tarafından ifade edilmiştir.

Domicone vd (2010) Amerikan yerfıstığı kor koleksiyonunu yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklılık bakımından tarla koşullarında karakterize etmişlerdir. 744 adet genotipin kullanıldığı çalışmada koleksiyonun % 11'inde hastalık gözlenmezken % 50'nin üzerinde de hastalık belirtileri gözlenmiştir. Dayanıklı genotiplerin ise çoğunun dik büyüme gösteren ve erkenci genotipler olduğu ifade edilmiştir. Seçilen dayanıklı genotipler kontrol amacıyla tekrar denemeye alınmış ve dayanıklı (Tamspan 90), orta derecede dayanıklı (Tamrun 96) ve hassas (Okrun) çeşitlerle kıyaslanmıştır. Deneme

sonucunda 208, 128, 804, 582 ve 273 numaralı genotiplerin yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklı olduğu rapor edilmiştir.

Partridge-Telenko vd (2011) yürütmüş oldukları çalışmada okzalit oksidaz geni aktarılmış transgenik yerfıstığı genotiplerini 5 yıl boyunca yoğun *Sclerotinia minor* Jagger etkisine bırakmışlar ve ardından seleksiyon yaparak 3 yıl boyunca transjenik olmayan genotiplerle kıyaslamışlardır. Denemenin ilk yılında 6 transgenik hattın 488-1260 kg/ha arasında bir verime sahip olduğu görülmüş olup transjenik olmayan genotiplerden daha yüksek verim göstermişlerdir. İkinci yılda ise 10 transjenik hattın 537-2490 kg/ha verim değerine sahip olduğu ve transjenik olmayan hatlardan daha verimli olduğu ortaya konmuştur. Fungisit kullanılmadığı durumlarda dahi transjenik hatların transjenik olmayan hatlara oranla yüksek verime sahip olduğu ifade edilmiştir.

Chamberlin (2014) marker destekli seleksiyon yöntemini kullanarak 124 genotipten oluşan koleksiyonda yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklı genotipleri belirlemiştir. Daha önce Chenault vd (2009) tarafından geliştirilen SSR marker sisteminin uygulandığı bu denemede 67 adet genotipi yumuşak çürüklük hastalığına karşı potansiyel dayanıklı olarak belirlemiştir. Dayanıklı olarak belirlenen bu genotiplerin 43 tanesinin botanik varyete olarak *vulgaris* grubuna, diğer genotiplerin ise *fastigiata* ve *hypogaea* botanik varyetelerine ait olduğu bildirilmiştir. Araştırmacı bu genotiplerde dayanıklılığı kontrol etmek amacıyla tarla denemelerine ihtiyaç olduğunu da çalışmasında rapor etmiştir.

Tallury vd (2014) *Arachis* cinsine ait yabani türleri yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklılık bakımından test etmek amacıyla sera koşullarında denemeye almışlardır. Bu çalışmada 23 farklı türe ait 110 genotip 2010 yılında latis deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak yetiştirilmiştir. Yapılan inokülasyonun ardından 4, 5, 6 ve 7. gün sonrasında hastalık lezyon genişlikleri ölçülmüş ve hastalık oluşma eğrisi (AUDPC) hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre türler arasında hastalığa karşı dayanıklılık bakımında istatistikî olarak fark elde edilmiştir. *Arachis glandulifera* yumuşak çürüklük hastalığına karşı en yüksek dayanıklılığı gösterirken bu türü *A. correntina*, *A. herzogii* ve *A. helodes* türleri takip etmiştir. Genel olarak ise yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklılık bakımından düşük bir genetik çeşitlilik elde edilmiştir.

## 2.2. Yerfıstığında Pas Hastalığına Karşı Yürütülen Dayanıklılık Çalışmaları

Pas, erken ve geç yaprak beneklenmesi ile birlikte yerfıstığında en sık rastlanan fungal hastalıklardan biridir. 1900'lu yılların başında birkaç ülkede rapor edilen bu hastalık son zamanlarda Japonya'dan Hindistan'a, Avustralya'dan Burkina Faso'ya kadar dünyanın birçok ülkesine yayılmıştır (Subrahmanyam vd 1985). Hastalık etmeni olan fungus, *Puccinia arachidis*, bitkiyi enfekte ettiğinde yaprağın alt kısmında oluşan kırmızı-turuncu renkteki ince kabartılar en belirgin hastalık semptomu olarak bilinmektedir. Oluşan bu kabartılar küme halinde turuncu sporlar içermektedirler. Patojenle yoğun şekilde enfekte olan yapraklar hızlı bir şekilde açık kahverengi rengine dönerler ve ölürlür. Ancak bu yapraklar çoğunlukla bitki üzerinde kalırlar. Eğer hastalık tüm bitkiye yayılırsa bitki yanmış bir görünüme sahip olur ve olgun kapsüllerini döker. Olgunlaşmadan önce hastalığa yakalanan bitkilerde ise bitki genellikle öldüğü için neredeyse hiç verim alınamaz. Hastalığa sebep olan sporların çimlenmesi ve dolayısıyla enfeksiyonu için optimum sıcaklık 20-30 °C'dir ve enfeksiyon 16-24 saatte gerçekleşebilir. Patojen etkileri tarlada önce belli bir bölgede ortaya çıkar ve nemli hava

ve ıslak ortam sayesinde hızlı bir şekilde o bölgede çoğalır. Yaprak üzerinde çimlenen sporlar daha sonra rüzgâr ve yağmur ile diğer bitkilere yayılırlar. Büyük verim kayıplarına sebep olan pas hastalığı özellikle yaprak leke hastalığı ile birlikte çok daha büyük kayıplara neden olabilmektedir. Hastalığın yayıldığı alanlarda kayıplar ise % 50'leri aşabilmektedir (Zhou vd 1980). Hastalıkla mücadele için en yaygın yöntemlerden biri fungusitlerin kullanılmasıdır. Ancak hastalığa dayanıklı tiplerin kullanılması hem daha ekonomik hem de daha çevreci bir yöntemdir. Yabancı tiplerde pas hastalığına dayanıklılık geni bulunmasına rağmen bunların kültürlere aktarılması işlemi sonrasında düşük verim ve istenmeyen kapsül özellikleri ortaya çıkmıştır (Wyne vd 1991). Dolayısıyla yabancılerden gen aktarımı ile istenen sonuç elde edilememiş, mevcut tiplerde dayanıklılığın taranması üzerine çalışmalar yürütülmüştür. ICRISAT'da yapılan tarama işleminde 13000'in üzerinde yerfistığı genotipi hastalığa dayanıklılık bakımından ele alınmış ve 169 genotipin on skalası üzerinden beş ve altı skor aldığı ifade edilmiştir (Subrahmanyam vd 1995). Çin'de ise 5700 yerfistığının yer aldığı koleksiyonda 92 genotip pas hastalığına dayanıklı olarak belirlenmiştir (Liao 2003). Ayrıca hastalığın etkiliği olduğu birçok ülkede dayanıklı genotiplerin belirlenmesi ve/veya hastalıkla mücadele etmek amacıyla çok sayıda çalışma yürütülmüştür.

Harrison (1973) yerfistığında pas hastalığı ile mücadelede fungusitlerin etkisini belirleyebilmek amacıyla birçok fungusitin yer aldığı bir ilaç denemesi yürütmüştür. Araştırmacı Bravo 75WP, Bravo 6F, Dithane M45, Fungi Sporse Magi-Cal®, Manzate 200, Dithane M45, Du-Ter ve Benlate M fungusitlerinin kullanılması durumunda pas hastalığının etkilerinin azaldığını belirtmiştir. Benlate fungusitinin tek başına kullanılması durumunda ise patojen *Puccinia arachidis*'in kontrol edilemediği bu çalışmada rapor edilmiştir.

Subrahmanyam vd (1982) lezyon çapı, yaprak dökülme oranı ve sporulasyon karakterlerini kullanarak sahip oldukları genetik materyali pas hastalığına dayanıklılık bakımından taramışlardır. Denemenin ilk yılında 5436 genotip ön taramadan geçirilmiş ve toplamda 53 genotip daha ileri aşamalarda değerlendirilmek üzere seçilmiştir. İkinci yılda ise 2390 genotip pasa dayanıklılık bakımından incelenirken 11 genotip potansiyel dayanıklı olarak belirlenmiştir. Her iki yılın değerlendirilmesi sonrasında NC Ac 927, NC Ac 17127, NC Ac 17130, NC Ac 17129, NC Ac 17132, NC Ac 17135, NC Ac 17124, NC Ac 17142 ve Krapovikas Strain 16 genotipleri pasa karşı orta derecede dayanıklı olarak karakterize edilmiştir. Tüm koleksiyon içinden belirlenen NC Ac 17090 genotipi ise pasa en dayanıklı genotip olarak araştırmacılar tarafından seçilmiştir.

Sokhi ve Jhooty (1982) enfeksiyon sıklığı, spor boyutu, inkübasyon süresi ve kuluçka süresi karakterlerini kullanarak 47 genotipi pas hastalığına dayanıklılık bakımından ele almışlardır. Analiz sonrasında NCAC 17133-RF, PI,259747, PI, 393643, PI, 38 1622, PI, 390593, PI, 390595, PI, 393517, PI,405132, J-11, Jh-352, 39-2, J1-24, 2704, US-74 ve MK-374 genotiplerinin düşük enfeksiyon sıklığı ve küçük spor boyutu gösterdiği ifade edilmiştir. Ayrıca bu genotiplerin uzun inkübasyon ve kuluçka sürelerine sahip olduğu da belirtilmiştir.

Subrahmanyam vd (1983) yürütmüş oldukları çalışmada yerfistığında pas hastalığına sebep olan *Puccinia arachidis* patojenine karşı dayanıklılık mekanizmasında yer alan bileşenleri belirlemişlerdir. Sera koşullarında yürütülen çalışmada 30 yerfistığı genotipi patojen fungus ile inkübe edilmiş ve inkübasyon süresi, enfeksiyon sıklığı,

kabarıklık çapı, kopan kabarık yüzdesi ve hasarlı yaprak alanı karakterleri değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda tüm karakterler birbiriyle önemli derecede korelasyon göstermiştir. İnkübasyon süresinin ise tüm karakterlerle negatif korelasyona sahip olduğu bildirilmiştir.

Subrahmanyam vd (1983a) yabancı *Arachis* türlerinde pas hastalığına dayanıklılığı hem laboratuvar hem de tarla koşullarında test etmişlerdir. Çoğu genotipin hastalıktan etkilenmediği denemede altı genotip hastalığa çok dayanıklı olarak karakterize edilmiştir. ICG 8135 ve ICG 8198 yabancı genotipleri ise hassas olarak rapor edilmiştir.

Mehan vd (1994) yerfıstığında pas hastalığına dayanıklılığın karakterize edilmesinde kullanılan bileşenleri değerlendirmişlerdir. 144 yerfıstığı genotipinin yer aldığı çalışmada enfeksiyon sıklığı, inkübasyon süresi, lezyon çapı, hasarlı yaprak alanı yüzdesi ve sporulasyon indeksi gibi hastalıklı ilişkili karakterler ele alınmıştır. Yapılan ölçüm ve analizler sonucunda tüm karakterler arasında istatistikî olarak önemli korelasyonlar görülmüştür. İnkübasyon süresi tüm karakterlerle negatif korelasyon göstermiştir. Ortalamalar kıyaslandığında ise tüm genotipler arasında her bir karakter için önemli farklılıklar kaydedilmiştir. En büyük varyasyon inkübasyon süresi ve hasarlı yaprak alanı yüzdesinde elde edilmiştir. 144 genotip arasında 17 genotipin düşük sporulasyon indeksi (1.3-2.5) ve uzun inkübasyon süresi (17.1-21 gün) gösterdiği belirtilmiştir.

Wadia ve Butler (1994) kuluçka süresi ve sıcaklık arasındaki ilişkinin yerfıstığında pas hastalığı oluşumundaki etkilerini incelemişlerdir. Deneme sonucuna göre 12-33 °C sıcaklık aralığında fungusların kuluçka sürelerinin 12-49 gün arasında değiştiği ifade edilmiştir. Kuluçka için minimum 12 °C, optimum 25°C ve maksimum 40 °C sıcaklığın uygun olduğu da ayrıca araştırmacılar tarafından belirtilmiştir.

Rao vd (1994) pas patojenine ait sporların çimlenmesinde sıcaklığın etkisini belirleyebilmek adına bir çalışma ele almışlardır. Hastalığa karşı son derece hassas bir çeşit olan TMV 2 genotipinin kullanıldığı denemede farklı sıcaklıklarda ve in vitro koşullarda sporlar çimlendirilmiştir. Deneme sonucunda sporların üremesi için optimum sıcaklığın 20-25 °C olduğu ifade edilmiştir. Sıcaklığın 20 °C altı ve 30 °C üstü olduğu durumlarda ise sporların çoğalmasının oldukça zor olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar ayrıca optimum sıcaklık aralığında maksimum çimlenme yüzdesini elde etmişlerdir.

Mehan vd (1996) Hindistan'da tarla koşullarında iki yıl boyunca yürüttükleri çalışmalarında 979 genotip içerisinde pasa dayanıklı yeni genetik kaynaklar belirlemişlerdir. Çalışmanın ilk döneminde ön seleksiyon işlemi yapılmış ve farklı botanik varyetelere sahip genotipler seçilmiştir. Tarlada yapılan deneme sonucunda 32 genotip pas hastalığına dayanıklı olarak belirlenmiştir. ICG Nos 6843, ICG 10890, ICG 11567 ve ICG 12112 genotiplerinin ise hem pasa hem de geç yaprak beneklenmesine dayanıklı olduğu ifade edilmiştir.

Sathiyabama ve Balasubramanian (1998) chitosan uygulanması durumunda pas hastalığına sebep olan patojenin gelişimi üzerine bir çalışma yürütmüşlerdir. Araştırma sonunda inokülasyondan önce yapraklara chitosan uygulanması durumunda lezyon sayısında, lezyon çapında ve patojenin sporulasyonunda azalma olduğu bildirilmiştir. Ayrıca dayanıklılık mekanizmasının başlamasında etkili olan salisik asit, kitinaz ve glukanaaz aktivitesinin chitosan uygulanan yapraklarda arttığı ortaya konmuştur.

Pande ve Rao (2001) yabancı yerfıstığı türlerinin pas hastalığına karşı dayanıklılığını sera koşullarında test etmişlerdir. *A. duranensis* (44 genotip), *A. stenosperma* (8 genotip), *A. monticola* (4 genotip), *A. cardenasii* (3 genotip), *A. batizogaea*, *A. hoehnei*, *A. kuhlmannii* (2'şer genotip), *A. benensis*, *A. chiquitana*, *A. decora*, *A. ipaensis*, *A. kempff-Mercadoi*, *A. kretschmeri*, *A. magna*, *A. valida*, *A. villosa* yabancı türlerinin yer aldığı çalışmada kültür bitki *A. hypoagaea* ve kontrol TMV 2 çeşidi de yer almıştır. Hasarlı yaprak alanı ve hastalık skoru karakterlerinin 1-9 skalasına göre değerlendirildiği çalışmada sadece *A. kuhlmannii* yabancı türüne ait ICG 8954 genotipinde hiçbir semptom görülmemiştir. *A. ipaensis* türüne ait ICG 8206, *A. monticola* türüne ait ICG 8197, ICG 8198, ICG 11549 ve ICG 13178 ve *A. stenosperma* türüne ait ICG 13171 genotipleri yapılan inokülasyon denemesinde pasa hassas olarak değerlendirilirken diğer tüm genotipler dayanıklı olarak belirlenmiştir.

Dwivedi vd (2002) pasa dayanıklılık mekanizmasında yer alan karakterleri değerlendirdiği çalışmalarında hastalığa dayanıklı bazı genotipleri de belirlemişlerdir. Türler arası melezleme ile elde edilen 14 genotip ve bir kontrol (hastalığa hassas TMV 2 çeşidi) yapılan denemede genetik materyal olarak yer almıştır. Sera koşullarında iki ve üç tekerrürlü olarak yürütülen çalışmada küçük ve büyük kabarıklık çapı, inkübasyon süresi, sporulasyon indeksi ve hastalık skoru gibi karakterler değerlendirilmiştir. Deneme sonucunda tüm karakterler bakımından genotipler arasında istatistikî olarak fark gözlenmiştir. Genetik materyal içerisinde ICGV 99005, ICGV 99003, ICGV 99012 ve ICGV 99015 genotipleri alınan gözlemler sonucunda pas hastalığına dayanıklı olarak belirlenmiştir.

Pensuk vd (2003) sahip oldukları yedi yerfıstığı genotipinin pas hastalığına karşı dayanıklılıklarını test etmişlerdir. Tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak yürütülen denemede doğal enfeksiyon oluşmasına izin verilmiştir. Hastalık skoru, sporulasyon indeksi ve 100 cm<sup>2</sup>'lik yaprak alanında oluşan lezyon sayısı karakterleri bitkileri hastalığa dayanıklılık bakımından karakterize etmede parametre olarak kullanılmışlardır. Agro-morfolojik karakterlerde (kapsül verim, tohum verimi, iç oranı, kapsül sayısı ve kapsül uzunluğu) bu denemede ele alınmıştır. Çalışma sonunda NC 17090 genotipi pas hastalığına karşı en dayanıklı genotip olarak belirlenmiştir. NC 17135 genotipi hastalığa dayanıklılık bakımından orta derecede bir reaksiyon gösterirken diğer genotiplerin ise oldukça hassas olduğu araştırmacılar tarafından raporlanmıştır.

Mondal vd (2005) pas hastalığına karşı farklı dayanıklılık reaksiyonları gösteren 19 yerfıstığı genotipinde RAPD markerler ile polimorfizm belirlemişlerdir. 50 primerin kullanıldığı bu moleküler çalışmada 19 genotip arasında 11 primer polimorfizm göstermiştir. Ortalama polimorfizm oranı ise % 37.5 olarak belirlenmiştir. Primerler arasında Kit A19 en yüksek polimorfizmi gösterirken bu primeri Kit A19, A3 ve J1 primerleri izlemiştir. Araştırmacılar çalışmaları sonucunda ise düşük polimorfizm oranı elde edildiğini bildirmişlerdir.

*Datura metel* ve *Lawsonia inermis* yaprak ekstraktları yüksek antifungal aktiviteye sahiptir ve pas patojeninin sporlarının çimlenmesini tamamen inhibe edebilmektedir. Kishore ve Pande (2005) *Datura metel* bitkisinin yapraklarından elde edilen ekstraktı ve chlorothalonil fungusitini yerfıstığında pas hastalığını kontrol etmek amacıyla birlikte kullanmışlardır. Araştırmacılar sera koşullarında *D. metel* (25 g/L) ve *L. inermis* (50 g/L) ekstraktlarını sprey şeklinde uyguladıklarında kontrole oranla % 65-

74 oranında pas kabarıklarının azaldığını bildirmişlerdir. Tarla şartlarında ekimden 45, 60 ve 90 gün sonra sadece *D. Metel* yaprak ekstraktlarının kullanılmasıyla pasa karşı kısmen etkili bir koruma sağlanmıştır. Ekimden 45 gün sonra chlorothalonil ve 60, 75 ve 90 gün sonra *D. Metel* yaprak ekstraktları uygulandığında bu kombinasyonun pas hastalığı ile mücadelede etkili olduğu ifade edilmiştir. Bu uygulamada verimin sadece chlorothalonil uygulanan denemeye göre önemli derecede arttığı da araştırmacılar tarafından çalışma sonucuna ilave edilmiştir.

Mondal vd (2007) yerfıstığında pas hastalığına dayanıklılık ile ilişkili RAPD markerleri belirleyebilmek adına moleküler bir deneme ele almışlardır. Hastalığa dayanıklı ebeveyn VG 9514 ile hassas ebeveyn TAG 24 melezinden elde edilen F<sub>2</sub> populasyonu (117 genotip) bu çalışmada genetik materyal olarak kullanılmıştır. 160 primerin kullanıldığı denemede 11 RAPD primeri iki ebeveyn arasında polimorfizm gösterirken bulk analizi sonucunda ise primer J7 (5'CCTCTCGACA3') pas hastalığına dayanıklılık karakteri ile ilişkili olarak belirlenmiştir. F<sub>2</sub> populasyonunun bu marker ile taranması ile yapılan analizde ise markerin dayanıklılık genine 18.5 cM uzaklıkta olduğu ortaya konmuştur.

Sunkad ve Kulkarni (2007) pas hastalığına sebep olan patojen için en uygun gelişme ortamını belirlemek amacıyla iki yıl boyunca tarla koşullarında gözlemler almışlardır. Sporların 20 güne kadar tarla koşullarında (25-28 °C) canlı kalabildiği ve maksimum çimlenme için 25 °C sıcaklığın optimum olduğu ifade edilmiştir. Nem oranı bakımından ise % 78'lik bir değer maksimum enfeksiyon için en uygun ortam olduğu ortaya konmuştur. Yapılan denemede tüm bitkilerin 10-90 günde hastalığa yakalandığı da rapor edilmiştir.

Hossain vd (2007) 25 yerfıstığı genotipinin genetik materyal olarak yer aldığı çalışmalarında pas hastalığına dayanıklı genotipleri belirlemişlerdir. Üç yıl boyunca yürütülen denemede genotipler 0-5 skalasına göre hasattan bir hafta önce değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda 259/88, 262/88, 255/88 ve M-5 genotiplerinin pasa orta derecede dayanıklı olduğu ifade edilmiştir. Bu genotiplerin daha düşük yaprak dökme özelliğinde olduğu da araştırmacılar tarafından bildirilmiştir.

Mondal vd (2009) pas hastalığına değişik düzeylerde dayanıklılık gösteren yerfıstığı genotiplerinde ISSR markerlerini kullanarak genetik çeşitliliği belirlemişler ve değerlendirmişlerdir. 21 ISSR markerinin yer aldığı bu moleküler çalışmada 154 ampikon elde edilmiş ve bunların 115'inin polimorfik olduğu bildirilmiştir. Dolayısıyla polimorfizm oranı % 74.67 olarak hesaplanmıştır. Üç bölgelerinde çoklu "GA" ve çoklu "AG" motifleri bulunan primerlerin kullanılması durumunda ise polimorfizm oranı sırasıyla % 74.85 ve % 77.27 olarak belirlenmiştir. Ward metodu kullanılarak elde edilen cluster dendogramda dört tane alt grup elde edilmiş, A ve D gruplarında sırasıyla dayanıklı ve hassas genotipler yer almışlardır. Kruskal-Wallis tek yönlü ANOVA analizi sonrasında UBC 810(540) markerinin pas hastalığına dayanıklılık ile ilişkili olduğu araştırmacılar tarafından ortaya konmuştur.

Khedikar vd (2010) pas hastalığı ile ilişkili QTL'leri belirleyebilmek amacıyla 268 rekombinant inbred hattın yer aldığı bir moleküler çalışma ele almışlardır. 1089 SSR markerin moleküler tarama için kullanıldığı denemede sadece 67 marker polimorfik bulunmuştur. Analizler sonrası oluşturulan linkage haritasında ise 14 linkage grubu yer alırken moleküler ve fenotipik datanın kombinasyonu sonucunda 12 QTL araştırmacılar



tarafından belirlenmiştir. Üç farklı çevreden alınan gözlemlerin yer aldığı çalışmada elde edilen 12 QTL'in fenotipik varyasyonu % 1.70-55.20 oranında açıkladığı ortaya konmuştur. Pas hastalığı ile ilişkili ana QTL'in varyasyona % 6.90-55.20 oranında katkıda bulunduğu da bu çalışma ile rapor edilmiştir.

Mondal ve Badigannavar (2010) pas hastalığı ile ilişkili SSR markerleri tanımlamak aynı zamanda moleküler çeşitliliği incelemek amacıyla 20 yerfistığı genotipini moleküler olarak taramışlardır. Yapılan analizler sonrasında % 76.5'lik bir polimorfizm oranı elde edilmiştir. Cluster analizinde ise % 52 benzerlik gösteren iki ana dal bulunmuştur. Araştırmacılar tek yönlü ANOVA ve basit regresyon analizi sonucunda pas hastalığı ile ilişkili üç SSR marker geliştirmişlerdir.

Mondal vd (2012) pas hastalığına dayanıklı genotipleri laboratuvar koşullarında moleküler olarak belirleyebilmek adına EST-SSR markerler geliştirmişlerdir. Çalışmada NCBI veritabanında yer alan EST'lerden 259 adet EST-SSR marker geliştirilmiş ve daha önce geliştirilen 34 marker ile birlikte hastalıkla ilişkili markeri bulmak ve dayanıklılık genini haritalamak amacıyla kullanılmıştır. Kruskal-Wallis analizi sonucunda Cer2, SSR\_GO340445, SSR\_HO115759, SSR\_GO341324 ve RGC 2 markerleri hastalığa dayanıklılıkla ilişkili olarak belirlenmiştir. Ayrıca bazı markerlerin canlı strese karşı ortaya çıkan protein aktivitesi ile de ilişkili olduğu ifade edilmiştir. Haritalama işleminde ise SSR\_GO340445 ve SSR\_HO115759 markerlerinin hastalığa dayanıklılık genine sırasıyla 1.9 ve 3.8 cM uzaklıkta olduğu bildirilmiştir. Özellikle SSR\_GO340445 markerinin dayanıklılığın belirlenmesinde oldukça başarılı olduğu ifade edilmiştir.

Mondal vd (2012a) kültürü yapılan yerfistığına *Arachis cardenasii* yabani türü ile yapılan melez sonucu aktarılan pas dayanıklılık genini moleküler olarak belirlemişlerdir. Dayanıklı ebeveyn VG 9514 ile hassas ebeveyn TAG 24 melezlemesinden elde edilen 164 rekombinant inbred hat 109 SSR marker ile taranmış ve oluşturulan linkage haritasında 24 linkage grubu bulunmuştur. Linkage haritasının toplam uzunluğunun ise 882.8 cM olduğu ifade edilmiştir. pPGPseq4A05 ve gi56931710 markerleri dayanıklılık genine sırasıyla 4.7 ve 4.3 cM uzaklıkta olarak araştırmacılar tarafından hesaplamıştır. Bu iki markerin dayanıklılık geni ile ilişkisi yapılan diskriminant analizi ile de doğrulanmıştır. Markerlerin yer aldığı moleküler taramada % 99.97 oranında dayanıklı ve hassas genotiplerin ayırt edilebildiği bildirilmiştir. Dolayısıyla yabani melez sonucu elde edilen bu markerlerin dayanıklılığı belirlemede kullanılabileceği rapor edilmiştir.

Kelly vd (2012) pas hastalığına dayanıklı olarak geliştirilen yeni çeşit (Southern) üzerinde fungusit etkisini görmek amacıyla bir ilaç çalışması ele almışlardır. Southern çeşidinin Menzies çeşidiyle kıyaslandığı denemede farklı ilaçlama zamanlarının yer aldığı fungusit kullanılan ve kullanılmayan iki farklı ortam oluşturulmuştur. Yapılan çalışma sonucunda ilaçsız ortamda Southern çeşidinde daha yavaş hastalık gelişimi görülmüştür. 14-21 gün aralığının ise fungusit kullanımı bakımından avantajlı olduğu bildirilmiştir.

Jakkeral vd (2013) yerfistığında pasa dayanıklılık karakterinin kalıtımını belirlemişlerdir. Hassas GPBD-5 genotipi ile dayanıklı GPBD-4, ICGV 86699 ve ICGV 99005 genotiplerinin mezlelendiği çalışmada tüm F<sub>1</sub> genotiplerinin hassas olduğu ifade edilmiştir. Araştırmacılar bu sonuca göre hassaslık karakterinin dayanıklılık karakterine baskın olduğunu belirtmişlerdir. F<sub>2</sub> neslinde hem hassas hem de dayanıklı genotipler elde edilmiş ve ayrıca seçilen bazı dayanıklı F<sub>2</sub> bitkileri dayanıklı GPBD-5 genotipi ile

melezlenmiştir. Açılım sonrası 3:1 (hassas:dayanıklı) oranı elde edilmiştir. F<sub>3</sub> neslinde elde edilen açılım ile de bu oran desteklenmiştir. Sonuç olarak yerfıstığında pas hastalığına dayanıklılığın tek genle kontrol edildiği ortaya konmuştur.

Mondal vd (2014) yerfıstığında pas hastalığına dayanıklılık genini belirleyebilmek adına transposable element marker geliştirdikleri bir moleküler çalışma yürütmüşlerdir. VG 9514 (pas dayanıklı) ve TAG 24 (pas hassas) melezinden elde edilen 164 genotip bu denemede genetik materyal olarak değerlendirilmiştir. Bulk analizinin kullanıldığı çalışmada 243 transposable element çifti pas hastalığına dayanıklılık ile ilişkisi bakımından test edilmiştir. Bu elementlerin içinden 40 primer çifti ebeveynler arasında polimorfik bulunurken, iki transposable element markerinin (TE 360 ve TE 498) hastalığa dayanıklılık ile ilişkili olduğu belirtilmiştir. Yapılan genetik haritalama sonrasında ise TE 360'ın hastalık dayanıklılık genine 4.4 cM uzaklıkta olduğu hesaplanmıştır. Araştırmacılar çalışmada belirlenen markerlerin yerfıstığında pas için marker destekli seleksiyon çalışmalarında kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Gajjar vd (2014) yerfıstığı genotiplerinde pas hastalığı ile ilişkili SSR markerleri belirlemek amacıyla moleküler bir deneme yürütmüşlerdir. Çalışmada pas hastalığı ile ilişkili 22 SSR marker ile 95 yerfıstığı genotipi taranmış ve 16 markerin hastalıkla uyumlu olduğu ifade edilmiştir. 30 yabancı *Arachis* türünde yapılan moleküler analizde ise markerlerin çok düşük etkinlik gösterdiği bildirilmiştir. Hastalıkla ilişkili en fazla marker, linkage grup 3 (sekiz SSR) ve linkage grup 4 (üç SSR)'te yer almıştır. Markerler ile dayanıklılık arasındaki zayıf ilişki analizler sonucu elde edilen Cluster analizinde de görülmüştür.

Jakkeral vd (2014) rekombinant inbred hatları kullandığı denemelerinde pas hastalığına dayanıklılığı sağlayan geni marker yoluyla belirlemek amacıyla moleküler bir çalışma yürütmüşlerdir. Hassas ebeveyn (GPBD-5) ve dayanıklı ebeveyn (GPBD-4) melezinden geliştirilen F<sub>6</sub> mapping popülasyonu ve üç geri melez popülasyonu genetik materyal olarak moleküler marker geliştirmede kullanılmıştır. Çalışma sırasında hastalığa dayanıklılık bakımından rekombinantlar arasında önemli derecede fark olduğu araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir. F<sub>6</sub> ve geri melez popülasyonlarında hastalığa dayanıklılık karakterinin yüksek kalıtım derecesi ve genetik ilerleme gösterdiği ayrıca belirlenmiştir. Moleküler çalışmalarda bulk analizi sonrasında TC5A06 markerinin pas hastalığına dayanıklılık karakteri ile ilişkili olduğu ifade edilmiştir.

Yeri vd (2014) pasa dayanıklılık ile ilişkili QTL bölgelerini belirleyebilmek amacıyla heterojenik inbred bitkilerden near isogenic hatlar (NIL) geliştirmişlerdir. Çalışmada pas hastalığına dayanıklı GPBD 4 çeşidi ile hassas TAG 24 ve TG 26 çeşitlerinin yer aldığı iki ayrı melez sonucunda elde edilen bitkiler pasa dayanıklılık bakımından skorlanmıştır. Pasa dayanıklı near isogenic hatların GPBD tip allel taşıırken hassas near isogenic hatların TAG 24 ve TG 26 tip allel taşıdığı belirtilmiştir. Bu allellerin pasa dayanıklılık bölgesi ile ilişkili üç SSR lokusta (IPAHM103, GM1536 and GM2301) yer aldığı ifade edilmiştir. Araştırmacılar geliştirilen NIL popülasyonunun pasa dayanıklılığı haritalamada ve analiz etmede yarar sağlayacağını rapor etmişlerdir.

Varshney vd (2014) üç elit hat (ICGV 91114, JL 24 ve TAG 24) ve GPBD 4 genotiplerine, pasa dayanıklılık ile ilişkili ve fenotipik varyasyonun %82.62'sini açıklayan AhXV linkage grubundaki QTL bölgesini melezleme yoluyla aktarmayı amaçlayan bir çalışma yürütmüşlerdir. Denemede bir dominant (IPAHM103) ve üç

kodominant (GM2079, GM1536, GM2301) markerin kullanılması ile marker destekli seleksiyon yapılmış ve böylelikle melezlerin takibi sağlanmıştır. Yapılan 2-3 geri mezleme ile üç mezlemeden 200 hat geliştirilmiş ve bunlardan 81 tanesi tarla koşullarında pas hastalığına dayanıklı olarak belirlenmiştir. Hassas kontrollerle kıyaslandığında bu dayanıklı hatların verim bakımından % 56-96 oranında avantaj sağladığı ifade edilmiştir. 43 hattın moleküler olarak 13 marker ile taranması sonucunda ise 11 dayanıklı hattın hedeflenen QTL bölgesini taşıdığı rapor edilmiştir.

Sukruth vd (2015) geliştirmiş oldukları dört RIL ve üç geri melez popülasyonunu birçok moleküler marker ile pas hastalığına dayanıklılık bakımından analiz etmişlerdir. Araştırmacılar tarla gözlemlerini marker skorları ile kıyaslayarak marker validasyonu yaptıkları çalışmalarında GM2009, GM2301, GM2079, GM1536, GM1954 ve IPAHM103 markerlerini hastalığa dayanıklılık ile istatistiki olarak ilişkili bulmuşlardır.

Sudini vd (2015) ele aldıkları dayanıklılık çalışmasında ICRISAT mini kor koleksiyonunu pas hastalığına dayanıklılık bakımından analiz etmişlerdir. Tarla şartlarında yürütülen çalışmada 10 genotip dayanıklı, 115 genotip orta derecede dayanıklı ve 59 genotip ise hassas olarak karakterize edilmiştir.

### **2.3. Yerfıstığında Geç Yaprak Beneklenmesi Hastalığına Karşı Yürütülen Dayanıklılık Çalışmaları**

Yerfıstığında iki farklı fungus, *Cercospora arachidicola* (erken yaprak beneklenmesi) ve *Cercosporidium personatum* (geç yaprak beneklenmesi), yaprak beneklenmesi hastalığına sebep olmaktadır. Bu iki hastalığın semptomlarını birbirinden ayırmak ise bazen oldukça zordur. Erken yaprak beneklenmesinde yaprak üzerinde etrafi sarı bir halka ile çevrili kahverengi lezyonlar görülür ve bu semptomlar ekimden yaklaşık 30 gün sonra ortaya çıkar. Geç yaprak beneklenmesi daha yaygın olmakla birlikte erken yaprak beneklenmesinden farklı olarak koyu kahverengi-siyah sporlar meydana getirir ve çoğunlukla yaprağın alt kısmında oluşur. Geç yaprak beneklenmesine neden olan patojen *Cercosporidium personatum* (Berk. & M.A. Curtis) Deighton (1967) olmakla birlikte *Cercospora personata* (Berk. & M.A. Curtis) Ellis (1885), *Cercosporiopsis personata* (Berk. & M.A. Curtis) Miura (1928), *Cladosporium personatum* Berk. & M.A. Curtis (1875), *Passalora personata* (Berk. & M.A. Curtis) S.A. Khan & M. Kamal (1961), *Phaeoisariopsis personata* (Berk. & M.A. Curtis) Arx (1983), *Septogloeum arachidis* Racib. (1898) ve *Mycosphaerella berkeleyi* W.A. Jenkins (1938) tür isimleri de sinonim olarak literatürde yer almaktadır. Erken yaprak beneklenmesinde olduğu gibi geç yaprak beneklenmesi de yaprak dökülmesine ve verim kaybına neden olmaktadır. Ancak hastalık etkisi geç yaprak beneklenmesinde daha yıkıcıdır (Liao ve Holbrook 2007). Sıcaklığın 25-30 °C olduğu ve yüksek nem fungus enfeksiyonu ve hastalığın gelişmesi için oldukça uygun ortamlardır (McDonald vd 1985). İlk lezyonlar normal olarak toprak yüzeyine yakın en yaşlı yaprak üzerinde görülür ve oluşan conidialar rüzgâr, yağmur ve böcekler ile yakındaki yapraklara taşınırlar. Uygun koşullar olduğu sürece hastalığın ilerlemesi tüm yetiştirme sezonu boyunca devam eder ve yaprakların tamamının dökülmesine kadar ilerleyebilir (McDonald vd 1985). Hastalıkla mücadelede fungisit kullanımı yaygındır ve bu şekilde hastalık etkisi % 10'a kadar indirilebilmektedir. Ancak fungisit kullanımının yaygın olmadığı bölgelerde kayıplar % 50'lere ulaşabilmektedir. Hastalıkla mücadelede bir diğer yöntem ise geç yaprak beneklenmesine dayanıklı genotiplerin geliştirilmesidir. Çin'de yapılan çalışmalarda 5700 genotip içerisinde sadece 53 genotip geç yaprak

beneklenmesine dayanıklı olarak belirlenmiştir (Liao 2003). Peru'da ise çalışılan koleksiyondan 69 genotipin hastalığın dayanıklı olduğu ifade edilmiştir (Singh vd 1997). Bu karakterizasyonlara ilaveten hastalıkla mücadele etmek ve dayanıklı yeni genetik kaynakları belirlenmek amacıyla farklı genotiplerin yer aldığı çok sayıda geleneksel ve moleküler dayanıklılık çalışması yürütülmüştür.

Kornegay vd (1980) yerfistığında geç yaprak beneklenmesine dayanıklılığın kalıtımı üzerine yaptıkları çalışmada altı farklı Virginia tipi yerfistığı genotipini genetik materyal olarak kullanmışlardır. Melezleme sonucu elde edilen F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> ve ebeveyn hatlar tarla koşullarında denemeye alınmıştır. Genel kombinasyon yeteneği özelliğinin kullanıldığı çalışmada minimal yaprak dökülme karakterinin eklemeli gen etkisi altında olduğu ifade edilmiştir. Ebeveyn hatlardan NC-GP 343 ve NC 5 geç yaprak beneklenmesine dayanıklı NC 3033 ise hastalığa karşı hassas olarak belirlenmiştir.

Subrahmanyam vd (1982) belirlemiş oldukları yerfistığı genotiplerinde geç yaprak beneklenmesi hastalığına karşı dayanıklılığı hem tarla hem sera koşullarında bir çalışma ile test etmişlerdir. Araştırmacılar çalışmaları sonunda bitkileri hastalığa dayanıklılık bakımından karakterize etmede kullanılan lezyon çapı, yaprak dökülme oranı ve sporulasyon karakterlerinin tarla koşullarında hastalık skorları ile önemli derecede korelasyon gösterdiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca ön gözlem ile seçilen genotipler daha sonraki aşamalarda takip edilmiş ve çok sayıda geç genotip yaprak beneklenmesine dayanıklı olarak raporlanmıştır.

Jogloy vd (1987) yerfistığında geç yaprak beneklenmesine dayanıklılığın ve bazı agronomik karakterlerin kalıtımı üzerine bir çalışma yürütmüşlerdir. 5 adet hastalık dayanıklı ana ve 4 adet babanın yer aldığı melez programından elde edilen 20 F<sub>2</sub> popülasyonu bu denemede genetik materyal olarak kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda agronomik karakterler ve hastalığa dayanıklılık bakımından genel kombinasyon yeteneğinin istatistiki olarak yüksek olduğu ifade edilmiştir. Tohum kabuğu ve tohum boyu karakterlerinin ise yüksek özel kombinasyon yeteneğine sahip olduğu bildirilmiştir. Baba ebeveynler arasında NC 6 ve NC 7 genotipleri agronomik özellikler ve geç yaprak beneklenmesine dayanıklılık bakımından öne çıkmışlardır. Ana ebeveynler arasında ise dayanıklılık bakımından istatistikî olarak fark bulunamamıştır. Korelasyon analizi sonrasında hastalığa dayanıklılık karakterinin azalan lezyon sayısı, azalan lezyon genişliği ve azalan spor üretimi ile doğru orantılı olduğu ifade edilmiştir. Hastalığa dayanıklılık bakımından geniş anlamlı kalıtım derecesi en yüksek 0.68 olarak belirlenirken, dar anlamlı kalıtım derecesi en yüksek 0.128 olarak araştırmacılar tarafından ortaya konmuştur. Çalışma sonunda hastalığa dayanıklılık bakımından F<sub>2</sub> popülasyonunda seleksiyonun efektif olmadığı belirtilmiştir.

Bourgeois vd (1991) gelişim, verim ve tohum kalitesi gibi karakterlerin geç yaprak beneklenmesi hastalığından ne derecede etkilendiğini araştırmak amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Yapılan denemede kuru madde birikimi, yaprak alan indeksi ve kapsül üretimi karakterleri fungusit uygulanan ve uygulanmayan tarlalarda değerlendirilmişlerdir. Denemenin ilk yılında kuru yaprak ağırlığı, yaprak alan indeksi ve toplam kuru ağırlık karakterleri ekimden 93 gün sonrasında genotipler arasında istatistiki olarak fark gösterirken, ikinci yılda ise ekimden 78 gün sonra bu karakterler adına önemli farklılık görülmüştür. Verim bakımından ise Florunner genotipinde ilk yıl % 37, ikinci yıl ise % 46 oranında azalma olduğu bildirilmiştir.

Ouedraogo vd (1994) türler arası melezleme ile elde edilen 19 yerfistiği genotipinde hem geç yaprak beneklenmesine dayanıklılığı belirlemek hem de agronomik performansı değerlendirmek üzere bir çalışma ele almışlardır. Üç yıl boyunca tarla koşullarında yürütülen bu denemede gözlem olarak her iki haftada bir hastalık skoru alınmıştır. Alınan gözlemler ile hastalık ilerleme eğrisi (AUDPC) ve verim kayıpları hesaplanmıştır. Analizler sonucunda hastalığa dayanıklılık bakımından genotipler arasında istatistik olarak fark gözlenmiş olup verim bakımından fungusit uygulanmayan genotiplerin yaklaşık % 50 daha az verime sahip olduğu rapor edilmiştir.

Smith vd (1995) Georgia kentinde ıslah edilen ileri hatlarda ve Runner pazar tipine ait çeşitlerde verim ve geç yaprak beneklenmesine dayanıklılık bakımından üç ayrı ıslah programı yürütmüşlerdir. 9 ileri hat ve Florunner, Georgia Runner, GK-7, Southern Runner ve Sunrunner çeşitlerinin genetik materyal olarak yer aldığı çalışmada fungusitin kullanılmadığı deneme ile birlikte iki farklı zaman aralığında (14 gün ve 28 gün) diniconazole fungusiti kullanılmıştır. Hastalık skorlaması 1-10 şeklinde araştırmacılar tarafından yapılmıştır. Fungisit kullanılmadığı denemede Southern Runner ve GaT-2566 genotipleri önemli derecede geç yaprak beneklenmesine dayanıklılık göstermiştir. Fungisit kullanılan denemelerde Georgia Runner çeşidi istatistik olarak diğer genotiplere kıyasla yüksek verime sahip olarak bulunmuştur. Georgia Runner, Southern Runner, GK-7, GaT-2566, Sunrunner ve Florunner genotiplerine ait ortalama verimin ise sırasıyla 5111, 4497, 4433, 4404, 4377 ve 4022 kg/ha olduğu araştırmacılar tarafından ifade edilmiştir.

Motagi vd (1996) geç yaprak beneklenmesi hastalığına dayanıklı genotipleri elde etmek amacıyla mutasyon ıslahı metodunu kullanmışlardır. Çalışmada Valencia 1 genotipine EMS uygulanmış ve çok sayıda mutata hat belirlenmiştir. Bu mutantlardan 28-2, 45 ve 110 numaralı genotipler hastalığa dayanıklı ve yüksek verimli olarak karakterize edilmiştir. Araştırmacılar çalışmaları sonucunda geç yaprak beneklenmesi ile mücadelede dayanıklılığın verim ve kalite gibi faktörleri sınırladığını ancak en iyi mücadele yönteminin dayanıklı genotiplerin geliştirilmesi olduğunu ifade etmişlerdir.

Grichar vd (1998) dört farklı hastalıkla mücadele programını farklı yerfistiği genotiplerini kullanarak uygulamışlar ve en uygun fungusit ve uygulama zamanını belirlemeye çalışmışlardır. Denemede tebuconazole ve chlorothalonil fungusitleri 14, 21 ve 28 günde bir kullanılmıştır. Ayrıca fungusitlerin kullanılmadığı bir programda uygulanmıştır. Ağır hastalık koşulları altında fungusit uygulanmadığında Southern Runner ve Georgia Browne çeşitlerinin Florunner, GK-7 ve Georgia Runner çeşitlerine oranla hastalığa karşı daha hassas olduğu bildirilmiştir. 14 günde bir uygulamada ise 21 ve 28 günde bir uygulamaya göre daha az hastalık belirtisine rastlanmış ancak her üç uygulama tarihi arasında verim bakımından bir fark olmadığı araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir.

Motagi vd (2000) mutant yerfistiği genotiplerini kullandığı çalışmalarında geç yaprak beneklenmesine dayanıklılığın kalıtımını ele almışlardır. Metot olarak hastalığa dayanıklı mutant genotip VL 1-45, hassas genotip VL 1 ve ebeveyn hat DER ile üçlü kombinasyon şeklinde melezlenmiştir (VL 1-45 x VL 1, VL 1-45 x DER ve VL 1 x DER). Çalışmada elde edilen tüm F<sub>1</sub>'lerin orta derecede dayanıklılık değerlerine sahip olduğu araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Açılım sonrası F<sub>2</sub>'de DER ile melezlenen genotiplerin mutasyon etkisinden dolayı elemine olduğu ifade edilmiş olup dayanıklılık

karakterinin resesif genler tarafından kontrol edildiği bu çalışma sonucunda raporlanmıştır.

Pande vd (2001) yabancı *Arachis* türlerinde geç yaprak beneklenmesine karşı dayanıklılığı test etmek amacıyla bir sera çalışması yürütmüşlerdir. 74 yabancı genotipin yer aldığı bu denemede hastalığa hassas olan TMV 2 genotipi kontrol olarak kullanılmıştır. Genotipler yapraklarında meydana gelen hasar bakımından 1-9 skalasına göre skorlanmış ve değerlendirilmiştir. *A. hoehmei* ve *A. duranensis* türlerine ait sırasıyla ICG 8190 ve ICG 13199 genotipleri iki tekerrürlü yapılan bu çalışmada hiçbir semptom göstermemişlerdir. Buna ilaveten, 26 genotip dayanıklı olarak sınıflandırılırken, 10 genotip orta derecede dayanıklı ve geriye kalan 36 genotip hassas olarak belirlenmiştir. Denemede *A. monticola* türüne ait 4 genotipinde hassas olarak karakterize edildiği bildirilmiştir.

Dwivedi vd (2002) türlerarası melezleme sonucu elde edilen 15 genotipi geç yaprak beneklenmesine dayanıklılık bakımından tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak test etmişlerdir. Yaprak başına lezyon sayısı, lezyon çapı, sporulasyon indeksi, hasarlı yaprak alanı ve hastalık skoru denemede kullanılan genotipleri karakterize etmede kullanılmışlardır. Alınan gözlemler sonucunda ICGV 99006, ICGV 99013, ICGV 99004, ICGV 99003 ve 99001 genotipleri hastalığa dayanıklı olarak belirlenmiş ve yürütülecek ıslah çalışmalarında ebeveyn olarak kullanılabilceği ifade edilmiştir.

Culbreath vd (2002) benomyl ve chlorothalonil fungusitlerinin yerfistüğünde geç yaprak hastalığı üzerinde etkilerini incelemek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. İki yıl boyunca tarla koşullarında yürütülen denemede fungusitler sıra ile direk uygulama, karıştırarak uygulama ve sıra ile bloklara uygulama gibi 3 farklı tarzda bitkilere uygulanmış ve elde edilen sonuçlar tam sezon uygulama ile karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda karışım uygulaması ile sıra ile uygulamanın tüm sezon uygulamaya göre geç yaprak beneklenmesi hastalığı üzerinde daha etkin olduğu sonucu elde edilmiştir. Araştırmacılar ayrıca yaptıkları çalışmada tüm sezon boyunca sadece benomyl fungusitinin uygulanması durumunda hastalıkla mücadelenin mümkün olmadığını da ifade etmişlerdir.

Pande vd (2002) geç yaprak beneklenmesine dayanıklılığı belirlemede hangi karakterlerin kullanılması gerektiği ile ilgili bir araştırma yapmışlardır. Beş adet türler arası melezin ve iki hassas çeşidin kullanıldığı denemede hem tarla hem de sera koşullarında testleme işlemleri yapılmıştır. Türler arası melez sonucu elde edilen tüm genotiplerin hem tarla hem de sera ortamında istatistiki olarak daha uzun inkübasyon ve latent süresine, düşük lezyon sayısına, lezyon sıklığına, küçük lezyon çapına ve daha az hasarlı yaprak alanına sahip olduğu araştırmacılar tarafından ortaya konmuştur. Korelasyon analizi sonucunda ise inkübasyon süresi ve latent periyot arasında önemli bir pozitif korelasyon görülürken, bu karakterler lezyon sayısı, lezyon sıklığı, lezyon çapı, sporulasyon indeksi, hasarlı yaprak alanı ve yaprak dökülmesi karakterleri ile negatif korelasyon göstermiştir. Araştırma sonucunda latent periyot, lezyon çapı, sporulasyon indeksi ve yaprak dökülme oranı karakterleri geç yaprak beneklenmesine dayanıklılığı belirlemede ana bileşenler olarak belirlenmiştir.

Kishore vd (2005) geç yaprak beneklenmesi hastalığı ile mücadelede chitinolytic bakterisini kullanarak hastalık patojenini biyolojik olarak kontrol altına almayı

amaçlayan bir deneme yürütmüşlerdir. Çalışmada bakteri koleksiyonundan seçilen ve antifungal etkiye sahip *Bacillus circulans* GRS 243 ve *Serratia marcescens* GPS 5 bakterileri spreyleyici şekilde hastalığa yakalanmış bitki yapraklarına uygulanmıştır. Araştırma sonucunda kitin eklemeli uygulamalarda bakterilerin hastalığın biyolojik kontrolünü sağlamada başarılı olduğu ifade edilmiştir. Buna ilaveten GRS 243 ve GPS 5 bakterilerinin tarla koşullarında kontrol grubuna kıyasla sırasıyla % 62 ve % 75 oranında verim artışını sağladığı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir.

Mace vd (2006) geç yaprak beneklenmesine dayanıklılığı moleküler seviyede karakterize edebilmek amacıyla SSR analizi yürütmüşlerdir. Metot olarak, 23 SSR marker geç yaprak beneklenmesine farklı derecelerde dayanıklılık gösteren 22 yerfıstığı genotipini taramada kullanılmıştır. 23 lokusun gözlemlendiği bu tarama sonrasında 12 SSR marker (% 52) polimorfizm göstermiştir. Bu çalışmada elde edilen polimorfizm oranı ise yerfıstığında ilk çalışma olarak raporlanmıştır. Çalışmada ayrıca çok yönlü skala ve cluster analizleri yürütülmüş ve üç farklı grup elde edilmiştir. Kullanılan AMOVA ve Kruskal-Wallis analizleri belirlenen SSR markerlerin hastalığı haritalamada kullanılabileceği ifade edilmiştir.

Kishore vd (2007) esansiyel yağların ve bileşenlerinin geç yaprak beneklenmesi hastalığı üzerindeki anti-fungal aktivitelerini değerlendirmişlerdir. Karanfil yağı, tarçın yağı ve beş temel yağ bileşeninin (citral, eugenol, geraniol, limonene ve linalool) kullanıldığı çalışmada tarçın yağı, karanfil yağı ve citral kullanımında (0.01 % vol/vol) *Phaeoisariopsis personata* patojenine ait sporların inhibe olduğu bildirilmiştir. Temel yağ bileşenlerinden limonene ve linalool ise çok az antifungal etki göstermişlerdir. Karanfil yağının (% 1 vol/vol) inokülasyondan 10 dakika önce spreyleyici şekilde kullanımında hastalık etkisinin yaklaşık % 58 oranında azaldığı da çalışmada raporlanmıştır.

Nobile vd (2008) geç yaprak beneklenmesine neden olan patojenin ilk enfeksiyonu sırasında bitki savunmasında görev alan genleri belirleyebilmek adına moleküler bir çalışma yürütmüşlerdir. Hastalığa dayanıklı iki genotipin yer aldığı denemede cDNA macroarray tekniği kullanılmıştır. Yapılan gen ekspresyon analizleri sonrasında 700'den fazla EST'nin patojenin ilk enfeksiyonunda görev aldığı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir.

Woodward vd (2008) hem geç yaprak beneklenmesine dayanıklı genotipleri belirleyebilmek hem de fungisit kullanımında ortaya çıkabilecek farklılıkları saptamak amacıyla sulanan ve sulanmayan tarlalarda bir deneme yürütmüşlerdir. Pyraclostrobin, tebuconazole, azoxystrobin gibi farklı fungisitlerle yapılan çalışmada tüm fungisitlerin hem sulanmış hem de sulanmamış tarlalarda benzer seviyede etkili olduğu ifade edilmiştir. Azaltılmış fungisit uygulanmasının ise ekonomik olarak daha az katkı verdiği belirtilmiştir. Kullanılan genotipler kıyaslandığında Georgia-03L ve Georgia-01R çeşitlerinde en düşük yaprak lekesi semptomu görülmüştür.

Mondal vd (2008) yerfıstığında geç yaprak beneklenmesi hastalığına dayanıklı genotipleri belirleyebilmek adına moleküler bir çalışma ele almışlardır. Araştırmacılar ayrıca en etkin marker yöntemini tespit edebilmek amacıyla RAPD ve ISSR marker yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Hastalığa karşı farklı reaksiyonlara sahip 19 yerfıstığı genotipinin yer aldığı denemede 17 RAPD ve 21 ISSR primeri kullanılmış ve sırasıyla 119 ve 153 amplikon elde edilmiştir. RAPD marker ile edilen amplikonlardan 56 tanesi polimorfik iken bu sayı ISSR için 114 olarak bulunmuştur. Polimorfizm oranı bakımından

ise ISSR (% 74.5) markerin, RAPD markere (% 47.1) kıyasla daha yüksek bir değere sahip olduğu ifade edilmiştir. Beklenen heterozigotluk, efektif multipleks oranı (EMR) ve marker indeksi (MI) bakımından ISSR markerin RAPD markere göre önemli derecede yüksek değere sahip olduğu belirlenmiştir. RAPD ve ISSR matrisi düşük bir korelasyon gösterirken ( $r=-0.125$ ), RAPD+ISSR matrisi ile RAPD ( $r=0.71$ ) ve ISSR ( $r=0.75$ ) arasında önemli bir korelasyon gözlenmiştir. Kümeleme analizi bakımından ise RAPD ile edilen dendogramın geç yaprak beneklenmesine dayanıklılık karakteri ile daha uyumlu olduğu araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir.

Defensinler küçük pozitif yüklü mikrobiyal peptidlerdir ve birçoğu antifungal aktivite gösterirler. Anuradha vd (2008) yaptıkları biyoteknolojik çalışmada hardal bitkisinde defensin sentezinden sorumlu gen bölgesini klonlamışlar ve yerfıstığı bitkisine aktarmışlardır. Bu gen bölgesinin *Raphanus sativus* bitkisine ait defensin sentezinden sorumlu genler (RsAFP-1 ve RsAFP-2) ile % 90 oranında benzerlik gösterdiği araştırmacılar tarafından belirtilmiştir. Klonlanan gen bölgesinin yerfıstığına aktarılması sonrasında transjenik yerfıstığı genotiplerinin geç yaprak beneklenmesine karşı dayanıklılık gösterdiği ifade edilmiştir.

Fávero vd (2009) sahip oldukları yabani ve kültür yerfıstığı genotiplerinde geç yaprak beneklenmesi hastalığına dayanıklı bireyleri belirleyebilmek amacıyla laboratuvar koşullarına bir çalışma yürütmüşlerdir. Sıcaklığın 25 °C ve fotoperiyodun 10 saat ışık / 14 saat karanlık olduğu deneme ortamında 20-42 gün boyunca yabani ve kültür yerfıstığı genotiplerine inokülasyon işlemi araştırmacılar tarafından uygulanmıştır. Çalışma sonrasında çoğu yabani türün *A. hypogaea* türüne ait genotiplerden daha dayanıklı olduğu ifade edilmiştir. *A. hypogaea* türünün muhtemel atası olduğu iddia edilen *Arachis monticola* türü ise diğer yabani türlere kıyasla geç yaprak beneklenmesi hastalığına daha hassas olarak belirlenmiştir. Çalışma sonunda yabani genotiplerin dayanıklılığın aktarılmasında birer ebeveyn olarak kullanılabileceği araştırmacılar tarafından bu çalışma ile raporlanmıştır.

Culbreath vd (2009) geç yaprak hastalığı ile mücadelede yeni kullanılmaya başlanılan penthiopyrad fungisitinin hastalık üzerinde etkisini belirleyebilmek amacıyla üç yıl boyunca tarla koşullarında farklı dozlarda ilaç uygulama denemesi yürütmüşlerdir. Çalışmada elde edilen sonuçlar ise standart fungistler olan chlorothalonil, tebuconazole ve azoxystrobin ile kıyaslanmıştır. Araştırmacılar hektara 0.2 kg AI penthiopyrad kullanılması durumunda hastalık etkisinin diğer standart fungisitlerle aynı olduğunu belirtmişlerdir. Benzer şekilde elde edilen verimin standartlar ile benzer ya da daha yüksek olduğu araştırmacılar tarafından ortaya konmuştur.

Chapin vd (2010) sahip oldukları Virginia tipi yerfıstıklarının tarla koşullarında geç yaprak beneklenmesine dayanıklılık bakımından ele almışlardır. Üç yıl boyunca yürütülen denemede 47 Virginia tipi ıslah hattı ve 8 ticari çeşit genetik materyal olarak kullanılmıştır. İlk yıl elde edilen verilerde toplamda 4 hat ve çeşidin (Bailey, N03088T, GA-03L ve N03090T) kontrolden (NC-V 11) daha az yaprak dökülmesi gösterdiği ifade edilmiştir. Denemenin ikinci yılında 3 hattın (GA-03L, Bailey ve N03088T) geç yaprak beneklenmesi hastalığına kontrolden daha dayanıklı olduğu araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir. Son yılda ise hiçbir genotip çok dayanıklı olarak belirlenmemiştir. Sonuç olarak, araştırmacılar yaptıkları denemede sahip oldukları hatların geç yaprak beneklenmesine karşı istenen derecede dayanıklılık göstermediğini bildirmişlerdir.



Mondal ve Badigannavar (2010) moleküler çeşitliliği belirleyebilmek ve geç yaprak beneklenmesine dayanıklılık ile ilişkili SSR markerleri geliştirebilmek amacıyla 20 yerfıstığı genotipini kullanarak bir moleküler çalışma yürütmüşlerdir. Denemede 26 primerin kullanılması sonucunda 136 bant elde edilirken bunlardan 104 tanesi polimorfik olarak bulunmuştur. Cluster analizi (UPGMA) sonrasında % 52'lik benzerlik oranına sahip iki ana grup elde edilmiştir. Kruskal-Wallis, ANOVA ve regresyon analizleri sonucunda ise dört adet SSR markerin geç yaprak beneklenmesine dayanıklılık ile ilişkili olduğu araştırmacılar tarafından ortaya konmuştur.

Bitki boyu, verim ve verim unsurları, kalite, bazı hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılık gibi birçok karakter kantitatif olarak kontrol edilmektedir. Kantitatif özelliklerin gen bölgeleri ise QTL (quantitative trait loci) olarak adlandırılmaktadırlar. Bu genlerin genom içerisinde nerede olduklarını bilmek bitki ıslahı çalışmaları açısından oldukça önemlidir (İşçi 2008). Geç yaprak beneklenmesine dayanıklılık birçok gen tarafından kontrol edilmektedir. Khedekar vd (2010) yaptıkları moleküler analiz ile geç yaprak beneklenmesi hastalığına dayanıklılık karakteri ile ilişkili QTL bölgelerini belirlemeye çalışmışlardır. TAG 24 X GPBD 4 melezine ait 268 rekombinant inbred hattın genetik materyal olarak kullanıldığı çalışmada genotipler 1089 SSR markeri ile taranmış ve % 6.15 oranında bir polimorfizm elde edilmiştir. Bu markerlerin kullanılması ile 56 SSR lokusun yer aldığı 14 linkage grubunun bulunduğu bir linkage haritası oluşturulmuştur. Genotipik ve 3 farklı çevreden alınan fenotipik data kullanılması sonucunda ise geç yaprak beneklenmesi için 11 QTL (fenotipik varyasyonu % 1.7-6.5 oranında açıklıyor) belirlenmiştir.

Singh vd (2011) detaylı fizyolojik analizin bitki-hastalık etkileşimini anlamada ve çeşit geliştirme sürecinde önemli olabileceğini ifade etmişlerdir. Araştırmacılar yürütmüş oldukları deneme ile yerfıstığı genotiplerinin geç yaprak beneklenmesi hastalığına yakalanması durumunda büyüme, fotosentez ve verim gibi komponentlerin değişimlerini incelemişlerdir. York ve Carver çeşitlerinin yer aldığı çalışmada fungusit uygulanan ve uygulanmayan iki farklı ortam oluşturulmuştur. Hastalık etkisi (1-10 skalası), lezyon alanı, yaprak yaşam süresi, toplam fotosentez, bitki büyüme ve kapsül verimi karakterleri hastalığın etkilerini belirleme sürecinde kullanılmıştır. Oluşan lezyon bakımından York çeşidinde Carver çeşidinde kıyasla % 30 daha az etki gözlenmiştir. Fungisit kullanıldığı bloklarda verim her iki genotip adına da artmıştır. Toplam fotosentez ölçümlerinde York çeşidinde daha fazla negatif etki görülmüştür. Araştırmacılar, hastalık sürecinde fizyolojik özelliklerin sürdürülmesi durumunda verimin artabileceğini sonuç olarak rapor etmişlerdir.

Singh vd (2011a) geç yaprak beneklenmesi hastalığına karşı farklı dayanıklılık seviyesi gösteren iki yerfıstığı genotipinde hastalığa yakalanma durumunda meydana gelebilecek fotosentetik değişimleri ele almışlardır. İki yıl boyunca yürütülen denemede CO<sub>2</sub> asimilasyon oranı ve yaprak dökülme hızı karakterleri hastalık etkisinde incelenmiştir. Çalışma sonunda hastalık durumunda York çeşidinde Carver çeşidine kıyasla daha yavaş yaprak yaşlanması görülmeye rağmen, her iki çeşitte benzer CO<sub>2</sub> asimilasyon oranı gözlenmiştir. Araştırmacılar bu karışık durumun her iki genotipteki lezyon farklılıklarından kaynaklandığını ifade etmişlerdir.

Gremillion vd (2011) geç yaprak beneklenmesi hastalığına dayanıklı, yüksek verimli yerfıstığı genotiplerini belirleyebilmek amacıyla hem Bolivya hem ABD'de tarla

çalışmaları yürütmüşlerdir. İki ülkede altı lokasyonda yapılan denemelerde Bayo Grande, MDR-98, üç ıslah hattı, C-99R ve Georgia Green genotipleri split-blok düzeninde tarlaya ekilmiştir. Metot olarak fungusit kullanılmayan ve iki tebuconazole fungusiti kullanılan üç farklı uygulama gerçekleştirilmiştir. Çalışma ölçümleri sonunda yaprak dökülme yüzdesine ait hastalık ilerleme eğrisi (AUDPC) Bolivya'da yürütülen denemelerde ABD'de yürütülen denemelere göre daha düşük bir değer göstermiştir. Hastalık oluş sıklığı karakteri adına oluşturulan AUDPC için ise her iki bölgede benzer değerler kaydedilmiştir. Genotipler değerlendirildiğinde Bolivya'da yetiştirilen ıslah hatlarının iyi dayanıklılık gösterdiğine dair bir bulgu elde edilememiştir. Verim bakımından ise ABD'de yapılan denemede ıslah hatları diğer genotiplere kıyasla daha yüksek değerler göstermişlerdir. Kullanılan fungusitin etkinliği bakımından Bolivya'da fungusitin daha baskılayıcı olduğu ayrıca rapor edilmiştir.

Shoba vd (2012) yürütmüş oldukları moleküler çalışmada yerfıstığına geç yaprak beneklenmesine dayanıklılık ile ilişkili SSR markerleri geliştirmişlerdir. Araştırmacılar denemelerinde geç yaprak beneklenmesine hassas genotip TMV 2 ile dayanıklı genotip COG 0437'yi melezlemişler ve elde ettikleri F<sub>2</sub> popülasyonunu marker analizi için kullanmışlardır. F<sub>2:3</sub> generasyonu ise fenotipik veri almak amacıyla değerlendirilmiştir. Ebeveynler 77 SSR marker ile taranmış ve polimorfik markerler belirlenmeye çalışılmıştır. Kullanılan bu markerler içerisinde dokuz primer TMV 2 ve COG 0437 genotipleri arasında polimorfik bulunmuştur. Yapılan bulk işleminin ardından ise seçilen üç primerin (PM 375<sub>162</sub>, pPGPseq5D5<sub>220</sub> ve PM 384<sub>100</sub>) dayanıklı ve hassas bulkları ve genotipleri ayırabildiği ifade edilmiştir. Bu markerler ile fenotipik varyasyonun % 32-59 oranında açıklandığı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir.

Li vd (2012) ABD ve Çin'den almış oldukları yerfıstığı genotiplerini geç yaprak beneklenmesi hastalığına dayanıklılık bakımından iki yıl boyunca tarla koşullarında değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar her iki deneme yılında genotipler arasında yaprak dökülme karakteri bakımından % 10-% 97 oranında bir varyasyon elde etmişlerdir. C689-2, Georgia-01R, C12-3-114-58, C11-154-61, Tifguard and Georganic genotipleri hastalığa karşı dayanıklı olarak belirlenirken, NC-6, Spancross, GT-C9, GTC20 ve PE-2 genotipleri ise çalışmada hassas olarak karakterize edilmiştir. Çin kökenli üç genotip ise hastalığa karşı hassas olarak belirlenmiştir.

PR proteinleri, PR-5 ve defensins fungal patojenleri için antifungal proteinlerdir. Vasavirama ve Kirti (2012) yürütmüş oldukları biyoteknolojik çalışma ile bu proteini kodlayan genler olan SniOLP (*Solanum nigrum* osmotin-like protein) and Rs-AFP2 (*Raphanus sativus* antifungal protein-2) genlerini 35S promotörü kullanarak yerfıstığı genotipine aktarmışlardır. Yapılmış olan PCR, RT-PCR ve Southern hybridization teknikleri ile de genlerin başarılı şekilde aktarıldığı ortaya konmuştur. Böylelikle transjenik yerfıstığı genotiplerinde patojene dayanıklılık sağlanmıştır. Transjenik bitkide aktarılan genlerin eksprese olduğu durumda ise yapraktaki lezyon genişliklerinde azalma ve hastalık oluşumunda yavaşlama araştırmacılar tarafından gözlenmiştir.

Kelly vd (2012) Avustralya'da yeni geliştirilen yerfıstığı çeşidinin (Sutherland) geç yaprak beneklenmesine dayanıklılığını yürütmüş oldukları fungusit denemesiyle ele almışlardır. Queensland bölgesindeki iki bölgede yürütülen çalışmada çeşidin diğer bir ticari çeşit ile kıyaslaması yapılmış ve ayrıca ilk fungusit kullanım tarihi, kullanım aralığı gibi hastalıkla mücadele programlarının etkileri izlenmiştir. Deneme sonunda fungusitin

kullanılmadığı kontrol grubunda Sutherland çeşidi diğer ticari çeşide göre daha düşük hastalık oranı göstermiştir. Fungisit kullanım tarihi bakımından genellikle 14 veya 21 gün sonra kullanım en uygun zaman olarak belirlenirken iki çeşit arasında zaman bakımından önemli bir fark olmadığı bildirilmiştir.

Pasupuleti vd (2013) yürütmüş oldukları melezleme çalışması ile dayanıklılık mekanizması ve hastalığın kalıtımı üzerine bir çalışma ele almışlardır. Üç ayrı melez ve dayanıklı türler arası iki melezin respirokale melezleri bu çalışmada hastalığın kalıtımını belirlemede kullanılmıştır. Hem tarla hem de kontrollü koşullarda geç yaprak beneklenmesine dayanıklılık ile ilişkili karakterlere ait gözlemler alınmıştır. Yapılan analizler hastalığa dayanıklılığın hem çekirdekteki genetik materyal tarafından hem de maternal olarak kontrol edildiğini göstermiştir. Nükleer gen etkisi olarak eklemeli gen etkisinin oluşan varyasyonda ana katkıyı yaptığı ifade edilmiştir. JL 24 X ICG 11337 melezi ve respirokalede sadece eklemeli gen etkisi önemliyken JL 24 X ICG 13919 melezi ve respirokalede hem eklemeli hem de dominant gen etkisinin varyasyona katkıda bulunduğu bildirilmiştir. JL 24 ve ICG 13919 genotiplerine ait dominant maternal etkininde varyasyona katkıda bulunduğu ifade edilmekle birlikte her iki melezde eklemeli maternal etki önemli bulunmuştur.

Sukruth vd (2015) geliştirmiş oldukları 73 ileri hattı birçok moleküler marker ile geç yaprak beneklenmesi hastalığına dayanıklılık bakımından analiz etmişlerdir. Tarla gözlemlerinde kullanıldığı çalışmada hastalık skorları ile marker skorları kıyaslanmıştır. Çalışma sonucunda GM1954, GM1009 and GM1573 markerleri geç yaprak beneklenmesi hastalığına dayanıklılık karakteri ile ilişkili olarak ortaya konmuştur.

#### **2.4. Yerfistüğünde Nematod Zararlısına Karşı Yürütülen Dayanıklılık Çalışmaları**

Nematodlar (yuvarlak solucanlar) yuvarlak yapıda, çok hücreli, bilateral simetrik ve segmentsiz omurgasız hayvanlardır. Geniş bir yayılma alanına sahip olan bu canlılar toprak, su ve çürümekte olan organik maddelerde yaşarlar (İmren ve Elekçioğlu 2008). Nematodlar içerisinde yer alan bazı bitki paraziti nematodlar bitki köklerinde ve vejetatif organlarda önemli zararlara neden olurlar. Bitki paraziti nematodlar adından anlaşılacağı gibi bitkilerden beslenirler ancak boylarının 0,25 mm - 3 mm ve çaplarının yaklaşık 1-20 µ olmasından dolayı çıplak gözle görülemezler. Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp) tüm dünyada dağılım göstermekte ve bilhassa gevşek yapılı kumlu topraklarda yetişen bitkilerde önemli ekonomik zararlara yol açmaktadır (Yüksel 1974). Yağmur ve sulama suları, rüzgâr, bitki artıkları, tarım makineleri ile fidan ve tohumlarla yayılan bu obligat parazitler kökün derinliğine bağlı olarak 3-6 metreye kadar inebilirler. Kök bölgesine yerleşen nematodlarda eşeysiz üreme sonrası yumurtadan çıkan larvalar kök dokusuna girerek korteks bölgesinde beslenirler ve köklerde larva sayısına bağlı olarak değişen büyüklüklerde gallerin oluşmasına sebep olurlar (Katı ve Mennan 2006). Kökte oluşan bu galler, kök-ur nematodunun en tipik zarar şeklidir ve büyük verim kayıplarına neden olurlar. Ayrıca kapsüllerde oluşan ciddi şekil bozuklukları ve kahverengi lezyonlar diğer önemli zararlı etkileridir (Rich vd Kinloch 2009). *Meloidogyne arenaria*, *M. hapla* ve *M. javanica* yerfistüğünde etkili olan kök-ur nematodlarıdır. *M. hapla* genellikle serin bölgelerde yaygın olup ABD'de Virginia ve Oklahoma eyaletlerinin kuzeyi, Hindistan'da Punjab bölgesi ve Çin'de Shandong vilayeti parazitin spesifik olarak görüldüğü bölgelerden bazılarıdır (Bridge ve Starr 2007). *M. javanica* ABD'de çok yaygın

olmamakla birlikte Mısır ve Hindistan'da yerfistüğünün yetiştirildiği bölgelerde bu türe rastlanmıştır. *M. arenaria* ise diğer türlere göre daha yaygın olup *Meloidogyne arenaria* (Neal) Chitwood ırk 1 yerfistüğünde en ciddi parazitik etkiye sahiptir (Rich ve Kinloch 2009). Bu parazitin sebep olduğu kayıpları azaltmak amacıyla ekim nöbeti ve nematisitlerin kullanılması çok yaygın bir yöntemdir. Ayrıca *M. arenaria*'nın konukçu olmadığı bir bitki ile yapılacak olan rotasyon toprakta zararlı popülasyonunun azalmasını sağlamaktadır (Johnson vd 1999). Nematoda dayanıklı yerfistüğü tiplerinin kullanılması durumunda ise ekstra rotasyona ve nematisit kullanımına gerek kalmadan verim kayıplarını önlemenin mümkün olduğu da ifade edilmiştir (Simpson 2001). Ancak kültürü yapılan yerfistüğünde sadece orta derecede dayanıklılığa rastlanmıştır (Holbrook ve Noe 1992). Yerfistüğünde nematoda dayanıklı genotipleri tarla ve laboratuvar çalışmaları ile belirleyebilmek, yabancı türlerde bulunan dayanıklılığı aktarmak ve nematisit geliştirmek amacıyla başta ABD'de olmak üzere birçok ülkede farklı araştırmacılar tarafından çok sayıda çalışma ele alınmıştır.

Holbrook vd (1983) *Meloidogyne arenaria* ile enfekte olmuş yerfistüğü genotiplerinde kökteki gal sayısının ve yumurta oluşum oranlarının belirlenebilmesi amacıyla pratik bir yöntem geliştirmişlerdir. Araştırmacılar phloxine B ile yapılacak kök boyamasının yumurtaların gözlenmesini kolaylaştırdığını bildirmişlerdir. Ayrıca çalışmada 293 yerfistüğü genotipi nematoda dayanıklılık bakımından ele alınmış ve koleksiyonda yüksek dayanıklılık gösteren genotip olmadığı ifade etmişlerdir.

Baltensperger vd (1986) çok yıllık ve yem bitkisi olma potansiyeline sahip yabancı *Arachis glabrata* türünde nematod dayanıklılığını ele almışlardır. *M. arenaria* ırk 1, *M. javanica*, ve *M. incognita* ırk 1 ve 3 nematod türlerinin enfeksiyon oluşturmada kullanıldığı çalışmada her bir bitki 3000 nematod yumurtası ile inokulasyona maruz bırakılmıştır. Bu işlemde üç ay sonra ise gal sayısı ve yumurta birikimi karakterleri ile her bir bitki karakterize edilmiştir. Çalışma sonunda bu yabancı genotipe ait bitkilerin nematod türlerine dayanıklı olduğu ifade edilmiştir. Araştırmacılar denemede kullandıkları *A. hypogaea* türünde nematod dayanıklılığına rastlamamış ancak yapılacak melezlemelerle *Arachis glabrata* türündeki dayanıklılığın aktarabileceğini bildirmişlerdir.

Wheeler ve Starr (1987) Teksas eyaletindeki 5 ayrı ilde yerfistüğünü enfekte eden nematod türlerini belirleyebilmek amacıyla bir sörvey çalışması yürütmüşlerdir. Araştırmacılar toplanan örneklerde en fazla *Criconemella* türüne rastlamış ancak bu nematodların bitkilere zarar vermediğini ifade etmişlerdir. Toplanan örneklerin yaklaşık % 15'inde ise *Meloidogyne arenaria* türüne rastlanmıştır. Mikro alanlarda yürütülen denemelerde *M. arenaria* popülasyonları ile kapsül verimi arasında negatif ilişki not edilmiştir. Yapılan linear modelde 500 cm<sup>3</sup> toprakta yer alan 44-83 *M. arenaria* popülasyonunun yerfistüğünde % 10 verim kaybına neden olduğu araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Ayrıca çok düşük yoğunlukta da olsa *Pratylenchus* ve *Belonolaimus* cinslerine ait nematod türleri bu sörvey çalışmasında rapor edilmiştir.

Holbrook ve Noe (1990) *Arachis* cinsinde nematod dayanıklılığını karakterize etmek ve dayanıklı çeşitleri geliştirebilmek amacıyla sera testlemeleri yapmışlardır. 36 adet yabancı genotipin hassas çeşit Florunner ile kıyaslandığı denemede gal sayısı karakteri dayanıklılığı belirlemede kullanılmıştır. Deneme sonrası *A. monticola* ve *A. hypogaea* genotipleri arasında kökteki yumurta sayısı bakımından istatistiki olarak fark

gözlenmemiştir. Buna ilaveten *A. monticola* türündeki konukçu etkinliği 3.46 olarak kaydedilmiştir. Bu değer bu türün nematoda karşı yüksek derecede hassas olduğunu göstermektedir. *A. cardenesii* Krap. et Greg. nom. nud., *A. duranensis* Krap. et Greg. nom. nud., *A. helodes* Martius ex Krap. et Rig. ve *A. villosa* Benth. yabancı türlerinde ise *A. hypogaea* türüne kıyasla önemli derecede az hasar ve nematod üremesi bildirilmiştir. Bir genotip hariç *A. villosa* Benth. türüne ait yabancı türler *M. arenaria*'ya yüksek dayanıklılık göstermiş ve konukçu etkinliği 1.00 altında hesaplanmıştır. *A. burkartii* Handro, *A. glabrata* Benth. ve *A. hagenbeckii* Harms. yabancı türlerinde de benzer şekilde nematoda yüksek derecede dayanıklılık bildirilmiştir.

Starr vd (1990) türler arası melezleme ile elde edilen TP-135 genotipinin *Meloidogyne arenaria* ırk 1 nematod türüne dayanıklılığını inokülasyon işlemi ile test etmişler ve hassas çeşit Tamrun 74 ile kıyaslamışlardır. Çalışmada ilk aşamada bitkiler inokülasyondan 7, 14, 21 ve 35 gün sonra hasat edilmiş ve enfekte olmuş kökler boyanarak nematod gelişimi belirlenmiştir. İnokülasyondan 21 gün sonra Tamnut 74 çeşidinin köklerinde yumurtalar görülmüş, 35. günün sonunda kök başına 1395 yumurta sayılmıştır. TP-135 genotipinin köklerinde ise nematod gelişimi görülmemiştir. Yapılan başka bir denemede TP-135 ve Tamrun 74 ayrı olarak *Meloidogyne arenaria* ırk 1 türüne ait 3000 yumurta ile inoküle edilmiş ve Tamrun 74 genotipinde nematod popülasyonlarının istatistiki olarak daha fazla geliştiği ifade edilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda TP-135 genotipinde görülen dayanıklılığın yabancı *A. cardenasii* türünde görülen dayanıklılık ile oldukça benzer olduğu rapor edilmiştir.

Holbrook ve Noe (1992) yerfıstığında kök-ur nematoduna dayanıklı genotipleri belirleyebilmek amacıyla oluşan yumurta sayısı karakterini kullanarak iki aşamalı bir testleme çalışması yürütmüşlerdir. İlk aşamada 1321 yerfıstığı genotipi sera koşullarında yoğun bir şekilde hastalığa dayanıklılık bakımından taranmıştır. Bu aşamadan sonra düşük yumurta sayısına sahip 27 genotip ve yüksek yumurta oranına sahip 8 genotip selekte edilmiş ve serada tekrar değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda 17 genotipin köklerinde istatistiki olarak daha az yumurta oluşumuna izin verdiği belirtilmiştir.

Hirunsalee vd (1995) *Meloidogyne arenaria* ırk 1 ve *M. hapla* nematodlarının beş yerfıstığı genotipi üzerindeki etkilerini ele almışlardır. Florigiant, NC 7, NC 6, NC Ac 18416 ve NC Ac 18016 genotiplerinin genetik materyal olarak yer aldığı çalışmada kök başına toplam parazitik yapı, her bir nematodun üreme potansiyeli ve bitki zararı karakterleri değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda tek bir popülasyonda *Meloidogyne arenaria* ırk 1 nematodunun *M. hapla*'ya göre daha yüksek enfeksiyon kapasitesine ve bitki zararına neden olduğu, ancak her iki nematodunun da benzer üreme potansiyeline sahip olduğu bildirilmiştir. Karışık istilada, enfeksiyon oluş sıklığı karakteri *Meloidogyne arenaria* ırk 1 nematodunun *M. hapla*'ya oranla daha rekabetçi olduğunu göstermiştir. Karışık popülasyonlarda enfeksiyon ve üreme potansiyeli ve bitki zararı bakımından her iki nematodunun etkisinin sadece *Meloidogyne arenaria* ırk 1 etkisiyle benzer olduğu bildirilmiştir. Genotipler dikkate alındığında ise NC 6 genotipinin diğer genetik kaynaklara oranla daha az hassas olduğu ifade edilmiştir. Çalışmada ayrıca kök enfeksiyonu ve bitki zararı karakterleri bakımından nematod uygulaması ve genotip interaksiyonunun önemli olduğu bildirilmiştir.

Starr vd (1995) sahip oldukları ileri ıslah hatlarını nematoda dayanıklılık bakımından karakterize etmişlerdir. Çalışmada F<sub>2</sub> generasyonu ve ikinci, üçüncü ve

dördüncü geri melez popülasyonları yedi farklı test ile hastalığa dayanıklılık bakımından incelenmiş ve nematod dayanıklı genotip TxAG-7 genotipi ile karşılaştırılmıştır. Üç tarla denemesinde BC<sub>2</sub> genotipi TP223'ün hassas ebeveyn olan Florunner ile kıyaslandığında çok az sayıda nematod popülasyonunun gelişmesine imkân verdiği bildirilmiştir. BC<sub>4</sub>F<sub>2</sub> popülasyonundan alınan bitkilerin kökleri kesilip incelendiğinde de dayanıklı ve hassas genotiplerin ayırt edilebildiği ifade edilmiştir. Araştırmacılar sonuç olarak koleksiyonlarında yer alan dokuz genotipten bir tanesinin hassas, bir tanesinin orta derecede dayanıklı ve diğerlerinin dayanıklı olduğunu rapor etmişlerdir.

Burow vd (1996) kök-ur nematoduna (*Meloidogyne arenaria* (Neal) Chitwood) dayanıklılık karakterini markerler ile olarak belirleyebilmek amacıyla moleküler bir çalışma yürütmüşlerdir. Araştırmacılar yabancı diploid yarfıstığı genotiplerini, K9484 (*Arachis batizocoi* Krapov. & W. C. Gregory), GKP10017, (*A. cardenasii* Krapov & W. C. Gregory) ve GKP10602 (*A. diogoi* Hoehne), nematoda dayanıklılık genlerini barındıran genotipler olarak bu çalışmada kullanmışlardır. Hassas genotip Florunner ile yapılan melez sonrası dayanıklı hibrid TxAg-7 elde edilmiş ve BC<sub>4</sub>F<sub>2</sub> popülasyonunun geliştirilmesinde donör ebeveyn olarak kullanılmıştır. Bulk analizi sonrası nematoda dayanıklılıkla ilişkili üç RAPD marker geliştirilmiş ve 21 BC<sub>4</sub>F<sub>2</sub> ve 63 BC<sub>5</sub>F<sub>2</sub> tek bitkisinde yapılan tarama ile test edilmiştir. Çalışmada dayanıklılık ile marker RKN410 ve marker RKN440 arasındaki rekombinasyon oranları sırasıyla % 5.4±1.9 ve % 5.8±2.1 olarak belirlenmiştir. Üçüncü marker olan RKN229'a ait rekombinasyon oranı ise nesil başına % 9.0±3.2 olarak kaydedilmiştir.

Koenning vd (1998) North Carolina eyaletinde yürütmüş oldukları ilaç denemesinde seçmiş oldukları nematodların nematod zararlısı ile mücadelede etkilerini incelemişlerdir. İki yıl boyunca yürütülen çalışmada gaz ya da sıvı haldeki nematodlar yarfıstığı genotiplerine uygulanmış ve verim üzerindeki değişimler izlenmiştir. Gaz haldeki uygulamada *Meloidogyne arenaria*, *M. hapla* ve *Mesocriconema ornatum* nematodlarının etkisi baskılanmış ve dört ayrı testlemede verim artışı sağlanmıştır. Kontrolle kıyaslandığında ise verimin yaklaşık % 20-100 oranında arttığı ifade edilmiştir. Denemenin ikinci yılında ilk yıla göre daha az nematod yoğunluğu yaşanmasına rağmen daha fazla bitkinin nematodlardan etkilendiği bildirilmiştir. Ancak gaz haldeki fungisit uygulamasında verim bakımından bir artış olmadığı araştırmacılar tarafından gözlenmiştir. Gaz halindeki nematodlara chloropicrin eklendiği diğer bir denemede ise daha yüksek verim elde edildiği rapor edilmiştir.

Starr vd (1998) altı Runner, iki Spanish ve bir Virginia tipi yarfıstığı genotipini hem verim hem de kök-ur nematoduna dayanıklılık bakımından ele almışlardır. Çalışmada nematodla enfekte olmuş ve olmamış tarlalarda denemeler kurulmuş ve nematod hassas genotiplerle kıyaslamalar yapılmıştır. Kapsül verimi bakımından nematodla enfekte olmuş tarlalarda nematod dayanıklı Runner, Virginia ve Spanish tip yarfıstığı genotipleri hassas genotiplere oranla (Florunner, NC-7 ve Tamspan 90) 1.5-4 kat daha yüksek değer göstermişlerdir. Nematod popülasyon yoğunluğu bakımından ise istatistik olarak nematod dayanıklı genotiplerin daha az nematod yoğunluğuna sahip olduğu kaydedilmiştir. Nematodla enfekte olmamış tarlalarda bir Runner ve iki Spanish tipi yarfıstığı (nematod dayanıklı) genotipinin hassas genotiplerle benzer verim değerlerine sahip olduğu ifade edilmiştir. Bu tarlalarda verim 3890 ile 5152 kg/ha aralığında hesaplanmıştır. Denemenin ikinci yılında ise üç Runner tipi yarfıstığı ve hassas genotipler (Florunner ve Tamrun 96) nematodla enfekte olmamış üç farklı tarlada

kıyaslanmış ve dayanıklı ve hassas genotipler arasında verim bakımından bir fark gözlenmemiştir.

Holbrook vd (1998) sahip oldukları 10 yerfıstığı ıslah hattını nematoda dayanıklılıkları bakımından incelemişlerdir. İki yıl boyunca tarla ve sera koşullarında yürütülen denemede genotipler *M. arenaria* ile muamele edilmişlerdir. Ölçümler ise kökte meydana gelen nematod gelişimi karakteri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonunda UF81206-Q4, UF81206 ve UF93111 hatları tarla koşullarında verim bakımından hassas genotip Florunner ile benzerlik gösterirken nematod oluşumu bakımından daha dayanıklı olarak belirlenmiştir. Bu genotipler benzer şekilde sera koşullarında daha az nematod çoğalmasına imkân vermişler ve orta derecede dayanıklı olarak karakterize edilmişlerdir.

Choi vd (1999) *Meloidogyne arenaria* nematoduna dayanıklılık mekanizmasını ve dayanıklılığın genetiğini çalışmak üzere BC<sub>5</sub>F<sub>2</sub> yerfıstığı popülasyonunu sera koşullarında test etmişlerdir. Açılım sonrası yapılan ki-kare analizinde üç ıslah popülasyonunda (TP259-3, TP262-3 ve TP271-2) dayanıklılığın tek gen tarafından kontrol edildiği ifade edilirken, bazı popülasyonlarda (TP259-2, TP263-2 ve TP268-3) ise dayanıklılığın iki gen tarafından kontrol edildiği ifade edilmiştir. Nematod dayanıklı olarak geliştirilen hatlar, TP262-3 ve TP263-2, nematod hassas genotip Florunner ile kıyaslanmış ve nematodların hassas olan genotipte daha hızlı çoğaldıkları gözlenmiştir. Çalışmada ayrıca moleküler analizler yürütülmüş ve hastalıkla ilişkili olarak belirlenen üç RFLP lokusunun dayanıklılık bölgesine 4.2-11.0 cM uzaklıkta olduğu bildirilmiştir.

Holbrook vd (2000) Amerikan yerfıstığı kor koleksiyonunu nematoda dayanıklılık bakımından ele almışlardır. İki aşamada yürütülen çalışmada genotipler sera koşullarında hastalığa karşı test edilmişlerdir. Ön seleksiyonun ardından seçilen 259 genotipin nematod yumurtası oluşumu bakımından 2.5 ve altı skor aldığı ifade edilmiş olup 28 genotipte 1.0 ve altında skor gözlemlenmiştir. Dayanıklı genotiplerin birçoğunun ise Çin ve Japonya kökenli olduğu belirtilmiştir. Araştırmacılar ayrıca yapmış oldukları iki aşamalı seleksiyon işleminin hastalığı taramada oldukça etkin olduğunu ifade etmişlerdir.

Kepenekci ve Öztürk (2002) Akdeniz bölgesinde yer alan yerfıstığı tarlalarında bitki parazitik nematodları belirlemek amacıyla bir sörvey çalışması yürütmüşlerdir. Araştırmacılar çalışmaları sonucunda 15 tür belirlemiş olup, bu nematodların 8 familyaya ait 10 cins içinde yer aldığını ifade etmişlerdir. Familyalar içinde süper familyalarında (Tylenchoidea, Dolichodoroidea, Hoplolaimoidea ve Anguinoidea) olduğu ayrıca bildirilmiştir. Belirlenen bu nematodlar yerfıstığı için ülkemizde ilk kez raporlanmıştır.

Osei vd (2005) Güney Gana'da yerfıstığında zarara neden olan nematod türlerini belirlemek ve dayanıklı genotipleri geliştirmek amacıyla üç yıl boyunca sörvey çalışması yürütmüşlerdir. Çalışmada ele alınan her bölgede *Helicotylenchus*, *Meloidogyne* (juveniles), *Paratrichodorus*, *Pratylenchus*, *Rotylenchulus*, and *Xiphinema* nematodları görülmüş ancak *Hoplolaimus* türü sadece doğu bölgesinde kaydedilmiştir. *Trichodorus* ve *Tylenchorhynchus* nematodlarına da yine bu bölgede rastlanmıştır. 21 yerfıstığının yer aldığı dayanıklı genotip belirleme çalışmasında ise deneme yapılan alanda sekiz farklı nematod türüne rastlanmıştır. Deneme sonucunda genotiplerin nematod popülasyonlarına karşı farklı reaksiyonlar gösterdiği ifade edilmiş ve 11 genotip nematoda karşı potansiyel dayanıklı olarak belirlenmiştir. 6 farklı ot türünün de nematoda dayanıklılık bakımından

incelendiği çalışmada *Verona cinerea* zararlıdan en fazla etkilenen tür olarak belirlenmiştir.

Muitia vd (2006) nematod dayanıklı yerfıstığı genotiplerine yüksek oleik asit karakterini aktarmak amacıyla ele aldıkları çalışmada bir melezleme programı yürütmüşlerdir. Melezleme ile geliştirilen genotipler hem yağ asidi karakteri hem de nematoda dayanıklılık bakımından test edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda daha önceden de rapor edildiği gibi yüksek oleik asit karakterinin iki gen tarafından kontrol edildiği bildirilmiştir. Ancak bazı melezlerde orta derecede oleik asite sahip genotiplere rastlanmış ve dolayısıyla eklemeli ve epistatik etkinin görüldüğü ifade edilmiştir. Nematod dayanıklılığı karakterinin de daha önceden bildirildiği gibi tek dominant genle kontrol edildiği raporlanmıştır.

Chu vd (2007) nematod dayanıklı yerfıstığı genotiplerini marker yardımıyla belirleyebilmek amacıyla moleküler bir çalışma ele almışlardır. Araştırmacılar daha önce geliştirilen RAPD markerlerden (RKN440 ve Z3/265) RKN440'ı daha etkin olabilmesi amacıyla modifiye etmişler ve yeni bir dominant marker (197/909) geliştirmişlerdir. Bu marker ile elde edilen PCR sonuçları ise fenotipik veri ile yüksek korelasyon göstermiştir. 197/909 markerinin hem dayanıklı hem de hassas genotiplerde bant verdiği de ifade edilmiştir.

Proite vd (2008) *A. duranensis* (nematod dayanıklı) ve *A. stenosperma* (nematod hassas) yabancı türlerini ve kültür yerfıstığını *Meloidogyne arenaria* ırk 1 enfeksiyonu sonrası gelişimleri bakımından kıyaslamışlardır. Araştırmacılar çalışmaları sonucunda nematodun bitkiye penetrasyonunda dayanıklı genotipin bu duruma daha az imkân verdiğini belirlemişlerdir. Enfeksiyon sonrası ise dayanıklı genotipte meydana gelen koyu mavi sitoplazma ve değişen organel yapısı, zarar görmüş dokularda aşırı duyarlı (hypersensitive-like response (HR)) bir savunma mekanizması olduğunu göstermiştir. *A. duranensis* nematod hassas olmasına rağmen kökteki nematod gelişiminin *A. hypogaea* türüne göre oldukça yavaş olduğu da ifade edilmiştir. Araştırmacılar iki yabancı türün genetik haritalama çalışmalarında kullanılabileceğini de çalışmaları sonucunda raporlamışlardır.

Holbrook vd (2008) yapmış oldukları ıslah çalışmaları sonrasında nematoda hem dayanıklı hem de hassas yakın izogenik yerfıstığı hatlarını geliştirmişlerdir. Araştırmacılar nematod dayanıklı çeşit olan COAN ile domates lekeli solgunluk virüsüne dayanıklı çeşit C-99R'yi melezlemişler ve geliştirdikleri hatları hastalığa dayanıklılık bakımından taramışlardır. Tarama işlemi nematod için sera koşullarında, domates lekeli solgunluk virüsü için tarla koşullarında gerçekleştirilmiştir. Melezleme sonucu elde edilen ve skorlanan ıslah hattı, C724-19-15, hem virüse hem de nematoda dayanıklı olarak seçilmiştir. Çalışmada aynı zamanda yakın izogenik hat (c724-19-15) geliştirilmiştir. Her iki ıslah hattının virüse dayanıklılık gösterdiği ve standart hatlara oranla daha fazla verime sahip olduğu ifade edilmiştir.

Dong vd (2008) üç yerfıstığı çeşidi ve ıslah hatlarını üç farklı nematod türüne dayanıklılık bakımından değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar *Meloidogyne arenaria* ırk 1, *M. hapla* ve *M. javanica* ırk 3 nematodlarının etkilerini hem sera hem de laboratuvar koşullarında kökteki ortalama yumurta sayısı ve gal indeksi karakterleri ile incelemişlerdir. 60 ıslah hattının yer aldığı denemede 36 hat kontrole kıyasla farklı seviyelerde *Meloidogyne arenaria* ırk 1, *M. hapla* ve *M. javanica* nematodlarına



dayanıklılık göstermiştir. Bu genotipler içerisinde 14 tanesi orta-yüksek derecede belirtilen üç nematoda dayanıklılık gösterirken, 5 genotip *Meloidogyne arenaria* ırk 1 ve *M. javanica* türlerine, 2 genotip *M. javanica* ve *M. hapla* türlerine, bir genotip ise sadece *Meloidogyne arenaria* ırk 1 türüne dayanıklılık göstermiştir. NR 0817, C724-19-11 ve D108 hatları *M. arenaria* nematoduna karşı farklı seviyelerde dayanıklılığa sahip olmasından dolayı dayanıklılık karakteri bakımından heterojen olarak nitelendirilmişlerdir. Moleküler olarak ise COAN, NemaTAM, C724-25-8 ve C724-19-11 genotipleri 197/909 markeri ile analiz edildiğinde beklenen bölgede bant vermişlerdir. Buna ilaveten araştırmacılar GP-NC WS 6 genotipindeki dayanıklılığın COAN, NemaTAM ve C724-25-8 genotiplerindeki dayanıklılıktan farklı olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmada ayrıca korelasyon analizi yapılmış ve yerfistiğinde *M. arenaria* türüne karşı sahip olunan nematoda dayanıklılığının *M. javanica* türündeki dayanıklılık ile pozitif korelasyona sahip olduğu bildirilmiştir.

Carvalho ve Quesenberry (2009) otsu, çok yıllık ve Brezilya'da doğal olarak yetişen yabancı *Arachis pintoi* Krapov. & W.C. Gregory türünü *Meloidogyne arenaria*, *M. javanica* ve *M. incognita* nematodlarına karşı dayanıklılık bakımından karakterize etmişlerdir. Gal indeksi, gal boyutu ve ortalama gal karakterlerinin kullanıldığı denemede sahip olunan genotiplerin belirtilen nematod türlerine dayanıklılık bakımından yüksek bir varyasyon gösterdiği rapor edilmiştir.

*Rma*, allotetraploid yerfistiğine melezleme sonucu aktarılan kök-ur nematoduna dayanıklılık sağlayan dominant genidir. TxAG-6 genotipinden NemaTAM çeşidine aktarılan bu gen, Nagy vd (2010) tarafından genetik olarak haritalanmış ve *Rma*'nın belirlenmesine imkân veren gen bölgeleri (resistance gene candidates (RGCs)) bu çalışma ile ortaya konmuştur. 2847 SSR ve 380 SSCP markeri ile yapılan tarama sonrası 202 nükleotid bağlanma bölgesi (nucleotide binding site (NBS)), tekrarlanan leucine bölgesi (leucine-rich repeat (LRR)) ve diğer dayanıklı gen homologları ((R) gene homologs) araştırmacılar tarafından belirlenmiştir. SSR, NBS-LRR, and Ser/Thr receptor-like protein lokusu ile *Rma* geninin açılan F<sub>4</sub> ve F<sub>5</sub> popülasyonlarında beraber hareket ettikleri de bildirilmiştir. Kültürü yapılan yerfistiğinin A-genom donörü olan *A. duranensis* yabancı türünde *Rma* geni keşfedilmiş ve yer olarak 9A kromozomunun üçte birlik alanı ile yarı alanı arasında olduğu raporlanmıştır.

Guimarães vd (2010) nematoda dayanıklı yabancı *A. stenosperma* türünde dayanıklılığı sağlayan genleri belirleyebilmek amacıyla moleküler bir çalışma ele almışlardır. Araştırmacılar EST'lerin kullanılması ve makro array analizi sonrasında yabancı bitkinin kök bölgesinde nematod enfeksiyonu ile eksprese olan genleri belirlemişlerdir. Bu genler, [(Auxin Repressed Protein (AsARP), Cytokinin Oxidase (AsCKX) ve Metallothionein Type 2 (AsMET2)], daha sonra northern-blot ile analiz edilmiş ve dayanıklı *A. stenosperma* ve hassas *A. hypogaea* türleri arasında farklı ekspresyonlar görülmüştür. Hassas ile dayanıklı genotiplerde farklı eksprese olan AsARP ve AsCKX genlerinin ayrıca hormonal dengeyi sağlama potansiyeli olduğu da bildirilmiştir.

Tirumalaraju vd (2011) kök-ur nematodunun (*Meloidogyne arenaria*) erken dönemde enfeksiyonu sonrası hassas ve dayanıklı genotiplerin köklerinde meydana gelen gen ekspresyonlarını incelemişlerdir. Araştırmacılar erken enfeksiyon aşamasında yakın izogenik dayanıklı (NemaTAM) ve hassas (Florunner) çeşitlerin kök bölgelerinden

aldıkları dokuları suppression subtractive hibridizasyon (SSH), cDNA kütüphane ve farklı eksprese olan EST'leri kullanarak taramışlardır. Yapılan tarama işlemi sonrası yedi farklı kategoride (stres, metabolizma, transkripsiyonel düzenleme, protein sentezi ve/vya modifikasyonu, taşınma fonksiyonları, hücresel yapı ve bilinmeyen fonksiyonlara sahip proteinler) fonksiyonel olan 70 EST tanımlanmıştır. Çalışmada ayrıca kökte meydana gelen dayanıklılıkta birçok proteinin görev aldığı bildirilmiştir.

Chu vd (2011) melezleme kombinasyonları ile hem yüksek oleik asit karakterine sahip hem de nematoda dayanıklı genotipler geliştirmeyi amaçlamışlardır. Araştırmacılar nematod dayanıklı çeşit Tifguard'ı melezlemede tekrarlanan ebeveyn, yüksek oleik asite sahip Georgia-02C ve Florida-07 çeşitlerini ise döner ebeveyn olarak kullanmışlardır. Çalışma da yüksek oleik asitli nematod dayanıklı genotipin yapılan F<sub>1</sub> geri melezlemeleri ile elde edilmesi planlanmıştır. Tüm melezleme süreci ise moleküler markerler kullanılarak kontrol edilmiştir. Melezlemeler sonucunda kendilenen BC<sub>3</sub>F<sub>2</sub> bitkilerinden homozigot bireyler hem nematoda dayanıklı hem de yüksek oleik asitli olarak belirlenmiştir. Marker destekli seleksiyon özellikle F<sub>2:3</sub> generasyonunda yapılan seleksiyonda araştırmacılara büyük fayda sağlamıştır.

Morgante vd (2013) yabancı *Arachis stenosperma* türünde *Meloidogyne arenaria* ırk 1 nematoduna dayanıklılığı sağlayan genleri belirleyebilmek adına moleküler bir araştırma yürütmüşlerdir. Çalışmada *Arachis* türlerine ait 19 genden seçilen transkripsiyon profilleri erken dönemdeki *A. stenosperma*-*M. arenaria* interaksiyonunu açıklayabilmek amacıyla qRT-PCR (quantitative real time PCR) analizinde kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar 16 genin enfekte olan ve olmayan köklerde önemli derecede farklı eksprese olduğunu göstermiştir. Bu genlerin patojen savunmasında yer alan hipersensitif yanıt ve sekonder metabolitlerin üretimi ile ilgili olduğu da ifade edilmiştir. Belirlenen 7 genin dayanıklılık proteini MG13'ü, helix-loop helix proteinini, ubiquitin protein ligazı, patatin-like proteinini, katalazı, DUF538 proteinini, ve resveratrol sentezini kodladığı bildirilmiş ve analizler sırasında tüm aşamalarda farklı eksprese oldukları raporlanmıştır.

Korayem ve Bondok (2013) farklı ekim tarihleri ve sulama sistemlerinde kök-ur nematodunun bitki üzerinde oluşturduğu zararı ele almışlardır. Verim ve kalite karakterlerindeki değişimlerin izlendiği çalışmada farklı ekim tarihleri ve sulama sistemleri altında nematod etkisi ve kapsül verimi arasında negatif korelasyon gözlenmiştir. Bu ilişki geç ekim sezonunda hem salma hem de yağmurlama sulamada istatistiki olarak önemli iken, erken ekim sezonunda önemsiz olarak belirlenmiştir. Geç sezonda salma ve yağmurlama sulamada sırasıyla % 19.7 ve % 8.3 oranında bir verim azalması görülürken bu oran erken ekim sezonunda % 1.7 olarak kaydedilmiştir. Oluşan hasar ise quadratic regresyon ile belirlenmiş ve en yüksek değer erken ekimde yapılan damlama sulama da görülmüştür.

Burow vd (2014) yürütmüş oldukları moleküler çalışmada ileri geri melez popülasyonlarında nematoda dayanıklılıkla ilgili QTL'leri belirlemişlerdir. Nematoda dayanıklı TxAG-6 [*Arachis batizocoi* x (*A. cardenasii* x *A. diogoi*)] ile hassas genotip Florunner melezinden elde edilen geri melez popülasyonları hem hastalığı taramada hem de moleküler işlemlerde genetik materyal olarak kullanılmışlardır. Analizler sonucunda hastalığa dayanıklılıkla ilgili 7 QTL belirlenmiştir. Ana dayanıklılık genine ait QTL, LG1'de; potansiyel B genomuna ait QTL, LG11'de tanımlanmıştır. Buna ilaveten LG8

ve LG18’de potansiyel homologlar saptanmıştır. Çalışmada ayrıca 3 adet putative (farz edilen) QTL belirlenmiş ve bahsedilen potansiyel homologlara ait putative QTL’lerin LG9.1 ve LG19’da yer aldığı ifade edilmiştir. LG15’de tanımlanan QTL’in ise dayanıklılıkla ilişkili olmadığı açıklanmıştır. Çalışmada ayrıca beklenenin aksine hassaslıkla ilgili iki QTL belirlenmiştir.

Branch vd (2014) hem tarla gözlemlerini hem de moleküler markerleri kullanarak 12 ileri Georgia yerfıstığı hattını nematoda dayanıklılık bakımından incelemişlerdir. Çalışmada kullanılan tüm hatların nematoda dayanıklı çeşit (“COAN”) melezinden elde edildiği ve sonuçların üç çeşit ile kıyaslandığı belirtilmiştir. Toplamda 15 hat tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak iki yıl boyunca tarla denemesine alınmış, moleküler çalışmalarda ise iki moleküler marker, SCAR 197/909 ve SSR-GM565, marker destekli seleksiyon için kullanılmıştır. Çalışma sonunda dört genotipin düşük gal oranına ve verime sahip olduğu ancak bu sonuçların moleküler analizler ile uyumlu olmadığı ifade edilmiştir. Respirokal melez kombinasyonları sonucunda elde edilen F<sub>1</sub> ve F<sub>2</sub> popülasyonlarında ise dayanıklı ve hassas genotiplerin arasında sadece bir gen farkı olduğu ifade edilmiştir. Araştırmacılar ayrıca ortaya çıkan yanlış sonuçlardan dolayı daha ileri bir marker teknolojisine ihtiyaç olduğunu bildirmişlerdir.

### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Deneme Yeri

Araştırmada kullanılan bitki materyallerinin yetiştirilmesinde Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsüne (BATEM) ait deneme arazisi kullanılmıştır (Şekil 3.1.a). Deneme yerinin denizden yüksekliği yaklaşık 15 m olup, 36° 52' kuzey enlemi ve 30° 50' doğu boylamında yer almaktadır. Melezleme işlemleri Akdeniz Üniversitesi Tohumculuk ve Tarımsal Biyoteknoloji Araştırma ve Uygulama Geliştirme Merkezi'nde ve BATEM'de yürütülmüştür. Tüm moleküler çalışmalar ise Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Moleküler Bitki Islahı Laboratuvarında yapılmıştır (Şekil 3.1.b).



(a)



(b)

Şekil 3.1. (a) Tarla denemelerinin yürütüldüğü alan, (b) Moleküler Bitki Islahı Laboratuvarı

##### 3.1.2. Deneme Yerinin Toprak Analiz Sonuçları

Tarla denemesinin kurulduğu Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'ndeki alanın farklı yerlerinden alınan toprak örneklerinin enstitünün toprak analiz laboratuvarında yapılan analiz sonuçları Çizelge 3.1'de sunulmuştur.

Çizelge 3.1. Deneme yeri toprağının fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak analizi	Değer	Sınıfı
pH (1:2,5)	7.8	Alkali
Kireç (%)	26.7	Çok yüksek
ECX10 <sup>6</sup> (25°)	168	Tuzsuz
Kum (%)	8	
Kil (%)	24	Milli Killi Tın
Mil (%)	68	
Organik Madde (%)	2.1	Az
P, ppm	31	Yüksek
K, ppm	218	Orta
Ca, ppm	4125	Yüksek
Mg, ppm	376	Yüksek

Toprak analiz sonuçlarından da anlaşılacağı gibi toprağın pH'sı 7.8 olup alkali toprak sınıfına girmektedir. Kireç değeri % 26.7'dir ve üst sınıfta yer almaktadır. Arazinin toprak yapısı ayrıca milli, killi ve tınlı yapıdadır; organik madde % 2.1, P, 31 ppm, K, 218 ppm, Ca, 4125 ppm ve Mg, 376 ppm düzeyindedir.

### **3.1.3. Genetik Materyal**

Değişik tip ve özellikteki toplam 256 adet yerfıstığı genotipinden oluşan bitki materyali tez çalışmasında genetik kaynak olarak kullanılmıştır. Germplasm bünyesinde 186 adet genotipten oluşan dünya yerfıstığı mini-kor koleksiyonu (Upadhyaya vd 2002) ve 70 adet kendi ıslah materyallerimiz yer almaktadır. Koleksiyon içerisinde yer alan tüm genotipler *Arachis hypogaea* türüne aittir. Materyal hakkında detaylı bilgi Çizelge 3.2'de verilmiştir. Ayrıca moleküler tarama ve melezleme çalışmalarında kullanılmak üzere COAN (Simpson ve Starr 2001) ve NemaTAM (Simpson vd 2003) çeşitleri ile Amerikan Yerfıstığı Mini Kor Koleksiyonuna (Holbrook ve Dong 2005) ait bazı genetik materyaller tez çalışmasında değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.2. Tez çalışmasında yer alan genotipler ve ait oldukları taksonomik gruplar

Sıra No.	Aksesyon No.	ICRISAT Genbank Kodu (ICG) / Genotip Adı	Alttür	Botanik varyete
1	ACG 1*	ICG 36	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
2	ACG 2	ICG 76	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
3	ACG 3	ICG 81	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
4	ACG 4	ICG 111	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
5	ACG 5	ICG 115	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
6	ACG 6	ICG 118	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
7	ACG 7	ICG 156	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
8	ACG 8	ICG 163	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
9	ACG 9	ICG 188	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
10	ACG 10	ICG 297	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
11	ACG 11	ICG 332	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
12	ACG 12	ICG 334	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
13	ACG 13	ICG 397	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
14	ACG 14	ICG 434	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
15	ACG 15	ICG 442	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
16	ACG 16	ICG 513	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
17	ACG 17	ICG 532	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
18	ACG 18	ICG 721	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
19	ACG 19	ICG 862	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
20	ACG 20	ICG 875	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
21	ACG 21	ICG 928	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
22	ACG 22	ICG 1137	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
23	ACG 23	ICG 1142	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
24	ACG 24	ICG 1274	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
25	ACG 25	ICG 1399	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
26	ACG 26	ICG 1415	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
27	ACG 27	ICG 1519	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
28	ACG 28	ICG 1668	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
29	ACG 29	ICG 1711	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
30	ACG 30	ICG 1973	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
31	ACG 31	ICG 2019	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
32	ACG 32	ICG 2106	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
33	ACG 33	ICG 2381	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
34	ACG 34	ICG 2511	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
35	ACG 35	ICG 2738	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
36	ACG 36	ICG 2772	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
37	ACG 37	ICG 2773	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
38	ACG 38	ICG 2777	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
39	ACG 39	ICG 2857	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
40	ACG 40	ICG 2925	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
41	ACG 41	ICG 3027	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>

Çizelge 3.2'nin Devamı

Sıra No.	Aksesyon No.	ICRISAT Genbank Kodu (ICG) / Genotip Adı	Alttür	Botanik varyete
42	ACG 42	ICG 3053	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
43	ACG 43	ICG 3102	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
44	ACG 44	ICG 3240	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
45	ACG 45	ICG 3343	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
46	ACG 46	ICG 3421	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
47	ACG 47	ICG 3584	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
48	ACG 48	ICG 3673	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
49	ACG 49	ICG 3681	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
50	ACG 50	ICG 3746	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
51	ACG 51	ICG 3775	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
52	ACG 52	ICG 3992	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
53	ACG 53	ICG 4156	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
54	ACG 54	ICG 4343	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
55	ACG 55	ICG 4389	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
56	ACG 56	ICG 4412	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
57	ACG 57	ICG 4527	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
58	ACG 58	ICG 4538	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
59	ACG 59	ICG 4543	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
60	ACG 60	ICG 4598	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
61	ACG 61	ICG 4670	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
62	ACG 62	ICG 4684	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
63	ACG 63	ICG 4729	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
64	ACG 64	ICG 4746	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
65	ACG 65	ICG 4750	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
66	ACG 66	ICG 4911	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
67	ACG 67	ICG 4955	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
68	ACG 68	ICG 4998	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
69	ACG 69	ICG 5016	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
70	ACG 70	ICG 5195	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
71	ACG 71	ICG 5221	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
72	ACG 72	ICG 5236	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
73	ACG 73	ICG 5286	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
74	ACG 74	ICG 5327	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
75	ACG 75	ICG 5475	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
76	ACG 76	ICG 5494	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
77	ACG 77	ICG 5609	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
78	ACG 78	ICG 5662	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
79	ACG 79	ICG 5663	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
80	ACG 80	ICG 5745	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
81	ACG 81	ICG 5779	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
82	ACG 82	ICG 5827	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>

Devamı Arkada

Çizelge 3.2'nin Devamı

Sıra No.	Aksesyon No.	ICRISAT Genbank Kodu (ICG) / Genotip Adı	Alttür	Botanik varyete
83	ACG 83	ICG 5891	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
84	ACG 84	ICG 6022	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
85	ACG 85	ICG 6057	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
86	ACG 86	ICG 6201	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
87	ACG 87	ICG 6263	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
88	ACG 88	ICG 6375	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
89	ACG 89	ICG 6402	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
90	ACG 90	ICG 6407	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
91	ACG 91	ICG 6646	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
92	ACG 92	ICG 6654	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
93	ACG 93	ICG 6667	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
94	ACG 94	ICG 6703	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
95	ACG 95	ICG 6766	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
96	ACG 96	ICG 6813	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
97	ACG 97	ICG 6888	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
98	ACG 98	ICG 6892	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
99	ACG 99	ICG 6993	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
100	ACG 100	ICG 7000	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
101	ACG 101	ICG 7153	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
102	ACG 102	ICG 7181	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
103	ACG 103	ICG 7190	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
104	ACG 104	ICG 7243	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
105	ACG 105	ICG 7906	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
106	ACG 106	ICG 7963	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
107	ACG 107	ICG 7969	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
108	ACG 108	ICG 8083	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
109	ACG 109	ICG 8106	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
110	ACG 110	ICG 8285	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
111	ACG 111	ICG 8490	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
112	ACG 112	ICG 8517	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
113	ACG 113	ICG 8567	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
114	ACG 114	ICG 8760	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
115	ACG 115	ICG 9037	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
116	ACG 116	ICG 9157	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
117	ACG 117	ICG 9249	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
118	ACG 118	ICG 9315	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
119	ACG 119	ICG 9418	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
120	ACG 120	ICG 9507	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
121	ACG 121	ICG 9666	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
122	ACG 122	ICG 9777	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
123	ACG 123	ICG 9809	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>



Çizelge 3.2'nin Devamı

Sıra No.	Aksesyon No.	ICRISAT Genbank Kodu (ICG) / Genotip Adı	Alttür	Botanik varyete
124	ACG 124	ICG 9842	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
125	ACG 125	ICG 9905	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
126	ACG 126	ICG 9961	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
127	ACG 127	ICG 10036	<i>fastigiata</i>	<i>peruviana</i>
128	ACG 128	ICG 10092	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
129	ACG 129	ICG 10185	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
130	ACG 130	ICG 10384	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
131	ACG 131	ICG 10474	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
132	ACG 132	ICG 10479	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
133	ACG 133	ICG 10554	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
134	ACG 134	ICG 10566	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
135	ACG 135	ICG 10890	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
136	ACG 136	ICG 11088	<i>fastigiata</i>	<i>peruviana</i>
137	ACG 137	ICG 11109	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
138	ACG 138	ICG 11144	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
139	ACG 139	ICG 11219	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
140	ACG 140	ICG 11249	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
141	ACG 141	ICG 11322	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
142	ACG 142	ICG 11426	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
143	ACG 143	ICG 11457	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
144	ACG 144	ICG 11515	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
145	ACG 145	ICG 11651	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
146	ACG 146	ICG 11687	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
147	ACG 147	ICG 11855	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
148	ACG 148	ICG 11862	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
149	ACG 149	ICG 12000	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
150	ACG 150	ICG 12189	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
151	ACG 151	ICG 12276	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
152	ACG 152	ICG 12370	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
153	ACG 153	ICG 12625	<i>fastigiata</i>	<i>aequatoriana</i>
154	ACG 154	ICG 12672	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
155	ACG 155	ICG 12682	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
156	ACG 156	ICG 12697	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
157	ACG 157	ICG 12879	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
158	ACG 158	ICG 12921	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
159	ACG 159	ICG 12988	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
160	ACG 160	ICG 13099	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
161	ACG 161	ICG 13491	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
162	ACG 162	ICG 13603	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
163	ACG 163	ICG 13723	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
164	ACG 164	ICG 13787	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>

Devamı Arkada

Çizelge 3.2'nin Devamı

Sıra No.	Aksesyon No.	ICRISAT Genbank Kodu (ICG) / Genotip Adı	Alttür	Botanik varyete
165	ACG 165	ICG 13856	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
166	ACG 166	ICG 13858	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
167	ACG 167	ICG 13941	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
168	ACG 168	ICG 13942	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
169	ACG 169	ICG 13982	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
170	ACG 170	ICG 14008	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
171	ACG 171	ICG 14106	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
172	ACG 172	ICG 14118	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
173	ACG 173	ICG 14127	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
174	ACG 174	ICG 14466	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
175	ACG 175	ICG 14475	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
176	ACG 176	ICG 14482	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
177	ACG 177	ICG 14523	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
178	ACG 178	ICG 14630	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
179	ACG 179	ICG 14705	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
180	ACG 180	ICG 14710	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
181	ACG 181	ICG 14985	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
182	ACG 182	ICG 15042	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
183	ACG 183	ICG 15190	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
184	ACG 184	ICG 15287	<i>fastigiata</i>	<i>vulgaris</i>
185	ACG 185	ICG 15309	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
186	ACG 186	ICG 15419	<i>hypogaea</i>	<i>hirsuta</i>
187	ACG 187	NC-7	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
188	ACG 188	PF-259860	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
189	ACG 189	NC-3033	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
190	ACG 190	5015	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
191	ACG 191	5026	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
192	ACG 192	5030	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
193	ACG 193	5067	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
194	ACG 194	88/3	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
195	ACG 195	Ant-92/1	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
196	ACG 196	427-24	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
197	ACG 197	437-3-4(1-2)B-2	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
198	ACG 198	393-2-1-2-2	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
199	ACG 199	70/1145-1/03	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
200	ACG 200	75/1073-A	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
201	ACG 201	75/1073-B	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
202	ACG 202	Bari-89	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
203	ACG 203	Best Dagar	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
204	ACG 204	V.Banbim P.	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
205	ACG 205	88 Bocounba	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>

Çizelge 3.2'nin Devamı

Sıra No.	Aksesyon No.	ICRISAT Genbank Kodu (ICG) / Genotip Adı	Alttür	Botanik varyete
206	ACG 206	Home bay	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
207	ACG 207	Florigiant	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
208	ACG 208	Flamingo	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
209	ACG 209	Shulamit	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
210	ACG 210	Sunrunner	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
211	ACG 211	Florunner	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
212	ACG 212	Swallow	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
213	ACG 213	Behirim	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
214	ACG 214	Çine	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
215	ACG 215	Kadriye	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
216	ACG 216	Osmaniye	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
217	ACG 217	Osmaniye Erzin	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
218	ACG 218	Anamur-B	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
219	ACG 219	Anamur-K	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
220	ACG 220	Gazipaşa	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
221	ACG 221	Çom	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
222	ACG 222	NC-Fla-14	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
223	ACG 223	NC-10-C	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
224	ACG 224	GP-NC-343	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
225	ACG 225	88488	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
226	ACG 226	88121	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
227	ACG 227	PI-315633	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
228	ACG 228	PI-315621	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
229	ACG 229	Edirne-9p-53	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
230	ACG 230	M-44-A	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
231	ACG 231	M-44-B	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
232	ACG 232	Anamur-2006	<i>hypogaea</i>	<i>hypogaea</i>
233	ACG 233	97-Vietname	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
234	ACG 234	98-Avusturalya	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
235	ACG 235	Florispan	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
236	ACG 236	Spanish 191-1	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
237	ACG 237	Spanish 18/38	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
238	ACG 238	Starr	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
239	ACG 239	Schwarz	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
240	ACG 240	Spancross	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
241	ACG 241	PF-161317	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
242	ACG 242	PF-248759	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
243	ACG 243	PF-268771-B	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
244	ACG 244	C 1-27	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
245	ACG 245	AF-2B Grif	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
246	ACG 246	Argentine	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>

Devamı Arkada

Çizelge 3.2'nin Devamı

Sıra No.	Aksesyon No.	ICRISAT Genbank Kodu (ICG) / Genotip Adı	Alttür	Botanik varyete
247	ACG 247	Bayramic	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
248	ACG 248	Comet	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
249	ACG 249	New Mexico Valan	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
250	ACG 250	Tryone Power	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
251	ACG 251	96-Avusturalya	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
252	ACG 252	Taianan	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
253	ACG 253	440-B-1-2-5-H	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
254	ACG 254	Early rumir	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
255	ACG 255	Egret	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>
256	ACG 256	Dixil Anax	<i>fastigiata</i>	<i>fastigiata</i>

\*ACG 1 – ACG 186 arası genotipler ICRISAT mini kor koleksiyonuna aittir.

## 3.2. Metot

### 3.2.1. DNA İzolasyonu

Bitkilerin yeterli olgunluğa erişmesinin ardından her bir genotipe ait 3 bitkiden genç yaprak örnekleri alınmış (Şekil 3.2) ve bulk edilerek DNA izolasyonu gerçekleştirilmiştir. Doyle ve Doyle (1990) tarafından geliştirilen CTAB metodu izolasyon işlemi için kullanılmıştır.



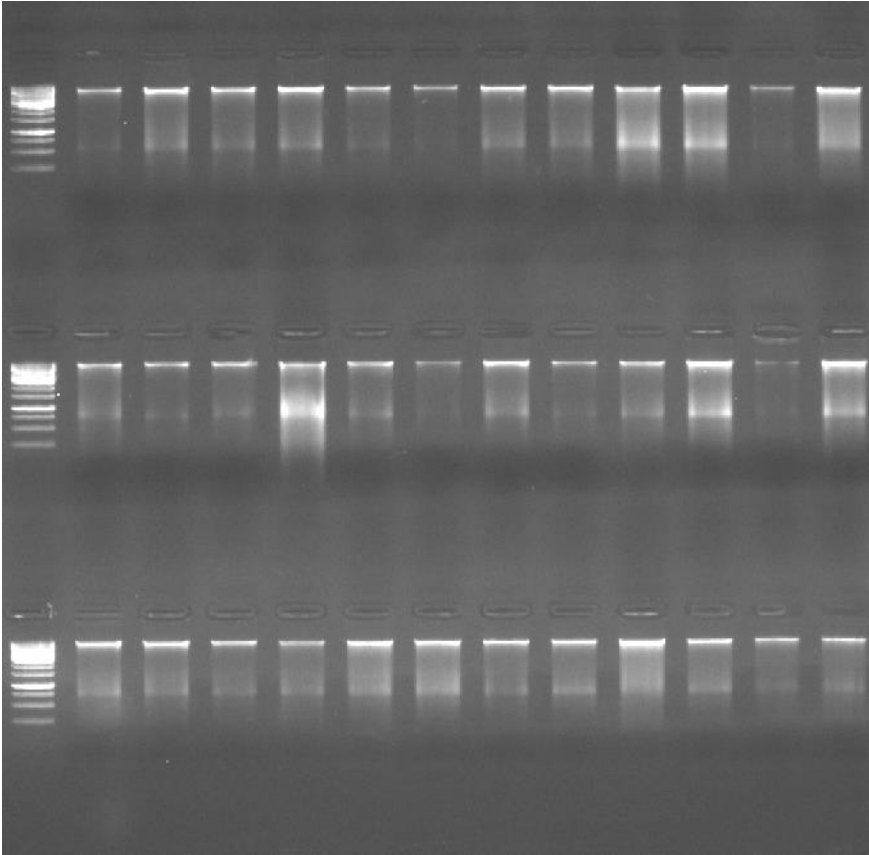
Şekil 3.2. Tarladan yaprak örneklerinin alınmasına ait görüntüler

CTAB metoduna göre (Doyle ve Doyle 1990);

1. Bulk olarak alınan eşit ağırlıktaki (Her bir bitki için ortalama 0.1 g) yaprak örnekleri 1,5 ml'lik ependorf tüplerin içerisine konulmuş ve üzerine 0.5 ml içerisinde binde 5 oranında merkaptolanol bulunan CTAB (100 mM Tris-HCl, 1.4 M NaCl, 20 mM EDTA, % 2 CTAB) tampon çözeltisi ilave edilmiştir.
2. Daha sonra yapraklar ependorf tüp içerisinde rahatça hareket ettirilebilen plastik ezme çubukları (pestil) ile her tüp için farklı bir tane kullanılarak iyice ezilmiştir.
3. Ezme işleminin ardından DNA'larının sıvıya geçmesini sağlamak amacıyla önceden sıcaklığı 65 °C'ye ayarlanmış olan su banyosunda örnekler 3 saat inkübasyona bırakılmış ve her 15 dakikada bir hafifçe çalkalanmıştır.
4. İnkübasyondan sonra örneklerden proteinin uzaklaştırılması için 600 µl kloroform-izoamil alkol (24:1) çözeltisi ependorflara konularak 10 saniye kadar hafifçe ters düz edilerek çalkalanmıştır.
5. Bu işlemin ardından örnekler 20 dakika boyunca 14000 rpm hızında santrifüj edilmiştir. Santrifüj edilen örneklerde tüpün alt kısmında kloroform, orta tabakasında protein ve üst fazında ise DNA'nın bulunduğu sıvı olmak üzere üç ayrı faz görülmüştür. Tüpün içerisinde bulunan süpernatant kısım (üst faz) 1.5 ml'lik temiz tüplere alınmıştır (yaklaşık 300 µl). Bu safha daha temiz DNA izolasyonu için bir kez daha tekrarlanmış ve ikinci tekrarda yeni tüplere yaklaşık 150 µl üst faz çekilmiştir.
6. Bu faz içerisindeki DNA'nın çökmesi için üzerine 500 µl hacimde -20 °C'de bulunan soğuk izopropanol konulup 10 saniye kadar hafifçe ters düz edilerek çalkalanmış ve DNA'nın daha iyi çökmesini sağlamak için 1 gece -20 °C'de bekletilmiştir.
7. -20 °C'den alınan örnekler 14000 rpm'de 10 dakika boyunca santrifüj edilmiştir.

8. Bu işlemin sonunda tüplerin dibinde pelet oluştuğu gözlenmiştir. Pelet yerinden oynatılmadan tüpün içerisindeki sıvı boşaltılmış ve pelet üzerine -20 °C’de bulunan % 70’lik etanolden 300 µl konularak 14000 rpm’de 5 dakika boyunca santrifüj yapılmıştır. Bu işlem bir kez daha tekrarlandıktan sonra santrifüj edilen tüplerin dibindeki pelete zarar vermeden sıvılar dikkatlice boşaltılmıştır.
9. Boş tüpler ters çevrilmiş ve 30- 40 dakika boyunca ağzı açık vaziyette kurumaya bırakılmıştır.
10. Kuruma işleminin sonunda tüplerin içerisine 150 µl saf su ilave edilmiş ve DNA’ların sıvıya geçmesi için örnekler +4 °C’de bir gece bekletilmiştir. Daha sonrasında ise bozulmamaları için -20 °C’de saklanmıştır.

DNA izolasyonu yapılan örneklerin DNA konsantrasyonu yüklenen standart DNA ( $\lambda$ ) kullanılarak belirlenmiş ve konsantrasyonlar eşitlenmiştir. Bu işlemin ardından örneklerin DNA kalitelerine bakmak amacı ile her bir genotipten elde edilen 1 µl hacminde DNA 1 µl yükleme boyası ile karıştırılarak %1’lik agaroz jele yüklenmiştir. Elektroforez cihazında 65 voltta 15 dakika koşan örnekler ultraviyole ışık altında görüntülenmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Genotiplerin bir bölümüne ait izolasyon sonrası agaroz jel görüntüsü

### 3.2.2. Markerlerin Belirlenmesi

Yumuşak çürüklük, pas ve geç yaprak beneklenmesi hastalıklarına ve nematod zararlısına karşı dayanıklı genotipleri belirlemek amacıyla daha önceden geliştirilen moleküler markerler PCR analizlerinde kullanılmışlardır. Yumuşak çürüklük hastalığına

dayanıklı genotipleri belirleyebilmek için Chenault vd (2009), pas ve geç yaprak beneklenmesi hastalıklarına dayanıklı genotipleri belirleyebilmek için Sukruth vd (2015) tarafından kullanılan SSR markerler bu tez çalışmasında değerlendirilmiştir. Nematod zararlısına dayanıklı genotipleri belirleyebilmek ve melezlerin moleküler takibini yapmak için ise Nagy vd (2010) tarafından geliştirilen SSR marker kullanılmıştır (Çizelge 3.3)

Çizelge 3.3. Geç yaprak beneklenmesi, pas ve yumuşak (beyaz) çürüklük hastalıklarına ve nematod zararlısına dayanıklı genotipleri belirleyebilmek amacıyla çalışmada kullanılan moleküler markerler

<b>Sukruth vd (2015) – Geç yaprak beneklenmesi- (SSR)</b>		
Marker adı	Forward sekans*	Reverse sekans
GM1573	GAGACCGGAGACGGAGAGTAT	ACGCCCATAGATTAACCCAGT
<b>Sukruth vd (2015) – Pas (SSR)</b>		
Marker adı	Forward sekans	Reverse sekans
GM1954	GAGGAGTGTGAGGTTCTGACG	TGGTTCATTGCATTTGCATAC
<b>Chenault vd (2009) – Yumuşak (beyaz) çürüklük (SSR)</b>		
Marker adı	Forward sekans	Reverse sekans
pPGPseq2E6R	CCTGGGCTGGGGTATTATTT	TACAGCATTGCCTTCTGGTG
Marker 3	GCACACCATGGCTCAGTTATT	
<b>Nagy vd (2010) – Nematod (SSR)</b>		
Marker adı	Forward sekans	Reverse sekans
GM 565	TTTCCTTTCAACCCTTCGTG	AATGAGACCAGCCAAAATGC

\* Tüm markerlar 5'-3' yönündedir.

### 3.2.3 Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR, Polymerase Chain Reaction) analizleri

PCR, ayrılma (denaturasyon: DNA iplikçiklerinin ayrılması), yapışma (annealing: primerlerin DNA zincirindeki komplementer olan bölgelere yapışması) ve uzama veya sentez (extention: DNA'ya yapışmış olan primer ile Taq polimeraz yardımıyla DNA zincirinin sentezlenmesi) aşamalarından oluşmaktadır. Genel olarak denaturasyon sıcaklığı 90-95 °C, annealing sıcaklığı 30-60 °C ve extention sıcaklığı 70-75 °C arasında değişmektedir. Belirlenen koşullar, miktar ve oranlar her çalışmaya göre farklılaşmaktadır.

Bu tez çalışmasında daha önceden geliştirilen markerler kullanılarak istenen gen bölgelerinde amplifikasyonu sağlamak amacıyla PCR analizleri yapılmıştır. Daha önceki araştırmalarda uygulanmış olan PCR teknikleri (protokolleri) (Chenault vd 2009, Sukruth vd 2015, Nagy vd 2010) bu çalışmada optimize edilerek en iyi sonucu veren solüsyon miktar ve oranları belirlenmiştir (Çizelge 3.4, Çizelge 3.5, Çizelge 3.6, Çizelge 3.7, Çizelge 3.8). PCR uygulamaları için MyGenie-96 Gradient Thermal Cycler marka cihaz kullanılmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. PCR analizlerinin yapıldığı cihaza ait görüntüler

Çizelge 3.4. Yumuşak (beyaz) çürüklük hastalığına dayanıklılığı belirlemek amacıyla kullanılan PCR şartları ve programı

PCR şartları			PCR programı	
PCR mix	Miktar	Oran		
10X buffer	2 µl	1/10	94°C	2 dakika
Forward primer	0.3 µl	10 pmol	94°C	45 saniye
Reverse primer	0.3 µl	10 pmol	60°C	60 saniye
Taq DNA polimeraz	0.2 µl	5 Unite	72°C	90 saniye
dNTP	0.4 µl	0.2 mM	72°C	10 dakika
MgCl <sub>2</sub>	2 µl	2.5 mM		
Kalıp DNA	1 µl	50 ng		
ddH <sub>2</sub> O	13.8 µl			
Toplam	20 µl			

Çizelge 3.5. Pas hastalığına dayanıklılığı belirlemek amacıyla kullanılan PCR şartları ve programı

PCR şartları			PCR programı	
PCR mix	Miktar	Oran		
10X buffer	2 µl	1/10	94°C	5 dakika
Forward primer	1 µl	10 pmol	94°C	30 saniye
Reverse primer	1 µl	10 pmol	65°C	30 saniye*
Taq DNA polimeraz	0.2 µl	5 Unite	72°C	30 saniye
dNTP	1 µl	0.2 mM	72°C	10 dakika
MgCl <sub>2</sub>	2 µl	1.5 mM		
Kalıp DNA	1 µl	50 ng		
ddH <sub>2</sub> O	11.8 µl			
Toplam	20 µl		*İlk beş döngüde 1°C azalma	



Çizelge 3.6. Geç yaprak beneklenmesi hastalığına dayanıklılığı belirlemek amacıyla kullanılan PCR şartları ve programı

PCR şartları			PCR programı	
PCR mix	Miktar	Oran		
10X buffer	2 µl	1/10	94°C	5 dakika
Forward primer	1 µl	10 pmol	94°C	30 saniye
Reverse primer	1 µl	10 pmol	65°C	30 saniye*
Taq DNA polimeraz	0.2 µl	5 Unite	72°C	30 saniye
dNTP	1 µl	0.2 mM	72°C	10 dakika
MgCl <sub>2</sub>	2 µl	1.5 mM		
Kalıp DNA	1 µl	50 ng		
ddH <sub>2</sub> O	11.8 µl			
Toplam	20 µl		*Her döngüde 1°C azalma	

Çizelge 3.7. Nematod zararlısına dayanıklılığı belirlemek amacıyla kullanılan PCR şartları ve programı

PCR şartları			PCR programı	
PCR mix	Miktar	Oran		
10X buffer	1 µl	1/10	94°C	30 saniye
Forward primer	0.3 µl	10 pmol	64°C	30 saniye*
Reverse primer	0.3 µl	10 pmol	72°C	30 saniye
Taq DNA polimeraz	0.2 µl	5 Unite	94°C	30 saniye
dNTP	0.4 µl	0.2 mM	58°C	30 saniye
MgCl <sub>2</sub>	2 µl	2.5 mM	72°C	30 saniye
Kalıp DNA	1 µl	50 ng	*Döngü başına 1°C azalma	
ddH <sub>2</sub> O	14.8 µl			
Toplam	20 µl			

Yukarıdaki çizelgelerde belirtildiği gibi döngüler tamamlanmış ve PCR analizleri bitirilmiştir. PCR'dan ürünleri elektroforez işlemine kadar +4 °C'de kapakları parafilm ile sarılarak saklanmıştır.

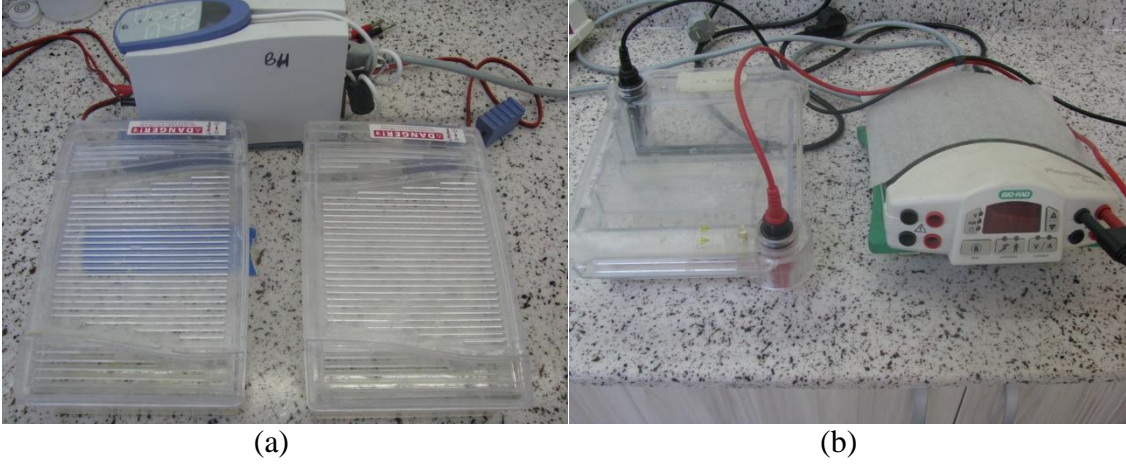
### 3.2.4. Elektroforez Tampon Çözeltisi

Elektroforezde tampon çözeltisi olarak Tris/Borate/EDTA (TBE) kullanılmıştır. Bu çözelti pH 8.3 olacak şekilde ve 10x yoğunluğunda hazırlanarak 1 lt suda çözdürülmüştür. Bu stok çözeltiden 100 ml alıp saf su ile 1 lt'ye tamamlanmış ve böylece elektroforez için 1x'lik TBE tamponu hazırlanmıştır. Aşağıda bu çözeltinin hazırlanmasında kullanılan kimyasallar ve miktarları verilmiştir;

- 54 g/L Tris base
- 27.5 g/L Boric asit
- 40 ml EDTA (0.5 M, pH: 8.3)

### 3.2.5. Jelin Hazırlanması

PCR’da elde edilen DNA parçalarının birbirlerinden ayırt edilebilmesi ve görsel olarak incelenebilmesi amacıyla agaroz jel elektroforezinden yararlanılmıştır. % 2.5’lik olarak bu tez çalışmasında kullanılan agaroz jel, TBE tampon çözeltisi ile bir erlen mayerde mikrodalgada 2-3 dakika ısıtılarak homojen bir karışım olacak şekilde hazırlanmıştır. Soğutulan 100 ml jel içine bantların UV ışık altında görülebilmesini sağlayan 3.5 µl Ethidium Bromide (10 mg/ml) eklenmiş ve jel kalıbında hava kabarcıklarının oluşmasına imkan vermeden hazırlanan jel dökülmüştür. Jel kalıbına DNA örneklerinin yüklenebilmesi için ise gerekli olan kuyucuklar tarakların yerleştirilmesiyle oluşturulmuştur. Jel tamamen donduktan sonra tarak yavaşça çıkarılmış ve elektroforez tankının (Şekil 3.5) içine, jelin üst kısmını kapatacak kadar elektrolit çözeltisi (1x TBE) dökülmüştür.



Şekil 3.5. Tez çalışması boyunca kullanılan i-MyRun (a) ve Bio-Rad (b) marka elektroforez tankları ve güç kaynakları

### 3.2.6. PCR Ürünlerinin Jele Yüklenmesi ve Elektroforez İşlemi

15 µl PCR ürünlerine 2 µl yükleme boyası eklenerek (bromophenylblue) toplamda 17 µl’lik PCR ürün+yükleme boyası karışımı % 2.5’luk agaroz jele yüklenmiş ve 1 saat boyunca 60 voltta koşturulmuştur. Elde edilen bantların molekül ağırlıklarının belirlenmesinde marker olarak GeneRuler 100 bp kullanılmıştır. Oluşan bantlar UV ışık altında DNR-Minilumi cihazıyla görüntülenmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. PCR analizi sonrası kullanılan görüntüleme sistemi

### 3.2.7. Fragment Analyzer™ İle PCR Sonrası Analizlerin Yapılması

Fragment Analyzer™ (Advanced Analytical Technologies GmbH, Heidelberg, Germany) Advanced Analytical firması tarafından geliştirilen otomatik kapiller elektroforez sistemidir. Cihaz sayesinde PCR ürünleri agaroz jele gerek kalmadan yüksek hassasiyet ve çözünürlükte hem sanal jel ortamında hem de kromatogramlarla değerlendirilebilmektedir (Şekil 3.7)



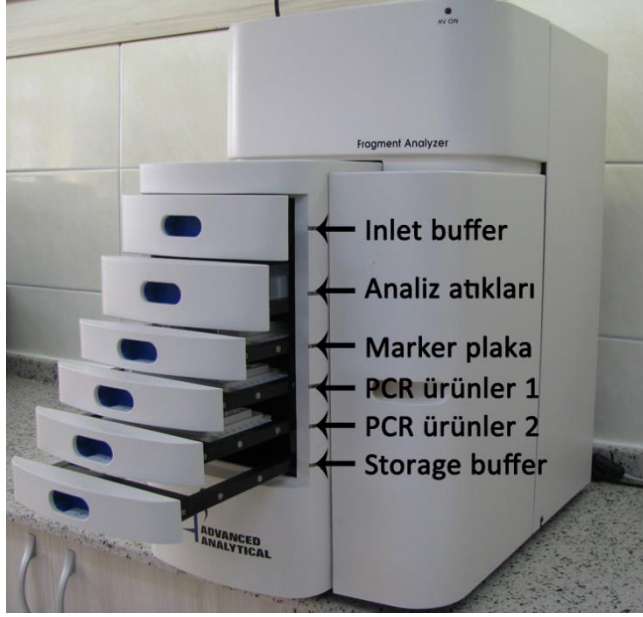
Şekil 3.7. Fragment Analyzer™ cihazı

Bu yüksek çözünürlüklü görüntüleme sistemi dış bölümde üç ana mekanik kısımdan oluşmaktadır. Bunlar plakaların konulduğu ön kısım, tüplerin olduğu yan kısım ve kapiller sistemin yer aldığı üst kısımdır (Şekil 3.8).



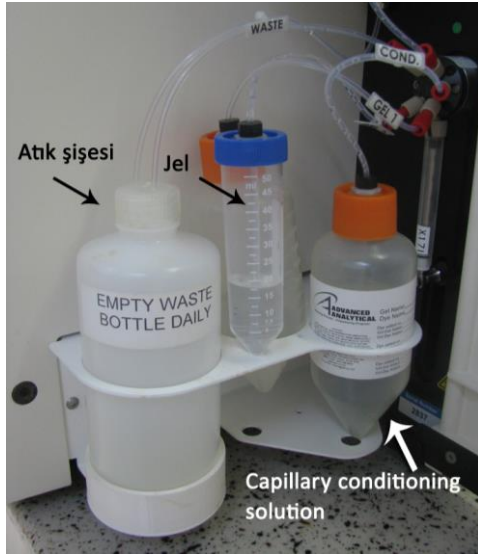
Şekil 3.8. Fragment Analyzer™ cihazında dış kısımda yer alan mekanik bölgeler

Cihazın ön tarafında yer alan plaka bölgesinde 6 adet bölme bulunmaktadır. En üst bölmede inlet bufferın yer aldığı 1 ml'lik kuyucuklara sahip 96'lık plaka, ikinci bölmede atık ürünlerin olduğu boş kutu ve üçüncü bölmede ise 96'lık marker plaka yer almaktadır (Şekil 3.9). PCR ürünleri dördüncü ve beşinci bölmede 96'lık plakalar halinde bulunurken en alt bölmede ise storage buffer olarak adlandırılan ve kapiller sistemin kullanım dışında uygun şartlarda korunmasını sağlayan kimyasalı barındıran 96'lık plaka yer almaktadır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Fragment Analyzer™ cihazının plakalar bölgesi

Cihazın yan bölgesinde ise jel ve conditioning buffer tüpleri ve atık ürünlerin toplandığı şişe yer almaktadır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Fragment Analyzer™ cihazının yan bölgesinde yer alan tüpler

Fragment Analyzer™ cihazında analizlerin yapılabilmesi için öncelikle PCR ürünlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Tez aşamasında yumuşak çürüklük, pas ve geç yaprak beneklenmesi hastalıklarına ve nematod zararlısına dayanıklılığın belirlenmesinde kullanılan markerler ile PCR'lar kurulmuş ve 15 µl'lik PCR ürünleri agaroz jelde görüntüleme için kullanılmıştır. PCR ürünlerinin geri kalan bölümü (en az 3 µl) Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz işlemlerinde değerlendirilmiştir. Cihazda ise analizlerin yürütülebilmesi için DNF-900-K0500 kodlu kit içerisinde yer alan ve yetkili firma tarafından sağlanan kimyasallar (Şekil 3.11) kullanılmıştır.



Şekil 3.11. Fragment Analyzer™’da analiz için gerekli kimyasallar

Fragment Analyzer™ cihazında analiz öncesi hazırlık sürecine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu süreçte kit içerisinde yer alan kimyasallar ve PCR örnekleri cihazda uygun bölgelere yerleştirilmektedir. Tez analizleri sırasında yapılan hazırlık işlemleri ise aşağıdaki şekilde sıralanmıştır.

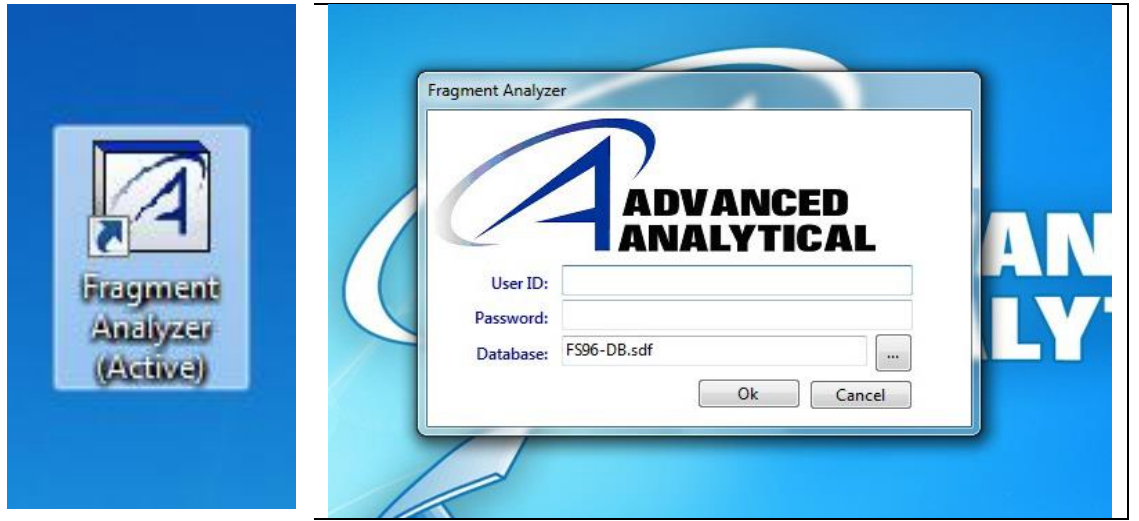
1. Cihazın çalıştığı süre boyunca kapiller sistem üzerinde tampon görevi gören Inlet Buffer (930 dsDNA Inlet Buffer) 1X olarak hazırlanmış (kod: DNF-355-0125) (Şekil 3.11) ve Fisherbrand® marka 96’lık plakaya her bir kuyucuğa 1000 µl olacak şekilde aktarılmıştır. Ardından plaka cihazdaki en üst bölmeye yerleştirilmiştir.
2. İkinci bölmede ise analiz atıklarının biriktirildiği kutu yer almakta olup analiz öncesi bu kutu temizlenmiştir.
3. Cihazın üçüncü bölümüne marker plaka konulmuştur. Tüm analizlerde S-SMK900-0003 kodlu 35-500 bp marker kullanılmıştır.
4. Cihazın ön bölgesinde en son yapılan işlem ise PCR ürünlerinin konulmasıdır. +4 °C’de 96’lık plakalarda yer alan PCR ürünlerine 25 µl dilution buffer eklenmiş (kod: DNF-495-0060) (Şekil 3.11) ve yapılan santrifüjden sonra dördüncü bölmeye yerleştirilmiştir.
5. Cihazın yan bölgesinde yer alan ve bağlantı bölgesinde “COND” yazan büyük tüpe (Şekil 3.10) 200 ml 1X Capillary Conditioning Solution (kod:DNF-475-0050) (Şekil 3.11) eklenmiştir.
6. Hacmi 50 ml olan küçük tüpe (Şekil 3.10) ise içerisinde 15 µl Intercalating Dye (kod: DNF-600-U030) bulunan 50 ml jel (kod: DNF-800-0240) konulmuştur. Bu

jel sanal ortamda jel görüntüsünün oluşmasına imkân vermekte olup üretici firma tarafından hazırlanmaktadır.

7. Bu işlemlerin ardından analizin başlatılabilmesi için bilgisayarda bulunan yazılım açılmıştır.

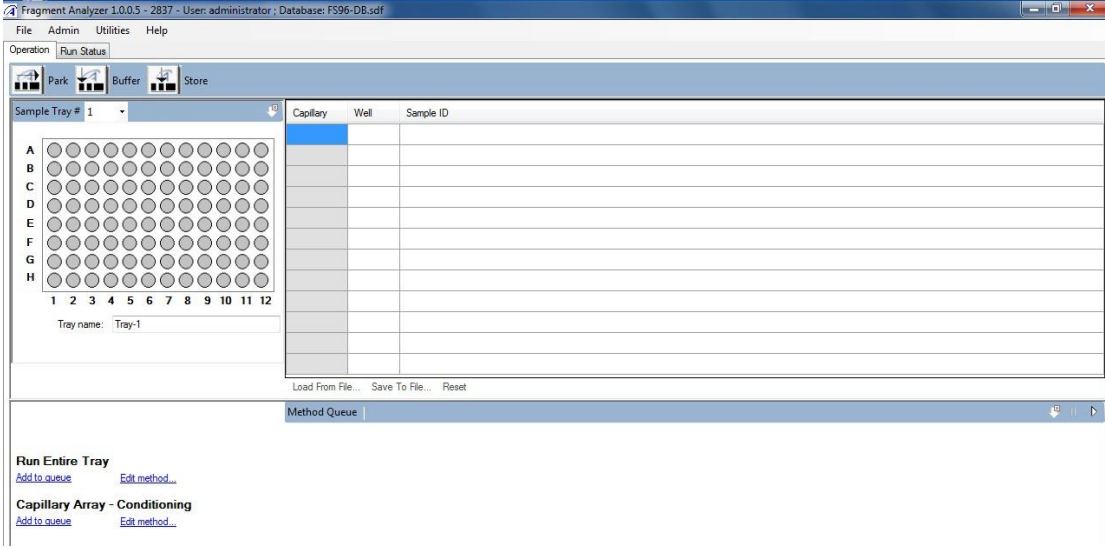
Cihazın analize hazır hale getirilmesinin ardından cihaz ile bilgisayar arasında bağlantıyı sağlayan Fragment Analyzer (Active)<sup>TM</sup> yazılımı açılmıştır. Cihazda analizin başlatılabilmesi için istenen ayarların yapılmasına imkân veren bu yazılım aynı zamanda cihazın çalışma sürecinin takip edilmesini de sağlamaktadır. Tez sürecinde yazılımda yapılan ayarlar ise şu şekildedir;

1. Fragment Analyzer (Active)<sup>TM</sup> yazılımının açılması için öncelikle masaüstünde yer alan yazılım logosu tıklanmış ve ekrana gelen kullanıcı adı ve şifre kutusuna gerekli bilgiler girilmiştir (Şekil 3.12).



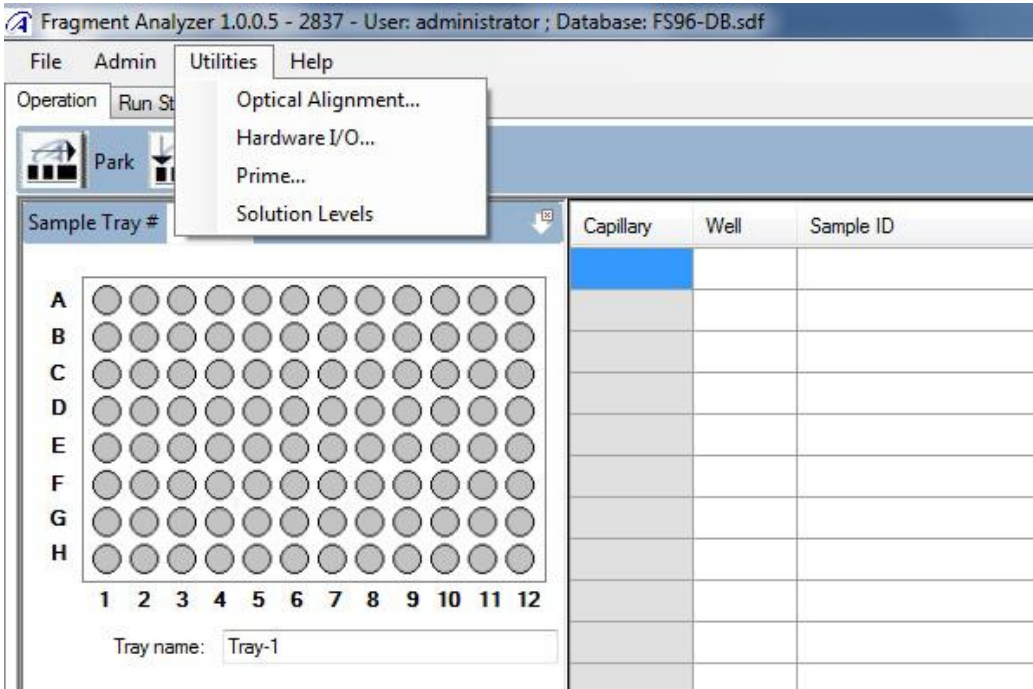
Şekil 3.12. Fragment Analyzer (Active)<sup>TM</sup> yazılımının açılması ve kullanıcı girişi

2. Yazılıma girişin ardından yazılıma ait arayüz açılmıştır. Burada üst kısımda solüsyonların ayarlanabilmesine ve dosyaların kontrol edilebilmesine imkân veren durum çubuğu, onun alt kısmında 96'lık plakada örnekleri takip etmemizi sağlayan temsili plaka yer almaktadır. Sağ tarafta ise örneklerde yapılan işlemler hakkında data veren geniş bilgi ekranı vardır (Şekil 3.13)



Şekil 3.13. Fragment Analyzer (Active)<sup>TM</sup> yazılımına ait arayüz

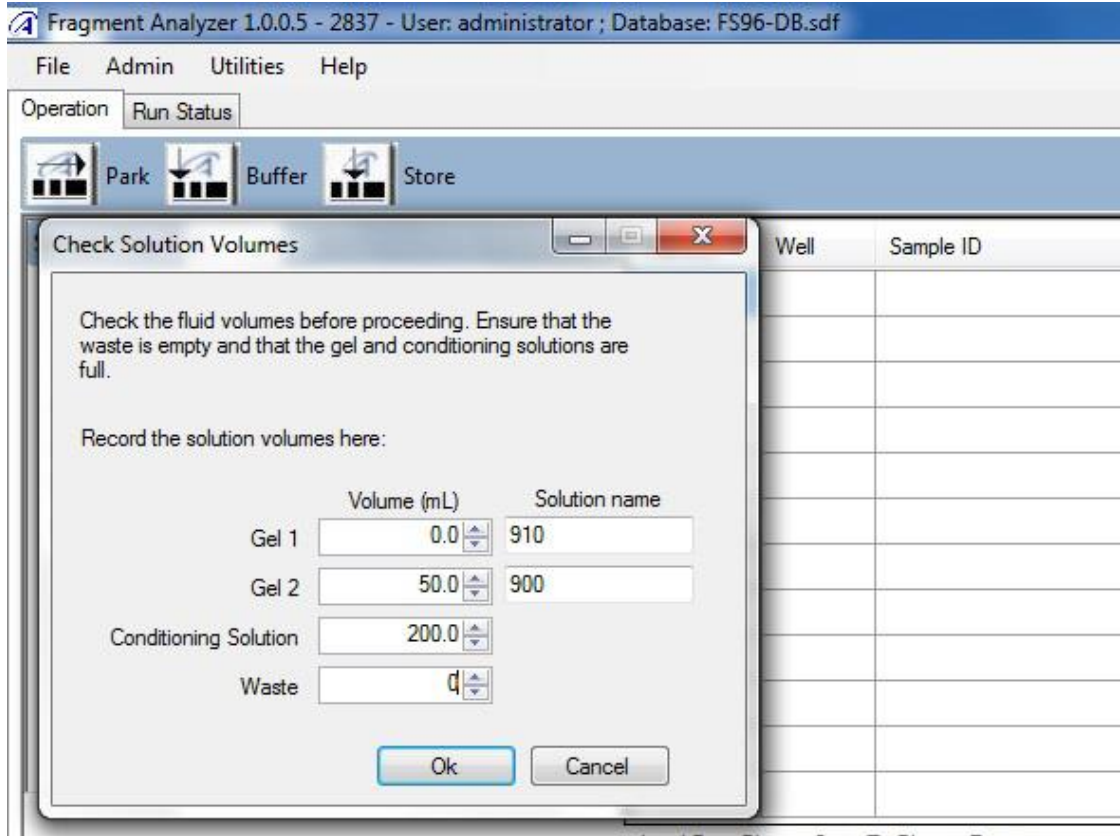
3. Yazılım açıldıktan sonra ilk işlem olarak üst çubukta yer alan “Utilities” sekmesi tıklanmış ve ardından gelen menüden “Solution Levels” seçilmiştir (Şekil 3.14)



Şekil 3.14. Solusyon seviyelerini belirleme işlemine girilmesi

4. Açılan pencereye cihazda yer alan kimyasalların seviyeleri girilmiştir (Şekil 3.15). Tüm tez aşamasında solüsyon değerlerimiz sabit tutulmuş, Gel 2 yazan kutucuğa 50 ml, Condition solution kutucuğuna ise 200 ml’lik değerler girilmiştir. Bu değerlerin ise cihaza konulan değerlerle aynı olması gerekmektedir. Waste yazan kutucuğa ise atık şişesi boşaltıldıktan sonra 0 yazılmıştır.





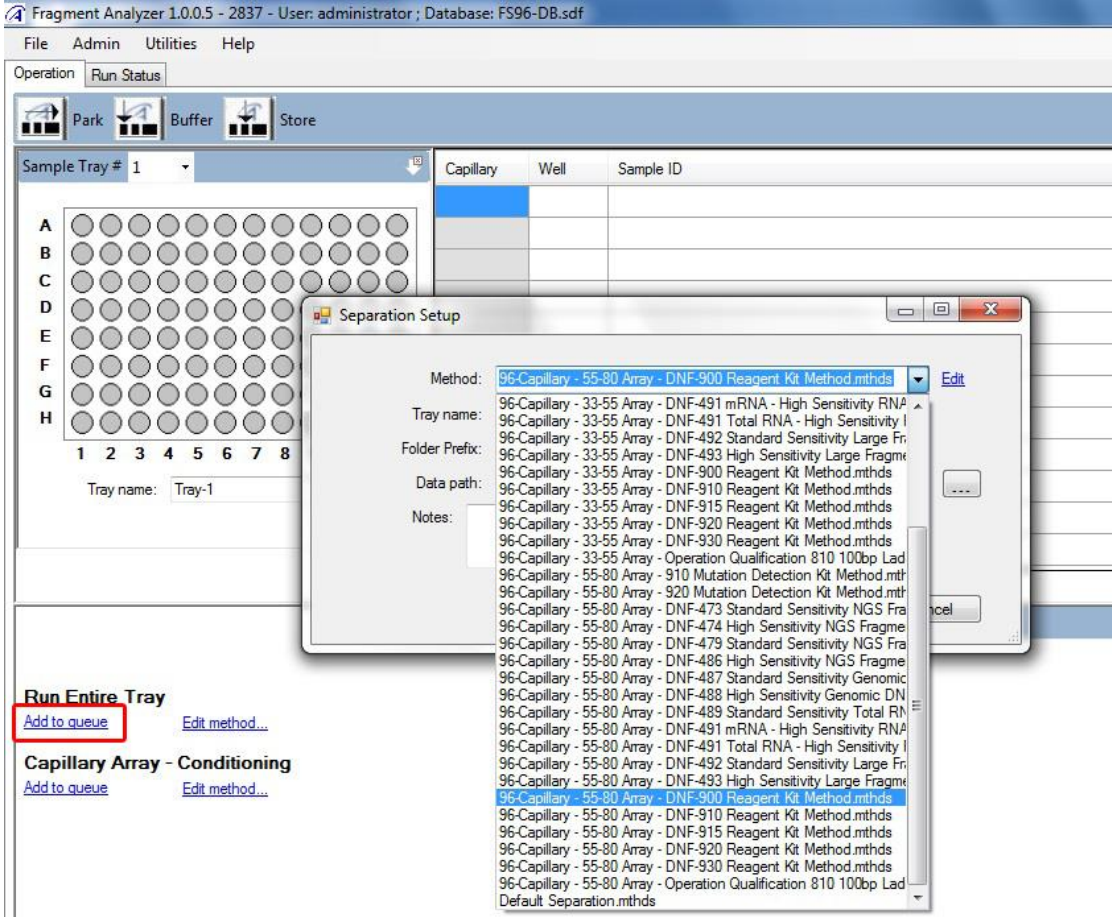
Şekil 3.15. Solusyon seviyelerinin belirlenmesi

5. Bu işlemin ardından yine “Utilities” sekmesi açılarak “Prime” tıklanmıştır. Burada “Fluid selected” sekmesinden kullanacak olduğumuz jel (Gel 2) seçilmiştir. “Fill Rate”, “Cycles” ve “Empty Rate” değerleri ise tüm tez boyunca sabit tutulmuştur (Şekil 3.16)



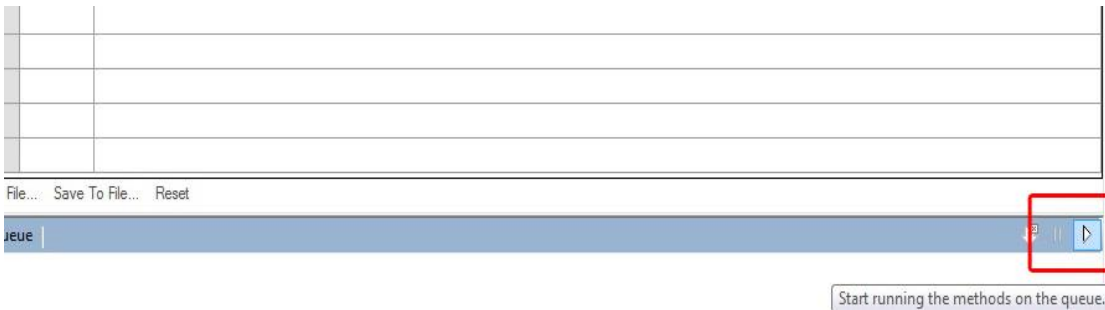
Şekil 3.16. Kullanılacak olan jelin seçilmesi

6. Analizde hangi kite ait metodun kullanılacağı “Run Entire Tray” başlığı altındaki “Add to queue” linkinde yer alan “Method” sekmesinde belirlenmiştir (Şekil 3.17). Yürütmüş olduğumuz tez boyunca “96-Capillary-55-80 Array-DNF-900 Reagent Kit” metodu kullanılmıştır. Seçimin ardından Ok butonuna tıklanmıştır.



Şekil 3.17. Kullanılacak kite ait metodun seçilmesi

7. Tüm bu işlemler ile yazılıma analiz bilgileri girilmiştir. Son safhada ise alt kısımda bulunan ok işareti tıklanmış ve Fragment Analyzer™ cihazı ile PCR ürünlerimizin analizi başlamıştır (3.18)



Şekil 3.18. Analiz işleminin başlatılması

Analiz sonrası elde edilen sonuçlar üretici firma tarafından geliştirilen PROSize 2.0 (Version 1.2.1.1) (Advanced Analytical Technologies, AMES, IA, USA) yazılımı ile görüntülenmiş ve değerlendirilmiştir. Elde edilen jel görüntülerinde ise alt (lower) marker 35 bp, üst (upper) maker ise 500 bp olarak belirlenmiştir. Elde edilen tüm bant görüntüleri bu aralıkta gözlenmiştir.

### 3.2.8. Melezleme İşlemleri

Bu tez çalışması özelinde çeşitli yazışmalarla Amerikan Gen Bankasından (USDA, ARS Plant Genetic Resources Conservation Unit, Griffin, GA, United States) nematod dayanıklı çeşitler olan COAN (Simpson ve Starr 2001) ve NemaTAM (Simpson vd 2003) ülkemize kazandırılmıştır. Bu çeşitler ülkemizde değer gören çeşitler ile melezlenmiş ve nematod dayanıklı genetik materyal oluşturma amacıyla bir melezleme programı oluşturulmuştur. Virginia tipi ve ülkemizde en çok ekilen çeşit olan NC7 ile ülkemizde ihtiyaç duyulan Runner tipi çeşit, Florunner, melezlemeler de yer almıştır (Çizelge 3.8)

Çizelge 3.8. Melezlemede kullanılan genotipler ve çaprazlamalar (♀ x ♂)

- 
1. Florunner x COAN
  2. COAN x Florunner
  3. COAN x NC7
  4. NC7 x COAN
  5. NemaTAM x Florunner
  6. Florunner x NemaTAM
  7. NC7 x NemaTAM
  8. NemaTAM x NC7
- 

Melez için kullanılacak olan genotipler Akdeniz Üniversitesi Tohumculuk ve Tarımsal Biyoteknoloji Araştırma ve Uygulama Geliştirme Merkezi ile Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsündeki araştırma alanlarında 35x52 boyutundaki saksılara ekilmiştir. Saksılara torf-perlit-vermikülit karışımı 3:1:1 oranında hazırlanmış ve kırmızı toprakla 1:1 oranında karıştırılarak kullanılmıştır. Ekim işlemi ise 16-17 Mayıs 2013 tarihlerinde belirtilen alanlarda yapılmıştır (Şekil 3.19). Bu işlemin ardından kuş zararını önlemek amacıyla çıkışa kadar saksıların üstü tül bir parça ile kapatılmıştır (Şekil 3.19).



(a)



(b)

Şekil 3.19. (a) Tohumculuk ve Tarımsal Biyoteknoloji Araştırma ve Uygulama Geliştirme Merkezi (b) Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsünde melezlemede kullanılacak genotiplerin saksılara ekilmesi

Saksılara ekim işleminin ardından normal yetiştirme paketi içerisinde yer alan sulama ve yabancı otların temizlenmesi işlemleri belirli aralıklarla gerçekleştirilmiştir. Ekimden bir hafta sonra bitki çıkışları görülmüş, yaklaşık bir ay sonra ise genotiplerde çiçeklenmeler başlamıştır. Tüm genotiplerde çiçeklenmenin ardından Nigam vd (1990) tarafından uygulanan melezleme tekniği kullanılarak melezleme işlemlerine geçilmiştir. Yerfıstığında, çiçekler açılmadan önce tozlaşma başladığı için bitki çoğunlukla kendine tozlanır. Bunu önlemek amacıyla saat 17:00'dan sonra çiçeklerdeki anterler pens yardımıyla uzaklaştırılarak bitkiler emasküle edilmiştir. Emaskülasyon işleminin ardından çiçekleri takip etmek amacıyla uygun etiketleme kullanılmıştır. Tozlama işlemi bir gün sonra sabah saat 7.00-10.00 arasında yapılmış olup anterler topluca çekilerek, tozlanacak çiçeğin stıgması üzerine fırçalama yapar gibi sürülmüştür. Bu işlemin ardından yapılan her bir melez her gün takip edilmiş ve aynı bölgeden çiçek çıkmamasına dikkat edilmiştir. Yapılan melez eğer tutmuş yani çiçeklerde dölleme başarılı olmuş ise döllemeden 10-12 gün sonra yumurtalığın altındaki doku hızla çoğalır ve zamanla yumurtalığı çevreleyen doku ile birleşerek bir uzantı (ginefor) meydana getirir. Eğer dölleme olmamışsa melezleme yapılan çiçek kurur ve kopar. Yapmış olduğumuz melezlemelerde genellikle başarılı sağlanmış ve gineforlar oluşmuştur (Şekil 3.20). Gineforlar uzayarak toprağa girmişler ve 8-10 gün sonra kapsülleri oluşturmaya başlamışlardır.



Şekil 3.20. Dölleme sonrası melezlerde gineforların oluşumu

Ağustos ayı itibari ile bitkilerde çiçeklenme durmuş ve böylelikle melezleme işlemi sona ermiştir. Eylül ayının sonlarına doğru bitkilerin yapraklarında sararmalar meydana gelmiş ve yapraklar dökülmeye başlamıştır. Ekim ayının başında ise hasat işlemi gerçekleştirilmiştir. Hasat için her saksı tek tek önce ters çevrilmiş ve ardından çok yavaş akan bir su ile bitki kökü topraktan ayrılmıştır (Şekil 3.21). Tutan melezlerin etiketlerinin çıkmamasına özen gösterilmiştir.



Şekil 3.21. Hasat sırasında bitkilerin saksıdan ayrılması ve topraktan ayrıştırılması

Hasada gelmiş bitkilerin köklerinin topraktan ayrılmasının daha önce etiketlenmiş olan F<sub>1</sub> tohumları bitkilerden alınmıştır (Şekil 3.22).



Şekil 3.22. Hasat işleminde daha önceden etiketlenmiş melezlerin alınması

Tüm bitkiler hasat edildikten sonra kapsüller kurutulmak üzere güneş ışığına maruz bırakılmış (Şekil 3.23) ve gelecek yetiştirme sezonuna hazır hale getirilmişlerdir.



Şekil 3.23. Hasat sonrası bitkilerin ve melezlerin kurutulması

Bir sonraki yıl (2014) F<sub>1</sub> tohumları ve ebeveynleri Akdeniz Üniversitesi Tohumculuk ve Tarımsal Biyoteknoloji Araştırma ve Uygulama Geliştirme Merkezi'nde yetiştirilmiştir. Tohumlar önce 14x13 boyutundaki saksılara ekilmiş ve çıkışların ardından 35x52 boyutundaki saksılara aktarılmışlardır (Şekil 3.24). Toprak olarak torf perlit-vermikülit karşımı 3:1:1 oranında hazırlanmış ve kırmızı toprakla 1:1 oranında karıştırılarak kullanılmıştır.



Şekil 3.24. F<sub>1</sub> tohumları ve ebeveynlerinin saksılarda yetiştirilmesi

F<sub>1</sub> bitkilerinin yetiştirilmesinin yanında geri melezleme işlemi de bu dönemki yetiştirme amaçlarından biri olmuştur. F<sub>1</sub> bitkileri ebeveynleri ile yan yana bulunan saksılara ekilmiş ve geri melezleme yapılmıştır (Şekil 3.25)



Şekil 3.25. (a) Geri melezleme yapılacak genotipler (b) Geri melez sonrası oluşan gineforlar

Melezleme işlemleri 15 Ağustos 2014 tarihi ile sona erdirilmiş ve ekim ayı başında tüm bitkiler hasat edilmişlerdir. Kurutmaya bırakılan tüm tohumlar 2015 yetiştirme sezonuna hazır hale getirilmiştir.

## 4. BULGULAR

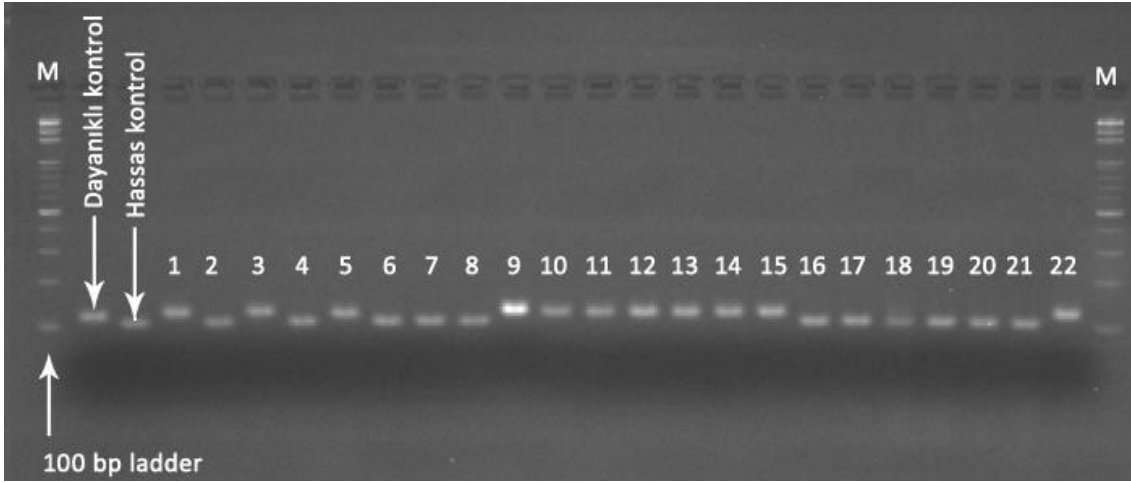
### 4.1. Yerfıstığı Koleksiyonunda Yumuşak (Beyaz) Çürüklük Hastalığına Karşı Dayanıklılığın Moleküler Olarak Belirlenmesi

Yürütülen bu tez çalışmasında sahip olduğumuz yerfıstığı koleksiyonu (Çizelge 3.1) tarla koşullarında yetiştirilmiş ve moleküler analizlerde kullanılmak üzere tüm genotiplerden yaprak örnekleri alınmıştır. Her bir genotipe ait üç bitkiden alınan yaprak örneklerinin bulk edilmesinin ardından moleküler bitki ıslahı laboratuvarında DNA izolasyon işlemi gerçekleştirilmiş ve koleksiyonun fungal (yumuşak çürüklük, pas, geç yaprak beneklenmesi) hastalıklara ve nematod zararlısına dayanıklılık bakımından moleküler olarak karakterizasyonuna başlanmıştır. Bu çalışmada ilk olarak yumuşak çürüklük hastalığı ele alınmış ve Chenault vd (2009) tarafından geliştirilen SSR marker kullanılarak koleksiyonumuz moleküler olarak taranmıştır.

Chenault vd (2009) yürütmüş oldukları moleküler çalışmada agaroz jel üzerinde 140 bp'de bant veren genotipleri yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklı, 100 bp'de bant veren genotipleri ise hassas olarak karakterize etmişlerdir. Yürütmüş olduğumuz moleküler çalışmada belirtilen PCR koşulları ile analizler yapılmış ve elde edilen PCR ürünleri hem agaroz jel elektroforezi sonrası görüntüleme cihazında hem de Fragment Analyzer™ cihazı ile yapılan analizler sonrası ProSize 2.0™ yazılımında görüntülenmiştir. Jel üzerinde doğru bir skorlama için ise Chamberlin vd (2010) tarafından hastalığa dayanıklı (PI 482189) ve hassas (PI 496448) olarak karakterize edilen iki genotip kontrol olarak kullanılmıştır (Şekil 4.1). Bu işlemlerin ardından elde edilen sanal ve agaroz jel görüntüleri değerlendirilmiş ve sonuç olarak koleksiyonumuzda yer alan 142 genotip yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklı, 108 genotip ise hassas olarak karakterize edilmiştir (Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4, Şekil 4.5, Şekil 4.6, Şekil 4.7)(Çizelge 4.1). Geri kalan 6 genotipte ise yapılan birçok tekrara rağmen jel sistemleri üzerinde bant elde edilememiştir.

*Arachis hypogaea* L. iki alt türe ayrılmaktadır. *hypogaea* alttürü *hypogaea* ve *hirsuta*, botanik varyetelerini, *fastigiata* alttürü ise *fastigiata*, *vulgaris*, *peruviana* ve *aequatoriana* botanik varyetelerini içermektedir. Koleksiyonumuzda *hypogaea* botanik varyetesine ait 131 genotip, *vulgaris* botanik varyetesine ait 61 genotip ve *fastigiata* botanik varyetesine ait 60 genotip bulunmaktadır. Ayrıca *peruviana* botanik varyetesinde iki genotip, *hirsuta* ve *aequatoriana* botanik varyetelerinde ise birer genotip yer almaktadır. Koleksiyonda yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklı olarak belirlenen 142 genotip farklı botanik varyetelerden gelmektedir. *vulgaris* botanik varyetesine ait 56 genotip, *fastigiata* botanik varyetesine ait 54 genotip ve *hypogaea* botanik varyetesine ait 28 genotip bu tez çalışmasında yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklı olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Oransal olarak ise *vulgaris* botanik varyetesine ait genotipler tüm dayanıklı genotiplerin % 39.4'ünü, *fastigiata* botanik varyetesine ait genotipler % 38.0'ini ve *hypogaea* botanik varyetesine ait genotipler ise % 19.7'sini oluşturmuştur. Koleksiyonda çok az sayıda genotip bulunduran *hirsuta* (1), *aequatoriana* (1) ve *peruviana* (2) botanik varyetelerinde ise tüm genotipler hastalığa dayanıklı olarak karakterize edilmiştir. Jel elektroforezi sonrası bant görüntüsü elde edilemeyen 6 genotipin varyete *hypogaea* (3 genotip), varyete *vulgaris* (2 genotip) ve varyete *fastigiata* (1 genotip) botanik varyetelerine ait olduğu belirlenmiştir.

Koleksiyonumuz içerisinde genetik materyal olarak 186 genotipten oluşan dünya yarfıstığı mini kor koleksiyonu yer almaktadır. Moleküler analizler sonrası kor koleksiyonda toplam 115 genotip hastalığa dayanıklı olarak karakterize edilirken 68 genotip hassas olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Üç genotipte ise jel sistemleri üzerinde bant görüntüsü elde edilememiştir. Taksonomik olarak dayanıklı genotiplerin 36 tanesinin varyete *fastigiata*'ya, 56 tanesinin varyete *vulgaris*'e ve 20 tanesinin ise varyete *hypogaea*'ya ait olduğu belirlenmiştir. Dayanıklı genotiplerin ise % 48.6'sının varyete *vulgaris*'e, % 31.3'ünün varyete *fastigiata*'ya ve % 17.3'ünün varyete *hypogaea*'ya ait olduğu da bu çalışma ile ortaya konmuştur.



Şekil 4.1. Yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklılık ile ilişkili markerin kullanılması sonucunda PCR sonrası elde edilen agaroz jel görüntüsü. Dayanıklı kontrol, PI 482189 ve hassas kontrol, PI 496448. Genotipler sırası ile 1: ACG 1, 2: ACG 2, 3: ACG 3, 4: ACG 4, 5: ACG 5, 6: ACG 6, 7: ACG 7, 8: ACG 8, 9: ACG 9, 10: ACG 10, 11: ACG 11, 12: ACG 12, 13: ACG 13, 14: ACG 14, 15: ACG 15, 16: ACG 16, 17: ACG 17, 18: ACG 18, 19: ACG 19, 20: ACG 20, 21: ACG 21 ve 22: ACG 22



Çizelge 4.1. Yumuşak (beyaz) çürüklük hastalığına dayanıklılık bakımından yerfıstığı koleksiyonunun moleküler karakterizasyonu

Aksesyon No.	Genotip adı	Botanik varyete	Marker Skoru*	Aksesyon No.	Genotip adı	Botanik varyete	Marker Skoru
ACG 1	ICG 36	<i>vulgaris</i>	D	ACG 46	ICG 3421	<i>vulgaris</i>	D
ACG 2	ICG 76	<i>hypogaea</i>	H	ACG 47	ICG 3584	<i>vulgaris</i>	D
ACG 3	ICG 81	<i>vulgaris</i>	D	ACG 48	ICG 3673	<i>fastigiata</i>	D
ACG 4	ICG 111	<i>hypogaea</i>	H	ACG 49	ICG 3681	<i>fastigiata</i>	D
ACG 5	ICG 115	<i>fastigiata</i>	D	ACG 50	ICG 3746	<i>vulgaris</i>	D
ACG 6	ICG 118	<i>vulgaris</i>	H	ACG 51	ICG 3775	<i>vulgaris</i>	D
ACG 7	ICG 156	<i>hypogaea</i>	H	ACG 52	ICG 3992	<i>hypogaea</i>	H
ACG 8	ICG 163	<i>hypogaea</i>	H	ACG 53	ICG 4156	<i>hypogaea</i>	H
ACG 9	ICG 188	<i>hypogaea</i>	D	ACG 54	ICG 4343	<i>hypogaea</i>	H
ACG 10	ICG 297	<i>fastigiata</i>	D	ACG 55	ICG 4389	<i>hypogaea</i>	H
ACG 11	ICG 332	<i>fastigiata</i>	D	ACG 56	ICG 4412	<i>hypogaea</i>	H
ACG 12	ICG 334	<i>vulgaris</i>	D	ACG 57	ICG 4527	<i>hypogaea</i>	H
ACG 13	ICG 397	<i>fastigiata</i>	D	ACG 58	ICG 4538	<i>hypogaea</i>	H
ACG 14	ICG 434	<i>vulgaris</i>	D	ACG 59	ICG 4543	<i>vulgaris</i>	D
ACG 15	ICG 442	<i>vulgaris</i>	D	ACG 60	ICG 4598	<i>hypogaea</i>	H
ACG 16	ICG 513	<i>hypogaea</i>	H	ACG 61	ICG 4670	<i>fastigiata</i>	D
ACG 17	ICG 532	<i>hypogaea</i>	H	ACG 62	ICG 4684	<i>vulgaris</i>	D
ACG 18	ICG 721	<i>hypogaea</i>	H	ACG 63	ICG 4729	<i>vulgaris</i>	D
ACG 19	ICG 862	<i>hypogaea</i>	H	ACG 64	ICG 4746	<i>hypogaea</i>	D
ACG 20	ICG 875	<i>hypogaea</i>	H	ACG 65	ICG 4750	<i>vulgaris</i>	D
ACG 21	ICG 928	<i>hypogaea</i>	H	ACG 66	ICG 4911	<i>vulgaris</i>	D
ACG 22	ICG 1137	<i>vulgaris</i>	D	ACG 67	ICG 4955	<i>vulgaris</i>	D
ACG 23	ICG 1142	<i>fastigiata</i>	D	ACG 68	ICG 4998	<i>hypogaea</i>	H
ACG 24	ICG 1274	<i>fastigiata</i>	D	ACG 69	ICG 5016	<i>hypogaea</i>	H
ACG 25	ICG 1399	<i>fastigiata</i>	D	ACG 70	ICG 5195	<i>vulgaris</i>	D
ACG 26	ICG 1415	<i>vulgaris</i>	D	ACG 71	ICG 5221	<i>fastigiata</i>	D
ACG 27	ICG 1519	<i>vulgaris</i>	D	ACG 72	ICG 5236	<i>vulgaris</i>	D
ACG 28	ICG 1668	<i>hypogaea</i>	H	ACG 73	ICG 5286	<i>hypogaea</i>	D
ACG 29	ICG 1711	<i>vulgaris</i>	D	ACG 74	ICG 5327	<i>hypogaea</i>	H
ACG 30	ICG 1973	<i>vulgaris</i>	D	ACG 75	ICG 5475	<i>fastigiata</i>	D
ACG 31	ICG 2019	<i>vulgaris</i>	D	ACG 76	ICG 5494	<i>vulgaris</i>	D
ACG 32	ICG 2106	<i>vulgaris</i>	D	ACG 77	ICG 5609	<i>fastigiata</i>	D
ACG 33	ICG 2381	<i>hypogaea</i>	D	ACG 78	ICG 5662	<i>hypogaea</i>	H
ACG 34	ICG 2511	<i>hypogaea</i>	H	ACG 79	ICG 5663	<i>hypogaea</i>	H
ACG 35	ICG 2738	<i>fastigiata</i>	D	ACG 80	ICG 5745	<i>hypogaea</i>	H
ACG 36	ICG 2772	<i>hypogaea</i>	H	ACG 81	ICG 5779	<i>vulgaris</i>	D
ACG 37	ICG 2773	<i>hypogaea</i>	D	ACG 82	ICG 5827	<i>hypogaea</i>	D
ACG 38	ICG 2777	<i>hypogaea</i>	H	ACG 83	ICG 5891	<i>hypogaea</i>	H
ACG 39	ICG 2857	<i>hypogaea</i>	D	ACG 84	ICG 6022	<i>fastigiata</i>	D
ACG 40	ICG 2925	<i>hypogaea</i>	H	ACG 85	ICG 6057	<i>hypogaea</i>	H
ACG 41	ICG 3027	<i>hypogaea</i>	H	ACG 86	ICG 6201	<i>fastigiata</i>	D
ACG 42	ICG 3053	<i>hypogaea</i>	H	ACG 87	ICG 6263	<i>vulgaris</i>	D
ACG 43	ICG 3102	<i>vulgaris</i>	D	ACG 88	ICG 6375	<i>vulgaris</i>	D
ACG 44	ICG 3240	<i>vulgaris</i>	D	ACG 89	ICG 6402	<i>hypogaea</i>	D
ACG 45	ICG 3343	<i>vulgaris</i>	D	ACG 90	ICG 6407	<i>vulgaris</i>	D

Devamı Arkada

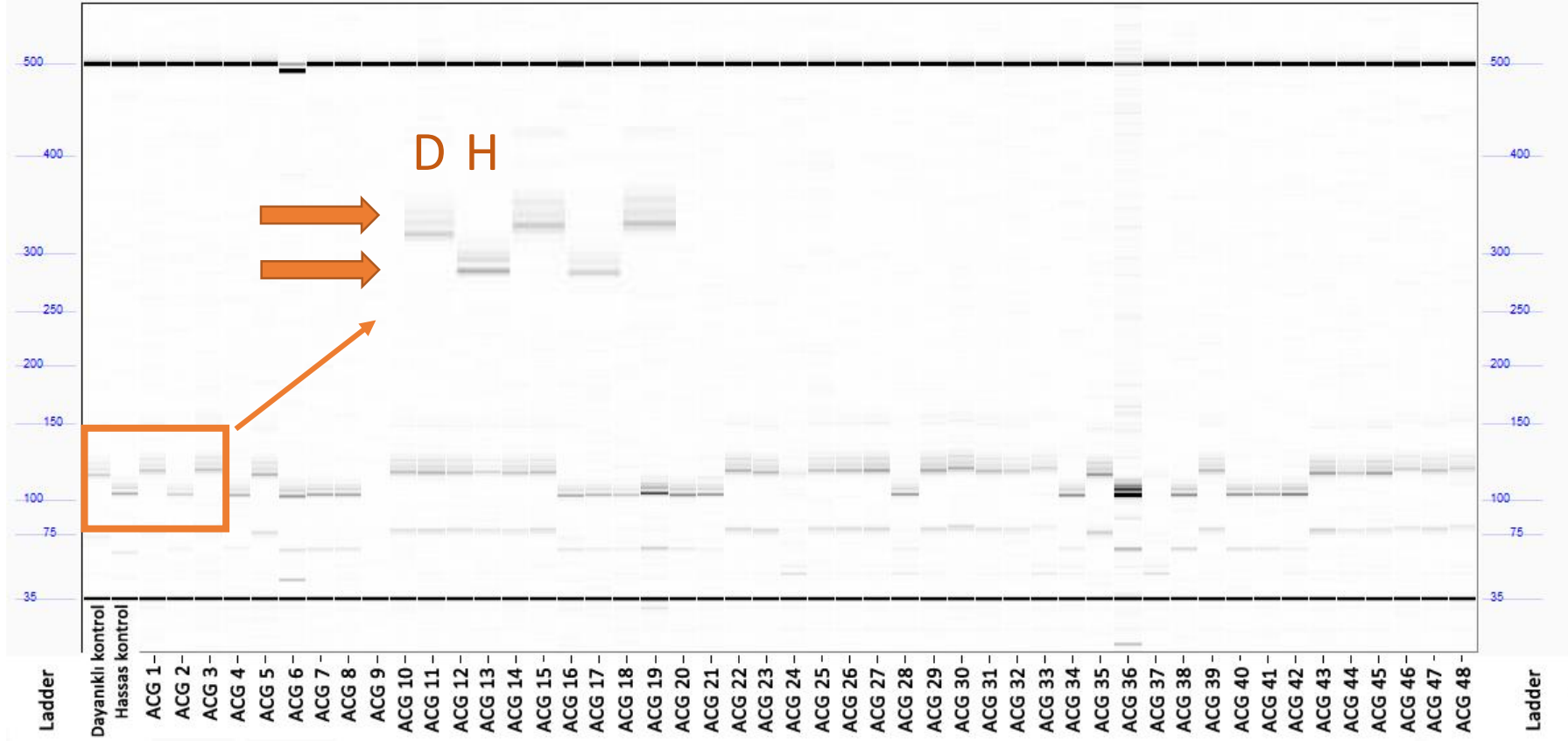
Çizelge 4.1'in Devamı

Aksesyon No.	Genotip adı	Botanik varyete	Marker Skoru*	Aksesyon No.	Genotip adı	Botanik varyete	Marker Skoru
ACG 91	ICG 6646	<i>fastigiata</i>	N/A	ACG 136	ICG 11088	<i>peruviana</i>	D
ACG 92	ICG 6654	<i>vulgaris</i>	N/A	ACG 137	ICG 11109	<i>hypogaea</i>	D
ACG 93	ICG 6667	<i>hypogaea</i>	H	ACG 138	ICG 11144	<i>fastigiata</i>	D
ACG 94	ICG 6703	<i>hypogaea</i>	D	ACG 139	ICG 11219	<i>hypogaea</i>	H
ACG 95	ICG 6766	<i>hypogaea</i>	H	ACG 140	ICG 11249	<i>vulgaris</i>	D
ACG 96	ICG 6813	<i>hypogaea</i>	H	ACG 141	ICG 11322	<i>hypogaea</i>	H
ACG 97	ICG 6888	<i>fastigiata</i>	D	ACG 142	ICG 11426	<i>hypogaea</i>	D
ACG 98	ICG 6892	<i>hypogaea</i>	H	ACG 143	ICG 11457	<i>hypogaea</i>	H
ACG 99	ICG 6993	<i>hypogaea</i>	D	ACG 144	ICG 11515	<i>vulgaris</i>	D
ACG 100	ICG 7000	<i>hypogaea</i>	D	ACG 145	ICG 11651	<i>vulgaris</i>	D
ACG 101	ICG 7153	<i>hypogaea</i>	H	ACG 146	ICG 11687	<i>vulgaris</i>	D
ACG 102	ICG 7181	<i>fastigiata</i>	D	ACG 147	ICG 11855	<i>hypogaea</i>	H
ACG 103	ICG 7190	<i>vulgaris</i>	D	ACG 148	ICG 11862	<i>hypogaea</i>	H
ACG 104	ICG 7243	<i>hypogaea</i>	H	ACG 149	ICG 12000	<i>hypogaea</i>	H
ACG 105	ICG 7906	<i>vulgaris</i>	D	ACG 150	ICG 12189	<i>vulgaris</i>	D
ACG 106	ICG 7963	<i>hypogaea</i>	D	ACG 151	ICG 12276	<i>hypogaea</i>	D
ACG 107	ICG 7969	<i>vulgaris</i>	D	ACG 152	ICG 12370	<i>hypogaea</i>	H
ACG 108	ICG 8083	<i>vulgaris</i>	D	ACG 153	ICG 12625	<i>aequatoriana</i>	D
ACG 109	ICG 8106	<i>fastigiata</i>	D	ACG 154	ICG 12672	<i>hypogaea</i>	H
ACG 110	ICG 8285	<i>hypogaea</i>	H	ACG 155	ICG 12682	<i>vulgaris</i>	D
ACG 111	ICG 8490	<i>hypogaea</i>	H	ACG 156	ICG 12697	<i>vulgaris</i>	N/A
ACG 112	ICG 8517	<i>fastigiata</i>	D	ACG 157	ICG 12879	<i>vulgaris</i>	D
ACG 113	ICG 8567	<i>vulgaris</i>	D	ACG 158	ICG 12921	<i>vulgaris</i>	D
ACG 114	ICG 8760	<i>hypogaea</i>	H	ACG 159	ICG 12988	<i>vulgaris</i>	D
ACG 115	ICG 9037	<i>hypogaea</i>	H	ACG 160	ICG 13099	<i>hypogaea</i>	H
ACG 116	ICG 9157	<i>vulgaris</i>	D	ACG 161	ICG 13491	<i>vulgaris</i>	D
ACG 117	ICG 9249	<i>vulgaris</i>	D	ACG 162	ICG 13603	<i>vulgaris</i>	D
ACG 118	ICG 9315	<i>fastigiata</i>	D	ACG 163	ICG 13723	<i>hypogaea</i>	H
ACG 119	ICG 9418	<i>vulgaris</i>	D	ACG 164	ICG 13787	<i>hypogaea</i>	H
ACG 120	ICG 9507	<i>vulgaris</i>	H	ACG 165	ICG 13856	<i>fastigiata</i>	D
ACG 121	ICG 9666	<i>hypogaea</i>	H	ACG 166	ICG 13858	<i>fastigiata</i>	D
ACG 122	ICG 9777	<i>hypogaea</i>	H	ACG 167	ICG 13941	<i>vulgaris</i>	H
ACG 123	ICG 9809	<i>vulgaris</i>	D	ACG 168	ICG 13942	<i>hypogaea</i>	H
ACG 124	ICG 9842	<i>hypogaea</i>	H	ACG 169	ICG 13982	<i>hypogaea</i>	D
ACG 125	ICG 9905	<i>hypogaea</i>	H	ACG 170	ICG 14008	<i>hypogaea</i>	H
ACG 126	ICG 9961	<i>hypogaea</i>	H	ACG 171	ICG 14106	<i>fastigiata</i>	D
ACG 127	ICG 10036	<i>peruviana</i>	D	ACG 172	ICG 14118	<i>vulgaris</i>	D
ACG 128	ICG 10092	<i>fastigiata</i>	D	ACG 173	ICG 14127	<i>fastigiata</i>	D
ACG 129	ICG 10185	<i>hypogaea</i>	H	ACG 174	ICG 14466	<i>hypogaea</i>	H
ACG 130	ICG 10384	<i>vulgaris</i>	D	ACG 175	ICG 14475	<i>hypogaea</i>	D
ACG 131	ICG 10474	<i>fastigiata</i>	D	ACG 176	ICG 14482	<i>hypogaea</i>	D
ACG 132	ICG 10479	<i>hypogaea</i>	D	ACG 177	ICG 14523	<i>hypogaea</i>	H
ACG 133	ICG 10554	<i>fastigiata</i>	D	ACG 178	ICG 14630	<i>fastigiata</i>	D
ACG 134	ICG 10566	<i>fastigiata</i>	D	ACG 179	ICG 14705	<i>hypogaea</i>	D
ACG 135	ICG 10890	<i>fastigiata</i>	D	ACG 180	ICG 14710	<i>fastigiata</i>	D

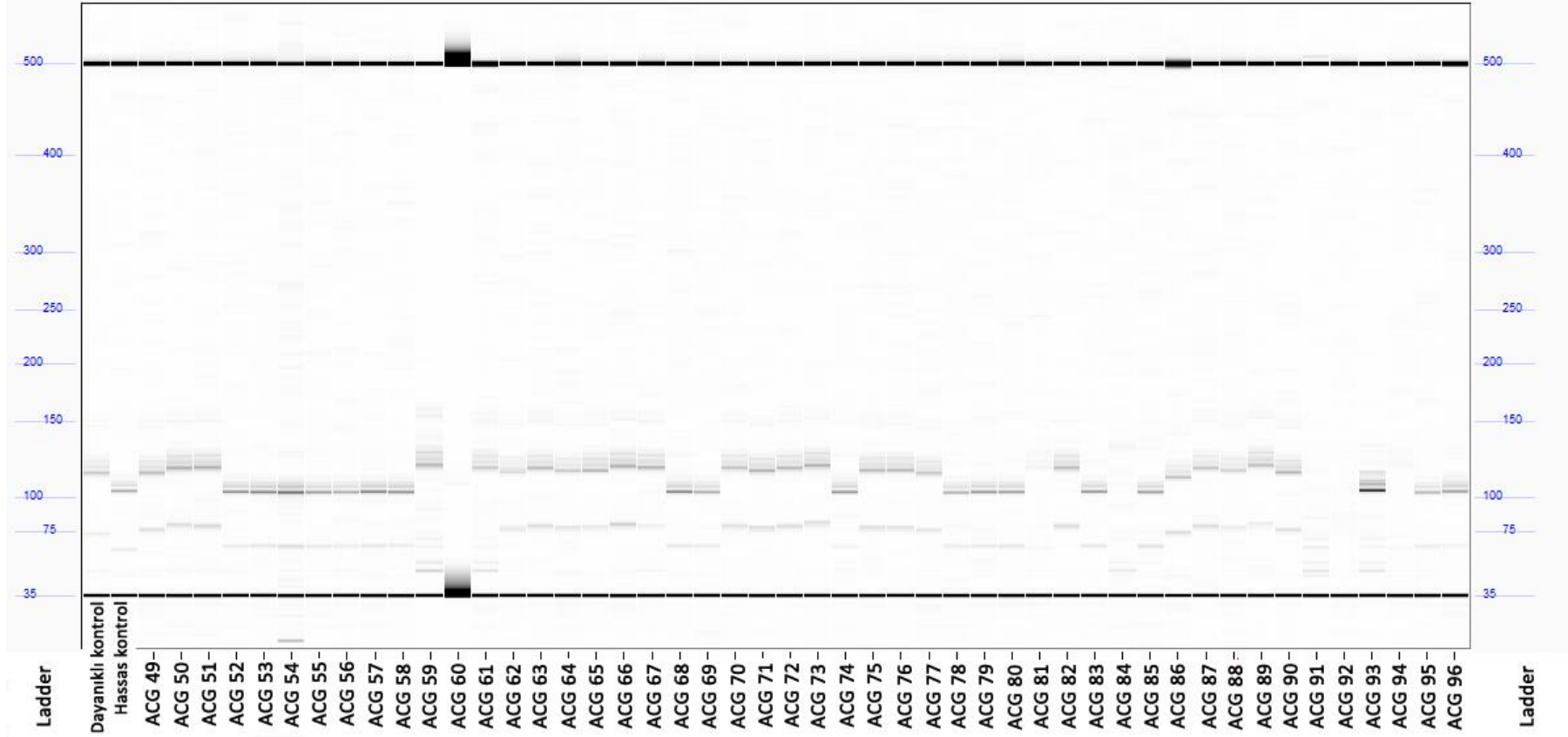
Çizelge 4.1'in Devamı

Aksesyon No.	Genotip adı	Botanik varyete	Marker Skoru*	Aksesyon No.	Genotip adı	Botanik varyete	Marker Skoru
ACG 181	ICG 14985	<i>vulgaris</i>	D	ACG 226	88121	<i>hypogaea</i>	H
ACG 182	ICG 15042	<i>fastigiata</i>	D	ACG 227	PI-315633	<i>hypogaea</i>	H
ACG 183	ICG 15190	<i>hypogaea</i>	H	ACG 228	PI-315621	<i>hypogaea</i>	H
ACG 184	ICG 15287	<i>vulgaris</i>	D	ACG 229	Edirne-9p-53	<i>hypogaea</i>	H
ACG 185	ICG 15309	<i>fastigiata</i>	D	ACG 230	M-44-A	<i>hypogaea</i>	H
ACG 186	ICG 15419	<i>hirsuta</i>	D	ACG 231	M-44-B	<i>hypogaea</i>	D
ACG 187	NC-7	<i>hypogaea</i>	D	ACG 232	Anamur-2006	<i>hypogaea</i>	D
ACG 188	PF-259860	<i>hypogaea</i>	H	ACG 233	97-Vietname	<i>fastigiata</i>	D
ACG 189	NC-3033	<i>hypogaea</i>	H	ACG 234	98-Australia	<i>fastigiata</i>	H
ACG 190	5015	<i>hypogaea</i>	H	ACG 235	Florispan	<i>fastigiata</i>	D
ACG 191	5026	<i>hypogaea</i>	H	ACG 236	Spanish 191-1	<i>fastigiata</i>	D
ACG 192	5030	<i>hypogaea</i>	D	ACG 237	Spanish 18/38	<i>fastigiata</i>	D
ACG 193	5067	<i>hypogaea</i>	D	ACG 238	Starr	<i>fastigiata</i>	D
ACG 194	88/3	<i>hypogaea</i>	H	ACG 239	Schwarz	<i>fastigiata</i>	D
ACG 195	Ant-92/1	<i>hypogaea</i>	H	ACG 240	Spancross	<i>fastigiata</i>	D
ACG 196	427-24	<i>hypogaea</i>	H	ACG 241	PF-161317	<i>fastigiata</i>	D
ACG 197	437-3-4-B-2	<i>hypogaea</i>	D	ACG 242	PF-248759	<i>fastigiata</i>	D
ACG 198	393-2-1-2-2	<i>hypogaea</i>	N/A	ACG 243	PF-268771-B	<i>fastigiata</i>	D
ACG 199	70/1145-1/03	<i>hypogaea</i>	D	ACG 244	C 1-27	<i>fastigiata</i>	D
ACG 200	75/1073-A	<i>hypogaea</i>	H	ACG 245	AF-2B Grif	<i>fastigiata</i>	D
ACG 201	75/1073-B	<i>hypogaea</i>	H	ACG 246	Argentine	<i>fastigiata</i>	D
ACG 202	Bari-89	<i>hypogaea</i>	H	ACG 247	Bayramic	<i>fastigiata</i>	D
ACG 203	Best Dagar	<i>hypogaea</i>	N/A	ACG 248	Comet	<i>fastigiata</i>	D
ACG 204	V.Banbim P.	<i>hypogaea</i>	H	ACG 249	N. M. Valan	<i>fastigiata</i>	D
ACG 205	88 Bocounba	<i>hypogaea</i>	H	ACG 250	T. Power	<i>fastigiata</i>	D
ACG 206	Home bay	<i>hypogaea</i>	H	ACG 251	96-Australia	<i>fastigiata</i>	D
ACG 207	Florigiant	<i>hypogaea</i>	D	ACG 252	Taianan	<i>fastigiata</i>	H
ACG 208	Flamingo	<i>hypogaea</i>	H	ACG 253	440-B-1-2-5-H	<i>fastigiata</i>	H
ACG 209	Shulamit	<i>hypogaea</i>	H	ACG 254	Early rumir	<i>fastigiata</i>	D
ACG 210	Sunrunner	<i>hypogaea</i>	H	ACG 255	Egret	<i>fastigiata</i>	H
ACG 211	Florunner	<i>hypogaea</i>	H	ACG 256	Dixil Anax	<i>fastigiata</i>	H
ACG 212	Swallow	<i>hypogaea</i>	H				
ACG 213	Behirim	<i>hypogaea</i>	D				
ACG 214	Cine	<i>hypogaea</i>	H				
ACG 215	Kadriye	<i>hypogaea</i>	H				
ACG 216	Osmaniye	<i>hypogaea</i>	N/A				
ACG 217	Osm. Erzin	<i>hypogaea</i>	H				
ACG 218	Anamur-B	<i>hypogaea</i>	H				
ACG 219	Anamur-K	<i>hypogaea</i>	H				
ACG 220	Gazipasa	<i>hypogaea</i>	H				
ACG 221	Çom	<i>hypogaea</i>	H				
ACG 222	NC-Fla-14	<i>hypogaea</i>	H				
ACG 223	NC-10-C	<i>hypogaea</i>	H				
ACG 224	GP-NC-343	<i>hypogaea</i>	H				
ACG 225	88488	<i>hypogaea</i>	H				

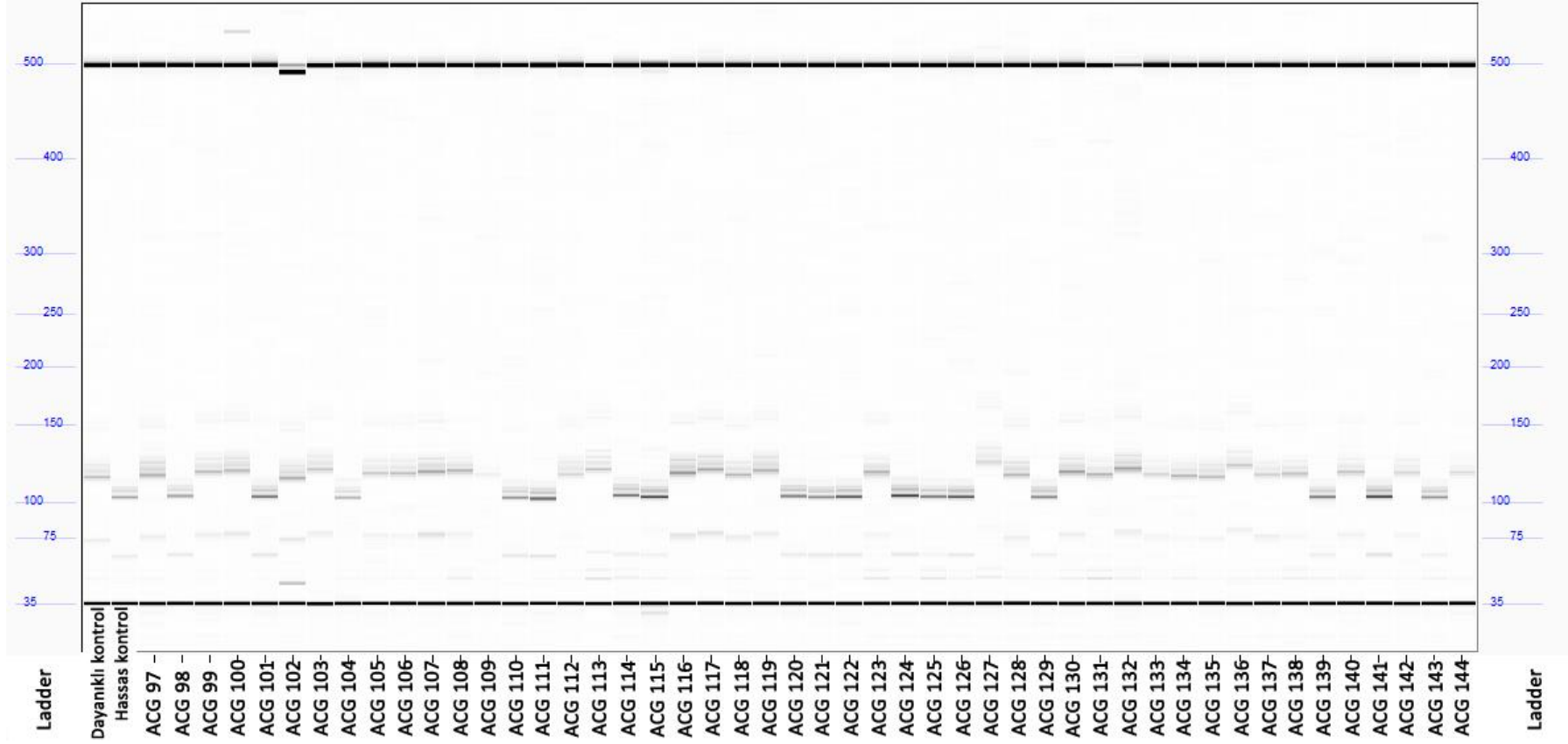
D, dayanıklı; H, hassas; N/A, amplifikasyon yok.



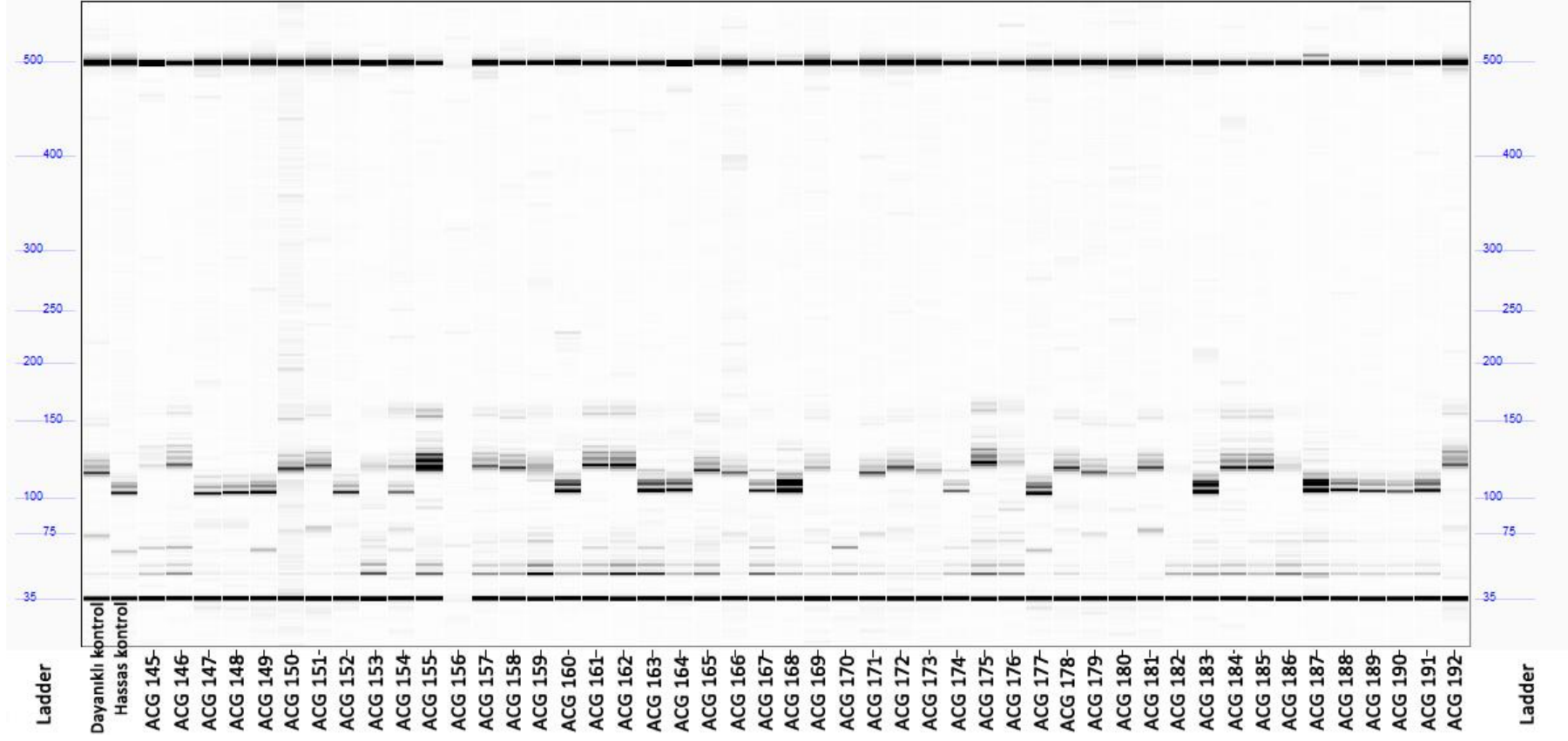
Şekil 4.2. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklılık bakımından ACG 1 - ACG 48 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü



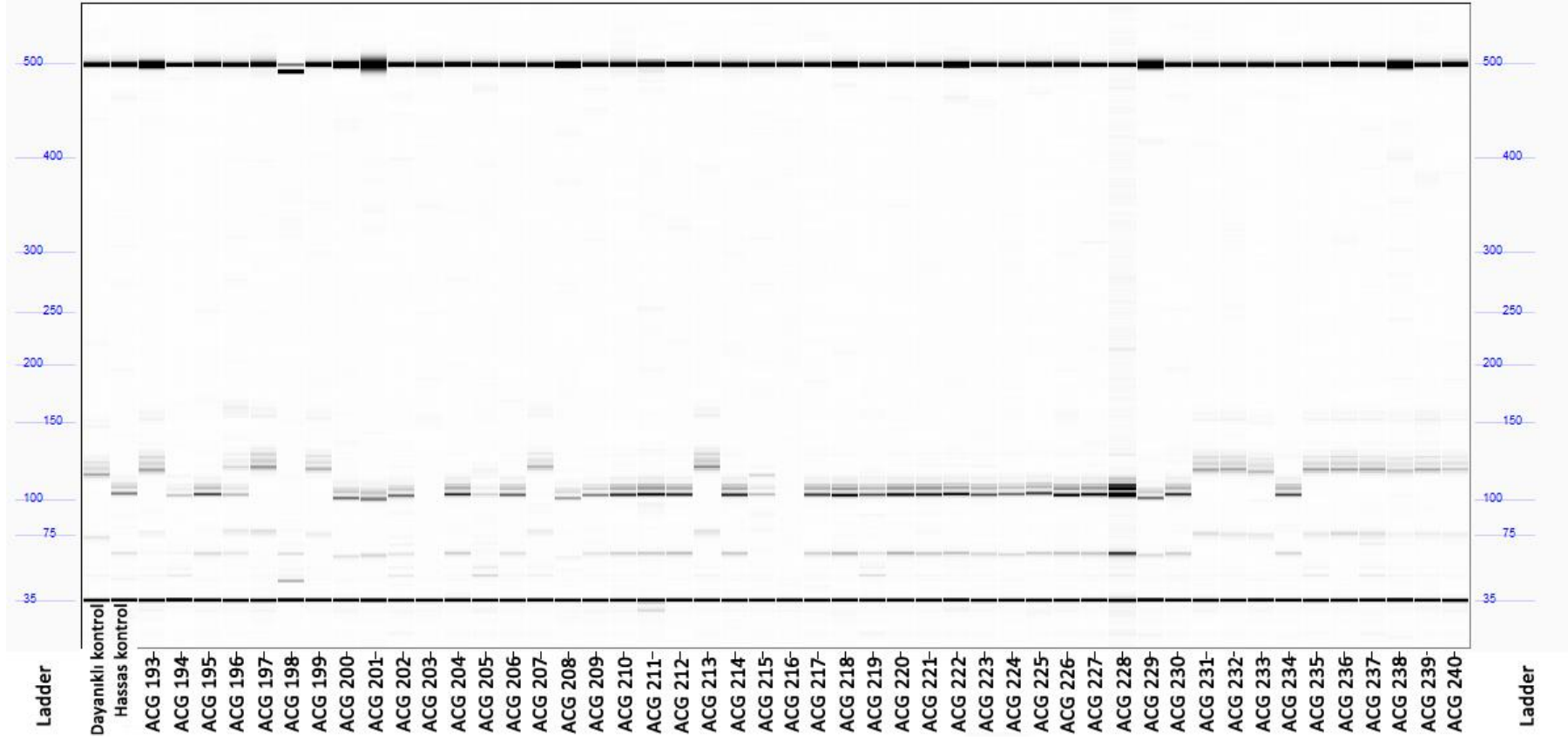
Şekil 4.3. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklılık bakımından ACG 49 - ACG 96 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü



Şekil 4.4. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklılık bakımından ACG 97 - ACG 144 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü

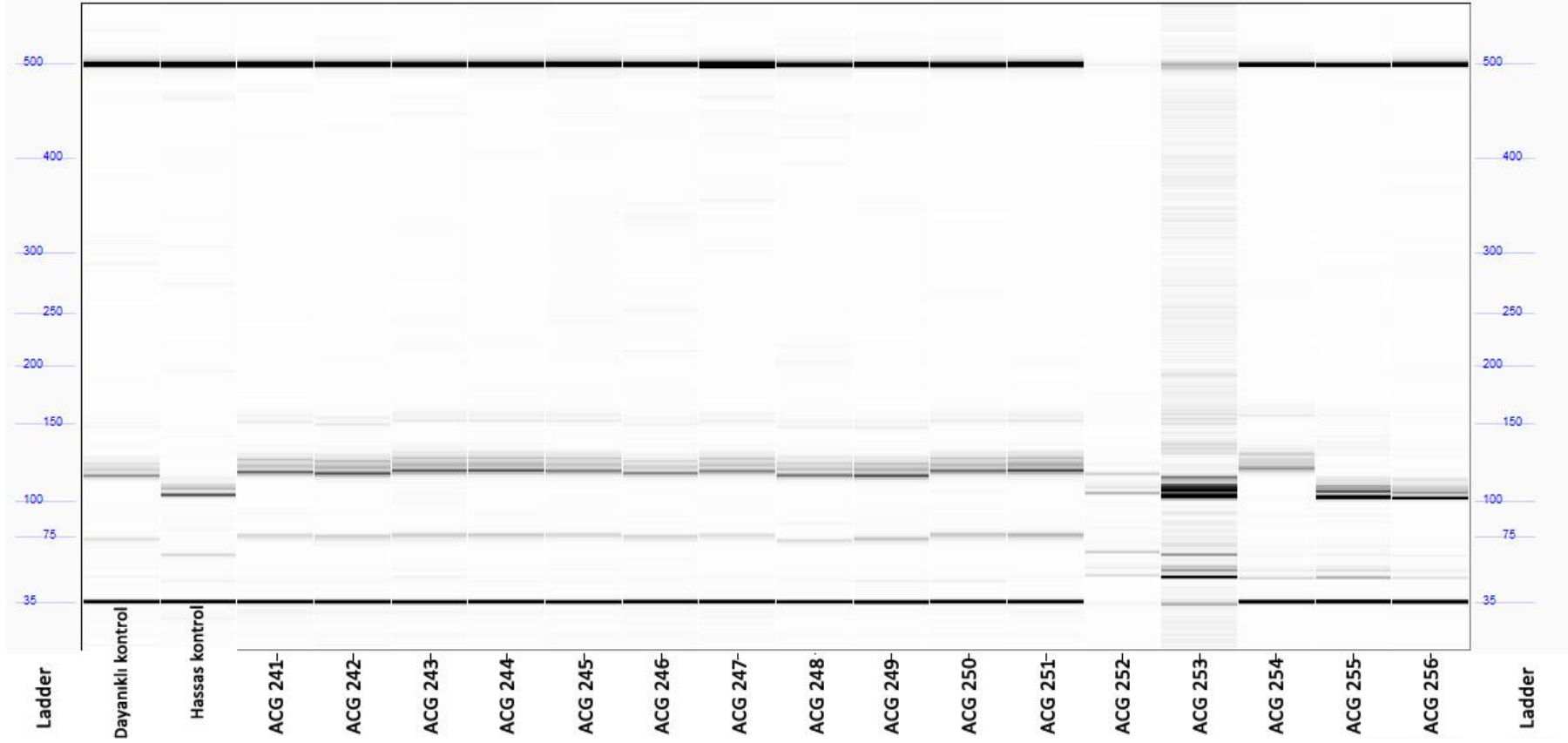


Şekil 4.5. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrası yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklılık bakımından ACG 145 - ACG 192 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü



Şekil 4.6. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrası yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklılık bakımından ACG 193 - ACG 240 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü





Şekil 4.7. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrası yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklılık bakımından ACG 241 - ACG 256 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü

## 4.2. Yerfıstığı Koleksiyonunda Pas Hastalığına Karşı Dayanıklılığın Moleküler Olarak Belirlenmesi

Sukruth vd (2015) yürütmüş oldukları moleküler çalışmada dört popülasyondan gelen RIL genotiplerini GM1954 markeri dâhil birçok marker ile pas hastalığına dayanıklılık bakımından taramışlardır. Araştırmacılar GM1954 markerinin hassas ve dayanıklı genotipleri ayırt etmede oldukça başarılı olduğunu ifade etmişler ve bu markerin seleksiyon ıslahında kullanılabileceği raporlamışlardır (Sukruth vd 2015).

Koleksiyonumuzun pas hastalığına dayanıklılık bakımından moleküler karakterizasyonu Sukruth vd (2015) tarafından kullanılan SSR marker (GM1954) ile yapılmıştır. Tüm genotiplerin yer aldığı moleküler çalışmada belirtilen PCR koşulları ile analizler yürütülmüş ve elde edilen PCR ürünleri hem agaroz jel elektroforezi sonrası görüntüleme cihazında hem de Fragment Analyzer™ sisteminde yer alan ProSize 2.0™ yazılımında görüntülenmiş ve değerlendirilmiştir. Elde ettiğimiz jel görüntülerinin doğruluğunu teyit etmek amacıyla Sudini vd (2015) tarafından dayanıklı (ICG 4389) ve hassas (ICG 4750) olarak belirlenen iki genotip kontrol olarak kullanılmıştır. Bu genotipler aynı zamanda sahip olduğumuz koleksiyonda sırasıyla ACG 55 ve ACG 65 aksesyon numaraları ile de yer almaktadır.

Sukruth vd (2015), GM1954 markerinin yer aldığı PCR analizi sonrasında genotiplerin 120 ve 123 bp'de olmak üzere iki bant verdiklerini, dayanıklı genotiplerin 120 bp, hassas genotiplerin ise 123 bp de bant görüntüsüne sahip olduklarını ifade etmişlerdir. Yapmış olduğumuz PCR analizleri sonrasında Fragment Analyzer™ cihazında beklenen bölgelerde bantlar elde edilmiştir (Şekil 4.8, Şekil 4.9, Şekil 4.10, Şekil 4.11, Şekil 4.12, Şekil 4.13). Ancak agaroz jel sisteminde bantların birbirine çok yakın olmasından dolayı çok net bant görüntü elde edilememiştir (Şekil 4.14). Fragment Analyzer™ sisteminden elde edilen sonuçlar dikkate alındığında ise koleksiyonumuzda yer alan 9 genotip hastalığa dayanıklı olarak belirlenirken 243 genotip ise hassas olarak karakterize edilmiştir (Çizelge 4.2). 4 genotipte (ACG 170, ACG 201, ACG 218, ACG 256) ise yapılan tekrarlara rağmen bant görüntüsü elde edilememiştir.

Taksonomik sınıflandırma dikkate alındığında ise koleksiyonda yer alan 9 genotipinden 8 tanesinin varyete *hypogaea* botanik varyetesine ait olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Diğer dayanıklı genotip olan ACG 61 ise varyete *fastigiata* botanik varyetesine aittir. Tez çalışması kapsamında değerlendirilen dünya yerfıstığı mini kor koleksiyonu da pas hastalığına dayanıklılık bakımından karakterize edilmiştir. Dayanıklı olarak belirlenen 7 genotipte (ACG 55, ACG 58, ACG 61, ACG 79, ACG 93, ACG 95, ACG 160) bu koleksiyon içerisinde yer almıştır.

Çizelge 4.2. Pas hastalığına dayanıklılık bakımından yerfıstığı koleksiyonunun moleküler karakterizasyonu

Aksesyon No.	Genotip adı	Botanik varyete	Marker Skoru*	Aksesyon No.	Genotip adı	Botanik varyete	Marker Skoru
ACG 1	ICG 36	<i>vulgaris</i>	H	ACG 46	ICG 3421	<i>vulgaris</i>	H
ACG 2	ICG 76	<i>hypogaea</i>	H	ACG 47	ICG 3584	<i>vulgaris</i>	H
ACG 3	ICG 81	<i>vulgaris</i>	H	ACG 48	ICG 3673	<i>fastigiata</i>	H
ACG 4	ICG 111	<i>hypogaea</i>	H	ACG 49	ICG 3681	<i>fastigiata</i>	H
ACG 5	ICG 115	<i>fastigiata</i>	H	ACG 50	ICG 3746	<i>vulgaris</i>	H
ACG 6	ICG 118	<i>vulgaris</i>	H	ACG 51	ICG 3775	<i>vulgaris</i>	H
ACG 7	ICG 156	<i>hypogaea</i>	H	ACG 52	ICG 3992	<i>hypogaea</i>	H
ACG 8	ICG 163	<i>hypogaea</i>	H	ACG 53	ICG 4156	<i>hypogaea</i>	H
ACG 9	ICG 188	<i>hypogaea</i>	H	ACG 54	ICG 4343	<i>hypogaea</i>	H
ACG 10	ICG 297	<i>fastigiata</i>	H	ACG 55	ICG 4389	<i>hypogaea</i>	D
ACG 11	ICG 332	<i>fastigiata</i>	H	ACG 56	ICG 4412	<i>hypogaea</i>	H
ACG 12	ICG 334	<i>vulgaris</i>	H	ACG 57	ICG 4527	<i>hypogaea</i>	H
ACG 13	ICG 397	<i>fastigiata</i>	H	ACG 58	ICG 4538	<i>hypogaea</i>	D
ACG 14	ICG 434	<i>vulgaris</i>	H	ACG 59	ICG 4543	<i>vulgaris</i>	H
ACG 15	ICG 442	<i>vulgaris</i>	H	ACG 60	ICG 4598	<i>hypogaea</i>	H
ACG 16	ICG 513	<i>hypogaea</i>	H	ACG 61	ICG 4670	<i>fastigiata</i>	D
ACG 17	ICG 532	<i>hypogaea</i>	H	ACG 62	ICG 4684	<i>vulgaris</i>	H
ACG 18	ICG 721	<i>hypogaea</i>	H	ACG 63	ICG 4729	<i>vulgaris</i>	H
ACG 19	ICG 862	<i>hypogaea</i>	H	ACG 64	ICG 4746	<i>hypogaea</i>	H
ACG 20	ICG 875	<i>hypogaea</i>	H	ACG 65	ICG 4750	<i>vulgaris</i>	H
ACG 21	ICG 928	<i>hypogaea</i>	H	ACG 66	ICG 4911	<i>vulgaris</i>	H
ACG 22	ICG 1137	<i>vulgaris</i>	H	ACG 67	ICG 4955	<i>vulgaris</i>	H
ACG 23	ICG 1142	<i>fastigiata</i>	H	ACG 68	ICG 4998	<i>hypogaea</i>	H
ACG 24	ICG 1274	<i>fastigiata</i>	H	ACG 69	ICG 5016	<i>hypogaea</i>	H
ACG 25	ICG 1399	<i>fastigiata</i>	H	ACG 70	ICG 5195	<i>vulgaris</i>	H
ACG 26	ICG 1415	<i>vulgaris</i>	H	ACG 71	ICG 5221	<i>fastigiata</i>	H
ACG 27	ICG 1519	<i>vulgaris</i>	H	ACG 72	ICG 5236	<i>vulgaris</i>	H
ACG 28	ICG 1668	<i>hypogaea</i>	H	ACG 73	ICG 5286	<i>hypogaea</i>	H
ACG 29	ICG 1711	<i>vulgaris</i>	H	ACG 74	ICG 5327	<i>hypogaea</i>	H
ACG 30	ICG 1973	<i>vulgaris</i>	H	ACG 75	ICG 5475	<i>fastigiata</i>	H
ACG 31	ICG 2019	<i>vulgaris</i>	H	ACG 76	ICG 5494	<i>vulgaris</i>	H
ACG 32	ICG 2106	<i>vulgaris</i>	H	ACG 77	ICG 5609	<i>fastigiata</i>	H
ACG 33	ICG 2381	<i>hypogaea</i>	H	ACG 78	ICG 5662	<i>hypogaea</i>	H
ACG 34	ICG 2511	<i>hypogaea</i>	H	ACG 79	ICG 5663	<i>hypogaea</i>	D
ACG 35	ICG 2738	<i>fastigiata</i>	H	ACG 80	ICG 5745	<i>hypogaea</i>	H
ACG 36	ICG 2772	<i>hypogaea</i>	H	ACG 81	ICG 5779	<i>vulgaris</i>	H
ACG 37	ICG 2773	<i>hypogaea</i>	H	ACG 82	ICG 5827	<i>hypogaea</i>	H
ACG 38	ICG 2777	<i>hypogaea</i>	H	ACG 83	ICG 5891	<i>hypogaea</i>	H
ACG 39	ICG 2857	<i>hypogaea</i>	H	ACG 84	ICG 6022	<i>fastigiata</i>	H
ACG 40	ICG 2925	<i>hypogaea</i>	H	ACG 85	ICG 6057	<i>hypogaea</i>	H
ACG 41	ICG 3027	<i>hypogaea</i>	H	ACG 86	ICG 6201	<i>fastigiata</i>	H
ACG 42	ICG 3053	<i>hypogaea</i>	H	ACG 87	ICG 6263	<i>vulgaris</i>	H
ACG 43	ICG 3102	<i>vulgaris</i>	H	ACG 88	ICG 6375	<i>vulgaris</i>	H
ACG 44	ICG 3240	<i>vulgaris</i>	H	ACG 89	ICG 6402	<i>hypogaea</i>	H
ACG 45	ICG 3343	<i>vulgaris</i>	H	ACG 90	ICG 6407	<i>vulgaris</i>	H

Devamı Arkada

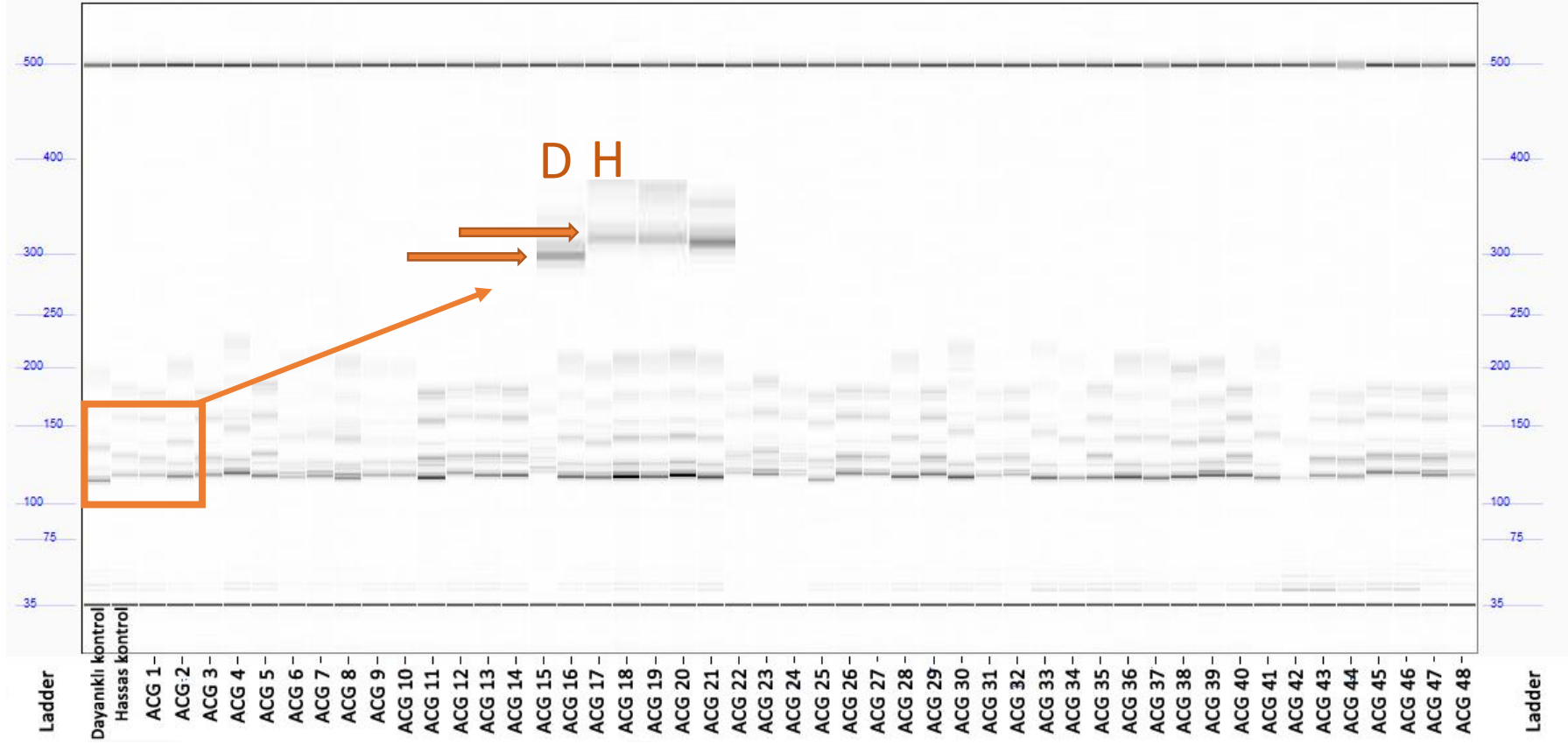
Çizelge 4.2'in devamı

Aksesyon No.	Genotip adı	Botanik varyete	Marker Skoru*	Aksesyon No.	Genotip adı	Botanik varyete	Marker Skoru
ACG 91	ICG 6646	<i>fastigiata</i>	H	ACG 136	ICG 11088	<i>peruviana</i>	H
ACG 92	ICG 6654	<i>vulgaris</i>	H	ACG 137	ICG 11109	<i>hypogaea</i>	H
ACG 93	ICG 6667	<i>hypogaea</i>	D	ACG 138	ICG 11144	<i>fastigiata</i>	H
ACG 94	ICG 6703	<i>hypogaea</i>	H	ACG 139	ICG 11219	<i>hypogaea</i>	H
ACG 95	ICG 6766	<i>hypogaea</i>	D	ACG 140	ICG 11249	<i>vulgaris</i>	H
ACG 96	ICG 6813	<i>hypogaea</i>	H	ACG 141	ICG 11322	<i>hypogaea</i>	H
ACG 97	ICG 6888	<i>fastigiata</i>	H	ACG 142	ICG 11426	<i>hypogaea</i>	H
ACG 98	ICG 6892	<i>hypogaea</i>	H	ACG 143	ICG 11457	<i>hypogaea</i>	H
ACG 99	ICG 6993	<i>hypogaea</i>	H	ACG 144	ICG 11515	<i>vulgaris</i>	H
ACG 100	ICG 7000	<i>hypogaea</i>	H	ACG 145	ICG 11651	<i>vulgaris</i>	H
ACG 101	ICG 7153	<i>hypogaea</i>	H	ACG 146	ICG 11687	<i>vulgaris</i>	H
ACG 102	ICG 7181	<i>fastigiata</i>	H	ACG 147	ICG 11855	<i>hypogaea</i>	H
ACG 103	ICG 7190	<i>vulgaris</i>	H	ACG 148	ICG 11862	<i>hypogaea</i>	H
ACG 104	ICG 7243	<i>hypogaea</i>	H	ACG 149	ICG 12000	<i>hypogaea</i>	H
ACG 105	ICG 7906	<i>vulgaris</i>	H	ACG 150	ICG 12189	<i>vulgaris</i>	H
ACG 106	ICG 7963	<i>hypogaea</i>	H	ACG 151	ICG 12276	<i>hypogaea</i>	H
ACG 107	ICG 7969	<i>vulgaris</i>	H	ACG 152	ICG 12370	<i>hypogaea</i>	H
ACG 108	ICG 8083	<i>vulgaris</i>	H	ACG 153	ICG 12625	<i>aequatoriana</i>	H
ACG 109	ICG 8106	<i>fastigiata</i>	H	ACG 154	ICG 12672	<i>hypogaea</i>	H
ACG 110	ICG 8285	<i>hypogaea</i>	H	ACG 155	ICG 12682	<i>vulgaris</i>	H
ACG 111	ICG 8490	<i>hypogaea</i>	H	ACG 156	ICG 12697	<i>vulgaris</i>	H
ACG 112	ICG 8517	<i>fastigiata</i>	H	ACG 157	ICG 12879	<i>vulgaris</i>	H
ACG 113	ICG 8567	<i>vulgaris</i>	H	ACG 158	ICG 12921	<i>vulgaris</i>	H
ACG 114	ICG 8760	<i>hypogaea</i>	H	ACG 159	ICG 12988	<i>vulgaris</i>	H
ACG 115	ICG 9037	<i>hypogaea</i>	H	ACG 160	ICG 13099	<i>hypogaea</i>	D
ACG 116	ICG 9157	<i>vulgaris</i>	H	ACG 161	ICG 13491	<i>vulgaris</i>	H
ACG 117	ICG 9249	<i>vulgaris</i>	H	ACG 162	ICG 13603	<i>vulgaris</i>	H
ACG 118	ICG 9315	<i>fastigiata</i>	H	ACG 163	ICG 13723	<i>hypogaea</i>	H
ACG 119	ICG 9418	<i>vulgaris</i>	H	ACG 164	ICG 13787	<i>hypogaea</i>	H
ACG 120	ICG 9507	<i>vulgaris</i>	H	ACG 165	ICG 13856	<i>fastigiata</i>	H
ACG 121	ICG 9666	<i>hypogaea</i>	H	ACG 166	ICG 13858	<i>fastigiata</i>	H
ACG 122	ICG 9777	<i>hypogaea</i>	H	ACG 167	ICG 13941	<i>vulgaris</i>	H
ACG 123	ICG 9809	<i>vulgaris</i>	H	ACG 168	ICG 13942	<i>hypogaea</i>	H
ACG 124	ICG 9842	<i>hypogaea</i>	H	ACG 169	ICG 13982	<i>hypogaea</i>	H
ACG 125	ICG 9905	<i>hypogaea</i>	H	ACG 170	ICG 14008	<i>hypogaea</i>	H
ACG 126	ICG 9961	<i>hypogaea</i>	H	ACG 171	ICG 14106	<i>fastigiata</i>	H
ACG 127	ICG 10036	<i>peruviana</i>	H	ACG 172	ICG 14118	<i>vulgaris</i>	H
ACG 128	ICG 10092	<i>fastigiata</i>	H	ACG 173	ICG 14127	<i>fastigiata</i>	H
ACG 129	ICG 10185	<i>hypogaea</i>	H	ACG 174	ICG 14466	<i>hypogaea</i>	H
ACG 130	ICG 10384	<i>vulgaris</i>	H	ACG 175	ICG 14475	<i>hypogaea</i>	H
ACG 131	ICG 10474	<i>fastigiata</i>	H	ACG 176	ICG 14482	<i>hypogaea</i>	H
ACG 132	ICG 10479	<i>hypogaea</i>	H	ACG 177	ICG 14523	<i>hypogaea</i>	H
ACG 133	ICG 10554	<i>fastigiata</i>	H	ACG 178	ICG 14630	<i>fastigiata</i>	H
ACG 134	ICG 10566	<i>fastigiata</i>	H	ACG 179	ICG 14705	<i>hypogaea</i>	H
ACG 135	ICG 10890	<i>fastigiata</i>	H	ACG 180	ICG 14710	<i>fastigiata</i>	H

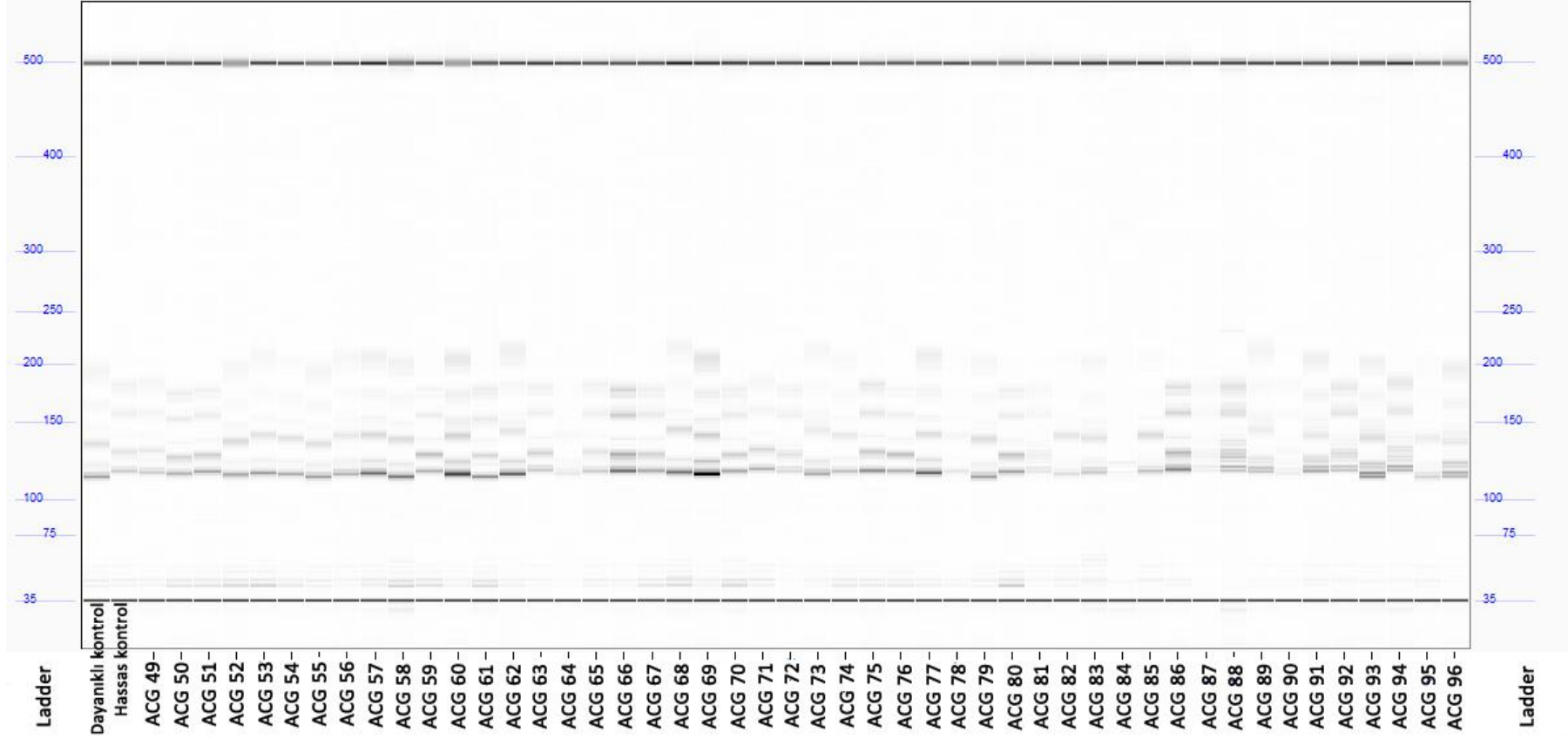
Çizelge 4.2'in devamı

Aksesyon No.	Genotip adı	Botanik varyete	Marker Skoru*	Aksesyon No.	Genotip adı	Botanik varyete	Marker Skoru
ACG 181	ICG 14985	<i>vulgaris</i>	H	ACG 226	88121	<i>hypogaea</i>	H
ACG 182	ICG 15042	<i>fastigiata</i>	H	ACG 227	PI-315633	<i>hypogaea</i>	H
ACG 183	ICG 15190	<i>hypogaea</i>	H	ACG 228	PI-315621	<i>hypogaea</i>	H
ACG 184	ICG 15287	<i>vulgaris</i>	H	ACG 229	Edirne-9p-53	<i>hypogaea</i>	H
ACG 185	ICG 15309	<i>fastigiata</i>	H	ACG 230	M-44-A	<i>hypogaea</i>	H
ACG 186	ICG 15419	<i>hirsuta</i>	H	ACG 231	M-44-B	<i>hypogaea</i>	H
ACG 187	NC-7	<i>hypogaea</i>	H	ACG 232	Anamur-2006	<i>hypogaea</i>	H
ACG 188	PF-259860	<i>hypogaea</i>	H	ACG 233	97-Vietname	<i>fastigiata</i>	H
ACG 189	NC-3033	<i>hypogaea</i>	H	ACG 234	98-Australia	<i>fastigiata</i>	H
ACG 190	5015	<i>hypogaea</i>	H	ACG 235	Florispan	<i>fastigiata</i>	H
ACG 191	5026	<i>hypogaea</i>	H	ACG 236	Spanish 191-1	<i>fastigiata</i>	H
ACG 192	5030	<i>hypogaea</i>	H	ACG 237	Spanish 18/38	<i>fastigiata</i>	H
ACG 193	5067	<i>hypogaea</i>	H	ACG 238	Starr	<i>fastigiata</i>	H
ACG 194	88/3	<i>hypogaea</i>	H	ACG 239	Schwarz	<i>fastigiata</i>	H
ACG 195	Ant-92/1	<i>hypogaea</i>	H	ACG 240	Spancross	<i>fastigiata</i>	H
ACG 196	427-24	<i>hypogaea</i>	H	ACG 241	PF-161317	<i>fastigiata</i>	H
ACG 197	437-3-4-B-2	<i>hypogaea</i>	H	ACG 242	PF-248759	<i>fastigiata</i>	H
ACG 198	393-2-1-2-2	<i>hypogaea</i>	H	ACG 243	PF-268771-B	<i>fastigiata</i>	H
ACG 199	70/1145-1/03	<i>hypogaea</i>	H	ACG 244	C 1-27	<i>fastigiata</i>	H
ACG 200	75/1073-A	<i>hypogaea</i>	H	ACG 245	AF-2B Grif	<i>fastigiata</i>	H
ACG 201	75/1073-B	<i>hypogaea</i>	H	ACG 246	Argentine	<i>fastigiata</i>	H
ACG 202	Bari-89	<i>hypogaea</i>	H	ACG 247	Bayramic	<i>fastigiata</i>	H
ACG 203	Best Dagar	<i>hypogaea</i>	H	ACG 248	Comet	<i>fastigiata</i>	H
ACG 204	V.Banbim P.	<i>hypogaea</i>	H	ACG 249	N. M. Valan	<i>fastigiata</i>	H
ACG 205	88 Bocounba	<i>hypogaea</i>	H	ACG 250	T. Power	<i>fastigiata</i>	H
ACG 206	Home bay	<i>hypogaea</i>	H	ACG 251	96-Australia	<i>fastigiata</i>	H
ACG 207	Florigiant	<i>hypogaea</i>	H	ACG 252	Taianan	<i>fastigiata</i>	H
ACG 208	Flamingo	<i>hypogaea</i>	H	ACG 253	440-B-1-2-5-	<i>fastigiata</i>	H
ACG 209	Shulamit	<i>hypogaea</i>	H	ACG 254	Early rumir	<i>fastigiata</i>	H
ACG 210	Sunrunner	<i>hypogaea</i>	H	ACG 255	Egret	<i>fastigiata</i>	H
ACG 211	Florunner	<i>hypogaea</i>	H	ACG 256	Dixil Anax	<i>fastigiata</i>	H
ACG 212	Swallow	<i>hypogaea</i>	D				
ACG 213	Behirim	<i>hypogaea</i>	H				
ACG 214	Cine	<i>hypogaea</i>	H				
ACG 215	Kadriye	<i>hypogaea</i>	H				
ACG 216	Osmaniye	<i>hypogaea</i>	D				
ACG 217	Osm. Erzin	<i>hypogaea</i>	H				
ACG 218	Anamur-B	<i>hypogaea</i>	H				
ACG 219	Anamur-K	<i>hypogaea</i>	H				
ACG 220	Gazipasa	<i>hypogaea</i>	H				
ACG 221	Çom	<i>hypogaea</i>	H				
ACG 222	NC-Fla-14	<i>hypogaea</i>	H				
ACG 223	NC-10-C	<i>hypogaea</i>	H				
ACG 224	GP-NC-343	<i>hypogaea</i>	H				
ACG 225	88488	<i>hypogaea</i>	H				

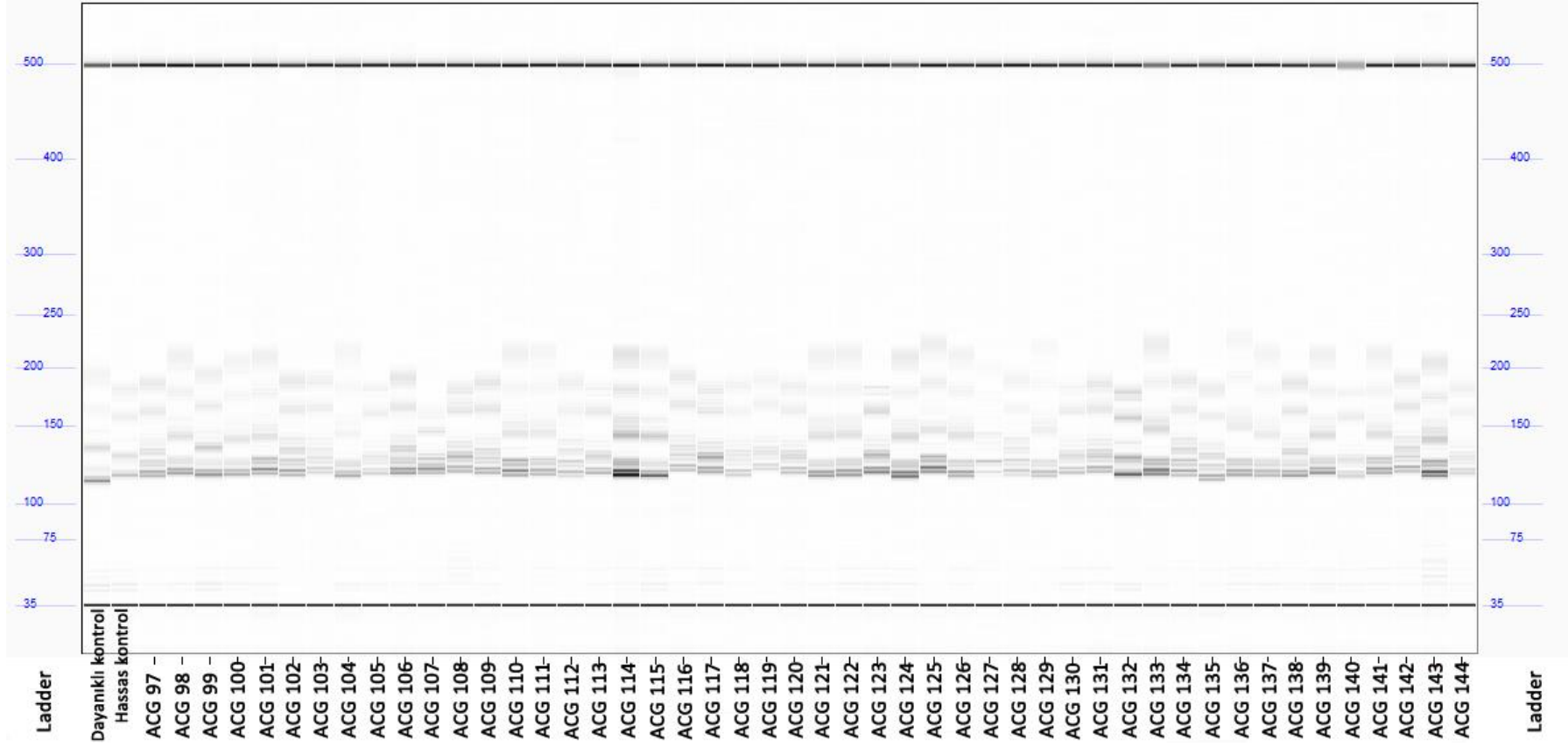
D, dayanıklı; H, hassas; N/A, amplifikasyon yok.



Şekil 4.8. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında pas hastalığına dayanıklılık bakımından ACG 1 - ACG 48 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü

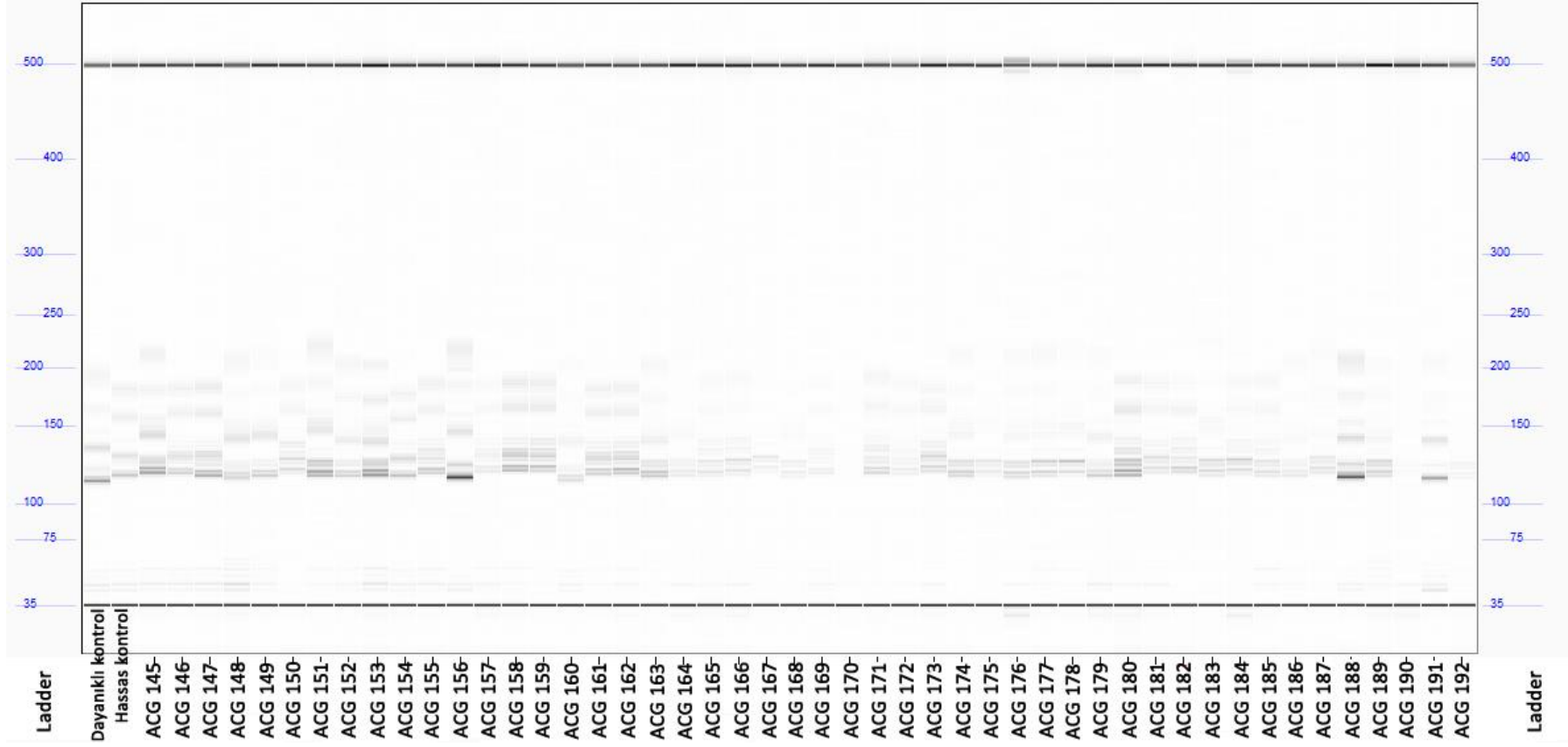


Şekil 4.9. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında pas hastalığına dayanıklılık bakımından ACG 49 - ACG 96 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü

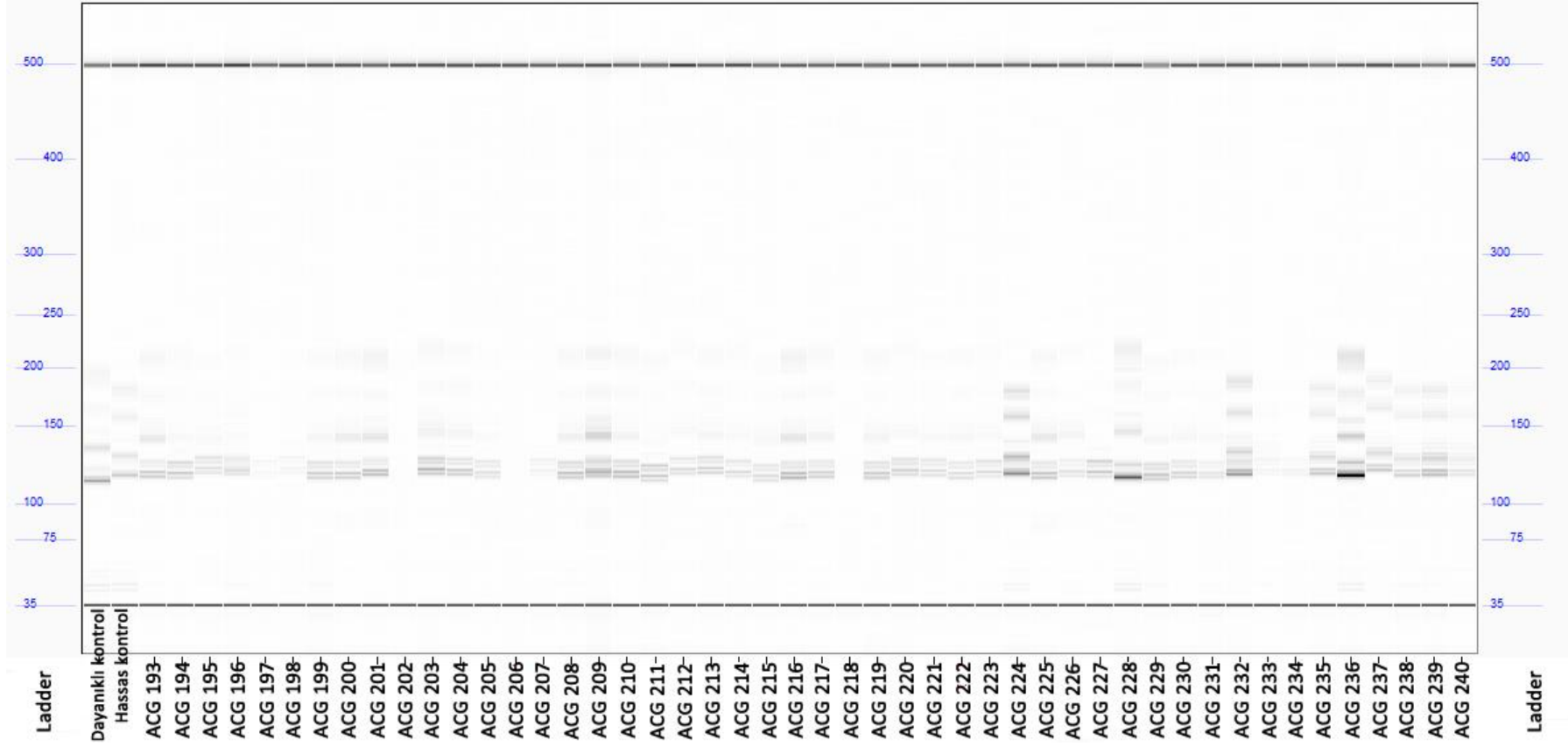


Şekil 4.10. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında pas hastalığına dayanıklılık bakımından ACG 97 - ACG 144 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü

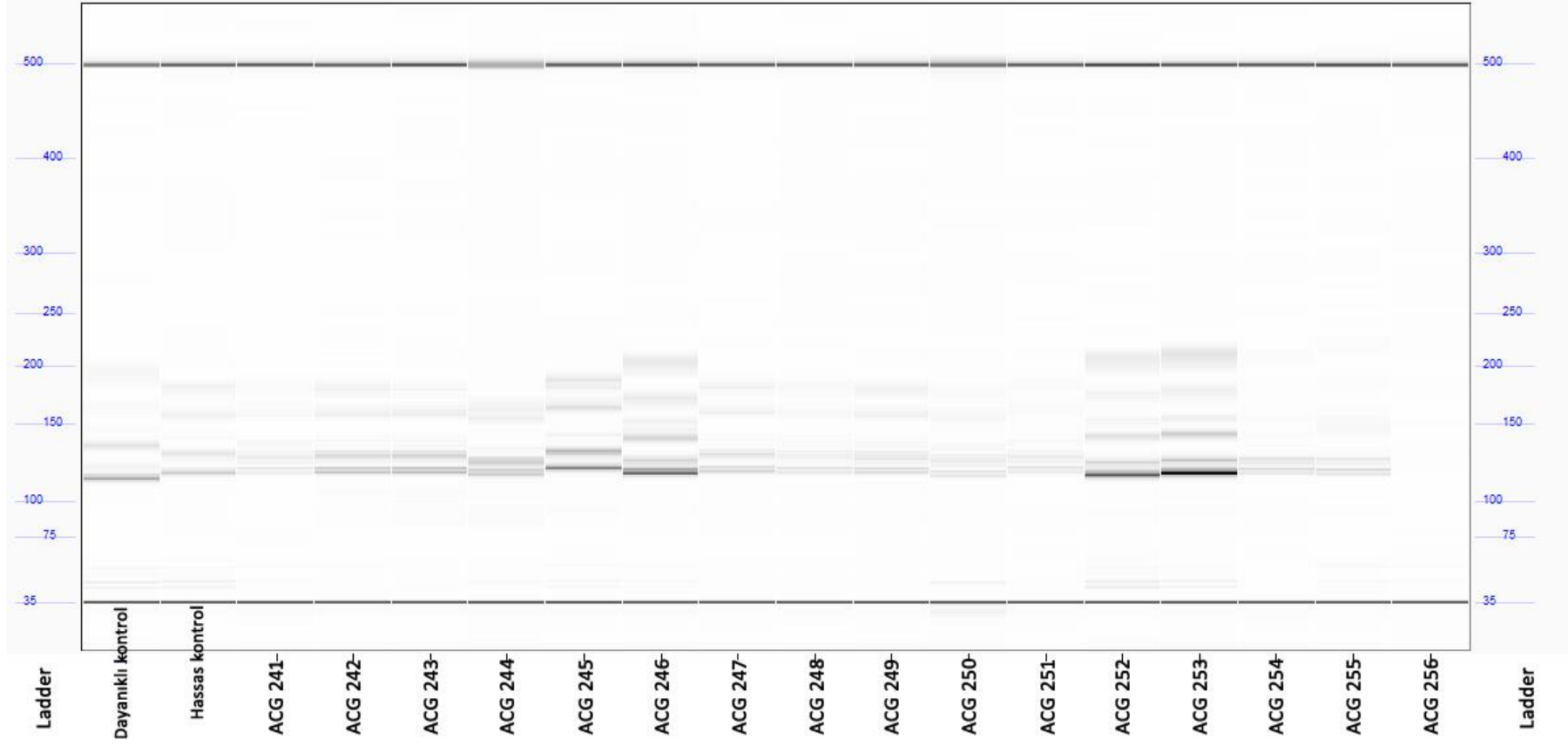




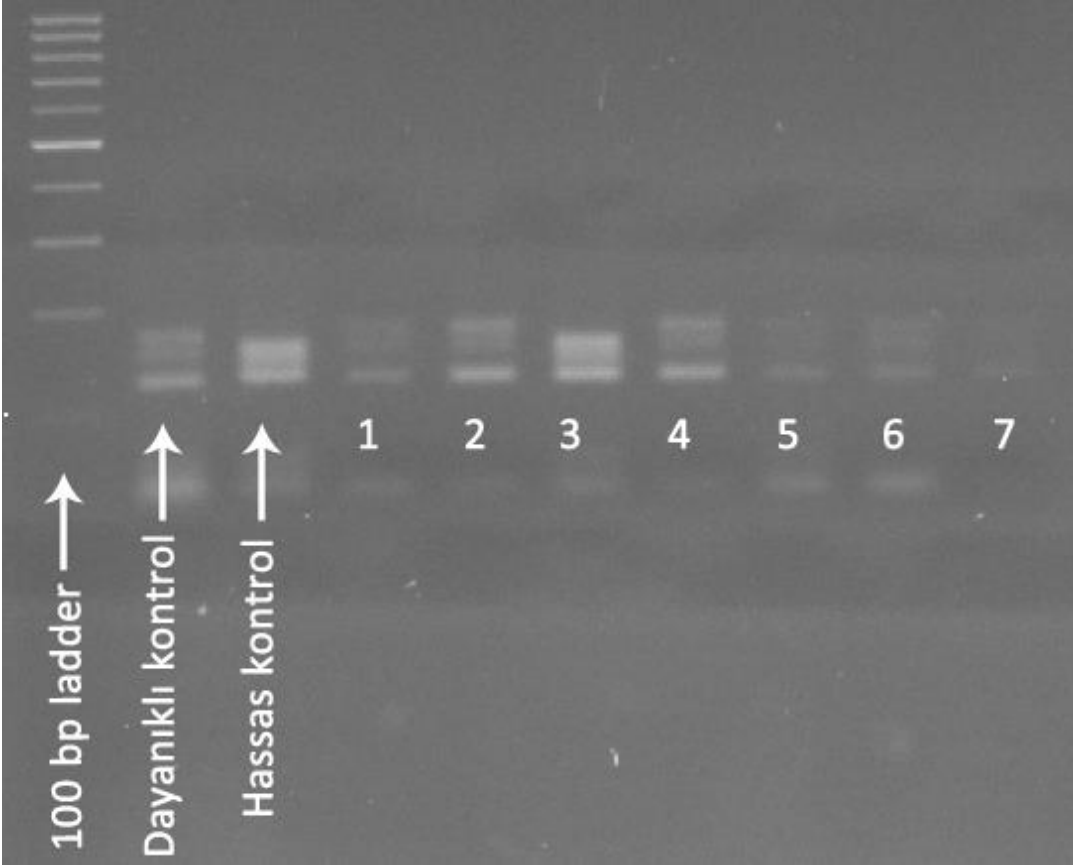
Şekil 4.11. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında pas hastalığına dayanıklılık bakımından ACG 145 - ACG 192 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü



Şekil 4.12. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında pas hastalığına dayanıklılık bakımından ACG 193 - ACG 240 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü



Şekil 4.13. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında pas hastalığına dayanıklılık bakımından ACG 241 - ACG 256 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü



Şekil 4.14. Pas hastalığına dayanıklılık ile ilişkili markerin (GM1954) kullanılması sonucunda PCR sonrası elde edilen agaroz jel görüntüsü. Dayanıklı kontrol, ICG 4389; Hassas kontrol, ICG 4750397. Genotipler sırası ile 1: ACG 58, 2: ACG 125, 3: ACG 93, 4: ACG 95, 5: ACG 135, 6: ACG 139, 7: ACG 160

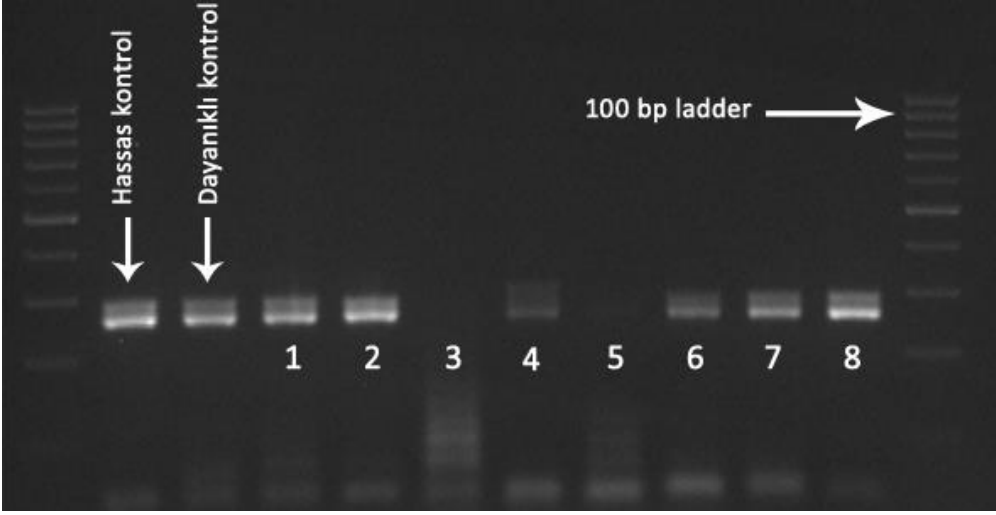
### 4.3. Yerfıstığı Koleksiyonunda Geç Yaprak Beneklenmesi Hastalığına Karşı Dayanıklılığın Moleküler Olarak Belirlenmesi

Sukruth vd (2015) yerfıstığında geç yaprak beneklenmesine dayanıklılık ile ilişkili moleküler markerleri test etmek amacıyla dört RIL ve üç geri melez popülasyonundan gelen genotipleri test etmişlerdir. Daha önceden tarla koşullarında dayanıklılık bakımından değerlendirilen bu genotipler birçok moleküler marker ile taranmıştır. Yapılan validasyon sonrasında GM1954, GM1009 ve GM1573 markerlerinin istatistiki olarak hastalığa dayanıklılığı ve hassasiyeti belirlebildiği ifade edilmiştir. Yürütmüş olduğumuz moleküler çalışmada 256 adet genotipinden oluşan yerfıstığı koleksiyonu bu markerlerden biri olan GM1573 (Sukruth vd 2015) markeri ile taranmış ve hastalığa dayanıklı genotipler belirlenmeye çalışılmıştır.

Sukruty vd (2015) belirtilen PCR koşulları ile yapılan analizler sonrası agaroz jelde 252 bp'de bant veren genotipleri geç yaprak beneklenmesine dayanıklı, 246 bp'de bant veren genotipleri ise hassas olarak karakterize etmişlerdir. Yapmış olduğumuz çalışmada araştırmacılar tarafından nerilen PCR koşulları ile moleküler analizler gerçekleştirilmiştir. PCR sonrası elde edilen ürünler hem agaroz jel elektroforezi sonrası grntleme cihazında (şekil 4.15) hem de yüksek performanslı grntleme sistemi olan *Fragment Analyzer*<sup>TM</sup> sisteminde görüntülenmiştir (şekil 4.16, şekil 4.17, şekil 4.18, şekil 4.19, şekil 4.20, şekil 4.21). Elde edilen jel görüntülerinde doğru bir skorlama için ise daha önceden geç yaprak beneklenmesine dayanıklı (ICG 2857) (Kusuma vd 2007) ve hassas (ICG 118) (Upadhyaya vd 2014) olarak karakterize edilen genotipler kullanılmıştır. Bu genotipler aynı zamanda koleksiyonumuzda ACG 39 ve ACG 6 aksesyon numaraları ile de yer almaktadır.

Elde edilen jel görüntülerinin değerlendirilmesi ve skorlanması sonrasında koleksiyonumuz içerisinde 15 genotip geç yaprak beneklenmesine dayanıklı olarak belirlenmiştir (izelge 4.3). 233 genotip hassas olarak belirlenirken 8 genotipte ise hastalıkla ilişkili (252 bp ve 246 bp) bir marker elde edilememiştir. Sonuç olarak koleksiyonumuzun yaklaşık % 6'sında geç yaprak beneklenmesine dayanıklılık gözlenmiştir. Taksonomik olarak ise dayanıklı genotiplerin 10 tanesi varyete *hypogaea*, 2 tanesi varyete *fastigiata*, ve 2 tanesi varyete *vulgaris* botanik varyetelerine ait olarak belirlenmiştir. 1 genotip ise varyete *hirsuta* botanik varyetesine ait olarak ortaya konmuştur. Az sayıda genotipe sahip varyete *aequatoriana*, *peruviana* ve *hirsuta* botanik varyetelerinde ise dayanıklı genotipe rastlanmamıştır (izelge 4.3).

186 genotipten oluşan yerfıstığı mini kor koleksiyonunda ise 7 genotip dayanıklı olarak yer almıştır. Taksonomik olarak 3 genotip varyete *hypogaea*, 2 genotip varyete *vulgaris*, 1 genotip varyete *fastigiata* ve 1 genotip varyete *hirsuta* botanik varyetelerine ait olarak belirlenmiştir (izelge 4.3). Koleksiyonun yaklaşık % 4' hastalığa karşı hassas olarak karakterize edilirken, yaklaşık % 2.6'sında ise hastalıkla ilişkili marker elde edilememiştir.



Şekil 4.15. Geç yaprak beneklenmesi hastalığı ile ilişkili markerin (GM1573) kullanılması sonucunda PCR sonrası elde edilen agaroz jel görüntüsü. Hassas kontrol, ICG 118, Dayanıklı kontrol, ICG 2857. Genotipler sırası ile 1: ACG 20, 2: ACG 51, 3: ACG 88, 4: ACG 22, 5: ACG 193, 6: ACG 100, 7: ACG 186, 8: ACG 25

Çizelge 4.3. Geç yaprak beneklenmesi hastalığına dayanıklılık bakımından yerfistiği koleksiyonunun moleküler karakterizasyonu

Aksesyon No.	Genotip adı	Botanik varyete	Marker Skoru*	Aksesyon No.	Genotip adı	Botanik varyete	Marker Skoru
ACG 1	ICG 36	<i>vulgaris</i>	H	ACG 46	ICG 3421	<i>vulgaris</i>	H
ACG 2	ICG 76	<i>hypogaea</i>	H	ACG 47	ICG 3584	<i>vulgaris</i>	H
ACG 3	ICG 81	<i>vulgaris</i>	H	ACG 48	ICG 3673	<i>fastigiata</i>	H
ACG 4	ICG 111	<i>hypogaea</i>	H	ACG 49	ICG 3681	<i>fastigiata</i>	H
ACG 5	ICG 115	<i>fastigiata</i>	D	ACG 50	ICG 3746	<i>vulgaris</i>	H
ACG 6	ICG 118	<i>vulgaris</i>	H	ACG 51	ICG 3775	<i>vulgaris</i>	D
ACG 7	ICG 156	<i>hypogaea</i>	H	ACG 52	ICG 3992	<i>hypogaea</i>	H
ACG 8	ICG 163	<i>hypogaea</i>	H	ACG 53	ICG 4156	<i>hypogaea</i>	H
ACG 9	ICG 188	<i>hypogaea</i>	H	ACG 54	ICG 4343	<i>hypogaea</i>	H
ACG 10	ICG 297	<i>fastigiata</i>	H	ACG 55	ICG 4389	<i>hypogaea</i>	H
ACG 11	ICG 332	<i>fastigiata</i>	H	ACG 56	ICG 4412	<i>hypogaea</i>	H
ACG 12	ICG 334	<i>vulgaris</i>	H	ACG 57	ICG 4527	<i>hypogaea</i>	H
ACG 13	ICG 397	<i>fastigiata</i>	H	ACG 58	ICG 4538	<i>hypogaea</i>	H
ACG 14	ICG 434	<i>vulgaris</i>	H	ACG 59	ICG 4543	<i>vulgaris</i>	H
ACG 15	ICG 442	<i>vulgaris</i>	H	ACG 60	ICG 4598	<i>hypogaea</i>	H
ACG 16	ICG 513	<i>hypogaea</i>	H	ACG 61	ICG 4670	<i>fastigiata</i>	H
ACG 17	ICG 532	<i>hypogaea</i>	H	ACG 62	ICG 4684	<i>vulgaris</i>	H
ACG 18	ICG 721	<i>hypogaea</i>	H	ACG 63	ICG 4729	<i>vulgaris</i>	H
ACG 19	ICG 862	<i>hypogaea</i>	H	ACG 64	ICG 4746	<i>hypogaea</i>	H
ACG 20	ICG 875	<i>hypogaea</i>	D	ACG 65	ICG 4750	<i>vulgaris</i>	H
ACG 21	ICG 928	<i>hypogaea</i>	H	ACG 66	ICG 4911	<i>vulgaris</i>	H
ACG 22	ICG 1137	<i>vulgaris</i>	H	ACG 67	ICG 4955	<i>vulgaris</i>	H
ACG 23	ICG 1142	<i>fastigiata</i>	H	ACG 68	ICG 4998	<i>hypogaea</i>	H
ACG 24	ICG 1274	<i>fastigiata</i>	H	ACG 69	ICG 5016	<i>hypogaea</i>	H
ACG 25	ICG 1399	<i>fastigiata</i>	H	ACG 70	ICG 5195	<i>vulgaris</i>	H
ACG 26	ICG 1415	<i>vulgaris</i>	H	ACG 71	ICG 5221	<i>fastigiata</i>	H
ACG 27	ICG 1519	<i>vulgaris</i>	H	ACG 72	ICG 5236	<i>vulgaris</i>	H
ACG 28	ICG 1668	<i>hypogaea</i>	H	ACG 73	ICG 5286	<i>hypogaea</i>	H
ACG 29	ICG 1711	<i>vulgaris</i>	H	ACG 74	ICG 5327	<i>hypogaea</i>	H
ACG 30	ICG 1973	<i>vulgaris</i>	H	ACG 75	ICG 5475	<i>fastigiata</i>	H
ACG 31	ICG 2019	<i>vulgaris</i>	D	ACG 76	ICG 5494	<i>vulgaris</i>	H
ACG 32	ICG 2106	<i>vulgaris</i>	H	ACG 77	ICG 5609	<i>fastigiata</i>	H
ACG 33	ICG 2381	<i>hypogaea</i>	H	ACG 78	ICG 5662	<i>hypogaea</i>	H
ACG 34	ICG 2511	<i>hypogaea</i>	H	ACG 79	ICG 5663	<i>hypogaea</i>	H
ACG 35	ICG 2738	<i>fastigiata</i>	H	ACG 80	ICG 5745	<i>hypogaea</i>	H
ACG 36	ICG 2772	<i>hypogaea</i>	H	ACG 81	ICG 5779	<i>vulgaris</i>	H
ACG 37	ICG 2773	<i>hypogaea</i>	H	ACG 82	ICG 5827	<i>hypogaea</i>	H
ACG 38	ICG 2777	<i>hypogaea</i>	H	ACG 83	ICG 5891	<i>hypogaea</i>	H
ACG 39	ICG 2857	<i>hypogaea</i>	D	ACG 84	ICG 6022	<i>fastigiata</i>	H
ACG 40	ICG 2925	<i>hypogaea</i>	H	ACG 85	ICG 6057	<i>hypogaea</i>	H
ACG 41	ICG 3027	<i>hypogaea</i>	H	ACG 86	ICG 6201	<i>fastigiata</i>	H
ACG 42	ICG 3053	<i>hypogaea</i>	H	ACG 87	ICG 6263	<i>vulgaris</i>	H
ACG 43	ICG 3102	<i>vulgaris</i>	H	ACG 88	ICG 6375	<i>vulgaris</i>	H
ACG 44	ICG 3240	<i>vulgaris</i>	H	ACG 89	ICG 6402	<i>hypogaea</i>	H
ACG 45	ICG 3343	<i>vulgaris</i>	H	ACG 90	ICG 6407	<i>vulgaris</i>	H

Devamı Arkada

Çizelge 4.3'ün Devamı

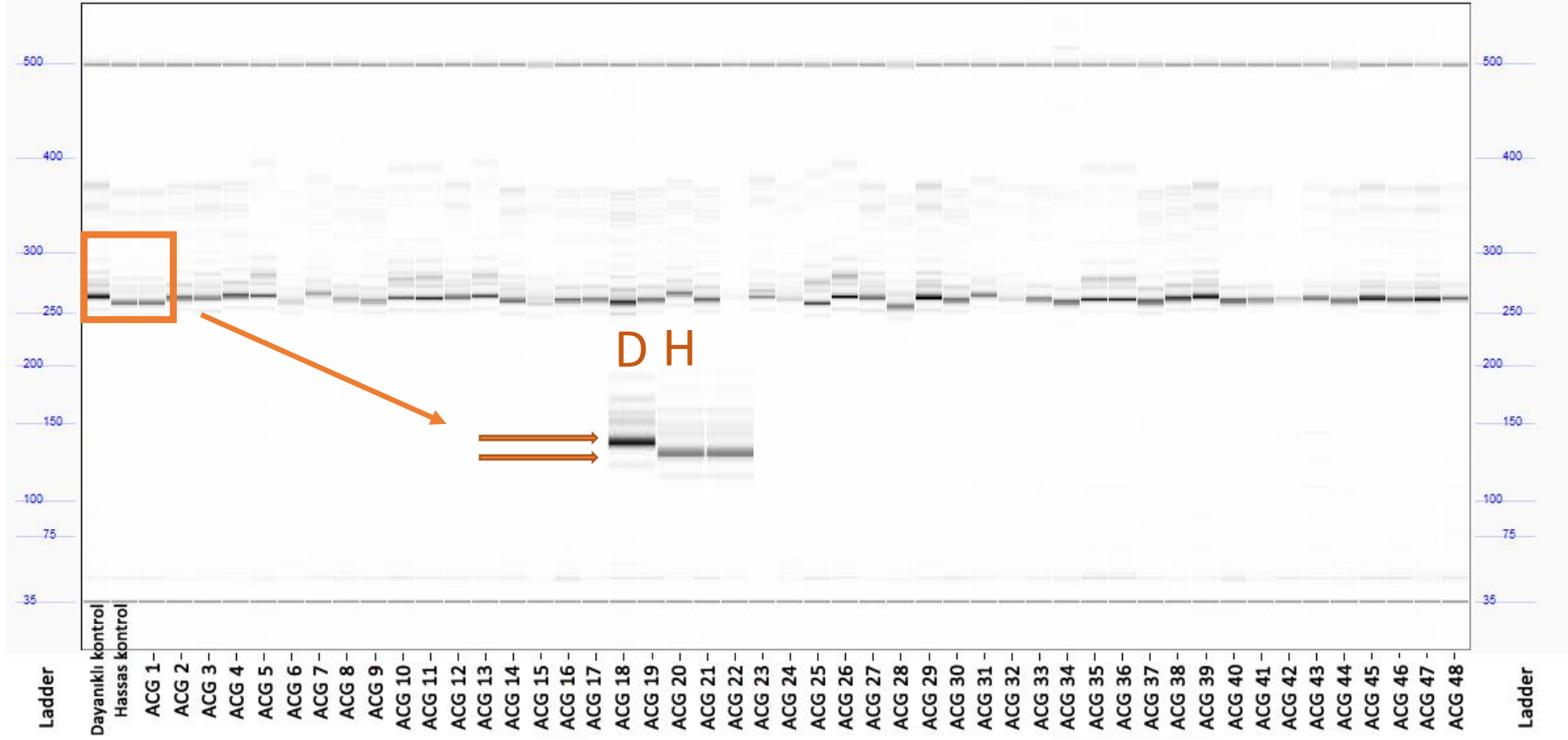
Aksesyon No.	Genotip adı	Botanik varyete	Marker Skoru*	Aksesyon No.	Genotip adı	Botanik varyete	Marker Skoru
ACG 91	ICG 6646	<i>fastigiata</i>	H	ACG 136	ICG 11088	<i>peruviana</i>	H
ACG 92	ICG 6654	<i>vulgaris</i>	H	ACG 137	ICG 11109	<i>hypogaea</i>	H
ACG 93	ICG 6667	<i>hypogaea</i>	H	ACG 138	ICG 11144	<i>fastigiata</i>	H
ACG 94	ICG 6703	<i>hypogaea</i>	H	ACG 139	ICG 11219	<i>hypogaea</i>	H
ACG 95	ICG 6766	<i>hypogaea</i>	H	ACG 140	ICG 11249	<i>vulgaris</i>	H
ACG 96	ICG 6813	<i>hypogaea</i>	H	ACG 141	ICG 11322	<i>hypogaea</i>	H
ACG 97	ICG 6888	<i>fastigiata</i>	H	ACG 142	ICG 11426	<i>hypogaea</i>	H
ACG 98	ICG 6892	<i>hypogaea</i>	H	ACG 143	ICG 11457	<i>hypogaea</i>	H
ACG 99	ICG 6993	<i>hypogaea</i>	H	ACG 144	ICG 11515	<i>vulgaris</i>	H
ACG 100	ICG 7000	<i>hypogaea</i>	D	ACG 145	ICG 11651	<i>vulgaris</i>	H
ACG 101	ICG 7153	<i>hypogaea</i>	H	ACG 146	ICG 11687	<i>vulgaris</i>	H
ACG 102	ICG 7181	<i>fastigiata</i>	H	ACG 147	ICG 11855	<i>hypogaea</i>	H
ACG 103	ICG 7190	<i>vulgaris</i>	H	ACG 148	ICG 11862	<i>hypogaea</i>	H
ACG 104	ICG 7243	<i>hypogaea</i>	H	ACG 149	ICG 12000	<i>hypogaea</i>	H
ACG 105	ICG 7906	<i>vulgaris</i>	H	ACG 150	ICG 12189	<i>vulgaris</i>	H
ACG 106	ICG 7963	<i>hypogaea</i>	H	ACG 151	ICG 12276	<i>hypogaea</i>	H
ACG 107	ICG 7969	<i>vulgaris</i>	H	ACG 152	ICG 12370	<i>hypogaea</i>	H
ACG 108	ICG 8083	<i>vulgaris</i>	H	ACG 153	ICG 12625	<i>aequatoriana</i>	H
ACG 109	ICG 8106	<i>fastigiata</i>	H	ACG 154	ICG 12672	<i>hypogaea</i>	H
ACG 110	ICG 8285	<i>hypogaea</i>	H	ACG 155	ICG 12682	<i>vulgaris</i>	H
ACG 111	ICG 8490	<i>hypogaea</i>	H	ACG 156	ICG 12697	<i>vulgaris</i>	H
ACG 112	ICG 8517	<i>fastigiata</i>	H	ACG 157	ICG 12879	<i>vulgaris</i>	H
ACG 113	ICG 8567	<i>vulgaris</i>	H	ACG 158	ICG 12921	<i>vulgaris</i>	H
ACG 114	ICG 8760	<i>hypogaea</i>	H	ACG 159	ICG 12988	<i>vulgaris</i>	H
ACG 115	ICG 9037	<i>hypogaea</i>	H	ACG 160	ICG 13099	<i>hypogaea</i>	H
ACG 116	ICG 9157	<i>vulgaris</i>	H	ACG 161	ICG 13491	<i>vulgaris</i>	H
ACG 117	ICG 9249	<i>vulgaris</i>	H	ACG 162	ICG 13603	<i>vulgaris</i>	H
ACG 118	ICG 9315	<i>fastigiata</i>	H	ACG 163	ICG 13723	<i>hypogaea</i>	H
ACG 119	ICG 9418	<i>vulgaris</i>	H	ACG 164	ICG 13787	<i>hypogaea</i>	H
ACG 120	ICG 9507	<i>vulgaris</i>	H	ACG 165	ICG 13856	<i>fastigiata</i>	H
ACG 121	ICG 9666	<i>hypogaea</i>	H	ACG 166	ICG 13858	<i>fastigiata</i>	H
ACG 122	ICG 9777	<i>hypogaea</i>	H	ACG 167	ICG 13941	<i>vulgaris</i>	H
ACG 123	ICG 9809	<i>vulgaris</i>	H	ACG 168	ICG 13942	<i>hypogaea</i>	H
ACG 124	ICG 9842	<i>hypogaea</i>	H	ACG 169	ICG 13982	<i>hypogaea</i>	H
ACG 125	ICG 9905	<i>hypogaea</i>	H	ACG 170	ICG 14008	<i>hypogaea</i>	H
ACG 126	ICG 9961	<i>hypogaea</i>	H	ACG 171	ICG 14106	<i>fastigiata</i>	H
ACG 127	ICG 10036	<i>peruviana</i>	H	ACG 172	ICG 14118	<i>vulgaris</i>	H
ACG 128	ICG 10092	<i>fastigiata</i>	H	ACG 173	ICG 14127	<i>fastigiata</i>	H
ACG 129	ICG 10185	<i>hypogaea</i>	H	ACG 174	ICG 14466	<i>hypogaea</i>	H
ACG 130	ICG 10384	<i>vulgaris</i>	H	ACG 175	ICG 14475	<i>hypogaea</i>	H
ACG 131	ICG 10474	<i>fastigiata</i>	H	ACG 176	ICG 14482	<i>hypogaea</i>	H
ACG 132	ICG 10479	<i>hypogaea</i>	H	ACG 177	ICG 14523	<i>hypogaea</i>	H
ACG 133	ICG 10554	<i>fastigiata</i>	H	ACG 178	ICG 14630	<i>fastigiata</i>	H
ACG 134	ICG 10566	<i>fastigiata</i>	H	ACG 179	ICG 14705	<i>hypogaea</i>	H
ACG 135	ICG 10890	<i>fastigiata</i>	H	ACG 180	ICG 14710	<i>fastigiata</i>	H



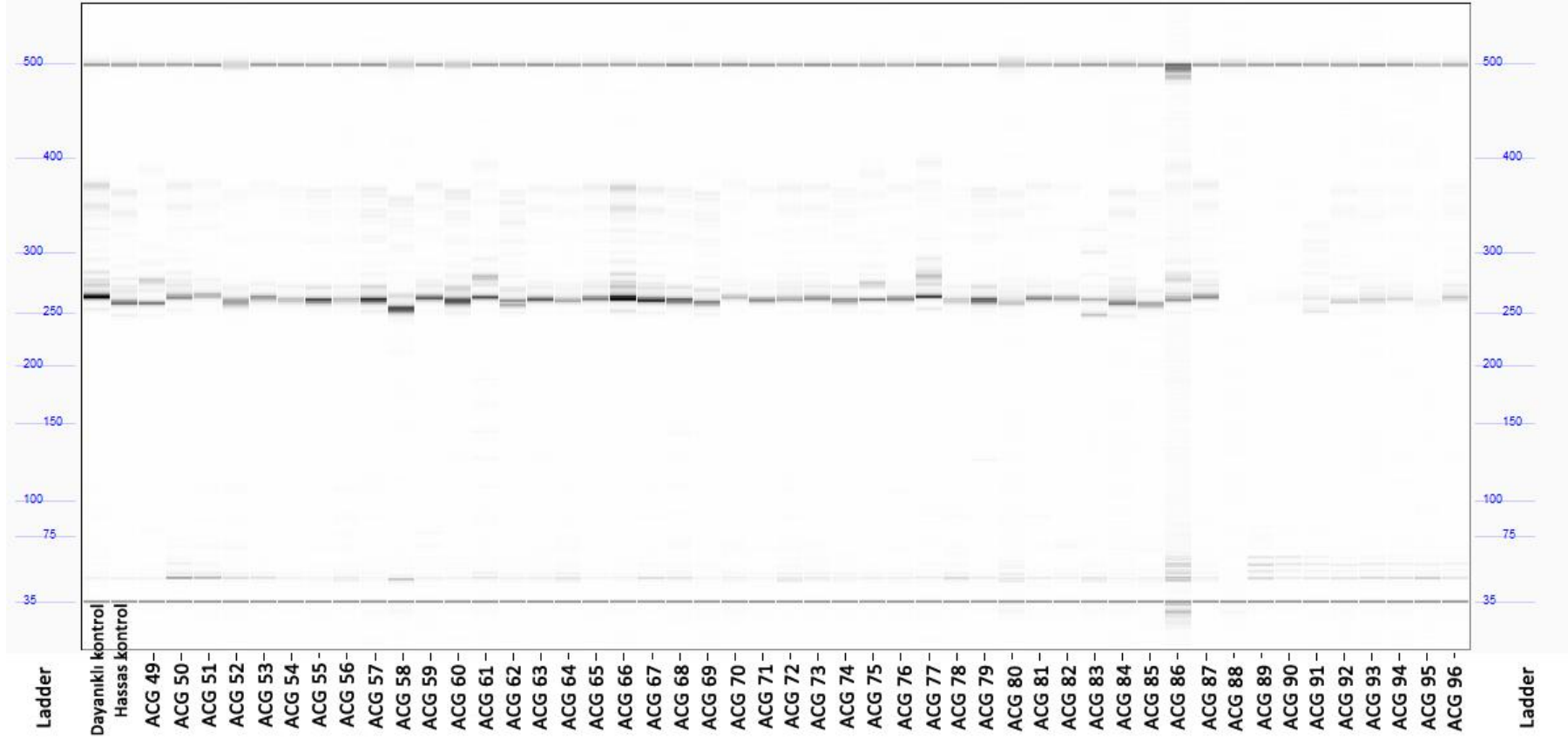
Çizelge 4.3'ün Devamı

Aksesyon No.	Genotip adı	Botanik varyete	Marker Skoru*	Aksesyon No.	Genotip adı	Botanik varyete	Marker Skoru
ACG 181	ICG 14985	<i>vulgaris</i>	H	ACG 226	88121	<i>hypogaea</i>	H
ACG 182	ICG 15042	<i>fastigiata</i>	H	ACG 227	PI-315633	<i>hypogaea</i>	H
ACG 183	ICG 15190	<i>hypogaea</i>	H	ACG 228	PI-315621	<i>hypogaea</i>	H
ACG 184	ICG 15287	<i>vulgaris</i>	H	ACG 229	Edirne-9p-53	<i>hypogaea</i>	H
ACG 185	ICG 15309	<i>fastigiata</i>	H	ACG 230	M-44-A	<i>hypogaea</i>	H
ACG 186	ICG 15419	<i>hirsuta</i>	D	ACG 231	M-44-B	<i>hypogaea</i>	H
ACG 187	NC-7	<i>hypogaea</i>	H	ACG 232	Anamur-2006	<i>hypogaea</i>	H
ACG 188	PF-259860	<i>hypogaea</i>	H	ACG 233	97-Vietname	<i>fastigiata</i>	H
ACG 189	NC-3033	<i>hypogaea</i>	H	ACG 234	98-Australia	<i>fastigiata</i>	H
ACG 190	5015	<i>hypogaea</i>	H	ACG 235	Florispan	<i>fastigiata</i>	H
ACG 191	5026	<i>hypogaea</i>	H	ACG 236	Spanish 191-1	<i>fastigiata</i>	H
ACG 192	5030	<i>hypogaea</i>	H	ACG 237	Spanish 18/38	<i>fastigiata</i>	H
ACG 193	5067	<i>hypogaea</i>	H	ACG 238	Starr	<i>fastigiata</i>	H
ACG 194	88/3	<i>hypogaea</i>	H	ACG 239	Schwarz	<i>fastigiata</i>	H
ACG 195	Ant-92/1	<i>hypogaea</i>	H	ACG 240	Spancross	<i>fastigiata</i>	H
ACG 196	427-24	<i>hypogaea</i>	D	ACG 241	PF-161317	<i>fastigiata</i>	H
ACG 197	437-3-4-B-2	<i>hypogaea</i>	H	ACG 242	PF-248759	<i>fastigiata</i>	H
ACG 198	393-2-1-2-2	<i>hypogaea</i>	H	ACG 243	PF-268771-B	<i>fastigiata</i>	H
ACG 199	70/1145-1/03	<i>hypogaea</i>	H	ACG 244	C 1-27	<i>fastigiata</i>	H
ACG 200	75/1073-A	<i>hypogaea</i>	H	ACG 245	AF-2B Grif	<i>fastigiata</i>	D
ACG 201	75/1073-B	<i>hypogaea</i>	H	ACG 246	Argentine	<i>fastigiata</i>	H
ACG 202	Bari-89	<i>hypogaea</i>	H	ACG 247	Bayramic	<i>fastigiata</i>	H
ACG 203	Best Dagar	<i>hypogaea</i>	H	ACG 248	Comet	<i>fastigiata</i>	H
ACG 204	V.Banbim P.	<i>hypogaea</i>	H	ACG 249	N. M. Valan	<i>fastigiata</i>	H
ACG 205	88 Bocounba	<i>hypogaea</i>	H	ACG 250	T. Power	<i>fastigiata</i>	H
ACG 206	Home bay	<i>hypogaea</i>	D	ACG 251	96-Australia	<i>fastigiata</i>	H
ACG 207	Florigiant	<i>hypogaea</i>	H	ACG 252	Taianan	<i>fastigiata</i>	H
ACG 208	Flamingo	<i>hypogaea</i>	D	ACG 253	440-B-1-2-5	<i>fastigiata</i>	H
ACG 209	Shulamit	<i>hypogaea</i>	D	ACG 254	Early rumir	<i>fastigiata</i>	H
ACG 210	Sunrunner	<i>hypogaea</i>	H	ACG 255	Egret	<i>fastigiata</i>	H
ACG 211	Florunner	<i>hypogaea</i>	H	ACG 256	Dixil Anax	<i>fastigiata</i>	H
ACG 212	Swallow	<i>hypogaea</i>	H				
ACG 213	Behirim	<i>hypogaea</i>	D				
ACG 214	Cine	<i>hypogaea</i>	D				
ACG 215	Kadriye	<i>hypogaea</i>	H				
ACG 216	Osmaniye	<i>hypogaea</i>	H				
ACG 217	Osm. Erzin	<i>hypogaea</i>	H				
ACG 218	Anamur-B	<i>hypogaea</i>	H				
ACG 219	Anamur-K	<i>hypogaea</i>	H				
ACG 220	Gazipasa	<i>hypogaea</i>	H				
ACG 221	Çom	<i>hypogaea</i>	H				
ACG 222	NC-Fla-14	<i>hypogaea</i>	H				
ACG 223	NC-10-C	<i>hypogaea</i>	D				
ACG 224	GP-NC-343	<i>hypogaea</i>	H				
ACG 225	88488	<i>hypogaea</i>	H				

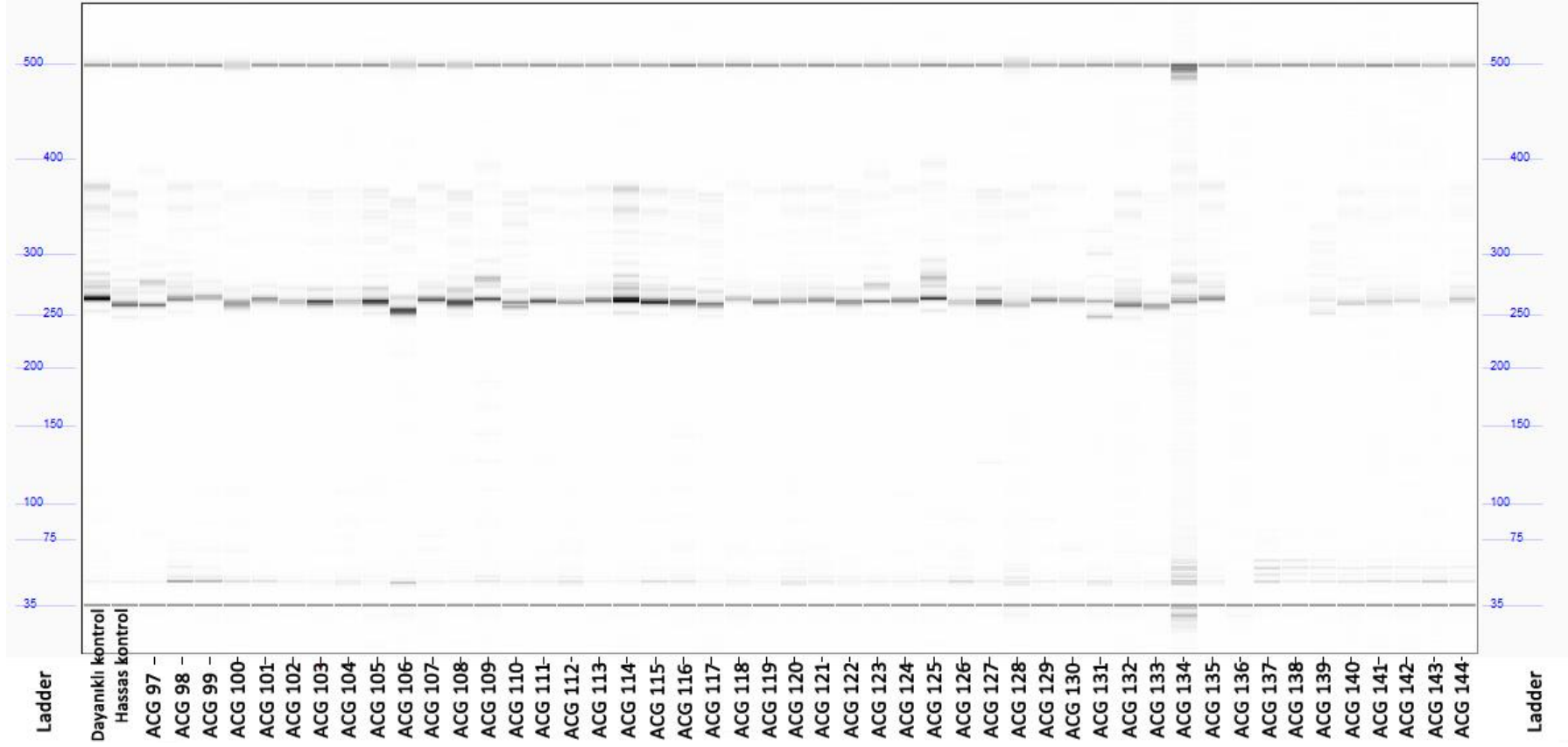
D, dayanıklı; H, hassas; N/A, amplifikasyon yok.



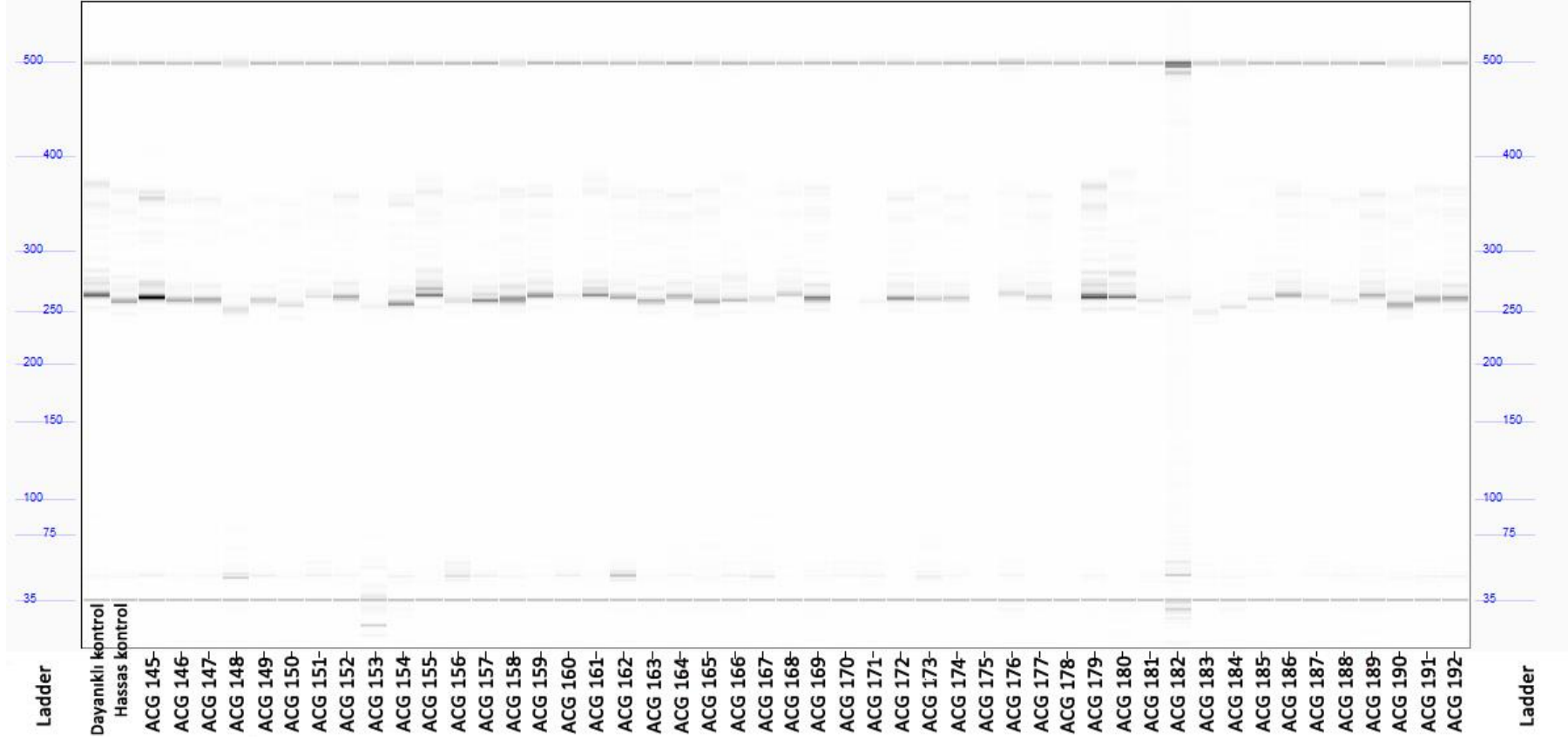
Şekil 4.16. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında geç yaprak beneklenmesi hastalığına dayanıklılık bakımından ACG 1 - ACG 48 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü



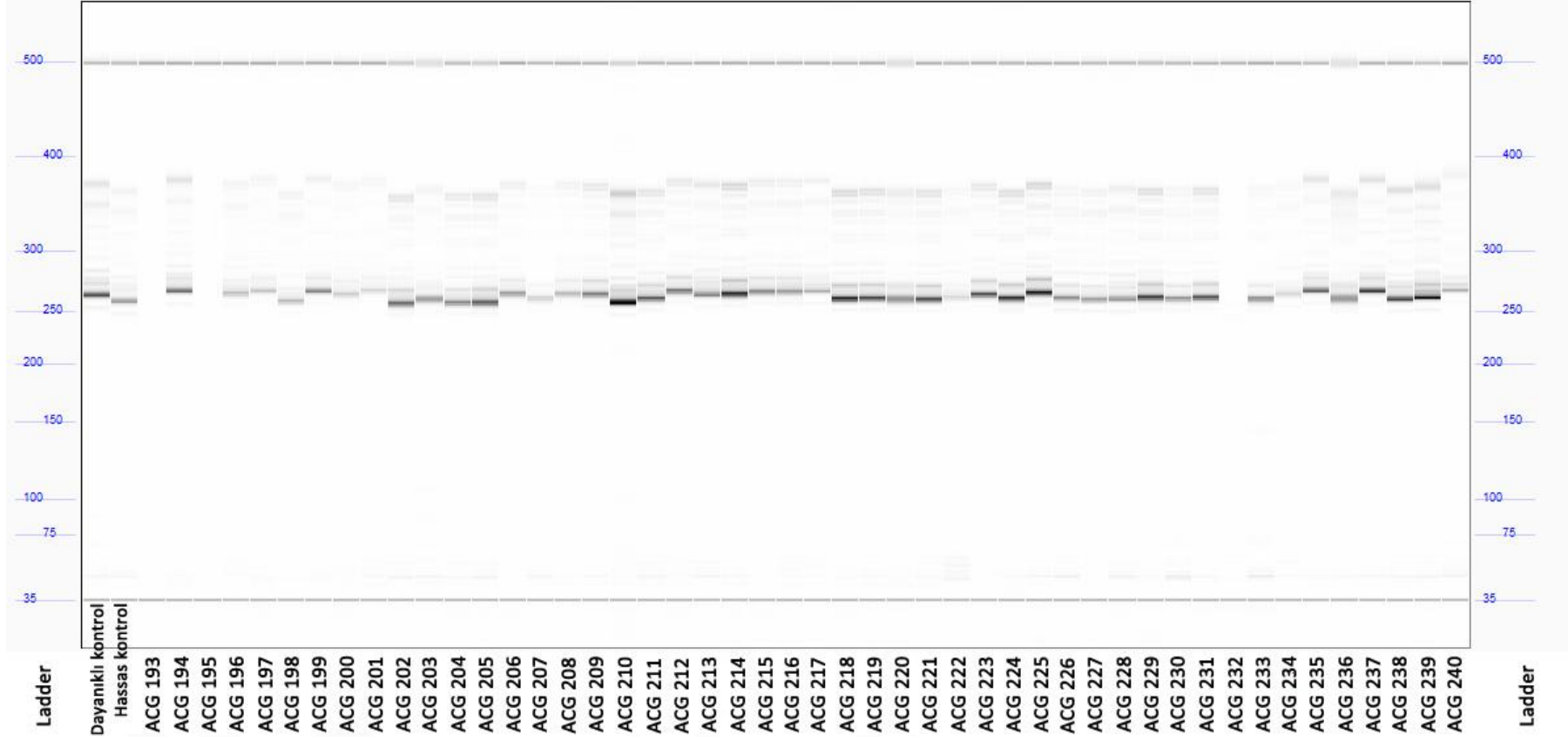
Şekil 4.17. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında geç yaprak beneklenmesi hastalığına dayanıklılık bakımından ACG 49 - ACG 96 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü



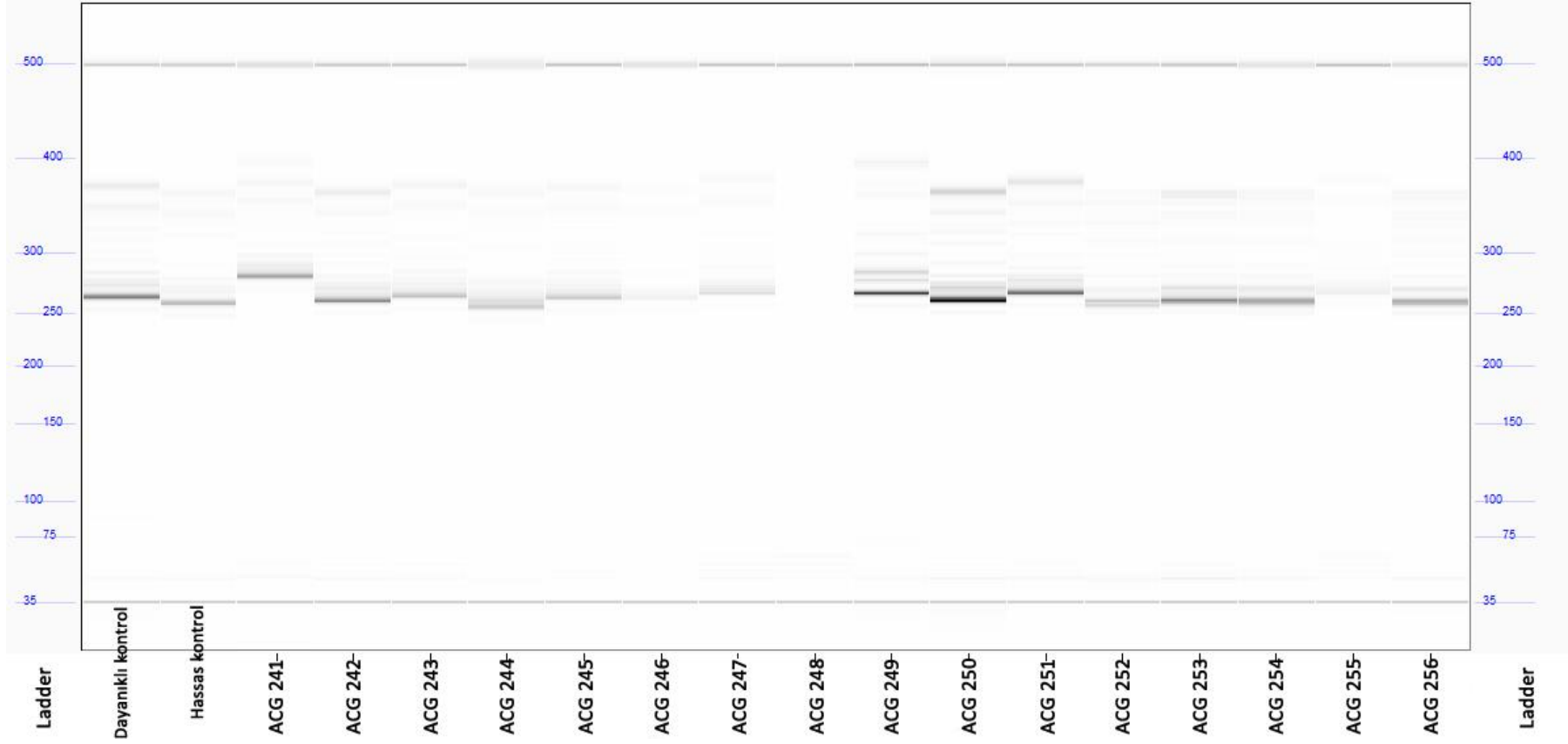
Şekil 4.18. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında geç yaprak beneklenmesi hastalığına dayanıklılık bakımından ACG 97 - ACG 144 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü



Şekil 4.19. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında geç yaprak beneklenmesi hastalığına dayanıklılık bakımından ACG 145 - ACG 192 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü



Şekil 4.20. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında geç yaprak beneklenmesi hastalığına dayanıklılık bakımından ACG 193 - ACG 240 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü



Şekil 4.21. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında geç yaprak beneklenmesi hastalığına dayanıklılık bakımından ACG 241 - ACG 256 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü

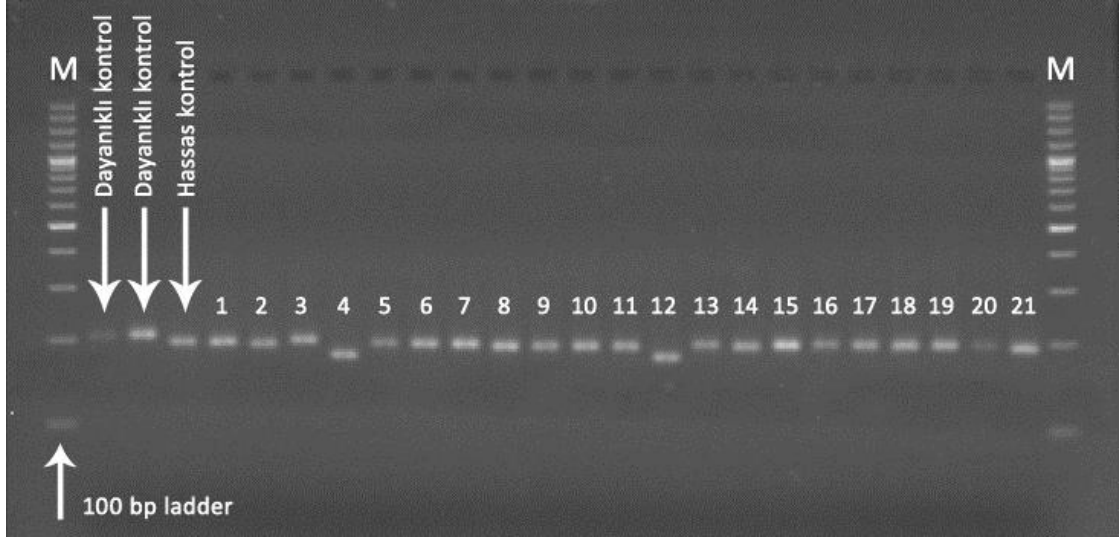
#### 4.4. Yerfıstığı Koleksiyonunda Nematod Zararlısına Karşı Dayanıklılığın Moleküler Olarak Belirlenmesi ve Aktarılması

Nagy vd (2010) yapmış oldukları moleküler çalışmada yerfıstığında kök-ur nematoduna dayanıklılığı sağlayan geni *Rma* olarak tanımlamışlar ve bu genin takibi için yedi farklı SSR marker (GM66, GM328, GM389, GM565, GM603, GM650 ve GM665) geliştirmişlerdir. Araştırmacılar özellikle GM565 markerinin dayanıklılığın takibinde ve belirlenmesinde daha verimli sonuç verdiğini de bu çalışmada bildirmişlerdir.

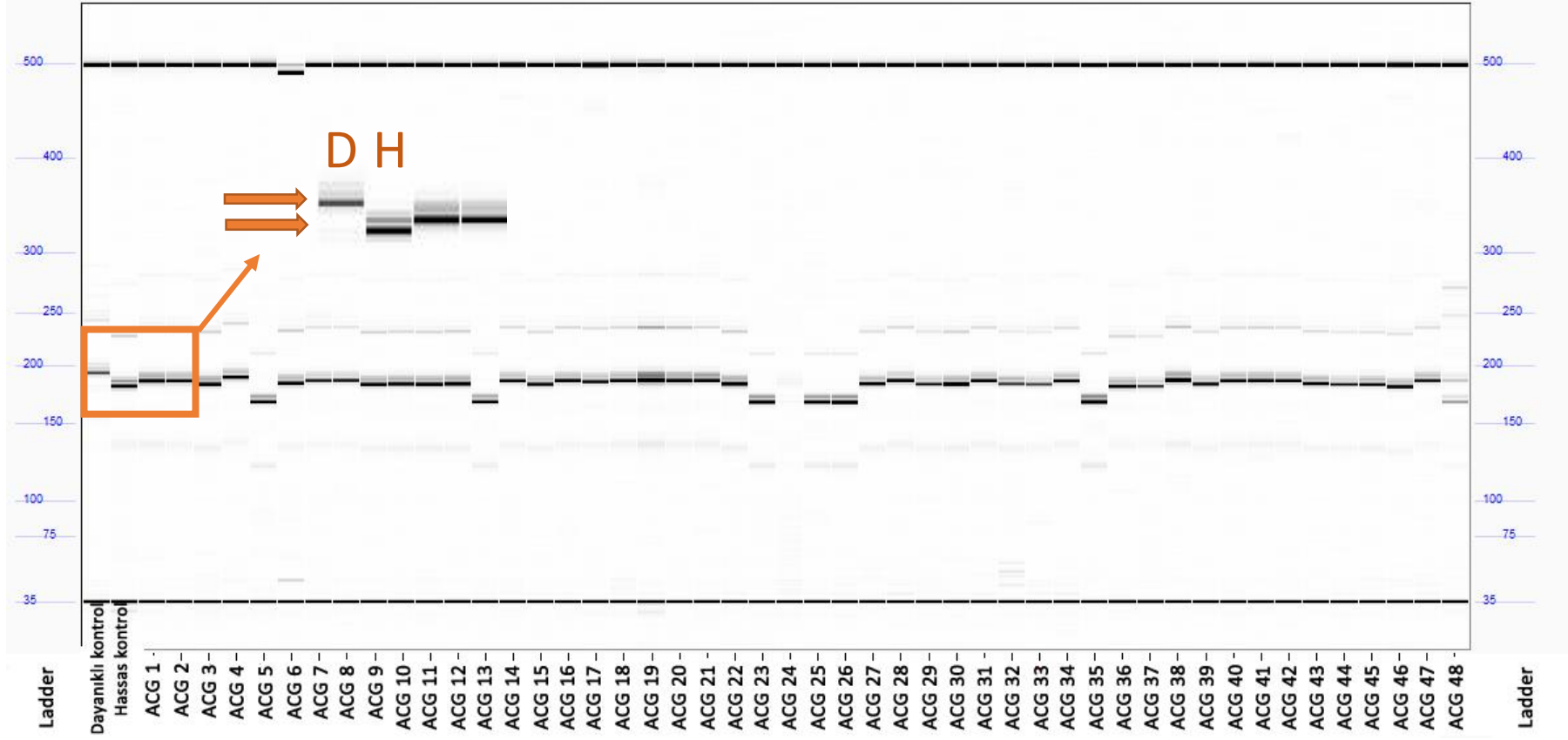
256 genotipten oluşan yerfıstığı koleksiyonumuz GM565 markerinin (Nagy vd 2010) yer aldığı PCR analizleri ile kök-ur nematoduna dayanıklılık bakımından moleküler olarak taranmıştır. Analizler sonrası elde edilen ürünler hem agaroz jel sonrası görüntüleme cihazında (Şekil 4.22) hem de *Fragment Analyzer*<sup>TM</sup> cihazında (Şekil 4.23, Şekil 4.24, Şekil 4.25, Şekil 4.26, Şekil 4.27, Şekil 4.28) görüntülenmiştir. Doğru bir skorlama için ise nematoda dayanıklı COAN (Simpson ve Starr 2001) ve NemaTAM (Simpson vd 2003) çeşitleri dayanıklı kontroller olarak çalışmamızda yer almışlardır. Hassas genotip olarak ise daha önceki çalışmalarda hassas olarak karakterize edilen Florunner çeşidi kullanılmıştır (Nagy vd 2010) (Şekil 4.22). Araştırmacılar kök-ur nematoduna dayanıklı genotiplerin agaroz jel üzerinde yaklaşık 208 bp'de, hassas genotiplerin ise 195 bp'de bant verdiklerini ifade etmişlerdir. Tüm koleksiyonumuzun moleküler taranması *Fragment Analyzer*<sup>TM</sup> cihazında yapılmış ve sonuçlar ProSize 2.0 programında görüntülenmiştir (Şekil 4.23, Şekil 4.24, Şekil 4.25, Şekil 4.26, Şekil 4.27, Şekil 4.28). Elde edilen sonuçlara göre koleksiyonumuzda nematoda dayanıklı genotipe rastlanmamıştır.

Kök-ur nematoduna karşı dayanıklı genotipleri geliştirmek amacıyla tez çalışması kapsamında melezleme programı oluşturulmuş ve nematoda dayanıklı çeşitler (COAN<sup>®</sup> ve NemaTAM<sup>®</sup>) ülkemizde yoğun olarak yetiştirilen NC-7 ve runner grubundan Florunner çeşitleri ile melezlenmiştir. (Çizelge 3.9). Melezleme işlemleri sonucunda 8 adet F<sub>1</sub> tohumu elde edilmiş ve bu tohumlar bir sonraki yıl yetiştirilmiştir. Melezlerin kontrolü GM565 (Nagy vd 2010) markeri ile yapılmış ve 2 adet melezin başarılı şekilde gerçekleştiği görülmüştür (Şekil 4.29). Bu melezler hem F<sub>2</sub> neslinin elde edilmesini sağlamak hem de ana ebeveyn ile geri melezleme yapmak amacıyla yetiştirilmiştir.

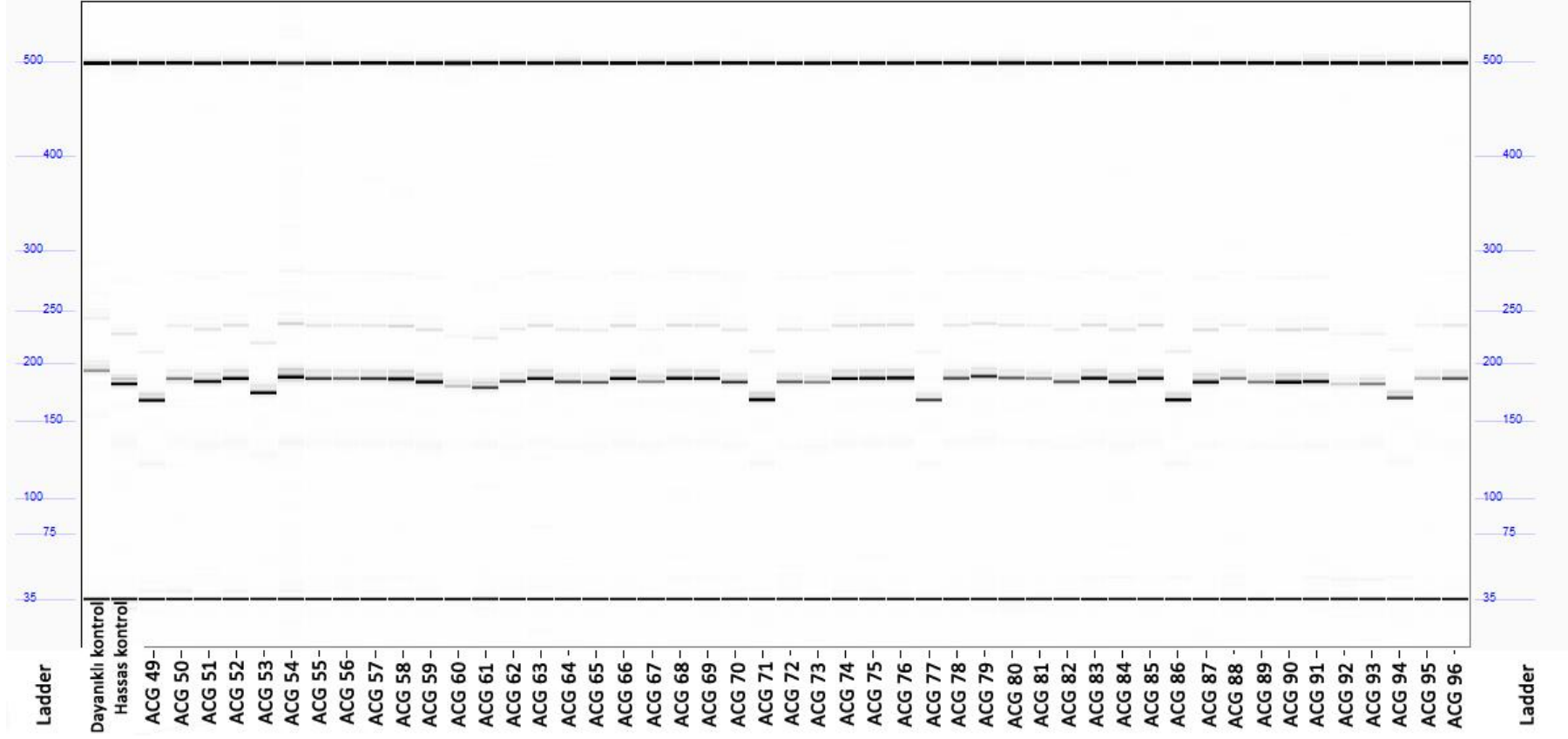




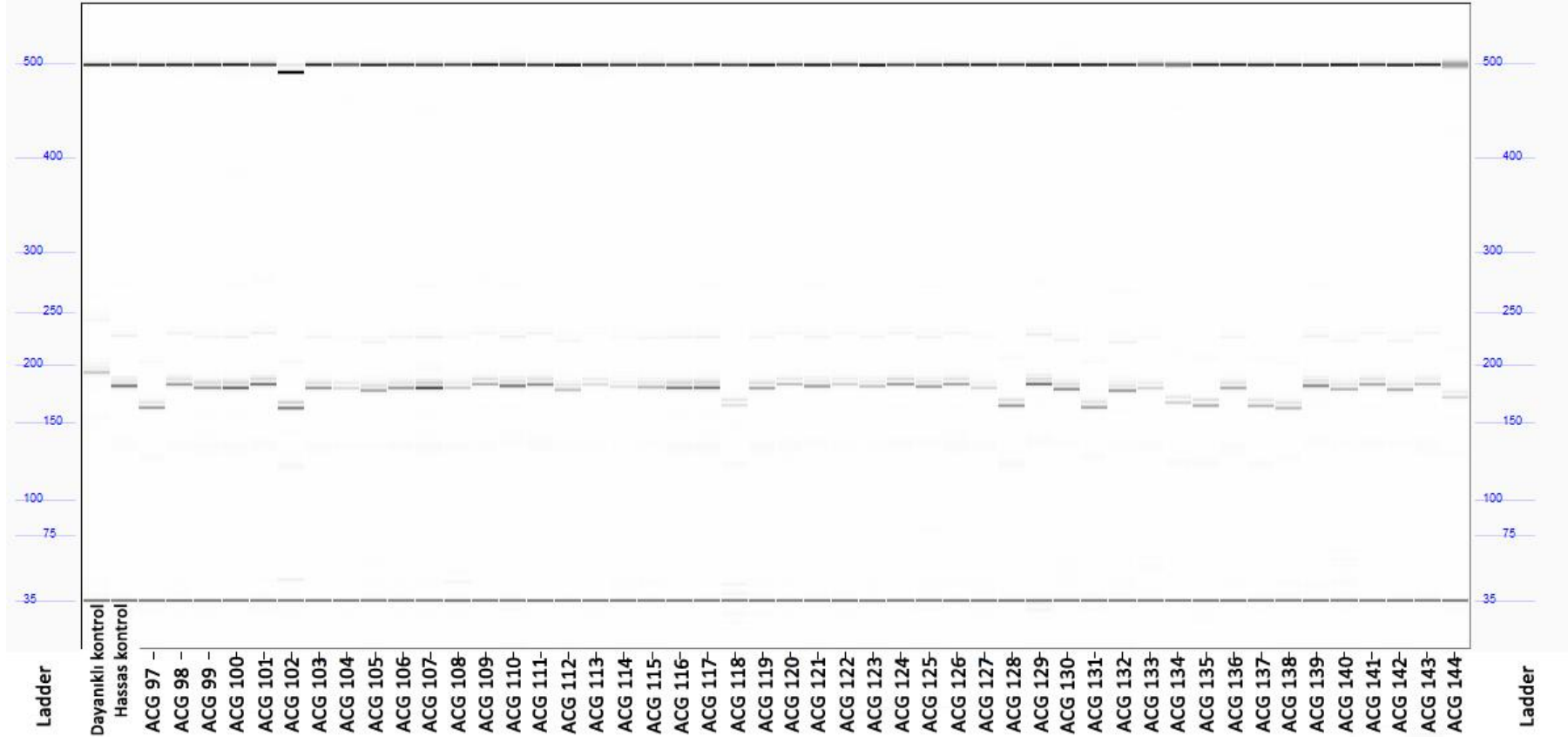
Şekil 4.22. Nematod zararlısına dayanıklılık ile ilişkili markerin (GM565) kullanılması sonucunda PCR sonrası elde edilen agaroz jel görüntüsü. Dayanıklı kontroller, sırasıyla, CoAN ve NemaTAM. ACG 211 (Florunner) hassas kontrol. Genotipler sırası ile 1: ACG 1, 2: ACG 2, 3: ACG 3, 4: ACG 5, 5: ACG 7, 6: ACG 8, 7: ACG 9, 8: ACG 27, 9: ACG 28, 10: ACG 29, 11: ACG 40, 12: ACG 49, 13: ACG 74, 14: ACG 75, 15: ACG 76, 16: ACG 103, 17: ACG 104, 18: ACG 105, 19: ACG 106, 20: ACG 204 ve 21: ACG 205



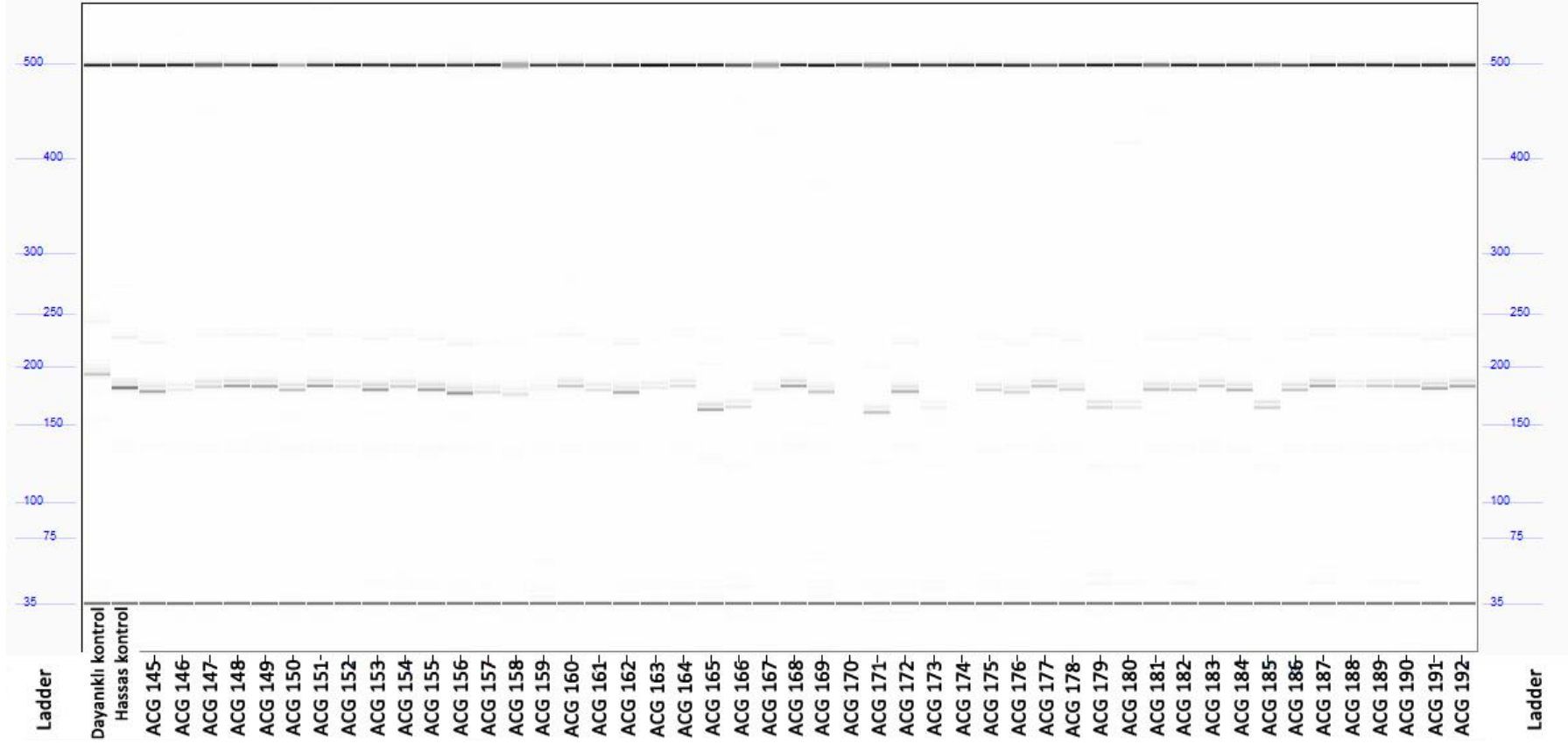
Şekil 4.23. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında nematod zararlısına dayanıklılık bakımından ACG 1 - ACG 48 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü



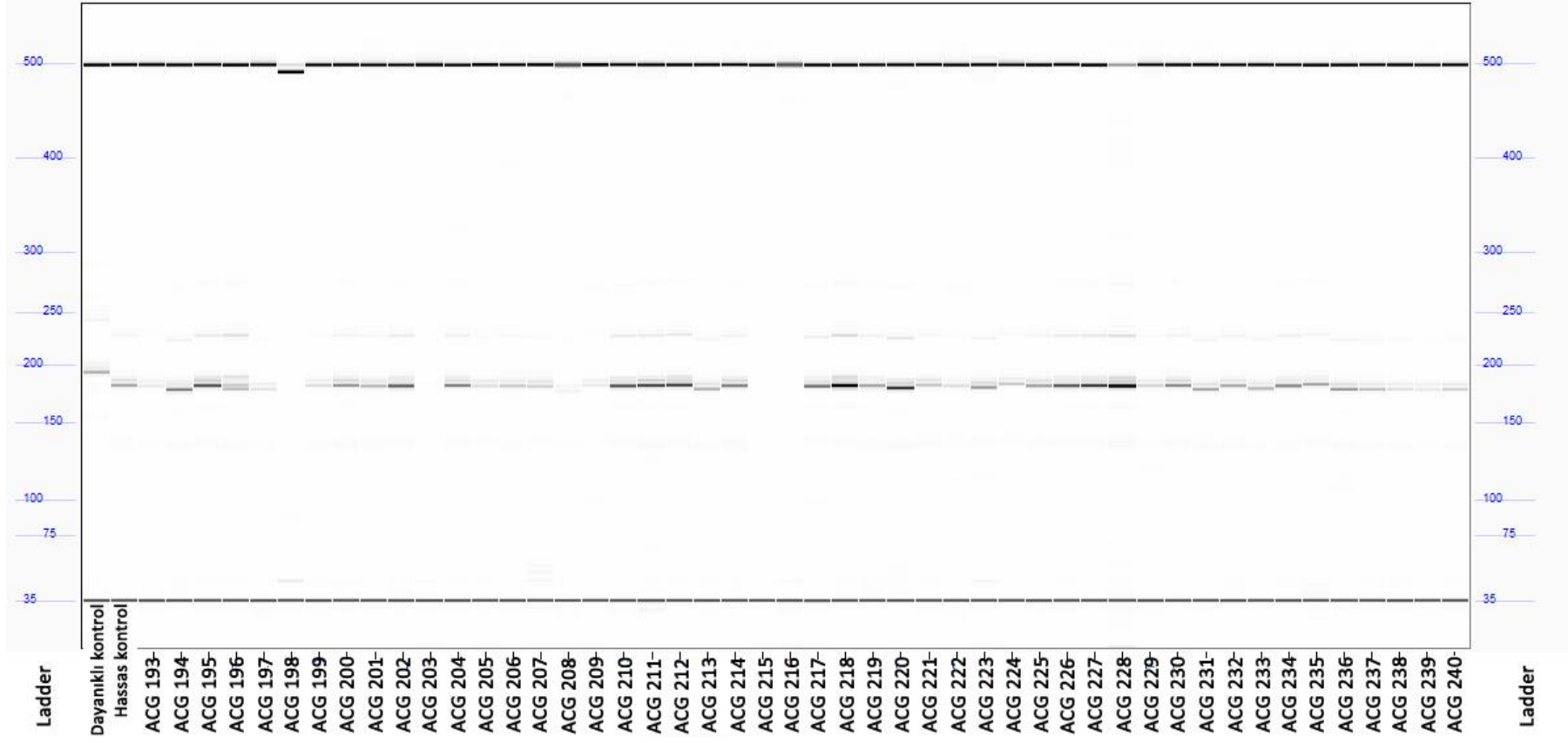
Şekil 4.24. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında nematod zararlısına dayanıklılık bakımından ACG 49 - ACG 96 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü



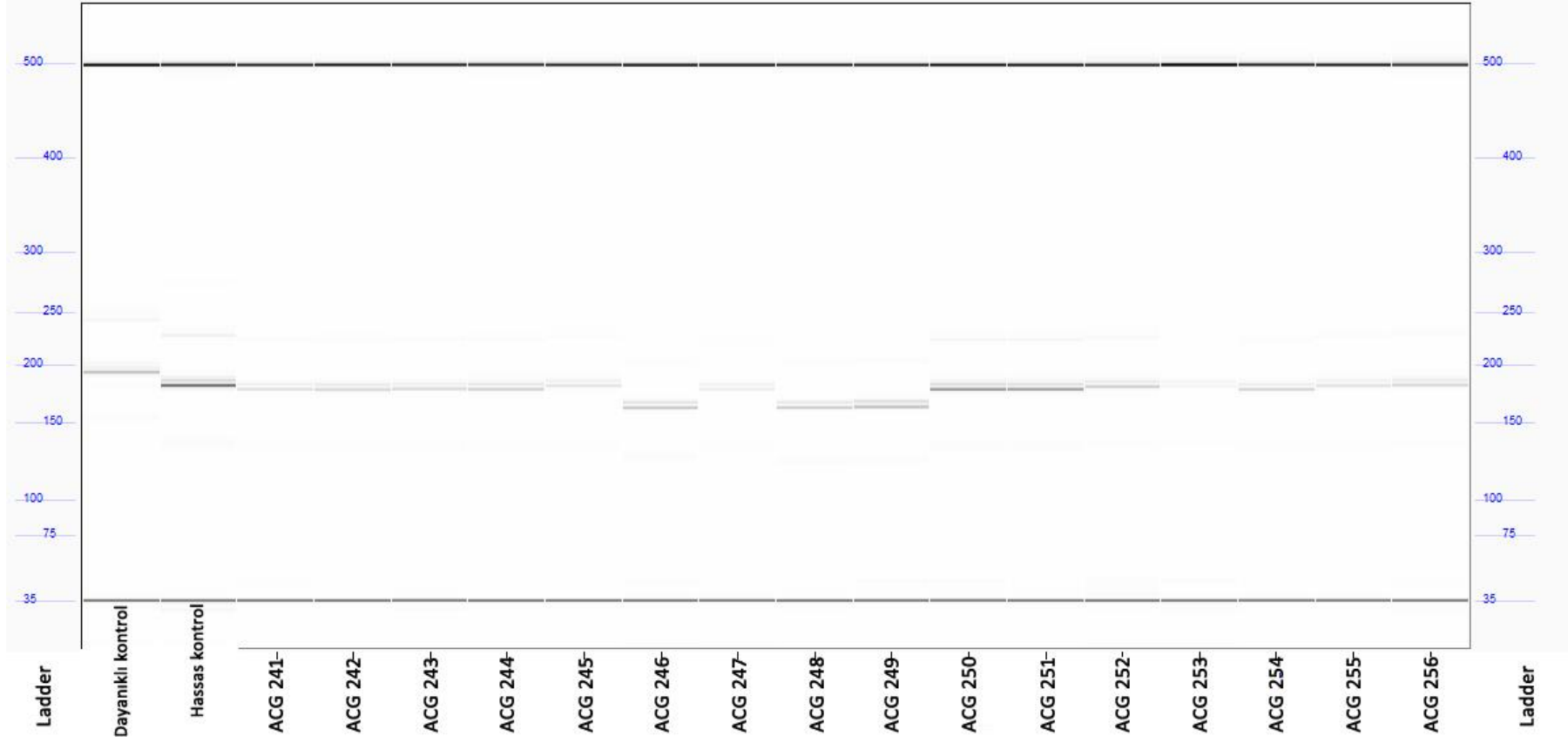
Şekil 4.25. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında nematod zararlısına dayanıklılık bakımından ACG 97 - ACG 144 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü



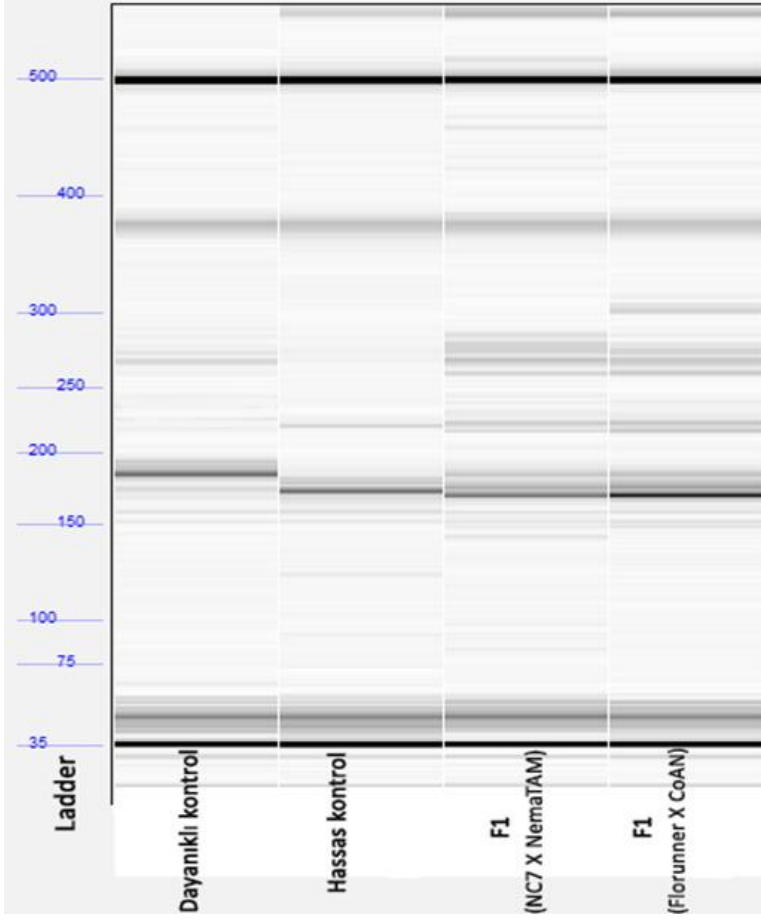
Şekil 4.26. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında nematod zararlısına dayanıklılık bakımından ACG 145 - ACG 192 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü



Şekil 4.27. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında nematod zararlısına dayanıklılık bakımından ACG 193 - ACG 240 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü



Şekil 4.28. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında nematod zararlısına dayanıklılık bakımından ACG 241 - ACG 256 arasındaki genotiplere ait sanal jel görüntüsü



Şekil 4.29. Melezleme sonucu elde edilen F<sub>1</sub>'lerin sanal jel görüntüsü (Marker: GM565)



## 5. TARTIŞMA

Moleküler işlemler sonrası elde edilen agaroz jel ve Fragment analyzer™ görüntüleri yerfıstığı koleksiyonunda yer alan 142 genotipin yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklı olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.1). Geri kalan 108 genotip hastalığa karşı hassas olarak karakterize edilirken 6 genotipte ise PCR sonrası bant elde edilememiştir. Sonuç olarak yerfıstığı koleksiyonunda dayanıklılık allelinin yüksek bir frekansa sahip olduğu gözlenmiştir. Benzer bir çalışmada Chamberlin vd (2010) Amerikan yerfıstığı mini kor koleksiyonunu yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklılık bakımından moleküler olarak taramışlar ve 39 genotipi dayanıklı olarak belirlemişlerdir. Dolayısıyla yürütmüş olduğumuz bu çalışma yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklılık bakımından çok sayıda yeni genetik kaynak sunmaktadır.

Koleksiyonumuzda farklı botanik varyetelere ait genotipler yer almaktadır. Dayanıklı genotipler incelendiğinde *vulgaris* botanik varyetesine ait çok sayıda genotipin dayanıklılık allelini taşıdığı (% 40.7) belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Benzer şekilde Porter vd (1975) yürütmüş oldukları çalışmada varyete *vulgaris*'e ait çok sayıda genotipin hastalığa dayanıklı olduğunu ifade etmişlerdir. Araştırmacılar varyete *hypogaea*'ya ait dayanıklı genotiplerin ise koleksiyonlarında sayı bakımından düşük frekansta olduklarını bildirmişlerdir. Benzer şekilde koleksiyonumuzda varyete *hypogaea*'ya ait az sayıda genotip (% 19.7) dayanıklı olarak belirlenmiştir. ICRISAT tarafından geliştirilen dünya yerfıstığı mini kor koleksiyonu da çalışmamızda genetik materyal olarak yer almıştır. 186 genotipin yer aldığı koleksiyonda *vulgaris* botanik varyetesine ait çok sayıda genotipin yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlarla uyumlu olarak Chamberlin vd (2010) Amerikan yerfıstığı mini kor koleksiyonunda yer alan tüm spanish tipi (varyete *vulgaris*) genotiplerin hastalığa dayanıklı olduklarını ifade etmişlerdir. Spanish tipi yerfıstıklarında gözlenen bu dayanıklılık ise hem morfolojik hem de sitoplazmik faktörlerle açıklanabilmektedir. Spanish tipi yerfıstıkları dik olarak gelişmelerinden dolayı tarla koşullarında daha sık ekim aralığında yetiştirilmektedirler. Bu yoğun bitki popülasyonu güneş ışınlarının toprağa geçmesini engellemekte ve sonuç olarak toprak sıcaklığının düşmesine ve yoğun nem artışına sebebiyet vermektedir. Bu da fungusların gelişmesine engel olmaktadır (Chenault vd 2009). Maas vd (2006) tarafından yürütülen çalışmada en az hastalık etkisinin en dar ekim sıklıklarında görülmesi bu hipotezi desteklemektedir. Ancak birçok spanish tipi genotipin yumuşak çürüklüğe hassas olmasından dolayı dayanıklılığı sadece morfolojik olarak açıklayabilmek mümkün değildir (Chamberlin vd 2010). Wildman vd (1992) yapmış oldukları kalıtım çalışmasında yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklılığın en az iki lokus tarafından kontrol edildiğini bildirmişlerdir. Coffell ve Porter (1982) ise yürüttükleri dayanıklılık denemesinde sitoplazmik faktörlerin dayanıklılıkta önemli rol oynadığını rapor etmişlerdir. Yapmış olduğumuz moleküler tarama sonrasında spanish tipi yerfıstıklarında görülen dayanıklılığın genetik tabanlı olduğu da ortaya konmuştur.

Mevcut koleksiyonlara ait genotipler dışında yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklılık bakımından yabancı türler önemli genetik kaynaklardır (Tallury vd 2014). Ancak melezleme işlemlerinde oluşan bazı sorunlar (türler arası uyumsuzluk, linkage bölgesindeki kırılmalar gibi) dayanıklılığın yabancı türlerden kültür çeşitlerine başarılı şekilde aktarılmasını zorlaştırmaktadır (Murty ve Jahnavi 1983). Bunun yanında dayanıklılığın kantitatif doğasından dolayı tarla koşullarında yürütülen denemelerde tutarlı sonuçlar elde edilememesi dayanıklı genotip geliştirme sürecini oldukça fazla

sekteye uğratmaktadır. Melouk vd (1992) tarafından geliştirilen teknik ile bitkileri sera koşullarında güvenli bir şekilde testlemek mümkün olsa da ihtiyaç duyulan boş alan, personel ve tek tip genetik materyal bu süreci zorlaştırmaktadır. Dolayısıyla moleküler markerlerin kullanılması hem melezlemede meydana gelen sorunların tespit edilmesinde ve hem de güvenilir ve hızlı sonuç alma konusunda büyük kolaylıklar sağlamaktadır (Mace vd 2006). Yürütmüş olduğumuz bu çalışma ile türler arası melezlemelere gerek kalmadan moleküler markerler yardımıyla yerfistığı koleksiyonu taranmış ve yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklı yeni genetik kaynaklar ortaya konmuştur.

Yürütmüş olduğumuz moleküler analizler sonrasında koleksiyonumuzda dokuz genotip pas hastalığına dayanıklı olarak gözlenmiştir (Çizelge 4.1). Dayanıklı genotiplerin ise çoğunlukla *hypogaea* botanik varyetesine ait olduğu ortaya konmuştur. Moleküler analizler sonrası tüm koleksiyon dikkate alındığında dört genotipin amplifikasyon göstermediği belirlenmiştir. Dolayısıyla analizlerde yer alan GM1954 (Sukruth vd 2015) markeri yüksek bir çalışma aralığı göstermiştir. Çalışmamızda kullanılan marker dışında pas hastalığına dayanıklılığı belirlemek amacıyla birçok QTL ve marker geliştirme çalışması da yürütülmüştür. Khedikar vd (2010) yürütmüş oldukları moleküler çalışmada pasa dayanıklılık ile ilişkili 12 QTL belirlemiş ve fenotipik varyansın % 1.70-55.20 oranında açıklandığını ifade etmişlerdir. IPAHM103 markerinin yer aldığı QTLrust01 ise tek başına fenotipik varyansın % 6.90-55.20'sini açıklamıştır. Dolayısıyla marker IPAHM103 pas hastalığına dayanıklılık seleksiyonunda araştırmacılar tarafından önerilmiştir. Mondal vd (2012a) yabancı *Arachis cardenasii* türündeki pas dayanıklılığını melezleme yolu ile kültür hatlara aktarmışlar ve elde ettikleri 164 rekombinant hattı beş farklı çevrede denemeye almıştır. Yapılan moleküler taramanın ardından 24 linkage grubu araştırmacılar tarafından ortaya konmuştur. Oluşturulan linkage haritasında ise gepPGPseq4A05 ve gi56931710 markerleri pas dayanıklılık genine sırasıyla 4.7 cM ve 4.3 cM uzaklıkta bulunmuş ve pasa dayanıklılık seleksiyonunda kullanılmak üzere araştırmacılar tarafından önerilmiştir. Yapmış olduğumuz moleküler taramada kullanılan GM1954 markerinin ise oluşturulan linkage haritasında pas dayanıklılık genine oldukça yakın bir bölgede olduğu bildirilmiştir (Varshney vd 2014). Bu marker ayrıca daha önce geliştirilen IPAHM103 (Khedikar vd 2010) markeri ile aynı linkage grubunda (AhXV) raporlanmıştır (Sujay vd 2012). Pasa dayanıklılık ile ilişkili QTL bölgelerini belirleyebilmek amacıyla Sujay vd (2012) tarafından yapılan analizde ise dayanıklılıkla ilişkili 15 QTL belirlenmiş ve en yüksek fenotipik varyans  $QTL_{R4-Rust01}$ 'de % 10.68-82.27 aralığında belirlenmiştir. Bu majör QTL'de daha önce belirlenen IPAHM103 markeri (Khedikar vd 2010) ve dört yeni marker (GM2009, GM1536, GM2301 ve GM2079) yer almıştır. En güncel çalışmalardan birinde Varshney vd (2014) yapmış oldukları melezlemeler ile pas hastalığına dayanıklılıkla ilişkili QTL bölgelerini popüler varyetelere aktarmaya çalışmışlardır. Araştırmacılar melezlemeler sonucunda elde edilen genotiplerde moleküler taramalar yapmış ve IPAHM103, GM2079, GM1536 ve GM2301 markerlerinin yer aldığı bir majör QTL'in fenotipik varyasyonu yaklaşık % 82.62 oranında açıkladığını bildirmişlerdir.

Pas hastalığına dayanıklılık bakımından yapılan karakterizasyon çalışmaları oldukça sınırlıdır. Subrahmanyam vd (1995) 13000 genotipten oluşan yerfistığı koleksiyonunu pas hastalığına dayanıklılık bakımından ele almışlar ve 1-9 skalasına göre skorlama işlemi yapmışlardır. Araştırmacılar değerlendirmeleri sonucunda 169 genotipin 5 ve altı skor aldığını bildirmiş ve bu genotiplerin % 80 oranında varyete *fastigiata*'ya ait olduğu raporlamışlardır. Benzer bir tarama çalışması Çin'de yürütülmüş ve 5700

genotipin yer aldığı koleksiyonda 92 genotip pas hastalığına dayanıklı olarak belirlenmiştir (Liao 2003). Dayanıklı genotiplerin ise çoğunlukla varyete *fastigiata*'ya ait olduğu bildirilmiştir. Ancak pas hastalığına dayanıklı varyete *fastigiata*'ya ait genotiplerin düşük kapsül üretimi, ince tohum kabuğu ve istenmeyen tohum rengi gibi istenmeyen agronomik özelliklere sahip olduğu yapılan tarla çalışmaları ile raporlanmıştır (Liao 2014). Dayanıklılık ve istenmeyen karakterler arasındaki bu genetik bağlantı ayrıca birçok ıslah programında da görülmüştür (Liao 2014). Sahip olduğumuz koleksiyonda ise varyete *hypogaea* botanik varyetelerine ait genotipler dayanıklı olarak karakterize edilmiştir. Dolayısıyla bu tez çalışması ile farklı botanik varyetelere ait yeni yüksek verimli potansiyel genetik kaynaklar sunulmuştur.

GM1573 (Sukruth vd 2015) markerinin yer aldığı moleküler analizler sonrası koleksiyonumuzda yer alan 15 genotip geç yaprak beneklenmesine dayanıklı olarak belirlenmiştir. Taksonomik olarak ise dayanıklı genotiplerin % 66.6'sı varyete *hypogaea*, % 26.6'sı varyete *vulgaris* ve varyete *fastigiata* botanik varyetelerine ait olarak ortaya konmuştur. Pas hastalığında olduğu gibi geç yaprak beneklenmesine dayanıklılık bakımından da varyete *hypogaea* en yüksek dayanıklılık frekansını göstermiştir. Moleküler tarama işlemi yapılan tekrarlara rağmen 8 genotipte istenen bölgelerde bant görüntüsü elde edilememiştir (Şekil 4.16, Şekil 4.17, Şekil 4.18, Şekil 4.19, Şekil 4.20, Şekil 4.21). Bu da kullanılan markerin efektif olarak çalıştığını göstermiştir. Kullanmış olduğumuz marker, GM1573, Sujay vd (2012) tarafından geliştirilen ve geç yaprak beneklenmesine dayanıklılık çalışmalarında hala güncelliğini koruyan bir markerdir (Sukruth vd 2015). Bu durumun en önemli nedenlerinden biriside GM1573 markerinin tek bir marker için ortaya konan en yüksek fenotipik varyans değerlerinden birine sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Sujay vd (2012) yapmış oldukları QTL analizi çalışmasında GM1573/GM1009-pPGPseq8D09 markerlerinin bulunduğu QTL bölgesinin fenotipik varyansı % 10.27–62.34 oranında açıkladığını bildirmişlerdir. Bu değer geç yaprak beneklenmesi ile ilgili moleküler çalışmalarda şu ana kadar elde edilen en yüksek fenotipik varyans değeri olarak gözükmektedir. Diğer bir çalışmada Khedekar vd (2010) geç yaprak beneklenmesine dayanıklılık konusunu ele almışlar ve genotipik ve fenotipik veriyi kullanarak dayanıklılıkla ilgili 11 QTL bölgesi ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar belirlemiş oldukları QTL'lerin fenotipik varyansı sadece % 1.70–6.50 oranında açıkladığını ifade etmişlerdir. Dolayısıyla tez çalışmamızda kullanmış olduğumuz marker GM1573 diğer marker sistemlerine kıyasla geç yaprak beneklenmesine dayanıklılığı belirlemede daha efektif gözükmektedir. Ancak etkili bir seleksiyon için daha verimli çalışan marker sistemleri gerekmektedir.

Şu ana kadar herhangi bir yerfıstığı koleksiyonu geç yaprak beneklenmesine dayanıklılık bakımından moleküler olarak karakterize edilmemiştir. Tarla ve sera koşullarında yapılan dayanıklılığı belirleme çalışmaları ise oldukça sınırlıdır. Singh vd (1997) 13000 yerfıstığı genotipini 1-9 skalasına göre geç yaprak beneklenmesine dayanıklılık bakımından ele almışlar ve sadece 69 genotipin 3 ve 5 arasında skor aldığını bildirmişlerdir. Çalışmada dayanıklı 49 genotipin Peru kökenli varyete *fastigiata* veya varyete *peruviana* botanik varyetelerine ait olduğu ifade edilmiştir. Koleksiyonumuzda ise Peru kökenli dört genotip yer almakla birlikte (ACG 109, ACG 127, ACG 135, ACG 136) çoğunlukla varyete *hypogaea* botanik varyetesine ait genotipler yaptığımız moleküler tarama sonucu hastalığa dayanıklı olarak belirlenmiştir. Çin'de yapılan karakterizasyon çalışmasında 5700 genotip geç yaprak beneklenmesine dayanıklılık bakımından ele alınmış ve 53 genotip dayanıklı olarak seçilmiştir (Liao 2003). Botanik

varyeteler dikkate alındığında dayanıklı genotiplerin yaklaşık % 60'ının varyete *fastigiata*'ya ait olduğu araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Koleksiyonumuzda ise dayanıklı genotipler çoğunlukla varyete *hypogaea* botanik varyetesine ait olarak belirlenmiştir. Yürütölen bir diğer dayanıklılık çalışmasında, Holbrook ve Isleib (2001) *Arachis hypogaea* türüne ait genotiplerde dayanıklılığın çoğunlukla Bolivya kökenliği olduğunu ifade etmişlerdir. Koleksiyonumuz içerisinde yer alan ICRISAT yerfıstığı mini kor koleksiyonunda tez çalışması kapsamında geç yaprak beneklenesine dayanıklılık bakımından ele alınmış ve koleksiyonun yaklaşık % 8'inde (15 genotip) dayanıklılık gözlenmiştir. Benzer bir çalışmada Amerikan yerfıstığı koleksiyonundan (7432 genotip) edilen kor koleksiyonda yürütölmüştür (Holbrook ve Anderson 1995). 831 genotipin yer aldığı kor koleksiyonda sadece 13 genotip geç yaprak beneklenmesine dayanıklı olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla sahip olduğumuz koleksiyon geç yaprak beneklenmesine dayanıklı yeni genetik kaynaklar sunmaktadır.

Yerfıstığında yürütölen bir çok çalışmada pas ve geç yaprak beneklenmesine dayanıklılık karakterleri arasında pozitif korelasyon gözlenmiştir (Dwivedi vd 2002, Sujay vd 2012). Singh vd (1997) geç yaprak beneklenmesine dayanıklı olarak belirledikleri 42 genotipin aynı zamanda pas hastalığına dayanıklı olduğunu ifade etmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca türler arası melezleme ile elde edilen ICG 13917 genotipinin pas ve geç yaprak beneklenmesi hastalıklarına dayanıklı olduğunu bildirmişlerdir. Reddy vd (2000) pas hastalığına karşı yüksek derece dayanıklılığa sahip olan ICGV 87853 genotipinin geç yaprak beneklenmesine karşı ortada derecede dayanıklılık gösterdiğini raporlamışlardır. Ayrıca moleköler ve klasik olarak yürütölen birçok dayanıklılık çalışmasında geç yaprak beneklenmesi ve pasa dayanıklılık birlikte ele alınmıştır (Pande vd 2001, Dwivedi vd 2002, Persuk vd 2003, Mace vd 2006, Hossain vd 2007, Khedikar vd 2010, Sujay vd 2012, Mondal ve Badigannavar 2010, Varshney vd 2014, Upadhyaya vd 2014). Ancak yürötmüş olduğumuz moleköler çalışmada benzer bir korelasyon elde edilememiştir (izelge 4.2 ve 4.3).

Genetik kaynaklarımızda yer alan tüm genotipler *Arachis hypogaea* türüne aittir. Yapılan çoğu çalışmada *Arachis hypogaea* türünde çok sayıda genotip nematoda hassas olarak tanımlanmış ve az sayıdaki genotipte ise tarla ve sera koşullarında yapılan denemeler sonrası orta derecede dayanıklılık gözlenmiştir (Holbrook ve Noe 1992, Holbrook vd 1996, 2000, 2000a). Bu sonuçlara paralel olarak yapmış olduğumuz moleköler tarama sonrası koleksiyonumuzda kök-ur nematoduna (*Meloidogyne arenaria* (Neal) Chitwood ırk 1) dayanıklı genotipe rastlanmamıştır. Yürütölen diğer bir tarama çalışmasında Holbrook vd (2000) 831 genotipten oluşan Amerikan yerfıstığı kor koleksiyonunu sera koşullarında *Meloidogyne arenaria* nematoduna karşı dayanıklılık bakımından ele almışlardır. Çalışma sonucunda sadece 28 genotip nematod yumurtası oluşması bakımından 1 ve altında skor almış ve dayanıklı olarak belirlenmiştir. Araştırmacılar ayrıca koleksiyonlarında yer alan dayanıklı genotiplerin çoğunlukla Çin ve Japonya kökenli olduğunu da ifade etmişlerdir. Sahip olduğumuz koleksiyonda ise Japonya kökenli materyal olmamakla birlikte Çin kökenli sadece 7 genotip bulunmaktadır. Bu genotiplerde ise moleköler tarama sonucunda dayanıklılık gözlenmemiştir.

*Arachis hypogaea* türünde nematod zararlısına karşı istenen düzeyde dayanıklılığa rastlanmamakla birlikte yabancı türlerde (*Arachis* spp.) özellikle *M. arenaria* nematod türüne karşı yüksek derecede dayanıklılık rapor edilmiştir (Baltensperger vd

1986, Nelson vd 1989, Holbrook ve Noe 1990). Yapılan birçok melez ile *A. batizocoi* Krapov. and W.C. Gregory, *A. cardenasii*, ve *A. diogoi* Hoehne yabancı türlerinde görülen bu dayanıklılık seçilmiş hatlara aktarılmaya çalışılmıştır. Stalker vd (1995) tarafından yapılan çalışmada yabancı *A. cardenasii* Krapov. and W.C. Gregory ( $2n = 2x = 20$ ) türü ile kültür *A. hypogaea* ( $2n = 4x = 40$ ) türü melezlenmiş ve nematod dayanıklılığı başarılı şekilde aktarılmıştır. Melezleme sonrası elde edilen  $F_1$  hibritlerinin fertilitesi ise hekzaploidlerin yaratılması ve kendileme işlemleri ile restore edilmiştir. Yapılan ileri çalışmalarda bu melez kullanılarak nematod dayanıklı GP-NC WS5 ve GP-NC WS 6 hatları geliştirilmiştir (Stalker vd 2002). Garcia vd (1996) bu dayanıklılığın iki dominant gen tarafından kontrol edildiğini raporlamışlar ve genlerden bir tanesinin kökteki gal oluşumunu diğerinin ise kökte yumurta üretimi ile ilgili olduğunu ifade etmişlerdir. Yapılan diğer melezleme çalışmasında dayanıklı yabancıların kullanılması ile melezlemeler yapılmış ve iki dayanıklı hat (TXAG-6 ve TxAG-7) ıslah çalışmalarında kullanılmak üzere geliştirilmiştir (Simpson vd 1993). Yapılan geri melezlemeler ile TxAG-7 genotipindeki dayanıklılık ileri yerfıstığı hatlarına aktarılmış ve *M. arenaria*'ya dayanıklı ilk çeşit olan COAN piyasaya sürülmüştür. Moleküler olarak yapılan çalışmalarda ise Garcia vd (1996) ve Burow vd (1996) yerfıstığında nematoda dayanıklılığı sağlayan genleri haritalamışlar ve bu sayede marker destekli seleksiyon için markerler geliştirilmiştir. Garcia vd (1996), RAPD ve SCAR markerleri kullandıkları çalışmalarında bir markeri (Z3/2635) dayanıklılık ile ilişki olarak belirlemişlerdir. Aynı şekilde Florunner x TxAG-6 melezinde  $BC_4F_2$  generasyonunda nematoda dayanıklılıkla ilgili iki marker, RKN410 ve RKN440, Burow vd (1996) tarafından geliştirilmiştir. Chu vd (2007) yapmış oldukları çalışmada fenotipik data ile moleküler sonuçlar arasındaki korelasyonu arttırmak amacıyla RKN440 markerini modifiye etmişler ve dominant 197/909 markerini raporlamışlardır. Ancak bu çalışmada dayanıklılık markerinin dayanıklılık geni ile göstermiş olduğu % 5.8'lik rekombinasyon fenotipleme ve marker arasında bazı uyumsuz sonuçların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Nagy vd (2010) ise nematoda dayanıklılık genini, *Rma*, TxAG-6 donöründen elde edilen NemaTAM çeşidini kullanarak haritalamışlar ve dayanıklılıkla ilişkili kodominant DNA markeri, GM565, geliştirmişlerdir. Bu marker nematoda dayanıklılık çalışmalarında ortaya konan en güncel marker olup yapmış olduğumuz tarama ve dayanıklılığın aktarılması işlemlerinde kullanılmıştır. Yabancı melezlemeler sonucu elde edilen COAN ve NemaTAM çeşitleri ise çalışmamızda kontrol olarak yer almıştır. Bu genotipler aynı zamanda tez çalışması kapsamında dayanıklılığın aktarılması işlemlerinde donör olarak kullanılmışlar ve NC-7 ve Florunner çeşitleri ile melezlenmişlerdir. Melezlemeler sonucunda 2013 yılında  $F_1$  tohumları elde edilmiş, 2014 yılında ise bu tohumlar yetiştirilmiştir. GM565 markeri ile yapılan moleküler analizler ile de bazı melezlerin başarılı şekilde gerçekleştiği anlaşılmıştır. Elde edilen  $F_1$ 'ler geri melezleme ve  $F_2$  generasyonunu yetiştirme işlemlerinde kullanılmıştır. Daha ileri aşamalarda ise hem  $BC_xF_x$  nesilleri hem de  $F_3$ ,  $F_4$  nesilleri takip edilecek ve son aşamada nematod dayanıklı çeşitler çıkarılması için çalışılacaktır.

## 6. SONUÇ

Bu tez çalışmasında 256 genotipten oluşan yarfıstığı koleksiyonu yumuşak çürüklük, pas, yaprak lekesi hastalıklarına ve nematod zararlısına dayanıklılık bakımından moleküler olarak taranmış ve genotipler dayanıklı ve hassas olarak karakterize edilmiştir. Koleksiyon içerisinde yer alan ve dünya yarfıstığı mini kor koleksiyonu da yapılan moleküler analizler ile belirlenen hastalıklara ve zararlıya dayanıklılık bakımından değerlendirilmiştir. Bu çalışma önemli canlı stres faktörlerine karşı ülkemizde yarfıstığına yönelik yürütölen en geniş kapsamlı karakterizasyon çalışması olmakla birlikte tarama işleminin moleküler olarak yapılması ile de ilktir. Ayrıca PCR sonrası elde edilen ürünlerin yeni bir teknoloji olan Fragment Analyzer™ cihazı ile görüntölenmesi ve değerlendirilmesi çalışmanın bir diğer özgün yönüdür. Bu cihaz sayesinde koleksiyonun karakterizasyonunda hem daha doğru sonuçlar elde edilmiş hem de görüntöleme süreci oldukça kısalmıştır. Yapılan analizler ve değerlendirmeler sonucunda ise;

Yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklılık bakımından 142 genotip dayanıklı, 108 genotip ise hassas olarak karakterize edilmiştir. Botanik varyeteler dikkate alındığında *vulgaris* botanik varyetesine ait genotipler tüm dayanıklı genotiplerin % 39.4'ünü, *fastigiata* botanik varyetesine ait genotipler % 38.0'ini ve *hypogaea* botanik varyetesine ait genotipler ise % 19.7'sini oluşturmuştur. Dolayısıyla sadece ülkemiz için değil bu hastalığın görüldüğü tüm bölgelerde kullanılmak üzere farklı botanik varyetelere ait yeni genetik kaynaklar ortaya konmuştur. Koleksiyonumuz içerisinde yer alan dünya yarfıstığı mini kor koleksiyonunda ise 115 genotip hastalığa dayanıklı olarak belirlenmiş ve böylelikle koleksiyon yumuşak çürüklük hastalığına dayanıklılık bakımından ilk kez karakterize edilmiştir. Mini kor koleksiyonunda yapılan bu tarama bu genetik kaynağa sahip tüm ıslahçılar için oldukça faydalı olacaktır.

Pas hastalığına dayanıklılığın tarandığı moleküler analizlerin sonucunda 9 genotip hastalığa dayanıklı olarak belirlenirken 243 genotip ise hassas olarak karakterize edilmiştir. Taksonomik sınıflandırma dikkate alındığında koleksiyonda yer alan dayanıklı 8 genotipin varyete *hypogaea* botanik varyetesine ait olduğu belirlenmiştir. Böylelikle ülkemizde ilk defa içerisinde değişik genetik backgroundlara sahip tiplerin bulunduğu dünya ölçeğindeki geniş bir yarfıstığı koleksiyonu pas hastalığına dayanıklılık bakımından moleküler olarak taranmış ve *hypogaea* botanik varyetesine ait yeni genetik kaynaklar ortaya konmuştur. 7 genotip aynı zamanda dünya mini kor koleksiyonunda yer almaktadır. Bu koleksiyonun pas hastalığına dayanıklılık bakımından karakterizasyonun da birçok tarla ve sera çalışması (Yugandhar 2005, Kusuma vd 2007, Khalid 2008, Sujay vd 2008, ICRISAT 2008, 2009, 2010, Upadhyaya vd 2014) olmasına rağmen bu tez çalışması ile ilk kez moleküler olarak karakterizasyon işlemi yapılmıştır. Böylelikle farklı bölgelerde farklı dayanıklılık reaksiyonu gösteren genotipler moleküler genetik tabanında tekrar değerlendirilmiştir.

Geç yaprak beneklenmesi ülkemizde yarfıstığının yetiştirildiği çoğu bölgede görölen önemli bir fungal hastalık olup dayanıklı genotiplerin belirlenmesi ve ülke genetik kaynaklarına kazandırılması oldukça önemlidir. GM1573 markerinin yer aldığı PCR analizleri sonrası koleksiyonumuz içerisinde 15 genotip geç yaprak beneklenmesine dayanıklı olarak belirlenmiştir. 233 genotip hassas olarak belirlenirken 8 genotipte ise hastalıkla ilişkili bir marker elde edilememiştir. Taksonomik olarak ise dayanıklı

genotiplerin 10 tanesi varyete *hypoagea*, 4 tanesi varyete *fastigiata* ve *vulgaris* botanik varyetelerine, 1 tanesi ise varyete *hirsuta* botanik varyetesine ait olarak belirlenmiştir. Ülkemizde özellikle varyete *hypogaea* botanik varyetesine ait genotiplerin (NC-7, Çom, Gazipaşa, ve BATEM-5025) talep gördüğü düşünülürse bu botanik varyeteye ait dayanıklı genotipler ıslah çalışmaları için oldukça önemlidir. Dünya yerfıstığı mini kor koleksiyonu ise ilk kez moleküler olarak geç yaprak beneklenmesine dayanıklılık bakımından değerlendirilmiş ve koleksiyonun yaklaşık % 4.3'ü hastalığa karşı dayanıklı olarak karakterize edilmiştir.

Bu tez çalışması kapsamında ülkemizde ilk defa yerfıstığında nematoda dayanıklılık karakteri bir melezleme programı ile aktarılmaya çalışılmıştır. Bu kapsamda çeşitli yazışmalar neticesinde nematod dayanıklı çeşitler (COAN ve NemaTAM) ülkemize kazandırılmış ve iç pazarda talep gören NC-7 ve runner grubundan Florunner çeşitleri ile mezlenerek nematod dayanıklılığı aktarılmıştır. Melezleme işlemleri sonucunda elde edilen F<sub>1</sub> tohumları hem F<sub>2</sub> neslinin elde edilmesini sağlamak hem de ana ebeveyn ile geri melezleme yapmak amacıyla yetiştirilmiştir.

## 7. KAYNAKLAR

- ANURADHA, T.S., DIVYA, K., JAMI, S.K. and KIRTI, P.B. 2008. Transgenic tobacco and peanut plants expressing a mustard defensin show resistance to fungal pathogens. *Plant Cell Reports*, 27: 1777-1786.
- BACKMAN, P.A. and BRENNEMAN, T.B. 1997. Stem rot. APS Press, pp. 36-37, Minnesota.
- BAILEY, J.E. and BRUNE, P.D. 1997. Effect of crop pruning on sclerotinia blight of peanut. *Plant Disease*, 81: 990-995.
- BALTENSPERGER, D.D., PRINE, G.M. and DUNN, R.A. 1986. Root-knot nematode resistance in *Arachis glabrata*. *Peanut Science*, 13: 78-80.
- BATEMAN, D.F. and BEER, S.V. 1965. Simultaneous production and synergistic action of oxalic acid and polygalacturonase during pathogenesis by *Sclerotium rolfsii*. *Phytopathology*, 55: 204-211.
- BOURGEOIS, G., BOOTE, K.J. and BERGER, R.D. 1991. Growth, development, yield, and seed quality of Florunner peanut affected by late leaf spot. *Peanut Science*, 18: 137-143.
- BRANCH, W.D., BRENNEMAN, T.B. and HOOKSTRA, G. 2014. Field test results versus marker assisted selection for root-knot nematode resistance in peanut. *Peanut Science*, 41: 85-89.
- BRENNEMAN, T.B., PHIPPS, P.M. and STIPES, R.J. 1987. Sclerotinia blight of peanut: Relationship Between in vitro resistance and field efficacy of dicarboximide fungicides. *Phytopathology*, 77: 1028-1032.
- BRENNEMAN, T.B., PHIPPS, P.M. and STIPES, R.J. 1988. A rapid method for evaluating genotype resistance, fungicide activity, and isolate pathogenicity of sclerotinia minor in peanut. *Peanut Science*, 15: 104-107.
- BRIDGE, J. and STARR, J.L. 2007. Plant Nematodes of Agricultural Importance: A Color Handbook. Academic Press, 128 s.
- BUROW, M.D., SIMPSON, C.E., PATERSON, A.H. and STARR, J.L. 1996. Identification of peanut (*Arachis hypogaea* L.) RAPD markers diagnostic of root-knot nematode (*Meloidogyne arenaria* (Neal) Chitwood) resistance. *Molecular Breeding*, 2: 369-379.
- BUROW, M.D., STARR, J.L., PARK, C.H., SIMPSON, C.E. and PATERSON, A.H. 2014. Introgression of homeologous quantitative trait loci (QTLs) for resistance to the root-knot nematode [*Meloidogyne arenaria* (Neal) Chitwood] in an advanced backcross-QTL population of peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Molecular Breeding*, 34: 393-406.



- BUTZLER, T.M., BAILEY, J. and BEUTE, M.K. 1998. Integrated management of Sclerotinia blight in peanut: Utilizing canopy morphology, mechanical pruning, and fungicide timing. *Plant Disease*, 82: 1312-1318.
- CARVALHO, M.A. and QUESENBERRY, K.H. 2009. Characterization of *Meloidogyne arenaria*, *M. javanica*, and *M. incognita* reaction of the USA *Arachis pintoi* (Krapov. & W.C. Gregory) germplasm collection. *Peanut Science*, 36:121-125.
- CHAMBERLIN, K.D. 2014. Characterization of ICRISAT peanut mini-core accessions with regards to a molecular marker associated with resistance to sclerotinia blight. *Peanut Science*, 41: 42-49.
- CHAMBERLIN, K.D.C., MELOUK, H.A. and PAYTON, M.E. 2010. Evaluation of the U.S. peanut mini core collection using a molecular marker for resistance to *Sclerotinia minor* Jagger. *Euphytica*, 172: 109-115.
- CHAPIN, J.W., THOMAS, J.S., ISLEIB, T.G., SHOKES, F.M., BRANCH, W.D. and TILLMAN, B.L. 2010. Field evaluation of Virginia-type peanut cultivars for resistance to tomato spotted wilt virus, late leaf spot, and stem rot. *Peanut Science*, 37: 63-69.
- CHAPPELL, G.F., SHEW, B.B., FERGUSON, J.M. and BEUTE, M.K. 1995. Mechanisms of resistance to sclerotinia minor in selected peanut genotypes. *Crop Science*, 35: 692-696.
- CHENAULT, K.D., MAAS, A.L., DAMICONE, J.P., PAYTON, M.E. and MELOUK, H.A. 2009. Discovery and characterization of a molecular marker for *Sclerotinia minor* (Jagger) resistance in peanut. *Euphytica*, 166: 357-365.
- CHOI, K., BUROW, M.D., CHURCH, G., BUROW, G., PATERSON, A.H., SIMPSON, C.E. and STARR, J.L. 1999. Genetics and mechanisms of resistance to *Meloidogyne arenaria* in peanut germplasm. *Journal of Nematology*, 31: 283-290.
- CHU, Y., HOLBROOK, C.C., TIMPER, P. and OZIAS-AKINS, P. 2007. Development of a PCR-based molecular marker to select for nematode resistance in peanut. *Crop Science*, 47: 841-847.
- CHU, Y., WU, C.L., HOLBROOK, C.C., TILLMAN, B.L., PERSON, G. and OZIAS-AKINS, P. 2011. Marker-assisted selection to pyramid nematode resistance and the high oleic trait in peanut. *The Plant Genome*, 4: 110-117.
- COFFELT, T.A. and PORTER, D.M. 1982. Screening peanuts for resistance to sclerotinia blight. *Plant Disease*, 66: 385-387.
- COLLARD, B.C.Y. and MACKILL, D.J. 2008. Marker-assisted selection: An approach for precision plant breeding in the twenty-first century. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 363: 557-572.
- CULBREATH, A.K., BRENNEMAN, T.B., KEMERAIT, R.C. and HAMMES, G.G. 2009. Effect of the new pyrazole carboxamide fungicide penthiopyrad on late leaf spot and stem rot of peanut. *Pest Management Science*, 65: 66-73.

- CULBREATH, A.K., STEVENSON, K.L. and BRENNEMAN, T.B. 2002. Management of late leaf spot of peanut with benomyl and chlorothalonil: A study in preserving fungicide utility. *Plant Disease*, 86: 349-355.
- DAMICONE, J.P., HOLBROOK, C.C., SMITH, D.L., MELOUK, H.A. and CHAMBERLIN, K.D. 2010. Reaction of the core collection of peanut germplasm to sclerotinia blight and pepper spot. *Peanut Science*, 37: 1-11.
- DONG, W.B., HOLBROOK, C.C., TIMPER, P., BRENNEMAN, T.B., CHU, Y. and OZIAS-AKINS, P. 2008. Resistance in peanut cultivars and breeding lines to three root-knot nematode species. *Plant Disease*, 92: 631-638.
- DOW, R.L., PORTER, D.W. and POWELL, N.L. 1988. Effect of environmental factors on *Sclerotinia minor* and Sclerotinia blight of peanut. *Phytopathology*, 78: 672-676.
- DOYLE, J.J. and DOYLE, J.L. 1990. A rapid total DNA preparation procedure for fresh plant tissue. *Focus*, 12: 13-15.
- DWIVEDI, S.L., CROUCH, J.H., NIGAM, S.N., FERGUSON, M.E. and PATERSON, A.H. 2003. Molecular breeding of groundnut for enhanced productivity and food security in the semi-arid tropics: opportunities and challenges. *Advances in Agronomy*, 80: 153-221.
- DWIVEDI, S.L., PANDE, S., RAO, J.N. and NIGAM, S.N. 2002. Components of resistance to late leaf spot and rust among interspecific derivatives and their significance in a foliar disease resistance breeding in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) *Euphytica*, 125: 81-88.
- FAO, 2013. FAO statistics. <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx>. (Son erişim tarihi: 05.11.2014)
- FÁVERO, A.P., MORAES, S.A.D., GARCIA, A.A.F, VALLS, J.F.M. and VELLO, N.A. 2009. Characterization of rust, early and late leaf spot resistance in wild and cultivated peanut germplasm. *Scientia Agricola*, 66: 110-117.
- GAJJAR, K.N., MISHRA, G.P., RADHAKRISHNAN, T., DODIA, S.M., RATHNAKUMAR, A.L., KUMAR, N., KUMAR, S., DOBARIA, J.R. and KUMAR, A. 2014. Validation of SSR markers linked to the rust and late leaf spot diseases resistance in diverse peanut genotypes. *Australian Journal of Crop Science*, 8: 927-936.
- GARCIA, G.M., STALKER, H.T., SHROEDER, E. and KOCHERT, G. 1996. Identification of RAPD, SCAR and RFLP markers tightly linked to nematode resistance genes introgressed from *Arachis cardenasii* to *A. hypogaea*. *Genome*, 39: 836-845.
- GODOY, G., STEADMAN, J.R., DICKMAN, M.B. and DAM, R. 1990. Use of mutants to demonstrate the role of oxalic acid in pathogenicity of *Sclerotinia sclerotiorum* on *Phaseolus vulgaris*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 37: 179-191.

- GREMILLION, S.K., CULBREATH, A.K., GORBET, D.W., MULLINIX, B.G., PITTMAN, R.N., STEVENSON, K.L., TODD, J.W., ESCOBAR, R.E. and CONDORI, M.M. 2011. Field evaluations of leaf spot resistance and yield in peanut genotypes in the United States and Bolivia. *Plant Disease*, 95: 263-268.
- GRICHAR, W.J., BESLER, B.A. and JAKS, A.J. 1998. Peanut (*Arachis hypogaea* L.) cultivar response to leaf spot disease development under four disease management programs. *Peanut Science*, 25:35-39.
- GUIMARÃES, P.M., BRASILEIRO, A.C.M., PROITE, K., DE ARAÚJO, A.C.G., LEAL-BERTIOLI, S.C.M., PIC-TAYLOR, A., DA SILVA, F.R., MORGANTE, C.V., RIBEIRO, S.D.G. and BERTIOLI, D.J. 2010. A study of gene expression in the nematode resistant wild peanut relative, *Arachis stenosperma*, in response to challenge with *Meloidogyne arenaria*. *Tropical Plant Biology*, 3:183-192.
- HARRISON, A.L. 1973. Control of peanut leaf rust alone or in combination with cercospora leaf spot. *Phytopathology*, 63: 668-673.
- HILU, K.W. and STALKER, H.T. 1995. Genetic relationships between peanut and wild species of *Arachis* sect. *Arachis* (Fabaceae): evidence from RAPDs. *Plant Systematics and Evolution*, 198: 167-178.
- HIRUNSALEE, A., BARKER, K.R. and BEUTE, M.K. 1995. Effects of peanut genotypes on *Meloidogyne* species interactions. *Journal of Nematology*, 27: 189-199.
- HOLBROOK, C.C. and ANDERSON, W.F. 1995. Evaluation of a core collection to identify resistance to late leafspot in peanut. *Crop Science*, 35: 1700-1702.
- HOLBROOK, C.C. and DONG, W. 2005. Development and evaluation of a mini core collection for the U.S. peanut germplasm collection. *Crop Science*, 45: 1540-1544.
- HOLBROOK, C.C. and ISLEIB, T.G. 2001. Geographical distribution of genetic diversity in *Arachis hypogaea*. *Peanut Science*, 28: 80-84.
- HOLBROOK, C.C., KNAUFT, D.A. and DICKSON, D.W. 1983. A technique for screening peanut for resistance to *Meloidogyne arenaria*. *Plant Disease*, 67: 957-958.
- HOLBROOK, C.C. and NOE, J.P. 1990. Resistance to *Meloidogyne arenaria* in *Arachis* spp. and the implications on development of resistant peanut cultivars. *Peanut Science*, 17: 35-38.
- HOLBROOK, C.C. and NOE, J.P. 1992. Resistance to the peanut root-knot nematode (*Meloidogyne arenaria*) in *Arachis hypogaea*. *Peanut Science*, 19: 35-37.
- HOLBROOK, C.C., NOE, J.P., GORBET, D.W. and STEPHENSON, M.G. 1998. Evaluation of peanut breeding lines with resistance to the peanut root-knot nematode. *Crop Science*, 38: 260-262.

- HOLBROOK, C.C., NOE, J.P., STEPHENSON, M.G. and ANDERSON, W.F. 1996. Identification and evaluation of additional sources of resistance to peanut root-knot nematode in *Arachis hypogaea* L. *Peanut Science*, 23: 91-94.
- HOLBROOK, C.C. and STALKER, H.T. 2003. Peanut breeding and genetic resources. *Plant Breeding Reviews*, 22: 297-456.
- HOLBROOK, C.C., STEPHENSON, M.G. and JOHNSON, A.W. 2000a. Level and geographical distribution of resistance to *Meloidogyne arenaria* in the U.S. peanut germplasm collection. *Crop Science*, 40: 1168-1171.
- HOLBROOK, C.C., TIMPER, P., DONG, W.B., KVIEN, C.K. and CULBREATH, A.K. 2008. Development of near-isogenic peanut lines with and without resistance to the peanut root-knot nematode. *Crop Science*, 48: 194-198.
- HOLBROOK, C.C., TIMPER, P. and XUE, H.Q. 2000b. Evaluation of the core collection approach for identifying resistance to *Meloidogyne arenaria* in peanut. *Crop Science*, 40: 1172-1175.
- HOLLOWELL, J.E., SHEW, B.B., CUBETA, M.A. and WILCUT, J.W. 2003. Weed species as hosts of *Sclerotinia minor* in peanut fields. *Plant Disease*, 87: 197-199.
- HOLLOWELL, J.E., SHEW, B.B. and ISLEIB, T.G. 2003a. Evaluating isolate aggressiveness and host resistance from peanut leaflet inoculations with *Sclerotinia minor*. *Plant Disease*, 87: 402-406.
- HOLLOWELL, J.E., ISLEIB, T.G., TALLURY, S.P., COPELAND, S.C. and SHEW, B.B. 2008. Screening of virginia-type peanut breeding lines for resistance to cylindrocladium black rot and sclerotinia blight in the greenhouse. *Peanut Science*, 35: 18-24.
- HOSSAIN, M.D., RAHMAN, M.Z., KHATUN, A. and RAHMAN, M.M. 2007. Screening of groundnut genotypes for leaf spots and rust resistance. *International Journal of Sustainable Crop Production*, 2: 7-10.
- ICRISAT, 2008. ICRISAT archival report 2008. Sustaining biodiversity of sorghum, pearl millet, small millets, groundnut, pigeonpea and chickpea for current and future generations. ICRISAT, Patancheru, India. [www.icrisat.org/icrisat-archivalreports.htm](http://www.icrisat.org/icrisat-archivalreports.htm) (Son erişim tarihi: 13.12.2013)
- ICRISAT. 2009. ICRISAT archival report 2009. Sustaining biodiversity of sorghum, pearl millet, small millets, groundnut, pigeonpea and chickpea for current and future generations. ICRISAT, Patancheru, India. [www.icrisat.org/icrisat-archivalreports.htm](http://www.icrisat.org/icrisat-archivalreports.htm) (Son erişim tarihi: 13.12.2013)
- ICRISAT. 2010. ICRISAT archival report 2010. Sustaining biodiversity of sorghum, pearl millet, small millets, groundnut, pigeonpea and chickpea for current and future generations. ICRISAT, Patancheru, India. [www.icrisat.org/icrisat-archivalreports.htm](http://www.icrisat.org/icrisat-archivalreports.htm) (Son erişim tarihi: 13.12.2013)

- İMREN, M. and ELEKCİOĞLU, İ.H. 2008. Diyarbakır ili buğday, sebze ve bağ alanlarında önemli bitki paraziti nematod türlerinin belirlenmesi. *Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, 17: 116-121.
- İŞÇİ, B. 2008. Asmada QTL (kantitatif karakter lokus) analizi. *Anadolu: Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 18: 11-37.
- JAKKERAL, S.A., NADAF, H.L., GOWDA, M.V.C. and BHAT, R.S. 2013. Inheritance of rust resistance in cultivated groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 73: 450-453.
- JAKKERAL, S.A., NADAF, H.L., GOWDA, M.V.C., BHAT, R.S., PATIL, R.K., MOTAGI, B., KENCHANAGOWDA, P., MUKRI, G., ARCHANA, B., GANAGSHETTY, P., GANGADHAR, K. and JAGGAL, L. 2014. Marker detection and genetic analysis for rust resistance of recombinant and backcross inbred lines in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 74: 213-221.
- JOGLOY, S., WYNNE, J.C. and BEUTE, M.K. 1987. Inheritance of late leafspot resistance and agronomic traits in peanut. *Peanut Science*, 14: 86-90.
- JOHNSON, A.W., CULBREATH, A.K., GASCHO, G.J., BAKER, S.H., MINTON, N.A., BRENNEMAN, T.B. and BURTON, G.W. 1999. Bahiagrass, corn, cotton rotations, and pesticides for managing nematodes, diseases, and insects on peanut. *Journal of Nematology*, 31: 191-200.
- KADİROĞLU, A. 2008. Yerfıstığı yetiştiriciliği. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya, 53 s.
- KADİROĞLU, A. 2013. Yerfıstığı yetiştiriciliği. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya, 47 s.
- KADİROĞLU, A., BAYDAR, H. ve KOCATÜRK, M. 2011. Yerfıstığında (*Arachis hypogaea* L.) jips uygulamasının verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 28: 42-54.
- KATI, T. and MENNAN, S. 2006. Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) ile biyolojik mücadele. *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21: 265-274.
- KELLY, L.A., RYLEY, M.J., TREVORROW, P.R., TATNELL, J.R., NASTASI, C. and CHAUHAN, Y. 2012. Reduced fungicide use on a new Australian peanut cultivar, highly resistant to the late leaf spot and rust pathogens. *Australasian Plant Pathology*, 41: 359-373.
- KEPENEKÇİ, İ. and ÖZTÜRK, G. 2002. Plant parasitic nematodes of *Tylenchida* (nematoda) associated with groundnut (*Arachis hypogaea*) fields in the Mediterranean region of Turkey. *Phytoparasitica*, 30: 288-289.
- KHALID, A. 2008. Evaluation of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) germplasm (mini core collection). M.Sc. Thesis, Univ. of Agricultural Sciences, Dharwad, India.

- KHEDIKAR, Y.P., GOWDA, M.V.C., SARVAMANGALA, C., PATGAR, K.V., UPADHYAYA, H.D. and VARSHNEY, R.K. 2010. A QTL study on late leaf spot and rust revealed one major QTL for molecular breeding for rust resistance in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 121: 71-984.
- KISHORE, G.K. and PANDE, S. 2005. Integrated applications of aqueous leaf extract of *Datura metel* and chlorothalonil improved control of late leaf spot and rust of groundnut. *Australasian Plant Pathology*, 34: 261-264.
- KISHORE, G.K., PANDE, S. and HARISH, S. 2007. Evaluation of essential oils and their components for broad-spectrum antifungal activity and control of late leaf spot and crown rot diseases in peanut. *Plant Disease*, 91: 375-379.
- KNAUFT, D.A., NORDEN, A.J. and GORBET, D.W. 1987. Peanut. Macmillan Publishing Company, pp. 346-383, New York.
- KNAUFT, D.A. and OZIAS-AKINS, P. 1995. Recent methodologies for germplasm enhancement and breeding. American Peanut Research and Education Society, pp. 54-94, Oklahoma.
- KOENNING, S.R., BAILEY, J.E., SCHMITT, D.P. and BARKER, K.R. 1998. Management of plant-parasitic nematodes on peanut with selected nematicides in North Carolina. *Journal of Nematology*, 30: 643-650.
- KORAYEM, A.M. and BONDOK, M.M.M.M. 2013. Damage threshold of root-knot nematode, *Meloidogyne arenaria* on peanut in relation to date of planting and irrigation system. *Canadian Journal of Plant Protection*, 1: 117-124.
- KORNEGAY, J.L., BEUTE, M.K. and WYNNE, J.C. 1980. Inheritance of resistance to *Cercospora arachidicola* and *Cercosporidium personatum* in six Virginia-type peanut lines. *Peanut Science*, 7: 4-9.
- KRAPOVICKAS, A. and GREGORY, W.C. 1994. Taxonomia del genero *Arachis* (Leguminosae). *Bonplandia*, 8: 1-186.
- KUSUMA, V.P., YUGANDHAR, G., AJAY, B.C., GOWDA, M.V.C. and UPADHYAYA, H.D. 2007. Identification of sources of multiple disease resistance in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) mini core. The National Seminar "Changing Global Vegetable Oils Scenario: Issues and Challenges before India, pp. 31-32, 29-31 January, Hyderabad, India.
- LAEMMLEN, F. 2001. Sclerotinia diseases. *Agriculture and Natural Resources, University of California Publication*, 8042: 1-5.
- LEMAY, A.V., BAILEY, J.E. and SHEW, B.B. 2002. Resistance of peanut to sclerotinia blight and the effect of acibenzolar-S-methyl and fluazinam on disease incidence. *Plant Disease*, 86: 1315-1317.

- LI, Y., CULBREATH, A.K., CHEN, C.Y., KNAPP, S.J., HOLBROOK, C.C. and GUO, B. 2012. Variability in field response of peanut genotypes from the U.S. and China to tomato spotted wilt virus and leaf spots. *Peanut Science*, 39:30-37.
- LIAO, B. 2003. The groundnut. Hubei Press for Science and Technology, Wuhan.
- LIAO, B. 2014. Peanut Breeding. CRC Press, pp. 61-78, Florida
- LIAO, B. and HOLBROOK, C. 2007. Groundnut. CRC Press, pp. 231-289, Florida.
- LIVINGSTONE, D.M., HAMPTON, J.L., PHIPPS, P.M. and GRABAU, E.A. 2005. Enhancing resistance to *Sclerotinia minor* in peanut by expressing a barley oxalate oxidase gene. *Plant Physiology*, 137: 1354-1362.
- MAAS, A.L., DASHIELL, K.E. and MELOUK, H.A. 2006. Planting density influences disease incidence and severity of sclerotinia blight in peanut. *Crop Science*, 46: 1341-1345.
- MACE, E.S., PHONG, D.T., UPADHYAYA, H.D., CHANDRA, S. and CROUCH, J.H. 2006. SSR analysis of cultivated groundnut (*Arachis hypogaea* L.) germplasm resistant to rust and late leaf spot diseases. *Euphytica*, 152: 317-330.
- MCDONALD, D., SUBRAHMANYAM, P., GIBBONS, R.W. and SMITH, D.H. 1985. Early and late leaf spots of groundnut. *International Crops Research Insitute for the Semi-Arid Tropics Information Bulletin*, 21: 1-19.
- MEHAN, V.K., REDDY, P.M., RAO, V.K. and MCDONALD, D. 1994. Components of rust resistance in peanut genotypes. *Phytopathology*, 84: 1421-1426.
- MEHAN, V.K., REDDY, P.M., SUBRAHMANYAM, P., MCDONALD, D. and SINGH, A.K. 1996. Identification of new sources of resistance to rust and late leaf spot in peanut. *International Journal of Pest Management*, 42: 267-271.
- MELOUK, H.A., AKEM, C.N. and BOWEN, C. 1992. A detached shoot technique to evaluate the reaction of peanut genotypes to *Sclerotinia minor*. *Peanut Science*, 19: 58-62.
- MONDAL, S. and BADIGANNAVAR, A.M. 2010. Molecular diversity and association of SSR markers to rust and late leaf spot resistance in cultivated groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Plant Breeding*, 129: 68-71.
- MONDAL, S., BADIGANNAVAR, A.M. and D'SOUZA, S.F. 2012. Development of genic molecular markers linked to a rust resistance gene in cultivated groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Euphytica*, 188: 163-173.
- MONDAL, S., BADIGANNAVAR, A.M. and D'SOUZA, S.F. 2012a. Molecular tagging of a rust resistance gene in cultivated groundnut (*Arachis hypogaea* L.) introgressed from *Arachis cardensii*. *Molecular Breeding*, 29: 467-476.
- MONDAL, S., BADIGANNAVAR, A.M. and MURTY, G.S.S. 2007. RAPD markers linked to a rust resistance gene in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Euphytica*, 159: 233-239.

- MONDAL, S., GHOSH, S. and BADIGANNAVAR, A.M. 2005. RAPD polymorphism among groundnut genotypes differing in disease reaction to late leaf spot and rust. *International Arachis Newsletter*, 25: 27-30.
- MONDAL, S., HANDE, P. and BADIGANNAVAR, A.M. 2014. Identification of transposable element markers for a rust (*Puccinia arachidis* Speg.) resistance gene in cultivated peanut. *Journal of Phytopathology*, 162: 548-552.
- MONDAL, S., SUTAR, S.R. and BADIGANNAVAR, A.M. 2008. Comparison of RAPD and ISSR marker profiles of cultivated peanut genotypes susceptible or resistant to foliar diseases. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 6: 181-187.
- MONDAL, S., SUTAR, S.R. and BADIGANNAVAR, A.M. 2009. Assessment of genetic diversity in cultivated groundnut (*Arachis hypogaea* L.) with differential responses to rust and late leaf spot using ISSR markers. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 69: 219-224.
- MORGANTE, C.V., BRASILEIRO, A.C.M., ROBERTS, P.A., GUIMARAES, L.A., ARAUJO, A.C.G., FONSECA, L.N., LEAL-BERTIOLI, S.C.M., BERTOLI, D.J. and GUIMARAES, P.M. 2013. A survey of genes involved in *Arachis stenosperma* resistance to *Meloidogyne arenaria* race 1. *Functional Plant Biology*, 40: 1298-1309.
- MOTAGI, B.N., GOWDA, M.V.C. and NAIDU, G.K. 2000. Inheritance of late leafspot resistance in groundnut mutants. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 60: 347-352.
- MOTAGI, B.N., GOWDA, M.V.C. and SHESHAGIRI, R. 1996. Mutants resistant to foliar diseases in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Current Science*, 71: 582-584.
- MURTY, U.R. and JAHNAVI, M.R. 1983. Breeding potential of interspecific tetraploids in *Arachis* L. Proceedings of an international workshop on cytogenetics of *Arachis*, pp. 125-130, 31 Oct.-2 Nov., ICRISAT, Patancheru, India.
- MUITIA, A., LÓPEZ, Y., STARR, J.L., SCHUBERT, A.M. and BUROW, M.D. 2006. Introduction of resistance to root-knot nematode (*Meloidogyne arenaria* Neal (Chitwood)) into high-oleic peanut. *Peanut Science*, 33: 97-103.
- NAGY, E., CHU, Y., GUO, Y., KHANAL, S., TANG, S., LI, Y., DONG, W.B., TIMPER, P., TAYLOR, C., OZIAS-AKINS, P., HOLBROOK, CC., BEILINSON, V., NIELSEN, N.C., STALKER, H.T. and KNAPP, S.J. 2010. Recombination is suppressed in an alien introgression in peanut harboring *Rma*, a dominant root-knot nematode resistance gene. *Molecular Breeding*, 26: 357-370.
- NELSON, S.C., SIMPSON, C.E. and STARR, J.L. 1989. Resistance to *Meloidogyne arenaria* in *Arachis* spp. germplasm. *Journal of Nematology*, 21: 654-660.
- NIGAM, S.N., RAO, V.M.J. and GIBBONS, R.W. 1990. Artificial hybridization in groundnut. *International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics Information Bulletin*, 29: 1-27.



- NORDEN, A.J. 1980. Peanut. American Society of Agronomy, pp. 443-454, Madison.
- NOBILE, P.M., LOPES, C.R., BARSALOBRES-CAVALLARI, C., QUECINI, V., COUTINHO, L.L., HOSHINO, A.A. and GIMENES, M.A. 2008. Peanut genes identified during initial phase of *Cercosporidium personatum* infection. *Plant Science*, 174: 78-87.
- OSEI, K., OWUSU-AKYAW, M., TWUMASI, J.K., AFUN, J.V.K., ANNO-NYAKO, F.O., ADU-MENSAH, J., MOSES, E., BOLFREY-ARKU, G., OSEI-YEBOAH, S., MOCHIAH, M.B., ADAMA, I., DANKYI, A.A., BRANDENBURG, R.L., BAILEY, J.E. and JORDAN, D.L. 2005. Incidence and potential host-plant resistance of peanut (*Arachis hypogaea* L.) to plant parasitic nematodes in southern Ghana, West Africa. *Peanut Science*, 32: 91-97.
- OUEDRAOGO, M., SMITH, O.D., SIMPSON, C.E. and SMITH, D.H. 1994. Early and late leaf spot resistance and agronomic performance of nineteen interspecific derived peanut lines. *Peanut Science*, 21: 99-104.
- PANDE, S. and RAO, N.J. 2001. Resistance of wild *Arachis* species to late leaf spot and rust in greenhouse trials. *Plant Disease*, 85: 851-855.
- PANDE, S., RAO, N.J. and DWIVEDI, S.L. 2002. Components of resistance to late leaf spot caused by *Phaeoisariopsis personata* in inter-specific derivatives of groundnut. *Indian Phytopathology*, 55: 444-450.
- PARTRIDGE, D.E., HU, J., LIVINGSTONE, D.M., SHEW, B.B., PHIPPS, P.M. and GRABAU, E.A. 2011. Sclerotinia blight resistance in Virginia type peanut transformed with a barley oxalate oxidase gene. *Phytopathology*, 101: 786-793.
- PARTRIDGE, D.E., PHIPPS, P.M., CHRISCOE, S.M. and GRABAU, E.A. 2007. Development and field evaluation of genetically modified peanuts with high levels of resistance to sclerotinia blight. APS Potomac Division meeting, pp. 185, 21-23 March, Blacksburg, Virginia.
- PARTRIDGE, D.E., SUTTON, T.B., JORDAN, D.L., CURTIS, V.L. and BAILEY, J.E. 2006. Management of sclerotinia blight of peanut with the biological control agent *Coniothyrium minitans*. *Plant Disease*, 90: 957-963.
- PASUPULETI, J., RAMAIAH, V., RATHORE, A., RUPAKULA, A., REDDY, R.K., WALIYAR, F.A. and NIGAM, S.N. 2013. Genetic analysis of resistance to late leaf spot in interspecific groundnuts. *Euphytica*, 193: 13-25.
- PENSUK, V., PATANOTHAI, A., JOGLOY, S., WONGKAEW, S., AKKASAENG, C. and VORASOOT, N. 2003. Reaction of peanut cultivars to late leafspot and rust. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 25: 289-295.
- PHIPPS, P.M. 1995. An assessment of environmental conditions preceding outbreaks of sclerotinia blight of peanut in Virginia. *Peanut Science*, 22: 90-93.
- PORTER, D.M. 1984. Sclerotinial blight. The American Phytopathological Society, pp. 16-18, Minnesota.

- PORTER, D.M. 1997. The peanut plant. APS Press, pp. 1-2, Minnesota.
- PORTER, D.M., BEUTE, M.K. and WYNNE, J.C. 1975. Resistance of peanut germplasm to *Sclerotinia sclerotiorum*. *Peanut Science*, 2: 78-80.
- PORTER, D.M. and MELOUK, H.A. 1997. Sclerotinia blight. APS Press, pp. 34-36, Minnesota.
- PROITE, K., CARNEIRO, R., FALCAO, R., GOMES, A., LEAL-BERTIOLI, S., GUIMARAES, P. and BERTIOLI, D. 2008. Post-infection development and histopathology of *Meloidogyne arenaria* race 1 on *Arachis* spp. *Plant Pathology*, 57: 974-980.
- RAO, S.P.V., SUBRAHMANYAM, P. and MCDONALD, D. 1994. Effect of temperature on urediniospore production and germinability in *Puccinia arachidis*. *Peanut Science*, 21: 79-81.
- REDDY, L.J., NIGAM, S.N., SUBRAHMANYAM, P., ISMAEL, F.M., GOVINDEN, N. and VAN DER MERWE P.J.A. 2000. Registration of groundnut cultivar Venus (ICGV 87853). *International Arachis Newsletter*, 20: 29-31.
- RICH, J.R. and KINLOCH, R.A. 2009. Peanut nematode management. *Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida*, 2: 1-6.
- SATHIYABAMA, M. and BALASUBRAMANIAN, F.L. 1998. Chitosan induces resistance components in *Arachis hypogaea* against leaf rust caused by *Puccinia arachidis* Speg. *Crop Protection*, 17: 307-313.
- SEIJO, G., LAVIA, G.I., FERNANDEZ, A., KRAPOVICKAS, A., DUCASSE, D.A., BERTIOLI, D.J. and MOSCONE, E.A. 2007. Genomic relationships between the cultivated peanut (*Arachis hypogaea* L.) and its close relatives revealed by double GISH. *American Journal of Botany*, 94: 1963-1971.
- SHOBA, D., MANIVANNAN, N., VINDHIYAVARMAN, P. and NIGAM, S.N. 2012. SSR markers associated for late leaf spot disease resistance by bulked segregant analysis in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Euphytica*, 188: 265-272.
- SIMPSON, C.E. 2001. Use of wild *Arachis* species/introgression of genes into *A. hypogaea* L. *Peanut Science*, 28: 114-116.
- SIMPSON, C.E., NELSON, S.C., STARR, J.L., WOODARD, K.E. and SMITH, O.D. 1993. Registration of TxAG-6 and TxAG-7 peanut germplasm lines. *Crop Science*, 33: 14-18.
- SIMPSON, C.E. and STARR, J.L. 2001. Registration of 'COAN' peanut. *Crop Science*, 41: 918.
- SIMPSON, C.E., STARR, J.L., CHURCH G.T., BUROW, M.D. and PATERSON, A.H. 2003. *Crop Science*, 43: 1561.

- SINGH, A.K., MEHAN, V.K. and NIGAM, S.N. 1997. Sources of resistance to groundnut fungi and bacterial diseases: An update and appraisal. *International Crops Research Institute for the Semi-arid Tropics Information Bulletin*, 50: 1-43.
- SINGH, M.P., ERICKSON, J.E., BOOTE, K.J., TILLMAN, B.L., JONES, J.W. and BRUGGEN A.H.C.V. 2011. Late leaf spot effects on growth, photosynthesis, and yield in peanut cultivars of differing resistance. *Agronomy Journal*, 103: 85-91.
- SINGH, M.P., ERICKSON, J.E., BOOTE, K.J., TILLMAN, B.L., JONES, J.W., BRUGGEN A.H.C.V. and JONES, J.W. 2011a. Photosynthetic consequences of late leaf spot differ between two peanut cultivars with variable levels of resistance. *Crop Science*, 51: 2741-2748.
- SMARTT, J. and GREGORY, W.C. 1967. Interspecific cross-compatibility between the cultivated peanut and *Arachis hypogaea* L. and its behavior in backcrosses. *Oleagineux*, 22: 455-459.
- SMITH, F.D., BRENNEMAN, T.B., BRANCH, W.D. and MULLINIX, B.G. 1995. Evaluation of runner peanut cultivars and advanced Georgia breeding lines for yield and resistance to late leaf spot under three disease-management programs. *Peanut Science*, 21: 48-54.
- SMITH, D.L., GARRISON, M.C., HOLLOWELL, J.E., ISLEIB, T.G. and SHEW, B.B. 2008. Evaluation of application timing and efficacy of the fungicides fluazinam and boscalid for control of sclerotinia blight of peanut. *Crop Protection*, 27: 823-833.
- SMITH, D.L., HOLLOWELL, J.E., ISLEIB, T.G. and SHEW, B.B. 2007. A site-specific, weather-based disease regression model for Sclerotinia blight of peanut. *Plant Disease*, 91: 1436-1444.
- SMITH, F.D., PHIPPS, P.M. and STIPES, R.J. 1991. Agar plate, soil plate, and field evaluation of fluazinam and other fungicides for control of sclerotinia minor on peanut. *Plant Disease*, 77: 1138-1143.
- SMITH, F.D., PHIPPS, P.M. and STIPES, R.J. 1992. Fluazinam: A new fungicide for control of sclerotinia blight and other soilborne pathogens of peanut. *Peanut Science*, 19: 115-120.
- SMITH, F.D., PHIPPS, P.M., STIPES, R.J. and BRENNEMAN, T.B. 1995. Significance of insensitivity of *Sclerotinia minor* to iprodione in control of Sclerotinia blight of peanut. *Plant Disease*, 79: 517-523.
- SOKHI, S.S. and JHOOTY, J.S. 1982. Factors associated with resistance to *Puccinia arachidis*. *Peanut Science*, 9: 96-97.
- STALKER, H.T. 1991. A new species in section *Arachis* of peanuts with a D genome. *American Journal of Botany*, 78: 630-637.
- STALKER, H.T., SHEW, B.B., GARCIA, G.M., BEUTE, M.K., BAREKER, K.R., HOLBROOK, C.C., NOE, J.P. and KOCHERT, G.A. 1995. *Meloidogyne*

*arenaria* resistance in advanced-generation *Arachis hypogaea* × *A. cardenasii* hybrids. *Proceedings of the American Peanut Research and Education Society*, 27: 241.

STALKER, H.T., BEUTE, M.K., SHEW, B.B. and BARKER, K.R. 2002. Registration of two root-knot nematode-resistant peanut germplasm lines. *Crop Science*, 42: 312-313.

STARR, J.L., SCHUSTER, G.L. and SIMPSON, C.E. 1990. Characterization of the resistance to *Meloidogyne arenaria* in an Interspecific *Arachis* spp. hybrid. *Peanut Science*, 11: 106-108.

STARR, J.L., SIMPSON, C.E. and LEE, T.A. 1995. Resistance to *Meloidogyne arenaria* in advanced generation breeding lines of peanut. *Peanut Science*, 22: 59-61.

STARR, J.L., SIMPSON, C.E. and LEE, T.A. 1998. Yield of peanut genotypes resistant to root-knot nematodes. *Peanut Science*, 25: 119-123.

SUBRAHMANYAM, P., MCDONALD, D., GIBBONS, R.W., NIGAM, S.N. and NEVILL, D.J. 1982. Resistance to rust and late leafspot diseases in some genotypes of *Arachis hypogaea*. *Peanut Science*, 9: 6-10.

SUBRAHMANYAM, P., MCDONALD, D., GIBBONS, R.W. and SUBBA RAO, P.V. 1983. Components of resistance to *Puccinia arachidis* in peanuts. *Phytopathology*, 73: 253-256.

SUBRAHMANYAM, P., MCDONALD, D., WALIYAR, F., REDDY, L.J., NIGAM, S.N., GIBBONS, R.W., RAMANATHA, R.V., SINGH, A.K., PANDE, S., REDDY, P.M. and RAO, P.V.S. 1995. Screening methods and sources of resistance to rust and late leaf spot of groundnut. *International Crops Research Institute for the Semiarid Tropics Information Bulletin*, 47: 1-20.

SUBRAHMANYAM, P., MOSS, J.P., and RAO, V.R. 1983a. Resistance to peanut rust wild *Arachis* species. *Plant Disease*, 67: 209-212.

SUBRAHMANYAM, P., REDDY, L.J., GIBBONS, R.W. and MCDONALD, D. 1985. Peanut rust: A major threat to peanut production in the semiarid tropics. *Plant Disease*, 69: 813-819.

SUDINI, H., UPADHYAYA, H.D., REDDY, S.V., MANGALA, U.N., RATHORE, A. and KUMAR, K.V.K. 2015. Resistance to late leaf spot and rust diseases in ICRISAT's mini core collection of peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Australasian Plant Pathology*, DOI 10.1007/s13313-015-0368-1.

SUJAY, V., GOWDA, M.V.C., PANDEY, M.K., BHAT, R.S., KHEDIKAR, Y.P., NADAF, H.L., GAUTAMI, B., SARVAMANGALA, C., LINGARAJU, S., RADHAKRISHNAN, T., KNAPP, S.J. and VARSHNEY, R.K. 2012. Quantitative trait locus analysis and construction of consensus genetic map for foliar disease resistance based on two recombinant inbred line populations in cultivated groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Molecular Breeding*, 30: 773-788.

- SUJAY, V., KUSUMA, V.P., YUGANDHAR, G., BHAT, S., GOWDA, M.V.C. and UPADHYAYA, H.D. 2008. Selection of accessions from mini core to improve diseases resistance in groundnut. Third International Conference of the Peanut Research Community: Advances in Arachis through genomics and biotechnology, pp. 48, 4–8 November, ICRISAT, Hyderabad, India.
- SUKRUTH, M., PARATWAGH, S.A., SUJAY, V., KUMARI, V., GOWDA, M.V.C., NADAF, H.L., MOTAGI, B.N., LINGARAJU, S., PANDEY, M.K., VARSHNEY, R.K. and BHAT, R.S. 2015. Validation of markers linked to late leaf spot and rust resistance, and selection of superior genotypes among diverse recombinant inbred lines and backcross lines in peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Euphytica*, 204: 343-351.
- SUNKAD, G. and KULKARNI, S. 2007. Studies on perpetuation and carry over of groundnut rust (*Puccinia arachidis* Speg.) in Northern Karnataka. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 20: 297-300.
- TALLURY, S.P., HOLLOWELL, J.E., ISLEIB, T.G., STALKER, H.T. 2014. Greenhouse evaluation of section *Arachis* wild species for sclerotinia blight and cytodrocladium black rot resistance. *Peanut Science*, 41: 17-24.
- TIRUMALARAJU, S.V., JAIN, M. and GALLO, M. 2011. Differential gene expression in roots of nematode-resistant and -susceptible peanut (*Arachis hypogaea*) cultivars in response to early stages of peanut root-knot nematode (*Meloidogyne arenaria*) parasitization. *Journal of Plant Physiology*, 168: 481-492.
- TUIK, 2013. Bitkisel üretim istatistikleri. [www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1001](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001). (Son erişim tarihi: 02.11.2014).
- UPADHYAYA, H.D., BRAMEL, P.J., ORTIZ, R. and SINGH, S. 2002. Developing a mini core of peanut for utilization of genetic resources. *Crop Science*, 42: 2150-2156.
- UPADHYAYA, H.D., DWIVEDI, S.L. VADEZ, V., HAMIDOU, F., SINGH, S., VARSHNEY, R.K. and LIAO, B. 2014. Multiple resistant and nutritionally dense germplasm identified from mini core collection in peanut. *Crop Science*, 54: 679-693.
- UPADHYAYA, H.D., SHARMA, S. and DWIVEDI, S.L. 2011. *Arachis*. Springer, pp. 1-19, Heidelberg.
- VARSHNEY, R.K., PANDEY, M.K., JANILA, P., NIGAM, S.N., SUDINI, H., GOWDA, M.V.C., SRISWATHI, M., RADHAKRISHNAN, T., MANOHAR, S.S. and NAGESH, P. 2014. Marker-assisted introgression of a QTL region to improve rust resistance in three elite and popular varieties of peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 127: 1771-1781.
- VASAVIRAMA, K. and KIRTI, P.B. 2012. Increased resistance to late leaf spot disease in transgenic peanut using a combination of PR genes. *Functional and Integrative Genomics*, 12: 625-634.

- WADIA, K.D.R. and BUTLER, D.R. 1994. Relationships between temperature and latent periods of rust and leaf-spot diseases of groundnut. *Plant Pathology*, 43: 121-129.
- WALIYAR, F. 1991. Evaluation of yield losses due to groundnut leaf diseases in West Africa. Summary Proc. of the Second ICRISAT Regional Groundnut Meeting for West Africa, pp. 32-33, 11-14 September 1990, ICRISAT Sahelian Centre, Niamey, Niger.
- WAN, S.B. 2003. Science of peanut cultivation in China. Shanghai Press for Science and Technology, Shanghai, 647 p.
- WHEELER, T.A. and STARR, J.L. 1987. Incidence and economic importance of plant-parasitic nematodes on peanut in Texas. *Peanut Science*, 14: 94-96.
- WILDMAN, L.G., SMITH, O.D., SIMPSON, C.E. and TABER, R.A. 1992. Inheritance of resistance to *Sclerotinia minor* in selected Spanish peanut crosses. *Peanut Science*, 19: 31-34.
- WOODWARD, J.E., BRENNEMAN, T.B., KEMERAIT, R.C., SMITH, N.B., CULBREATH, A. K. and STEVENSON, K.L. 2008. Use of resistant cultivars and reduced fungicide programs to manage peanut diseases in irrigated and nonirrigated fields. *Plant Disease*, 92: 896-902.
- WYNNE, J.C., BEUTE, M.K. and NIGAM, S.N. 1991. Breeding for disease resistance in peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Annual Review of Phytopathology*, 29: 279-303.
- YERI, S.B., SHIRASAWA, K., PANDEY, M.K., GOWDA, M.V.C., SUJAY, V., SHRISWATHI, M., NADAF, H.L., MOTAGI, B.N., LINGARAJU, S., BHAT, A.R.S., VARSHNEY, R.K., KRISHNARAJ, P.U. and BHAT, R.S. 2014. Development of NILs from heterogeneous inbred families for validating the rust resistance QTL in peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Plant Breeding*, 133: 80-85.
- YUGANDHAR, G. 2005. Evaluation of mini core set of germplasm in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). M.Sc. Thesis, Univ. of Agricultural Sciences, Dharwad, India.
- YÜKSEL, H. 1974. Kök-ur nematod'larının (*Meloidogyne* spp.) Türkiye'deki durumu ve bunların popülasyon problemleri üzerinde düşünceler. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5: 83-105.
- ZHOU, L., HUO, C., LIU, J. and LIU, Z. 1980. Studies on peanut rust in Guangdong Province. *Acta Phytophylacica Sinica*, 7: 65-74.

## ÖZGEÇMİŞ



Engin YOL, 1985 yılında Antalya’da doğdu. İlköğrenimini 100. Yıl İlkokulu’nda, orta öğrenimini H. Avni Çöllü Orta Okulu’nda ve lise öğrenimini Antalya Adem Tolunay Anadolu Lisesi’nde tamamladı. 2003 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Biyoloji Bölümü’nde lisans eğitimine başladı ve 2008 yılında bölüm birincisi olarak mezun oldu. Aynı yıl Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü’nde yüksek lisansa başladı. 2011 yılında “Dünya Susam Koleksiyonunun Agro-morfolojik ve Kalite Özellikleri Bakımından Karakterizasyonu ve Genetik Çeşitliliğin Belirlenmesi” isimli master

tezini savunarak yüksek lisansını tamamladı. Aynı yıl Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü’nde Doktora eğitimine başladı. 2009-2015 yılları arasında aynı anabilim dalında Araştırma Görevlisi olarak çalışan Engin YOL, evlidir.