T.C.

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRLER VE CİNSLER ARASI AYÇİÇEĞİ MELEZLERİNİN OROBANŞ PARAZİTİNE VE MİLDİYÖ HASTALIĞINA DAYANIKLILIKLARININ BELİRLENEREK AYÇİÇEĞİ ISLAHINDA KULLANILMASI

NURİ GÖKTUĞ BAYRAKTAROĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOTEKNOLOJİ VE GENETİK ANABİLİM DALI

Tez Danışmanı: PROF. DR. YALÇIN KAYA

EDİRNE-2024

NURİ GÖKTUĞ BAYRAKTAROĞLU'nun hazırladığı "**TÜRLER VE CİNSLER ARASI AYÇİÇEĞİ MELEZLERİNİN OROBANŞ PARAZİTİNE VE MİLDİYÖ HASTALIĞINA DAYANIKLILIKLARININ BELİRLENEREK AYÇİÇEĞİ ISLAHINDA KULLANILMASI'** başlıklı bu tez, tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından Biyoteknoloji ve Genetik Anabilim Dalında bir **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri: İmza

Prof. Dr. Yalçın KAYA

Doç.Dr. Necmi BEŞER

Dr.Öğr. Üyesi Orhan Onur AŞKIN

Tez Savunma Tarihi: 04/01/2024

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.

İmza

Prof. Dr. Yalçın KAYA
Tez Danışmanı

Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü onayı

Prof. Dr. Özlem ÇETİN ERDOĞAN

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

T.Ü. FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOTEKNOLOJİ VE GENETİK ANABİLİM DALI YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

DOĞRULUK BEYANI

Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında, tüm verilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini, kullanılan verilerde tahrifat yapılmadığını, tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını, kullanılan tüm literatür bilgilerinin bilimsel normlara uygun bir şekilde kaynak gösterilerek ilgili tezde yer aldığını ve bu tezin tamamı ya da herhangi bir bölümünün daha önceden Trakya Üniversitesi ya da farklı bir üniversitede tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

04/01/2024

Nuri Göktuğ BAYRAKTAROĞLU

İmza

Yüksek Lisans Tezi

Türler ve Cinsler Arası Ayçiçeği Melezlerinin Orobanş Parazitine ve Mildiyö Hastalığına Dayanıklılıklarının Belirlenerek Ayçiçeği Islahında Kullanılması

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoteknoloji ve Genetik Anabilim Dalı

ÖZET

Ülkemizde en önemli yağ bitkisi olan ayçiçeğinde, tane ve yağ verimi gibi ekonomik değeri olan faktörleri etkileyen nedenlerin başında orobanş paraziti (*Orobanche cumana Wallr)* ve mildiyö hastalığı (*Plasmopara halstedii*) gelmektedir. Bu iki biyotik stres etmenine genetik dayanıklılık veya yüksek tolerans üreticiler tarafından tercih edilen özelliklerdendir. Yabani ayçiçeği türleri, başta ülkemizde ve dünyanın birçok yetiştirici bölgesinde önemli zararlara neden olan orobanş paraziti, mildiyö ırkları ile diğer biyotik ve abiyotik stres koşullarına dayanıklı birçok gen kaynağına sahiptir. Çalışma kapsamında yabani kaynaklarda bulunan dayanıklılık gen kaynaklarından ayçiçeği ıslah çalışmalarında yararlanılması amaçlanmıştır. Bu çerçevede araştırmada birçok interspesifik ve interjenerik melezlemeler yapılmıştır. Bu doğrultuda 7 adet yabani ayçiçeği genotipi ile *Asteraceae* familyasından 4 adet yabani genotip baba hat olarak, orobanş paraziti ve mildiyö hastalığına hassas çeşitler olan 4 adet CMS, 2 adet maintainer ana hat olarak kullanılıp, melezlenerek F1 melezi elde edilmiş ve ertesi yıl bu melezler kendilenerek F2 nesli elde edilmiştir. Oluşturulan intersipesifik ve interjenerik hibritlerin orobanş ve mildiyö hastalığına karşı testleri laboratuvar koşullarında yapılmıştır. İnokülasyon testlerinde kullanılan orobanş tohumları keşif survey yöntemi kullanılarak Trakya bölgesinde geniş bir alanı temsil edecek şekilde toplanmıştır. Hastalık testlerin de kullanılan patojen materyalleri ise Trakya bölgesinde yaygın mildiyö epidemisi görülen farklı lokasyonlardan toplanmıştır. Orobanş testi değerlendirmelerinde; Pustovit yöntemi kullanılarak saldırı derecesi (SD) hesaplanmış, mildiyö testlerinde ise test edilen bitki sayısı / hasta bitki sayısı oranına

göre dayanıklılık belirlenmiştir. Ayrıca elde edilen F2 jenerasyonlarının NMR spektrografisiyle yağ oranları ölçülmüştür. *Carduus acanthoides L.*ve 3 ayrı IMI-CMS hat ile yapılan türler arası melezlerinin kendilenmesiyle elde edilen F2 neslinde orobanşa dayanıklı ve yüksek yağ oranı içeren en yükseği %54 olan tek bitkiler elde edilmiştir. IMI-CMS-2×*H.annuus* F2 neslinde mildiyö hastalığna dayanıklı tek bitkiler elde edilmiştir. *Centaurea solstitialis* ve 2 ayrı IMI-CMS ve *Cichorium intybus*×Maintainer-1 ile melezlerinin F2 neslinde orobanşa dayanıklı, saldırganlık derecesi:0 tek bitkiler ile mildiyöye dayanıklı, test edilen bitki sayısı/hasta bitki sayısı:10/0 olan tek bitkiler mevcuttur. IMI069-A, IMI-CMS1 × IMI-078-A ve *H.argophylus* melezlerinin F2 neslinde orobanşa dayanıklı ve mildiyöye yüksek toleranslı, yağ içeriği %45-51,8 arasında tek bitkiler elde edilmiştir. Hassas maintainer-1×*H. bolanderi* melezlerinin F2 neslinde saldırganlık derecesi:1 olan tek bitkiler elde edilmiş, ancak mildiyö testlerinde çimlenme olmaması nedeniyle net değerlendirme yapılamamıştır. IMI-CMS-1×*H. grosseserratus* ve *H.atrorubens* melezlerinin F2 neslinde orobanş ve mildiyöye genetik dayanıklılık barındıran tek bitkiler mevcuttur. Maintainer-1×*H. Petiolaris* ve *H. Petiolaris subsp*. melezlerinin F2 neslinde orobanşa dayanıklı ve mildiyöye toleranslı, yağ içeriği en yükseği %51,34 olan tek bitkiler elde edilmiştir. Çalışmanın sonucunda bulunan veriler değerlendirildiğinde, hassas hatlar ve yabani türler arasında yapılan melezlerin kendilenmesiyle elde edilen F2 nesillerinde orobanş ve mildiyö hastalığının yeni ırklarına dayanım gösteren genler mevcuttur. Bu dayanıklı bitkilerin ayçiçeği dayanıklılık ıslah çalışmalarında yeni kaynak oluşturmak için melezlemelerde kullanılmasının yolu açılmıştır. Ayrıca ayçiçeği üretimi açısından büyük önem taşıyan yüksek yağ oranına sahip melezler elde edilerek, yağ oranı yüksek yeni kaynak geliştirmede kullanılabilecektir.

Yıl :2024

Sayfa Sayısı : 86

Anahtar Kelimeler : Ayçiçeği, Yabani türler, Türler ve cinsler arası melez, Orabanş Paraziti, Mildiyö, Dayanıklılık, Islah

Master'sThesis

Determination of The Resistance of Interspecific and Intergeneric Sunflower Hybrids to Orobanche Parasitic Weed and Downy Mildew Disase and Their Use in Sunflower Breeding

Trakya University Institute of Natural Sciences

Deparment of Biotecnology and Genetic

ABSTRACT

In sunflower which is the most important oil seed crop in our country, seed and oil yield are significantly influenced by the parasitic weed broomrape (*Orobanche cumana Wallr*) and the downy mildew (*Plasmopara halstedii*) disease. Genetic resistance or high tolerance to these two biotic stres factors are the preferred traits by producers. Wild sunflower species possess many genetic resources resistant to broomrape parasite, which causes significant damage in our country and many cultivation regions World wide, as well as to the downy mildew pathogenraces, under both biotic and abiotic stres conditions. In this study, it is aimed to get benefit from there sistance genetic resources found in wild resources in sunflower breeding programs. Numerous interspecific and intergeneric crosses have been made for this purpose. For this, 7 genotypes of wild sunflower and 4 wild genotypes from the *Asteraceae* family were used as paternal lines, along with 4 cytoplasmic male sterile (CMS) and 2 maintainer sunflower varieties that are sensitive to broomrape and downy mildew as maternallines. F1 hybrid off spring were obtained by crossing these, and the next year, these hybrids were self-pollinated to obtain F2 generation. Tests for broomrape and downy mildew resistance of the created interspecific and intergeneric hybrids were conducted under laboratory conditions. The broomrape seeds used in inoculation tests were collected using the discovery survey method to represent a wide area in the Thrace region. The pathogenic materials used in disease tests were collected from different locations where downy mildew epidemics

were wid espread in theThrace region. In broomrape test evaluations, aggressiveness level (SD) was calculated using the Pustovit method, while in downy mildew tests, resistance was determined based on the ratio of the number of tested plants to the number of diseased plants. In addition, the oil content of the obtained F2 generation was measured by NMR spectrography. Hybrids obtained through self-pollination of interspecific and intergeneric crosses between *Carduus acanthoides L*. and 3 different IMI-CMS lines resulted in single plants with broomrape resistance and the highest oil content, reaching up to 54%. In the F2 generation of IMI-CMS-2 line×*H.annuus*, single plants resistant to downy mildew were obtained. In the F2 generation of crosses between *Centaurea solstitialis* and 2 different IMI-CMS and *Cichorium intybus.* Maintainer-1, single plants with broomrape resistance (aggressiveness degree: 0) and downy mildew resistance (tested plant count/diseased plant count: 10/0) were identified. In the F2 generation of IMI-069-A, IMI-CMS × IMI-078-A and *H.argophylus* crosses, single plants with resistance to broomrape and tolerance to downy mildew, with oil content ranging from 45% to 51.8%, were obtained. In the F2 generation of crosses between sensitive Maintainer-1× *H. bolanderi*, single plants with an aggressiveness degree of 1 were obtained, but due to insufficient germination in mildew tests, a clear evaluation could not be made. In the F2 generation of IMI-CMS-1×*H.grosseserratus* and *H. atrorubens* crosses, single plants with genetic resistance to broomrape and downy milde wwere identified. In the F2 generation of Maintainer-1×*H.petiolaris* and *H.petiolaris subsp*. crosses, single plants with Orobanche resistance and mildew tolerance, with the highest oil content of 51.34%, were obtained. When the data obtained in the study are evaluated, it is concluded that there are genes in the F2 generations obtained by self-pollination of hybrids made between sensitive lines and wild species thats how resistance to new strains of broomrape and mildew diseases. The way has been opened for these resistant plants to be used in sunflower resistance breeding programs to create new sources. Additionally, obtaining hybrids with high oil content, which is crucial for sunflower production, can be utilized in developing new sources with elevated oil content.

Year : 2024

Number of Pages : 86

Keywords :Sunflower, Wild species, Interspecific and Intergeneric hybridization, Orobanche parasite, Downy mildew, Resistance, Breeding

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimine başlamam için beni teşvik eden, yüksek lisans eğitimi, tez konusu seçimi ve tez çalışmam boyunca her anlamda desteğini esirgemeyen, bilgi ve tecrübelerini sabır ve anlayışla paylaşan, ayçiçeği alanında duayen isimlerden olan danışman hocam Prof. Dr. Yalçın KAYA'ya (Trakya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Genetik ve Biyomühendislik Bölümü),tez konusu seçimi ve tez çalışmasının teorik ve deneysel altyapısının oluşturulup, uygulanmasında, her daim destek olan tecrübe, bilgi ve düşüncelerini esirgemeyen, ülkemizin önemli ayçiçeği ıslahçılarından Dr. Göksel EVCİ 'ye (Trakya Birlik Tohum Ar-Ge Direktörü),yüksek lisans eğitimi süresince, ıslah ve diğer bilimsel konulardaki birikimlerini paylaşarak, kişisel ve mesleki gelişimime katkı sağlayan, bitki ıslahının önde gelen isimlerinden Doç.Dr. Necmi BEŞER'e (Trakya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Genetik ve Biyomühendislik Bölümü) ve tez çalışmam süresince sahada ve deneysel çalışmalarda, yardımlarını esirgemeyen meslektaşlarım İsmail ADA (Trakya Birlik Tohum Müdürü), Ömer ÇİLLİ (Trakya Birlik Tohum Ar-Ge Mühendisi) ile tüm çalışma arkadaşlarıma ve desteklerinden dolayı aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET....iv
ABSTRACT....vi
TEŞEKKÜR....ix
SİMGELER DİZİNİ....xii
KISALTMALAR DİZİNİ....xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ....xiv
ÇİZELLER DİZİNİ....xv
BÖLÜM 1....1
GİRİŞ....1
BÖLÜM 2....4
GENEL BİLGİLER....4
2.1. Ayçiçeği (*Helianthus annuus*) Taksonomisive Tarihçesi....4
2.2. Ayçiçeğinin Morfolojik Özellikleri....5
2.3.Ayçiçeğinin Dünya ve Türkiye Açısından Önemi....10
2.4. Ayçiçeği Tarımını Etkileyen Faktörler....13
2.5. Orobanş (*Orobanche cumana* Wallr.)....13
2.6.Ayçiçeği Mildiyösü(*Plasmopara halstedii*)....19
2.7.Ayçiçeğinde Mildiyö Hastalığına Dayanıklılık....20
2.8.Yabani Ayçiçeği Türleri ve Islahta Kullanımı....21
2.9.Orobanşa Dayanıklılık Islahı....25
2.10.Hastalıklara Dayanıklılık Islahı....27
2.10.1 Mildiyö....27
2.10.2.Tabla Çürüklüğü....28
2.10.3. Abiyotik Stres Koşullarına Dayanıklılık....28
2.10.4.Yağ oranı ve Kalitesinin İyileştirilmesi....29
2.11. Yağlık Ayçiçeği Islahı Uygulama Yöntemi:....29
BÖLÜM 3....31
MATERYAL VE METOD....31
3.1 Materyal....31
3.1.2.Mildiyö Patojen Materyali....33

3.2.Yabani Tür Elde Edilmesi: 35
3.3 Polen Toplama ve Melezleme 38
3.4 Orobanş Dayanıklılık Testleri 39
3.5 Mildiyö Dayanıklılık Testleri 42
BÖLÜM 4 47
SONUÇLAR 47
BÖLÜM 5 57
TARTIŞMA 57
KAYNAKLAR 63
ÖZGEÇMİŞ 71

SİMGELER DİZİNİ

℃ :	Santigrat derece
cm :	Santimetre
F :	Frekans
İ :	İntensite
kg :	Kilogram
m:	Metre
Mhz:	Megahertz
mm³:	Milimetreküp
µm :	Mikrometre
µg :	mikrogram
ppm :	Parts per million
T :	Tesla
% :	Yüzde

KISALTMALAR DİZİNİ

CMS:	Cytoplasmic Male Sterility
Da:	Dekar
DNA:	Deoksiribo Nükleik Asit
Gb:	Gigabaz
Ha:	Hektar
MAS:	Markır destekli seleksiyon
NaOCL:	Sodyum Hipoklorit
NMR:	Nükleer Manyetik Rezonans
PCR:	Polimeraz Zincir Reaksiyon
RAPD:	Rastgele Arttırılmış Polimorfik DNA
QTL:	Kantitatif karakter lokusu
RFLP:	Kısaltma Parçası Uzunluk Polimorfizmi
SD:	Saldırı Derecesi
TTAE:	Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü
TÜİK:	Türkiye İstatistik Kurumu
USDA:	ABD Tarım Bakanlığı
vb.:	ve benzeri
vd.:	ve diğerleri

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. *Helianthus annuus L*. taksonomisi 4
Şekil 2.2. Ayçiçeğinin morfolojik yapısı 6
Şekil 2.3. Ayçiçeğinde büyüme evreleri 8
Şekil 2.4. Dünya'da ayçiçeği üretim, tüketim ve alan 10
Şekil 2.5. Türkiye'de ayçiçeği üretim ve ekili alan 10
Şekil 2.6. Ülkemizde ayçiçeği ekim alanlarının illere göre dağılımı. 11
Şekil 2.7. Orobanş parazit bitkisi 13
Şekil 2.8. *Orobanche* türlerine ait tohumlar 14
Şekil 2.9. Ayçiçeği çimlenmesi ve orobanş parazitinin gelişimi 14
Şekil 2.10.Ayçiçeğinde orobanşın dayanaksız çeşide etkisi 15
Şekil 2.11.Ayçiçeği yapraklarında görülen kloroz ve yaprak altı fungal örtü 19
Şekil 2.12.Yabani ayçiçeği ve *Asteraceae* familyası türlerine ait görseller..... 26

Şekil 3.1. Orobanş tohumu 33
Şekil 3.2. Toplanan mildiyö hastalıklı ayçiçeği yapraklarının kurutulması 34
Şekil 3.3. Kurutulmuş mildiyö hastalıklı ayçiçeği yapraklarının muhafazası 35
Şekil 3.4. Çimlendirme için petri kaplarında yabani ayçiçeği tohumları 36
Şekil 3.5. Viyöllere aktarılmış ve vejetatif evreye ulaşmış yabani ayçiçeğileri 37
Şekil 3.6. Saksılara şaşırtılan yabani ayçiçeği fidesi ve tarladaki görünümleri 38
Şekil 3.7. Emasküle edilen ayçiçeği ve tozlanan bitkilerin izolasyonu 39
Şekil 3.8. Orobanşlı ayçiçeği melezleri iklim odasında büyüme evresinde 40
Şekil 3.9. Orobanşlı ayçiçeği melezleri iklim odasında gelişme döneminde 40
Şekil 3.10. Köklerde orobanş yumrusu yok Köklerde orobanş yumrusu var 41
Şekil 3.11. Çimlendirme kabinine dizilen tohumların bazıları 43
Şekil 3.12. Çimlenen tohumlar su ve oospor solüsyonu içeren petri kaplarında 43
Şekil 3.13. Mildiyö bulaştırılmış tohumların bradaklara ekimi 44
Şekil 3.14.Büyüme ortamında %100 nem oluşması için kapatılma işlemi 44
Şekil 3.15.Mildiyö bulaştırılmış ayçiçeği bitkileri 44
Şekil 3.16.Mildiyö bulaşmış ayçiçeği kotiledon yaprakları 45
Şekil 3.17.Yağ ölçümünde kullanılan NMR cihazı 46

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Ayçiçeğinde büyüme evreleri ve açıklamaları 9
Çizelge 2.2.Türkiye'de ayçiçeği üretim, ekili alanın yıllara göre dağılımı 11
Çizelge 2.3. Bitkisel ürün denge tabloları 12
Çizelge 2.4. Dünya ayçiçeği üretim ve ekim alanları 12
Çizelge 2.5. Ülkelerde belirlenen orobanş ırkları 17
Çizelge 2.6. Ayçiçeğinde orobanş ırkları ve kontrol eden dayanıklılık genleri 18
Çizelge 2.7. *Plasmopara halstedii* taksonomi 19
Çizelge 2.8. Bilinen *Pl* genleri ve etkili olduğu ırklar 21
Çizelge 2.9.Tek yıllık *Helianthus* türleri 22
Çizelge 2.10.Çok yıllık *Helianthus* türleri. 22
Çizelge 2.11.Türler ve cinsler arası melezleme uygulanmış ayçiçeği hatlarında mildiyö ve orobanş direnç yüzdesi ile yağ oranları 25

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan yabani ayçiçeği türleri 32
Çizelge 3.2. Orobanş tohumluğu toplanan lokasyonlar 33
Çizelge 3.3. Mildiyö hastalık etmeni taşıyan bitkilerin toplandığı lokasyonlar 34
Çizelge 3.4. Hassas hatların yağ oranları 45

Çizelge 4.1.*Centaurea solstitialis* melezi orobanş ve mildiyö test sonuçları 48
Çizelge 4.2. C*ichorium intybus* melezi orobanş ve mildiyö test sonuçları 49
Çizelge 4.3. *Cichorium subsp m*elezi orobanş ve mildiyö test sonuçları 50
Çizelge 4.4. *H. argophylus* melezi orobanş ve mildiyö test sonuçları 51
Çizelge 4.5. *H. Bolanderi* melezi orobanş ve mildiyö test sonuçları 52
Çizelge 4.6. *Carduus acanthoides L.* melezi orobanş ve mildiyö test sonuçları 53
Çizelge 4.7. *Helianthus annuus* melezi orobanş ve mildiyö test sonuçları 54
Çizelge 4.8. *H. grosseserratus* melezi orobanş ve mildiyö test sonuçları 54
Çizelge 4.9. *Helianthus petiolaris* melezi orobanş ve mildiyö test sonuçları 55
Çizelge 4.10.*H. Petiolaris subsp.* melezi orobanş ve mildiyö test sonuçları 55
Çizelge 4.11.*H. atrorubens* melezi orobanş ve mildiyö test sonuçları 56

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Kökeni kuzey Amerika'ya dayanan ayçiçeği cinsi 52 tür 19 alt tür içerir. Bu türlerin 38'i çok yıllık ve 14'ü tek yıllık bitkilerdir. M.S.1500'lü yılların başında İspanya'ya ardından, Avrupa kıtasının tamamına yayılmıştır. Ayçiçeği başlangıçta dekoratif olarak kullanılsa da, 17.yüzyılın başlarında, Avrupa'da yaygın olarak ekilen bir yağ bitkisi olmuştur (Fick ve Miller, 1997). II.Dünya Savaşı'nın ardından Romanya ve Bulgaristan'dan, Türkiye'ye göç eden kişiler tarafından, getirildiği varsayılmaktadır. İlk olarak Trakya'da başlayan üretimi daha sonra Türkiye'nin her tarafına az veya çok yayılmıştır (Kaya, 2022).

Taksonomi yönünden incelendiğinde ayçiçeği çiçekli bitkilerin *Asterales* takımından olup, *Asteraceae* familyasının *Helianthus* cinsine aittir. *Helianthus* cins adı etimolojik yönden araştırıldığında, Yunancada *helios* (güneş) ve *anthos* (çiçek) kelimelerinden köken aldığı görülmektedir (Kaya, 2022).

Ayçiçeği türlerinde temel kromozom sayısı n=17 olup, *diploid, tetraploid* ve *hexaploid* türleri de bulunmakta olup, ikiden fazla ploidi seviyesi içeren türlerde görülmektedir. *Helianthus annuus* ve *Helianthus tuberosus* dışındaki diğer türlerin çoğunluğu süs bitkisi olarak değerlendirilmektedir. *Helianthus annuus* ve *Helianthus tuberosus* ise beslenme gayesiyle tarımı yapılan türlerdir (Arıoğlu, 1999).

Ülkemizde en önemli yağ bitkisi olan ayçiçeğinde, tane ve yağ verimi gibi ekonomik değeri olan faktörleri etkileyen nedenlerin başında orobanş paraziti ve mildiyö hastalığı gelmektedir. Bu iki biyolojik stres etmenine genetik dayanıklılık veya yüksek tolerans, üreticiler tarafından aranan özelliklerdir. Yabani ayçiçeği türleri, başta

ülkemizde ve dünyanın birçok yetiştirici bölgesinde önemli zararlara neden olan *Orobanche cumana Wallr* paraziti ile mildiyö hastalık etkeni olan *Plasmopara halstedii* ırklarına ve biyotik, abiyotik stres koşullarına, dayanıklı birçok gen kaynağına sahiptir (Dedić vd., 2022; Semerci vd., 2007).

Orobanş paraziti, *Orobanchaceae* familyası içinde yer alır, başta *Apiaceae, Asteraceae, Brassicacea, Fabaceae* ve *Solanaceae* familyalarından bitkiler olmak üzere çok geniş konukçu dizinine sahiptir. Orobanş klorofilden yoksun, konukçusunun köklerine tutunarak gelişen tam (*obligat*) parazit bir bitkidir. Toprakta uzun yıllar kalabilmesi ve çok sayıda tohum oluşturması gibi sebeplerle ayçiçeği ekili alanlarda çeşitlere göre değişmekle birlikte, % 60-80 civarına ulaşan oranlarda tane verimi, yağ ve protein oranı, gibi kalite kayıplarına sebep olmaktadır (Kaya, 2003; Louarn vd., 2016).

Mildiyö hastalığının (*Plasmopara halstedii(Farlow) Berlese et de Toni*) tespit edilen 35 cins ve 80 türü var olup, ayçiçeğinde hastalığa neden olan az sayıda türü bulunur. Ayçiçeğinde mildiyö ilk kez ABD de ortaya çıkmış olup, sonrasında ayçiçeği tarımı yapılan diğer bölgelere de yayılmıştır (Gulya vd., 1998). Ülkemizde ise etmenin ırk sayısı 21 civarında olup, *Asteraceae* familyasına ait bitkilerde hastalık oluşturmaktadır.

Hastalık dünyada ve ülkemizde, Trakya bölgesinde daha yaygın olmak üzere, ayçiçeği tarımı yapılan hemen her yerde görülmekte olup, yoğun olarak meydana geldiği yıllarda ciddi verim kayıplarına neden olmaktadır (Evci vd., 2011; Kaya vd., 2017).

Ayçiçeğinde bugüne kadar çok sayıda türler arası melezleme yapılmış, kültüre alınan türlere gen aktarılması sağlanmıştır. Bu yabani türlerin ayçiçeği ıslahında başlangıç seleksiyonu olarak kullanılması genetik çeşitliliğin artmasına katkıda bulunmuştur. Yabani türlerden *H.petiolaris'*de bulunan sitoplazmik erkek kısırlık geni (CMS) ve yine diğer yabani türlerden elde edilen restorer genlerin keşfi, hibrit çeşitlerin geliştirilmesine imkan sağlayarak, ayçiçeği ıslahında dönüm noktası olmuştur. Bu sayede üretilen hibrit çeşitlerin kullanılması neticesinde, tane verimi ile ürün kalitesinde artış ve verimde stabilite sağlanması, ayçiçeği üretimini üst seviyelere çıkarmıştır (Kaya vd., 2016; Seiler ve Marek, 2011; Seiler vd., 2017).

Helianthus argophyllus, Helianthus debilis, Helianthus maximiliani ve *Helianthus tuberosus* gibi yabani ayçiçeği türlerinde orobanşa dayanıklılık genleri belirlenmiş ve kültürü yapılan ayçiçeğine aktarılmıştır (Christov vd., 2009; Evci vd., 2011; Skorić, 2012). 1990'lı yıllara kadar dominant ırk olarak, E ırkı görülmüştür. Sonrasında yapılan çalışmalarda yeni bir ırkın mevcut olduğu tespit edilmiş ve F ırkı olarak tanımlanmıştır. Sonraki dönemlerde ise, Türkiye'de mevcut genlerle kontrol edilemeyen en azından yeni bir ırkın olduğu araştırmacılar tarafından bildirilmiştir, (Kaya vd., 2004) devam eden diğer çalışmaların sonucunda, çok sayıda hat ve hibritlerde, orobanş virülent ırklarına dayanıklı yeni genlerin olduğu tespit edilmiştir (Evci vd., 2011; Kaya vd., 2017; Velasco vd., 2012).

Ayçiçeği mildiyösüne karşı dayanıklılık, dominant karakterli *Pl* genleri tarafından kontrol edilmektedir. Bu genler genomda gruplar halinde bulunmakta ve her biri farklı bir *P.halstedii* ırkına karşı dayanıklılık oluşturmaktadır. Bu dayanıklılık yabani *H.annuus* veya diğer *Helianthus* türlerinden, mevcut ayçiçeği çeşitlerine aktarılarak elde edilmektedir (Akpinar vd., 2019; De Labrouhe vd., 2000; Döken, 1986; Evci vd., 2016; Sakr, 2010).

2020 yılında yayınlanan bir çalışmada *Carduus acanthoides L.* İle *H.annus L.* arasında cinsler arası melezleme yapılmış ve HA 89A hattı ana, *C. Acanthoides L.* cinsi, baba hat olarak kullanılmıştır. Melezleme oranı düşük olsa da sonunda F1 melez bitkileri elde edilmiştir. Melez doğası, RAPD (Randomly Amplified Polimorphic DNA) işaretçileri aracılığıyla doğrulanmıştır. *H.annuus, C.acanthoides* ve F1 melezleri arasındaki polimorfizm araştırılmıştır. Sonuçlar, melez soyda *C.acanthoides*'in introgresyonunu göstermiştir. Sonrasında F1 bitkilerin kendilenmesi ile F2 nesli oluşturulmuş ve elde edilen bazı yeni hatlar ıslah programlarına katılmıştır (Hristova-Cherbadzhi, 2020).

Bu çalışmada *Helianthus* ve *Asteraceae* familyasına ait bazı yabani türler ile hassas ayçiçeği hatları arasında yapılan, türler ve cinsler arası melezlemelerden elde edilen hibritler, orobanş ve ayçiçeği mildiyösüne karşı dayanıklılık testlerine tabi tutulmuştur. Bu testler, Trakya bölgesindeki üretim alanlarından toplanan materyal ile yapılmış olduğundan, bölge ırklarına özgü olup, uygulanan testler sonucunda elde edilmiş olan hatlarda bölgeye özgün dayanıklılık genleri içeren türler bulunmuştur.

BÖLÜM 2

GENEL BİLGİLER

2.1. Ayçiçeği (*Helianthus annuus*) Taksonomisi ve Tarihçesi

Taksonomik olarak incelendiğinde ayçiçeği kapalı tohumlu, dikotiledon bitkiler sınıfından, *Asterales* takımına ait *Asteraceae* familyasının *Helianthus* cinsinde yer alır (Şekil 2.1). *Helianthus* ismini etimolojik yönden incelediğimizde menşeinin Yunanca'da *helios* (güneş) ve *anthos* (çiçek) kelimelerinden geldiği görülmektedir. Yapılan son sınıflandırmaya göre bu cins; 14 tek yıllık ve 38 çok yıllık tür içermektedir. Alt türleriyle birlikte 71 adet türden oluşmaktadır. Ayçiçeğinde kültüre alınmış tek yıllık türler *diploid* iken, çok yıllık türler genellikle *tetraploid* veya *hekzaploid* olmaktadır. Ayçiçeği bitkisinde *haploid* genom boyutu 3,5 Gb'dır (Zambelli, 2015).



Üst Alem	*Eaukaryote*
Alem	*Plantea*
Bölüm	*Magnoliophyta*
Sınıf	*Magnoliopsida*
Takım	*Asterales*
Familya	*Asteraceae*
Alt Familya	*Asteroideae*
Cins	*Helianthus*
Tür	*Helianthus annuus L.*

Şekil 2. 1. *Helianthus annuus L*. taksonomisi

Ayçiçeğinin orijini Kuzey Amerika ve ABD'nin orta batı bölgeleri olup, arkeolojik araştırmalardan, elde edilen bilgilere göre, Kuzey Amerika'nın yerli halkı tarafından besin, ilaç ve renk verici olarak kullanıldığı anlaşılmıştır. Yaklaşık 1850'li yıllarda İspanyol gezginler tarafından ilk olarak İspanya'da bahçelerde süs bitkisi olarak yetiştirilmiş, sonrasında Avrupa'ya süs bitkisi olarak yayılmıştır. Ayçiçeğinin endüstriyel amaçla kullanımı ise bitkinin tohumlarından yağ ekstraksiyonu yapılarak, 1716'da İngiltere'de olmuştur (Fick ve Miller, 1997). Ülkemizde ise ilk defa 1950'li yıllarda Bulgaristan'dan gelen vatandaşlarımızın getirdiği tohumlarla Trakya bölgesinde tarımı yapılmaya başlanmıştır (Kaya, 2022).

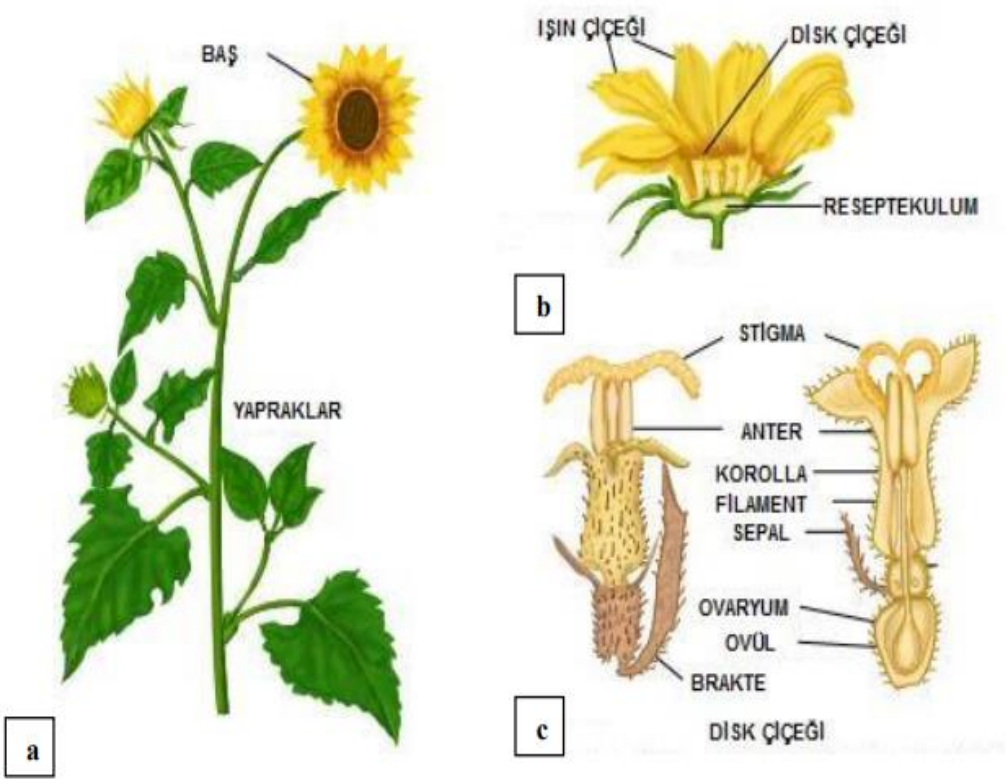
1968 yılında Leclerq tarafından *H.petiolaris* ile yapılan melezleme sonucu, bulunan ve sitoplazmayla ilişkili olması nedeniyle, CMS olarak adlandırılan erkek kısırlığın keşfinin ardından, Kinman'ın 1970'li yılların başlangıcında bu kısırlığı restore eden genleri keşfetmesiyle, ayçiçeğinde ilk hibritler ABD'de geliştirilmiş ve 5 yıl içinde üretim %80 civarına ulaşmıştır (Skorić, 2012).Bu durum dünyada ayçiçeği üretiminin artmasına neden olmuştur. Ülkemizde ise hibrit ayçiçeği üretim oranı %90'ın üzerine çıkmıştır (Evci, 2011b; 2016). Son yıllarda geliştirilen hastalık ve yabancı otlara dayanıklı yüksek yağ içerikli ve dane verimli hibrit ayçiçeği çeşitleriyle üretim istenilen seviyelere gelmiştir (Marek, 2016; Pilorgé, 2020).

2.2. Ayçiçeğinin Morfolojik Özellikleri

Ayçiçeği türlere göre değişmekle birlikte ortalama 150-200 cm arasında olan uzun boylu bir bitkidir. Bazı yabani türler 4-5 m kadar uzayabilir. 50-100 cm arasında olan cüce türlerde mevcuttur. Bitki boyu iklim ve toprak koşullarından etkilenir. Kuraklık ve besin elementlerinin yetersiz olması halinde önemli ölçüde azalır. Ayçiçeğinde boy uzunluğunun verimi pozitif etkilediğini bildiren çok sayıda çalışma mevcuttur (Jocic vd., 2015).

Ayçiçeği bitkisinde kök sisteminin yapısı su ve besin emilimi ile yakın ilişkilidir. Derin ve geniş yayılımlı kök sistemine sahip olan ayçiçeğinde kök gelişimi yaprak gelişiminden hızlıdır. Kökler suya erişim için, engelleyici bir yapı olmadığında, 3 metreye kadar uzayabilir. Bu durum su ve besin alımı açısından avantaj sağlar (Alberio, Izquierdo ve Aguirrezábal, 2015).

Dik gelişen bir gövdeye sahip olan ayçiçeği, güçlü bir gövde yapısı oluşturur. Sap çapı genellikle 3-6 cm arasında olmakla birlikte, 1-2 cm'den, 10 cm'ye kadar değişebilmektedir. Sap içi süngerimsi bir özle dolu ve boğumlu yapıdadır. Sapın dış yüzeyinin üzeri kaba tüylerle kaplı ve yuvarlak yapıdadır. Boğum sayısı ve boğumlar arası mesafe bitki boyu üzerine etkilidir. Kısa boylu çeşitlerde boğum sayısı azalmaktadır. Yapraklar üç ana damarlı olup, yaprak sapı uzunluğu 10-30 cm arasında değişmektedir ve üzeri hafif tüylüdür. Yaprak şekli mızrak, ters mızrak veya kalp şeklinde olabilir. Uzun bir yaprak sapı vardır. Yapraklar sapa almaşık olarak dizilmişlerdir. Yaprakların kenarı hafif düz veya hafif testere dişli olabilir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Ayçiçeğinin morfolojik yapısı; a:genel yapısı, b: kapitulumun yapısı, c:erkek ve dişi organlar

Ayçiçeğinde çiçek yapısı genellikle tabla şeklindedir. Tablanın dışında brakte yapraklar bulunur. Tablada steril ve fertil olmak üzere iki tip çiçek bulunur. İç bükeyden dışbükeye doğrudur, türlere göre farklılık gösteren tabla çapı 5-50 cm aralığında değişmekle birlikte çoğunlukla 18-25 cm aralığında ölçülür. Tabla eğimi aşağı doğru, toprak yönündedir. Ayçiçeği tablası karşılıklı olarak tablaya bağlanan 1000-2000 arası çiçekten oluşur. Ayçiçeğinde verimi etkileyen değişkenlerden biri olan tabla çapı, tıpkı bitki boyu gibi, çevresel etkilerden mühim derecede etkilenmektedir. Baş eğimi ve pozisyonu, kuş hasarı ve baş çürüklüğü hastalıklarına yatkınlık ile güçlü bir şekilde ilişkilidir. 135-180◦'lik bir açıda ve gövdeye sıkıca bağlı bir kafa pozisyonu, yetiştiriciler için tercih edilme sebebidir (Kaya vd., 2016).

Ayçiçeği çiçeklenme evresine genellikle 60-70 gün aralığında ulaşır. Fizyolojik oluma erişme süresi ise yaklaşık 80-100 gündür. Genetik yapısı ve yetiştiği çevresel koşullara bağlı olarak hasat olgunluğuna varması 125-130 gün arasında değişir. Ayçiçeğinde büyüme vejetatif ve reprodüktif dönem olmak üzere iki kısımdan oluşur. Bu dönemler arasında geçen zaman bitkinin genetik yapısı ile yetiştirilen çevre ve iklimsel etkenlere bağlı olarak değişmektedir (Şekil 2.3).



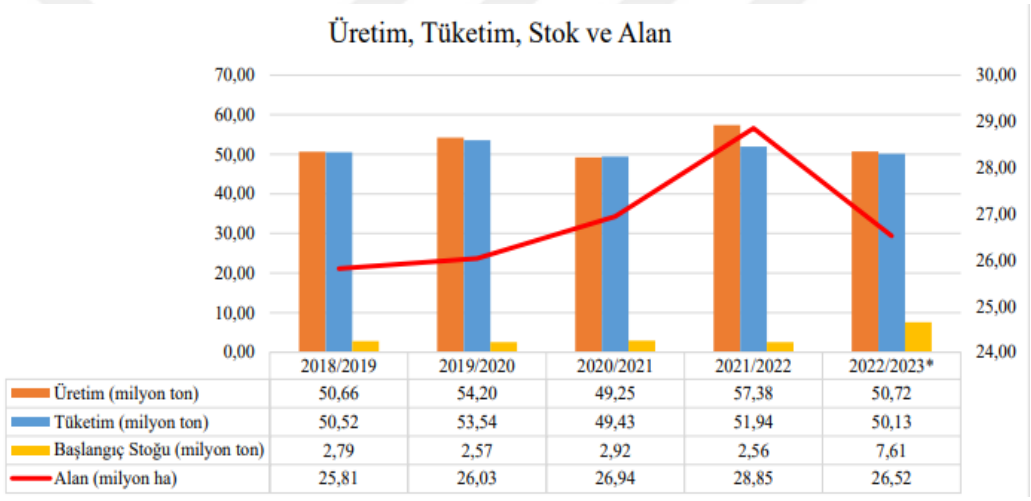
Şekil 2.3. Ayçiçeğinde büyüme evreleri (Schneiter ve Miller, 1981) evrelerin açıklamaları için (Çizelge 2.1)'e bakınız.

Çizelge 2.1. Ayçiçeğinde büyüme evreleri ve açıklamaları (Schneiter ve Miller, 1981)

V-E vejetatif evre	Fidenin çıkışı ve kotiledon yaprak hariç ilk dört yaprak 4 cm'den daha kısadır.
V1-V12 arası vejetatif evre	Gerçek yaprakların sayılabildiği ve En az 4 cm uzunluğunda olduğu evre
R-1 Reprodüktif evresi	Çiçek tablasının oluştuğu evredir. Üstten görünümde, olgunlaşmamış brakte yaprakları yıldız şekline Benzer
R-2	Bu evrede tepedeki yaprak ile tabla arasındaki uzaklık 2.0 cm' den daha azdır.
R-3	Bu evrede tepedeki yaprak ile tabla arasındaki uzaklık 2.0 cm' den daha fazladır.
R-4	Kısır çiçeklerin çıkmaya başladığı evre
R-5	Çiçeklenme başlangıcıdır. Gerçek yapraklar bu zamanda görülmeye başlar.
R-6	Çiçeklenmenin sona erdiği ve kısır çiçeklerin solmaya başladığı evre
R-7	Bu evrede tabla arkası açık sarı renge döner.
R-8	Tabla arkasının sarı, brakte yapraklarının yeşil olduğu evre
R-9	Brakte yapraklarının sarı ve kahverengine dönüştüğü evre

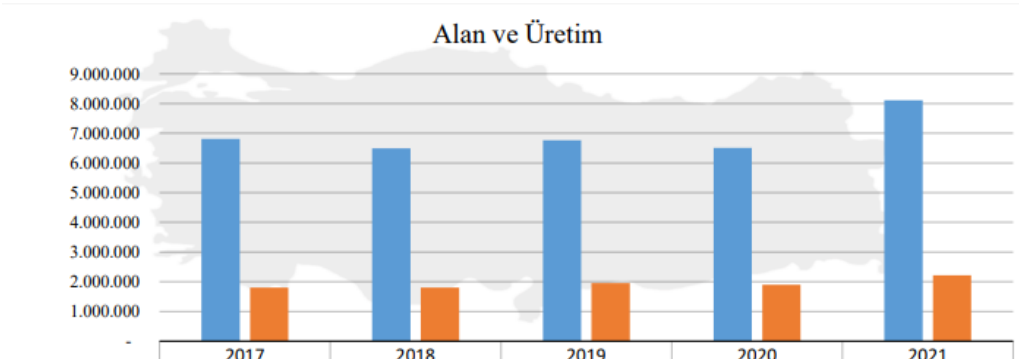
2.3. Ayçiçeğinin Dünya ve Türkiye Açısından Önemi

Ayçiçeği yüksek adaptasyon kabiliyetine sahip bir bitki olması nedeniyle dünyanın ve ülkemizin birçok bölgesinde yetiştirilmektedir. Dünyada genellikle yağ bitkisi olarak yetiştirilse de, çerezlik, kuşyemi ve süs bitkisi olarak da kullanılır. Ülkemizde ise daha çok yağ bitkisi olarak yetiştirilmekle birlikte, çerezlik olarak da tüketilmekte ve ihraç edilmektedir. Ayrıca ülkemizde yağı alındıktan sonra küspesi proteince zengin olması nedeniyle karma yem üretiminde de kullanılır. Ülkemizin en önemli yağ bitkisi olan ayçiçeği üretimi, iç tüketimi karşılamadığından, oluşan açık ithalatla karşılanmaktadır. Bu nedenle, ayçiçeği gerek endüstriyel, gerek ekonomik açıdan ülkemiz tarımında önemli bir yere sahiptir (Şekil 2.4 ve Şekil 2.5).



	2018/2019	2019/2020	2020/2021	2021/2022	2022/2023*
Üretim (milyon ton)	50,66	54,20	49,25	57,38	50,72
Tüketim (milyon ton)	50,52	53,54	49,43	51,94	50,13
Başlangıç Stoğu (milyon ton)	2,79	2,57	2,92	2,56	7,61
Alan (milyon ha)	25,81	26,03	26,94	28,85	26,52

Şekil 2.4. Dünya'da ayçiçeği üretim, tüketim ve alan-USDA, 2022 (2023 yılı verileri tahminidir.)



	2017	2018	2019	2020	2021
Alan (da)	6.813.976	6.489.344	6.759.834	6.508.696	8.113.116
Üretim (ton)	1.800.000	1.800.000	1.950.000	1.900.000	2.215.000

Şekil 2.5.Türkiye'de ayçiçeği üretim ve ekili alan - (TÜİK,2022)

Çizelge 2.2.Türkiye'de ayçiçeği üretim ve ekim alanı yıllara göre dağılım (TÜİK, 2023)

Yıl	Alan(Dekar)			Üretim(Ton)			Verim(Kg/da)		
	Toplam	Yağlık	Çerezlik	Toplam	Yağlık	Çerezlik	Toplam	Yağlık	Çerezlik
2010	**6.414.000**	5.514.000	900.000	**1.320.000**	1.170.000	150.000	**205,80**	212,19	166,67
2011	**6.557.000**	5.560.000	997.000	**1.335.000**	1.170.000	165.000	**203,60**	210,43	165,50
2012	**6.046.160**	5.046.160	1.000.000	**1.370.000**	1.200.000	170.000	**226,59**	237,80	170,00
2013	**6.097.839**	5.202.600	895.239	**1.523.000**	1.380.000	143.000	**249,76**	265,25	159,73
2014	**6.574.576**	5.524.651	1.049.925	**1.637.900**	1.480.000	157.900	**249,13**	267,89	150,39
2015	**6.853.174**	5.689.950	1.163.224	**1.680.700**	1.500.000	180.700	**245,24**	263,62	155,34
2016	**7.201.081**	6.167.800	1.033.281	**1.670.716**	1.500.000	170.716	**232,01**	243,20	165,22
2017	**7.796.217**	6.813.976	982.241	**1.964.385**	1.800.000	164.385	**251,97**	264,16	167,36
2018	**7.344.651**	6.489.344	855.307	**1.949.229**	1.800.000	149.229	**265,39**	277,38	174,47
2019	**7.526.318**	6.759.834	766.484	**2.100.000**	1.950.000	150.000	**279,02**	288,47	195,70
2020	**7.288.528**	6.508.696	779.832	**2.067.004**	1.900.000	167.004	**284,00**	292,00	214,00
2021	**9.011.531**	8.113.116	898.415	**2.415.000**	2.215.000	200.000	**268,00**	273,00	223,00
2022	**9.809.742**	9.005.177	804.565	**2.550.000**	2.350.000	200.000	**260,00**	261,00	249,00

Ülkemizde, 2017 yılında yağlık ayçiçeği ekiliş alanları 6,8 milyon dekar olarak kaydedilirken, 2022 yılında bu alanlar yaklaşık %24 artış göstererek 9 milyon dekara yükselmiştir. Aynı dönemde, 2017 yılında 1,8 milyon ton olan yağlık ayçiçeği üretimi, 2022 yılında 2,35 milyon tona çıkmıştır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından sağlanan 2020/2021 pazarlama yılı verilerine göre ayçiçeğinin yeterlilik oranı %62,5 olarak belirlenmiştir. Dekara verim ortalaması ise 2017 yılında 264 kg iken, 2022 yılında 261 kg'a düşmüştür (Çizelge 2.2).



Şekil 2.6. Ülkemizde ayçiçeği ekim alanlarının illere göre dağılımı (Ayçiçeği Ürün Raporu, 2022).

Türkiye'de ayçiçeği üretimi yoğun olarak Trakya bölgesinde yapılmaktadır. Bölgede üretimin yarıya yakını Marmara bölgesinde iken bunu İç Anadolu, Güneydoğu ve Karadeniz bölgesi izlemektedir. İl bazında ise Tekirdağ, Konya, Edirne, Kırklareli ve Adana illeri ülkemiz üretiminin neredeyse %65'ini karşılamaktadır. 2022 yılında ülkemizde ayçiçeği üretimi 2,4 milyon tona yaklaşmıştır (Şekil 2.6) (Çizelge 2.3).

Çizelge 2.3. Bitkisel ürün denge tabloları-TÜİK, 2021-2022

Yağlı tohum(Ayçiçeği) denge tablosu, 2021-2022	
Üretim (Ton)	2.415.000
Ekilen alan (Hektar)	901.154
Üretim kayıpları (Ton)	19.320
Kullanım (Ton)	6. 802.440
Kullanılabilir üretim (Ton)	2. 395.680
İthalat (Ton)	4. 406.760
Yurt içi kullanım (Ton)	4.021.511
İnsan tüketimi (Ton)	3.927.563
Tohumluk kullanım (Ton)	13.517
Kayıplar (Ton)	80.430
İhracat (Ton)	2.764.529

Ayçiçeği üretim alanları ve üretim miktarı nüfus artışıyla birlikte, bitkisel yağ ihtiyacına olan talebin neticesinde, dünyada son beş yılda yaklaşık 1/5 oranında artış göstermiştir. Dünyada ayçiçeği ekim alanları ve üretiminin yarısından fazlası Karadeniz bölgesinde olup, Ukrayna ve Rusya dünyada en çok ekim alanlarına sahip olan ülkelerdir (Çizelge 2.4).

Çizelge 2.4. Dünya ayçiçeği üretim ve ekim alanları (Oil World ve USDA)

Ayçiçeği Tohum	**2015/16**	**2016/17**	**2017/18**	**2018/19**	**2019/20**	**2020/21**
Ekim Alanı (1,000 ha)	25242	26964	26885	27185	27440	28226
Verim (Mt/ha)	1.7	1.86	1.83	1.91	2.04	1.79
Üretim						
Arjantin	2830	3300	3400	3530	3150	2830
Avrupa Birliği-27	7769	8641	10058	9482	9485	8696
Çin	2698	2750	2580	2550	2680	2730
Rusya	9700	11600	11000	12756	15379	13200
Ukrayna	12100	15100	13400	15250	16500	14300
ABD	1326	1203	970	956	887	1353
Güney Afrika	755	874	862	678	786	780
Türkiye	1350	1470	1700	1530	1700	1550
Diğerleri	4386	5130	5086	5292	5346	5020
TOPLAM	42914	50068	49056	52024	55913	50459

2.4. Ayçiçeği Tarımını Etkileyen Faktörler

Bitkiler abiyotik ve biyotik stres olarak gruplandırılan, çevresel etkilerden kaynaklanan iki tip stresle karşılaşmaktadır. Bitkilerin maruz kaldığı bu çevresel stresler tarımsal ürünlerin verimliliğini azaltmakta ve kalitesini düşürmektedir. Abiyotik stres(Tuzluluk, sel, kuraklık, aşırı sıcaklık, vb.), yüksek miktarda ürün kayıplarına neden olarak üretim maliyetlerinin artmasına sebebiyet veren önemli etkenlerdendir. Bu nedenle ayçiçeği ıslahında biyotik ve abiyotik stres koşularına dayanıklı çeşitler üretmek önem kazanmaktadır.

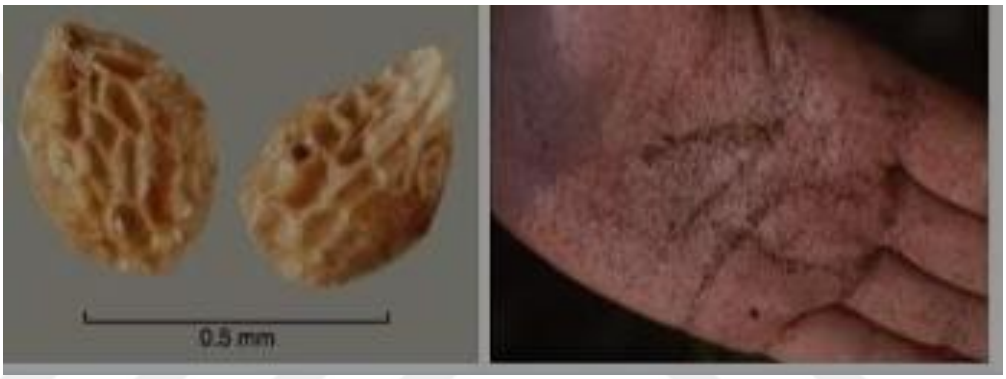
2.5. Orobanş Paraziti (*Orobanche cumana* Wallr.)

Orobanchaceae familyasına dahil olan tür yaygın konukçu dizinine sahiptir. Klorofilden yoksun olan bitki fotosentez yapamadığından, konukçusunun köklerine tutunarak gelişir. Bu sebeple tam parazit bir bitkidir. Ilıman iklimin hakim olduğu kuzey yarım küreden, Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü bölgeleri kapsayan alanlar, orobanş parazitinin gen merkezleri olup, ılıman iklimden kurak alanlara kadar tüm dünyada yaygındır (Elzein ve Kroschel, 2003). Türkiye florasında *Orobanche spp.* ve *Phelipanche spp.* familyalarına dahil olan yaklaşık 38 canavarotu türü kültür bitkilerinde yabancı ot olarak önemlidir (Parker, 2013; Uludağ ve Nemli , 2009; Zare vd., 2013) (Şekil 2.7).

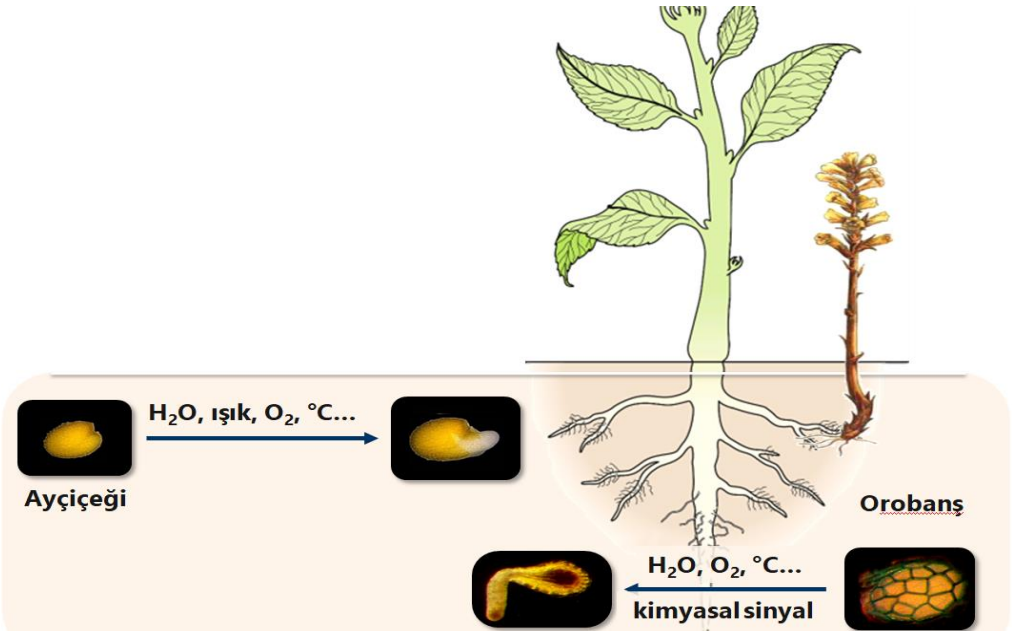


Şekil 2.7. Orobanş parazit bitkisi

Orobanş paraziti 2n=38 kromozomlu, diploid bir bitkidir. Yaklaşık 1,42 Gb genom boyutundadır (Fernández-Martínez vd., 2015; Lu, 2000). Orobanş bitkileri 50 bin ile 500 bin arasında tohum üretir, 250-380 µm uzunluğunda 150-240 µm genişliğinde (Joel, 1987), 1-2,5 µg ağırlığında olan tohumları, toprakta 20 yıla kadar canlılığını koruyabilir (Škorić, 2012). Orobanş parazitinin çimlenebilmesi, uygun sıcaklık (20-25°C) ile yeterli nem koşullarının oluşması durumunda konukçu bitkinin köklerinden sızan dehidrokostus, lakton, strigolaktonlar gibi uyaranlar yolu ile olmaktadır (Joel, 2013; Louarn vd., 2016). Çimlenmeden sonra orobanş paraziti ayçiçeğinin köküne bağlanmaktadır. Ayçiçeğinde zararlı olan orobanş paraziti *Orobanche cumana* türüdür (Aksoy ve Pekcan, 2014) (Şekil 2.8 ve Şekil 2.9).



Şekil 2.8. *Orobanche* türlerine ait tohumlar



Şekil 2.9. Ayçiçeği çimlenmesi ve orobanş parazitinin gelişimi (Delavault, 2014)

Orobanş paraziti, Orta ve Doğu Avrupa, İspanya, Türkiye, Kazakistan, Çin ve ayçiçeği üreten birçok ülkede ayçiçeği üretimlerini kısıtlayan en ciddi problemlerden biridir (Skorić, 2012). Ülkemizde ise ayçiçeğinde orobanş ilk kez 1956 yılında ortaya çıkmış, 1981 yılında Trakya bölgesinde yeni ırklar görülmüş ve önemli verim kayıplarına sebep olmuştur. Parazit son yıllarda ayçiçeği üreten farklı ülkelere yayılmış olup, başlıca üretici ülkeler ve ülkemizde daha önce bulaşık olmayan alanlarda virülent ırklar görülmüştür (Evci vd., 2009).

Orobanş paraziti yaklaşık her 20 yılda bir dayanıklılık mekanizmasını kırarak kendini yenilemekte, dünyada ve ülkemizde ırk kompozisyonu sıklıkla değişmektedir (Kaya vd., 2004). TTAE (Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü) tarafından yapılan bir çalışmada hiçbir genotip test edilen tüm yerlerde dayanıklılık göstermemiş, o zamana kadar tanımlanmış 6 adet ırkın dışında üç farklı yeni ırkın mevcut olduğu vurgulanmıştır (Evci vd., 2011; Kaya vd., 2004). Orobanşın ayçiçeğine etkisi (Şekil 2.10)'da gösterilmiştir.



Şekil 2.10. Ayçiçeğinde orobanşın dayanaksız çeşide etkisi

Orobanş parazitine dayanıklı çeşitler geliştirilse bile, doğal mutasyonlar, çevre şartları ve iklimsel değişim nedeniyle yeni virülent ırklar ortaya çıkması (Aksoy ve Pekcan, 2014) ve parazitin bulaşık olan alanlardan tohum, su, rüzgar, hayvanlar ve

makineler aracılığıyla kolayca geniş alanlara yayılması sebebiyle ülkemiz ve dünyada ayçiçeği üretimi için sorun oluşturmayı sürdürmektedir. Orobanşın A ırkına dayanıklı ilk ayçiçeği çeşidi 1918'de Plachek tarafından geliştirilmiştir (Gontcharov, 2009; Skorić, 2012). Orobanşın ilk kapsamlı ırk sınıflandırması Romanya'da *H.tuberous L.* yabani türünden oluşturulan gen havuzu kullanılarak geliştirilmiş, ayçiçeği çeşitleriyle yaptıkları çalışmada beş farklı orobanş ırkı tespit edilmiştir. A-E arası sınıflandırılan bu ırklara karşı dayanıklılığı kontrol eden genler belirlenmiştir (Vranceanu vd. 1980). Böylece *Or1,Or2,Or3,Or4,Or5* adlı genleri barındıran (A, A+B, A+B+C, A+B+C+D) ırklarına dayanıklı dominant genlerle beş orobanş ırkı tanımlanmıştır.

Or5 geninin D-E ırklarına direnç sağlıyor olmasından dolayı 1995 yılına kadar orobanş paraziti etkin olamamış ayçiçeği üretimi artış göstermiştir.1995 sonrasında *Or* genlerinin kontrol edemediği F ırkı ortaya çıkmış ve yayılmaya başlamıştır. F ırkına direnç sağlayan çeşitler geliştirme amacıyla yapılan araştırmalarda, bazı çok yıllık yabani türlerin F ırkını kontrol eden *Or6* geni taşıdığı ve *H.laevigatus, H.giganteus, H.resinosus* gibi türlerin bu ırka direnç gösterdikleri bulunmuştur (Fernández-Martínez vd., 2000; Rodríguez-Ojeda, 2001). Son yıllarda, ayçiçeği üretiminin artarak, geniş alanlara yayılması ve hızlı evrim süreci, daha virülent orobanş ırklarının ortaya çıkmasına neden olmuştur (Kaya, 2014). Son dönemde ise *Or* genlerince kontrol edilemeyen yeni bir ırk, G ırkı tespit edilmiştir (Molinero-Ruiz vd., 2015). Sonrasında daha virülent ırk olan H ırkının (Rîşnoveanu vd., 2016) bulunmasının ardından, Trakya'da Şahinköy bölgesinde görülen ve diğer ırklardan farklı bir enfeksiyon modeli sergileyen orobanş türü, I ırkı olarak adlandırılmıştır (Yonet vd., 2018). Yapılan çalışmalarda son yıllarda tespit edilen ve G ırkı olarak tanımlanan orobanş ırkına karşı *H.debilis ssp. tardiflorus* yabani ayçiçeği türünde bulunan dayanıklılık geninin, tek lokusta yer alan dominant alleller denetiminde olduğu belirlenmiştir (Velasco vd., 2012) (Çizelge 2.5, Çizelge 2.6).

Çizelge 2.5. Ülkelerde belirlenen orobanş ırkları

Ülke	**Belirlenen Orobanş ırkları**		**Literatür**
	Geçmiş	**Günümüz**	
Bulgaristan	A,B,C,D,E	E,F,G,H	(Georgiev, 2018; Shindrova, 2006; Ueno, 2014)
Çin	A	A,B,C,D,E,F,G	(Ma jan, 2014; Shi vd., 2015)
Fas	Yok	G	(Nabloussi vd., 2018)
Fransa	Yok	Bilinmiyor	(Jestin vd., 2012)
İspanya	B, C, D, E	E, F, G_{GV}	(Alonso vd., 1996; Malek, 2017; Martín-Sanz vd., 2016; Melero-Vara vd., 1989; Molinero-Ruiz & Domínguez, 2014; Molinero-Ruiz vd., 2006)
Kazakistan	Bilinmiyor	C, G	(Antonova, 2014)
Macaristan	A,B,C,D	E, F	(Hargitay, 2014; Molinero-Ruiz & Domínguez, 2014; Zoltán , 2001)
Moğolistan	Yok	G	(Ma jan, 2014; Shi vd., 2015)
Moldova	B, C	E, F	(Duca, 2014; Gisca vd., 2013)
Portekiz	Yok	G	(González-Cantón vd., 2019)
Romanya	A,B,C,D,E	F, G, H?	(Pacureanu-Joita, 2009; Pacureanu, 2014; Rîşnoveanu vd., 2016; Vranceanu vd, 1980)
Rusya	A,B,C,D	D,E,F,G,H	(Antonova, 2014; Kaya vd., 2009)
Sırbistan	B, E	E, F	(Dedić vd., 2018; Mihaljčević, 1996; Miladinovic, 2012; Škorić, 2012)
Tunus	Yok	E, G	(Jebri, 2017)
Türkiye	D, E	F, G, H, I?	(Kaya vd., 2004; 2012; 2016; Molinero-Ruiz & Domínguez, 2014; Yonet vd., 2018)
Ukrayna	A, B, C, D	E, F, G, H	(Maklik vd., 2018; Tolmachyov, 1990)

Çizelge 2.6. Ayçiçeğinde orobanş ırkları ve kontrol eden dayanıklılık genleri

Direnç Kaynakları	**Irk**	**Gen**	**Kalıtım**	**Literatür**
Kruglik-A-41	A-E	Or1	Dominant	(Vranceanu vd, 1980)
Jdanov 8281	A-E	Or2	Dominant	(Vranceanu vd, 1980)
Record	A-E	Or3	Dominant	(Vranceanu vd, 1980)
S-1358	A-E	Or4	Dominant	(Vranceanu vd, 1980)
P-1380	A-E	Or5	Dominant	(Vranceanu vd, 1980)
SW501	-	-	Dominant	(Ish-Shalom-Gordon vd., 1993)
NR-5	E	Or5	Dominant	(Sukno vd., 1999)
R-41	E	-	2 Dominant Gen	(Domínguez, 1996)
P-96	F	Or6, Or7	2 Dominant Gen	(Akhtouch vd., 2002)
P-96	E	Or5	Dominant	(Pérez-Vich vd., 2004)
Kl-534	E	Or6, Or7	2 Dominant Gen	(Rodríguez-Ojeda, 2001)
J1 (BR-4)	F	Or6	Dominant	(Pérez-Vich vd., 2002)
LC-1093	F	Or6	Dominant	(Pacureanu-Joita vd., 2009)
J1 (BR-4)	F	Or6, Or7	2 parçalı etkili Dominant Gen	(Velasco, 2007)
LR1	F	QTL	-	(Louarn vd., 2016)
LSS, S, LSR	F	HaOr7	Dominant	(Duriez vd., 2019)
HA267	G	-	Tek Resesif, QTL	(Imerovski, 2019)
LIV-10	G	Helianthus divaricatus	Tek Resesif, QTL	(Cvejic vd., 2014)
LIV-17	G	H. divaricatus / H tuberosus	Tek Resesif, QTL	(Imerovski, 2019)
Ab-Vl-8	G	Orab-vl-8	Dominant	(Imerovski vd., 2016).
H. praecox	G	OrD	Tek Dominant Gen	(Sayago vd, 2018)
Deb-2	G	SNP	DHAI000240 DHAI007796	(Gao vd., 2019)
PHSC0933	FGV, GTK GRO, GRU	Or7	Dominant	(Martín-Sanz vd., 2016)

2.6. Ayçiçeği Mildiyösü(*Plasmopara halstedii*)

Çizelge 2.7. *Plasmopara halstedii* taksonomi

Etmenin Bilimsel Adı	*Plasmoparahalstedii* (Farl.) Berl. & De Toni)
Üst Alem	*Eukaryota*
Alem	*Chromista*
Şube	*Oomycota*
Sınıf	*Oomycetes*
Takım	*Peronosporales*
Familya	*Peronosporaceae*

Ayçiçeği mildiyösü hastalığına *Plasmopara halstedii* etmeni neden olmakta ve patojen *Asteraceae* familyasına ait bitkilerde hastalık yapmaktadır. Hastalık ayçiçeği tarımı yapılan her yerde görülmekte ve önemli verim kayıplarına neden olmaktadır. Hastalık hava sıcaklığının 20°C civarlarında ve nispi nemin yüksek olduğu koşullarda yoğun olarak görülür. *P.halstedii* sporlarının ayçiçeği bitkisinde oluşturduğu semptomlar bitki dokusunun yaşına, bitki çeşidine, inokulum yoğunluğu ile ortamdaki nem ve sıcaklık değerlerine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bitki 2-6 yapraklı olduğu evrede bulaşmaya hassastır. Bu evreyi hastalıksız geçiren bitkilerin çoğunlukla yaprak alanlarında sınırlı lezyonlar görülür. Mildiyö hastalığı için optimum sıcaklık 15-20°C yaprak altında fungal örtü oluşması için nem oranı %70-80 civarındadır. Hastalığa neden olan oosporlar toprakta canlılığını 5-10 yıl koruyabilir. (Onan ve Onoğur, 1990). Hastalığın oluşumu, bitki fide halindeyken başlar. Enfekte olan bitkinin büyümesi ile birlikte patojen bitki dokularında gelişerek yaprak üzerinde kloroz oluşturur. Yaprak üstünde bu lekelerin, yaprak altına denk gelen yerlerinde patojenin sporları ile kaplı fungal alanlar oluşur (Çizelge 2.7, Şekil 2.11).



Şekil 2.11. Ayçiçeği yapraklarında görülen kloroz ve yaprak altı fungal örtü

Bu durum bitkinin bodur kalmasına, bodur kalma ise yapraklarda rozetleşme görülmesine sebep olur. Hastalık etmeni tablaya kadar ilerleyebilir. Tablanın enfekte olması tane doldurmayı etkiler. Sistemik olmayan enfeksiyonlarda hastalık hafif seyreder. Araştırmalar sonucunda dünya genelinde etmenin yaklaşık 50 ırkının olduğu tespit edilmiştir. Ayçiçeği mildiyösünün ülkemizde ve dünyada yapılmış olan çeşitli araştırma sonuçlarına istinaden, 2007 yılında etmenin 300, 330, 700, 703, 710, 713, 730, 770 ve 774 (Viranyi vd., 2015) olmak üzere 9 ırkı bulunduğu, daha sonra farklı 9 ırkı (100,102, 110, 300, 500, 502, 510, 702, 712) daha belirlenmiştir (Oksal ve Maden, 2019). Son olarak Trakya bölgesinde 2020 yılında ırk ayırıcı set kullanımı ile yapılan bir çalışmada (704, 705, 735, 715) bulunan 5 ırk ile birlikte, ülkemizde etmenin tespit edilen ırk sayısı 23'e ulaşmıştır (Kılıç, 2020).

2.7. Ayçiçeğinde Mildiyö Hastalığına Dayanıklılık

Mildiyö dayanıklılığı ayçiçeğinde *Pl* genleri tarafından kontrol edilmektedir. *Pl* genlerinde tek bir ırkın kontrolü ve kalıtsallığı dominanttır. Kalıtsallık yönünden *Pl1* ve *Pl2*, genleri ile bağlantılar olduğuna dair kanıtlar, yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Türler arası melezler ile dayanıklılık için yapılan çalışmalarda *H.annuus*, *H.pracox* melezlerinden sırasıyla *Pl6,Pl7* ve *H.agrophyllus* melezlerinden *Pl8, Pl18, Pl35* genleri tanımlanmıştır (Miller ve Gulya, 1988; Qi vd., 2016; 2019).

Yabani yıllık ve çok yıllık *Hellianthus* türleriyle yapılan mildiyö dayanıklılık testleri sonucunda bulunan dayanıklı türler ile kültüre alınan ayçiçeği bitkleri arasında yapılan türler arası melezlerden, birçok mildiyö ırkına dayanıklı çeşit elde etme çalışmaları sürmektedir. Mildiyö hastalığına dayanıklılık mekanizmasının anlaşılmasında klasik ıslah tekniklerinin yanı sıra, PCR (Polymerase Chain Reaction) ve RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism) analizleri gibi moleküler teknikler yoluyla, mildiyö hastalığı ile ilişkili moleküler markırların bulunması, MAS (Markır Destekli Seleksiyon) uygulamaları yoluyla, ayçiçeği ıslahı çalışmalarına önemli katkılar sağlayacaktır (Kaya vd., 2017). (Çizelge 2.8)'de bilinen *Pl* genleri ve etkili olduğu ırklar gösterilmiştir.

Çizelge 2.8. Bilinen *Pl* genleri ve etkili olduğu ırklar (Trojanová, 2017)

GEN	GEN KAYNAĞI	PATOJEN IRKLARI
Pl1	*H. annuus*	100
Pl2	*H. annuus*	100,3xx
Pl3	*H. annuus*	
Pl4	*H. tuberosus*	
Pl5	*H. tuberosus*	1xx,31x,32x,33x,7xx
Pl6	*H. annuus*	1xx,3xx,7x1,7x2,7x3
Pl7	*H. praecox*	1xx,3xx,7x1,7x2,7x3
Pl8	*H. argophyllus*	Avrupa'da Bilinen Tüm Irklar
Pl9	*H. annuus*	
Pl10	*H. annuus*	
Pl11	*H. annuus*	
Pl12	*H. annuus*	
Pl13	*H. annuus*	100,300,310,330, 700,710,730,731,770
Pl14	*H. annuus*	
Pl15	*H. annuus*	Avrupa, Kuzey Amerika'da bilinen tüm Irklar
Pl16	*H. annuus*	
Pl17	*H. annuus*	Bilinen Tüm Irklar
Pl18	*H. argophyllus*	Bilinen Tüm Irklar
Pl19	*H. annuus*	Bilinen Tüm Irklar
Pl20	*H. annuus*	Bilinen Tüm Irklar
PlArg	*H. argophyllus*	Bilinen Tüm Irklar
Plv-Plz	*H. annuus*	

2.8.Yabani Ayçiçeği Türleri ve Islahta Kullanımı

Helianthus annuus L. orijini Kuzey Amerika özgü olup, 38 çok yıllık ve 14 tek yıllık olmak üzere 52 tür ve 19 alttürden oluşur (Mangin vd., 2017). Bu türler ayçiçeği ıslahında önemli bir genetik varyasyon kaynağıdır. *Helianthus* cinsi n=17 kromozomludur. Tek yıllık türlerin çoğu diploid (2n=34) olup, çok yıllık türlerde ise, 26 tür diploid (2n=34), 3 tür tetraploid (2n=68), 7 tür hexaploid (2n=102), 3 tür ise, mixaploid olmaktadır (Çizelge 2.9 ve 2.10).

Çizelge 2.9.Tek yıllık *Helianthus* türleri (Kaya vd., 2016).

Kromozom sayısı	Türler
Helianthus	
(2n=34)	*H. annuus L.*
(2n=34)	*H. anomalus Blake*
(2n=34)	*H. argophyllus T.&G.*
(2n=34)	*H. bolanderi A. Gray*
(2n=34)	*H. debilisssp. debilisNutt.*
(2n=34)	*H. debilisssp. cucumerifolius (T.&G.) Heiser*
(2n=34)	*H. debilisssp. sylvestrisHeiser*
(2n=34)	*H. debilisssp. tardiflorusHeiser*
(2n=34)	*H. debilisssp. vestitus (Watson) Heiser*
(2n=34)	*H. deserticolaHeiser*
(2n=34)	*H. exilis A. Gray*
(2n=34)	*H. neglectusHeiser*
(2n=34)	*H. niveusssp. niveus (Benth.)*
(2n=34)	*H. niveusssp. tephrodes (Gray) Heiser*
(2n=34)	*H. paradoxusHeiser*
(2n=34)	*H. petiolarisssp. canescens(A. Gray) E.E. Schilling*
(2n=34)	*H. petiolarisssp. fallaxHeiser*
(2n=34)	*H. petiolarisssp. petiolarisNutt.*
(2n=34)	*H. praecoxssp. hirtusHeiser*
(2n=34)	*H. praecoxssp. praecoxEngelm. & A. Gray*
(2n=34)	*H. praecoxssp. runyoniiHeiser*
(2n=34)	*H. agrestisPollard*
(2n=34)	*H. porteri (A. Gray) J. F. Pruski*

Çizelge 2.10. Çok yıllık *Helianthus* türleri (Kaya vd., 2016).

KromozomSayısı	Grup/ Türler	
Ciliares	**Ciliares**	
(2n= 34)		*H. arizonensis R. Jackson*
(2n=68,102)		*H. ciliaris DC.*
(2n= 34)		*H. laciniatus A. Gray*
Ciliares	**Pumili**	
(2n= 34)		*H. cusickii A. Gray*
(2n= 34)		*H. gracilentus A Gray*
(2n= 34)		*H. pumilusNutt.*
Atrorubens	**Coronasolis**	
(2n= 102)		*H. californicus DC.*
(2n=34,68)		*H. decapetalus L.*
(2n= 34)		*H. divaricatus L.*
(2n=102)		*H. eggertii Small*
(2n=34)		*H. giganteus L.*
(2n=34)		*H. grosseserratusMartens*

(2n=68)		*H. hirsutusRaf.*
(2n=34)		*H. maximilianiSchrader*
(2n=34)		*H. mollis Lam.*
(2n=34)		*H. nuttalliissp. nuttallii T.&G.*
(2n=34)		*H. nuttalliissp. rydbergii (Britt.) Long*
(2n=102)		*H. resinosus Small*
(2n=34)		*H. salicifoliusDietr.*
(2n=102)		*H. schweinitzii T.&G.*
(2n=68, 102)		*H. strumosus L.*
(2n=102)		*H. tuberosus L.*
Atrorubens	**Microcephaly**	
(2n=34)		*H. glaucophyllus Smith*
(2n=34)		*H. microcephalus T.&G.*
(2n=34, 68)		*H. smithiiHeiser*
Atrorubens	**Atrorubentes**	
(2n=34)		*H. atrorubens L*
(2n=34)		*H. occidentalisssp. occidentalisRiddell*
(2n=34)		*H. occidentalisssp. plantagineus (T. &G.) Heiser*
(2n=102)		*H. laetiflorus Pers.*
(2n=102)		*H. pauciflorusssp. pauciflorusNutt.*
(2n=102)		*H. pauciflorusssp. subrhomboides (Rydb.) O. Spring*
(2n=34)		*H. silphioidesNutt.*
Atrorubens	**Angustifolii**	
(2n=34)		*H. angustifolius L.*
(2n=34)		*H. carnosus Small*
(2n=34		*H. floridanus A. Grayex Chapman*
(2n=34)		*H. heterophyllusNutt.*
(2n=34)		*H. longifoliusPursh*
(2n=34)		*H. radula (Pursh) T.&G.*
(2n=34)		*H. simulans E. E. Wats*
(2n=34)		*H. verticillatus Small*
(2n=34)		*H. winteriStebbins*

Yabani ayçiçeği türleri ile kültüre alınmış türler arasında yapılan melezlemelerden biyotik ve abiyotik faktörlere dayanım, nitelik ve verim özelliklerinde iyileşme sağlayan yararlı çok sayıda gen, kültür türlerine aktarılmıştır (Jocic vd., 2015; Seiler ve Marek, 2011; Vassilevska-Ivanova vd., 2013). Bu sayede genetik varyasyonun arttırılması sağlanmıştır (Christov, 2008). Özellikle *H.petiloris*'ten CMS ve diğer yabani türlerden Rf geninin elde edilmesi hibrit çeşitlerin geliştirilmesine imkan tanımış, bu yolla elde edilen hibritlerin kullanılması tane verimi ve kalitenin artmasını sağlayarak ayçiçeği üretiminin yayılması ve üretimin yüksek seviyelere çıkmasına neden olmuştur (Marek, 2016).

Yapılan çalışmaların gösterdiği kadarıyla yabani ayçiçeği türleri dışında, *Asteraceae* familyasına dahil olan türler de biyotik ve abiyotik strese dayanıklılık ve adaptasyon yönünden ayçiçeği için önemli bir genetik kaynak olabilir.

Cinsler arası melezleme, türler arası melezlemeye göre daha az uygulanan bir yöntemdir. *Helianthus* türlerinin *Asteraceae* familyasından *Tithonia* ve *Viguiera* türleri ile melezlenmesi, bu alandaki ilk denemelerden bazılarıdır. Sonraki yıllarda devam eden araştırmalar da kültür ayçiçeği ile *Onopordum acanthium L.*(Galagan) türleri arasında yapılan melezlemeden, bazı melez bitkiler elde edilmiştir. Kültür ayçiçeği ile *Tithonia rotundifolia L.*(Meksika ayçiçeği) ve *Asteraceae* familyasının, bazı cinsleri arasında arasında yapılan cinsler arası melezlemelerden olumlu sonuçlar alınmıştır (Cristov ve Panayotov, 1991). Türler ve cinsler arası yapılan bazı melezlemelerin sonuçları (Çizelge 2.11)'de ayrıntılı olarak gösterilmiştir (Christov, 2013). Bu cinsler arası melezlemelerden başarılı sonuçlar sağlanması sonrasında, *Asteraceae* familyasına ait diğer türlerinde kullanılmasıyla, ayçiçeği ıslahında yeni gen kaynakları barındıran ana hatlar elde edilmiş ve bu yöntem ekonomik değere sahip hibrit ayçiçeği çeşitlerinin geliştirilmesine olanak sağlamıştır (Christov vd., 2009; 2013; Hristova-Cherbadzhi, 2012).

Çizelge 2.11.Türler ve cinsler arası melezleme uygulanmış ayçiçeği hatlarında mildiyö ve orobanş direnç yüzdesi ile yağ oranları (Christov, 2013).

Melezlenen Hatlar	Direnç%		Yağ Oranı%
	Mildiyö	Orobanş	
PR-1/8 /c.s. × H. pauciflorus	100	100	48,48
PR-9/8 /c.s. × H. tuberosus	100	100	47,27
PR-13/8 /c.s. × H. pumilus	100	-	58,28
PR-25/8 /c.s. × H. pauciflorus	100	100	46,89
PR-35/8 /c.s. × H. hirsutus	100	100	48,8
PR-41/8 /c.s. × H. divaricatus	100	100	47,03
R-51/8 /c.s. × C. Acanthoides	100	-	52,96
PR-56/8 /c.s. × Aster speciosa	100	100	49,56
PR-57/8 /c.s. × Inula/ x Tith	100	100	50,35
PR-19/8 /c.s. × H. divaricatus	100	100	45,25
PR-63/8 /c.s. × H. pauciflorus	100	100	48,8
PR-68/8 /c.s × Tithonia/× Verb.	100	100	48,36
PR-61/8 /c.s. × Aster speciosa	100	100	51,41
PR-47/8 /c.s. × H. bolanderi	100	100	50,44

Son zamanlarda yapılmış bir başka çalışmada ise; *H.annuus L.* ile *Asteraceae* familyasına ait cinsler arasında yapılan, melezlemelerde olumlu sonuçlar alınmış ve bu yolla üretilen ayçiçeği hatları ıslah programlarına katılmıştır. *H.annuus L.× Carduus acanthoides L.*(Devedikeni) türleri çaprazlanarak F1 hibrit melezleri edilmiştir. Melez bitkiler morfolojik özellikler yönünden kültür ayçiçeğine benzemesine karşın, melez doğasına sahip özellikler de barındıran F1 melezleri, RAPD analiziyle incelenerek melez özellikleri taşıdığı tespit edilmiştir. F1 hibritleri arasındaki polimorfizm *C.acanthoides*'in introgresyonunu göstermiş ve bu türün Rf genleri taşıdığı belirlenmiştir (Hristova-Cherbadzhi, 2020). Çalışmanın devamında F1 dölleri kendilenmesiyle edinilen F2 nesilleri, ıslah ve üretim programlarına dahil edilmiştir. Ayçiçeği tarımında verim ve kaliteyi etkileyen önemli sorunlardan biri hastalık ve zararlıları kontrol etmenin, gerek ekonomik, gerekse uygulama açısından bazı zorlukları barındırması, hastalık ve zararlılara dirençli çeşit geliştirilmesini gerektirmekte olup, bu amaç doğrultusunda yabani ayçiçeği ve *Asteraceae* familyasına dahil türlere ait gen kaynaklarının kullanımı önem arz etmektedir. (Şekil 2.12)'de bu türlerin bazılarına ait görseller sunulmuştur.



H.tubereous *H.agrohyllus* *H.maximilliani* *H.debilis*



Cichorum intybus *Centaurea solstitialis* *Carduus acanthoides L.*



H. bolanderi *H. petiolaris* *H. grosseserratus*

Şekil 2.12. Bazı Yabani ayçiçeği ve *Asteraceae* familyası türlerine ait görseller

2.9. Orobanşa Dayanıklılık Islahı

Ayçiçeğinde orobanşa dayanıklılık üzerine yapılan araştırmalarda, çoğu durumda E ırklarında özelliğin tek dominant gen tarafından kontrol edildiği tespit edilmiştir (Velasco vd., 2012). Orobanş parazitine karşı direnç kaynakları çoğunlukla yabani ayçiçeği türleri ve bu türlerle yapılan melezlere dayanır (Seiler ve Jan, 2014). Orobanşa karşı tek baskın direnç genin kullanılması geri melez jenerasyonlarında dominant alleli barındıran genotiplerin ayırt edilmesinin kolaylığı nedeniyle dirençli hibritlerin gelişmesini kolaylaştırmıştır. Ancak bunun yanı sıra, orobanş parazitinin yeni ırklarının evrilmesine ve hızla yayılmasına da neden olmuştur. Bu yüzden dirençli ırklara karşı yeni dayanıklı genler barındıran türlerin tanımlanması gerekmiştir.

Orobanşın A ırkı olarak bilinen ilk populasyonlarına karşı Rus ıslahçılar *H.tuberosus* ile yapılan melezlemeler sonucunda orobanş parazitine dirençle birlikte bazı hastalık ve zararlılara dayanıklılık sağlamışlardır (Skorić, 2012). Bu sayede türler arası melezlemeler, orobanş parazitine direnç için ıslahın ana gen kaynağı olmuştur (Fernández-Martínez, 2008). Günümüze değin tek yıllık yabani türler olan, *H.annuus,* E ırkı, *H.anomalus, H.deserticola, H.exillis,* E-F ırkı, *H.argophyllus,* F ırkı, *H.debilisssp. tardiflorus,* G ırkı, *H.petiolaris ve H.praecox,*A-G ırklarına, çok yıllık olan *H. tuberosus ve H. maximiliani* gibi yabani türlerde de bazı orobanş ırklarına dayanıklılık genleri tespit edilmiş ve melezleme yoluyla kültür ayçiçeği türlerine aktarılmıştır (Christov vd., 2009; Fernandez-Martinez vd., 2009; Seiler ve Jan, 2014).

2.10. Hastalıklara Dayanıklılık ve Kalite Islahı

2.10.1. Mildiyö

P. halstedii ayçiçeğinde önemli verim kayıplarına neden olan mildiyö hastalık etmenidir. Özellikle erken ekimlerde oosporların çoğalması için uygun iklim koşullarının var olması, hastalığın yaygın olarak görülme nedeni olmaktadır. Tek ve çok yıllık yabani ayçiçekleri, hastalığa dayanıklılık içeren *Pl* genlerini barındırmaktadır. Bu kapsamda yapılan çalışmalarda *H.argophyllus, H. annuus, H. petiolaris, H. bolanderi, H. salicifolius* türlerinin mildiyöye karşı dayanıklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Şu ana kadar bilinen tüm ırklara dayanıklı *PlArg* adlı geni taşıyan *H.argophyllus* türünden RHA419 ve RHA 420 gibi USDA hatları geliştirilmiştir (Imerovski vd., 2014; Kaya

vd., 2016; Qi vd., 2016; 2019). USDA tarafından *H.annuus* türünden yapılan melezlerden *Pl6* geni bulunan, HA335- HA336, *H.praecox* türünden, *Pl7* geni bulunduran HA337-HA338-HA339 hatları, *H. runyonii* ve *H. argophyllus* türleriyle yapılan melezlerden ise, *Pl8* geni taşıyan hatlar bulunmuştur (Molinero - Ruiz, 2022).

2.10.2.Tabla Çürüklüğü

Ayçiçeğinin kimyasal mücadelesi olmayan diğer hastalıklarından kök ve tabla çürüklüğüne (*Sclerotinia sclerotiorum*) dayanıklı yabani tür olmasa da, toleranslı olan *H.occidentalis* gibi çok yıllık türler bulunmuştur. En yüksek kök çürüklüğü toleransı *H.maximiliani* türünde tespit edilmiştir.

2.10.3. Abiyotik Stres Koşullarına Dayanıklılık

Ayçiçeği ıslahında bu güne değin kuraklık ve sıcaklık stresine tolerans kazandırılması amaçlanmıştır. Ancak son dönemde küresel iklim değişikliklerinin neden olduğu yüksek sıcaklıklar yağış rejimi değişimleri verimi önemli ölçüde etkilemektedir. Bu amaçla sıcağa toleranslı çeşitlerin geliştirilmesi öncelikli hale gelmiştir. Küresel ısınmanın yağışların mevsim normallerinden sapmasına neden olacağı varsayılırsa, ayçiçeği erken ekilerek, büyüme evrelerinde yağışlardan maksimum yararlanabilmesi sağlanabilir. Ayrıca erkencilik, kuraklık stresinin azalmasına neden olacaktır. Bu sebeple soğuk ve donma toleransın yüksek oluğu genotipler geliştirilerek erken ekim uygulamasının getireceği avantajlardan yararlanılmalıdır. Bu tür genotipleri geliştirmek için, *H.maximiliani* türü ile birlikte, çiçeklenme zamanını belirlemede önemli haplotipik varyasyonlar taşıyan *H.annuus*, *H. petiolaris* ve *H. argophyllus* vb. yabani türlerin gen kaynağından faydalanılabileceği öngörülmektedir. Ancak erken ekimler mildiyö hastalığının daha sık görülmesine neden olabileceğinden, hastalığa dayanıklılık önemsenmelidir. *H.petiolaris* ise, güçlü kök yapısıyla bu tür kurak alanlarda topraktan su alımını artırarak kuraklığa toleranslı çeşitler geliştirmek için kullanılabilir (Dedić vd., 2022; Kaya, 2016).

Yabancı otlara dayanıklı yabani ayçiçeği popülasyonları ilk olarak uzun süre herbisit kullanılan soya tarlalarında keşfedilmiştir (Al-Khatib ve Miller, 2000; Kaya vd., 2016). Bazı herbisitlere *(Imidazoline, Sulfonyl Urea*) dayanıklılık gösteren bu genler geri melezleme yoluyla kültür türlerine aktarılmaktadır.

2.10.4.Yağ Oranı ve Kalitesinin İyileştirilmesi:

Ayçiçeği alım fiyatlarında yağ oranın etkili olması ile birlikte üreticiler yüksek verim potansiyeli yanında, yüksek yağ oranı içeren çeşitleri talep etmektedir. Kültür çeşitlerinde yağ oranın yükseltilebilmesi için yabani ayçiçeği türleri gen kaynağı olarak kullanılmaktadır. Protein kalitesi ve yağ asidi içerikleri yönünden farklılık gösteren yabani türler içinde en yüksek yağ içeriği *H. anomalus* ve *H. niveusssp. canescens* %40.2, türlerinde tespit edilmiştir (Kaya vd., 2016; Seiler ve Marek, 2011). Yağ asidi bileşenleri yönünden *H. porteri* türünde %83,5 gibi yüksek linoleik asit oranı ölçülmüş olup, oleik asitte ise *H. argophyllus* %47,5 ile yüksek oranlar içeren türlerden bazılarıdır (Kaya vd., 2016; Seiler, 2012).

Ayçiçeğinde yüksek verim için anatomik olarak yaprak alanı, bitki boyu, tabla çapı ve tohum uzunluklarını arttırmak gerekir. Ayçiçeğinde tane verimi, birçok özellik tarafından belirlenir. Kalıtsal yönden niceliksel ve karmaşık bir karakterdir. Ayçiçeğinde önemli verim bileşenleri arasında, tabladaki tohum sayısı, bin tane ağırlığı ve tabla çapı gelmektedir. Tabladaki tane sayısı ile verim arasında doğrusal bir ilişki mevcuttur (Fick ve Miller, 1997; Kaya vd., 2011). Bunun için, çok geniş bir adaptasyonu ve çeşitliliği olan yabani türlerden yararlanılabilir. Verimi yükseltmek amacıyla daha dik açıda yapraklara sahip genotipler kullanarak dekara düşen bitki sayısı fazlalaştırılabilir. Bu amaçla yaprak sapı kısa olup, dar ve uzun yaprakları olan *H. californicus, H. maximiliani* türler bu amaçlarla kullanılmaya başlanmıştır.

2.11. Yağlık Ayçiçeği Islahı Uygulama Yöntemi:

Ayçiçeği üretimi, Leclercq' in 1960'ta sitoplazmik erkek kısırlığı keşfetmesi ve Kinman'ın 1970'te onarıcı genleri bulmasıyla yeni bir evreye girmiştir. Bu gelişmeler, hibrit ıslahının ekonomik olarak uygulanabilir hale gelmesine öncülük etmiştir. ABD'de 1972'de elde edilen ilk hibritler, kısa bir süre içinde üretimin büyük bir bölümünü oluşturarak dikkat çekmiştir (Skorić, 2012).

Dünya genelinde hibrit tohum kullanımı günümüzde oldukça yaygındır, özellikle yağlık ayçiçeği üretiminde %80'in üzerinde bir oran görülmektedir. Türkiye'de ise bu oranın %90'ın üzerinde olduğu belirtilmiştir (Evci, 2011b). Restorer hatlar genellikle yabani türlerden elde edilmekte ve CMS hatlardaki erkek kısırlığı düzeltmek için

kullanılmaktadır. Restorer hatlar, baskın restorer gen veya genlerin (Ms veya Rf) aktarılmasıyla geliştirilir. Bu süreçte CMS hatların elde edilmesinde kullanılan geri melezleme yöntemi tercih edilir (Fernandez-Martinez vd., 2009). Hibrit çeşitlerin geliştirilmesinde genellikle saf hatlardan faydalanılır. Saf hatların geliştirilmesinde ise sıkça yararlanılan ıslah yöntemleri arasında pedigri seleksiyonu, bulk, teksel tabla seleksiyonu ve geriye melezleme bulunmaktadır (Fick ve Miller, 1997). Saf hatlar, homojen özelliklere sahiptir, bu özellikler arasında bitki boyu, yaprak yapısı, tabla çapı, tane özellikleri, çimlenme oranı ve çimlenme gücü bulunmaktadır. Heterosis etkisi nedeniyle, saf hatlardan elde edilen melezler, ebeveynlerinden daha yüksek tane verimi, yüksek yağ oranı, bin tane ağırlığı ve düşük kabuk oranına sahiptir. Temel amaç, heterosis sayesinde açık döllenen melezlerden daha yüksek verim ve kalite elde etmektir (Kaya vd., 2011; Skorić, 2012). Bu amaçla istenilen özellikler dikkate alınarak oluşturulan B maintainer (devam ettirici) materyali melezleme yoluyla elde edilir. Ekim ve ıslah çalışmalarında çoğunlukla Pedigri yöntemi kullanılır. F2(K1) ıslah kademesinden itibaren seçilen tek bitkiler orobanş ve mildiyö inokülasyon testlerine alınarak dayanıklılar seçilir. Tane özelliklerine ve verimine göre tek bitkilere ayrıca seleksiyon yapılabilir.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Bu tez çalışmasında ABD Tarım Bakanlığından (USDA) elde edilen, tek ve çok senelik yabani *Helianthus* türleri, TTAE'den alınan CMS kaynaklar ve Birlik Tohum Islah üretim pazarlama Ltd. Şti. firmasında bulunan genetik materyal ile Trakya Üniversitesi Dünya Ayçiçeği Koleksiyon bahçesinde bulunan yabani ayçiçeği türlerinden yararlanılmıştır. Ayrıca Edirne meralarında yabancı ot olarak bulunan *Asteraceae* familyasında yer alan türler olan *Centaurea solstitialis, Cichorium intybus, Cichorium intybus subsp., Carduus acanthoides L*. bitkileri kullanılmıştır (Çizelge 3.1.).

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan yabani ayçiçeği türleri

PI	Taksonomi	Tip
664768	*Helianthus salicifolius*	Çok yıllık
649953	*Helianthus californicus*	Çok yıllık
613753	*Helianthus debilis subsp. Cucumerifolius*	Tek yıllık
435675	*Helianthus divaricatus*	Çok yıllık
468720	*Helianthus giganteus*	Çok yıllık
586889	*Helianthus grosseserratus*	Çok yıllık
547203	*Helianthus hirsutus*	Çok yıllık
468746	*Helianthus maximiliani*	Çok yıllık
435759	*Helianthus mollis*	Çok yıllık
592341	*Helianthus nuttallii*	Çok yıllık
597923	*Helianthus petiolaris*	Tek yıllık
664695	*Helianthus atrorubens*	Çok yıllık
468651	*Helianthus argophyllus*	Tek yıllık
664788	*Helianthus annuus*	Tek yıllık
357299	*Helianthus bolanderi*	Tek yıllık
--	*Helianthus petiolaris subsp. petiolaris*	Tek yıllık
--	*Centaurea solstitialis*	Tek yıllık
--	*Cichorium intybus*	Çok yıllık
--	*Cichorium intybus subsp.*	Çok yıllık
--	*Carduus acanthoides L.*	İki yıllık

3.1.1. Orobanş Tohumluk Materyali

Orobanş tohumluk materyali, Trakya bölgesi çevresinden farklı ekiliş alanlarından (Çizelge 3.2)'de belirtilen lokasyonlardan, toplanmış son ırkları içeren tohumlardan oluşmaktadır. Toplanan materyal örnekleri +4 °C 'de muhafaza edilmiştir (Şekil 3.1).

Çizelge 3.2.Orobanş tohumluğu toplanan lokasyonlar

No	Lokasyon Adı	Bağlı Bulunduğu İlçe- İl
1	Kocahıdır	Merkez-Kırklareli
2	Sütlüce	Pınarhisar-Kırklareli
3	Sofuhalil	Babaeski-Kırklareli
4	Lüleburgaz	Merkez -Kırklareli
5	Ürünlü	Merkez -Kırklareli
6	Hamitabat	Lüleburgaz-Kırklareli
7	Budakdoğanca	Merkez-Edirne
8	Ekmekçi	Merkez-Edirne
9	Habiller	Havsa-Edirne
10	Taşlımüsellim	Lalapaşa-Edirne
11	Keramettin köyü	Süloğlu-Edirne
12	Yeniköy	Uzunköprü-Edirne
13	Şarköy	Tekirdağ
14	Emiryakup	Hayrabolu-Tekirdağ
15	İbrice	Muratlı-Tekirdağ
16	Karaevli	Süleymanpaşa-Tekirdağ
17	Lahana Köyü	Hayrabolu-Tekirdağ



Şekil 3.1. Orobanş tohumu

3.1.2. Mildiyö Patojen Materyali

Hastalıklı bitki örnekleri, Trakya Bölgesindeki mildiyö epidemisi görülen ayçiçeği ekiliş alanlarından birçok farklı konumu içerir biçimde toplanmıştır, Ayçiçeğinin 8-10 yapraklı olduğu dönemde sürvey çalışmasına çıkılmıştır. Tespit edilen lokasyonlar ayçiçeği ekiliş alanları baz alınarak değerlendirilmiş ve bölge genelini kapsayacak şekilde, tarla sayısı ve büyüklüğü de dikkate alınarak ekim alanının en az

% 1 kadarını ihtiva etmesine dikkat edilerek, tesadüfi örnekleme yapılmıştır (Aktaş, 2001). Toplanan patojen örnekleri -20 °C'de muhafaza edilmiştir. (Çizelge 3.3)'de hastalıklı bitki örneklerinin toplandığı lokasyonlar gösterilmiştir (Şekil 3.2 , Şekil 3.3).

Çizelge 3.3. Mildiyö hastalık etmeni taşıyan bitkilerin toplandığı lokasyonlar

Lokasyon Adı	**Örnek Toplanan Tarla Sayısı**	**Tarla Başına Toplanan Örnek Sayısı**
Edirne-Merkez-Şirket arazisi	2	10
Edirne-Süloğlu-Hacıumur	3	10
Edirne-Süloğlu-Arpaç-Küküler	5	20
Edirne-Uzunköprü-Yeniköy	2	10
Edirne-Enez-Yenice	2	10
Edirne-Keşan	3	15
Kırklareli-Merkez-Kocahıdır	2	10
Kırklareli-Merkez-Dolhan	2	10
Kırklareli-Pınarhisar-Kaynarca	4	20
Kırklareli-Ahmetbey	2	10
Tekirdağ-Hayrabolu-Lahanaköy	2	10
Tekirdağ-Hayrabolu-Örey	5	20
Tekirdağ-Malkara-Evrenbey	4	10
Tekirdağ-Merkez-Karaevli köyü	2	10



Şekil 3.2. Toplanan mildiyö hastalıklı ayçiçeği yapraklarının kurutulması



Şekil 3.3. Kurutulmuş mildiyö hastalıklı ayçiçeği yapraklarının muhafazası

3.2. Yabani Tür Elde Edilmesi

Çalışma için temin edilen yabani ayçiçeği türlerine ait tohumlar küçük olduğundan ve doğrudan ekimlerde çimlenme sorunları olabileceğinden dolayı önce petri kaplarında çimlendirilmeye çalışılmıştır. Bunun için tohumların yüzeyi %8'lik NaOCl (Sodyum hipoklorit)'de 15 dakika bekletilerek steril edilmiş ve distile su ile yıkanmıştır. Distile su ile yıkanan tohumlar, daha önceden içerisine filtre kağıdı konulan petri kaplarına alınmıştır. Petri kaplarına 25 ppm olacak şekilde bitki büyüme düzenleyicisi eklenmiştir. Çimlendirme dolabında petri kaplarında 26℃'de 2 gün bekletilen tohumlar çimlenmeye başladığında, viyöllere aktarılmıştır (Şekil 3.4 ve Şekil 3.5).



Şekil 3.4. Çimlendirme için petri kaplarında yabani ayçiçeği tohumları



Şekil 3.5.Viyöllere aktarılmış ve vejetatif evreye ulaşmış yabani ayçiçekleri

Viyollerde çimlendirilerek, filizlendirilen ayçiçeği fideleri yeterli büyüklüğe ulaştıktan sonra saksılara ve tarlaya şaşırtılmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Saksılara şaşırtılan yabani ayçiçeği fidesi ve tarladaki görünümleri

3.3 Polen Toplama ve Melezleme

Seçilmiş olan polen toplanacak bitkiler R-4 evresinde izole edilmiştir. Çiçeklenme zamanına ulaşan türlerin polenleri toplanmış ve bekletilmeden, seçilen ayçiçeği hatlarına verilmiştir. Melezleme için hazır hale gelmemiş hatlara verilmek üzere polenlerin bir kısmı nem oluşumuna karşı korunacak biçimde ambalajlanarak soğutucuda -24°C'de muhafaza edilmiştir. Yabani ayçiçeği türlerinden polen toplama işleminde, yetiştirdiğimiz türler dışında, Trakya Üniversitesi Dünya Ayçiçeği Koleksiyon bahçesindeki yabani ayçiçeği türlerinden de yararlanılmıştır. *Asteraceae* familyasına ait diğer türlerden (hindiba, devedikeni) polen toplama işlemi Edirne bölgesi civarında yapılmıştır.

Yabani tür ile melezlenecek kültür ayçiçeği hatları yabani türlerin çiçeklenmesi ile çakışmaması için kademeli olarak (1'er hafta ara ile) ekilmiştir. Seçilen hatların R-4 evresinde tablalar izole edilerek dışarıdan polen taşınması engellenmiştir. Seçilen kültür ayçiçeği hatları çiçeklenme zamanında emasküle edilerek kısırlaştırılmıştır. Melezleme çalışmalarında kullanılan CMS ve emasküle edilen hatlar ana, yabani ayçiçeği ve *Asteraceae* familyasına ait diğer türler ise baba olarak kullanılmıştır. Seçilen hassas hatlarda melezleme yapılıp, tablalar, dışarıdan toz almaya ve kuş zararına karşı izolasyon amacıyla kumaş torba ile kapatılmış ve F1 nesli oluşturulmaya çalışılmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Emasküle edilen ayçiçeği ve tozlanan bitkilerin izolasyonu

3.4. Orobanş Dayanıklılık Testleri

Test edilecek F2 aşamasındaki ayçiçeği tohumların yüzeyi %8'lik NaOCl'de 15 dakika bekletilerek steril edilmiş ve distile su ile durulanmıştır. Distile su ile yıkanan tohumlar ekilmek üzere hazır hale getirilmiştir. Materyalin orobanşa dayanıklılığı,1/3 oranlarında kum, torf ve tınlı bahçe toprağı, 250 ml'lik plastik bardaklara doldurulup, 1-2 gr civarında orobanş tohumu bardağın alt yarısına gelecek biçimde katılarak, karıştırılıp ekimi yapılmış ardından iklim odasında 26 °C sıcaklıkta,12 saat gündüz,12 saat gece ve %60-65 nem içeren ortam oluşacak şekilde ayarlanarak büyümeye bırakılmıştır (Şekil 3.8 ve Şekil 3.9). Büyüme periyodu süresince yaklaşık 2 gün aralıklarla sulama yapılmıştır (Fernández-Martínez vd., 2000; Eizenberg, 2004; Pérez-Vich vd., 2004; Velasco, 2007).



Şekil 3.8. Orobanşlı ayçiçeği melezleri iklim odasında büyüme evresinde



Şekil 3.9. Orobanşlı ayçiçeği melezleri iklim odasında gelişme döneminde

Yapılan araştırmalarda orobanşın ayçiçeğinin primer köklerine tutunmasının, ekimden itibaren toprak sıcaklığına göre, 23-37 gün civarında sürdüğü (Demirci vd., 2003) kontrollü şartlarda, kökte ilk yumruların ise, 35 gün sonra görüldüğü belirlenmiştir (Eizenberg, 2004). Bu verilere istinaden, ekim zamanından 35 gün geçmesinin ardından bardaktaki bitkiler çıkarılıp, kökleri yıkanarak, köklerdeki orobanş yumruları sayılmıştır (Şekil 3.10).

Orobanşa dirençli-duyarlı bitkilerin belirlenmesi için yapılan sayımlar, Pustovoit metoduna göre değerlendirilmiştir. Bu yönteme göre, Frekans (**F**), İntensite (**İ**) ve Saldırı Derecesi (**SD**) değerleri hesaplanmıştır (Kaya, 2003; Vranceanu vd, 1980).

F = % Orobanşlı bitki sayısı

İ = Bir Orobanşlı bitkiye düşen orobanş sap sayısı.

SD= F x İ / 100 = Bir bitkiye düşen orobanş sap sayısı.

Frekans değeri % 0-10 ve SD değeri 0-1 arası olan bitkiler, orobanşa dayanıklı olarak kabul edilmiştir.



A



B

Şekil 3.10. Köklerde orobanş yumrusu yok (A) Köklerde orobanş yumrusu var (B**)**

3.5. Mildiyö Dayanıklılık Testleri

Saf su içerisinde hastalıklı bitki yapraklarından fırça ile süpürülen hastalık sporlarının yoğunluğu, mikroskop ve thoma lamı kullanılarak belirlenmiştir. Spor yoğunluğu 30.000 sporangium/ml düzeyinde olan, bu spor süspansiyonu inokülasyon işleminde kullanılmıştır (Evci vd., 2011; Gulya vd., 1991; Gulya vd., 1998; Viranyi vd., 1991).

İlk olarak test edilecek ayçiçeği tohumlarının yüzeyi steril edilmiş ve saf su ile durulanmıştır. Ardından tohumlar, havlu kâğıt içine yerleştirilerek, rulo şeklinde sarılmış ve tohumların bulunduğu uç hafifçe nemlendirilmiştir. Tohumlar çimlenmek üzere kumlu toprak içine dizilerek, çimlendirme kabininde +26 °C sıcaklıkta ve karanlık bir ortamda 3-4 gün bekletilmiştir. Çimlenen tohumların kökçük uzunluğunun 0,5-1 cm arasında olmasına özen gösterilmiştir. Seçilen bu tohumlar, önceden hazırlanan petri kaplarındaki spor solüsyonuna hastalığın bulaştırılması için konulmuş ve +15 °C sıcaklıkta yaklaşık 4 saat bekletilmiştir. Daha sonra tohumlar steril edilmiş kum ve perlit karışımından oluşan plastik bardaklara ekilmiştir. Ortam sıcaklığı +26 °C'ye ayarlanmış ve 12 saat aydınlık, 12 saat karanlık olacak şekilde kontrollü şartlarda büyütülmüştür.

Hastalık bulaştırılmış bitkilerin ilk gerçek yaprakları 2-3 mm büyüklüğe ulaştığında, saksıların ve bitkilerin üzeri hava geçirmeyecek şekilde şeffaf naylon poşet ile kapatılmıştır. Bu kapatma işlemi, bitki büyüme ortamında %100 nem oluşması amacıyla gerçekleştirilmiştir. Kapatılan bitkiler +15 °C'de 24-48 saat bırakılarak hassasların kotiledon yapraklarında beyaz renkte sporlar gözlemlenmiştir.

İnokülasyon değerlendirilmesinde kotiledon testi uygulanmış olup, testlerde tüm mildiyö ırklarına hassas HA-89 hattı kullanılmıştır (Şekil 3.11, 3.12, 3.13, 3.14, 3.15,3.16).



Şekil 3.11. Çimlendirme kabinine dizilen tohumların bazıları



Şekil 3.12. Çimlenen tohumlar su ve oospor solüsyonu içeren petri kaplarında



Şekil 3.13. Mildiyö bulaştırılmış tohumların bardaklara ekimi



Şekil 3.14. Büyüme ortamında %100 nem oluşması için kapatılma işlemi



Şekil 3.15. Mildiyö bulaştırılmış ayçiçeği bitkileri



Şekil 3.16. Mildiyö bulaşmış ayçiçeği kotiledon yaprakları

F2 nesli yağ içeriği ölçümleri 0,28T, 11 Mhz özellikteki SLK 200 NMR cihazı ile yapılmıştır (Şekil 3.17). Cihaz, yağ ölçümleri gaz kromatografıyla belirlenen 10 adet farklı yağ oranındaki örneklemeler kullanılarak 25°C'de kalibre edilip yağ ölçümüne hazır hale getirilmiştir. Ölçümü yapılacak numune yabancı maddelerden temizlenerek ortam sıcaklığına ulaşana kadar bekletilmiştir. Yağ ölçümüne hazır hale gelen numune 27 mm^3 hacimdeki tüp içine konularak ağırlığı belirlendikten sonra ölçülmüştür. Yağ ölçüm işlemi, numune miktarına göre 3-4 kez yapılarak ortalama değer kayıt edilmiştir. Ayrıca çalışma öncesinde seçilen ana hatların yağ oranları da, ölçülmüş olup %32,26-40,21 arasında bulunmuştur. Yağ oranı ortalamaları (Çizelge 3.4)'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.4. Hassas hatların yağ oranları

Hassas Hat	Ortalama Yağ Oranı%
Hassas maintainer-1	38,26
Hassas maintainer-2	39,00
Hassas CMS-1	36,54
Hassas CMS-2	40,21
Hassas CMS-3	40,10
Hassas IMI-069-A	34,10
Hassas IMI-078-A	36,70



Şekil 3.17. Yağ ölçümünde kullanılan NMR cihazı

BÖLÜM 4

SONUÇLAR

Materyal ve Metot bölümünde anlatıldığı üzere, melezleme işlemleri çalışmanın başlangıcından önceki yıl yapılmış, F1 dölü kendilenmiş ve F2 dölü elde edilmiştir. F2 jenerasyonu çalışma kapsamında ekilmiş ve tek bitkiler seçilmiştir. Genetik olarak açılma gösteren ve seçilen tek bitkilerin tohumları hasat sonrasında analiz edilmiş ve hastalık testlerine alınmıştır. Bazı yabani ayçiçeği türleri (*Helianthus maximiliani, Helianthus mollis, Helianthus nuttallii, Helianthus debilis, Helianthus californicus)* melezlemeler başarısız olduğundan, bazılarında ise çimlenme olmadığından dolayı sonuç alınamamıştır ve değerlendirme dışı bırakılmıştır. Mildiyö testlerinde bir bardağa 10 adet bitki ekilmesine gayret gösterilmiş ve kotiledon yaprakları çıkan toplam bitki sayısı, enfekte olmuş bitki sayısına oranlanarak, mildiyö dayanımı tespit edilmiştir. Orobanş testleri bardaklara ekilen iki bitki üzerinden değerlendirilmiş, her bitkinin köklerindeki orobanş yumruları sayılıp kayıt edilerek, bu sonuçlara istinaden, Pustovoit yöntemine göre SD (Saldırganlık Derecesi) değerleri hesaplanmış 0-1 arasında olanlar dayanıklı kabul edilmiştir. Tüm testlerde kontrol grubu olarak orobanş ve ayçiçeği mildiyösüne hassas hatlar kullanılmıştır.

Sarı çiçekli çakır dikeni(*Centaurea solstitialis)* ile yapılan melezlerin kendilenmesinden edinilen, F2 neslinden seçilen 8 melez bitkinin 3'ünde çimlenme olmamış, 5 bitkinin SD değerleri 0-1 arasında olup orobanş parazitine dayanıklı oldukları sonucuna varılmıştır. Mildiyö hastalık test sonuçlarında ise, 8 melez bitkinin 2'si enfekte olmadığından dayanıklı olduğu kabul edilmiştir. Yapılan melezlerin yağ içeriği ölçüldüğünde, 8 melez bitkiden 5'i ortalama %44,39-%46,50 arasında,1 melez bitkide ise % 50,50 değerinde yüksek yağ oranları bulunmuştur. Bulgulara ait sonuçlar, (Çizelge 4.1)'de ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. *Centaurea solstitialis* melezi orobanş ve mildiyö test sonuçları

Yabani Melez No	Melez Kombinasyonu	Yağ oranı %	Orobanş test sonucu	Mildiyö test sonucu	
				Test Edilen Bitki Sayısı	Hasta Bitki Sayısı
Sıra No:3 Bitki-5	Hassas Maintainer-1×*Centaurea solstitialis*	41,30	SD:1	Çimlenme Yok	
Sıra No:3 Bitki-4	Hassas Maintainer-1×*Centaurea solstitialis*	46,15	Çimlenme Yok	Çimlenme Yok	
Sıra No:3 Bitki-1	Hassas Maintainer-1×*Centaurea solstitialis*	46,58	SD:1	Çimlenme Yok	
Sıra No:3 Bitki-2	Hassas Maintainer-1×*Centaurea solstitialis*	35,80	SD:0	Çimlenme Yok	
Sıra No:26 Bitki-1	Hassas CMS-1×*Centaurea solstitialis*	44,39	Çimlenme Yok	10	0
Sıra No:26 Bitki-2	Hassas CMS-1×*Centaurea solstitialis*	44,49	SD:1	9	0
Sıra No:27 Bitki-1	Hassas CMS-2 ×*Centaurea solstitialis*	44,90	SD:0	10	2
Sıra No:27 Bitki-2	Hassas CMS-2×*Centaurea solstitialis*	50,50	Çimlenme Yok	10	6

Mor çiçekli hindiba ile yapılan melezlerin kendilenmesinden edinilen F2 neslinden seçilen 9 melez bitkinin 1'inde çimlenme olmamış, 7 bitkinin SD değerleri 0-1 arasında olup orobanş parazitine dayanıklı, 1 bitkinin SD değeri 5 olduğundan orobanşa hassas olduğu sonucuna varılmıştır. Mildiyö hastalık test sonuçlarında ise, 9 melez bitkinin 4'ünde çimlenme olmamış, 3 bitki enfekte olmadığından dayanıklı olduğu öngörülmüştür. Yapılan melezlerin yağ içeriği ölçüldüğünde, 9 melez bitkiden 1'i %43,20 ile diğerleri ise, %27,20-%38,00 arasında, ana hat ortalama değerlerine yakın ölçülmüştür. Bulgulara ait sonuçlar, (Çizelge 4.2)'de ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. C*ichorium intybus* melezi orobanş ve mildiyö test sonuçları

Yabani Melez No	Melez Kombinasyonu	Yağ oranı %	Orobanş test sonucu	Mildiyö test sonucu	
				Test Edilen Bitki Sayısı	Hasta Bitki Sayısı
Sıra No:8 Bitki-2	Hassas maintainer-2×C*ichorium intybus*	36,50	Çimlenme Yok	8	0
Sıra No:8 Bitki-3	Hassas maintainer-2×C*ichorium intybus*	38,00	SD:0	Çimlenme Yok	
Sıra No:8 Bitki-4	Hassas maintainer-2×C*ichorium intybus*	40,70	SD:1	Çimlenme Yok	
Sıra No:8 Bitki-5	Hassas maintainer-2×C*ichorium intybus*	35,80	SD:5	Çimlenme Yok	
Sıra No:9 Bitki-3	Hassas maintainer-1 ×*cichoirum intybus*	33,35	SD:0	10	3
Sıra No:9 Bitki-2	Hassas maintainer-1 ×*cichorium intybus*	31,85	SD:1	10	5
Sıra No:9 Bitki-4	Hassas maintainer-1 ×*cichorium intybus*	27,20	SD:0	Çimlenme Yok	
Sıra No:28 Bitki-4	Hassas maintainer-1 ×*cichorium intybus*	43,20	SD:1	10	0
Sıra No:28 Bitki-3	Hassas maintainer-1 ×*cichorium intybus*	38,18	SD:1	10	0

Mor çiçekli hindiba (farklı tip) (*Cichorium intybus subsp.*) kendilenmesinden edinilen F2 neslinden seçilen 3 melez bitkinin tamamında, SD değerleri 0 bulunmuş olup, tüm melez bitkiler orobanş parazitine dayanıklı olarak değerlendirilmiştir. Mildiyö testinde çimlenme olmadığından sonuçlar değerlendirilememiştir. Bu üç bitkinin %41,10-%42,50 arasında ölçülen yağ oranları ana hat ortalamasının üzerinde bulunmuştur. Bulgulara ait sonuçlar, (Çizelge 4.3)'de ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. *Cichorium intybus subsp.* melezi orobanş ve mildiyö test sonuçları

Yabani Melez No	Melez Kombinasyonu	Yağ oranı %	Orobanş test sonucu	Mildiyö test sonucu	
				Test Edilen Bitki Sayısı	Hasta Bitki Sayısı
Sıra No:30 Bitki-5	Hassas maintainer-1×*Cichorium intybus subsp.*	42,50	SD:0	Çimlenme Yok	
Sıra No:30 Bitki-1	Hassas maintainer-1×*Cichorium intybus subsp.*	41,30	SD:0	Çimlenme Yok	
Sıra No:30 Bitki-2	Hassas maintainer-1×*Cichorium intybus subsp.*	41,10	SD:0	Çimlenme Yok	

Helianthus argophyllus ile yapılan türler arası melez kombinasyonlarının kendilenmesiyle elde edilen F2 jenerasyonundan seçilen 11 melez bitkiden 5 adet melez bitkinin orobanş dirençleri çimlenme olmadığından belirlenememiştir. Diğer 4 bitkinin SD değerleri 0-1 arasında hesaplanmış ve orobanş parazitine dirençli oldukları değerlendirilmiştir, bir bitki ise SD değeri 2 olması nedeniyle hassas kabul edilmektedir. Mildiyö testinin sonuçlarında 1 bitkinin dayanıklı olduğu gözlenirken, diğer 4 melez F2 neslinde ise toplam bitki/hasta bitki oranın 10/3 olduğu gözlenmiştir. *H.argophyllus* ile yapılan melez çalışmasında %36,2-%51,8 arasında yüksek yağ oranlarına sahip tek bitkiler elde edilmiştir. Hassas CMS-1×*H.argophylus* melezlerinde 1 bitkide %51,80 oranında yüksek yağ değeri ölçülmüştür. Bulgulara ait sonuçlar, (Çizelge 4.4)'de detaylı biçimde gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. *Helianthus argophylus* melezi orobanş ve mildiyö test sonuçları

Yabani Melez No	Melez Kombinasyonu	Yağ oranı %	Orobanş test sonucu	Mildiyö test sonucu	
				Test Edilen Bitki Sayısı	Hasta Bitki Sayısı
Sıra No:31 Bitki-2	IMI 069-A×*H. Argophyllus*	46,90	Çimlenme Yok	10	3
Sıra No:31 Bitki-4	IMI 069-A ×*H. Argophyllus*	45,00	SD:1	Çimlenme Yok	
Sıra No:31 Bitki-5	IMI 069-A ×*H. Argophyllus*	46,20	Çimlenme Yok	Çimlenme Yok	
Sıra No:10 Bitki-2	Hassas CMS-1×*H.argophyllus*	51,80	SD:1	Çimlenme Yok	
Sıra No:10 Bitki-1	Hassas CMS-1×*H.argophyllus*	45,77	SD:1	Çimlenme Yok	
Sıra No:11 Bitki-4	Hassas CMS-1 ×*H. argophyllus*	40,60	SD:0	10	3
Sıra No:11 Bitki-2	Hassas CMS-1 ×*H.* a*rgophyllus*	44,60	Çimlenme Yok	10	3
Sıra No:1 Bitki-3	Hassas CMS-1×(Hassas IMI-078-A ×*H. argophyllus*)	44,60	SD:1	Çimlenme Yok	
Sıra No:2 Bitki-1	Hassas CMS-1×(Hassas IMI-078-A ×*H. argophyllus*)	36,80	Çimlenme Yok	10	2
Sıra No:2 Bitki-2	Hassas CMS-1×(Hassas IMI-078-A ×*H. argophyllus*)	43,89	SD:2	10	0
Sıra No:2 Bitki-3	Hassas CMS-1×(Hassas IMI-078-A ×*H. argophyllus*)	36,20	Çimlenme Yok	10	4

Helianthus bolanderi ile yapılan türler arası melezlerinin F2 jenerasyonundan seçilen yedi melez bitkiden altısının SD değerleri 0-1 arasında hesaplanmasından dolayı orobanş parazitine dayanıklı oldukları kabul edilmektedir. Mildiyö testinin sonuçlarında 1 bitki 10/2 oranında enfekte olmuş diğerlerinde çimlenme olmadığından gözlem yapılamamıştır. Bu nedenle *H.bolanderi* melezleri mildiyö dayanımı yönünden sağlıklı değerlendirilememiştir. HassasMaintainer-1×*H. bolanderi* melezlerinin F2 neslinde %38-%46 arasında yağ oranları ölçülmüştür. Bu melezlerden iki bitkinin yağ oranları ana hat ortalamasının %20 kadar üzerinde bulunmuştur. Bulgulara ait sonuçlar, (Çizelge 4.5)'te ayrıntılı şekilde gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. *Helianthus bolanderi* melezi orobanş ve mildiyö test sonuçları

Yabani Melez No	Melez Kombinasyonu	Yağ oranı %	Orobanş test sonucu	Mildiyö test sonucu	
				Test Edilen Bitki Sayısı	Hasta Bitki Sayısı
Sıra No:6 Bitki-2	Hassas maintainer-1×*H. bolanderi*	38,90	SD:1	10	2
Sıra No:7 Bitki-1	Hassas maintainer-1×*H. bolanderi*	41,98	Çimlenme Yok	Çimlenme Yok	
Sıra No:7 Bitki-3	Hassas maintainer-1×*H. bolanderi*	39,00	SD:1	Çimlenme Yok	
Sıra No:7 Bitki-2	Hassas maintainer-1×*H. bolanderi*	39,00	SD:1	Çimlenme Yok	
Sıra No:15 Bitki-1	Hassas maintainer-1×*H. bolanderi*	46,00	SD:1	Çimlenme Yok	
Sıra No:15 Bitki-2	Hassas maintainer-1×*H. bolanderi*	45,60	SD:1	Çimlenme Yok	
Sıra No:15 Bitki-4	Hassas maintainer-1×*H. bolanderi*	42,30	SD:1	Çimlenme Yok	

Mor çiçekli deve dikeni (saka dikeni) ile yapılan melezlerin F2 neslinde çimlenen bitkilerde mildiyö hastalığına dayanıklılık gözlenmemiştir. Orobanş test sonuçlarında köklerin hiçbirinde orobanş nodülü görülmemiştir. SD değeri 0 olarak hesaplandığından çimlenen tüm bitkilerin orobanş parazitine dayanıklı olduğu öngörülmüştür. Bu interjenerik melezlemenin F2 jenerasyonunda %47,7 ile %54 arasında yüksek yağ içeriği ölçülmesi dikkati çekmiştir. Bulgulara ait değerler, (Çizelge 4.6)'da detaylı biçimde gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. *Carduus acanthoides L.* melezi orobanş ve mildiyö test sonuçları

Yabani Melez No	Melez Kombinasyonu	Yağ oranı%	Orobanş test sonucu	Mildiyö test sonucu	
				Test Edilen Bitki Sayısı	Hasta Bitki Sayısı
Sıra No:19 Bitki-3	IMI-CMS-1×*Carduus acanthoides L.*	47,57	SD:0	10	7
Sıra No:20 Bitki-2	IMI-CMS-2×*Carduus acanthoides L.*	50,40	SD:0	10	8
Sıra No:20 Bitki-5	IMI-CMS-2×*Carduus acanthoides L.*	51,88	SD:0	Çimlenme Yok	
Sıra No:20 Bitki-1	IMI-CMS-2×*Carduus acanthoides L.*	54,00	SD:0	Çimlenme Yok	
Sıra No:24 Bitki-1	IMI-CMS-3×*Carduus acanthoides L.*	52,10	Çimlenme Yok	Çimlenme Yok	

Helianthus annuus ve Hassas IMI-CMS-2 ile yapılan türler arası melez, kendilenerek F2 aşamasına getirilmiştir. Kendilenmiş F2 bitkilerinden seçilen tek bitkiler laboratuvar koşullarında orobanş ve mildiyö testlerine alınmıştır. Ayrıca NMR cihazı yardımıyla yağ oranları belirlenmiştir. Sonuç olarak (Çizelge 4.7)'de görüldüğü gibi; yağ oranları %43,45-%51,10 arasında ölçülen yüksek yağ içeriğine sahip tek bitkiler elde edilmiştir. Değerlendirilebilen bir bitkinin orobanşa dayanıklı olduğu gözlenmiştir. ve bu melezlerin F2 neslinde Trakya bölgesinde yaygın olarak bulunan mildiyö ırklarına dayanıklı ve toleranslı tek bitkiler olduğu öngörülmektedir.

Çizelge 4.7. *Helianthus annuus* melezi orobanş ve mildiyö test sonuçları

Yabani Melez No	Melez Kombinasyonu	Yağ oranı %	Orobanş test sonucu	Mildiyö test sonucu	
				Test Edilen Bitki Sayısı	Hasta Bitki Sayısı
Sıra No:12 Bitki-1	IMI-CMS-2 ×*H.annuus*	45,50	SD:1	Çimlenme Yok	
Sıra No:12 Bitki-2	IMI-CMS-2 ×*H.annuus*	51,10	Çimlenme Yok	10	1
Sıra No:12 Bitki-3	IMI-CMS-2 ×*H.annuus*	48,00	Çimlenme Yok	10	3
Sıra No:12 Bitki-4	IMI-CMS-2 ×*H.annuus*	43,45	Çimlenme Yok	10	0

Helianthus grosseserratus ile yapılan melezlerin F2 neslinde iki bitkide 0 ve 1 olarak hesaplanan SD değerleri orobanş parazitine dayanımı göstermektedir. Mildiyö hastalık testinden alınan sonuçlarda bir bitkide hastalığa dayanıklılık gözlenmiştir. İnokülasyon testlerinden alınan sonuçlar ile melezlerin yağ oranları (Çizelge 4.8)'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8. *Helianthus. grosseserratus* melezi orobanş ve mildiyö test sonuçları

Yabani Melez No	Melez Kombinasyonu	Yağ oranı %	Orobanş test sonucu	Mildiyö test sonucu	
				Test Edilen Bitki Sayısı	Hasta Bitki Sayısı
Sıra No:13 Bitki-1	IMI-CMS-1 ×*H. grosseserratus*	51,34	SD:0	10	0
Sıra No:13 Bitki-2	IMI-CMS-1 ×*H. grosseserratus*	45,58	SD:1	Çimlenme Yok	

H. petiolaris ile yapılan melezlerin F2 neslinde üç bitki seçilmiş orobanş ve mildiyö hastalık testleri uygulanan bitkilerin tamamında orobanş parzitine dayanıklılık bulunmuştur. İki bitkinin köklerinde orobanş yumrusu gözlenmezken SD 0 olarak hesaplanmıştır. Bir melezde fungal gelişme gözlenmemiş mildiyöye çok dayanıklı olarak değerlendirilmiştir. Melezlerin yağ oranlarıda ebeveyn ortalamalarından yüksek ölçülmüştür. Bulguların analizi (Çizelge 4.9)'da ayrıntılı verilmiştir.

Çizelge 4.9. *Helianthus petiolaris* melezi orobanş ve mildiyö test sonuçları

Yabani Melez No	Melez Kombinasyonu	Yağ oranı %	Orobanş test sonucu	Mildiyö test sonucu	
				Test Edilen Bitki Sayısı	Hasta Bitki Sayısı
Sıra No:16 Bitki-2	Hassas maintainer -1*x* *H. petiolaris*	44,30	SD:1	10	0
Sıra No:16 Bitki-3	Hassas maintainer -1x *H. petiolaris*	45,00	SD:0	Çimlenme yok	
Sıra No:17 Bitki-3	Hassas maintainer -1x *H. petiolaris*	45,66	SD:0	Çimlenme yok	

H.Petiolaris subsp. Petiolaris ve Hassas maintainer -1 ile yapılan türler arası melez, kendilenerek F2 aşamasına getirilmiştir. Kendilenmiş F2 bitkilerinden seçilen tek bitkiler laboratuvar koşullarında orobanş ve mildiyö testlerine alınmıştır. Testlerin sonuçlarına göre, seçilen 4 bitkiden birinde orobanş yumrusu görülmemiştir. SD değeri 0 hesaplanmıştır. 3 bitkide ise SD 1, değerini almıştır. SD değeri 0-1 arasında olan bitkiler orobanşa dayanıklı kabul edilmektedir. Mildiyö hastalığına bir bitkide fungal gelişme tespit edilmediğinden çok dayanıklı olduğu öngörülmüştür. Melezlerin yağ oranlarında ebeveyn hat ortalamasının %30 kadar üzerinde olan iki bitki mevcuttur. Bulguların detayı (Çizelge 4.10)'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. *Helianthus petiolaris subsp. petiolaris* melezi orobanş ve mildiyö test sonuçları

Yabani Melez No	Melez Kombinasyonu	Yağ oranı %	Orobanş test sonucu	Mildiyö test sonucu	
				Test Edilen Bitki Sayısı	Hasta Bitki Sayısı
Sıra No:18 Bitki-4	Hassas maintainer-1× *H. petiolaris subsp. Petiolaris*	42,49	SD:1	9	0
Sıra No:18 Bitki-1	Hassas maintainer -1× *H. petiolaris subsp. Petiolaris*	52,99	SD:1	10	1
Sıra No:18 Bitki-2	Hassas maintainer -1× *H. petiolaris subsp. petiolaris*	49,43	SD:0	Çimlenme yok	
Sıra No:18 Bitki-3	Hassas maintainer -1× *H. petiolaris subsp. petiolaris*	44,38	SD:1	8	3

H. atrorubens ile yapılan melezlerden elde edilen tek bitkinin orobanş parazitine ve mildiyö hastalığına dirençli olduğu gözlenmiştir. Yağ oranı ana hat ortalamasının %25 kadar üzerinde ölçülmüştür. Bulgular (Çizelge 4.11)'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.11. *Helianthus atrorubens* melezi orobanş ve mildiyö test sonuçları

Yabani Melez No	**Melez Kombinasyonu**	**Yağ oranı %**	**Orobanş test sonucu**	**Mildiyö test sonucu**	
				Test Edilen Bitki Sayısı	**Hasta Bitki Sayısı**
SıraNo:23 Bitki-2	IMI-CMS-1*xH. Atrorubens*	46,5	SD:1	10	2

BÖLÜM 5

TARTIŞMA

Çalışmamızın başlıca amacı, yabani ayçiçeği türlerini ve *Asteraceae* familyasından seçilen bazı türleri, melezlemelerde kullanarak, bu türler ve cinsler arası melezlerden en önemli ayçiçeği hastalığı olan mildiyö ve en zararlı parazit yabancı ot olan orobanşa karşı dayanıklılık sağlamak ve yağ oranı gibi bazı kalite özelliklerini arttırabilmektir. Bu amaçla çalışma kapsamında 7 adet yabani tür ve 4 adet *Asteraceae* familyasından türler ile ıslah programımızda kullanılan 4 adet CMS, 2 adet maintainer hatları arasında melez kombinasyonları oluşturulmuştur. Melezlerin kendilenmesiyle elde edilen F2 nesillerinden, orobanş ve mildiyö hastalığına dayanıklı ve yüksek yağ içerine sahip olanlar seçilmeye çalışılmıştır.

Ülkemiz bitkisel yağ üretimi, iç talebi karşılamak için yeterli değildir. TÜİK 2021 verilerine göre iç talebi karşılama oranı %62 civarındadır. Oluşan açık, ithalat yoluyla karşılanmakta ve cari açık artışına neden olmaktadır. Bu nedenle ülkemizde ayçiçeği üretiminin artması önem arz etmektedir. Ayçiçeği üretiminin artması verim ve kalite kayıplarının en aza indirilmesiyle mümkündür. Bu sebeple ayçiçeğinde yüksek oranda verim ve kalite kayıplarına neden olan biyotik faktörlere dayanıklı çeşitler geliştirilmesi gerekmektedir. Bu faktörlerin başında orobanş paraziti ve mildiyö hastalığı gelmektedir. Trakya bölgesinde yaygın olarak yetiştirilen ayçiçeği geçmiş yıllarda bölgede görülen orobanş ve mildiyö ırklarına dayanıklılık veya yüksek tolerans göstermekteydi; Ancak son yıllarda Trakya bölgesinde mildiyö hastalığında artış gözlendiğinden, bölgede mildiyö hastalığına ait yeni ırkların geliştiği sonucuna varılmış, 2020 yılında ırk ayırıcı set ile yapılan çalışmalar bu sonucu desteklemiştir (Kılıç, 2020).

Orobanş parazitinde son dönemlerde Or genlerince kontrol edilemeyen yeni bir ırk, G ırkı ortaya çıkmıştır (Molinero-Ruiz vd. 2015). Sonrasında daha virülent ırk olan H (Rîşnoveanu vd., 2016) ile birlikte Trakya'da Şahinköy bölgesinde görülen ve diğer ırklardan farklı bir enfeksiyon modeli sergilediğinden I ırkı olarak adlandırılan orobanş türü tespit edilmiştir (Yonet vd., 2018).

Bu çalışmada, son yıllarda Trakya bölgesinde yaygınlaşan yeni ırklara karşı dayanıklı çeşitler elde edilmeye çalışılmış, bu kapsamda yabani ayçiçeği türlerinin hastalıklara dayanıklılık ve yağ miktarının arttırılması amacıyla ayçiçeği ıslah çalışmalarında kullanılma olanakları araştırılmıştır.

Çalışmamız neticesinde toplam 57 F2 melezine orobanş ve mildiyö testi uygulanmıştır. Bu melez bitkilerden orobanş test sonucu alınan 41 tanesi orobanş parazitine dayanıklıdır. 17 adet bitkide SD değeri 0 olurken 24 tanesinde SD değeri 1 olmuştur. Mildiyö hastalığı test sonucu değerlendirilebilen 28 bitkiden 10 tanesinde hasta melez bitki gözlenmemiş mildiyö hastalığına çok dayanıklı oldukları öngörülmüştür. 2 melez bitkide 1 hasta bitki, 2 melez bitkide 2 hasta bitki, 6 melez bitkide de 3 hasta bitki tespit edilmiştir. Orobanş parazitine hassas bitki sayısı 2 bitki olurken, Mildiyö hastalığına hassas 8 bitki tespit edilmiştir. Farklı türle yapılan 5 melez bitkide %50'nin üzerinde ya oranı ölçülmüştür. *Carduus acanthoides L.* İle yapılan 5 melez bitkide de yağ oranı yüksek ölçülmüş, en yüksek ölçümün %54 olduğu gözlenmiştir.

Centaurea solstitialis ile yapılan melezde yüksek yağ oranına sahip tek bitkiler elde edilmiştir. Ayrıca orobanşa dayanıklılık testlerinde köklerinde orobanş nodülü bulunmayan, SD değeri 0 hesaplanmış olan tek bitkiler elde edilmiştir. Mildiyö testlerinde bölgeden toplanan mildiyö ırk karışımına karşı fungal gelişme göstermeyen çok dayanıklı tek bitkiler elde edilmiştir. Bu bitkiler içinde, yüksek yağ oranına sahip, olan bitkiler mevcuttur.

Cichorium intybus ile yapılan melezde orobanşa dayanıklılık testlerinde saldırı derecesi 0 olan tek bitkiler elde edilmiştir. Hipokotil ve kotiledonlarda fungal etken izlenmeyen mildiyöye çok dayanıklı tek bitkiler bulunmuştur. Ayrıca hem orobanşa hem de mildiyö hastalığına dayanıklı veya yüksek derecede toleranslı bitkiler elde

edilmiştir. Elde edilen bu bitkiler, orobanşın yeni ırklarına ve mevcut mildiyö ırklarına dayanıklı ayçiçeği hat elde etme çalışmalarında başarı ile kullanılabilir.

Mor çiçekli hindiba (farklı tip) (*Cichorium intybus subsp.*) ile yapılan melezde orobanşa dayanıklılık testlerinde saldırı derecesi 0 olan tek bitkiler elde edilmiştir. Bu üç bitkinin hiçbirinde köklerde orobanş yumrusu saptanmamıştır. Dolayısıyla bu bitkilerin orobanşın bölge ırklarına güçlü dayanıklılık gösterdiği düşünülmüştür.

Helianthus argophyllus ile yapılan melezlerin orobanş parazitine dayanıklılık testlerinde saldırı derecesi 1 ve 0 olan tek bitkiler elde edilmiştir. Melez bitkilerin yağ oranı ana hatların üzerindedir. Bir bitkide %51,80 yağ oranı ölçülmüştür. Çok yıllık bazı yabani türler ile tek yıllık yabani türlerden olan *H.argophyllus'* un orobanş parazitinin F ırkına direnç gösterdiği bildirilmiştir (Fernández-Martínez vd., 2000). Bizim çalışmamızda da *H. argophyllus* ile yapılan melezlerde orobanş parazitine dayanıklı tek bitkiler mevcut olduğundan, önceki çalışmalarla uyumlu olduğu görülmüştür.

H. argophyllus, H. annuus, H. petiolaris, H. bolanderi, mildiyö hastalığına karşı direnç gösterdiği belirlenmiştir (Imerovski vd., 2014; Kaya vd., 2016; Qi vd., 2016; 2019). *PlArg* dirençli genini taşıyan ve bilinen ırklara dayanıklı olan RHA 419 ve RHA 420 USDA hatlarının *H.argophyllus* türünden geliştirildiği bilinmektedir. Çalışmamızda yukarıda belirtilen tek ve çok yıllık yabani melezlerinin mildiyö testlerinde bölgeden toplanan mildiyö ırk karışımına karşı dayanıklı bulunan tek bitkiler elde edilmiş olup, yapılan geçmiş çalışmalarla uyumlu olduğu gözlenmiştir. Elde edilen bu bitkiler, yüksek yağ oranına sahip, orobanşın yeni ırklarına ve mevcut mildiyö ırklarına dayanıklı ayçiçeği hat elde etme çalışmalarında değerlendirilebilir.

Helianthus bolanderi ile yapılan melezde yüksek yağ oranına sahip tek bitkiler elde edilmiştir. Ayrıca orobanşa dayanıklılık testlerinde saldırı derecesi 1 ve 0 olan tek bitkiler elde edilmiştir. Orobanş testleri bölgeden toplandığından yeni ırkları içermektedir. Dolayısıyla bu bitkiler orobanşın yeni ırklarına dayanıklıdır. Elde edilen bu bitkiler, yüksek yağ oranına sahip, orobanşın yeni ırklarına dayanıklı ayçiçeği hat elde etme çalışmalarında başarı ile kullanılabilir. Son dönemlerde yapılan bir çalışmada *H.bolanderi ve* kültür hatları arasında uygulanan melezlemelerden mildiyö ve orobanş parazitine %100 dayanıklı hibritler elde edildiği bildirilmiştir (Christov, 2013).

H.bolanderi türünün mildiyö hastalığına karşı direnç gösterdiği önceki çalışmalardan bilinmektedir (Imerovski vd., 2014; Kaya vd., 2016; Qi vd., 2016; 2019). Bizim çalışmamızda *H.bolanderi* ile yapılan melezlerden elde edilen hatların inokülasyon testlerinde çimlenme tek bir bitkide gerçekleşmiş ve bu bitkide mildiyö dayanımının olduğu gözlenmiştir.

Carduus acanthoides L. ile yapılan melezde çok yüksek yağ oranına %54 sahip, köklerinde orobanş yumrusu sayılamayan, SD değeri 0 olan bir bitki gözlenmiştir. Diğer bitkilerinde saldırı derecesi 0 olarak hesaplandığından orobanş parazitine dirençli tek bitkiler elde edilmiştir. Elde edilen tüm melezlerin yağ içeriği ana olarak kullanılan CMS hatlarının %25-30 üzerinde ölçülmesi, elde edilen bu melezlerden yağ içeriğini iyileştirmek amacıyla yaralanılarak, orobanşın yeni ırklarına dayanıklı ve yüksek yağ içeriğine sahip ayçiçeği hatları elde etme çalışmalarında başarı sağlanabilir. Christov yaptığı çalışmada, *C.acanthoides L*. ile melezlediği kültür ayçiçeklerinde mildiyö hastalığına dayanıklı ve yüksek yağ içeriği olan hatlar elde etmiştir (Christov, 2013). Bizim çalışmamızda, mildiyö sonucu alınabilen 2 bitkide direnç gözlenmemiştir. Ancak orobanşa dayanıklılık test sonucu alınan tüm bitkilerde mevcuttur. Yüksek yağ içeriği ise yapılan çalışmayla uyumluluk göstermektedir.

Helianthus annuus ile yapılan melezde yüksek yağ oranına sahip tek bitkiler elde edilmiştir. Ayrıca orabanşa dayanıklılık testlerinde saldırı derecesi 1 ve 0 olan tek bitkiler elde edilmiştir. Orobanş testleri bölgeden toplandığından yeni ırkları içermektedir. Dolayısıyla bu bitkiler orobanşın yeni ırklarına dayanıklıdır. *Helianthus annuus* türünde *Pl6* dayanıklılık geninin bulunduğu ve bu türden aktarılan genlerle HA-335 ve HA-336 USDA hatlarının geliştirildiği bilinmektedir (Imerovski vd., 2014; Kaya vd., 2016; Qi vd., 2016; 2019). Bu çalışmada da *Helianthus annuus* ile yapılan melezlerden elde edilen hatlarda, bölgeden toplanan mildiyö ırk karışımına karşı dayanıklı bulunan tek bitkiler elde edilmiştir.

Helianthus grosseserratus ile yapılan melezlerde bir bitkide köklerde orobanş yunrusu sayılmamıştır. Bu bitkinin mildiyö testinde hipokotil ve kotiledon yapraklarının hiçbirinde fungal gelişme görülmemiştir. Orobanş paraziti ve mildiyönün bölge ırklarına tam dayanıklılık bulunmuştur. Yüksek yağ oranına %51,34 sahip olan bu F2 nesli ıslah çalışmalarında değerlendirilmelidir.

H. petiolaris ile yapılan melezlerde orobanş parazitine dayanıklılık testlerinde saldırı derecesi 1 ve 0 olan tek bitkiler bulunmuştur. Mildiyö testlerinde tek bir bitkiden sonuç alınmış ve bu bitkide fungal bulaşma izlenmemiştir. Melez bitkiler içinde hem orobanş parazitine, hemde mildiyö hastalığına dayanıklı ve ortalama % 45 yağ içeriğine sahip tek bitkiler mevcuttur. *H. petiolaris* yabani türünün orobanş parazitinin A-G ırklarına direnç geni taşıdığı bilinmektedir (Christov vd., 2009; Fernandez-Martinez vd., 2009; Seiler ve Jan, 2014) .

H. petiolaris subsp. Petiolaris ile yapılan melezlerde, iki bitkide ölçülen yüksek yağ oranı (%52,99) önemli bulunmuştur. Ayrıca orabanş parazitine dayanıklılık testlerinde saldırı derecesi 1 ve 0 olan tek bitkiler elde edilmiştir. Bu bitkiler ıslah programında yağ içeriğini iyileştirmek için kullanılabilir.

Araştırma sonuçlarına istinaden yüksek yağ içeriği %46,0 ile *H. anomalus*, ardından *H.niveus ssp. canescens* %40.20, *H.petiolaris* %37.7, *H. salicifolius* %37., *H. deserticola* %34.3, *H. verticillatus* %32.3 türlerinde ölçülmüştür (Seiler ve Marek, 2011; Kaya vd., 2016).Çalışmamızda *H.petiolaris*'in alt türü ile yapılan melezlerde yüksek yağ içeriği gözlenmesinden dolayı *H.petiolaris subsp. Petiolaris* ile farklı melezmeler yapılarak yağ içeriğine etkisi değerlendirilmelidir.

H.atrorubens ile yapılan melezde orabanşa dayanıklılık testlerinde saldırı derecesi 1 olan melez tek bitki elde edilmiştir. Sonuç olarak çalışma sonunda F2 neslinde, orobanş ve mildiyönün Trakya bölgesindeki popülasyonlarına dayanıklı ve yüksek yağ içeriğine sahip melez bitkiler elde edilmiştir.

Sonuç alınamayan melezlemeler, embriyo kurtarma tekniği uygulanarak tekrar denenebilir. Çünkü türler ve cinsler arası melezlemelerde bazen uyuşmazlık nedeniyle endosperm çok zayıf gelişir ve embriyo gelişimini tamamlamayabilir. Bu tür sorunlarda melezlemeden sonra embriyo kurtarma tekniği ile in vitro koşullarda melez embriyoların gelişimi sürdürülerek, türler ve cinsler arası melezlemelerde başarılı sonuçlar alınması mümkün olabilir. Bu sayede melezleme yapılabilen tür ve cins sayısının artması sağlanarak, yeni gen kaynakları edinilebilir (Bürün ve Gürel, 2002).

Çalışma sonrasında elde edilen bu, türler ve cinsler arası gen kaynakları ayçiçeği ıslahında kullanılmak üzere değerlendirilmelidir. Bu amaçla dayanıklı bulunan tek bitkiler ile mevcut ticari hatlar arasında geri melez çalışmaları yapılması uygun

olacaktır. Ayrıca, bundan böyle yapılacak dayanıklılık ıslah çalışmalarında, gerek ayçiçeği yabani türleri, gerekse *Asteraceae* familyasının bölgede bulunan üyelerinin kullanılması önemlidir.

KAYNAKLAR

Ahmed,S., Tourvieille de Labrouhe, D., Delmotte, D. (2012). Emerging virulence a rising from hybridisation facilitatedby multiple introductions of the Sunflower downy mildew pathogen *Plasmopara halstedii*. Fungal Genetics and Biology 49, 847–55.

Akhtouch, B. Muñoz-Ruz, J. Melero-Vara, J. M. Fernández-Martínez, J. M. Domínguez, J. (2002). Inheritance of Resistance to Race F of Broomrape (Orobanche cumana Wallr.) in Sunflower Lines of Different Origin. Plant Breeding, 121, 266– 269.

Akpinar, E., S. Hasancebi, Y. Kaya. ,(2019). Ayçiçeğinde Mildiyö (Köse) Hastalığına Dayanıklı Genotiplerin Moleküler Markörler Kullanılarak Belirlenmesi. Anadolu, 29(2): 1-16.

Aksoy, E., & Pekcan, V. (2014). Canavar otları (Orobanche spp., Phelipanche spp.) ve Mücadelesi. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı Yayınları, Ankara, 80s.

Aktaş, H, Gürer M, Araz A, (2001). Türkiye de Ekilmekte Olan Yağlık Ve Çerezlik Ayçiçeği Çekirdeklerindeki Fungal Floranın Saptanması Üzerinde Araştırmalar. Türkiye IX. Fitopataloji Kongresi, Tekirdağ, 250-263.

Al-Khatib K, Miller, J.F. (2000). Registration of four genetic stocks of sunflower resistant to imidazolinone herbicides. Crop Sci 40:869–870.

Alberio, C., Izquierdo, N., & Aguirrezábal, L. (2015). Sunflower crop physiology and agronomy. In *Sunflower* (pp. 53-91): Elsevier.

Alonso , L., Lopez, G., MI, R. O., & Sallago, F. (1996). New highly virulent sunflower broomrape (Orobanche cernua Loefl.) pathotypes in Spain. Paper presented at the Congresos y Jornadas-Junta de Andalucia (Espana). no. 36/96.

Antonova, T. S. (2014). The history of interconnected evolution of *Orobanche cumana* Wallr. and sunflower in the Russian Federation and Kazakhstan. *Helia, 37*(61), 215-225.

Arıoğlu, H., (1999). Yağ bitkileri yetiştirme ve ıslahı, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ders Notları No: 2045, Adana, 37-43 s

Bürün, B. ve Gürel, A. , (2002). Embriyo Kültürü. Bitki Biyoteknolojisi I Doku Kültür ve Uygulamalar 1(2.Baskı). (Ed.) Babaoğlu, M., Gürel, E., Özcan, S. Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları, 324-34

Cristov, M. And Panayotov, L., (1991). Hybrids between the general Helianthus and Tithonia and their study. Helia 14: 27-34.

Christov, M. (2008).*Helianthus* species in breeding research in sunflower. In: L. Velasco, editor, Proceedings of the 17th International Sunflower Conference, Cordoba, Spain. 8–12 June (2008). International Sunflower Association, Paris. p. 709–714

Christov, M., Batchvarova, R., Hristova-Cherbadzhi, M. (2009). Wild species of *Helianthus* L.: Sources of resistance to the parasite *Orobanche cumana*. *Helia*, 32(51): 65-74.

Christov, M. (2013). Contribution of interspecific and intergeneric hybridization to sunflower breeding. Helia 36(58): 1-18.

Cvejic, S., Joocic,S., Dedić, B., Radeka,I., Imerovski,I., Miladinović, D.(2014). Determination of resistance to broomrape in newly developed sunflower inbred. Proceedings of the Third Symposium on Broomrape (Orobanche spp.) in Sunflower lines Cordoba, Spain

De Labrouhe, D. T., Gulya, T., Masirevic, S., Penaud, A., Rachid, K., &Viranyi, F. (2000). New nomenclature of races of *Plasmopara halstedii* (sunflower downy mildew). Proceedings of the 15th International Sunflower Conference, 61-66.

Dedić, B., Miladinović, D., Jocić, S., Cvejić, S., Jocković, M., & Miklič, V. (2018). Increase in virulence of sunflower broomrape in Serbia. Proc. of 4th International Symposium on Broomrape in Sunflower, Bucharest, Romania, 2-4 July.

Dedić, B. S. Gvozdenac, S. Cvejić, M. Jocković, A. Radanović, S. Jocić, D.

Demirci, M., Y. Nemli, Y. Kaya. (2003). Effect of soil temperature on *Orobanche cernua* Loeffl. growing stages and control strategies. Proc. European Weed Research Society (EWRS) 7th Mediterranean Symposium, 6-9 May. Cukurova University, Adana, Turkey. 151-152.

Delavault, P. (2014), Knowing the Parasite: Biology and Genetics of Orobanche, Helia 38- 62

Domínguez, J. Melero-Vara, J. M. Ruso, J. Miller, J. Fernández-Martínez, J. M. (1996). Screening for Resistance to Broomrape (Orobanchecernua) in Cultivated Sunflower. Plant Breeding, 115, 201–202

Duca, M. (2014). Current situation of sunflower broomrape in the Republic of Moldova. Third International Symposium on Broomrape (*Orobanche spp.*) in sunflower. Córdoba, Spain, June 13-14,

Duriez, P., Vautrin, S., Auriac, M. C., Bazerque, J., Boniface, M. C., Callot, C., Carrère, S., Cauet, S., Chabaud, M., Gentou, F., Lopez-Sendon, M., Paris, C., Pegot-Espagnet, P., Rousseaux, J. C., Pérez-Vich, B., Velasco, L., Bergès, H., Piquemal, J., Muños, S. (2019). A receptor-like kinase enhances sunflower resistance to Orobanche cumana. Nature Plants, 5(12), 1211–1215.

Döken, M.T. (1986). The nature of systemic invasion of stemand leaves of sunflowers by *Plasmopara helianthi* Novot. With mechanism of sporulation and zoospore release, Journal of Phytopathology, 117: 270-275.

Eizenberg, H., Plakhine, D., Landa, T., Achdari, G., Joel, D., & Hershenhorn, J. (2004). First report of a new race of sunflower broomrape (*Orobanche cumana*) in Israel. *Plant Disease*, *88*(11), 1284-1284.

Elzein, A., Kroschel, J., (2003). FAO Plant Production and Protection Paper Addemdum 1, Rome, Italy

Evci,G., Kaya, Y., V. Pekcan, T. Gucer, I. M. Yilmaz. The mutation breeding for broomrape resistance in sunflower.10th World Congress on Parasitic Plants. Kusadasi. Turkey, 08-12 June. (2009).143.

Evci,G., V. Pekcan, İ. M. Yılmaz, Y. Kaya, İ. Şahin, N. Cıtak, N. Tuna, O. Ay, A. Pilaslı. Ayçiçeğinde (*Helianthus annuus* L.) yağ kalitesi ve verim öğeleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. IX. Tarla Bitkileri Kongresi. 12-15 Eylül, Bursa. 815-820. (2011b)

Evci G., Akın K., Kaya Y., Pekcan V., Yılmaz M.I. (2011). Bazı ayçiçeği hatlarının Trakya Bölgesindeki ayçiçeği mildiyösüne (*Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. & De Toni.) dayanıklılıklarının belirlenmesi. Anadolu, J. of AARI 21: 36–43.

Evci G., Pekcan V., Yılmaz IM., Cıtak N., Tuna N., Ay O., Pilaslı A., Kaya Y., (2016). Determination of Yield Performances of Oleic Type Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Hybrids Resistant to Broomrape and Downy Mildew. Ekin Journal. 2-3:45-50.

Fernández-Martínez, J. M. Melero-Vara, J. M. Muñoz-Ruz, J. Ruso, J. Domínguez, J. (2000). Selection of Wild and Cultivated Sunflower for Resistanceto a New Broomrape Racethat Overcomes Resistanceto Or5 Gene. CropScience. 40, 550–555.

Fernández-Martínez, J., Domínguez, J., Pérez-Vich, B., &Velasco, L. (2008). Update on breeding for resistance to sunflower broomrape. *Helia, 31*(48), 73-84.

Fernandez-Martinez, J. M., Perez-Vich, B. Velasco, L. (2009). Sunflower. *In*: OilCrops, Handbook of Plant Breeding, V.4, Vollmann, J. And Rajcan, I. (Eds.), Springer, 155-232.

Fernández-Martínez , J. M., Pérez-Vich, B., & Velasco, L. (2015). Sunflower broomrape (Orobanche cumana Wallr.). In *Sunflower* (pp. 129-155): Elsevier.

Fick, G. N., Miller, J. F. (1997). Sunflower breeding: Sunflower technology and production, Editors: Schneiter, A. A., ASA. SCSA. and SSSA Monograph. No: 35. Madison, WI, USA. 395-440 pp.

Gao, W., Ripley, V.L, Channabasavaradhya, A., Meyer, D.H., Velasco, L., Benson, R., Perez Vich, B., Erickson, A.L., Fernandez Martinez, J., Ren, R., Avery, M. (2019).Molecular Markers Associated With Orobanche Resistance In Sunflower. Provisional application No. 62 / 482,368 , filed on Apr. 6 , 2017. United States Patent. Patent No: US 10,883,148 B2. , Indianapolis , US.

Georgiev, G., Encheva, V., Encheva, Y., Nenova, N., Valkova, D., Peevska, P., & Georgiev, G. (2018). Breeding of Sunflower (Helianthus annuus L.) at Dobrudzha Agricultural Institute–General Toshevo. Journal of Agricultural, Food and Environmental Sciences, JAFES, 72(2), 15-22.

Gisca, I., Acciu, A., Glijin, A., & Duca, M. (2013). Highly virulent races of sunflower broomrape in the Republic of Moldova. *Current Opinion in Biotechnology.* (24), S132.

Gontcharov, S. V. (2009). Sunflower Breeding for Resistance to the New Broomrape Race in the Krasnodar Region of Russia. Helia. 51, 75–80

González-Cantón, E., Velasco, A., Velasco, L., Pérez-Vich, B., & Martín-Sanz, A. (2019). First report of sunflower broomrape (*Orobanche cumana*) in Portugal. *Plant Disease, 103*(8), 2143-2143.

Gulya, TJ., Miler, J.F., Viranyi, F., Sackston, W. E., (1991). Proposed internationally standardized method for race identification of *P. halstedii*, Helia, 14: 11-20.

Gulya, T.J., Tourvielle de la Brouhe, D., Maširević, S., Penaud, A., Rashid, K., Viranyi, F., (1998). Proposal for standardized nomenclature and identification of races of *Plasmopara halstedii* (sunflower downy mildew), ISA Symposium III: Sunflower downy mildew, Fargo (ND, USA), 130-136.

Hargitay, L. (2014). Current situation of sunflower broomrape in Hungary. Proc. 3rd Int. Symp. on Broomrape. Córdoba, Spain, June 3-14,

Hristova-Cherbadzhi, M.M., (2012). Study of new forms of sunflower received by distant hybridization. Breeding and genetics of cultivated sunflower-

methods, newlines, newcrosses, new cms source. Lambert Academic Publishing, ISBN 978-3-659-13617-7

Hristova-Cherbadzhi, M.M.,(2020). Intergeneric hybidization of sunflower (Helianthus annuus L.) with spiny plumeless thistle (Carduus acanthoides L.) DOI: Hyperlink "http://dx.doi.org/10.1515/helia-2020-0008" \t "_blank" 10.1515/helia-2020-0008

Imerovski, I., Dimitrijevic, A., Miladinovic, D., Jocic, S., Dedic, B., Cvejic, S., and Surlan-Momirovic, G. (2014). Identification and validation of breeder-friendly DNA markers for PlArg gene in sunflower. Mol. Breeding 34:779-788.

Imerovski, I., Dimitrijević, A., Miladinović, D., Dedić, B., Jocić, S., Tubić, N. K., &Cvejić, S. (2016). Mapping of a new gene for resistance to broomrape races higher than F. Euphytica, 209: 2, 281–289.

Imerovski, I., Dedić, B., Cvejić, S., Miladinović, D., Jocić, S., Owens, G. L., Tubić, N. K., &Rieseberg, L. H. (2019). BSA-seqmapping reveals major QTL for broomrape resistance in four sunflower lines. Molecular Breeding, 39(3).

Ish-Shalom-Gordon, N., Jacobsohn, R., Cohen, Y., (1993). Inheritance of resistanceto O. cumana in sunflower. Phytopathology, 83:1250-1252

Jebri, M., Ben Khalifa, M., Fakhfakh, H., Perez-Vich, B., & Velasco, L. (2017). Genetic diversity and race composition of sunflower broomrape populations from Tunisia. *Phytopathologia Mediterranea*, 421-430

Jestin, J, C., Lecomte, V., Duroueix, F. (2014). Current situation of sunflower broomrape in France. In: Proc. 3rd Int. Symp. on Broomrape (*Orobanchespp*.) in Sunflower, Córdoba, Spain. Int. SunflowerAssoc., Paris, France. p. 28-31.

Jocic, S., D. Miladinovic, Kaya, Y. (2015). Breedingand Genetics of Sunflower. N. Dunford, E. M. Force (Ed) Sunflower: Chemistry, Production, Processing, and Utilization. 710 pages. AOCS (American Oil Chemistry Society. 1-26.

Joel, D. M. (1987). Identification of Orobanche Seeds. Proc 4th International Symposium on Parasitic Flowering Plants, August 8–12, Marburg, Germany. 437–444.

Joel, D. M. (2013). The Haustoriumand the Life Cycles of Parasitic Orobanchaceae. Parasitic Orobanchaceae; Joel, D. M., Gressel, J., Musselman, L. J., Eds.; Springer: New York, pp 21–23

Kaya, Y. (2003). Ayçiçeğinde Orobanş ve Mücadelesi. Tarım İstanbul Dergisi. 84. 26-28.

Kaya, Y., G. Evci, V. Pekcan, T. Gucer. (2004). Determining new broomrape infested areas, resistant line sand hybrids in Trakya Region of Turkey. Helia. 27: 40. 211-218.

Kaya, Y., Evci, G., Pekcan, V., Gucer, T., & Yilmaz, M. (2009). Evaluation of broomrape resistance in sunflower hybrids. *Helia*, *32*(51), 161-170.

Kaya, Y., Evci, G., Pekcan, V., & Yilmaz, M. (2012). *T*he resistance breeding to broomrape parasite and other stress conditions in sunflower. Proc. 41st Annual Meeting of ESNA. Stará Lesná, High Tatras, Slovak Republic.78.

Kaya, Y., Jocic, S. Miladinovic, D. (2012). Sunflower. InS. K. Gupta(Ed.) Technological Innovations in Major World Oil Crops, Vol. 1. 85-130

Kaya, Y. (2014). Sunflower. Ed: Pratap A. and Kumar J., Alien Gene Transfer in Crop Plants 281-315. Springer Press.

Kaya, Y. (2016). Ülkemizde yağlık ayçiçeğinin mevcut durumu ve gelecekteki yönü. T*arla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi,* 25(Özel sayı-2):322-327

Kaya, Y., R. Vasilevska-Ivanova. (2021). Wild Sunflowers: The Primary Genetic Resource for Sunflower Breeding. In: Wild Germplasm for Genetic Improvement in CropPlants. Editors: M. T. Azhar, S. H. Wani. Elsevier Academic Press Publishers, Inc. 153-186.

Kaya Y. (2022). Ayçiçeğinin Ülkemiz ve Dünyadaki Durumu, Kökeni ve Tarihi. Ayçiçeği Tarımı. Tarım Gündem Dergisi, Nobel Yayıncılık. 8-18

Kılıç, T.H., (2020). Ayçiçeği Mildiyösü (*Plasmopara halstedii* (Farlow) Berl. Et de Toni)'ne Karşı Dayanıklılık Mekanizmasının İncelenmesi Üzerine Çalışmalar. Tekirdağ Namuk Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 76 s.

Louarn, J., Boniface, M.-C., Pouilly, N., Velasco, L., Pérez-Vich, B., Vincourt, P., & Muños, S. (2016). Sunflower resistance to broomrape (*Orobanche cumana*) is controlled by specific QTLs for different parasitism stages. *Frontiers in Plant Science, 7*, 590.

Lu, Y., Melero-Vara, J., García-Tejada, J., & Blanchard, P. (2000). Development of SCAR markers linked to the gene Or5 conferring resistance to broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in sunflower. *Theoretical and Applied Genetics, 100*(3), 625-632.

Ma, D. T., & Jan, C.-C. (2014). Distribution and race composition of sunflower broomrape *(Orobanche cumana Wallr.) i*n Northern China. 3rd International Symposium on Broomrape (*Orobanche spp*.) in Sunflower. Córdoba, Spain. June 13-14,

Maklik, E., Kyrychenko, V., & Pacureanu, M. (2018). Race composition and phenology of sunflower broomrape *(Orobanche cumana* Wallr.) in Ukraine. Proceedings of the 4thInternational Symposium on Broomrape in Sunflower, Bucharest, Romania.

Malek, J., Del Moral, L., Fernandez-Escobar, J., Perez-Vich, B., & Velasco, L. (2017). Racial characterization and genetic diversity of sunflower broomrape populations from Northern Spain. *Phytopathologia Mediterranea*, 70-76.

Mangin, B. Pouilly, N. Boniface, M. Langlade, N.B. Vincourt, P. Vear, F. Muños, S. (2017). Molecular diversity of sunflower populations maintained as genetic resources is affected by multiplication processes and breeding for major traits. Theor. Appl. Genet., 130, 1099–1112.

Marek, L.F. (2016). Sunflower genetic resources. In: Y. Kaya and S. Hasancebi, Editors, Proceedings of the 19th International Sunflower Conference, Edirne, Turkey, 29 May–3 June 2016. International SunflowerAssociation, Paris. p.31–44.

Martín-Sanz, A., Malek, J., Fernández-Martínez, J. M., Pérez-Vich, B., & Velasco, L. (2016). Increased virulence in sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) populations from Southern Spain is associated with greater genetic diversity. *Frontiers in Plant Science, 7*, 589.

Mihaljčević, M. (1996). Distribution and virulence of Orobanche population in Yugoslavia. Proc. EUCARPIA Symp. Breed. Oil Prot. Crop, Zaporozhye, Ukraine.

Miladinovic, D., Dedic, B., Quiróz, F., Alvarez, D., Poverene, M., & Cantamutto, M. (2012). *Orobanche cumana* Wallr. Resistance of commercial sunflower cultivars grown in Argentina. *J. Basic Appl. Genet, 23*, 37-41.

Miladinović. (2022). Designing Sunflower for Biotic Stress Resilience: Everlasting Challenge. In: Kole, C. (eds) Genomic Designing for Biotic Stress Resistant Oil seed Crops. Springer

Miller, J.F., T.J. Gulya. Registration of six downy mildew resistant sunflower germplasm lines. CropSci. 28:1040-1041. (1988)

Melero-Vara, J., Domínguez, J., & Fernandez-Martinez, J. (1989). Evaluation of differential lines and a collection of sunflower parental lines for resistance to broomrape (Orobanche cernua) in Spain. *Plant Breeding, 102*(4), 322-326.

Molinero-Ruiz, M., Melero-Vara, J. M., García-Ruiz, R., & Domínguez, J. (2006). Pathogenic diversity within field populations of Orobanche cumana and different reactions on sunflower genotypes. *Weed research, 46*(6), 462-469.

Molinero-Ruiz , M., & Domínguez, J. (2014). Current situation of sunflower broomrape in Spain. Proceedings of the 3rd International Symposium on Broomrape (*Orobanche spp*.) in Sunflower. Córdoba, Spain. June 13-14,

Molinero-Ruiz, L., Delavault, P., Perez-Vich, B., Pacureanu-Joita, M., Bulos, M., Altieri, E., Dominguez, J. (2015). History of the Race Structure of O. cumana and Breeding of Sunflower for Resistance to this Parasitic Weed: A Review, Spanish Journal of Agricultural Research, 13:4

Molinero-Ruiz, L. (2022). Sustainable and efcient control of sunfower downy mildew by means of genetic resistance: A review. Theoretical and Applied Genetics https://doi.org/10.1007/s00122-022-04038-7

Oksal, E. (2014). Ayçiçeği mildiyösü etmeni *Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. & de Toni'nin Türkiye'deki ırklarının tespiti ve bazı ticari ayçiçeği çeşitlerinin bu ırklara karşı reaksiyonlarının belirlenmesi, Doktora Tezi (Tez No:386380), Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Onan, E., Onoğur, E., (1990). Relation between quantity and quality of ınoculumand diseasese verity of sunflower downy mildew (*Plasmopara helianthi* Novot). Journal of Turkish Phytopathology, 19:141-148.

Pacureanu-Joita, M., Fernandez-Martinez, J.M., Sava, E., Raranciuc, S. (2009). Broomrape (Orobanche cumana Wallr.), the most important parasite in sunflower, Analele I.N.C.D.A. Fundulea, 77,49-56.

Parker, C., & Riches, C. R. (1993). Parasitic weeds of the world: biology and control: CAB international.

Parker, C., (2013). The Parasitic Weeds of the Orobanchaceae. In Parasitic Orobanchaceae (pp. 313-344). Springer, Berlin, Heidelberg

Perez-Vich, B., Akhtouch, B., Munoz-Ruz, J., Fernandez-Martinez, J.M., Jan, C.C. (2002). Inheritance of resistanceto a highlyvirulentrace F of Orobanche cumana in a sunflower line derived from interspecific amphiploids. Helia, 25, 137-144.

Perez-Vich, B., L. Velasco, J. M. Fernandez-Martinez. (2004). QTL mapping of resistance toraces E and F of broomrape (O. cumana) in sunflower, Proc. Parasitic Plant Management in Sustainable Agriculture Meeting on Breeding for Orobanche Resistance in Sunflower, Bucharest, Romania.

Pacureanu, M. (2014). Current situation of sunflower broomrape *(Orobanche cumana* Wallr.) in Romania. Proc. 3rd Int. Symp. on Broomrape in Sunflower, Córdoba, Spain. June 13-14.

Pacureanu-Joita, M., Fernandez-Martinez, J. M., Sava, E., & Raranciuc, S. (2009). Broomrape (Orobanche cumana Wallr.), the most important parasite in sunflower. *Analele Inst. Național de Cercetare-Dezvoltare Agricolă Fundulea, 77*, 49-56.

Qi, L. L., Foley, M. E., Cai, X. W., and Gulya, T. J. (2016). Genetics andmapping of a novel downy mildew resistance gene, *Pl18*, introgressed from wild *Helianthus*

argophyllus into cultivated sunflower (*Helianthus annuus* L.). Theor. Appl. Genet 129:741-752.

Qi LL, Ma GJ, Li XH ve ark. (2019). Diversification of the downy mildew resistance gene pool by introgression of a new gene, Pl35, from wild *Helianthus argophyllus* into oil seed and confection sunflowers (*Helianthus annuus* L.). Theor Appl Genet 132: 2553–2565

Rodríguez-Ojeda, M., Pineda-Martos, R., Alonso, L., Fernández-Escobar, J., Fernández-Martínez, J. M., Pérez-Vich, B., &Velasco, L. (2013). A dominant a virulence gene in *Orobanche cumana*triggers O r5 resistance in sunflower. *Weedresearch, 53*(5), 322-327.

Rodríguez-Ojeda, M., Fernández-Escobar, J., & Alonso, L. (2001). Sunflower in bred line (KI-374) carrying two recessive genes for resistance against a highly virulent Spanish population of *Orobanche cernua* Loefl. *O. cumana*, 208-211

Rişnoveanu, L., Joita-Pacureanu, M., Anton, F. (2016). Thevirulence of broomrape (Orobanche cumana Wallr.) in sunflowercrop in Brailaarea, in Romania. Helia. 39: 189–196.

Sakr, N. (2010). Can we enhance durable resistance against *Plasmopara halstedii.* Journal of Plant Protection Resarch, Vol. 50, No.1.

Sayago, A., Perez-Vich, B., Fernandez-Martinez, J.M., Velasco, L. (2018). A new source of post haustorial resistance to sunflower broomrape derived from *Helianthus praecox.* In Proceedings of the 4th International Symposium on Broomrape in Sunflower, Bucharest, Romania, 2–4 July 2018; p. 147.

Schneiter, A. A., Miller, J.F. (1981). Description of sunflower growth stages. Crop Science, 11: 635-638.

Seiler, G., L.F. Marek. (2011). Germplasm resources for increasing the genetic diversity of global cultivated sunflower. Helia 34:1–20

Seiler, G.J. (2012). Utilization of wild *Helianthus* .species in sunflower breeding. In: D. Škorić, editor, Sunflower Genetics and Breeding International Monogram. Serbian Academy of SciencesandArts, Novi Sad, Serbia. p. 355–413.

Seiler,G.J., C.C. Jan. (2014). Wild sunflower species as a genetic resource for resistance to sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.). Helia 37:129–139.

Seiler GJ, Qi LL, Marek LF. (2017). Utilization of sunflower crop wild relatives for cultivated sunflower improvement. CropSci 57: 1–19.

Semerci, A., Y. Kaya, S. Durak. (2007). Economic Analysis of Sunflower Production in Turkey. Helia. 30: 47. 105-113.

Shi, B., Chen, G., Zhang, Z., Hao, J., Jing, L., Zhou, H., & Zhao, J. (2015). First report of race composition and distribution of sunflower broomrape, Orobanche cumana, in China. *Plant disease, 99*(2), 291-291.

Shindrova, P. (2006). Broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in Bulgaria-Distribution and Race Composition. *Helia, 29*(44), 111-120.

Skorić, D. (2012). The Genetics of Sunflower. In Z. Kovacevic, D. Skoricand Z. Sakac. (Ed.) Sunflower Genetics andBreeding. International Monogram. SerbianAcad. Sci. 1-125

Škorić, D., Maširević, S.,& Medić-Pap, S. (2012). Is there appearance of new broomrape race in Serbia? Proceedings of 18thInternational Sunflower Conference, Mar del Plata&Balcarce, Argentina, 27 April-1 March 2012.

Sukno, S, J.M. Melero-Vara, J.M. Fernández-Martínez. (1999). Inheritance of resistance to Orobanche cernua Loefl. in six sunflower lines, Crop Science. 39, 674-678.

Trojanová, Z., Sedlářová, M., Gulya, T. J., &Lebeda, A. (2017). Methodology of virulence screening and race characterization of *Plasmopara halstedii*, and resistance evaluation in sunflower–a review. Plant Pathology, 66(2),171-185.

TÜİK. (2022). Bitkisel Ürün Denge Tabloları, 2020-2021. "https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Urun-Denge-Tablolari-2020-2021-45505 dan alınmıştır.

Tolmachyov, V. (1990). Genetic control of sunflower resistance to broomrape-*Orobanche cumana Wallr*. PhD-thesis, Leningrad. 23 p.[In Russian],

Ueno, K., Furumoto, T., Umeda, S., Mizutani, M., Takikawa, H., Batchvarova, R., &Sugimoto, Y. (2014). Heliolactone, a non-sesquiter penelactone germination stimulant for root parasitic weeds from sunflower. *Phytochemistry*, *108*, 122-128

Uludağ, A, Nemli, Y. (2009). Proceedings 10th World Congress on Parasitic Plants, 8-12. June 2009, Kusadasi, Turkey, 57.

USDA. (2022). Sunflower seed Explorer.

Vassilevska-Ivanova R., Kraptchev B., I. Stancheva, M. Geneva (2013). A compact sunflower line produced after cross *Helinathus annuus x Verbesina encelioides*. Central EuropeanJournal of Biology, 8 (5), 492-498.

Velasco, L., Pérez-Vich, B., Jan, C.-C., & Fernández-Martínez, J. (2007). Inheritance of resistance to broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) race F in a sunflower line derived from wild sunflower species. *Plant Breeding, 126*(1), 67-71.

Velasco, L., B. Pérez-Vich, A.A.M. Yassein, C.C. Jan, J. M. Fernández-Martínez. (2012). Inheritance of resistance to sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in a interspecific cross between *Helianthus annuus* and *Helianthus debilis subsp*. *tardiflorus*. Plant Breeding. 10: 74-80.

Viranyi, F., and G. Oros. (1991). Development al stage response to fungicides of *Plasmopara halstedii* (sunflower downy mildew). Mycol. Res. 95:199-205.

Viranyi F.,Gulya T. J. ve Tourvielle D. L. 2015.Recent changes in the pathogenic variability of Plasmopara halstedii (sunflower downy mildew) populations in different continents. Helia, 38(63), 149–162.

Vranceanu, A., Tudor, V., Stoenescu, F., & Pirvu, N. (1980). Virulence groups of *Orobanche cumana Wallr.*[root parasite], differential hosts and resistance sources and genes in sunflower. 9thInternational Conference of Sunflower, Torremolinos, Malaga,Spain, 8-13 Jun .

Yonet, N., Aydin, Y., Evci, G., & Uncuoglu, A. A. (2018). Genomic Evaluation of Sunflower Broomrape (*Orobanche cumana*) Germplasm by KASP Assay. *Helia, 41*(68), 57-72.

Zambelli, A., León, A., & Garcés, R. (2015). Mutagenesis in sunflower. In *Sunflower* (pp. 27-52): Elsevier.

Zare, G., & Dönmez, A. A. (2013). Two new records of the genus Orobanche (Orobanchaceae) from Turkey. Turkish Journal of Botany, 37(3), 597–603. https://doi.org/10.3906/bot-1205-44

Zoltán, P. (2001). Napraforgószádor-(*Orobanche cumana* Loefl.) populációk patogenitásának vizsgálata. *Növényvédelem, 37*, 173-182.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Nuri Göktuğ BAYRAKTAROĞLU

Eğitim Bilgileri:

Yüksek Lisans 2024 T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoteknoloji ve Genetik A.B.D.

Lisans	1995	Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü
Lise	1990	Kırklareli Atatürk Lisesi

İş Tecrübesi

2019 -	Birlik Tohum Islah Üretim ve Pazarlama Ltd. Şti Bitki Islahı
2018-2019	Trakya Birlik Genel Müdürlüğü Tarım Servisi
2000-2018	Trakya Birlik 250 sayılı Kırklareli Koop.(Ziraat Müh.)
1996-1997	Cargill Tohumculuk ve Sanayii A.Ş./ İstanbul (Ar-Ge Bölümü)

Seminer ve Kurslar

TSÜAB İstatistik Kursu - 2020,Ankara

Tarsim tarım sigortaları eğitimi - 2011 Edirne

Yem üretim ve hayvan besleme semineri -Tekirdağ,2006

Marmara Üniversitesi ingilizce kursu - 1996, İstanbul