

**İSPANAKTA MİLDİYÖ HASTALIĞINA DAYANIKLILIK
SAĞLAYAN GENLERİN KALITIMI**

Beyza KIRAL



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İSPANAKTA MİLDİYÖ HASTALIĞINA DAYANIKLILIK SAĞLAYAN
GENLERİN KALITIMI**

Beyza KIRAL
0000-0003-3296-5088

Prof. Dr. Ahmet İPEK
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2022
Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Beyza KIRAL tarafından hazırlanan “İSPANAKTA MİLDİYÖ HASTALIĞINA DAYANIKLILIK SAĞLAYAN GENLERİN KALITIMI” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Ahmet İPEK

Başkan : Prof. Dr. Ahmet İPEK
0000-0002-9136-3186
Bursa Uludağ Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi,
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı
İmza

Üye : Doç. Dr. Himmet TEZCAN
0000-0002-6066-7830
Bursa Uludağ Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma
Fitopatoloji Anabilim Dalı
İmza

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Kenan SÖNMEZ
0000-0003-4040-4555
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi,
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı
İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN
Enstitü Müdürü
.././....

B.U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

.../.../.....

Beyza KIRAL

TEZ YAYINLANMA FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezin/raporun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma izni Bursa Uludağ Üniversitesi'ne aittir. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet hakları ile tezin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları tarafımıza ait olacaktır. Tezde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığını ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederiz.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan “**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**” kapsamında, yönerge tarafından belirtilen kısıtlamalar olmadığı takdirde tezin YÖK Ulusal Tez Merkezi / B.U.Ü. Kütüphanesi Açık Erişim Sistemi ve üye olunan diğer veri tabanlarının (Proquest veri tabanı gibi) erişimine açılması uygundur.

Prof. Dr. Ahmet İPEK
Tarih

Beyza KIRAL
Tarih

İmza

Bu bölüme kişinin kendi el yazısı ile okudum
anladım yazmalı ve imzalanmalıdır.

İmza

Bu bölüme kişinin kendi el yazısı ile okudum
anladım yazmalı ve imzalanmalıdır.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

İSPANAKTA MİLDİYÖ HASTALIĞINA DAYANIKLILIK SAĞLAYAN GENLERİN KALITIMI

Beyza KIRAL

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ahmet İPEK

Ülkemizde ıspanak taze, temizlenip paketlenmiş, dondurulmuş veya gıda sanayiinde işlenerek tüketilmektedir. Ispanak bitkisinin kısa sürede hasat olgunluğuna ulaşması, uygulanan kültürel işlemlerinin az olması tüm yıl boyunca yetiştirilebilmesi gibi birçok avantajı bulunmaktadır. Ispanak yetiştiriciliğinde en tahripkâr ve ekonomik hastalık ıspanak mildiyösü (*Peronospora farinosa* f. sp. *spinaciae*) hastalığıdır. Ispanak mildiyösü ıspanak yapraklarında belirtilen semptomlar oluşturarak yaprak kalitesini düşürmekte ve önemli verim kayıplarına neden olmaktadır. Ispanak bitkisinde tüketilen kısım yapraklar olduğu için ıspanak mildiyösü hastalığı ile mücadele oldukça önemlidir. Ispanak mildiyösü ile mücadele kültürel önlemler ve kimyasal mücadele ile yapılmaktadır. Ancak bu hastalık ile mücadelede dayanıklı çeşit kullanmak çevreci ve ekonomik bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Bu Yüksek Lisans Tez çalışması, *Peronospora farinosa* f. sp. *spinaciae*'nin 17 ırkına dayanıklı IG-101 çeşidinde yer alan dayanıklılığın kaç genle ve nasıl kontrol edildiği belirlemek amacıyla yapılmıştır. Birinci yıl mildiyö hastalığının tüm ırklarına duyarlı olan Viroflay çeşidi *Peronospora farinosa* f. sp. *spinaciae*'nin 17 ırkına dayanıklı IG-101 çeşidi ile melezlenmiş ve aynı zamanda IG-101 çeşidi kendilenmiştir. İkinci yıl hem melezlenmiş hem de kendileme yapılmış ıspanak bitkilerinin tohumdan yetiştirilen bitkilere ıspanak mildiyö hastalığı etmeni ile inokulasyon yapılmıştır. İnokulasyon sonucu melezleme ve kendileme ile elde edilen bitkilerindeki hastalık belirtileri değerlendirildiğinde ıspanak mildiyösünün 17 ırkına dayanıklı olan IG-101 çeşidindeki genin tek bir gen olduğu ve baskın karakterde olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçların dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesine katkı sağlayacağı, bu doğrultuda ekonomik kayıpların azaltılıp daha çevreci bir üretime yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ispanak, mildiyö, *Peronospora farinosa* f. sp. *spinaciae*, dayanıklı çeşit

2022, vii + 42 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

INHERITANCE OF DOWNY MILDEW RESISTANCE GENES IN SPINACH

Beyza KIRAL

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Horticulture

Supervisor: Prof. Dr. Ahmet İPEK

In our country, spinach is consumed fresh, cleaned and packaged, frozen, and processed in food industry. The spinach plant has many growing advantages such as reaching harvest maturity in a short time, fewer cultural processes applied, and being grown all year long. The most devastating and economical disease in spinach cultivation is spinach downy mildew (*Peronospora farinosa* f. sp. *spinaciae*). Spinach downy mildew creates symptoms on spinach leaves, reduces leaf quality, and therefore yield losses. Since the leaves are the consumed part of spinach, it is very important to fight against this disease. Fight against spinach mildew is done with cultural measures and chemical control. The use of resistant varieties in the fight against spinach mildew is considered an environmentally friendly and economical method. In this study, in the first year, a universal Viroflay cultivar sensitive to all races was crossed with a IG-101 cultivar, resistant to 17 strains of *Peronospora farinosa* f. sp. *spinaciae*, and at the same time, IG-101 cultivar was self-pollinated. In the second year, hybrid and self-pollinated spinach plants were grown from seed and infected with spinach downy mildew disease. Disease symptoms were evaluated in crossed and self-pollinated plants as a result of infected. It was determined that the gene in the IG-101 variety, which provides resistance to the first 17 races of spinach downy mildew, is controlled by a single dominant gene. In this study, it was aimed to contribute to the development of resistant varieties to reduce economic losses and produce more environmentally friendly methods to control the disease.

Key words: Spinach, Downy mildew, *Peronospora farinosa* f. sp. *spinaciae*, resistant variety

2022, vii + 42 pages.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca bilgilerini benimle paylaşan, yardımını esirgemeyen, güler yüzüyle tüm sorularımı cevaplayan ve bu çalışma konusunu bana öneren danışman hocam değerli Prof. Dr. Ahmet İPEK'e teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışmasını inceleyen, değerlendiren ve yorumlayan değerli Doç. Dr. Himmet TEZCAN ve değerli Dr. Öğr. Üyesi Kenan SÖNMEZ hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışmasında ıspanakta mildiyö hastalığı konusunda bana verdiği bilgiler için ve yapılan uygulamalarda yardımlarını esirgemeyen Ayşegül Kaya'ya teşekkürlerimi sunarım.

Tüm hayatım boyunca sevgilerini her zaman hissettiren ve maddi manevi desteklerini esirgemeyen, yüksek lisans çalışmalarımın her aşamasında kendi çalışmalarımı gibi bana yardım eden kıymetli ailem babam Rıdvan KIRAL'a annem Zehra KIRAL'a ve kardeşim Nurşah KIRAL'a teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım. Bu çalışmayı aileme ithaf ediyorum.

Beyza KIRAL
.../.../.....

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	vii
TEŞEKKÜR.....	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	13
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	20
3.1. Materyal	20
3.2. Yöntem	21
3.2.1. Ispanak Bitkilerinin Yetiştirilmesi	21
3.2.2. Ispanak Bitkilerinde Melezleme ve Kendileme İşlemi	22
3.2.3. Ispanak Mildiyösü Hastalığı Etmeni (<i>Peronospora farinosa</i> f. sp. <i>spinaciae</i>) ile İnokulasyonu İçin Ispanakların Yetiştirilmesi	23
3.2.4. Ispanak Bitkilerinin Ispanak Mildiyösü Etmeni ile İnokulasyonu.....	25
3.2.5. IG-101 (F2) ve Viroflay-IG-101 Melezlerinin Ispanak Mildiyösü Etmeni ile İnokulasyonu	26
4. BULGULAR.....	28
4.1. Ispanak Bitkilerinin Ispanak Mildiyö Hastalığına Tepkileri (Duyarlı/Dayanıklılı)...31	
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	35
KAYNAKLAR	37
ÖZGEÇMİŞ	42

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
°C	Santigrat derece
%	Yüzde oranı
µg	Mikrogram
g	Gram
kJ	Kilojoule
L	Litre
m	Metre
mL	Mililitre
mg	Miligram

Kısaltmalar	Açıklama
DNA	Deoksiribo Nükleik Asit
FAO	Food and Agriculture Organization
IWGP	International Working Group on Peronospora
kb (= kbç)	Kilo baz çifti = 1.000 bç
MAS	Marker Assisted Selection
Mb	Mega baz çifti = 1.000.000 bç
NIL	Near Isogenic Line
PCR	Polimeraz Zincir Reaksiyonu
RPF	Resistance to <i>Peronospora farinosa</i>
SLAF-Seq	Specific-locus amplified fragment sequencing
SNP	Tek Nükleotit Farklılıkları
Taq	Termo stabil polimeraz enzimi
SCAR	Sequence Characterized Amplified Region
Taq	Termo stabil polimeraz enzimi
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Ispanak yaprak tipleri (Anonim, 2015).....	3
Şekil 1.2. Dünya ıspanak üretimi (FAO)	4
Şekil 1.3. Türkiye ıspanak ekim alanı (TÜİK, 2022).....	5
Şekil 1.4. Türkiye 2017-2021 yılları ıspanak üretim miktarı (TÜİK, 2022)	6
Şekil 1.5. Türkiye 2021 yılı illere göre ıspanak üretim miktarı (TÜİK, 2022).....	6
Şekil 1.6. Ispanak yaprağının alt yüzeyinde görülen gri-kahverengi sporülasyon	8
Şekil 1.7. Ispanak yapraklarında görülen sarı klorotik lezyonlar	9
Şekil 1.8. <i>Peronospora effusa</i> 'nın yaşam döngüsü (Kandel ve ark. 2019).....	9
Şekil 3.1. Viroflay ıspanak çeşidi	20
Şekil 3.2. IG-101 ıspanak çeşidi.....	21
Şekil 3.3. Viroflay çeşidinin çiçeklenmesi	22
Şekil 3.4. IG-101 çeşidinin çiçeklenmesi	23
Şekil 3.5. A) Viroflay B) IG-101 C) Viroflay- IG-101 melezi	24
Şekil 3.6. Parçalara ayrılmış ıspanak yapraklarının bir dakika vortekslenmesi	25
Şekil 3.7. Yaprak kalıntılarını ayırmak için çift katlı peynir tülbentinden süzülmesi	26
Şekil 3.8. <i>P. farinosa</i> f. sp. <i>spinaciae</i> eşeysiz sporlarını içeren spor süspansiyonun görünümü.....	26
Şekil 4.1. Viroflay-IG-101 melezi	28
Şekil 4.2. Hastalık belirtisi görülmeyen IG-101 ıspanak çeşidi.....	29
Şekil 4.3. Viroflay ıspanak çeşidinde ıspanak mildiyö hastalık belirtisi olan sınırları belli olmayan sarı lekeler (oklar ile gösterilmiştir)	30
Şekil 4.4. Viroflay-IG-101 melezinde ıspanak mildiyö hastalık belirtisi olan yaprağın alt yüzeyinde görülen gri- kahverengi spor kitleleri (oklar ile gösterilmiştir)	30
Şekil 4.5. Viroflay ıspanak çeşidinde ıspanak mildiyö hastalık belirtisi olan sarı lekeler ve ıspanak yaprağında nekrotik kısımlar (oklar ile gösterilmiştir).....	31
Şekil 4.6. 3:1 Mendel genetik açılım	33
Şekil 4.7. 1:1 Mendel genetik açılım	34

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 1.1. Yenilebilir 100 g ıspanak için besin değerleri	2
Çizelge 1.2. Dünyadaki ilk on üretici ülkenin ıspanak üretimi (FAO)	5
Çizelge 4.1. <i>Peronospora farinosa</i> f. sp. <i>spinaciae</i> ile inokulasyonu sonucu ıspanak bitkilerinin hastalığa karşı dayanımları	32

1. GİRİŞ

Ispanak (*Spinacia oleracea* L.) ana vatanı Orta Asya olan *Chenopodiaceae* familyasında yer alan $2n=12$ kromozoma sahip yaprak ve sürgünleri tüketilen bir sebze türüdür (Pandey ve Kalloo, 1993). Ispanak kısa sürede hasat olgunluğuna ulaşan serin iklim sebzesi olduğundan ülkemizin tüm bölgelerinde çok miktarda üretimi yapılan önemli bir sebzedir. Genellikle yaz sonlarında, kış ve ilkbahar aylarında ıspanak üretimi tohum ile yapılmaktadır. Ispanak bitkisinin kök yapısı iklim ve toprak yapısı gibi faktörlere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Uygun şartlarda kök derine gitmez yüzeysel olarak gelişir, suyun yetersiz olduğu kurak koşullarda ve hafif karakterli topraklar kazık kök oluşumuna teşvik etmektedir. Ispanak yetiştiriciliği çeşitli toprak tiplerinde yapılmakta fakat yetiştiricilik yapılan çoğu bölgede kumlu tınlı topraklar tercih edilmektedir. Ispanak 5-30°C sıcaklık arasında büyüme gösterir ancak en hızlı büyüme 15-18°C sıcaklık değeri arasında gerçekleşmektedir. -9 ile -6°C arasındaki düşük sıcaklıklara dayanabilmekte ancak dondurucu sıcaklık henüz olgunluğa erişmemiş bitkilere zarar vermektedir. (Koike ve ark. 2011; Eşiyok, 2012).

Ispanak demetlenmiş, kesilip paketlenmiş ve dondurulmuş olarak pazara sunulmaktadır. Ispanak beslenmede özellikle 0-6 yaş aralığındaki çocuklarda gelişime katkı sağlamaktadır (Günay, 2000). Ispanağın çeşitli yemeklerde, çocuk mamalarında ve gıda sanayisinde kullanılması ıspanak üretiminin artmasına neden olmuştur. Taşıma ve ulaşım imkanlarının elverişli olması nedeniyle ülkemizin birçok bölgesine ıspanak pazarlanabilmektedir (Vural ve ark. 2000).

Ispanak antioksidan, antikanser ajanlar, karotenoidler, A ve K vitaminlerince zengin yeşil yapraklı önemli bir besin kaynağıdır (Çizelge 1.1). Kemik ve kalp korumasına fayda sağlar, Alzheimer ve göz hastalıklarına önlenmesinde yararlıdır (Butu ve Rodino, 2019). Çoğunlukla açık yeşil yapraklı sebzelerde bu vitaminlerden fazla miktarda bulunmamasına rağmen, DNA sentezi için gerekli olan ve etkisi B12 vitamini ile ilişkilendirilen folat olarak isimlendirilen folik asit ıspanakta bolca bulunmaktadır. Ayrıca ıspanak iyi bir protein kaynağıdır (Roy ve Chakrabarti, 2003) ve diğer sebzelerle kıyaslandığında yüksek oksalik asit içeriği ile de bilinmektedir (Mou, 2008).

Besin değerlerine bakıldığında besin içeriğinin oldukça zengin ve kalorisinin oldukça düşük olduğu görölmektedir. Yenilebilir 100 gr ıspanak için besin değerleri Çizelge 1.1’de verilmiştir (Anonim, 2022a).

Çizelge 1.1. Yenilebilir 100 g ıspanak için besin değerleri (Anonim, 2022a)

Bileşen	Ortalama	Maksimum	Minimum
Enerji (kJ)	102	86	143
Su (g)	91,38	88,96	92,29
Protein (g)	2,49	2,08	3,34
Toplam Yağ (g)	0,49	0,26	1,03
Karbonhidrat (g)	1,37	0,97	1,65
Toplam Lif (g)	2,27	1,60	2,99
Kalsiyum (mg)	143	40	239
Demir (mg)	9,71	6,88	13,32
Fosfor (mg)	29	19	37
Magnezyum (mg)	116	56	236
Potasyum (mg)	529	280	839
Sodyum (mg)	77	25	217
C vitamini (mg)	35,7	27,5	54,0
K vitamini (µg)	336,4	183,0	546,2

İspanakların tüketilen bölümleri yaprak ve yaprak saplarıdır bundan dolayı yaprakların kalitesi oldukça önemlidir. Yapraklarda renk değişikliği ve yaprak damarlarının belli olması istenmeyen özelliklerdir. İspanaklarda yaprakların koyu yeşil renkli olması istenmektedir (Eşiyok, 2012). İspanak yaprak tiplerine göre; genç yaprak (baby spinach), pürüzsüz (düz) (smooth-leaf) yaprak ve savoy veya semisavoy (savoy-curly-leaf) (Şekil 1.1) olarak üçe ayrılmakta ve kullanım amacına göre yetiştiriciliği yapılmaktadır (Koike ve ark. 2011).



Şekil 1.1. Ispanak yaprak tipleri (Anonim, 2015)

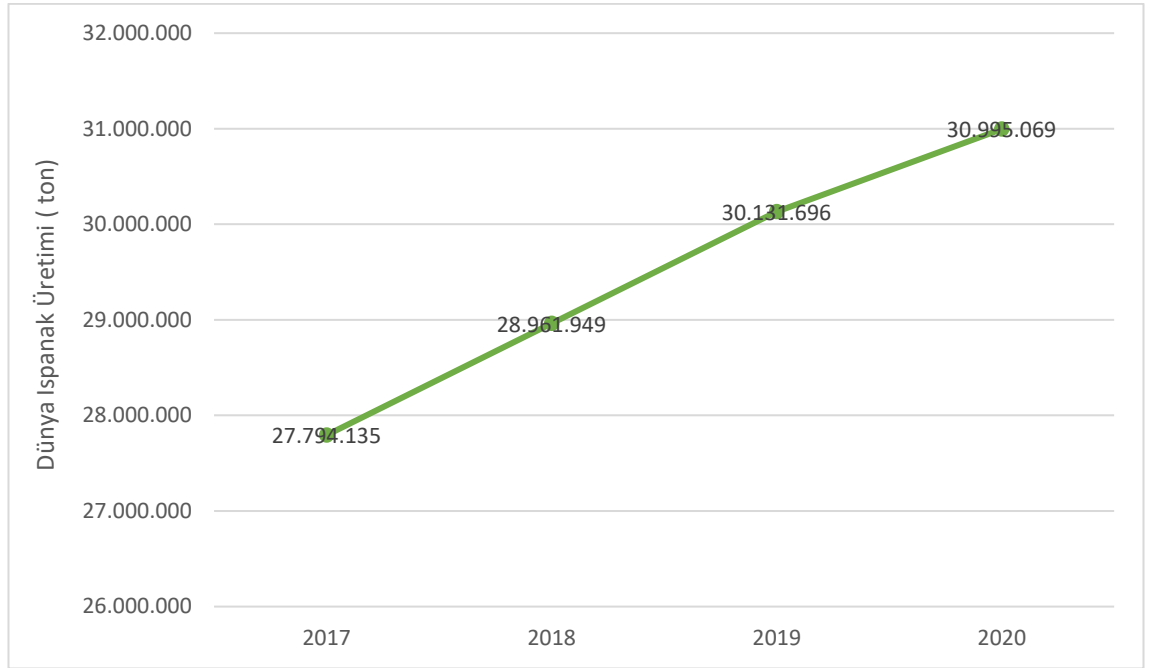
Ispanaklarda çiçek sürgünü oluştuğunda sürgündeki yaprakların uç kısımları mızrak biçimindedir. Ayrıca dişi ve erkek bitkilerde yaprak sayısı bakımından farklılık vardır. Dişi bitkilerde erkek bitkilere göre daha çok yaprak görülmektedir bu nedenle yaprak ağırlığı daha fazladır. Kabarcıklı (savoy) yapraklar uzak mesafelere taşımada avantajlı olmasına rağmen düz yapraklı çeşitler yüzeyde toprak biriktirmediği için temizlenmesi daha kolaydır. Makinalı hasat yapılacak üretimlerde ise uzun saplı, elle hasat yapılacak üretimlerde ise kısa saplı çeşitler tercih edilmektedir. (Eşiyok, 2012).

Ispanak uzun günlerde generatif faza geçmektedir ve çiçek sürgünü daha net olarak görülebilmektedir (Eşiyok, 2012). Ispanakta iki evcikli (dioik) çiçek yapısı görülmekte, dişi ve erkek çiçekler farklı bitkilerde bulunmaktadır. Dişi ve erkek çiçekler aynı bitkide görüldüğü tek evcikli (monoik) çiçek yapıları da bulunmaktadır. Dişi bitkiler erkek bitkilerden daha sonra çiçek açmaktadır ve erkek bitkiler çiçek açtıktan çok kısa bir süre sonra ölmektedirler (Ryder, 2012). Ispanakta dişi bitki erkek bitkiden polen alıp tohum bağlayamadığı durumlarda, dişi bitki az miktarda polen üretmekte ve kendi kendine tozlaşma olmaktadır (Morelock ve Correll, 2008). Ispanak bitkisi yabancı döllenmekte, döllenme rüzgar aracılığı ile olmaktadır. (Günay, 2005).

Ispanakta cinsiyet, bir çift cinsiyet kromozomu (XY) tarafından kontrol edilmektedir. (Pandey ve Kalloo, 1993). Dioik ıspanak heterogametik (XY) ve homogametik dişiler (XX) ile X/Y cinsiyet belirlenmektedir (Iizuka ve Janick, 1971; Janick ve Stevenson, 1955). Genotiplerin bazıları monoik bitkiler üretmiş olsa da dioik ıspanak, eşit cinsiyet

oranına sahip ayrı erkek ve dişi bitkiler göstermektedir (Khattak, ve ark. 2006; Janick ve Stevenson, 1955).

Ispanakta bulunan tek evcikli (monoik) karakterin, XY faktör çiftine allellik olduğu bulunan bir ana gen olan X^m tarafından kontrol edildiği ve X^m 'in X'e baskın olmadığı görülmüştür. Y alleli, X ve X^m 'ye baskın olduğu belirtilmektedir. X^m sembolü monecious karakterden sorumlu gen olarak ifade edilmiştir (Janick ve Stevenson, 1955).



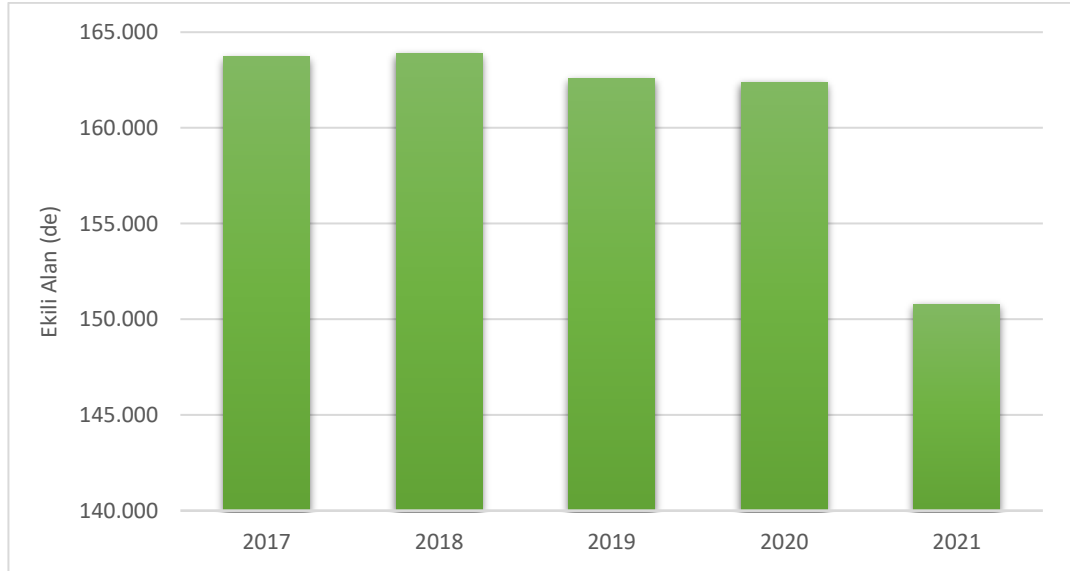
Şekil 1.2. Dünya ıspanak üretimi (FAO)

FAO 2017-2020 yılları arasındaki verilere göre dünyada ıspanak üretiminde sürekli olarak artış görülmektedir (Şekil 1.2).

Çizelge 1.2. Dünyadaki ilk on üretici ülkenin ıspanak üretimi (FAO)

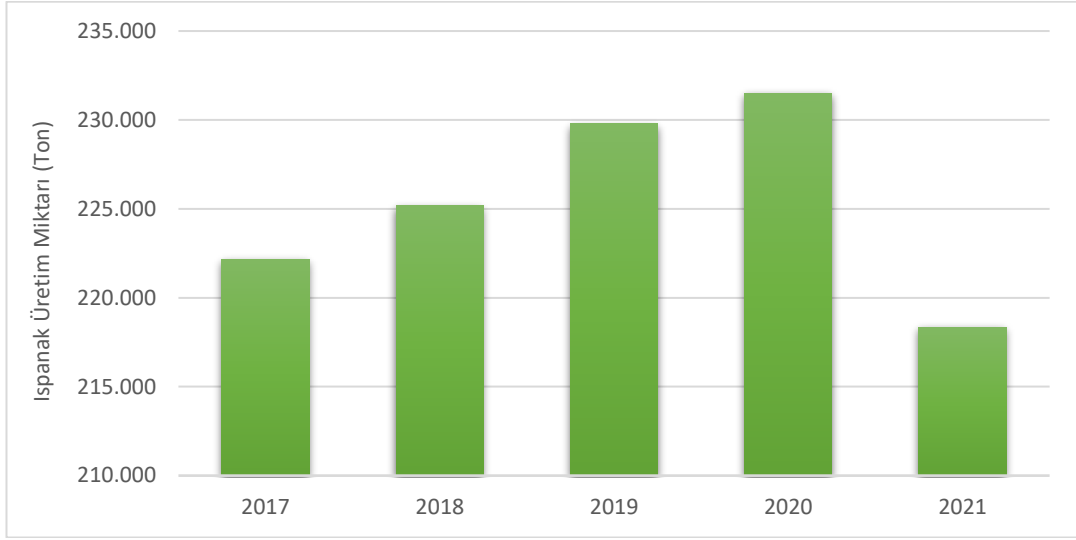
Ülke	Üretim Miktarı (Ton)
Çin	28 507 829
Amerika Birleşik Devletleri	367 433
Kenya	243 336
Türkiye	231 515
Japonya	217 283
Endonezya	157 024
İtalya	99 870
İran	98 349
Fransa	97 110
Belçika	94 600

FAO 2017-2020 yılları arasındaki verilere göre ıspanak üretiminde ilk on üreticiden Çin açık ara en yüksek üretim miktarına sahiptir (Çizelge 1.2). Bu sıralamada Türkiye dünyada dördüncü sırada yer almaktadır (Çizelge 1.2).



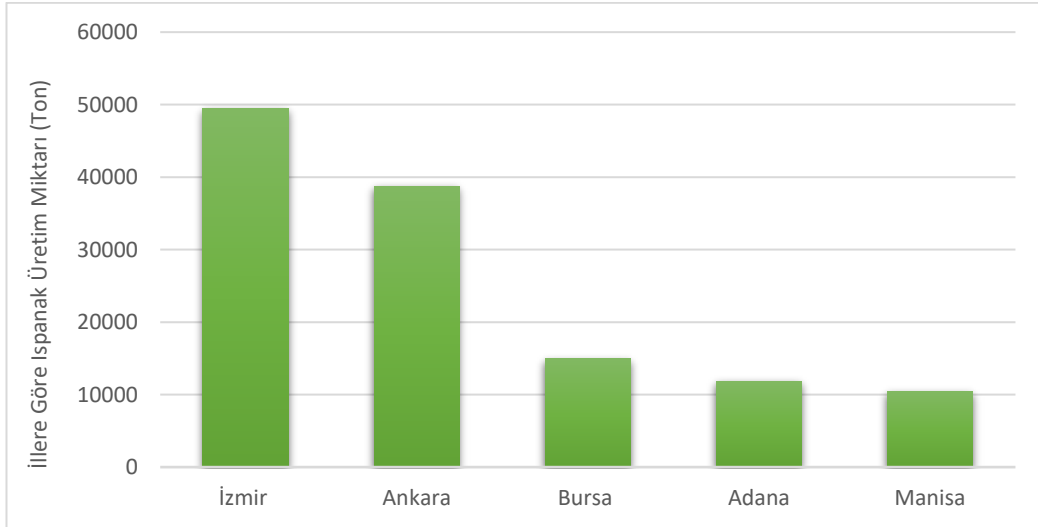
Şekil 1.3. Türkiye ıspanak ekim alanı (TÜİK, 2022)

TÜİK 2017-2021 verilerine göre Türkiye’de ıspanak ekim alanına ait son beş yılın verileri Şekil 1.3’te görülmektedir. 2021 yılı diğer yıllar ile kıyaslandığında ıspanak ekim alanında önceki yıllara göre düşüş görülmektedir (Şekil 1.3).



Şekil 1.4. Türkiye 2017-2021 yılları ıspanak üretim miktarı (TÜİK, 2022)

TÜİK 2017-2021 yılları verilerine göre Türkiye’de yapılan ıspanak üretim miktarına dair veriler Şekil 1.4’te verilmiştir. Bu veriler önceki yıllar ile karşılaştırıldığında 2021 ıspanak üretim miktarında düşüş görülmektedir (Şekil 1.4).



Şekil 1.5. Türkiye 2021 yılı illere göre ıspanak üretim miktarı (TÜİK, 2022)

Ülkemizin 2021 yılı ıspanak üretim miktarına bakıldığında İzmir 49 497 ton üretim ile birinci sırada yer almaktadır (Şekil 1.5). İzmir’i sırasıyla Ankara, Bursa, Adana ve Manisa takip etmektedir (Şekil 1.5).

Ispanak yaprağı tüketilen bir sebze olduğu için yaprak kalitesi oldukça önemlidir. Ispanak yetiştiriciliğinde görülen hastalıklar ıspanak üretiminde kaliteyi doğrudan etkilemekte ve verim üzerinde sınırlayıcı etkilere sahip olmaktadır. Ispanak üretiminde görülen ekonomik olarak önemli hastalıklar: Mildiyö (*Peronospora farinosa* f. sp. *spinaciae*), Beyaz Pas (*Albugo occidentalis*), Antraknoz (*Colletotrichum dematium*), Çökerten (*Thanatephorus cucumeris*, *Rhizoctonia solani* ve *Pythium* spp.), Hıyar Mozaik Virüsü (CMV), Şeker Pancarı Batı Sarılık Virüsü (BWYV), Şeker Pancarı Kıvrıcık Tepe Virüsü (BCTV) olarak bilinmektedir (Correll ark. 1994).

Tüm dünyada ıspanak üretiminde görülen en tahripkâr hastalık, obligat bir patojen olan *Peronospora farinosa* f. sp. *spinaciae* Byford (= *Peronospora effusa*)'nın (*Pfs*) neden olduğu mildiyö hastalığıdır. Ispanakta mildiyö hastalığına neden olan patojen konukçuya özelleşmiş olup sadece ıspanak bitkisini enfekte etmektedir (Feng ve ark. 2014). Ispanak mildiyösü serin ve nemli koşullarda ortaya çıkmaktadır (Choudhury ve ark. 2016). *P. effusa* diğer mildiyö patojenleriyle karşılaştırıldığında çevresel koşullara daha iyi adapte olduğundan dünyada ıspanak üreticilerini endişeye sevk etmektedir (Choudhury ve ark. 2018).

Peronospora effusa'nın hastalık döngüsünde eşeysiz ve eşeyli üreme evreleri görülmektedir (Kandel ve ark. 2019). Eşeysiz üreme döneminde ıslak koşullar ve/veya yüksek bağıl nemin varlığında gri sporangia ve sporangioforlar oluşmaktadır (Correll ve ark. 1994; Klosterman, 2016). Bu yapılar yaprağın alt kısmında, bazen de üst yüzeyinde sporülasyon kitleleri (Şekil 1.6) olarak görülmektedir (Klosterman, 2016). Sporangia 2-25°C sıcaklık aralığında çimlenebilmekte ancak optimum çimlenme 9-12°C aralığındaki sıcaklık değerinde olmaktadır (Correll ve ark. 1994). Yapraklardaki lezyon gelişimi 15-25°C sıcaklık değerleri arasında daha çok olabilmektedir. Ayrıca enfeksiyondan 6-12 gün sonra tekrar sporlanma meydana gelebilmektedir (Correll ve ark. 1994).

Sporangia yapraklarda çok fazla sayıda bulunabilmekte, rüzgâr ile kolayca taşınmakta ve diğer bölgelerdeki ıspanakların enfeksiyonuna neden olabilmektedir (Klosterman, 2016). Sporangial kitleler tüm gece boyunca üretilmekte ve gündüzleri hava ile diğer bölgelere taşınıp dağılmaktadır ayrıca tüm sporangiumlar yeni yaprak enfeksiyonu başlatma potansiyeline sahiptir (Kandel ve ark. 2019).

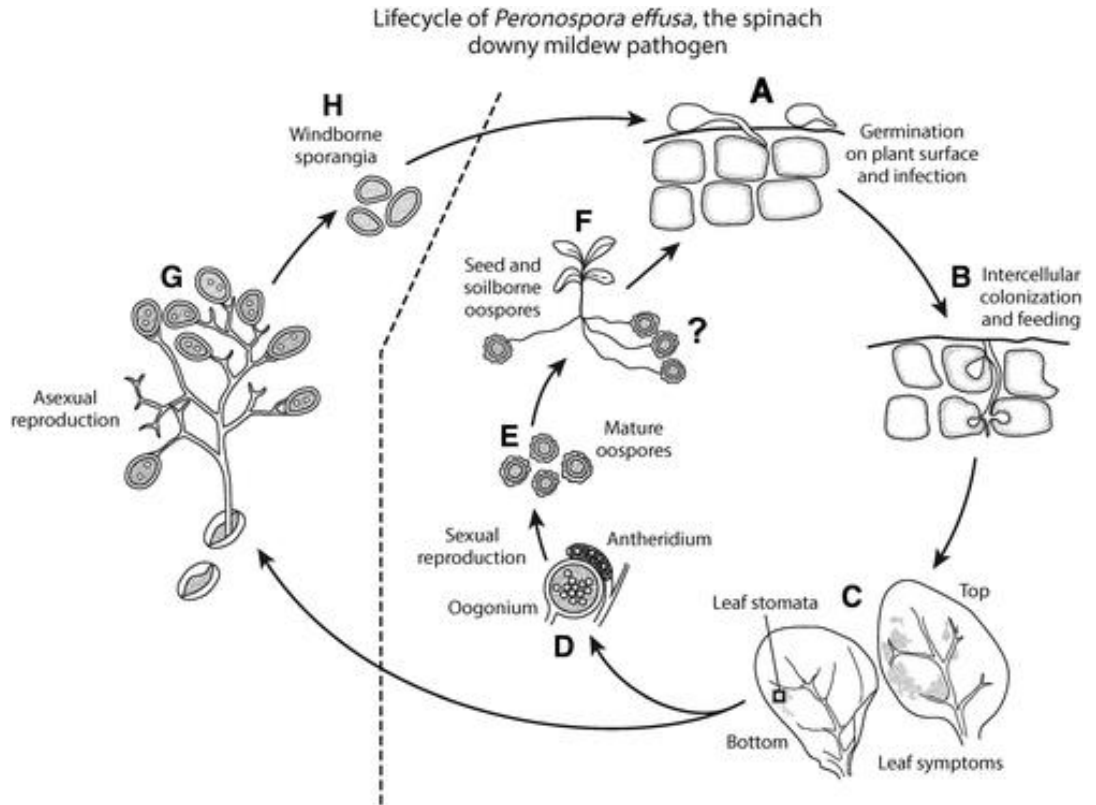
Hastalık etmeni ıspanak yaprağını enfekte ettiğinde ilk belirtiler yağ damlası görüntüsünde renk açılmaları şeklinde görülmektedir (Anonim, 2008). Sonrasında yapraklarda görülen belirtiler düzensiz hafif sarı klorotik lezyonlara dönüşmektedir (Şekil 1.7). Lezyonlar büyüyerek birleşir ve nekrotik yapılar oluşturabilmektedir (Correll ve ark. 1994).



Şekil 1.6. Ispanak yaprağının alt yüzeyinde görülen gri-kahverengi sporülasyon (Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi)



Şekil 1.7. Ispanak yapraklarında görülen sarı klorotik lezyonlar (Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi)



Şekil 1.8. *Peronospora effusa*'nın yaşam döngüsü (Kandel ve ark. 2019)

Eşeyli üreme antheridianın oogoniayı döllemesiyle gerçekleşmektedir (Şekil 1.8). Eşeyli üreme sonucu enfekteli yaprak ve tohumlarda kalın duvarlı oosporlar oluşmaktadır (Kandel ve ark. 2019). Yapraklarda eşeysiz üreme sonucu oluşan spor kitleleri çıplak gözle gözlemlenirken eşeyli üreme sonucu oluşan oosporlar sadece mikroskop ile gözlemlenebilmektedir (Kandel ve ark. 2019).

Hastalık için uygun çevresel koşullar oluştuğunda hastalık oldukça hızlı ilerleyip epidemilere neden olabilmekte ve kısa bir sürede mahsulün tamamı kaybedilebilmektedir. Uzun süren yaprak ıslaklığı ve düşük sıcaklık koşullarında mildiyö hastalığının salgını ıspanak üretimi yapılan alanlarda oldukça hızlı ilerleyebilmektedir (Correll ark. 1994). Mildiyö hastalığının patojeni, doğrudan verim kayıplarına neden olduğu gibi işlenmiş ya da taze ıspanağın kalitesini hasattan sonra da olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Brandenberger ve ark. 1992).

Ispanak yetiştiriciliğinde görülen *Pfs* ırk sayısının devamlı ve son zamanlarda oldukça hızlı artmasının nedenleri arasında; yıl boyunca ıspanak üretimi, ekim sıklığının artması, ürün rotasyonunun az yapılması, organik ıspanak üretiminde tohumlara fungusit uygulanmaması, iklim değişiklikleri, patojenin tohumla taşınabilmesi, dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesinin patojen üzerine yaptığı seleksiyon baskısı gibi faktörlerin etkili olduğu ileri sürülmektedir (Irish ve ark, 2007; Feng ve ark., 2014).

Ispanakta mildiyö hastalığı ile mücadelede temiz tohum kullanmak, ekim nöbeti uygulamak, sık ekimden kaçınmak, hava sirkülasyonunu sağlamak, sulama aralığını uzatmak ve verilen su miktarını azaltmak kültürel mücadele yöntemleri arasındadır (Anonim, 2008). Ancak *Peronospora farinosa* f. sp. *spinaciae* ile mücadele genel olarak dayanıklı çeşitlerin yetiştiricilikte tercih edilmesi ve düzenli fungusit kullanımı ile yapılmaktadır (Correll ve ark. 2011; Klosterman 2016).

Ispanakta mildiyö hastalığı ile kimyasal mücadele Fosforoz Asit + Ametoctradin, Fosforoz Asit, Mandipropamid, Ametoctradin + Dimethomorph aktif maddeli fungusitler ile yapılmaktadır (Anonim, 2022c)

İspanak mildiyö hastalığı ile mücadele için en ekonomik ve çevreci yöntem ıspanak yetiştiriciliğinde ticari çeşitlerde etkili dayanıklı çeşitler geliştirmektir (Feng ve ark. 2014; Feng ve ark. 2018a). Bu nedenle dayanıklılığın devamlı olarak geliştirilmesi ıspanak üretiminde yapılan ıslah çalışmalarının öncelikli hedefi olmaktadır (Morelock ve Correll, 2008).

1824 yılında *P. farinosa* f. sp. *spinaciae*'nin ilk ırkı belirlenmiş ve ırk 1'e karşı dayanıklılığın tek bir baskın gen tarafından sağlandığı 1950 yılında tespit edilmiştir. 1958 yılında ırk 2 belirlenmiş ve ardından ırk 1 ve 2'ye karşı dayanıklılık bulunmuştur (Correll ve ark. 2011). İlk etapta ırk 1 ve 2'ye dayanıklılığın tek bir gen aracılığıyla kontrol edildiği düşünülmüştür ancak ırk 1 ve 2'ye karşı direncin birbirine yakın iki gen tarafından kontrol edildiği daha sonra belirlenmiştir (Eenink ve ark. 1976). 1976 yılında ırk 3 tespit edilmiş ve bu ırka dayanıklılık ticari melezlere iki sene sonra eklenebilmiştir (Corell ve ark. 2011). 1990 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde ırk 4 belirlenmiştir (Brandenberger ve ark. 1991; Corell ve ark. 2011). 1996 yılında ABD'de ve 1998 yılında Avrupa'da ırk 5, 1998 yılında ırk 6, 1999 yılında ırk 7 ve 2004 yılında ırk 8, ırk 9 ve ırk 10 tespit edilmiştir (Irish ve ark. 2003; Irish ve ark. 2007). 1'den 10'a kadar olan ırklara karşı ıspanakta *RPF2* lokusunun ıspanakta dayanıklılık sağladığı belirlenmiştir (Feng ve ark. 2014). 2004 yılında 'Emilia', 'Lombardia', 'Lazio', 'El Palmar' ve 'El Dorado' ıspanak çeşitlerinin ırk 10'a dayanıklı olduğu tespit edilmiştir (Irish, 2007). 2008 yılında ırk 11, 2009 yılında 12. ırk ve 2010 yılında 13. ırk belirlenmiştir. 14. ırk 2010 yılında görülmüştür (Feng ve ark. 2014). 15. ve 16. ırk ise 2013 ve 2017 yılları içinde belirlenmiş ve 17. ırk 2018 yılında kayıt edilmiştir (Feng ve ark. 2018a).

Peronospora Uluslararası Çalışma Grubu (IWGP) yeni izolatların oluşmasını değerlendirmek ve bu sonuç doğrultusunda küresel ıspanak yetiştiriciliğindeki önemi üzerinde değerlendirme yapmak için her yıl toplanmaktadır. Birçok laboratuvar birbirini takip eden testler yapmakta ve sonucunda daha önce görülmemiş virülans ırklar saptanırsa yeni belirlenen ırka yeni bir ırk numarası verilmektedir (Feng ve ark. 2014).

IWGP tarafından son yıllarda ıspanak mildiyö patojeninin iki yeni ırkı daha saptanmıştır. Avrupa'da kayıt edilen SP1924 izolatı Pe:18 ırkı olarak isimlendirilmiş ve ABD'de kayıt edilen UA202001E izolatı ise Pe:19 ırkı olarak adlandırılmıştır. Yeni ortaya çıkan bu

ırklar oldukça önemlidir. Günümüzde kabul gören *P. effusa* patojenin toplam 19 özgün ırkı bulunmaktadır (Anonim, 2021b).

Ispanak yetiştiriciliğinde mildiyö hastalığına dayanıklı çeşitler için *P. effusa* ırkına karşı tek gen dayanıklılığı kullanılmaktadır ve bu baskın dayanıklılık genleri *RPF* (*Peronospora farinosa*'ya dayanıklılık) genleri şeklinde ifade edilmektedir. *P. farinosa* f. sp. *spinaciae* ırklarına karşı dayanıklılığı yönetmek için 6 farklı *RPF* lokusu kabul edilmiştir ve bu zamana kadar *RPF1*, *RPF2* ve *RPF3* genetik olarak nitelendirilmiştir (Corell ve ark. 2011; Feng ve ark. 2018b). Her direnç lokusu, birçok *P. farinosa* f. sp. *spinaciae* ırkına karşı dayanıklılık oluşturabilmektedir. Örnek olarak, *RPF1* bildirilen 17 ırktan 12'sine, *RPF2* 11 ırka ve *RPF3* 9 ırka karşı dayanıklılık oluşturmaktadır. Teorik açıdan bütün bu üç lokusa sahip çeşitler, *P. farinosa* f. sp. *spinaciae*'nin 1-16 ırklarına dayanıklıdır (Feng ve ark. 2018a).

Ispanak dünyada ve ülkemizde üretimi yüksek değerlere ulaşan ve tüketimi oldukça fazla olan bir sebzedir. Ispanak yetiştiriciliğinde görülen ıspanak mildiyö hastalığı ürüne oldukça fazla zarar veren bu doğrultuda maddi kayıplara neden olan önemli bir hastalıktır. Ispanakta mildiyö hastalığının bu kadar önemli bir hastalık olmasının nedeni sürekli yeni ırklar oluşturup mücadele yöntemlerini etkisiz bırakabilmesidir. Dayanıklı çeşit geliştirmek bu hastalık ile mücadelede birçok avantajı bulunan önemli bir yöntemdir. Bu çalışmada, *Peronospora farinosa* f. sp. *spinaciae*'nin 17 ırkına dayanıklı (F1) çeşidin kendilenmesi ve dayanıklı (F1) çeşit tüm ırklara duyarlı çeşit ile melezleme yapılmıştır. Kendilenmiş ve melez bitkilere ıspanak mildiyösü etmeni ile inokulasyon yapılarak dayanıklılığın, dayanıklı (F1) çeşidinde genetik olarak nasıl kontrol edildiğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmadan elde edilecek sonuçların ıspanak mildiyösü hastalığına dayanıklı çeşit geliştirmek için yapılacak ıslah çalışmalarına katkı sağlaması beklenmektedir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Klosterman (2016), *Peronospora effusa*, oomycetes olarak bilinmekte olan bir organizma grubuna aittir. Patojenin Oosporları 2-3 yıl veya daha uzun süre yaşamakta, tohum üzerinde uzak mesafelere taşınmakta ve toprakta uzun zaman kalmaktadır. *P. effusa*'nın mikroskopik oosporlarının oldukça belirgin, yuvarlak ve pürüzsüz duvar yapısı vardır. *Peronospora effusa* çok sınırlı veya dar bir konukçu aralığına sahiptir ve sadece ıspanağı enfekte etmektedir. Yanlış sulama, yoğun ıspanak ekimleri ve nemin varlığı hastalığa uygun ortam sağladığı belirtilmiştir. Enfekte yaprağın üst kısmındaki klorotik sarı lekeler ve yaprağın alt yüzeyinde mildiyö patojeninin gri-kahverengi sporülasyon yapıları ıspanak mildiyö hastalığının tipik belirtileridir. Bazen sporangia ve sporangioforlar sık olarak görülmesine de üst yaprak yüzeyinde de oluşabilmektedir. Ispanakta mildiyö hastalığına sebep olan *Peronospora effusa* eşeyli ve eşeysiz sporlar oluşturur. Tek bir oval yapısında sporangium ve sporangiaların üzerinde bulunan sporangiofor dallanma yapısı tipiktir. Mikroskopik sporangia tek bir yaprakta binlerce olabilmekte ve kolayca havalanabilir rüzgâr aracılığı ile başka bir ıspanak bitkisinde mildiyö enfeksiyonuna neden olabileceği belirtilmektedir.

Choudhury ve McRoberts (2018), *P. effusa* etmeninin sporangiumlarını farklı sıcaklık ve aydınlatma koşullarında birkaç in vitro çimlenme denemesi yapılmıştır. Devamlı karanlık koşullarda 5-25°C arasında, su agar üzerinde artan sıcaklıklarla sporangiumların çimlenmesinin azaldığı saptanmıştır. Bu çalışmadaki bulgular Kaliforniya *P. effusa* izolatlarının in vitro çimlenme oranlarında artan sıcaklıklar sonucunda olumsuz etki gösterdiğini tespit etmiştir. Mavi ışığa maruz olan sporangiumlar, sarı, kırmızı, veya ışığa maruz olmayan sporangiumlar ile karşılaştırıldığında çimlenmenin önemli miktarda azaldığı ve ışık yoğunluğu ve rengin çimlenmeyi önemli ölçüde etkilediği tespit edilmiştir.

Irish ve ark. (2007), dört yeni *P. farinosa* f. sp. *spinaciae* izolatu California ve Hollanda'dan toplamış ve iki modifiye edilmiş ıspanak diferansiyeli üzerindeki hastalık reaksiyonlarına göre karakterize etmiştir. Bu çalışmadaki veriler, üç farklı mildiyö ırkının (8, 9 ve 10) tanımlanmasını sağlamıştır. Üç yeni ırkı ayırt etmek için ırk 1 ile 7'ye dayanlı dört farklı çeşit kullanılmıştır. Dolphin, 8. ve 10. ırklara duyarlıydı, ancak 9.

ırka dayanıklı; Lion, 10. ırka duyarlı, ancak 8. ve 9. ırklara dayanıklı; Lazio, 1'den 7'ye kadar olan ırkların yanı sıra 8, 9 ve 10. ırklara da dayanıklı ve Tarpy üç yeni ırka da duyarlı olarak tespit edilmiştir. Üç yeni ırk, sera denemelerinde 43 ticari ıspanak çeşidinde hastalık reaksiyonlarını değerlendirmek için de kullanılmıştır. 2004 ve 2006 yılları arasında Kaliforniya ve Arizona'da toplanan 58 izolat incelenmiş ve örnek alınan alanlarda 10. ırkın baskın olduğu belirtilmiştir.

Feng ve ark. (2014), AB ve Amerika Birleşik Devletleri'nde kullanılan iki set ıspanak diferansiyeline ek olarak, 103 çeşit ve gelişmiş yetiştirme hattı da *Peronospora farinosa* f. sp. *spinaciae*'nin 10 ve 14 ırklarına dayanıklılık açısından test edilmiştir. 116 çeşit veya üreme hattı arasında, 79'u dayanıklı ve 34'ü ırk 10'a duyarlı olduğu, üç hat görünüşte *RPF2* lokusunda ayrıldığı belirtilmiştir. Üç genotipin ayrıldığı, ırk 11'e dayanıklı 81 ve 32 duyarlı genotip var olduğu belirtilmiştir. 37 çeşit 12. ırka dayanıklı ve 75 çeşit bu izolata duyarlı iken dördü açılım göstermiştir. 13. ırka dayanıklı 60 çeşit, 48 duyarlı çeşit ve 8 ırk ayırma hattı var olduğu belirtilmiştir. 14. ırka dayanıklı 30 çeşit, duyarlı 84 sıra ve 2 ırk ayırma hattı bulunmaktadır. Çeşitler ve yetiştirme hatları 80.8373, 80.8393, 80.9448, Cello, Celesta, Gowan #3, Finch, Pigeon ve Zebu ırk 12'ye dayanıklı ancak ırk 14'e duyarlı olduğu görülmüş ve bu durum bu iki ırkı birbirinden ayırmıştır. Diğer 107 genotipin, 12 ve 14. ırklara aynı hastalık tepkilerine sahip olduğu saptanmıştır.

Brandenberger ve ark. (1992), altı ülkeden alınan 707 çeşit, mildiyö patojeni *Peronospora farinosa* f. sp. *spinaciae*'nin 4. ırkına karşı dayanıklılık açısından incelenmiş, örneklerin çoğu *Spinacia oleracea* L. oluşmuş fakat 8 adet *S. turkestanica* Iljin ve 2 adet *S. tetrandra* Stev de incelenmiştir. Her çeşitten yaklaşık 40 fideye inokulasyon yapılmıştır. St. *Helens* duyarlı kontrol çeşidi olarak dahil edilmiştir. Test edilen çeşitlerin çoğu (>%98) ırk 4'e duyarlı olduğu tespit edilmiştir. Dokuz çeşit, ırk 4'e karşı bir miktar dayanıklılık göstermiş, CGNO 9546 ve SPI 82/87 çeşitlerin üst seviyede dayanıklı olduğu bulunmuştur.

Kubota ve ark. (2019), 2017 yılında Saitama ve Ibaraki Eyaletlerinden toplanan ıspanak *Peronospora farinosa* f. sp. *spinaciae*'nin altı izolatu tespit edilmiştir. Ocak ayında Saitama Eyaletinden toplanan üç izolat, Uluslararası Tohum Federasyonu tarafından tanımlanan bilinen tüm ırklardan farklı olduğu fakat ABD'de 2014 yılında örneklenen

UA1014 ırkına benzer olduğu belirtilmiştir. Nisan ayında Ibaraki Eyaletinden toplanan İzolat Iba17-2, ırk 10 olarak tanımlanmış; aynı bölgeden şubat ve mayıs aylarında toplanan Iba17-1 ve Iba17-3 izolatları bilinen hiçbir ırkla eşleşmemiştir.

Kubota ve Kajitani (2021), ıspanak mildiyö hastalığına neden olan patojen *Peronospora farinosa* f. sp. *spinaciae*'nin 2019 yılında Japonya'nın Fukuoka Eyaletinde toplanan beş izolatu, IWGP tarafından yetkilendirilen 1-17 ırklarından farklı iki ırk olarak tanımlamıştır. Irklar geçici olarak J19-1 ve J19-2 olarak adlandırılmıştır. J19-1, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki bir izolat olan UA201502'ye benzer ırk-diferansiyel çeşitlere tepki gösterdiği bununla beraber J19-2'nin ırk-diferansiyel çeşitlere tepkisi, bildirilen tüm ırklardan farklı olduğu belirtilmiştir.

Irish ve ark. (2008), yapmış oldukları bu çalışmada, geliştirilen Dm-1 ortak baskın SCAR geleneksel geri çaprazlama ve MAS'ın bir kombinasyonu kullanılarak ıspanakta mildiyö dayanıklılığını kontrol eden tek bir lokusun introgresyonunu hızlandırmak için kullanılabileceğini göstermiştir. Moleküler işaretleyici aynı zamanda dayanıklılık için sabitlenmiş çizgileri, yani *Pfs-1*'de homozigot (*Pfs-1Pfs-1*) heterozigot dayanıklı olanlardan ayırt etmek için de kullanılabildiği belirtilmiştir. Dm-1 markörü, test edilen 123 hattın 120'sinde hastalık direnci fenotipini doğru bir şekilde öngörmüştür. Elit hatlar geliştirmek için gereken süreyi önemli ölçüde azaltabileceği, ayrıca Dm-1 işaretçisi, elit hibritlerin üretimi sırasında istenmeyen akrabaların seviyesini belirlemek için çok pratik bir kullanıma sahip olabildiğini belirtilmiştir.

Subbarao ve ark. (2018), bu çalışmada, her biri 35 m uzunluğunda dört adet 2 m yatak içeren ayrılmış arazi parselinde simptomsuz ıspanak yapraklarında *P. effusa* DNA'sını saptamak için PCR kullanılmıştır. Ispanak yaprakları, her parselde 48 lokasyonda 3 m aralıklarla haftalık olarak örneklenmiştir. İlk örnekler simptomsuz olduğu ancak PCR analizi, örneklenmiş ıspanak yapraklarında *P. effusa* DNA'sının tespit etmiştir. Ispanak yapraklarında gizli mildiyö enfeksiyonu tespiti, symptom gelişiminden 7 gün önce PCR ile doğrulanmıştır. Sonuç olarak, gizli enfeksiyonların tespiti, hastalıklı, simptomsuz organik ıspanakların normalden daha erken hasat edilmesi ve konvansiyonel üretimde simptomsuz bitkilerde fungusit uygulamalarının zamanlanması için katkı sağlayabileceği belirtilmiştir.

Klosterman ve ark. (2014), tahmin uyarı çalışmalarında kullanılması amacıyla Kaliforniya’da ıspanak üretimi yapılan alanda *Peronospora effusa*’nın havadaki spor yoğunluğunu qPCR metodu ile tespit edilmiştir. *Peronospora effusa*’nın rDNA kopya sayısının yakınlarda bir ıspanak tarlası bulunmayan alanda tespit edilen seviyelerle karşılaştırıldığında, hastalıklı ıspanak tarlalarının yakın mesafesinde toplanmış tuzak örneklerde ortalama 3.300 kat daha fazla olduğu saptanmıştır.

Feng ve ark. (2018a), *Pfs*'deki virülans çeşitliliğini izlemek için, ıspanak mildiyö hastalığı ile hastalanmış örnekler ıspanak üretim alanlarından toplanmış ve standart bir uluslararası ıspanak farklılıkları setinin hastalık reaksiyonlarına dayalı olarak ırk tanımlaması için test edildiği belirtmiştir. 2013 ve 2017 yılları arasında iki yeni ırk (belirlenmiş ırklar 15 ve 16) ve sekiz yeni suş tanımlandığı belirtilmiştir. *Pfs* 15'in hastalık reaksiyonu, ırk 4'ün *RPF9* lokusu tarafından verilen direncin üstesinden gelememesi dışında ırk 4'e benzer olduğu, birkaç dayanıklılık lokusu (*RPF1*, 2, 4 ve 6), *Pfs* 15'in neden olduğu hastalıkları önlemede etkili olduğu belirtilmiştir. *Pfs* 16 ırkı, dayanıklılık lokusunun üstesinden gelebildiği (*RPF2*, 4, 5, 9 ve 10) ancak birkaç dayanıklılık lokusunun üstesinden gelemediği (*RPF1*, 3, 6 ve 7) tespit edilmiştir. Yeni bir suş (UA1014), ıspanağa dirençli lokus *RPF1*'in *RPF7*'ye direncinin üstesinden gelebildiği, fakat belirli çeşitlerin sadece kotiledonlarını enfekte etmiş, yaprakları enfekte edememiştir. Yeni ırklara ve yeni suşlara karşı hastalık reaksiyonları için yeni bir yakın izogenik hat seti geliştirilmiş ve diferansiyel olarak değerlendirmesi yapılmıştır. Test edilmiş 360 ABD Tarım Bakanlığı ıspanak germplazmı erişimlerinin hiçbirisi UA1014 veya *Pfs* 16'ya direnç bulunamadığı saptanmıştır.

Lyon ve ark. (2016), 2014 yılında Kaliforniya’nın Yuma, Arizona ve Salinas Walley, ıspanak üretim bölgelerinden toplanan izolatların genetik çeşitliliğini değerlendirmiştir. SNP sonuçlarına göre, 2009 ve 2010'da toplanan patojenin bilinen ırklarının referans izolatlarından elde edilen sekans verileri karşılaştırarak tanımlanmıştır. Genotipler, doğrudan enfekte bitki dokusundan ekstrakte edilen genomik DNA üzerinde hedeflenen sekanslama kullanılarak değerlendirilmiştir. 46 SNP lokusunda bilinen 26 ve 167 günümüze ait örneğin genotiplenmesi, 82 çoklu lokus genotipi ortaya çıkarmıştır. İncelenen bu genotipler beş gruba ayrılmış ve 2014 yılında toplanmış izolatların çoğu,

genetik olarak yakından ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Birkaç ırkı temsil eden örnekler, daha büyük genetik farklılaşma gösterdiği tespit edilmiştir.

She ve ark. (2018), ilk bildirilen direnç lokusu *RPF1*'in haritasını bulmak olmuştur. Bu direnç lokusundaki direnç alleli, *Peronospora farinosa* f. sp. *spinaciae*'nin (*P. effusa*) 1-7, 9, 11, 13 ve 15. ırklarına karşı etkili olduğu bildirilmiştir. Bulk segregant analizi ile birleştirilmiş Specific-locus amplified fragment sequencing (SLAF-Seq) teknolojisini kullanarak *RPF1*'i haritalamıştır. İlişkilendirme analizine dayalı olarak, kromozom 3 üzerinde lokalize olan 1,72 Mb'lık bir bölgenin *RPF1* içerdiği bulunmuştur. Bölge içindeki SLAF işaretçileri ile rekombinantları taradıktan sonra bölge 0,89 Mb'ye kadar daraltılmıştır. Bu bölge içinde, açıklama bilgilerine dayalı olarak 14 R geni tanımlanmıştır. Dayanıklılıkla ilgili genleri belirlemek için, iki dayanıklı kendilenmiş hattın (12S2 ve 12S3) ve üç duyarlı kendilenmiş hattın (12S1, 12S4 ve 10S2) yeniden dizilenmesi gerçekleştirilmiştir. En olası üç aday gen, amino asit dizi analizi, dayanıklı ve duyarlı doğal soylar arasında korunmuş alan analizi yoluyla tanımlanmıştır. Bunlar, reseptör benzeri bir proteini kodlayan Spo12729 ve bir nükleotid bağlama bölgesini ve lösin açısından zengin tekrar alanlarını kodlayan Spo12784 ve Spo12903'ü içerdiği belirtilmiştir. Ayrıca, dayanıklı ve duyarlı hatlar arasındaki üç gendeki dizi varyasyonuna dayalı olarak, işaretleyici destekli seçim için moleküler işaretleyiciler geliştirilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda, *RPF1* alellerini klonlamada ve konakçı ile patojen arasındaki etkileşiminin anlaşılmasında kolaylık sağlayabileceği ifade edilmiştir.

Bhattacharai ve ark. (2020), Irk ayrımı için yaygın olarak kullanılan standart konukçu diferansiyellerinin yaprakları ve kotiledonları, kapalı petri kaplarında su agarına yerleştirilmiş ve yapraklara bir *Pfs* inokulum spor süspansiyonu püskürtülerek inokulasyon yapılmıştır. Ayrılmış yaprak ve bütün bitkiler arasındaki hastalık tepkisinin kıyaslanması için üç farklı *Pfs* ırkı *Pfs* 5 (izolat UA201715), *Pfs* 13 (izolat UA0510C) ve yeni izolat (UA2020-01E) değerlendirilmiştir. *Pfs* 13 (izolat UA0510C) ile petri kaplarında yapılan ilk ayırık yaprak testi, Viroflay, NIL2, NIL3, NIL4, NIL5, NIL6, Whale ve Califlay'in gerçek yaprakları ve kotiledonlarında sporülasyon ve kloroz tespit edilmiş, fakat NIL1, Meerkat, Pigeon, Caladonia ve Hydrus'un gerçek yaprakları ve kotiledonlarında görülmemiştir. Ayrılmış yapraklar ve kotiledonlar üzerindeki hastalık yaygınlık oranı ve şiddeti, standart tam bitki analizinde karşılık gelen çeşitlerin tepkisi ile

karşılaştırılmıştır. İncelenen her üç *Pfs* ırkı için tüm bitkiler üzerindeki hastalık reaksiyonu ile ayrık yapraklar üzerindeki hastalık reaksiyonu arasında tam bir eşleşme olduğu saptanmıştır. Ayrıca, zorunlu patojen sadece ayrık yapraklar üzerinde çoğalarak enfekte edebildiği, spor oluşturabildiği ve patojeniteyi koruyabildiği belirtilmiştir.

Soylu ve ark. (2018), Türkiye’de *P. effusa*’nın ilk hakemli dergideki raporunu yayınlanmıştır. Hatay ilinde 48 ıspanak tarlasından 4’ünde ıspanak mildiyö hastalığı tespit edilmiştir. Ispanak bitkilerinin %5-10’unun hastalık simptomsu gösterdiği belirtilmiştir. Hastalık simptomsu gösteren ıspanak bitkilerinden alınan örneklerle yapılan morfolojik ve moleküler çalışmalar sonucunda ıspanak mildiyö hastalığına sebep olan patojenin *P. effusa* olduğu saptanmıştır. Raporlara dayanarak mildiyönün birkaç yıldır var olmasının muhtemel olduğu, ılıman kış sıcaklıkları ve ilkbahar yağmurunun sık olması nedeniyle hastalığın yaygınlık oranını arttırmış olabileceği belirtilmiştir. Patojenin kısıtlı konukçu aralığına sahip olması, artan talep, ıspanak yetiştiriciliği yapılan alanlarda hastalık girişine savunmasız olabileceği düşünülmektedir.

Demirkol (2021), Sakarya ili ekolojik koşulları altında mildiyö hastalığına karşı reaksiyonlarının belirlenmesi amacıyla 2018-2019 üretim sezonunda 34 ıspanak çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan tohumların oospor bulaşıklığı yıkama testi yöntemi kullanılarak belirlendiği belirtilmiştir. Deneme Sakarya ili Bayat köyünde 2018 yılında tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuştur. İlk çıkışların ekim tarihinden 15 gün sonra başladığı ve çeşitlere bağlı olarak 21 günde tamamlandığı belirtilmiştir. Mildiyö hastalığına dair ilk simptomsalar 16.12.2018 tarihinde gözlemlenmiş, hastalık değerlendirmesi 27.01.2019 ve 10.02.2019 tarihlerinde yapılmıştır. Volans ve Amador çeşitlerinde mildiyö hastalığı görülmemiş, geri kalan çeşitlerde hastalık şiddeti %0,17 ile %41,50 değerleri arasında, hastalığın bulunma oranı ise %1 il %72,75 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Yıkama testi sonucunda incelenmiş olan tohumlarda 34 ıspanak çeşidinden 6 çeşit %17,65 oospor ile bulaşık olduğu ve sporangiofor yapısının 2 çeşitte %5,88 olarak bulunmuştur ve bulaşık olan çeşitlerde oospor sayısının 120-1360 adet arasında değişkenlik saptanmıştır.

Tabur ve Erkılıç (2020), 2015 – 2016 yılı sonbahar ve kış ıspanak yetiştiricilik sezonunda, Adapazarı/Pamukova ve Osmaniye/Kadirli illerinde 205 araziden örnekleme yapılmıştır. Denemelerin, aynı illerdeki ırk tespiti yapmak amacıyla ayırt edici çeşitler ile kurulduğu belirtilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda ıspanak mildiyö hastalığı Adapazarı Pamukova ilçesinde %13 ve Osmanlı Kadirli ilçesinde %9 oranında tespit edilmiştir. Pamukova ilçesinde 12. ırk, Kadirli ilçesinde 8. ırk saptanmıştır. Yapılan çalışmada ıspanak mildiyö hastalığı haricinde *Colletitricum* spp. ve *Albuga occidentalis* gözlemlenmiştir. Bu çalışmanın haricinde, 2015 senesinde yapılmış olan çalışmada İzmir Menemen’de ıspanak mildiyö hastalığının 10. ırkı, Ankara Beypazarı’nda 13. ırkı tespit edilmiştir.

Feng ve ark. (2018c), *Peronospora effusa*’nın neden olduğu mildiyö hastalığı, ıspanak yetiştiriciliğinde çok büyük ekonomik kayıplara neden olduğu belirtilmiştir. *P. effusa*’nın üç ırkı (12, 13 ve 14) sıralanmış, birleştirilmiş ve bu üç ırkın taslak genomları GenBank’a yüklenmiştir. Konakçı ve patojen ilişkisini incelemede katkı sağlayacağı ve patojenin kısa sürede yeni ırkların oluşma mekanizmasını tespit etmek için konakçı ile patojen arasındaki etkileşimi incelemek ve patojenin yeni ırklarının hızla ortaya çıktığı mekanizmayı belirlemek için fayda sağlayabileceği belirtilmiştir.

Choudhury ve ark. (2016), 2013 ve 2014 yıllarında ocak sonu ve haziran başı arasında Salinas Vadisi’ndeki dört bölgede döner kollu çarpma spor tuzağı örnekleyicileri kullanılarak havadaki *P. effusa* sporları toplamıştır. *P. effusa* DNA seviyeleri, türe özgü nicel bir polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) ile belirlenmiştir. Havadaki *P. effusa* konsantrasyonlarının analizleri, hem mevsim boyunca konsantrasyonda üstel bir artış olduğunu hem de mevsime özgü periyodikliği olan 30, 45 ve 75 gün civarında artan ortalama değer etrafında salınımlar olduğunu ve bu değerlerin bütüne yakın olduğunu göstermektedir. Sıcaklıktaki her birim artış, DNA kopya sayılarındaki artış olasılığının %1,7 ile %6 artmasıyla bağlantılıyken, rüzgâr hızındaki her birim azalma, DNA kopya sayılarındaki artış olasılığının %4 ile %12,7 artmasıyla ilişkilendirilmiştir. Hastalık insidansı, havadaki *P. effusa* seviyeleri ve hava değişkenleri ile ilişkilendirilmiş ve bir alıcı işletim karakteristik eğrisi analizi, hastalık derecelendirmesinden dokuz gün önce spor tuzaklarından belirlenen *P. effusa* DNA kopya sayılarının hastalık insidansını tahmin edebileceğini ileri sürmüştür.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmanın ana materyalini Viroflay ve IG-101 (F1) ıspanak çeşitleri oluşturmaktadır. Viroflay 1866 yılından önce geliştirilmiş bir ıspanak çeşididir. Büyük ve pürüzsüz yaprakları olan koyu yeşil renkli oldukça hızlı büyüyen hasat olgunluğuna kısa sürede ulaşan ıspanak çeşididir (Şekil 3.1). Sıcak ve uzun yaz günleri bu çeşitte hızla çiçek sürgünü oluşumuna neden olmaktadır. Kısa sürede hasada gelen bu çeşidin ıspanakta mildiyö hastalığının tüm ırklarına duyarlı olması en büyük dezavantajıdır (Anonim, 2021a; Anonim, 2022b).



Şekil 3.1. Viroflay ıspanak çeşidi (BUU Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Serası)

IG-101 (F1) ıspanak çeşidi (Şekil 3.2), ıspanak mildiyö hastalığının (*Peronospora farinosa* f.sp. *spinaciae*) 1-17 ırklarına dayanıklı ıspanak çeşididir.



Şekil 3.2. IG-101 ıspanak çeşidi (BUÜ Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Serası)

3.2. Yöntem

3.2.1. Ispanak Bitkilerinin Yetiştirilmesi

Denemede kullanılacak ıspanak bitkilerini yetiştirmek için Viroflay ve IG-101 (F1) çeşitlerinin tohumlarının ekim işlemi yapılmıştır. 42'lik viyoller kullanılmış ve viyollerin içi toprak-perlit-torf karışımı (1:1:1 oranında) ile doldurulmuştur. Her bir viyol gözüne bir adet tohum eklenmiş, üzeri toprak karışımı ile kapatılıp can suyu verilmiştir. 15-20°C sıcaklık %65 nem bulunan ısıtmalı sera ortamında çimlenmek üzere bırakılmış ve gerektiğinde sulama yapılmıştır. Ekimden sonraki 4-7 gün içinde çimlenme gözlenmiştir. Çimlenme sonrası 40-45 gün gerekli kültürel işlemler (sulama, gübreleme) yapılarak ıspanak fideleri şaşırtmaya hazır hale gelmiştir. Viroflay ve IG-101 çeşitleri için her işlem ayrı ayrı tekrarlanmıştır. Viroflay ve IG-101 fidelerinin her biri içerisinde torf-toprak (1:1) karışımı ile doldurulmuş 20 L hacimli saksılara şaşırtılmış ve serada yetiştirilmiştir. Düzenli olarak sulama ve gübreleme gibi kültürel işlemler uygulanmış, yabancı otlar temizlenmiştir.

3.2.2. Ispanak Bitkilerinde Melezleme ve Kendileme İşlemi

Yabancı tozlanmayı önlemek ve kontrollü melezleme yapmak için sera ortamı kullanılmıştır. Melezleme; ana bitki olarak seçilmiş çeşitteki dişiçik tepelerinin, baba olarak seçilen çeşitteki polenlerle tozlanmasıyla gerçekleşmektedir (Ellialtıoğlu, 2008). Günlerin uzamasıyla ve hava sıcaklığının artmasıyla birlikte Viroflay ve IG-101 çeşitleri çiçeklenmiştir (Şekil 3.3; Şekil 3.4). Viroflay çeşidi (duyarlı) ana ebeveyn ve IG-101 çeşidi baba (dayanıklı) ebeveyn olarak kullanılmıştır. 7 adet Viroflay ve 7 adet IG-101 bitkileri izole edilmiştir. Ispanak rüzgarla tozlandığı için her gün bir kere tozlaşmayı kolaylaştırmak amacıyla Viroflay bitkilerinin üzerine elle IG-101 bitkileri sallanmış ve Viroflay-IG-101 melezleri elde edilmiştir. Seranın diğer bir bölümünde ise sadece IG-101 (F1) bitkileri izole edilip kendi aralarında tozlaşmaya bırakılmış günde bir kere bitkiler elle sallanmış, kendileme yapılmış ve IG-101 (F2) elde edilmiştir.



Şekil 3.3. Viroflay çeşidinin çiçeklenmesi (BUÜ Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Serası)



Şekil 3.4. IG-101 çeşidinin çiçeklenmesi (BUÜ Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Serası)

3.2.3. Ispanak Mildiyösü Hastalığı Etmeni (*Peronospora farinosa* f. sp. *spinaciae*) ile İnokulasyonu İçin Ispanakların Yetiştirilmesi

Ispanak bitkilerine ıspanak mildiyösü etmeni ile inokulasyon yapmak ve hastalık oluşumunu gözlemlemek için ıspanak çeşitlerinden; Viroflay, IG-101 ve Viroflay-IG-101 melezleri (Şekil 3.5) birinci yılda yapılmış olduğu gibi tohumdan yetiştirilmiş ve saksılara şaşırtılmıştır. IG-101 (F2) ve Viroflay-IG-101 melezleri birinci yılda yapılmış olduğu gibi tohum ekim işlemi yapılmış ve fideler yetiştirilmiştir. IG-101 (F2) ve Viroflay-IG-101 melezleri için her işlem ayrı ayrı tekrarlanmıştır. Kültürel işlemler düzenli olarak uygulanmış yabancı ot temizliği yapılmıştır.

A



B



C



Şekil 3.5. A) Viroflay B) IG-101 C) Viroflay-IG-101 melezi (BUÜ Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Serası)

3.2.4. Ispanak Bitkilerinin Ispanak Mildiyösü Etmeni ile İnokulasyonu

Bursa ilinde 2021-2022 yetiştiricilik sezonunda yaygın olarak görülen ıspanak mildiyö hastalığı ile hastalanmış ıspanak yaprakları ıspanak yetiştiriciliği yapılan araziden toplanmıştır. Ispanak mildiyö hastalığı görülen yapraklardan *P. farinosa* f. sp. *spinaciae* sporlarını yaprak yüzeyinden ayırmak için ıspanak yaprakları parçalara bölünerek plastik-kapaklı olan tüplere aktarılmış ve üzerine 4°C sıcaklıktaki steril su ilave edilmiş, çalkalanmış ve 1 dakika vorteks tüp karıştırıcıda karıştırılmıştır (Şekil 3.6). Yaprak kalıntılarını ayırmak için çift katlı tül bentten süzülerek cam şişede eşeysiz sporlar toplanmıştır (Şekil 3.7; Şekil 3.8). Spor süspansiyonu (5.0×10^5 Sporangia/ml olarak) hazırlanmıştır (Irish ve ark. 2003; Feng ve ark. 2014). Plastik bir püskürtme şişesine spor süspansiyonu aktarılmış ve püskürtücü ile ıspanak bitkilerine (Viroflay, IG-101 ve Viroflay-IG-101 melezleri) spor süspansiyonu püskürtülmüştür. Ardından %100 bağıl nem ve 18°C sıcaklıkta 24 saat boyunca inkübe edilmiştir. 24 saat sonunda 20°C’de 12 saat aydınlık, 12 saat karanlık periyotta 6 gün boyunca inkübe edilmiştir. 6. günde tekrar %100 bağıl nem ve 18°C sıcaklıkta 18-24 saat inkübe edilmiştir (Irish ve ark. 2003). İnokulasyon sonucu ıspanak mildiyö hastalığı belirtileri görülen ıspanak yaprakları soğuk koşullarda (-20°C) kendilenmiş ve melez bitkilere inokulasyon yapmak üzere saklanmıştır (Irish ve ark. 2003).



Şekil 3.6. Parçalara ayrılmış ıspanak yapraklarının bir dakika vortekslenmesi (BUÜ Ziraat Fakültesi)



Şekil 3.7. Yaprak kalıntılarını ayırmak için çift katlı peynir tülbentinden süzülmesi (BUÜ Ziraat Fakültesi)



Şekil 3.8. *P. farinosa* f. sp. *spinaciae* eşeysiz sporlarını içeren spor süspansiyonun görünümü (BUÜ Ziraat Fakültesi)

3.2.5. IG-101 (F2) ve Viroflay-IG-101 Melezlerinin Ispanak Mildiyösü Etmeni ile İnokulasyonu

IG-101 (F2) ve Viroflay-IG-101 melez fideleri (2 haftalık) 3.2.4’de anlatıldığı gibi spor süspansiyonu (5.0×10^5 Sporangia/ml) ile inokulasyon yapılmış ve inkübe edilmiştir (Irish, 2003).

IG-101 (F2) ve Viroflay-IG-101 melez fidelerine yapılmış inokulasyon sonucu duyarlı/dayanıklı fidelerin Mendel kanunlarına göre genetik açılımları belirlenmiş ve Ki Kare Testi ile veri analizi yapılmıştır.

4. BULGULAR

Viroflay ve IG-101 çeşitleri yakın zamanda çiçeklenmiştir. Viroflay ilk sürgün ve diğer sürgünlerin tamamı dişi çiçek açmıştır. IG-101 ilk sürgünde dişi çiçek açmış, ikinci sürgünlerde erkek çiçek açmıştır. Polen ve dişi organ canlılığı korunarak melezleme işlemi başarıyla yapılmıştır. Melezleme işleminden 4-5 gün sonra dişi organın yumurtalık yerinin biraz şişmesi melezleme işleminin gerçekleşmiş olduğu görülmüştür. Tozlamadan 6-7 gün sonra tohum oluşumları gözlemlenmeye başlamış ve 10-15 gün sonrasında tohum olgunluğa ulaştıktan 1-2 gün sonra tohumlar hasat edilmiştir.

Viroflay-IG-101 melezlerinin yaprak yapısının, koyu yeşil, yaprak uçları Viroflay'den daha yuvarlak, yaprak damarları belli olmayan, yaprak yüzeyinin pürüzsüz, orta genişlikte olduğu görülmüştür (Şekil 4.1).



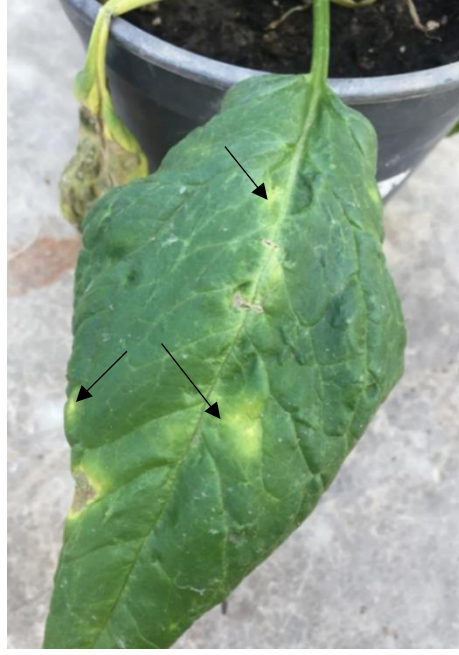
Şekil 4.1. Viroflay-IG-101 melezi (BUÜ Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Serası)

Saksılara şaşırtılmış olan *Peronospora farinosa* f. sp. *spinaciae* patojeninin tüm ırklarına duyarlı Viroflay ve Viroflay-IG-101 melezlerinde hastalık belirtileri gözlemlenmiştir. *Peronospora farinosa* f. sp. *spinaciae* patojeninin 17 ırkına dayanıklı olduğu bilinen IG-101 çeşidinde hastalık belirtileri gözlemlenmemiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Hastalık belirtisi görülmeyen IG-101 ıspanak çeşidi (BUÜ Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Serası)

Viroflay ve Viroflay-IG-101 melezlerinde ıspanak mildiyö hastalık belirtileri inokulasyondan 7-10 gün sonra ıspanak yapraklarında düzensiz hafif sarı lekeler şeklinde görülmüştür (Şekil 4.3). Daha sonra yaprağın alt yüzeyinde *Peronospora farinosa* f. sp. *spinaciae* patojenin eşeysiz spor kitleleri (Şekil 4.4) gözlemlenmiştir. Nem ve düşük sıcaklık koşullarında bu spor yapılarının çoğaldığı tespit edilmiştir. Zamanla sarı lekeler genişleyerek yaprakta nekrotik kısımlar oluşturmuştur (Şekil 4.5). IG-101 (F2) ve Viroflay-IG-101 melez fidelerinin bazılarında inokulasyondan 6-10 gün sonra hastalık belirtileri görülmüştür. Bu belirtiler ıspanakta mildiyö hastalığının tipik belirtileridir (Klosterman, 2016). Patojenin teşhisi conidiophore ve sporangium yapılarına bakılarak morfolojik olarak yapılmıştır (Agrios, 2005).



Şekil 4.3. Viroflay ıspanak çeşidinde ıspanak mildiyö hastalık belirtisi olan sınırları belli olmayan sarı lekeler (oklar ile gösterilmiştir) (BUÜ Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Serası)



Şekil 4.4. Viroflay-IG-101 melezinde ıspanak mildiyö hastalık belirtisi olan yaprağın alt yüzeyinde görülen gri-kahverengi spor kitleleri (oklar ile gösterilmiştir) (BUÜ Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü)



Şekil 4.5. Viroflay ıspanak çeşidinde ıspanak mildiyö hastalık belirtisi olan sarı lekeler ve ıspanak yaprağında nekrotik kısımlar (oklar ile gösterilmiştir) (BUÜ Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Serası)

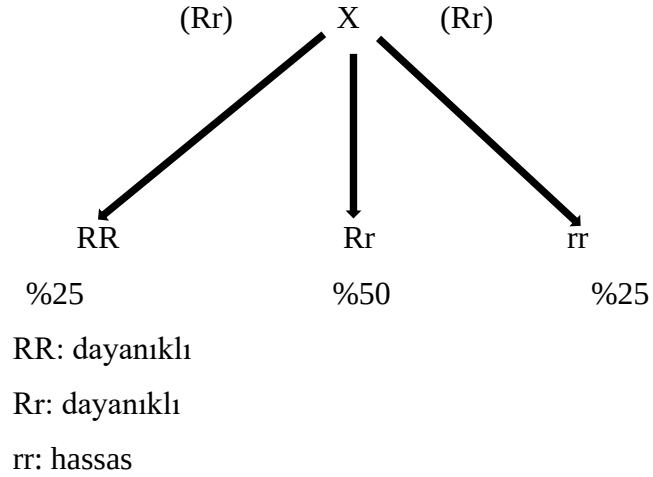
4.1. Ispanak Bitkilerinin Ispanak Mildiyö Hastalığına Tepkileri (Duyarlı/Dayanıklı)

IG-101 (F2) ve Viroflay-IG-101 melez fidelerine ıspanak mildiyösü etmeni ile inokulasyonu yapılmıştır. Bu inokulasyon sonucunda toplam, duyarlı ve dayanıklı bitkilerin sayıları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Eğer dayanıklılık baskın tek gen ile kontrol ediliyor ise ve IG-101 çeşidinde bu geni heterozigot olarak taşıyorsa, Viroflay-IG-101 melezi bitkilerin %50 hassas, %50 ise dayanıklı olması beklenmektedir. IG-101 çeşidinin kendilenmesi ile elde edilen bitkilerin ise %75’nin dayanıklı %25’nin ise hassas olması gerekmektedir. Elde ettiğimiz bulgular bu hipotezi destekler yöndedir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. *Peronospora farinosa* f. sp. *spinaciae* ile inokulasyonu sonucu ıspanak bitkilerinin hastalığa karşı dayanımları

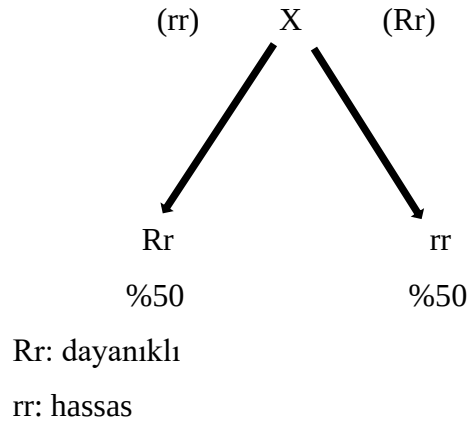
İspanak genotipi	Toplam Bitki Sayısı	Duyarlı (rr)	Dayanıklı (RR, Rr)	Açılım oranı	Ki kare p-değeri
IG-101 (F2)	31	5	26	3:1	0.25
IG-101 (F2)	33	7	26	3:1	0.62
Viroflay X IG-101	37	17	20	1:1	0.62
Viroflay X IG-101	41	24	17	1:1	0.27
Viroflay X IG-101	23	10	13	1:1	0.53

IG-101 (F2) genotiplerine yapılan ıspanak mildiyösü etmeni ile inokulasyonu sonucunda ıspanak mildiyö hastalığı simptomları bazı bitkilerde görülmüştür. Kendileme sonucunda elde edilen toplam 31 IG-101 (F2) bitkisinde ıspanak mildiyö hastalık simptomları gösteren (duyarlı) 5 bitki, hastalık simptomu göstermeyen (dayanıklı) 26 bitki tespit edilmiştir. Başka bir kendilemeden elde edilen toplam 33 IG-101 (F2) bitkisinde ıspanak mildiyö hastalık simptomları gösteren 7 bitki, hastalık simptomu göstermeyen 26 bitki olduğu görülmüştür. Bu bulgulara göre, IG-101 çeşidi baskın dayanıklılık genini heterozigot olarak taşımaktadır. Ki-kare testine göre kendileme sonucunda elde edilen bitkiler arasında mildiyö hastalığının simptomlarını göstermeyen dayanıklı bitkilerin hastalık simptomları gösteren hassas bitkilere oranı 3:1 Mendel genetik açılım oranına uyduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1; Şekil 4.6).



Şekil 4.6. 3:1 Mendel genetik açılım

Viroflay-IG-101 melez genotiplerine yapılan ıspanak mildiyösü inokulasyonu sonucunda bazı bitkilerde ıspanak mildiyö hastalığı belirtileri görülmüştür. İlk melezlemeden toplam 37 Viroflay-IG-101 melez bitki elde edilmiştir. Bu bitkilerden 17'sinde mildiyö hastalığının belirtileri görülmüş kalan 20 bitkide ise hastalık belirtisi tespit edilmemiştir. Başka bir melezlemeden elde edilen toplam 41 Viroflay-IG-101 melez genotipinde ıspanak mildiyö hastalık belirtileri gösteren 24 bitki, hastalık belirtisi göstermeyen 17 bitki tespit edilmiştir. Diğer bir melezlemeden toplam 23 Viroflay-IG-101 melezi ıspanak mildiyö hastalık belirtileri gösteren 10 bitki, hastalık belirtisi göstermeyen 13 bitki tespit edilmiştir. Viroflay çeşidi ise homozigot hassastır. Ki-kare testine göre melezleme yapılan bitkiler arasında mildiyö hastalığının belirtilerini gösteren duyarlı bitkilerin hastalık belirtileri göstermeyen dayanıklı bitkilere oranı 1:1 Mendel genetik açılım oranına uyduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1; Şekil 4.7).



Şekil 4.7. 1:1 Mendel genetik açılım

Bu çalışmanın sonucuna göre IG-101 çeşidindeki ıspanakta mildiyö hastalığına dayanıklılık tek bir baskın genle kontrol edildiğini göstermektedir.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Dünyada ve ülkemizde nüfusun artmasıyla gıda tüketimi artmaktadır. Yeşil yapraklı sebzelerden biri olan ıspanak düşük kalorili ve besin içeriğinin zengin olması, temizlenmiş paketlenmiş ve dondurulmuş olarak piyasaya sunulması tarımsal üretimi arttırmıştır. Tarımsal üretimde kalite ve verimi doğrudan sınırlayan en önemli sorunlardan biri bitki hastalıklarıdır. Ispanak yetiştiriciliğinde en önemli hastalıklardan biri ıspanak mildiyösüdür. Ispanak yaprağı tüketilen bir kısım olduğu için yaprak kalitesi oldukça önemlidir. Mildiyö ile hastalanmış ıspanaklarda yaprak kalitesi düştüğü için verim de düşmekte ve önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Ispanak mildiyösü ile mücadele yöntemleri kültürel ve kimyasal olarak yapılmaktadır. Kimyasal mücadele yapılırken kullanılan fungusitlerin bilinçsiz uygulanması kalıntı sorunlarına neden olmaktadır. Ayrıca ıspanak mildiyösünün hastalık etmeni olan patojenin sürekli yeni ırk oluşturması uygulanan fungusitlerin etkisini azaltmaktadır. Bu nedenle ıspanak mildiyö hastalığı (*Peronospora farinosa* f. sp. *spinaciae*) ile mücadelede en iyi yöntem olarak dayanıklı çeşit geliştirilmesi ve üretimde dayanıklı çeşitleri kullanılması önerilmektedir. Dünyada ve ülkemizde yapılan çalışmalar sonucunda ıspanak mildiyösü sonucu oluşan kalite ve verim kayıplarının oluşturduğu ekonomik kayıplar en aza düşürülmüş olacaktır.

Bu çalışmada melezleme ve kendileme çalışmasında ıspanak mildiyösünün ilk 17 ırkına dayanıklılık sağlayan IG-101 çeşidindeki genin tek bir gen olduğu ve baskın karakterde olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuç ıspanak ıslahında dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesine katkı sağlayabilecektir.

Irish ve ark. (2008) yaptıkları bir çalışmada *Peronospora farinosa* f. sp. *spinaciae*'nin 6 ırkına duyarlı Viroflay, hibrit ıspanak türü ile çaprazlamalarda tekrarlayan duyarlı ebeveyn olarak ve Lion 6. ırka dayanıklı ebeveyn olarak kullanılmıştır. Dayanıklı F1 bitkiler her defasında 6. ırka dayanıklılığı için dört kez Viroflay'e geri melezlenmiştir. Irk ayırım verilerinin analiz sonucunda direncin tek bir baskın gen tarafından kontrol edildiğini ve direnç lokusu Pfs-1 olarak adlandırıldığını göstermiştir. F1 popülasyonu, 123 dirençli (*Pfs-1pfs-1*) ve 95 duyarlı (*pfs-1pfs-1*) bitkiden oluştuğu ve önemli olmayan bir ki-kare değerine dayalı olarak beklenen 1:1 oranına uyduğu belirtilmiştir. Benzer olarak, geri melez popülasyonlar beklenen 1:1 oranından önemli bir sapma göstermediği

tespit edilmiştir. Lion *Pfs-1* direnç lokusunda heterozigot olduğu (*Pfs-1pfs-1*) ve *Pfs*'nin 6. ırkına dayanıklılığın tek bir baskın gen tarafından kontrol edildiği saptanmıştır. Bu tez çalışmasında Viroflay-IG-101 melezlerinin genetik açılımı 1:1 oranında olduğu ve IG-101 (F2) bitkilerinin 3:1 oranında açılım gösterdiği ki-kare testine göre doğrulanmış ve dayanıklılığın tek bir baskın genle kontrol edildiği tespit edilmiştir.

Brandenberger ve ark. (1992) altı ülkeden alınan 707 ıspanak çeşidini, mildiyö patojeni *Peronospora farinosa* f. sp. *spinaciae*'nin 4. ırkına karşı dayanıklılık açısından incelenmiş, örneklerin çoğu *Spinacia oleracea* L. olmuştur fakat sekiz adet *S. turkestanica* Iljin ve 2 adet *S. tetrandra* Stev de incelenmiştir. Her çeşitten yaklaşık 40 fideye inokulasyon yapılmıştır. St. *Helens* duyarlı kontrol çeşidi olarak dahil edilmiştir. Tüm bitkiler serada 15-25°C de yetiştirilmiştir. İlk gerçek yapraklar oluştuğunda (2 cm) inokulasyon yapılmış, ilk semptomlar kotiledon ve yapraklarda küçük dağınık sarı-yeşil klorotik lezyonlar görülmüştür. Bu belirtiler ilk inokulasyondan 5-8 gün sonra gözlemlenmiştir. Bu tez çalışmasında IG-101 (F2) ve Viroflay-IG-101 melez fidelerine inokulasyon yapıldıktan 6-10 gün sonra fidelerde düzensiz sarı lekeler görülmüştür.

İspanakta *Peronospora farinosa* f. sp. *spinaciae*'nin dayanıklılığı yenmesinin en önemli nedenlerinden biri dayanıklılığın tek genle kontrol edilmesidir. Bu durum gen-gen ilişkisi ile açıklanmaktadır. Bitki dayanıklılığı tek bir genle sağlamaktadır. Patojende patojeniteye neden olan genlerdeki mutasyonlar bitkinin hastalığa karşı hassas olmasına neden olmaktadır. Bitki dayanıklılığı çok genle kontrol edildiğinde ise patojenin dayanıklılığı yenmesi daha zor olmaktadır (Flor, 1971).

Bursa bölgesinde 2021-2022 yılında epidemi yapan ıspanak mildiyö ırkının ilk 17 ırktan biri olduğu bu çalışma ile tespit edilmiştir. Ancak Ülkemizde epidemi yapan ıspanak mildiyö hastalığının ırkları ırk ayrım seti kullanılarak belirlenmesi mutlaka yapılması gerekli bir çalışmadır.

KAYNAKLAR

- Anonim, (2008). T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Bitki Sağlığı Araştırma Daire Başkanlığı. Zirai Mücadele Teknik Talimatları, Cilt 3.
<https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/Teknik%20tal%C4%B1matlar%202008/C%C4%B0LT%203.pdf> (Erişim Tarihi: 25.04.2022)
- Anonim, (2015). Wowbox, Fresh Salad for Your Healthy Life.
<http://wowbox.vn/en/food-index/spinach.html> (Erişim Tarihi: 26.07.2022)
- Anonim, (2021a). Urban Farmer <https://www.ufseeds.com/product/viroflay-spinach-seeds/SPVI.html>
(Erişim Tarihi: 8.03.2022)
- Anonim, (2021b). Denomination of Pe: 18 and 19, two new races of downy mildew in spinach.
<https://plantum.nl/denomination-of-pe-18-and-19-two-new-races-of-downy-mildew-in-spinach/> (Erişim Tarihi: 21.03.2022)
- Anonim, (2022a). Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı.
<http://www.turkomp.gov.tr/food-ispacak-268> (Erişim Tarihi: 28.04.2022)
- Anonim, (2022b). Baker Creek Heirloom Seeds.
<https://www.rareseeds.com/store/vegetables/fall-favorites/monstrueux-de-viroflay-spinach> (Erişim Tarihi: 08.03.2022)
- Anonim, (2022c). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü Bitki Koruma Ürünleri Daire Başkanlığı.
<https://bku.tarimorman.gov.tr/Zararli/Details/176> (Erişim Tarihi: 08.05.2022)
- Agrios, G. N. (2005). *Plant pathology*. Elsevier.
- Bhattacharai, G., Feng, C., Dhillon, B., Shi, A., Villarroel-Zeballos, M., Klosterman, S. J., & Correll, J. C. (2020). Detached leaf inoculation assay for evaluating resistance to the spinach downy mildew pathogen. *European Journal of Plant Pathology*, 158(2), 511-520. <https://doi.org/10.1007/s10658-020-02096-5>
- Brandenberger LP, Correll JC, Morelock TE, (1991). Identification of and cultivar reactions to a new race (race 4) of *Peronospora farinosa* f. sp. *spinaciae* on spinach in the United States. *Plant Disease*, 75(6), 630-634.
- Brandenberger, L. P., Morelock, T. E., & Correll, J. C. (1992). Evaluation of spinach germplasm for resistance to a new race (race 4) of *Peronospora farinosa* f. sp. *spinaciae*. *HortScience*, 27(10), 1118-1119.
- Butu, M., & Rodino, S. (2019). Fruit and vegetable-based beverages—nutritional properties and health benefits. In *Natural beverages* (pp. 303-338). Academic Press.

Choudhury, R. A., Koike, S. T., Fox, A. D., Anchietta, A., Subbarao, K. V., Klosterman, S. J., & McRoberts, N. (2016). Season-long dynamics of spinach downy mildew determined by spore trapping and disease incidence. *Phytopathology*, 106(11), 1311-1318.

Choudhury, R. A., & McRoberts, N. (2018). Temperature and light effects on in vitro germination of *Peronospora effusa* sporangia. *Tropical Plant Pathology*, 43(6), 572-576. <https://doi.org/10.1007/s40858-017-0204-y>

Correll, J. C., Morelock, T. E., Black, M. C., Koike, S. T., Brandenberger, L. P., & Dainello, F. J. (1994). Economically important diseases of spinach. *Plant Disease*, 78(7), 653-660.

Correll, J. C., Bluhm, B. H., Feng, C., Lamour, K., Du Toit, L. J., & Koike, S. T. (2011). Spinach: better management of downy mildew and white rust through genomics. *European journal of plant pathology*, 129(2), 193-205.

Demirkol, U. (2021). Sakarya ili ekolojik koşulları altında bazı ıspanak çeşitlerinin mildiyö hastalığına karşı reaksiyonlarının belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Düzce.

Eenink, A. H. (1976). Linkage in *Spinacia oleracea* L. of two race-specific genes for resistance to downy mildew *Peronospora farinosa* f. sp. *spinaciae* Byford. *Euphytica*, 25(1), 713-715. <https://doi.org/10.1007/BF00041610>

Ellialtıoğlu, Ş. (2008). Hibrit Çeşitler ve Melezleme. https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/5422/mod_resource/content/0/hibrit%20%C3%A7e%C5%9Fitler%20ve%20melezleme.pdf (Erişim Tarihi: 25/05/2022).

Eşiyok, D. (2012). Kışlık ve yazlık sebze yetiştiriciliği. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, (ss.64-72), İzmir-Türkiye.

FAO, (2022). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize> (Erişim tarihi: 15.04.2022).

Feng, C., Correll, J. C., Kammeijer, K. E., & Koike, S. T. (2014). Identification of new races and deviating strains of the spinach downy mildew pathogen *Peronospora farinosa* f. sp. *spinaciae*. *Plant Disease*, 98(1), 145-152.

Feng, C., Saito, K., Liu, B., Manley, A., Kammeijer, K., Mauzey, S. J., ... & Correll, J. C. (2018a). New races and novel strains of the spinach downy mildew pathogen *Peronospora effusa*. *Plant disease*, 102(3), 613-618. <https://doi.org/10.1094/PDIS-05-17-0781-RE>

Feng, C., Bluhm, B., Shi, A., & Correll, J. C. (2018b). Development of molecular markers linked to three spinach downy mildew resistance loci. *Euphytica*, 214(10), 1-9. <https://doi.org/10.1007/s10681-018-2258-4>

Feng, C., Lamour, K. H., Bluhm, B. H., Sharma, S., Shrestha, S., Dhillon, B. D. S., & Correll, J. C. (2018c). Genome sequences of three races of *Peronospora effusa*: a resource for studying the evolution of the spinach downy mildew pathogen. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 31(12), 1230-1231. <https://doi.org/10.1094/MPMI-04-18-0085-A>

Flor, H. H. (1971). Current status of the gene-for-gene concept. *Annual review of phytopathology*, 9(1), 275-296.

Günay, A. (2005). Sebze Yetiştiriciliği Cilt I (ss. 471-473), İzmir-Türkiye.

Iizuka, M., & Janick, J. (1971). Sex chromosome variation in *Spinacia oleracea* L. *Journal of Heredity*, 62(6), 349-352.

Irish B.M., Correll J.C., Koike S.T., Schafer J., Morelock T.E. (2003). Identification and cultivar reaction to three new races of the spinach downy mildew pathogen from the United States and Europe. *Plant Disease*, 87(5), 567-572.

Irish, B. M., Correll, J. C., Koike, S. T., & Morelock, T. E. (2007). Three new races of the spinach downy mildew pathogen identified by a modified set of spinach differentials. *Plant Disease*, 91(11), 1392-1396.

Irish, B. M., Correll, J. C., Feng, C. H. U. N. D. A., Bentley, T., & de Los Reyes, B. G. (2008). Characterization of a resistance locus (Pfs-1) to the spinach downy mildew pathogen (*Peronospora farinosa* f. sp. *spinaciae*) and development of a molecular marker linked to Pfs-1. *Phytopathology*, 98(8), 894-900.

Janick, J., & Stevenson, E. (1955). Genetics of the monoecious character in spinach. *Genetics*, 40(4), 429.

Kandel, S. L., Mou, B., Shishkoff, N., Shi, A., Subbarao, K. V., & Klosterman, S. J. (2019). Spinach downy mildew: Advances in our understanding of the disease cycle and prospects for disease management. *Plant Disease*, 103(5), 791-803.

Khattak, J. Z., Torp, A. M., & Andersen, S. B. (2006). A genetic linkage map of *Spinacia oleracea* and localization of a sex determination locus. *Euphytica*, 148(3), 311-318.

Klosterman, S. J., Anchietà, A., McRoberts, N., Koike, S. T., Subbarao, K. V., Voglmayr, H., Choi, Y. J., Thines, M. & Martin, F. N. (2014). Coupling spore traps and quantitative PCR assays for detection of the downy mildew pathogens of spinach (*Peronospora effusa*) and beet (*P. schachtii*). *Phytopathology*, 104(12), 1349-1359.

Klosterman, S. J. (2016). Spinach downy mildew—Threat, prevention and control. *Prog. Crop Consult*, 1, 12-15.

- Koike, S. T., Cahn, M., Cantwell, M., Fennimore, S., Lestrangle, M., Natwick, E., Smith, R. F., & Takele, E. (2011). Spinach production in California. University of California. Agric. Natural Res. Pub, 7212.
- Kubota, M., Yamauchi, N., Yachi, Y., Ota, T., & Shoji, T. (2019). New races of the spinach downy mildew pathogen, *Peronospora farinosa* f. sp. *spinaciae*, in Japan in 2017. *Journal of General Plant Pathology*, 85(1), 79-81.
- Kubota, M., & Kajitani, Y. (2021). New races of the spinach downy mildew pathogen, *Peronospora farinosa* f. sp. *spinaciae*, isolated in Fukuoka Prefecture, Japan in 2019. *Annual Report of The Kansai Plant Protection Society*, 63, 89-91.
- Lyon, R., Correll, J., Feng, C., Bluhm, B., Shrestha, S., Shi, A., & Lamour, K. (2016). Population structure of *Peronospora effusa* in the Southwestern United States. *PLoS One*, 11(2), e0148385. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0148385>
- Morelock, T. E., & Correll, J. C. (2008). Spinach. In *Vegetables I* (pp. 189-218). Springer, New York, NY.
- Mou, B. (2008). Evaluation of oxalate concentration in the US spinach germplasm collection. *HortScience*, 43(6), 1690-1693.
- Pandey, S. C., & Kalloo, G. (1993). Spinach: *Spinacia oleracea* L. In *Genetic improvement of vegetable crops* (pp. 325-336).
- Roy, S. K., & Chakrabarti, A. K. (2003). VEGETABLES OF TEMPERATE CLIMATES/Commercial And Dietary Importance. Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, India. 5925
- Ryder, E. J. (2012). *Leafy salad vegetables*. Springer Science & Business Media.
- She, H., Qian, W., Zhang, H., Liu, Z., Wang, X., Wu, J., Feng, C., Correll, J. C., & Xu, Z. (2018). Fine mapping and candidate gene screening of the downy mildew resistance gene RPF1 in Spinach. *Theoretical and Applied Genetics*, 131(12), 2529-2541. <https://doi.org/10.1007/s00122-018-3169-4>
- Soylu, E. M., Kara, M., Kurt, S., Uysal, A., Shin, H. D., Choi, Y. J., & Soylu, S. (2018). First report of downy mildew disease caused by *Peronospora effusa* on spinach in Turkey. *Plant Dis*, 102, 1854-1854. <https://doi.org/10.1094/PDIS-01-18-0102-PDN>
- Subbarao, C. S., Anchiet, A., Ochoa, L., Dhar, N., Kunjeti, S. G., Subbarao, K. V., & Klosterman, S. J. (2018). Detection of latent *Peronospora effusa* infections in spinach. *Plant disease*, 102(9), 1766-1771. <https://doi.org/10.1094/PDIS-12-17-1956-RE>
- Vural, H., Eşiyok, D., & Duman, İ. (2000). Kültür Sebzeleri: Sebze Yetiştirme. Ege Üniversitesi (ss. 95), İzmir-Türkiye.

Tabur, T. ve Erkıılıç, A., (2020). Adapazarı ve Osmaniye illerinde ısıpanak mildiyösü (*Peronospora farinosa* f.sp. *spinaciae*) yaygınlığının saptanması ve patojenin ırklarının belirlenmesi. Çukurova. Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 39(6), 19-28.

TÜİK, 2022. Türkiye İstatistik Kurumu.

<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi:04.04.2022)

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Beyza KIRAL
Doğum Yeri ve Tarihi : Bursa 25/06/1997
Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Necatibey Kız Teknik ve Meslek Lisesi
(Gıda Teknolojisi)

Lisans : Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Mühendisliği
(Bahçe Bitkileri Bölümü-2019)
Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Mühendisliği
(Çift Anadal Programı-Bitki Koruma Bölümü-2021)

Yüksek Lisans :

Çalıştığı Kurum/Kurumlar :

İletişim (e-posta) : kiralbeyza1@gmail.com

Yayınları :