

T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**HIYAR REKOMBİNANT İNBRED HATLARDA YALANCI MİLDİYÖ  
(*PSEUDOPERONOSPORA CUBENSİS*)'E KARŞI DAYANIKLILIK  
MEKANİZMASININ VE KALITIMININ ARAŞTIRILMASI**

**Elif KARCI ORHAN**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ**

**ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**OCAK 2024**

**ANTALYA**

T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**HIYAR REKOMBİNANT İNBRED HATLARDA YALANCI MİLDİYÖ  
(*PSEUDOPERONOSPORA CUBENSİS*)'E KARŞI DAYANIKLILIK  
MEKANİZMASININ VE KALITIMININ ARAŞTIRILMASI**

**Elif KARCI ORHAN**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ**

**ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**OCAK 2024**

**ANTALYA**

T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HIYAR REKOMBİNANT INBRED HATLARDA YALANCI MİLDİYÖ  
(*PSEUDOPERONOSPORA CUBENSİS*)'E KARŞI DAYANIKLILIK  
MEKANİZMASININ VE KALITIMININ ARAŞTIRILMASI

Elif KARCI ORHAN

TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

OCAK 2024

ANTALYA

T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HIYAR REKOMBİNANT İNBRED HATLARDA YALANCI MİLDİYÖ  
(*PSEUDOPERONOSPORA CUBENSİS*)'E KARŞI DAYANIKLILIK  
MEKANİZMASININ VE KALITIMININ ARAŞTIRILMASI

Elif KARCI ORHAN

TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 04/01/2024 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Nedim MUTLU (Danışman)

Doç. Dr. Hasan PINAR

Doç. Dr. Hatice İKTEN

## ÖZET

# HIYAR REKOMBİNANT INBRED HATLARDA YALANCI MİLDİYÖ (*PSEUDOPERONOSPORA CUBENSİS*)'E KARŞI DAYANIKLILIK MEKANİZMASININ VE KALITIMININ ARAŞTIRILMASI

Elif KARCI ORHAN

Yüksek Lisans Tezi, Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nedim MUTLU

Ocak 2024 ; 56 sayfa

Yalancı mildiyö (Downy Mildew) patojeni *Pseudoperonopora cubensis* hıyar üretiminde meyve verimi ciddi derecede olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle Downy Mildew'e dayanıklılık sağlanması oldukça önemlidir.

Bu çalışmada hassas materyal olan 41311 ve Pakistan orjinli dayanıklı materyal olan A064949 ile popülasyon oluşturulmuştur. Bu popülasyonlar geriye melezleme ile elde edilmiştir ve bu hatlar F9, F10 kademelerine kadar kendilenmiştir. Yaptığımız gözlemlerin sonucuna göre, dayanıklı ve hassas materyallerden melezlemeler sonucu hibritler elde edilmiştir. Elde ettiğimiz dayanıklı ve hassas hatlar ile bunların hibritleri sera koşullarında fenotipik olarak Yalancı mildiyö (Downy Mildew) skorlaması yapılmıştır. Bunun yanı sıra tüm materyallerin serada agronomik karakterleri gözlemlenmiştir. Sera koşullarında dikimi yapılan tüm popülasyonlardan izole edilen DNA'lar genomu temsil eden 96 SNP markırı ile genotiplenmiştir. Fenotipik olarak gözlemi yapılan Yalancı mildiyö (Downy Mildew)'in QTL'ler ile SNP markırlarının bağlantıları araştırılmıştır.

Araştırmak sonuçlarına göre 3.,4.,ve 5.kromozomlar yalancı mildiyö dayanımında önemli bir etkiye sahiptirler. Bu çalışmada kullanılan A, F, O, Q, R kodları ile anılan markırlar ile markır yardımcı seleksiyon yapılabileceği görülmüştür. Bu markırlar kullanılarak mildiyö dayanıklı hat ve hibrit geliştirilmesi sağlanabilir.

**ANAHTAR KELİMELEER:** Hıyar yalancı mildiyö, QTL analizi , SNP haritalama

**JÜRİ:** Prof. Dr. Nedim MUTLU

Doç. Dr. Hasan PINAR

Doç. Dr. Hatice İKTEN

## ABSTRACT

### INVESTIGATION OF RESISTANCE MECHANISM AND INHERITANCE TO DOWNY MILDEW (*PSEUDOPERONOSPORA CUBENSIS*) IN CUCUMBER RECOMBINANT INBRED LINES

Elif KARCI ORHAN

MSc Thesis in Agricultural Biotechnology

Supervisor: Prof. Dr. Nedim MUTLU

January 2024; 56 pages

The presence of the Downy Mildew pathogen *Pseudoperonopora cubensis* significantly reduces the fruit yield in cucumber production. Hence, it is crucial to offer resistance against Downy Mildew.

A population was established by combining the susceptible material 41311 and the resistant material A064949, both of which originated from Pakistan. The populations were derived by the process of backcrossing, and these lines advanced to the F9 and F10 generations. Based on the observations, hybrids were produced by crossing resistant and susceptible lines. The phenotypic evaluation of the materials, including resistant materials, susceptible materials, and hybrids, revealed the presence of downy mildew under controlled greenhouse settings. Furthermore, the agronomic traits of all materials were observed within the confines of the greenhouse. The DNAs obtained from all populations cultivated in a controlled greenhouse environment were analyzed using the 96 SNP marker. The phenotypic observations of Downy Mildew were used to study its associations with QTLs.

The research findings indicate that the 3rd, 4th, and 5th chromosomes exert a substantial influence on resistance to downy mildew. This study utilizes markers denoted as A, F, O, Q, and R codes to facilitate marker-assisted selection. These markers enable the development of lines and hybrids that are resistant to downy mildew.

**KEYWORDS:** Cucumber, Downy mildew, QTL analyse, SNP genotyping

**COMMITTEE:** Prof. Dr. Nedim MUTLU

Assoc. Prof. Dr. Hasan PINAR

Assoc. Prof. Dr. Hatice İKTEN

## ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışmam süresince çok değerli bilgileriyle beni aydınlatan, bu çalışmanın her aşamasında destekleyici, yönlendirici ve sonuçların değerlendirilmesinde aşamasında değerli katkılarını esirgemeyen, danışman hocam sayın Prof. Dr. Nedim MUTLU'ya sonsuz minnet, saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam süresince büyük katkıları olan hıyar ıslahçısı Alain LECOMPTE'a, moleküler analizlerde yardımcı olan laboratuvar yöneticisi Sylvie MANIN'e, tez çalışması sırasında bilgilerini paylaşan ve çalışmada yardımcı olan patoloji müdürü Irmak GÜRSOY'a ve Vilmorin Mikado Tohumculuk Antalya Araştırma İstasyonu çalışanlarına teşekkürü bir borç bilirim. Tez çalışmamı destekleyen Vilmorin Mikado Tohumculuk'a teşekkür ederim.

Her zaman yanımda olan ve beni destekleyen, aldığım kararlar doğrultusunda benden hiçbir desteği esirgemeyen, eşim Mustafa Gürkan ORHAN'a, canım oğlum Deniz ORHAN'a ve kıymetli anne ve babama sonsuz sevgi, saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
AKADEMİK BEYAN.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK TARAMASI.....	4
2.1.Hıyara Ait Genel Bilgiler.....	4
2.2.Yalancı Mildiyöye Ait Genel Bilgiler .....	4
3. MATERYAL VE METOT.....	10
3.1. Materyal.....	10
3.2. Metot.....	11
3.2.1. F1 Hibritlerin ve Bu Hibritlerin Ebeveyn Popülasyonlarının Oluşturulması .....	11
3.2.2. Gözlem Yapılmak Üzere Seraya Dikilecek Fidelerin Yetiştirilmesi ve Seraya Dikildikten Sonra Bitkilere Uygulanan İşlemler.....	12
3.2.3. Hıyarda Melezleme Aşamaları .....	12
3.2.4. Hasat Edilen Meyvelerden Tohum Elde Edilmesi İşlemleri.....	13
3.2.5. Yalancı Mildiyönün İnoküle Edilme Aşamaları .....	14
3.2.6. Yalancı Mildiyönün Bitki Üzerinde Fenotiplenmesi Aşamaları .....	17
3.2.7. SNP Markır Analizi için Yaprak Örnekleri Alınması ve Liyofilize Edilmesi.....	20
3.2.8. Örneklerin SNP analizi ve Genotiplenmesi.....	21
3.2.9. Genetik Linkaj Haritalarında QTL Pozisyonlarının Hesaplanması.....	24

4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	25
4.1. Yalancı Mildiyönün Şiddetinin Fenotipleme Aşamaları.....	25
4.2. SNP Analizi ve QTL Haritalama.....	26
5.SONUÇLAR.....	48
6.KAYNAKLAR.....	49
ÖZGEÇMİŞ	



## AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum hıyar rekombinant inbred hatlarda yalancı mildiyö (*Pseudoperonospora cubensis*)'e karşı dayanıklılık mekanizmasının ve kalıtımının araştırılması adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

15/01/2024

Öğrencinin Adı Soyadı

Elif KARCI ORHAN

İmzası

## SİMGELER VE KISALTMALAR

°C:	: Santigrat derece
A	: Adenin bazı
Agno <sub>3</sub>	: Gümüş nitrat
C	: Sitozin bazı
Ca	: Kalsiyum
cm	: Santimetre
Dm	: Downy mildew (yalancı mildiyö)
DNA	: Deoksiriboz nükleik asit :
F1	: Hibrit
F2	: Hibritlerin 1 kere kendilenmesi ile elde edilen populasyon
F3	: Hibritlerin 2 kere kendilenmesi ile elde edilen populasyon
F4	: Hibritlerin 3 kere kendilenmesi ile elde edilen populasyon
F5	: Hibritlerin 4 kere kendilenmesi ile elde edilen populasyon
F6	: Hibritlerin 5 kere kendilenmesi ile elde edilen populasyon
F7	: Hibritlerin 6 kere kendilenmesi ile elde edilen populasyon
F8	: Hibritlerin 7 kere kendilenmesi ile elde edilen populasyon
F9	: Hibritlerin 8 kere kendilenmesi ile elde edilen populasyon
F10	: Hibritlerin 9 kere kendilenmesi ile elde edilen populasyon
FAO	: Food and agriculture organization (Birleşmiş Milletler gıda ve tarım örgütü)
Fe	: Demir
G	: Guanin bazı
GM1E1	: Birinci Geriye Melez
GM1E2:	: İkinci Geriye Melez
gr	: Gram

HR	: High resistance (yüksek dayanıklılık)
Kasp™	: Kompetitive allele specific pcr
kcal	: Kilo kalori
kg	: Kilogram
MAP	: Mono amonyum fosfat
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
MNVs	: Multi nükleotit varyasyonlar
MÖ	: Milattan önce
Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	: 3 sodyum fosfat
NPK	: Azot Fosfor Potasyum
P	: Fosfat
PCR	: Polymerase chain reaction (Polimeraz zincir reaksiyonu)
Ppm	: Parts per million (milyonda bir birim)
QTL	: Quantitative Trait Locus
r	:Korelasyon katsayısı
sa.	: saat
SNP	: Single nucleotide polymorphism
TSP	: Trisodyum fosfat
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
US\$	: Amerikan doları
VMK	:Vilmorin Mikado
Zn	: Çinko
<	: Küçük
%	: Yüzde
>:	: Büyük

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b>Şekil 1.1.</b> Türkiye’de 2012-2022 yılları arası hıyar üretim miktarları .....	2
<b>Şekil 1.2.</b> Türkiye’de 2012-2021 yılları arası hıyar üretim alanları.....	2
<b>Şekil 3.1.</b> a) Seralara dikilmek üzere hazır olan fideler; b) fidelerin toprağa dikilmesi; c) hıyarda dişi çiçek (altta) ve erkek çiçek (üstte) yapısı.....	12
<b>Şekil 3.2.</b> a) Hıyarda melezleme işlemi ; b) kendileme işlemi; c) melezleme sonucu tohum hasatına hazır olgunlaşmış meyve.....	13
<b>Şekil 3.3.</b> a)Tohumu çıkartılmak üzere hasat aşamasına gelmiş hıyar meyvesi;b)tohum kurutma makinası; c)tohumların kolay arınmasını sağlayan enzim; ç)tohum kurutma makinası çekmeceleri; d)tohum kurutma keseleri.....	14
<b>Şekil 3.4.</b> a)Yalancı mildiyö inokülasyon için spreyleme yapılması; b) spor elde edebilmek için kullanılan polipropilen kutular.....	15
<b>Şekil 3.5.</b> Yalancı mildiyönün sera koşullarından inokülasyonu için hazırlanmış dikim haritası (2022 Güz Dönemi).....	15
<b>Şekil 3.6.</b> Yalancı mildiyönün sera koşullarından inokülasyonu için hazırlanmış dikim haritası (2023 Bahar Dönemi).....	16
<b>Şekil 3.7.</b> Yalancı mildiyö inokülasyonundan sonra bitkilerde oluşan enfeksiyon şiddetine bağlı değerlendirme skalası.....	20
<b>Şekil 3.8.</b> a ve b) Genetik laboratuvarına gönderilmek üzere SNP analizinde kullanılan bitkilerden örnek alma aşaması ; c ve ç) yaprak örneklerinin liyofilize edilmesi işlem.....	21
<b>Şekil 3.9.</b> KASP teknolojisinin çalışmasını açıklayan basamaklar .....	22
<b>Şekil 3.10.</b> KASP genotipleme sürecine genel bakış.....	23
<b>Şekil 4.1.</b> İnokulasyondan sonra yalancı mildiyönün hassas ebeveyni etkileme şekli (a), dayanıklı materyali etkileme şekli(b).....	25

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<b>Çizelge 1.1.</b> 100 gr. yenilebilir hıyar meyvesinin besin bileşimi (Anonim, 2023).....	3
<b>Çizelge 3.1.</b> Hassas ve dayanıklı materyalimizle oluşturulan popülasyonların oluşturulma yılları, genotipleri, orijinleri ve bu genotiplerin elde edilmesindeki yöntemler.....	10
<b>Çizelge 3.2.</b> Çalışmada kullanılmak üzere elde edilen popülasyonların yıllara bağlı olarak işlem basamakları, genotipleri, orijinleri, hassaslık ve dayanıklılık durumları...	11
<b>Çizelge 3.3.</b> Yalancı mildiyönün in vivo inokülasyonu için dikim tarihleri ve inokülasyon uygulama tarihleri (2022 güz dönemi, 2023 bahar dönemi).....	17
<b>Çizelge 3.4.</b> Yalancı mildiyö testinden sonra gözlenen bitkilerde enfeksiyonun şiddetine göre skor skalası.....	18
<b>Çizelge 3.5.</b> 96lık plate reaksiyon hacminde (son hacim 5 ul) veya 384 lık plate reaksiyon hacminde (son hacim 10 ul) KASP genotipleme karışımı yapmak için bileşenlerin hacimleri.....	24
<b>Çizelge 4.1.</b> Denemede 1’de kullanılan hat ve hibritlere bağlı olarak haritalamada kullanılan SNPlerin tespit edildiği 3. Kromozom.....	26
<b>Çizelge 4.2.</b> Denemede 1’de kullanılan hat ve hibritlere bağlı olarak haritalamada kullanılan SNPlerin tespit edildiği 4. Kromozom .....	28
<b>Çizelge 4.3.</b> Denemede 1’de kullanılan hat ve hibritlere bağlı olarak haritalamada kullanılan SNPlerin tespit edildiği 5. Kromozom.....	30
<b>Çizelge 4.4.</b> Denemede 2’de kullanılan hat ve hibritlere bağlı olarak haritalamada kullanılan SNPlerin tespit edildiği 3. Kromozom.....	32
<b>Çizelge 4.5.</b> Denemede 2’de kullanılan hat ve hibritlere bağlı olarak haritalamada kullanılan SNPlerin tespit edildiği 4. Kromozom.....	34
<b>Çizelge 4.6.</b> Denemede 2’de kullanılan hat ve hibritlere bağlı olarak haritalamada kullanılan SNPlerin tespit edildiği 5. Kromozom.....	38
<b>Çizelge 4.7.</b> Deneme 1 ve Deneme 2’de kullanılan hat ve hibritlerin yalancı mildiyö gözlem skalasına bağlı olarak skorlanması.....	41
<b>Çizelge 4.8.</b> İn vivo testte yalancı mildiyönün hibritler arasında markıra, kromozoma, homozigot veya heterozigot olmasına bağlı fenotipik olarak skorlanması.....	45
<b>Çizelge 4.9.</b> İn vivo testte yalancı mildiyönün dayanıklı materyale ait aynı allele sahip hatlar içerisinde markıra, kromozoma bağlı fenotipik olarak skorlanması.....	45
<b>Çizelge 4.10.</b> İn vivo testte yalancı mildiyönün dayanıklı materyalden farklı allele sahip hatlar içerisinde markıra, kromozoma bağlı fenotipik olarak skorlanması.....	46
<b>Çizelge 4.11.</b> Mildiyö dayanımı ile ilgili kromozomlar ve en alakalı markırlar.....	46
<b>Çizelge 4.12.</b> Yalancı mildiyö dayanımı ile ilişkili moleküler markırlar, buldukları kromozomlar ve her kantitatif karakter lokusu (QTL) in hatitalama popülasyonundaki hastalık dayanımı ile ilgili gösterdiği korelasyonu ( $R^2$ ).....	47

## 1. GİRİŞ

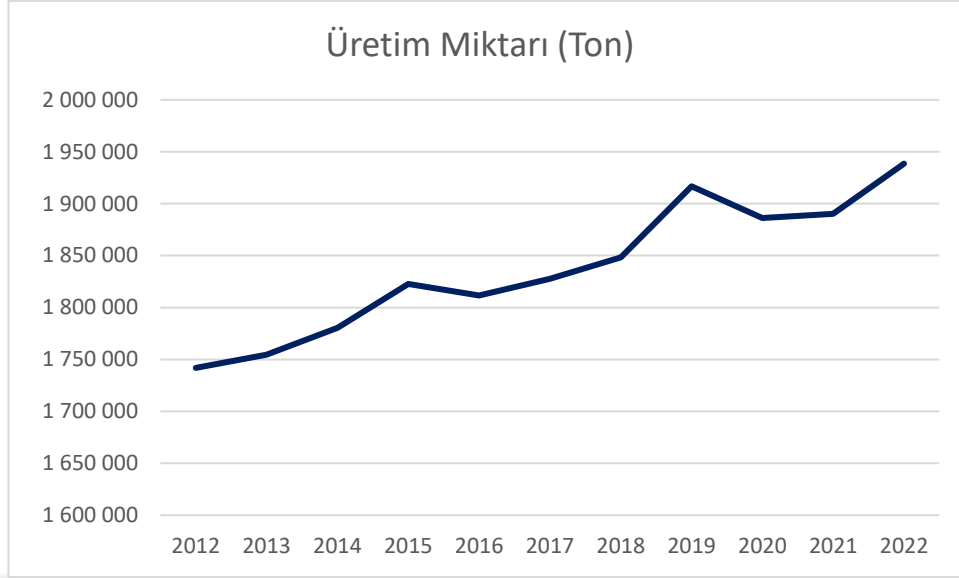
Hıyar, *Cucumis sativus* L., 90 cins ve 750 türden oluşan Cucurbitaceae familyasının bir üyesidir. Kültürü yapılan en eski sebze bitkilerinden biridir ve sıcaklık kuşaklarının hemen hemen tüm ülkelerinde yetiştirilmektedir. En iyi 20 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda gelişen, dona duyarlı bir bitki türüdür. Hıyarda genel ıslah hedefleri, hastalıklara ve hayvan zararlılarına karşı dayanıklılık, mevcut çeşitlerde direncin sürdürülmesi, meyve kalitesi ve meyve verimidir. Ek olarak, özel ıslah programlarında partenokarpi, dişiliğin sabitliği, çimlenme ve optimumun altındaki sıcaklıklarda meyve tutumu gibi ıslah amaçları önemli olabilir. Diğer birçok bitki türünden farklı olarak, hıyarda üreme ve verim potansiyeli açısından farklı değere sahip farklı cinsiyet türleri vardır. Cinsiyet kalıtımını kullanarak ve cinsiyet ifadesini etkileyerek, kendi kendine tozlaşan ve açık tozlaşan bitkilerin ıslah yöntemleri hıyarlara uygulanabilir (Tatlıoğlu 1993).

Hıyar, *Cucumis sativus* L. ( $2n = 2x = 14$ ), ekonomik açıdan önemli bir sebze mahsulüdür ve cinsiyet belirleme ve floem fizyolojisi gibi çeşitli biyolojik süreçlerin incelenmesi için tercih edilen bir sistemdir (Weng & Sun, 2011). Hıyarın anavatanı Güney Asya Kıtasıdır ve Hindistan'da en az 3.000 yıldır yetiştirilmektedir (de Candolle, 1886) Hıyar, çeşitlilik merkezinden dünyanın geri kalanına başlıca iki yoldan yayıldı: yaklaşık 2.000 yıl önce Çin'e ve 700-1.500 yıl önce Avrupa'ya tanıtıldı (Paris, Daunay and Janick, 2012).

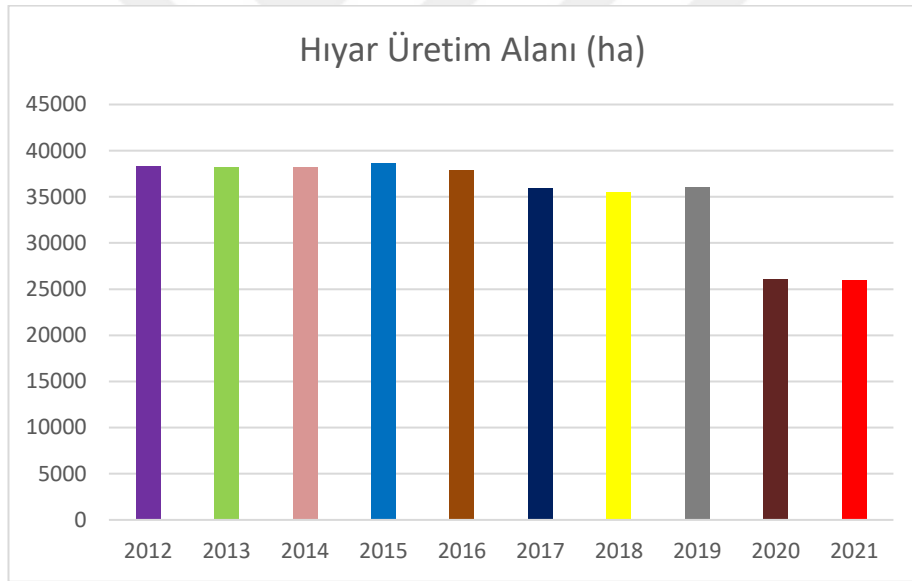
Hıyar (*Cucumis sativus* L.), tüm dünyada yayılmış olan ekonomik açıdan önemli bir sebze ürünüdür (Zhang vd. 2008). Cucurbitaceae familyası insan gıdası olarak en çok kullanılan türün bulunduğu bitki gruplarından biridir. Bu tür bitkiler, yenilebilir meyveleri olanların hem Eski hem de Yeni Dünya'da en eski ekili bitkiler arasında olduğu, tropik bölgelerde ve ılıman bölgelerde yetiştirilir. Kavun ve karpuz da dahil olmak üzere sebze bahçeleri, MÖ 4. binyıldan beri eski dünyada gıda üretiminin ayrılmaz bir parçasını oluşturuyordu (Zohary vd. 2012). Bugün hıyar ılıman ve tropik iklimlerin çoğunda yetiştirilmektedir ve domates, lahana ve soğandan sonra en çok yetiştirilen dördüncü sebze ürünüdür (Tatlıoğlu 1993).

Hıyar tarımının 3000 yıl öncesinde ilk olarak Hindistanda başladığını düşünülmektedir. Yabani Hıyar (*C. sativus* var. *hardwickii*) Kuzey Hindistanın yanı sıra halen Çin'de görülmektedir. (Naegele and Wehner, 2016). Evcilleştirme sırasında, hıyarın birkaç genetik darboğazdan geçti ve bu muhtemelen küçük bir başlangıç popülasyonu büyüklüğünden dolayı, örneğin acılığın olmaması ve daha uzun meyvenin varlığı gibi çok güçlü bir seçim baskısı ile birleştiğinde genetik çeşitlilikte güçlü bir azalmaya neden oldu (Qi ve diğerleri, 2013).

Dünya'da birçok ülkede hıyar üretimi yapılmaktadır. Çin yaklaşık %80 lik bir oranla hıyar üretiminde liderdir ve Çin'i hıyar üretiminde takip eden ülkeler Türkiye, Rusya, ABD ve İran'dır. (FAO, 2021). Türkiye'de 2022 yılı verilerine göre 25.930 hektarlık üretim alanından 1,93milyon ton hıyar üretimi yapılmıştır. Sebzeler grubunda üretim miktarlarına bakıldığında, 2022 yılında hıyarda %2,6 artış gerçekleşmiştir (TUIK, 2022) Ne yazık ki çeşitli hastalıklar hıyar üretiminin verimini ve kalitesini düşürmektedir. (Strange and Scott 2005).



**Şekil 1.1.** Türkiye’de 2012-2022 yılları arası hıyar üretim miktarları (FAO 2022)



**Şekil 1.2.** Türkiye’de 2012-2021 yılları arası hıyar üretim alanları (FAO 2022)

100 gramlık bir salatalığın besinsel bileşimi, ağırlığının çoğunu birincil metabolitler olarak proteinler, yağlar, karbonhidratlar ve ayrıca sindirim sistemi için önemli olan diyet lifi içeren sudan içerir (Çizelge 1.1.). Salatalık, insan sağlığı üzerinde etkili olan bazı temel vitaminleri ve antioksidanları içerir. Ek olarak cucurbitacin C, *Cucumis sativus*'ta oluşur. Cucurbitacin, yapraklarda ve meyvelerde oluşan bir terpendir. Meyveyi böcek saldırılarından korur (Grubben ve Denton 2004, Wang, vd.2007).

**Çizelge 1.1.** 100 gr. yenilebilir hıyar meyvesinin besin bileşimi (Anonim, 2023)

<b>Bileşik</b>	<b>Miktar</b>
Su	96,4 g
Folate	9 mg
Mg	8 mg
Karoten	60 mg
P	49 mg
Enerji	42 kJ (10 kcal)
Askorbik asit	2 mg
Ca	18 mg
Karbonhidrat	1,5 g
Protein	0,7 g
Lif	0,6 g
Fe	0,3 mg
Niacin	0,2 mg
Zn	0,1 mg
Yağ	0,1 g
Thiamin	0,03 mg
Riboflavin	0,01 mg

Dünya çapında öneme sahip başlıca ticari hıyar grupları arasında Kuzey Amerika turşusu ve dilimleme hıyarı, Avrupa turşusu (kısa) ve taze pazar (Hollanda serası) hıyarı, Kuzey Çin taze pazar hıyarı (Chinese Long), Japon Long ve Ortadoğu Beit Alpha (veya mini) hıyar yer alır. Farklı pazar sınıflarındaki hıyarlar, meyve boyutu, şekli, rengi, kabuk veya et dokusu, büyüme alışkanlığı veya işleme özellikleri bakımından farklılık gösterir (Yunyan Sheng vd.2019).

## 2. KAYNAK TARAMASI

### 2.1.Hıyara Ait Genel Bilgiler

Hıyar, *Cucumis sativus L.* ( $2n= 2\times = 14$ ), dünya çapında tarımsal ve ekonomik açıdan önemli bir sebze ürünüdür (Yang, L. vd.,2012). Hıyarın olgunlaşmamış meyveleri taze, pişmiş veya turşu olarak tüketilebilir. Meyve ile ilgili özellikler, hıyar çeşitlerinin geliştirilmesi için en önemli özellikler olarak kabul edildiğinden, meyve kalitesine büyük önem verilmiştir ( Li, Y.vd,2013; Fazio, G. vd.,2003).

Meyve uzunluğu, ağırlığı ve bitki başına meyve sayısı gibi bazı meyve özellikleri verimle doğrudan ilişkilirken, uzunluk/çap oranı, omurga rengi, parlaklık, donuk ve tekdüze renk ve tat gibi diğer özellikler hıyarın piyasa değeri için önemlidir ve özellikle taze tüketilen hıyar türleri için önemlidir (Yuan, X. J. vd.,2008).

Hıyar tüketimde farklı bölgelerde farklı boyutlarda hıyar meyveleri tercih edilmektedir (Pan, Y.vd,2019) Örneğin, daha uzun salatalıklar Çin ve Avrupa'da üretilip tüketilirken, daha kısa salatalıklar Akdeniz'de daha popülerdir. Bu nedenle, meyve şekli ve büyüklüğü için çoklu ıslah önemli ölçüde artmaktadır ve meyve şekli ve büyüklüğüne ilişkin gelişim yönetmeliğinin netleştirilmesi, ıslah için temel teorik bilgiler sağlayabilir. Genel olarak hıyarın büyüme ve gelişmesinde öncelikle perikarp ve plasentadaki doku hücreleri çoğalır; sonra tüm hücreler yavaş yavaş genişler. Hıyarın hücre bölünmesi ve genişleme aşaması genellikle çiçeklenmeden iki hafta sonra sona erer (Pan, D.,2010).

Morfolojik olarak hıyar meyvesi iki kısma ayrılabilir: sap ve meyve. Sapın içinde genellikle plasenta yoktur, yüzeyinde çok daha az diken vardır ve meyvenin geri kalanına kıyasla daha az arzu edilen bir tada sahiptir. Bu nedenle sap uzunluğu, ürünün görünümünü ve kalitesini doğrudan etkiler. Salatalığın sap uzunluğu <1 cm ile >12 cm arasında değişir ve toplam meyve uzunluğunun %35'ini oluşturur. (Qi vd. 2013).

### 2.2.Yalancı Mildiyöye Ait Genel Bilgiler

Oomycete patojeni *Pseudoperonospora cubensis* (Berk. And Curt) Rostov'un neden olduğu mildiyö, hıyarın (*Cucumis sativus L.*) önemli bir yaprak hastalığıdır. (Palti ve Cohen, 1980). Oomycete *Pseudoperonospora cubensis* [(Berk. ve Curt.)Rost.], Peronosporaceae familyasına ait bir fungustur. Peronosporaceae içindeki zorunlu biyotroflar, örneğin *P. cubensis*, genellikle mildiyö (DM) patojenleri olarak adlandırılır (Clark ve Spencer-Phillips, 2000). Doğal koşullar altında, *P. cubensis*'in hıyar yapraklarındaki hızlı enfeksiyon sürecini kontrol etmek zordur. (Olczak-Woltman vd. 2011). Peronosporaceae familyası, en büyük oomycete familyasıdır ve daha küçük gruplara ek olarak, yaklaşık 100 parafiletik, hemibiyotrofik cins *Phytophthora* türünü ve yaklaşık 800 zorunlu biyotrofik mildiyö içerir (Göker vd. 2007).

Oomycete patojeni *P. cubensis*'in neden olduğu mildiyö, hıyarın kalitesini ve miktarını etkileyen ciddi bir hastalıktır (Burkhardt and Day 2016). Dayanıklılık kaynakları geliştirilmiş olmasına rağmen, hıyarın *P. cubensis* enfeksiyonuna verdiği yanıtlarda yer alan proteinler ve metabolik yollar hala bilinmemektedir (Win vd. 2017).

*P. cubensis*'in konukçu aralığı üzerine yapılan araştırmalar, Cucurbitaceae'deki 50 tür içerisinde yaklaşık 20 adet cins konakçı olarak belirlenmiştir. Hıyarda 19 adet konakçı türü bulunmaktadır (Palti and Cohen, 1980; Lebeda, 1992a; Lebeda vd., 2003).

Hıyarın yanı sıra *P. cubensis*'in ekonomik açıdan önemli diğer konukçuları kavun, karpuz ve kabaktır (Whitaker and Davis, 1962).

*Pseudoperonospora cubensis*, kavun, karpuz ve kabak gibi ekonomik açıdan önemli birkaç ürün dahil olmak üzere Cucurbitaceae familyasındaki 50'den fazla farklı bitki türünü enfekte edebilir ve özellikle hıyarda (*Cucumis sativus*) sınırlayıcı bir faktördür (Lebeda ve Cohen, 2011). Hıyar mildiyösü, yapraklarda yaprak damarları tarafından sınırlandıklarından köşeli görünen klorotik lezyonların ortaya çıkması ile karakterize edilir. Lezyonların abaksiyal tarafında kahverengiden siyaha doğru bir renkte sporlanma görülebilir. Hastalık ilerledikçe lezyonlar nekrotik hale gelir ve çoklu lezyonlar birleşerek yaprağın solmasına ve nekrozuna ve sonunda bitkinin ölümüne yol açar (Oerke ve diğerleri, 2006; Thomas, 1996).

Patojen ilk olarak 1868'de Küba menşeli herbaryum örneklerinde keşfedilmiş ve türün adını açıklamıştır (Berkeley ve Curtis, 1868). Canlı bitkilerde gözlemlenen *P. cubensis*'in ilk tanımı, 1903 yılında Rostovzev tarafından Moskova Botanik Bahçelerinde yapılmıştır. Peronosporaceae familyası, en yaygın olanları *Bremia*, *Hyaloperonospora*, *Peronospora*, *Pseudoperonospora* ve *Plasmopara* olmak üzere 17 farklı cins içerir ve temsilcileri çok çeşitli kültür ortamlarında mildiyöye neden olur. Ayrıca Peronosporales takımı, birçok konakçı türde yıkıcı hastalıklara neden olan ve zorunlu olarak biyotrofik olmaması nedeniyle mildiyöye neden olan Peronosporaceae'den ayrılan *Phytophthora* cinsini içerir (Spring ve ark., 2018).

Son 50 yılda mildiyöye dayanıklı hıyar çeşitleri geliştirilmiştir (Sitterly, 1973; Wehner ve Shetty, 1997). Aslında, şu anda yetiştirilen çeşitlerin çoğu hıyar mildiyösüne karşı orta düzeyde bir dayanıma sahiptir. Çoğu durumda, bu dayanımın izi, orijinal olarak Barnes ve Epps (1954) tarafından dayanıklı olarak tanımlanan PI 197087'ye kadar izlenebilir. PI 197087, Clemson Üniversitesi'nden Carroll Barnes tarafından 1961'den 1973'e kadar piyasaya sürülen 'Polaris', 'Poinsett', 'Pixie' ve 'Chipper' gibi dayanıklı çeşitler geliştirmek için kullanıldı (Wehner ve Shetty, 1997). 1961'de yetiştiricilerin kullanımına sunulan 'Polaris' çeşidi, piyasaya sürülen dayanıklı çeşitlerden birincisiydi. 1961'den 2003'e kadar, PI 197087'den elde edilen dm-1 dayanıklı geni mildiyöyü kontrol etmek için yeterliydi ve hastalık hıyarda sorun yaratacak boyutta değildi. Ancak zaman geçtikçe bu dayanım azalmış, hıyarda sorun haline gelmeye başlamıştır. Bu sebeple hıyarda kimyasal ilaç kullanımı artmaya başlamış ve bu durumda yetiştiricilerin maliyetlerinin artmasına sebep olmuştur.

Hıyardaki dayanıklılık ilgili ilk yayınlar, Porto Riko Tarımsal Araştırma istasyonunda Çin'in katılımlarından kaynaklanan dayanıklılığı başlatarak geliştirilen "PR" hatlarına atıfta bulunuyordu. Bu geniş dayanıklılığın aynı genlerden mi kaynaklandığı yoksa bu hatların her iki hastalık için çoklu dayanıklılık genlerine mi sahip olduğu bilinmemekle birlikte, bu PR hatlarının hem külleme hem de mildiyöye dayanıklı olduğu gösterilmiştir (Jenkins, 1942, 1946) 1948'de piyasaya sürülen ilk ticari mildiyö dayanıklı çeşit olan Palmetto, PR 40'tan türetilmiştir. Ancak, piyasaya sürülmesinden sonraki iki yıl içinde, tüm Palmetto tarlalarının mildiyö ile enfekte olduğu tespit edildi ve bu, bu dayanıklılığın kırıldığını gösteriyor (Epps ve Barnes, 1952)

Bundan sonra, son derece seyrek sporlanma ile aşılama üzerine küçük kahverengi aşırı duyarlı lezyonların gelişimi ile karakterize edilen Hindistan erişim PI 197087'de mildiyö dayanıklılığının yeni bir umut verici kaynağı bulundu (Barnes ve Epps, 1954) İlginç bir şekilde, aynı Kızılderili bitkisi, külleme dayanıklılığı ıslahında da kullanılmıştır (Barnes ve Epps, 1956). Barnes ve Epps tarafından hazırlanan orijinal makale PI 197087'de mildiyö dayanıklılığının kalıtımından bahsetmezken, PI 197087'den türetilen hıyar soyları hakkında daha sonraki raporlar, dayanıklılığın genetik olarak "p" veya "dm1" olarak adlandırılan tek bir resesif genden kaynaklandığını öne sürdü. Külleme dayanımı resesif bir gene bağlıdır (van Vliet ve Meijning, 1974, 1977) Muhtemelen dm-1 geni tarafından sağlanan yeterli dayanıklılık seviyesi nedeniyle, sınırlı sayıda diğer mildiyö dayanıklı kaynakları incelenmiştir. Dm-1 lokusu yakın zamanda haritalandı ve haritalı aralıkta bir aday gen bulundu, klorofil parçalanmasında yer alan Staygreen (Sgr) geni. dm-1 ile dayanıklı katılımların tümü, bu gende bir yanlış anlamlı mutasyona sahipti (Wang ve diğerleri, 2019).

Ancak 2004 yılından bu yana, ABD'de dm-1'li bitkilerde öldürücü olan yeni patojen suşları ortaya çıkmıştır (Cohen ve diğerleri, 2015; Holmes ve diğerleri, 2015; Thomas ve diğerleri, 2017a). Bu, yirmi yıl önce orta ve kuzey Avrupa'daki durumu anımsatıyor; 1984 yılından bu yana her yıl hıyarda muhtemelen, Avrupa hıyar gen havuzunda daha önce var olan dayanıklılığın üstesinden gelen yeni, daha öldürücü bir türün ortaya çıkması nedeniyle birdenbire güçlü mildiyö salgınları meydana geliyor. (Lebeda and Cohen, 2011). Bu bize Avrupa'da olduğu kadar ABD'de de P. cubensis popülasyonlarının epidemiyolojik olarak çok çeşitli olduğu ve hâkim olan patotip spektrumlarına göre bir yıldan diğerine hızla değiştiği göstermiştir. (Patotip, bir izolatın bir dizi farklı kabak biti konak türü üzerindeki patojenitesi olarak tanımlanır) (Lebeda vd., 2013; Thomas vd., 2017b).

20. yüzyılın ikinci yarısında, büyük ölçüde dm-1 temelli dayanıklılığın başarısı nedeniyle, hıyarda mildiyö dayanıklılık kaynaklarına ilişkin araştırmalar oldukça azken, mildiyönün hıyar üretimini sınırlayan ciddi bir hastalık olarak yeniden ortaya çıkması ile hıyarda mildiyö dayanımı ilginin artmasına neden oldu (Holmes vd., 2015; Criswell vd., 2010). Mildiyö dayanıklılık kaynaklarına ilişkin en titiz çalışma, ABD'den 1300 farklı kültijenin bulunduğu 2005 ve 2009 yılları arasında yapılmıştır. Mildiyö dayanımının yeni kaynaklarını belirlemek için Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Tarım Dairesi koleksiyonundaki 1300 hıyar ıslah materyali (hatlar, elit çeşitler) çok yıl ve çok lokasyonlu olarak denemeler kuruldu. Ulusal Germplasm sistemi, doğal enfeksiyonlar ve kontrollü aşılama deneyleri kullanılarak ABD, Polonya ve Hindistan'daki birçok yerde birden fazla yıl boyunca mildiyö dayanımı açısından puanlandı (Call vd., 2012). Sürekli olarak en dayanıklı genotipler, PI 197088 ve PI 605996 (her ikisi de Hint kökenli) ve PI 330628 (Pakistan menşeli) olduğu sonucuna varıldı (Call vd., 2012). Bu üç soy arasındaki çaprazlamalar sonucu elde edilen F2 popülasyonlarında önemli sayıda bitkinin mildiyöye hassas olduğu gözlemlendi (Vandenlangenberg, 2015). Birkaç grup, PI 197088'de bir dizi QTL'nin haritasını çıkardı. Genel sonuç, PI 197088'deki dayanımın poligenik olduğu ve bazı QTL'lerin (özellikle kromozom 5 ve 4 üzerindeki QTL), çoğu grup tarafından en büyük etkiye sahip olarak tanımlandığıdır. Bununla birlikte, farklı tanımlanmış QTL'nin genel mildiyö dayanımına katkısı çalışmadan çalışmaya büyük ölçüde değişmiştir, bu muhtemelen dünyanın farklı yerlerindeki inokulum suşlarındaki farklılıkları ve/veya çalışmalar arasındaki deneysel tasarım ve çevre koşullarındaki farklılıkları

yansıtmaktadır (Caldwell vd., 2011; Yoshioka vd., 2014; Li vd.,2018; Wang vd., 2018). Gerçekten de PI 197088'den türetilen dayanıklılığın kalıtımının kısmen izolata bağlı olduğu bulunmuştur (Cohen vd., 2015). Mildiyö dayanımı ayrıca PI 330628'de haritalandı ve yine PI 197088'dekilere kıyasla benzer aralıklarda kromozom 4 ve 5'teki lokusları majör QTL olarak tanımladı (Wang vd., 2016). Bu çalışmalarda sıklıkla saptanan başlıca QTL'lerden biri (DM5.1), Wang ve arkadaşları (2019) tarafından tanımlandığı gibi dm-1/CsSGR geninin konumu ile tutarlı yan işaretlere sahipti, bu gende bir mutasyonun PI 197088'de meydana geldiğini ve bu 2004'ten önce gözlemlenen tam dayanıklılık olmasa da hala orta düzeyde dayanıklılık sağladığını öne sürüyor ( J.A. Berg vd.,2020)

Mildiyö, hıyarda %100 verim kaybına neden olduğu için, dünya çapında en önemli hıyar hastalığı olarak kabul edilir ve *P.cubensis* suşları, fungusitlere karşı dayanıklı hale geldiği gibi, hıyar germplazmındaki dayanıklılığı da yenmiştir (Savory ve ark., 2011). Hastalık dayanımının birincil kaynağı, gen bankaları tarafından muhafaza edilen (yarı) yabani hıyar çeşitleridir, çünkü bunlar genellikle hıyar evcilleştirme sırasında kaybolmuş olabilecek dayanıklılık alellerini taşır. Kırk yılı aşkın bir süredir hıyardaki mildiyö, Hindistan bulunan yabani hıyar *C. sativus* var. *hardwickii*'den elde edilen PI 197087'den (Barnes ve Epps, 1954; van Vliet ve Meysing, 1974) modern çeşitlere genetik olarak aktarılan resesif dm-1 geni tarafından verimli bir şekilde kontrol edildi (Barnes and Epps, 1954; van Vliet and Meysing, 1974). Bununla birlikte, *P. cubensis*'in daha öldürücü bir türü nedeniyle, dm-1 dayanımı yalnızca bir miktar orta düzeyde dayanıklılık sağlar (Cohen vd., 2015; Holmes vd., 2015).

Hıyar yetiştiricileri, nakliyeciler ve üreticiler arasında yapılan bir araştırmaya göre, hıyar yetiştiriciliğinde en yüksek öncelik hastalık dayanımını artırmak olmalıdır. Hıyar için en tehdit edici olanları şu anda mildiyö ve *phytophthora* olabilir ancak aynı zamanda külleme, *fusarium* solgunluğu, sakızlı gövde yanıklığı ve çeşitli viral hastalıklarda büyük önem taşımaktadır (Grumet, 2018). Mildiyö patojenlerinin neden olduğu enfeksiyon, genellikle görünür semptomların ortaya çıkmasından önce, yaprakların fizyolojik yapısındaki değişiklikler de dahil olmak üzere bitkinin metabolik süreçlerinde birçok değişikliğe neden olur (Andrade vd. 2008).

Son on yıldaki *Pseudoperonospora cubensis* salgınları, Amerika Birleşik Devletleri'nde %95'e varan yıllık verim kayıplarından sorumlu olmuştur (Colucci vd., 2006). Orta Avrupa'da 1984'ten beri ciddi bir sorun olmuştur (Lebeda, 1991) ve Polonya'da, patojen ilk olarak 1985'te rapor edildi. O zamandan beri, hıyar yetiştirme alanlarında her yıl görülmeye devam ediyor ve verim kayıplarıyla birlikte yapraklarda ciddi hasara neden olma potansiyeline sahiptir. Polonya'da 1990'dan beri ıslah yoluyla birkaç dirençli hıyar hibriti geliştirilmiştir (Klosinska vd., 2010). Ancak hiçbiri hastalığı kontrol altına almak için fungusitlere olan ihtiyacı ortadan kaldıracak kadar yüksek dirence sahip değildir.

Hıyar cinsinde mildiyö salgınları dünya çapında 70'ten fazla ülkede gözlemlenmiştir (Palti, 1974; Cohen, 1981). 1982 ile 1988 arasında, Kuzey Karolina'da hıyarlarda mildiyö vakası %30'du (St. Amand and Wehner, 1991). Yıllık ortalama değer (US\$) kaybı, verim ve kalite düşüşüne bağlı olarak %2,9 olmuştur. Mildiyöden kaynaklanan hıyar verimi kayıpları, daha öldürücü bir *P. cubensis* formunun hıyar yetiştiricileri için %40'luk bir kayba neden olduğu 2004 yılına kadar, diğer hastalıklara kıyasla minimum düzeyde kaldı (Colucci vd., 2006). *P. cubensis*'in yeni türleri, Amerika

Birleşik Devletleri'ndeki çoğu üretim alanında hıyarı etkilemeye devam ediyor. Bu kayıplar, onu Amerika Birleşik Devletleri'ndeki hıyar üretimi için büyük bir tehdit haline getiriyor.

Kabakgiller mildiyö patojeni, zorunlu bir parazittir ve oospor üretiminin nadir istisnası dışında, yalnızca canlı konak doku üzerinde hayatta kalabilir ve çoğalabilir (Bains and Jhooty, 1976a). Çevresel koşullar, hastalık gelişimi ve yoğunluğunun yanı sıra kışlama kapasitesini de etkiler (Cohen, 1977). Koşulların *P. cubensis* için tüm yıl boyunca hayatta kalamayacak kadar sert olduğu üretim bölgelerinde patojen, sporlarının rüzgârda yayılması ve kışı yabancı konukçular üzerinde kışlayabildiği, sıcak bölgelerden kaynaklanan fırtınalar yoluyla bulaşır (Bains ve Jhooty, 1976a). 2006 ve 2007'de *P. cubensis*, Kanada, Ontario'daki sera hıyarı operasyonlarındaki raporuna göre bunun, öncelikle hastalık iyi kontrol edilmediğinde başka bir inokulasyon kaynağı olabileceğine dair endişeler var (Hausbeck, 2007). Mildiyö, 1985'ten beri Polonya'da ciddi bir sorun olmuştur ve o ülkede hıyar üretimi için önemli bir sınırlayıcı faktör olarak kabul edilmiştir (Rondomanski, 1988).

Hıyarda mildiyö belirtileri genellikle sadece yapraklarda görülür. Enfeksiyon ilk olarak yaprakların alt tarafında küçük, suyla ıslanmış lezyonlar olarak ortaya çıkar. Lezyonlar genellikle açıksaldır, yaprak damarlarıyla çevrilidir ve değişen derecelerde klorotiktir. Sporlanma yaprakların alt kısımlarında meydana gelir. Klorotik lezyonlar sonunda nekrotik hale gelir. Sonunda tüm yaprak nekrotik hale gelir ve ölür. Semptomlar kültijenlerin nispi duyarlılığına bağlı olarak değişir. En dirençli kültijenler, küçük nekrotik veya klorotik benekler ve seyrek sporlanma ile aşırı duyarlı bir tepki (HR) sergilerken, en duyarlı kültijenler yüksek derecede klorotik ve nekrotiktir (Call vd.,2012).

Çevresel koşullar hastalık yoğunluğunda temel bir rol oynar (Cohen,1977). Yaprak ıslaklığı, sporların çoğalması için serbest neme ihtiyaç duymasıyla, enfeksiyonun oluşması için kritik öneme sahiptir, ancak hastalık oranını sıcaklık belirler. Yeterli yaprak nemi yağmur, çiy oluşumu veya sulama ile sağlanabilir. Sporlanma ve enfeksiyon için ideal sıcaklık 15°C'dir, ancak 5 ile 30°C arasındaki bir aralık yeterli olacaktır (Call vd.,2012). Patojen genellikle sıcak nemli bölgelerde büyür. Patojen popülasyonundaki değişkenlik, hıyarın mildiyöye karşı tepkisinde de rol oynayabilir. Diferansiyel test çalışmalarında birkaç *P. cubensis* ırkı bildirilmiştir (Shetty vd., 2002; Angelov vd., 2000; Inaba vd., 1986; Bains and Jhooty, 1976b; Palti, 1974).

*P. cubensis*'in altı patotipi, belirli konakçı türlerle uyumluluklarına dayalı olarak rapor edilmiştir (Thomas vd., 1987; Cohen vd., 2003). Horejsi vd. (2000) ABD ve Avrupa'daki *P. cubensis* popülasyonlarında ırk farklılıklarına dair hiçbir kanıt bulunmadığını belirtti. Shetty vd. (2002), mildiyönün en az iki ırkının var olduğunu, Çin Halk Cumhuriyeti ve Hindistan'daki ırkın Amerika Birleşik Devletleri ve Polonya'da bulunan ırktan farklı olduğunu öne sürdü. Shetty vd. (2002), ayrıca Amerika Birleşik Devletleri ile Polonya arasında ırk farklılıkları olduğuna dair bir kanıt olmadığını belirtti. Bununla birlikte, son çalışmalar, *P. cubensis*'in Avrupa popülasyonlarının oldukça değişken olduğunu ve birçok patotipe sahip olabileceğini göstermiştir (Lebeda ve Urban, 2004). Amerika Birleşik Devletleri'nde, *P. cubensis* o kadar değişken görünmüyor. Bununla birlikte, tarihsel salgınlar patojenin gelişme potansiyeline sahip olduğunu düşündürmektedir (Barnes and Epps, 1954). Bunun yanı sıra yakın tarihli salgınlar da patojenin gelişme potansiyeline sahip olduğunu düşündürmektedir (Holmes vd., 2006).

Amerika Birleşik Devletleri'nde, daha önce mildiyöye dirençli çeşitler, yeni türe karşı hala dirençlidir, ancak daha düşük bir seviyededir. Artık, hastalığın etkili kontrolü için dirençli çeşitler, fungusitlerle birlikte kullanılmalıdır. Fungusitlere dirençli *P. cubensis* suşları bildirilmiştir (Reuveni vd., 1980) ve yeni genetik konak direnci kaynakları yüksek talep görmektedir (Call vd.,2012).

Mildiyö belirtileri yapraklarda görülür. Hıyarlardaki karakteristik semptomlar, inokulasyondan 4 ila 12 gün sonra adaksal yaprak yüzeylerinde ortaya çıkan köşeli şekilli klorotik lezyonları içerir (Lebeda and Cohen, 2011; Palti and Cohen, 1980). Amerika Birleşik Devletleri'nin doğusundaki birçok hıyar üreten bölgeye özgü sıcak günler (25 ile 30 °C) ve serin (10 ile 15 °C) nemli geceler, sırasıyla semptom gelişimini ve patojen kolonizasyonunu teşvik eder (Cohen and Eyal, 1977; Lebeda and Cohen, 2011). Bu koşullar altında, klorotik lezyonlar nekrotik hale gelebilir, birleşebilir ve birkaç hafta içinde tüm bitkinin ölümüne yol açabilir. İlk hastalık semptomlarından sonraki 4 ile 10 gün içinde, yapraklara karakteristik morumsu gri “tüylü” bir görünüm veren sporangia taşıyan sporangioforların varlığı ile abaksiyal yaprak yüzeylerinde sporlanma gözlemlenebilir (Lebeda and Cohen, 2011; Palti and Cohen, 1980). Patojen, kışı geçirdiği ve yüzlerce kilometre seyahat edebildiği bölgelerden rüzgâr akımlarıyla yayılır (Lebeda and Cohen, 2011). Amerika Birleşik Devletleri'nin doğusunda, sporangia Florida'dan veya Büyük Göller çevresindeki seralardan gelir (Call vd., 2013; Nusbaum, 1944). Bu nedenle, doğu Amerika Birleşik Devletleri'nde tarla ortamlarında mildiyöden kaçınmak veya hariç tutmak mümkün değildir.

### 3. MATERYAL VE METOT

Çalışmanın yalancı mildiyö testleri Vilmorin Mikado Tohumculuk Antalya Araştırma İstasyonunda gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmanın haritalama ve markır çalışmaları Vilmorin Mikado Tohumcuğun Fransa’da bulunan genetik laboratuvarında yapılmıştır.

#### 3.1. Materyal

Bu çalışmada dayanıklı bitkisel materyal olarak, A064949 kodlu Pakistan kökenli hıyar genotipi ve 41311 numaralı Beith Alpha tipi hıyar genotipi hassas materyal olarak kullanılmıştır. Elimizde bulunan dayanıklı ve hassas materyal ile F9, F10 popülasyonları oluşturulmuştur. Oluşturulan bu popülasyon, elimizde bulunan mevcut 4 adet elit hat ile melezlenerek hibritler elde edilmiştir.

**Çizelge 3.1.** Hassas ve dayanıklı materyalimizle oluşturulan popülasyonların oluşturulma yılları, genotipleri, orijinleri ve bu genotiplerin elde edilmesindeki yöntemler

Yıl	Genotip	Jenerasyon	Orijinleri ve bu genotiplerin elde edilmesindeki yöntemler
	41311		Beith alpha tipi hassas materyal
	A064949		Pakistan orijinli dayanıklı materyal
2012	41311xA064949		Hassas x Dayanıklı (F1)
2013	F2, F3		Kendileme
2013	69652x69632		En dayanıklı F3 ler arasında intercross
2014	47245		Hassas, Beith Alpha tipi
2014	[(F3 69562XF3 69632)X 47245]		GM1E1, Hassas ebeveyne geriye melez
2015-2017	F2, F3, F4		Kendileme
2018	87636		Hassas, Beith Alpha tipi
2018		F4X87636	GM1E2, En dayanıklı F4 hatlarının hassas ebeveyne geriye melez
2019-2022	F5,F6,F7,F8,F9,F10,F11		Kendileme
2019-2022		F2,F3,F4,F5,F6,F7,F8	En dayanıklı F4 hatlarının hassas ebeveyne geriye melezlerinin kendilenmesi
2022		F9, F10	Kendileme
2022			En dayanıklı 10 adet F9, F10 aşamalarında olan hattın, 4 adet elit hatla melezlenmesi

### 3.2. Metot

#### 3.2.1. F1 Hibritlerin ve Bu Hibritlerin Ebeveyn Popülasyonlarının Oluşturulması

Popülasyonların oluşturulmasına 2012 yılında 41311XA064949 bireylerinin oluşturulması ile başlanmıştır.

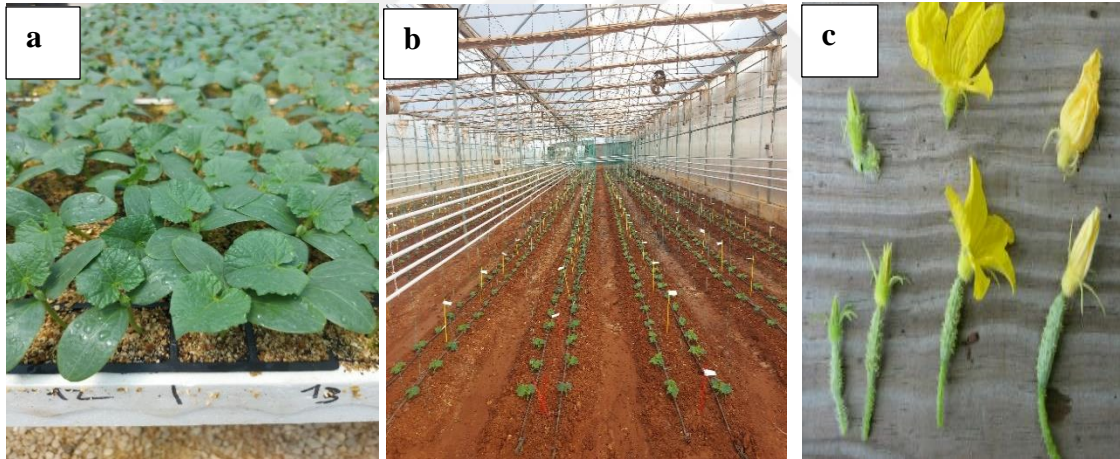
**Çizelge 3.2.** Çalışmada kullanılmak üzere elde edilen popülasyonların yıllara bağlı olarak işlem basamakları, genotipleri, orijinleri, hassaslık ve dayanıklılık durumları

Yıl	Genotip	Jenerasyon	Orijinleri ve bu genotiplerin elde edilmesindeki yöntemler
2012	41311		Beith alpha tipi hassas materyal
2012	A064949		Pakistan orijinli dayanıklı materyal
2012	41311XA064949		Hassas x Dayanıklı (F1)
2013	F2, F3		Kendileme
2013	69652x69632		En dayanıklı F3 ler arasında intercross
2014	[(F3 69562XF3 69632) X 47245]		Hassas ebeveyne geriye melez
2015-2017	F2, F3, F4		Kendileme
2018	F4X87636		En dayanıklı F4 hatlarının hassas ebeveyne geriye melez
2019-2022	F5,F6,F7,F8,F9,F10,F11		Kendileme
		F2,F3,F4,F5,F6,F7,F8	En dayanıklı F4 hatlarının hassas ebeveyne geriye melezlerinin kendilenmesi
2022	F9, F10		Kendileme
2022			En dayanıklı 10 adet F9, F10 aşamalarında olan hatların, elit hatlarla melezlenmesi
2023			En dayanıklı 10 hattın ve bu 10 hattın 4 adet elit hatla melezlenmesi sonucu elde edilen 40 hibritin fenotipik gözlemi

### 3.2.2. Gözlem Yapılmak Üzere Seraya Dikilecek Fidelerin Yetiştirilmesi ve Seraya Dikildikten Sonra Bitkilere Uygulanan İşlemler

Melezlemeleri gerçekleştirmek üzere ekilen tüm tohumlar 10:3 torf/vermikulit, 10:2 torf/perlit karışımı içeren 150'lik viyollere ekilir. Tüm fideler Vilmorin Mikado Tohumculuk Antalya Araştırma İstasyonuna ait olan fidelikte yetiştirilmiştir. Fidelerin toprağa dikiminde önce dikimin yapılacak olduğu seralarda toprak analizleri yapıp, bu analizlere bağlı olarak gübreleme yapılır. Dikimden önce taban gübrelemesi yapılır. Dikimden bir hafta sonra köklendirici (Humik+Fulvik Asit), MAP(12-61-0), 18-18-18 NPK dengeli gübre, demir ve iz element içeren gübreler ile gübreleme gerçekleştirilir. Bitki gelişme döneminde 18-18-18 oranında NPK içeren gübre, 15-30-15 oranında NPK içeren gübre, kalsiyum nitrat, çinko ve bor ile gübreleme yapılır.

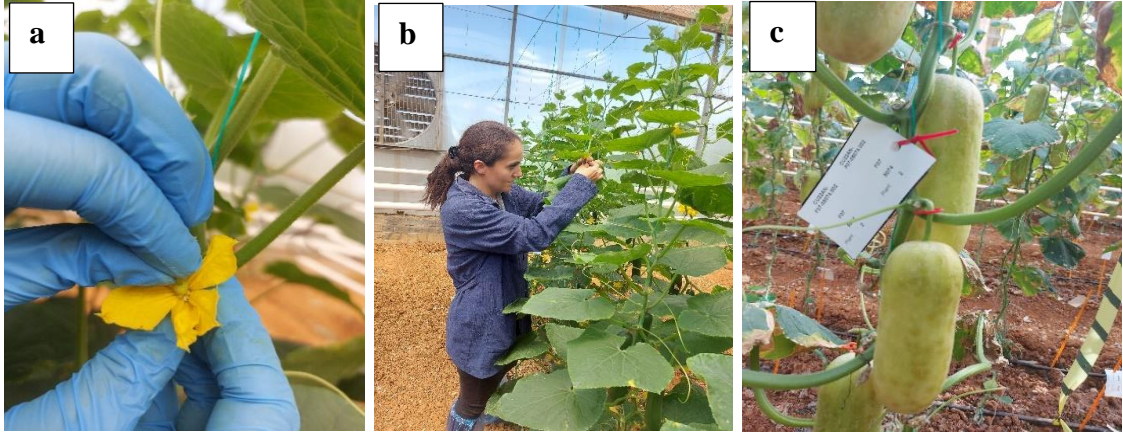
Fidelerin 2-3 gerçek yaprağa sahip olduğu aşamada dikimi gerçekleştirilir. Melezlemeler esnasında baba olarak kullanılacak genotiplere erkek çiçek vermesinin sağlanması için, dikimden ortalama bir hafta sonra güz sezonu için 250 ppm'lik, bahar sezonu için 300 ppm'lik  $AGNO_3$  sodyum tiyosülfat çözeltisi, sırt pompası ile gün aşırı olacak şekilde haftada 3 kere 1 hafta süresince uygulanır.



**Şekil 3.1.** a) Seralara dikilmek üzere hazır olan fideler; b) fidelerin toprağa dikilmesi; c) hıyarda dişi çiçek (altta) ve erkek çiçek (üstte) yapısı

### 3.2.3. Hıyarda Melezleme Aşamaları

Bitkilere  $AGNO_3$  sodyum tiyosülfat uygulamalarından yaklaşık 30-40 gün sonra melezlemelere başlanır. Melezlemelerin bitiş tarihinden itibaren 8 hafta beklendikten sonra tohum hasatlarına başlanır. Güz döneminde dikilen fideler için Ekim ayından melezlemelere başlandı, aralık ayında tohum hasatları gerçekleşti. Bahar döneminde dikilen fideler için nisan ayında melezlemeler başladı, haziran ayında tohum hasatları gerçekleşti.



**Şekil 3.2. a)** Hıyarda melezleme işlemi; **b)** kendileme işlemi; **c)** melezleme sonucu tohum hasatına hazır olgunlaşmış meyve

#### 3.2.4. Hasat Edilen Meyvelerden Tohum Elde Edilmesi İşlemleri

Mezlezmelerden ve kendilemelerden sonra elde edilen meyveler 8 hafta sonra hasat edilerek, bitkilere ait bireysel etiketleri ile poşetlere ayrı ayrı konular. Meyvelerin içerisinde bulunan tohumlar çıkarılmak üzere tohum çıkarma laboratuvarına taşınır. Meyveler boyuna kesilip içerisindeki tohumlar çıkartılır ve ayrı kaplara konular. Tohumların meyve etinden kolay ayrılmasını sağlamak için Lafazym Press adlı enzim, sirke ve su kullanılarak solüsyon hazırlanır. Bu solüsyonu hazırlamak için 25 litre suyun içerisine 5 litre sirke, 6 gram Lafazym Press eklenmektedir. Elde edilen solüsyon, kaplara çıkartılmış olan tohumların üzerini kapatacak miktarda dökülerek bir gece fermantasyona bırakılmaktadır. Bir gecelik fermantasyondan sonra tohumlar çeşme suyunun altında süzgeçler yardımıyla yıkanarak tohum keselerine konulmaktadır. Keselerde bulunan tohumlar, 75 litre suya 7,5 kg TSP (Trisodyum fosfat,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ) eklenerek dezenfekte edilir. Tohumlar kurutulmak üzere sıcaklığı  $30^\circ\text{C}$ , nemi %50 oranına ayarlanmış tohum kurutma makinalarında ortalama 6-8 saat kurutulmaktadır. Tohumlar kurutulduktan sonra tohum zarflarına konularak, sıcaklığı  $11^\circ\text{C}$  nemi %35 oranında ayarlanmış tohum deposunda muhafaza edilmektedir.

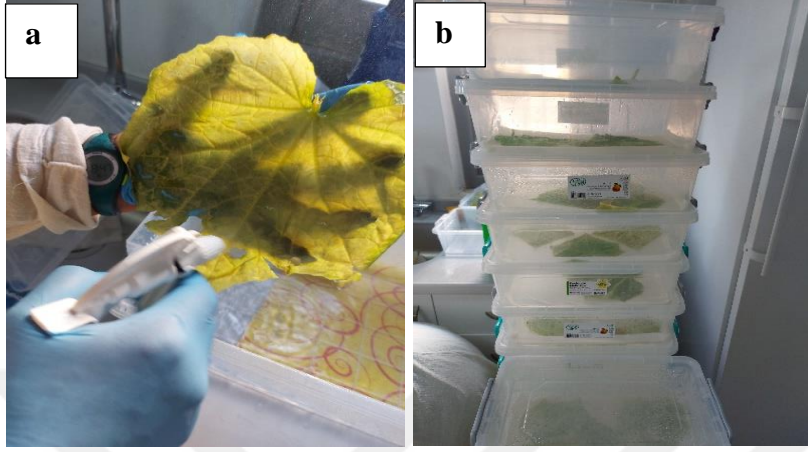


**Şekil 3.3.** a) Tohumu çıkartılmak üzere hasat aşamasına gelmiş hıyar meyvesi; b) tohum kurutma makinası; c) tohumların kolay arınmasını sağlayan enzim; ç) tohum kurutma makinası çekmeceleri; d) tohum kurutma keseleri

### 3.2.5. Yalancı Mildiyönün İnoküle Edilme Aşamaları

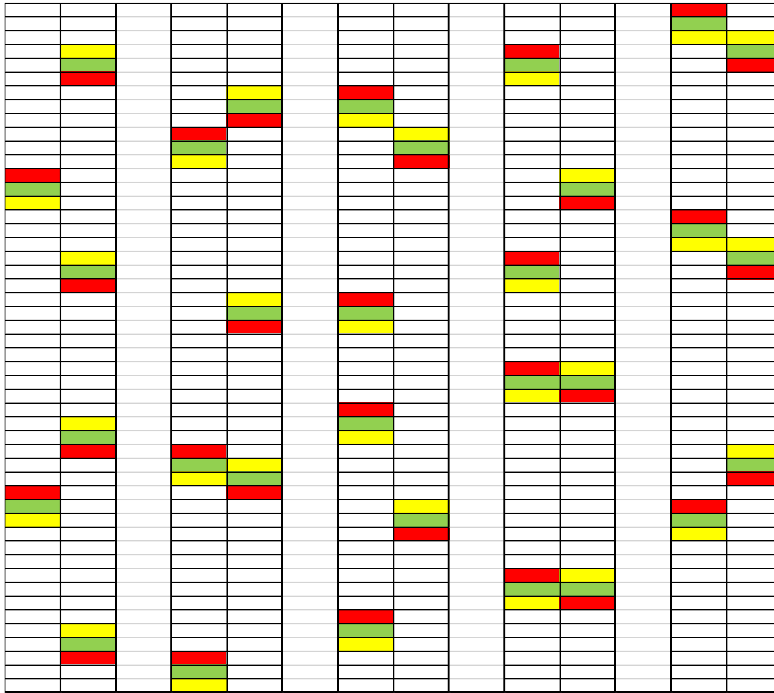
*Pseudoperonospora cubensis* inokulum hazırlığı için derin dondurucuda ( $-20^{\circ}\text{C}$  ve  $-80^{\circ}\text{C}$ 'de) muhafaza edilen *P. cubensis* izolatı kullanılmaktadır. Kullanmış olduğumuz izolat patolojist tarafından testlenmiştir. Bu izolat plastik kutuların içerisinde kontrollü şartlarda yetiştirilen hassas ticari çeşit olan *Cemre F1* hıyarına ait yapraklar üzerinde çoğaltılmaktadır. İnokülasyon işlemi spreyleme ile yapılmaktadır. Bitkilerin inkübe edilmesi için ,100 adet polipropilen kutu içerisinde yeterince spor elde edebilmek için büyütme odasında yapraklar  $15^{\circ}\text{C}$ ' de 8 saat karanlıkta,  $25^{\circ}\text{C}$ ' de 16 saat aydınlıkta bekletilir. Bitkiler inoküle edildikten yaklaşık 10 gün sonra, *P. Cubensis* patojeni içeren yapraklar spreyle yıkanmaktadır. Sprey içerisinde musluk suyu bulunmaktadır. Spreyleme işlemi yapılmasının ardından elde ettiğimiz sporlar Neubauer hemositometre ile ışık mikroskobu yardımıyla sayılır. Elde edilen konsantrasyon 10.000 adet

sporangia/ml içerene kadar seyreltme işlemi yapılmaktadır. Sporların inokülasyon esnasında homojen olarak dağılmasını sağlamak için yüzde 1 oranında Polioksietilen (20) sorbitan monolaurat maddesi eklenir. Elde edilen bu karışım inokülasyon için basınçlı sırt pompasına doldurulur.



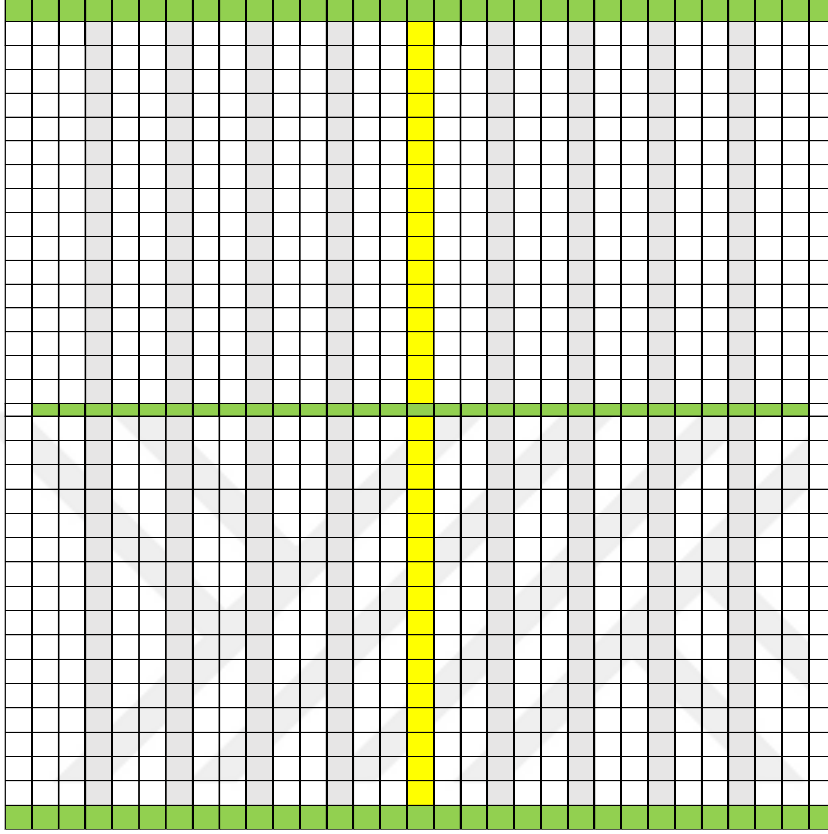
**Şekil 3.4. a)**Yalancı mildiyö inokülasyon için spreyleme yapılması; **b)** spor elde edebilmek için kullanılan polipropilen kutular

Sera koşullarında fenotip gözlem yapılabilmesi için 126 adet hat 6'şar bitki olacak şekilde 3 tekerrürlü olarak tesadüf parseller deneme desenine göre dikilir. Belirli aralıklarla denemenin içerisine 2'şer adet hassas ebeveyn, dayanıklı ebeveyn ve hassas ticari hibrit dikilir.



**Şekil 3.5.** Yalancı mildiyönün sera koşullarından inokülasyonu için hazırlanmış dikim haritası (2022 Güz Dönemi)

İn vivo koşullarda fenotipik gözlem yapabilmek için 2023 bahar döneminde 40 adet hibrit (6 bitki), 31 adet hat (6 bitki), 5 adet ticari hibrit 4 tekerrürlü olacak şekilde tesadüf parseller deneme desenine göre dikilir.



**Şekil 3.6.** Yalancı mildiyönün sera koşullarından inokülasyonu için hazırlanmış dikim haritası (2023 Bahar Dönemi)

Fenotipik olarak yalancı mildiyö gözlemi yapabilmek için çizelgede belirtmiş olduğum tarihlerde dikim ve inokülasyon uygulamaları gerçekleştirmektedir. Simptomların gelişip hastalığın ilerleyebilmesi için yetiştiricilik boyunca serada belirli saatlerde sislemeler açık bırakılarak ortamda yüksek nem olması sağlanmaktadır. Bununla birlikte 3-4 defa taban sulaması yapılarak ortamdaki nemin yükselmesi sağlanır.

**Çizelge 3.3.** Yalancı mildiyönün in vivo inokülasyonu için dikim tarihleri ve inokülasyon uygulama tarihleri (2022 güz dönemi, 2023 bahar dönemi)

Sezon	Dikim Tarihi	İnokülasyon Tarihleri
Güz 2022	24.10.2022	8.11.2022
		15.11.2022
		22.11.2022
		5.12.2022
		26.12.2022
Bahar 2023	21.02.2023	14.03.2023
		21.03.2023
		28.03.2023
		4.04.2023

### 3.2.6 Yalancı Mildiyönün Bitki Üzerinde Fenotiplenmesi Aşamaları

Yalancı mildiyö inokülasyonları yapıldıktan sonra bitkilerde meydana gelen enfeksiyon şiddeti, 2022 yılı güz döneminde dikimi gerçekleşen bitkilerde 14.12.2022 ve 04.01.2023 tarihinde skorlanmıştır. Bitkilerde agronomik olarak çiçek durumu, yan dal uzunluğu, boğum başına meyve sayısı, bitki boyu gözlemlenmiştir. Meyvelerin hasata gelmesi ile aralık ve ocak ayı süresince meyvede, meyve boyu, verim, kalite, renk, damarlılık skorlanır.

Yalancı mildiyö inokülasyonları yapıldıktan sonra bitkilerde meydana gelen enfeksiyon şiddeti 2023 bahar döneminde dikimi gerçekleşen bitkilerde 03.04.2023 ve 19.04.2023 tarihinde skorlanmıştır. Bitkilerde agronomik olarak çiçek durumu, yan dal uzunluğu, boğum başına meyve sayısı, bitki boyu gözlemlenir. Meyvelerin hasata gelmesi ile Nisan ve Mayıs ayı süresince meyvede, meyve boyu, verim, kalite, renk, damarlılık skorlanmıştır.

**Çizelge 3.4.** Yalancı mildiyö testinden sonra gözlenen bitkilerde enfeksiyonun şiddetine göre skor skalası

Materyal	Skor	Açıklama
Dayanıklı	9	Yüksek Dayanıklı: A0644949'dan daha iyi bitkiler
	8	Dayanıklı: Neredeyse dayanıklı bitki, A064949 kadar dayanıklı gibi, sadece alt yapraklarda birkaç belirti gösteren bitkiler
	7	Bitkiler dayanıklı görünüyor, sadece alt yapraklarda klorozis mevcut
	6	Bitkiler Poinsett'ten daha dayanıklı görünmekte, az sayıda kuruyan yaprak ve klorozis mevcut
	5	Orta derecede dayanıklı, dm-1 geni içeren Poinsett çoğunlukla bu seviyede olmaktadır
Hassas	2	Hassas ancak yine de çok hassas olanlara göre dipte az kurumuş yaprak vardır
	1	Çok hassas bitki, dipte çok sayıda kurumuş yaprak vardır

Agromik gözlem, kıdemli ıslahçı tarafından belirlenen kriterlere göre aşağıdaki gibi yapılmıştır.

1-Meyve boyu

Temsili bir meyveye ait boy uzunluğu(cm)

2-Kalite

Kötü=1

Ortalama=3

Çok iyi=5

3-Damarlılık

Pürüzsüz=1

Ortalama=3

Belirgin=5

4-Renk

Açık=1

Orta=3

Koyu=5

5-Erkek çiçek sayısı

Bitki başına varsa erkek çiçek adeti

6-Monoik bitki

Monoik bitki sayısı

7-Boğum başına meyve sayısı

Ana gövde üzerinde boğum üzerinde bulunan meyve sayısı

8-Bitki boyu

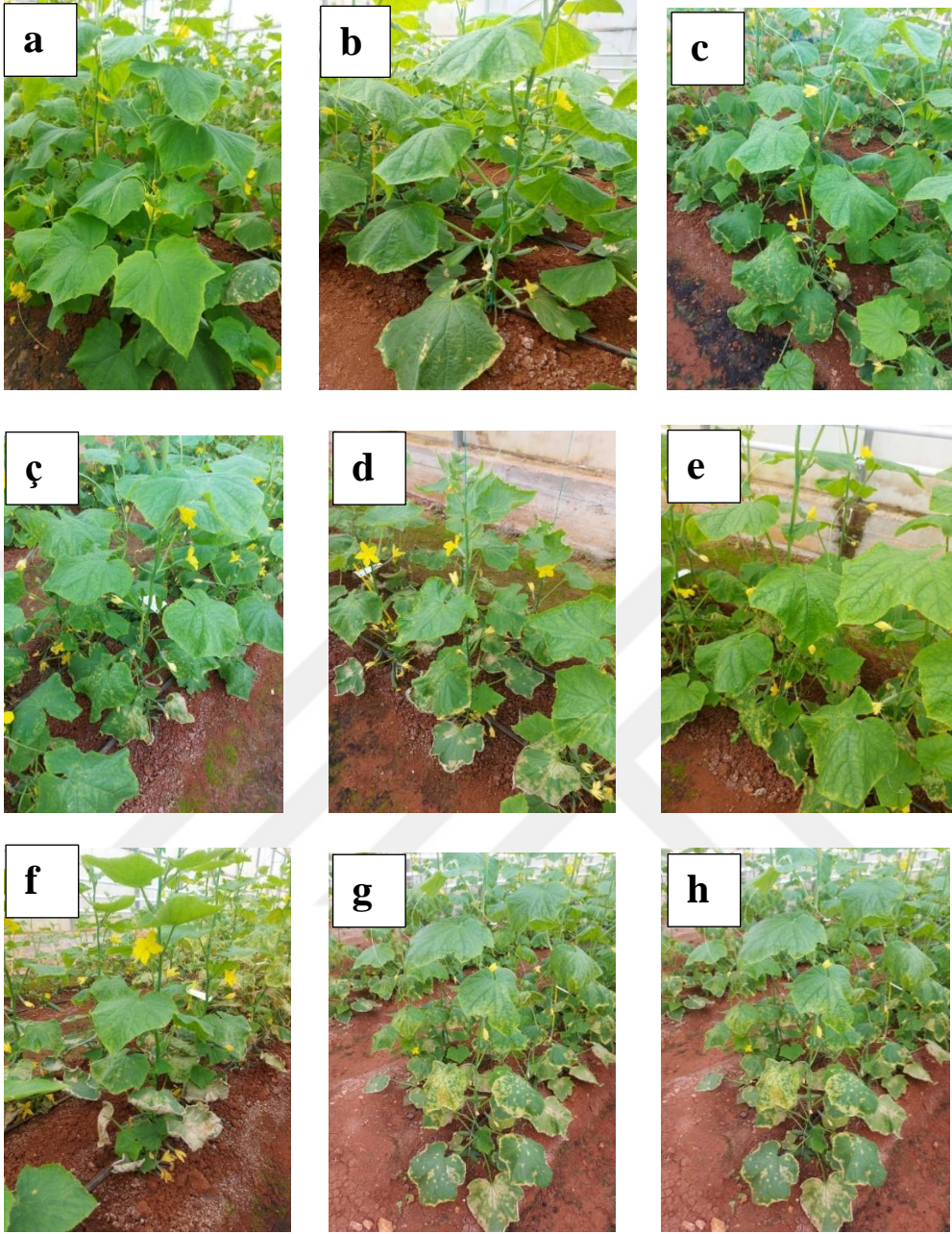
En uzun bitki tele eriştiğinde her bitkinin boyunun ölçülmesi(m)

9-Yan Dal

Uzun ve kalabalık yan dal=1

Az, kısa yan dal=3

Hiç yan dal yok=5



**Şekil 3.7.** Yalancı mildiyö inokülasyonundan sonra bitkilerde oluşan enfeksiyon şiddetine bağlı değerlendirme skalası: a(skor 9); b(skor 8); c(skor 7); ç(skor 6); d(skor 5); e(skor 4); f(skor 3); g(skor 2); h(skor 1)

### 3.2.7. SNP Markır Analizi için Yaprak Örnekleri Alınması ve Liyofilize Edilmesi

2022 yılı güz döneminde dikilen, serada bulunan bitkilerin genç sürgünlerden 17 Ocak 2023 tarihinde, 2023 yılı bahar döneminde dikilen, serada bulunan genç sürgünlerden 11 Nisan 2023 tarihinde, yaprak örnekleri alınmış ve liyofilize edilmiştir.

Liyofilizasyon ürünün dondurulmasını, basıncın düşürülerek yaprak içerisindeki suyun çıkarılmasını sağlayan ve bunun için düşük sıcaklıkta gerçekleşen işlemdir.

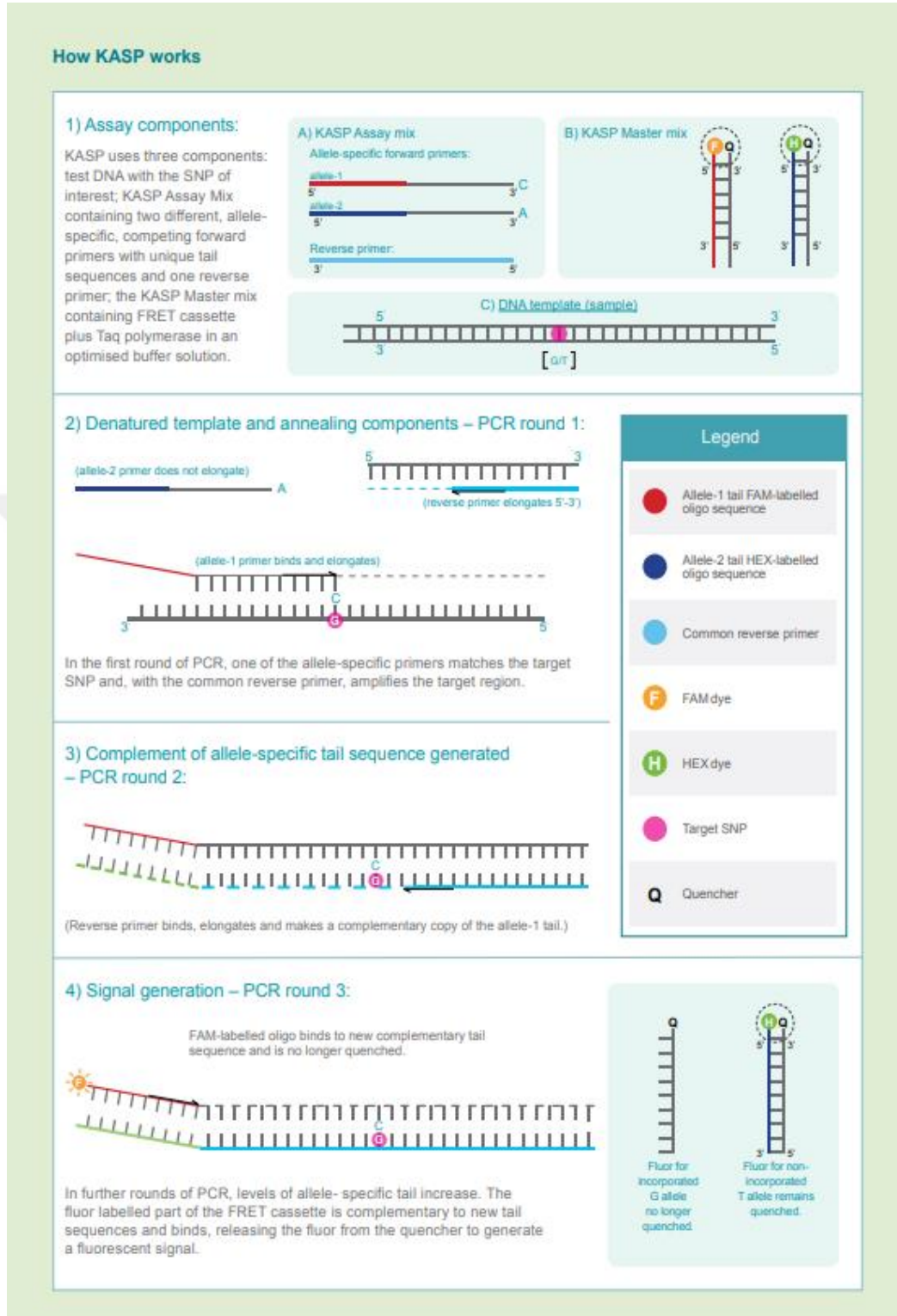
Liyofilizasyon işleminden sonra alınan örnekler SNP analizleri yapılmak üzere Vilmorin Mikado Tohumculuğa ait olan Genetik Laboratuvarı'na Fransa La Costire'e gönderilir.



**Şekil 3.8.** a ve b) Genetik laboratuvarına gönderilmek üzere SNP analizinde kullanılan bitkilerden örnek alma aşaması ; c ve ç) yaprak örneklerinin liyofilize edilmesi işlemi

### 3.2.8. Örneklerin SNP Analizi ve Genotiplenmesi

Bitkilerde bulunan genç sürgünlerden , QTL analizlerinde SNP ile genotiplemede kullanılmak üzere yaprak örnekleri alınmıştır. Alınan yaprak örneklerinde MACHEREY-NAGEL DNA izolasyon kiti genomik DNA izolasyonu yapılmak üzere kullanılmaktadır. Çalışma sırasında elde edilen DNA'lar 96 SNP markırı ile Fluidigm genotipleme platformunda KASP™ teknolojisi ile genotiplenmektedir. KASP™ genotipleme analizleri, rekabetçi alele özgü PCR'ye dayalıdır ve tek nükleotid polimorfizmlerinin (SNP'ler) ve belirli lokuslarda ekleme ve silmelerin (Indels) bi-alelik puanlamasını sağlar.



Şekil 3.9. KASP teknolojisinin çalışmasını açıklayan basamaklar (Anonim 1)



**Şekil 3.10.**KASP genotipleme sürecine genel bakış **1)** DNA örneklerini PCR mikrotitre platelerine yerleştirilmesi; **2)** Tasarlanmış oligolardan analiz yapılması; **3)**Genotipleme karışımının oluşturulması; **4)**KASP genotipleme karışımının DNA numunelerine dağıtılması; **5)**Platelerin ağzının sıkıca kapatılması; **6)** PCR cihazına konulması; **7)**Florasan plate okuyucuda platelerin okunması; **8)**Verilerin analiz edilmesi (Anonim 2)

KASP analizleri, aşağıdaki polimorfizm türlerinin tespiti için kullanılabilir:

- Tek nükleotid polimorfizmleri (SNPs)
- Eklemeler veya silmeler (indels)
- Çok nükleotitli varyantlar (MNVs)
- Haplotipler

**Çizelge 3.5.** 96lık plate reaksiyon hacminde (son hacim 5 ul) veya 384 lık plate reaksiyon hacminde (son hacim 10 ul) KASP genotipleme karışımı yapmak için bileşenlerin hacimleri. \*DNA numuneleri, her 5 µl reaksiyon başına 0,5-20ng'lik konsantrasyona kadar seyreltildi.

Bileşenler	KASP Genotipleme Karışım Düzenegi	
	Islak DNA yöntemi (µl)	
DNA*	2.5	5
KASP 2X Reaksiyon Karışımı	2.5	5
Assay	0.07	0.14
H <sub>2</sub> O	N/A	N/A
Toplam	5µl	10µl

### 3.2.9. Genetik Linkaj Haritalarında QTL Pozisyonlarının Hesaplanması

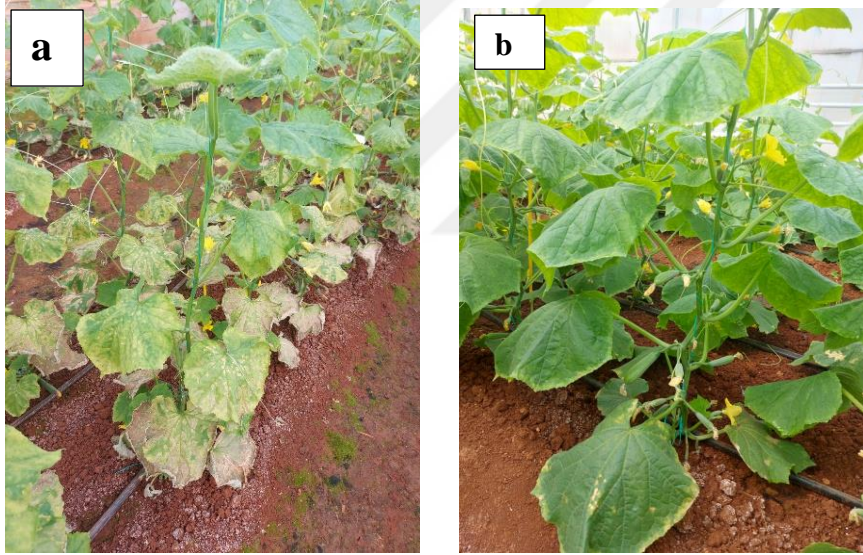
Çalışmamızda elde ettiğimiz popülasyonun linkaj haritalamasında JoinMap 4 (IM-İnterval model), Hollanda menşeli program ile yapılmaktadır. Popülasyonların genetik linkaj haritalarında QTL pozisyonlarını hesaplamak için Map QTL 5.0 programı kullanılmaktadır.

## 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

### 4.1. Yalancı Mildiyönün Şiddetinin Fenotiplemesi Aşamaları

Sera koşullarında yalancı mildiyö şiddetinin skorlanabilmesi için 126 adet hat 6'şar bitki halinde 3 tekerrürlü olarak tesadüf parseller deneme desenine göre 2022 güz döneminde dikilir. Belirli aralıklarla denemenin içerisine 2'şer adet hassas ebeveyn, dayanıklı ebeveyn ve hassas ticari hibrit dikilir. 2023 bahar döneminde ise 40 adet hibrit (6 bitki), 31 adet hat (6 bitki), 5 adet ticari hibrit 4 tekerrürlü olacak şekilde in vivo koşullarda fenotipik gözlem yapabilmek için tesadüf parseller deneme desenine göre seraya dikilir.

Dikim tarihlerinden ortalama 15 gün sonra *P. Cubensis* inokulasyon uygulamaları serada yapılmaya başlanır ve tekrarlanarak devam edilir. İnokulasyondan sonra ortalama bir hafta sonra elde edilen yalancı mildiyö belirtileri şekil 4.1 de gösterilmiştir. Hassas ebeveyn üzerinde görülen belirtiler (Şekil 4.1a), dayanıklı ebeveyn üzerinde görülen belirtiler (Şekil 4.1b) gözlenmiştir.



**Şekil 4.1** İnokulasyondan sonra yalancı mildiyönün hassas ebeveyni etkileme şekli (a), dayanıklı materyali etkileme şekli (b)

Yalancı mildiyö inokulasyonundan sonra skorlama aşağıdaki kriterlere göre yapılmıştır;

- Hastalığın şiddeti
- Sporulasyon alanı
- Sporulasyon yoğunluğu

Bu skorlamada 1 en hassas, 9 yüksek dayanıklı olarak belirlenmiştir.

## 4.2. SNP Analizi ve QTL Haritalama

Elde ettiğimiz DNA'lar Fluigm genotipleme platformunda 96 SNP markırı ile KASP™ teknolojisi ile genotiplenir.

Çalışmada kullanılan markır kodları, haritalandıkları kromozom numaraları ve fenotipik gözlem sonucunda elde edilen mildiyö skorları aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir. (Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2).

**Çizelge 4.1.** Denemede 1'de kullanılan hat ve hibritlere bağlı olarak haritalamada kullanılan SNPlerin tespit edildiği 3.kromozom

Hat/Hibrit	Çeşit	SNPs			
		A	B	C	D
Hat	152564	A	A	A/C	A
Hat	152597	A	A	C	C
Hat	152630	A	A	C	C
Hat	152633	A	A	C	C
Hat	152636	A	A	A	A
Hat	152636	A	A	C	A
Hat	152729	A	A	A	A
Hat	152762	G	G	C	A
Hat	152878	A	A	C	C
Hat	152881	A	A	C	C
Hat	152896	A	A	C	C
Hat	152899	A	A	C	C
Hat	152899	A	A	C	C
Hat	152905	A	A	A	C
Hat	152912	A	A	A	C
Hat	152986	A	A	C	C
Hat	152992	A	A	A	C
Hat	153001	A	A	C	C
Hat	153077	G	G	A	A
Hat	153152	G	G	C	C
Hat	153164	G	G	C	C
Hat	153191	G	G	C	C
Hat	153230	G	G	A	A
Hat	153254	G	G	A	C
Hat	153267	G	G	A	A
Hat	153269	G	G	A	A

Çizelge 4.1. devamı

Hat	153382	G	A	A	A
Hat	153436	G	G	A	A
Hat	153481	G	G	C	A
Hat	153490	G	G	A	A
Hat	153529	G	G	A	A
Hat	153532	G	G	A	A
Hat	153535	G	G	A	A
Hat	153538	G	G	A	A
Hat	153544	G	G	A	A
Hat	153615	G	G	C	A
Hat	A064949	G	G	C	A
Hibrit	Ticari Hibrit 1	A	A	A/C	C
Hibrit	VMK Hibrit 1	A	A	C	C
Hibrit	VMK Hibrit 2	A	A	C	C
Hibrit	VMK Hibrit 3	A	A	A	C
Hibrit	VMK Hibrit 4	A	A	A	C
Hibrit	Ticari Hibrit 2	A	A	A/C	C
Hibrit	Ticari Hibrit 3	A	A	A/C	C
Hat	POINSETT- 76	A	A	A	C
Hibrit	Ticari Hibrit 4	A	A	A/C	C
Hibrit	Ticari Hibrit 5	A	A	A/C	C
Hibrit	Ticari Hibrit 6	A	A	A/C	C

**Çizelge 4.2.** Denemede 1’de kullanılan hat ve hibritlere bağlı olarak haritalamada kullanılan SNPlerin tespit edildiği 4.kromozom

Hat/ Hibrit	Çeşit	SNPs											
		E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Hat	152564	A	C	G	A	C	A	G	A	NA	G	T	G
Hat	152597	A	C	G	A	C	A	G	A	C	G	T	A
Hat	152630	C	A	A	G	A	C	A	A	C	G	T	G
Hat	152633	C	C	G	A	C	A	G	A	C	G	T	A
Hat	152636	A	C	A	G	C	A	G	A	C	G	T	A
Hat	152636	C	C	G	A	C	A	G	A	C	G	T	A
Hat	152729	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A
Hat	152762	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A
Hat	152878	C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	A	C	A	A	A
Hat	152881	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A
Hat	152896	C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	A	C	A/G	A/T	A
Hat	152899	C	C	G	A	C	A	G	A	C	A	A	A
Hat	152899	C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	A	C	A	A	A
Hat	152905	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	T	A
Hat	152912	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	T	A
Hat	152986	A	C	G	A	C	A	G	A	C	G	T	A
Hat	152992	A	C	G	A	C	A	G	A	C	G	T	A
Hat	153001	A	C	G	A	C	A	G	A	C	G	T	A
Hat	153077	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A
Hat	153152	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A
Hat	153164	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A
Hat	153191	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A
Hat	153230	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A
Hat	153254	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A
Hat	153267	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A
Hat	153269	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A
Hat	153382	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A
Hat	153436	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A

Çizelge 4.2. devamı

Hat	153481	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A
Hat	153490	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A
Hat	153529	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A
Hat	153532	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A
Hat	153535	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A
Hat	153538	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A
Hat	153544	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A
Hat	153615	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A
Hat	A064949	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A
Hibrit	Ticari Hibrit 1	A	C	G	A	C	A	G	A	C	G	T	A/G
Hibrit	VMK Hibrit 1	A	C	G	A	C	A	G	A	C	G	T	A/G
Hibrit	VMK Hibrit 2	A	C	G	A	C	A	G	A	C	G	T	A/G
Hibrit	VMK Hibrit 3	A	C	G	A	C	A	G	A	C	G	T	G
Hibrit	VMK Hibrit 4	A	C	G	A	C	A	G	A	C	G	T	A/G
Hibrit	Ticari Hibrit 2	A	C	G	A	C	A	G	A	C	G	T	G
Hibrit	Ticari Hibrit 3	A	C	G	A	C	A	G	A	C	G	T	A/G
Hat	POINSETT-76	C	A	A	G	A	C	A	G	A	G	T	G
Hibrit	Ticari Hibrit 4	A	C	G	A	C	A	G	A	C	G	T	G
Hibrit	Ticari Hibrit 5	A	C	G	A	C	A	G	A	C	G	T	A/G
Hibrit	Ticari Hibrit 6	A/C	C	A/G	A/G	C	A	G	A	C	G	T	A/G

**Çizelge 4.3.** Denemede 1’de kullanılan hat ve hibritlere bağlı olarak haritalamada kullanılan SNPlerin tespit edildiği 5.kromozom

Hat/Hibrit	Çeşit	SNPs	
		Q	R
Hat	152564	C	G
Hat	152597	A	A
Hat	152630	C	G
Hat	152633	C	A
Hat	152636	C	G
Hat	152636	C	G
Hat	152729	C	A
Hat	152762	C	G
Hat	152878	C	A
Hat	152881	C	A
Hat	152896	C	A
Hat	152899	C	A
Hat	152899	C	A
Hat	152905	C	A
Hat	152912	C	A
Hat	152986	C	A
Hat	152992	C	G
Hat	153001	C	A
Hat	153077	C	G
Hat	153152	C	G
Hat	153164	C	G
Hat	153191	C	G
Hat	153230	C	G
Hat	153254	C	G
Hat	153267	C	G
Hat	153269	C	G
Hat	153382	C	G
Hat	153436	C	G
Hat	153481	C	G
Hat	153490	C	G
Hat	153529	C	G

Çizelge 4.3. devamı

Hat	153532	<b>C</b>	<b>G</b>
Hat	153535	<b>C</b>	<b>G</b>
Hat	153538	<b>C</b>	<b>G</b>
Hat	153544	<b>C</b>	<b>G</b>
Hat	153615	<b>C</b>	<b>G</b>
Hat	A064949	<b>C</b>	<b>A</b>
Hibrit	Ticari Hibrit 1	A/C	<b>A</b>
Hibrit	VMK Hibrit 1	<b>A</b>	<b>A</b>
Hibrit	VMK Hibrit 2	<b>A</b>	<b>A</b>
Hibrit	VMK Hibrit 3	A/C	A/G
Hibrit	VMK Hibrit 4	<b>A</b>	<b>A</b>
Hibrit	Ticari Hibrit 2	A/C	A/G
Hibrit	Ticari Hibrit 3	A/C	A/G
Hat	POINSETT- 76	<b>C</b>	<b>G</b>
Hibrit	Ticari Hibrit 4	<b>A</b>	<b>A</b>
Hibrit	Ticari Hibrit 5	A/C	A/G
Hibrit	Ticari Hibrit 6	A/C	<b>A</b>

**Çizelge 4.4.** Denemede 2’de kullanılan hat ve hibritlere bağlı olarak haritalamada kullanılan SNPlerin tespit edildiği 3.kromozom

Hat/Hibrit	Çeşit	SNPs			
		A	B	C	D
Hat	31196	A	A	C	C
Hat	31259	A	A	A	C
Hat	41311	A	A	A	C
Hat	47245	A	A	A	C
Hat	87636	A	A	A	C
Hat	88771	A	A	A	C
Hat	111480	A	A	C	C
Hat	111530	A	A	A	C
Hat	112422	A	A	A	C
Hat	116318	A	A	A	C
Hat	153267	G	G	A	A
Hat	153267	G	G	A	A
Hat	153269	G	G	A	A
Hat	153269	G	G	A	A
Hat	153436	G	G	A	A
Hat	153436	G	G	A	A
Hat	153490	G	G	A	A
Hat	153490	G	G	A	A
Hat	153529	G	G	A	A
Hat	153529	G	G	A	A
Hat	153532	G	G	A	A
Hat	153532	G	G	A	A
Hat	153535	G	G	A	A
Hat	153535	G	G	A	A
Hat	153538	G	G	A	A
Hat	153538	G	G	A	A
Hat	153544	G	G	A	A
Hat	153544	G	G	A	A
Hat	153615	G	G	C	A
Hat	153615	G	G	C	A
Hat	A064949	G	G	C	A
Hibrit	Ticari Hibrit 1	A	A	A/C	C
Hibrit	VMK Hibrit 1	A	A	C	C
Hibrit	VMK Hibrit 2	A	A	A	C

Çizelge 4.4. devamı

Hibrit	VMK Hibrit 3	A	A	C	C
Hibrit	Ticari Hibrit 2	A	A	A/C	C
Hat	POINSETT-76	A	A	A	C
Hibrit	Ticari Hibrit 3	A	A	A/C	C
Hibrit	Ticari Hibrit 4	A	A	A/C	C
Hibrit	Ticari Hibrit 5	A	A	A/C	C
Hibrit	X22-000065	A/G	A/G	A/C	A/C
Hibrit	X22-000066	A/G	A/G	A	A/C
Hibrit	X22-000067	A/G	A/G	A/C	A/C
Hibrit	X22-000068	A/G	A/G	A/C	A/C
Hibrit	X22-000077	A/G	A/G	A/C	A/C
Hibrit	X22-000078	A/G	A/G	A	A/C
Hibrit	X22-000079	A/G	A/G	A/C	A/C
Hibrit	X22-000080	A/G	A/G	A/C	A/C
Hibrit	X22-000173	A/G	A/G	A/C	A/C
Hibrit	X22-000174	A/G	A/G	A/C	A/C
Hibrit	X22-000175	A/G	A/G	A/C	A/C
Hibrit	X22-000176	A/G	A/G	A/C	A/C
Hibrit	X22-000273	A/G	A/G	A/C	A/C
Hibrit	X22-000274	A/G	A/G	A	A/C
Hibrit	X22-000275	A/G	A/G	A/C	A/C
Hibrit	X22-000276	A/G	A/G	A/C	A/C
Hibrit	X22-000289	A/G	A/G	A/C	A/C
Hibrit	X22-000290	A/G	A/G	A	A/C
Hibrit	X22-000291	A/G	A/G	A/C	A/C
Hibrit	X22-000292	A/G	A/G	A/C	A/C
Hibrit	X22-000293	A/G	A/G	A/C	A/C
Hibrit	X22-000294	A/G	A/G	A	A/C
Hibrit	X22-000295	A/G	A/G	A/C	A/C
Hibrit	X22-000296	A/G	A/G	A/C	A/C
Hibrit	X22-000401	A/G	A/G	A/C	A/C
Hibrit	X22-000402	A/G	A/G	A	A/C
Hibrit	X22-000403	A/G	A/G	A/C	A/C
Hibrit	X22-000404	A/G	A/G	A/C	A/C
Hibrit	X22-000409	A/G	A/G	C	A/C
Hibrit	X22-000410	A/G	A/G	A/C	A/C

Çizelge 4.4. devamı

Hibrit	X22-000411	A/G	A/G	C	A/C
Hibrit	X22-000412	A/G	A/G	C	A/C
Hibrit	X22-000497	A/G	A/G	A/C	A/C
Hibrit	X22-000498	A/G	A/G	A	A/C
Hibrit	X22-000499	A/G	A/G	A/C	A/C
Hibrit	X22-000500	A/G	A/G	A/C	A/C
Hibrit	X22-000501	A/G	A/G	A/C	A/C
Hibrit	X22-000502	A/G	A/G	A	A/C
Hibrit	X22-000503	A/G	A/G	A/C	A/C
Hibrit	X22-000504	A/G	A/G	A/C	A/C

Çizelge 4.5. Denemede 2’de kullanılan hat ve hibritlere bağlı olarak haritalamada kullanılan SNPlerin tespit edildiği 4.kromozom

Hat/ Hibrit	Çeşit	SNPs											
		E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Hat	31196	A	C	G	A	C	A	G	A	C	G	T	A
Hat	31259	A	C	G	A	C	A	G	A	C	G	T	G
Hat	41311	A	C	G	A	C	A	G	A	C	G	T	G
Hat	47245	C	C	G	A	C	A	G	A	C	G	MISSING	A
Hat	87636	C	C	G	A	C	A	G	A	C	G	T	A
Hat	88771	A	C	G	A	C	A	G	A	C	G	T	G
Hat	111480	A	C	G	A	C	A	G	A	C	G	T	G
Hat	111530	A	C	G	A	C	A	G	A	C	G	A/T	G
Hat	112422	A	C	G	A	C	A	G	A	C	G	T	A
Hat	116318	A	C	G	A	C	A	G	A	C	G	T	G
Hat	153267	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A
Hat	153267	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A
Hat	153269	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A
Hat	153269	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A
Hat	153436	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A
Hat	153436	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A
Hat	153490	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A
Hat	153490	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A
Hat	153529	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A
Hat	153529	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A
Hat	153532	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A

Çizelge 4.5. devamı

Hat	153535	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A
Hat	153535	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A
Hat	153538	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A
Hat	153538	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A
Hat	153544	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A
Hat	153544	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A
Hat	153615	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A
Hat	153615	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A
Hat	A064949	C	A	A	G	A	C	A	A	C	A	A	A
Hibrit	Ticari Hibrit 1	A	C	G	A	C	A	G	A	C	G	T	A/G
Hibrit	VMK Hibrit 1	A	C	G	A	C	A	G	A	C	G	T	A/G
Hibrit	VMK Hibrit 2	A	C	G	A	C	A	G	A	C	G	T	G
Hibrit	VMK Hibrit 3	A	C	G	A	C	A	G	A	C	G	T	A
Hibrit	Ticari Hibrit 2	A	C	G	A	C	A	G	A	C	G	T	A/G
Hat	POINSETT-76	C	A	A	G	A	C	A	G	A	G	T	G
Hibrit	Ticari Hibrit 3	A	C	G	A	C	A	G	A	C	G	T	G
Hibrit	Ticari Hibrit 4	A	C	G	A	C	A	G	A	C	G	T	A/G
Hibrit	Ticari Hibrit 5	A/C	C	A/G	A/G	C	A	G	A	C	G	A/T	A/G
Hibrit	X22-000065	A/C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	A	C	A/G	A/T	A/G
Hibrit	X22-000066	A/C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	A	C	A/G	A/T	A/G
Hibrit	X22-000067	A/C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	A	C	A/G	A/T	A/G
Hibrit	X22-000068	A/C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	A	C	A/G	A/T	A
Hibrit	X22-000077	A/C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	A	C	A/G	A/T	A/G
Hibrit	X22-000078	A/C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	A	C	A/G	A/T	A/G
Hibrit	X22-000079	A/C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	A	C	A/G	A/T	A/G

Çizelge 4.5. devamı

Hibrit	X22-000080	A/C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	A	C	A/G	A/T	A
Hibrit	X22-000173	A/C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	A	C	A/G	A/T	A/G
Hibrit	X22-000174	A/C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	A	C	A/G	A/T	A/G
Hibrit	X22-000175	A/C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	A	C	A/G	A/T	A/G
Hibrit	X22-000176	A/C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	A	C	A/G	A/T	A
Hibrit	X22-000273	A/C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	A	C	A/G	A/T	A/G
Hibrit	X22-000274	A/C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	A	C	A/G	A/T	A/G
Hibrit	X22-000275	A/C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	A	C	A/G	A/T	A/G
Hibrit	X22-000276	A/C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	A	C	A/G	A/T	A
Hibrit	X22-000289	A/C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	A	C	A/G	A/T	A/G
Hibrit	X22-000290	A/C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	A	C	A/G	A/T	A/G
Hibrit	X22-000291	A/C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	A	C	A/G	A/T	A/G
Hibrit	X22-000292	A/C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	A	C	A/G	A/T	A
Hibrit	X22-000293	A/C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	A	C	A/G	A/T	A/G
Hibrit	X22-000294	A/C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	A	C	A/G	A/T	A/G
Hibrit	X22-000295	A/C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	A	C	A/G	A/T	A/G
Hibrit	X22-000296	A/C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	A	C	A/G	A/T	A
Hibrit	X22-000401	A/C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	A	C	A/G	A/T	A/G
Hibrit	X22-000402	A/C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	A	C	A/G	A/T	A/G
Hibrit	X22-000403	A/C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	A	C	A/G	A/T	A/G

Çizelge 4.5. devamı

Hibrit	X22-000404	A/C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	<b>A</b>	<b>C</b>	A/G	A/T	<b>A</b>
Hibrit	X22-000409	A/C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	<b>A</b>	<b>C</b>	A/G	A/T	A/G
Hibrit	X22-000410	A/C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	<b>A</b>	<b>C</b>	A/G	A/T	A/G
Hibrit	X22-000411	A/C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	<b>A</b>	<b>C</b>	A/G	A/T	A/G
Hibrit	X22-000412	A/C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	<b>A</b>	<b>C</b>	A/G	A/T	<b>A</b>
Hibrit	X22-000497	A/C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	<b>A</b>	<b>C</b>	A/G	A/T	A/G
Hibrit	X22-000498	A/C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	<b>A</b>	<b>C</b>	A/G	A/T	A/G
Hibrit	X22-000499	A/C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	<b>A</b>	<b>C</b>	A/G	A/T	A/G
Hibrit	X22-000500	A/C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	<b>A</b>	<b>C</b>	A/G	A/T	<b>A</b>
Hibrit	X22-000501	A/C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	<b>A</b>	<b>C</b>	A/G	A/T	A/G
Hibrit	X22-000502	A/C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	<b>A</b>	<b>C</b>	A/G	A/T	A/G
Hibrit	X22-000503	A/C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	<b>A</b>	<b>C</b>	A/G	A/T	A/G
Hibrit	X22-000504	A/C	A/C	A/G	A/G	A/C	A/C	A/G	<b>A</b>	<b>C</b>	A/G	A/T	<b>A</b>

**Çizelge 4.6.** Denemede 2’de kullanılan hat ve hibritlere bağlı olarak haritalamada kullanılan SNPlerin tespit edildiği 5.kromozom

Hat/ Hibrit	Çeşit	SNPs	
		Q	R
Hat	31196	A	A
Hat	31259	C	A
Hat	41311	C	G
Hat	47245	C	A
Hat	87636	C	A
Hat	88771	A	A
Hat	111480	A	A
Hat	111530	C	G
Hat	112422	C	G
Hat	116318	C	G
Hat	153267	C	G
Hat	153267	C	G
Hat	153269	C	G
Hat	153269	C	G
Hat	153436	C	G
Hat	153436	C	G
Hat	153490	C	G
Hat	153490	C	G
Hat	153529	C	G
Hat	153529	C	G
Hat	153532	C	G
Hat	153532	C	G
Hat	153535	C	G
Hat	153535	C	G
Hat	153538	C	G
Hat	153538	C	G
Hat	153544	C	G
Hat	153544	C	G
Hat	153615	C	G
Hat	153615	C	G
Hat	A064949	C	A
Hibrit	Ticari Hibrit 1	A/C	A
Hibrit	VMK Hibrit 1	A	A
Hibrit	VMK Hibrit 2	A/C	A/G
Hibrit	VMK Hibrit 3	A	A

Çizelge 4.6.devamı

Hibrit	Ticari Hibrit 2	A/C	A/G
Hat	POINSETT-76	<b>C</b>	<b>G</b>
Hibrit	Ticari Hibrit 3	<b>A</b>	<b>A</b>
Hibrit	Ticari Hibrit 4	A/C	A/G
Hibrit	Ticari Hibrit 5	A/C	<b>A</b>
Hibrit	X22-000065	<b>C</b>	A/G
Hibrit	X22-000066	<b>C</b>	A/G
Hibrit	X22-000067	A/C	A/G
Hibrit	X22-000068	A/C	A/G
Hibrit	X22-000077	<b>C</b>	A/G
Hibrit	X22-000078	<b>C</b>	A/G
Hibrit	X22-000079	A/C	A/G
Hibrit	X22-000080	A/C	A/G
Hibrit	X22-000173	<b>C</b>	A/G
Hibrit	X22-000174	<b>C</b>	A/G
Hibrit	X22-000175	A/C	A/G
Hibrit	X22-000176	A/C	A/G
Hibrit	X22-000273	<b>C</b>	A/G
Hibrit	X22-000274	<b>C</b>	A/G
Hibrit	X22-000275	A/C	A/G
Hibrit	X22-000276	A/C	A/G

Çizelge 4.6.devamı

Hibrit	X22-000289	<b>C</b>	A/G
Hibrit	X22-000290	<b>C</b>	A/G
Hibrit	X22-000291	A/C	A/G
Hibrit	X22-000292	A/C	A/G
Hibrit	X22-000293	<b>C</b>	A/G
Hibrit	X22-000294	<b>C</b>	A/G
Hibrit	X22-000295	A/C	A/G
Hibrit	X22-000296	A/C	A/G
Hibrit	X22-000401	<b>C</b>	A/G
Hibrit	X22-000402	<b>C</b>	A/G
Hibrit	X22-000403	A/C	A/G
Hibrit	X22-000404	A/C	A/G
Hibrit	X22-000409	<b>C</b>	A/G
Hibrit	X22-000410	<b>C</b>	A/G
Hibrit	X22-000411	A/C	A/G
Hibrit	X22-000412	A/C	A/G
Hibrit	X22-000497	<b>C</b>	A/G
Hibrit	X22-000498	<b>C</b>	A/G
Hibrit	X22-000499	A/C	A/G
Hibrit	X22-000500	A/C	A/G
Hibrit	X22-000501	<b>C</b>	A/G

**Çizelge 4.6.devamı**

Hibrit	X22-000502	C	A/G
Hibrit	X22-000503	A/C	A/G
Hibrit	X22-000504	A/C	A/G

**Çizelge 4.7.** Deneme 1 ve Deneme 2’de bulunan hat ve hibritlerin yalancı mildiyö gözlem skalasına bağlı olarak fenotipik olarak skorlanması

Deneme	Hat/ Hibrit	Çeşit	DM skorlaması
1	Hat	152564	4,58
1	Hat	152597	3,50
1	Hat	152630	3,67
1	Hat	152633	3,83
1	Hat	152636	4,67
1	Hat	152636	4,83
1	Hat	152729	4,50
1	Hat	152762	7,17
1	Hat	152878	4,08
1	Hat	152881	3,67
1	Hat	152896	3,72
1	Hat	152899	4,28
1	Hat	152899	4,28
1	Hat	152905	4,97
1	Hat	152912	4,53
1	Hat	152986	3,67
1	Hat	152992	4,33
1	Hat	153001	4,22
1	Hat	153077	7,00
1	Hat	153152	7,11
1	Hat	153164	7,33
1	Hat	153191	7,00
1	Hat	153230	7,22
1	Hat	153254	7,50

Çizelge 4.7.devamı

1	Hat	153267	7,00
1	Hat	153269	7,83
1	Hat	153382	7,50
1	Hat	153436	7,50
1	Hat	153481	7,17
1	Hat	153490	7,28
1	Hat	153529	7,50
1	Hat	153532	7,67
1	Hat	153535	7,75
1	Hat	153538	7,08
1	Hat	153544	7,33
1	Hat	153615	7,17
1	Hat	A064949	7,73
1	Hibrit	Ticari Hibrit 1	2,31
1	Hibrit	VMK Hibrit 1	2,30
1	Hibrit	VMK Hibrit 2	2,30
1	Hibrit	VMK Hibrit 3	2,30
1	Hibrit	VMK Hibrit 4	2,30
1	Hibrit	Ticari Hibrit 2	2,30
1	Hibrit	Ticari Hibrit 3	2,30
1	Hat	POINSETT-76	5,01
1	Hibrit	Ticari Hibrit 4	2,30
1	Hibrit	Ticari Hibrit 5	2,30
1	Hibrit	Ticari Hibrit 6	2,30
2	Hat	31196	1,63
2	Hat	31259	2,00
2	Hat	41311	3,38
2	Hat	47245	3,25
2	Hat	87636	3,50
2	Hat	88771	5,00
2	Hat	111480	1,25
2	Hat	111530	1,50
2	Hat	112422	3,13
2	Hat	116318	4,25
2	Hat	153267	7,88

Çizelge 4.7.devamı

2	Hat	153267	8,08
2	Hat	153269	8,13
2	Hat	153269	8,25
2	Hat	153436	8,21
2	Hat	153436	8,35
2	Hat	153490	8,04
2	Hat	153490	8,17
2	Hat	153529	8,46
2	Hat	153529	8,75
2	Hat	153532	8,35
2	Hat	153532	8,46
2	Hat	153535	8,50
2	Hat	153535	8,38
2	Hat	153538	7,23
2	Hat	153538	8,10
2	Hat	153544	8,06
2	Hat	153544	8,73
2	Hat	153615	8,60
2	Hat	153615	8,85
2	Hat	A064949	8,71
2	Hibrit	Ticari Hibrit 1	2,13
2	Hibrit	VMK Hibrit 1	2,00
2	Hibrit	VMK Hibrit 2	2,75
2	Hat	HD124	2,13
2	Hibrit	Ticari Hibrit 2	2,25
2	Hat	POINSETT-76	4,38
2	Hibrit	Ticari Hibrit 3	2,25
2	Hibrit	Ticari Hibrit 4	2,13
2	Hibrit	Ticari Hibrit 5	2,25
2	Hibrit	X22-000065	6,13
2	Hibrit	X22-000066	5,46
2	Hibrit	X22-000067	3,00
2	Hibrit	X22-000068	3,38
2	Hibrit	X22-000077	6,63
2	Hibrit	X22-000078	5,88
2	Hibrit	X22-000079	4,00

Çizelge 4.7.devamı

2	Hibrit	X22-000080	3,00
2	Hibrit	X22-000173	6,88
2	Hibrit	X22-000174	6,25
2	Hibrit	X22-000175	3,50
2	Hibrit	X22-000176	3,38
2	Hibrit	X22-000273	6,38
2	Hibrit	X22-000274	5,63
2	Hibrit	X22-000275	3,13
2	Hibrit	X22-000276	3,50
2	Hibrit	X22-000289	6,50
2	Hibrit	X22-000290	6,33
2	Hibrit	X22-000291	3,50
2	Hibrit	X22-000292	3,50
2	Hibrit	X22-000293	6,65
2	Hibrit	X22-000294	6,63
2	Hibrit	X22-000295	3,13
2	Hibrit	X22-000296	3,25
2	Hibrit	X22-000401	6,79
2	Hibrit	X22-000402	6,63
2	Hibrit	X22-000403	3,63
2	Hibrit	X22-000404	3,50
2	Hibrit	X22-000409	6,75
2	Hibrit	X22-000410	6,38
2	Hibrit	X22-000411	4,13
2	Hibrit	X22-000412	4,00
2	Hibrit	X22-000497	7,00
2	Hibrit	X22-000498	6,13
2	Hibrit	X22-000499	4,13
2	Hibrit	X22-000500	4,13
2	Hibrit	X22-000501	7,13
2	Hibrit	X22-000502	6,63
2	Hibrit	X22-000503	3,75
2	Hibrit	X22-000504	3,38

İn vivo testte mildiyönün fenotipik olarak skorlanması ile ilgili dayanıklı materyal olan A064949 ile hibritler karşılaştırılmıştır ve aşağıda belirttiğimiz gözlem sonucu oranları ve bu sonuçların standart sapma değerleri hesaplanmıştır. (Çizelge 4.8.)

**Çizelge 4.8.** İn vivo testte yalancı mildiyönün hibritler arasında markıra, kromozoma, homozigot veya heterozigot olmasına bağlı fenotipik olarak skorlanması

Markır ve kromozomu	Homozigot/Heterozigot	Hibritlerin DM fenotipik gözlem sonucu dayanım oranları (1-9 skalası)	Standart Sapma
A-Kromozom 3	Heterozigot (A/G)	4,96	1,5
	Homozigot (A)	2,51	0,74
Q-Kromozom 5	Homozigot(A)	2,23	0,1
	Homozigot(C)	6,44	0,83
	Heterozigot (A/C)	3,10	0,66
R-Kromozom 5	Homozigot (A)	2,23	0,09
	Homozigot (G)	4,69	0,31
	Heterozigot(A/G)	4,59	1,67

İn vivo testte mildiyönün fenotipik olarak skorlanması ile ilgili dayanıklı materyal olan A064949 ile aynı allele sahip olan hatlar karşılaştırılmıştır ve aşağıda belirttiğimiz gözlem sonucu oranları ve bu sonuçların standart sapma değerleri hesaplanmıştır. (Çizelge 4.9.)

**Çizelge 4.9.** İn vivo testte yalancı mildiyönün dayanıklı materyale ait aynı allele sahip hatlar içerisinde markıra, kromozoma bağlı fenotipik olarak skorlanması

Markır ve kromozomu	A064949 kodlu hıyar genotipi ile aynı allele sahip olan hatların DM fenotipik gözlem sonucu oranları
A-Kromozom 3	7,81
E-P-Kromozom 4	7,63
Q-Kromozom 5	6,35
R-Kromozom 5	3,66

İn vivo testte mildiyönün fenotipik olarak skorlanması ile ilgili dayanıklı materyal olan A064949 ile farklı allele sahip olan hatlar karşılaştırılmıştır ve aşağıda belirttiğimiz gözlem sonucu oranları hesaplanmıştır. (Çizelge 4.10.)

**Çizelge 4.10.** İn vivo testte yalancı mildiyönün dayanıklı materyalden farklı allele sahip hatlar içerisinde markıra, kromozoma bağlı fenotipik olarak skorlanması

Markır ve kromozomu	Pakistan kökenli A064949 kodlu hıyar genotipi ile farklı allele sahip olan hatların DM fenotipik gözlem sonucu oranları
A-Kromozom 3	3,71
E-P-Kromozom 4	3,36
Q-Kromozom 5	2,84
R-Kromozom 5	7,06

QTL analizlerinde kullanılmak üzere yaprak örnekleri alınmıştır. Bu örnekler 96 SNP markırı ile taranmıştır. Patolojik ve agronomik gözlemlerin sonucunun bu çalışmaya özel SNP markırları ile ilişkisi araştırılmıştır.

Bu çalışmanın sonucunda elde edilen sonuçlara göre mildiyö dayanıklılığı ile ilgili en alakalı markırlar ve hangi kromozomda olduğuna karar verilmiştir. (**Çizelge 4.11.**)

**Çizelge 4.11.** Mildiyö dayanımı ile ilgili kromozomlar ve en alakalı markırlar

Markır	Kromozom
A	3
F	4
O	4
Q	5
R	5

Bu çalışmanın sonucuna göre 7 kromozom içerisinde yalancı mildiyö dayanımı için majör QTL'ler kromozom 3, 4, 5'te bulunmaktadır. Elde ettiğimiz sonuçlara göre en alakalı markırlar şu şekildedir:

- Kromozom 3 üzerinde A markırı
- Kromozom 4 üzerinde F markırı (sporulasyon) ve O markırı (kloroz)
- Kromozom 5 üzerinde Q ve R markırıdır.

**Çizelge 4.12.** Yalancı mildiyö dayanımı ile ilişkili moleküler markırlar, buldukları kromozomlar ve her kantitatif karakter lokusu (QTL) in haritalama popülasyonundaki hastalık dayanımı ile ilgili gösterdiği korelasyonu ( $R^2$ )

Marker	Prob. > F	$R^2$	Kromozom
A	<.0001	0,86	3
F	<.0001	0,71	4
O	<.0001	0,58	4
Q	<.0001	0,65	5
R	<.0001	0,56	5

Çizelge 4.8. de verilen değerlerin sonuçlarına göre markır yardımcı seleksiyon yapıldığında Q markırı dominant markırdır. Q markırı kullanılarak seleksiyon yapılmak istenirse, homozigot dayanıklı ebeveynler yüksek dayanım sağlar.

Çizelge 4.8. ve Çizelge 4.9. değerlerinin baz alındığında A markırı bölgesindeki QTL eklemeli gen etkisine sahiptir. A markırı kullanılarak seleksiyon yapılmak istenirse, hibritlerde bu allelin heterozigot yerine homozigot kullanılması daha yüksek dayanım sağlayacaktır. Homozigot allel kullanımında yalancı mildiyöye karşı daha yüksek dayanım sağlayacağı öngörülmektedir.

Çizelge 4.9. ve Çizelge 4.10. değerlerine bakıldığında R markırının bağlı olduğu QTL dominantdır. R markırı kullanılarak yapılan seleksiyonlarda bu bölge hibritlerde heterozigot olarak kullanılabilir.

## 5. SONUÇLAR

Yalancı mildiyöye karşı yeni bir dayanıklılık kaynağı olarak tespit edilen Pakistan orijinli A064949 hattı kullanılarak Recombinant Inbred hatlar oluşturulmuştur. Bu popülasyonun yalancı mildiyö dayanımı belirlenmiştir. Populasyon içinde en yüksek dayanıma sahip 10 hat, 4 elit hıyar hattı ile melezlenmiştir. Dayanıklı hatlar, bunların elit hatlar ile yapılan melezlemelerinden elde edilen 40 adet hibrit, bu hibritlere ait olan dayanıklı ve hassas ebeveynler iki sezon tekerrürlü yalancı mildiyö testelerine tabi tutulmuştur. Populasyonda üç farklı kromozomda tespit edilen QTL bölgelerini tekli, ikili ve üçlü olarak homozigot ve heterozigot durumda taşıyan genotiplerin yalancı mildiyö dayanım seviyeleri belirlenmiştir. Homozigot ve heterozigot hatların dayanım seviyelerinin karşılaştırmalı analizleri her QTL bölgesinin kalıtım durumunu ortaya koymuştur. Buna göre, 3.kromozom (A markırı) bölgesi eklemeli gen etkisi, 4.kromozom (F ve O markır) bölgeleri yalancı mildiyö dayanım için dominant etki göstermiştir ve 5.kromozom (Q markır) bölgesi yalancı mildiyö dayanım için dominant etki göstermiştir. Bu üç QTL bölgesini taşıyan hatlar ve hibritler yalancı mildiyö enfeksiyonuna karşı oldukça yüksek dayanım sergilemiştir. Hibrit çeşitlere markır yardımcı geriye melezleme ile dayanım aktarılabilir. Genetik dayanımı yüksek hibrit çeşitlerin üretimde kullanılması daha az kimyasal ilaç kullanımı, daha düşük maliyetli üretim ve daha az ilaç kalıntısı olan ürünlerin üretilmesine imkân verecektir.

## 6. KAYNAKLAR

- Adam D. Call, Adam D. Criswell, Todd C. Wehner, Urszula Klosinska, and Elzbieta U. Kozik(2012) Screening Cucumber for Resistance to Downy Mildew Caused by *Pseudoperonospora cubensis* (Berk. and Curt.) Rostov.Crop science, vol. 52, march–april 2012
- Andrade, L. H. C., Freitas, P. G., Mantovani, B. G., Figueiredo, M. S., Lima, R. A., Lima, S. M., Rangel, M. A. S., & Mussury, R.M. (2008). Detection of soybean rust contamination in soy leaves by FTIR photoacoustic spectroscopy. European Physical Journal Special Topics, 153, 539–541
- Angelov, D., P. Georgiev, and L. Krasteva. 2000. Two races of *Pseudoperonospora cubensis* on cucumbers in Bulgaria. p. 81–83. In N. Katzir and H.S. Paris (ed.) Proc. Cucurbitaceae 2000. ISHS Press, Ma'ale Ha Hamisha, Israel.
- Anonim,2023. [https://tr.wikipedia.org/wiki/Salatalık\\_Son\\_Erişim\\_Tarihi:30.01.2023](https://tr.wikipedia.org/wiki/Salatalık_Son_Erişim_Tarihi:30.01.2023)
- Anonim 1: <https://futuresynthesis.com/lgc-biosearch-technologies/> Son Erişim Tarihi: 30.07.2023
- Anonim 2: <https://www.biosearchtech.com> Son Erişim Tarihi: 30.07.2023
- Bains, S.S., and J.S. Jhooty. 1976a. Over wintering of *Pseudoperonospora cubensis* causing downy mildew of muskmelon. Indian Phytopathol. 29:213–214.
- Bains, S.S., and J.S. Jhooty. 1976b. Host-range and possibility of pathological races in *Pseudoperonospora cubensis* – Cause of downy mildew of muskmelon. Indian Phytopathol. 29:214–216.
- Barnes, W.C. and W.M Epps. 1954. An unreported type of resistance to cucumber downy mildew. Plant Dis. Rptr. 38:620.
- Barnes, W.C., and Epps, W.M. (1954). An unreported type of resistance to cucumber downy mildew. Plant Dis. Rep. 38 (9), 620.
- Barnes, W.C., and Epps, W.M. (1956). Powdery mildew resistance in south carolina cucumbers. Plant Dis. Rep. 40 (12), 1093.
- Berkeley, M.S., and Curtis, A. (1868). *Peronospora cubensis*. J. Linn. Soc. Bot. 10, 363.
- Burkhardt A, Day B (2016) Transcriptome and small RNAome Dynamics during a resistant and susceptible interaction between cucumber and downy mildew. Plant Genome 9:1

- Caldwell, D., Chan, E., de Vries, J., Joobeur, T., King, J., Reina, A., vd. (2011). Methods and Compositions for Identifying Downy Mildew Resistant Cucumber Plants. Patent US20110126309A1.
- Call, A. D., Criswell, A. D., Wehner, T. C., Klosinska, U., and Kozik, E. U. (2012). Screening cucumber for resistance to downy mildew caused by *Pseudoperonospora cubensis* (Berk. and Curt.) Rostov. *Crop Sci.* 52, 577–592. doi: 10.2135/cropsci2011.06.0296
- Call, A.D., T.C. Wehner, G.J. Holmes, and P.S. Ojiambo. 2013. Effects of host plant resistance and fungicides on severity of cucumber downy mildew. *HortScience* 48:53–59
- Clark, J., and Spencer-Phillips, P. (2000). *Encyclopedia of Microbiology*, Vol. 2. Cambridge, MA: Academic Press.
- Cohen, Y. 1977. The combined effects of temperature, leaf wetness and inoculum concentration on infection of cucumbers with *Pseudoperonospora cubensis*. *Can. J. Bot.* 55:1478–1487. doi:10.1139/b77-174
- Cohen, Y. 1981. Downy mildew of cucurbits. p. 341–354. In D.M. Spencer (ed.) *The downy mildews*. Academic Press, London, UK.
- Cohen, Y., I. Meron, N. Mor, and S. Zuriel. 2003. A new pathotype of *Pseudoperonospora cubensis* causing downy mildew in cucurbits in Israel. *Phytoparasitica* 31:458–466. doi:10.1007/BF02979739
- Cohen, Y., Van den Langenberg, K. M., Wehner, T. C., Ojiambo, P. S., Hausbeck, M., Quesada-Ocampo, L. M., vd. (2015). Resurgence of *pseudoperonospora cubensis*: the causal agent of cucurbit downy mildew. *Phytopathology* 105, 998– 1012. doi: 10.1093/pcp/pci095
- Colucci, S.J., T.C. Wehner, and G.J. Holmes. 2006. The downy mildew epidemic of 2004 and 2005 in the eastern United States. In: G.J. Holmes, editor, *Proceedings of The Cucurbitaceae 2006*, Asheville, NC. 17–21 Sept. 2006. University Press, Raleigh, NC. p. 403–411.
- Colucci, S.J., T.C. Wehner, and G.J. Holmes. 2006. The downy mildew epidemic of 2004 and 2005 in the eastern United States. *Proc. Cucurbitaceae 2006*:403–411.

- de Candolle, A. D. (1886). Origin of Cultivated Plants Hafner. New York, NY (1967 reprint)
- Epps, W.M., and Barnes, W.C. (1952). The increased susceptibility of the palmetto cucumber to downy mildew in South Carolina. Plant Dis. Rep. 36 (1), 14–15.
- FAO, The Food and Agriculture Organization.2021.<https://www.fao.org/faostat/en/#data>
- Fazio, G., Staub, J. E. & Stevens M.R. Genetic mapping and QTL analysis of horticultural traits in cucumber (*Cucumis sativus* L.) using recombinant inbred lines. Theor. Appl. Genet. 107, 864–874 (2003).
- Goker M, Voglmayr H, Riethmu" ller A, Oberwinkler F (2007) How do obligate parasites evolve? A multi-gene phylogenetic analysis of downy mildews. Fungal Genet Biol 44: 105–122.
- Grubben, G. J., & Denton, O. A. (2004). Plant Resources of Tropical Africa. PROTA Foundation.
- Grumet, R. (2018). CucCAP: Leveraging Applied Genomics to Increase Disease Resistance in Cucurbit Crops.
- Gürsoy,Irmak(2017) Bazı Hıyar Genotiplerinde *Pseudoperonospora cubensis*'e Karşı Direnç Mekanizmasının Ve Kalıtımının Araştırılması(Doktora Tezi,Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,2017) Tez No 457257(Yök Tez Merkezi)
- Hausbeck, M. 2007. Downy mildew reported on cucumbers growing in Canadian greenhouses. Michigan State University, East Lansing, MI.
- Holmes, G., T.C. Wehner, and A. Thornton. 2006. An old enemy re-emerges. Am. Veg. Grower Feb.:14–15. Reuveni, M., H. Eyal, and Y. Cohen. 1980. Development of resistance to metalaxyl in *Pseudoperonospora cubensis*. Plant Dis. Rep. 64:1108–1109. doi:10.1094/PD-64-1108
- Horejsi, T., J.E. Staub, and C. Thomas. 2000. Linkage of random amplified polymorphic DNA markers to downy mildew resistance in cucumber (*Cucumis sativus* L.). Euphytica 115:105– 113. doi:10.1023/A:1003942228323
- Inaba, T., T. Morinaka, and E. Hamaya. 1986. Physiological races of *Pseudoperonospora cubensis* isolated from cucumber and muskmelon in Japan. Bull. Natl. Inst. Agro- . Environ. Sci. 2:35–43.

- J.A. Berg<sup>1</sup>, F.W.K. Hermans<sup>2</sup>, W.H. Vriezen<sup>2</sup>, Y. Bai<sup>1</sup> and H.J. Schouten.(2020) Identification of candidate genes for quantitative downy mildew resistance in cucumber – a review
- Jenkins, J.M., Jr. (1942). Downy mildew resistance in cucumbers. *J. Hered.* 33 (2), 35–38
- Jenkins, J.M., Jr. (1946). Studies on the inheritance of downy mildew resistance and of other characters in cucumbers. *J. Hered.* 37 (9), 267–271
- Klosinska, U., E.U. Kozik, A.D. Call, and T.C. Wehner. 2010. New sources of resistance to downy mildew in cucumber. In: J.A. Thies, S. Kousik, and A. Levi, editors, *Proceedings of The Cucurbitaceae 2010*, Charleston, SC. 14–18 Nov. 2010. Am. Soc. Hortic. Sci., Alexandria, VA. p. 135–138.
- Lebeda, A. 1991. Resistance in muskmelons to Czechoslovak isolates of *Pseudoperonospora cubensis* from cucumbers. *Sci. Hortic. (Amsterdam)* 45(3–4):225–260. doi:10.1016/0304-4238(91)90071-6
- Lebeda, A. 1992a. Susceptibility of accessions of *Cucumis sativus* to *Pseudoperonospora cubensis*. *Tests of agrochemicals and cultivars* 13. *Ann. Appl. Biol.* 120:102–103 (Supplement).
- Lebeda, A., and Cohen, Y. (2011). Cucurbit downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis*): biology, ecology, epidemiology, host-pathogen interaction and control. *Eur. J. Plant Pathol.* 129 (2), 157–192
- Lebeda, A., and M.P. Widrlechner. 2003. A set of Cucurbitaceae taxa for differentiation of *Pseudoperonospora cubensis* pathotypes. *J. Plant Dis. Prot.* 110:337–349.
- Lebeda, A., Pavelková, J., Sedláková, B., and Urban, J. (2013). Structure and temporal shifts in virulence of *Pseudoperonospora cubensis* populations in the Czech Republic. *Plant Pathol.* 62 (2), 336–
- Li, Y., Wen, C. & Weng, Y. Fine mapping of the pleiotropic locus B for black spine and orange mature fruit color in cucumber identifies a 50 kb region containing a R2R3-MYB transcription factor. *Theor. Appl. Genet.* 126, 2187–2196 (2013).
- Naegele, R.P., and Wehner, T.C. (2016). “Genetic resources of cucumber,” in *Genetics and Genomics of Cucurbitaceae*, ed. R. Grumet (New York, NY: Springer International Publishing), 61–86. doi: 10.1007/7397

- Nusbaum, C.J. 1944. The seasonal spread and development of cucurbit downy mildew in the Atlantic coastal states. *Plant Dis.* 28:82–85.
- Oerke, E., Steiner, U., Dehne, H. & Lindenthal, M. (2006) Thermal imaging of cucumber leaves affected by downy mildew and environmental conditions. *Journal of Experimental Botany*, 57, 2121–2132.
- Olczak-Woltman H, Marcinkowska J, Niemirowicz-Szczytt K (2011) The genetic basis of resistance to downy mildew in *Cucumis* spp.—latest developments and prospects. *J Appl Genet* 52:249–255
- PALTI, J., COHEN, Y., 1980. Downy Mildew of Cucurbits (*Pseudoperonospora cubensis*), The Fungus and Its Hosts, Distribution, Epidemiology and Control. *Phytoparasitica*, 8:2, 109-113.
- Palti, J. 1974. The significance of pronounced divergences in the distribution of *Pseudoperonospora cubensis* on its crop hosts. *Phytoparasitica* 2:109–115. doi:10.1007/BF02980294
- Palti, J., and Y. Cohen. 1980. Downy mildew of cucurbits (*Pseudoperonospora cubensis*). The fungus and its hosts, distribution, epidemiology and control. *Phytoparasitica* 8:109–147. doi:10.1007/BF02994506
- Pan, D. Research on rule of cucumber fruit growth and cell division. *J. Northeast Agric. Univ.* 2010, 3, 33–37.
- Pan, Y.; Wang, Y.; McGregor, C.; Liu, S.; Luan, F.; Gao, M.; Weng, Y. Genetic architecture of fruit size and shape variation in cucurbits: A comparative perspective. *Theor. Appl. Genet.* 2019, 133, 1–21. [CrossRef]
- Paris, H. S., Daunay, M. C., & Janick, J. (2012). Occidental diffusion of cucumber (*Cucumis sativus*) 500–1300 CE, two routes to Europe. *Annals of Botany*, 109, 117–126.
- Qi, J., Liu, X., Shen, D., Miao, H., Xie, B., Li, X., vd. (2013). A genomic variation map provides insights into the genetic basis of cucumber domestication and diversity. *Nat. Genet.* 45, 1510–1515. doi: 10.1038/ng. 2801
- Qi, J., Liu, X., Shen, D., Miao, H., Xie, B., Li, X., vd. (2013) A genomic variation map provides insights into the genetic basis of cucumber domestication and diversity. *Nat. Genet.* 45: 1510–1515.

- Rondomanski, W. 1988. Downy mildew on cucumber – A serious problem in Poland. W: Abstr. Papers 5th Intl. Congr. of Plant Pathol., Kyoto, Japan. 20–27 Aug. 1988. Phytopathol. Soc. Japan, Tokyo, Japan.
- Savory, E.A., Granke, L.L., Quesada-Ocampo, L.M., Varbanova, M., Hausbeck, M.K. & Day, B. (2011) The cucurbit downy mildew patho-gen *Pseudoperonospora cubensis*. *Molecular Plant Pathology*, 12, 217– 226.
- Sebastian, P., Schaefer, H., Telford, I. R. H., & Renner, S. S. (2010). Cucumber (*Cucumis sativus*) and melon (*C. melo*) have numerous wild relatives in Asia and Australia, and the sister species of melon is from Australia. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107, 14269–14273.
- Sheng Y, Pan Y, Li Y, Yang L, Weng Y. Quantitative trait loci for fruit size and flowering time-related traits under domestication and diversifying selection in cucumber (*Cucumis sativus*). *Plant Breed.*2020;139:176–191.
- Shetty, N.V., T.C. Wehner, C.E. Thomas, R.W. Doruchowski, and V.K.P. Shetty. 2002. Evidence for downy mildew races in cucumber tested in Asia, Europe and North America. *Sci. Hort. (Amsterdam)* 94:231–239. doi:10.1016/S0304-4238(02)00013-4
- Sitterly, W.R. 1973. Cucurbits. In R.R. Nelson (ed.) *Breeding plants for disease resistance, concepts and applications*. Pennsylvania State Univ. Press, University Park, PA.
- Spring, O., Gomez-Zeledon, J., Hadziabdic, D., Trigiano, R.N., Thines, M., and Lebeda, A. (2018). Biological characteristics and assessment of virulence diversity in pathosystems of economically important biotrophic oomycetes. *Crit. Rev. Plant Sci.* 37 (6), 439–495
- St. Amand, P.C., and T.C. Wehner. 1991. Crop loss to 14 diseases in cucumber in North Carolina for 1983 to 1988. *Cucurbit Genetics Coop. Rpt.* 14:15–17.
- Strange, R. N., & Scott, P. R. (2005). Plant disease: A threat to global food security. *Annual Review of Phytopathology*, 43, 83–116.
- Tatlioglu, T. 1993. Cucumbers. *Genetic Improvement of Vegetable Crops*. G. Kalloo, and B. O. Bergh, eds. Pergamon Press, New SouthWales, Australia.
- ThHolmes, G.J., Ojiambo, P.S., Hausbeck, M.K., Quesada-Ocampo, L., and Keinath, A.P.A.P. (2015). Resurgence of cucurbit downy mildew in the United States: a

- watershed event for research and extension. *Plant Dis.* 99 (4), 428–441.
- PubMedomas, A., Carbone, I., Lebeda, A., and Ojiambo, P.S. (2017b). Virulence structure within populations of *Pseudoperonospora cubensis* in the United States. *Phytopathology* 107 (6), 777–785
- Thomas, A., Carbone, I., Choe, K., Quesada-Ocampo, L.M., and Ojiambo, P.S. (2017a). Resurgence of cucurbit downy mildew in the United States: insights from comparative genomic analysis of *Pseudoperonospora cubensis*. *Ecol. Evol.* 7 (16), 6231–6246
- Thomas, C.E., T. Inaba, and Y. Cohen. 1987. Physiological specialization in *Pseudoperonospora cubensis*. *Phytopathology* 77:1621–1624. doi:10.1094/Phyto-77-1621
- TUİK 2022, data.tuik.gov.tr Erişim Tarihi:15.02.2022
- van Vliet, G.J.A., and Meijsing, W.D. (1974). Inheritance of resistance To *Pseudoperonospora cubensis* rost. in cucumber (*Cucumis Sativus* L.). *Euphytica* 23 (2), 251–255
- van Vliet, G.J.A., and Meijsing, W.D. (1977). Relation in the inheritance of resistance to *Pseudoperonospora cubensis* Rost. and *Sphaerotheca fuliginea* Poll. in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Euphytica* 26 (3), 793–796 .
- Vandenlangenberg, K. M. (2015). “Inheritance of high resistance to downy mildew in three cucumber plant introduction accessions,” in *Studies on Downy Mildew Resistance in Cucumber (Cucumis sativus L.)*, (Raleigh, NC: North Carolina State University), 123–158.
- Wang, Y Zhu, S. S., Liu, X. L.,., Wu, X. H., Liu, P. F., Li, J. Q., ... & Si, N. G. (2007). Resistance of *Pseudoperonospora cubensis* to flumorph on cucumber in plastic houses. *Plant Pathology*, 56(6), 967-975.
- Wang, Y., Tan, J., Wu, Z., VandenLangenberg, K., Wehner, T.C., Wen, C., Zheng, X., Owens, K., Thornton, A., Bang, H.H., vd. (2019). STAYGREEN, STAY HEALTHY: a loss-of-susceptibility mutation in the STAYGREEN gene provides durable, broad-spectrum disease resistances for over 50 years of US cucumber production. *New Phytol.* 221 (1), 415–430

- Wang, Y., Vandenlangenberg, K., Wehner, T. C., Kraan, P. A. G., Suelmann, J., Zheng, X., vd. (2016). QTL mapping for downy mildew resistance in cucumber inbred line WI7120 (PI 330628). *Theor. Appl. Genet.* 129, 1493–1505. doi: 10.1007/s00122-016-2719-x
- Wang, Y.H., T. Joobeur, R. A. Dean, and J.E. Staub. 2007. Cucurbits. *Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants 5: Vegetables.*
- Wehner, T.C. and N.V. Shetty. 1997. Downy mildew resistance of the cucumber germplasm collection in North Carolina field tests. *Crop Sci.* 37:1331-1340.
- Weng, Y., & Sun, Z. Y. (2011). Chapter 1 Major cucurbit crops. In Y. H. Wang, & T. Behera (Eds.), *Genetics, genomics and breeding in crop plants. Cucurbits* (pp. 1–16). Enfield, NH: Science Publishers Inc. CRC Press, Boca Raton FL
- Whitaker, T. W., & Davis, G. N. (1962). *Cucurbits*. London, New York, NY: InterScience Publishers.
- Whitaker, T.W., and G.N. Davis. 1962. *Cucurbits*. Leonard Hill, London, UK.
- Win KT, Vegas J, Zhang C, Song K, Lee S (2017) QTL mapping for downy mildew resistance in cucumber via bulked segregant analysis using next-generation sequencing and conventional methods. *Theor Appl Genet* 130:199–211
- Yang, L. vd. Chromosome rearrangements during domestication of cucumber as revealed by high-density genetic mapping and draft genome assembly. *Plant J.* 71, 895–906 (2012).
- Yuan, X. J. vd. Genetic mapping and QTL analysis of fruit and flower related traits in cucumber (*Cucumis sativus* L.) using recombinant inbred lines. *Euphytica* 164, 473–491, (2008).
- Zhang MZ, Ye D, Wang LL vd. (2008) Overexpression of the cucumber LEAFY homolog CFL and hormone treatments alter flower development in gloxinia (*Sinningia speciosa*). *Plant Mol Biol* 67:419– 427
- Zohary, D., Hopf, M., and Weiss, E. 2012. *Domestication of Plants in the Old World*. Oxford University Press, Oxford.

# ÖZGEÇMİŞ

ELİF KARCI ORHAN

## ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2022-2024	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Biyoteknoloji Ana Bilim Dalı, Antalya
Lisans 2008-2012	Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tekirdağ

## MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Ziraat Mühendisi 2024-Devam ediyor	Hazera Tohumculuk Antalya
Ziraat Mühendisi 2018-2023	Vilmorin Mikado Tohumculuk Antalya
Ziraat Mühendisi 2017	Monsanto Tarım Antalya