



Nitelikli Bal Kabağı (*Cucurbita moschata* Duchesne) Hatlarının *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*'a Dayanıklılık Durumlarının Belirlenmesi

Fatih İpek¹ , İbrahim Özkan¹ , Ahmet Balkaya² , İsmail Erper^{2,3} , Büşra Yapıcı⁴ 

ÖZET

Türkiye'de hıyar yetiştirilen bölgelerde üretimi sınırlayan önemli faktörlerden birisi de toprak kökenli patojen fungusların oluşturduğu hastalıklardır. Solgunluk hastalığına neden olan *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* J.H. Owen (FOC), hıyar yetiştiriciliğinde verim kaybına neden olan önemli funguslardan biridir. Bu hastalığın mücadelesinde aşılı fide kullanımı etkili bir yöntemdir. Aşılı hıyar fidesi üretiminde anaç olarak en fazla bal kabakları kullanılmaktadır. Bu çalışmada, nitelikli 43 bal kabağı hattının *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*'a karşı reaksiyonlarının saptanması ve patojen ile inoküle edilmiş bal kabağı hatları ile kontrol bitkilerinin bazı vejetatif büyüme özellikleri yönünden karşılaştırılması amaçlanmıştır. Denemede, pozitif kontrol olarak Nun 9075 ticari kabak anacı ve negatif kontrol olarak Çengelköy hıyar çeşidi kullanılmıştır. Hastalık testlemesi sonucunda bal kabağı hatlarında hastalık şiddetinin %0 – 66.67 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca bal kabağı hatlarının büyük bir çoğunluğunun patojene karşı yüksek düzeyde dayanıklı (28 hat) ve orta düzeyde dayanıklı (14 hat) oldukları saptanmıştır. Yüksek düzeyde dayanıklı bulunan bal kabağı hatlarında genel olarak bitki boyu, gövde çapı, yaprak sayısı ve toplam bitki kuru ağırlığı parametreleri yönünden azalışların hassas hatlara göre daha düşük oranlarda olduğu bulunmuştur. Çalışma sonucunda *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*'a dayanıklı olarak tespit edilen ve vejetatif büyüme parametreleri yönünden de öne çıkan ümit var bal kabağı hatları, devam eden kabak anaç ıslah programında ebeveyn olarak kullanılacaktır.

MAKALE GEÇMİŞİ

Geliş

31 Temmuz 2024

Kabul

10 Eylül 2024

ANAHTAR

KELİMELER

Fusarium solgunluğu, bal kabağı, anaç, dayanıklılık

Determination the the Resistance Status of Qualified Pumpkin (*Cucurbita moschata* Duchesne) Lines Against *Fusarium oxysporum* f. sp. *Cucumerinum*

ABSTRACT

One of the significant factors limiting production in cucumber growing regions in Turkey is diseases caused by soil-borne pathogenic fungi. Fusarium wilt, caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* J.H. Owen (FOC), is one of the major fungi causing yield loss in cucumber cultivation. Using grafted seedlings is an effective method to combat this disease. Pumpkins are the most commonly used rootstocks in the production of grafted cucumber seedlings. This research aimed to determine the reactions of 43 qualified pumpkin lines against *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* and to compare some vegetative growth characteristics of the inoculated pumpkin lines with the control plants. In the experiment, the commercial rootstock Nun 9075 was used as a positive control, and the Çengelköy cucumber variety was used as a negative control. The disease severity in the pumpkin lines ranged from 0% to 66.67%. Moreover, the majority of the pumpkin lines were found to be highly resistant (28 lines) or moderately resistant (14 lines) to the pathogen. In general, the highly resistant pumpkin lines showed lower reductions in plant height, stem diameter, leaf number, and total plant dry weight compared to the susceptible lines. As a result of the study, promising pumpkin lines identified as resistant to *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* and prominent in terms of vegetative growth parameters will be used as parents in the ongoing pumpkin rootstock breeding program.

ARTICLE HISTORY

Received

31 July 2024

Accepted

10 September 2024

KEYWORDS

fusarium wilt, pumpkin, rootstock, resistance

¹ Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Samsun, Türkiye

² Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Samsun, Türkiye

³ Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Bişkek / Kırgızistan

⁴ Petektar Tohum Tarım San. Tic. Ltd. Şti. *Corresponding Author: Fatih İpek, e-mail: fatihipekk2@gmail.com

Giriş

Kabaklar, Cucurbita cinsi içerisinde *Cucurbitaceae* familyasında yer alan önemli sebze türleridir. Cucurbita cinsi, kültüre alınmış beş türü içermektedir. Bunlardan yazlık kabak (*Cucurbita pepo* L.), kestane kabağı (*Cucurbita maxima* Duchesne) ve bal kabağı (*Cucurbita moschata* Duchesne) ekonomik yönden en önemli olanlarıdır [1, 2]. Bal kabağı türünün M.Ö. 3000'li yıllarda Peru ve M.Ö. 2000'lerde Guatemala'da kültüre alındığı bildirilmiştir [3]. Kültüre alınan kabakgil grubu sebze türlerinde meyve görünümü ve meyve ağırlığı değerleri yönünden genetik çeşitlilik oldukça yüksektir [4]. Günümüzde kışlık kabaklarda açık tozlanan çeşitler ya da yerel çeşitlerle üretim daha fazla yapılmaktadır. Hibrit çeşit ıslahı daha çok yazlık kabaklarda kullanılmaktadır. Günümüzde Cucurbita türlerinde önemli ıslah hedefleri arasında hastalık ve zararlılara dayanıklı yeni hibrit çeşitlerin geliştirilmesi ilk sıralarda gelmektedir [2]. Kabakgiller familyasında tür içi ve türler arası melezlemeler, hastalıklara karşı dayanıklılığın sağlanmasında ve aşılı fide üretimine yönelik anaç ıslahı programlarında sıklıkla kullanılmaktadır.

Dünyada ve Türkiye'de hıyar ve kavun yetiştirilen tüm bölgelerde üretimi sınırlayan en önemli faktörlerden birisi, toprak kökenli patojen fungusların oluşturduğu hastalıklardır [5, 6, 7]. Bunların içinde en önemlileri ise *Fusarium* türlerinin neden olduğu solgunluk ve kök çürüklüğü hastalıklarıdır. *Fusarium oxysporum*'un 100'ün üzerinde konukçuya özelleşmiş alt türü bulunmaktadır [8, 9]. Ekonomik öneme sahip hıyar bitkisinde pek çok patojen hastalık oluşturmaya karşın, bunlardan en önemlisi *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* J.H. Owen (FOC)'un yol açtığı *Fusarium* solgunluğudur [10]. Ülkemizde tarla ve örtü altı hıyar yetiştiriciliği yapılan alanlarda ciddi oranda ürün kaybına neden olduğu gözlenen patojen, bitkinin herhangi bir gelişme döneminde enfeksiyon yapabilmektedir [9]. *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* bitkileri önce köklerden enfekte etmekte ve daha sonra iletim demetlerinde kahverengileşme ile yapraklarda sararma şeklinde belirtiler oluşturmaktadır [11]. Yaşlı bitkilerdeki enfeksiyon, genellikle başlangıçta bir ya da birkaç dalın ve daha sonra tüm bitkinin solması ve 3-5 gün sonra bitkinin ölümü ile sonuçlanmaktadır. Solgunluk belirtileri sıcaklık, su stresi ve meyve sayısına bağlı olarak artış göstermektedir [12]. *F. oxysporum*'un hıyardan elde edilen patotipleri genellikle konukçuya özelleşmiş olmalarına rağmen FOC, hıyar bitkisinin dışında kavun bitkisinde de hastalık oluşturabilmektedir [12, 13].

Fusarium solgunluğu hastalığının mücadelesi diğer toprak kaynaklı fungal etmenlerin mücadelesinden daha zordur. Bu nedenle hastalık etmeniyle mücadelede, dayanıklı çeşitlerin kullanımı, tarlada bulaşık olan bitkilerin uzaklaştırılması, münavebe uygulanması, sulama ve toprak işlemeye dikkat edilmesi, aşırı azotlu gübrelerden kaçınılması, toprak fumigasyonu, solarizasyon, biyolojik mücadele vb. yöntemlerinin birlikte uygulanması gerekmektedir [14]. Bununla birlikte günümüzde kabakgil grubu sebze türlerinde aşılı fide kullanımı *Fusarium* solgunluğunun mücadelesinde önemli bir yer tutmaktadır [15]. Hıyarın aşılmasında; aşılama en uygun nitelikli çeşitlerin (kalem) seçilmesi yanında, güçlü ve uyumlu anaçların belirlenmesi büyük bir önem arz etmektedir [16]. Aşılı hıyar fide üretiminde anaç olarak en fazla tür içi hibrit bal kabağı anaçları kullanılmaktadır [15, 17]. Ayrıca türler arası kestane kabağı x bal kabağı hibrit (*C. maxima* × *C. moschata*) anaçları; melezleme başarısı ve tohum veriminin fazla olması, hem kavun-karpuz ve hem de hıyarda kullanılabilmesi, aşı uyumu oranının yüksek olması, bitki gelişiminin güçlü olması, verimi artırması ve genel olarak biyotik/abiyotik stres koşullarına daha dayanıklı olması gibi çok sayıda avantajları nedeniyle tercih edilmektedir [15, 18]. Ülkemizde Tohumluk Tescil Sertifikasyon Merkezi'nin 2023 yılı kayıtlarına göre aşılı fide üretiminde kullanılan 103 ticari anaç bulunmaktadır. Bu anaçların 38 tanesi (34'ü standart tohumluk kaydı bulunan ve 4'ü ticari üretim izinli) kabak anaçlarıdır. Ticari anaçların çok büyük bir kısmı yurt dışından ithal edilmektedir. Bu durum fide maliyetinin artmasına neden olmaktadır [19]. Ülkemizde yerli sebze anaçlarının ıslahı ve geliştirilmesi hem sebzeçilik ve hem de fidecilik sektörü açısından büyük bir önem taşımaktadır. Bu amaca yönelik olarak Balkaya ve Yapıcı [20], tarafından Üniversite-Özel Sektör İş birliği kapsamında yürütülen bir proje kapsamında nitelikli bal kabağı germplazmı oluşturulmuştur. Bu çalışmada, karakterizasyonu yapılmış nitelikli bal kabağı hatlarının *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*'a karşı reaksiyonlarının belirlenmesi ve patojen etmeni ile inokule edilmiş bal kabağı bitkileri ile kontrol bitkilerinin bazı vejetatif büyüme özellikleri yönünden karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Bu araştırma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi (OMÜ) Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ünitesinde yer alan sebze çoğaltma serası ile Bahçe Bitkileri Bölümü bitki fizyoloji laboratuvarında yürütülmüştür. Denemede genetik materyal olarak farklı ıslah kademelerinde (S4-S5 generasyonu) saflaştırılmış 43 bal kabağı hattı kullanılmıştır (Tablo 1). Çalışmada ilk aşamada, gen havuzunda yer alan nitelikli bal kabağı hatlarının *F.*

oxysporum f. sp. *cucumerinum*'a reaksiyonları tespit edilmiştir. Pozitif kontrol olarak "Nun 9075" ticari kabak anacı ve negatif kontrol olarak "Çengelköy" hıyar çeşidi kullanılmıştır.

Araştırmada hastalık etmeni olarak virülensiyi yüksek *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* (FOC) izolatı kullanılmıştır. İzolat, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsünden (BATEM) temin edilmiş ve OMÜ Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Fitopatoloji laboratuvarında kültüre alınmıştır. İnokulum hazırlama işlemi için izolat, 9 cm çaplı Petri kaplarındaki Patates Dekstroz Agar (PDA: Oxoid) besi yerinde 25 °C'de 10 gün süreyle geliştirilmiş ve bu kültürün üzerine saf su eklenerek spatül yardımıyla kazınmıştır. Daha sonra belirtilen hastalık etmeninin konidilerinin suya geçmeleri sağlanmıştır. Hazırlanan süspansiyondaki sporlar, Thoma lamında (hemocytometre) sayılmış ve konsantrasyonları 1×10^6 konidi/mL olarak ayarlanmıştır [21, 22].

Denemede klasik hastalık testlemesi için incelenen bal kabağı hatlarının tohum ekimi viyollere yapılmıştır. Yetiştirme ortamı olarak 2:1 (v:v) oranında torf ve perlit karışımı kullanılmıştır.

Tablo 1 Bal kabağı hatlarının kayıt bilgileri

Table 1 Accession information of pumpkin lines

No	Kod	Hat No	No	Kod	Hat No
1	FB1	22ANC020-1-1	23	FB24	23ANC145-2-1
2	FB2	22ANC036-1-1	24	FB25	23ANC147-4
3	FB3	22ANC058-1-1	25	FB26	23ANC150-2
4	FB4	22ANC058-2-1	26	FB27	23ANC151-1-1
5	FB5	22ANC058-3-1	27	FB28	23ANC193-4-3
6	FB6	22ANC062-2-1	28	FB29	23ANC194-1-1
7	FB7	22ANC062-3-1	29	FB30	23ANC196-1-1
8	FB8	22ANC073-1-1	30	FB31	23ANC197-3-1
9	FB9	22ANC073-1-2	31	FB32	23ANC199-1-1
10	FB10	22ANC077-1-1	32	FB33	23ANC200-1-1
11	FB11	22ANC083-1-1	33	FB34	23ANC203-3-1
12	FB12	22ANC085-1-1	34	FB35	23ANC204-5-1
13	FB14	23ANC123-3-2	35	FB36	23ANC206-1
14	FB15	23ANC124-1	36	FB37	23ANC215-2-1
15	FB16	23ANC125-2	37	FB38	23ANC216-2
16	FB17	23ANC128-4	38	FB39	23ANC219-5-1
17	FB18	23ANC130-3	39	FB40	23ANC223-3-1
18	FB19	23ANC132-1	40	FB41	23ANC242-1-2
19	FB20	23ANC134-4	41	FB42	23ANC271-2
20	FB21	23ANC136-3	42	FB43	23ANC273-2-2
21	FB22	23ANC138-4-1	43	FB44	23ANC278-2
22	FB23	23ANC144-3-1			

Bal kabağı hatlarına ait fideler, 24 °C sıcaklık değerinde (± 2 °C) iklim odasında 3-4 gerçek yapraklı döneme kadar yetiştirilmiştir. Çalışmada, hastalık testlemesi için bal kabağı fidelerinde "kök daldırma yöntemi" uygulanmıştır [23]. Bu amaçla, fide kökleri musluk suyu ile yıkandıktan sonra steril makas yardımıyla tıraşlama işlemi yapılarak belirgin yara dokuları açılmıştır. Bu işlemden sonra fide kökleri daha önceden hazırlanmış olduğumuz konidi süspansiyonuna (1×10^6 konidi mL) batırılarak 10 dakika süreyle bekletilmiştir [24]. Denemede kontrol uygulaması olarak yer alan bal kabağı fideleri ise yine 10 dakika süreyle saf su içinde tutulmuştur. Tüm fideler, belirtilen uygulamalardan sonra 2:1 oranında torf-perlit karışımı ile doldurulmuş plastik saksılara (26×19 cm çapında) her bir saksıda 1 bal kabağı bitkisi olacak şekilde dikilmiştir. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Hastalık bulaştırılan ve bulaştırılmayan (kontrol) her bir bal kabağı hattından toplam 24 bitki (8 bitki x 3 tekrür) dikilmiştir. Belirtilen uygulamalardan sonra sıcaklık kontrollü serada 24 ± 2 °C'de bal kabağı bitkileri 3 hafta süreyle yetiştirilmiştir. Bal kabağı bitkilerinde morfolojik olarak ortaya çıkan belirtiler 21. gün sonunda 0-3 skalası kullanılarak hastalık şiddeti yönünden değerlendirilmiştir [12, 21]. Buna göre sırasıyla 0: Belirti yok, 1: Hafif veya orta derecede solgunluk, kökte hafif renk değişikliği, 2: Şiddetli solgunluk, gövdede ve iletim demetlerinde renk değişikliği 3: Ölü bitki, şeklinde değerlendirme yapılmıştır. Çalışma sonuçlarından elde edilen veriler yüzdelik değerler olduğundan, varyans analizi yapmak için SPSS istatistik paket programında arcsin \sqrt{x} dönüşümü kullanılmıştır. Ardından, dayanıklılık seviyelerinin oranları Duncan çoklu karşılaştırma testi ile istatistiksel olarak analiz edilip, farklılıklar belirlenmiştir [21]. Bal kabağı hatlarında ortaya çıkan % hastalık şiddetleri, Townsend-Heuberger formülüyle hesaplanmıştır [25].

Hastalık şiddetleri: $\sum n \times v / V \times N \times 100$

n: Aynı değerdeki örnek adedi **v:** Skala değeri

V: En yüksek skala değeri **N:** Toplam örnek sayısı

Ayrıca çalışmada Martyn ve McLaughlin [26]'e göre; FOC dayanıklılık seviyesi yönünden gruplandırmalar yapılmıştır. Buna göre

I: %0-20: Yüksek düzeyde dayanıklı (HR)

II: %21-50: Orta düzeyde dayanıklı (MR)

III: %51-80: Düşük düzeyde dayanıklı (SR)

IV: %81-100: Duyarlı (S) olarak değerlendirilmiştir.

Çalışmanın ikinci aşamasında, hastalık etmeni ile inoküle edilen ve inoküle edilmeyen (kontrol) bal kabağı hatları ile Çengelköy ve Nun 9075 çeşitlerine ait bitkilerde 21. gün sonunda vejetatif büyüme parametreleri yönünden değerlendirme yapılmıştır. Bu amaçla bitki boyu (cm), gövde çapı (mm), yaprak sayısı / bitki (adet) ve toplam bitki kuru ağırlığı (70 °C'de 72 saat süreyle bitkiler etüvde kurutulmuş ve hassas terazide (0.001 g) tartılmıştır) parametreleri yönünden incelemeler yapılmıştır [21]. Vejetatif büyüme parametrelerine ilişkin verilerin istatistiksel analizinde, JUMP 5.01 paket programı kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Bal kabağı hatlarının *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*'a dayanıklılık reaksiyonları

Çalışmada yer alan 43 bal kabağı hattının virülent *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* izolatına karşı gösterdiği dayanıklılık seviyeleri Tablo 2'de verilmiştir. Negatif kontrol olarak kullanılan Çengelköy hıyar çeşidinde hastalık oranı %100 olarak belirlenmiştir. Pozitif kontrol olarak kullanılan ticari kabak anacında (Nun 975) ise hastalık etmenin oluşmadığı ve yüksek düzeyde dayanıklılığın bulunduğu tespit edilmiştir. Araştırmada bal kabağı hatları ve kontrol olarak kullanılan çeşitler (Çengelköy ve Nun 9075) üzerinde FOC etmenine ait izolatın oluşturduğu hastalık şiddetleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıkların olduğu saptanmıştır ($P \leq 0,05$) (Tablo 2). Klasik hastalık testlemesi sonucunda incelenen bal kabağı hatlarında hastalık şiddetinin %0-66.7 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Negatif kontrol ile kıyaslandığında bal kabağı hatlarının büyük bir çoğunluğunun yüksek düzeyde dayanıklı (28 hat) ve orta düzeyde dayanıklı (14 hat) oldukları saptanmıştır. Sadece FB35 nolu bal kabağı hattına ait bitkilerde hastalık şiddeti oranının %66.7 olduğu ve düşük düzeyde dayanıklı olduğu belirlenmiştir (Tablo 2). Bu sonuç, bal kabağı hatlarının büyük bir çoğunluğunun hastalık etmenine dayanım yönünden nitelikli genitörler olduklarını göstermektedir. Yine Tablo 2 incelendiğinde 20 bal kabağı hattında hastalık etmeninin hiç hastalık oluşturmadığı belirlenmiştir.

Birçok araştırmada bal kabağı anaçlarının Fusarium solgunluğuna dayanıklı olduğu bildirilmiştir [15, 27, 28, 29]. Aşılı hıyarda yapılan bir çalışmada *F. oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* (FORC)'a dayanıklılıkta bal kabağı anaçlarının aşısız uygulamaya göre daha iyi performans sergilediği belirlenmiştir [30]. Bu nedenle yaptığımız çalışma sonucunda hastalık şiddeti %0 olan ve yüksek düzeyde dayanıklı olarak belirlenen bal kabağı hatlarının gelecekte gerek hibrit çeşit ıslahında ve gerekse hibrit anaç ıslah programlarında nitelikli ebeveyn olarak kullanımı büyük bir önem taşımaktadır.

F. oxysporum f. sp. *cucumerinum*'un bal kabağı hatlarının bazı vejetatif büyüme özellikleri üzerine etkileri

Hastalık testlemeleri sonunda incelenen bal kabağı genotiplerinde vejetatif büyüme yönünden etkilenme durumları belirlenmiştir. Araştırmada FOC izolatı ile enfekte edilen ve edilmeyen uygulamalarda bitki boyu yönünden istatistiksel olarak çok önemli düzeyde farklılıklar olduğu saptanmıştır (Tablo 3). Hastalık etmeni ile bulaşık bal kabağı genotipleri arasında en yüksek bitki boyu FB21 nolu hatta 81.1 cm ölçülmüştür. En kısa bitki boyu ise sırasıyla FB10 (14.2 cm) ve FB7 (15.1 cm) nolu bal kabağı hatlarında belirlenmiştir (Tablo 3). Kontrol uygulamasında en yüksek bitki boyu FB21 nolu hatta (110.2 cm) ve en kısa bitki boyu ise FB39 (26.3 cm) nolu bal kabağı hattında ölçülmüştür. İncelenen bal kabağı hatlarında kontrol bitkilerinde ortalama bitki boyu 47.4 cm olarak bulunmuştur. Hastalık etmeni ile bulaşık bal kabağı hatlarında bitki boyu ortalaması 28.7 cm olarak belirlenmiştir. Buna göre enfekteli bitkilerde bitki boyunda yaklaşık %39,5 oranında belirgin bir azalışın olduğu tespit edilmiştir.

Araştırma sonucunda, Düşük düzeyde dayanıklı olduğu belirlenen FB35 nolu bal kabağı hattında bitki boyunda yaklaşık %60 oranında belirgin bir azalış olduğu tespit edilmiştir. Hastalık etmenine dayanıklı olarak belirlenen bal kabağı hatlarında genotiplere göre değişimle birlikte bitki boyundaki azalışların daha düşük oranlarda olduğu bulunmuştur (Tablo 3).

Tablo 2 Bal kabağı hatlarının *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*'a karşı gösterdiği hastalık indeksi, hastalık şiddeti ve dayanıklılık seviyeleri
Table 2 Disease index, disease severity, and resistance levels of pumpkin lines against *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*

Kod	Hastalık İndeksi*	Hastalık şiddeti (%)	Dayanıklılık seviyesi**
FB1	0.67 de	22.22	MR
FB2	0.00 f	0	HR
FB3	0.00 f	0	HR
FB4	0.67 de	22.22	MR
FB5	0.00 f	0	HR
FB6	0.33 ef	11.11	HR
FB7	0.00 f	0	HR
FB8	0.33 ef	11.11	HR
FB 9	0.00 f	0	HR
FB10	0.67 de	22.22	MR
FB11	0.33 ef	11.11	HR
FB12	1.00 cd	33.33	MR
FB14	1.33 c	44.44	MR
FB15	0.00 f	0	HR
FB16	1.00 cd	33.33	MR
FB17	0.00 f	0	HR
FB18	1.00 cd	33.33	MR
FB19	0.33 ef	11.11	HR
FB20	0.00 f	0	HR
FB21	0.33 ef	11.11	HR
FB22	0.00 f	0	HR
FB23	0.00 f	0	HR
FB24	0.00 f	0	HR
FB25	0.00 f	0	HR
FB26	1.00 cd	33.33	MR
FB27	1.00 cd	33.33	MR
FB28	0.00 f	0	HR
FB29	0.00 f	0	HR
FB30	0.33 ef	11.11	HR
FB31	1.00 cd	33.33	MR
FB32	0.67 de	22.22	MR
FB33	0.00 f	0	HR
FB34	1.00 cd	33.33	MR
FB35	2.00 b	66.67	SR
FB36	1.00 cd	33.33	MR
FB37	0.00 f	0	HR
FB38	0.00 f	0	HR
FB39	1.00 cd	33.33	MR
FB40	0.33 ef	11.11	HR
FB41	0.00 f	0	HR
FB42	0.33 ef	11.11	HR
FB43	0.00 f	0	HR
FB44	0.00 f	0	HR
Çengelköy	3,00 a	100	S
Nun9075	0,00 d	0	HR
	P	< 0,05	< 0,05

* 0: Belirti yok, 1: Hafif veya orta derecede solgunluk, kökte hafif renk değişikliği, 2: Şiddetli solgunluk, gövdede ve iletim demetlerinde renk değişikliği, 3: Ölü bitki

** I: %0-20: Yüksek düzeyde dayanıklı (HR), II: %21-50: Orta düzeyde dayanıklı (MR), III: %51-80: Düşük düzeyde dayanıklı (SR), IV: %81-100: Duyarlı (S)

Denemede pozitif kontrol olarak kullanılan Nun 9075 kabak anacının kontrol bitkilerinde bitki boyu 27.7 cm iken enfekteli bitkilerde 16.3 cm olarak ölçülmüştür. Negatif kontrol olarak yer alan Çengelköy hıyar çeşidinde ise tüm bitkilerin öldüğü ve bitki boyunun en kısa (0.001 cm) olduğu bulunmuştur (Tablo 3). Yapılan çalışmalarda *Fusarium* solgunluğu etmeni ile bulaşık bitkilerde hastalık belirtileri, fide aşamasında hipokotilde zararlanma ve çökerten belirtisi olarak kendini göstermekte, ilerleyen büyüme ve gelişme dönemlerinde ise bitkide solgunluk semptomu ortaya çıkmaktadır [31]. Bu durumda solgunluk, bitkide büyümenin durmasına ya da bitki boyunun kılınmasına neden olmaktadır. Kabak anaçlarının aşılı hıyar yetiştiriciliğinde vejetatif büyüme üzerine etkilerinin belirlenmesi üzerinde yapılan bir çalışmada bal kabağı hatlarında benzer şekilde bitki boyunda değişen oranlarda azalışların olduğu saptanmıştır [32]. Araştırmacılar kabak anaçları ile aşılı hıyar bitkilerinin aşısız hıyar bitkilerine göre daha fazla vejetatif aksam oluşturdıklarını bildirmişlerdir.

Çalışmada FOC izolatı ile inokule edilen bal kabağı hatlarında, gövde çapı değerlerin 3.9-8.1 mm ve kontrol uygulamasında ise 5.3-9.4 mm arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 3).

Tablo 3 Bal kabağı hatları ile Çengelköy ve Nun 9075 çeşitlerinde *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* ile enfekteli olan (+) ve enfekteli olmayan (-) bitkilerdeki bitki boyu (cm) ve gövde çapları (mm)

Table 3 Plant height (cm) and stem diameter (mm) results in infected (+) and non-infected (-) plants with *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* in pumpkin lines

Hatlar	Bitki boyu		Gövde çapı	
	Bitki Enfekte Edilme Durumu			
	+	-	+	-
FB1	40.83 c-1	75.10 e	5.21 b-j	7.33 z
FB2	53.97 b-c	62.60 k	5.80 b-j	6.28 ll
FB3	28.3 f-1	32.20 hl	6.31 a-h	7.58 u
FB4	21.3 k-1	43.20 s	5.75 b-j	7.71 q
FB5	17.53 k-m	16.20 pl	6.04 a-j	6.48 jl
FB6	20.83 k-1	42.70 t	7.6 a-b	7.92 o
FB7	15.1 l-m	46.90 p	6.11 a-j	8.16 m
FB8	20.27 k-1	36.30 bl	7.06 a-f	7.25 bl
FB 9	28.30 f-1	38.20 w	5.72 b-j	6.27 ml
FB10	14.27 l-m	32.30 gl	6.67 a-g	7.63 t
FB11	16.30 l-m	52.40 n	6.43 a-h	6.65 gl
FB12	24.47 i-1	65.40 j	6.55 a-h	8.35 j
FB14	17.67 k-m	37.50 x	4.2 z-bl	6.74 el
FB15	27.97 g-1	34.70 dl	6.79 a-f	8.62 d
FB16	25.77 i-1	28.20 jl	6.65 a-g	7.48 w
FB17	20.8 a1-h1	29.90 ll	4.93 f-j	7.29 al
FB18	47.03 b-e	83.20 d	4.93 f-j	7.56 v
FB19	45.83 b-g	92.40 b	5.10 e-j	5.28 rl
FB20	45.47 b-h	66.20 i	6.59 a-g	6.72 fl
FB21	81.10 a	110.20 a	6.03 a-j	8.52 f
FB22	60.77 b	70.30 g	7.50 a-c	7.69 s
FB23	46.27 b-f	67.50 h	6.65 a-g	6.99 cl
FB24	51.17 b-d	72.10 f	6.75 a-f	7.36 y
FB25	40.33 c-j	49.20 o	5.24 c-j	5.42 pl
FB26	44.87 b-h	58.80 m	4.45 g-j	5.32 ql
FB27	22.47 j-1	61.50 l	3.99 i-j	6.32 kl
FB28	20.93 k-1	34.20 el	7.38 a-e	8.32 k
FB29	28.40 f-1	40.50 v	7.11 a-f	8.48 h
FB30	27.53 h-1	33.00 fl	7.47 a-d	8.44 i
FB31	28.30 f-1	36.50 z	6.42 a-h	7.71 r
FB32	26.67 i-1	42.30 u	7.40 a-d	7.42 x
FB33	29.80 e-1	37.20 y	8.10 a	8.58 e
FB34	19.53 k-1	38.20 w	7.37 a-e	8.26 l
FB35	34.97 d-k	86.70 c	3.89 j	5.99 ol
FB36	20.13 k-1	27.80 ml	7.03 a-f	8.88 c
FB37	27.97 g-1	34.70 dl	6.73 a-g	8.51 g
FB38	22.13 k-1	36.40 al	7.27 a-e	7.88 p
FB39	18.57 k-1	26.30 ol	6.36 a-h	9.40 b
FB40	22.30 j-1	30.70 kl	6.31 a-h	6.87 dl
FB41	19.37 k-1	31.40 il	6.28 a-h	6.60 il
FB42	21.83 k-1	40.50 v	6.26 a-i	8.08 n
FB43	28.13 g-1	35.30 cl	5.95 a-j	6.22 nl
FB44	21.90 k-1	44.20 r	7.29 a-e	7.69 r
Çengelköy	0.001 m	45.10 q	0.00 k	6.65 hl
Nun-9075	16.27 l-m	27.70 nl	7.30 a-e	10.10 a
P		< 0001		< 0001

Araştırmada düşük düzeyde dayanıklı olduğu belirlenen F35 nolu bal kabağı hattının enfekteli bitkiler içerisinde en düşük gövde çapının olduğu ve kontrol bitkilere göre gövde çapında yaklaşık %35.1 oranında belirgin azalışın meydana geldiği saptanmıştır. Bal kabağı hatlarında kontrol bitkilerinde ortalama gövde çapı

değeri 7.4 mm olarak tespit edilmiştir. Hastalık etmeni ile inokule edilen bal kabaklarında ise gövde çapı ortalama 6.1 mm olarak belirlenmiştir.

Buna göre enfekteli bitkilerde gövde çapında yaklaşık %17,3 oranında azalışın olduğu tespit edilmiştir. Ticari olarak kullanılan Nun 9075 kabak anacında gövde çapında azalış miktarı %27,7 olarak bulunmuştur. Denemede dayanıklı olarak belirlenen bal kabağı hatlarında gövde çapındaki azalış miktarının, ticari anaçtaki gövde çapının azalış miktarından daha düşük veya benzer oranlarda olduğu saptanmıştır. Bu sonuç bal kabağı hatlarının gelecekte ıslah programlarında kullanımı yönünden önemli bir sonuç olduğu düşünülmektedir.

Bitkilerde en önemli vejetatif büyüme parametrelerinden birisi de oluşan mevcut yaprak sayısıdır. Bal kabağı hatlarında hastalık etmeni ile bulaşık bitkilerde ve kontrol bitkilerinde yaprak sayısı yönünden çok önemli düzeyde farklılıkların olduğu belirlenmiştir (Tablo 4). *Fusarium solgunluğu* etmeni ile bulaşık bal kabağı hatlarında en fazla yaprak sayısının ortalama 6.7 adet (FB32 nolu hat) ve kontrol bitkilerinde ise 8.0 adet (FB6, FB18, FB32) olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4). Araştırma sonucunda incelenen bal kabağı hatlarında kontrol uygulamasında ortalama yaprak sayısı 6.2 adet olarak bulunmuştur. Hastalık etmeni ile bulaştırılan bal kabağı hatlarında ise ortalama yaprak sayısı 4.7 olarak belirlenmiştir. Buna göre araştırmada enfekteli bal kabağı bitkilerinde de yaprak sayısının %23.3 oranında azalış gösterdiği saptanmıştır (Tablo 4). Karaağaç [21], farklı kabak anaçları üzerine Crisby karpuz çeşidini aşılama ve ortalama yaprak sayılarının 22.3-64.3 adet arasında olduğunu belirlemiştir. Kobal ve ark. [32], farklı kabak anaçları ile aşılı hıyar bitkilerinde dikimden 40 gün sonra ortalama yaprak sayılarının 14.7-24.0 adet arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Araştırmada kantitatif analiz sonucunda kontrol bal kabağı hatlarında bitki kuru ağırlığının 1.9 g ile 11.5 g arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 4). Hastalık etmeni ile bulaşık bal kabağı hatlarında ise bu değer 1.2 g ile 9.6 g arasında tespit edilmiştir. Araştırmada düşük düzeyde dayanıklı olduğu belirlenen FB35 nolu bal kabağı hattında, bitki kuru ağırlığı yönünden yaklaşık %37.1 oranında azalış olduğu saptanmıştır. Tüm bal kabağı hatlarında kontrol bitkilerinde ortalama bitki kuru ağırlığı 6.39 g olarak bulunmuştur. Hastalık etmeni patojenle bulaştırılan bal kabağı hatlarında ise bitki kuru ortalaması 3.2 g olarak belirlenmiştir. Buna göre enfekteli bitkilerde, toplam bitki kuru ağırlığı değerlerinde belirgin azalışların olduğu tespit edilmiştir. Nun 9075 ticari kabak anacında kontrol bitkilerde bitki kuru ağırlığı ortalaması 3.2 g ve patojen ile bulaşık olan bitkilerde ise 1.9 g olarak belirlenmiştir. Bitki kuru ağırlığındaki azalış miktarı %41.3 olarak bulunmuştur. Araştırma sonucunda özellikle yüksek düzeyde dayanıklı olan ve bitki kuru ağırlıkları yönünden azalış miktarının en düşük olduğu hatlar, yakın gelecekte devam eden ıslah programlarında ümitvar ebeveynler olarak değerlendirilecektir. Literatürde birçok çalışma sonuçları, kabakgil grubu sebzelerde aşılama ile birlikte bitkilerde kuru madde miktarının arttığını göstermiştir [33, 34, 21, 35, 36, 37]. Dolayısıyla bu araştırma sonucunda öne çıkan hatlarla yapılacak melez kombinasyonlarının anaç olarak kullanımı ve doğru nitelikli bir kalem (hıyar çeşidi) ile aşılama sonucunda hem *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* etmenine dayanıklı ve hem de vejetatif büyüme özellikleri yönünden güçlü aşılı hıyar bitkileri elde edilmiş olacaktır.

Sonuç

Kabakgiller (*Cucurbitacea*) familyasına ait bir sebze türü olan hıyar, dünyada ve ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen ve ekonomik değeri olan önemli sebze türlerindedir. Ülkemizde farklı ürün segmentlerinde hıyar yetiştiriciliğinde kullanılan F₁ hıyar çeşitlerinin sayısı ve kullanımı her geçen gün artış göstermektedir. Hibrit çeşitlerin kullanım oranının artış göstermesine rağmen, özellikle seralarda yoğun üretim nedeniyle toprak kaynaklı hastalıklar, zararlılar, tuzlu veya alkali toprak koşulları ve toprak yorgunluğu gibi problemler, yetiştiricilikte istenilen verim ve kaliteye ulaşılmasını olumsuz yönde etkilemektedir [38]. Bu sorunların azaltılması ve çözümü için çevreye dost bir uygulama olarak aşılı fide ile hıyar yetiştiriciliği önerilmektedir. Günümüzde kabakgil grubu sebze türlerinde aşılı fide kullanımı, toprak kökenli *Fusarium solgunluğu* hastalığının mücadelesinde önemli bir yer tutmaktadır [15]. Ancak, başarılı bir aşılı hıyar yetiştiriciliği için öncelikle aşılama kullanılan anacın niteliği (kök yapısı, hastalık ve zararlılara dayanıklılık durumu, aşı uyumu vb.) oldukça önemlidir. Dünyada ve ülkemizde fide işletmelerinde aşılı hıyar fidesi üretiminde anaç olarak daha çok tür içi bal kabağı (*C. moschata*) hibrit anaçları yada kestane kabağı ve bal kabağı hibritleri (*C. maxima* × *C. moschata*) kullanılmaktadır.

Fide üretim tesislerinde aşılı hıyar, karpuz ve kavun fidesi üretiminde kullanılan anaçların büyük bir kısmı yurt dışından ithal edilmektedir. Ülkemizde son yıllarda sayıları az da olsa özel sektör ve üniversiteler tarafından yerli anaç geliştirilmesine yönelik yürütülen anaç ıslah programları vardır. Üniversite-Sanayi işbirliği kapsamında gerçekleştirilen proje (Aşılı Hıyar Fidesi Üretimi İçin Yerli Kabak Anaçlarının Bitkisel Özelliklerinin İncelenmesi, Fenotipik Kabak Seleksiyonu ve Kök Kanopilerinin Belirlenmesi) kapsamında bitki özellikleri yönünden oldukça heterojen, anaçlık potansiyeli yüksek niteliklere sahip olan nitelikli bal kabağı gen havuzu oluşturulmuştur.

Tablo 4 Bal kabağı hatları ile Çengelköy ve Nun 9075 çeşitlerinde *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* ile enfekteli olan (+) ve enfekteli olmayan (-) bitkilerde yaprak sayısı (adet) ve toplam bitki kuru ağırlığı (g) sonuçları
Table 4 Leaf number (count) and total plant dry weight (g) results in infected (+) and non-infected (-) plants with *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* in pumpkin lines

Hatlar	Yaprak sayısı		Bitki kuru ağırlığı	
	Bitki enfekte edilme durumu			
	+	-	+	-
FB1	4.67 b-g	6.00 c	2.00 e-1	4.05 fl
FB2	5.67 a-d	7.00 b	3.07 c-1	3.56 kl
FB3	4.67 b-g	5.00 d	2.55 d-1	4.48 al
FB4	3.67 e-g	6.00 c	4.63 b-g	4.76 y
FB5	4.67 b-g	6.00 c	1.81 f-1	2.97 ol
FB6	4.33 c-g	8.00 a	1.91 e1	4.32 cl
FB7	3.33 f-g	5.00 d	1.54 g-1	4.11 el
FB8	4.33 c-g	5.00 d	4.29 b-h	5.17 x
FB 9	5.67 a-d	7.00 b	2.03 e-1	4.20 dl
FB10	3.67 e-g	5.00 d	2.44 d-1	6.18 q
FB11	3.67 e-g	5.00 d	2.044 e-1	5.32 w
FB12	4.33 c-g	7.00 b	9.59 a	11.48 a
FB14	3.67 e-g	6.00 c	2.92 c-1	8.18 f
FB15	6.00 a-c	6.00 c	4.04 b-h	6.37 p
FB16	5,33 a-e	7.00 b	2.93 c-1	4.45 bl
FB17	4.33 c-g	5.00 d	2.29 d-1	3.75 il
FB18	5.67 a-d	8.00 a	3.24 c-h	4.04 gl
FB19	5,33 a-e	7.00 b	1.45 g-1	2.85.ql
FB20	5.00 a-f	5.00 d	2.13 d-1	3.35 ll
FB21	6.33 a-b	7.00 b	2.72 d-1	5.80 t
FB22	5.00 a-f	7.00 b	2.57 d-1	3.20 nl
FB23	5.67 a-d	7.00 b	3.85 b-h	8.20 e
FB24	5,33 a-e	7.00 b	3.03 c-1	7.95 h
FB25	4.67 b-g	6.00 c	2.18 d-1	2.94 pl
FB26	5.00 a-f	6.00 c	3.57 c-h	5.91 s
FB27	4.00 d-g	5.00 d	2.12 d-1	7.22 l
FB28	4.00 d-g	5.00 d	5.04 b-e	8.58 d
FB29	5.67 a-d	6.00 c	5.25 b-d	6.72 o
FB30	6.00 a-c	7.00 b	3.52 c-h	5.45 v
FB31	5.67 a-d	7.00 b	4.03 b-h	8.81 b
FB32	6.67 a	8.00 a	6.02 b-c	8.66 c
FB33	6.00 a-c	7.00 b	3.63 c-h	6.05 r
FB34	5.00 a-f	6.00 c	6.88 a-b	7.20 m
FB35	3.00 g	6.00 c	1.22 h-1	1.94 sl
FB36	5.00 a-f	5.00 d	3.29 c-h	4.67 z
FB37	5.00 a-f	6.00 c	4.74 b-f	6.84 n
FB38	5,33 a-e	7.00 b	4.15 b-h	8.09 g
FB39	4.67 b-g	7.00 b	3.16 c-1	7.46 k
FB40	5.00 a-f	6.00 c	2.68 d-1	3.65 jl
FB41	4.33 c-g	6.00 c	2.50 d-1	7.50 j
FB42	4.00 d-g	6.00 c	3.07 c-1	7.77 ı
FB43	5.00 a-f	5.00 d	4.02 b-h	5.75 u
FB44	4.00 d-g	5.00 d	2.39 d-1	3.86 hl
Çengelköy	0.00 h	6.00 c	0.00 ı	2.79 rl
Nun-9075	4.00 d-g	5.00 d	1.89 e-1	3.32 ml
P		< 0001		< 0001

Bu araştırma ile de mevcut bal kabağı germplazmının *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*'a karşı reaksiyonları belirlenmiştir. Çalışma sonucunda bal kabağı hatlarında hastalık şiddetinin %0-66.7 arasında değişim gösterdiği, 28 bal kabağı hattının yüksek düzeyde dayanıklı ve 14'ünün ise orta düzeyde dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Mevcut germplazm içerisinde sadece FB35 nolu bal kabağı hattına ait bitkilerin düşük düzeyde dayanıklı olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç gen havuzunda yer alan diğer bal kabağı hatlarının halen devam eden kabak anaç ıslah programında ümit var ebeveynler olarak kullanılabilirliklerini göstermiştir. Ayrıca bu araştırma bulguları, gelecekte bal kabağı yetiştiriciliğinde hastalıkla mücadele stratejilerinin geliştirilmesine de olumlu yönde katkı sağlayabilir. Çalışmada vejetatif büyüme özellikleri yönünden yapılan kantitatif analiz

sonuçlarına göre dayanıklı olarak belirlenen bal kabağı hatlarında genel olarak oranlar değişmekle birlikte bitki boyu, gövde çapı ve yaprak sayısı yönünden belirlenen azalışların hassas bitkilere göre oldukça düşük düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Araştırma sonuçları ayrıca bal kabağı hatlarının vejetatif büyüme özellikleri yönünden ticari kabak anaçlarına benzer düzeylerde performansla sahip olmaları nedeniyle anaç adayları olma potansiyellerinin de oldukça yüksek olduğunu göstermiştir. Araştırma sonrasında yerli kabak anaçlarının geliştirilmesi, aşılı hıyar fidesi üretiminde yerli anaç tohumu kullanımının artmasına, fideliklerde kaliteli aşılı fide elde edilmesine ve gelecekte aşılı hıyar yetiştiriciliğinin yaygınlaşması ile tarımsal sürdürülebilirliğin sağlanmasına katkı sağlayacaktır.

Abbreviations/Kısaltmalar

cm: Centimeter/Santimetre, mm: Millimeter/Milimetre, °C: Centigrade degrees/Santigrat derece, *C. moschata*: *Cucurbita moschata*, *C. Pepo*: *Cucurbita pepo*, *C. maxima*: *Cucurbita maxima*, *F. oxysporum*: *Fusarium oxysporum*, FORC: *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*, FOC: *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*

Acknowledgments / Teşekkürler

We gratefully acknowledge the support of the Faculty of Agriculture, Ondokuz Mayıs University.

Desteklerinden dolayı Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesine teşekkürlerimizi sunarız.

Funding / Fon desteği

In this research, we would like to express our gratitude to TÜBİTAK for providing financial support under project TEYDEB-3230319, to Petektar seed industry company limited for enabling the realization of this study.

Bu araştırmada TEYDEB-3230319 nolu proje kapsamında maddi olanak sağlayan TÜBİTAK'a, ve Petektar Tohum Sanayi Ticaret Limited Şirketine maddi katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

Data Availability statement / Veri Kullanılabilirliği bildirimi

The author confirms that the data supporting this study are cited in the article.

Yazar, bu çalışmayı destekleyen verilere makalede atıfta bulunduğunu onaylamaktadır.

Compliance with ethical standards / Etik standartlara uyum

Conflict of interest / Çıkar çatışması

The author declare no conflict of interest.

Yazar herhangi bir çıkar çatışması beyan etmemektedir.

Ethical standards / Etik standartlar

The study is proper with ethical standards.

Çalışma etik standartlara uygundur.

Authors' contributions / Yazar katkıları

The authors declare that they have contributed equally to the article.

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Kaynakça

1. Robinson, R.W., and D.S. Decker-Walters, Cucurbits. CAB International New York, 1997. NY USA.
2. Balkaya, A., E.S. Kurtar, and O. Karaağaç, Kabak Islahı. In: K., Abak, A., Balkaya, Ş.Ş. Ellialtıoğlu., E. Düzyaman, (Eds.) 2021, Sebze Islahı Cilt 2: Cucurbitaceae (Kabakgiller), pp. 19-91. Gece Kitaplığı s. 332, ISBN: 978-625-7478-49-6, Ankara.
3. Smith, B.D., Reassessing coxcatlan caveand the early history of domesticated plants in Mesoamerica. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2005. 102 (27): 9438- 9445.
4. Balkaya A., M. Özbakır, and O. Karaağaç, Karadeniz bölgesinden toplanan balkabağı (*Cucurbita moschata* Duchesne) populasyonlarının karakterizasyonu ve meyve özelliklerindeki varyasyonun değerlendirilmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 2010. 16: 17-25.
5. Kurt, S., et al., Physiologic races of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* in the Southeastern Anatolia Region of Turkey and varietal reactions of races of the pathogen. Phytoparasitica, 2002. 30(4):395-402.
6. İncekara, R., Hıyar kök ve kök boğazı çürüklüğü etmeni *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum*'a karşı bitki uçucu yağlarının anti fungal etkinlikleri. 2011. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
7. Kotan, R., *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum*'a karşı etkili bakteri içerikli biyolojik ürün geliştirilmesi. 2020. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
8. Booth, C., The Genus *Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute, 1971. Kew, Surrey, United Kingdom.
9. Tok, F.M., Kavun ve hıyar patojen *Fusarium oxysporum* izolatlarının patojenisite, ırk, vejetatif uyum grubu ve AFLP teknikleriyle karakterizasyonu ve dağılımları. 2011. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
10. Vakalounakis, D.J., Diseases and pests of vegetable crops and their control. Technological Education Institute, 1988. Heraklio, Greece.
11. Ünlü, M., A. Ünlü, and A. Kabaş, Bazı yerel kavun genotiplerinin *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*'e reaksiyonlarının tespiti. VIII. Sebze Tarımı Sempozyumu Van, 2010. p:85.
12. Vakalounakis, D.J., Root and stem rot of cucumber caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*. Plant Disease, 1996. 80:313-316.
13. Vakalounakis, D.J., and G.A. Fragkiadakis, Genetic diversity of *Fusarium oxysporum* isolates from cucumber: differentiation by pathogenisity, vegetative compatibility, and RAPD fingerprinting. Phytopathology, 1999. 89:161-168.

14. Boyraz, N., and K.B. Baştaş, Kavun Fusarium solgunluğuna bazı biyotik ve abiyotik uyarıcıların etkileri. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2005. 19(37):106-112.
15. Yücel, Ş., et al., Aşılı Fide Üretiminde Kullanılan Anaçlar. In: Yetişir, H., Ellialtıoğlu, Ş.Ş.(Eds.) Sebzelede Fide Yetiştiriciliği-2, pp. 399-490. Gece Kitaplığı, 2022, ISBN: 978-625-430-538-2.
16. Yıldız, S., and A. Balkaya, Tuza tolerant kabak anaçlarının hipokotil özellikleri ve hıyarla aşı uyumu durumlarının belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 2016. 26(4):538-546.
17. Balkaya, A., Aşılı sebze üretiminde kullanılan anaçlar. TÜRKTOB Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi, 2014. 106, 4-7.
18. Sakata, Y., T. Ohara, and M. Sugiyama., The history and present state of the grafting of cucurbitaceous vegetables in Japan. Acta Horticulturae, 2007. 731, 159-170.
19. Kandemir, D., et al., Dünyada ve Türkiye’de Fide Sektörü. In: Yetişir, H., Ellialtıoğlu, Ş.Ş.(Eds.) 2022, Sebzelede Fide Yetiştiriciliği-1, pp. 45-68. Gece Kitaplığı, ISBN: 978-625-430-537-5.
20. Balkaya, A., and B. Yapıcı, Aşılı Hıyar Fidesi Üretimi İçin Yerli Kabak Anaçlarının Bitkisel Özelliklerinin İncelenmesi, Fenotipik Kabak Seleksiyonu ve Kök Kanopilerinin Belirlenmesi. 2022. OMÜ TTO.ZRT.ULAP.22.516 Nolu Proje Sonuç Raporu.
21. Karaağaç, O., Karadeniz bölgesi’nden toplanan kestane kabağı (*C. maxima*) ve bal kabağı (*C. moschata*) genotiplerinin karpuz anaçlık potansiyellerinin belirlenmesi. 2013. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
22. Sarıbaş, H.Ş., Aşılı patlıcan üretiminde genetik kaynakların anaç ıslah programında değerlendirilmesi ve yerli hibrit anaçların geliştirilmesi. 2019. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
23. Biles, C., and R. Martyn, Local and systemic resistance induced in watermelons by formae speciales of *Fusarium oxysporum*. Phytopathology, 1989. 79:856-860.
24. Altınok, H.H., First report of fusarium wilt of eggplant caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae* in Turkey. Plant Pathology, 2005. 54(4): p.577.
25. Swiader, M., M. Pronczuk, and K. Niemirowicz-Szczyt, Resistance of Polish lines and hybrids of watermelon [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum et Nakai] to *Fusarium oxysporum* at the seedling stage. Journal of Applied Genetics, 2002. 43 (2):161-170.
26. Martyn, R.D., and R.J. McLaughlin, Effects of inoculum concentration on the apparent resistance of atermelon to *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*. Plant Disease, 1983. (67):493-495.
27. Kim, H., et al., Characteristics of *Cucurbita* spp. for use as cucumber rootstock. RDA Journal of Horticulture Science, 1997. 39(2):8-14.
28. Göçmen, M., et al., Kabak (*Cucurbita* spp.) Genetik Kaynaklarının Hıyar (*Cucumis sativus* L.) Anaç Islah Programında Değerlendirilmesi ve Yerli Hibrit Anaçların Geliştirilmesi. 2014. TUBİTAK-TEYDEB Proje No: 3110194.
29. Reyad, N.E.H.A., S.F. El-Sayed, and S.N. Azoz, Evaluation of grafting using cucurbit interspecific hybrids to control Fusarium wilt in cucumber. Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology 2021. 22(37–38):50-63.
30. Pavlou, G.C., D.J. Vakalounakis, and E.K., Ligoxiakakis, Control of root and stem rot of cucumber, caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*, by grafting onto resistant rootstocks. Plant Disease, 2002. 86(4):379-382.
31. Egel, D.S., and R.D. Martyn, Fusarium wilt of watermelon and other cucurbits. Plant Health Instructor, 2007. (10)1094.
32. Bekar, N. K., A. Balkaya, and M. Göçmen, Kabak anaçlarının aşılı hıyar yetiştiriciliğinde vejetatif büyüme üzerine etkilerinin belirlenmesi. Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi, 2017. 3(2):280-290.
33. Yetişir, H., Karpuzda aşılı fide kullanımının bitki büyümesi, verim ve meyve kalitesi üzerine etkileri ile aşı yerinin histolojik açıdan incelenmesi. 2001. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi.
34. Fita, A., B. Picó, and F. Nuez, Melon roots under stress: melon vine decline. Plant Stress, 2007. 1(93):104.
35. Balkaya, A., Aşılı sebze üretiminde kullanılan anaçlar. TÜRKTOB Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi, 2014. 106:4-7.
36. Yıldız, S., Aşılı hıyar fidesi üretiminde anaç olarak kullanılacak bazı kabak (*Cucurbita* spp.) genetik kaynaklarının tuzluluğa tolerans seviyelerinin belirlenmesi. 2014. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
37. Güngör, B., and A. Balkaya, Yerli kabak anaç çeşit adaylarının aşılı mini karpuzun vejetatif büyümesi üzerine kantitatif etkilerinin incelenmesi. Bahçe Özel Sayı, VII. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Bildirileri 2, 2016. 21-26.
38. Yoldaş, F., et al., Farklı bal kabağı anaç adayları ile aşılı hıyar çeşitlerinin küçük menderes havzasındaki verim ve kalite performanslarının belirlenmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2019. 56(3):319-326.