

**Atf İçin:** Pala K, Karaağaç O, Balkaya A, 2021. Biyotik Stres Koşullarına Dayanıklı Turp Islah Programında Kullanılan Genitörler. İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(Özel Sayı): 3429-3437.

**To Cite:** Pala K, Karaağaç O, Balkaya A, 2021. The Use of Genitors in Biotic Stress Resistant Radish Breeding Program. Journal of the Institute of Science and Technology, 11(Special Issue): 3429-3437.

### Biyotik Stres Koşullarına Dayanıklı Turp Islah Programında Kullanılan Genitörler

Kübra PALA<sup>1\*</sup>, Onur KARAAĞAÇ<sup>2</sup>, Ahmet BALKAYA<sup>3</sup>

**ÖZET:** Turp (*Raphanus sativus* L.), *Brassicaceae* (Lahanagiller) familyasının içinde yer alan önemli bir sebzedir. Lahanagil grubu sebze türleri içerisinde kültüre alınan en eski türdür. Turplar şekil ve irilik özellikleri yönünden çok geniş bir genetik varyasyona sahiptir. Günümüzde turp yetiştiriciliğinde biyotik stres (hastalık ve zararlı etmenleri vb.) faktörleri nedeniyle önemli düzeylerde verim ve kalite kayıpları meydana gelmektedir. Turp yetiştiriciliğinde en yaygın olarak gözlemlenen hastalıklar; beyaz pas, Fusarium solgunluğu, mildiyö ve şalgam mozaik virüsü olarak sıralanabilir. Ayrıca turplar; kök, gövde ve yaprakları ile beslenen lahana kurdu, turp afiti, kök lezyon nematodu gibi birçok zararlının da tehlikesi ve tehdidi altındadır. Genetik kaynaklar, çeşit ıslah çalışmalarının başarıya ulaşmasında en önemli faktörlerden birisi olan fenotipik varyasyonun temelini oluşturmaktadır. Ayrıca halihazırda ticareti yapılan turp çeşitlerinde bulunmayan dayanıklılık genleri, yabani ve farklı alt varyetelerde bulunabilmektedir. Son yıllarda turp bitkisinde mevcut genetik kaynaklardan yararlanılarak hibrit çeşit ıslahı çalışmalarında hastalık ve zararlılara karşı tolerant yeni genotiplerin geliştirilmesi ve toleranlıkta rol alan mekanizmaların belirlenmesine yönelik çalışmalara daha fazla önem verilmeye başlanmıştır. Bu derlemede turp ıslah programlarında dayanıklılık kaynağı olarak yararlanılan genitörler ve hastalık ve zararlılara karşı tolerant yeni genotiplerin geliştirilmesi konusunda yapılan ıslah çalışmaları derlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Biyotik stres, dayanıklılık, germplazm, ıslah, turp

### The Use of Genitors in Biotic Stress Resistant Radish Breeding Program

**ABSTRACT:** Radish (*Raphanus sativus* L.) is an important vegetable species in the *Brassicaceae* family. It is the oldest cultivated species among *Brassicaceae* vegetables. Radishes have a wide genetic variation in terms of shape and size characteristics. Today, yield and quality losses occur in radish cultivation due to biotic stress (diseases and pests etc.). The most common diseases in radish cultivation are white rust, Fusarium wilt, downy mildew and turnip mosaic virus. Also radishes are in danger of many pests such as cabbage worm, radish aphid, and root lesion nematode. Genetic resources, which are the basis of phenotypic variation, are one of the most important factors in the success of variety breeding. In addition, resistance genes that are not found in commercial radish varieties can be found in wild and different sub-varieties. In recent years, radish breeding studies have begun to focus on the selection of tolerant genotypes and tolerance mechanisms against diseases and pests by using new germplasm sources. In this review, use of genitors that are resistant to diseases and pests and development of new tolerant genotypes studies are presented in radish breeding programmes.

**Keywords:** Biotic stress, resistance, germplasm, breeding, radish

<sup>1</sup>Kübra PALA ([Orcid ID: 0000-0001-5005-4304](https://orcid.org/0000-0001-5005-4304)), Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bahçe Bitkileri, Ana Bilim Dalı, Samsun, Türkiye

<sup>2</sup> Onur KARAAĞAÇ ([Orcid ID: 0000-0002-8794-2556](https://orcid.org/0000-0002-8794-2556)), Tohum Sertifikasyon Test Müdürlüğü, Samsun, Türkiye

<sup>3</sup> Ahmet BALKAYA ([Orcid ID: 0000-0001-9114-615X](https://orcid.org/0000-0001-9114-615X)), Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun, Türkiye

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Kübra PALA, e-mail: pkubraa.29@gmail.com

Derleme makale, 15-17 Kasım 2021 tarihlerinde İğdır'da düzenlenen "Türkiye 7. Tohumculuk Kongresi"nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur

## GİRİŞ

Lahanagil grubu sebze türleri içerisinde kültüre alınan en eski tür olarak bilinen Turp (*Raphanus sativus* L.), *Brassicaceae* (Lahanagiller) familyasında yer alan önemli bir sebze türüdür. Turp hakkında en eski tarihi belgeler, M.Ö. 4000 yıl öncesine kadar uzanmakta olup ilk bilgiler Mısır piramitlerinin duvarlarındaki tarihi yazılardan gelmektedir. Tarihçi Herodot (M.Ö. 484-425 yılları), Mısır'da piramitler üzerinde bulunan yazılarda turp, soğan ve sarımsağın isminin geçtiğini bildirmiştir (Günay, 1984). Turp, Çin'de yaklaşık 2000 yıldan beri (Li, 1989) ve Japonya'da ise 1000 yıldan beri bilinmektedir (Crisp, 1995). Bu türün kültüre alınan başlangıç formlarının *Raphanus raphanistrum* L. türüne ait olduğu kabul edilmekte olup ve yabancı formlarının Çin'in güney batısında yaygın olduğu ileri sürülmektedir (Cheo ve ark., 1987). Turpta türler arası melezleme çalışmaları, kültür türü (*R. sativus*) ile yabancı turp (*R. raphanistrum*) arasında yapılmıştır. Bu yabancı turp türü, erkek kısırılığı dışında herbisite dayanıklılık ve yabancı ot kontrolüne yönelik amaçlarla da türler arası melezleme çalışmalarında kullanılmıştır. Jugulam ve ark. (2014), 'MCPA (4-chloro-2-methylphenoxy acetic acid)' etken maddeli herbisite tolerans için *R. sativus* × *R. raphanistrum* türler arası melezinden yararlanmışlardır. Günümüzde erkek kısırılık sistemi ile geliştirilen hibrit turp çeşitlerinin büyük bir bölümü, *R. raphanistrum* türünden aktarılan 'OGURA' kısır sitoplazma ve 'Orf138' mitokondriyal genini içermektedir (Yamagishi ve Terachi, 1997; Yamagishi ve Bhat, 2014; Karaağaç ve ark., 2021).

Shoemaker (1949), turp bitkisinin orijininin Batı Çin ile Hindistan arasındaki bölge olarak bildirmiştir. Ayrıca yabancı formlarının Akdeniz Havzası'nda da bulunduğunu belirtmiştir. Crisp (1995) ise turpun orijin bölgesinin Akdeniz ve Hazar Denizi arasındaki bölgenin olduğunu ifade etmiştir. Bayraktar (1981), bayır ve kestane turplarının Ön Asya'dan (Anadolu) çıktığını belirtmektedir. Vural ve ark., (2000); bayır ve kestane turplarının form zenginliğinin özellikle Anadolu'da diğer yörelere oranla daha fazla olduğunu ve bu nedenle de anavatanının Akdeniz Bölgesi olduğunu bildirmişlerdir. Kargioğlu ve ark., (2010) ise Anadolu'ya özgü endemik turp bitkilerinin oldukça fazla olduğunu belirtmişlerdir.

Uzakdoğu ülkelerinde (Çin, Japonya ve Kore vb.) yüzyıllar boyunca yapılan yetiştiricilik sürecinde zaman içerisinde oldukça farklı turp tipleri oluşmuş ve buradan dünyanın diğer bölgelerine yayılış göstermiştir. Pistrick (1987) kültüre alınan turpları genel olarak üç grup içerisinde değerlendirmiştir. *R. sativus* var. *oleiformis*, Güneydoğu Asya ve Avrupa'da hem hayvan yemi ve hem de yeşil gübre bitkisi olarak değerlendirilmektedir. Diğer bir tür olan *R. sativus* var. *caudatus*, sadece Güneydoğu Asya'da yetiştirilmektedir. Olgunlaşmamış yeşil veya mor tohum baklaları ile yaprakları tüketilmektedir. *R. sativus* var. *sativus*, genellikle küçük yapılı çeşitlerden oluşmaktadır. Avrupa ve Amerika ülkelerinde sebze olarak yumruları tüketilen turp çeşitleri bu varyeteye girmektedir. Ayrıca, kotiledon yaprakları mikro filiz şeklinde tüketilmektedir. Wiersema ve León (1999), *R. sativus* L. var. *niger* J.'i de dördüncü bir grup olarak tanımlamıştır. Bu grup; Çin turpu, Japon turpu veya doğu turpları olarak tanımlanmıştır.

Bitki genetik kaynakları, özellikleri belirlenmiş kültür bitkilerini ve bunların yabancı akrabalarını bünyesinde toplaması nedeniyle ıslah programları için büyük bir öneme sahiptirler (Engels ve ark., 1995). Ayrıca yerel genetik kaynaklar, özellikle yetiştirdikleri farklı ekolojilere adaptasyon yetenekleri, hastalık ve zararlılara dayanıklılık durumları ve istenilen birçok kalite özelliğine sahip olmaları nedeniyle de çeşit ıslah programları için eşsiz nitelikli kaynaklardır (Şehirli ve Özgen, 1988; Şeniz, 1993). Türkiye'nin hemen her bölgesinde çok uzun yıllardır yerel çeşitlerle turp üretimi yapıldığı için genetik kaynaklar yönünden önemli bir çeşitlilik merkezidir. Turpta dayanıklılık ıslahı yönünden önemli bir genitör olan yabancı turp (*R. raphanistrum*), ülkemizin önemli yerel yabancı

bitkilerindedir (Kargıoğlu ve ark., 2010; Karaağaç ve Balkaya, 2017). Ülkemizde turp genetik kaynaklarının toplanması ile ilgili ilk çalışmalar, ABD Tohum Gen Bankası tarafından yapılmıştır. Westover ve Enlow isimli araştırmacılar, 1935 yılında Türkiye'nin farklı bölgelerinden yerel turp tohumlarını toplayarak ABD'ye götürmüştür (USDA, 1939). ABD Tohum Gen Bankasında halen mevcut olan 783 turp genetik materyalinin yaklaşık 200'ü Türkiye orijinli aksesyonlardan oluşmaktadır (Karaağaç ve ark., 2021).

Dünya lahanagil genetik kaynaklarının mevcut durumu ile ilgili ilk rapor, IBPGR (1981) tarafından yayınlanmıştır. Günümüzde birçok ülkede çok sayıda tohum gen bankasında turp genetik kaynakları bulunmaktadır. Karaağaç ve ark. (2021), farklı kaynaklardan topladıkları bilgilere göre Dünya'da 34 tohum gen bankasında, toplam 5975 adet turp genetik materyalinin bulunduğunu bildirmişlerdir. Bu sayının 244'ü *R. raphanistrum* ve 55'i ise diğer yabancı turp türlerinden oluşmaktadır. Ülkemizde ise Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Bitki Genetik Kaynakları Bölümü'nde toplam 133 turp gen kaynağı bulunmaktadır. Ulusal Tohum Gen Bankasındaki bu turp genetik materyalinin morfolojik ve moleküler tanımlanmaları ile ilgili şimdiye kadar herhangi bir çalışma yapılmamıştır (Karaağaç ve ark., 2021).

Günümüzde güncel turp ıslah hedefleri; hastalık ve zararlılara dayanıklılık, verim, erkencilik, yumru şekli ve iriliği, renk, acılık veya baharatlılık, iç boşalması, koflaşma, çatallanma, erken çiçeklenme ve sapa kalkma özellikleri olarak sıralanmaktadır. Son yıllarda turp üretiminde hibrit çeşitlerin kullanım oranı artış eğilimindedir. Hibrit turp çeşit ıslahı çalışmalarında özellikle hastalık ve zararlılara karşı tolerant yeni çeşitlerin geliştirilmesine yönelik olarak dayanıklı genitörlerin belirlenmesi ve ıslah programında değerlendirilmesine ilişkin çalışmalara daha fazla önem verilmeye başlanmıştır. Bu derlemede turp ıslah programlarında dayanıklılık kaynağı olarak yararlanılan genitörler ve hastalık ve zararlılara karşı tolerant yeni turp çeşitlerinin geliştirilmesi konusunda yapılan ıslah programları özetlenmiştir.

### **Dünyada ve Ülkemizde Turp Islahının Gelişimi ve Genetik Kaynakların Çeşit Islah Programlarında Değerlendirilmesi**

İlk turp genetik ve ıslah çalışmaları Japonya'da başlamıştır. Takabe (1944), erken sapa kalkan 'Shogoin' ile geç sapa kalkan 'Hama-daikon' çeşitlerini melezleyerek sapa kalkmanın kalıtsal yapısını araştırmıştır. Bu ıslah programında, farklı özelliklere sahip nitelikli 127 turp hattının morfolojik karakterizasyonları yapılarak kayıt altına alınmıştır (Furusato ve Miyazawa, 1958). Dünyanın ilk hibrit turp çeşidi 'Harumaki Minowase' ise 1961 yılında Japon Takii Seed firması tarafından geliştirilmiştir (Haruta, 1962; Niikura, 2002). Bu çeşidin ıslahı, üçlü melez kendine uyumsuzluk sisteminin ilk defa kullanılmış olması nedeniyle lahanagillerin hibrit tohum üretimindeki yeri bakımından oldukça önemlidir. Avrupa ve Amerika'da ise hibrit turp çeşitlerinin ıslahına ancak 1990'lı yılların sonunda başlanmıştır.

Ülkemizde turp seleksiyonu ve ıslahına yönelik çalışmalar ise çok sınırlı düzeydedir. İlk turp ıslah programı Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde yürütülmüştür. Bu çalışmanın sonunda 1983 yılında '8-Tr-14', '8 Tr-17' ve '8 Tr-18' isimleri ile yuvarlak kırmızı, uzun kırmızı, uzun ve iki renkli (üst yarısı kırmızı alt yarısı beyaz) olmak üzere ülkemizin ilk açık tozlanan fındık turp çeşitleri geliştirilmiş ve tescil edilmiştir. Bu çeşitler, uzun yıllar ülkemizin sertifikalı turp tohum ihtiyacını karşılamıştır. Ülkemizde resmî kurumlarda gerçekleşen ikinci ıslah programı ise Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümünde yapılmıştır (Sarı ve ark., 1995). Kadirli yöresinde bulunan turp popülasyonunun seleksiyon ıslahı sonucunda 2004 yılında kırmızı, yuvarlak yumrulu ve beyaz etli açık tozlanan 'Balcalı' çeşidi geliştirilmiştir. Bu ıslah projesinin dışında halen

ülkemizde yerel turp genetik kaynaklarının morfolojik ve moleküler karakterizasyonu ile teksel seleksiyon yöntemi ile ıslahı üzerine Ondokuz Mayıs Üniversitesinde Yücel ve ark. (2021) tarafından geniş kapsamlı bir ıslah programı yürütülmektedir. Özel sektörde ise yerli tohum firmaları tarafından 2003 yılından itibaren açık tozlanan turp çeşitlerini geliştirmeye başlamışlar ve geliştirdikleri çeşitleri turp üreticisine sunmuşlardır (Karaağaç ve ark., 2021). Bununla birlikte henüz turpta geniş kapsamlı hibrit çeşit ıslah programları oluşturulamamıştır. Ülkemizde daha çok Avrupa grubunda yer alan turp çeşitleri (*R. sativus* var. *sativus*) yetiştirilmektedir. Turp üretiminde açık tozlanan turp çeşitlerinin kullanımı daha fazla yaygındır. Hibrit çeşitlerin kullanımı ise çok az düzeydedir. Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü 2021 yılı kayıtlarına göre, standart tohumluk kayıt listesinde yer alan toplam 43 adet turp çeşidi bulunmaktadır. Bu çeşitlerden 14 tanesi hibrit çeşit, diğerleri ise açık tozlanan çeşitlerden oluşmaktadır (Anonim, 2021). Ülkemizde en fazla fındık turpları ve kırmızı kabuklu orta irilikte turpların hibrit çeşitleri daha çok tercih edilmekte ve turp üretiminde kullanılmaktadır.

### **Hastalıklarla Mücadelede Tolerant/Dayanıklı Turp Genitörlerinin Belirlenmesi ve Islah Programlarında Değerlendirilmesi**

Turp yetiştiriciliğinde en fazla görülen hastalıklar fusarium solgunluğu (*Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani*,: For), şalgam mozaik virüsü (*TuMV*), mildiyö (*Peronospora parasitica*), kök ur hastalığı (*Plasmodiophora brassicae*), beyaz pas (*Albugo candida*) ve bakteriyel yaprak lekesi (*Pseudomonas syringae* pv. *maculicola*) olarak sıralanabilir (Kaygısız, 1989).

Fusarium solgunluğu, daha çok fide ve genç bitki aşamasında, 25 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda etkisini göstermektedir. Damarlarda siyahlaşma başlayarak besin ve su iletimini olumsuz yönde etkilemektedir. Ardından bitkilerde sararma ve ölümler görünmektedir. Literatürde, dayanıklılığın üç adet eklemeli resesif gen tarafından kontrol edildiği bildirilmektedir (Niikura, 2017). Ayrıca bu hastalığa dayanıklılığı kontrol eden gen bölgesi de '*Fwr*' ortaya çıkarılmıştır. Son yıllarda yapılan bir turp ıslah programı sonucunda, '99-1006' no'lu (Tohoku Seed, Japonya) ve 'B2' no'lu ıslah hatlarının (Syngenta Seed, G. Kore) bu hastalığa karşı dayanıklı olduğu bildirilmiştir (Niikura, 2017; Yu ve ark., 2020). Günümüzde ticari olarak yetiştiriciliği yapılan birçok hibrit turp çeşidinde bu hastalığa dayanıklılık bulunmaktadır. Baik ve ark. (2010) tarafından yürütülen hastalık testleme (screen) çalışmasında; 41 turp çeşidinin 6'sının dayanıklı, 22'sinin tolerant ve 13'ünün ise hassas olduğu bildirilmiştir.

Mildiyö, turp yetiştiriciliği için önemli bir fungal hastalıktır. Bitkinin tüm gelişme dönemlerinde ortaya çıkabilmektedir. Öncelikle, yapraklarda sarı, mor veya kahverengi düzensiz lekeler şeklinde kendini göstermekte; daha sonra bu lekeler dış yaprak yüzeylerinde 'beyaz-gri tüylü' spor birikimlerine dönüşmektedir. Bu obligat patojen, erken aşamalarda damar içine yerleşerek kararmaya da neden olabilmektedir. Enfekte olmuş turp yumruları, pazar değerini tamamen kaybedebilmektedir. Liang ve ark. (2014), hassas ve dayanıklı turp hatları arasındaki genetik açılım generasyonlarını ( $F_1$ ,  $F_2$  ve  $GM_1$ ) testlemişlerdir.  $F_1$  generasyonu tamamen dayanıklı,  $F_2$  generasyonu 3 dayanıklı:1 hassas ve  $GM_1$  generasyonu 1 dayanıklı: 1 hassas açılım göstermişlerdir. Bu sonuçlar turpta mildiyö dayanıklılığın tek dominant gen ile kontrol edildiğini göstermektedir (Coelho ve Monteiro, 2018). Günümüzde mildiyöye dayanıklı ticari hibrit turp çeşitleri piyasada bulunmaktadır.

Beyaz pas, bütün lahanagil sebze türlerini etkilese de en yaygın olarak turp ve şalgamda görülmektedir. İlk aşamalarda yaprak yüzeylerinin üst kısmında klorotik ve nekrotik lekeler oluşmaktadır. Daha sonra dış yaprak yüzeylerinde, küçük gövdelerde kabarcıklar ve bölümlere ayrılmış alanlarda beyaz tebeşir gibi keseler ortaya çıkmaktadır (Kaygısız, 1989). Ayrıca turp

yumrularında kök uruna benzer şişliklere neden olmaktadır. Bu hastalığın lahanagillerde zarar yapan en az on adet ırkı bulunmaktadır. Turpta ise 1 no'lu ırk daha çok zarar vermektedir (Meena ve ark., 2014; Jouet ve ark., 2019). Özellikle kırmızı kabuklu yuvarlak turpları tamamen pazarlanamaz duruma getirmektedir. Bu nedenle kırmızı renkli turp çeşitlerinde bu hastalığa dayanıklılığın aktarılması büyük bir önem taşımaktadır. Williams ve Pound (1963), çok sayıda turp genotipini beyaz pas hastalığına karşı dayanım düzeyleri yönünden testlemişler ancak kırmızı kabuklu turplarda dayanıklı genotipe rastlamamışlardır. Yapılan bu çalışmadan 48 yıl sonra Nickerson-Zwaan ıslah firması, beyaz pasa yüksek derecede dayanıklı kırmızı ve yuvarlak 'NIZ-AC2' saf hattını geliştirmiş ve patentlemiştir (Van Andel, 2011). Günümüzde bazı hibrit çeşitler bu hastalığa dayanıklılık genini taşımaktadır.

Turpta en yaygın görünen ve zarar yapan virüs hastalığı şalgam mozaik virüsü (*TuMV*)'dür (Yoon ve ark., 2017). Afid ve diğer böceklerle kolayca taşınabilen bu virüs yaprakların renk ve yapısını bozarak hem verim ve hem de kalite kaybına neden olmaktadır. Li ve ark. (2010), turpta *TuMV*'ye dayanıklılığın iki majör gen bölgesi tarafından kontrol edildiğini bildirmişlerdir. *Brassicaceae* familyasında yapılan araştırmalar 'C' genomunu taşıyan türlerin *TuMV*'den daha az düzeyde etkilendiğini göstermiştir (Yoshii, 1963). Bunun üzerine 'C' genomu taşıyan yaprak lahana ile turp arasında türler arası melez ıslah programı yürütülmüş ve geriye melezleme ıslahı yöntemi ile dayanıklı turp çeşitleri geliştirilmiştir (Matsuzawa ve ark., 1985; Kaneko ve ark., 1993).

Toprak kökenli kök ur hastalığının en belirgin simptomsu, köklerde ur nematoduna benzer urlaşma yapmasıdır. Bu hastalık 'A' genomu (*B. rapa*) ve 'C' genomu (*B. oleraceae*) taşıyan lahanagil sebzelerinde ciddi zararlar yaparken, turpta zarar oranı daha düşüktür (Yoshikawa, 1983). Özellikle Japon Daikon grubu turp çeşitlerinin bu hastalık etmenine diğer gruplardan çok daha dayanıklı olduğu belirlenmiştir (Randall, 1980). Tespit edilen on adet ırkı bulunmakla birlikte ilk dört tanesinin daha çok yaygın olduğu saptanmıştır (Yoshikawa, 1976). Turpta dayanımı sağlayan gen bölgeleri tespit edilmiştir (Gan ve ark., 2019). Dayanıklı x hassas çeşit açılımlarında yapılan QTL analizleri sonucunda turpta bu hastalığa dayanımın tek lokusta bulunan alleller tarafından kontrol edildiği saptanmıştır (Diederichsen ve ark., 2009). Geriye melezleme ile ıslah hatlarında kolaylıkla dayanım sağlanabilmektedir. Günümüzde bu hastalığın bazı ırklarına karşı dayanıklı olan hibrit turp çeşitleri geliştirilmiştir.

### Zararlılarla Mücadelede Tolerant/Dayanıklı Turp Genitörlerinin Belirlenmesi ve Islah Programlarında Kullanımları

Dünyada turp ıslah programlarında zararlılara dayanıklılık konusunda, hastalıklara karşı olandan daha az sayıda çalışma yürütülmüştür. Bu duruma sebep o zararlılara dayanıklılığın elde edilmesi oldukça zor olması ve yüksek maliyetli ıslah programlarına gereksinim duyulması olarak sıralanabilir (Karaağaç ve ark., 2021). Turplar, kök, gövde ve yaprakları ile beslenen birçok zararlının tehlikesi ve tehdidi altındadır (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Turp yetiştiriciliğinde görülen bazı önemli zararlılar (Karaağaç ve ark., 2021)

Yaygın kullanım adı	Bilimsel adı
Lahana kurdu	<i>Pieris ranae</i>
Lahana bevaz kelebeği	<i>Pieris brassicae</i>
Kök lezvon nematodu	<i>Pratylenchus penetrans</i>
Seker pancarı kist nematodu	<i>Heterodera schachtii</i>
Lahana afidi	<i>Brevicoryne brassicae</i>
Turp afidi	<i>Hyalophs pseudobrassicae</i>
Lahana sineği	<i>Delia radicum</i>
Lahana piresi	<i>Phyllotreta cruciferae</i>



Turpun, lahana beyaz kelebeği (Hasan ve Ansari, 2010), lahana kurdu (Smallegange ve ark., 2007), lahana afidi (Pal ve Singh, 2014) ve turp afidine (Belesky ve ark., 2020) karşı hassas olduğu bilinmektedir. Ancak günümüzde turp ıslah programlarında zararlılara dayanıklılık ıslahı çalışmaları yok denecek kadar az sayıda yürütülmüştür. Konu ile ilgili olarak son yıllarda bazı temel düzeyde çalışmalar başlamıştır. Pan ve ark. (2014), turpta 'myrosinase glukozinolat' miktarındaki artışın zararlıların tercihini azalttığını belirlemişlerdir. McCall ve ark. (2013), lahana kurdunun beyaz çiçekli turpları pembe çiçekli olanlara göre daha fazla tercih ettiğini bildirmişlerdir. Kök lezyon nematodu birçok ülkede turp alanlarında önemli zararlar yapmaktadır (Sato ve ark., 2009; Wada ve ark., 2011). Ancak bu nematoda dayanıklılıkla ilgili bir ıslah programı henüz bulunmamaktadır. Şeker pancarı kist nematodu, turpta zarar yapan diğer önemli bir zararlıdır. Literatürde yağlık turpun (*R. sativus* L. ssp. *oleiferus* DC.) kist nematoduna karşı dayanıklı olduğu bildirilmiştir (Bünthe ve ark., 1997). Bu nedenle yağlık turptaki dayanıklılık genlerinin kolza bitkisine aktarılmasıyla ilgili olarak bazı ıslah çalışmaları yürütülmüştür (Voss ve ark., 2000; Peterka ve ark., 2004; Zhong ve ark., 2019).

## SONUÇ

Bitki ıslahçısının amacı mevcut çeşitlere göre verim ve kalite bakımından üstün, hastalık ve zararlılara dayanımı daha iyi olan stres koşullarından daha az etkilenen yeni nitelikli özelliklere sahip tolerant çeşitlerin geliştirilmesidir. Bu amaca yönelik olarak turp çeşit ıslah programlarında turp yabancı formlarının, yakın akraba türlerinin ve türler arası melezlerin önemli biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı dayanıklılık durumlarının belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Turpun yabancı akrabaları, dayanıklılık kaynakları açısından son derece değerlidir. Islah programında yer alacak yabancı turp türlerinin öncelikle tohum verimi ile tohum çimlenme kapasitesinin yüksek olması gerekmektedir. Dünya genelinde turpta yapılan ıslah programları; birçok sebze türüne ve aynı familyadaki baş lahana, karnabahar ve brokoliye göre daha az sayıda ve düşük ölçeklidir. Bunun nedenleri, belirtilen türlere göre turpun ekonomik öneminin daha az olması ve turpta hala hibrit çeşitlerin yeterince talep görmemesi olabilir. Son yıllarda üretici ve tüketici istekleri doğrultusunda, özellikle klasik yöntemlerden yararlanılarak yeni turp çeşitleri geliştirilmiştir. Ancak şimdiye kadar turp ıslah programlarında daha çok ürünün fiziksel kalitesi, erkencilik ve fizyolojik bozukluklara tolerans gibi tüketicileri ilgilendiren özellikler üzerinde çalışılmıştır. Ülkemizde üreticiyi ilgilendiren biyotik ve abiyotik streslere karşı dayanım ve tolerans amaçlı ıslah programları ise yetersiz düzeyde kalmıştır. Ülkemizde kışlık sebze türlerinde hibrit çeşit ıslah çalışmaları ile tohum üretimlerinin gerçekleştirilmesi yönünde özel sektörün son yıllarda ilgi duymaya başladığı belirlenmiştir. Bu konuda özel sektörün ıslah altyapılarını oluşturarak biyotik stres (hastalık ve zararlılar) koşullarına da dayanıklı-tolerant hat ve çeşitlerin geliştirmesi ve yerli hibrit turp çeşit ıslah programlarının artırılmasına büyük gereksinim duyulmaktadır.

## Çıkar Çatışması

Makale yazarları arasında herhangi bir çıkar çatışması olmadığı beyan olunur.

## Yazar Katkısı

Makaleye yazarlar eşit oranda katkı sağlamışlardır.

## KAYNAKLAR

Anonim 2021. Tescilli ve Üretim İzinli Çeşitler Listesi. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü. <http://www.ttsm.gov.tr/TR/belge/1-248/tescilli-cesitler-listesi>.<http://www.ttsm.gov.tr/TR/belge/1-247/uretimizinli-cesitler-istes.html> (Erişim Tarihi: 23.11.2021).

- Baik SY, Kim JC, Jang KS, Choi, YH, Choi GJ, 2010. Development of Effective Screening Method and Evaluation of Radish Cultivars for Resistance to *Fusarium oxysporum f. Sp. Raphani*. The Korean Society of Plant Pathology, 16 (2):148-152.
- Bayraktar K, 1981. Sebze Yetiştirme Cilt 3. Sebzelelerde Tohum Üretimi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No. 244, İzmir-Türkiye.
- Belesky DP, Walker JW, Cassida KA, Muir JP, 2020. Forbs and Browse Species. Forages: The Science of Grassland Agriculture, 2: 347-366.
- Bünthe R, Müller J, Friedt W, 1997. Genetic Variation and Response to Selection for Resistance to Root-Knot Nematodes in Oil Radish (*Raphanus sativus ssp. oleiferus*). Plant Breeding, 116 (3):263-266.
- Cheo TY, Guo RL, Lan YZ, Lou LL, Kuan KC, An ZX, 1987. Angiospermae, Dicotyledoneae, Cruciferae. In: Cheo TY, ed. Flora Reipublicae Popularis Sinicae, 33. Science Press, Beijing (China), pp. 1-483.
- Coelho PS, Monteiro AA, 2018. Genetic and Histological Characterization of Downy Mildew Resistance at the Cotyledon Stage in *Raphanus sativus* L. Euphytica, 214 (11):1-14.
- Crisp P, 1995. Radish, *Raphanus Sativus* (Cruciferae). In: J Smartt, NW Simmonds (editors.) Evolution of Crop Plants. Wiley-Blackwell, 2nd Edition, ISBN: 978-0-582-08643-2, pp. 86-89.
- Diederichsen E, Frauen M, Linders EG, Hatakeyama K, Hirai M, 2009. Status and Perspectives of Clubroot Resistance Breeding in Crucifer Crops. Journal of Plant Growth Regulation, 28 (3):265-281.
- Engels JMM, Arora RK, Guarino L, 1995. An introduction to Plant Germplasm Exploration and Collecting: Planning, Methods and Procedures, Follow-Up. Collecting Plant Genetic Diversity, Technical guidelines, CAB International, Wallingford, United Kingdom, 31-63.
- Furusato K, Miyazawa A, 1958. Japanese Radish Cultivars from the Viewpoints of Horticultural Science. In: I Nishiyama (editor), The Radish in Japan, Gakujutsu Shinkokai, Tokyo, pp.138-161.
- Gan C, Deng X, Cui L, Yu X, Yuan W, Dai Z, Yao M, Pang W, Ma Y, Yu X, Choi SY, Lim YP, Piao Z, 2019. Construction of a High-Density Genetic Linkage Map and Identification of Quantitative Trait Loci Associated with Clubroot Resistance in Radish (*Raphanus sativus* L.). Molecular Breeding, 39 (8): 1-12.
- Günay A, 1984. Özel Sebze Yetiştiriciliği. Cilt III, Çağ Matbaası, s. 312.
- Haruta T, 1962. Studies on the Genetics of Self- and Cross-Incompatibility in Cruciferous Vegetable. Res Bull Takii Plant Breeding Exp Stn 2: 1-169.
- Hasan F, Ansari MS, 2010. Effect of Different Cole Crops on the Biological Parameters of *Pieris brassicae* (L.) (Lepidoptera: Pieridae) under Laboratory Conditions. Journal of Crop Science and Biotechnology, 13 (3): 195-202.
- IBPGR (1981). Genetic resources of Cruciferous Crops. IBPGR Secretariat Consultation on The Genetic Resources of Cruciferous Crops, 17-19 November 1980. International Board for Plant Genetic Resources, Rome-Italy, pp. 47.
- Jouet A, Saunders DG, McMullan M, Ward B, Furzer O, Jupe F, Jones JD, 2019. *Albugo candida* Race Diversity, Ploidy and Host-Associated Microbes Revealed using DNA Sequence Capture on Diseased Plants in the Field. New Phytologist, 221 (3): 1529-1543.
- Jugulam M, Walsh M, Hall JC, 2014. Introgression of Phenoxy Herbicide Resistance from *Raphanus raphanistrum* into *Raphanus sativus*. Plant Breeding, 133 (4): 489-492.
- Kaneko Y, Matsuzawa Y, 1993. Radish: *Raphanus sativus* L. In: G Kallou, BO Bergh (editors.) Genetic Improvement of Vegetable Crops, Pergamon, ISBN 0080408265, pp. 487-510.
- Karaağaç O, Balkaya A, 2017. Türkiye’de Yerel Sebze Çeşitlerinin Mevcut Durumu ve Islah Programlarında Değerlendirilmesi. Türktob Dergisi, 23: 8-15.
- Karaağaç O, Balkaya A, Abak K, 2021. Sebze Islahı, Cilt 1, Lahanagiller (*Brassicaceae*) Islahı, Bölüm:3 Turp Islahı, Gece Kitaplığı, 149-198, ISBN 978-625-7478-52-6.
- Kargioğlu M, Cenkeci S, Serteser A, Konuk M, Vural G, 2010. Traditional Uses of Wild Plants in The Middle Aegean Region of Turkey. Human Ecology, 38 (3): 429-450.
- Kaygısız H, 1989. Sebze Üreticisinin El Kitabı. Hasat Yayıncılık ve Reklamcılık, s. 55. İstanbul.

- Li GS, Li XX, Shen D, Yang YG, Qiu Y, Wang HP, Gong HZ, 2010. Genetic Analysis of the Resistance to TUMV in Elite Radish Germplasm. *Journal of Plant Genetic Resources*, 11 (2): 152-156.
- Li S, 1989. The Origin and Resources of Vegetable Crops in China. International Symposium on Horticultural Germplasm, Cultivated and Wild; Beijing, China, Sept. 1988. Chinese Society for Horticultural Science, International Academic Publishers, Beijing, pp. 197-202.
- Liang XU, Jiang QW, Jian WU, Yan W, Gong, YQ, Wang XL, Limera C, Liu LW, 2014. Identification and Molecular Mapping of the Rsdmr Locus Conferring Resistance to Downy Mildew at Seedling Stage in Radish (*Raphanus sativus* L.). *Journal of Integrative Agriculture*, 13 (11): 2362-2369.
- Matsuzawa Y, Kaneko Y, Sarashima M, 1985. Fertility in the Intergeneric Hybrid Plant, Raphanobrassica. *Bulletin College Agriculture Utsunomiya University*, 12: 31-39.
- McCall AC, Murphy SJ, Venner C, Brown M, 2013. Florivores Prefer White Versus Pink Petal Color Morphs in Wild Radish, *Raphanus sativus*. *Oecologia*, 172(1):189-195.
- Meena PD, Verma PR, Saharan GS, Hossein Borhan M, 2014. Historical Perspectives of White Rust Caused by *Albugo Candida* in Oilseed Brassica. *Journal of Oilseed Brassica*, 5: 1-41.
- Niikura S, 2002. Self-Incompatibility in Vegetable Seed Breeding. *Technical Bulletin*, 157: 1-8.
- Niikura S, 2017. F<sub>1</sub> Hybrid Breeding Using Genome Information. In: Nishio T, Kitashiba H (editors.), *The Radish Genome*, Springer Int. Publishing, Cham. ISBN 978-3-319-59253-4, pp. 199-216.
- Pan Y, Xu YY, Zhu XW, Zhe L, Liu Z, Gong YQ, Xu L, Gong MY, Liu LW 2014. Molecular Characterization and Expression Profiles of Myrosinase Gene (rsmr2) in Radish (*Raphanus sativus* L.). *Journal of Integrative Agriculture*, 13 (9): 1877-1888.
- Peterka H, Budahn H, Schrader O, Ahne R, Schütze W, 2004. Transfer of Resistance Against the Beet Cyst Nematode from Radish (*Raphanus sativus*) to Rape (*Brassica napus*) by Monosomic Chromosome Addition. *Theoretical and Applied Genetics*, 109 (1): 30-41.
- Pistrick K, 1987. Untersuchungen Zur Systematik Der Gattung Raphanus. *Kulturpflanze*, 35: 224-321.
- Randall C, 1980. Evaluation of Radish Cultivars for Resistance to Clubroot (*Plasmodiophora brassicae*) Race 6 for Midwestern United States. *Plant Disease*, 64(5):463.
- Sarı N, Abak K, Paksoy M, 1995. Kadirli-Kozan Turplarının Seleksiyonla Islahı ve Geliştirilen Hatların Adana ve Şanlıurfa Koşullarındaki Verimleri. *Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Bildirileri*, 13-16 Ekim 1995, Cilt II, s. 341-345.
- Sato E, Min YY, Toyota K, Takada A, 2009. Relationships Between the Damage to Radish Caused by the Root-Lesion Nematode *Pratylenchus Penetrans*, Its Density Prior to Cultivation and the Soil Nematode Community Structure Evaluated by Polymerase Chain Reaction-Denaturing Gradient Gel Electrophoresis. *Soil Science and Plant Nutrition*, 55 (4): 478-484.
- Shoemaker JS, 1949. *Vegetable Growing*. John Wiley and Sons, New York, s. 506.
- Smallegange RC, Van Loon JJA, Blatt SE, Harvey JA, Agerbirk N, Dicke M, 2007. Flower vs. Leaf feeding by *Pieris Brassicae*: Glucosinolate-Rich Flower Tissues are Preferred and Sustain Higher Growth Rate. *Journal of Chemical Ecology*, 33 (10): 1831-1844.
- Şehirli S, Özgen M, 1988. Bitki Islahı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1059, Ders Kitabı No: 310, s. 183-190.
- Şeniz V, 1993. Bahçe Bitkileri Islahı. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları No: 13, s. 15-25, Bursa-Türkiye.
- Takabe T, 1944. Studies on the Hybrids Between Radish and Hama-Daikon. *Japanese Society for Horticultural Science*, 15: 74-77.
- Van Andel A, 2011. Inbred Radish Line NIZ-AC2 U.S. Patent No: 8,063,271. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Voss A, Snowdon RJ, Lühs W, 2000. Intergeneric Transfer of Nematode Resistance from *Raphanus sativus* Into the *Brassica napus* Genome. In III International Symposium on Brassicas and XII Crucifer Genetics Workshop 539, pp. 129-134.



- Vural H, Eşiyok D, Duman İ, 2000. Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, ISBN 975-97190-0-2, s. 440.
- Wada S, Toyota K, Takada A, 2011. Effects of the Nematicide Imicyafos on Soil Nematode Community Structure and Damage to Radish Caused by *Pratylenchus Penetrans*. Journal of Nematology, 43 (1): 1-6.
- Wiersema JH, León B, 1999. World Economic Plants - A Standard Reference. CRC Press, USA.
- Williams PH, Pound GS, 1963. Nature and Inheritance of Resistance to *Albugo candida* in Radish. Phytopathology, 53: 1150-1154.
- Yamagishi H, Bhat SR, 2014. Cytoplasmic Male Sterility in Brassicaceae Crops. Breeding Science, 64 (1): 38-47.
- Yamagishi H, Terachi T, 1997. Molecular and Biological Studies on Male-Sterile Cytoplasm in the cruciferae. IV. Ogura-Type Cytoplasm Found in The Wild Radish, *Raphanus raphanistrum*. Plant Breeding, 116 (4): 323-329.
- Yoon JY, Choi GS, Kim S, Choi SK, 2017. Resistance Evaluation of Radish (*Raphanus sativus* L.) Inbred Lines Against Turnip Mosaic Virus. Research in Plant Disease, 23 (1): 60-64.
- Yoshii H, 1963. Studies on the Mosaic Virus of Radish. Special Bulletin. Kyushu Research Disease and Insect, 1: 1-26.
- Yoshikawa H, 1976. Examination of Races of Clubroot in Cole Crops. Agriculture Horticulture, 51: 628-634.
- Yoshikawa H, 1983. Breeding for Clubroot Resistance of Crucifer Crops in Japan. Japan Agricultural Research Quarterly, 17 (1): 6-11.
- Yu X, Lu L, Ma Y, Chhapekar SS, Yi SY, Lim YP, Choi SR, 2020. Fine-Mapping of A Major Qtl (Fwr1) for Fusarium wilt Resistance in Radish. Theoretical and Applied Genetics, 133 (1): 329-340.
- Yücel Ş, Balkaya A, Unlu AT, Kandemir D, Pala K, 2021. Yerel Turp Genetik Kaynaklarının Morfolojik ve Moleküler Karakterizasyonu ve Teksel Seleksiyon Islahı Yöntemi ile Ümitvar Genotiplerin Seçilmesi. TÜBİTAK TOVAG 2210172 No'lu Proje (Yürürlükte).
- Zhong X, Zhou Q, Cui N, Cai D, Tang G, 2019. Bvzr3 and Bvhs1pro-1 Genes Pyramiding Enhanced Beet Cyst Nematode (*Heterodera Schachtii* Schm.) Resistance in Oilseed Rape (*Brassica napus* L.). International Journal of Molecular Sciences, 20 (7): 1-16.