



Coğrafi İşaretli Yedisu Horoz Fasulyesi ve Yaygın Fasulye Çeşitlerinin *Fusarium solani*'ye Karşı Reaksiyonlarının Belirlenmesi^A

Işıl SARAÇ SİVRİKAYA^{1*} Umut KOCAATA²

Öz: Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.), dünya genelinde önemli bir tarım ürünü olup, birçok biyotik ve abiyotik stres faktörüne maruz kalmaktadır. *Fusarium solani*, fasulye üretiminde kök çürüklüğüne neden olan ve ciddi verim kayıplarına yol açan yaygın bir fungal patojendir. Bu çalışmada, coğrafi işaretli Yedisu Horoz Fasulyesi (Çınarbey) ve ticari olarak yaygın kullanılan dokuz fasulye çeşidinin *F. solani*'ye karşı dayanıklılık düzeyleri laboratuvar ortamında değerlendirilmiştir. Araştırmada, *F. solani* izolatu kullanılarak inokulasyon yapılmış ve hastalık belirtileri hipokotil ve kök bölgelerinde nekrotik lezyon oluşumuna göre 0-5 skalası ile değerlendirilmiştir. Kruskal-Wallis testi ile analiz edilen sonuçlara göre, Yedisu Horoz Fasulyesi (Çınarbey), Noyanbey ve Yakutiye çeşitleri düşük hastalık skala değerleri ile daha dayanıklı bulunmuştur. Buna karşılık, Cihan, Mecidiye, Kantar, Aras ve Zülbiye çeşitleri yüksek hastalık şiddeti göstererek *F. solani*'ye karşı daha hassas olarak değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yedisu horoz fasulyesi, *Fusarium solani*, kök çürüklüğü, Çınarbey.

^A Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. TÜBİTAK 2209/A 1919B012313308 No'lu proje ile desteklenmiştir.

^{*} **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ Işıl SARAÇ SİVRİKAYA, Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Bingöl, Türkiye, isarak@bingol.edu.tr, [OrcID 0000-0002-5991-2173](https://orcid.org/0000-0002-5991-2173)

¹ Umut KOCAATA Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Bingöl, Türkiye, [OrcID 0009-0001-9801-8617](https://orcid.org/0009-0001-9801-8617).

Determination of the Reactions of Geographically Indicated Yedisu Horoz Bean and Common Bean Varieties Against *Fusarium solani*

Abstract: Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is a globally significant crop that is exposed to various biotic and abiotic stress factors. *Fusarium solani* is a widespread fungal pathogen responsible for root rot in beans, leading to substantial yield losses. This study aimed to assess the resistance levels of the geographically indicated Yedisu Horoz bean (Çınarbey) and nine commercially prevalent bean varieties against *F. solani* under controlled laboratory conditions. In the study, *F. solani* isolates were used for inoculation, and disease symptoms were evaluated based on the formation of necrotic lesions in the hypocotyl and root regions using a 0-5 rating scale. The results, analyzed using the Kruskal-Wallis test, indicated that Yedisu Horoz bean (Çınarbey), Noyanbey, and Yakutiye varieties exhibited lower disease severity scores and were classified as more resistant. In contrast, Cihan, Mecidiye, Kantar, Aras, and Zülbiye varieties demonstrated higher disease severity, indicating greater susceptibility to *F. solani*.

Keywords: Yedisu horoz bean, *Fusarium solani*, root rot, Çınarbey.

Giriş

Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) baklagiller (*Fabaceae*) familyasının *Phaseolus* cinsine dahil olup, yüksek besin değeri nedeniyle önemli bir kültür bitkisi olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, gelişmekte olan ülkelerde protein ve karbonhidrat kaynaklarından biridir (Canpolat ve Maden, 2020). Fasulye, baklagiller içerisinde 126 ülkede yetiştiriciliği yapılan ve dünyada en çok ekim alanına sahip bitkidir. İnsan beslenmesinde hem taze hem de kuru olarak tüketilmesinin yanı sıra, yem bitkisi, yeşil gübre ve silaj amacıyla da değerlendirilmektedir. Yüksek protein içeriği ve zengin mineral bileşimi sayesinde beslenmede kritik bir rol üstlenmektedir.

Fasulye bitkisi, hem doğrudan insan ve hayvan beslenmesindeki değeri hem de toprak verimliliğine sağladığı katkılarla tarımsal üretimde önemli bir yere sahiptir. Dünya genelinde fasulye bitkisinin ekim ve veriminde zarara yol açan birçok biyotik ve abiyotik faktör tespit edilmiştir ve fasulye üretimindeki en önemli sorunlardan biri toprak kökenli fungal etmenlerdir (Vural ve Soylu, 2012; Türkölmez ve Soylu, 2014). Özellikle geniş üretim alanlarında gerçekleştirilen üretim faaliyetleri sırasında sprinkler ile gerçekleştirilen sulama yöntemleri fungal patojenlerin yayılımında önemli rol oynamaktadır (Yeşil, 2007).

F. solani, toprak kökenli bir fungal patojen olup geniş bir konukçu yelpazesine sahip, yaygın olarak görülen bir türdür. Özellikle kök çürüklüğüne neden olan bu patojen, yüksek spor üretim kapasitesi ve dayanıklı klamidosporeleri sayesinde uzun süre toprakta canlı kalabilmektedir (Summerell ve ark., 2003). *F. solani*, optimum sıcaklık koşullarında hızla çoğalabilir ve bitki köklerine girerek vasküler sistemde tıkanmalara neden

olur. Bu da iletim demetlerinde kahverengileşmeye, su ve besin alımının engellenmesine ve nihayetinde bitkinin solmasına yol açar (Leslie ve Summerell, 2008).

Fasulye bitkilerinde kök ve gövde çürüklüğüne sebep olan bu patojen, özellikle drenajı yetersiz veya ağır toprak koşullarında yaygın olarak görülmektedir (Abawi ve Pastor-Corrales, 1990). Enfeksiyon genellikle fidelerin çimlenme döneminde başlar ve belirtiler kök bölgesinde kahverengi lekeler, bodur gelişim ve genel bir solgunluk olarak kendini gösterir. Hastalığın şiddeti, çevresel faktörlere ve konukçunun genetik direncine bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Bu nedenle, dayanıklı çeşitlerin kullanımı ve uygun ekim nöbeti gibi entegre yönetim stratejileri hastalığın kontrolünde büyük önem taşımaktadır (Schneider ve ark., 2001).

Bu çalışmanın amacı, coğrafi işaretli Yedisu horoz fasulyesi (Çınarbey) ve yaygın olarak kullanılan 9 ticari çeşidinin *F. solani*'ye karşı gösterdiği reaksiyonları belirlemektir. In vivo laboratuvar testlerindeki denemeler sonucunda, bulaşık fasulye bitkilerinin kök lezyon gelişimleri değerlendirilerek hastalık etmenine karşı dayanıklılık düzeyleri belirlenmiştir. Elde edilen veriler, ticari yaygın fasulye çeşitlerinin *F. solani*'ye karşı dayanıklılık düzeylerini belirlemek açısından önemli bilgiler sunmaktadır.

Materyal ve Yöntem

Bitkilerin inokulasyonu için Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ne ait fitopatoloji laboratuvarı koleksiyonunda bulunan morfolojik olarak tanılanmış ve +4 °C'de saklanan *F. solani* izolatu kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan tohumların elde edildiği kurumlar Çizelge 1'da belirtilmiştir.

Çizelge 1. Fasulye çeşitleri ve temin edildiği kurumlar

Çeşit adı	Temin edildiği kurum
Noyanbey	Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü
Cihan	Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü
Zülbiye	Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü
Mecidiye	Bingöl Üniversitesi Ziraat fakültesi
Kantar	Bingöl Üniversitesi Ziraat fakültesi
Aras	Bingöl Üniversitesi Ziraat fakültesi
Elkoca	Bingöl Üniversitesi Ziraat fakültesi
Göynük	Bingöl Üniversitesi Ziraat fakültesi
Çınarbey	Bingöl Üniversitesi Ziraat fakültesi
Yakutiye	Bingöl Üniversitesi Ziraat fakültesi

Patojen İzolatın Geliştirilmesi ve İnokulum Hazırlanması

Çalışma için gerekli olan inokulumu hazırlamak amacıyla patojen izolatu 23 °C'de 12 saat aydınlık/ 12 saat karanlık periyotta inkübatör içerisinde 7 gün gelişmeye bırakılmıştır. İnokulum kaynağı için steril kepek kullanılmıştır. Otoklav edilmiş 50 g kepek ve PDA ortamında geliştirilen fungus kültürlerinden alınan 5'er adet 8

mm'lik agar diski 250 ml'lik erlenlere inoküle edilmiştir. Hazırlanan erlenler patojenin gelişimi için 14 gün süreyle karanlık koşullarda inkubasyona bırakılmıştır.

Fasulye Çeşitlerinin Uygun Koşullarda Çimlenme Güçleri

Ülkemizde tarımı yapılan 9 fasulye çeşidi ve coğrafi işaretli Yedisu horoz fasulyesi (Çınarbey)'nin *F. solani*'ye karşı reaksiyonları kontrollü koşullar altında değerlendirilmesi amaçlanan çalışmada, Coğrafi İşaretli Yedisu Horoz Fasulyesi, Göynük, Yakutiye, Noyanbey, Cihan, Mecidiye, Kantar, Aras, Zülbiye ve Elkoca fasulye çeşitleri çimlenme oranlarını belirlemek amacıyla her çeşit için 100'er tohum kullanılmıştır. Tohumlar çimlendirme kağıdı arasına konularak, iklim kabinin de 27 °C de ve %40 nem koşulların da 6 gün çimlenmeye bırakılmıştır.

Çimlenme Oranı (%): (çimlenen tohum sayısı/toplam tohum sayısı) x 100 (1)

formülü ile çimlenme oranı % olarak hesaplanmıştır (Akıncı ve Çalışkan, 2010). Sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Fasulye çeşitlerinin çimlenme oranları (%)

Çeşitler	Sıcaklık	İnkübasyon süresi	Çimlenme Oranı (%)
Göynük	27 °C	6	32
Yakutiye			36
Noyanbey			100
Cihan			100
Mecidiye			100
Çınarbey			100
Kantar			100
Aras			92
Zülbiye			92
Elkoca			100

Bitkilerin Geliştirilmesi ve Patojen İnokulasyonu

Ekimden önce tohumlar yüzey dezenfeksiyonu için %1'lik sodyum hipokloritte (NaOCl) 3 dakika bekletilmiş ve ardından 3 kez steril saf suyla yıkanmıştır. Steril tohumlar saksıya koyularak üzerlerine 100 mg/kg olacak şekilde inokulum eklenmiş ve üzerleri steril torf ile kapatılmıştır. Hastalık gelişimi için 12 saat aydınlık/ 12 saat karanlık ve 23 +2 °C de 2 hafta inkubasyona bırakılmıştır. Denemeler 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

Sonuçların Değerlendirilmesi

Hastalık belirtileri oluşuncaya kadar bitkiler günlük olarak incelenmiş ve hastalıklı bitkiler 0-5 skalasına göre değerlendirilmiştir (Cardoso ve Echandi, 1987).

- 5: Bitki tamamen ölü,
4: Bitki gövdesini kuşatan lezyonlar mevcut,
3: 5 mm'lik lezyon gelişimleri,
2: 2.5 ila 5 mm'lik lezyon gelişimi,
1: 2.5 mm'den daha küçük lezyon oluşumu,
0: Hipokotilde lezyon gelişimi yok.

Elde edilen veriler kategorik olduğundan dolayı parametrik olmayan istatistik yöntemlerinden biri olan Kruskal-Wallis testi ile analiz edilmiştir (Hollander ve Wolfe, 1973).

$$X_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad j = 1, 2, \dots, c \quad (2)$$

X_{ij} : i. blokta

j. işlem için gözlem değerleri

μ : genel ortalama

α_i : i. grup etkisi

ε_{ij} : Hata terimi

c: grup sayısı

$$S = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^c \frac{R_i^2}{n_i} - 3(n+1) \quad (3)$$

R_i^2 : i. gruba ait sıra sayıları karesi (Doğan ve Doğan, 2014).

Bulgular ve Tartışma

İnokulasyonu takip eden 2 hafta sonunda bitkiler topraktan dikkatli bir şekilde çıkarılmış ve kökleri yıkanarak kurutulmuş ve 0-5 skalasına göre değerlendirilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Fasulye çeşitlerinin, hastalık şiddeti değerlendirme skalası

	Göynük	Yakutiye	Noyanbey	Cihan	Mecidiye	Çınarbey	Kantar	Aras	Zülbiye	Elkoca
Tekerrür-1	1	1	1	4	4	1	4	4	4	2
Tekerrür-2	1	1	1	3	3	1	4	4	3	2
Tekerrür-3	2	1	1	3	3	1	3	4	3	2
Kontrol-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kontrol-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kontrol-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Gözlemler, bazı çeşitlerde lezyon gelişiminin daha düşük olduğunu göstermiştir; özellikle Çınarbey, Noyanbey ve Yakutiye çeşitleri düşük skala değerleri ile *F. solani*'ye karşı göreceli olarak daha dayanıklı bulunmuştur. Buna karşılık, Aras, Kantar, Cihan, Mecidiye ve Zülbiye çeşitleri daha yüksek skala değerlerine

sahip olup, daha hassas olarak değerlendirilmiştir. *F. solani* izolatının tüm fasulye çeşitlerinin kök ve hipokotil kısmında yol açtığı hastalık belirtileri Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. *Fusarium solani* izolatının farklı fasulye çeşitlerinin kök ve hipokotil kısmında neden olduğu hastalık belirtileri. a: Aras, b: Aras kontrol, c: Cihan, d: Cihan kontrol, e: Çınarbey, f: Çınarbey kontrol, g: Elkoca, h: Elkoca kontrol, ı: Zülbiye, j: Zülbiye kontrol, k: Kantar, l: Kantar kontrol, m: Mecidiye, n: Mecidiye kontrol, o: Noyanbey, p: Noyanbey kontrol, r: Göynük, s: Göynük kontrol, t: Yakutiye, u: Yakutiye Kontrol.

Bu çalışmada coğrafi işaretli Yedisu Horoz Fasulyesi ve ticari olarak yaygın kullanılan dokuz fasulye çeşidinin *F. solani*'ye karşı reaksiyonlarını değerlendirmiştir. Elde edilen bulgular, bazı çeşitlerin bu patojene karşı daha dayanıklı olduğunu gösterirken, diğerlerinin daha hassas olduğunu ortaya koymuştur.

Özellikle, Yedisu Horoz fasulyesi (Çınarbey), Noyanbey ve Yakutiye çeşitleri, düşük hastalık skala değerleri ile etmene karşı daha dayanıklı bulunmuş (Çizelge 3).

Analiz sonuçları, çalışmadaki fasulye çeşitlerinin *F. solani*'ye karşı gösterdikleri hastalık şiddeti açısından benzer davrandığını göstermektedir. Bununla birlikte, hastalık şiddeti ortalamaları incelendiğinde, bazı çeşitlerin diğerlerine göre daha dayanıklı veya hassas olduğu görülmüştür. Özellikle Yakutiye, Noyanbey ve Çınarbey (Yedisu Horoz Fasulyesi) çeşitleri, en düşük hastalık şiddeti ortalamalarına (0.500) sahip olmaları nedeniyle *F. solani*'ye karşı daha dirençli olarak değerlendirilmiştir. Buna karşılık, Aras, Kantar, Cihan, Mecidiye ve Zülbiye çeşitleri, daha yüksek hastalık şiddeti ortalamalarına (1.667- 2.000) sahip olmaları nedeniyle hastalığa karşı daha duyarlı bulunmuştur (Çizelge 4).

Çizelge 4. Kruskal-Wallis testi verileri

Çeşit	N	Mean	SE	SD	Minimum	Maximum
Göynük	6	0.667	0.333	0.816	0.00	2.00
Yakutiye	6	0.500	0.224	0.548	0.00	1.00
Noyanbey	6	0.500	0.224	0.548	0.00	1.00
Cihan	6	1.667	0.760	1.862	0.00	4.00
Mecidiye	6	1.667	0.760	1.862	0.00	4.00
Çınarbey	6	0.500	0.224	0.548	0.00	1.00
Kantar	6	1.833	0.833	2.041	0.00	4.00
Aras	6	2.000	0.894	2.191	0.00	4.00
Elkoca	6	1.000	0.447	1.095	0.00	2.00
Zülbiye	6	1.667	0.760	1.862	0.00	4.00

SE: Standart hata, SD: Standart sapma, Mean: Ortalama

Ayrıca, Yedisu Horoz Fasulyesi ve diğer yaygın fasulye çeşitlerinin *F. solani*'ye karşı reaksiyonları incelenmiştir. Veriler, parametrik olmayan bir test olan Kruskal-Wallis testi ile analiz edilmiş ve çeşitler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p = 0.938$) (Çizelge 5).

Çizelge 5. Fasulye Çeşitlerinde Etmenin Hastalık Şiddeti ve İstatistiksel Analiz

Test Statistics	<i>F. solani</i>
Ki-kare	3.554
sd	9
P	0.938

Grup değişkeni: çeşit. sd: Serbestlik derecesi

Standart sapma ve standart hata değerleri, özellikle duyarlı çeşitlerde hastalık şiddetinin daha geniş bir aralıkta değiştiğini göstermiştir. Bu durum, bu çeşitlerde hastalık reaksiyonlarının daha değişken olduğunu işaret

etmektedir. Ayrıca, sıra sayıları (Mean Rank) analizi, Aras çeşidinin en yüksek sıra sayısına (36.00) sahip olması nedeniyle en duyarlı çeşit olduğunu doğrularken, Yakutiye, Noyanbey ve Çınarbey çeşitlerinin en düşük sıra sayılarına (25.75) sahip olmaları nedeniyle en dirençli çeşitler olduğunu ortaya koymuştur (Çizelge 6).

Çizelge 6. Bazı fasulye çeşitlerinin *F.solani*'ye karşı reaksiyonları

	Çeşit	N	Mean Rank
<i>F.solani</i>	Göynük	6	27.00
	Yakutiye	6	25.75
	Noyanbey	6	25.75
	Cihan	6	33.50
	Mecidiye	6	33.50
	Çınarbey	6	25.75
	Kantar	6	34.75
	Aras	6	36.00
	Zülbiye	6	33.50
	Elkoca	6	29.50
	Toplam	60	

Elde edilen sonuçlar daha önce yapılan çalışmalar ile paralellik göstermektedir. Naseri ve Mousavi (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, belirli fasulye çeşitlerinin kök çürüklüğüne neden olan patojenlere karşı daha düşük enfeksiyon oranları sergilediği bildirilmiştir. Benzer şekilde, Mohammadi ve Atashpanjeh (2022), İran'da yapılan bir çalışmada *F. solani* ve *Macrophomina phaseolina* gibi kök patojenlerine karşı Sadri fasulye çeşidinin diğerlerine göre daha dayanıklı olduğu rapor edilmiştir.

Diğer yandan, Cihan, Mecidiye, Kantar, Aras ve Zülbiye çeşitleri, daha yüksek hastalık şiddeti ortalamalarına sahip olup, *F. solani*'ye karşı daha hassas olarak değerlendirilmiştir. Koçak ve Erper (2019) tarafından yapılan araştırmalarda, özellikle *F. oxysporum* ve *F. solani*'nin fasulye üretiminde en yaygın kök patojenleri olduğu ve belirli çeşitlerde ciddi kök çürüklüğüne yol açtığını rapor edilmiştir. Ayrıca, Palacioğlu ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada *R. solani*'nin neden olduğu kök çürüklüğüne karşı 30 farklı fasulye çeşidinin duyarlılığını testlemiş ve çeşitler arasında önemli farklılıklar tespit etmiştir. Canpolat ve Maden (2020) tarafından yapılan bir diğer çalışmada, Batı Karadeniz Bölgesi'nde yaygın fasulye tohumlarında *Fusarium*, *Rhizoctonia* ve *Alternaria* gibi fungal patojenlerin baskın olduğu tespit edilmiştir.

Hesami ve ark. (2021) tarafından Batı İran'da yürütülen bir çalışmada, farklı fasulye çeşitlerinin *F. oxysporum* ve *F. solani*'ye karşı değişken hastalık şiddeti gösterdiği ve bazı çeşitlerin belirgin şekilde daha dayanıklı olduğu rapor edilmiştir. Benzer şekilde, Schneider ve ark. (2001), entegre hastalık yönetimi stratejilerinin *F. solani* kaynaklı kök çürüklüğüne karşı etkili olduğunu ortaya koymuştur. Abawi ve Pastor-Corrales (1990), Latin Amerika ve Afrika'da yaptıkları çalışmalarda, uygun toprak drenajı ve dayanıklı çeşit kullanımının hastalık şiddetini azalttığını bildirmiştir.

Fasulyenin tohum kaynaklı funguslarının belirlenmesi amacıyla 2015-2016 yıllarında yapılan bir çalışmada, Isparta ilindeki fasulye üreticilerinden alınan tohum örneklerinden rastgele seçilen 200 tohumun fungal yükü

blotter ve agar yöntemleri ile araştırılmış, fungusların yaygınlık ve enfeksiyon oranları belirlenmiştir. Altmış iki tohum örneğinde 26 cins içinde yer alan 41 fungus türü tespit edilmiştir. Blotter yöntemi ile 25 cins ve agar yöntemi ile 20 cins belirlenmiştir. *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Penicillium* ve *Rhizopus* cinsleri, neredeyse tüm örneklerde, her iki yöntem için de bulunan en yaygın fungus türleri olmuştur. Bu fungusların enfeksiyon oranları fasulye tohumlarında yüksek olarak bulunmuştur. Ayrıca *Alternaria*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Stemphylium* ve *Verticillium* cinsleri de patojen funguslar olarak bilinmektedir ve fasulye bitkilerinde hastalıklara neden olabildiği bildirilmiştir (Mertoğlu ve Karaca, 2023).

Batı Karadeniz Bölgesi'nde bulunan Zonguldak, Bartın ve Karabük illerimizde fasulye ekim alanlarından 2012- 2014 yılları arasında örneklenen fasulye tohumlarında fungal etmenlerin tespit edilmesi amacıyla bir çalışma yürütülmüştür. Araştırmada, seralardan tohum örnekleri toplanmış ve bu tohumlardan fungus izolasyonu yapıldıktan sonra izolatların morfolojik ve moleküler tekniklerle teşhisi yapılmıştır. Çalışma sonucunda, örneklenen tohumlardan *Pseudocercospora griseola* (%53), *Stemphylium vesicarium* (%14.5), *Fusarium oxysporum* (%6.5), *F. solani* (%5.25), *Stemphylium globuliferum* (%4.5), *Stemphylium herbarum* (%2), *Fusarium sambucinum* (%1), *Trichothecium roseum* (%0.75) ve *Paecilomyces* sp. (%2.5) tespit edilmiştir (Canpolat ve Maden, 2020).

Türkiye'nin Nevşehir iline bağlı Yazıhüyük ve Suvermez ilçelerinde fasulye kök çürüklüğüne sebep olan fungal etmenleri belirlemek maksadıyla gerçekleştirilen çalışmada 2018 vejetasyon dönemi boyunca tarla sürveyleri, moleküler karakterizasyonlar ve patojenlite testleri yapılmıştır. Fasulye yetiştirme alanlarından elde edilen en yaygın izolatlar sırasıyla *Fusarium* (%62.5), *Rhizoctonia* (%27.5) ve *Rhizopus* (%4.8) olmuştur. En düşük ortalama frekans oranları *Epicoccum* (%0.7), *Penicillium* (%2.1) ve *Alternaria* (%2.4) için bulunmuştur. *F. oxysporum* (Y1A), en yüksek virülense sahip olarak bulunmuş bunu *F. solani* (Y1B) ve *Rhizoctonia solani* AG-4 (Y8) takip etmiştir. Tüm fasulye çeşitlerinde yapılan patojenite testi, *F. oxysporum*, *F. solani* ve *R. solani* AG-4'ün hastalık şiddeti oranlarının sırasıyla %48.3 ile %91.7, %33.3 ile %95.0 ve %26.7 ile %50 arasında değiştiğini göstermiştir. Genel olarak, Adzuki fasulye çeşidi üç patojene karşı en duyarlı olarak bulunurken onu İspir, Gezin/Elazığ-1 ve Kidney fasulye çeşitleri izlemiştir (Omar ve ark., 2021).

Yapılan bir çalışma kapsamında *Rhizoctonia*'ya karşı Türkiye'de yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan 30 fasulye çeşidinin hastalığa karşı tepkileri yaprak inokulasyonu yöntemiyle değerlendirilmiştir. Patojen izolat PCR-RFLP yöntemi ile *R. solani* AG-4 HG II olarak sınıflandırılmıştır. Çalışmada değerlendirilen fasulye çeşitlerinin hiçbirisi hastalığa karşı tam olarak dayanıklı bulunmamıştır. Buna ek olarak 13 çeşit orta dayanıklı, 17 çeşit ise hassas olarak bildirilmiştir. Testlenen çeşitlerde en dayanıklı çeşit 40 günlük fasulye çeşidi olarak rapor edilirken bunu Java ve Klas fasulye çeşitleri takip etmiştir (Palacioğlu ve ark., 2019).

Yapılan bir çalışmada, Sadri ve Darsa fasulye çeşitlerinin *R. solani*, *M. phaseolina* ve *F. solani*'ye tek başına göreceli dayanıklılık gösterdiği, ancak Sadri çeşidinin aynı zamanda bu fungusların ikili kombinasyonlarına karşı da dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, hiçbir çeşit her üç fungusu karşı tam dayanıklılık göstermemiştir. En yüksek hastalık şiddeti Goli çeşidinde, en düşük ise Sadri çeşidinde gözlenmiştir. En yüksek fide boyu, *R. solani* ve *M. phaseolina* ile enfekte edilen Sadri ve Shazand çeşitlerinde ve bu iki fungusun

Shazand ile kombinasyonunda kaydedilmiştir. Sonuçlar, Sadri çeşidinin hem tek başına hem de kombine fungal enfeksiyonlara karşı en dayanıklı çeşit olduğunu ortaya koymuştur (Mohammadi ve Atashpanjeh, 2022).

Samsun iline bağlı Bafra, Çarşamba ve Terme ilçelerinde fasulye yetiştiriciliği yapılan alanlarda fasulye kök çürüklüğüne ve solgunluğuna sebep olan *Fusarium* türleri ve patojenitelerinin tespit edilmesi için yapılan çalışmada, üç ilçede toplam 50 farklı fasulye üretim alanında araştırma yapılmıştır. Enfekteli örneklerden yapılan izolasyonlar sonucunda toplam 168 adet *Fusarium* izolatu elde edilmiştir. Çalışmada *F. oxysporum* %47.0 oranıyla en sık izole edilen tür olmuştur ve bunu *F. solani* (%25.0) izlemiştir. İzolasyonu yapılan diğer türler ise *F. semitectum* (%10.1), *F. verticillioides* (%7.7), *F. equalseti* (%1.8), *F. lateritium* (%1.2), *F. poae* (%1.2), *F. acuminatum* (%0.6) idi. %, *F. chlamydosporum* (%0.6), *F. kompaktum* (%0.6), *F. heterosporum* (%0.6), *F. merismoides* (%0.6), *Microdochium nivale* (%0.6) ve *F. proliferatum* (%0.6)'dur. Samsun ilindeki fasulye üretim alanlarının büyük kısmının önemli toprak patojenlerinden biri olan *Fusarium* cinsine ait türlerin istila ettiği belirlenmiştir (Koçak ve Erper, 2019).

Dokuz İran fasulyesi çeşidinin *F. oxysporum* ve *F. solani*'ye karşı reaksiyonunu belirlemek amacıyla yapılan çalışmada, Batı İran'ın Lorestan eyaletindeki Aligudarz şehrinde bulunan çiftliklerden hastalığa yakalanmış bitkiler toplanmış ve *F. oxysporum* ve *F. solani* izole edilmiştir. İlk olarak bu fungusların patogenezi yerel bir çeşit üzerinde araştırılmıştır. Daha sonra serada tamamen rastgele tasarımlı bir denemeye dokuz fasulye çeşidinin bu patojenlere tepkisi belirlenmiştir. Çeşitlerin *F. oxysporum* ve *F. solani*'ye karşı reaksiyonları sırasıyla, hastalık şiddeti %28.8 ve %26.6 olan Dadfar kırmızı fasulyesi, %33.3 ve %28.8'i Sayad kırmızı fasulyesi, %35.5 ve %33.3'ü ile Koosha barbunya fasulyesi, %33.3 ve %33.3'ü ile Koosha barbunya 247 sırasıyla %40 ve %37.8 ile Pak beyaz fasulye %46.6 ve %46.7 ve barbunya 492 sırasıyla %48.8 ve %46.7 ile yarı duyarlı olarak gruplandırılmıştır. Hastalık şiddeti sırasıyla %64.4 ve %62.2 olan Saleh barbunya, %77.7 ve %80 olan Yaghot kırmızı fasulye ve %82.2 ve %86.7 olan Almas beyaz fasulyenin duyarlı olduğu belirlenmiştir. Pearson korelasyon analizi ayrıca kök uzunluğu, kökün taze ve kuru ağırlığı ile hastalık şiddeti arasında önemli bir negatif korelasyon olduğunu göstermiştir. Dadfar, Sayad, Koosha, White247, Pak ve 492'ye karşı İran fasulyesinin altı çeşidi bu hastalıklara karşı yarı duyarlı olarak bulunmuştur (Hesami ve ark., 2021).

Başka bir çalışmada, hastalıklı fasulye bitkilerinden besiyerine yapılan ekimlerden 15 fungus türüne ait toplam 221 adet izolat saflaştırılmıştır. Funguslardan %57.02'sinin 46 *Fusarium* cinsine ait olduğu saptanmıştır (Yeşil, 2007). Yücel ve Güncü (1994) ise Adana, Kahramanmaraş ve Antalya illerinde yürüttükleri surveylerde fasulye kök çürüklüğü ve solgunluk hastalığının yaygınlık oranlarını sırası ile %17.7-26.2, % 26.1- 18.5 ve % 3-3.6 olarak rapor edilmiştir. Bu hastalıklara neden olan yaygın *Fusarium* türleri ise *F. solani*, *F. oxysporum* ve *F. acuminatum* olarak bildirilmiştir.

Sonuç

Sonuç olarak, bu çalışma, Yedisu Horoz Fasulyesi ve diğer fasulye çeşitlerinin *F. solani*'ye karşı reaksiyonlarını karşılaştırmış ve özellikle Yakutiye, Noyanbey ve Çınarbey çeşitlerinin hastalığa karşı daha dayanıklı olduğunu

belirlemiştir. Elde edilen sonuçlar, özellikle hastalığın yoğun olarak görüldüğü bölgelerde dayanıklı fasulye çeşitlerinin tercih edilmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır. Çalışma sonuçları ışığında, özellikle hassas çeşitlerin yetiştiriciliğinde uygun kültürel önlemler ve entegre hastalık yönetimi stratejilerinin uygulanmasının önemi bir kez daha doğrulanmıştır. Gelecekte, bu çeşitlerin genetik temellerinin daha detaylı araştırılması ve dayanıklılığın artırılmasına yönelik ıslah çalışmalarının yapılması önerilmektedir.

Teşekkür

Makale, TÜBİTAK 2209/A tarafından desteklenen 1919B012313308 numaralı “Coğrafi İşaretli Yedisu Horoz Fasulyesi ve Yaygın Fasulye Çeşitlerinin Fusarium solani’ye Karşı Reaksiyonlarının Belirlenmesi” isimli proje kapsamında Umut KOCAATA tarafından yürütülen projeden üretilmiştir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Bu makaleyi hazırlayan yazarlar, araştırmaya ortak katkı sağlamıştır ve yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır. Projeye olan katkılarında dolayı Prof. Dr. Mehmet AYÇİÇEK’e teşekkür ederiz. Ayrıca projeye yardımlarından dolayı Yalçın KAN ve Umut GÜRLER’e teşekkür ederiz.

Kaynakça

- Abawi, G. S. and Pastor-Corrales, M. A. 1990. Root rots of beans in Latin America and Africa: Diagnosis, research methodologies, and management strategies (No. 35). CIAT.
- Akıncı, S. and Çalışkan, Ü. 2010. Kurşunun bazı yazlık sebzelerde tohum çimlenmesi ve tolerans düzeyleri üzerine etkisi. *Ekoloji*, 19(74): 164-172.
- Canpolat, S. ve Maden, S. 2020. Batı Karadeniz Bölgesi'nde fasulye tohumlarında mantar hastalıklarının belirlenmesi. *Plant Protection Bulletin*, 60(4): 75-84.
- Doğan, İ. ve Doğan, N. 2014. Çoklu karşılaştırma yöntemleri. Detay Yayıncılık, Ankara.
- Hesami, N., Darvishnia, M. and Bazgir, E. 2021. Reaction of nine bean cultivars to two Fusarium species. *Plant Pathology Science*, 10(2): 93-104. <https://doi.org/10.2982/PPS.10.2.93>
- Hollander, M. and Wolfe, D. A. 1973. Nonparametric statistical methods. John Wiley & Sons.
- Koçak, Ö. and Erper, İ. 2019. Determination of Fusarium species causing root rot and wilt and their pathogenicities in bean growing areas of Samsun province. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32(2): 135-140. <https://doi.org/10.29136/mediterranean.526328>
- Kruskal, W. H. and Wallis W. A. 1952. Use of ranks in one-criterion variance analysis *Journal of the American Statistical Association* 47(26):583–621.
- Leslie, J. F. and Summerell, B. A. 2008. The *Fusarium* laboratory manual. John Wiley & Sons.

- Mertoğlu, S. and Karaca, H. G. 2023. Fungi on bean seeds obtained from growers in Isparta province. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 36(1): 13-17.
- Mohammadi, S. and Atashpanjeh, M. 2022. Evaluating the reaction of different species of beans to *Macrophomina phaseolina*, *Rhizoctonia solani* and *Fusarium solani* in vitro. *Journal of Iranian Plant Protection Research*, 36(2): 141-151.
- Naseri, B. and Mousavi, S. S. 2015. Root rot pathogens in field soil, roots and seeds in relation to common bean (*Phaseolus vulgaris*), disease and seed production. *International Journal of Pest Management*, 61(1): 60-67. <https://doi.org/10.1080/09670874.2014.993001>
- Omar, A. I., Erkilic, A. and Mohammed, M. A. 2021. Determination of fungal pathogens causing root-rot on bean plants in bean production areas of Nevşehir province, Turkey. *The Journal of Turkish Phytopathology*, 50(1): 9-16.
- Palacioğlu, G., Cankara, B., Bayraktar, H. and G. Özer. 2019. Fasulyede *Rhizoctonia solani*'nin neden olduğu kök çürüklüğüne karşı tohumla bazı fungusit uygulamalarının etkinliği. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 5(1): 96-102. <https://doi.org/10.24180/ijaws.533240>
- Schneider, R. W., Hollier, C. A. and Sinclair, J. B. 2001. *Fusarium root rot*. In *Compendium of Bean Diseases* (pp. 23-24). APS Press.
- Summerell, B. A., Leslie, J. F., Liew, E. C. Y. and Laurence, M. H. 2003. *Fusarium: Paul Nelson memorial symposium*. APS Press.
- Şehirali, S. 1988. Yemeklik tane baklagiller. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları (No: 1089, Ders Kitabı: 314).
- Türkölmez, S. and Soylu, E. M. 2014. Antifungal efficacies of plant essential oils and main constituents against soil-borne fungal disease agents of bean. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 17(2): 203-211.
- Vural, C. and Soylu, S. 2012. Prevalence and incidence of fungal disease agents affecting bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants. *Research on Crops*, 13(2): 634-640.
- Yeşil, S. 2007. Konya ili fasulye ekim alanlarındaki fitopatolojik sorunların tespiti ve tanılanması (Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya).
- Yücel, S. ve Güncü, M. 1994. Akdeniz Bölgesi yemeklik baklagillerinde görülen fungal hastalıklar. *Bitki Koruma Bülteni*, 31: 19-30.