

## Soya Fasulyesi (*Glycine max*) Çeşitlerinin Soybean Mosaic Virus'a Dayanıklılık Durumlarının Belirlenmesi

Abdullah BALTACI<sup>1</sup> , İlyas DELİGÖZ<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Bölümü, Samsun, TÜRKİYE  
Sorumlu yazar: zmabdullah@gmail.com

Geliş Tarihi: 05.04.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 19.09.2024 Kabul Tarihi: 20.09.2024

### ÖZ

Soybean mosaic virus (SMV) soyanın en yaygın ve tahripkar viral patojenlerinden bir tanesidir. Virüsün kontrolünde dayanıklı çeşit kullanmak en etkili mücadele yöntemlerindedir. Bu çalışmada Türkiye'de tescil edilmiş olan 33 soya çeşidi 2023 yılında kontrollü koşullarda SMV'ye karşı test edilmiştir. Soya çeşitlerinin SMV'ye karşı reaksiyonlarının belirlenmesinde Samsun ilinde soya bitkisinden izole edilen SMV-STK izolatu kullanılmıştır. Her çeşide ait 10 soya bitkisi, virüs ile mekanik olarak inokule edilmiş ve inokulasyondan 21 gün sonra belirti oluşumuna göre bitkiler değerlendirilmiştir. Ayrıca bitkilerdeki virüs varlığı ya da yokluğu DAS-ELISA testi ile belirlenmiştir. Çalışma sonucunda 33 çeşitten 28 tanesi SMV ile sistemik olarak enfekteli hale gelmiş ve bu çeşitlerde DAS-ELISA (Double Antibody Sandwich Enzyme-linked Immunosorbent Assay) testi ile virüs tespit edilmiştir. Diğer yandan 5 çeşit SMV'ye karşı dayanıklı olarak bulunmuş ve dayanıklılık durumları DAS-ELISA testi ile doğrulanmıştır. Bu çalışmada SMV'ye dayanıklı olarak belirlenen çeşitler, Türkiye'de SMV'nin sorun olduğu soya üretim alanlarında önerilebilir.

**Anahtar kelimeler:** Dayanıklılık, SMV, Soya, DAS-ELISA

## Evaluation of Soybean (*Glycine max*) Cultivars for Resistance to Soybean Mosaic Virus

### ABSTRACT

Soybean mosaic virus (SMV) is one of the most prevalent and devastating viral pathogens of soybean worldwide. The use of resistant varieties is one of the most effective ways for virus control. In this study, 33 soybean cultivars registered in Türkiye were tested to SMV under controlled conditions in 2023. A local isolate SMV-STK isolated from a soybean plant in Samsun province of Türkiye was used to assess the reaction of soybean cultivars to SMV. Ten young seedlings of each cultivar were mechanically inoculated with the virus, and the plants were evaluated according to symptomatic appearance of virus infection 21 days after inoculation. Also, virus presence or absence was confirmed by double antibody sandwich enzyme-linked immunosorbent assay (DAS-ELISA). As a result of this study, 28 of 33 cultivars tested became systemically infected with SMV, and the virus was detected in these plants. On the other hand, 5 cultivars were found to be resistant to SMV, and their resistance was confirmed by DAS-ELISA. The resistant cultivars identified in this study can be recommended in soybean growing areas of Türkiye where SMV is a problem.

**Key words:** Resistance, SMV, Soybean, DAS-ELISA

### GİRİŞ

*Fabaceae* familyasına dahil olan soya (*Glycine max* L.), içerdiği besinler bakımından insan ve hayvan beslenmesinde kullanılmasının yanı sıra sanayide ham madde olarak kullanılabilen önemli bir tarım ürünüdür (Öztürk ve ark. 2021). Soya tohumlarında %18-22 oranında yağ, %40-48 oranında protein ve % 26 oranında ise

karbonhidrat bulunmaktadır (Arioğlu, 2007). Dünya soya üretiminde ilk sırada 134.799.179 ton üretim miktarı ile Brezilya yer alırken ikinci sırada Amerika Birleşik Devletleri (ABD) bulunmaktadır. Türkiye ise 182.000 ton üretim miktarı ile 33. sırada yer almaktadır (FAO,2021).

Soya üretim alanlarında verim ve kaliteyi düşüren en az 50 virüs hastalığı tespit edilmiştir (Tolin ve Lacy, 2004; Hill ve Whitham, 2014; Anderson ve ark., 2017). Bu virüsler içerisinde Soybean mosaic virus (SMV) soya üretim alanlarında yaygın olarak görülen en tahripkar viral etmendir (Hill ve Whitham, 2014; Widayarsi ve ark., 2020). *Potyviriidae* familyası, *Potyvirus* cinsine dahil olan SMV, tek sarmal pozitif duyarlı, esnek çubuk şeklinde, 650-700 nm uzunluğunda, 15-18 nm çapında RNA'ya sahiptir (Eggenberger, 1989; Brunt ve ark. 1996). Tohum ve yaklaşık 32 yaprak biti türü ile non-persistent olarak taşınabilen virüsün konukçu çevresi dar olup, *Fabaceae*, *Amaranthaceae*, *Chenopodiaceae*, *Passifloraceae*, *Schrophulariaceae* ve *Solanaceae* olmak üzere altı bitki familyası ile sınırlıdır. SMV, genel olarak *Glycine soja* (yabani soya) ve *Glycine max* (kültüre alınmış soya) türlerini enfekte etmektedir (Hill ve Whitham, 2014; Hajimorad ve ark., 2018).

SMV dünya genelinde yaygın bir virüs olup Çin, Brezilya, Kanada, Japonya, Güney Kore ve ABD gibi soya üretimi yapılan tüm ülkelerde belirlenmiştir (Cho ve Goodman, 1979; Li ve ark., 2010; Li ve ark. 2015; Jezewska ve ark., 2015). Virüs Türkiye'de ilk olarak 1989 yılında Ege Bölgesi'nde belirlenmiş daha sonra Samsun ilinde SMV'nin varlığı ortaya konulmuştur (Fidan ve Yorgancı, 1989; Deligöz ve Şevik, 2018). SMV'nin soyada oluşturduğu belirtiler konukçu çeşidine, virüs ırkına, enfeksiyon zamanına ve çevre koşullarına göre farklılık göstermektedir. SMV ile enfekteli soya bitkilerinde genel olarak bodurluk, kloroz, yapraklarda mozaik, damarlarda renk açılması, damar nekrozu ve yapraklarda şekil bozukluğu şeklinde belirtiler ortaya çıkmaktadır (Hill, 1999; Nandakishor ve ark., 2017). SMV enfeksiyonunun soya veriminde neden olduğu kayıp, yetiştirilen soyanın genotipine ve SMV'nin ırkına bağlı olarak %90'a kadar ulaşabilmektedir. SMV'nin yalnızca ABD'de yıllık 4 milyar dolarlık verim kaybına neden olduğu bildirilmiştir (Belkhadir ve ark., 2004).

SMV izolatları farklı ırk ayırım çeşitlerinde verdikleri reaksiyonlar baz alınarak ülkelere göre farklı şekilde sınıflandırılmakta olup, Japonya'da 5 (A-E), Güney Kore'de 11 (G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7, SMV-N, G5H, G7a ve G7H), Çin'de 22 (SC1-SC22), ABD'de ise 7 ırk (G1-G7) tanımlanmıştır (Usovsky ve ark., 2022).

SMV'nin mücadelesinde vektör afid türlerinin kontrolü ve virüsten ari tohum kullanımı önemli bir yer tutmaktadır. Bununla birlikte dayanıklı çeşit kullanımı mücadelede en etkili ve pratik yol olarak karşımıza çıkmaktadır (Chen ve Choi, 2008; Shi ve ark., 2009). Bugüne kadar SMV'ye dayanıklılıkta rol oynayan dört farklı lokus (*Rsv1*, *Rsv3*, *Rsv4* ve *Rsv5*) tanımlanmıştır (Kiihl ve Hartwig, 1979; Buzzel ve Tu, 1989; Buss ve ark., 1997; Klepadlo ve ark., 2017). Bu lokuslar içerisinde *Rsv1* farklı allellere sahip olup her allel farklı ırklara karşı (G1, G2, G3, G4, G5 ve G6) dayanıklılığı sağlamaktadır (Shi ve ark., 2009). *Rsv3*, ırka spesifik bir gen olup G5, G6, G7 ve G5H ırklarına dayanıklılığı sağlarken (Tran ve ark., 2018) *Rsv4* geni ise G1, G2, G3, G4, G5, G6 ve G7 ırklarına dayanıklılığı sağlamaktadır (Gündüz ve ark., 2004).

Türkiye'de kamu araştırma enstitüleri, üniversite ve özel sektör kuruluşlarında soya ıslah çalışmaları yürütülmekte ve bu çalışmalar sonucunda farklı soya çeşitleri geliştirilmektedir. Bugüne kadar Türkiye'de 47 adet soya çeşidi tescil ettirilmiştir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024). Buna karşın ülkemizdeki soya çeşitlerinin SMV'ye karşı dayanıklılık durumları ile ilgili herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Bu çalışmada Türkiye'de tescil edilmiş olan bazı soya çeşitlerinin SMV'ye karşı dayanıklılık durumlarının araştırılması amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve METOT

### Soya çeşitlerinin temini

SMV'ye dayanıklılık testlerinde Türkiye'de tescil edilmiş olan 33 adet ticari soya çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada hassas kontrol olarak Williams, dayanıklı kontrol olarak ise Peking soya çeşidi çeşitleri kullanılmıştır (Çizelge 1).

Ticari soya çeşitleri Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden, Williams ve Peking kontrol çeşitleri ise USDA-ARS (United States Department of Agriculture-Agricultural Research Service, ABD)'den temin edilmiştir.

### SMV izolatu

Çalışmada Samsun ilinde soya bitkisinden izole edilen SMV-STk izolatu kullanılmıştır. Virüs izolatu Williams soya çeşidinde çoğaltılarak muhafaza edilmiştir.

### Soya çeşitlerinin yetiştirilmesi ve virüs inokülasyonu

Soya çeşitlerine ait tohumlar; 3:1:1 oranında torf, perlit, kum karışımı ile doldurulmuş olan 10 cm çapındaki saksılara on tekerrürlü olacak şekilde ekilmiştir. Soya bitkileri 2-4 yaprak döneme geldiğinde mekanik inokülasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Mekanik inokülasyon işlemi için 0.01M Potasyum fosfat tampon buffer

(ph:7.0) kullanılmıştır. Virüs ile enfekteli soya yaprakları, 1gr yaprak/10 ml buffer olacak şekilde havan içerisinde homojenize edilmiş, daha sonra inokulum 400 meshlik karborandum tozu dökülen soya çeşitlerine ait bitkilerin kotiledon ve gerçek yapraklarına mekanik olarak inokule edilmiştir (Chen ve ark., 2004). Her çeşide ait birer bitki kontrol olarak ayrılmış ve bu bitkiler yalnızca buffer ile inokule edilmiştir. İnokulasyon sonrası 5 dakika beklendikten sonra inokule edilen yapraklar çeşme suyu altında yıkanmıştır. Daha sonra soya bitkileri 24°C ve 12 saat fotoperiyoda ayarlı iklim odasına konulmuştur.

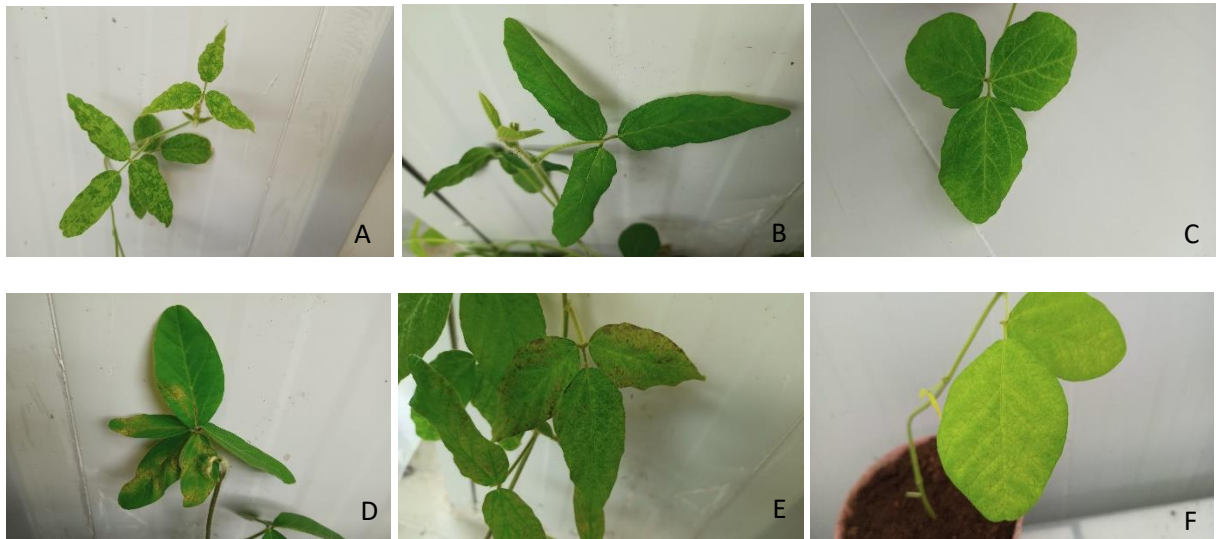
İnokulasyon sonrası bitkiler 3 hafta süre ile gözlemlenmiş ve oluşan belirtiler kayıt edilmiştir. Ayrıca, bitkiler inokulasyondan 21 gün sonra double antibody sandwich enzyme-linked immunosorbent assay (DAS-ELISA) yöntemi (Clark ve Adams, 1977) ile test edilmiştir. Sistemik belirti gösteren ve DAS-ELISA sonucu pozitif olan bitkiler hassas (H), sistemik belirti göstermeyen ve DAS-ELISA sonucu negatif olan bitkiler ise dayanıklı (D) olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge1. Çalışmada kullanılan soya çeşitleri.

Sıra No	Çeşit İsimleri	Sıra No	Çeşit İsimleri	Sıra No	Çeşit İsimleri
1	Adasoy	12	Cinsoy	23	Mona
2	Adel	13	Erensoy	24	Nazlıcan
3	Agroyal	14	Gapsoy16	25	Pınar
4	Altınay	15	Göksoy	26	Planet
5	Alya	16	İlksoy	27	Racer
6	ANP-2018	17	Kocatürk	28	SA-88
7	Arısoy	18	Kristal22	29	Safir
8	Asya	19	Lena	30	Samsoy
9	Ataem-7	20	Lider	31	Traksoy
10	Atakişi	21	Mersoy	32	Umut 2002
11	Atlas 3616	22	Mitchel	33	Yeşilsoy

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmada 33 adet ticari soya çeşidi SMV'ye karşı test edilmiş ve çeşitlerin dayanıklılık durumları araştırılmıştır. SMV-STk izolatu ile inokulasyon sonrasında 28 soya çeşidinde (Adasoy, Adel, Agroyal, Altınay, Alya, Arısoy, Asya, Ataem-7, Atakişi, Atlas 3616, Cinsoy, Gapsoy16, Göksoy, İlksoy, Kocatürk, Lena, Lider, Mersoy, Mitchel, Mona, Pınar, Planet, Racer, SA-88, Safir, Traksoy, Umut 2002, Yeşilsoy) sistemik belirtiler oluşmuş, belirtilerin daha çok yapraklarda mozayik, kabarık beneklenme, nekrotik lekeler, damar nekrozu, şekil bozukluğu ve kloroz şeklinde olduğu görülmüştür (Şekil 1).



Şekil 1. SMV ile inokule edilen soya çeşitlerinde gözlemlenen belirtiler.

A) Göksoy çeşidinin yapraklarında oluşan mozayik, kabarıklık beneklenme ve şekil bozukluğu, B) Adasoy çeşidinin yapraklarında kıvrılma belirtisi, C) Mersoy çeşidinin yapraklarında meydana gelen mozayik lekeler, D) Altınay çeşidinin yaprak damarlarında ortaya çıkan nekroz, E) Agroyal çeşidinin yapraklarında meydana gelen nekrotik lekeler, F) Safir çeşidinde yaprak klorozu

Gözlemlenen belirtiler daha önce yapılan farklı çalışmalar ile (Ma ve ark., 2003; Chen ve ark., 2004; Jeong ve ark., 2005; Wang ve ark., 2006) paralellik göstermiştir. Bu çeşitlere uygulanan DAS-ELISA testi sonucunda çeşitlerin tamamında pozitif sonuç alınmış ve sözü edilen çeşitlerin SMV'ye hassas olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. SMV ile inoküle edilen soya çeşitlerinin dayanıklılık durumları.

Çeşit İsimleri	Belirtiler	DAS-ELISA	Reaksiyon
Adasoy	M, Şb, Yk	P	H
Adel	M, Şb	P	H
Agroyal	M, Şb, NI	P	H
Altınay	M, Dn	P	H
Alya	M, NI	P	H
ANP-2018	Sy	N	D
Arısoy	M	P	H
Asya	M	P	H
Ataem-7	M	P	H
Atakişi	M	P	H
Atlas 3616	M, Dn	P	H
Cinsoy	M, Dn	P	H
Erensoy	Sy	N	D
Gapsoy16	M, Klo	P	H
Göksoy	M, Şb, Yk, Kb	P	H
İlksoy	M, NI, Klo	P	H
Kocatürk	M, Kb	P	H
Kristal22	Sy	N	D
Lena	M, Klo	P	H
Lider	M, NI	P	H
Mersoy	M, Şb, NI	P	H
Mitchel	M	P	H
Mona	M, Kb, NI	P	H
Nazlıcan	Sy	N	D
Pınar	M, Kb, Klo	P	H
Planet	M	P	H
Racer	M	P	H
SA-88	M, Klo	P	H
Safir	M, Klo	P	H
Samsoy	Sy	N	D
Traksoy	M, NI	P	H
Umut 2002	M	P	H
Yeşilsoy	M	P	H
Williams (Hassas Kontrol )	M, Klo	P	H
Peking (Dayanıklı Kontrol)	Sy	N	D

\*M: Mozayik, Şb: Şekil bozukluğu, Yk: Yaprak kıvrılması, NI: Nekrotik lekeler, Dn: Damar nekrozu, Sy: Simptom yok, Klo: Kloroz, Kb: Kabarıklık beneklenme, N: Negatif, P: Pozitif, H: hassas, D: dayanıklı

Beş soya çeşidi (ANP-2018, Erensoy, Kristal22, Nazlıcan ve Samsoy) ise SMV ile inokulasyon sonucunda herhangi bir belirti oluşturmamış DAS-ELISA testi sonuçları ise negatif elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar 5 soya çeşidinin SMV-STk izolatına karşı dayanıklı olduğunu göstermiştir (Çizelge 2). Çalışmada hassas kontrol olarak kullanılan Williams çeşidinde virüs inokulasyonu sonrasında yapraklarda mozayik lekeler ve kloroz şeklinde belirtiler görülmüştür. Dayanıklı kontrol Peking çeşidinde ise inokulasyon sonrası yapılan gözlemlerde herhangi bir belirti oluşmamıştır. Bu çeşitlere uygulanan DAS-ELISA testi ile Williams çeşidinde pozitif, Peking çeşidinde ise negatif sonuç elde edilmiştir.

Bugüne kadar Türkiye'deki soya çeşitlerinin SMV'ye karşı dayanıklılık durumları ile ilgili herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Ancak farklı ülkelerde soya çeşitlerinin SMV'ye karşı dayanıklılık durumlarının belirlenmesi amacı ile yapılmış çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalarda Wang ve ark., (2005) ABD'de 52 soya fasülyesi hattını SMV'ye karşı test etmiş ve yedi hattın SMV'nin G1 ırkına karşı, 16 hattın ise G5 ırkına karşı dayanıklı olduğunu belirlemişlerdir. Wang ve ark., (2006) 850 adet soya çeşit ve çeşit adaylarını SMV'nin G1 ve G5 ırklarına karşı test ettikleri bir çalışmada 850 soya çeşidinin 13 tanesinin SMV'nin G1 ırkına karşı 57 tanesinin ise G5 ırkına karşı dayanıklı olduğunu belirlemişler, her iki ırka birden dayanıklı çeşit olmadığını bildirmişlerdir. Shakiba ve ark. (2012), ABD'de 303 soya fasülyesi çeşidini SMV'nin 6 ırkına (G1, G2, G3, G5, G6, G7) karşı test etmiş, 189 çeşidin 6 ırka da dayanıklı olduğunu, üç çeşidin ise G1, G2, G3, G5 ve G6 ırklarına dayanıklı G7 ırkına ise hassas olduğunu ortaya koymuşlardır.

Bizim çalışmamız Türkiye'de tescil ettirilmiş olan 33 soya çeşidinin büyük bir bölümünün (%85) SMV'ye karşı hassas olduğunu ortaya koymuştur. Bu sonuçlar soya çeşitlerinin geliştirilmesi aşamasında SMV'ye dayanıklılık özelliğinin büyük oranda göz ardı edildiğini göstermektedir. SMV, soya yetiştirilen hemen hemen her alanda yaygın olarak görülen ve önemli ürün kayıplarına yol açabilen bir virüstür (Widyasari ve ark., 2020). Etmenin yüksek oranda tohumla taşınabilmesi ve ilk enfeksiyonun genellikle tohum kökenli olması nedeni ile dayanıklı çeşit kullanımı etmenin mücadelesinde anahtar rol oynamaktadır (Shi ve ark., 2009; Bashar, 2015). Türkiye'de soya ıslah çalışmalarında geliştirilen hatların SMV'ye dayanıklılık açısından da değerlendirilerek virüse dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi SMV ile daha etkin mücadele edilmesine katkı sağlayacaktır. Bununla birlikte çalışmada yalnızca beş soya çeşidi (ANP-2018, Erensoy, Kristal22, Nazlıcan ve Samsoy) SMV-STk izolatına karşı dayanıklı olarak bulunmuştur. SMV-STk izolatu Samsun ilinde soya bitkisinden izole edilmiş olup, izolatu ırk düzeyinde ayırımı yapılmamıştır. Soya çeşitlerinin SMV'ye karşı reaksiyonları sahip oldukları dayanıklılık/hasaslık genlerine ve dayanıklılık testlerinde kullanılan ırklara göre farklı olmaktadır (Chen ve ark., 2004; Shi ve ark., 2013). Çalışmada hassas olarak belirlenen çeşitlerin SMV'nin bazı ırklarına karşı dayanıklı olması, hassas olarak belirlenen çeşitlerin ise bazı ırklara karşı dayanıklı olması muhtemeldir. Bizim bilgilerimize göre bu çalışma, Türkiye'de soya çeşitlerinin SMV'ye karşı dayanıklılık durumlarının belirlendiği ilk çalışmadır.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada SMV'nin STk izolatına karşı test edilen 33 soya çeşidinin beş tanesinin virüse karşı dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Virüsün yüksek oranda tohumla taşınabilmesi nedeni ile mücadelede temiz tohum kullanmak önem arz etmektedir. Bununla birlikte mücadelede en etkili yol dayanıklı çeşitlerin kullanımı ile sağlanabilmektedir. Dayanıklı olarak belirlenen çeşitler Türkiye'deki soya üreticilerine önerilebilir ve soyada dayanıklılık ıslahı çalışmalarında gen kaynağı olarak kullanılabilir. Bununla birlikte, Türkiye'deki SMV ırklarının varlığı ve dayanıklı olarak belirlenen çeşitlerin taşıdığı genler ile ilgili detaylı çalışmaların yapılmasına ihtiyaç vardır.


**Teşekkür:** Bu çalışma, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından desteklenmiştir. Soya çeşitlerinin temin edilmesindeki katkılarından dolayı Seyit Ahmet EROL'a teşekkür ederiz.

**Çıkar Çatışması Beyanı:** Yazarlar olarak makalenin planlanması, yürütülmesi ve yazılması konusunda herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederiz.

**Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti:** Yazarlar makalenin hazırlanmasında eşit oranda katkı sağlamıştır.

## YAZAR ORCID NUMARALARI

Abdullah BALTACI  <http://orcid.org/0000-0002-0309-5215>

İlyas DELİGÖZ  <http://orcid.org/0000-0003-3646-300X>

## KAYNAKLAR

- Anderson N.R., Irizarry M.D., Bloomingdale C.A., Smith D.L., Bradley C.A., Delaney D.P., Kleczewski N.M., Sikora E.J., Mueller D.S. ve Wise K.A. 2017. Effect of soybean vein necrosis on yield and seed quality of soybean. *Canadian Journal of Plant Pathology* 39: 334–341.
- Arioğlu, H. 2007. Yağ Bitkileri Yetiştirme ve Islahı. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:220. Ders Kitapları Yayın No: A-70, Adana, 204 s.
- Bashar, T. 2015. Characterization of seed transmission of Soybean mosaic virus in soybean. The University of Western Ontario (Canada).
- Belkhadir Y., Subramaniam R. ve Dangl J.L. 2004. Plant disease resistance protein signaling: NBS-LRR proteins and their partners. *Current Opinion Plant Biology*, 7(4): 391–399.
- Brunt, A.A., Crabtree, K., Dallwitz, M.J., Gibbs, A.J. ve Watson, L. 1996. Viruses of plants descriptions and lists from the VIDE Database; CAB International: Wallingford, UK. 1484 s.
- Buss, G.R., Ma, G., Chen, P. ve Tolin, S.A. 1997. Registration of V94-5152 soybean germplasm resistant to Soybean mosaic potyvirus. *Crop Science*, 37:1987–1988.
- Buzzell, R.I. ve Tu, J.C. 1989. Inheritance of a soybean stem-tip necrosis reaction to Soybean mosaic virus. *Journal of Heredity*, 80: 400–401.
- Clark M.F. ve Adams A.N. 1977. Characteristics of the microplate method of enzyme linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. *Journal of General Virology*, 34(3): 475-483.
- Chen, P., Buss, G.R. ve Tolin, S.A. 2004. Reaction of soybean to single and double inoculation with different Soybean mosaic virus strains. *Crop Protection*, 23(10): 965-971.
- Chen, P.Y. ve Choi, C.W. 2008. Soybean mosaic virus. "Alınmıştır: *Characterization, Diagnosis & Management of Plant Viruses*, 1:389-422.
- Cho, E.K. ve Goodman, R.M. 1979. Strains of soybean mosaic virus: classification based on virulence in resistant soybean cultivars. *Phytopathology*, 69(5): 467-470.
- Deligoz, I. ve Sevik, M.A. 2018. Soybean mosaic virus and Cucumber mosaic virus infections on soybean in Samsun province of Turkey. International Congress on Engineering and Life Sciences, 26-29 April, 2018, Kastamonu.
- Eggenberger, A.L., Stark, D.M. ve Beachy, R.N. 1989. The nucleotide sequence of a soybean mosaic virus coat protein-coding region and its expression in *Escherichia coli*, *Agrobacterium tumefaciens*, and tobacco callus. *Journal of General Virology*, 70(7): 1853-1860.
- FAO, 2021. Food and Agriculture Organization of The United Nations <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> Erişim Tarihi:19.03.2024.
- Fidan U. ve Yorgancı U. 1989. Investigations on the detection and seed transmission of the virus diseases occurring on the pulse crops in Aegean Region. I. The identification of viruses infecting pulse crops in Aegean Region. *Journal of Turkish Phytopathology*, 18: 93-105.
- Gunduz, I., Buss, G.R., Chen, P. ve Tolin, S.A. 2004. Genetic and phenotypic analysis of Soybean mosaic virus resistance in PI 88788 soybean. *Phytopathology*, 94: 687–692.
- Hajimorad M.R., Domier L.L., Tolin S.A., Whitham S.A. ve Saghai Maroof M.A. 2018. Soybean mosaic virus: a successful potyvirus with a wide distribution but restricted natural host range. *Molecular Plant Pathology*, 19(7): 1563-1579.
- Hill, J.H. 1999. *Soybean mosaic*. In: Hartman, G.L., Sinclair, J.B., Rupe, J.C. (Eds.), Compendium of Soybean Diseases, 4th Edition. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, 70–71 s.
- Hill, J.H., Whitham S.A., 2014. Control of virus diseases in soybeans. *In Advances in Virus Research*, 90: 355–390.
- Jeong, R. D., Lim, W.S., Kwon, S.W. ve Kim, K.H. 2005. Identification of Glycine max genes expressed in response to Soybean mosaic virus infection. *Plant Pathology*, 21: 47-54.
- Jezewska, M., Trzmiel, K., Zarzynska-Nowak, A. ve Lewandowska, M. 2015. Identification of soybean mosaic virus in Poland. *Journal of Plant Pathology*, 97(2): 357-362.
- Kiihl, R.A.S. ve Hartwig, E.E. 1979. Inheritance of reaction to soybean mosaic virus in soybeans. *Crop Science*, 19: 372–375.
- Klepadlo, M., Chen, P., Shi, A., Mason, R.E., Korth, K.L. ve Srivastava, V. 2017. Single nucleotide polymorphism markers for rapid detection of the Rsv4 locus for Soybean mosaic virus resistance in diverse germplasm. *Molecular Breeding*, 37: 10–21.
- Li, K., Yang, Q.H., Zhi, H.J. ve Gai, J.Y. 2010. Identification and distribution of Soybean mosaic virus strains in Southern China. *Plant Disease*, 94: 351–357.
- Li, M., Seo, E.Y., Cho, S., Kim, J., Chung, J., Lim, H.L., Gotoh, T., Hammond, J. ve Lim, H.S.A. 2015. A 2014 Nation wide survey of the distribution of Soybean mosaic virus (SMV), Soybean yellow mottle mosaic virus (SYMMV), and Soybean yellow common mosaic virus (SYCMV) major viruses in South Korean soybean

- fields, and changes from 2012 isolate prevalence. *Journal of The Faculty Agriculture Kyushu University*, 60: 339–347.
- Ma, G., Chen, P., Buss, G.R. ve Tolin, S.A. 2003. Genetic study of a lethal necrosis to soybean mosaic virus in PI 507389 soybean. *Journal of Heredity*, 94(3): 205-211.
- Nandakishor, H.V., Praful Kumar ve Mane, S.S. 2017. Symptomatology studies of Soybean mosaic disease. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 6(4): 870-875.
- Öztürk, F., Kızılgeçi, F. ve Eliçin, A. 2021. Şırnak ili koşullarında soya bitkisinin II. ürün olarak yetiştirilebilme olanaklarının araştırılması. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 10 (1): 190-198.
- Shakiba, E., Chen, P., Gergerich, R., Li, S., Dombek, D., Brye, K. ve Shi, A. 2012. Reactions of commercial soybean cultivars from the Mid South to Soybean mosaic virus. *Crop science*, 52(5): 1990-1997.
- Shi, A., Chen, P., Li, D., Zheng, C., Zhang, B. ve Hou, A. 2009. Pyramiding multiple genes for resistance to Soybean mosaic virus in soybean using molecular markers. *Molecular Breeding*, 23: 113–124.
- Shi, A., Chen, P., Vierling, R., Li, D. ve Zheng, C. 2013. Identification of Soybean mosaic virus resistance alleles in Jindou 1 soybean. *Euphytica*, 192: 181-187.
- Tarım ve Orman Bakanlığı verileri 2024. <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=85> (Erişim Tarihi:19.03.2024)
- Tolin, S.A. ve Lacy, G.H. 2004. Viral, bacterial, and phytoplasmal diseases of soybean. “Alınmıştır: Soybeans: Improvement, Production, and Uses, 16: 765-819.
- Tran, P.T., Widiasari, K., Seo, J.K. ve Kim, K.H. 2018. Isolation and validation of a candidate Rsv3 gene from a soybean genotype that confers strain-specific resistance to soybean mosaic virus. *Virology*, 513: 153–159.
- Usovsky, M., Chen, P., Li, D., Wang, A., Shi, A., Zheng, C., Shakiba, E., Lee, D., Vieira, C.C., Lee, Y.C., Wu, C., Cervantez, I. ve Dong D. 2022. Decades of genetic research on Soybean mosaic virus resistance in soybean. *Viruses*, 14(6): 1122.
- Wang, Y., Hobbs, H.A., Hill, C.B., Domier, L.L., Hartman, G.L. ve Nelson, R.L. 2005. Evaluation of ancestral lines of US soybean cultivars for resistance to four soybean viruses. *Crop science*, 45(2): 639-644.
- Wang, Y., Hobbs, H.A., Bowen, C.R., Bernard, R.L., Hill, C.B., Haudenschild, J.S., Domier, L.L. ve Hartman, G.L. 2006. Evaluation of soybean cultivars, ‘Williams’ isogenic lines, and other selected soybean lines for resistance to two Soybean mosaic virus strains. *Crop science*, 46(6): 2649-2653.
- Widiasari, K., Alazem, M. ve Kim, K.H. 2020. Soybean resistance to soybean mosaic virus. *Plants*, 9(2): 219.