

Maş fasulyesi (*Vigna radiata* L.) tohumlarında fasulye adi mozayik virüsü'nün serolojik ve moleküler yöntemler ile belirlenmesi

Handan ÇULAL KILIÇ^{1*}, Ruziye KARAMAN², Aygün DEMİRKURT¹, Şevket DALOĞLU¹

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Isparta

²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölüm, Isparta

Alınış tarihi: 14 Haziran 2021, Kabul tarihi: 5 Nisan 2022

Sorumlu yazar: Handan ÇULAL KILIÇ, e-posta: handankilic@isparta.edu.tr

Öz

Amaç: Bu çalışmada, maş fasulyesi tohumlarında Fasulye adi mozayik virüsü (*Bean common mosaic virus*; BCMV)'nün moleküler ve serolojik yöntemler ile ortaya konulması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem: : Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü'nden temin edilen 100 adet maş fasulyesi tohumu ile çalışma yürütülmüştür. Tohum örneklerinde BCMV'nin tanınması DAS-ELISA (Double Antibody Sandwich Enzyme Linked Immunosorbent Assay) ve RT-PCR (Reverse Transcriptase Polymerase Chain Reaction) test yöntemleri kullanılarak yapılmıştır.

Araştırma Bulguları DAS-ELISA sonuçlarına göre; tohum örneklerinde BCMV'nin bulunma oranı %9 olarak belirlenmiştir. RT-PCR çalışmalarında BCMV ile enfekteli 9 tohum örneği kullanılmıştır. RT-PCR testinde BCMV kılıf protein genine spesifik primer çiftleri kullanılarak yaklaşık 850 bç'lik bir kısım amplifiye edilmiş ve UV görüntüleme beklenen seviyede bant elde edilmiştir.

Sonuç: Çalışma sonucunda ülkemizde ilk kez maş fasulyesi tohumlarında BCMV'nin tanınması yapılmıştır.

Anahtar kelimeler: Maş fasulyesi, Fasulye adi mozayik virüsü, DAS-ELISA, RT-PCR

Determination of bean common mosaic virus in mung bean (*Vigna radiata* L.) seeds by serological and molecular methods

Abstract

Objective: In this study, it has been aimed to determine the status of *Bean common mosaic virus*

(BCMV) in mung bean seeds by serological and molecular methods.

Materials and Methods: Totally 100 mung bean seed samples from provided Isparta University of Applied Sciences, Agriculture Faculty, Department of Field Crops were used as materials in the study. BCMV was detected in seed samples by Double Antibody Sandwich Enzyme Linked Immunosorbent Assay (DAS-ELISA) and Reverse Transcriptase Polymerase Chain Reaction (RT-PCR) methods.

Results: results showed that BCMV was determined as 9%. Infected 9 seed samples were used for RT-PCR studies. RT-PCR test showed that bands about 850 bp were amplified from samples using primers specific for coat protein gene (CP) of BCMV and the band at the expected level was obtained in UV imaging.

Conclusion: The results showed the presence of BCMV for first time in mung bean seeds in Turkey.

Keywords: Mung bean, *Bean common mosaic virus*, DAS-ELISA, RT-PCR

Giriş

Beslenme sorunlarının çözümü için doğal kaynakların korunması ve ürün yelpazesinin genişletilmesi büyük önem taşımaktadır. Baklagiller oldukça geniş adaptasyon yeteneğine sahip bitkilerdir. Ayrıca tanelerinin protein, nişasta, vitamin ve mineral madde içeriği bakımından zengin olması bu bitkileri daha da önemli hale getirmektedir (Karasu ve Öz, 2008).

Ülkemizde yemeklik baklagilleden fasulye, nohut, mercimek, börülce, bakla ve bezelyenin tarımı yapılmaktadır. Bu türlerden yeşil maş fasulyesi (*Vigna radiata* L.) meş fasulyesi, cin börülce ve maş

ülübüsü gibi farklı isimlerle anılmaktadır (Dalkılıç, 2010). Maş fasulyesi dünyada ilk olarak Hindistan ve Kuzey Afrika'da yetiştirilmiştir (Anonymous, 1981). Günümüzde Hindistan, Çin, Myanmar ve Endonezya'da yoğun olarak yetiştirilmektedir (Das ve ark., 2018). Maş fasulyesi, yemeklik dane ve sebze olarak kullanılabilirdiği gibi hayvan yemi ile yeşil gübre olarak da kullanılmaktadır. (Çiftçi, 2004). Dünyada yemeklik baklagiller içerisinde en fazla ekim alanı ve üretim miktarına sahip olan cins kuru fasulye iken dünyada en fazla tanesi yenen fasulye türü maş fasulyesidir. Son yıllarda dünyada ve ülkemizde maş fasulyesinin yaygınlaştırılması ile ilgili çalışmalar hız kazanmıştır (Karaman, 2019).

Maş fasulyesi de diğer baklagillerde olduğu gibi abiyotik ve biyotik hastalık etmenlerinden önemli oranda etkilenmektedir (Grewal, 1988). Maş fasulyesi üretim alanlarında bu biyotik hastalık etmenleri içerisinde virüslerin neden olduğu ürün kaybı zaman zaman ciddi boyutlara ulaşmaktadır. BCMV, Urd fasulyesi yaprak kırışıklık virüsü (*Urdbean leaf crinkle*; ULCV), Maş fasulyesi sarı mozayik virüsü (*Mungbean yellow mosaic virus*; MYMV) ve Maş fasulyesi yaprak kıvrıcıklık virüsü (*Mungbean leaf curl virus*; MLCV) maş fasulyesinin üretim alanlarında görülen önemli virüslerdir (Singh ve ark., 2018). Günümüzde dünya çapında ve ülkemizde bu virüsler içinde BCMV fasulye üretim alanlarında oldukça yaygındır (Güzel ve Arlı-Sökmen 2003; Deligöz ve Arlı-Sökmen 2008; Petrović ve ark., 2010; Çulal-Kılıç ve ark., 2015; Saraçoğlu ve Erkan 2016; Usta ve Güler, 2020). BCMV, *Potyviriidae* familyası ve *Potyvirus* cinsinde yer alıp, linear tek sarmal RNA genomu içermekte ve esnek çubuk şeklinde partikül yapısına sahiptir (Drijfhout ve Bos, 1977). BCMV; tohum, yaprak bitleri ve mekaniksel olarak yayılmaktadır.

BCMV enfeksiyonu ilk kez Kaiser ve ark. (1972) tarafından maş fasulyesinde İran'da tespit edilmiştir. Amerika Birleşik Devletleri'nde de 1994 yılında fasulye bitkilerinde ilk defa rapor edilmiştir (Drijfhout, 1994).

BCMV, maş fasulyesi yapraklarında düzensiz parlak yeşil lekelere, mozayik semptomlarına, yapraklarda kıvrılmaya ve yaprak ayası büyüklüğünde azalmaya sebep olmaktadır. Zamanla yapraklar pürüzlü ve kırılğan bir hal almaktadır. Enfekteli bitkilerde cüceleşme ve aşırı dallanma semptomları görülmektedir (Talens ve Talens, 1978; Singh ve ark., 2018).

Bitkilerin viral hastalıklardan korunma çalışmalarında ilk olarak etmenin teşhisinin doğru bir şekilde yapılması oldukça önemlidir. Virüs hastalıklarının tanınması ile ilgili çalışmalarda sadece gözlemsel olarak teşhis yapmaya çalışmanın bazı sakıncaları olabilir. Bu yüzden semptomatolojik çalışmaların mutlaka laboratuvarında yapılarak serolojik, biyolojik veya moleküler yöntemlerle teyit edilmesi gerekmektedir.

Ülkemizde maş fasulyesindeki virüslerin teşhisi konusunda herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Bu çalışma ülkemizde ilk çalışma olma niteliğindedir. Maş fasulyesi tohumlarında BCMV'nin varlığının serolojik ve moleküler olarak ilk defa ortaya konulduğu bu araştırmanın sonuçları daha sonraki çalışmalara ışık tutacaktır.

Materyal ve Yöntem

Örnek Temini ve Hazırlanması

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü'nden temin edilen maş fasulyesi tohumları (Antalya-Gazipaşa örnekleri) bitki büyütme kabini içinde çimlendirilmiştir. Her bir örnekten maş fasulyesi tohumları seçilerek steril toprak-kum-gübre bulunan bardaklara 3-4 adet tohum konularak çimlenmeye bırakılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Maş fasulyelerinin bitki büyütme kabini içinde çimlendirilmesi

Çimlenen tohumlardan çıkan yapraklar DAS-ELISA çalışmalarında kullanılmak üzere ayrı ayrı steril polietilen torbalara konulduktan sonra içlerine gerekli bilgileri kapsayan etiketler yerleştirilmiştir. Buz kutuları içerisinde laboratuvara getirilen örnekler -20 °C' deki derin dondurucuda DAS-ELISA testi yapılana kadar saklanmıştır.

Serolojik Çalışmalar

DAS-ELISA Testi

BCMV'nin serolojik çalışmalarında DAS-ELISA test yönteminden faydalanılmıştır. Çalışmada, BCMV'ye özgü antikorlar Loewe (Biochemica GmbH, Germany) firmasından temin edilmiştir. Bitki örneklerinin testlenmesi firmanın yönergeleri doğrultusunda yapılmıştır. Maş fasulyesi tohumlarından elde edilen yaprak örneklerine DAS-ELISA testleri aşağıdaki şekilde uygulanmıştır:-ELISA pleytlerinin kuyucukları kaplama solüsyonu ile kaplanarak 37°C de 4 saat inkubasyona bırakılmıştır. İnkubasyonu takiben pleytler yıkama tamponu ile yıkanmıştır.

-Genel ekstraksiyon tampon solüsyonunda ezilen örnekler her çukura 200'er µl konulmuş ve buzdolabında tüm gece bekletilmiştir.

-Sonrasında yıkama tamponu (PBS-Tween Buffer) ile tüm çukurlar yıkanmıştır.

-Konjugat buffer ve konjugatlar sulandırılarak hazırlanmış ve her bir çukura 200 µl konularak 37 °C'de bekletilmiştir.

-Yıkamadan sonra substrat tamponu (P-nitrophenyl phosphate) ile taze olarak hazırlanan substrattan her bir çukura 200 µl konularak oda sıcaklığında inkubasyona bırakılarak renk değişimi gözlenmiştir.

-DAS-ELISA sonuçları 405 nm dalga boyunda pozitif ve negatif kontroller kullanılarak ELISA okuyucusunda (Versamax) değerlendirilmiştir (Çulal-Kılıç ve ark., 2020).

Moleküler Çalışmalar

Total RNA İzolasyonu

Total RNA'ların elde edilmesi çalışmalarında, serolojik testlemeler sonucunda BCMV enfekteli bulunan bitkiler kullanılmıştır. Ekstraksiyon işlemi sırasında GeneAll firmasından temin edilen Ribospin™ Plant Ekstraksiyon kiti kullanılmıştır. Total RNA izolasyonu aşağıdaki şekilde yürütülmüştür.

1. 100 mg yaprak doku örneği sıvı azot içerisinde ezilerek 1.5 ml'lik mikrosantrifüj tüpüne aktarılmıştır.
2. 1.5 ml mikrosantrifüj tüpüne 350 µl tampon RPL eklenerek kuvvetle vortekslenmiştir.
3. Oda sıcaklığında 3 dakika inkübe edilmiştir.
4. Karışım EzPure™ filtresine aktarılmıştır.
5. Oda sıcaklığında 30 saniye boyunca ≥ 10.000 x g'de santrifüjlenmiştir.

6. Süpernatant yeni bir 1.5 ml'lik mikrosantrifüj tüpüne aktarılmıştır.
7. Tüp içine 350 µl % 70 EtOH ekleyerek santrifüj edilmeden pipet ile karıştırılmıştır.
8. Karışım mini spin kolona aktarılmıştır.
9. Oda sıcaklığında 30 saniye boyunca ≥ 10.000 x g'de santrifüjlenmiştir.
10. Mini spin kolonuna 500 µl RBW tamponu ilave edilmiştir.
11. Oda sıcaklığında 30 saniye boyunca ≥ 10.000 x g'de santrifüjlenmiştir.
12. Mini spin kolonun tam merkezine yeni hazırlanmış 70 µl DNaseI reaksiyon karışımı eklenmiş, oda sıcaklığında 10 dakika beklenmiştir.
13. Mini spin kolona 500 µl RBW tamponu ilave edilerek, 2 dakika beklenmiştir.
14. Oda sıcaklığında 30 saniye boyunca ≥ 10.000 x g'de santrifüjlenmiştir.
15. Mini spin kolona 500 µl Tampon RNW eklenmiştir.
16. Oda sıcaklığında 30 saniye boyunca ≥ 10.000 x g'de santrifüjlenmiştir
17. Mini spin kolona 500 µl Tampon RNW eklenmiştir. Oda sıcaklığında 30 saniye boyunca ≥ 10.000 x g'de santrifüjlenmiştir
18. Oda sıcaklığında 1 dakika boyunca ≥ 10.000 x g'de santrifüjlenmiş, karışım yeni bir mikrofüj tüpüne aktarılmıştır.
19. Mini spin kolonun ortasına 50 µl RNaz içermeyen su eklenmiştir.
20. Oda sıcaklığında 1 dakika boyunca ≥ 10.000 x g'de santrifüjlenmiştir.

RT-PCR Çalışmaları

RT-PCR uygulamasında BCMV kılıf protein genine spesifik yaklaşık 850 bç'lik bir kısmını çoğaltmak için Forward-5'-GGATGCGGAGAATCTGTG-3' ile Reverse-5'-GATTGACGTCCCTTGACAG-3' dizilerine sahip primerler kullanılmıştır (Bhadramurthy ve Bhat, 2009).

RT-PCR çalışmaları Primescript One step RT-PCR kit (Takara Bio Inc) protokolüne göre tek aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Tek bir reaksiyon karışımı toplam 50 µl olacak şekilde; 1 µl total RNA, 1 µl forward primer (20 µM), 1 µl reverse primer (20 µM), 25 µl 2x1 step buffer (Reaksiyon buffer, dNTP mix), 2 µl 1 step enzim mix (Reverstranscriptase,

Taq Polimeraz, Rnase inhibitör) ve 20 µl steril saf su ile hazırlanmıştır. PCR cihazı; 50 °C'de 30 dakika, 94 °C'de 2 dakika bekletilmiş daha sonra 94 °C'de 30 saniye, 55 °C'de 30 saniye, 72 °C'de 1 dakikada 30 döngü tamamlandıktan sonra 72 °C'de 1 dakika bekletilip, 4 °C'de sürekli kalacak şekilde programlanmıştır.

RT-PCR ürünleri %1'lik agaroz jelde ve TBE tampon solüsyonunda 100 V'da 1 saat süre ile Biorad marka elektroforez cihazı ve güç kaynağı yardımı ile ayrıştırılmış daha sonra UV transillüminatörde (UVP-Doc-It) görüntülenmişlerdir.

Bulgular ve Tartışma

Çalışma kapsamında görsel incelemelerde bazı tohumlarda; tohum büyüklüğünde azalma, tohum renginde değişiklik, anormal tohum oluşumu, buruşukluk, tohum üzerinde beneklenme gibi belirtilerin olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 2). Maş fasulyesi tohumlarının bitki büyütme kabinlerinde çimlendirilmesi sonrasında, tohumlardan çıkan ilk yapraklarda virüs semptomuna benzeyen yaprak deformasyonlarına rastlanmıştır.



Şekil 2. Maş fasulyesi tohumlarında gözlemlenen deformasyon ve renk değişiklikleri

Yadav ve ark (2021)'nin maş fasulyesi tohumlarında yaptıkları çalışmada da benzer virüs semptomlarına rastlanmış ve oluşan semptomların BCMV'den kaynaklandığını DAS-ELISA yöntemi ile ortaya koymuşlardır.

Çalışmada; maş fasulyesi tohumlarında BCMV'nün tespit edilmesi için yapılan DAS ELISA testi sonuçlarına göre; 100 şüpheli Gazipaşa tohum

örneğinin 9 tanesinin (%9) BCMV ile enfekteli olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde Kaiser ve Mossahebi (1974) ile Sing ve Nene (1978) Hindistan'da yaptıkları çalışmada maş fasulyesi tohumlarında virüsün taşınma oranının %8 ile %32 arasında değişebileceğini ifade etmişlerdir. Kaiser ve Mossahebi (1974) ayrıca bu virüsün ürün verim ve kalitesindeki kaybını ise %40 ile %100 arasında değişen oranlarda ortaya koymuşlardır.

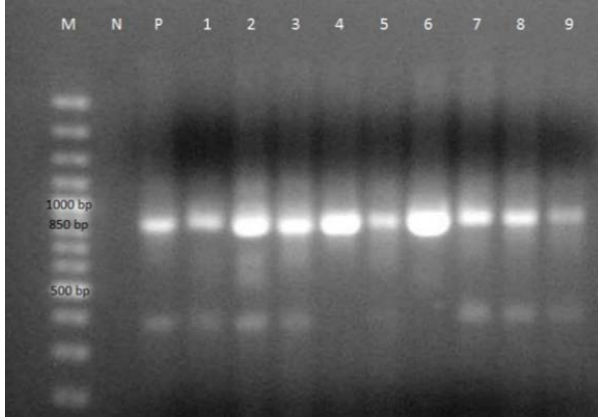
Choi ve ark., (2006) Kore'de maş fasulyesi tohumlarında BCMV'nin belirlenmesinde elektron mikroskobu, indirekt-ELISA ve RT-PCR yöntemlerini kullanmışlar ve bu yöntemlerin birbirini desteklediği sonucuna ulaşmışlardır. Aynı çalışmada araştırmacılar virüsün tohumla taşınma oranını %1-4.9 arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Maş tohumları ile ilgili yapılan farklı bir çalışmada da BCMV'nün varlığını ELISA, elektron mikroskobu ve RT-PCR yöntemi ile ortaya koymuşlar, RT-PCR çalışmalarında kılıf protein geninin yaklaşık 1300 bç'lik bir kısmını amplifiye eden spesifik primer çiftlerini kullanmışlar ve pozitif örneklerde beklenen seviyede bant elde etmişlerdir (Yadav ve ark., 2021).

Yeni Delhi'de yapılan çalışmada maş fasulyesindeki BCMV'nün belirlenmesinde üç farklı primer çifti kullanılarak, kılıf protein geninin 205, 200 ve 191 bç'lik bir kısmı çoğaltılmıştır. Pozitif örneklerin hepsi kullanılan üç primerde de beklenen seviyede bant vermişlerdir (Deepika, 2019).

Çalışmada DAS-ELISA testi ile 9 adet maş fasulyesi tohum örneğinde varlığı saptanan BCMV'nin varlığının teyit edilmesi amacıyla RT-PCR çalışmaları yürütülmüştür. RT-PCR testleri sonrasında, BCMV kılıf protein genine spesifik primer çiftleri ile tohum örneklerinden UV ışık altında virüse özgü beklenen seviyede bant elde edilmiştir. Böylece testlenen örneklerin hem serolojik hem de moleküler olarak BCMV ile enfekteli olduğu teyit edilmiştir. Negatif kontrol olarak kullanılan sağlıklı maş fasulyesi örneğinde ise herhangi bir bant oluşumu gözlenmemiştir (Şekil 3).

Fasulye ve börülce gibi farklı baklagillerde BCMV'nin varlığının tespit edilmesi için; virüsün kılıf protein geninin yaklaşık 850 bç'lik kısmını amplifiye eden spesifik primer çiftleri birçok araştırmacı tarafından kullanılmıştır (Bhadramurthy ve Bhat, 2009; Usta ve Güler 2020; Çulal-Kılıç ve ark., 2020). Bu çalışma kapsamında da maş fasulyesinde BCMV'nin teşhisi için tasarlanan spesifik primer çiftlerinin kullanılabilceği ortaya konulmuştur.



Şekil 3. RT-PCR kullanılarak BCMV kılıf protein geninin amplifikasyonu. M: Marker, 100 bp DNA Ladder, N: Negatif Kontrol, P: Pozitif Kontrol, 1-9 maş fasulyesi Gazipaşa tohum örnekleri.

Yürütülen bu çalışmanın moleküler kısmında elde edilen sonuçlar, Usta ve Güler (2020) tarafından yapılan çalışmada bildirilen sonuçlar ile uyum içerisindedir. Aynı araştırmacılar, spesifik primer çiftini kullanarak yaptıkları çalışmada, BCMV'nin varlığını RT-PCR yöntemi ile saptamışlar ve çalışma sonunda agaroz jel elektroforez yöntemi ile BCMV için 850 bp'lik bant gözlemişlerdir.

Sonuç ve Öneriler

Virüs hastalıklarının mücadelesinde etkin bir kimyasalın bulunmaması kültürel önlemlerin daha da ön plana çıkarmasına neden olmaktadır.

Virüs hastalıkları ile mücadele programlarının oluşturulabilmesi için öncelikle virüsün teşhisinin yapılması gerekmektedir. BCMV tohumla ve yaprak bitleri ile taşınmaktadır. Bu sebeple vektörler ile etkili bir şekilde mücadele ve virüsten arı sertifikalı tohum kullanılması büyük önem taşımaktadır.

Ayrıca virüse ve virüsün vektörüne konukçuluk edebilecek yabancı otlarla mutlaka mücadele edilmelidir. Son yıllarda virüs hastalıklarından korunmada etkili olan dayanıklılık çalışmalarına da önem verilmeli ve bu çalışmalar geliştirilmelidir.

Yapılan bu çalışma ile ülkemizde maş fasulyesi tohumlarında BCMV serolojik ve moleküler yöntemler ile tespit edilmiştir. Araştırmadan elde edilen bulguların, maş fasulyesi virüsleri konusunda çalışacak araştırmacılara faydalı olacağı düşünülmektedir.

Çıkar çatışması

Bu makalenin bilimsel, etik ve hukuki sorumluluğu bütünüyle biz yazarlara aittir. Makalenin yayımlanması ile ilgili olarak, yazarlar arasında bir çıkar çatışması olmadığını ve olması durumunda bunun muhtemel sonuçlarını bildiğimizi beyan ve kabul ederiz.

Yazarların katkı beyanı

R.K. tohumların temini; A.D. ve Ş.E.D. tohumların çimlendirilmesi; H.Ç.K. ise serolojik ve moleküler çalışmaları gerçekleştirmişlerdir

Kaynaklar

- Anonymous, (1981). AVRDC Progress Report, Asian Vegetable Research and Development center, Taiwan, 143-167.
- Bhadramurthy, V., & Bhat A.I. (2009). Biological and molecular characterization of Bean common mosaic virus associated with vanilla in India. *Indian Journal of Virology*, 20(2), 70-77.
- Choi, H.S., Kim, Mi.K., Park, J.W., Lee, S.H., Kim, J.S., Were, H.K., Choi, J.K., & Takanami, Y. (2006). First report of Peanut stripe strain of *Bean common mosaic virus* (BCMV-Pst) infecting mungbean in Korea. *Plant Pathology Journal*, 22(1), 46-50.
- Çiftçi, C.Y. (2004). Dünyada ve Türkiye'de Yemeklik Tane Baklagiller Tarımı. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Teknik Yayınlar Dizisi, 5, 200.
- Çulal-Kılıç, H., Yardımcı, N., Açıkyürek, S., & Uzal, A. (2015). Detection of BCMV, AMV and CMV by DAS-ELISA and Immunocapture-RT-PCR in bean growing areas in The West Mediterranean Region, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 24(5), 1752-1756.
- Çulal Kılıç, H., Kök, H., & Yardımcı, N. (2020). *Bean Common Mosaic Virus* and *Bean Common Necrosis Virus* Infections in bean production areas in The Lakes Region of Turkey. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 19, 386-392.
- Dalkılıç, M, (2010). Konya ekolojik şartlarında farklı zamanlarda ekilen maş fasulyesi [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] genotiplerinin verim ve bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 51.
- Das, A., Singh, P., Kushwah, N S., Thakur, S., Rathore, M., Pratap, A., & Singh, N.P. (2018). Genetic and genomic approaches for improvement in

- mungbean (*Vigna radiata* L.) in pulse Improvement. Wani S., Jain M. (Ed.). *Springer*, 175-189.
- Deepika, D.D. (2019). Detection and identification of Bean common mosaic virus resistant germplasm in Deligöz I., & Arlı Sokmen, M. (2008). Differentiation of Bean common mosaic virus (BCMV) and Bean common mosaic necrosis virus (BCMNV) strains infecting common bean in Samsun Province. *Journal of Turkish Phytopathology*, 37(1-3), 1-14.
- Drijfhout, E., & Bos, L. (1977). Identification of two new strains of Bean common mosaic virus. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, 8, 13-25
- Drijfhout, E. (1994). Bean common mosaic. In: Compendium of bean diseases. Hall R. (Ed.). APS Press, The American Phytopathological Society, Minnesota, 37-39.
- Grewal, J.S. (1988). Diseases of pulse crops. An overview. *Indian Phytopathology*, 41, 114.
- Güzel, Ö., & Arlı-Sökmen, M. (2003). Determination of some viruses infecting common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and their incidences in seed lots in Samsun Province. *Journal of Turkish Phytopathology*, 32(2), 99-106.
- Kaiser, W.J., & Mossahebi, G.H. (1974). Natural infection of mugbean by *Bean common mosaic virus*. *Phytopathology*, 64, 1209-1214.
- Kaiser, W.J., Danesh, D., Okhovat, M., & Mossahebi, G.H. (1972). Virus Diseases of pulse crops in Iran. *Bulletin, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran*, 111.
- Karaman, R. (2019). Maş fasulyesi (*vigna radiata wilczek*) genotiplerinin/yerel populasyonlarının Isparta koşullarında fenolojik, morfolojik, agronomik ve bazı teknolojik özellikler yönünden karakterizasyonu. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Doktora Tezi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Isparta, 209.
- Karasu, A., & Öz, M. (2008). Farklı olgunlaşma dönemlerinde hasat edilen fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) tohumlarının bazı özelliklerinin belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(1), 87-94.
- Petrović, D., Ignjatov, M., Nikolić, Z., Vujaković, M., Vasić, M., Milošević, M., & Ajduković, T.K. (2010). Occurrence and distribution of viruses infecting the bean in Serbia. *Archieve of Biological Science*, 62(3), 595-601.
- Saraçoğlu, K., & Erkan, S. (2016). Fasulye tohumlarındaki viral etmenlerin saptanmasında tanı yöntemlerinin duyarlılıklarının incelenmesi. *Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53(3), 309-315.
- Singh, R.N., & Nene, Y.L. (1978). Further studies on the mosaic mottle disease of urdbean. *Indian Phytopathology*, 31, 159-162.
- Singh, A., Mukherjee, V., & Kumar, S. (2018). Viral diseases in mung bean and their integrated management. *International Journal of Pure Applied Bioscience SPI*, 6(1), 184-189.
- Talens, L.T., & Talens, A. (1978). Mungbean viruses in the Philippines II. Host legume, symptomatology and effect of mungbean mottle virus growth of mungbean (*Vigna radiata* (L.) Willczek). *The Philippines Journal of Crop Science*, 3(4), 242-246.
- Usta, M., & Güler, A. (2020). Molecular characterization of polyprotein genes of Two BCMV (*Bean common mosaic potyvirus*) isolates in Antalya (Turkey) and Their genomic divergence. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(2), 411-419.
- Yadav, D.L., Jaisani, P., Pandey, R.N., & Chalam, V.C. (2021). Detection and molecular characterization of *Bean common mosaic virus* in mungbean. *International Journal of Chemical Studies*, 9(1), 2996-3001.