

established in  
2016



# MAS JOURNAL of Applied Sciences

ISSN 2757-5675

DOI: <http://dx.doi.org/10.52520/masjaps.216>

Araştırma Makalesi

## Fasulye Mutasyon İslahında Bazı Mutajenlerin ve Priming Uygulamalarının M4 Jenerasyonu Üzerine Etkileri

Haydar BALCI<sup>1\*</sup> (Orcid ID: 0000-0003-0210-3639), Muhsin Yıldız<sup>1</sup> (Orcid ID: 0000-0002-0766-5174), Çeknas ERDİNÇ<sup>2</sup> (Orcid ID: 0000-0003-1208-032X), Suat ŞENSOY<sup>3</sup> (Orcid ID: 0000-0001-7129-6185)

<sup>1</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Gevaş Meslek Yüksekokulu, Van

<sup>2</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Van

<sup>3</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Van

\*Sorumlu yazar: haydarbalci@yyu.edu.tr

Geliş Tarihi: 28.11.2021

Kabul Tarihi: 15.01.2022

### Özet

Bu çalışmada, farklı mutajenlerin uygulandığı M4 bitkilerine ait toplam 30 hattın bazı bitkisel özellikleri ile verim özelliklerinin belirlenmesi v amacıyla yürütülmüştür. Mutajen olarak 120 Gy gama ışını ile 30 ve 40 Mm Etil Metan Sülfonat (EMS), humidifikasyon ve neem yağı uygulamaları deneme konuları arasında yer almıştır. M4 aşamasına gelmiş mutant bitkilerde bakla boyu ve eni, bakla ağırlığı, bitki boyu, gövde çapı, bakla sayısı, bitki başına dane sayısı ve dane ağırlığı gibi özellikler incelenmiştir. İncelenen hatların bakla boyu 13.50-16.29 cm, bakla eni 12.24-17.82 mm, bakla ağırlığı 10.03-13.73 gr, bitki boyu 46.00-74.17 cm, gövde çapı 6.35-11.44 mm, bakla sayısı 21.27-45.43 adet, dane sayısı 56.88-131.72 adet ve dane ağırlığı 16.40-40.91 gr arasında değerler aldığı görülmüştür. Verim unsurlarından bakla boyunun H2E1'in kontrol grubuna göre %214, NH3E2 bakla ağırlığının kontrol grubuna göre %37, NHG1 dane sayısının kontrol grubuna göre %232 ve NHG1 dane ağırlığının kontrol grubuna göre %246 oranında artış kaydettiği görülmüştür. Bütün uygulamalara ait hatlar incelendiğinde humidifikasyon ve neem yağı ile humidifikasyon uygulamalarının en yüksek, kontrol grubunun ise en düşük ortalama değerlere ulaştığı görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Mutasyon ıslahı, gama, EMS, fasulye, priming

## Effects of Some Mutagens and Priming Applications on M4 Generation in Bean Mutation Breeding

### Abstract

In this study, it was carried out to determine some vegetative characteristics and yield characteristics of 30 lines of M4 plants to which different mutagens were applied. As a mutagen, 120 Gy gamma rays and 30 and 40 Mm Ethyl Methane Sulfonate (EMS), humidification and neem oil applications were among the trial subjects. Features such as pod length and width, pod weight, plant height, stem diameter, number of pods, number of grains per plant and grain weight were investigated in mutant plants that have reached the M4 stage. The pod length of the examined lines is 13.50-16.29 cm, pod width 12.24-17.82 mm, pod weight 10.03-13.73 gr, plant height 46.00-74.17 cm, stem diameter 6.35-11.44 mm, number of pods 21.27-45.43, number of grains 56.88-131.72 and the grain weight was found to be between 16.40-40.91 gr. It was observed that the pod length, which is one of the yield factors, increased by 214% compared to the control group of H2E1, the weight of NH3E2 pod increased by 37% compared to the control group, the number of NHG1 grains increased by 232% compared to the control group, and the weight of NHG1 grains increased by 246% compared to the control group. When the lines of all applications were examined, it was seen that humidification and humidification applications with neem oil reached the highest average values, while the control group reached the lowest average values.

**Keywords:** Mutation breeding, gamma, Ems, beans, priming

## GİRİŞ

Anavatanı Orta ve Güney Amerika ülkeleri olarak bilinen fasulyenin (*Phaseolus vulgaris* L.) yaklaşık olarak 7000 yıl öncesinde Peru'da İnka'lar tarafından kültür bitkisi olarak yetiştirildiği tahmin edilmektedir (Graham ve Ranalli, 1997; Şalk ve ark., 2008; Özkaya ve Sarıcan, 2014). Türkiye'ye ne zaman getirildiği tam olarak bilinmemesine rağmen 250-300 yıl civarında bir geçmişinin olduğu tahmin edilmektedir (Eşiyok, 2012). Dünyada 23.276 milyon ton taze fasulye üretiminde birinci sırayı 18 milyon ton ile Çin alırken, Türkiye yaklaşık 547 bin ton ile dördüncü sırada yer almaktadır (Faostat, 2020). Artan nüfusun beslenme ihtiyaçlarını karşılamak ve dışa bağımlılığı azaltmak için birtakım önlemlerin alınması ve bunların hayata geçirilmesi gerekmektedir. Temelde üretimi artırmanın iki yolu bulunmaktadır bunların birincisi yeni üretim tekniklerinin geliştirilmesi ve hastalıklarla mücadele ederek sulanabilir tarım alanlarını artırılması, ikincisi ise yüksek verimli yeni çeşitlerin geliştirilerek üretime kazandırılmasıdır. Günümüzde konvansiyonel ıslah yöntemleri yerine kısa sürede daha fazla yüksek verimli çeşitleri geliştirmeye olanak sağlayan mutasyon ıslahının daha yaygın bir şekilde kullanılmaya başladığı görülmektedir (Sağel ve ark., 1994). Mutasyon ıslahı çalışmalarında yaygın olarak kullanılan mutajenler arasında gama ışınları, EMS (Etil Metan Sülfonat) ve DES (Di Etil Metan Sülfonat) yer almaktadır (Uslu, 1996). Çeşit ıslahı programlarının oluşturulmasında büyük öneme sahip olan fiziksel ve kimyasal mutajenlerden gama ışınları ve EMS (Etil Metan Sülfonat) kısa zaman içerisinde kalıtsal olarak birtakım değişimlere sebep olmakta, bitkilere yeni özellikler kazandırabilmektedirler (Balkaya ve

ark., 2010; Bağcı ve Mutlu, 2011). Kazandırılan bu özellikler olumlu olabileceği gibi olumsuz istenmeyen değişimlere de sebep olabilmektedir. Lukanda ve ark. (2013), Artan gama ışını karşısında yerfistiği bitki boyunda azalmaların meydana geldiğini, Anbarasan ve ark. (2013), susam tohumlarına farklı konsantrasyonlarında uyguladığı EMS mutajeni karşısında çimlenme oranı, sürgün uzunluğu, kök uzunluğu kök başına yan dal sayısı gibi ölçülen özelliklerde artan EMS dozuna karşın ters oranda azalma meydana geldiğini, Saba ve Mirza (2002), domates tohumları üzerinde farklı süre ve dozlarda yaptığı uygulamalarda kontrol gurubu bitkilerine oranla meyve ağırlıklarında azalmaların meydana geldiğini ifade etmişlerdir. Gerek çevresel ve genetik faktörlere, gerek tohum yapısına, gerekse uygulanan kimyasal mutajenlerin çimlenme ve çıkış esnasında ortaya çıkarabilecekleri olumsuzlukları gidererek yüksek verim elde edebilmek amacıyla tohumlar ekim öncesi genel olarak priming adı verilen çeşitli uygulamalara tabi tutulmaktadır (Elkoca, 2007). Günümüzde yaygın kullanılan priming yöntemlerinden biri olan saf su ile hidropriming uygulamasını ve organik tarımda insektisit olarak bilinen neem yağının çimlenme, çıkış ve efektifli tohum bakımından güzel sonuçlar veren (Arın ve Balcı, 2017) bir uygulama olmasından dolayı saf su ile birlikte neem yağı hidropriming olarak bu çalışmada kullanılmıştır. Kimyasal mutajenlerin olumsuz özelliklerini bertaraf etmeye çalışılan bu uygulamaların M4 bitkileri üzerindeki etkileri incelenmiş ve çeşitli bitkisel ve verim özellikleri incelenmiştir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Van YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından 2015-

FBE-D016 no'lu desteklenen ‘‘Fasulye Mutasyon Islahında Bazı Mutajenlerin ve Priming Uygulamalarının Etkileri’’ isimli Doktora projesi çalışmasında tohumlarda çimlenme çıkış özelliklerini ve mutajenlerin olumsuz özelliklerini bertaraf edebilmek için saf su ile hümidifikasyon ve neem yağı ile hümidifikasyon uygulamaları yapılmıştır. Bu tohumlardan M1, M2 ve M3 bitkileri elde edilmiş ve sonrasında M3 bitkilerinde diğer uygulamalara göre öne çıkan özelliklere sahip bitkilerden elde edilen tohumlarla da M4 hatlarını oluşturulmuştur. Çalışma 2018 yılı Mayıs- Eylül ayları arasında Van ili Gevaş ilçesi Atalan mevkiinde kiralanmış bir tarlada yürütülmüştür. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 2 tekerrürlü ve her tekerrürde 40 bitki olacak şekilde yürütülmüştür. Her

parselde 20 ocak, her ocakta 2 tohum ve sıra araları 60 cm, sıra üzeri mesafe ise 30 cm olacak şekilde ekimler yapılmış, deneme süresince kültürel işlemlerden yabancı ot alma, çapalama, gübreleme (40kg/da 15-15-15 NPK) ve sulama işlemleri gerçekleştirilmiştir. Baklalar tam büyüklüğe ulaştığında her bitkiden rasgele ikişer adet bakla hasat edilerek bakla eni, bakla boyu ve bakla uzunluğu özellikleri incelenmiştir. Bitkiler normal büyüklüklerine ulaştığında bitki boyu ve gövde çapları ölçülerek kayıt altına alınmıştır. Fasulyeler tam olgunluğa ulaştıncaya kadar bakımlarına devam edilmiş ve sonrasında her uygulamaya ait bitkiler tek tek hasat edilmiş sonrasında bakla sayısı, dane sayısı, dane ağırlığı özelliklerine bakılmış ve elde edilen sonuçlar değerlendirmeye alınmıştır.

Çizelgelerde kullanılan kısaltmalar ve açıklamaları;

<b>K</b>	Kontrol
<b>H</b>	Hümidifikasyon
<b>1E</b>	Etil Metan Sülfonat (30 mM)
<b>2E</b>	Etil Metan Sülfonat (40 mM)
<b>G</b>	Gama (120 Gray)
<b>HG</b>	Hümidifikasyon + Gama
<b>H1E</b>	Hümidifikasyon + Etil Metan Sülfonat (30 mM)
<b>H2E</b>	Hümidifikasyon + Etil Metan Sülfonat (40 mM)
<b>HK</b>	Hümidifikasyon + Kontrol
<b>NH1E</b>	Neem yağı + Hümidifikasyon + Etil Metan Sülfonat (30 mM)
<b>NH3E</b>	Neem yağı + Hümidifikasyon + Etil Metan Sülfonat (50 mM)
<b>NHG</b>	Neem yağı + Hümidifikasyon + Gama
<b>NHK</b>	Neem yağı + Hümidifikasyon + Kontrol

Not: Çizelgelerdeki kısaltmaların sonlarındaki rakamlar o uygulamadan gelen bitki sayılarını ifade etmektedir.

Denemede kullanılan uygulama dozları aşağıda verilmiştir:

- Hümidifikasyon (Saf su ile) (48 saat Oda sıcaklığında)
- Hümidifikasyon (Neem yağı ile) 10ml/L (48 saat Oda sıcaklığında)
- Gama Işını Uygulaması (120 Gy)
- EMS uygulaması 24 saat (30mM- 40mM- 50mM)
- Kontrol

## Araştırma Verilerinin Değerlendirilmesi

Çalışma sonunda elde edilen veriler SPSS paket programı ile varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile ( $p \leq 0.05$ ) belirlenmiştir. Aynı zamanda XLSTAT paket programı kullanılarak incelenen özelliklere bağlı olarak Temel Bileşenler Analizi (PCA) gerçekleştirilmiş ve bu özellikler arasında da korelasyon analizi yapılmıştır.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Çizelge 1’de bakla boyu, bakla eni, gövde çapı ve bitki boyu ortalamaları verilmiştir. Uygulamalar arasındaki farklılıkların bakla boyu ve eni, gövde çapı ve bitki boyunda istatistiksel olarak önem arz ettiği tespit edilmiştir. Çizelge 1 incelendiğinde en düşük bakla boyu değerinin kontrol grubundan (13.50 cm), en yüksek değer ise NH3E2 (16.29 cm) uygulamasından elde edildiği görülmektedir. H1E1 (15.13 cm), NH1E1 (15.04 cm), NH1E2 (15.25 cm), NHG1 (15.42 cm) ve NHK2 (15.42 cm) uygulamaları, en yüksek değeri veren NH3E2 (16.29 cm) uygulaması ile aynı önemlilik seviyesinde bulunmuş, diğer uygulamaların hemen hemen tamamı kontrol grubu ile aynı önemlilik seviyesinde yer almıştır. Bakla eninde kontrol grubu 12.24 mm ile en düşük değeri verirken K3 (13.77 mm), G1 (14.32 mm), H1E4 (14.30 mm) ve NH3E2 (13.98 mm) uygulamaları kontrol grubu ile istatistiki olarak ( $P < 0.05$ ) aynı önemlilik seviyesinde yer almıştır (Çizelge 1). NHK2 uygulaması 17.82 mm ile en yüksek bakla eni değerini verirken 2E1 (16.13 mm), H1E2 (15.61 mm), H2E2 (15.62 mm), H2E3 (16.27 mm), NH1E2 (15.82 mm), NH1E3 (16.07 mm), NH3E3 (15.62 mm), NH3E4 (15.99 mm), NHG1 (16.45 mm),

ve NHG2 (15.80 mm) uygulamaları ( $P < 0.05$ ) seviyesinde aynı önemlilik grubunda yer aldığı görülmüştür. Gövde çapı incelendiğinde kontrol grubunun 6.35 mm ile en düşük değere sahip olduğunu ve istatistiki olarak ( $P < 0.05$ ) diğer tüm gruplardan farklı grupta yer aldığı görülmektedir (Çizelge 1). En yüksek gövde çapı 11.44 mm ile H1E3 uygulamasından elde edilirken, K1 (10.34 mm), 2E2 (9.99 mm), 2E3 (10.41 mm), NH1E1 (10.19 mm), NH1E2 (10.34 mm), NH3E2 (10.66 mm) ve NHG1 (10.89 mm) uygulamaları da istatistiki olarak ( $P < 0.05$ ) H1E3 (11.44 mm) ile aynı grupta yer almıştır. Bitki boyu bakımından NH1E3 ile NHG1 uygulamaları 74.17 cm ile en yüksek değeri verirken, kontrol grubu hariç hemen hemen diğer uygulamaların tamamı ile aralarında istatistiki olarak ( $P < 0.05$ ) bir fark gözlenmemiştir (Çizelge 1). Kontrol grubu, bitki boyu bakımından 46.00 cm ile en düşük değere sahip olurken diğer uygulamalar ile aralarındaki fark istatistiki olarak ( $P < 0.05$ ) önemli bulunmuştur. Bakla boyu ve bakla eni gibi özellikler birim alandan elde edilen verimi doğrudan etkileyen parametreler arasında sayabiliriz. Harris ve ark (2001), buğday tohumlarında yaptıkları priming uygulamalarında verimin %13 ile %36 aralığında artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Elkoca (2007), priming uygulamalarının hızlı kök gelişimi ve sürgün çıkışına neden olduğunu ve kuvvetli fide gelişimine sebebiyet verdiğini dolayısıyla erken çiçeklenerek hasada çabuk geldiğini ve verimin yükseldiğini belirtmiştir. Özdemir (2012), ekmeklik buğdayda (*Triticum aestivum* L.) priming uygulamalarının altay 200 çeşidinde en yüksek fide uzunluğunun KH2PO4 uygulamasından elde ettiğini ve kontrol grubu fide uzunluğundan (8.77 cm) %23 oranında daha yüksek bir değer verdiğini

belirtmiştir. Viji ve Manonmani (2018), mısır tohumları üzerinde çeşitli yağ ekstraktları ile priming çalışması yapmış, %5, %10, %15 ve %20 oranında yaptığı neem yağının priming uygulamalarının tamamında, sürgün uzunluğu bakımından kontrol grubu

bitkilerinden daha yüksek sonuç verdiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda Haris ve ark. (2001), Elkoca (2007), Özdemir (2012) ve Viji ve Manonmani (2018)'nin yaptıkları çalışmalara benzer verim artışlarının elde edildiği görülmektedir.

**Çizelge 1.** Farklı mutajen ve priming uygulamalarının bazı agronomik karakterlere etkileri

Uygulama	Bakla boyu (cm)	Bakla Eni (mm)	Gövde çapı (mm)	Bitki boyu (cm)
<b>K</b>	<b>13.50±1.13 D</b>	12.24±2.01 E	<b>6.35±0.90 F</b>	<b>46.00±4.52 C</b>
K1	14.45±0.73 B-D	14.63±1.10 B-D	10.34±0.90 A-D	70.00±5.76 AB
K2	14.50±0.52 B-D	15.19±0.59 B-D	9.91±1.74 B-E	68.67±12.71 AB
K3	13.96±0.90 CD	13.77±2.12 DE	8.53±0.49 E	62.33±6.98 AB
1E1	14.46±0.66 B-D	15.28±1.29 B-D	9.13±0.57 C-E	66.00±14.95 AB
2E1	14.58±0.58 B-D	16.13±0.66 A-D	9.12±0.74 C-E	66.33±10.50 AB
2E2	14.67±1.02 B-D	14.94±0.92 B-D	9.99±1.12 A-E	69.00±15.17 AB
2E3	14.29±1.11 B-D	15.53±0.99 B-D	10.41±1.23 A-D	69.83±8.61 AB
G1	14.58±1.61 B-D	14.32±2.47 B-E	9.22±0.55 C-E	69.33±13.28 AB
H1E1	15.13±0.47 A-C	14.86±2.42 B-D	9.61±1.28 B-E	62.67±8.89 AB
H1E2	14.33±0.49 B-D	15.61±0.66 A-D	8.50±1.13 E	60.00±7.67 B
H1E3	14.54±1.48 B-D	15.14±0.64 B-D	<b>11.44±0.78 A</b>	68.83±7.52 AB
H1E4	13.96±0.73 CD	14.30±2.84 B-E	9.82±1.28 B-E	64.83±5.08 AB
H2E1	13.92±1.17 CD	14.44±1.04 B-D	9.39±0.76 B-E	63.00±8.49 AB
H2E2	14.21±1.44 B-D	15.62±1.13 A-D	8.81±1.08 DE	67.67±10.11 AB
H2E3	14.79±0.58 B-D	16.27±1.27 A-C	9.58±1.09 B-E	69.33±10.78AB
HK1	14.00±0.76 B-D	15.12±2.62 B-D	8.89±1.55 DE	66.17±13.26 AB
HK2	14.25±0.84 B-D	15.44±0.95 B-D	9.59±0.68 B-E	67.17±6.68 AB
NH1E1	15.04±1.70 A-C	14.72±2.53 B-D	10.19±1.17 A-D	67.83±4.02 AB
NH1E2	15.25±1.13 A-C	15.82±0.64 A-D	10.34±1.25 A-D	69.17±8.66 AB
NH1E3	14.71±0.66 B-D	16.07±0.95 A-D	9.06±0.95 C-E	<b>74.17±6.91 A</b>
NH1E4	14.25±0.45 B-D	15.46±0.97 B-D	9.57±0.84 B-E	63.83±6.01 AB
NH3E1	14.83±0.86 B-D	15.31±1.88 B-D	9.53±1.13 B-E	63.83±4.83 AB
NH3E2	<b>16.29±0.99 A</b>	13.98±3.51 C-E	10.66±0.87 A-C	62.67±9.33 AB
NH3E3	14.71±0.84 B-D	15.62±0.70 A-D	9.23±1.55 C-E	61.83±11.32 AB
NH3E4	14.50±0.72 B-D	15.99±1.21 A-D	9.11±1.57 C-E	63.50±13.71 AB
NHG1	15.42±0.88 AB	16.45±0.94 AB	10.89±1.44 AB	<b>74.17±7.17 A</b>
NHG2	14.83±0.68 B-D	15.80±0.94 A-D	9.60±0.67 B-E	69.00±6.81 AB
NHK1	14.38±1.06 B-D	15.79±1.56 A-D	9.44±1.27 B-E	68.33±13.78 AB
NHK2	15.42±2.00 AB	17.82±1.15 A	9.40±1.64 B-E	58.33±7.51 B
p	0.012	0.004	0.001	0.016

Aynı harfler arasında istatistiki olarak ( $P<0.05$ ) fark bulunmamaktadır.

Bakla sayısı bakımından uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak ( $p<0.05$ ) önemli bulunmuştur (Çizelge 2). En düşük bakla sayısı kontrol grubunda görülmüş olup (21.27 adet), bununla beraber K2 (28.68 adet), K3 (22.18 adet), 1E1 (28.19 adet), 2E1 (22 adet), G1 (26.26 adet), H1E1 (21.40 adet), H1E4 (26.61 adet), H2E2 (28.62 adet), H2E3 (26.97 adet), HK1 (22.5 adet), NH1E4 (28.44 adet), NH3E1 (28.45 adet), NH3E2 (27.92 adet), NH3E3 (27.42 adet) ve NHK2 (21.89 adet)

uygulamaları da kontrol grubu ile aynı grupta yer almıştır. En yüksek değer ise H2E1 (45.43 adet) uygulamasında görülmüş ve diğer tüm uygulamalar ile aralarındaki fark istatistiki olarak ( $p<0.05$ ) anlamlı bulunmuştur. Bakla ağırlığı bakımından uygulamalar karşılaştırıldığında aralarındaki farkın istatistiki olarak ( $p<0.05$ ) anlamlı bulunduğu görülmüştür (Çizelge 2). En düşük bakla ağırlığı 10.03 gr ile kontrol grubunda yer alırken, G1 uygulaması (10.26 gr) ve H2E1 (10.27 gr)

uygulamasında da kontrol grubu ile aynı anlamlılık seviyesinde bulunmuştur. H1E1 (12.60 gr), NHG1 (12.53 gr) ve NHK2 (12.73 gr) uygulamaları ise en yüksek bakla ağırlığı olan NH3E2 (13.73 gr) uygulaması ile aynı grupta yer almış ve bu uygulamalar ile diğer uygulamalar arasındaki fark istatistik olarak ( $P < 0.05$ ) anlamlı bulunmuştur. Fasulye de verim kriterlerinin en önemli göstergelerinden biri olan dane sayısı bakımından Çizelge 2 incelendiğinde uygulamalar arasındaki farkın istatistik olarak ( $P < 0.05$ ) anlamlı bulunduğu görülmüştür. En yüksek dane sayısı NHG1 (131.72 adet) uygulamasından elde edilmiş ve kontrol grubuna göre % 231 oranında daha fazla dane sayısı artışı elde edildiği görülmüştür. 2E3 (107.3 adet), H1E3 (110.10 adet), H2E1 (120.86 adet), NH1E2 (118.50 adet) ve NHK1 (118.27 adet) uygulamaları ise NHG1 uygulaması ile istatistik olarak aynı önem seviyesinde ( $P < 0.05$ ) yer almışlardır. En düşük dane sayısı ise kontrol grubundan (56.88 adet) elde edilmiş ve diğer 15 uygulamada kontrol grubu ile istatistik olarak aynı önem seviyesinde yer almıştır. Bu uygulamalar sırası ile; K1 (75.38 adet), K3 (55.82 adet), 1E1 (77.25 adet), 2E1 (56.36 adet), 2E2 (79.18 adet), G1 (79.11 adet), H1E1 (55.75 adet), H1E2 (79.90 adet), H1E4 (81.57 adet), H2E2 (76.43 adet), HK1 (67.22 adet), NH1E1 (78.79 adet), NH1E3 (81.48 adet), NH1E4 (74.88 adet) ve NHK2 (68.33 adet) olarak belirlenmiştir. Son olarak en önemli verim kriterlerinden biri olan dane ağırlıkları açısından Çizelge 2 incelendiğinde uygulamalar arasındaki fark istatistik olarak ( $P < 0.05$ ) önemli bulunmuştur. En düşük değerin kontrol grubunun da (16.60 gr) aralarında bulunduğu 2E1 (16.40 gr) uygulamasından elde edildiği görülmüş ve K3 (19.35 gr), H1E1 (18.02 gr), H2E2 (23.92 gr), HK1 (21.72 gr), NH1E4

(24.15 gr) ve NHK2 (21.12 gr) ile aynı önemlilik seviyesinde bulunmuştur. En yüksek dane ağırlığı ise NHG1 40.91 gr ile kontrol grubuna göre yaklaşık % 246 oranında dane ağırlığı artışının elde edildiği görülmüş ve bu artış istatistik olarak ( $P < 0.05$ ) anlamlı bulunmuştur. 2E3 (35.53 gr), H1E3 (36.23 gr), H2E1 (35.62 gr), NH1E1 (35.95 gr) ve NHK1 (36.40 gr) uygulamalarının ise NHG1 uygulaması ile istatistik olarak aynı önemlilik seviyesinde bulunduğu belirlenmiştir. Bakla sayısı, bakla ağırlığı, dane sayısı ve dane ağırlığı kriterleri verimi belirleyen en önemli kriterlerden olduğunu söyleyebiliriz. Uygulanan saf su ile hümidifikasyon ve neem yağı ile hümidifikasyon ön uygulamalarına ait bitkilerin kontrol grubu bitkilerine göre bahsi geçen kriterler bakımından istatistik olarak %5 seviyesinde önemli bir fark yarattığı görülmektedir. Kaydan ve Yağmur (2006)'un buğdayda salisilik asit uygulamasının başaktaki tane verimini, bin dane ağırlığını ve birim alandaki tane verimini artırdığı, Bhatshwar ve ark. (2020)'nin mercimek üzerinde farklı ekstraktlarla yaptığı priming çalışmalarında neem yaprak ekstraktının çimlenme, bitki ağırlığı, bitki taze ağırlığı, toplam kuru madde ağırlığı, bitki başına bakla sayısı, bakla başına tohum sayısı, bitki başına verim bakımından kontrol grubu bitkilerine göre çok daha iyi sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir. Çalışmamızda uyguladığımız priming uygulamalarından elde edilen bitkilerin M4 aşamasında da verim kriterleri bakımından üstün özelliklerini koruduğunu ve kontrol bitkilerine göre yüksek verim özelliklerine sahip olduğunu söyleyebiliriz. Elde edilen verilere göre Kaydan ve Yağmur (2006), Bhatshwar ve ark. (2020)'nin yaptıkları çalışmalar ile benzer sonuçların elde edildiği görülmektedir.

**Çizelge 2.** Farklı mutajen ve priming uygulamalarının bazı agronomik özellikler üzerine etkileri

Uygulama	Bakla sayısı (adet)	Bakla ağırlığı (gr)	Dane sayısı (adet)	Dane ağırlığı (gr)
K	<b>21.27±8.22 K</b>	<b>10.03±1.74 E</b>	<b>56.88±24.74 H</b>	16.60±7.02 KL
K1	29.94±7.36 B-I	10.70±1.89 B-E	75.38±18.81 F-H	27.48±6.66 F-I
K2	28.68±8.97 D-K	11.16±1.21 B-E	84.57±36.84 C-G	28.11±12.11 D-H
K3	22.18±5.10 I-K	10.50±1.26 C-E	55.82±21.97 H	19.35±6.13 I-L
1E1	28.19±9.76 D-K	11.02±1.29 B-E	77.25±31.02 F-H	25.87±11.44 F-J
2E1	22.00±6.19 JK	10.52±0.86 C-E	56.36±13.16 H	<b>16.40±4.97 L</b>
2E2	29.68±9.43 C-J	11.25±1.27 B-E	79.18±27.47 E-H	24.68±9.35 F-J
2E3	34.33±8.65 B-F	11.10±1.36 B-E	107.33±36.92 A-D	35.53±13.22 A-E
G1	26.26±6.46 G-K	<b>10.26±1.61 E</b>	79.11±24.75 E-H	24.45±9.24 F-K
H1E1	21.40±4.94 K	12.60±1.39 A-C	55.75±18.96 H	18.02±6.42 J-L
H1E2	30.25±14.51 B-H	10.47±1.78 C-E	79.90±38.81 E-H	25.11±10.83 F-J
H1E3	32.50±10.32 B-G	12.00±2.70 A-E	110.10±37.91 A-C	36.23±12.98 A-C
H1E4	26.61±6.46 F-K	11.34±0.77 B-E	81.57±21.74 D-H	26.86±7.01 F-I
H2E1	<b>45.43±20.53 A</b>	<b>10.27±1.03 E</b>	120.86±54.49 AB	35.62±13.99 A-E
H2E2	28.62±7.12 D-K	12.11±1.98 A-E	76.43±22.21 F-H	23.92±5.93 F-L
H2E3	26.97±6.08 F-K	11.58±0.75 B-E	93.42±26.35 C-G	28.45±7.60 C-H
HK1	22.50±6.03 H-K	10.91±1.77 B-E	67.22±24.54 GH	21.72±7.40 G-L
HK2	35.11±30.47 B-E	11.12±1.47 B-E	104.44±99.31 B-E	30.24±28.79 B-F
NH1E1	30.47±7.63 B-G	11.95±1.57 A-E	78.79±27.80 E-H	25.90±9.64 F-J
NH1E2	36.00±7.69 B-D	11.99±.67 A-E	118.50±39.17 AB	35.95±10.48 A-D
NH1E3	31.00±9.75 B-G	11.64±0.50 B-E	81.48±22.34 D-H	25.96±7.83 F-J
NH1E4	28.44±7.81 D-K	10.45±1.61 DE	74.88±18.48 F-H	24.15±6.55 F-L
NH3E1	28.45±6.76 D-K	11.86±1.01 A-E	84.59±21.48 C-G	26.45±7.17 F-I
NH3E2	27.92±8.17 E-K	<b>13.73±1.55 A</b>	92.67±39.35 C-G	29.80±11.91 B-G
NH3E3	27.42±13.70 E-K	10.82±1.12 B-E	89.00±35.06 C-G	26.55±9.35 F-I
NH3E4	31.46±13.34 B-G	11.03±1.48 B-E	96.77±44.63 B-F	28.16±11.92 D-H
NHG1	37.62±8.73 B	12.53±1.79 A-D	<b>131.72±38.87 A</b>	<b>40.91±14.48 A</b>
NHG2	32.20±8.51 B-G	11.44±0.99 B-E	86.08±29.73 C-G	27.72±10.10 E-H
NHK1	36.67±6.73 BC	10.87±1.74 B-E	118.27±30.00 AB	36.40±9.99 AB
NHK2	21.89±6.17 JK	12.73±2.27 AB	68.33±24.78 GH	21.12±8.23 H-L
p	0.001	0.006	0.001	0.001

Aynı harfler arasında istatistiki olarak ( $P<0.05$ ) fark bulunmamaktadır.

**Çizelge 3.** Çalışmada incelenen özelliklere ait Temel Bileşenler Analizi Çizelgesi

	PCA1	PCA2
Eigen değeri	4.127	1.915
Varyasyon (%)	51.587	23.938
Kümülatif varyasyon %	51.587	75.525
<b>Özellikler</b>	<b>Eigen vektörleri</b>	
Bakla boyu	0.268	<b>0.536</b>
Bakla eni	<b>0.246</b>	0.232
Bakla ağırlığı	0.249	<b>0.537</b>
Bitki boyu	<b>0.355</b>	0.005
Gövde Çapı	<b>0.417</b>	0.159
Bakla sayısı	0.366	<b>-0.423</b>
Dane sayısı	<b>0.423</b>	-0.299
Dane ağırlığı	<b>0.439</b>	-0.276

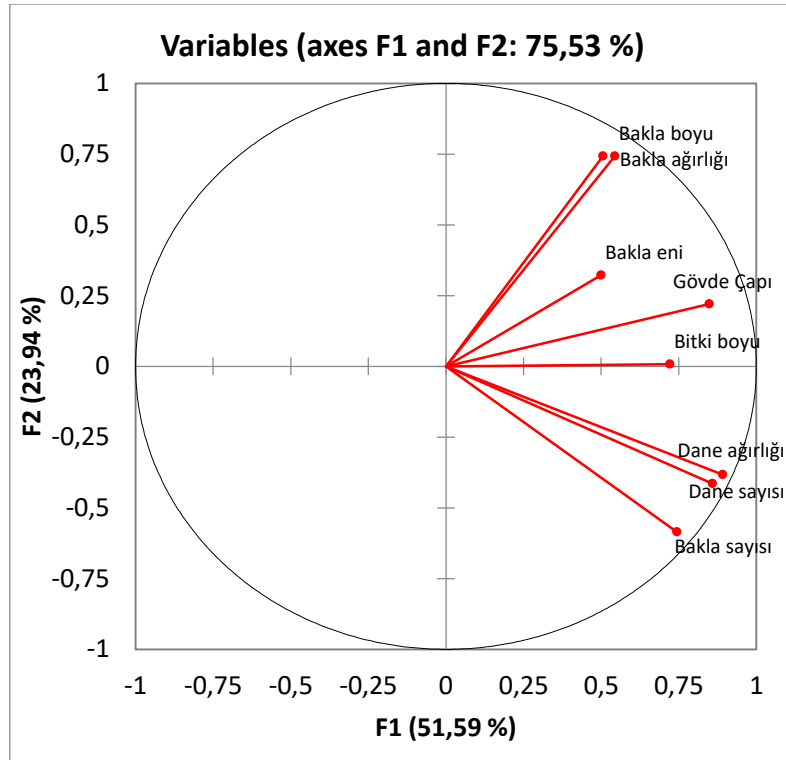
Temel bileşenler analizi sonucunda iki PCA bileşeninin olduğu ilk bileşenin toplam varyasyonun %51.59 'nu, ikinci bileşenin ise toplam varyasyonun %23.94'ünü açıkladığı ve bu iki bileşenin toplamda varyasyonun %75.53'ünü açıklayabildiği

görülmüştür. PCA1' varyasyonu en iyi açıklayan özelliklerin bakla eni, bitki boyu, gövde çapı, dane sayısı ve dane ağırlığı olduğu gözlenirken, ikinci bileşende bakla boyu, bakla ağırlığı ve bakla sayısının katkısının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Uygulamalar

arasındaki varyasyonu ortaya koyarak bu uygulamalar arasındaki ilişkileri sıradan ilişkiler olarak nitelenmeyecek tahminleri yapabilmek ve varyasyonların hangi kriterlerden kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan temel bileşenler analizinde hesaplanan ağırlık değerleri 0.6 ve üzerinde olduğunda incelenen özelliğin varyasyon yaratmada önemli bir ağırlığa sahip olduğu kabul edilmektedir (Bekar ve ark., 2019; Alkan, 2008; Jeffers, 1967). Doğru bir PCA analizi için ilk iki bileşenin toplam varyansın en az %25'ini açıklayabilmesi gerekir (Mohammadi and Prasanna, 2003; Seymen ve ark., 2019). Bu bağlamda elde edilen sonuçlar PCA analizinin varyasyonu yeterince açıklayabildiğini göstermektedir.

### Temel Bileşenler Analizi (PCA) ve Korelasyon

Oluşan PCA1 ve PCA2 bileşenleri kullanılarak oluşturulan iki boyutlu grafik incelendiğinde bakla boyu, bakla ağırlığı, bakla eni, gövde çapı ve bitki boyu bir düzlemde yer alırken dane ağırlığı, dane sayısı ve bakla sayısının da başka bir düzlemde yer aldığı görülmektedir (Şekil 1). Özellikler arasındaki açı  $90^\circ$  ye eşit ise aralarındaki özellik önemsiz,  $90^\circ$  den küçük ise pozitif yönlü ve  $90^\circ$  den büyük ise negatif yönlü bir ilişkinin olduğunu göstermektedir (Yavuz ve ark., 2020). Bu bağlamda bakla boyu ve bakla sayısı ile dane sayısı ve dane ağırlığı arasında güçlü bir pozitif ilişki olduğu belirlenmiştir.



Şekil 1. Temel bileşenler analizinde oluşan iki PCA bileşeni ile oluşturulan özelliklere ait PCA grafiği

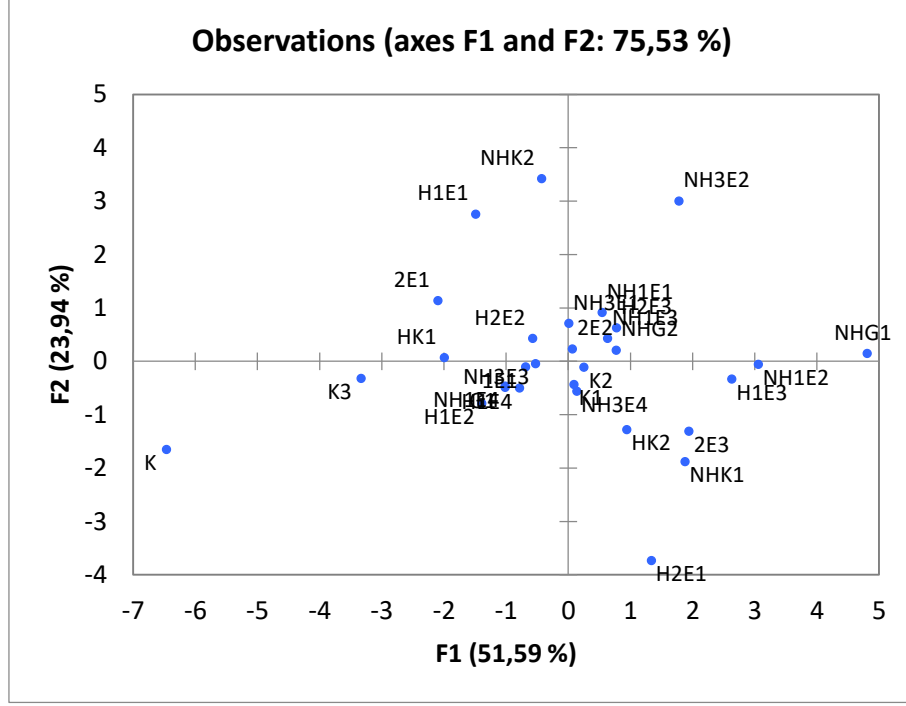
Uygulamaların PCA analizindeki dağılımlarında (Şekil 2) kontrol ve H2E1 uygulamalarının diğer tüm uygulamalardan farklı bölgede

konumlandığı görülmektedir. H1E1 uygulaması ile NHK2 uygulamaları birbirine yakın özellikler göstermesine rağmen yine diğer tüm özelliklerden



ayrıldığı görülmüştür. NH1E1, NH3E1, H2E3, NH1E3, NHG2 2E2 uygulamaları birbirleriyle yakın özellikler göstermesine rağmen aynı düzlemde bulunan NHG1 ve NH3E2 uygulamalarının diğerlerinden ayrıldığı

ve farklı özellikler gösterdiği görülmektedir. NH1E4, G1 H1E4, H1E2, NH3E3 ve 1E1 uygulamaları aynı düzlem üzerinde birbirlerine oldukça yakın özellikler gösterdiği ve kümelendiği görülmektedir.



Şekil 2. Uygulamaların PCA analizindeki dağılımı

Çizelge 4. Çalışmada incelenen özellikler arasındaki ilişkileri gösteren korelasyon Çizelgesi

Variables	Bakla boyu	Bakla eni	Bakla ağırlığı	Bitki boyu	Gövde Çapı	Bakla sayısı	Dane sayısı	Dane ağırlığı
Bakla boyu	1	0.314	0.762	-0.121	0.046	0.106	0.222	0.237
Bakla eni		1	0.247	0.012	0.000	0.120	0.187	0.180
Bakla ağırlığı			1	-0.035	0.153	0.013	0.134	0.159
Bitki boyu				1	0.522	0.181	0.168	0.178
Gövde Çapı					1	0.164	0.222	0.268
Bakla sayısı						1	0.897	0.879
Dane sayısı							1	0.969
Dane ağırlığı								1

Koyu rakamlarla ifade edilen değerler ( $p < 0.05$ ) istatistiki olarak önemlidir.

Özelliklerin birbirleri ile aralarındaki ilişkiyi ve bu ilişkinin istatistiki olarak önemli ya da önemsiz olduğunu açıklayan Çizelge 4'te elde edilen korelasyon değerleri 1'e yakın olduğunda aralarındaki ilişkinin yüksek olduğunu, sıfıra yaklaştığında ise özellikler arasındaki ilişkinin zayıf olduğunu ifade etmektedir. Çizelge 4 incelendiğinde özellikle dane ağırlığının bakla sayısı ve dane sayısı ile çok yakından ilişkili olduğu aynı zamanda diğer tüm özellikler ile de aralarındaki ilişkinin istatistiki olarak %5 seviyesinde önemli bulunduğu görülmektedir. Dane sayısına bakıldığında bakla ağırlığı ile aralarındaki ilişki istatistiki olarak önemsiz bulunmasına rağmen diğer özelliklerle aralarındaki ilişki %5 seviyesinde önemli bulunmuş ve en yüksek korelasyon katsayısı ise dane sayısı ile bakla sayısı arasında elde edilmiştir. Bakla sayısının bakla boyu, bakla eni, bakla ağırlıkları ile aralarındaki ilişkinin istatistiki olarak %5 seviyesinde önemsiz bulunmasına karşın bitki boyu, gövde çapı, dane sayısı ve dane ağırlıkları ile ilişkisi istatistiki olarak %5 seviyesinde önemli bulunmaktadır. Gövde çapı bakımından Çizelge 4 incelendiğinde, bakla boyu ve bakla eni ile aralarında istatistiki olarak bir ilişkisinin bulunmadığı ( $P<0.05$ ), ancak diğer özellikler ile aralarında istatistiki olarak %5 seviyesinde önemli bir ilişki bulunduğu görülmektedir. Bitki boyunun ise bakla boyu, bakla eni ve bakla ağırlıkları ile ilişkili olmadığı ancak diğer özellikler ile aralarında istatistiki olarak önemli ( $P<0.05$ ) bir bağ olduğu görülmektedir. Bakla ağırlığı ile bakla boyu arasında kuvvetli bir ilişkinin olduğu görülmekle birlikte (0.762), bakla eni, gövde çapı ve dane ağırlıkları ile aralarında da istatistiki olarak ( $P<0.05$ ) önemli seviyede bir ilişki bulunmaktadır. Bakla ağırlığı ile diğer özellikler ile aralarındaki bağ ise

önemsiz bulunmuştur. Bakla eninin bakla boyu, bakla ağırlığı, dane sayısı ve dane ağırlığı ile istatistiki olarak %5 seviyesinde ilişkili bulunduğu ve diğer uygulamalarla aralarındaki bağın ise önemsiz olduğu görülmektedir. Bakla boyu ile bakla eni, bakla ağırlığı, dane sayısı ve dane ağırlıkları arasında istatistiki olarak ( $P<0.05$ ) önemli bir ilişkinin olduğu ve diğer uygulamalar ile bakla boyu arasında istatistiki olarak %5 seviyesinde önemsiz bulunduğu görülmektedir.

### SONUÇ ve ÖNERİLER

M4 bitkilerine ait toplam 30 hattın bazı bitkisel ve verim özelliklerinin belirlendiği bu çalışmada istatistiki olarak önemli olmakla birlikte birbirlerinden oldukça farklı özelliklere sahip hatlar tespit edilmiştir. İncelenen hatların bakla boyu 13.50-16.29 cm, bakla eni 12.24-17.82 mm, bakla ağırlığı 10.03-13.73 gr, bitki boyu 46.00-74.17 cm, gövde çapı 6.35-11.44 mm, bakla sayısı 21.27-45.43 adet, dane sayısı 56.88-131.72 adet ve dane ağırlığı 16.40-40.91 gr arasında değerler gösterdiği görülmüştür. Çalışmada özelliklerin korelasyon analizi incelendiğinde özellikle dane sayısı ile dane ağırlığı (0.969), bakla sayısı ile dane ağırlığı (0.879) ve bakla boyu ile bakla ağırlığı (0.762) arasındaki ilişkinin çok yüksek çıktığı belirlenmiştir. Verim unsurları özelliklerden olan bakla boyu (H2E1 / 45.43cm) kontrol grubuna göre (21.27 cm) %214, bakla ağırlığı (NH3E2 / 13.73 gr) kontrol grubuna göre (10.03 gr) %37, dane sayısı (NHG1 / 131.72 adet) kontrol grubuna göre (56.88 adet) %232 ve dane ağırlığı (NHG1 / 40.91 gr) kontrol grubuna göre (16.60 gr) %246 oranında artış kaydettiği görülmüştür. Bütün uygulamalara ait hatlar incelendiğinde humidifikasyon ve neem yağı ile humidifikasyon uygulamalarının kontrol grubu bitkilerine göre incelenen

özellikler bakımından artı değer yarattığı görülmüş, saf su ile hümidifikasyon ve neem yağı ile hümidifikasyon uygulamalarının bu tarz çalışmalarda rahatlıkla kullanılabilceği sonucuna varılmıştır. Sonraki aşamada çeşit adaylarını belirlemeye yönelik çalışmalarına devamının uygun olacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Alkan, Ö. 2008. Temel bileşenler analizi ve bir uygulama örneği. Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum.
- Anbarasan, K., Sivalingam, D., Rajendran, R., Anbazhagan, M., Chidambaram, A.A. 2013. Studies on the mutagenic effect of ems on seed germination and seedling characters of sesame (*Sesamum indicum* L.) var.T MV3. International Journal of Research in Biological Sciences 3(1): 68-70.
- Anonim, 2021. 2020 yılı bakliyat sektör raporu. Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü. <https://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/sektorraporlari/bakliyat2020.pdf> (Erişim tarihi: 09.02.2022).
- Arın, L., ve Balcı, H. 2017. Brokkoli tohumlarına uygulanan bazı organik asit ve bitkisel kökenli materyallerin çimlenme, çıkış ve fide kalitesine etkisi. Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji dergisi, 5(13):1792-1795.
- Bağcı, M., Mutlu, H. 2011. Macar fiği (*Vicia pannonica* cv. Crantz)'nde mutasyon ıslahında kullanılabilir gama (60Co) dozunun belirlenmesi, Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi, 4(2): 145-149.
- Balkaya, A., Özbakır, M., Karaağaç, O. 2010. Karadeniz Bölgesinden toplanan balkabağı (*Cucurbita moschata* Duch.) populasyonlarının karakterizasyonu ve meyve özelliklerindeki varyasyonun değerlendirilmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 16(1).
- Bekar, N.K., Sağlam, N., Balkaya, A. 2019. Bazı sırik fasulye genotiplerinin bakla özellikleri ve bakla kalitesi yönünden varyasyonun değerlendirilmesi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 29(1): 127-135.
- Bhateshwar, D.C., Prabha, D., Jangid, D., Salman, M. 2020. Effect of seed priming with botanicals on plant growth and seed yield of lentil (*Lens culinaris* M.), International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 9(7): 3484-3499.
- Elkoca, E. 2007. Priming: Ekim öncesi tohum uygulamaları, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 38: 113-120.
- Faostat, 2020. Statistic Database. <http://faostat.fao.org/>. (Erişim tarihi: 11.02. 2022).
- Graham, P.H., Ranalli, P. 1997. Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Field Crops Research, 53: 131- 146.
- Harris, D., Raghuwanshi, B.S., Gangwar, J.S., Singh, S.C., Joshi, K.D., Rashid, A. and Hollington, P.A. 2001, Participatory evaluation by farmers of 'on-farm' seed priming in wheat in India, Nepal and Pakistan, Experimental Agriculture 37: 403–415.
- Jeffers, J.N.R. 1967. Two cases studies in the application of principal component analysis. Applied Statistics 16: 225-236.
- Kaydan, D., Yağmur, M. 2006. Farklı salisilik asit dozları ve uygulama şekillerinin buğday (*Triticum aestivum* L.) ve mercimekte (*Lens culinaris* medik.) verim ve verim öğeleri üzerine etkileri, Ankara Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 125(3): 285-293.
- Lukanda, L.T., Mbuyi, A.K., Nkongolo, K.C., Kizungu, R.V. 2013. Effect of gamma irradiation on morpho-agronomic characteristics of groundnut (*Arachis hypogaea* L.), American Journal of Plant Sciences, 4: 2186-2192.
- Mohammadi, S.A., Prasanna, B.M. 2003. Analysis of genetic diversity in crop plantssalient statistical tools and considerations. Crop Sci., 43(4): 1235–1248.

- Özkaya, F.D., Sarıcan, B. 2014. Latin Amerika mutfağının kültürel etkileşim yolu (The cultural interaction journey of latin American cuisine), *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 2/1 36-45.
- Saba, M., Mirza, B. 2002. Ethyl methanesulfonate induced genetic variability in *Lycopersicon esculentum*. *International Journal of Agriculture&Biology*, 1560–8530/89–92.
- Sağel, Z., Tutluer, M.İ., Peşkiricioğlu, H. 1994. Bitki ıslahında mutasyonlar, *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*. 3:1-2.
- Seymen, M., Yavuz, D., Dursun, A., Kurtar, E.S., Türkmen, O. 2019. Identification of drought-tolerant pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) genotypes associated with certain fruit characteristics, seed yield, and quality. *Agriculture Water Management*, 221: 150–159.
- Şalk, A., Arın, L., Deveci, M., Polat, S. 2008. Özel Sebzeçilik. NKÜ, Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Bölümü, ISBN 978-9944-0786-0-3, Tekirdağ.
- Uslu, N. 1996. M1 Generasyonunda görülen mutagenik etkiler. *Bitki Islahında Mutasyonların Ortaya Çıkarılması ve Kullanılması Kursu*, 27-31 Mayıs 1996. Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi Tarım Bölümü, Saray/Ankara.
- Viji, R., Manonmani, V. 2018. Influence of seed priming with oil cake extracts on quality parameters of maize seeds. *Madras Agriculture Journal*, 105(7-9): 243-246.
- Yanmaz, R., Balkaya, A., Akan, S., Kaymak, H.Ç., Sarıkamış, G., Ulukapı, K.Ö., Karaağaç, O., Güvenç, İ., Kurtar, E.S, ve Açıkgöz, F.E. 2020. Sebzeçilik sektörü: Dünü, bugünü ve geleceği, *Türkiye Ziraat Mühendisleri IX. Teknik Kongresi, Bildiriler Kitabı*, 13-17 Ocak, Ankara, s.585-607.
- Yavuz, D., Seymen, M., Süheri, S., Yavuz, N., Türkmen, Ö., Kurtar, E.S. 2020. How do rootstocks of citron watermelon (*Citrullus lanatus* var. *citroides*) affect the yield and quality of watermelon under deficit irrigation. *Agricultural Water Management*, 241: 106351.