



Farklı gama ışını dozları uygulanmış bazı nohut çeşitlerinin M₂ generasyonunda morfo-agronomik özelliklerinin belirlenmesi

The determination of morpho-agronomic characteristics in M₂ generations of chickpea varieties induced to different gamma irradiation doses

Kübra DEMİRCİOĞLU¹ , Mehmet YAĞMUR^{2*} 

¹Kırşehir Ahi Evran Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri ABD, 40100, Kırşehir-Türkiye

²Kırşehir Ahi Evran Üniv., Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 40100, Kırşehir-Türkiye

To cite this article:

Demircioğlu, K. & Yağmur, M. (2020). Farklı gama ışını dozları uygulanmış bazı nohut çeşitlerinin M₂ generasyonunda morfo-agronomik özelliklerinin belirlenmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 24(4): 447-457.
DOI:10.29050/harranziraat.746402

Address for Correspondence:

Mehmet YAĞMUR

e-mail:

mehmetyag@yahoo.com

Received Date:

01.06.2020

Accepted Date:

17.11.2020

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

ÖZ

Farklı dozlarda gama ışını (0, 100, 200 ve 300 Gy) uygulanan dört nohut çeşidinin (Azkan, Aksu, Uzunlu 99 ve Sarı 98) M₂ bitkileri, bitki tane verimi ve bazı verim öğeleri yönünden bu çalışmada incelenmiştir. Araştırma tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3'er tekerrürlü olarak 2019 yılında yürütülmüştür. Ana parsellere çeşitler alt parsellere ise gama ışını dozları yerleştirilmiştir. Çalışmada çiçeklenme süresi (gün), baklada tane sayısı (adet bakla⁻¹), bitki boyu (cm), bitkide bakla sayısını (adet bitki⁻¹), bitkide tane sayısını (adet bitki⁻¹), bitki tane verimini (g bitki⁻¹) ve bitkide biyolojik verim (g bitki⁻¹) gibi özellikler incelenmiştir.

Çalışmada artan gama ışını dozları kontrol dozuna göre çiçeklenme süresi ve baklada tane sayısı hariç bitki boyu, bitkide bakla sayısını, bitkide tane sayısını, bitki tane verimini ve bitkide biyolojik verim gibi özelliklerde önemli düzeyde pozitif varyasyon yarattığı belirlenmiştir. Ayrıca her gama ışını dozunun da nohut çeşitlerinde farklı düzeyde pozitif varyasyon yarattığı tespit edilmiştir. Bu durumda Aksu nohut çeşidi için 100 gy gama ışını dozu farklı özellikteki bitkiler elde etmek için yeterli olduğunu gösterirken, Azkan nohut çeşidinde ise 200-300 gy gama dozlarının yeterli olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak bitki tane verimi bakımından çalışma sonuçları incelendiğinde, en yüksek bitki tane verimi 10.6 g bitki⁻¹ ile 300 Gy dozu uygulanan Azkan nohut çeşidinden elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gama ışını, Mutasyon ıslahı, M₂ genarasyon, Nohut çeşitleri

ABSTRACT

The grain yield per plant and some yield components of plants in M₂ generation obtained by applying different doses of gamma rays (0, 100, 200 and 300 Gy) to four chickpea varieties (Azkan, Aksu, Uzunlu 99 and Sarı 98) were investigated in the study. The design of the experiment was randomized complete block (RCB), arranged as split-plot with four chickpea varieties (main plots) and four (4) different doses gamma rays (subplots) with 3 replicates in 2019 year. In the study, flowering time (day), number of seeds per pod (seed pod⁻¹), plant height (cm), number of pods per plant (pods plant⁻¹), number of seeds per plant (seeds plant⁻¹), grain yield per plant (g plant⁻¹) and biological yield in the plant (g plant⁻¹) were investigated.

In the study, it was determined that increasing gamma ray doses caused a significant variation in plant characters such as plant height, number of pods per plant, number of seeds per plant, plant grain yield and biological yield in the plant, except the flowering time and number of seeds per pod, compared to the control dose. In addition, it has been determined that each gamma ray dose creates different levels of positive variation in chickpea varieties. In this case, it was determined that 100 gy gamma ray dose was sufficient to obtain plants with different

characteristics for Aksu chickpea variety, while 200-300 Gy gamma doses were sufficient for Azkan chickpea variety. Consequently, when the study results were examined in terms of grain yield per plant, the highest grain yield per plant was obtained from Azkan chickpea variety with a dose of 300 Gy with 10.6 g plant⁻¹.

Key Words: Chickpea cultivars, Mutation breeding, M₂ generation,

Giriş

Bitkisel üretimde yüksek verimli, kurağa, soğuğa, hastalık ve zararlılara dayanıklı çeşitlerin ortaya çıkarılmasında, ıslahçılar doğada bulunan genetik kaynaklardan veya varyasyon ortaya çıkarmada geliştirdikleri yeni teknik ve yöntemlerden faydalanmaktadırlar (Şehirali, 1988). Bu tekniklerden biri de mutasyon ıslahıdır. Islahçiya zaman kazandırmak, planlı bir çalışma yapmak ve kısa sürede yeni çeşitler elde etmek için mutasyon ıslahı yöntemi kullanılmaktadır. Geleneksel bitki ıslah yöntemleri ile yeni çeşit geliştirmede genetik problemlerin çözülemediği koşullarda, adaptasyon kabiliyeti yüksek verimli bir çeşidin bir ya da iki özelliği mutasyon ıslahı ile arttırılabilir. Mutasyon ıslahında; fiziksel ve kimyasal mutagenler kullanarak bitkilerin kromozomlarının yapı ve sayılarında ya da genlerinin fiziksel ve kimyasal yapılarında ani olarak bir takım kalıtsal değişiklikler meydana getirilebilir (Şehirali ve Özgen, 1988).

Bitkilerde mutasyon meydana getirmek için en çok kullanılan gamma ışın kaynaklarından biri de Kobalt-60 (60 Co)'dır. Bu mutagenle meydana getirilen mutasyonların canlıda doğal olarak meydana gelen mutasyonlara çok benziyor olması önemli bir özelliktir (Anonim, 1977). Mutasyon ıslahında kullanılan fiziksel mutagenlerden olan gama ışını özellikle tarla bitkilerinde genetik çeşitliliğin oluşturulmasında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Daha önceki yıllarda yapılan mutasyon ıslahı yoluyla nohutta yeni çeşitler geliştireilmiş olup, buna en iyi örneklerden biri, Çağatay nohut çeşidi 100, 200 ve 300 Gy dozlarında gamma ışınlarına tabi tutularak M₂ generasyonları boyunca yapılan seleksiyonlar sonucunda Sezenbey ve Zuhul isimlerinde mutant nohut çeşitleri tescil ettirilmiştir (Özçelik ve ark., 2010). Nohutta mutasyon ıslahı ile yeni çeşit geliştirmek için çalışmalara başlayan Omar ve Singh (1995),

ıcarda orjinli nohut genotiplerine 40-50-60 kR'lık dozlarda gamma ışınlarını uyguladıklarını, M₂ generasyonlarında ortaya çıkan 3 adet mutantın çok çok erkenci olduğunu bildirmişlerdir. Bu erkenci mutantların ebeveynlerden daha verimli ve *Ascochyta rabiei* yönünden de dayanıklı olduklarını bildirmişlerdir. Pakistan'da yürütölen bir başka mutasyon ıslahı çalışmasında 6153, C 727 ve K 850 nohut çeşitleri 10 ve 35 kR'lık gamma ışınlarıyla muamele edilmiş, seçilen 56 mutantın antraknoza karşı dayanıklılığı belirlemek için yürütölen çalışmada, 15 mutantın antraknoza karşı toleranslı olduğu bulunurken, 6153 genotipinden yedi, C 727 genotipinden dört ve K 850 genotipinden bir mutant antraknoza karşı dayanıklı olarak bulunmuştur (Javed ve Hasan, 1995). ILC-482, AK-71114 ve Akçin 91 nohut çeşitlerine ait tohumlar Kobalt-60 kaynağından 50-100-150-200-250-300-350 ve 400 Gy'li dozlarda ışınlanmıştır. Araştırma sonucunda ümitvar iki mutant nohut hattı seçilmiş ve bu hatlar ile yürütölen tescil çalışmaları sonucunda ebeveynlere (kontrol) göre erkenci (95-10 gün) yüksek verimli (180-220 kg da⁻¹) yüksek protein oranına sahip (% 22-25), 100 tane ağırlığı (42-44g) ve pişme süresi (35-40 dakika) olduğu belirlenen mutant nohut çeşidi Taek-Sağel adı ile tescil edilmiştir (Sağel ve ark., 2009). Khan ve ark. (2005) 0.6 kGy'de gama ışınması kullanarak nohut tane veriminde belirgin bir artış olduğunu bildirmişlerdir. Karimi ve ark. (2008) iki nohut çeşidini Kobalt 60 kaynağından 10 farklı gama ışını (0, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900 Gy.) ile ışınlandığını ve çiçeklenme süresinin kontrole göre kısalđığını bildirmişlerdir. Khan ve ark. (2005) tarafından yürütölen bir çalışmada ise gama ışınlanmanın M₂ generasyonunda bitki boyunu kontrole göre değiştirdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, Wani ve Anis (2008), tarafından yürütölen bir çalışmada, tohum iriliği ve 100 tohum ağırlığı arasında önemli bir ilişkinin varlığı yanında çoğu özelliklerin kontrolden daha yüksek olduklarını bildirmişlerdir.

Kırşehir ili nohut tane verimi ortalamaları incelendiğinde, tane veriminin yıllara göre 100 ila 150 kg da⁻¹ arasında değiştiği ve bazı yıllarda Türkiye verim ortalamasından daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Anonim 2020). Bu yüzden bölgeye uygun erkenci ve verimli yeni çeşitlere ihtiyaç duyulmaktadır. Yukarıda belirtildiği gibi nohuda uygulanan farklı gama ışını dozları ile yeni çeşitlerin geliştirilebileceği düşünölmektedir. Yukarıda bahsedilen nedenlerden dolayı bu çalışma farklı gama ışını dozlarının (100, 200, 300 Gy) uygulandığı Azkan, Aksu, Uzunlu 99 ve Sarı 98 nohut çeşitlerinin M₂ generasyonunda kontrol dozuna (anaç) göre, erkenci ve yüksek verimli farklı bitkileri tespit etmek amacıyla yürütölmüştür. Bu çalışma ile M₂ generasyonunda kontrole göre farklı özellikteki bitkilerin ortalamaları üzerinden yola çıkarak gama ışınının Azkan, Aksu, Uzunlu 99 ve Sarı 98 nohut çeşitlerinde mutasyon etkisi araştırılmıştır. Ayrıca nohut çeşitlerin farklı dozlardaki gama ışınlarına olan tepkileri ortaya konmaya çalışılmıştır. Sonraki yıllarda ise M generasyonları boyunca yapılacak seleksiyonlar sonucunda yeni mutant hat geliştirme olanakları araştırılacaktır.

Materyal ve Metot

Materyal

Çalışma yeri ve yılı

Bu araştırma Kırşehir ilinde 2019 yılı yazlık bitki yetiştirme sezonunda Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Faköltesi deneme arazisinde yürütölmüştür.

Çalışmada kullanılan çeşitler

Anaç olarak 4 adet nohut çeşidi kullanılmıştır. Bu çeşitlerden Azkan nohut çeşidi Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nde (TAEM), Aksu nohut çeşidi Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı TAEM'de, Uzunlu 99 nohut çeşidi Tarla Bitkileri TAEM'de ve Sarı 98 nohut çeşidi ise Ege TAEM'de tescil ettirilmiştir.

Deneme yeri toprak özellikleri

Deneme yeri toprağının fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla deneme yerinin 2

farklı noktadan 0-30 cm ve 30-60 cm derinliğinden toprak örnekleri alınıp, Tokat Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü'nde toprak analizi yaptırılmıştır. Sonuçlar Çizelge 1.'de verilmiştir. Deneme toprağının organik madde yönünden zayıf, potasyum, fosfor ve kalsiyum yönünden de zengin olduğu görölmektedir. Bu duruma göre deneme yeri hafif alkali ve killi-tınlı toprak yapısına sahiptir. Kaçar (1995)'e göre toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri yorumlanmıştır.

Çizelge 1. Deneme alanının fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri*

Table 1. Physical and chemical soil properties of the experimental area

Toprak Özellikleri/ Soil Properties	Toprak derinliği/Soil depth	
	0-30 cm	30-60 cm
pH/pH	7.59	7.63
Toplam Tuz (%)/Salt (%)	0.02	0.02
EC (mmhos cm ⁻¹)/EC (mmhos cm ⁻¹)	0.52	0.56
Organik Madde %/Organic Matters %	1.81	1.64
Fosfor ((P ₂ O ₅) kg da ⁻¹)/Phosphorus ((P ₂ O ₅) kg da ⁻¹)	2.14	2.29
Potasyum (K ₂ O (kgda ⁻¹))/Potassium (K ₂ O (kgda ⁻¹))	66.6	51.47
Kireç % (CaCO ₃)/Lime % (CaCO ₃)	27.9	28.39

*Toprak analizi Tokat Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü'nde yaptırılmıştır.

*Soil analysis was done in Tokat Soil and Water Resources Research Institute.

Deneme yeri iklim özellikleri

Denemenin yürütöldüğu yıllara ait iklim verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğünden Kırşehir'de bulunan istasyonun ölçüm yaptığı Eylül 2018 ve Ağustos 2019 ayları arasındaki ölçölen veriler istenmiş ve yorumlanmıştır. Çizelge 2.'de sıcaklık ile ilgili veriler incelendiğinde, 2019 yılında uzun yıllar ortalamasına göre daha yüksek olduğu görölmektedir. Yağış ile ilgili değerler incelendiğinde yağış oranının 2018-2019 yılı uzun yıllar ortalamasına göre daha yüksek olduğu görölmektedir. Buna rağmen özellikle gelişmenin yoğun olduğu bahar aylarında yağışın uzun yıllar ortalamalarından daha düşük olması deneme yılının negatif özelliklerindedir (Çizelge 2).

Çalışmada kullanılan gama ışını uygulaması

Nohut çeşitlerine ait yaklaşık 3000'er adet

tohum 4 farklı dozda (0, 100, 200, 300 Gy) Türkiye Atom Enerjisi Kurumunda Kobalt 60 (CO 60) kaynağı kullanılarak ışınlanmıştır. Gama ışınlamasına tabi tutulan tohumlar ekim zamanına kadar +4 °C de buzdolabında saklanmıştır. Aynı yıl

(2018) bahar aylarında deneme tarlasında ekilerek ebeveynlerden farklı özellikte olan tüm bitkiler hasat edilmiştir. M₂ generasyonu, M₁ generasyonundaki bitkilerden hasat edilen tohumların ekilmesi ile oluşturulmuştur.

Çizelge 2. Uzun yıllar ve 2018-2019 yılına ait sıcaklık ortalamaları, yağış toplamı ve nispi nem ortalamaları.

Table 2. Temperature, humidity averages and total rainfalls of long years and 2018-2019 seasons.

Aylar/Months	Yağış (mm) Rainfall (mm)		Sıcaklık (°C) Temperature (°C)		Nispi Nem (%) Moisture (%)	
	*UYO/ *ALY	2018-2019	UYO/ ALY	2018-2019	UYO/ ALY	2018-2019
Eylül/September	12.3	1.2	17.9	20.2	51.8	45.6
Ekim/October	29.2	41.4	12.2	14.4	62.4	62.2
Kasım/November	36.5	21.0	6.1	8.2	71.5	66.8
Aralık/December	46.9	101.1	1.9	3.2	77.8	81.3
Ocak/January	45.4	42.2	-0.1	-0.8	78.6	79.3
Şubat/February	35.2	42.8	1.3	4.1	74.6	71.4
Mart/March	37.5	10.2	5.5	6.2	67.6	56.4
Nisan/April	45.3	29.0	10.7	9.6	63.6	63.9
Mayıs/May	43.3	17.1	15.1	17.5	59.9	52.6
Haziran/June	36.2	84.7	19.3	21.8	53.5	56.1
Temmuz/July	7.1	8.7	22.8	22.4	47.3	47.4
Ağustos/August	5.0	41.8	22.2	23.3	49.5	49.8
Toplam/Total	379.9	441.2				
Ortalama/Average			10.25	12.6	64.42	61.0

*UYO: Uzun yıllar ortalaması (1957-2019)

*ALY: Average of long years (1957-2019)

Metot

Farklı dozlarda (100-200-300 Gy dozları) gamma ışınlamasına tabi tutulan ve M₁ generasyonundan modifiye bulk olarak hasat edilen dört adet nohut çeşidine ait tohumlar kontrol dozdaki (0 Gy dozu) tohumlarla beraber Ahi Evran Üniversitesine ait tarımsal uygulama arazisinde yürütülmüştür. Tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Ekimler 30 cm sıra arası ve 4'er metre uzunluğunda markörle açılan sıralara el ile gerçekleştirilmiştir. Ana parsellere çeşitler, alt parsellere ise gama ışını dozları yerleştirilmiştir. Ekimler parsellere kontrol çeşitler 4'er sıralı, doz uygulanmış çeşitler ise sekiz sıralı olacak şekilde yapılmıştır.

Deneme bir yıl önce nadasa bırakılmış kıraç tarım arazisi üzerine kurulmuştur. Yapılan toprak analizi sonuçları göz önünde bulundurularak 2.7 kg saf azot, 6.9 kg fosfor olacak şekilde diamonyum fosfat gübresi ile (15 kg da⁻¹ DAP (18-46-0)) gübrelenmiştir. Gerekli görüldükçe yabancı ot mücadelesi elle yapılmıştır.

Çalışmada, çiçeklenme süresi (gün), baklada tane sayısı (adet bakla⁻¹), bitki boyu (cm), bitkide bakla sayısını (adet bitki⁻¹), bitkide tane sayısını (adet bitki⁻¹), bitki tane verimini (g bitki⁻¹) ve bitkide biyolojik verim (g bitki⁻¹) gibi özellikler incelenmiştir.

Deneme alanında sıkça kontrol edilen bitkilerin hasadı ise 26 Temmuz-05 Ağustos 2019 tarihleri arasında el ile yapılmıştır. Kontrol parsellerinden tesadüfü olarak seçilen 10'ar bitkinin hasadı yapılmıştır. Diğer gama ışını uygulanan parsellerinde ise kontrol parsellerindeki bitkilerden farklı olduğu gözlemlenen bitkilerin tamamı ayrı ayrı hasat edilerek etiketlenmiştir. Bu bitkiler üzerinde tüm gözlemler yapılarak ayrı ayrı harmanlanmıştır. Bu parsellerden elde edilen tohumlar bir sonraki M₃ generasyonu için ayrı ayrı paketlenmiştir. M₂ de kontrole göre farklı özellikteki bitkilerin ortalamaları üzerinden yola çıkarak mutasyonun etkisine bakılmıştır.

Verilerin analizi

Elde edilen verilerin varyans analizleri tesadüf bloklarında bölünmüş deneme desenine göre MSTAT-C paket programı kullanılarak hesaplanmış ve ortalamalar "Duncan Testi" ile gruplandırılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Çalışma sonuçları istatistiki bakımından değerlendirildiğinde, çeşitler arasında çiçeklenme süresi (gün), bitki boyu (cm), bitkide bakla sayısı (adet bitki⁻¹), baklada tane sayısı (adet bakla⁻¹), bitkide tane sayısı (adet bitki⁻¹), bitki tane verimi (g bitki⁻¹) ve bitkide biyolojik verim (g bitki⁻¹) bakımından istatistiki bakımdan oldukça önemli

($p < 0.01$) farkların olduğu bulunmuştur. Gama ışını dozlarının ise bitki boyu (cm), bitkide bakla sayısı, bitkide tane sayısı, bitki tane verimi ve bitki biyolojik verim gibi özellikler üzerine etkisinin istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilirken, çiçeklenme süresi ve baklada tane sayısı üzerine istatistiksel olarak etkisi bulunmamıştır.

Ayrıca, çeşit ve gama ışınım dozları arasında ortaya çıkan interaksiyonun çiçeklenme süresi, bitki boyu ve baklada tane sayısı özellikleri hariç, bitkide bakla sayısı, bitkide tane sayısı, bitki tane verimi ve bitkide biyolojik verim üzerine etkisinin istatistiki açıdan ($p < 0.01$) önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 3.)

Çizelge 3. Varyans analiz özeti

Table 3. Summary of variance analysis

		Önemlilik/ Significant						
	SD	Çiçeklenme süresi Num. of flowering dates	Bitki boyu Plant height	Bitkide bakla sayısı Number of pods per plant	Baklada tane sayısı Number of seed per pod	Bitkide tane sayısı Number of seed per plant	Bitki tane verimi Seed yield per plant	Bitkide biyolojik verim Plant biological yield
Çeşit (Ç) Variety (V)	3	**	**	**	**	**	**	**
Gama Işını Dozları (GID) Gamma Ray Dose (GRD)	3	Öd/Ns	**	**	Öd/Ns	**	**	**
ÇXGID Int VXGRD Int	9	Öd/Ns	Öd/Ns	**	Öd/Ns	**	**	**
Değişim Katsayısı (%) Coefficient Variation (%)	-	2.70	6.12	10.18	4.09	7.27	7.87	7.10

* $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$ düzeyinde önemli, Öd: Önemli değil

* $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$ significant level, Ns: Non significant

Bu çalışmada çeşitler arasında en uzun çiçeklenme süresine sahip nohut çeşidi Sarı 98 olurken, en kısa çiçeklenme süresine sahip çeşit ise Aksu nohut çeşidi olarak bulunmuştur. Çiçeklenme gün sayısının erken/geç çiçeklenme genleri nedeniyle çeşitlere göre değişebileceği diğer bazı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Biçer ve Anlarsal, 2004). Azkan, Uzunlu 99 ve Sarı 98 nohut çeşitlerinin istatistiki olarak aralarındaki farkın önemli olmamasına rağmen Azkan çeşidinde 89.6 gün Uzunlu 99'da 89.7 gün ve Sarı 98 nohut çeşidinde 90.2 gün olarak bulunmuştur. Azkan,

Aksu, Uzunlu 99 ve Sarı 98 nohut çeşitlerine uygulanan farklı gama ışını dozlarının, bu çeşitlerin M₂ generasyonunda kontrol doza göre çiçeklenme süresinde istatistiki bakımdan önemli farkların ortaya çıkmadığı Çizelge 4'te görülmektedir.

M₂ generasyonunda gama ışının etkisi istatistiki bakımdan çiçeklenme süreleri üzerine etkisinin önemli bulunmamıştır. Ayrıca kontrol dozunda 89.2 gün olarak bulunan çiçeklenme süresinin gama ışını dozu arttıkça çiçeklenme süresinde azalışların olduğu fakat bu azalışın istatistiki olarak önemsiz olduğu bulunmuştur. Çalışmada

uygulanan en yüksek gama ışını dozu olan 300 Gy'de çiçeklenme süresi 86.7 gün olarak tespit edilmiştir. Çiçeklenme süresi 300 Gy dozunda kontrol dozuna göre 2.5 gün daha kısa olduğu bulunmuştur (Çizelge 4). Bu bulgular gama ışınının bitkilerin çiçeklenme zamanını değiştirebileceğini göstermiştir. Birçok araştırmacı daha önceki çalışmalarında gama ışınının çiçeklenmeyi pozitif veya negatif yönde değiştirebileceğini bildirmişlerdir. Mahla ve ark. (1990) mutasyonunun hem pozitif hem de negatif yönde değişkenliği artırabildiğini bulmuş, popülasyonda erken veya geç çiçeklenen bitkilerin seçimi için yeterli bitki bulunabileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca kıraç şartlarda yüksek verim elde etmek için çiçeklenme ile hasat zamanı arasındaki gün sayısının artırılması için erken çiçeklenen çeşitlerin ıslah yoluyla ortaya çıkarılmasının gerekli olduğu bilinmektedir. Karimi ve ark. (2008) iki nohut çeşidine 10 farklı gama ışını (0, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900 Gy.) Kobalt 60 kaynağından verildiği bir çalışmada, çiçeklenme süresinin kontrole göre kısaldığı bildirmişlerdir. Sağel ve ark.

(2009)'de kobalt kaynaklı gama ışını uygulama dozlarının çiçeklenme sürelerini kısalttığını bildirmişlerdir. Gupta ve Balyan (1981) tarafından bezelyede yapılan bir çalışmada 10 krad'lık gama ışını dozu uygulanan tohumların kontrol dozundan 28 gün daha önce çiçeklendiğini bildirmişlerdir. Fiziksel mutagenlerden olan gama ışınının, çeşitli araştırmacılar tarafından çiçeklenme sürelerinin azalma ya da uzamasına neden olduğu bulguları yanında Kashid ve More (2016), kimyasal mutajenlerin (EMS ve SA) nohutta çiçeklenme sürelerinde değişkenliğe neden olduğu bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar hem M₂ hemde M₃ generasyonlarında yapılan gözlemlere göre nohut çeşitlerinde çiçeklenme süresinin kısaldığını bildirmişlerdir. Bu durum gama ışını yanında kimyasal mutagenlerinde nohutta çiçeklenme gün süresini etkilediğini göstermektedir. Oysa bu çalışmada uygulanan gama ışını dozları çeşitlerde önemli bir çiçeklenme gün sayısında kısaltmaya neden olmamıştır. Bu çalışmada kullanılan mevcut çeşitlere göre M₂ generasyonunda kısa sürede çiçeklenen mutant tiplere rastlanılmamıştır.

Çizelge 4. Farklı dozlarda uygulanan gama ışınının bazı nohut çeşitlerinin bazı verim ve verim ögeleri üzerine etkisine ilişkin ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları

Table 4. Average values of the effect of different gamma ray doses on some yield and yield components in some chickpea varieties and Duncan test results.

Çeşitler Variety	Çiçekleme süresi (gün) The numbers of flowering date (day)	Bitki boyu (cm) Plant height (cm)	Bitkide bakla sayısı (adet bitki ⁻¹) Pod numbers per plant (num. plant ⁻¹)	Baklada tane sayısı (adet bakla ⁻¹) Seed numbers per pod (num. plant ⁻¹)
Azkan	89.6 a*	41.85 a	25.62 a	0.98 a
Aksu	83.4 b	37.19 ab	26.92 a	0.96 a
Uzunlu 99	89.7 a	39.24 a	15.77 b	0.89 b
Sarı 98	90.2 a	33.27 b	17.31 b	0.95 a
LSD (P <0.05)	3.00	4.70	3.15	0.03
Gama Işını Dozlar Gamma Ray Dose				
Kontrol	89.2	35.70 b	16.45 b	0.96
100 Gy	89.2	38.25 ab	23.52 a	0.95
200Gy	88.1	38.59 a	22.30 a	0.94
300 Gy	86.7	39.02 a	23.35 a	0.95
LSD (P 0.05)	Öd/Ns	3.02	1.83	Öd/Ns

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemsizdir (p<0.05), Öd: Önemli değil

*The difference between the averages indicated by the same letter is insignificant (p<0.05), Ns: Non significant

Çeşitler bitki boyu bakımından incelendiğinde en uzun bitki boyuna sahip çeşidin Azkan nohut çeşidi olduğu ve en kısa bitki boyuna sahip çeşidin ise Sarı 98 olduğu saptanmıştır. Şehirali (1988),

nohudun bitki boyunun çeşitlere ve bölgelere göre değişebileceğini ve 20-75 cm arasında olduğunu bildirmiştir. Çalışmada bitki boyunun gama ışınının uygulama dozu artışına bağlı olarak kontrol dozuna

göre uzadığı tespit edilmiştir. Bitki boyunda kontrol dozuna göre artış saptanırken, dozlar arasında ise 200 Gy ve 300 Gy gama ışını dozlarının aynı seviyede etki ettiği saptanmıştır. Kontrol dozu ile diğer uygulama dozları karşılaştırıldığında, kontrol dozunda 35.70 cm olan bitki boyu, 100 Gy'de 38.25 cm, 200 Gy'de 38.59 cm, 300 Gy'de ise 39.02 cm olmuştur. Artık ve Pekşen (2005)'in baklaya uyguladıkları 75 ve 100 Gy dozlarında baklada bitki boyunun arttığını bildirmiştirler. Ayrıca Athwal ve ark. (1970) gama ışını yoluyla nohutta bitki boyunda değişkenliği ortaya çıkarmış ve mutagenin bitki boyunda hem pozitif hem de negatif genetik değişkenliğe neden olabileceğini bildirmişlerdir. Bu bulgulara zıt olarak Khan ve ark (2005) gama ışınlanmanın bitki boyu üzerindeki sonuçları, M₂ generasyonundaki kontrole kıyasla farklı ışınlama dozları arasında anlamlı olmayan değişiklikler ortaya koymuştur.

M₂ generasyonunda bitkide bakla sayısı bakımından çeşitler arasında önemli farklar tespit edilmiş olup en fazla bitkide bakla sayısına sahip çeşidin 25.62 adet bitki⁻¹ ile Azkan olduğu, en az bitkide bakla sayısına sahip çeşidin ise 15.77 adet bitki⁻¹ ile Uzunlu 99 nohut çeşidi olduğu saptanmıştır. Kontrol dozuna göre gama ışını dozlarının artışı bitkide bakla sayısını artırdığı istatistiki önemlilikte bulunmuştur. Çalışmada, eşitler ve gama ışını uygulama dozları arasındaki interaksiyon incelendiğinde, bitkide bakla sayısının en fazla 100 Gy gama ışını verilen Aksu eşidinde elde edildiği ve en az bakla sayısının ise Uzunlu 99 kontrol dozundan elde edildiği saptanmıştır (şekil 1). Bu durum çeşitlerin gama ışını dozlarına karşı verdiği tepkinin farklı olduğunu ortaya koymaktadır.

Çizelge 5. Farklı dozlarda uygulanan gama ışınının bazı nohut çeşitlerinin bazı verim ve verim ögeleri üzerine etkisine ilişkin ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları

Table 5. Average values of the effect of different gamma ray doses on some yield and yield components in some chickpea varieties and Duncan test results.

eşitler Variety	Bitkide tane sayısı (adet bitki ⁻¹) Seed numbers per plant (num. plant ⁻¹)	Bitkide biyolojik verim (g bitki ⁻¹) Biological yield per plant (g plant ⁻¹)	Bitki tane verimi (g bitki ⁻¹) Grain yield per plant (g plant ⁻¹)
Azkan	22.22 a*	19.9 a	9.54 a
Aksu	21.87 a	17.9 b	9.12 a
Uzunlu 99	10.87 b	17.1 b	4.52 b
Sarı 98	9.05 c	15.6 c	3.63 c
LSD (P <0.05)	1.38	1.42	0.65
Gama Işını Dozlar Gamma Ray Dose			
Kontrol	12.08 c	12.9 b	5.10 b
100 Gy	17.51 a	18.5 a	7.15 a
200Gy	16.32 b	19.3 a	7.16 a
300 Gy	18.10 a	19.8 a	7.39 a
LSD (P 0.05)	0.98	1.62	0.44

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemsizdir (p≤0.05)

*The difference between the averages indicated by the same letter is insignificant (p≤0.05)

Bağcı ve Mutlu (2014) nun Macar fiği çalışmasında, Gupta ve Balyan (1981)'nin Bezelyede yaptığı alışma, Asadbıklı (1992) ve Tekeoğlu (1991)'nin fasulyede gama ışını uygulamasının bitkide bakla sayısını arttırdığını bildirmiştirler. Bağcı ve Mutlu (2014) tarafından üç Macar fiği M₂ generasyonunda, çıkış oranı, bitki

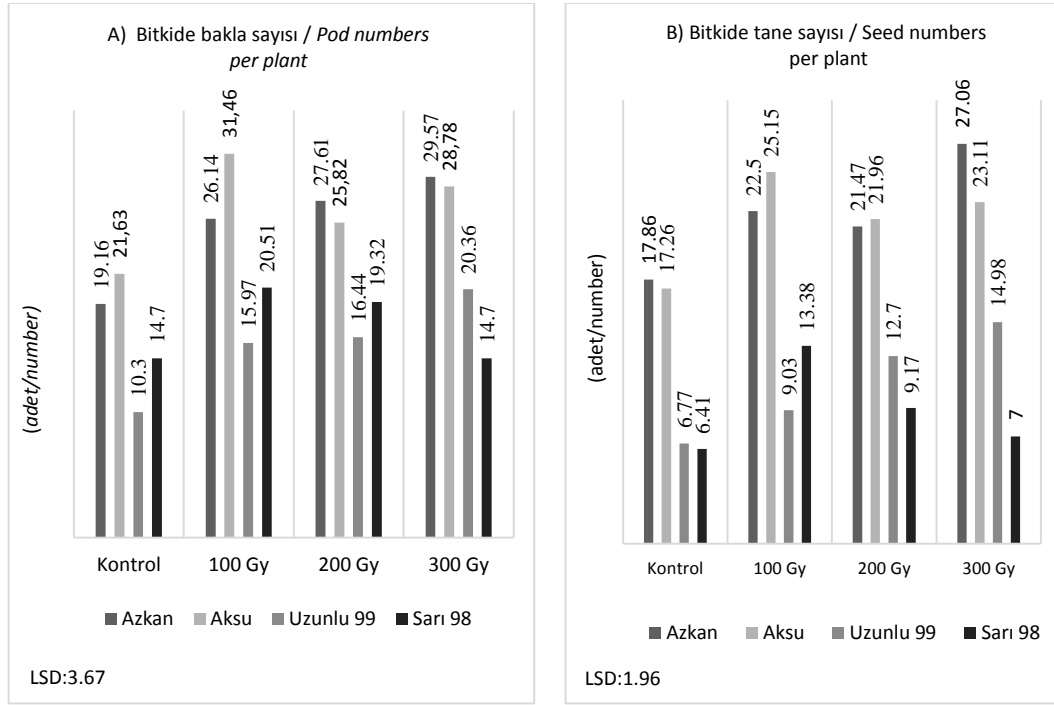
boyu, ana sap uzunluğu, ana dal sayısı ve bakla sayısında kontrol dozla karşılaştırıldığı zaman 80 ve 100 Gy gama ışını dozlarında birtakım değişiklikler meydana geldiğini bildirmişlerdir.

M₂ generasyonunda baklada tane sayısı bakımından çeşitlerde en yüksek baklada tane sayısı Azkan çeşidinden, en az baklada tane sayısı

ise Uzunlu 99 nohut çeşidinden elde edilmiştir. Uygulanan gama dozlarının ortalamalarına bakıldığında, istatistiki bakımdan önemli fark ortaya çıkmamıştır.

Çalışma sonuçları (Çizelge 5) bitkide tane sayısı bakımından incelendiğinde, M₂ generasyonunda bitkide tane sayısı bakımından çeşitler arasında önemli farklar tespit edilmiş olup en fazla bitkide tane sayısına sahip nohut çeşidinin 22.2 adet ile

Azkan olduğu, en az bitkide tane sayısına sahip çeşidin ise 9.1 adet Sarı 98 nohut çeşidi olduğu saptanmıştır (Şekil 1). Kontrol dozuna göre gama ışını dozlarının artışı bitkide tane sayısını arttırdığı saptanmıştır. Çalışmada bitkide tane sayısı bakımından en az bitkide tane sayısı 12.08 adet ile kontrol dozunda elde edilmiştir. En fazla bitkide tane sayısı ise en yüksek gama ışını (300 Gy) dozunda elde edilmiştir.



Şekil 1. Gama ışını dozları ve çeşit arasındaki etkileşiminin M₂ generasyonunda A) bitkide bakla sayısı ve B) bitkide tane sayısı üzerine etkisine ilişkin grafik

Figure 1. Graphics related to the effect of gamma ray doses and variety interaction on A) pod numbers per plant and B) seed numbers per plant in the M₂ generation

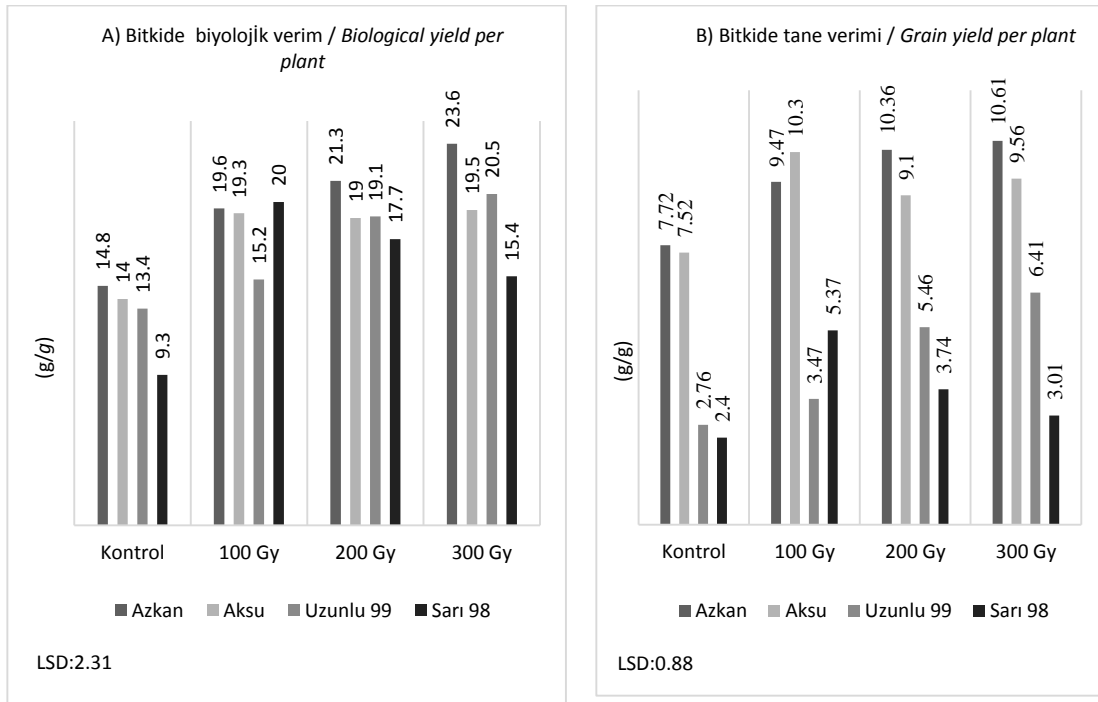
Çeşit X gama ışını dozları arasında ortaya çıkan etkileşim sonuçları incelendiğinde, en çok bitkide tane sayısı 27.06 adet ile 300 Gy gama ışını dozu uygulanmış Azkan çeşidi olurken en az bitkide tane sayısına sahip çeşidin ise kontrol dozunda 6.41 adet ile Sarı 98 çeşidi olduğu saptanmıştır. Kontrol dozu uygulamasında en fazla bitkide tane sayısı Azkan nohut çeşidi olurken, artan gama ışını dozlarında (100 Gy ve 200 Gy) ise en fazla bitkide tane sayısı Aksu çeşidinde saptanmıştır. Çalışmada en yüksek gama ışını doz uygulaması olan 300 Gy' de Azkan çeşidinin en fazla bitkide tane sayısına sahip olduğu bulunmuştur.

M₂ generasyonunda gama ışını dozlarının nohut çeşitleri üzerindeki etkisine ilişkin bulguların yer aldığı Çizelge 5'de bitkide biyolojik verimde de

kontrole göre önemli değişikliklerin meydana geldiği görülmektedir. Bitkide biyolojik verim bakımından çeşit ortalamaları incelendiğinde, en yüksek bitkide biyolojik verim 19.9 g ile Azkan nohut çeşidinden elde edilmiştir. Çalışmada en düşük bitkide biyolojik verim ise Sarı 98 nohut çeşidinden elde edilmiştir. Aksu ve Uzunlu 99 aynı grupta yer almasına ve istatistiki olarak önemli bir fark olmamasına rağmen Aksu çeşidinden 17.9 g bitki⁻¹, Uzunlu 99'da ise 17.1 g bitki⁻¹ olarak saptanmıştır. Çeşit X gama ışını etkileşim sonuçlarına bakıldığında en yüksek bitkide biyolojik verim Azkan çeşidinde 300 Gy dozunda elde edilmiştir. En düşük bitkide biyolojik verim ise kontrol dozunda Sarı 98 nohut çeşidinden elde edilmiştir. Gama ışını dozlarının bitkide

biyolojik verime olan pozitif etki Asadbıklı'nın (1992) fasulye'den elde ettiği bulgularda da görülmektedir. Karimi ve ark. (2008) tarafından

yürütülen bir çalışmada ise kontrole göre 300 Gy gama ışını dozunda tohum veriminde artış sağlandığını bildirmişler.



Şekil 2. Gama ışını dozları ve çeşitler etkisinin M₂ generasyonunda A) bitkide biyolojik verim ve B) bitkide tane verimi üzerine etkisine ilişkin grafik.

Figure 2. Graphics related to the effect of gamma ray doses and variety interactions on A) biological yield per plant and B) seed yield per plant in the M₂ generation.

Bitki tane verimi bakımından çeşitler arasında en fazla bitki tane verimine sahip nohut çeşidi Azkan nohut çeşidi olduğu saptanmıştır. En az bitki tane verimine sahip nohut çeşidi ise Sarı 98 olarak bulunmuştur. Azkan ve Aksu nohut çeşitleri aynı grupta olduğu ve istatistiki olarak aralarındaki farkın önemli olmamasına rağmen Azkan çeşidinde 9.54 g, Aksu nohut çeşidinde ise 9.12 g olarak bulunmuştur (Çizelge 5). Azkan, Aksu, Uzunlu 99 ve Sarı 98 nohut çeşitlerine uygulanan farklı gama ışını dozlarının, bu çeşitlerin M₂ generasyonunda kontrol dozuna göre bitki tane veriminde önemli farkların ortaya çıktığı Çizelge 5'da görülmektedir. Gama ışını uygulanan nohut çeşitlerinden elde edilen bulgulara bakıldığında uygulanan gama ışını dozu arttıkça bitki tane veriminde artış olduğu saptanmıştır. Artış kontrol dozuna göre tüm gama ışını uygulamalarında benzer oranlarda sağlanmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre kontrolde en yüksek bitki tane verimi Azkan çeşidinde, 100 Gy'de Aksu çeşidinde, 200 ve 300 Gy'de ise Azkan çeşidinden elde edilmiştir. Azkan

çeşidinde bitki tane veriminin en fazla olduğu doz 300 Gy, Aksu' çeşidinin ise 100 Gy gama ışını dozunda, Uzunlu 99 nohut çeşidi ise 300 Gy dozunda ve Sarı 98 çeşidinde ise 100 Gy gama ışını dozundan elde edildiği saptanmıştır.

Gama ışını dozlarının nohutta bitki tane verimine etkisinin pozitif düzeyde önemli artışları sağlandığını Sağel ve ark. (2009) ayrıca Karimi ve ark. (2008) ve Artık ve Pekşen (2005)'de bildirmişlerdir. Ayrıca gama ışını kullanılarak agronomik özelliklerin iyileştirildiği çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir. Khan ve ark. (2005) 0.6 kGy'de gama ışınması kullanarak nohut tane veriminde belirgin bir artış olduğunu bildirmişlerdir. Gustafsson ve ark. (1971) mutasyon ıslah yöntemleri ile yüksek verimli bir arpa çeşidi geliştirmiştir. Ayrıca Wani ve Anis, (2008), tarafından yürütülen bir çalışmada tohum iriliğinin 100 tane ağırlığı ile önemli ilişki gösterdiği, çoğu özelliğin kontrolden daha yüksek olduklarını, mutantların sitolojik analizleri dışında diğer özelliklerinin normal olduklarını bildirmişlerdir. Pozitif etkinin bildirildiği çalışmalara zıt olarak Laskar ve ark. (2018) ise Pant L 406 mercimek

çeşidine uygulanan 100, 200, 300, 400 Gy gama ışını dozlarında mutant tiplerle ebeveyn çeşit arasında bitki verimi yönünden fark çıkmadığını bildirmektedir.

Sonuçlar

Sonuç olarak artan gama ışını dozlarının nohut çeşitlerinde kontrol dozuna göre farklılaşmaya neden olduğu bulunmuştur. Bunun yanında gamma ışını kullanılarak nohut çeşitlerinde bazı agronomik özelliklerin iyileştiği belirlenmiştir. Ayrıca her gama ışını dozunun da çeşitlerde farklı düzeyde pozitif varyasyon yarattığı tespit edilmiştir. Bu durum Aksu nohut çeşidi için 100 gy gama ışını dozu farklı özellikteki bitkiler elde etmek için yeterli olduğunu gösterirken, Azkan nohut çeşidinde istatistiki anlamda bitkisel özelliklerde değışime neden olan dozun ise 200-300 gy olduğu saptanmıştır. Ebeveyn çeşitlere göre farklı özellikteki M₂ bitkilerine ait tohumlar sonraki M generasyonlarında anaçları ile birlikte ayrı ayrı ekilerek değerlendirmeye alınacaktır.

Ekler

Bu çalışma Kübra Demircioğlu'nun Yüksek Lisans Tezinin bir kısmından yararlanarak hazırlanmıştır. Ayrıca Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince Desteklenmiştir. Proje Numarası: ZRT.A4.19.006.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Kaynaklar

- Anonim, (1977). Technical Reports Series, 119. Manual on Mutation Breeding Joint FAO/IAEA Division of A.E. Vienna, 41-52.
- Anonim, (2020). Tarımsal İstatistik <https://www.biruni.tuik.gov.tr/medas> (Erişim Tarihi 22.08.2020).
- Artık, C., & Pekşen, E. (2005). Gama ışınlaşmasının M₂ generasyonunda bakla (*Vicia Faba* L.)'nın tane verimi ve bazı bitkisel özellikleri üzerine etkileri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 21(1), 95-104
- Asadbıklı, A. (1992). *Bodur fasulye (Phaseolus vulgaris L.) var.*

nanus Dekap.) tohumlarına uygulanan farklı dozlarda gama ışınlarının M₂ generasyonundaki etkileri. (Yayımlanmamış Y. Lisans Tezi) Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Ankara, Türkiye.

- Atak, M., Kaya, M. D., & Çiftçi, C. Y. (2006). Bazı tritikale çeşitlerine uygulanan farklı gama dozlarının fide gelişimi üzerine etkileri. *Ankara Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 12(3), 233-238.
- Athwal, D.S., Bhalla S.K.; Sandhu S.S., & Brar, H.S. (1970). A fertile dwarf and three other mutants in Cicer. *Indian J. Genet. Pl. Breed.* 30, 261-266.
- Bağcı, M., & Mutlu, H. (2014). Effect on Some Characteristics of M₂ Generation of Three Hungarian Vetch (*Vicia pannonica* Crantz.) The Application of Different Doses of Gamma Irradiation. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 23 (2) 56-68.
- Biçer, B.T., & Anlarsal, A.E. (2004). Bazı Nohut (*Cicer arietinum* L.) Köy Çeşitlerinde Bitkisel ve Tarımsa Özelliklerin Belirlenmesi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi* 10(4):289-396.
- Gupta, P.K., & Balyan, H. S. (1981). A high yielding very early mutant (mup-1) of pea (*Pisum sativum* L.). *Meerut Üniv., Dep. Agric. Botanik / Meerut / India*.
- Gustafsson, A., Hagberg, A., Persson, G., & Wikland, K. (1971). Induced mutation and barley improvement. *Theoretical and Applied Genetics*, 41(6), 239- 248.
- Kaçar, B., 1995. *Bitki ve toprağın kimyasal analizleri. III.Toprak Analizleri.* Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No: 3, ss705
- Kashid, N., & More, S. (2016). A study of effect of induced mutation on flowering of plant in M₂ & M₃ generations in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Tropical Plant Research*, 3(1), 182-185.
- Karimi, K., Islami, A., Hussaini, M., Azad, H., & Rehman, M. (2008). Effect of gamma rays on yield and yield attributes of large seeded chickpea. *J. Soil Nat*, 2, 19-24.
- Khan M. R., Qureshi, A. S., Hussain, S. A., & Ibrahim, M., 2005. Genetic variability induced by gamma irradiation and its modulation with gibberellic acid in M₂ generation of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Pakistan Journal of Botany*, 37(2), 285-292.
- Laskar, R. A., Wani, M.R, Raina, A., Amin R., & Khan, S. (2018). Morphological characterization of gamma rays induced multipodding mutant (*mp*) in lentil cultivar Pant L 406, *International Journal of Radiation Biology*, 94(11), 1049-1053
- Mahla, S.V.S., Mor, B.R., & Yadav, J.S. (1990). Induced genetic variability for oil content in mustard (*Brassica juncea* L. Czern and Coss). *Oil crops Newsletter. IDRC*, 7, 13-15.
- Özçelik, H., Uzun, A., Sözen, Ö., & Yılmaz, S. (2010). Karadeniz Bölgesi Nohut Islah Araştırmaları, Samsun
- Omar, M., & Singh, K.B. (1995). Development of early mutants with resistance to assochta blight of leaf miner. *International Chickpea and Pigeonpea Newsletter*, 2: 10-11.
- Javed, M.A., & Hassan, S. (1995). Screening chickpea mutants for resistance to grain blight. *International Chickpea and Pigeonpea Newsletter*, 2: 29-30.
- Şehirali, S. (1988). *Yemeklik Tane Baklagiller.* Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları.

Tekeoğlu, M. (1991). *Fasulye (Phaseolus vulgaris L. var. nanus Dekap) tohumlarına uygulanan farklı dozlarda gama ışınlarının M1 bitkilerinin bazı özelliklerine etkileri*. (Basılmamı Tez) Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Ankara, Türkiye.

Sağel, Z., Tutluer, M. İ., Peşkiricioğlu, H., Kantoğlu, Y., &

Kunter, B. (2009). Nohutta mutasyon ıslahı. *X. Ulusal Nükleer Bilimler ve Teknolojiler Kongresi*, 313-320.

Wani, A. A., & Anis, M. (2008). Gamma ray-and EMS-induced bold-seeded high-yielding mutants in chickpea (*Cicer arietinum L.*). *Turkish Journal of Biology*, 32(3), 161-166.