

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**NOHUT (*Cicer arietinum* L.) ÇEŞİTLERİNE UYGULANAN GAMMA IŞINI
DOZLARININ M₁ VE M₂ GENERASYONLARINDA BAZI BİTKİ
ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ**

Evren ATMACA

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2014**

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Evren ATMACA tarafından hazırlanan “**Nohut (*Cicer arietinum* L.) Çeşitlerine Uygulanan Gamma Işını Dozlarının M_1 ve M_2 Generasyonlarında Bazı Bitki Özelliklerine Etkileri**” adlı tez çalışması 05/11/2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı’nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Cemalettin Yaşar ÇİFTÇİ
Ankara Üniversitesi Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Jüri Üyeleri :

Başkan : Prof. Dr. Cemalettin Yaşar ÇİFTÇİ
Ankara Üniversitesi Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Saime ÜNVER
Ankara Üniversitesi Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Mustafa ÖNDER
Selçuk Üniversitesi Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Hakan ULUKAN
Ankara Üniversitesi Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Üye : Doç. Dr. Ercan CEYHAN
Selçuk Üniversitesi Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. İbrahim DEMİR
Enstitü Müdürü

ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

05/11/2014

Evren ATMACA

ÖZET

Doktora Tezi

NOHUT (*Cicer arietinum* L.) ÇEŞİTLERİNE UYGULANAN GAMMA IŞINI DOZLARININ M_1 VE M_2 GENERASYONLARINDA BAZI BİTKİ ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ

Evren ATMACA

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Cemalettin Yaşar ÇİFTÇİ

Bu araştırma, 2012 ve 2013 yıllarında Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Uygulama Tarlasında yapılmıştır.

Araştırmanın amacı; Yaşa-05 ve Hisar nohut çeşitleri tohumlarına uygulanan farklı gamma ışını dozlarının M_1 ve M_2 bitkilerinin bazı bitki özellikleri üzerine etkilerini belirlemektir. Bu amaçla; materyal olarak Yaşa-05 ve Hisar nohut çeşitleri tohumları, mutagen olarak ta 0 Gy, 100 Gy, 150 Gy, 200 Gy ve 250 Gy dozlarında Kobalt-60 (^{60}Co) gamma ışını kullanılmıştır. Araştırma, Tesadüf Blokları Deneme Deseninde 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür.

İki nohut çeşidinde, M_1 ve M_2 bitkilerinde incelenen karakterler üzerinde uygulanan gamma ışını dozlarının farklı etkiler meydana getirdiği ve bu etkilerin çeşitlere göre değiştiği gözlenmiştir. Yaşa-05 nohut çeşidinde mutagen uygulaması, M_1 bitkilerinde olumsuz etkiler meydana getirmiş ve incelenen özelliklerin genelinde elde edilen en yüksek değerler 150 Gy uygulamalarında olmuştur. Yaşa-05 nohut çeşidi M_2 bitkilerinde mutagen uygulamalarının hasat indeksi dışında incelenen karakterler üzerine olumlu etki yaptığı görülmüştür. Hisar nohut çeşidi M_1 bitkilerinde, incelenen karakterlerin birçoğunda uygulanan yüksek dozların etkisi olumsuz yönde olurken, bazı karakterlerde ise olumlu yönde olduğu saptanmıştır. M_2 generasyonunda ise incelenen karakterler üzerinde artan doz oranının genelde olumsuz etki gösterdiği saptanmış ve bitkide bakla sayısı dışında incelenen diğer bitki özelliklerinde en yüksek değerler Kontrol grubu ve düşük dozlarda tespit edilmiştir.

Çalışmamızın neticesinde; Yaşa-05 için 200 Gy ile 250 Gy dozlarında ve Hisar için ise 100 Gy dozunda en yüksek klorofil mutasyonu saptanmıştır.

Kasım 2014, 102 sayfa

Anahtar Kelimeler: Nohut, Yaşa-05, Hisar, mutasyon ıslahı, mutagen, gamma ışını

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

THE EFFECTS OF DOSES OF GAMMA RAYS ON CHARACTERS OF CHICKPEA
(*Cicer arietinum* L.) VARIETES IN M₁ AND M₂ GENERATION

Evren ATMACA

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Field Crops

Supervisor: Prof. Dr. Cemalettin Yaşar ÇİFTÇİ

The study was conducted at experiment field of the Eskişehir Transitional Zone Agricultural Research Institute in 2012 and 2013 years.

This research aim was to determine the effects of different doses of gamma rays applied to grains of Yaşa-05 and Hisar chickpea varieties on some plant traits of M₁ and M₂ plants. With this reason, grains of Yaşa-05 ve Hisar chickpea varieties as a material and Cobalt 60 (⁶⁰Co) gamma rays in 0 Gy, 100 Gy, 150 Gy, 200 Gy and 250 Gy doses as a mutagen were used. The research was conducted in randomized block design with 3 replications.

In two chickpea varieties it was observed that applied gamma rays doses in M₁ and M₂ plants caused different effects on investigating characteristics and changed according to varieties. In the Yaşa-05 chickpea variety mutagen treatments caused negative effects in M₁ plants and maximum values in the majority of investigating properties were obtained in 150 Gy applications. It was found that mutagen treatments had positive effect on investigating characteristics except harvest index in M₂ plants of Yaşa-05 chickpea variety and in M₁ plants of Hisar chickpea variety the effect of high doses were positive in some characters while it was negative in the majority of investigating properties. In M₂ generation it was found that inreasing dose treatments caused mainly negative effect on investigating properties and except pod numbers per plant highest values in investigating properties were determined in control and low doses.

As a result of this study it was found that 200 Gy and 250 Gy doses for Yaşa-05 and 100 Gy doses for Hisar were given maximum clorofil mutation.

November 2014, “102 pages

Key Words: Chickpea, Yaşa-05, Hisar, mutation breeding, mutagen, gamma ray

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Günümüzde nohut tarımının yoğun olarak yapıldığı ülkelerde nohut verimini sınırlayan biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı dayanıklılık çalışmaları sürdürülmektedir. Bu maksatla öncelikle elde mevcut olan germplasm kaynakları değerlendirilmektedir. Ancak kültürü yapılan nohutlarda verimi sınırlandıran stres faktörlerine kombine olarak dayanıklı germplasm kaynakları sınırlı kalmaktadır. Bu amaçla kombine dayanıklılık için yabani nohut türleri ile kültürü yapılan nohutlar arasında melezleme çalışmaları yapılmakta fakat türler arası melezlemelerde bir takım melezleme engellerinin olduğu bilinmektedir. Klasik ıslah yöntemlerinin istenen varyasyonu yaratmamasından ve çeşitli kısıtlamalardan dolayı mutasyon tekniği nohut ıslahında alternatif bir yaklaşım olarak önem kazanmaktadır. Bu çalışmada amaç, Yaşa-05 ve Hisar nohut çeşitleri tohumlarına uygulanan farklı gamma ışını dozlarının M_1 ve M_2 bitkilerinin bazı bitki özellikleri üzerine etkilerini belirlemektir, ayrıca çeşitlere has özellikler korunarak, mevcut dane iriliğinden daha iri daneli yeni yemeklik ve leblebik çeşit veya çeşitler geliştirmek te hedeflenmiştir.

Çalışmada, araştırma konusunu saptayan, çalışmalarım süresince tüm olanak, bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen, araştırmanın gelişimini titizlikle yöneten sayın hocam Prof. Dr. Cemalettin Yaşar ÇİFTÇİ'ye, araştırmanın yürütülmesinde değerli bilgilerinden yaralandığım Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Prof. Dr. Saime ÜNVER ve Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Prof. Dr. Mustafa ÖNDER hocalarıma, araştırmayı yürüttüğüm Geçit Kuşığı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nde çalışmamın gerçekleşmesinde bana her türlü imkanı sağlayan ve en başından sonuna kadar her türlü bilgi alışverişinde ve uygulamalarında destek ve yardımlarını esirgemeyen Enstitü Müdürü Dr. Sabri ÇAKIR'a, fiziksel mutagen uygulamasını yapan Türkiye Atom Enerjisi Kurumu çalışanlarından Dr. Zafer SAĞEL ile çalışmam süresince büyük bir özveri ve sabırla maddi ve manevi desteğini esirgemeyen sevgili eşime ve oğluma en içten teşekkürlerimi sunarım.

Evren ATMACA
Ankara , Kasım 2014

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	
ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ÖZETLERİ.....	3
3. ARAŞTIRMA YERİ, MATERYAL VE YÖNTEM.....	14
3.1 Araştırma Yerinin Özellikleri.....	14
3.1.1 Araştırma yeri	14
3.1.2 İklim özellikleri.....	14
3.1.3 Toprak özellikleri.....	18
3.2 Materyal.....	18
3.3 Yöntem.....	19
3.3.1 Sera çalışmaları.....	19
3.3.1.1 Tohumların hazırlanması.....	19
3.3.1.2 Mutagen uygulanması.....	19
3.3.1.3 M ₀ tohumların ekimi.....	19
3.3.2 Tarla çalışmaları.....	20
3.3.2.1 Tohumların hazırlanması.....	20
3.3.2.2 Mutagen uygulanması.....	20
3.3.2.3 M ₀ tohumlarının ekimi ve kültürel uygulamalar	20
3.3.2.4 M ₁ tohumlarının ekimi ve kültürel uygulamalar.....	20
3.4 Verilerin Elde Edilmesi.....	21
3.4.1 Sera çalışmaları.....	21
3.4.1.1 Fide boyu.....	21
3.4.1.2 Kök uzunluğu.....	21
3.4.2 Tarla çalışmaları.....	22
3.4.2.1 M ₁ Bitkilerinde alınacak gözlem ve ölçümler.....	22
3.4.2.1.1 Çıkış oranı.....	22
3.4.2.1.2 Bitki boyu.....	22
3.4.2.1.3 İlk bakla yüksekliği.....	22
3.4.2.1.4 Bitkide dal sayısı.....	22
3.4.2.1.5 Bitkide bakla sayısı.....	23
3.4.2.1.6 Bitkide tane sayısı.....	23
3.4.2.1.7 Bitkide tane verimi.....	23

3.4.2.1.8 Hasat indeksi.....	23
3.4.2.2 M ₂ Bitkilerinde gözlem ve ölçümler.....	23
3.4.2.2.1 M ₂ bitkilerinde klorofil ve yaprak mutasyonları.....	23
3.4.2.2.2 Bitki boyu.....	24
3.4.2.2.3 İlk bakla yüksekliği.....	24
3.4.2.2.4 Bitkide dal sayısı.....	24
3.4.2.2.5 Bitkide bakla sayısı.....	24
3.4.2.2.6 Bitkide tane sayısı.....	25
3.4.2.2.7 Bitkide tane verimi.....	25
3.4.2.2.8 Hasat indeksi.....	25
3.4.2.2.9 Canlılığın devamı.....	25
3.5. Verilerin Değerlendirilmesi.....	25
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	26
4.1 Sera Çalışmaları.....	26
4.1.1 Fide boyu.....	26
4.1.1.1 Yaşa-05 nohut çeşidinde fide boyu.....	26
4.1.1.2 Hisar nohut çeşidinde fide boyu.....	28
4.1.2 Kök uzunluğu.....	30
4.1.2.1 Yaşa-05 nohut çeşidinde kök uzunluğu.....	30
4.1.2.2 Hisar nohut çeşidinde kök uzunluğu.....	31
4.2 Tarla Çalışmaları.....	33
4.2.1 M ₁ bitkilerinde çıkış oranı.....	33
2.1.1 Yaşa-05 nohut çeşidinde çıkış oranı.....	33
4.2.1.2 Hisar nohut çeşidinde çıkış oranı.....	34
4.2.2 M ₁ bitkilerinde bitki boyu.....	36
4.2.2.1 Yaşa-05 nohut çeşidinde bitki boyu.....	36
4.2.2.2 Hisar nohut çeşidinde bitki boyu.....	38
4.2.3 M ₁ bitkilerinde ilk bakla yüksekliği.....	39
4.2.3.1 Yaşa-05 nohut çeşidinde ilk bakla yüksekliği.....	39
4.2.3.2 Hisar nohut çeşidinde ilk bakla yüksekliği.....	41
4.2.4 M ₁ bitkilerinde bitkide dal sayısı.....	42
4.2.4.1 Yaşa-05 nohut çeşidinde bitkide dal sayısı.....	42
4.2.4.2 Hisar nohut çeşidinde bitkide dal sayısı.....	44
4.2.5 M ₁ bitkilerinde bitkide bakla sayısı.....	45
4.2.5.1 Yaşa-05 nohut çeşidinde bitkide bakla sayısı.....	45
4.2.5.2 Yaşa-05 nohut çeşidinde bitkide kısırlık oranları.....	47
4.2.5.3 Hisar nohut çeşidinde bitkide bakla sayısı.....	48
4.2.5.4 Hisar nohut çeşidinde bitkide kısırlık oranları.....	49
4.2.6 M ₁ bitkilerinde bitkide tane sayısı.....	51
4.2.6.1 Yaşa-05 nohut çeşidinde bitkide tane sayısı.....	51
4.2.6.2 Hisar nohut çeşidinde bitkide tane sayısı.....	52
4.2.7 M ₁ bitkilerinde bitkide tane verimi.....	54

4.2.7.1 Yaşa-05 nohut çeşidinde bitkide tane verimi.....	54
4.2.7.2 Hisar nohut çeşidinde bitkide tane verimi.....	55
4.2.8 M ₁ bitkilerinde hasat indeksi.....	57
4.2.8.1 Yaşa-05 nohut çeşidinde hasat indeksi.....	57
4.2.8.2 Hisar nohut çeşidinde hasat indeksi.....	58
4.2.9 M ₂ bitkilerinde klorofil ve yaprak mutasyonları.....	60
4.2.9.1 Yaşa-05 nohut çeşidi M ₂ bitkilerinde klorofil ve yaprak mutasyonları..	60
4.2.9.2 Hisar nohut çeşidi M ₂ bitkilerinde klorofil ve yaprak mutasyonları.....	62
4.2.10 M ₂ bitkilerinde bitki boyu.....	65
4.2.10.1 Yaşa-05 nohut çeşidinde bitki boyu.....	65
4.2.10.2 Hisar nohut çeşidinde bitki boyu.....	66
4.2.11 M ₂ bitkilerinde ilk bakla yüksekliği.....	68
4.2.11.1 Yaşa-05 nohut çeşidinde ilk bakla yüksekliği.....	68
4.2.11.2 Hisar nohut çeşidinde ilk bakla yüksekliği.....	69
4.2.12 M ₂ bitkilerinde bitkide dal sayısı.....	71
4.2.12.1 Yaşa-05 nohut çeşidinde bitkide dal sayısı.....	71
4.2.12.2 Hisar nohut çeşidinde bitkide dal sayısı.....	72
4.2.13 M ₂ bitkilerinde bitkide bakla sayısı.....	74
4.2.13.1 Yaşa-05 nohut çeşidinde bitkide bakla sayısı.....	74
4.2.13.2 Yaşa-05 nohut çeşidi bitkilerindeki kısırılık oranları.....	75
4.2.13.3 Hisar nohut çeşidinde bitkide bakla sayısı.....	76
4.2.13. Hisar nohut çeşidi bitkilerindeki kısırılık oranları.....	78
4.2.14 M ₂ bitkilerinde bitkide tane sayısı.....	79
4.2.14.1 Yaşa-05 nohut çeşidinde bitkide tane sayısı.....	79
4.2.14.2 Hisar nohut çeşidinde bitkide tane sayısı.....	80
4.2.15 M ₂ bitkilerinde bitkide tane verimi.....	82
4.2.15.1 Yaşa-05 nohut çeşidinde bitkide tane verimi.....	82
4.2.15.2 Hisar nohut çeşidinde bitkide tane verimi.....	83
4.2.16 M ₂ bitkilerinde hasat indeksi.....	85
4.2.16.1 Yaşa-05 nohut çeşidinde hasat indeksi.....	85
4.2.16.2 Hisar nohut çeşidinde hasat indeksi.....	86
4.2.17 M ₂ bitkilerinde canlılığın devamı.....	88
4.2.17.1 Yaşa-05 nohut çeşidinde canlılığın devamı.....	88
4.2.17.2 Hisar nohut çeşidinde canlılığın devamı.....	89
5. SONUÇ.....	91
KAYNAKLAR.....	93
ÖZGEÇMİŞ.....	101

SİMGELER DİZİNİ

*	% 5 düzeyinde önemli
**	% 1 düzeyinde önemli
ED ₅₀	Büyümeyi % 50 azaltan etkili doz
M ₀	Mutagen uygulanmış tohumlar
M ₁	Mutagen uygulanmış tohumlardan elde edilen bitkiler
M ₂	M ₁ tohumlardan elde edilen bitkiler

Kısaltmalar

V.K.	Varyasyon kaynağı
S.D.	Serbestlik derecesi
K.O.	Kareler ortalaması
Gy	Gray 1Gy: 100 rad
kR	Kilorad 1krad: 1000 rad
EMS	Ethyl methane sulphonate
EI	Ethylene imine
SA	Sodium azide
HZ	Hydrazine hydrate

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1 Yaşa-05 çeşidinde uygulanan farklı dozlardaki gamma ışınlarının fide boyuna etkisi	28
Şekil 4.2 Hisar çeşidinde uygulanan farklı dozlardaki gamma ışınlarının fide boyuna etkisi	30
Şekil 4.3 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₁ bitkilerinde toplam çıkış oranının günlere dağılımı.....	33
Şekil 4.4 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₁ bitkilerinde toplam çıkış oranının günlere dağılımı.....	35
Şekil 4.5 M ₂ bitkilerinde normal ve Xhanta tip klorofil eksikliğini gösteren bitkiler.....	62
Şekil 4.6 M ₂ bitkilerinde normal ve Albino tip klorofil eksikliğini gösteren bitkiler.....	62
Şekil 4.7 M ₂ bitkilerinde normal ve Tigrina tip klorofil eksikliğini gösteren bitkiler.....	63
Şekil 4.8 M ₂ bitkilerinde normal ve Cholorina tip klorofil eksikliğini gösteren bitkiler.....	63
Şekil 4.9 M ₂ bitkilerinde yaprak mutasyonunu gösteren bitki.....	64

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Deneme yeri bazı iklim verilerinin uzun yıllar ortalaması ve 2012-2013 yıllarına ilişkin bazı iklim verileri.....	14
Çizelge 3.2 Deneme yerine ilişkin toprak analizi sonuçları.....	18
Çizelge 4.1 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin fide boyuna ilişkin varyans analizi.....	26
Çizelge 4.2 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin fide boyu ortalamaları.....	27
Çizelge 4.3 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin fide boyuna ilişkin varyans analizi.....	28
Çizelge 4.4 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin fide boyu ortalamaları.....	29
Çizelge 4.5 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidi fidelerinin kök uzunluklarına ilişkin varyans analizi.....	30
Çizelge 4.6 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidi fidelerinde kök uzunlukları ortalamaları.....	31
Çizelge 4.7 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidi fidelerinin kök uzunluklarına ilişkin varyans analizi.....	32
Çizelge 4.8 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidi fidelerinde kök uzunlukları ortalamaları.....	32
Çizelge 4.9 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₁ bitkilerindeki çıkış oranına ilişkin varyans analizi.....	33
Çizelge 4.10 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₁ bitkilerindeki çıkış oranı ortalamaları.....	34
Çizelge 4.11 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₁ bitkilerindeki çıkış oranına ilişkin varyans analizi.....	35
Çizelge 4.12 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₁ bitkilerindeki çıkış oranı ortalamaları.....	35
Çizelge 4.13 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₁ bitkilerindeki bitki boyuna ilişkin varyans analizi.....	36
Çizelge 4.14 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₁ bitkilerindeki bitki boyu ortalamaları.....	37
Çizelge 4.15 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₁ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitki boyları ile standart sapmaları.....	37
Çizelge 4.16 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₁ bitkilerindeki bitki boyuna ilişkin varyans analizi.....	38
Çizelge 4.17 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₁ bitkilerindeki bitki boyu ortalamaları.....	38
Çizelge 4.18 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₁ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitki boyları ile standart sapmaları.....	39
Çizelge 4.19 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₁ bitkilerindeki ilk bakla yüksekliğine ilişkin varyans analizi.....	39

Çizelge 4.20	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₁ bitkilerindeki ilk bakla yüksekliği ortalamaları.....	40
Çizelge 4.21	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₁ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama ilk bakla yükseklikleri ile standart sapmaları.....	41
Çizelge 4.22	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₁ bitkilerindeki ilk bakla yüksekliğine ilişkin varyans analizi.....	41
Çizelge 4.23	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₁ bitkilerindeki ilk bakla yüksekliği ortalamaları.....	41
Çizelge 4.24	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₁ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama ilk bakla yükseklikleri ile standart sapmaları.....	42
Çizelge 4.25	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₁ bitkilerindeki dal sayısına ilişkin varyans analizi.....	43
Çizelge 4.26	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₁ bitkilerindeki dal sayısı ortalamaları.....	43
Çizelge 4.27	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₁ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama dal sayıları ile standart sapmaları.....	44
Çizelge 4.28	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₁ bitkilerindeki dal sayısına ilişkin varyans analizi.....	44
Çizelge 4.29	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₁ bitkilerindeki dal sayısı ortalamaları.....	44
Çizelge 4.30	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₁ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama dal sayıları ile standart sapmaları.....	45
Çizelge 4.31	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₁ bitkilerindeki bitkide bakla sayısına ilişkin varyans analizi.....	46
Çizelge 4.32	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₁ bitkilerindeki bitkide bakla sayısı ortalamaları.....	46
Çizelge 4.33	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₁ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitkide bakla sayıları ile standart sapmaları.....	47
Çizelge 4.34	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₁ bitkilerindeki kısırlık oranlarına ilişkin varyans analizi.....	47
Çizelge 4.35	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₁ bitkilerindeki kısırlık ortalamaları.....	48
Çizelge 4.36	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₁ bitkilerindeki bitkide bakla sayısına ilişkin varyans analizi.....	48
Çizelge 4.37	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₁ bitkilerindeki bitkide bakla sayısı ortalamaları.....	48
Çizelge 4.38	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₁ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitkide bakla sayıları ile standart sapmaları.....	49
Çizelge 4.39	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₁ bitkilerindeki kısırlık oranlarına ilişkin varyans analizi.....	50
Çizelge 4.40	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₁ bitkilerindeki kısırlık ortalamaları.....	50

Çizelge 4.41	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M_1 bitkilerindeki bitkide tane sayısına ilişkin varyans analizi.....	51
Çizelge 4.42	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M_1 bitkilerindeki bitkide tane sayısı ortalamaları.....	51
Çizelge 4.43	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M_1 bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitkide tane sayıları ile standart sapmaları.....	52
Çizelge 4.44	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M_1 bitkilerindeki bitkide tane sayısına ilişkin varyans analizi.....	52
Çizelge 4.45	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M_1 bitkilerindeki bitkide tane sayısı ortalamaları.....	53
Çizelge 4.46	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M_1 bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitkide tane sayıları ile standart sapmaları.....	53
Çizelge 4.47	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M_1 bitkilerindeki bitkide tane verimine ilişkin varyans analizi.....	54
Çizelge 4.48	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M_1 bitkilerindeki bitkide tane verimi ortalamaları.....	54
Çizelge 4.49	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M_1 bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitkide tane verimleri ile standart sapmaları.....	55
Çizelge 4.50	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M_1 bitkilerindeki bitkide tane verimine ilişkin varyans analizi.....	55
Çizelge 4.51	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M_1 bitkilerindeki bitkide tane verimi ortalamaları.....	56
Çizelge 4.52	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M_1 bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitkide tane verimleri ile standart sapmaları.....	56
Çizelge 4.53	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M_1 bitkilerindeki hasat indeksine ilişkin varyans analizi.....	57
Çizelge 4.54	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M_1 bitkilerindeki hasat indeksi ortalamaları.....	57
Çizelge 4.55	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M_1 bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama hasat indeksleri ile standart sapmaları.....	58
Çizelge 4.56	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M_1 bitkilerindeki hasat indeksine ilişkin varyans analizi.....	58
Çizelge 4.57	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M_1 bitkilerindeki hasat indeksi ortalamaları.....	59
Çizelge 4.58	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M_1 bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama hasat indeksleri ile standart sapmaları.....	59
Çizelge 4.59	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M_2 bitkilerindeki klorofil ve yaprak mutasyonları ile oranları.....	60
Çizelge 4.60	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M_2 bitkilerindeki klorofil ve yaprak mutasyonları ile oranları.....	60

Çizelge 4.61	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki klorofil ve yaprak mutasyonları ile oranları.....	61
Çizelge 4.62	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki klorofil ve yaprak mutasyonları ile oranları.....	61
Çizelge 4.63	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki bitki boyuna ilişkin varyans analizi.....	65
Çizelge 4.64	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki bitki boyu ortalamaları.....	65
Çizelge 4.65	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitki boyları ile standart sapmaları.....	66
Çizelge 4.66	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki bitki boyuna ilişkin varyans analizi.....	66
Çizelge 4.67	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki bitki boyu ortalamaları.....	67
Çizelge 4.68	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitki boyları ile standart sapmaları.....	68
Çizelge 4.69	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki ilk bakla yüksekliğine ilişkin varyans analizi.....	68
Çizelge 4.70	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki ilk bakla yüksekliği ortalamaları.....	68
Çizelge 4.71	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama ilk bakla yükseklikleri ile standart sapmaları.....	71
Çizelge 4.72	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki ilk bakla yüksekliğine ilişkin varyans analizi.....	71
Çizelge 4.73	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki ilk bakla yüksekliği ortalamaları.....	70
Çizelge 4.74	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama ilk bakla yükseklikleri ile standart sapmaları.....	70
Çizelge 4.75	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki dal sayısına ilişkin varyans analizi.....	71
Çizelge 4.76	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki dal sayısı ortalamaları.....	71
Çizelge 4.77	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama dal sayıları ile standart sapmaları.....	72
Çizelge 4.78	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki dal sayısına ilişkin varyans analizi.....	72
Çizelge 4.79	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki dal sayısı ortalamaları.....	73
Çizelge 4.80	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama dal sayıları ile standart sapmaları.....	73

Çizelge 4.81	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki bitkide bakla sayısına ilişkin varyans analizi.....	74
Çizelge 4.82	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki bitkide bakla sayısı ortalamaları.....	74
Çizelge 4.83	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitkide bakla sayıları ile standart sapmaları.....	75
Çizelge 4.84	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki kısırlık oranlarına ilişkin varyans analizi.....	75
Çizelge 4.85	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki kısırlık ortalamaları.....	76
Çizelge 4.86	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki bitkide bakla sayısına ilişkin varyans analizi.....	76
Çizelge 4.87	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki bitkide bakla sayısı ortalamaları.....	77
Çizelge 4.88	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitkide bakla sayıları ile standart sapmaları.....	78
Çizelge 4.89	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki kısırlık oranlarına ilişkin varyans analizi.....	78
Çizelge 4.90	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki kısırlık ortalamaları.....	79
Çizelge 4.91	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki bitkide tane sayısına ilişkin varyans analizi.....	79
Çizelge 4.92	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki bitkide tane sayısı ortalamaları.....	79
Çizelge 4.93	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitkide tane sayıları ile standart sapmaları.....	80
Çizelge 4.94	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki bitkide tane sayısına ilişkin varyans analizi.....	81
Çizelge 4.95	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki bitkide tane sayısı ortalamaları.....	81
Çizelge 4.96	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitkide tane sayıları ile standart sapmaları.....	82
Çizelge 4.97	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki bitkide tane verimine ilişkin varyans analizi.....	82
Çizelge 4.98	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki bitkide tane verimi ortalamaları.....	82
Çizelge 4.99	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitkide tane verimi ile standart sapmaları.....	83
Çizelge 4.100	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki bitkide tane verimine ilişkin varyans analizi.....	84
Çizelge 4.101	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki bitkide tane verimi ortalamaları.....	84

Çizelge 4.102	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitkide tane verimleri ile standart sapmaları.....	85
Çizelge 4.103	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki hasat indeksine ilişkin varyans analizi.....	85
Çizelge 4.104	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki hasat indeksi ortalamaları.....	85
Çizelge 4.105	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama hasat indeksleri ile standart sapmaları.....	86
Çizelge 4.106	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki hasat indeksine ilişkin varyans analizi.....	87
Çizelge 4.107	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki hasat indeksi ortalamaları.....	87
Çizelge 4.108	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama hasat indeksleri ile standart sapmaları.....	88
Çizelge 4.109	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki canlılığın devamlılığına ilişkin varyans analizi.....	88
Çizelge 4.110	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki canlılığın devamlılığına ilişkin ortalamaları.....	89
Çizelge 4.111	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki canlılığın devamlılığına ilişkin varyans analizi.....	89
Çizelge 4.112	Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M ₂ bitkilerindeki canlılığın devamlılığına ilişkin ortalamaları.....	90

1. GİRİŞ

Bilindiği gibi insan beslenmesinde başlıca protein kaynaklarımız, hayvansal ve bitkisel ürünlerdir. Bitkisel ürünler içerisinde kuru taneleri; cins, tür, çeşit, çevre koşulları ve yetiştirme tekniklerine göre değişiklik göstermekle birlikte ortalama % 18–36 protein içeren yemeklik tane baklagiller önemli bir yer tutar. Dünyada insan beslenmesinde kullanılan bitkisel proteinlerin % 22'si, karbonhidratların % 7'si, hayvan beslenmesinde kullanılan proteinlerin % 38'i ile karbonhidratların % 5'i baklagillerden sağlanmaktadır (Wery ve Grinac 1983).

Proteince zengin olmaları, tarımında çok az veya hiç azotlu gübreye ihtiyaç duymaları, toprağı bitki besin maddelerince zenginleştirmeleri gibi özellikleri yönünden önemli olan yemeklik tane baklagiller, ülkemizde 2012 yılı TÜİK verilerine göre 772.345 ha ekim alanı, 1.190.706 ton üretim miktarına sahiptir. Türkiye'de nohut 416.242 ha ekim alanına, 518.000 ton üretime ve 127 kg/da verime sahip olup, yemeklik tane baklagiller içinde ekim alanları bakımından ilk sırada yer almaktadır (Anonim 2013a).

Bitkisel üretimi artırmanın çeşitli yöntemleri vardır. Birinci yol: yetiştirme tekniğinin geliştirilmesi, sulanır tarım alanlarının artırılması, hastalık ve zararlıların etkin biçimde denetlenmesi; ikinci yol, yüksek verimli yeni çeşitlerin geliştirilmesi ve bunların uygun yetiştirilme yöntemleri ile üretime alınmasıdır. Yeni çeşitlerin ortaya konulmasında ıslahçının görevi; geniş alanların iklim ve toprak koşullarına uygun verim ve kalitesi yüksek çeşitleri bulup, çıkarmak ya da eldeki çeşitlerin yetersiz kalan yönlerini geliştirmektir. Bu amaçla ıslahçılar, doğadaki varyasyonlar ile geliştirdikleri yeni teknik ve yöntemlerden faydalanmaktadırlar. Bu teknik ve yöntemlerden birisi olan melezleme ıslahı ile uygulamada çok sayıda yeni çeşit elde edilmiş olsa da, uygun genotipin bulunma şansı, yeterli sayıdaki açılma kuşaklarında yapılacak başarılı seleksiyonlara bağlıdır. Bu geleneksel ıslah yöntemleriyle oluşturulan varyasyonlar çoğunlukla uzun zamana, fazla emeğe ve maliyete gereksinim göstermektedir. Islahçıya zaman kazandırmak, planlı bir çalışma yapmak ve iş gücünden tasarruf sağlamak için kısa sürede yeni çeşitleri elde etmek amacıyla mutasyon ıslahı yöntemi, melezleme ıslahı yanında ayrı bir ıslah tekniği olarak kullanılabilmektedir. Mutagen uygulamasının

ardından tek yıllık bitkilerde 4-6 yıl sonra yeni bir mutant çeşidin ortaya konulması olasıdır (Gill ve Chand 1974). Mutasyonlar doğrudan ve dolaylı olarak bitki ıslahında kullanılabilmektedir. Adaptasyon yeteneği iyi olan bir çeşidin bir ya da iki özelliğini iyileştirmek istendiğinde mutasyonların doğrudan bitki ıslahında kullanılması önem kazanmaktadır. Çünkü mutasyonlar, melezleme ile karşılaştırıldığında çeşidin genel genotipinde oldukça az değişikliğe yol açtığı ve artan gamma ışını dozlarının mutasyon frekansının artırdığı belirlenmiştir (Gautan vd. 1995, Miyahara 1997).

Günümüzde nohut tarımının yoğun olarak yapıldığı ülkelerde nohut verimini sınırlayan biotik ve abiotik stres faktörlerine karşı dayanıklılık çalışmaları sürdürülmektedir. Bu amaçla, öncelikle elde mevcut olan germplasm kaynakları değerlendirilmektedir (Malhotra vd. 1987). Ancak kültürü yapılan nohutlarda verimi sınırlandıran stres faktörlerine, kombine olarak dayanıklı germplasm kaynakları sınırlı kalmaktadır (Anonymous 1988). Bu amaçla, kombine dayanıklılık için yabani nohut türleri ile kültürü yapılan nohutlar arasında melezleme çalışmaları yapılmaktadır (Anonymous 1993). Fakat türler arası melezlemelerde, bir takım melezleme engellerinin olduğu bildirilmiştir (Ladizinsky ve Adler 1976, Malhotra vd. 1987, Muehlbauer 1993). Klasik ıslah yöntemlerinin istenen varyasyonu yaratmamasından ve çeşitli kısıtlamalardan dolayı mutasyon tekniği nohut ıslahında alternatif bir yaklaşım olarak önem kazanmaktadır.

Bu araştırma, Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Geçit Bölgesi Nohut Islah Programı çerçevesinde ıslah edilerek 2005 yılında tescil edilen Yaşa-05 yemeklik nohut çeşidi ile 2008 yılında tescil edilen Hisar leblebilik nohut çeşidinde uygulanan farklı gamma ışını dozlarının M_1 ve M_2 bitkilerinin bazı bitki özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla 2012 ve 2013 yıllarında yürütülmüştür. Ayrıca bu çeşitlerden, mutasyon ıslahı ile uzun boyluluk, Yanıklık hastalığına toleranslılık gibi çeşitlere has özellikler korunarak, mevcut tane iriliğinden daha iri taneli yeni yemeklik ve leblebilik çeşit veya çeşitler geliştirmek hedeflenmektedir.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ÖZETLERİ

Zanone (1965), İtalya’da iki fiğ hattının tohumlarına 24 saat % 0.1 ve % 0.2 EMS (Ethyl Methane Sulphonate), 6 saat % 0.03 ve % 0.06 EI (Ethylene Imine) ve 140 Gy ve 280 Gy dozunda X ışınlarının uygulandığını ve artan mutagen dozlarına bağlı olarak M₁ bitkilerindeki yaşayan bitki sayısında ve fertilite oranında azalmaların gözlemlendiğini, M₂ generasyonunda ise klorofil mutasyonlarında artışların belirlendiği vurgulamıştır. Mutagenlerin etkileri karşılaştırıldığında çeşitlere göre değişmekle birlikte en etkili mutagenin EMS olduğunu bildirmiştir.

Subramanian (1979), Hindistan’da yaptığı bir çalışmada, fasulye tohumlarına 5-400 Gy arasında gamma ışını uygulamış en düşük çimlenme yüzdesini 40 Gy’lik dozda bulduğunu bunu 300 Gy dozu izlediğini, M₂ bitkilerinde klorofil ve yaprak mutasyonlarının görüldüğünü, artan dozlarda bu farklılıkların daha da belirgin olduğunu saptamıştır.

Shaikh vd. (1980), manş fasulyesi, mercimek ve nohutta gamma ışını uygulayarak yaptıkları çalışmada; M₁ bitkilerinde artan gamma ışını dozlarının; çimlenme oranı, canlılığın devamlılığı, fide boyu ve kök uzunluğuna olumsuz etkide bulunduğunu, nohut ve mercimekte artan gamma ışını dozlarıyla olgunlaşmanın geciktiğini ve bitkide tane verimini azalttığını belirtmişlerdir.

Kharkwal ve Jain (1980), BG-203 nohut çeşidi tohumlarına uygulanan gamma ışınları ve EMS’nin artan dozları ile çimlenme oranının, çiçek tozu kısırlığının, yaşayan bitki sayısının kontrole göre düştüğünü, yüksek kısırlığa ve ölüme neden olduğunu belirtmişlerdir. M₁’de dominant mutasyonların gözlenmediğini, EMS uygulamasında ise yüksek kısırlık ve küçük tohum oluşması nedeni ile bitkide tane veriminin buna bağlı olarak da hasat indeksinin azaldığını saptamışlardır.

Gupta vd. (1981), Hindistan’da bezelye ile yaptığı çalışmada tohumlara 100, 200 ve 300 Gy gamma ışını uygulamışlar, M₁’deki her bitkinin tohumlarını M₂’de tek sıra halinde yetiştirmiştir. M₂’de yaptıkları gözlemlerde 100 Gy uygulamasındaki bitkilerden birinin

kontrolden 28 gün önce çiçeklendiğini saptamışlardır. Bu bitkinin ayrıca bakla sayısı ve baklada tohum sayısı bakımından da diğerlerinden daha iyi durum gösterdiğini vurgulamışlardır.

Sheppard ve Evenden (1986), Kanada'nın Manitoba Eyaletinde hem kontrollü hem de tarla koşullarında düşük radyasyon dozunun uyarıcı etkisini araştırdıkları çalışmalarında, 0.5-50 Gy arasında 8 farklı gamma uygulaması sonrasında keten, arpa ve buğday bitkilerindeki gelişmeleri incelemişlerdir. Sonuçların değerlendirilmesinde uygulama sonrasında ketende çıkışın erken, arpa ve buğdayda ise gelişmenin hızlı olduğunu saptamışlardır. Araştırmacılara göre, radyasyonun canlı dokudaki suyu iyonize ederek ortaya çıkardığı peroksitler ile serbest radikaller ve quinone bileşikleri, genlere baskı yaparak, protein sentezini arttırıcı veya değiştirici etki yapmakta ve enzim üretimini arttırmaktadır. Enzim üretiminin artmasının, tüm biyokimyasal hareketliliği hızlandırdığı ve bu hareketlilikteki artışın 3-5 günde sona erdiği ancak fidelerdeki ilk büyümeyi hızlandırdığını bildirmişlerdir.

Çiftçi (1987), Kanada'da yürüttüğü çalışmasında, kırmızı ve yeşil mercimek tohumlarına değişik dozlarda EMS ve gamma ışını uygulamış, her iki mutagende de artan dozların kök uzunluğu, fide boyu ve canlılık oranı üzerinde olumsuz etkide bulunduğunu bildirmiştir.

Sağel (1988), farklı gamma ışını dozlarının, Calland ve Mitchell soya çeşitlerinin M₁ ve M₂ generasyonundaki çeşitli karakterleri üzerine etkilerini belirlemek amacı ile Ankara'da yürüttüğü çalışmasında; serada ekilen tohumları 0-700 Gy, tarlada ekilenleri ise 0-400 Gy arasında değişen dozlarda ışınlamıştır. M₁ generasyonunda, artan gamma dozlarının serada çıkış oranı üzerine etkisinin olmadığını ancak fide boyu ve kuru ağırlığının azaldığını saptamıştır. Tarlada ise canlılık, bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, dal sayısı, tane sayısı, baklada tane sayısı, bitkide tane verimi azalırken; kısırlık, çiçeklenme ve olgunlaşma zamanının arttığını belirlemiştir. M₂ generasyonunda en yüksek klorofil mutasyon frekansını her iki çeşitte de 400 Gy doz uygulamasında gözlemlendiğini belirtmiştir.

Kimani (1989), Kenya’da yürüttüğü araştırmasında, gamma ışını uyguladığı bir fasulye çeşidinin M_1 ve M_2 generasyonlarında antraknoza ve pasa dayanıklı hatları belirleyerek bunları ileri generasyonlarda da incelemiştir. M_5 ve M_6 ’da mutant hatların kontrole göre tohum verimi ve 100 tane ağırlığı bakımından üstünlük gösterdiğini ve bu mutantların olgunlaşmada daha erkenci olduğunu tespit etmiştir.

Çelik (1991), Ankara koşullarında, bodur horoz fasulye tohumlarına dört farklı EMS dozu uyguladığı çalışmasında; kontrol ve M_1 bitkilerinde çıkış oranı, fide boyu, bitki boyu, bitki ağırlığı, bitkide bakla ağırlığı, bitkide tane verimi, fertilitite ve hasat indeksine ilişkin değerlerde doz artışına bağlı olarak belirgin azalmaların görüldüğünü, bakla sayısında ise yüksek steriliteden dolayı artışın olduğunu belirtmiştir.

Shamsuzzaman va Shaikh (1991), Bangladeş’te yapılan çalışmada, nohut tohumlarına gamma ışını uygulamasıyla elde ettikleri mutantlardan M_2 ’de kısa boylu, erken olgunlaşan ve iri tohumlu bitkileri seçmişlerdir. M_2 ’de seçtikleri 10 hattı M_4 ’te kontrol hatla birlikte yetiştirdiklerinde, kontrol hat ile mutantlar arasında olgunlaşma gün sayısı, bitki boyu, 100 tohum ağırlığı ve hasat indeksi bakımından farklılıklar olduğunu ve M_4 ’te hasat indeksinin kontrole göre arttığını bildirmişlerdir.

Sağel vd. (1991), Ankara’da yaptıkları çalışmalarında Pul-11 mercimek çeşidinin tohumlarına 0 ile 200 Gy arasında değişen 8 farklı dozda gamma ışını uygulayarak tarla koşullarında, 0 ile 500 Gy arasında değişen 11 farklı doz uyguladıktan sonra laboratuvar koşullarında yetiştirmişlerdir. Artan radyasyon dozu M_1 generasyonunda fide boyu, kök uzunluğu, çıkış oranı, bitki boyu (25-50 Gy hariç) ve ilk bakla yüksekliğinin (50 Gy hariç) azalmasında yol açmış, fide boyunu % 50 azaltan 105 Gy gamma ışınını etkili doz (ED_{50}) olarak tespit etmişlerdir.

Tekeoğlu (1991), Ankara koşullarında yürütülen çalışmada, 4F-2629 bodur horoz fasulye tohumlarına 10, 20, 30 ve 40 kR dozlarında gamma ışını uygulamış ve artan dozların M_1 bitkilerinde fizyolojik zararı arttırdığı, bu özelliklerde ortaya çıkacak farklılıkların mutant bireylerin belirlenmesinde, M_2 ve diğer generasyonlarda yapılacak seleksiyonlarda yardımcı olacağını açıklamıştır.

Bikli (1992), Ankara koşullarında yürüttüğü ve farklı gamma dozları uygulanan 4F-2629 bodur horoz fasulye hattı tohumlarının M_2 bitkilerinde yaptığı gözlemlerinde; farklı gamma dozlarındaki artışın çıkış oranı, fide boyu ve bitki boyu gibi özellikleri olumsuz etkilediğini, bitki ağırlığı, bakla boyu ve bitkide tane ağırlığı üzerinde olumlu yönde ve önemli düzeyde farklılıklar oluşturduğunu ayrıca M_2 bitkilerinde değişik yaprak mutasyonlarını gözlediğini ve doz artışına bağlı olarak yaprak mutasyonları oranının da arttığını vurgulamıştır.

Haq vd. (1992), üç farklı kabuli nohut genotipi (ILC 482, ILC 3279 ve ILC 6104) kullanarak ve bu genotiplere 11 farklı gamma dozu (100-1100 Gy arasında) ve 4 farklı EMS dozu (0.1, 0.2, 0.3 ve 0.4 %) uyguladıkları ve kontrollü şartlarda yürüttükleri çalışmalarında, artan mutagen doz oranının M_1 bitkilerinde çimlenme oranını, fide boyu ve kök uzunluğunu azalttığını açıklamışlardır.

Çiftçi (1993), Ankara'da 1992-1993 yıllarında yaptığı araştırmasında, Eser-87 nohut çeşidi tohumlarına 0.002, 0.004 ve 0.006 dozlarında EMS (Ethyl Methane Sulphonate) uygulamıştır. Çalışmasında, artan EMS dozlarının M_1 bitkilerinde; fide boyu, bitki boyu, bitkide meyve sayısı, bitkide meyve ağırlığı, tane verimi, 100 tane ağırlığı, tane tutma oranı ve canlılığın devamlılığı üzerine olumsuz etkide bulunduğunu bildirmiş; çıkış oranı ve hasat indeksi özelliklerinde ise uygulamalar arasında istatistiki yönden önemli farklılık olmamasına karşın en yüksek değerlerin kontrol grubundan elde edildiğini belirterek, M_2 bitkilerinde; artan EMS dozlarının çıkış oranında önemli azalmalara, klorofil mutasyonlarında ise belirgin artışlara neden olduğunu, en fazla klorofil mutasyonunun 0.006 EMS dozunda saptamıştır.

Haq vd. (1994), Suriye'de yürütülen ve üç farklı kabuli nohut genotipine (ILC 482, ILC 3279 ve ILC 6104) 3 farklı gamma dozu (40, 50 ve 60 kR) ve 2 farklı EMS dozu (0.1 ve 0.2 %) uyguladıkları çalışmalarında, genetik varyasyon oluşturmayı ve yeni genotipler meydana getirmeyi amaçlamışlardır. Çalışmalarında uygulamaların çeşitler arasında farklılık gösterdiğini, ILC 482 uygulamalardan en az etkilenirken en fazla mutant hat bu genotipten seçilmiş ve ILC 6104 uygulamalardan en fazla etkilenirken en az mutant hat bu çeşidin uygulamalarından seçilmiştir. Uygulanan düşük gamma ışını dozlarının

Çimlenmenin zerine etkisinin önemsenmeyecek kadar az olduğunu açıklamışlardır. İri taneli, uzun boylu ve soğuğa toleranslı hatlar, seçilen en önemli mutant hattı oluşturmuştur. İki iekli, erken olgunlaşan, uzun baklalı ve değişik yaprak tipli gibi diğer mutant hatlar ıslah programlarına germplasm olarak dahil ettiklerini vurgulamışlardır.

Sarıkaya (1994), Ankara’da yürüttüğü ve dört farklı gamma dozu uyguladığı 4F-2629 bodur horoz fasulye hattı tohumlarının M₃ bitkilerinde araştırmasında; 10 kR uygulamasında bitki ağırlığının, bakla sayısının, bakla ağırlığının, tohum taslağı sayısının, baklada tane sayısının ve bitkide tane ağırlığının kontrolden daha yüksek çıktığını, 20 kR uygulamasında ise sadece bitki boyunun kontrolden daha yüksek olduğunu ve dozun yükselmesiyle incelenen karakterlere ilişkin değerlerin kontrolden düşük çıktığını belirtmiştir.

Belele vd. (2001), Hindistan’da yaptıkları çalışmalarında kuru fasulye tohumlarına 8 farklı dozda (0, 100, 150, 200, 250, 300, 350 ve 400 Gy) gamma ışını dozu uygulamışlardır. alışmaları neticesinde, 200 Gy ve 250 Gy dozlarında özellikle tohum morfolojisinde (tohum kabuğu parlaklığı ve iriliği gibi) ve bitki büyüme şeklinde geniş varyasyonun oluştuğunu, 300 Gy ve 350 Gy dozlarında da tohum rengi ve şeklinde önemli varyasyonun olduğunu vurgulamışlardır.

Haq vd. (2001), Pakistan’da yürüttükleri mutasyon ıslah çalışmalarında, C 727 nohut çeşidine 100 Gy dozunda uyguladıkları gama ışını sonucunda, 1994 yılında hem *Ascochyta rabiei* hem de *Fusarium oxysporum* F. Sp *cicer* hastalıklarına dayanıklı ve yüksek verimli CM 88 nohut çeşidini tescil ettirmişlerdir.

Hassan vd. (2001b), Pakistan’da yürüttükleri mutasyon ıslah çalışmalarında, 1985 yılında 6153 no’lu nohut genotipine 200 Gy dozunda uyguladıkları gama ışını sonucunda, 1996 yılında *Ascochyta rabiei* hastalığına toleranslı, yüksek verimli ve protein içeriği ebeveyn hattına göre daha yüksek NIFA-95 nohut çeşidini tescil ettirmişlerdir

Mihov vd. (2001), Bulgaristan'da yürüttükleri ıslah çalışmalarında Tadjikskaya 95 mercimek çeşidine uyguladıkları gamma ışını ve EMS mutagenleri sonucunda elde ettikleri mutant hatlarında kontrole göre verimliliğin % 25.5-56.5 oranında arttığını ve Fusarium ve Antraknoz hastalıklarına dayanıklı yeni bireylerin elde edildiğini bildirmişlerdir.

Rajput vd. (2001), 1987-1995 yılları arasında Pakistan'da yürüttükleri araştırmalarında Masoor-85 ve ICARDA-8 mercimek çeşitlerinin tohumlarına 100-600 Gy dozları arasında uyguladıkları gamma ışını dozlarının M₂ generasyonunda erkencilik, bitki boyu, bitkideki dal sayısı ve 100 tane ağırlığına göre seleksiyon yapmışlardır. Seleksiyon sonucunda erken iek açan ve olgunlaşan ile 100 tane ağırlığının fazla olduğu bireyler elde ettiklerini; ayrıca, ebeveynlere göre % 6.94-60.12 arasında verim artışı sağlandığını açıklamışlardır.

Wani ve Anis (2001), Hindistan'ın Tami Nadu Eyaleti'nin Coimbatore şehrinde yaptıkları araştırmalarında, Pusa 212 nohut çeşidine farklı dozlarda gamma ışını ve EMS dozları ile bu iki mutagenin kombinasyonlarını uygulamışlardır. alışmalarının sonucunda 400 Gy doz uygulanan materyalden elde ettikleri M₃ bitkilerinin kontrole göre ilk bakla yüksekliğinin, bitki boyunun, 100 tane ağırlığının ve biyolojik verimin daha fazla olduğunu fakat bitkide bakla ve tane sayısının daha az ve çiçeklenme ve olgunlaşma süresinin 10 gün daha geç olduğunu açıklamışlardır.

Sağel vd. (2003), tahıl, baklagil, endüstri bitkileri ve tek yıllık tohumla çoğaltılan bahçe bitkileri tür ve çeşitlerinde uygulanabilir doz oranlarının belirlenmesi amacıyla çeşitli yıllarda ⁶⁰Co kaynağında 50 ile 1000 Gray dozları arasında gama ışınıyla Ankara'da yaptıkları çalışmalarında Etkili Doz (ED₅₀) değerini saptamaya çalışmışlardır. Araştırmalarının neticesinde, nohut için ED₅₀ değerinin çeşitlere göre değiştiğini ve mutasyon ıslahı çalışmaları için etkili doz sınırlarının 150-250 Gray olduğunu belirtmişlerdir.

Khan vd. (2004), Hindistan'ın Uttar Pradeş Eyaleti'nin Aligarh şehrinde, iki nohut çeşidi kullanarak ve 9 saat n ıslatma yapılan tohumlara 6 saat % 0.1, 0.2, 0.3 ve 0.4

EMS (ethylmethanesulfonate) ve % 0.01, 0.02, 0.03 ve 0.04 SA (sodiumazide) ve HZ (hydrazine hydrate) uyguladıkları çalışmalarında mutasyon frekansı ve spektrumun en fazla EMS (ethylmethanesulfonate) uygulamasından elde edildiğini, bunu HZ (hydrazine hydrate) ve SA (sodiumazide) uygulamalarının takip ettiğini bildirerek; mutasyon frekansı bakımından çeşitler arasında farklılığın olduğunu açıklamışlardır.

Toker ve Çağırğan (2004), nohut üretiminde biyotik ve abiyotik stres faktörleri verimi en fazla sınırlandıran faktörlerdir. Son yıllarda farklı ıslah metotları uygulanarak bu stres faktörlerine dayanıklı yeni nohut çeşitleri geliştirme çalışmaları artmıştır fakat birden fazla stres faktörüne dayanıklı gen kaynakları yabancı türler dışında bulunmamaktadır. Bu yüzden nohutta genetik varyasyonu genişletmek için mutasyon ıslah yöntemlerini kullanmanın en etkili yöntem olduğunu bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar, Antalya’da kontrollü şartlar ile Burdur’un tarla koşullarında 4 farklı nohut genotipi ve 5 farklı gama dozu (100, 200, 300, 400 ve 500 Gy) kullandıkları çalışmalarında, fide boyunun kontrol ve diğer uygulamalara göre daha yüksek olduğunu ve diğer doz uygulamalarında, doz oranı arttıkça düştüğünü, artan doz oranına göre çimlenme yüzdesinin azaldığını ve hasat süresinin uzadığını bildirmişlerdir. Çalışmalarında klorofil mutasyonlarının en fazla 200 Gy dozda olduğu ve bunu sırasıyla 400, 100, 300 Gy dozlarının takip ettiğini, en az ise 500 Gy dozda olduğunu saptamışlardır. Ayrıca etkili doz oranının genotiplere göre farklı olduğunu ve çalışma yaptıkları çeşitlerde en uygun dozun 200 Gy olduğunu açıklamışlardır.

Artık ve Pekşen (2005), Samsun koşullarında 2002–2003 yetiştirme döneminde yürüttükleri çalışmada, Eresen-87 ve Filiz-99 bakla çeşitleri ile FLIP86-116FB hattının tohumlarına uygulanan 0, 25, 50, 75 ve 100 Gy gamma ışın dozlarının M₁ generasyonunda çıkış oranı ve süresi, çiçeklenme başlangıç ve bitiş süresi, çiçeklenme periyodu, ilk bakla bağlama ve hasat olgunluğu süresi, hayatta kalma oranı, bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, ilk baklanın olduğu boğum sayısı, bitkide bakla ve dal sayısı, bakla uzunluğu, baklada tohum sayısı, bitki sap ve tane verimi, 1000 tane ağırlığı, hasat indeksi ve tane verimi üzerine etkilerini belirlemişlerdir. Genel olarak kontrol uygulaması olan 0 Gy dozuna göre 25 Gy dozunun tüm çeşit/hatlarda, 50 Gy dozunun FLIP86-116FB hattında çimlenmeyi artırıcı etkide bulunduğunu, bazı fenolojik

özellikler bakımından kontrol uygulamasına göre ışın dozlarının birkaç günlük (1-4 gün) erkencilik sağladığını bildirmişlerdir. Tüm gamma dozlarının bakla çeşit/hatlarında kontrol uygulamalarına göre tüm uygulamalarda istatistiki anlamda önemli veya çok önemli derecede olmasa bile bitki boyunu azalttığını tespit etmişler ve gamma dozu artışına paralel olarak bitki başına bakla sayısında genel olarak bir azalma meydana geldiğini açıklamışlardır.

Shamsuzzaman vd. (2005), Bangladeş'te 1989-2001 yılları arasında yürüttükleri ıslah çalışmasında; Binasola-2 çeşidine ve G-312 nohut hattına 0, 200, 300, 400 ve 500 Gy dozlarında gamma ışını, 0.4 mM sodium azide ve bu iki mutagenin kombinasyonlarını (200 Gy+0.4 mM, 300 Gy+0.4 mM, 400 Gy+0.4 mM ve 500 Gy+0.4 mM) uygulamışlardır. Çalışmaları neticesinde Binasola-2 çeşidinin 200 Gy gamma ışını uygulanmış mutant hatlarından erken olgunlaşan, yüksek verimli ve anaçlarına göre daha iri taneli olan Binasola-3 çeşidini geliştirmişlerdir.

Artık ve Pekşen (2006), Samsun koşullarında 2003–2004 yetiştirme döneminde yürüttükleri çalışmada, Eresen-87 ve Filiz-99 bakla çeşitleri ile FLIP86-116FB hattının tohumlarına uygulanan 0, 25, 50, 75 ve 100 Gy gamma ışın dozlarının M₂ generasyonunda çıkış oranı ve süresi, çiçeklenme başlangıç ve bitiş süresi, çiçeklenme periyodu, ilk bakla bağlama ve hasat olgunluğu süresi, hayatta kalma oranı, bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, ilk baklanın olduğu boğum sayısı, bitkide bakla ve dal sayısı, bakla uzunluğu, baklada tohum sayısı, bitki sap ve tane verimi, 1000 tane ağırlığı, hasat indeksi ve tane verimi üzerine etkilerini belirlemişlerdir. Bakla çeşitleri ve hattının incelenen özellikler bakımından kontrol ile karşılaştırıldığında bitki tane verimi; FLIP 86-116FB hattında 50 ve 75 Gy dozlarında önemli derecede artarken, Eresen-87'nin 25 ve 50 Gy dozları ile Filiz-99'un 25 Gy dozunda azaldığını, 50 Gy gamma dozunda hasat indeksi değerlerinin Filiz 99 çeşidinde çok önemli azalmalara, FLIP 86-116FB hattında ise artışa neden olduğunu ; incelenen özelliklerin çoğunda kontrole göre farklılıkların genelde 25 ve 50 Gy gamma dozu uygulamalarında ortaya çıktığı belirtmişlerdir.

Tah (2006), Hindistan'da 2001 ve 2002 yıllarında yürüttüğü çalışmasında, M₂ generasyonunda ortaya çıkacak makro ve mikro mutasyonları değerlendirmek ve mikro

mutasyonların bitki ıslahında kullanılabilme potansiyelini tahmin etmek için, K851 ve Sona manş fasulyesi çeşitlerine 100, 200, 300 ve 400 Gy gamma ışını dozları uygulamış; fertilitenin uygulamalara göre kontrol uygulamasında daha yüksek olduğunu, bitkide tane veriminin, 100 tane ağırlığının, protein oranının ve bakla genişliğinin en yüksek değerlerinin 400 Gy dozunda, en yüksek bitki boyunun 200 Gy dozunda ve en yüksek ilk bakla yüksekliği ile en uzun boğum arasının 300 Gy dozunda ölçüldüğünü bildirmiştir.

Shah vd. (2008), 2000 yılında laboratuvar koşullarında yaptıkları araştırmalarında 4 farklı nohut genotipinde 12 gamma ışını dozu (100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100 ve 1200 Gy) ve 8 farklı Ethyl Methane Sulphonate dozu (% 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7 ve 0.8) uygulayarak; artan mutagen dozlarının çıkış oranı, fide boyu ve kök uzunluğunu azalttığını bulmuşlardır.

Wani ve Anis (2008), Hindistan'da yürüttükleri bir çalışmada, Puse-212 nohut çeşidine 4 farklı gamma ışını dozu (100, 200, 300 ve 400 Gy), 3 farklı EMS dozu (% 0.1, 0.2 ve 0.3) ve bu iki mutagenin kombinasyonlarını (200 Gy + % 0.2 EMS, 200 Gy + % 0.3 EMS, 300 Gy + % 0.2 EMS ve 300 Gy + % 0.3 EMS) uygulamışlardır. M₂ mutant hatlarının, kontrol hattına göre morfolojik olarak çok farklı olduklarını, özellikle tane iriliği ve şeklinin farklı olduğunu tespit etmişlerdir.

Barshile ve Apparao (2009), Vijay nohut çeşidi ile Hindistan'da yapmış oldukları çalışmalarında, bu nohut çeşidinin tohumlarına SA (2, 3 ve 4 mM), EMS (8, 12 ve 16 mM) ve gamma ışını dozları (400, 500 ve 600 Gy) uygulayarak; M₂ generasyonunda çok farklı mutant hatların olduğunu ve uygulanan gamma ışını ile EMS dozlarının artışıyla kısırlığında arttığını; M₃ generasyonunda da kontrol hattına göre 10 gün daha erkenci mutant hatların olduğunu, tane iriliği ve tane renginin, bitkide bakla ve tane sayısı ile bazı kalite değerlerinin (protein, globülin ve albümin gibi) mutagen uygulamalarından dolayı farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir.

Maluszynski vd. (2009), nohutta en uygun gamma ve X-ray dozları olarak 100-200 Gy doz aralığını ve her M₁ bitkisinden ya ilk beş baklanın ya da tüm baklaların hasat edilmesini önermişlerdir.

Wani (2009), Hindistan'da 2001- 2002 üretim sezonunda yürüttükleri çalışmalarında, Pusa-212 ve Pusa-372 nohut çeşitlerine 4 farklı gamma ışını dozu (100, 200, 300 ve 400 Gy), 3 farklı EMS dozu (% 0.1, 0.2 ve 0.3) ve bu iki mutagenin kombinasyonlarını (200 Gy + % 0.2 EMS, 200 Gy + % 0.3 EMS, 300 Gy + % 0.2 EMS ve 300 Gy + % 0.3 EMS) uygulayarak kullandıkları mutagenlerin M₁ generasyonunda tohum ölümü, çimlenmedeki hasarlar, çiçek tozu kısırlığı ve meiotik bozukluklar gibi çeşitli parametrelere etkilerini ve M₂ popülasyonlarında da klorofil mutasyonlarını incelemişler; ayrı ayrı uygulanan mutagenlerin, ikisinin kombinasyonundan daha etkili olduğunu ve uygulanan doz oranı arttıkça mutagenik etkinin devarttığını bildirerek; çeşitler içerisinde Pusa-372'nin mutagenlere karşı daha duyarlı olduğunu açıklamışlardır.

Akbar vd. (2011), İran'da yürüttükleri çalışmalarında, üç nohut çeşidine (MCC477, MCC495 ve MCC741) farklı gamma ışını dozları (60, 100, 140 ve 180 Gy) uygulayarak elde ettikleri mutant hatları -11.5, -12.3 ve -12.5 °C sıcaklığa maruz bırakmışlardır. MCC741 çeşidinin 180 Gy dozunda elde edilen mutant hatlarından % 80.1'inin ve MCC495 çeşidinin 140 Gy dozunda elde edilen mutant hatlarından % 64.6'sının hayatta kaldığını ve gamma ışınlarının nohutta soğuğa toleranslı genotiplerin geliştirilmesinde başarılı bir şekilde kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Bhat vd. (2011), Hindistan'da yaygın olarak tarımı yapılan Avrodhi ve BG-256 nohut çeşitlerini kullanarak çiçek tozu fertilitesi, tohumların çimlenmesi ve canlılığın devamlılığını inceledikleri çalışmalarında; tohumlar 12 saat ön ıslatma sonrası 6 saat süreyle pH= 7' de 4 farklı EMS dozu (% 0.1, 0.2, 0.3 ve 0.4), pH= 7'de 4 farklı SA ve pH= 3'de 4 farklı HZ dozları (% 0.01, 0.02, 0.03 ve 0.04) uygulamışlardır. Uygulanan farklı kimyasal mutagenlerden en fazla etki EMS mutageninde ve kullanılan çeşitlerden Avrodhi nohut çeşidinin en fazla etkilendiğini belirtmişlerdir. LD₅₀ değerinin EMS, SA ve HZ mutagenlerinde Avrodhi nohut çeşidinde sırasıyla 0.363, 0.045 ve 0.052, BG-256 nohut çeşidinde ise 0.457, 0.058 ve 0.070 olduğunu gözlemlemişler; ayrıca artan

mutagen dozlarında her iki çeşidin M₁ bitkilerinde, çıkış ve fertilite oranı ile canlılık devamının azaldığını açıklamışlar; çıkış oranındaki azalmanın mutagenin engelleyici etkisinin veya enzim aktivitelerinin değişmesinden dolayı olabileceğini sonucuna varmışlardır.

Toker vd. (2012), Antalya koşullarındaki çalışmasında, nohutta yaprak galeri sineği zararlısına toleranslı fakat demir eksikliğine duyarlı olan ICC 6119 genotipine, hem demir eksikliğine hem de nohut yaprak galeri sineği zararına toleranslı genotipler elde etmek için 200, 300 ve 400 Gy dozlarında gamma ışını uygulamışlar; M₃ generasyonunda bir tane mutant hattın hem demir eksikliğine hem de nohut yaprak galeri sineği zararına karşı toleranslı olduğunu saptamışlardır.

3. ARAŞTIRMA YERİ, MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Araştırma Yerinin Özellikleri

3.1.1 Araştırma yeri

Bu araştırma, 2011-2012 ve 2012-2013 yıllarında Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsünün deneme tarlasında yürütülmüştür. Araştırma yerinin denizden yüksekliği 781 m olup, 30° 31' kuzey enlem ve 39° 46' doğu boylam dereceleri arasında yer almaktadır.

3.1.2 İklim özellikleri

Araştırma yerinin ürünün tarlada olduğu Mart- Ağustos aylarına ait uzun yıllar (1990 - 2011 yılları arası) ve denemenin yürütüldüğü yıllara (2012-2013) ilişkin sıcaklık (°C), nispi nem (%) ve yağış miktarı (mm) çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Deneme yeri bazı iklim verilerinin uzun yıllar ortalaması ve 2012-2013 yıllarına ilişkin bazı iklim verileri (Anonim 2013b, c)

Aylar	Yağış (mm)			Sıcaklık (°C)							Nispi Nem (%)		
	Uzun Yıllar	2012	2013	Uzun Yıllar	2012			2013			Uzun Yıllar	2012	2013
					Ort.	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.			
Mart	33.1	56.4	33.2	4.4	1.5	-4.1	7.1	7.1	-9.2	21.8	65.4	87.7	59.8
Nisan	35.1	22.1	37.8	9.5	12.0	3.6	20.1	10.8	0.2	28.4	66.8	72.6	63.2
Mayıs	43.3	80.9	9.5	14.6	14.4	7.8	21.4	17.7	6.2	31.6	61.0	83.3	51.5
Haziran	29.1	0.0	14.0	18.7	20.1	11.1	28.4	20.0	5.8	35.1	60.3	70.4	53.6
Temmuz	13.8	5.5	0.8	21.8	22.8	14.6	30.9	21.6	8.8	34.0	53.7	68.1	52.8
Ağustos	6.5	3.5	0.0	21.8	20.8	12.3	28.7	22.4	11.2	34.8	57.2	65.1	53.1
Dönem Top.	161.0	168.4	95.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Yıllık Top.	348.2	371.3	233.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dönem Ort.	-	-	-	15.4	15.3	7.6	22.8	16.6	3.8	30.9	60.6	74.5	55.7
Yıllık Ort.	-	-	-	10.9	10.4	-4.4	24.9	10.9	1.4	27.8	65.4	81.1	62.9

Eskişehir ili, iklim olarak Batı Anadolu ve İç Anadolu iklim özellikleri arasında geçiş özelliği gösterse de genel olarak sert ve karasal iklim özelliklerine sahiptir. Kısa süreli olan yaz mevsimi sıcak ve kurak, kış mevsimi ise oldukça sert geçmektedir. Son 50 yıllık gözlemlere göre yıllık ortalama sıcaklık 10.9 °C olup, en düşük sıcaklık ortalaması Ocak ayında -3.7 °C, en yüksek sıcaklık ortalaması Ağustos ayında 29.1 °C olarak kaydedilmiştir (Anonim 2013b).

Denemenin 1. Yılında, yıllık ortalama sıcaklık değerleri, uzun yıllar ortalamalarında gerçekleşmiştir. 2012 yılı vejetasyon döneminde 10.4 °C olan ortalama sıcaklık değeri, uzun yıllar ortalaması değerine (10.9 °C) yakın gerçekleşmiştir. Vejetasyon döneminde minimum ve maksimum sıcaklık ortalamaları incelendiğinde, Mart ve Nisan aylarında minimum ve maksimum ortalama sıcaklık değerleri sıra ile -4.1 °C, 3.6 °C, 7.1 ve 20.1 olarak gerçekleşmiş; aynı değerler Mayıs'da 21.4 °C, Haziran'da 28.4 °C, Temmuz'da 30.9 °C ve Ağustos'da 28.7 °C olmuştur.

Denemenin 2. yılında ise yıllık ortalama sıcaklık değerleri, uzun yıllar ortalamalarında gerçekleşmiş olsa da vejetasyon döneminde ortalama sıcaklık değerleri uzun yıllar ortalamalarının üzerinde gerçekleşmiştir. Vejetasyon döneminde minimum ve maksimum sıcaklık ortalamaları incelendiğinde ise, Mart ve Nisan aylarında minimum ve maksimum ortalama sıcaklık değerleri sıra ile -9.2 °C ile 0.2 °C ve 21.8 ile 28.4 olarak gerçekleşmiştir. Maksimum ortalama sıcaklık değerleri Mayıs ayında 31.6 °C, Haziran ayında 35.1 °C, Temmuz ayında 34 °C ve Ağustos ayında 34.8 °C olarak gerçekleşmiştir.

Çizelge 3.1'den görüleceği üzere uzun yıllar ortalaması olarak yıllık yağış toplamı 348.2 mm'dir. Yağışlar düzensiz olup, daha çok kış ve ilkbahar aylarında düşmektedir. Yağışlı dönem Ekim ayında başlamakta ve vejetasyon döneminde (Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos) en fazla yağış Nisan (35.1 mm) ve Mayıs (43.3 mm) aylarında düşmektedir. Bu aylardan sonra giderek azalan yağışlar Haziran (29.1 mm), Temmuz (13.8 mm) ve Ağustos (6.5 mm) aylarında en düşük değerlerine ulaşmaktadır.

Denemenin ilk yılındaki toplam yağış miktarı 371.3 mm olup, uzun yıllar ortalamasının üzerindedir. Vejetasyon döneminde elde edilen toplam yağış 168.4 mm olup, uzun yıllar toplamından (161.0 mm) daha çoktur. 2012 yılında Nisan ayı yağışları (22.1 mm) uzun yıllar ortalamasının (35.3 mm) altında gerçekleşmişse de ekimlerin tavlı toprağa yapılmasından dolayı M₁ bitkilerinin çıkışında herhangi bir sorunla karşılaşılmamıştır. Mayıs ayı yağışlarının uzun yıllar ortalamasının çok üstünde (80.9 mm) gerçekleşmesi ve havadaki oransal nemin yüksek oluşu Yanıklık (*Ascochyta blight*) hastalığına zemin oluşturmuştur. Mayıs ayı yağışların uzun yıllar ortalamasının çok üzerinde gerçekleşip, sıcaklığın da uzun yıllar ortalaması civarında olması, Yanıklık (*Ascochyta blight*) hastalığının deneme parsellerinde salgın yapmasına neden olmuş, bu da M₁'lerden duyarlı olanlarında hastalık oluşturmuş; ayrıca Haziran ayında hiç yağışın olmayışı ve Temmuz ayında da yağış değerlerinin uzun yıllar ortalamasının çok altında (5.5 mm) oluşu nedeniyle bitkiler bakla bağlama ve bakla doldurma dönemlerinde olumsuz etkilenmiştir.

Haziran ve Temmuz ayı sıcaklık değerlerinin, uzun yıllar sıcaklık ortalamasının civarında oluşu; fenolojik olarak çiçeklenme-döllenme ve bakla bağlama-doldurma dönemindeki M₁ bitkilerinin, yağış yetersizliğinden dolayı stresi daha fazla arttırmadığı gibi M₁ bitkilerinde mayıs yağışları ile başlayan Yanıklık (*Ascochyta blight*) hastalık epidemisinin Haziran ve Temmuz ayında yağışların kesilmesi ve sıcaklıkların normal düzeyde gidişi ile hızını azaltmıştır. Ağustos ayında uzun yıllar ortalamasına yakın değerde yağış alınması ve sıcaklık değerlerinin de (22.8 °C) uzun yıllar ortalaması civarında gerçekleşmesi, fizyolojik oluma gelmiş olan M₁ bitkilerinin bitki verimi ve kalitesi üzerine herhangi bir olumsuz etki oluşturmamıştır.

Denemenin ikinci yılında ise ölçülen toplam yağış miktarı 233.8 mm olup, bu değer uzun yıllar ortalamasının oldukça altında gerçekleşmiştir. Vejetasyon döneminde elde edilen toplam yağış 95.3 mm olup, uzun yıllar toplamından (161.0 mm) daha az gerçekleşmiştir. Mart ayı yağışları (33.2 mm) uzun yıllar ortalaması (33.1 mm) seviyesinde gerçekleşmiş ve kışlık toplam yağış miktarı da (142.7 mm) uzun yıllar ortalaması (146.6 mm) civarında gerçekleşmesi ekimlerin tavlı toprağa yapılmasını sağlamış ve M₂ bitkilerinin çıkışlarında herhangi bir sorunla karşılaşılmamıştır. Nisan

ayı yağışları (37.8 mm) uzun yıllar ortalaması (35.2 mm) seviyesinde gerçekleşmesi neticesinde çıkışlar sorunsuz tamamlanmıştır. Mayıs, Haziran ve Temmuz ayları yağışları uzun yıllar değerlerinin altında ve sıcaklık ortalamaları değerlerinin ise uzun yıllar değerlerinin üzerinde gerçekleşmesi neticesinde kuraklık yaşanmıştır. Kuraklığın sonucunda da bitkiler olumsuz etkilenmiş ve yapılan ölçüm sonuçlarının düşük olmasına neden olmuştur.

Uzun yıllar ortalamasına göre Eskişehir ilinde nispi nem % 65.4' dir. Aylık ortalama nispi nem Temmuz (% 53.7) ve Ağustos (% 57.2) aylarında en düşük; Eylül ayından sonra yükselerek Aralık (% 75.7) ve Ocak (% 79.9) aylarında en yüksek seviyeye çıkmaktadır.

2012 yılında ortalama nispi nem % 81.1 olarak gerçekleşmiştir. Vejetasyon süresinde % 74.5 olan ortalama nispi nem, uzun yıllar dönem ortalamasından (% 60.6) yüksek olmuştur. Uzun yıllara göre vejetasyon süresinin ilk aylarında nispeten yağışlı geçen bu yılda vejetasyon dönemindeki aylarda da (Mart % 87.7, Nisan % 72.6, Mayıs % 83.3, Haziran % 70.4, Temmuz % 68.1 ve Ağustos % 65.1) uzun yıllar ortalamalarına göre (Mart % 65.4, Nisan % 66.8, Mayıs % 61, Haziran % 60.3, Temmuz % 53.7 ve Ağustos % 57.2) nispi nem yüksek gerçekleşmiştir (Çizelge 3.1).

M₂ bitkilerinin yetiştirildiği 2013 yılında ortalama nispi nem % 62.9 olarak gerçekleşmiştir. Vejetasyon süresinde % 55.7 olan ortalama nispi nem, uzun yıllar dönem ortalamasından (% 60.6) daha az olmuştur. Uzun yıllara göre vejetasyon süresinin ilk aylarında daha az yağışlı geçen bu yılda vejetasyon dönemindeki aylarda da (Mart % 59.8, Nisan % 63.2, Mayıs % 51.5, Haziran % 53.6, Temmuz % 52.8 ve Ağustos % 53.1) uzun yıllar ortalamalarına göre (Mart % 65.4, Nisan % 66.8, Mayıs % 61, Haziran % 60.3, Temmuz % 53.7 ve Ağustos % 57.2) nispi nem daha az gerçekleşmiştir (Çizelge 3.1).

3.1.3 Toprak özellikleri

Deneme yerinden ekimden önce usulüne uygun olarak 0-30 cm derinlikten alınan toprak örneği, T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü' ne bağlı Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Toprak ve Su Kaynakları Araştırmaları Bölümü laboratuvarında analiz edilmiş ve analiz sonuçları çizelge 3.2' de verilmiştir.

Çizelge 3.2 Deneme yerine ilişkin toprak analizi sonuçları

Doymuşluk (%)	Doymuş Toprakta (ph)	Toplam Tuz (%)	Kireç (%)	Organik Madde (%)	Bitkilerde yararışlı	
					P ₂ O ₅ (kg/da)	K ₂ O (kg/da)
64	7.8	0.022	8.72	1.72	7.11	187

Yapılan analizler sonucunda, toprağın organik madde miktarı az (Richards 1954), toprak reaksiyonu hafif alkali, tuz oranı düşük (Tüzüner 1990), kireççe orta düzeydedir (Çağlar 1949). Deneme yerinin toprağı, bitkilerde yararışlı fosfor bakımından orta düzeyde (Olsen vd. 1954) ve bitki tarafından kullanılabilir potasyum bakımından ise zengin durumdadır (Ülgen ve Yurtsever 1984). Deneme yeri toprak strüktürünün killi-tınlı bir yapıya sahip olduğu belirlenmiştir.

3.2 Materyal

Araştırmada materyal olarak Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nce tescil ettirilen Yaşa-05 yemeklik ve Hisar kırmızı nohut çeşitleri kullanılmıştır. Yaşa-05 çeşidi orta boylu (35 – 40 cm), dik gelişen, dallanması orta (3–4), koçbaşı tane tipinde olup, 100 tane ağırlığı 42–49 gramdır. Hisar nohut çeşidi ise uzun boylu (43– 45 cm), dik gelişen, dallanması orta (3–4), koçbaşı tane tipinde olup 100 tane ağırlığı 45–46 gramdır. Çeşitlere ait tohumluklar Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nden sağlanmıştır.

3.3 Yöntem

3.3.1 Sera çalışmaları

Yaşa-05 ve Hisar nohut çeşitlerinde etkili doz oranını belirlemek amacıyla 2011 yılında kontrollü koşullarda yapılmıştır.

3.3.1.1 Tohumların hazırlanması

Materyal olarak kullanılan Yaşa 05 ve Hisar çeşitlerinin sağlam ve normal irilikte tohumlarından her doz ve kontrol grubu için 200'er tohum sayılarak ayrı ayrı kâğıt torbalara konulmuştur (Stefanov vd. 1975, Akbay ve Ünver 1986).

3.3.1.2 Mutagen uygulanması

Araştırmada etkili doz oranını tespit etmek amacıyla, kâğıt torbalara konulan tohumlar ışınlama gücü 2.190 kGy/saat olan Kobalt-60 (^{60}Co) gamma cell kaynağında 0, 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500 ve 600 Gy olmak üzere 9 farklı dozda 2011 yılında Türkiye Atom Enerjisi Kurumu'nda ışınlanmıştır.

3.3.1.3 M_0 tohumlarının ekimi

Uygulama sonrası tohumlar; kontrollü koşullarda, yerleri sabit olan, içinde 1/3 oranında tarla toprağı, 1/3 oranında yanmış hayvan gübresi ve 1/3 oranında kum bulunan, 2.9 litre hacmindeki ve 170X145X150 mm ebatlarındaki saksılara tesadüf blokları deneme deseninde 3 tekrarlamalı olarak ekilmiştir.

3.3.2 Tarla çalışmaları

3.3.2.1 Tohumların hazırlanması

Materyal olarak kullanılan Yaşa 05 ve Hisar çeşitlerinin sağlam ve normal irilikte tohumlarından her doz ve kontrol grubu için 200'er tohum sayılarak ayrı ayrı kâğıt torbalara konulmuştur (Stefanov vd. 1975, Akbay ve Ünver 1986).

3.3.2.2 Mutagen uygulanması

Normal irilikte, sağlam ve % 14 nem içeren tohumlar kâğıt torbalara konularak ışınlama gücü 2.190 kGy/saat olan Kobalt-60 (^{60}Co) gamma cell kaynağında 0, 100, 150, 200 ve 250 Gy olmak üzere 5 farklı dozda Türkiye Atom Enerjisi Kurumu'nda 2012 yılında ışınlanmıştır.

3.3.2.3 M_0 tohumlarının ekimi ve kültürel uygulamalar

Uygulama sonrası tohumlar 2 m uzunlukta 5 cm derinlikte açılan çizilere 45 cm sıra arası ve 10 cm sıra üzeri mesafelerde 06 Nisan 2012 tarihinde ekilmiştir. Araştırma, Tesadüf Blokları deneme deseninde 3 tekrarlamalı ve her tekrarda 60 tohum olacak şekilde yürütülmüştür.

Deneme alanı, nohut bitkilerinin 10 cm olduğu dönemde, toprak neminin yetersiz olduğu için 1 defa yağmurlama sulama ile sulanmış, ayrıca yabancı ot kontrolü için tüm deneme alanı gerekli görüldükçe elle çapalanmıştır. M_1 bitkilerinin hasadı 27 Temmuz 2012 tarihinde yapılmıştır.

3.3.2.4 M_1 tohumların ekimi ve kültürel uygulamalar

Her uygulamadan elde edilen M_1 bitkileri ayrı ayrı hasat edildikten sonra her bitkiden 10'ar tohum alınmıştır. Bu tohumlar 1 m uzunluktaki 5 cm derinlikte açılan çizilere 45

cm sıra arası, 10 cm sıra üzeri mesafelerde Tesadüf Blokları deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak 20 Mart 2013 tarihinde ekilmiştir.

Deneme alanı, nohut bitkileri tane doldurma döneminde, toprak neminin yetersiz olduğu için 1 defa yağmurlama sulama ile sulanmış, ayrıca yabancı ot kontrolü için tüm deneme alanı gerekli görüldükçe elle çapalanmıştır. M₂ bitkilerinin hasadı 17 ile 20 Temmuz 2013 tarihleri arasında tamamlanmıştır.

3.4 Verilerin Elde Edilmesi

3.4.1 Sera çalışmaları

3.4.1.1 Fide boyu (cm)

Ekimden sonraki 14. günden başlamak üzere 28. güne kadar M₁ bitkileri her gün kontrol edilmiş ve 28. günde bitkiler köklü hasat edilerek fide boyu tespit edilmiştir (Gaul 1977, Akbay ve Ünver 1986, Şenay 1988, Sağel ve Ilıslu 1990, Sağel vd. 1994, Toker 1997, Sağel 1998). Etkili doz (ED₅₀) değeri kontrolün fide boyunu % 50 azaltan doz olarak tespit edilmiştir (Sağel 1998, Sağel vd. 2003).

3.4.1.2 Kök uzunluğu (cm)

Ekimden sonraki 14. günden başlamak üzere 28. güne kadar M₁ bitkileri her gün kontrol edilmiş ve 28. günde bitkiler köklü hasat edilerek kök uzunluğu tespit edilmiştir (Gaul 1977, Akbay ve Ünver 1986, Şenay 1988, Sağel ve Ilıslu 1990, Sağel vd. 1994, Toker 1997, Sağel 1998).

3.4.2 Tarla alışmaları

3.4.2.1 M₁ Bitkilerinde alınacak gözlem ve ölçümler

3.4.2.1.1 ıkış oranı (%)

M₁ bitkilerinde, ekimden 8 gün sonra toprak yüzeyine çıkan bitkiler sayılmaya başlanmış ve çıkış tamamlanıncaya kadar sayım işlemine devam edilmiştir. ıkış oranlarının günlere dağılımı; kontrol bitkilerinde çıkışın sona erdiği gündeki toplam ıkışlar % 100 kabul edilerek M₁ bitkilerinin çıkış hızları saptanmıştır (şenay 1988, nver 1989, Başaran 1993).

3.4.2.1.2 Bitki boyu (cm)

M₁ bitkilerinde, bitkiler hasat olgunluğuna geldiğinde tarla yüzeyi ile bitki doğal halinde iken en st noktası arasındaki dikey açıklık milimetrik cetvelle ölçülerek, cm olarak saptanmıştır (Gaul 1977, ifti 1982, Başaran 1993, ifti 1993, Akçin vd. 1995).

3.4.2.1.3 İlk bakla yüksekliği (cm)

M₁ bitkilerinde, hasat döneminde toprak yüzeyi ile meyve bağlayan ilk bakla arasındaki dikey açıklık ölçülerek saptanmıştır.

3.4.2.1.4 Bitkide dal sayısı (adet)

M₁ bitkilerinde, hasat döneminde bitkideki dallar sayılarak adet olarak belirlenmiştir (Akçin vd. 1995).

3.4.2.1.5 Bitkide bakla sayısı (adet)

M₁ bitkilerinde, hasat döneminde her bitkinin üzerindeki baklalar sayılmış bitkide bakla sayısı adet olarak kayıt edilmiştir, ayrıca bitkide kısır bakla (boş bakla) sayısı sayılıp bakla sayısına oranlanarak % olarak kısırlık oranı belirtilmiştir (Başaran 1993, Akçin vd. 1995).

3.4.2.1.6 Bitkide tane sayısı (adet)

M₁ bitkilerinde, hasat döneminde her bitkinin üzerindeki baklalar harman edilerek taneler sayılmıştır (Çiftçi 1993).

3.4.2.1.7 Bitkide tane verimi (g)

M₁ bitkilerinde, her bitkinin baklalarından elde edilen tüm taneler 0.01 g duyarlı teraziyle tartılarak bitki tane verimi gram olarak belirlenmiştir (Başaran 1993, Çiftçi 1993, Akçin vd. 1995).

3.4.2.1.8 Hasat indeksi (%)

M₁ bitkilerinde, her bitkiden elde edilen tanelerin toplam ağırlığı, toplam bitki ağırlığına (biyolojik verim) bölünerek elde edilen sonucun 100 ile çarpılmasıyla yüzde (%) olarak hesaplanmıştır (Başaran 1993, Çiftçi 1993).

3.4.2.2 M₂ Bitkilerinde gözlem ve ölçümler

3.4.2.2.1 M₂ bitkilerinde klorofil ve yaprak mutasyonları

M₂ bitkilerinde toprak yüzüne çıkan bitkilerde, bitki sayımı sırasında klorofil ve yaprak mutasyonları belirlenmiştir. Ekimden 8 gün sonra her gün çıkan bitkiler gözlenerek, klorofil ve yaprak mutasyonları sayılmıştır (Başaran 1993, Çiftçi 1993, Haq vd. 1994, Khan vd. 2005). Khan vd. (2005)'nin bildirdiğine göre klorofil mutasyonları:

Albino: Karotinoid ve klorofil oluşumu yoktur. Yapraklar tamamen beyazdır.

Chlorina: Fideler açık yeşil renktedir.

Tigrina: Yapraklar sarı renkte üzerinde yeşil lekeler vardır.

Viridis: Mutant bitkiler koyu yeşil renktedir.

Xantha: Mutant bitkiler açık sarı renktedir.

Hasat öncesi, amaca uygun olan bitkiler etiketlenmiş ve aşağıdaki ölçü ve sayımlar bu bitkilerde yapılmıştır.

3.4.2.2.2 Bitki boyu (cm)

M₂ bitkilerinde, bitkiler hasat olgunluğuna geldiğinde tarla yüzeyi ile bitki doğal halinde iken en üst noktası arasındaki dikey açıklık milimetrik cetvelle ölçülerek, cm olarak saptanmıştır (Gaul 1977, Çiftçi 1982, Başaran 1993, Çiftçi 1993, Akçin vd. 1995, Toker 1997).

3.4.2.2.3 İlk bakla yüksekliği (cm)

M₂ bitkilerinde, hasat döneminde toprak yüzeyi ile meyve bağlayan ilk bakla arasındaki dikey açıklık ölçülerek cm olarak saptanmıştır.

3.4.2.2.4 Bitkide dal sayısı (adet)

M₂ bitkilerinde, hasat döneminde bitkideki dallar sayılarak adet olarak belirlenmiştir (Akçin vd. 1995, Toker 1997).

3.4.2.2.5 Bitkide bakla sayısı (adet)

M₂ bitkilerinde, , hasat döneminde her bitkinin üzerindeki baklalar sayılmış bitkide bakla sayısı adet olarak kayıt edilmiştir, ayrıca bitkide kısır bakla (boş bakla) sayısı sayılıp bakla sayısına oranlanarak % olarak kısırlık oranı belirtilmiştir (Başaran 1993, Akçin vd. 1995, Toker 1997).

3.4.2.2.6 Bitkide tane sayısı (adet)

M₂ bitkilerinde, hasat döneminde her bitkinin üzerindeki baklalar harman edilmiş ve taneler sayılmıştır (Çiftçi 1993, Toker 1997).

3.4.2.2.7 Bitkide tane verimi (g)

M₂ bitkilerinde, her bitkinin baklalarından elde edilen tüm taneler 0.01 g duyarlı teraziyle tartılarak bitki tane verimi gram olarak belirlenmiştir (Başaran 1993, Çiftçi 1993, Akçin vd. 1995, Toker 1997).

3.4.2.2.8 Hasat indeksi (%)

M₂ bitkilerinde, her bitkiden elde edilen tanelerin toplam ağırlığı, toplam bitki ağırlığına (biyolojik verim) bölünerek elde edilen sonucun 100 ile çarpılmasıyla yüzde(%) olarak hesaplanmıştır (Başaran 1993, Çiftçi 1993, Toker 1997).

3.4.2.2.9 Canlılığın devamı (%)

Toprak yüzeyine çıkan ve hasada kadar canlılığını sürdüren M₂ bitkilerinin sayılması ile belirlenmiştir.

3.5 Verilerin Değerlendirilmesi

Deneme, Tesadüf Blokları Deneme Deseninde 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Çeşitlerin ayrı ayrı değerlendirildiği araştırmada yapılan ölçüm, tartım, sayım sonucu elde edilen veriler SAS (1998) istatistik paket programı yardımı ile değerlendirilmiştir. Denemelerden elde edilen verilerin varyans analizleri yapılarak, uygulamaların önemlilik kontrolünde “F testi”, ortalamaların karşılaştırılmasında DUNCAN testi esas alınmıştır (Demir 1968, Yurtsever 1984, Düzgüneş vd. 1987).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1 Sera Çalışmaları

4.1.1 Fide boyu

Araştırmada, Yaşa-05 ve Hisar nohut çeşidi tohumlarına uygulanacak etkili doz oranı belirlemek için 0, 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500 ve 600 Gy olmak üzere 9 farklı gamma ışını dozu uygulanmıştır. Uygulamalar sonucunda, radyasyon zararını tespit etmek için fide boyu parametresi kullanılmış ve % 50 etkili doz (ED₅₀) her iki çeşit için de 200-250 Gy dozları arasında belirlenmiştir. Bulgularımıza benzer olarak Conger vd. (1977), nohut için uygulanacak doz sınırının 120-180 Gy arasında değiştiğini, Sağel vd. (2003), nohut için ED₅₀ değerinin çeşitlere göre değiştiğini ve mutasyon ıslahı çalışmaları için etkili doz sınırlarının 150-250 Gray olduğunu, Maluszynski vd. (2009), nohutta başarılı gamma ve X-ray dozu olarak 100-200 Gy doz aralığını bildirmişlerdir.

4.1.1.1 Yaşa-05 nohut çeşidinde fide boyu

Farklı gamma dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki fide boyuna ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin fide boyuna ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.O.	F değeri
Tekerrür	2	1.86	0.702
Doz	8	128.77	48.51**
Hata	16	2.65	-
Genel	26		

(**) 0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.1’de görüldüğü gibi değişik gamma dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerinde fide boyu bakımından uygulamalar arasında 0.01 düzeyinde önemli farklılıklar bulunmuştur. Bu farklılıkların gruplandırılması amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin fide boyu ortalamaları

Dozlar (Gy)	Fide boyu (cm)
Kontrol	18.00 a
100	18.04 a
150	16.73 a
200	10.53 b
250	8.91 b
300	4.88 c
400	5.29 c
500	3.33 cd
600	1.27 d

Çizelge 4.2’de görüldüğü gibi uygulanan doz oranı arttıkça fide boyu ortalamalarının azaldığı tespit edilmiştir. En etkin doz oranını belirlemek için yapılan çalışmada 250 Gy gamma ışını uygulamasında fide boyunun % 50 oranında azaldığı görülmektedir. Araştırma sonuçlarımız, uygulanan doz oranı arttıkça fide boyunun azaldığını bildiren Gaul (1977), Shaikh vd.(1980), Çiftçi (1987), Sinha ve Choudhary (1987), Başaran (1993), Peşkircioğlu (1995) ve Sakin’in (1998) sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Kozgar’a (2012) göre fide boyunun azalmasındaki sebebinin, genetik yaralanma sonucunda meristem hücrelerinin zarar görmesinden dolayı ve genetik olarak en az zarar gören hücrelerin ancak yeni hücreler oluşturabileğini şeklinde açıklamıştır. Kozgar’a (2012) göre, Reddy vd. (1992) mutagen uygulamaları sonucunda büyümedeki azalmanın hücre bölünmesindeki engellenmenin veya kromozomal zararlanmalardan dolayı olduğu bildirilmiştir.



Şekil 4.1 Yaşa-05 çeşidinde uygulanan farklı dozlardaki gamma ışınlarının fide boyuna etkisi

4.1.1.2 Hisar nohut çeşidinde fide boyu

Farklı gamma dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki fide boyuna ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.3’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin fide boyuna ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.O.	F değeri
Tekerrür	2	0.76	0.13
Doz	8	201.09	33.98**
Hata	16	5.92	-
Genel	26		

(**) 0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.3’de görüldüğü gibi farklı gamma dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerinde fide boyu ortalamaları yönünden uygulamalar arasında 0.01

düzeyinde önemli farklılıklar bulunmuştur. Bu farklılıkların gruplandırılması amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin fide boyu ortalamaları

Dozlar (Gy)	Fide boyu (cm)
Kontrol	19.73 a
100	18.36 a
150	19.4 a
200	8.52 bc
250	10.72 b
300	5.55 cd
400	1.58 de
500	0.32 e
600	0 e

Çizelge 4.4’de görüldüğü gibi ve Yaşa-05 nohut çeşidine benzer şekilde, uygulanan doz oranı arttıkça fide boyu ortalamalarının azaldığı tespit edilmiştir. En etkin doz oranını belirlemek için yapılan çalışmada 200 Gy ve 250 Gy gamma ışını uygulamalarında fide boyunun % 50 oranında azaldığı görülmektedir. Uygulanan doz oranı arttıkça fide boyunun azaldığını bildiren Gaul (1977), Shaikh vd. (1980), Çiftçi (1987), Sinha ve Choudhary (1987), Başaran (1993), Peşkircioğlu (1995) ve Sakin’in (1998) bulguları ile bulgularımız uyum göstermektedir. Hisar çeşidinde uygulanan doz oranı arttıkça zararlanmalar Yaşa-05 çeşidine göre daha fazla olmuştur. Fide boyundaki azalma, genetik zararlanmalar sonucunda meristem hücrelerinin zarar görmesi ile açıklanabilir (Kozgar 2012). Kozgar’a (2012) göre, Reddy vd. (1992) mutagen uygulamaları sonucunda büyümedeki azalmanın hücre bölünmesindeki engellenmenin veya kromozomal zararlanmalardan dolayı olduğunu bildirmişlerdir.



Şekil 4.2 Hisar çeşidinde uygulanan farklı dozlardaki gamma ışınlarının fide boyuna etkisi

4.1.2 Kök uzunluğu

4.1.2.1 Yaşa-05 nohut çeşidinde kök uzunluğu

Farklı gamma dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidi kontrol ve M₁ fidelerindeki kök uzunluğuna ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.5’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.5 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidi fidelerinin kök uzunluklarına ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.O.	F değeri
Tekerrür	2	4.52	0.52
Doz	8	30.69	3.52**
Hata	16	8.73	-
Genel	26		

(**) 0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.5’de görüldüğü gibi farklı gamma dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ fidelerinde kök uzunluğu ortalamaları yönünden uygulamalar arasında 0.01 düzeyinde önemli farklılıklar bulunmuştur. Bu farklılıkların gruplandırılması amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.6 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidi fidelerinde kök uzunlukları ortalamaları

Dozlar (Gy)	Kök uzunluğu (cm)
Kontrol	14.50 ab
100	15.71 a
150	15.14 a
200	13.14 ac
250	14.78 a
300	8.54 cd
400	10.70 ad
500	9.40 bd
600	7.24 d

Çizelge 4.6’da görüldüğü gibi uygulanan doz oranı arttıkça Yaşa-05 nohut çeşidi fidelerinin kök uzunluğu ortalamalarının azaldığı belirlenmiştir. Özellikle yüksek dozlarda kök uzunluğunun daha fazla azaldığı görülmüştür. Araştırma sonuçları, uygulanan doz oranı arttıkça kök uzunluğunun azaldığını bildiren Gaul (1977), Shaikh vd. (1980), Çiftçi (1987), Sinha ve Choudhary (1987), Peşkircioğlu (1995) ve Sakin’in (1998) sonuçları ile uyumludur. Kök uzunluğunun azalmasındaki neden de fide boyunda olduğu gibi meristem hücreler zarar görmüş ve doz oranı arttıkça bu zarar da artmıştır (Kozgar 2012).

4.1.2.2 Hisar nohut çeşidinde kök uzunluğu

Farklı gamma dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ fidelerinde kök uzunluklarına ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.7’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidi fidelerinin kök uzunluklarına ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.O.	F değeri
Tekerrür	2	11.1	1.64
Doz	8	14.99	2.22
Hata	16	5.92	-
Genel	26		

Çizelge 4.7’de görüldüğü gibi değişik gamma dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ fidelerinde kök uzunlukları bakımından istatistiki yönden farklılık bulunmamıştır. Kök uzunlukları değerlerine ilişkin ortalamalar çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidi fidelerinde kök uzunlukları ortalamaları

Dozlar (Gy)	Kök uzunluğu (cm)
Kontrol	13.97
100	15.74
150	14.41
200	12.57
250	11.87
300	12.28
400	8.13
500	6.02
600	7.17

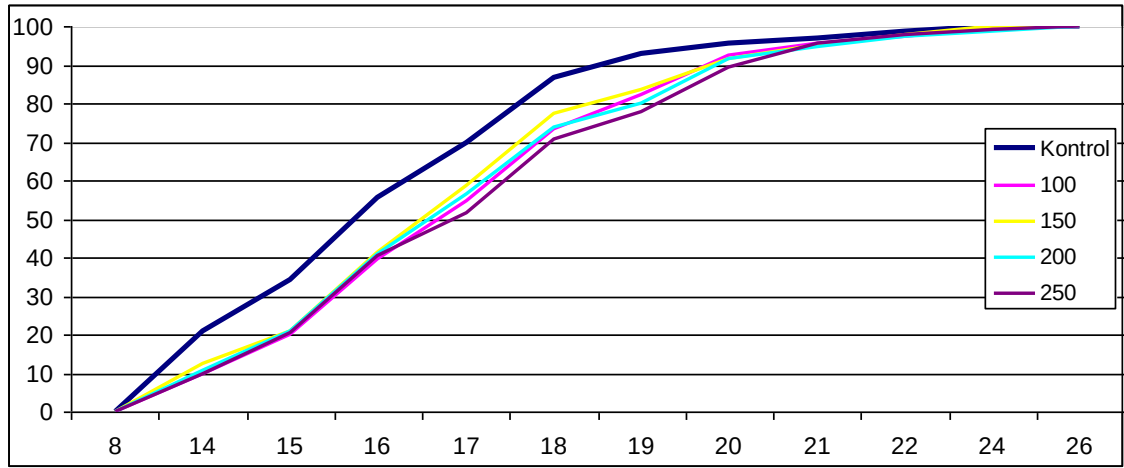
Çizelge 4.8’de görüldüğü gibi uygulanan doz oranı arttıkça Hisar nohut çeşidi fidelerinin kök uzunluğu ortalamalarının azaldığı belirlenmiştir. Özellikle yüksek dozlarda kök uzunluğunun daha fazla azaldığı görülmüştür. Bulgularımız, farklı bitki türlerinde yaptıkları çalışmalarında artan radyasyon dozlarında kök uzunluğunun azaldığını bildiren Gaul (1977), Shaikh vd.(1980), Çiftçi (1987), Sinha ve Choudhary (1987), Peşkircioğlu (1995) ve Sakin’in (1998) bulguları ile uyum göstermektedir. Kök uzunluğunun azalmasındaki neden de fide boyunda olduğu gibi meristem hücreler zarar görmüş ve doz oranı arttıkça bu zarar da artmıştır (Kozgar 2012).

4.2 Tarla Çalışmaları

4.2.1 M₁ bitkilerinde çıkış oranı

4.2.1.1 Yaşa-05 nohut çeşidinde çıkış oranı

Farklı gamma ışını dozları uygulandıktan sonra ekilen Yaşa-05 nohut çeşidi nohut tohumlarının, kontrol ve M₁ bitkilerinde, ekimden 8 gün sonra başlatılıp çıkışın sona erdiği güne kadar sürdürülen sayım sonrasında toplam toprak yüzeyine çıkışın % olarak günlere dağılımı şekil 4.3’de gösterilmiştir.



Şekil 4.3 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerinde toplam çıkış oranının günlere dağılımı (%)

Farklı gamma dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki çıkış oranı değerleri açıcı değerlerine çevirilmiştir (Düzgüneş vd. 1987). Çıkış oranı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.9’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.9 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki çıkış oranına ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.O.	F değeri
Tekerrür	2	45.37	3.25
Doz	4	101.10	7.25**
Hata	8	13.94	-
Genel	14		

(**) 0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.9’da görüldüğü gibi farklı gamma ışını dozlarının Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerinde çıkış oranı yönünden istatistiki olarak 0.01 düzeyinde önemli farklılıklar saptanmıştır. Bu farklılıkların gruplandırılması için yapılan Duncan testi sonuçları çizelge 4.10’da verilmiştir.

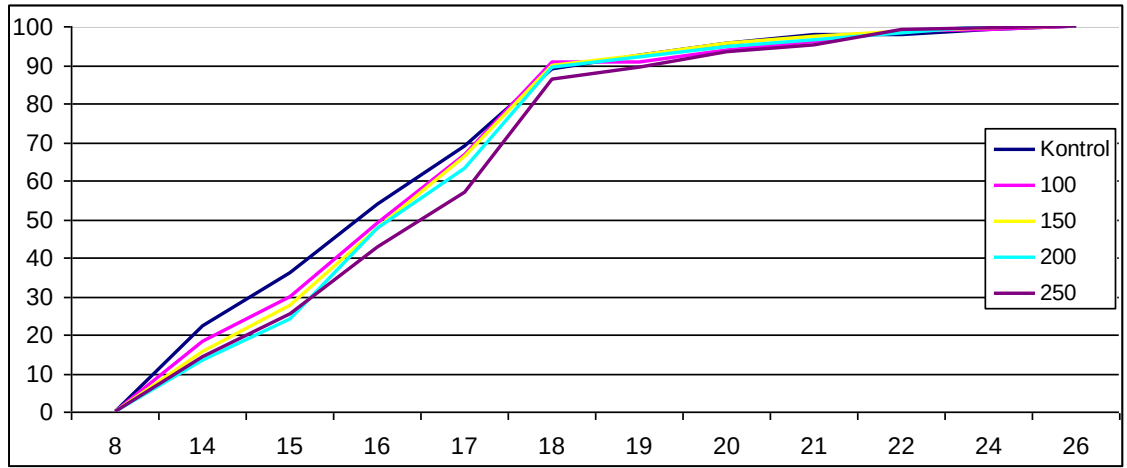
Çizelge 4.10 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki çıkış oranı ortalamaları

Dozlar(Gy)	Çıkış oranı (%)	
	Gerçek değerler	Açı değerleri
Kontrol	93.54	75.52 a
100	82.57	65.57 b
150	77.28	61.62 b
200	77.89	62.06 b
250	79.02	62.75 b

Yaşa-05 nohut çeşidi M₁ bitkilerinin çıkış oranı ortalamalarında kontrole göre azalmalar olmuştur. En yüksek çıkış oranı % 93.54 ile kontrol bitkilerinde, en düşük değer ise % 77.28 ile 150 Gy dozunda elde edilmiştir. Bulgularımıza benzer şekilde mutagen uygulamalarının, değişik bitki türlerinde çıkış oranını kontrole göre azalttığı bildirilmiştir (Haq vd. 1992, Çiftçi 1993, Başaran 1993, Toker 1997, Toker ve Çağırğan 2004, Hameed vd. 2008, Shah vd. 2008, Giriya ve Dhanavel 2009, Bhat vd. 2011, Kozgar 2012). Artan mutagen dozlarında M₁ bitkilerinde çıkış oranının azalması, mutagenlerin engelleyici etkisi veya enzim aktivitelerinin olumsuz yönde değişmesinden dolayıdır (Bhat vd. 2011).

4.2.1.2 Hisar nohut çeşidinde çıkış oranı

Farklı gamma ışını dozları uygulandıktan sonra ekilen Hisar nohut çeşidi nohut tohumlarının kontrol ve M₁ bitkilerinde, ekimden 8 gün sonra başlatılıp çıkışın sona erdiği güne kadar sürdürülen sayım sonrasında toplam toprak yüzeyine çıkışın % olarak günlere dağılımı şekil 4.4’de gösterilmiştir.



Şekil 4.4 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerinde toplam çıkış oranının günlere dağılımı (%)

Farklı gamma dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki çıkış oranı değerleri açıcı değerlerine çevirilmiştir (Düzgüneş vd. 1987). Çıkış oranına ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.11’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.11 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki çıkış oranına ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.O.	F değeri
Tekerrür	2	21.65	1.16
Doz	4	32.54	1.74
Hata	8	18.69	-
Genel	14		

Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerinde çıkış oranı ortalamaları yönünden uygulamalar arasında önemli farklılıklar bulunmamıştır. Çıkış oranı ortalamalarına ilişkin değerler çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.12 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki çıkış oranı ortalamaları

Dozlar (Gy)	Çıkış oranı (%)	
	Gerçek değerler	Açı değerleri
0	86.80	68.90
100	80.81	64.40
150	76.32	60.97
200	82.56	65.55
250	76.76	61.19

Hisar nohut çeşidine uygulanan farklı gamma ışını dozlarının çıkış oranına etkisi incelendiğinde en yüksek çıkış oranı kontrol bitkilerinde, en düşük çıkış oranı ise 150 Gy dozu uygulanmış tohumlarda görülmüştür. Araştırma sonuçlarımız, nohutta uyguladıkları mutagen dozlarında, çıkış oranının kontrole göre azaldığını bildiren Haq vd. (1992), Çiftçi (1993), Başaran (1993), Toker (1997), Toker ve Çağırğan (2004), Hameed vd. (2008), Shah vd. (2008), Bhat vd. (2011) ve Kozgar (2012) bulguları ile uyum göstermektedir. Bhat vd.'ne (2011) göre, artan mutagen dozlarında M_1 bitkilerinde çıkış oranının azalmasının nedeni, mutagenlerin engelleyici etkisi veya enzim aktivitelerinin olumsuz yönde değişmesi ile açıklanmıştır.

4.2.2 M_1 bitkilerinde bitki boyu

4.2.2.1 Yaşa-05 nohut çeşidinde bitki boyu

Farklı gamma dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M_1 bitkilerindeki bitki boyuna ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.13'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.13 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M_1 bitkilerindeki bitki boyuna ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.O.	F değeri
Tekerrür	2	0.14	0.17
Doz	4	0.46	0.56
Hata	8	0.83	-
Genel	14		

Çizelge 4.13'de görüldüğü gibi değişik gamma dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M_1 bitkilerinde bitki boyu bakımından farklılık istatistiki yönden önemli bulunmamıştır. Bitki boyu değerlerine ilişkin ortalamalar çizelge 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.14 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki bitki boyu ortalamaları

Dozlar (Gy)	Bitki boyu (cm)
Kontrol	46.71
100	46.07
150	46.75
200	46.26
250	45.86

Çizelge 4.14’de görüldüğü gibi bitki boyu ortalamaları yönünden 150 Gy gamma dozu 46.75 cm ile en yüksek, bunu 46.71 cm ile kontrol grubu, 46.26 cm ile 200 Gy, 46.07 cm ile 100 Gy izlemiş ve en düşük değerler ise 45.86 cm ile 250 Gy dozundan elde edilmiştir.

Çizelge 4.15’de farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitki boyu değerleri ile standart sapmaları gösterilmiştir. Uygulanan dozlar ve kontrol grubu arasında en düşük bitki boyu en yüksek doz olan 250 Gy dozunda ve en yüksek bitki boyu ise kontrol grubu ve 150 Gy dozlarında saptanmıştır.

Çizelge 4.15 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitki boyları (cm) ile standart sapmaları

Doz (Gy)	Minimum	Maksimum	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
Kontrol	35	58	46.71±4.09
100	30	56	46.07±3.83
150	32	57	46.75±5.54
200	31	57	46.26±4.49
250	28	56	45.86±4.39

Bu konuda yapılan çalışmalar incelendiğinde; Sağel (1988), Çelik (1991), Tekeoğlu (1991), Sağel vd. (1991), Başaran (1993), Çiftçi (1993), Yaqoob ve Rashid (2001), Artık ve Pekşen (2005), Khan vd. (2005) ve Tah (2006) farklı bitki türlerinde ve farklı mutagen uygulamalarında bitki boyunun azaldığını, Arulbalachandran ve Mullainathan (2009) manş fasulyesinde gamma ve EMS uygulamalarından sonra bitki boyunun arttığını bildirmişlerdir. Kozgar (2012) bildirdiğine göre, Subba Rao (1988) bitki boyunun azalmasını mitotik bölünmedeki engellemeden dolayı olduğunu açıklamıştır.

4.2.2.2 Hisar nohut çeşidinde bitki boyu

Farklı gamma dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki bitki boyuna ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.16’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.16 Farklı gamma ışıını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki bitki boyuna ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.O.	F değeri
Tekerrür	2	17.02	12.13
Doz	4	4.44	3.16*
Hata	8	1.40	-
Genel	14		

(*) 0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.16’da görüldüğü gibi farklı gamma dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerinde bitki boyu ortalamaları yönünden uygulamalar arasında 0.05 düzeyinde önemli farklılıklar bulunmuştur. Bitki boyuna ilişkin ortalama değerler ve gruplandırmalar çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.17 Farklı gamma ışıını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki bitki boyu ortalamaları

Doz (Gy)	Bitki boyu (cm)
Kontrol	50.28 b
100	51.36 ab
150	53.32 a
200	52.90 a
250	51.91 ab

Çizelge 4.17’de görüldüğü gibi Hisar nohut çeşidine uygulanan farklı gamma ışıını dozlarında elde edilen en yüksek bitki boyu 53.32 cm ile 150 Gy uygulama dozundan en kısa bitki boyu değeri ise kontrol grubu bitkilerinde (50.28 cm) tespit edilmiştir. 150 Gy uygulama dozunun altında ve üstünde uygulanan dozlarda bitki boyu değerlerinin azaldığı görülmüştür.

Çizelge 4.18’de farklı gamma ışıını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitki boyu değerleri ile standart

sapmaları verilmiştir. Uygulanan dozlar arasında en düşük ve en yüksek bitki boyu 200 Gy dozunda elde edilmiştir.

Çizelge 4.18 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitki boyları (cm) ile standart sapmaları

Doz (Gy)	Minimum	Maximum	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
Kontrol	31	71	50.26±7.90
100	35	67	51.42±7.31
150	26	70	53.32±7.58
200	25	73	52.89±7.93
250	36	69	51.91±7.56

Bu konuda yapılan çalışmalar incelendiğinde; Sağel (1988), Çelik (1991), Tekeoğlu (1991), Sağel vd. (1991), Başaran (1993), Çiftçi (1993), Yaqoob ve Rashid (2001), Artık ve Pekşen (2005), Khan vd. (2005) ve Tah (2006) farklı bitki türlerinde ve farklı mutagen uygulamalarında bitki boyunun azaldığını, Arulbalachandran ve Mullainathan (2009) ile Ahmad vd. (2012) manş fasulyesinde gamma ve EMS uygulamalarından sonra bitki boyunun arttığını bildirmişlerdir.

4.2.3 M₁ bitkilerinde ilk bakla yüksekliği

4.2.3.1 Yaşa-05 nohut çeşidinde ilk bakla yüksekliği

Farklı gamma dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki ilk bakla yüksekliğine ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.19’da ve ortalama değerler ise çizelge 4.20’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.19 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki ilk bakla yüksekliğine ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.O.	F değeri
Tekerrür	2	2.85	3.23
Doz	4	0.15	0.17
Hata	8	0.89	-
Genel	14		

Çizelge 4.19’da görüldüğü gibi değişik gamma dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerinde ilk bakla yüksekliği yönünden istatistiki olarak farklılık bulunmamıştır.

Çizelge 4.20 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki ilk bakla yüksekliği ortalamaları

Doz (Gy)	İlk bakla yüksekliği (cm)
Kontrol	22.23
100	22.32
150	22.33
200	22.11
250	21.79

Çizelge 4.20’de görüldüğü üzere bitki boyu ortalamalarında olduğu gibi en yüksek ilk bakla yüksekliği 22.33 cm ile 150 Gy gamma ışını dozundan elde edilmiştir. Bunu 22.32 cm ile 100 Gy, 22.23 cm ile kontrol grubu izlerken, 200 Gy ve 250 Gy gamma ışını uygulamalarında ilk bakla yüksekliğinin azaldığı tespit edilmiştir. Bulgularımız, farklı bitki türlerine uyguladıkları gamma ışını dozlarında, yüksek doz oranlarında ilk bakla yüksekliğinin azaldığını bildiren Sağel (1988 ve 1991), Artık ve Pekşen (2005) ile benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.21’de farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama ilk bakla yükseklikleri ile standart sapmaları gösterilmiştir. Uygulanan dozlar ve kontrol grubu arasında en yüksek ilk bakla yüksekliği 36 cm ile kontrol grubu ile 100 Gy gamma ışını dozunda ölçülmüştür. En düşük ilk bakla yüksekliği ise 250 Gy dozunda ölçülmüştür. Uygulanan yüksek gamma ışını dozlarında bitkilerdeki ilk bakla yüksekliğinin azaldığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.21 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama ilk bakla yükseklikleri (cm) ile standart sapmaları

Doz (Gy)	Minimum	Maksimum	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
Kontrol	12	36	22.23±4.40
100	13	36	22.32±4.61
150	12	32	22.33±3.92
200	11	33	22.11±4.38
250	8	33	21.79±4.42

4.2.3.2 Hisar nohut çeşidinde ilk bakla yüksekliği

Farklı gamma dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki ilk bakla yüksekliğine ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.22’de ve ortalama değerler ise çizelge 4.23’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.22 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki ilk bakla yüksekliğine ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.O.	F değeri
Tekerrür	2	10.18	4.09
Doz	4	1.65	0.66
Hata	8	2.49	-
Genel	14		

Çizelge 4.22’de görüldüğü gibi değişik gamma dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerinde ilk bakla yüksekliği yönünden istatistiki olarak farklılık bulunmamıştır.

Çizelge 4.23 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki ilk bakla yüksekliği ortalamaları

Doz (Gy)	İlk bakla yüksekliği (cm)
Kontrol	22.91
100	23.36
150	24.01
200	22.09
250	22.55

Uygulanan farklı gamma ışını dozlarının Hisar nohut çeşidinde ilk bakla yüksekliğine etkisi farklı olmuş, en yüksek ilk bakla yüksekliği 150 Gy (24.01 cm) gamma ışını dozunda ve en kısa ilk bakla yüksekliği ise 200 Gy (22.09 cm) gamma ışını dozunda ölçülmüştür. Bulgularımıza paralel olarak Ahmad vd. (2012) maş fasulyesine uyguladıkları gamma dozlarında bitki boyunun düşük dozlarda kontrole göre yüksek, doz oranı yükseldikçe ise bitki boyunun kontrole göre azaldığını ifade etmişlerdir.

Çizelge 4.24’de farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama ilk bakla yüksekliği değerleri ile standart sapmaları verilmiştir. Uygulanan dozlar arasında en yüksek ilk bakla yüksekliği 100 Gy dozunda, en düşük ilk bakla yüksekliği ise 200 ile 250 Gy dozlarında ölçülmüştür. Uygulanan gamma ışını doz oranı arttıkça minimum ve maksimum ilk bakla yükseklik değerlerinin azaldığı görülmüştür.

Çizelge 4.24 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama ilk bakla yükseklikleri (cm) ile standart sapmaları

Doz (Gy)	Minimum	Maksimum	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Kontrol	15	44	22.91±4.79
100	13	47	23.36±5.76
150	12	46	24.01±7.08
200	10	45	22.09±6.25
250	10	40	22.55±5.87

4.2.4 M₁ bitkilerinde bitkide dal sayısı

4.2.4.1 Yaşa-05 nohut çeşidinde bitkide dal sayısı

Farklı gamma dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki dal sayısına ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.25’de ve ortalama değerler ise çizelge 4.26’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.25 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki dal sayısına ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.O.	F değeri
Tekerrür	2	0.08	2.84
Doz	4	0.09	2.88
Hata	8	0.03	-
Genel	14		

Çizelge 4.25’de görüldüğü gibi değişik gamma dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerinde bitkide dal sayısı değerleri arasında farklılık istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.26 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki dal sayısı ortalamaları

Doz (Gy)	Dal sayısı (adet)
Kontrol	2.39
100	2.43
150	2.59
200	2.25
250	2.15

Çizelge 4.26 incelendiğinde Yaşa-05 nohut çeşidine uygulanan farklı gamma ışını dozlarında en fazla dal sayısı 150 Gy dozunda elde edilmiştir. Uygulanan yüksek doz oranlarında dal sayısının azaldığı tespit edilmiştir. Bulgularımız, soya fasulyesinde uyguladıkları gamma ışını dozlarının yüksek oranlarında bitkide dal sayısının azaldığını bildiren Sağel’in (1988) çalışmaları ile benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.27’de farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama dal sayıları değerleri ile standart sapmaları verilmiştir. Uygulanan dozlar arasında, en yüksek ve en düşük dal sayısı değerlerinde farklılık olmazken, ortalama dal sayıları incelendiğinde ise en yüksek 150 Gy dozunda olduğu ve doz oranı arttıkça ortalama dal sayısı değerlerinin azaldığı görülmüştür.

Çizelge 4.27 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama dal sayıları (adet/bitki) ile standart sapmaları

Doz (Gy)	Minimum	Maksimum	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
Kontrol	1	4	2.39±0.8
100	1	4	2.43±0.8
150	1	4	2.59±0.8
200	1	4	2.25±0.8
250	1	4	2.15±0.8

4.2.4.2 Hisar nohut çeşidinde bitkide dal sayısı

Farklı gamma dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki dal sayısına ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.28’de ve ortalama değerler ise çizelge 4.29’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.28 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki dal sayısına ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.O.	F değeri
Tekerrür	2	0.06	8.06
Doz	4	0.02	2.51
Hata	8	0.01	-
Genel	14		

Çizelge 4.28’de görüldüğü gibi değişik gamma dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerinde bitkide dal sayısı değerleri arasında istatistiki olarak önemli farklılık bulunmamıştır.

Çizelge 4.29 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki dal sayısı ortalamaları

Doz (Gy)	Dal sayısı (adet)
Kontrol	2.24
100	2.38
150	2.35
200	2.28
250	2.44

Hisar nohut çeşidine uygulanan farklı gamma ışını dozlarında en fazla dal sayısı en yüksek gamma ışını dozu olan 250 Gy dozunda, en az dal sayısı ise kontrol grubunda saptanmıştır. Bulgularımız, maş fasulyesine uygulanan gamma dozlarında uygulanan doz oranı bağlı olarak değiştiğini ve uygulanan dozlarda elde edilen bitkide ana dal sayısı kontrol grubuna göre daha fazla olduğunu bildiren Yagoob ve Rashid (2001) ve nohutta uygulanan gamma ışını dozlarında en fazla dal sayısının uygulanan yüksek dozlarda elde edildiğini bildiren Karim vd. (2008) ile benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.30’da farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama dal sayıları değerleri ile standart sapmaları verilmiştir. Uygulanan dozlar arasında, en yüksek ve en düşük dal sayısı değerlerinde farklılık olmazken, ortalama dal sayıları incelendiğinde ise en yüksek 100 Gy, 150 Gy ve 250 Gy dozlarında en az ortalama dal sayısı ise kontrol grubunda tespit edilmiştir.

Çizelge 4.30 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama dal sayıları (adet/bitki) ile standart sapmaları

Doz (Gy)	Minimum	Maksimum	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Kontrol	1	4	2.24±0.7
100	1	4	2.38±0.7
150	1	4	2.35±0.8
200	1	4	2.28±0.8
250	1	4	2.44±0.8

4.2.5 M₁ bitkilerinde bitkide bakla sayısı

4.2.5.1 Yaşa-05 nohut çeşidinde bitkide bakla sayısı

Farklı gamma dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki bitkide bakla sayısına ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.31’de ve ortalama değerler ise çizelge 4.32’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.31 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki bitkide bakla sayısına ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.O.	F değeri
Tekerrür	2	83.39	12.26
Doz	4	15.37	2.26
Hata	8	6.80	-
Genel	14		

Çizelge 4.31’de görüldüğü gibi değişik gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerinde bitkide bakla sayısı ortalamaları arasındaki farklılık istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır.

Çizelge 4.32 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki bitkide bakla sayısı ortalamaları

Doz (Gy)	Bakla sayısı (adet/bitki)
Kontrol	36.78
100	33.55
150	36.63
200	31.92
250	32.66

Yaşa-05 nohut çeşidine uygulanan farklı gamma ışını dozlarında en fazla bitkide bakla sayısı kontrol grubunda saptanmışken, artan gamma ışını dozlarının kontrole göre uygulanan dozlarda bitkide bakla sayısını azalttığı görülmüştür. Bu konuda yapılan çalışmalar incelendiğinde; Başaran (1993) ile Karim vd. (2008) nohutta, Artık ve Pekşen (2005) baklada gamma ışını ve Çiftçi (1993) nohutta EMS uygulamalarının bitkide bakla sayısını azalttığını, Çelik (1991) ile Tekeoğlu (1991) fasülyede EMS uygulamalarının bitkide bakla sayısını arttırdığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.33’de farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitkide bakla sayıları ile standart sapmaları verilmiştir. Uygulanan dozlar arasında, en yüksek bitkide bakla sayısı en yüksek doz olan 250 Gy dozda ölçülürken, en düşük bitkide bakla sayısı 200 Gy dozunda ölçülmüştür.

Çizelge 4.33 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitkide bakla sayıları (adet/bitki) ile standart sapmaları

Doz (Gy)	Minimum	Maksimum	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
Kontrol	13	93	36.78±13.17
100	4	91	33.55±15.14
150	15	98	36.63±15.55
200	3	93	31.92±12.84
250	4	99	32.66±13.94

4.2.5.2 Yaşa-05 nohut çeşidinde bitkide kısırlık oranları

Farklı gamma dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki kısırlık oranlarına ait değerler açı değerlerine dönüştürülmüş ve varyans analizi yapılmıştır (Düzgüneş vd. 1987). Kısırlık oranına ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.34’de ve ortalama değerler ise çizelge 4.35’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.34 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki kısırlık oranlarına ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.O.	F değeri
Tekerrür	2	1.59	0.44
Doz	4	27.96	1.92
Hata	8	3.64	-
Genel	14		

Çizelge 4.34’de görüldüğü gibi değişik gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki kısırlık oranları istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır. Elde edilen değerler incelendiğinde kontrol grubu ve düşük doz uygulamalarında kısırlık düşük olurken, uygulanan doz miktarı yükseldikçe M₁ bitkilerindeki kısırlık oranlarının arttığı tespit edilmiştir. Nohutta uygulanan mutagenlerde doz oranı arttıkça sterilenin arttığı Kharkwal ve Jain (1980), Çiftçi (1993), Başaran (1993) ve Bhat vd. (2011) tarafından ve farklı bitkilerde yürütülen çalışmalarda kısırlık oranının mutagen uygulamasıyla arttığı Zanone (1965), Sağel (1988), Çelik (1991), Peşkircioğlu (1995) ve Sakin (1998) tarafından bildirilmiştir.

Çizelge 4.35 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki kısırlık ortalamaları

Dozlar(Gy)	Kısırlık ortalamaları (%)	
	Gerçek değerler	Açı değerleri
Kontrol	2.53	9.09
100	2.57	9.10
150	2.20	8.49
200	4.07	11.54
250	4.27	11.75

4.2.5.3 Hisar nohut çeşidinde bitkide bakla sayısı

Farklı gamma dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki bitkide bakla sayısına ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.36’de, ortalama değerler ise çizelge 4.37’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.36 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki bitkide bakla sayısına ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.O.	F değeri
Tekerrür	2	56.78	5.88
Doz	4	13.16	0.33
Hata	8	9.66	-
Genel	14		

Çizelge 4.36’da görüldüğü gibi değişik gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerinde bitkide bakla sayısı yönünden dozlar arasındaki farklılık istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır.

Çizelge 4.37 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki bitkide bakla sayısı ortalamaları

Doz (Gy)	Bakla sayısı (adet/bitki)
Kontrol	29.14
100	28.19
150	24.80
200	24.92
250	27.94

Hisar nohut çeşidinde en fazla bitkide bakla sayısı kontrol grubunda elde edilmiştir. En az bitkide bakla sayısı ise 150 Gy ile 200 Gy gamma ışını uygulanan bitkilerden elde edilmiştir. Bu konuda yapılan çalışmalar incelendiğinde; Başaran (1993) ile Karim vd. (2008) nohutta, Eser vd. (1991) ile Artık ve Pekşen (2005) baklada gamma ışını ve Çiftçi (1993) nohutta EMS uygulamalarının bitkide bakla sayısını azalttığını, Çelik (1991) ile Tekeoğlu (1991) fasulyede EMS uygulamalarının bitkide bakla sayısını arttırdığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.38’de farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitkide bakla sayıları ile standart sapmaları verilmiştir. Uygulanan dozlar arasında, en yüksek bitkide bakla sayısı en yüksek doz olan 250 Gy dozda ölçülürken, en düşük bitkide bakla sayısı kontrol grubunda belirlenmiştir.

Çizelge 4.38 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitkide bakla sayıları (adet/bitki) ile standart sapmaları

Doz (Gy)	Minimum	Maksimum	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
Kontrol	1	80	29.14±14.43
100	7	72	28.19±11.28
150	3	98	24.80±14.14
200	6	70	24.92±12.68
250	8	100	27.94±13.65

4.2.5.4 Hisar nohut çeşidinde bitkide kısırlık oranları

Farklı gamma dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki kısırlık oranına ait değerler açı değerlerine dönüştürülmüş ve varyans analizi yapılmıştır (Düzgüneş vd. 1987). Kısırlık oranına ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.39’da verilmiştir.

Çizelge 4.39 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki kısırlık oranlarına ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.O.	F değeri
Tekerrür	2	3.15	1.10
Doz	4	23.13	8.07**
Hata	8	2.87	-
Genel	14		

(**) 0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.39’da görüldüğü gibi değişik gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki kısırlık oranları istatistiki olarak 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bu farklılıkların gruplandırılmasını belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları çizelge 4.40’da gösterilmiştir.

Elde edilen değerler incelendiğinde kontrol uygulamalarına göre uygulanan doz oranına arttıkça M₁ bitkilerindeki kısırlık oranlarının arttığı tespit edilmiştir. Nohutta uygulanan mutagenlerde doz oranı arttıkça sterilenin arttığı (Kharkwal ve Jain 1980, Çiftçi 1993, Başaran 1993, Bhat vd. 2011), farklı bitkilerde yürütülen çalışmalarda da kısırlık oranının mutagen uygulamasıyla arttığı (Zanone 1965, Sağel 1988, Çelik 1991, Peşkircioğlu 1995, Sakin 1998) belirtilmiştir.

Çizelge 4.40 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki kısırlık ortalamaları

Dozlar(Gy)	Kısırlık ortalamaları (%)	
	Gerçek değerler	Açı değerleri
Kontrol	3.60	10.89 b
100	4.77	12.55 b
150	4.70	12.45 b
200	7.73	16.09 a
250	9.13	17.52 a

4.2.6 M₁ bitkilerinde bitkide tane sayısı

4.2.6.1 Yaşa-05 nohut çeşidinde bitkide tane sayısı

Farklı gamma dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki bitkide tane sayısına ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.41’de ve ortalama değerler ise çizelge 4.42’de verilmiştir.

Çizelge 4.41 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki bitkide tane sayısına ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.O.	F değeri
Tekerrür	2	71.46	7.54
Doz	4	24.42	2.58
Hata	8	9.47	-
Genel	14		

Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerinden elde edilen bitkide tane sayısı değerleri yönünden dozlar arasındaki farklılık istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır.

Çizelge 4.42 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki bitkide tane sayısı ortalamaları

Doz (Gy)	Bitkide tane sayısı (adet)
Kontrol	37.81
100	35.13
150	37.99
200	32.13
250	32.27

Çizelge 4.42’de görüldüğü gibi en yüksek bitkide tane sayısı 150 Gy dozunda elde edilmiş, bunu azalan sıra ile kontrol, 100 Gy ve 250 Gy gamma ışını uygulamaları takip etmiştir. En düşük bitkide tane sayısı ise 200 Gy dozu uygulanmış olduğu M₁ bitkilerinde belirlenmiştir. Bitkide tane sayısı değerleri, bitkide bakla sayısı değerlerine benzer şekilde olmuş, kısırlığın en düşük olduğu 150 Gy dozunda en yüksek bitkide tane sayısı değerleri sayılmıştır.

Çizelge 4.43’de farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitkide tane sayıları ile standart sapmaları verilmiştir. Uygulanan dozlar arasında, en yüksek bitkide tane sayısı 150 Gy ve 200 Gy dozlarında, en düşük bitkide tane sayısı 100 Gy ve 200 Gy dozlarında tespit edilmiştir.

Çizelge 4.43 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitkide tane sayıları (adet) ile standart sapmaları

Doz (Gy)	Minimum	Maksimum	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
Kontrol	12	95	37.81±14.15
100	3	97	35.13±17.18
150	16	98	37.99±16.17
200	3	98	32.13±13.31
250	5	85	32.27±13.8

4.2.6.2 Hisar nohut çeşidinde bitkide tane sayısı

Farklı gamma dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki bitkide tane sayısına ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.44’de ve ortalama değerler ise çizelge 4.45’de verilmiştir.

Çizelge 4.44 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki bitkide tane sayısına ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.O.	F değeri
Tekerrür	2	50.17	5.09
Doz	4	15.27	0.28
Hata	8	9.85	-
Genel	14		

Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerinde elde edilen bitkide tane sayısı değerleri yönünden dozlar arasındaki farklılık istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır.

Çizelge 4.45 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki bitkide tane sayısı ortalamaları

Doz (Gy)	Bitkide tane sayısı (adet)
Kontrol	28.52
100	27.34
150	23.83
200	23.22
250	25.92

Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinde en çok bitkide tane sayısı kontrol grubunda, en az bitkide tane sayısı ise 200 Gy dozu uygulanan M₁ bitkilerinde belirlenmiştir. Diğer gamma dozu uygulamalarında elde edilen bitkide tane sayıları bu değerler arasında yer almıştır. Bitkide tane sayısı, bitkide bakla sayısı değerleri ile benzer şekilde gerçekleşmiş, fakat kısırlığın yüksek olduğu 250 Gy dozunda bitkide tane sayısı değeri yüksek olmuştur. Kısırlığın yüksek olduğu dozda bitkide tane sayısının yüksek olması fertil olan baklalarda tane sayısının birden fazla oluşmasından (Kozgar 2012) ve bitkide bakla sayısının fazla olmasından dolayı olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.46’da farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitkide tane sayıları ile standart sapmaları verilmiştir. Uygulanan dozlar arasında, en yüksek bitkide tane sayısı 250 Gy dozunda, en düşük bitkide tane sayısı ise kontrol grubunda tespit edilmiştir.

Çizelge 4.46 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitkide tane sayıları (adet) ile standart sapmaları

Doz (Gy)	Minimum	Maksimum	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Kontrol	1	76	28.52±13.93
100	8	69	27.34±11.16
150	3	95	23.83±13.55
200	4	63	23.22±11.54
250	7	98	25.92±12.47

4.2.7 M₁ bitkilerinde bitkide tane verimi

4.2.7.1 Yaşa-05 nohut çeşidinde bitkide tane verimi

Farklı gamma dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki bitkide tane verimine ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.47’de ve ortalama değerler ise çizelge 4.48’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.47 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki bitkide tane verimine ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.O.	F değeri
Tekerrür	2	17.11	9.80
Doz	4	3.53	2.02
Hata	8	1.75	-
Genel	14		

Çizelge 4.47’de görüldüğü üzere farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerinde elde edilen bitkide tane verimi bakımından ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.48 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki bitkide tane verimi ortalamaları

Doz (Gy)	Bitkide tane verimi (g)
Kontrol	16.10
100	15.12
150	16.38
200	14.09
250	14.08

Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinde en fazla bitkide tane verimi 150 Gy dozunda, en az bitkide tane sayısı ise en yüksek dozlar olan 200 Gy ile 250 Gy dozu uygulanan M₁ bitkilerinde belirlenmiştir. Artan doz oranı ile bitkide tane veriminin de azaldığı tespit edilmiştir. Çalışma sonuçlarımız, nohutta uygulanan mutagen dozu oranı arttıkça bitkide tane veriminin azaldığını bildiren Shaikh vd. (1980), Kharkwal ve Jain (1980), Sağel (1988), Çiftçi (1993) ve Karim vd. (2008) ile

fasulyede mutagen uygulaması ile benzer sonuçlar elde eden Çelik (1991), Tekeoğlu (1991) ve Akçin ve Önder (1995) bulguları ile uyum göstermektedir.

Çizelge 4.49’da farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitkide tane verimleri ile standart sapmaları verilmiştir. Uygulanan dozlar arasında, en yüksek ve en düşük bitkide tane verimi 100 Gy ve 200 Gy dozlarında belirlenmiştir. Bu iki dozda bitkide tane verimi açısından varyasyonun geniş olduğunu söyleyebiliriz.

Çizelge 4.49 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitkide tane verimleri (g) ile standart sapmaları

Doz (Gy)	Minimum	Maksimum	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
Kontrol	6.4	40.7	16.10±5.89
100	1.0	44.0	15.12±7.39
150	6.5	43.6	16.38±7.12
200	1.2	44.0	14.09±6.04
250	1.7	36.4	14.08±6

4.2.7.2 Hisar nohut çeşidinde bitkide tane verimi

Farklı gamma dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki bitkide tane verimine ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.50’de ve ortalama değerler ise çizelge 4.51’de verilmiştir.

Çizelge 4.50 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki bitkide tane verimine ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.O.	F değeri
Tekerrür	2	6.19	3.54
Doz	4	2.53	1.45
Hata	8	1.75	-
Genel	14		

Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerinde belirlenen bitkide tane verimi değerleri yönünden dozlar arasındaki farklılık istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır.

Çizelge 4.51 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki bitkide tane verimi ortalamaları

Doz (Gy)	Bitkide tane verimi (g)
Kontrol	12.50
100	12.31
150	10.65
200	10.50
250	11.65

Farklı gamma ışını uygulanan Hisar nohut çeşidinde en yüksek bitkide tane verimi kontrol grubunda belirlenmiş, bunu 100 Gy (12.31 g) ile 250 Gy (11.65 g) dozları izlemiş ve en düşük bitkide tane verimi değerleri ise 150 Gy ile 200 Gy dozlarında bulunmuştur. Çalışma sonuçlarımız, nohutta uygulanan mutagen dozu oranı arttıkça kontrole göre bitkide tane veriminin azaldığını bildiren, Kharkwal ve Jain (1980), Shaikh vd. (1980) Sağel (1988), Başaran (1993), Çiftçi (1993) ve Karim vd. (2008) ile fasulyede mutagen uygulaması ile benzer sonuçlar elde eden Çelik (1991), Tekeoğlu (1991) ve Akçin ve Önder'in (1995) bulguları ile uyum göstermektedir.

Çizelge 4.52'da farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitkide tane verimleri ile standart sapmaları verilmiştir. Uygulanan dozlar arasında, en yüksek bitkide tane verimi 250 Gy dozunda, en düşük bitkide tane verimi ise kontrol grubunda tespit edilmiştir.

Çizelge 4.52 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitkide tane verimleri (g) ile standart sapmaları

Doz (Gy)	Minimum	Maksimum	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
Kontrol	0.5	33.7	12.5±6.19
100	2.7	33.1	12.31±4.93
150	1.4	41.4	10.66±6.09
200	1.9	27.7	10.5±5.36
250	2.9	42.6	11.65±5.67

4.2.8 M₁ bitkilerinde hasat indeksi

4.2.8.1 Yaşa-05 nohut çeşidinde hasat indeksi

Farklı gamma dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki hasat indeksine ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.53’de verilmiştir.

Çizelge 4.53 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki hasat indeksine ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.O.	F değeri
Tekerrür	2	11.42	8.79
Doz	4	6.36	4.90*
Hata	8	1.30	-
Genel	14		

(*) 0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.53’de görüldüğü üzere farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerinde elde edilen hasat indeksi yönünden dozlar arasındaki farklılık istatistiki olarak 0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Hasat İndeksine ait ortalama değerler ve gruplandırma ise çizelge 4.54’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.54 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki hasat indeksi ortalamaları

Doz (Gy)	Hasat indeksi (%)
Kontrol	52.49 a
100	50.50 ab
150	51.73 a
200	50.43 ab
250	48.67 b

Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinde en yüksek hasat indeksi kontrol grubunda, en düşük hasat indeksi değeri ise 250 Gy dozunda tespit edilmiştir. Uygulanan gamma ışını doz oranı arttıkça hasat indeksinin azaldığı görülmüştür. Bu sonuç, Kharkwal ve Jain (1980) ile Başaran (1993) nohutta gamma ışını uygulamaları ve Çiftçi’nin (1993) farklı mutagen uygulamaları, farklı bitki türlerinde ve farklı mutagen

uygulamalarında Çelik (1991) ile Tekeoğlu'nun (1991) çalışmalarında elde ettikleri bulgularla uyumludur.

Çizelge 4.55'de farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama hasat indeksleri ile standart sapmaları verilmiştir. Uygulanan dozlar arasında, en yüksek hasat indeksi kontrol grubunda ve en düşük hasat indeksi de 100 Gy dozunda tespit edilmiştir. Yaşa-05 nohut çeşidi tohumlarına uygulanan 100 Gy ve 250 Gy gamma ışını dozlarında hasat indeksi değerlerinde geniş varyasyon olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.55 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama hasat indeksleri (%) ile standart sapmaları

Doz (Gy)	Minimum	Maksimum	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
Kontrol	35.9	63.9	52.49±3.57
100	14.0	59.2	50.50±5.76
150	41.5	61.6	51.73±3.8
200	32.9	58.8	50.43±4.16
250	20.2	58.9	48.67±5.27

4.8.2.2 Hisar nohut çeşidinde hasat indeksi

Farklı gamma dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki hasat indeksine ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.56'da verilmiştir.

Çizelge 4.56 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki hasat indeksine ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.O.	F değeri
Tekerrür	2	3.92	1.15
Doz	4	15.24	4.46*
Hata	8	3.42	-
Genel	14		

(*) 0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.56'da görüldüğü üzere farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerinde elde edilen hasat indeksi değerleri bakımından

dozlar arasındaki farklılık istatistiki olarak 0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bu farklılıkların gruplandırılmasını belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları ise 4.57’de gösterilmiştir

Çizelge 4.57 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki hasat indeksi ortalamaları

Doz (Gy)	Hasat indeksi (%)
Kontrol	46.90 a
100	46.88 a
150	43.56 ab
200	42.18 b
250	42.88 b

Hisar nohut çeşidine uygulanan farklı gamma ışını sonucunda en fazla hasat indeksi değeri kontrol grubunda ve 100 Gy dozunda, en düşük değerler ise 200 Gy ile 250 Gy dozlarında elde edilmiştir. Uygulanan doz oranı arttıkça hasat indeksi değerinin düştüğü saptanmıştır. Bu sonuç, Kharkwal ve Jain (1980) ile Başaran (1993) nohutta gamma ışını uygulamaları ve Çiftçi’nin (1993) farklı mutagen uygulamaları, fasulyede farklı mutagen uygulamalarında Çelik (1991) ile Tekeoğlu’nun (1991) çalışmalarında elde ettikleri bulgularla uyumludur.

Çizelge 4.58’de farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama hasat indeksleri ile standart sapmaları verilmiştir. Uygulanan dozlar arasında, en yüksek ve en düşük hasat indeksi değerlerinin kontrol grubunda olduğu tespit edilmiştir. Hisar nohut çeşidi tohumlarına uygulanan 100 Gy gamma ışını dozu hasat indeksi değerlerinde geniş varyasyonun olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.58 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₁ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama hasat indeksleri (%) ile standart sapmaları

Doz (Gy)	Minimum	Maksimum	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Kontrol	6.3	77.2	46.90±9.62
100	16.3	71.8	46.88±6.38
150	16.4	52.8	43.55±5.74
200	18.6	56.6	42.18±6.12
250	18.1	56.5	42.88±6.31

4.2.9 M₂ bitkilerinde klorofil ve yaprak mutasyonları

4.2.9.1 Yaşa-05 nohut çeşidi M₂ bitkilerinde klorofil ve yaprak mutasyonları

Farklı gamma dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerinde belirlenen klorofil ve yaprak mutasyonları çizelge 4.59’da verilmiştir.

Çizelge 4.59 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki klorofil ve yaprak mutasyonları ile oranları

Doz (Gy)	Toplam bitki sayısı (adet)	Albino	%	Xhanta	%	Tigrina	%
Kontrol	9000	-	-	-	-	-	-
100	5888	0	0	7	0.12	27	0.46
150	6365	1	0.02	15	0.24	17	0.27
200	5524	0	0	30	0.54	13	0.24
250	5579	1	0.02	36	0.65	33	0.59

Çizelge 4.60 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki klorofil ve yaprak mutasyonları ile oranları

Doz (Gy)	Toplam bitki Sayısı (adet)	Cholorina	%	Viridis	%	Toplam	%	Yaprak	%
Kontrol	9000	-	-	-	-	-	-	-	-
100	5888	42	0.71	55	0.93	131	2.22	32	0.54
150	6365	18	0.28	83	1.30	134	2.11	40	0.63
200	5524	18	0.33	74	1.34	135	2.44	34	0.62
250	5579	20	0.36	91	1.63	181	3.24	30	0.54

Çizelge 4.60’da görüldüğü gibi farklı gamma dozları Yaşa-05 nohut çeşidi M₂ bitkilerinde kontrole göre artan dozlarda klorofil mutasyonlarına neden olmuştur. Kontrol uygulamasında klorofil mutasyonu gözlenmezken, 100 Gy gamma dozunda % 2.22, 150 Gy gamma dozunda % 2.11, 200 Gy gamma dozunda % 2.44 ve 250 Gy gamma dozunda % 3.24 oranında klorofil mutasyonları saptanmıştır. Farklı gamma dozlarının Yaşa-05 nohut çeşidi M₂ bitkilerindeki yaprak mutasyonları incelendiğinde en fazla yaprak mutasyonu 150 Gy ve 200 Gy dozlarında, en az yaprak mutasyonları ise 100 Gy ve 250 Gy dozlarında gözlenmiştir. Haq (1990) ve Haq vd. (1994) klorofil mutasyonlarının uygulanan mutagen doz oranına ve çeşide göre değişebileceğini,

Zanone (1965) fiğde, Sağel (1988) soyada ve Kozgar (2012) nohutta mutagen uygulamalarının artan doz oranına bağlı olarak klorofil mutasyonlarını arttırdığını ifade etmişlerdir. Ayrıca Subramanian (1979) fasulyeye mutagen uygulamalarının artan dozlarında klorofil ve yaprak mutasyonlarının arttığını bildirmiştir.

4.2.9.2 Hisar nohut çeşidi M₂ bitkilerinde klorofil ve yaprak mutasyonları

Farklı gamma dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerinde belirlenen klorofil ve yaprak mutasyonları çizelge 4.61’de verilmiştir.

Çizelge 4.61 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki klorofil ve yaprak mutasyonları ile oranları

Doz (Gy)	Toplam bitki sayısı (adet)	Albino	(%)	Xhanta	(%)	Tigrina	(%)
Kontrol	9000	-	-	-	-	-	-
100	4616	0	0	9	0.20	43	0.93
150	4118	0	0	14	0.34	9	0.22
200	4078	0	0	15	0.37	17	0.42
250	4544	0	0	16	0.35	19	0.42

Çizelge 4.62 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki klorofil ve yaprak mutasyonları ile oranları

Doz (Gy)	Toplam bitki Sayısı (adet)	Cholorina	(%)	Viridis	(%)	Toplam	%	Yaprak	(%)
Kontrol	9000	-	-	-	-	-	-	-	-
100	4616	50	1.08	56	1.21	158	3.42	67	1.45
150	4118	8	0.19	95	2.31	126	3.06	47	1.14
200	4078	13	0.32	67	1.64	112	2.75	31	0.76
250	4544	18	0.40	86	1.89	139	3.06	38	0.84

Çizelge 4.62’de görüldüğü gibi farklı gamma dozları Hisar nohut çeşidi M₂ bitkilerinde kontrole göre uygulanan dozlarda farklı oranlarda klorofil tespit edilmiştir. Kontrol uygulamasında klorofil mutasyonu gözlenmezken, 100 Gy gamma dozunda % 3.42, 150 Gy ile 250 Gy gamma dozlarında % 3.06 ve 200 Gy gamma dozunda % 2.75 oranında klorofil mutasyonları saptanmıştır. Farklı gamma dozlarının Hisar nohut çeşidi M₂ bitkilerindeki yaprak mutasyonları incelendiğinde en fazla yaprak mutasyonu 100 Gy

dozunda, en az yaprak mutasyonu ise 200 Gy dozunda gözlenmiştir. Bulgularına benzer şekilde, Khan vd. (2005) nohutta ile Giriya ve Dhanavel (2009) baklada mutagen uygulamaları sonucunda uygulanan düşük dozlarda klorofil mutasyonlarının yüksek dozlara göre daha fazla olduğunu açıklamışlardır.



Şekil 4.5 M₂ bitkilerinde normal ve Xhanta tip klorofil eksikliğini gösteren bitkiler



Şekil 4.6 M₂ bitkilerinde normal ve Albino tip klorofil eksikliğini gösteren bitkiler



Şekil 4.7 M_2 bitkilerinde normal ve Tigrina tip klorofil eksikliğini gösteren bitkiler



Şekil 4.8 M_2 bitkilerinde normal ve Cholorina tip klorofil eksikliğini gösteren bitkiler



Şekil 4.9 M_2 bitkilerinde yaprak mutasyonunu gösteren bitki

4.2.10 M₂ bitkilerinde bitki boyu

4.2.10.1 Yaşa-05 nohut çeşidinde bitki boyu

Farklı gamma dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki bitki boyuna ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.63’de verilmiştir.

Çizelge 4.63 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki bitki boyuna ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.O.	F değeri
Tekerrür	2	4.435	6.61
Doz	4	0.527	0.79
Hata	8	0.671	-
Genel	14		

Çizelge 4.63’de görüldüğü gibi değişik gamma dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerinde bitki boyu bakımından farklılık istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Bitki boyu değerlerine ilişkin ortalamalar çizelge 4.64’de verilmiştir.

Çizelge 4.64 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki bitki boyu ortalamaları

Dozlar (Gy)	Bitki boyu (cm)
Kontrol	29.56
100	30.61
150	30.40
200	30.22
250	29.87

Çizelge 4.64’de görüldüğü gibi bitki boyu ortalamaları yönünden 100 Gy gamma dozu 30.61 cm ile en yüksek, bunu 30.40 ve 30.22 cm ile 150 Gy ve 200 Gy dozları, 29.87 cm ile 250 Gy izlemiş ve en düşük değerler ise 29.56 cm ile kontrol grubundan elde edilmiştir. Bulgularımız, nohutta Wani ve Anis (2001) ile farklı bitki türlerindeki mutagen uygulamalarının bitki boyunu arttırdığını ifade eden Singh vd. (2000), Tah

(2006), Giri vd. (2010) ve Pavadai vd.'nin (2010) sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.65’de farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitki boyu değerleri ile standart sapmaları gösterilmiştir. Uygulanan dozlar ve kontrol grubu arasında en düşük bitki boyu 150 Gy dozunda ve en yüksek bitki boyu ise 100 Gy dozunda saptanmıştır. Artan doz miktarında ölçülen en düşük bitki boyu değerlerinin azaldığı fakat maksimum ve ortalama bitki boyu değerlerinin çok değişmediği görülmüştür.

Çizelge 4.65 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitki boyları (cm) ile standart sapmaları

Doz (Gy)	Minimum	Maksimum	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Kontrol	21	39	29.56±3.24
100	16	41	30.61±3.98
150	15	40	30.39±3.65
200	20	40	30.22±3.59
250	19	40	29.87±3.75

4.2.10.2 Hisar nohut çeşidinde bitki boyu

Farklı gamma dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki bitki boyuna ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.66’da verilmiştir.

Çizelge 4.66 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki bitki boyuna ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.O.	F değeri
Tekerrür	2	14.05	1.98
Doz	4	1.39	0.20
Hata	8	7.11	-
Genel	14		

Çizelge 4.66’da görüldüğü gibi farklı gamma dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerinde bitki boyu ortalamaları bakımından uygulamalar arasında

farklılık istatitiki olarak önemli bulunmamıştır. Bitki boyu değerlerine ilişkin ortalamalar çizelge 4.67’de verilmiştir.

Çizelge 4.67 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki bitki boyu ortalamaları

Dozlar (Gy)	Bitki boyu (cm)
Kontrol	36.41
100	34.76
150	34.94
200	35.04
250	35.70

Çizelge 4.67’de görüldüğü gibi Hisar nohut çeşidine uygulanan farklı gamma ışını dozlarında elde edilen en yüksek bitki boyu 36.41 cm ile kontrol grubu bitkilerinde en kısa bitki boyu değeri ise 100 Gy uygulama dozunda ölçülmüştür. Sonuçlarımız, nohutta Haq (1990), Khan vd. (2005) ile Kozgar (2012) farklı bitki türünde mutagen uygulamalarında bitki boyunun kontrole göre azaldığını bildiren Bikli (1992), Bolbhat ve Dhumal’ın (2012) bulgarıyla paralellik göstermektedir. Bitki boyunun azalmasının boğum aralarının veya sayısının, boğum aralarındaki hücre sayısının veya büyüklüğünün azalmasından dolayı olabileceği bildirilmiştir (Haq vd. 1994).

Çizelge 4.68’de farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitki boyu değerleri ile standart sapmaları verilmiştir. Uygulanan dozlar arasında en düşük bitki boyu 100 Gy dozunda ve en yüksek bitki boyu 150 Gy dozunda elde edilmiştir. Uygulanan dozlarda minimum ve maksimum değerler incelendiğinde elde edilen mutant hatlarda bitki boyu açısından geniş varyasyonun olduğunu söyleyebiliriz.

Çizelge 4.68 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitki boyları (cm) ile standart sapmaları

Doz (Gy)	Minimum	Maksimum	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Kontrol	28	48	36.41±3.5
100	18	52	34.76±5.24
150	22	54	34.94±5.77
200	24	48	35.03±3.8
250	23	48	35.70±4.17

4.2.11 M₂ bitkilerinde ilk bakla yüksekliği

4.2.11.1 Yaşa-05 nohut çeşidinde ilk bakla yüksekliği

Farklı gamma dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki ilk bakla yüksekliğine ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.69’da ve ortalama değerler ise çizelge 4.70’de verilmiştir.

Çizelge 4.69 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki ilk bakla yüksekliğine ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.O.	F değeri
Tekerrür	2	1.37	2.68
Doz	4	0.08	0.16
Hata	8	0.51	-
Genel	14		

Çizelge 4.69’da görüldüğü gibi değişik gamma dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerinde ilk bakla yüksekliği yönünden dozlar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.70 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki ilk bakla yüksekliği ortalamaları

Dozlar (Gy)	İlk bakla yüksekliği (cm)
Kontrol	17.91
100	17.96
150	18.12
200	17.74
250	18.13

Çizelge 4.70’de görüldüğü üzere bitki boyu ortalamalarında olduğu gibi en yüksek ilk bakla yüksekliği 18.13 cm ile 250 Gy gamma ışını dozundan elde edilmiştir. Bunu 18.12 cm ile 150 Gy, 17.96 cm ile 100 Gy ve 17.91 cm ile kontrol grubu izlemiştir. En az ilk bakla yüksekliği ise 200 Gy gamma ışını uygulamasında tespit edilmiştir. Artık ve Pekşen (2006) baklaya uyguladıkları gamma ışınlarında, doz oranlarına bağlı olarak ilk bakla yüksekliğinin kontrole göre farklı olabileceğini ifade etmişlerdir.

Çizelge 4.71’de farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama ilk bakla yükseklikleri ile standart sapmaları gösterilmiştir. Uygulanan dozlar ve kontrol grubu arasında en yüksek ilk bakla yüksekliği 29 cm ile 100 Gy gamma ışını dozunda ölçülmüştür. En düşük ilk bakla yüksekliği ise 150 Gy dozunda ölçülmüştür.

Çizelge 4.71 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama ilk bakla yükseklikleri (cm) ile standart sapmaları

Doz (Gy)	Minimum	Maksimum	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
Kontrol	9	27	17.91±3.19
100	9	29	17.96±3.61
150	6	27	18.12±3.18
200	8	27	17.74±3.29
250	7	28	18.13±3.57

4.2.11.2 Hisar nohut çeşidinde ilk bakla yüksekliği

Farklı gamma dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki ilk bakla yüksekliğine ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.72’de ve ortalama değerler ise çizelge 4.73’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.72 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki ilk bakla yüksekliğine ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.O.	F değeri
Tekerrür	2	5.59	5.78
Doz	4	1.05	1.09
Hata	8	0.97	-
Genel	14		

Çizelge 4.72’de görüldüğü gibi değişik gamma dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerinde ilk bakla yüksekliği yönünden dozlar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.73 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki ilk bakla yüksekliği ortalamaları

Dozlar (Gy)	İlk bakla yüksekliği (cm)
Kontrol	22.02
100	20.70
150	20.61
200	20.69
250	20.84

Uygulanan farklı gamma ışını dozlarının Hisar nohut çeşidinde ilk bakla yüksekliğine etkisi farklı olmuş, en yüksek ilk bakla yüksekliği kontrol grubu uygulamalarında (22.02 cm) ve en kısa ilk bakla yüksekliği ise 150 Gy (20.61 cm) gamma ışını dozunda ölçülmüştür.

Çizelge 4.74’de farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama ilk bakla yüksekliği değerleri ile standart sapmaları verilmiştir. Uygulanan dozlar arasında en yüksek ilk bakla yükseklik kontrol grubu uygulamalarında ve 200 Gy dozunda, en düşük ilk bakla yüksekliği ise 250 Gy dozunda ölçülmüştür. Uygulanan gamma ışını doz oranı arttıkça minimum ve maksimum ilk bakla yükseklik değerlerinin azaldığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.74 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama ilk bakla yükseklikleri (cm) ile standart sapmaları

Doz (Gy)	Minimum	Maksimum	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
Kontrol	12	31	22.02±3.46
100	11	30	20.70±3.67
150	11	29	20.61±3.80
200	9	31	20.69±3.39
250	8	28	20.84±3.39

4.2.12 M₂ bitkilerinde bitkide dal sayısı

4.2.12.1 Yaşa-05 nohut çeşidinde bitkide dal sayısı

Farklı gamma dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki dal sayısına ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.75’de ve ortalama değerler ise çizelge 4.76’da verilmiştir.

Çizelge 4.75 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki dal sayısına ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.O.	F değeri
Tekerrür	2	0.01	0.25
Doz	4	0.05	1.12
Hata	8	0.04	-
Genel	14		

Çizelge 4.75’de görüldüğü gibi değişik gamma dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerinde dal sayısı yönünden dozlar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.76 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki dal sayısı ortalamaları

Dozlar (Gy)	Dal sayısı (adet)
Kontrol	1.81
100	2.01
150	1.82
200	2.10
250	1.88

Çizelge 4.76 incelendiğinde Yaşa-05 nohut çeşidine uygulanan farklı gamma ışını dozlarında en fazla dal sayısı 200 Gy dozunda en az dal sayısı ise kontrol grubunda elde edilmiştir. Bulgularımız, nohutta gamma ışını uygulamasıyla bitkide ana dal sayısının doz oranına ve genotipe bağlı olarak kontrole göre artış olduğunu bildiren Wani ve Anis (2001) ile Khan vd. (2005), farklı bitki türlerinde uygulanan gamma dozlarında kontrole göre bitkide ana dal sayısına arttığını bildiren Singh vd. (2000) ile Pavadai vd.’nin (2010) sonuçları ile uyum göstermektedir.

Çizelge 4.77’de farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama dal sayıları değerleri ile standart sapmaları verilmiştir. Uygulanan dozlar arasında, en yüksek ve en düşük dal sayısı değerlerinde farklılık olmadığı görülmüştür.

Çizelge 4.77 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama dal sayıları (adet) ile standart sapmaları

Doz (Gy)	Minimum	Maksimum	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Kontrol	1	3	1.81±0.66
100	1	3	2.02±0.65
150	1	3	1.82±0.67
200	1	3	2.09±0.67
250	1	3	1.88±0.68

4.2.12.2 Hisar nohut çeşidinde bitkide dal sayısı

Farklı gamma dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki dal sayısına ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.78’de ve ortalama değerler ise çizelge 4.79’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.78 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki dal sayısına ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.O.	F değeri
Tekerrür	2	0.01	0.32
Doz	4	0.02	0.71
Hata	8	0.03	-
Genel	14		

Çizelge 4.78’de görüldüğü gibi değişik gamma dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerinde dal sayısı yönünden dozlar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.79 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki dal sayısı ortalamaları

Dozlar (Gy)	Dal sayısı (adet)
Kontrol	2.10
100	2.18
150	2.11
200	2.01
250	1.97

Hisar nohut çeşidine uygulanan farklı gamma ışını dozlarında en fazla dal sayısı düşük dozlar olan 100 ve 150 Gy dozlarında, en az dal sayısı ise uygulamalar içinde yüksek olan 200 ve 250 Gy dozlarında saptanmıştır. Uygulanan doz oranı arttıkça Hisar nohut çeşidi M₂ bitkilerinde dal sayısının azaldığı görülmüştür. Araştırma sonuçlarımız, farklı bitki türlerine uygulanan farklı mutagen dozlarında uygulanan doz oranı bağlı olarak bitkide ana dal sayısına arttığını fakat yüksek doz oranlarında azaldığını bildiren Singh vd. (2000) ile Arulbalachandran ve Mullainathan'ın (2009) bulguları ile uyum göstermektedir. Bolbhat ve Dhumal (2012) uygulanan mutagen türü ve dozlarına göre bitkide ana dal sayısının pozitif veya negatif etkilenebileceğini ifade etmişlerdir.

Çizelge 4.80'de farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama dal sayıları değerleri ile standart sapmaları verilmiştir. Uygulanan dozlar arasında en düşük dal sayısı değerlerinde farklılık olmazken, en yüksek dal sayısı değerlerinde uygulanan doz oranı arttıkça azalmanın olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.80 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama dal sayıları (adet) ile standart sapmaları

Doz (Gy)	Minimum	Maksimum	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
Kontrol	1	4	2.1±0.64
100	1	4	2.18±0.63
150	1	4	2.11±0.62
200	1	3	2.01±0.59
250	1	3	1.97±0.62

4.2.13 M₂ bitkilerinde bitkide bakla sayısı

4.2.13.1 Yaşa-05 nohut çeşidinde bitkide bakla sayısı

Farklı gamma dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki bitkide bakla sayısına ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.81’de ve ortalama değerler ise çizelge 4.82’de verilmiştir.

Çizelge 4.81 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki bitkide bakla sayısına ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.O.	F değeri
Tekerrür	2	1.071	0.46
Doz	4	2.05	0.91
Hata	8	2.317	-
Genel	14		

Çizelge 4.81’de görüldüğü gibi değişik gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerinde bitkide bakla sayısı yönünden dozlar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.82 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki bitkide bakla sayısı ortalamaları

Dozlar (Gy)	Bakla sayısı (adet/bitki)
Kontrol	14.76
100	15.18
150	15.70
200	16.89
250	15.10

Yaşa-05 nohut çeşidine uygulanan farklı gamma ışını dozlarında en fazla bitkide bakla sayısı 200 Gy dozunda, en az bitkide bakla sayısı ise kontrol grubunda sayılmıştır. Kozgar (2012) nohutta ve Singh vd. (2000), Singh vd. (2001), Artık ve Pekşen (2005), Giri vd. (2010), Gnanamurthy vd. (2012) ile Mudibu vd. (2012) farklı bitki türlerinde çalışmaları neticesinde uygulanan mutagenlerde bitkide bakla sayısının arttığını belirtmişlerdir. Wani ve Anis (2001) ise nohutta mutagen uygulamalarında bitkide bakla sayısının azaldığını ifade etmiştir. Bitkide bakla sayısındaki artışın mutagen

uygulamaları sonucu bitkide daha fazla çiçek oluşmasından dolayı olabileceği bildirilmiştir (Kozgar 2012).

Çizelge 4.83’de farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitkide bakla sayıları ile standart sapmaları verilmiştir. Uygulanan dozlar arasında, en yüksek bitkide bakla sayısı 200 Gy dozda ölçülürken, en düşük bitkide bakla sayısı 250 Gy dozunda ölçülmüştür.

Çizelge 4.83 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitkide bakla sayıları (adet/bitki) ile standart sapmaları

Doz (Gy)	Minimum	Maksimum	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Kontrol	6	43	14.76±5.59
100	4	44	15.18±6.1
150	3	36	15.71±5.88
200	4	61	16.89±7.01
250	2	43	15.08±6.36

4.2.13.2 Yaşa-05 nohut çeşidi bitkilerindeki kısırlık oranları

Farklı gamma dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki kısırlık oranlarına ait değerler açı değerlerine dönüştürülmüş ve varyans analizi yapılmıştır (Düzgüneş vd. 1987). Kısırlık oranına ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.84’de verilmiştir.

Çizelge 4.84 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki kısırlık oranlarına ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.O.	F değeri
Tekerrür	2	0.88	0.28
Doz	4	23.73	7.61**
Hata	8	3.12	-
Genel	14		

(**) 0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.84’de görüldüğü gibi değişik gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki kısırlık oranları istatistiki olarak 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bu farklılıkların gruplandırılmasını belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları çizelge 4.85’de gösterilmiştir.

Elde edilen değerler incelendiğinde artan doz uygulamalarında M₂ bitkilerindeki kısırlık oranlarının arttığı tespit edilmiştir. Nohutta uygulanan farklı mutagenlerde doz miktarı arttıkça M₂ bitkilerinde steriletinin arttığı (Barshile ve Apparao 2009) ve farklı bitkilerde yürütülen çalışmalarda da kısırlık oranının mutagen uygulamasıyla arttığı (Zanone 1965, Tah 2006) bildirilmiştir.

Çizelge 4.85 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki kısırlık ortalamaları

Dozlar(Gy)	Kısırlık ortalamaları (%)	
	Gerçek değerler	Açı değerleri
Kontrol	7.52	15.89 c
100	11.81	20.06 ab
150	9.85	18.18 bc
200	13.76	21.76 a
250	15.18	22.93 a

4.2.13.3 Hisar nohut çeşidinde bitkide bakla sayısı

Farklı gamma dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki bitkide bakla sayısına ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.86’da ve ortalama değerler ise çizelge 4.87’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.86 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki bitkide bakla sayısına ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.O.	F değeri
Tekerrür	2	5.36	0.48
Doz	4	0.77	0.07
Hata	8	11.20	-
Genel	14		

Çizelge 4.86’da görüldüğü gibi değişik gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerinde bitkide bakla sayısı yönünden dozlar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.87 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki bitkide bakla sayısı ortalamaları

Dozlar (Gy)	Bakla sayısı (adet/bitki)
Kontrol	16.99
100	16.54
150	17.89
200	17.47
250	17.28

Hisar nohut çeşidine uygulanan farklı gamma ışını dozlarının bitkide bakla sayısı bakımından değerlendirildiğinde en fazla bakla sayısı uygulanan dozlar arasında yüksek dozlarda elde edilirken, kontrol grubu ve uygulanan düşük dozlarda bitkide bakla sayısının azaldığı tespit edilmiştir. Mutagen uygulaması sonucu bitkide bakla sayısının arttığı farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Bikli 1992, Singh vd. 2000, Singh vd. 2001, Artık ve Pekşen 2005, Giri vd. 2010, Gnanamurthy vd. 2012, Kozgar 2012, Mudibu vd. 2012). Artık ve Pekşen (2006) uygulanan düşük mutagen dozlarında bitki bakla sayısının azaldığını, artan dozlarda ise bitkide bakla sayısının kontrole göre arttığını belirtmiştir.

Çizelge 4.88’de farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitkide bakla sayıları ile standart sapmaları verilmiştir. Uygulanan dozlar arasında, en yüksek ve en az bitkide bakla sayısı 150 Gy dozda sayılmıştır. Bu dozda bitkide bakla sayısı açısından varyasyonun geniş olduğunu söyleyebiliriz.

Çizelge 4.88 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitkide bakla sayıları (adet/bitki) ile standart sapmaları

Doz (Gy)	Minimum	Maksimum	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
Kontrol	7	67	17.00±6.58
100	3	56	16.54±8.53
150	2	86	17.86±9.49
200	4	73	17.47±9.21
250	3	56	17.28±8.65

4.2.13 Hisar nohut çeşidi bitkilerindeki kısırlık oranları

Farklı gamma dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki kısırlık oranlarına ait değerler açı değerlerine dönüştürülmüş ve varyans analizi yapılmıştır (Düzgüneş vd. 1987). Kısırlık oranına ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.89’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.89 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki kısırlık oranlarına ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.O.	F değeri
Tekerrür	2	5.18	1.37
Doz	4	24.74	6.55**
Hata	8	3.78	-
Genel	14		

(**) 0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.89’da görüldüğü gibi değişik gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki kısırlık oranları istatistiki olarak 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bu farklılıkların gruplandırılmasını belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları ise çizelge 4.90’da verilmiştir.

Çizelge 4.90 incelendiğinde kontrol uygulamalarına göre uygulanan doz oranına bağlı olarak M₂ bitkilerindeki kısırlık oranlarının arttığı tespit edilmiştir. Nohutta uygulanan farklı mutagenlerde doz miktarı arttıkça M₂ bitkilerinde steriletinin arttığı (Barshile ve Apparao 2009) ve farklı bitkilerde yürütülen çalışmalarda da kısırlık oranının mutagen uygulamasıyla arttığı (Zanone 1965, Tah 2006) bildirilmiştir.

Çizelge 4.90 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki kısırlık ortalamaları

Dozlar(Gy)	Kısırlık ortalamaları (%)	
	Gerçek değerler	Açı değerleri
Kontrol	9.33	17.76 b
100	16.97	24.36 a
150	14.2	22.07 a
200	17.2	24.45 a
250	16.9	24.28 a

4.2.14 M₂ bitkilerinde bitkide tane sayısı

4.2.14.1 Yaşa-05 nohut çeşidinde bitkide tane sayısı

Farklı gamma dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki bitkide tane sayısına ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.91’de ve ortalama değerler ise 4.92’de verilmiştir.

Çizelge 4.91 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki bitkide tane sayısına ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.O.	F değeri
Tekerrür	2	1.13	0.46
Doz	4	1.50	0.62
Hata	8	2.43	-
Genel	14		

Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerinde elde edilen bitkide tane sayısı değerleri yönünden dozlar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.92 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki bitkide tane sayısı ortalamaları

Dozlar (Gy)	Bitkide tane sayısı (adet)
Kontrol	13.85
100	13.50
150	14.35
200	14.73
250	12.93

Çizelge 4.92’de görüldüğü gibi en çok bitkide tane sayısı 200 Gy gamma ışını uygulanmış olan M₂ bitkilerinde saptanmıştır. En az bitkide tane sayısı ise en yüksek doz olan 250 Gy dozlarının uygulanmış olduğu M₂ bitkilerinde sayılmıştır. Bulgularımıza benzer olarak, farklı bitki türlerine mutagen uygulamalarında bitkide tane sayısının arttığı bildirilmiştir. (Singh vd. 2001, Giri vd. 2010, Gnanamurthy vd. 2012, Mudibu vd. 2012). Singh vd. (2000) maş fasulyesine uyguladıkları yüksek mutagen dozlarında bitkide tane sayısının kontrole göre düştüğünü, düşük dozlarda ise bitkide tane sayısının kontrole göre yüksek olduğunu vurgulamışlardır. Bitkide tane sayısındaki artışın bakladaki tane sayısının birden fazla olması ile açıklanabilir (Kozgar 2012).

Çizelge 4.93’de farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitkide tane sayıları ile standart sapmaları verilmiştir. Uygulanan dozlar arasında, en yüksek bitkide tane sayısı 200 Gy dozunda, en düşük bitkide tane sayısı 250 Gy dozunda tespit edilmiştir.

Çizelge 4.93 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitkide tane sayıları (adet) ile standart sapmaları

Doz (Gy)	Minimum	Maksimum	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Kontrol	5	42	13.85±5.37
100	2	39	13.5±5.89
150	3	37	14.35±5.57
200	4	49	14.73±6.29
250	1	40	12.93±5.72

4.2.14.2 Hisar nohut çeşidinde bitkide tane sayısı

Farklı gamma dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki bitkide tane sayısına ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.94’de ve ortalama değerler ise çizelge 4.95’de verilmiştir.

Çizelge 4.94 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki bitkide tane sayısına ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.O.	F değeri
Tekerrür	2	5.43	0.59
Doz	4	1.55	0.14
Hata	8	9.22	-
Genel	14		

Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerinde elde edilen bitkide tane sayısı değerleri yönünden dozlar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.95 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki bitkide tane sayısı ortalamaları

Dozlar (Gy)	Bitkide tane sayısı (adet)
Kontrol	15.48
100	13.84
150	15.49
200	14.59
250	14.39

Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinde en çok bitkide tane sayısı kontrol grubu ve 150 Gy dozunda, en az bitkide tane sayısı ise 100 Gy dozu uygulanan M₂ bitkilerinde belirlenmiştir. Bulgularımıza benzer şekilde; Bikli (1992) ile Sadashiv ve Kondiram (2012) farklı bitki türlerine mutagen uygulamalarında bitkide tane sayısındaki azalmanın istatistiki olarak anlamlı olmadığı bildirmiştir. Bitkide bakla sayısının azalmasının sebebi mutagen uygulanan bitkilerde kısırlılığın oluşmasındandır.

Çizelge 4.96'da farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitkide tane sayıları ile standart sapmaları verilmiştir. Uygulanan dozlar arasında, en yüksek bitkide tane sayısı 150 Gy dozunda, en düşük bitkide tane sayısı değerleri ise kontrol uygulamaları dışında kalan tüm dozlarda sayılmıştır. Uygulamalar arasında 150 Gy ve 200 Gy dozlarında bitkide tane sayısı açısından varyasyonun geniş olduğunu söyleyebiliriz.

Çizelge 4.96 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitkide tane sayıları (adet) ile standart sapmaları

Doz (Gy)	Minimum	Maksimum	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Kontrol	6	58	15.48±6.25
100	1	49	13.84±7.51
150	2	80	15.49±8.92
200	1	74	14.59±9.06
250	1	48	14.39±7.59

4.2.15 M₂ bitkilerinde bitkide tane verimi

4.2.15.1 Yaşa-05 nohut çeşidinde bitkide tane verimi

Farklı gamma dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki bitkide tane verimine ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.97’de ve ortalama değerler ise çizelge 4.98’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.97 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki bitkide tane verimine ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.O.	F değeri
Tekerrür	2	0.02	0.04
Doz	4	0.40	0.78
Hata	8	0.51	-
Genel	14		

Çizelge 4.97’de görüldüğü üzere farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerinde elde edilen bitkide tane verimi değerleri yönünden dozlar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.98 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki bitkide tane verimi ortalamaları

Dozlar (Gy)	Bitkide tane verimi (g)
Kontrol	5.54
100	5.48
150	5.75
200	6.03
250	5.04

Bitkide tane sayısı değerlerine paralel olarak, farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinde en fazla bitkide tane verimi 200 Gy dozunda, en az bitkide tane sayısı ise en yüksek doz olan 250 Gy dozu uygulanan M₂ bitkilerinde belirlenmiştir. Sonuçlarımıza paralel olarak Singh vd. (2000) ile Arulbalachandran ve Mullainathan (2009) uygulanan mutagen dozlarında bitkide tane veriminin arttığını fakat doz oranı yükseldikçe azaldığını açıklamışlardır.

Çizelge 4.99’de farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitkide tane verimleri ile standart sapmaları verilmiştir. Uygulanan dozlar arasında, en yüksek bitkide tane verimi 200 Gy dozunda ve en düşük bitkide tane verimi ise 250 Gy dozunda belirlenmiştir. Yaşa-05 nohut çeşidi tohumlarına uygulanan 200 Gy gamma ışını dozunda, bitkide tane verimi açısından varyasyonun geniş olduğunu söyleyebiliriz.

Çizelge 4.99 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitkide tane verimi (g) ile standart sapmaları

Doz (Gy)	Minimum	Maksimum	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Kontrol	2.19	17.27	5.54±2.21
100	0.75	17.1	5.48±2.51
150	1.2	16.71	5.75±2.45
200	0.9	22.85	6.03±2.73
250	0.32	15.72	5.05±2.34

4.2.15.2 Hisar nohut çeşidinde bitkide tane verimi

Farklı gamma dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki bitkide tane verimine ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.100’de ve ortalama değerler ise çizelge 4.101’de verilmiştir.

Çizelge 4.100 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki bitkide tane verimine ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.O.	F değeri
Tekerrür	2	1.01	0.64
Doz	4	0.27	0.17
Hata	8	1.58	-
Genel	14		

Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerinde belirlenen bitkide tane verimi değerleri yönünden dozlar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.101 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki bitkide tane verimi ortalamaları

Dozlar (Gy)	Bitkide tane verimi (g)
Kontrol	6.54
100	5.86
150	6.45
200	6.13
250	5.96

Farklı gamma ışını uygulanan Hisar nohut çeşidinde en yüksek bitkide tane verimi kontrol grubunda belirlenmiş, bunu 6.45 g ile 150 Gy dozu izlemiş ve en düşük bitkide tane verimi değeri ise 5.86 g ile 100 Gy dozunda bulunmuştur. Çalışma neticelerimize benzer şekilde, Kharkwal (2001) nohutta, Waghmare vd. (2001) ile Bolbhat ve Dhumal (2012) farklı bitki türlerinde uygulamış oldukları mutagenlerin bitkide tane verimini azalttığını bildirmişlerdir. Bitkide tane veriminin azalmasının uygulanan mutagenlerin mutant hatlarda fenotipik depresyona sebep olduğu ile açıklanmıştır (Kharkwal 2001).

Çizelge 4.102.'de farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitkide tane verimleri ile standart sapmaları verilmiştir. Uygulanan dozlar arasında, en yüksek bitkide tane sayısı 34.19 g ile 150 Gy dozunda, en düşük bitkide tane sayısı ise 0.27 g ile 200 Gy dozunda saptanmıştır.

Çizelge 4.102 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama bitkide tane verimleri (g) ile standart sapmaları

Doz (Gy)	Minimum	Maksimum	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Kontrol	2.01	26.42	6.54±2.75
100	0.36	23.72	5.86±3.38
150	0.66	34.19	6.45±4
200	0.27	32.93	6.13±4.07
250	0.38	23.83	5.96±3.35

4.2.16 M₂ bitkilerinde hasat indeksi

4.2.16.1 Yaşa-05 nohut çeşidinde hasat indeksi

Farklı gamma dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki hasat indeksine ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.103’de ve ortalama değerler ise çizelge 4.104’de verilmiştir.

Çizelge 4.103 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki hasat indeksine ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.O.	F değeri
Tekerrür	2	3.88	0.89
Doz	4	8.93	2.09
Hata	8	4.35	-
Genel	14		

Çizelge 4.103’de görüldüğü üzere farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerinde elde edilen hasat indeksi değerleri yönünden dozlar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.104 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki hasat indeksi ortalamaları

Dozlar (Gy)	Hasat indeksi (%)
Kontrol	49.46
100	46.86
150	45.99
200	45.27
250	45.38

Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinde en yüksek hasat indeksi kontrol grubunda, en düşük hasat indeksi değeri ise 250 Gy dozunda tespit edilmiştir. Uygulanan gamma ışını doz oranı arttıkça hasat indeksinin azaldığı görülmüştür. Sonuçlarımız, nohut ve merimikte yapılan çalışmalarda mutagen uygulamalarının hasat indeksini bazı genotiplerde düşürdüğünü bazılarında ise arttırdığını bildiren Toker (1997), Hassan vd. (2001a) ile Ramesh ve Dhananjay'ın (1996) bulgularıyla benzemektedir. Gaur ve Gour (1999) nohutta mutagen uygulamaları sonucunda geliştirdikleri çeşidin anaç çeşide göre hasat indeksi değerinin daha düşük olduğunu ifade etmişlerdir.

Çizelge 4.105’de farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama hasat indeksleri ile standart sapmaları verilmiştir. Uygulanan dozlar arasında, en yüksek hasat indeksi 200 Gy dozunda ve en düşük hasat indeksi de 250 Gy dozunda tespit edilmiştir. Kontrol grubu dışında tüm uygulamalarda hasat indeksi değerleri açısından geniş varyasyon olduğu görülmektedir. Bitkilerdeki yüksek hasat indeksi değerlerinin bitkinin fizyolojik kapasitesinin yüksekliğinin bir işareti olup, verimi ölçmede kolay ve kullanışlı bir yol olduğu bildirilmiştir (Mandal 1992).

Çizelge 4.105 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama hasat indeksleri (%) ile standart sapmaları

Doz (Gy)	Minimum	Maksimum	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Kontrol	32.57	65.23	49.46±5.21
100	18.05	65.4	46.85±7.47
150	21.37	69.6	45.99±6.43
200	19.35	65.01	45.27±6.86
250	12.64	67.3	45.38±7.67

4.2.16.2 Hisar nohut çeşidinde hasat indeksi

Farklı gamma dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki hasat indeksine ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.106’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.106 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki hasat indeksine ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.O.	F değeri
Tekerrür	2	6.58	7.66
Doz	4	26.27	30.61**
Hata	8	0.86	-
Genel	14		

(**) 0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.106’da görüldüğü üzere farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerinde elde edilen hasat indeksi değerleri yönünden dozlar arasındaki farklılık istatistiki olarak 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bu farklılıkların gruplandırılmasını belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları ise çizelge 4.107’de verilmiştir.

Çizelge 4.107 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki hasat indeksi ortalamaları

Dozlar (Gy)	Hasat indeksi (%)
Kontrol	46.73 a
100	40.83 b
150	39.62 b
200	41.26 b
250	39.59 b

Hisar nohut çeşidine uygulanan farklı gamma ışını sonucunda en fazla hasat indeksi değeri kontrol grubunda, en düşük değerler ise 150 Gy ile 250 Gy dozlarında elde edilmiştir. Kontrol grubuna göre, mutagen uygulamasında Hisar nohut çeşidinin M₂ bitkilerinde hasat indeksi değerinin düştüğü saptanmıştır. Bulgularımıza benzer olarak, nohutta Toker (1997) ve Hassan vd. (2001a) ile mercimekte Ramesh ve Dhananjay (1996) mutagen uygulamalarının hasat indeksini bazı genotiplerde düşürdüğünü, bazılarında ise arttırdığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.108’de farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama hasat indeksleri ile standart sapmaları verilmiştir. Uygulanan dozlar arasında, en yüksek hasat indeksi değerinin kontrol grubunda, en düşük hasat indeksi değerinin ise 200 Gy dozunda olduğu tespit

edilmiştir. Uygulamalar arasında Kontrol grubu dışındaki tüm uygulamalarda elde edilen hasat indeksi değerleri bakımından geniş varyasyonun olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.108 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki minimum, maksimum ve ortalama hasat indeksleri (%) ile standart sapmaları

Doz (Gy)	Minimum	Maksimum	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Kontrol	27.40	77.38	46.74±5.36
100	14.08	68.50	40.83±7.87
150	10.69	66.99	39.62±8.75
200	1.93	66.30	41.26±8.29
250	10.03	67.96	39.59±8.93

4.2.17 M₂ bitkilerinde canlılığın devamı (%)

4.2.17.1 Yaşa-05 nohut çeşidinde canlılığın devamı

Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidi kontrol ve M₂ bitkilerindeki canlılığın devamlılığına ait değerler açı değerlerine dönüştürülmüş ve varyans analizi yapılmıştır (Düzgüneş vd. 1987). Canlılığın devamlılığına ilişkin varyans analizi sonuçları çizelge 4.109’de verilmiştir.

Çizelge 4.109 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki canlılığın devamlılığına ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.O.	F değeri
Tekerrür	2	2.33	1.17
Doz	4	13.16	6.62**
Hata	8	1.99	-
Genel	14		

(**) 0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.109’de görüldüğü üzere farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerinde elde edilen canlılığın devamı değerleri yönünden dozlar arasındaki farklılık istatistiki olarak 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bu farklılıkların gruplandırılmasını belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları ise çizelge 4.110’da verilmiştir.

Çizelge 4.110 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki canlılığın devamlılığına ilişkin ortalamaları

Dozlar(Gy)	Canlılığın devamlılığı ortalamaları (%)	
	Gerçek değerler	Açı değerleri
Kontrol	99.16	84.74 a
100	97.29	80.62 b
150	96.61	79.38 b
200	96.99	80.05 b
250	97.44	80.90 b

Çizelge 4.110’da görüldüğü gibi, tohumlarına değişik gamma dozları uygulanan Yaşa-05 nohut çeşidinde, canlılığın devamı kontrol grubunda en yüksek bulunurken, diğer uygulamalarda dozlara bağlı olarak düşmüştür. Wani (2009), Mullainathan ve Umavathi (2014) nohuta ve Kulthe vd. (2013) farklı bitki türüne mutagen uygulamalarında doz oranı arttıkça mutant bitkilerde ölümün arttığını, tam aksine Kharkwal (1998) ve Selwam vd. (2010) ise düşük mutagen dozlarında letalitenin daha çok olduğunu ve bunun nedeninin de biyolojik olarak zararlanmadan olabileceğini bildirmişlerdir.

4.2.17.2 Hisar nohut çeşidinde canlılığın devamı

Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidi nohut tohumlarının, kontrol ve M₂ bitkilerindeki canlılığın devamlılığına ait değerler açı değerlerine dönüştürülmüş ve varyans analizi yapılmıştır (Düzgüneş vd. 1987). Canlılığın devamlılığına ilişkin varyans analizi sonuçları çizelge 4.111’de ve ortalama değerler ise çizelge 4.112’de verilmiştir.

Çizelge 4.111 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki canlılığın devamlılığına ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.O.	F değeri
Tekerrür	2	9.91	1.77
Doz	4	13.83	2.47
Hata	8	5.61	-
Genel	14		

Çizelge 4.111’de görüldüğü üzere farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerinde elde edilen canlılığın devamı değerleri yönünden dozlar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.112 Farklı gamma ışını dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinin kontrol ve M₂ bitkilerindeki canlılığın devamlılığına ilişkin ortalamaları

Dozlar(Gy)	Canlılığın devamlılığı ortalamaları (%)	
	Gerçek değerler	Açı değerleri
Kontrol	98.03	82.69
100	96.43	79.08
150	95.61	77.89
200	96.51	79.22
250	94.69	77.06

Çizelge 4.112’de görüldüğü gibi, tohumlarına değişik gamma dozları uygulanan Hisar nohut çeşidinde, canlılığın devamı kontrol grubunda en yüksek bulunurken, diğer uygulamalarda dozlara bağlı olarak düşmüştür. En yüksek doz olan 250 Gy dozunda en düşük canlılığın devamı değerleri elde edilmiştir. Bulgularımıza paralel olarak, Wani (2009), Mullainathan ve Umavathi (2014) nohuta ve Kulthe vd. (2013) farklı bitki türüne mutagen uygulamalarında doz oranı arttıkça mutant bitkilerde letalitenin arttığını ifade etmişlerdir. Kharkwal (1998) ve Selvam vd. (2010) ise düşük mutagen dozlarında letalitenin daha fazla olduğunu, bunun sebebinin de biyolojik zararlanmadan dolayı olabileceğini belirtmişlerdir.

5. SONUÇ

Yaşa-05 ve Hisar nohut çeşitlerinde, M_1 ve M_2 bitkilerinde incelenen karakterler üzerinde uygulanan gamma ışını dozlarının (Kontrol, 100 Gy, 150 Gy, 200 Gy ve 250 Gy) farklı etkiler meydana getirdiği ve bu etkilerin çeşitlere göre değiştiği belirlenmiştir.

Yaşa-05 ve Hisar nohut çeşitlerinin M_1 bitkilerinde, incelenen özellikler bakımından uygulanan gamma ışını dozları arasındaki farklar çoğunlukla istatistiki olarak anlamlı olmasada; Yaşa-05 ve Hisar nohut çeşitlerinde mutagen uygulaması, M_1 bitkilerinde olumsuz etkiler meydana getirmiştir. Uygulanan mutagenin bitkilerde kromozom anormalliklerine ve ölümcül etkilere neden olması bitkilerin gelişmelerini yavaşlatmıştır. Bu olumsuz etkiler Yaşa-05 nohut çeşidine uygulanan yüksek dozlarda (200 Gy ve 250 Gy) daha belirgin şekilde ortaya çıkmıştır. Yaşa-05 nohut çeşidi M_1 bitkilerinde, incelenen özelliklerin genelinde elde edilen en yüksek değerler 150 Gy uygulamalarında olmuştur. Hisar nohut çeşidinde uygulanan farklı gamma ışını dozlarının M_1 bitkilerinde incelenen özellikler üzerine etkisini Yaşa-05 nohut çeşidine göre daha farklı olmuştur. İncelenen karakterlerin birçoğunda uygulanan yüksek dozların etkisi olumsuz yönde olurken, bazı karakterlerde ise olumlu yönde olduğu saptanmıştır.

M_2 generasyonu incelendiğinde ise; Yaşa-05 nohut çeşidinde incelenen karakterlerde uygulanan dozların etkisi M_1 'in tersine yüksek doz olan 200 Gy dozunda bitkide dal, bakla ve tane sayısı ile bitkide tane veriminde en yüksek değerler elde edilirken, en yüksek doz olan 250 Gy'de ise, genellikle incelenen karakterler yönünden olumsuz etkiler saptanmıştır. Yaşa-05 nohut çeşidinde, M_2 bitkilerinin kontrol grubuna göre mutagen uygulaması, bitki boyunu arttırmasına rağmen hasat indeksini azaltmış; mutasyon frekansı (klorofil mutasyonları) uygulanan doz oranı artışıyla artmış; yaprak mutasyonları ise doz oranı bağlı olarak değişmiş ve en çok 150 Gy ve 200 Gy dozlarda gerçekleşmiştir. Yine bu çeşidin M_2 bitkilerinde canlılığın devamı incelendiğinde, kontrol grubuna göre doz oranına bağlı olarak uygulanan mutagenin canlılığın devamını azalttığı belirlenmiştir.

Hisar nohut çeşidinde ise incelenen karakterler üzerinde artan doz oranının genelde olumsuz etki gösterdiği; bitkide bakla sayısı dışında kalan ve incelenen diğer tüm karakterlerde en yüksek değerler Kontrol grubu ile düşük dozlarda saptanmıştır. Hisar nohut çeşidi M₂ bitkilerinde mutasyon frekansı (klorofil mutasyonları) ile yaprak mutasyonlarının uygulanan doz oranına bağlı olarak değiştiği, en yüksek klorofil ve yaprak mutasyonlarının 100 Gy dozunda olduğu belirlenmiştir. Hisar nohut çeşidi M₂ bitkilerinde canlılığın devamı incelendiğinde ise, kontrol grubuna göre doz oranına bağlı olarak uygulanan mutagenin canlılığın devamını azalttığı tespit edilmiştir.

Mutasyon tekniği ile bitki ıslahı çalışmalarında en yüksek klorofil mutasyonu veren dozun kullanılması önerilir. Bu öneriye göre, Yaşa-05 nohut çeşidi için 200 Gy ile 250 Gy dozlarının ve Hisar nohut çeşidi için ise 100 Gy dozunun en yüksek mutasyon frekansını verdiği görülmektedir.

Bu araştırma sonucunda elde edilen geniş mutasyon popülasyonundan uzun boylu, Yanıklık (*Ascochyta rabie*) hastalığına toleranslı, iri taneli ve yüksek verimli çeşitler geliştirmek amacıyla tek bitkiler seçilmiş ve mikro verim denemelerine alınmıştır.

KAYNAKLAR

- Ahmad, H.M., Ahsan, M., Ali, Q. and Javed, I. 2012. Genetic Variability, Heritability and Correlation Studies of Various Quantitative Traits of Mungbean (*Vigna radiate* L.) at Different Radiation Levels. International Research Journal of Microbiology, Vol. 3(11): 352-362.
- Akbar, F.K., Bagheri, A., Moshtaghi, N. and Nezami, A. 2011. The Effect of Gamma Radiation on Freezing Tolerance of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) at *In Vitro* Culture. J. Biol. Environ. SCI., 5(14): 63-70.
- Akbay, G. ve Ünver, S. 1986. Tokak 157/37 (*Hordeum vulgare* L.) İki Sıralı Arpa Çeşidine Uygulanan EMS (Ethyl Methane Sulphonate)' ın M₁ Bitkilerinin Bazı Özellikleri Üzerine Etkileri. Ankara Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Yıllığı: 36. s: 83-94.
- Akçin, A. ve Önder, M. 1995. Farklı Dozlardaki Gamma Işınlmasının Yunus-90 Fasulye Çeşidinin M₁ Generasyonundaki Bazı Karakterleri Üzerine Etkileri. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 8(10): 18-25. Konya.
- Akçin, A., Sade, B., Tomkoç, A., Önder, M. ve Topal, A. 1995. Gamma ve Hızlı Nötron Işını Uygulanan Buğday ve Yemeklik Dane Baklagil Çeşitlerinden Elde Edilen Mutant Populasyonlarda Seleksiyon Islahı. TÜBİTAK, Proje No. TOAG-796.
- Anonim. 2013a. T.C. Kalkınma Bakanlığı, TÜİK. <http://www.tuik.gov.tr> Erişim Tarihi: 27.05.2013.
- Anonim. 2013b. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü İklim Verileri. Ankara.
- Anonim. 2013c. Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü İklim Kayıtları. Eskişehir.
- Anonymous. 1988. Kabuli Chickpea Improvement. Legume Program. Annual Report for 1988. Aleppo. Syria. p: 122-192.
- Anonymous. 1993. Kabuli Chickpea Improvement. Legume Program. Annual Report for 1993. Aleppo. Syria. p: 8-89.
- Artık, C. ve Peşken, E. 2005. Gama Işınlamasının M₁ Generasyonunda Bakla (*Vicia faba* L.)'Nın Tane Verimi ve Bazı Bitkisel Özellikleri Üzerine Etkileri. OMÜ Zir. Fak. Dergisi. 2005. 20(3). s: 44-53.
- Artık, C. ve Peşken, E. 2006. Gama Işınlamasının M₂ Generasyonunda Bakla (*Vicia faba* L.)'Nın Tane Verimi ve Bazı Bitkisel Özellikleri Üzerine Etkileri. OMÜ Zir. Fak. Dergisi. 21(1), s. 95-104.
- Arulbalachandran, D. and Mullainathan, L. 2009. Changes on quantitative traits of blackgram (*Vigna mungo* (L.) Hepper) induced by EMS in M2 generation. J. Phytology 1(4), 230-235.

- Barshile, J.D. and Apparao, B.J. 2009. Genetic Improvement of Chickpea (*Cicer Arietinum* L.) Using Induced Mutations. In Q.Y. Shu (Eds.), Induced Plant Mutations in the Genomics Era. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. pp 101–104.
- Başaran, H. 1993. İki Nohut (*Cicer arietinum* L.) Çeşidine Uygulanan Farklı Gamma Işını Dozlarının M₁ ve M₂ Bitki Özelliklerine Etkileri. Ankara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. 69 s.
- Belele, C.L., Vieira, G.S. and Goularte, L.R. 2001. Effects Of Gamma Radiation On Morphological Traits And Seed Storage Proteins Of Bean. Mutation Breeding Newsletter 45: 23-24.
- Bhat, M., Khan, S. and Kozgar, M.I. 2011. Studies On Induced Mutations in Chickpea (*Cicer arietinum* L.) I. Responses of The Mutagenic Treatments in M₁ Biological Parameters. Elect. J. Plant Breed. 2(3), 422-424.
- Bikli, A.A. 1992. Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L. Var. Nanus DEKAP) Tohumlarına Uygulanan Farklı Dozlarda Gamma Işınlının M₂ Bitkilerinin Bazı Özelliklerine Etkileri. Ankara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. 49 s.
- Bolbhat, S.N. and Dhumal, K.N. 2012. Effect of Mutagens on Quantitative Characters in M₂ and M₃ generation of Horsegram (*Macrotyloma uniflorum* (Lam.) Verdc). International Journal of Scientific and Research Publications, Vol. 2(10): 1-7.
- Conger, B.V. Konzak, L.F. and Nilan, R.A. 1977. Radiation Sensitivity and Modifying Factors. Manual on Mutation Breeding. Technical Reports Series. No: 119 IAEA, pp: 40-43.
- Çağlar, K.Ö. 1949. Toprak Bilgisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:10. Ankara.
- Çelik, N. 1991. Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L. var. Nanus DEKAP) Tohumlarına Uygulanan Farklı Dozlarda EMS (Ethyl Methane Sulphanate) Dozlarının M₁ Bitkilerinin Bazı Özelliklerine Etkileri. Ankara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi.
- Çiftçi, C.Y. 1982. Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Çeşitlerinde Değişik Özelliklerin Fenotipik ve Genotipik Farklılıkların Saptanması. Ankara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi.
- Çiftçi, C.Y. 1987. Induced Mutations in Plants and the Effects of Differential Doses of Gamma Rays and EMS(Ethyl Methane Sulphanate) on Some Characters in Lentils and Vetches. Department of Winnipeg. Plant Science. Seminar. Canada.
- Çiftçi, C.Y. 1993. Nohut (*Cicer arietinum* L.) Tohumlarına Uygulanan Farklı EMS (Ethyl Methane Sulphonate)' nin M₁ ve M₂ Bitkilerinin Bazı Özelliklerine Etkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın No: 1328, Bilimsel Araştırmalar ve İncelemeler: 733, 36s. Ankara.
- Demir, İ. 1968. Tarla Deneme Tekniği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. 140. Bornova-İzmir. 122 s.

- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F. 1987. Araştırma ve Deneme Metotları. İstatistik Metotları-II. Ankara Üniversitesi Yayınları. Yayın No: 1021. Ankara.
- Eser, D., Sağel, Z., Tutluer, M.İ., Peşkircioğlu, H., Atila, S.A. and Adak, S. 1991. The Effect of Gamma Radiation Doses on Some Characters in M₁ Generation of Large Seeded Type Green Lentil Pul-11 Cultivar. Turkish Journal of Nuclear Science, Vol. 18(2): 5-15.
- Gaul, H. 1977. Plant Injury and Lethality. Manual on Mutation Breeding. Technical Reports Series No: 119. IAEA. pp: 87-91.
- Gaur, P.M. and Gour, V.K. 1999. An Induced Fasciated Mutant of Chickpea (*Cicer arietinum* L.). Indian J. Genet., 59(3): 325-330.
- Gautan, R.K., Sethi, G.S., Rana, M.K. and Sharna, S.K. 1995. Induction. Inheritance Pattern and Agronomic Performance of Awned Mutants In a Multiple Disease Resistant Bread Wheat Cultivar. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding 58: 4. p: 417-422; 16 ref.
- Gill, K.S. and Cahnd, K. 1974. Differential response of mutagens in inducing genetic variation in metrical traits in barley. Z. Pflanzenzüchtung. 71. p: 117-123.
- Girija, M. and Dhanavel, D. 2009. Mutagenic Effectiveness and Efficiency of Gamma Rays Ethyl Methane Sulphonate and Their Combined Treatments in Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). Global Journal of Molecular Sciences 4 (2): 68-75.
- Giri, S.P., Tampe, A.B. and Apparao, B.J. 2010. Induction of a Novel, High Yielding Mutant of Pigeon Pea. Asian J. Exp. Biol. Sci. Spl. 2010: 152-155.
- Gnanamurthy, S., Mariyammal, S., Dhanavel, D. and Bharathi. T. 2012. Effect of Gamma Rays on Yield and Yield Components Characters R3 Generation in Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). International Journal of Research in Plant Science 2012, 2(2): 39-42.
- Gupta, P.K., Balyan, H.S. and Kumar, S. 1981. A High Yielding Very Early Mutant (MUP-1) of Pea (*Pisum sativum* L.). Department of Ag. Botony. Meerut University. Meerut India. Mutation Breeding Newsletter 18: 5-6.
- Haq, M.A. 1990. Genetic and Physiologic Studies on Induced Mutants of Chickpea (*Cicer arietinum* L.). Universty of the Punjab. Doctor of Philosophy. 196 p. Pakistan.
- Haq, M.A, Singh, K.B., Abidin, Z. and Ahmad, M.S. 1992. Mutation studies in chickpea (*Cicer arietinum* L.). I. Mutagen Sensitivity. Pak. J. Agric. Sci., 29(4): 429-438.
- Haq, M.A, Singh, K.B., Abidin, Z. ve Ahmad, M.S. 1994. Mutation studies in chickpea (*Cicer arietinum* L.). III. Selection of Mutants in M₂ Genaration. Pak. J. Agric. Sci., 31(1): 13-22.
- Haq, M.A., Hassan, M. and Sadiq, M. 2001. 'CM 88' A Multiple Disease Resistant Chickpea Mutant Variety. Mutation Breeding Newsletter 45:5-6.

- Hassan, S., Khan, A.J., Zamir, R., Khattak, G.S.S. and Tariq, M. 2001a. Gamma Rays Induced High Yielding Kabuli Type Chickpea Mutant Variety "Hassan-2K". Pa. J. Bot. 33: 703-707.
- Hassan, S., Javed, M.A. Khattak, S.U.K. and Iqbal, M.M. 2001b. A High Yielding, Better Quality Chickpea Mutant Variety 'Nifa-95'. Mutation Breeding Newsletter 45: 6-7.
- Hameed, A., Shah, T.M., Atta, B.M., Haq, M.A. and Sayed, H. 2008. Gamma Irradiation Effects on Seed Germination and Growth, Protein Content, Peroxidase and Protease Activity, Lipid Peroxidation in Desi and Kabuli Chickpea. Pak. J. Bot., 40(3): 1033-1041.
- Karim K.M.R., Islam, A.K.M.R., Hossain, M.M., Azad, H.M.S. and Rahman M.W. 2008. Effect of gamma rays on yield and yield attributes of large seeded chickpea. J. Soil. Nature. 2(2): 19-24.
- Khan, S., Wani, R.M., Bhat, M. and Parveen, K. 2004. Induction of Morphological Mutants in Chickpea. International Chickpea and Pigeonpea Newsletter 11: 6-7.
- Khan, S., Wani, R.M., Bhat, M. and Parveen, K. 2005. Induced Chlorophyll Mutations in Chickpea (*Cicer arietinum* L.). Int. J. Agric. Biol. 7(5), 764-767.
- Khan, M., Qureshi, A.S., Hussain, S.A. and Ibrahim, M. 2005. Genetic variability induced by gamma irradiation and its modulation with gibberellic acid in M₂ generation of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Pak. J. Bot. 37(2), 285-292.
- Kharkwal, M.C. and Jain, H.K. 1980. Development of New Plant Types in Chickpea for High Yield Through Mutation Breeding. Induced Mutations of Improvement of Grain Legume Production. IAEA TECDOC-234: 55-57.
- Kharkwal, M.C. 1998. Induced Mutations in Chickpea (*Cicer arietinum* L.) I. Comparative Mutagenic Effectiveness and Efficiency of Physical & Chemical Mutagens. Indian J. Genet., Vol. 58(2): 159-167.
- Kharkwal, M.C. 2001. Induced Mutations in Chickpea (*Cicer arietinum* L.) V. Evaluation of Micromutations. Indian J. Genet., 61 (2): 115-124.
- Kozgar, M.I. 2012. Studies on The Induction of Mutation for Quantitative Traits in Chickpea (*Cicer arietinum* L.). Thesis Doctor of Philosophy in Botany. Department of Botany Aligarh Muslim University. 168 p. India.
- Kimani, P.M. 1989. Improvement of Food Beans (*Phaseolous Vulgaris* L.) Through Mutation Breeding. P. B. A. Vol. 59. No: 2. p: 180.
- Kulthe, M., Mogle, U.P. and Kashid, N.G. 2013. Study of Mutagenic Efficiency of NMU in Winged Bean (*Psophocarpus tetragonolobus* (L) Dc.). Bioscience Discovery, 4(1):121-123.
- Ladizinsky, G. and Adler, A. 1976. The Origin of Chickpea *Cicer arietinum* L. Euphytica. 25: 211-217.
- Malhotra, R.S., Pundir, R.P.S. and Slinkard, A.E. 1987. Genetic Resources of Chickpea. In: M. C. Saxena and K. B. Singh (Editors). The Chickpea. Wallingford. Oxon OX108DE. pp: 67-81.

- Maluszynski, M., Szarejko, I., Bhatia, C.R., Nichterlein, K. and Lagoda, P.J.L. 2009. Mutation Techniques. Methodologies For Generating Variability. Plant Breeding and Farmer Participation. Food and Agriculture Organization Of The United Nations. p. 159-194. Rome.
- Mandal, A.K. 1992. Pattern of Variation of Harvest Index in Chickpea Crosses Chickpea Crosses. Indian J. Genet., 52 (2): 164-168.
- Mihov, M., Mehandjiev, A. and Stoyanova, M. 2001. Mutagenesis As A Breeding Method In Lentil. Mutation Breeding Newsletter 45: 32-33.
- Miyahara, K. 1997. Mutation by X Rays in Rice. Technical News Intitute Breeding. No:58. 2.
- Mudibu, J., Nkongolo, K.K.C., Mbuyi, A.K. and Kizungui, R. V. 2012. Effect of Gamma Irradiation on Morpho-Agronomic Characteristics of Soybeans (*Glycine max* L.). American Journal of Plant Sciences, Vol. 3: 331-337.
- Muehlbauer, F.J. 1993. Use of Wild Species as a Source of Resistance in Cool-Season Food Legume Crops. In: M. C. Saxena and K. B. Singh (Editors). Breeding for Stres Tolerance in Cool-Season Food Legumes. John Wiley & Sons. Chichester West Sussex PO191UD. pp: 359-372.
- Mullainathan ve Umavathi 2014. Induced Mutagenesis in *Cicer arietinum*. International Letters of Natural Sciences 7: 1-4.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Vatanable, F.S. and Dean, L.A. 1954. Estimation of Available Phosphorous in Soils by Extraction With Sodium Bicarbonate. U. S. Depertmant of Agric. Cir., 939. Washington D. C.
- Pavadai, P., Girija, M. and Dhanavel, D. 2010. Effect of Gamma Rays on some Yield Parameters and Protein Content of Soybean in M₂, M₃ and M₄ Generation. Journal of Experimental Sciences Vol. 1(6): 8-11.
- Peşkircioğlu, H. 1995. Arpa (*Hordeum vulgare* L.)' ya Birlikte Uygulanan EMS (Ethyl methane sulphonate) ve Gama Işınlarının M₁ ve M₂ Bitkilerinin Bazı Özellikleri Üzerine Etkileri. Ankara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. 93 s.
- Rajput, M.A., Sarwar, G. and Siddiqui, K.A. 2001. Development Of High Yielding Mutants In Lentil. Mutation Breeding Newsletter 45: 35.
- Ramesh, B. and Dhananjay, S. 1996. Developmental Morphology of Induced Semidwarf and Stunted Mutants in Lentil. Indian J. Genet., 56 (3): 335-340.
- Reddy, V.R.K., Indra, M., Pushpalatha, K.N. and Revathi, R. 1992. Biological Effects of Physical and Chemical Mutagens and Their Combinations in Lentil. Acta Botanica Indica, 20, 93-98.
- Richards, L.A. 1954. Saline and Alkali Soils. U. S. Dept. Agr. Handbook, N: 60. U.S.A.
- Sadashiv, N.B. and Kondiram D.N. 2012. Effect of Mutagens on Quantitative Characters in M₂ and M₃ generation of Horsegram (*Macrotyloma uniflorum* (Lam.) Verdc). International Journal of Scientific and Research Publications, Vol. 2(10): 1-7.
- SAS, 1998. Statistical Analysis Software. Version 6.12. SAS Institute, Cary, NC, USA.

- Sağel, Z. 1988. Soya Çeşitlerine Uygulanan Farklı Radyasyon Dozlarının M₁ ve M₂ Bitkilerinin Çeşitli Karakterleri Üzerine Etkisi. Ankara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. 82 s.
- Sağel, Z. 1998. Nükleer Tekniklerin Bitki Bazındaki Tarımsal Araştırmalarda Kullanımı. V. Nükleer Tarım ve Hayvancılık Kongresi, 20-22 Ekim 1998, Konya.
- Sağel, Z. ve Ilıslu, K. 1990. Farklı Radyasyon Dozlarının Calland ve Mitchell Soya Çeşitlerinin Çeşitli Karakterleri Üzerine Etkisi. I. Ulusal Nükleer Tarım Hayvancılık Kongresi. 13-15 Eylül 1990, Van.
- Sağel, Z., Eser, D., Tutluer, M.I., Peşkirioğlu, H., Atilla, A.S. and Adak, M.S. 1991. The Effect of Gamma Radiation Doses on Some Characters in M₁ Generation of Lentil (Pul-11) Variety, Journal of Food Physics 56: 144-150, 1991.
- Sağel, Z., Tutluer, M.I. and Peşkirioğlu, H. 1994. Bitki Islahında Mutasyonlar. Tarla Bitkileri Merkez araştırma Enstitüsü Dergisi, 3: 1-2, s: 95-112, 1994.
- Sağel, Z., Peşkirioğlu, H. and Tutluer, M.İ. 2003. Nükleer Tekniklerin Bitki Islahında Kullanımı. VIII. Ulusal Nükleer Bilimler ve Teknolojileri Kongresi. 15-17 Ekim 2003. s: 14. Kayseri.
- Sakin, M.A. 1998. Makarnalık Buğday (*Triticum durum Desf.*)’ da Gama Işını ve EMS’ nin Farklı Dozlarının M₁ ve M₂ Bitkileri Üzerindeki Etkileri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. 83 s.
- Sarıkaya, F. 1994. Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L. Var. Nanus DEKAP) Tohumlarına Uygulanan Farklı Dozlarda Gamma Işınlının M₃ Bitkilerinin Bazı Özelliklerine Etkileri. Ankara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. 49 s.
- Selvam, Y.A., Elangaimannan, R., Venkatesan, M., Karthikeyan, P. ve Palaniraja, K. 2010. Chemically induced mutagenesis in Blackgram (*Vigna mungo* (L.)Hepper). Electronic Journal of Plant Breeding, 1(4): 921-924.
- Shah, T.M., Mirza, J.I., Haq, M.A. and Atta, B.M. 2008. Radio Sensivity Of Various Chickpea Genotypes In M₁ Generation I-Laboratory Studies. Pak. J. Bot. 40(2): 649-665.
- Shaikh, M.A.Q., Majid, M.A., Begum, S., Ahmed, Z.U. and Bhuiya, A.D. 1980. Varietal Improvement of Pulse Crops by the Use of Nuclear Techniques. Induced Mutation for Improvement of Grain Legume Production. 1. IEAE-TECDOC-234. P: 69-72.
- Shamsuzzaman, K.M. and Shaikh, M.A.Q. 1991. Early Maturing and Higher Seed Yielding Chickpea Mutants. Bangladesh Institute of Nuclear Agriculture. P. O. Box No: 4. Mymensingh. Bangladesh. Mutation Breeding Newsletter, pp: 4.
- Shamsuzzaman, K.M., Islam, M.M., Begum, M. and Subhan A. 2005. Development of an Early Maturing Chickpea Variety, BINASOLA-3. Mutation Breeding Newsletter and Reviews 1: 8-9.

- Sheppard, S.C. and Evenden, W.G. 1986. Factors Controlling The Response of Field Crops to Very Low Doses of Gamma Irradiation of The Seeds. Can. J. Plant. Sci., 66: 431-441.
- Singh, V.P., Singh, M. and Lal, J.P. 2000. Gamma rays and EMS induced genetic variability for quantitative traits in urdbean (*Vigna mungo* (L.) Hepper). Indian J. Genet. 60(1): 89-96.
- Singh, G., Sareen, P.K., Saharan, R.P. and Singh. A. 2001. Induced Variability in Mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). Indian J. Genet., V. 61(3): 281-282.
- Sinha, R.P. ve Choudhary, S.K. 1987. Sensitivity of Lentil Genotypes to Radiation. Lens Newsletter, 14(1-2): 7-9.
- Subba Rao, K. 1988. Gamma Rays Induced Morphological and Physiological Variations in *Cicer arietinum* L. Indian J. Bot. 11(1): 29-32.
- Subramanian, D. 1979. Gamma Rays Induced Mutants in *Phaseolus vulgaris* and *Phaseolus limensis* on the Role of Induced Mutations in Crop Improvement Hyderabad. September 1979. Departman of Atome Energy. India.
- Stefanow, T., Friedt, W. and Gaul, H. 1975. Mutagen Behandlung Von Wintergerstensorten mit Athylmethansulfonat und Röntgen Strahler Z. Pflanzenzüchtung. 75. p: 80-84.
- Şenay, A. 1988. Tokak 157/37 Arpa Çeşidine Farklı Doz. Süre ve Sıcaklıkta Uygulanan EMS (Ethyl Methane Sulphonate)' ın M₁ Bitkilerinin Bazı Özellikleri Üzerine Etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış). 48 s.
- Tah, P.R. 2006. Studies on Gamma Ray Induced Mutations in Mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). Asian Journal of Plants Sciences, V. 5 (1): 61-70.
- Tekeoğlu, M. 1991. Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L. Var. Nanus DEKAP) Tohumlarına Uygulanan Farklı Dozlarda Gamma Işınlının M₁ Bitkilerinin Bazı Özelliklerine Etkileri. Ankara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. 38 s.
- Toker, C. 1997. Nohutta (*Cicer arietinum* L.) Yapay Mutasyon Spektrumu ve Frekansı Üzerine Araştırmalar. Akdeniz Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. 123 s.
- Toker, C. and Çağırğan, M.I. 2004. Spectrum and Frequency of Induced Mutations in Chickpea. Chickpea and Pigeonpea Newsletter 11: 8-9.
- Toker, C., Çancı, H., İnci, N., Ceylan, F., Uzun, B., Sönmez, S., Çıtak, S. and İkten, C. 2012. Pyramiding Of The Resistance To Fe-Deficiency Chlorosis and Leaf Miner (*Liriomyza cicerina* Rond.) In Chickpea (*Cicer arietinum* L.) By Mutation Breeding. Turkish J. Of Field Crops, 17(1): 41-45.
- Tüzüner, A. 1990. Toprak ve Su Analizleri Laboratuar El Kitabı. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Ülgen, N. ve Yurtsever, N. 1984. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları No: 47, Ankara.

- Ünver, S. 1989. Arpa (*Hordeum vulgare* L.)’ da Uygulanan EMS (Ethyl Methane Sulphonate) Dozları Yıkama Suyu Sıcaklı ve Süresinin M₁ ve M₂ Bitki Özelliklerine Etkileri. Ankara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. 132 s.
- Waghmare, V.N., Waghmare, D.N. and Mehra, R.B. 2001. An induced fasciated mutant in grasspea (*Lathyrus sativus* L.). Indian J. Genet., 61(2): 155-157.
- Wani, A.A. and Anis, M. 2001. Gamma Rays Induced Bold Seeded High Yielding Mutant In Chickpea. Mutation Breeding Newsletter, 45: 20-21.
- Wani, A.A. and Anis, M. 2008. Gamma Ray- and EMS-Induced Bold-Seeded High-Yielding Mutants in Chickpea (*Cicer arietinum* L.). Türk. J. Biol., 32: 161-166.
- Wani, A.A. 2009. Mutagenic Effectiveness and Efficiency of Gamma Rays, Ethyl Methane Sulphonate and their Combination Treatments in Chickpea (*Cicer arietinum* L.). Asian. J. Of Plant Scien. 8(4): 318-321.
- Wery, J. and Grinac, P. 1983. Use of Legumes and Their Economic Importance. In Technical Handbook on Symbiotic Nitrogen Fixation. FAO. Rome. Italy.
- Yaqoob, M. and Rashid, A. 2001. Induced mutation studies in some mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) cultivars. Online J. Biol. Sci. 1(9): 805-808.
- Yurtsever, N. 1984. Deneysel İstatistik Metotlar. Toprak Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları. No: 121. Teknik Yayın No: 56. Ankara.
- Zanone, L. 1965. Effects of Mutagenic Agents in *Vicia sativa* L. Comparison Between Effects of Ethylmethane Sulphonate Ethylene Imine and X-rays on Induction of Chlorophyll Mutations. Radiation Botany. Vol.(5): 205-213.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Evren ATMACA

Doğum Yeri : Rize

Doğum Tarihi : 23.03.1981

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Tefenni Ziraat Meslek Lisesi (1998)

Lisans : Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü (2003)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Haziran 2008)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü, 2000- Devam

Hakemli Dergiler

Atmaca E., C. Y. Çiftçi, S.Çakır, Z.Sağel, R. Akın. 2012. Determination of Effects of Different Gamma Rays Applied To Seeds On Some Characteristics of Yaşa-05 And Hisar Chickpea Varieties" 20-23 April 2012. Tabad (Research Journal Of Agricultural Sciences) 5(1):104-106. Çankırı.

Ulusal Kongre Sunum

Çakır, S., R. Akın, **E. Atmaca** ve M. Işık. 2007. Antraknoza (*Ascochyta rabie* (Pass.) Labr.) Dayanıklı Nohut (*Cicer arietinum* L.) Islah Çalışmaları. Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi, Yemeklik Tane Baklagil Bildirileri, 25-27 Haziran 2007, Erzurum (Sunulu Bildiri).

Çakır, S., **Atmaca, E.**, Akın, R., Işık, M. ve Demir, B. 2009. Hisar, Bir Nohut Çeşidinin Hikayesi. Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi, 19-22 Ekim 2009, Cilt I. Genel Tarla Bitkileri Bitki Islahı Ve Biyoteknoloji, s: 909-912, Hatay.

Atmaca, E., Çiftçi, C. Y., Çakır, S., Akın, R. ve Karaman, Y. 2009. Eskişehir Koşullarında Bazı Nohut Çeşit Ve Hatlarında Farklı Ekim Zamanı Ve Sıra Arası Mesafelerinin Verim, Verim Unsurları Ve Kalite Üzerine Etkisi. Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi, 19-22 Ekim 2009, Cilt I. Tahıllar Ve Yemeklik Tane Baklagiller, s: 364-369, Hatay.

Yorgancılar, Ö., Bilir, Ö., Çakır, S., **Atmaca, E.** ve Akın, R. 2009. Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde Yetiştirilen Nohut Hat Ve Çeşitlerinin Antraknoza (*Ascochyta Rabiei* (Pass.) Labr) Karşı Moleküler Markör Yöntemleriyle Dayanıklılığının Test Edilmesi. Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi, 19-22 Ekim 2009, Cilt I. Genel Tarla Bitkileri Bitki Islahı Ve Biyoteknoloji, s: 919-921, Hatay.

Çakır, S., **E. Atmaca**, R. Akın ve B. Demir, 2011. Bulduk, Bir Kuru Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Çeşidinin Islah Hikayesi. Türkiye 9. Tarla Bitkileri Kongresi, 12-15 Eylül 2011. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bursa, (Sunulu Bildiri).

Çakır, S., İ. Küsmenoğlu, **E. Atmaca**, R. Akın, H. Öziç. 2011. Kuru Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) İthal Eden Ülkelerin Tane İsteklerine Uygun Çeşit Geliştirme Çalışmaları. Türkiye 9. Tarla Bitkileri Kongresi, 12-15 Eylül 2011. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bursa, (Sunulu Bildiri).

Çakır, S., **E. Atmaca**, R. Akın, B. Demir. 2011. Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsünce Yürütülen Antraknoza (*Ascochyta rabie* (Pass.) Labr) Dayanıklı Leblebik Nohut (*Cicer arietinum* L) Islah Çalışmaları. Uluslararası Katılımlı 1. Ulusal Ali Numan Kırac Kongresi ve Fuarı, 27-30 Nisan 2011, Eskişehir, Bildiri Kitabı s. 167.

Atmaca, E., S. Çakır, R. Akın ve B. Demir, 2011. Farklı Barbunya (*Phaseolus vulgaris* L.) Hatlarının Eskişehir Ekolojik Koşullarında Verim, Bazı Verim Öğelerinin ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Türkiye 9. Tarla Bitkileri Kongresi, 12-15 Eylül 2011. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bursa, (Sunulu Bildiri).