

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOTİK KONTROL
MÜHÜR MERKEZİ**

**NOHUTTA (*Cicer arietinum* L.) YAPAY MUTASYON SPEKTRUMU VE
FREKANSI ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR**

Cengiz TOKER

88140

**DOKTORA TEZİ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI
ANTALYA
1997**

**NOHUTTA (*Cicer arietinum* L.) YAPAY MUTASYON SPEKTRUMU VE
FREKANSI ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR**

Cengiz TOKER

**DOKTORA TEZİ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

1997

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**NOHUTTA (*Cicer arietinum* L.) YAPAY MUTASYON SPEKTRUMU VE
FREKANSI ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR**

Cengiz TOKER

DOKTORA TEZİ

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

Bu tez 26.11.1997 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından (100) not takdir edilerek
oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir

Prof. Dr. M.İlhan ÇAĞIRGAN (Danışman)



Prof. Dr. Metin B. YILDIRIM



Doç. Dr. Kenan TURGUT



88140

ÖZ

NOHUTTA (*Cicer arietinum* L.) YAPAY MUTASYON SPEKTRUMU VE FREKANSI ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR

Cengiz TOKER

Doktora Tezi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof.Dr. M. İlhan ÇAĞIRGAN

Aralık 1997, 123 Sayfa

Bu çalışma Burdur İlinin sınırları içinde Bucak İlçesi yakınlarındaki Ürkütlü Kasabası'nda (yaklaşık 37° 04' Kuzey, 30° 12' Doğu, denizden yüksekliği 1014 m) yarı-kurak bir çevrede 1995-96 yıllarında yetiştirilmiş dış kaynaklı ve bölgesel olarak adapte olmuş iri daneli nohutların M₁ generasyonunda gamma ışınlarına duyarlılığını belirlemek için ve M₂'de açılma gösteren aileler üzerinden mutasyon spektrumu ve frekansını belirlemek için yürütülmüştür.

İspanyol Populasyonu, Aydın 92 çeşidi, ILC 482 hattı, Ürkütlü yerel populasyonu ve FLIP 83-47C hattının yaklaşık olarak 2000 tohumu bir ⁶⁰Co kaynağından 100, 200, 300, 400, ve 500 Gy'lik gamma ışınları ile ışınlanmıştır. M₁ generasyonunda, kontrollü koşullar altında fide boyu ve tarla koşullarında çimlenmeden sonra yaşayan bitki sayısı, çimlenme yüzdesi ve olgunlaşma gün sayısı 1995'de genotipler üzerine mutagenik etkileri belirlemek için kaydedilmiştir. Genellikle, optimum muamele dozu genotipten genotipe değişmiştir. M₁ generasyonunda tüm yaşayan bitkiler her doz ve genotip için ayrı ayrı hasat edilmiştir. M₂ generasyonu 1996'da yazlık ekilerek M₁ bitki-dölü olarak yetiştirilmiştir. M₂ generasyonunda, herhangi bir özellik için aile içindeki normal görünüşlü bitkilerden ve muamele edilmemiş kontrolden farklılık gösteren tipler potansiyel mutant olarak seçilmişlerdir. M₂ generasyonunda seçilen mutantların mutasyon spektrumu yaprak ve yaprakcık, bakla ve dane, bitki habitusu, klorofil eksikliği ve çiçek karakterlerine ve diğer özelliklerine göre sınıflandırılmıştır. Mutasyon frekansı M₂ aile temeli üzerine hesaplanmıştır. Dane verimi, biyolojik verim, hasat indeksi, bitki boyu, bitkide bakla, dane ve dal sayısı, 100-dane ağırlığı ve baklada dane sayısı gibi verim ve verim ile ilişkili özellikler karşılaştırma amacıyla kaydedilmiştir. Genel olarak korelasyon analizi, dane veriminin; biyolojik verim, hasat indeksi, bitki boyu, bitkide bakla ve dal sayısı ve 100-dane ağırlığı ile önemli bir şekilde ilişkilendiğini göstermiştir.

ANAHTAR KELİMELELER: *Cicer arietinum* L., iri daneli nohut, yapay mutasyon, mutasyon spektrumu, mutasyon frekansı, verim ve verim kriterleri, korelasyon

JURİ: Prof.Dr. M. İlhan ÇAĞIRGAN

Prof.Dr. Metin B. YILDIRIM

Doç.Dr. Kenan TURGUT

ABSTRACT

INVESTIGATIONS ON SPECTRUM AND FREQUENCY OF INDUCED MUTATION IN CHICKPEA (*Cicer arietinum* L.)

Cengiz TOKER

Ph. D. Thesis in Department of Field Crops

**Supervisor: Prof.Dr. M. İlhan ÇAĞIRGAN
December, 1997, 123 Pages**

The study was conducted to determine the radiosensitivity of exotic and locally adapted kabuli chickpeas to gamma rays in the M₁ generation, and to identify the mutation spectrum and mutation frequency based on the segregated M₂ families grown in 1995-96 in a semi-dry environment, Ürkütlü town (about 37° 04' N, 30° 12' E, 1014 m above sea level), near Bucak city in Burdur province.

Approximately 2000 seeds of Ispanyol Population, cultivar Aydın 92, ILC 482 line, Ürkütlü native landrace and FLIP 83-47C line, were irradiated with 100, 200, 300, 400 and 500 Gy of gamma rays from a ⁶⁰Co source. In the M₁ generation, seedling height was determined under controlled condition and number of survived plant, percent of germination and days to maturity were recorded under field conditions to determine the mutagenic effects on genotypes in 1995. Generally, optimum dose of treated mutagen was changed from genotype to genotype. All survival plants in the M₁ generation were harvested for each dose and genotype individually. the M₂ generation was grown as the M₁-plant-progenies sown in the Spring of 1996. In the M₂ generation, different types deviating from untreated controls and from the normal looking plants within a given family for any traits were selected as potential mutants. Mutation spectrum of mutants selected in the M₂ generation were clustered according to leaf and leaflet, pod and seed, plant habit, chlorophyll deficiency and flowering characters and other traits. Mutation frequency was calculated on the M₂ family basis. Yield and yield-related traits such as grain yield and biological yield per plant, harvest index, plant height, number of pod, seed and branch per plant, 100-seeds weight and number of seeds per pod were recorded for comparison purposes. The correlation analysis indicated that grain yield was generally significantly correlated with biological yield, harvest index, plant height, number of pod, seed and branch per plant, 100-seeds weight.

KEY WORDS: *Cicer arietinum* L., kabuli chickpea, induced mutation, mutation spectrum, mutation frequency, yield and yield criteria, correlation

COMMITTEE: Prof.Dr. M. İlhan ÇAĞIRGAN
Prof.Dr. Metin B. YILDIRIM
Assoc.Prof.Dr. Kenan TURGUT

ÖNSÖZ

Mutasyon ıslahı, çeşitli bitki türlerinde varyasyon yaratmak amacıyla uygulanmaktadır. Bu bakımdan, mutasyona uğrayan özelliklerin meydana geliş frekanslarının belirlenmesi ve değerlendirilmesi mutagenik varyasyonun daha etkili bir şekilde incelenmesini ve kullanılmasını sağlayacaktır. Bu çalışmada, gamma ışınları uygulanan beş kabulî tip nohut hat, çeşit ve populasyonlarının M_2 açılma generasyonunda gözlenen mutasyonların spektrum ve frekanslarının belirlenmesi, seçilen mutantların değerlendirilmesi, mutantlar ile normal görünüşlü sibleri arasında ve ışınlama yapılmayan anaçlar arasında ölçülen tarımsal özellikler bakımından, varyasyon ve özellikler arası ilişkiler incelenmiştir.

Tarla çalışmaları 1995-1996 yılları arasında Burdur İli Bucak İlçesi Ürkütlü Kasaba'sında, laboratuvar çalışmaları ise 1995 yılında Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi'nde Prof.Dr. M. İlhan ÇAĞIRGAN (Ak.Ü.Z.F) danışmanlığında yürütülmüştür. Araştırmanın genetik materyalini sağlayan, çalışmalarımı yönlendiren, her türlü yardım ve desteğini gördüğüm sayın danışman hocama şükranlarım sonsuzdur.

Bu çalışmada; ulaşım olanaklarını hizmetimize sunan Akdeniz Üniversitesi Rektörlüğü'ne ve Ziraat Fakültesi Dekanlığı'na ve Tarla Bitkileri Bölüm Başkanlığı'na ve "Kışlık Yetiştirmeye Uygun Nohut (*Cicer arietinum* L.) Mutant ve Çeşitlerinin Seleksiyonu" başlığı ile projemizi destekleyen TÜBİTAK'a, çalışmalarımız için deneme tarlası sağlayan Ürkütlü Belediyesi'ne ve Belediye Başkanı sayın Osman ALBAYRAK'a, M_2 generasyonunun ekiminde yardımlarını gördüğüm Tarla Bitkileri Bölümü Lisans Öğrencilerine (Ak.Ü.Z.F.) ve çalışmalarım esnasında her türlü yardımlarını gördüğüm sevgili annem Dudu TOKER ve babam Azmi TOKER'e katkılarından dolayı teşekkür ederim. Ayrıca, araştırmalarım sırasında, beni anlayışla karşılayan ve destekleyen, toprak analizlerini yapan sevgili eşim Zir. Müh. Sibel TOKER'e (*Antbirlik*) teşekkürlerimi sunmak benim için özel bir mutluluk kaynağıdır.

İÇİNDEKİLER

ÖZ.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI.....	3
2.1. Mutasyon Islahı ile İlgili Genel Bilgiler.....	3
2.2. Baklagillerde Mutasyon Islahı Uygulamaları.....	11
2.3. Baklagillerde Özellikler Arası İlişkiler.....	28
2.3. Nohut Hakkında Genel Bilgiler.....	34
3. MATERYAL VE METOD.....	42
3.1. Materyal.....	42
3.2.1. Deneme yeri ve toprak analiz sonuçları.....	42
3.2.2. Deneme yerinin iklim verileri.....	43
3.2.3. Genetik materyal.....	44
3.2. Metod.....	45
3.2.1. Mutagenle muamele, M ₁ ve M ₂ generasyonlarının yetiştirilmesi.....	45
3.2.2. Genetik materyalin hasadı ve M ₂ generasyonunda seleksiyon.....	46
3.2.3. Ölçülen özellikler, mutasyon spektrumu ve frekansı.....	47
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	49
4.1. M ₁ Generasyonu.....	49
4.1.1. Fide boyu.....	49
4.1.2. Yaşayan bitki sayısı ve çimlenme yüzdesi.....	50
4.2. M ₂ Generasyonu.....	52
4.2.1. Populasyonların mutasyon frekansı ve spektrumu.....	52
4.2.1.1. İspanyol Populasyonundan seçilen mutantların mutasyon spektrumu ve frekansı.....	53
4.2.1.2. Aydın 92 çeşidinden seçilen mutantların mutasyon spektrumu ve frekansı.....	56
4.2.1.3. ILC 482 hattından seçilen mutantların mutasyon spektrumu ve frekansı.....	58
4.2.1.4. Ürkütlü yerel populasyonundan seçilen mutantların mutasyon spektrumu ve frekansı.....	61
4.2.1.5. FLIP 83-47C hattından seçilen mutantların mutasyon spektrumu ve frekansı.....	63
4.2.2. Mutantların, normal görünüşlü siblerin ve kontrollerin ölçülen özelliklerine ilişkin tanılayıcı istatistikler.....	67
4.2.2.1. Bitki boyu.....	67
4.2.2.2. Bitkide ana dal sayısı.....	69
4.2.2.3. Bitkide bakla sayısı.....	71

4.2.2.4. Biyolojik Verim.....	73
4.2.2.5. Bitkide dane sayısı.....	75
4.2.2.6. Dane verimi.....	76
4.2.2.7. Hasat indeksi.....	78
4.2.2.8. 100-dane ağırlığı.....	80
4.2.2.9. Baklada dane sayısı.....	82
4.2.3. Mutant ve normal görünüşlü siblerin korelasyon matrisleri.....	84
4.3.1. İspanyol populasyonundan seçilen mutantlar ve normal görünüşlü siblerine ait korelasyon matrisi.....	84
4.3.2. Aydın 92 populasyonundan seçilen mutantlar ve normal görünüşlü siblerine ait korelasyon matrisi.....	85
4.3.3. ILC 482 populasyonundan seçilen mutantlar ve normal görünüşlü siblerine ait korelasyon matrisi.....	86
4.3.4. Ürkütlü populasyonundan seçilen mutantlar ve normal görünüşlü siblerine ait korelasyon matrisi.....	87
4.3.5. FLIP 83-47C populasyonundan seçilen mutantlar ve normal görünüşlü siblerine ait korelasyon matrisi.....	89
5. SONUÇ.....	92
6. ÖZET.....	94
7. SUMMARY.....	97
8. KAYNAKLAR.....	100
9. EKLER.....	119
9.1. M ₂ generasyonunda seçilen yaprak tipi mutantları.....	119
9.2. M ₂ generasyonunda seçilen yaprak tipi mutantları.....	120
9.3. M ₂ generasyonunda klorofil eksikliği mutantları.....	121
9.4. M ₂ generasyonunda seçilen çiçek ve bakla tipi mutantları.....	122
9.5. M ₂ generasyonunda seçilen diğer ve bitki tipi mutantları.....	123
ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

°C.....	: Santigrad derece
Ca.....	: Kalsiyum,
cm.....	: Santimetre
⁶⁰ Co.....	: Kobalt 60
Cu.....	: Bakır
C.V. (%)	: Varyasyon Katsayısı
EC ₂₅	: Elektriksel iletkenlik
F ₁ ve F _n	: Birinci döl ve n'inci melez döl generasyonları
Fe.....	: Demir
gr.....	: Gram
Gy.....	: Grey
ha.....	: Hektar
K. (K ₂ O).....	: Potasyum
Kg.....	: Kilogram
kR.....	: Kilorad
L	: Litre
LD ₅₀	: Lethal dose 50
m.....	: Metre
M ₁ ve M _n	: Birinci mutasyon ve n'inci mutasyon generasyonları
Mg.....	: Magnezyum
ml.....	: Mililitre
mm.....	: Milimetre
Mn.....	: Mangan
n.....	: Örnek sayısı
N.....	: Azot
Na.....	: Sodyum,
p.....	: Olasılık
P (P ₂ O ₅).....	: Fosfor
pH.....	: Hidrojen konsantrasyonu
ppm.....	: Milyonda bir
r.....	: Korelasyon
R ₁ ve R _n	: Birinci radyasyon ve n'inci radyasyon generasyonları
S.....	: Kükürt
$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	: Ortalama $\pm$ Ortalamanın standart hatası
Zn.....	: Çinko

Kısaltmalar

AVRCD.....	: Asian Vegetable Research and Development Center
Ak.Ü.Zir.F. .:	: Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi
C.....	: Chickpea
DMS.....	: Dimetil sülfanat
EA.....	: Etil amin
EMS.....	: Etil metan sülfanat
f.....	: 0.2'lik bir sabit
FLIP.....	: Food Legume Improvement Program
HNO ₂	: Nitro asit
ICARDA.....	: Internatinal Center Agricultural Research in the Dry Areas
ICRISAT.....	: Internatinal Crop Research Institute for the Semi Arid Tropics
ILC.....	: International Legume Chickpea
m.....	: M ₂ 'deki mutasyon frekansı
MMS.....	: metil metan sülfanat
μ.....	: Mutasyon oranı
NaN ₃	: Sodyum azayd
NEH	: N-Nitro etil üre
NH ₂ OH.....	: Hidroksilamin
NMH.....	: Nitro metil üre
SSD.....	: Tek Tohum Aktarımı
TÜBİTAK....	: Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu
Zir.Müh.	: Ziraat Mühendisi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Farklı tipte nohut yaprakları.....	38
Şekil 2. M ₂ generasyonunun yetiştirildiği 1996 yılı iklim verileri.....	44
Şekil 3. M ₁ generasyonunda ölçülen fide boyu.....	50



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1.	Yemelik dane baklagillerde yıllara göre geliştirilen mutantların sayısı ve kullanılan mutagenler.....	25
Çizelge 3.1.	M ₁ ve M ₂ generasyonlarının yetiştirildiği deneme yerinin toprak analiz sonuçları.....	42
Çizelge 3.2.	Çalışmada kullanılan genetik materyal ve özellikleri.....	45
Çizelge 4.1.	M ₁ generasyonunda genotip başına uygulanan gamma ışınları dozu, yaşayan bitki sayısı ve olgunlaşma gün sayısı.....	51
Çizelge 4.2.	İspanyol Populasyonundan seçilen mutantların mutasyon spektrumu ve frekansı.....	54
Çizelge 4.3.	Aydın 92 çeşidinden seçilen mutantların mutasyon spektrumu ve frekansı.....	57
Çizelge 4.4.	ILC 482 hattından seçilen mutantların mutasyon spektrumu ve frekansı.....	60
Çizelge 4.5.	Ürkütlü yerel populasyonundan seçilen mutantların mutasyon spektrumu ve frekansı.....	62
Çizelge 4.6.	FLIP 83-43C hattından seçilen mutantların mutasyon spektrumu ve frekansı.....	64
Çizelge 4.7.	Araştırmada nohut populasyonlarının bitki boylarına ait tanımlayıcı istatistikler.....	68
Çizelge 4.8.	Araştırmada nohut populasyonlarının ana dal sayılarına ait tanımlayıcı istatistikler.....	70
Çizelge 4.9.	Araştırmada nohut populasyonlarının bitkide bakla sayılarına ait tanımlayıcı istatistikler.....	72
Çizelge 4.10.	Araştırmada nohut populasyonlarının biyolojik verimine ait tanımlayıcı istatistikler.....	74
Çizelge 4.11.	Araştırmada nohut populasyonlarının bitkide dane sayısına ait tanımlayıcı istatistikler.....	76
Çizelge 4.12.	Araştırmada nohut populasyonlarının dane verimine ait tanımlayıcı istatistikler.....	77

Çizelge 4.13. Araştırmada nohut populasyonlarının hasat indeklerine ait tanımlayıcı istatistikler.....	79
Çizelge 4.14. Araştırmada nohut populasyonlarının 100-dane ağırlığına ait tanımlayıcı istatistikler.....	81
Çizelge 4.15. Araştırmada nohut populasyonlarının baklada dane sayısına ait tanımlayıcı istatistikler.....	83
Çizelge 4.16. İspanyol populasyonundan seçilen mutantlarda ve siblerinde ölçülen özelliklerin korelasyon matrisi.....	84
Çizelge 4.17. Aydın 92 populasyonundan seçilen mutantlarda ve siblerinde ölçülen özelliklerin korelasyon matrisi.....	86
Çizelge 4.18. ILC 482 populasyonundan seçilen mutantlarda ve siblerinde ölçülen özelliklerin korelasyon matrisi.....	88
Çizelge 4.19. Ürkütlü populasyonundan seçilen mutantlarda ve siblerinde ölçülen özelliklerin korelasyon matrisi.....	89
Çizelge 4.20. FLIP 83-47C populasyonundan seçilen mutantlarda ve siblerinde ölçülen özelliklerin korelasyon matrisi.....	90

1. GİRİŞ

Kültürü yapılan nohut (*Cicer arietinum* L.) dünyada 10,752,000 ha, Türkiye'de 855,000 ha alanda tarımı yapılan ve dünyada 700 kg/ha, Türkiye'de 936 kg/ha verimi olan önemli bir serin mevsim yemeklik dane baklagil bitkisidir. Türkiye, Hindistan'dan sonra dünyada ikinci en büyük üretici ülkedir (Anonymous 1994). Nohut tarımı, en fazla Güney ve Batı Asya, Kuzey Afrika ve Orta Amerika'da yapılmaktadır (Nene ve Reed 1994).

Dünyada tarımı yapılan nohutlar dane rengi, şekli ve iriliğine göre *Kabuli* ve *Desi* olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadırlar. Bunlardan kabuli tip nohutlar Batı Asya, Kuzey-Afrika, Avrupa ve Amerika'da yetiştirilmektedirler. Desi tip nohutların ise Güney ve Doğu Asya ile Etiyopya'da tarımı yapılmaktadır (Auckland ve van der Maesen 1980).

Nohut; Batı Asya, Kuzey Afrika, Güney-Batı Asya ve Hindistan'nın yarı-kurak bölgelerinde protein ve kalori kaynağı olarak büyük bir öneme sahiptir. Bu alanlarda nohut, sosyo-ekonomik koşullardan dolayı kuraklık, yüksek sıcaklık ve zararlı streslerine maruz kalan genellikle sulanmadan, gübrelenmeden ve hastalık-zararlıların kontrol edilemediği ya da en az düzeyde kontrol edilebildiği marjinal alanlarda yetiştirilmektedir (Muehlbauer 1993). Son yıllarda, verim kaybına neden olan kuraklık (Saxena ve Singh 1984; Slim ve Saxena 1993a; 1993b) ve yüksek sıcaklık stresini (Saxena 1984) aşmak için kışlık nohut ekimi başlatılmıştır. Bununla beraber, kışlık olarak ekilen nohutlar antraknoz (*Ascochyta rabiei* (Pass.) Labrouse) hastalığına yakalanmaktadırlar (Hawtin ve Singh 1984). Günümüzde, nohut tarımının yoğun olarak yapıldığı ülkelerde nohut verimini kısıtlayan biotik ve abiotik stres faktörlerine karşı dayanıklılık çalışmaları sürdürülmektedir. Bu amaçla, öncelikle elde mevcut germplasm kaynakları değerlendirilmektedir (Malhotra vd 1987). Nevar ki, kültürü yapılan nohutlarda verimi kısıtlayan stres faktörlerine kombine dayanıklı germplasm kaynakları sınırlıdır (ICARDA 1988). Bu amaçla, kombine dayanıklılık için yabancı

nohut türleri ile kültürü yapılan nohutlar arasında melezleme çalışmaları yapılmaktadır (ICARDA 1993). Bahl (1987) melezlenme durumlarına göre $2n=16$ olan, tek yıllık nohutları 3 gruba ayırmıştır. Fakat türlerarası melezlemelerde bir takım melezleme bariyerleri vardır (Ladizinsky and Adler 1976; Malhotra vd 1987 ve Muehlbauer 1993).

Bu nedenlerle, klasik ıslah yöntemlerinin istenen varyasyonu yaratamamasından ve çeşitli kısıtlamalarından dolayı mutasyon tekniği nohut ıslahında alternatif ve bütünleyici bir yaklaşım olarak önem kazanmıştır. Günümüzde, farklı ülkelerde yapay mutasyonlar ile geliştirilen çeşit sayısı 1548'e ulaşmıştır (Anonymous 1991). Baklagillerde ise 100 tür değişik özellikleri için tescil ettirilmiş ve bu çalışmaların 53'ünde gama ışınları kullanılmıştır (Micke 1988). Nohutta verimi kısıtlayan stres faktörlerine karşı yürütülen kombine dayanıklılık çalışmaları sonucu ise gamma ışınları kullanılarak başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Haq ve Singh 1994). Günümüzde, daha etkili mutagenlerin ve muamele yöntemlerinin bilinmesine rağmen, fiziksel mutagenlerden gamma ışınlarının nohut özelinde meydana getirdiği mutasyon spektrumunun ve frekansının ortaya konma gereği vardır.

Bu çalışmada; ILC 482, FLIP 82-259C (Aydın 92), FLIP 83-47C hat ve çeşitlerinde, İspanyol Populasyonu ve Ürkütlü yerel populasyonunda gamma ışınları muamelesi sonucu meydana gelen mutagenik zararın kantitatif olarak M_1 generasyonunda saptanması, ilk açılma (M_2) generasyonunda ortaya çıkan mutasyon spektrumu ile frekansının belirlenmesi ve bu generasyonda seçilen mutantlarda ölçülen tarımsal özelliklerin normal görünüşlü sibleri ile ve muamele edilmemiş kontrolleri ile karşılaştırılması ve ayrıca, dane verimi ile diğer özellikler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI

Yapay olarak mutasyon üretme ve onları bitki ıslahında kullanma düşüncesi De Vries tarafından ortaya atıldığı 1901 yılına dek açık bir şekilde herhangi bir yerde yer almamıştır. Onun *Die Mutationstheorie* kitabı yapay mutasyonların meydana getirilmesine öncülük etmiştir. De Vries 1904 yılında mutasyonların yapay olarak meydana getirilebilmeleri için x-ışınlarını kullanmayı önermiştir (Gaul 1964, Sigurbjörnsson 1983). Bitkileri modifiye etmek için en erken çabalar, x-ışını ve ultraviyole ışınları kullanılarak Alberto Pirovano tarafından 1922 yılında İtalya’da rapor edilmiştir. Bununla beraber, onun çalışması tam olarak Amerika’da anlaşılmamıştır (Briggs ve Knowles 1967). Bu yüzyılın ilk yirmibeş yılında çok sayıda araştırma, yapay mutasyonlar oluşturmak amacıyla değişik yapıdaki fiziksel ve kimyasal ajanlar tarafından yapılmıştır. Mutasyon ıslahı ile ilgili ilk somut çalışma *Drosophila*’da 1927 yılında Muller tarafından yapılmıştır (Muller 1927). Stadler bir yıl sonra x-ışınları ve gamma ışınlarıyla arpa ve mısır bitkilerinde mutasyonlar üretmiştir (Allard 1960). Bu zamandan sonraki çalışmaların çoğu mutasyon ıslahı üzerine teorik araştırmalardır. X-ışınlarının mutagenik rolünün keşfinden sonra İsveç’te Herman Nilsson-Ehle ve onun öğrencilerinden Gustafsson (Allard 1960), Rusya’da Delaunay ve Sapehin ve Almanya’da Freisleben ve Lein tarafından yapılan çalışmalar hariç tutulursa, sonuçlar hayal kırıklığı yaratmıştır (Gaul 1964). Sonuçta, uygulamalı ıslahta yapay mutasyonların kullanımına kalkışmak tedrici olarak durma noktasına doğru yaklaşmıştır (Allard 1960).

2.1. Mutasyon Islahı ile İlgili Genel Bilgiler

Mutasyon, canlının genetik yapısında meydana gelen değişim olarak tanımlanır (Sigurbjörnsson 1977a, Sigurbjörnsson 1983, Konzak 1987). Mutasyonların açık bir nedeni olmadan da meydana gelebileceği bulunmuştur. Doğada kendiliğinden meydana gelen mutasyonlara “spontan mutasyonlar” denilmektedir (D’Amato 1977). Mutasyonlar Gustafsson ve Ekberg’e (1977) göre, (i) genom mutasyonları; (ii)

kromozom mutasyonları ve (iii) hücre dışı mutasyonlar olarak 3 katagoriye ayrılırlar. Mutasyonların Vavilov'un paralel varyasyonlar prensibine göre meydana geldiği bildirilmiştir (Micke vd 1987). Mutant, mutasyona uğramış bireydir. Mutagen, mutasyona neden olan etmen olarak bilinir. Mutagenik ajanlar: (i) X-ışınları, gamma ışınları, nötronlar, beta ve alfa partikülleri ve protonlar gibi iyonize radyasyonlardır. İyonize radyasyonlar; gen mutasyonlarına, kromozom, kromatid yada alt kromatid sapmalarına neden olabilirler, kromozom sayısını değiştirebilirler, hücre bölünmesini engelleyebilirler, mayoz bölünme aktivitesini teşvik edebilirler, çekirdek yada hücreyi öldürebilirler, kısmen yada tamamen kısırığa neden olabilirler, büyümeyi geciktirebilirler yada hızlandırabilirler ve anormal büyümeyi teşvik edebilirler. (ii) Ultraviyole ışınlar ise x-ışınlarıyla karşılaştırılınca, kromozom sapmalarından çok gen mutasyonları meydana getirirler. (iii) Kimyasallar ki bunlara alkilleyici ajanlar da denilmektedir. Alkilleyici ajanlar iyonize radyasyonlara benzer etkiler meydana getirirler. Fakat gen mutasyonları, kromozom sapmaları oranı farklı mutagenler ile değişmektedir. Kimyasal mutagenler kromozom değişikliklerinden çok gen mutasyonları üretirler (Briggs ve Knowles 1967, Briggs ve Constantin 1977, Konzak 1987). Diğer taraftan, Sigurbjörnsson (1983) mutagenleri fiziksel ve kimyasal mutagenler olarak sınıflamıştır. Heslot (1977) kimyasal mutagenleri; (i) analog temelli ve analoglar ile bileşik mutagenler; (ii) antibiyotikler; (iii) alkilleyici ajanlar; (iv) azayd; (v) hidroksilamine (NH_2OH); (vi) nitro asit (HNO_2) ve (vii) akridin olarak belirtmiştir. Fiziksel ve kimyasal mutagenler 3 tip etkide bulunurlar. Bunlar Gaul (1977) tarafından, (i) fizyolojik zarar (birincil zarar); (ii) faktör mutasyonları (nokta yada gen mutasyonları) ve (iii) kromozom mutasyonları (kromozom sapmaları) olarak sınıflandırılmıştır. Genellikle, mutagenik uygulamalar tohumu yada bitki parçasına zarar verir yada fizyolojik zarara neden olur. Ayrıca, M_1 bitkilerinin çimlenme gücünü, fide büyümesini ve fertilitiyi azaltır. Hemen hemen daima kısırılık, kromozom değişikliklerinin bir sonucu olduğu (Gaul 1977) için M_1 bitkileri azalan fertilitiy ile elden çıkartılmaktadır (Briggs ve Knowles 1967, Sigurbjörnsson 1983). Oksijen, kuru dormant tohumlarda x ve gamma ışınları tarafından biyolojik (genetik) zararlanmaya

neden olan ana faktördür. Oksijenin etkisi sıcaklık, tohumun su içeriği, radyasyon enerjisi ve hidrojen iyonları konsantrasyonu ile etkilenmektedir (Sigurbjörnsson 1983).

Mutagenler tarafından M_1 generasyonunda meydana gelen zarar değişik yollar ile kantitatif olarak ölçülebilir. Bu yöntemler; (i) laboratuvarda çimlenmeden hemen sonra fide boyunun ve (ii) kök uzunluğunun ölçülmesi; (iii) laboratuvar yada tarla koşullarında çimlenmeden sonra çimlenen ve (iv) hasatta yaşayan bitkilerin belirlenmesi; (v) çiçeklenmede bitki başına başak; (vi) başak başına çiçek; (vii) başak başına dane ve (viii) bitki başına dane yada bakla (meyve) sayısı olarak Gaul (1977) tarafından belirtilmiştir. Sigurbjörnsson (1983).tarafından ise M_1 generasyonunda meydana gelen zararlar, (i) bitki büyümesi üzerine; (ii) sitolojik etkiler ve (iii) kısırılık olarak açıklanmıştır. Genellikle fide boyundaki azalma mutagen etkisinin bir belirtici olarak geniş çapta kullanılmaktadır. Laboratuvar yada tarla koşullarında yaşayan bitki sayısı yada tarla koşullarında çıkış, M_1 bitkileri üzerine mutagen zararını ölçmek amacıyla kullanılabilir (Sigurbjörnsson 1983).

Mutagenler vegetatif üreyen bitki kısımlarına, tohumla üreyenlerin tohumlarına uygulanabildiği gibi polenlere de uygulanmaktadır (Briggs ve Knowles 1967). Ayrıca, gamma alanlarında bitkinin tümüne uygulanabildiği gibi meristemlere ve kültürdeki doku yada hücrelere de muamele edilebilmektedir (Briggs ve Konzak 1977). Fakat tohumlara uygulama daha yaygındır (Sigurbjörnsson 1983). Mutagenler ile muamelede en iyi yerel çeşit yada hatların kullanılabileceği ve bu bireylerde hastalıklara dayanıklılık, dane yada meyve rengini değiştirme, yatmaya dayanıklılık gibi bir kaç agronomik özellik için ıslah yapmak önerilmiştir (Sigurbjörnsson 1983). Konzak ve Mikaelsen (1977) uygulanacak mutagenin 2 farklı çeşidinin 3 dozunun kullanılmasını önermişlerdir. Ayrıca, onlar son zamanlarda tescil ettirilmiş bir çeşidin, iyi bir ıslah hattının ve herhangi bir özelliği sınırlı bir introduksiyon hattının kullanılmasını tavsiye etmişlerdir.

Muamele edilmiş tohumlardan yetiştirilen bitkiler M_1 generasyonu (M = mutasyon) olarak ve takip eden generasyonlar M_2 , M_3 olarak adlandırılmaktadırlar (Briggs ve Knowles 1967, Sigurbjörnsson 1983). Tohumlara yada bitkilere mutagen muamelelerinden sonra meydana gelen döllerin (torunların) ardıl generasyonları, melezlemeyi takip eden F_1 , F_2 , F_3 gibi generasyonlardan ayırmak amacıyla M_1 , M_2 , M_3 olarak isimlendirilmektedirler (Sigurbjörnsson 1983). Scossiroli (1967) Mutasyona uğramış generasyonları R_1 , R_2 , R_3 (R = Radyasyon) olarak adlandırmıştır. Mutasyonlar çoğunlukla resesif oldukları için M_1 bitkileri nadir olarak gen mutasyonu sergilerler. Sadece dominant mutasyonların M_1 generasyonunda meydana gelebileceği Sigurbjörnsson (1983). tarafından rapor edilmiştir. M_1 bitkileri indüklenen mutant genler için heterozigot olurlar ve M_2 generasyonunda mutant ve mutant-olmayan genotipler olarak açılırlar. Seleksiyona M_2 generasyonunda başlanır (Brock 1977). Fakat bazen mutasyonlar M_3 generasyonuna kadar görülmezler. Buna ilaveten, kendine uyumsuz türlerde M_2 kardeş bitkilerinin eşleşmesini takip eden M_3 generasyonunda homozigot mutantlar görülebilir (Sigurbjörnsson 1983). M_3 generasyonunda, M_2 'de seçilen karakterlerin doğruluğu kontrol edilir.

M_1 generasyonunun hasadı, Konzak ve Mikaelsen (1977) tarafından (i) kardeş, dal yada bitki dölü yöntemi, (ii) bir yada birden çok bulk tohum yöntemi ve (iii) toplu bulk yöntemi olarak sıralanmıştır. Mercimek, bezelye ve nohut gibi bitkilerde tüm bitki verimi yada her bir dal veriminin düşük olduğu durumda, bitkinin tüm dallarının kullanılması işaret edilmiştir. M_2 generasyonunda, M_1 başaklarını sıraya, M_1 tek-tohum yada çok tohum bulk yöntemi, M_1 bitkileri sıraya, M_1 başak, dal, bakla, meyve (aynı bitkiden) sıraya yöntemi uygulanmaktadır. M_1 bitki sıraları yöntemi bakla (*Vicia faba* L.), bezelye (*Pisum sativum* L.), mercimek (*Lens esculenta* L.) gibi türlerde bu yöntem uygundur (Konzak ve Mikaelsen 1977). M_2 ve M_3 generasyonlarında uygulanacak seleksiyon teknikleri üzerinde çalışılan özelliğe göre görsel, mekaniksel yada fiziksel, kimyasal ve fizyolojik yöntemlerdir.

Mutasyon oranını belirlemek için (i) “100 M₂ bitkisi başına mutant sayısı”, (ii) “100 M₁ başağı başına mutasyonların sayısı” ve (iii) “100 M₁ bitkisi başına mutasyonların sayısı” kullanılmıştır. Mutasyon frekansı (m), M₂ populasyon büyüklüğüne karşı gözlenen gerçek mutant bitki sayısından tahminlenir. Mutasyon oranı (p), aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır. Formülde m, M₂ generasyonundaki mutasyon frekansı ve f, 0.2’lik bir sabit değerdir (Gaul 1964).

$$p=m/f$$

Gustafsson (1947), mutasyon frekansını iki şekilde tahminlemiştir. Bunlar: (i) M₂ aile temeline bağlı mutasyon frekansı=(Mutasyona uğrayan döl sayısı/M₂ döllерinin toplam sayısı) x 100 ve (ii) M₂ populasyon temeline dayandırılan mutasyon frekansı=(Mutasyona uğrayan bitki sayısı/M₂ bitkilerinin toplam sayısı) x 100 olarak verilmiştir.

Borojevic vd (1977), mutant spektrumuna genotip farklılığının, mutagenin tipinin ve dozunun, pileotropi ve linkage’in etkide bulunduğunu bildirmişlerdir. Mutasyon ıslahı ile ıslah edilebilecek bitki karakterleri; verim (Aastveit 1977), çiçeklenme, olgunlaşma zamanı ve bitki tipi ile büyüme habitusu (Kawai 1977a), adaptasyon (Sigurbjörnsson 1977b), sap kırılmasına ve yatmaya dayanıklılık (Scarascia-Mugnozza 1977), bakla ve meyvenin çatlamasına ve dane dökmesine dayanıklılık, düşük sıcaklık, kuraklık, yüksek sıcaklık, tuzluluk gibi streslere tolerans (Gottschalk 1977a,b), hastalık ve zararlılara dayanıklılık (Favret vd 1977) ve kalite (Rabson vd 1977) olarak verilmiştir.

M₁ ‘deki populasyon büyüklüğünün bitki türüne, birim alanda yetiştirilen bitki sayısına, genotipe ve ıslah amacına göre, istenen mutasyonun genetiği ve lokus sayısına, M₁ generasyonunun hasad yöntemine, gözlem prosedürlerine ve eldeki olanaklara göre belirleneceği rapor edilmiştir (Konzak ve Mikaelsen 1977). Mutagenler ile muamele edilen bir tipte istenen bir geni değiştirmek için çok sayıda M₂ bitkisi yetiştirmenin gerekli olduğu, bunun için 10.000 yada daha fazla M₂ bitkisinin gerekli olduğu bildirilmiştir (Briggs ve Knowles 1967). M₁ populasyon büyüklüğünü,

yani muamele edilecek tohum sayısını mutagenin etkinliği (birim doz başına mutasyon sayısı) ve etkenliği (kısırlığı yada diğer ters etkileri de getiren mutasyon sayısı) belirlemektedir. Bu sonuçların farklı bitki türleri için değişeceği beklenebilir. Hatta bir tür içinde, çeşitler mutagen uygulamalarına farklı bir şekilde respons gösterirler (Sigurbjörnsson 1983). Brock (1977), değişik mutantların açılma oranlarına ve homozigot mutantların meydana gelme olasılığına göre M_2 populasyon büyüklüğünü ve M_1 populasyon gereksinimini hesaplamıştır. Beş bin bitkilik M_1 generasyonunda % 50 letalite farzedilerek, 2.500 fertil yaşayan bitki M_2 generasyonunda test edilir. Döl başına 20 birey ile M_2 generasyonu, $20 \times 2.500 = 50.000$ bitki olarak hesaplanır. Düşük mutasyon frekansıyla, daha büyük populasyonlar gereklidir. Bununla beraber, ıslahcı elde edilebilir mutant sayısını sınamak için M_2 sayısını artırmak isteyebilir. Sigurbjörnsson (1983), bir mutagenin yüksek dozlarını yada konsantrasyonlarını kullanmanın ilk olumsuzluklarından birinin kısırlık olduğunu bildirmiştir. M_1 bitkilerinde oluşan kısırlık ise M_2 populasyon büyüklüğünü azaltmaktadır. Mutagenlerin neden olduğu kısırlık kromozom sapmalarına, gen mutasyonlarına, sitoplazmik mutasyonlara ve fizyolojik etkilere neden olmaktadır (Sigurbjörnsson 1983). Gaul (1965), M_1 generasyonundaki sterilitenin derecesi ile M_2 generasyonunda bulunan mutasyonların frekansı ve spektrumu arasında bir ilişki olmayabileceğini göstermiştir. M_1 generasyonunda meydana gelen zararın kantitatif olarak belirlenmesi mutagen muamelelerinin geniş çapta etkinliği üzerine bir kontrol olarak kullanılmaktadır (Constantin 1975).

Sigurbjörnsson (1983) tarafından bildirildiğine göre, mutasyonlar tek bir hücreyi indüklemektedirler ve mutantlar mutasyona uğramış bir hücrenin dölünde gözlenmektedirler. mutagenik uygulamalar tohum, sürgün, büyümekte olan bitki kısmı gibi çok hücreli organlara uygulandığı zaman her bir hücre mutasyona uğrayabilir. Mutant hücrelerin dölleri ve normal komşu hücrelerin dölleri farklı genotipe sahip dokuları meydana getirir. Genotiplerin bu karışımı “kimera” olarak adlandırılmaktadır (Erikson ve Lindgren 1977, Sigurbjörnsson 1983). Mutagen muamelelerinden sonra M_1 'den meydana gelen farklı genotipler bir kimera olabilir. Farklı genetik

kompozisyona sahip hücrelerden meydana gelen doku yada organlara sahip bitkiler kimerik olarak bilinirler ve mutasyona uğrayan parça genel anlamda bir sektör olarak anılır. M_1 bitkileri normalde kimeriktirler. Bu durum, M_1 bitkilerinin yetiştirilmesi süresince mutant ve mutant olmayan hücreler arasındaki kompozisyona bağlıdır. Bu kavram diplontik seleksiyon olarak bilinir ve onun oluşması M_2 generasyonunda gözlenen mutasyonların frekansını etkiler. Dominant mutasyonlar M_1 generasyonunda görülebilirler. Fakat sadece kimeraya ait sektörde mutasyona uğramış orjinal hücreden kaynaklanır (Sigurbjörnsson 1983). Erikson ve Lindgren (1977). M_1 kimeralarının; (i) istatistiksel zorluklar yaratarak döllerin sınırlı büyüklüğü, (ii) diplontik ve (iii) haplontik seleksiyon ve (iv) kendilenen bir ünite (çiçek) içindeki kimeraların bulunabilir mutasyon frekansını etkilediğini bildirmişlerdir.

Bu yüzyılın ilk yarısında etkili ıslah prosedürlerinin artmasıyla üç etkili evrim (evoluasyon) faktöründen ikisi, rekombinasyon ve seleksiyon kısmen kontrol edilmiştir. Yapılan çalışmalar gerçek birincil evoluasyon faktörünün ıslah için kullanılabilir mutasyonlar olduğunu göstermiştir. Mutasyonlar ile bitkiler genetik olarak modifiye olabilirler ve geleneksel ıslah yöntemlerine benzer yollarla ıslah edilebilirler. Günümüzde ıslah amacıyla meydana getirilen yapay mutasyonların kullanılabilirliği şüphe götürmez. Bu yöntem melezleme ıslahı ile karşılaştırılınca çok daha kısa olduğu ve ayrıca, mutasyon ıslahı ile henüz bilinmeyen özelliklerin ortaya çıkarılabileceği vurgulanmıştır (Gaul 1964). Kolay tanınabilir mutasyonların çoğunun letal olduğu yada yaşayabilirliklerinin azaldığı ve diploid bitkilerin çoğunda, klorofil eksikliği mutantlarının ki bunlar klorofil mutantları olarak adlandırılırlar sık meydana geldikleri bildirilmiştir (Gaul 1964). Meydana gelen yaşayan mutantların adlandırılması için Gaul (1964) aşağıdaki öneriyi ortaya atmıştır. (1) Makro yada büyük mutasyonlar, bunlar tek bitki üzerinde tanınabilir mutasyonlardır (i) transspesifik mutasyonlar; bu tür mutasyonların büyük çoğunluğunun letal olduğu yada fertilitenin azaldığı ve bunların melezleme ıslahında önemli olabileceği ve (ii) intra spesifik mutasyonlar; bunların şimdiye kadar ilgi odağı olan mutasyonlar olduğu bildirilmiştir. (2) Mikro yada küçük mutasyonlar ki bunlar tek bitki üzerinde güvenilir

şekilde belirlenemeyen mutasyonlar olduğu ve sadece bir grup bitkide belirlenebildikleri rapor edilmiştir. Bu tip mutasyonların iki sınıfa ayrıldığı; (i) açıkça belirlenenler, mutasyonların bu tipi istatistiki hesaplamalar ile belirlenebildiği ve (ii) gizli olan mutasyonların ise mutasyona uğramış olmalarına rağmen belirlenmelerinin zor olduğu bildirilmiştir (Gaul 1964).

Bazı makro mutasyonların ıslah için ümitvari oldukları ve çok nadir durumlarda anaç materyalden daha iyi verime sahip oldukları ancak, onların genellikle istenmeyen özellikler meydana getirdikleri bildirilmiştir. Diğer taraftan mikro mutasyonların makro mutasyonlara oranla ıslahçı için daha önemli oldukları vurgulanmıştır (Gaul 1964). Mutasyonların diploid organizmalardaki temelinin, resesif olduğu ve açılmalarının monohibrid bir açılma göstermediği, karakterlerin oluşumu üzerine çevre ve genotipin (bakground) etkide bulunduğu rapor edilmiştir. Bununla birlikte, başlangıçtaki allellerin tamamen dominant olmadığı bildirilmiştir (Gaul 1964).

Zakri vd (1982), “Etkinlik” teriminin konzak tarafından aşağıdaki gibi tanımlandığını beyan etmiştir. “Faktör mutasyonları/biyolojik zarar”ın oranı mutagenik etkinliktir. Düşük biyolojik zararlanma ile yüksek bir etkinlik ve yüksek mutasyon frekansı mutasyon ıslahı çalışmalarında amaçtır (Zakri vd 1982).

Kwon ve Oh (1983), tahıllarda klorofil eksikliği mutantlarının önemli agronomik özelliklerin mutasyon frekansı ile yakından ilişkili olabileceğini gözönüne almışlardır.

Herhangi bir ıslah programı üç adımı kapsar ki bunlar; genetik varyasyon yaratmak, istenen bitki tiplerini ve hastalıklara dayanıklılık kaynaklarını varyasyondan seçmek ve ticari üretim amacıyla seçilen hatların değerlendirilmesidir (Singh 1987). Ayrıca, Singh (1987), genetik varyasyonu artırmanın yollarını; ülke içinden yada ülke dışından açılan materyal getirmek ve introdüksiyon materyali sağlanmak, melezleme ve mutasyon ıslahı uygulamak olarak belirtmiştir.

Haq ve Singh (1994), M₂ açılma generasyonu gözlem sonuçlarına göre, mutagenik muamelelerin antraknoz hastalığına dayanıklılığı ve soğuğa toleransı ilerletmek için genetik varyabiliteyi artırdığını belirtmişlerdir.

2.2. Baklagillerde Mutasyon İslahı Uygulamaları

Kuzey Amerikada yapılan mutasyon ıslahı çalışmaları hastalıklara dayanıklılık sağlanması için yapılmıştır ve bir fasülye varyatesi 1956 yılında ticari üretim izni almıştır (Allard 1960). Ayrıca, indeterminant bir bezelye varyatesi olan “Michelite” 1941 yılında ışınlanmıştır. Mutantlardan biri 11 gün daha erkenci ve determinant olarak seçilmiştir. Bu mutanta antraknoz hastalığına dayanıklılık, geri melezleme yoluyla eklenmiştir. Sonuçta, “Sanilca” adıyla tescil ettirilen bu çeşit antraknoza dayanıklı, 6 gün daha erkenci, üstün verimli ve dik büyüme habitusuna sahip olduğundan dolayı kombine hasada uygun bulunmuştur (Allard 1960).

Hindistan’da, Patil (1977) tarafından iri daneli yerfıstığı tipi geliştirmek amacıyla yerfıstığına gamma ışınları muamele edilmiştir. Bombay’daki “Bhabha Atom Araştırma Merkezi”nde TG-1 (Trombay Groundnut-1) 75 kR’lık x-ışınları kullanılarak dane ağırlığı için seçilmiştir. Daha sonra TG-1 “Vikram” adıyla 1973 yılında tescil ettirilmiştir. Ayrıca, seçilen diğer mutantların yağ içeriklerini artırdıkları bulunmuştur.

Bir baklagil bitkisi olan *Psophocarpus tetragonolobus* (L.) DC.’da Khan ve Brock (1977) tarafından yapılan çalışmada, tohumlar 5-50 kR’lık gamma ışınlarına maruz bırakılmıştır. Sonuçta, 25 kR’a kadar fide boyunda bir azalma meydana gelirken, 25 kR’lık dozlardan sonra % 100 ölüm meydana gelmiştir.

Pakistan’da nohut bitkisi üzerine mutasyon ıslahı çalışmaları 1963 yılında Khan tarafından başlatılmıştır (Khan ve Shakoore 1977). Nohutta değişik bitki habitusuna sahip tipler, değişik yaprak tipine sahip ve değişik bakla büyüklüğüne sahip tipler, boğumda değişik çiçek sapı sayısı ve tohum sayısı tipleri muamele edilmiş popülasyonlardan seçmiştir. Bu mutantların çoğunluğu, monogenik resesif kalıtım

göstermiştir. Bazı basit ince-bileşik yaprakcıklı mutant hatlar, çiçek sapında iki bakla meydana getiren hatlar ile melezlenmişlerdir. Bu melezlemeden yapılan seleksiyonlar, bol miktarda çiçek oluştururken tohum verimi azalmış ve hayal kırıklığı yaratmışlardır. Bununla beraber, dik gelişme gösteren bir mutant hat iki baklalı bir mutant ile melezlenmiştir. Bu melezlemeden seçilen bazı hatlar, bazı ticari varyetelerden daha verimli bulunmuşlardır. Bu hatların biri çiçek sapında üç bakla meydana getirmektedir (Khan ve Shakoor 1977). Aynı araştırmacılar 1971 yılında bir fasülye türünde yaptıkları mutasyon ıslahı çalışmasında ticari bir varyeteden 15 gün daha erkenci bir mutant bulmuşlardır.

Bangladeş'te mercimek, nohut, börülce üzerine mutasyon ıslahı çalışmaları Shaikh ve onun çalışma arkadaşları tarafından 1972'de Mymensingh'de Nükleer Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nün de başlatılmıştır. Nohut ve mercimekte bazı yüksek verimli mutantlar seçilmiştir. Bu mutantlardan çoğunluğun anaç materyalden daha düşük protein içeriğine sahip oldukları görülmüştür (Shaikh 1977).

Hindistan'da (Ramanujam 1977), Sri Lanka'da (Vignarajah 1977), Filipinler'de (Lantican 1977), Papua Yeni Gine'de (Khan 1977), Singapur'da (Chow 1977) ve Burma'da (Haq 1977) mutasyon ıslahı çalışmalarını ülkelerinde ekonomik öneme sahip yemeklik dane baklagillerle üzerinde yapmışlardır.

Nalampang (1977), mutasyon ıslahı çalışmaları ile Tayland'da kapsül çatlatmayan bir mutant soya seçildiğini ve bunun bir Japon introduksiyon materyalinden daha verimli olduğunu rapor etmiştir.

Park (1977) tarafından bildirildiğine göre, Tayvan'daki mutasyon ıslahı çalışmaları 1972'de Cheng tarafından x-ışınları ve nötronlar ile muamele sonucu başlatılmıştır. Tsou ve Park bir fasülye türü olan *Vigna mungo*'da 15 varyeteye gamma ışınları uygulamışlardır. M₁ generasyonunda yaklaşık % 33 protein içeren (normalde protein içeriği % 24±4) mutantlar belirlemişlerdir.

Avusturalya’da, yapılan mutasyon ıslahı çalışmalarında soyada, soya pasına (*Phakospora pachyrhizi*) dayanıklılık sağlanamamıştır. Bununla beraber, Lupinlerde Gladstones tarafından yürütülen yapay ve spontan mutasyonlar üzerindeki ıslah çalışmaları sonucu, *Lupinus angustifolium* ve *L. digitatus*’da her biri resesif tek gen tarafından kontrol edilen ve her bir türde kapsül çatlatması azalan mutantlar ve her iki türde de tamamen kapsül çatlatmayan çift resesif homozigot mutantlar seçilmiştir. *L. digitatus*’da düşük alkaloidli ve *L. angustifolium*’da dominant bir gen tarafından determine edilen sıfır vernalizasyon gereksinimi olan mutant belirlenmiştir. Ayrıca, doğal olarak meydana gelen (spontan mutant) ve 2-5 hafta daha erkenci bir mutant belirlenmiştir (Byth 1977).

Snoad (1977) tarafından İngiltere’de bezelyede üç mutant arasında yapılan bir melezleme ıslahı çalışmasında, yarı-yapraklı ve yapraksız tipler seçilmiştir. Bunlarla yapılan verim denemeleri sonucunda, bunların hali hazırdaki konvensiyonel çeşitlerden daha verimli oldukları belirlenmiştir. Ve bu çalışma şeklinin diğer baklagillerde de başarılı bir şekilde uygulanabileceği işaret edilmiştir.

Auckland (1977)’a göre, ICRISAT’ta (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics) nohut üzerinde çok az yoğunlukta çalışma yapıldığını, doğal genetik varyabilitenin geniş olduğunu ve kültürü yapılan nohutlarda (*Cicer arietinum*) henüz yeterli çalışma yapılamadığını belirtmiştir. Yabani türlerden *Cicer reticulatum*’un hastalıklara dayanıklılık kaynağı taşıdığını bildirmiştir. Ayrıca, Auckland (1977) ICRISAT’ta doğal varyabilitenin tamamiyle araştırılmasına ve kullanılmasına dek, doğal varyabilitenin başarı sağlayamayacağı tahminlenen durumlarda yapay mutasyonların kendilerine genetik ilerleme için bir araç olarak önemli olabileceğini belirtmiştir. Bununla beraber, (i) Antraknoz (*Ascochyta rabiei*) hastalığına ve solgunluğa (*Fusarium sp.*) kompleks doğal dayanıklılık bulunamazsa, (ii) özel bölgeler için erken olgunlaşan çeşitler üretmek için, (iii) gün uzunluğu yada sıcaklığa duyarsız üretim için, (iv) dik gelişen bitkiler üretmek için, (v) boğum arasını

kısaltmak için ve (vi) adapte olmuş bir genotipte boğum başına bir bakladan daha çok bakla üretmek için mutasyon ıslahının önemli olacağına dikkat çekmiştir.

Jaranowski ve Broda (1978) kırmızı üçgülde (*Trifolium pratense* L.) normal üçlü yapraklıklardan farklı 4-5-6 ve 7 yapraklıklılı mutantlar izole etmişlerdir.

Bir fasülye türü olan *Vigna radiata* (L.) Witczek ve *Vigna mungo* (L.) Hepper'in iki soyu ^{60}Co gamma ışınlarının 50-90 kR'lık dozlarıyla ışınlanmışlardır. İlk türde en çok mutant tip (mutasyon spektrumu) 50 kR'lık dozda bulunurken, en yüksek mutasyon frekansı 90 kR'lık ışınlama dozunda saptanmıştır. Diğer taraftan, ikinci türdeyse en yüksek mutasyon frekansı B-10 varyetesinde 90 kR'lık dozda belirlenirken, en çok mutant tip ise 60 kR'lık dozda bulunmuştur. B-23 varyetesinde, 50 kR'lık dozda en çok mutant bulunurken, 70 kR'lık dozda en yüksek mutasyon frekansı saptanmıştır (Shaikh vd 1982a).

Hussein (1982) tarafından rapor edildiğine göre, "Giza-80" fasülyesi (*Ph. vulgaris*) Mısır'da Fransız orijinli "Fin de Villeuve" fasülyesine 10 kR'lık gamma ışını uygulamasından sonra elde edilmiştir. Aynı araştırmacı baklada (*Vicia faba*) yaptığı çalışmada "Giza-2" yerel varyetesinin tohumlarına 10 ve 20 kR gamma ışını; pH=7'de, % 0.05, 0.10, ve 0.15 EMS (Etil Metan Sülfanat); pH=3.5'de, 1×10^{-3} M, 2×10^{-3} M ve 3×10^{-3} M NaN_3 (Sodyum Azayd) ve 0.5×10^{-3} , 0.75×10^{-3} ve 1×10^{-3} M NMU (Nitrit Metil Üre) uygulamıştır. M_1 generasyonunda, kontrolün çimlenmesi % 80'den fazla, muamele edilen materyalin çimlenmesi % 60-70 arasında, kimyasal mutagenler ile muamele edilen materyalin çimlenmesi konsantrasyonlara bağlı olarak % 40-50, NMU muamelelerinden elde edilen sonuçlara göre tüm M_1 bitkilerinin yaşama gücüne sahip olmalarına rağmen hemen hemen tüm bitkilerin kısır oldukları görülmüştür. M_2 generasyonunda mutagenle muamele edilen tüm materyalde klorofil mutantları görülmesi, araştırmacı tarafından mutagenik muamele uygulamalarının etkinliği için iyi bir kriter olarak gözönüne alınmıştır. Bu çalışma sonucunda, M_2 generasyonunda *Orobanche* parazitine dayanıklı, erkenci ve geç çiçeklenen mutantlar belirlenmiştir.

Güvercin bezelyesinin (*Cajanus cajan* L. Millsp.) 150 günde olgunlaşan Hy-2 varyetesinin kuru tohumlarına 15, 20, 25, 30, 35 ve 40 kR gamma ışınları muamelesi Bala Ravi (1982) tarafından uygulanmıştır. M_2 generasyonu sıraya bitki dölü olarak ekilmiştir. M_1 generasyonunda çimlenme yüzdesi, uygulanan dozlar arttıkça azalmıştır. Yaşayan bitki sayısı, 20 kR'lık muamele dozunda konrolden ve 15 kR'lık muamele dozundan daha yüksek saptanmıştır. Bu ters ilişkinin solgunluktan kaynaklanabileceği işaret edilmiştir. Ayrıca, M_1 generasyonunda 100 bitki başına klorofil eksikliği mutantları, 15 kR'lık dozdan 25 kR'lık doza doğru artmış ve 25 kR'lık dozda en yüksek değere ulaşarak 35 kR'lık doza doğru yeniden azalmıştır. Bahsedilen ölçümler M_2 generasyonunda fidelerde belirlenmiştir. Sonuçta, 100 bitki başına klorofil eksikliği mutantları sayısı 30 kR'lık dozda en yüksek değere ulaşmıştır. M_2 generasyonunda, konrolden daha verimli (tek bitki bazında), baklada tohum sayısı ve dal sayısı artmış, çok erkenci ve geç çiçeklenen mutantlar belirlenmiştir. M_3 generasyonunda, biyolojik verim, 100-dane ağırlığı ve hasat indeksi bakımından muamele edilmemiş materyalden daha üstün mutantlar saptanmıştır.

Patil vd (1982), yerfistüğüne x-ve gamma ışınları ve EMS uygulayarak TG-1, 3, 14, 16, 17 ve 19 numaralı mutantları seçmişlerdir. Bunlardan TG-17 ve TG-3 kontrolleriyle beraber 1978-80 yılları arasında üç ayrı yerde iki dönem verim denemelerine alınmışlardır. Sonuçta, mutantların muamele edilmemiş kontrollardan 1978-79 Rabi dönemi dışında daha verimli oldukları saptanmıştır. Bu mutantlardan bazıları eksik özelliklerini geliştirmek için melezleme ıslahına alınmışlardır. Bu melezlerden bazıları üzerinde çalışılan özellikler bakımından geliştirilmişlerdir.

Hindistan'da, Sharma ve Kharkwal (1982) tarafından sürdürülen çalışmalar sonucunda; nohutta seçilen bazı mutantların kontrollerden hasat indeksi haricinde ölçülen diğer özelliklerde (biyolojik verim, hasat indeksi, bitkide bakla sayısı, baklada dane sayısı, bitkide tohum sayısı, 100-dane ağırlığı, dane verimi ve protein yüzdesi) artış sağladığı saptanmıştır. Daha sonra, seçilen 6 mutant (BG-401, BG-402, BG-403, BG-404, BG-405 VE BG-406) hat dört bölgede en iyi kontrol ile karşılaştırmalı olarak

Börölcede, r 16, r 37 ve V 38 mutantları C-152 kontrolünden daha ıyı performans göstermişlerdir.

Endenozya'da, yayla koşullarında yüksek verim kapasitesine sahip mutantlar bulmak için Baradjannegara ve Umar (1982) tarafından çalışmalar yürütölmüşdür. Çalışmada “Orba” varyetesinin tohumlarına hızlı nötronlar, gamma ışınları, EMS, (Etil metean sülfanat) ve NaN₃ (Sodyum azayd) uygulanmıştır. Yayla koşullarında, seçilen 17 mutant hat kontrol ile karşılaştırmak amacıyla yetiştirilmiştir. Kontrolden daha uzun ve kısa, daha erkenci ve geç çiçeklenen mutantların yanısıra verimli ve 100-dane ağırlığı artmış mutantlar belirlenmiştir.

Henhratno vd (1982), “Obra” soya varyetesinin tohumlarına EMS, NaN₃ ve hızlı nötronlar ile muamelede bulunmuşlardır. M₂ generasyonunda gözlenen klorofil mutantları yüzdesi EMS dozu arttıkca artmıştır. Bununla beraber, NaN₃ uygulamasında klorofil mutanrı görülmezken, hızlı nötron uygulamasında düşük dozda klorofil yüzdesi diğerk kimyasallara oranla daha yüksek oranda bulunmuştur.

Ashri (1982)'ye göre, İsrail'de kimyasal mutagenlerin gamma ışınları kadar yoğunlukta kullanıldığı bildirilmiştir.

Kyunggi #5 ve M-317 *Vigna mungo* fasülye varyetelerine x-ışınlarının 30 ve 40 kR'lık dozlarıyla muamelede bulunmuşlardır. M_2 generasyonunda bitkide bakla sayısı M-317 varyetesinde, 5 ile 45 ve kontrolde 4 ile 29 arasında ve Kyunggi #5 varyetesinde, 5 ile 94 arasında ve kontrolde 13 ile 56 arasında değişmiştir. M_3 generasyonunda seçilen yüksek verimli hatlar kontrollerden daha üstün performans göstermişlerdir. Aynı generasyonda, 1000-dane ağırlığı, bitki boyu ve bitkide bakla sayısı bakımından üstün mutantlar saptanmıştır (Kwon vd 1982).

Zakri vd (1982), Palmetto soya varyatesine EMS muamelesi yapmışlardır. M_1 generasyonunda, yüzde klorofil mutasyonları frekansı ön ıslatma saati arttıkça, artmıştır. Diğer taraftan, ön ıslatma saati arttıkça çimlenme yüzdesi, fide boyu ve fertilitite artmıştır.

Nicaragua 209-480 fasülye (*Ph. vulgaris*) varyetesine 393.5 rads/sec. oranında gamma ışınları uygulanmıştır. Çimlenme yüzdesi, fide boyu, hipokotil ve epicotil uzunluğu, ilk yaprak alanı ortalaması, yeşil ve kuru ağırlık ortalaması uygulanan ıslama dozuna bağlı olarak azalmıştır (Cheah ve Lim 1982).

Rajput ve Siddiqui (1982), Loppa, T-15 ve Columbus soya varyetelerinin homozigot tohumlarına 10, 15, 20 ve 25 kR gamma ışıını ve % 0.25, 0.5 ve 0.75 EMS uygulamışlardır. Laboratuvarında ve tarlada çimlenme yüzdesi, epikotil ve hipokotil uzunluğu, yeşil ve kuru ağırlık ve fide boyyu, uygulanan doz arttıkça azalmıştır.

Warszawska, Ajma, soy "R", Acme ve Chippewa 64 soya varyeteleri ^{60}Co gamma ışınlarıyla 4, 10, 13, 16 ve 19 kR'lık dozlar ile muamele edilmişlerdir. Bahsedilen varyeteler bir yıl sonra bir kimyasal mutagen olan NMU'nin (Nitro Metil Üre) 1 ve 2 mM'lik dozlarıyla da muamele edilmişlerdir (Szyrmer ve Boros 1982). M_2 generasyonunda, 52 mutant hat seçilmiştir. Bu mutant hatların bazıları anaçlardan daha üstün bulunmuştur.

Sri Lanka’da, Pathirana (1982) tarafından yerfistüğında yürütölen bir mutasyon ıslahı çalışmasında, M₁ generasyonunda çimlenme ve yaşama yüzdesi, uygulanan gamma ışınları dozuna bağılı olarak azalmıştır. M₂ bulk populasyonlarında, uygulanan doz arttıkça, baklada tohum sayısı azalırken bitkide bakla sayısı, 100-dane ağırlığı ve tohum ağırlığı farklılık göstermiştir.

Na Lampang ve Jan-On (1982) yaptıkları çalışmalarında, *Vigna radiata* ve *V. mungo* fasülye türlerinin U-Thong 1 ve U-Thong 2 varyetelerini 30, 60 90 ve 120 kR’lık gamma ışınlarına maruz bırakmışlardır. Laboratuvar çalışmalarında, çimlenme yüzdesi fide boyu uygulanan dozun arttığı oranda, azalma meydana gelmiştir. Tarla çalışmalarında da benzeri sonuçlar belirlenmiştir.

Soyada pas (*Phakopsora pachyrhizi* Syd.) hastalığına dayanıklılık için Smutkupt vd (1982) tarafından başlatılan mutasyon ıslahı çalışmasında, bazı mutantlar dayanıklılık kaynağı olarak seçilmişlerdir.

Yüksek verimli ve protein içeriğı fazla olan M-669 nohut mutanı 20 kR gamma ışını uygulanan Faridpur-1 varyetesinden varyetesinden seçilmiştir (Shaikh vd 1982b).

Kwon ve Oh (1983) *Vigna radiata*’da yaptıkları çalışmada, x-ışınlarının 30 ve 40 kR’lık muamele dozlarını kullanmışlardır. M₂ generasyonunda toplam 218 bitki seçmişlerdir. Bu mutantların 52’si yüksek verim potansiyeli, 116’sı indehiscent (bakla çatlatmayan), 27’si yaprak lekesi (*Cercospora leaf spot*)’ne dayanıklı, 4’ü erkenci, 4’ü güçlü büyüme gücüne sahip, 11’i uzun boylu, 2’si kısa baklalı ve 2’si cüce olmak üzere seçilmişlerdir.

Vigna radiata’da M₃ generasyonunda verim, bitki boyu, 1000-dane ağırlığı ve bitki boyu için kontrolden daha üstün mutantlar seçilmiştir. *V. mungo*’da ise M₄ ‘de

dane verimi, 1000-dane ağırlığı ve bitki boyu için daha iyi mutantlar seçilmiştir (Nalampang vd 1983).

Malezya’da, Cheah (1983) tarafından fasülyede (*Phaseolus vulgaris*) yapılan çalışmada, M₂ generasyonunda erkenci, yüksek verimli, uzun baklalı, uzun boğum aralığına sahip ve çalimsı tipte mutantlar belirlenmiştir.

Fadl (1983), fasülyenin (*Phaseolus vulgaris*) Giza 3 ve Giza 4 varyetelerine ve bezelyenin (*Pisum sativum*) Marvel ve Lincoln varyetelerine 8, 10 ve 12 kR’lık gamma ışınları muamelesinde bulunmuştur. M₂ generasyonunda, uygulanan doza bağlı olarak bitki sayısında azalma olduğu gözlenmiştir.

Bangladeş’te, Shaikh vd (1983a) nohutta yürüttükleri mutasyon ıslahı çalışmalarında, M₂ generasyonunda erkencilik, dallanma özelliğinde, dik, baklada dane sayısı ve hastalıklara dayanıklılık temelinde 34 istenen özellikte mutant seçmişlerdir. Seçilen bitkiler M₃ generasyonunda, bitki-döl sıraları halinde yetiştirilmiştir. M₄ generasyonunda, yüksek verim için seleksiyon yapılmıştır. Yüksek verim için seçilen 10 mutant ve Hyprosola (yüksek protein içeren bir mutant) anaç çeşit Faridpur-1 ve diğer yüksek verimli materyalden daha üstün verim sağlamışlardır.

Haq vd (1983), C727 ve 6153 varyetelerinin tohumlarını 20 ve 25 kR’lık gamma ışınları ile muamele etmişlerdir. M₁ generasyonu tek bitki olarak ayrı ayrı hasat edilmiştir. M₂ bitkileri sıraya bitki dölü olarak yetiştirilmişlerdir. M₂ generasyonunda doğal epidemik haldeki antraknoz hastalığı doğal seleksiyon ile 1070 bitkiyi bırakmıştır. M₃ generasyonunda 997 tek bitki seleksiyonu yapılmıştır. Sonuçta 137 varyetelik bir set farklı lokasyonlarda antraknoza dayanıklılığın belirlenmesi için dağıtılmış ve CM 68, CM 72 CM 359, CM 84/79, CM 88/79 ve CM 113/79 antraknoza dayanıklı olarak belirlenmişlerdir. Daha sonra, nohutta antraknoz hastalığına dayanıklı olarak seçtikleri yüksek verimli CM 72 hattını melezleme

programında kullanmışlardır. Sonuçlara göre, CM 72 mutant varyetesindeki dayanıklılığın dominant tek bir gen ile kontrol edildiği belirlenmiştir.

Sharma ve Kharwal (1983) Hindistanda yaptıkları çalışmada, bezelye ve mercimek tohumlarına EMS ve NEH (N-Nitro Etil Üre) kullanarak muamele etmişlerdir. Mutagen muamelelerinden sonra yıkama yapıldığı takdirde çimlenme, fertilite ve yaşayan bitki sayısının arttığı fakat mutasyon oranının azaldığı gözlenmiştir. Mercimekte seçilen mutantlar ile kontrolleri kıyaslamalı verim denemelerine alınmıştır. Bu mutantlardan SKL 259, HR 73-76 kontrolleri verim yönünden geride bırakmışlardır. Börülcede V 16 ve V 37 mutantları kontrolden daha üstün bulunmuşlardır. Bir başka denemede, V 26, V 59, V 87, V 240 ve V 317 börülce mutantları standarttan daha yüksek verim vermişlerdir. Nohutta seçilen dört mutant, 3 farklı bölgede en iyi standart ile karşılaştırmalı olarak denemeye alınmışlardır. Mutantların standarttan daha iyi performans sergiledikleri saptanmıştır. Kabuli nohut tipinin M₉ generasyonunda seçilen MK 41, MK 45, MK49 ve MK 167 mutant hatları L 550 standart çeşitten daha üstün verim vermişlerdir. Desi nohu tipinin M₃ generasyonunda seçilen MJ 9, MJ 11, MJ 27, MJ 30 ve MJ 47 hatları iki lokasyon ortalaması üzerinden en iyi kontrol C 235 ile karşılaştırıldıkları zaman daha iyi performans sergilemişlerdir. Bir başka çalışmada, desi nohut tipinin M₄ generasyonunda seçilen MD 1, MG 6, MA 20, MB 41, MB 43 ve MB 45 hatları üç lokasyon ortalaması üzerinden en iyi kontrol C 235 ile karşılaştırıldıkları zaman daha üstün oldukları tesbit edilmiştir (Sharma ve Kharwal 1983).

Shaikh vd (1983b) *Vigna radiata*'nın MB-55, *V. mungo*'nun B-10, *Cicer arietinum*'un bir mutant olan Hyprosola, *Lens culinaris*'in L-5 varyetelerine uygun çalışma dozunu belirlemek amacıyla kimyasal mutagenlerden NaN₃ ile muamele etmiştir. Mutagen konsantrasyonu arttığı oranda çimlenme yüzdesi, sürgün uzunluğu ve kök uzunluğu azalmıştır. Tarla koşullarında çimlenme yüzdesi, ekimden bir ay sonraki yaşayan bitki yüzdesi, hasattaki bitki boyu dozlar arttıkça azalmıştır.

Onim (1983), fasülye (*Phaseolus vulgaris*) bitkisine 0'dan 28 kR'a kadar değişen miktarlarda gamma ışınları uygulamıştır. M₂ generasyonunda, fasülye antraknozu (*Colletotrichum lindemuthianum*) yaprak lekesi (*Phaeisaviopsis griseola*) ve pas'a (*Uromyces appendiculatus*) dayanıklı ve yüksek verimli olarak seçilen 18 mutant M₃ generasyonuna taşınmıştır. M₄ generasyonunda, 109 ve DN 190 antraknoza, 109 yaprak lekesine, 109 ve 391 halkalı yanıklığa ve hatların geneli pasa dayanıklı olarak seçilmişlerdir. DN 190 mutant hattı tüm hastalıklara kombine dayanıklılık göstermiştir.

Bala Ravi (1983) tarafından bildirilğine göre, güvercin bezelyesinin (*Cajanus cajan*) Hy-2 varyetesine 30 kR'lık uygulanan gamma ışınları sonucu (dişi-kısır) female-kısır yarı cüce bir mutant belirlenmiştir. Bu mutantın tamamen kısır olmadığı kısmen erkek-kısır (male-kısır) olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, NaN₃'ün 0.001 ve 0.002 M konsantrasyonuyla muamele ettikleri tohumlardan, 1146 M₁ dölü M₂ generasyonunda değerlendirilmiştir. M₁ ve M₂'de, klorofil mutasyonları yüzdesi uygulanan doza bağlı olarak artmıştır. M₃'de seçilen mutantların tek bitki verimleri kontrolden hem az hemde fazla bulunmuştur. Bununla beraber M₄ generasyonunda M₃'lerin döller, kontrolden daha düşük verim sergilemişlerdir. Aynı bulgular M₃ generasyonunda seçilen aileler içinde saptanmıştır.

Börülce bitkisinde (*Vigna unguiculata* (L.) Walp. afidlere (*Aphis craccivora* (Koch) ve bakla delene (*Maruca testulalis* (Geyer) mutasyon ıslahı yoluyla dayanıklı mutantlar geliştirmenin yolu Pathak (1983) tarafından anlatılmıştır.

Acquaah ve Klu (1983) *Psophocarpus tetragonolobus* (L.) DC ve *Vigna unguiculata* (L.) Walp bitkilerinin tohumlarını gamma ışınlarıyla muamele etmişlerdir. Uygulanan radyasyon dozuna bağlı olarak çıkan bitki sayısı, fide boyu, yaşayan fide sayısı, hasat dönemindeki yaşayan bitki sayısı, bakla ve bitki fertilitesi azalmıştır. *Psophocarpus tetragonolobus*'un M₂ generasyonunda, tek saplı dik gelişen, çok dallı

çalımsı, büyük baklalı, dar uzun ve renkli daneli mutantlar izole edilmiştir. Börülcede dik bir mutant belirlenmiştir.

Kwangkyo ve Kangrim soya varyetelerinin her biri için 1.500 adet tohuma 15 ve 25 kR'lık gamma ışınları muamele edilmiştir. M_2 ve M_3 generasyonundan 430 hat seçilmiştir. Bu mutantlardan 5 tanesi M_5 generasyonunda soya nekrotik virüsüne dayanıklı ve aynı zamanda, kontrolden daha üstün verimli olarak seçilmişlerdir. Aynı araştırmacının soyada 30 kR'lık gamma ışınları ile muamele edilen fidelerinde klorofil mutasyonlarının frekansı xantha, chlorina, chlorotica ve maculata için sırasıyla M_1 ve M_2 generasyonunda; % 0.51 ve 0.10; % 1.15 ve 0.16, % 5.05 ve 0.72; % 4.73 ve 0.85 olarak bulunmuştur (Oh 1983).

Soya bitkisinin Palmetto ve Acadian varyetelerine EMS ve gamma ile muamele edilmiştir. Gaul (1964) tarafından önerilen eşitliğe göre mutant frekansı ve mutasyon oranı saptanmıştır. Buna göre, mutant frekansı (m) erkencilik için 1.3×10^{-3} , geç çiçeklenenler için 5.4×10^{-3} ve devsi mutantlar için 1.5×10^{-5} olarak hesaplanmıştır. Mutasyon oranı (μ), erkencilik için 6.3×10^{-3} geç çiçeklenenler için 2.7×10^{-2} ve devsi mutantlar için 7.3×10^{-5} olarak belirlenmiştir (Zakri vd 1983). M_4 generasyonunda seçilen 20 üstün mutant kontrolden daha iyi verim sağlamıştır.

Baradjanegara (1983) tarafından bildirildiğine göre, soya tohumları hızlı nötron, gamma ışınları, EMS ve NaN_3 ile muamele yapıldığı zaman M_1 'deki bitki sayısı NaN_3 dışındaki mutagenlerde muamele dozuna bağlı olarak azalma meydana gelmektedir. M_2 generasyonundaki mutant sayısı ve yüzde klorofil mutantları yüzdesi uygulama dozuyla beraber azalmıştır. M_2 generasyonunda bir dev bitki bulunduğu bildirilmiştir. Ayrıca, M_4 ve M_5 generasyonlarında seçilen iki verim tipi mutantın dört bölgede yapılan verim denemeleri sonucunda, standarttan iyi performans sergilediği bulunmuştur.

Hendratno vd (1983) daha fazla nitrojen fiksasyonunu hedefledikleri çalışmalarında, soya bitkisinin M₃ ve M₄ döl hatlarında toprağa azot bağlama bakımından varyasyonlar bulmuşlardır.

Rajput ve Siddiqui (1983), üç soya varyetesinin tohumlarını 10, 15, 20 ve 25 kR'lık gamma ışınları ve % 0.025, 0.5, ve 0.75 EMS ile muamele etmişlerdir. M₂ generasyonunda erkenci, kısa boylu, bakla çatlatmayan, iyi görünüşlü, uzun baklalı ve yüksek verimli mutantlar seçilmiştir. İstenen özellikleri taşıyan mutantların frekansı çeşitten çeşide değişmiştir.

Smutkumpt vd (1983) soya bitkisinde gamma ışınları muamelesi yapmışlardır. Çalışmalarının sonucunda, küllemeye tolerant mutantlar elde edilmiştir. Çalışmalarındaki başarıyı; (i) iyi bir anaç seçmelerine, (ii) M₂ generasyonunda bulk tohumlardan M₂ tek bitkilerinin seleksiyonunun daha başarılı olmasına ve (iii) pasa dayanıklılık için uygun bir yer seçmelerine dayandırmışlardır.

Asian Vegetable Research and Development Center'de (AVRCD), soya (*Glycine max* (L.) Merr. ve bir fasülye türü olan *Vigna radiata* (L.) Wilczek. bitkilerinin sırasıyla 9.524 ve 5.105 koleksiyonu olduğu bildirilmiştir (Shanmugasundaram ve Ahn 1983). Bu koleksiyonda çok geniş bir genetik varyasyon olmasına rağmen istenen özelliklerde soya pasına ve *Vigna radiata*'da zararlı böceklerle dayanıklı hat sayısının nadir olduğu rapor edilmiştir. M₄ generasyonunda 119 hat arasından 16 hat seçilmiştir ve bu 16 hattın da 40 bitki seçilmiştir. Bunlardan da iki soya pasına dayanıklı birey seçilmiştir.

Yerfistiğinde yapılan bir çalışmada (Pathirana ve Wijewickrama 1983), Vietnam varyetesinin M₂ bulk popülasyonunda gamma radyasyonun etkisi, muamele dozundan bağımsız olarak bakla sayısında, baklada dane sayısında, 100-dane ağırlığında ve tek bitki veriminde farklılıklar saptanmıştır. Seçilen mutantlardan bazıları

anaçları ile karşılaştırılınca; bakla sayısı, baklada dane sayısı, 100-dane ağırlığı ve bakla verimi bakımından üstünlük göstermiştir.

Mouli vd (1983), Hindistan'daki "Bhabha Atom Enerjisi Merkezi"nde yerfistiği üzerinde mutasyon ıslahı çalışmalarının 1958 yılında başladığını ve LV-5-10 varyetesine uygulanan 20 kR'lık gamma ışınları sonucu M_2 generasyonunda Devsi yapıda özelliğe sahip mutantlar seçilerek, M_3 generasyonunda konfirme edilmiştir. TG-17 varyetesine 60 kR'lık gamma ışınları muamelesi uygulamışlardır. M_2 generasyonunda, sapın üst boğumlarında dal sayısı artmış mutant bireyin doğruluğu M_3 'de saptanmıştır.

Pakistan'da, antraknoz (*Ascochyta rabiei*) hastalığına dayanıklı varyete geliştirmek amacıyla antraknoza hassas yüksek verimli varyetelere her yıl mutagenler ile muamele edilmiştir. M_1 bitkileri ayrı ayrı hasat edilmişlerdir. M_2 generasyonu sıraya bitki dölü olarak yetiştirilmişlerdir. Seçilen mutantlar M_4 ve M_5 generasyonlarında değerlendirilmişlerdir. Sonuçta, 6153 varyetesinden M_3 generasyonunda, CM 68 ve CM 72 mutantları yüksek verimli ve antraknoza dayanıklı olarak seçilmişlerdir (Haq vd 1986).

Singh (1987), nohutta ilk mutasyon ıslahı çalışmalarının Hindistan'da başlatıldığını bildirmiştir. Singh (1987), nohutta mutasyon ıslahı ile ilgili çalışmalar yapan dikkate değer ıslahçıları: Pakistan'dan M.A. Haq, Hindistan'dan M.C. Kharkwal ve Bangladeş'ten M.A.Q. Shaikh olarak vermiştir. Bu araştırmacılar sırasıyla CM 72, Pusa-408 ve Pusa-413 ve Hyprosola ticari çeşitlerini tescil ettirmişlerdir.

Micke (1988) yapay mutasyonlar kullanarak ıslah edilen yemeklik dane baklagillerin listesini vermiştir (Çizelge 2.1). Bu amaçla 53 çeşit gamma ışınları, 24 çeşit X-ışınları, 3 çeşit hızlı nötronlar, 3 çeşit thermal nötronlar ve 1 çeşit bata ışınları kullanılarak geliştirilmiştir. Kimyasal mutagenlerden etil metan sülfanat ile 4, etil aminle 4, dimetil sülfanat ile 4, dietil sülfanat ile 1 ve metil metan sülfanat ile 1 çeşit geliştirilmiştir.

Nohutta geliştirilen varyeteler: (i) Hyprosola (M-699); 1981 yılında Baglades'te M.A. Shaikh tarafından tescil ettirilmiştir. Faridpur-1 varyetesine 1971 yılında 20 kR gamma ışını uygulanarak 10 gün daha erkenci, daha fazla baklalı, yüksek hasat indeksli ve % 19 daha verimli bir mutant olan hyprosola elde edilmiştir. (ii) CM 72; 1983 yılında Pakistan'da M.A. Haq vd tarafından tescil ettirilmiştir. 6153 varyetesine 1974 yılında 15 kR gamma ışınları uygulanarak nohut antraknozuna dayanıklı ve yüksek verimli olarak CM 72 elde edilmiştir. (iii) Kiran (RSG 2); 1984 yılında Hindistan'da C.P. Bhatnagar vd tarafından tescil ettirilmiştir. RS-10 varyetesine hızlı nötronlar (4.5×10^{12} n/cm²) uygulanarak bitkide bakla sayısı artırılmış, dik gelişme gösteren, erkenci, tuzluluğu toleranslı ve yüksek verimli olarak seçilmiştir. (iv) Pusa-408 (Ajay), (v) Pusa-413; Hindistan'da 1985 yılında M.C. Kharkwal ve H.K. Jain tarafından G-130 varyetesine 60 kR gamma ışınları muamelesi yapılarak geliştirilmiştir. Bu mutantlar yüksek verimli, antraknoza dayanıklı ve yarı dik olarak seçilmişlerdir. Pusa-417 (Girnar); aynı araştırmacılar tarafından Hindistan'da 1985 yılında tescil ettirilmiştir. BG 203 varyetesine 1977 yılında 60 kR gamma ışınları muamele edilerek yüksek verimli, kısa boylu, yarı-dik, solmaya dayanıklı, olarak seçilmiştir.

Çizelge 2.1. Yemeklik dane baklagillerde yıllara göre geliştirilen mutantların sayısı

Yıllar	1952'den önce	1952- 1956	1957- 1961	1962- 1966	1967- 1971	1972- 1976	1977- 1981	1982- 1986	Toplam
Doğrudan	1	1	1	4	11	9	18	26	71
Melezlemeyle	0	1	2	1	2	4	7	12	29
Toplam	1	2	3	5	13	13	25	38	100

Wang (1990), Çin'de 1956 yılından 1989 yılına kadar 325 mutant çeşit tescil ettirildiğini ve bunların 28'inin baklagil olduğunu bildirmiştir. Bhatia (1990), mutasyon ıslahı çalışmalarının Hindistan'da 1930'lu yıllarda başladığını ve 205 çeşit tescil edildiğini, bunların 31'inin baklagil olduğunu bildirmiştir. Japonya'da mutasyon ıslahı

alışmalarının 1930'larda başladığı ve 1989 yılına kadar 54 direk mutantın tescil edildiği bildirilmiştir (Kawai 1990). Bhatnagar (1990), kabuli tip nohutun M₂ generasyonunda kontrollardan daha büyük varyans ve varyabilite katsayısı olduğunu rapor etmiştir. Türkiye'de, zbek vd (1990) soya bitkisinin M₅ generasyonunda, kontrolden daha verimli ve yağ içeriği yüksek mutantlar seçmişlerdir.

International Center for Agricultural Research in the Dry Areas'da (ICARDA), soğuğa ve antraknoz hastalığına kombine dayanıklılık için yapılan gözlem çalışmalarında kültürü yapılan nohutlar içinde hiç bir hattın kombine dayanıklılık taşımadığı belirlenmiştir (ICARDA, 1988). Bahsedilen streslere kombine dayanıklılık için kabuli tip nohutlarda genetik varyabiliteyi artırmak amacıyla ILC 482, ILC 3279 ve ILC 6104 nohut genotiplerine gamma ışınları ve EMS ile muamelede bulunulmuştur. Açılma generasyonlarında (M₂, M₃ ve M₄), gözlenen morfolojik mutantların antraknoz hastalığına ve soğuğa toleranslarını ilerlettikleri belirlenmiştir.

Antraknoz hastalığına hassas olan ILC 1929 ve orta derecede dayanıklı olan ILC 3279 hatlarının 1000 tohumu 40, 50 ve 60 kR'lık gamma ışınlarıyla ve % 0.1 yada 0.2 EMS ile muamele edilmişlerdir. İlk üç generasyon (M₁ ve M₃) hastalıktan ari koşullarda yetiştirilmiştir. M₄ generasyonunda, hastalık bulaştırılmış ve epideminin yayılması amacıyla sulama yapılmıştır. ILC 3279 hattına % 0.1'lik EMS uygulanan populyasyondan bir mutant dayanıklı olarak seçilmiştir. M₅ generasyonunda sadece 5 bitki dayanıklı bulunmuştur (ICARDA 1992). Sonuçta uygulanan gamma ve EMS mutagenlerinin karşılaştırılmasında, 40 kR'lık muamele dozunun fide devresinde antraknoza dayanıklı bitkileri seçmede daha etkili olduğu saptanmıştır.

ICARDA'da sürdürülen mutasyon ışlahı çalışmalarında, ILC 482, ILC 3279 ve FLIP 82-150C nohut hatlarından 14 elit mutant seçilmiştir. Bunların verim denemeleri sonucunda, kontrollerden daha iyi performans gösterdikleri ve bazı mutantların 100-dane ağırlığını konrole göre hemen hemen iki kat daha fazla artırdıkları belirlenmiştir (ICARDA 1992).

Üç farklı nohut genotipinin (FLIP 84-92C, ILC 5901 ve S 90148) 500 tohumu 40, 50 ve 60 kR'lık gamma ışınları ile muamele edilmiştir. Uygulanan doz oranı arttıkça çimlenen bitki sayısı azalmıştır. Diğer taraftan, genotiplerin uygulanan dozlara tepkileri farklı bulunmuştur. Her M₁ bitkisinden 40 tohum alınarak materyal kuraklığa dayanıklılık için sıralarda değerlendirilmiştir. FLIP 84-92C diğer genotiplerden daha fazla kuraklığa tolerant mutant meydana getirmiştir (ICARDA 1993).

Pul-11 ve Kışlık Kırmızı-51 mecimek çeşitleri 25, 50, 75, 100, 125, 150 ve 200 Gy'lik gamma ışınları ile tarla denemeleri için 25,50, 75, 100, 125, 150, 200, 300, 400 ve 500 Gy'lik gamma ışınları ile de laboratuvar denemeleri için ışınlanmıştır. Kontrollü koşullarda, uygulanan gamma ışınları dozu arttıkça fide boyu ve kök uzunluğu azalmıştır. Doğal koşullarda, uygulanan ışınlama dozuna bağlı olarak çıkan bitki sayısı ve yaşayan bitki sayısında azalma saptanmıştır (Sağel vd 1994).

Haq ve Singh (1994), ILC 482 hattının gamma ışını ile EMS uygulanan tohumlarının açılma generasyonlarından seçtikleri bir mutantın (Mutant No. 16119) Mart ayı ortasında -8.9 °C'lik sıcaklığa tolerans gösterdiğini ve antraknoza dayanıklı olduğunu rapor etmişlerdir.

Sohoo vd (1994), börülcede (*Vigna unguiculata* (L) Walp) "Cowpea 88" mutant çeşidinin anaç "Cowpea 79"dan % 59.1 oranında daha fazla verimli olduğunu göstermiştir.

Gumber vd (1995) bir mutagenin optimum dozunun gözlenebilir ve kullanılabilir mutasyonlar için çok önemli olduğunu vurgulamıştır. Ayrıca, mutasyon frekansının desi nohutlarda ve kabuli nohutlarda farklı bulunduğunu bildirmişlerdir. Morfolojik özellikler için maksimum gözlenebilir mutantların desi cv GL769 varyetesinde 40 ve 60 kR'lık dozlar ile elde edildiğini, kabuli cv L550 varyetesinde 30 ve 40 kR'lık dozlardan elde edildiğini bulmuşlardır. Onlar gamma ışınlarının düşük dozlarının dane verimi ve dane büyüklüğü gibi poligenik özellikler için istenen tipte mutantları elde etmede daha etkili olduğunu sonuçlandırmışlardır.

Omar ve Singh (1995), FLIP 84-92C, FLIP 90-73C ve ILC 5901 genotiplerine 40, 50 ve 60 kR'lık gamma ışınları uygulamışlardır. M_1 generasyonu döller, tek bitki sıraları halinde ekilmişlerdir. M_2 'de, 3 çok erkenci, 6 erkenci materyal belirlenmiştir. Bu mutantlardan 5 tanesi M_3 generasyonunda erkenci olarak teyid edilmiştir.

Pakistan'da 6153, C 727 ve K 850 varyetelerine 10 ve 35 kR'lık gamma ışınlarıyla muamele edilmiştir. Seçilen 56 mutant döl antraknoza dayanıklılığı belirlemek için gözlem bahçesinde, bitkiler çiçeklenme dönemindeyken hastalık ($30.000 \text{ spor L}^{-1}$) bulaştırılmıştır. Sonuçta, 15 mutant toleranslı bulunurken, 6153 varyetesinden 7, C 727 varyetesinden 4 ve K 850 varyetesinden 1 mutant dayanıklı olarak bulunmuştur (Javed ve Hassan 1996).

2.3. Baklagillerde Özellikler Arası İlişkiler

Tosun ve Eser (1975), ele aldıkları nohut çeşitlerini 4 gruba ayırmışlardır. Sırası ile bu gruplarda, verim ile dane sayısı arasında $r=0.921$, $r=0.813$, $r=0.909$, $r=0.598$ ve $r=0.674$; meyve sayısı arasında $r=0.921$, $r=0.689$, $r=0.878$, $r=0.615$ ve $r=0.651$ % 1 önem seviyesinde; birinci dal sayısı arasında $r=0.885$ % 5 önem seviyesinde, $r=0.846$, $r=0.943$, $r=0.624$ ve $r=0.692$ % 1 önem seviyesinde; ikinci dal sayısı arasında $r=0.866$ % 5 önem seviyesinde, $r=0.807$ % 1 önem seviyesinde, $r=0.821$ % 5 önem seviyesinde, $r=0.740$ ve $r=0.753$ % 1 önem seviyesinde; bitki boyu arasında $r=0.900$ % 5 önem seviyesinde, $r=0.867$, $r=0.841$, $r=0.600$ ve $r=0.696$ % 1 önem seviyesinde ve 100-dane ağırlığı arasında $r=0.500$, $r=0.322$, $r=-0.245$ önemsiz, $r=0.636$ ve $r=0.508$ % 1 önem seviyesinde istatistiki olarak önemli korelasyonlar belirlemişlerdir.

Nohutta verim ile sürme-çiçeklenme arası gün sayısı ($r=0.926$), sürme-olgunluk arası gün sayısı ($r=0.977$), çiçeklenme-olgunluk arası gün sayısı ($r=0.957$) ve bitki verimi arasında ($r=0.999$); sürme-çiçeklenme arası gün sayısı ile sürme-olgunluk arası gün sayısı ($r=0.979$), çiçeklenme olgunluk arası gün sayısı ($r=0.827$) ve bitki verimi arasında ($r=0.907$); sürme-olgunluk arası gün sayısı ile çiçeklenme-olgunluk arası gün sayısı ($r=0.927$) ve bitki verimi arasında ($r=0.967$); çiçeklenme-olgunluk arası gün

sayısı ile bitki verimi arasında ($r=0.962$) ve bitki sayısı ile bitki verimi arasında ($r= -0.295$) önemli korelasyonlar saptanmıştır (Eser 1976a).

Nohutta bitki verimi ile bitkide bakla sayısı ($r=0.590$), dane kalınlığı ($r=0.395$), dane genişliği ($r=0.377$) ve dane boyu arasında ($r=0.348$) % 1 düzeyinde ve çiçek boyu arasında ($r=0.219$) % 5 düzeyinde güvenilir olumlu ilişkiler bulunmuştur (Eser 1976b). Ayrıca, nohutta en önemli özellikler; 1000-dane ağırlığı, bitki boyu, bitkide bakla sayısı olarak verilmiştir.

Islam ve Shaikh (1978), mercimekte dane veriminin bitkide bakla sayısı, birinci ve ikinci dal sayısı ve bitki boyu ile kuvvetli ve pozitif ilişkili olduğunu saptamışlardır. Onlar path analizi ile verim üzerine en yüksek dolaylı etkiyi bitkide birinci dal sayısının yaptığını ve bitkide bakla sayısının direk en yüksek etkide bulunduğunu sonuçlandırmışlardır.

Ahmed vd (1981), *Vigna radiata*'da potansiyel verimi artırmak için en uygun seleksiyon kriterinin bitkide bakla sayısı olduğunu belirtmişlerdir. *Vigna mungo*'da yapılan korelasyon çalışmalarında; bitki verimi ile baklada dane sayısı ($r=0.356$) % 5 önemli, bitkide bakla sayısı ($r=0.872$) % 1 önemli, bitkide birinci dal sayısı ($r=0.356$) ve bitki boyu ($r=0.343$) % 5 önemli; baklada dane sayısı ile bitki boyu ($r=0.358$) % 1; bitkide bakla sayısı ile bitki boyu ($r=0.316$) ve bitkide birinci dal sayısı ile bitki boyu ($r=0.519$) arasında % 1 önemli ilişkiler bulunmuştur (Majid vd 1982). Shamsuzzaman vd (1983), *Vigna radiata* (L.) Wilczek'de bitki boyu ($r= -0.8584$), bitkide birinci dal sayısı ($r=0.8182$) ve bitkide bakla sayısı için ($r=0.4191$) % 1 önem seviyesinde önemli fenotipik korelasyonlar saptamışlardır. Aynı özelliklerde genotipik korelasyonlar sırasıyla $r= -0.3384$, $r=0.5055$, $r=0.5979$ % 1 önemli, $r=0.4044$ önemsiz ve $r= -0.5655$ % 1 önemli olarak bulunmuştur. Çevresel korelasyonlar ise bitki boyu ($r=0.2823$), bitkide birinci dal sayısı ($r=0.3333$), bitkide bakla sayısı ($r=0.3052$), baklada dane sayısı ($r=0.4676$) ve 100-dane ağırlığı için ($r= -0.2068$) % 1 önem seviyesinde istatistiki olarak önemli korelasyonlar hesaplanmıştır.

ICARDA genotiplerinde, bitki boyu ile biyolojik verim ($r=0.31$), 100-dane ağırlığı arasında ($r=0.32$); bitkide birinci dal sayısı ile bitkide bakla sayısı arasında ($r=0.34$); bitkide bakla sayısı ile 100-dane ağırlığı arasında ($r=-0.37$); biyolojik verim ile dane verimi ($r=0.81$), 100-dane ağırlığı arasında ($r=0.54$) ve dane verimi ile hasat indeksi ($r=0.36$), 100-dane ağırlığı arasında ($r=0.37$) istatistiki olarak önemli ilişkiler saptanmıştır (Singh vd 1983). Ayrıca, onlar antraknoza dayanıklılık ile geç olgunlaşma ve dona tolerans arasında olumlu korelasyonlar rapor etmişlerdir.

Ali vd (1986) mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) bitkisinde M_2 generasyonunda, mutant oldukları sanılan bitkilerde; tek bitki dane verimi ile bitki boyunda ($r=0.592$) % 1 önemli, bitkide dal sayısı ($r=0.411$) % 5 önemli ve bitkide bakla sayısı ($r=0.716$) % 1 önemli; bitkide bakla sayısı ile bitki boyu ($r=0.672$) ve bitkide dal sayısı ($r=0.651$) arasında % 1 önemli pozitif ilişkiler saptamışlardır. Diğer taraftan mutantlarda, tek bitki dane verimi ile bitki boyu ($r=0.711$), bitkide dal sayısı ($r=0.702$) % 5 önemli ve bitkide bakla sayısı ($r=0.885$) % 1 önemli; bitkide bakla sayısı ile bitki boyu arasında ($r=0.765$) % 5 önemli olumlu korelasyonlar bulmuşlardır.

Nohutta birim alan dane verimi ile bitkide dane verimi, 1000-dane ağırlığı, bitkide dane sayısı, bitkide fertil meyve sayısı, bitkide birinci ve ikinci dal sayısı, bitki boyu, olgunlaşmaya kadar geçen gün sayısı ve meyve bağlayan ilk boğum yüksekliği arasında olumlu önemli; metrekarede bitki sayısı arasında olumlu önemsiz; meyvede dane sayısı ve çiçeklenmeye kadar geçen gün sayısı arasında ise olumsuz önemli ilişkiler saptanmıştır (Eser vd 1987).

Nohuttaki ana verim komponentlerinin bitkide bakla ve dane sayısı ve 100-dane ağırlığı olduğu bildirilmiştir (Khanna-Chorpa ve Sinha 1987). Muehlbauer ve Singh (1987), uygun hasat indeksi ile yüksek biyolojik verimin melezlemede kullanılmasını önermişlerdir. Ayrıca, değişen çevrelere karşı hasat indeksinin stabilitesinin önemli bir vasıf olduğunu vurgulamışlardır.

Singh vd'ne (1990) göre, biyolojik verim ve hasat indeksi dane veriminin doğrudan ana belirleyicisidir. Diğer taraftan, bitki boyu, 100-dane ağırlığı, çiçeklenme gün sayısı, olgunlaşma gün sayısı, kanopi genişliği ve protein kapsamlarının verim üzerindeki etkilerinin biyolojik verim ve hasat indeksi üzerinden olduğu belirlenmiştir. Dane verimi ve 100-dane ağırlığının biyolojik verime dolaylı etkide bulunduğu saptanmıştır. Yüksek biyolojik verim ve hasat indeksi için yapılacak seleksiyonun dane verimini artıracığı ve ayrıca, iri danelilik için seleksiyonun biyolojik verimi artıracığı vurgulanmıştır.

Nohutta dane verimi ile bitkide bakla sayısı ($r=0.776$) % 01, olgunlaşma gün sayısı ($r= -0.490$) % 1 ve 100-dane ağırlığı arasında ($r=0.397$) % 5 önemli genotipik korelasyonlar olduğu saptanmıştır. Fenotipik korelasyonlar; bitkide bakla sayısı ($r=0.831$ ve $r=0.811$) % 01 önemli, olgunlaşma gün sayısı ($r= -0.426$ ve $r= -0.451$) % 1 önemli ve 100-dane ağırlığı için ($r=0.284$) % 5 önemli olarak bulunmuştur. Çevresel korelasyonlar ise bitkide bakla sayısı ($r=0.907$) % 01 önem seviyesinde önemli olarak belirlenmiştir (Singh 1991).

Dekara dane verimi ile (iki ayrı yılda sırası ile) metrekaresindeki bitki sıklığı ($r=0.723$ ve $r=0.699$), dakara protein verimi ($r=0.994$ ve $r=0.991$) % 1 ve 1000-dane ağırlığı ($r=-0.429$) % 5; bitki boyu ile bitkide biyolojik verim ($r=0.652$) % 1, baklada dane sayısı ($r= -0.494$) % 5, bitkide dane verimi ($r=0.675$) % 1, bitkide dane sayısı ($r=0.687$) ve bitkide bakla sayısı arasında ($r=0.713$) % 1; bitkide ana dal sayısı ile bitkide biyolojik verim ($r=0.428$), baklada dane sayısı ($r=0.433$), bitkide dane verimi ($r=0.421$), bitkide dane sayısı ($r=0.437$), bitkide bakla sayısı ($r=0.437$) ve bitkide yaprak sayısı arasında ($r=0.456$) % 5; bitkide yaprak sayısı ile metrekaresindeki bitki sıklığı ($r= -0.409$ ve $r= -0.515$) % 5 ve % 1, bitkide biyolojik verim ($r=0.464$ ve $r=0.772$) % 5 ve % 1, bitkide dane verimi ($r=0.405$ ve $r=0.746$) % 5 ve % 1, bitkide dane sayısı ($r=0.441$ ve $r=0.694$) % 5 ve % 1 ve bitkide bakla sayısı arasında ($r=0.446$ ve $r=0.695$) % 5 ve %1; bitkide bakla sayısı ile metrekaresindeki bitki sıklığı ($r= -0.686$ ve $r=0.679$) % 1, bitkide biyolojik verim ($r=0.946$ ve $r=0.974$) % 1, bitkide dane verimi

($r=0.941$ ve $r=0.986$) % 1 ve bitkide dane sayısı arasında ($r=0.959$ ve $r=0.992$) % 1; bitkide dane sayısı ile metrekaresindeki bitki sıklığı ($r= -0.686$ ve $r= -0.679$) % 1 ve bitkide biyolojik verim arasında ($r=0.957$ ve $r=0.997$) % 1; bitkide dane verimi ile metrekaresindeki bitki sıklığı ($r=0.702$ ve $r= -0.687$) % 1 ve bitkide biyolojik verim arasında ($r=0.950$ ve $r=0.977$) % 1; baklada dane sayısı ile bitkide hasat indeksi arasında ($r= 0.480$) % 5; bitkide biyolojik verim ile metrekaresindeki bitki sıklığı arasında ($r= -0.736$ ve $r= -0.684$) % 1; hasat indeksi ile bitkide protein oranı arasında ($r= -0.695$) % 1; 1000-dane ağırlığı ile dekara protein verimi arasında ($r= -0.455$) % 5 ve dekara protein verimi ile metrekaresindeki bitki sıklığı arasında ($r=0.739$ ve $r=0.720$) % 1 istatistiki açıdan önemli ilişkiler bulunmuştur (Akdağ ve Şehirli 1992). Aynı araştırmacılar path analizi sonucu, dekara dane verimine bitkide dane veriminin ve biyolojik verimin olumlu doğrudan etkisi olduğu saptanmıştır. Ayrıca, metrekaresindeki bitki sıklığının da dekara dane verimi üzerine yüksek düzeyde olumlu ve doğrudan etkisi olduğu belirlenmiştir.

Sabancı ve Yıldırım (1992), adi fiğde (*Vicia sativa* L.) dane verimi için yapılacak denemelerin birden fazla yer ve yılda düzenlenmesi gerektiği bildirilmiştir. Kalıtım derecesi, tohum verimi için 0.586, 1000-dane ağırlığı için 0.959 ve baklada tohum sayısı için 0.945 olarak saptanmıştır.

Kışlık nohut ekiminde verim için seleksiyon kriterlerini belirlemek için korelasyon, stepwise regresyon ve path analizi yapılmıştır. Sonuçlar, dane verimi ile biyolojik verim ($r=0.856$), hasat indeksi ($r=0.590$), metrekaresindeki tohum sayısı ($r=0.566$) ve kanopi genişliği arasında ($r=0.521$) yüksek ve önemli ($p \leq 0.0.1$) ilişkiler olduğunu göstermiştir (ICARDA 1992).

Nohut bitkisinin olgunlaşma esnasında kuraklık stresinden etkilendiği yerlerde, % 50 çiçeklenme ve olgunlaşma gün sayısı arasındaki önemli ilişkiden dolayı erkenci ve gec çiçeklenen hatların % 50 çiçeklenme gün sayısının belirlenebileceği açıklanmıştır. Ayrıca, path ve stepwise regresyon analizleri sonucuna göre, yüksek

verimli hatları seçmek için biyolojik verim, hasat indeksi ve olgunlaşma gün sayısının kullanılabileceğini işaret edilmiştir (ICARDA 1992).

Yarı-kurak yıllarda yüksek biyolojik verim, yüksek verim potansiyeli ve yüksek hasat indeksi dane verimi ile yüksek derecede korelasyonlu bulunmuştur. Şiddetli kuraklığın sürdüğü yağmurla beslenen koşullarda; erken çiçeklenme, düşük saman verimi, yüksek hasat indeksi, verim potansiyeli, bakla ve dane sayısı ve dane ağırlığı dane verimi ile ilişkili bulunmuştur (Slim ve Saxena 1993).

Nohutta dane verimi biyolojik verimle sıkı ilişkilidir. Bununla beraber, nohutta biyolojik verim düşüktür. ICARDA'da dane verimini artırmak için iki yaklaşım kullanılmaktadır; (i) bitki boyunu artırmak ve (ii) uzun boylu genotiplerde dal sayısını artırmak (ICARDA 1993).

Bitkide bakla ve dane sayısının bitki dane verimi ile olan korelasyonları çeşit ve ekim zamanı bazında önemli bulunmuştur (Açıkgöz ve Açıkgöz 1994). Ayrıca path analizi sonucu, bu özelliklerin dane verimi açısından son derece önemli olduğunu gösterilmiştir. Açıkgöz ve Kıtık (1994), biyolojik verim ile ikinci dal sayısı, bakla sayısı; ikinci dal sayısı ile bakla sayısı arasında F_2 ve F_3 generasyonlarında önemli ve pozitif ilişki saptamışlardır. İkinci dal sayısı ile bitkide dana ağırlığı ve dane sayısı, biyolojik verim ile bitkide dane ağırlığı; bitki boyu ile ilk bakla yüksekliği arasındaki ilişkiler bazı kombinasyonlarda önemli bulunmuştur.

Singh vd (1996), nohutta F_2 populasyonunda; bitki boyu ile bitkide biyolojik verim arasında ($r=0.623$) % 5; birincil dal ile ikincil dal ($r=0.614$) ve bitkide biyolojik verim arasında ($r=0.545$) % 5; ikincil dal sayısı ile bitkide biyolojik verim arasında ($r=0.557$) % 5; bitkide bakla sayısı ile bitkide dane verimi ($r=0.713$) ve hasat indeksi arasında ($r=0.706$) % 1, hasat indeksi ile bitkide dane verimi arasında ($r=0.631$) % 5 önemli korelasyonlar bulunurken, F_3 populasyonunda; bitkide bakla sayısı ile bitkide biyolojik verim ($r=0.920$) % 1, hasat indeksi ($r=0.555$) % 5 ve bitkide dane verimi

arasında ($r=0.813$); baklada tohum sayısı ile 100-dane ağırlığı arasında ($r= -0.793$) % 1 önemli ilişkiler saptanmıştır. Path analizi, bitkide biyolojik verimin dane verimine doğrudan en büyük etkide bulunduğunu göstermiştir. İkinci en büyük doğrudan etki 100-dane ağırlığı meydana getirmiştir ve onu baklada dane sayısı takip etmiştir.

Nohutta dane verimi ile bitki boyu ($r=0.450$), ikincil dal sayısı ($r=0.709$), bitkide bakla sayısı ($r=0.722$), bitkide dane sayısı ($r=0.787$), tek bitki verimi ($r=0.823$), hasat indeksi ($r=0.585$) ve biyolojik verim arasında ($r=0.671$) % 1; bitki boyu ile bitkide bakla sayısı ($r=0.307$), bitkide dane sayısı ($r=0.348$), tek bitki verimi ($r=0.360$) % 5 ve biyolojik verim arasında ($r=0.471$) % 1; birincil dal sayısı ile ikincil dal sayısı arasında ($r=0.382$) % 5; bitkide bakla sayısı ile bitkide dane sayısı ($r=0.968$), tek bitki verimi ($r=0.911$), hasat indeksi ($r=0.494$) ve biyolojik verim arasında ($r=0.842$) % 1; bitkide dane sayısı ile tek bitki verimi ($r=0.910$), hasat indeksi ($r=0.539$) ve biyolojik verim arasında ($r=0.868$); ikincil dal sayısı ile bitkide bakla sayısı ($r=0.909$), bitkide dane sayısı ($r=0.919$), tek bitki verimi ($r=0.851$), hasat indeksi ($r=0.394$) ve biyolojik verim arasında ($r=0.827$) % 1 önemli korelasyonlar bulunmuştur (Özdemir 1996).

2.4. Nohut Hakkında Genel Bilgiler

Nohutlar (*Cicer*) *Vicieae* Alef. oymağında sınıflandırılmışlarsa da, Kupicha (1977) ve Nozzolillo (1985) nohutları sahip oldukları pozisyonlarından dolayı *Cicereae* Alef. oymağına dahil etmişlerdir. Nohutlar 9 tek yıllık ve 33 çok yıllık olmak üzere toplam 43 türü içermektedirler (van der Maesen 1987). Bunlardan kültürü yapılan nohut (*Cicer arietinum* L.) Eski-Dünya'da kültüre alınmış ilk yemeklik dane baklagillerden biridir. Nohutun orijin merkezi büyük bir olasılıkla Güney-Doğu Türkiye ve Kuzey Suriye'nin bir kısmıdır (Ladizinsky 1975). Çünkü nohutlardan üç tek yıllık yabani tür *Cicer bijigum* K.H. Rech., *C. echinospermum* P.H. Davis ve *C. reticulatum* Lad. kültürü yapılan nohutlar ile yakın ilişkilidirler ve bu türler bahsedilen bölgede bulunmuşlardır. Yapılan çalışmalar *C. reticulatum* Lad.'nin kültürü yapılan nohutun ilkel formu olabileceğini göstermiştir (Ladizinsky ve Adler 1976). Ayrıca,

Jana ve Singh (1993) kültürü yapılan nohutların coğrafik dağılımını dikkate alarak nohutun Türkiye orijinli olduğunu bildirmişlerdir.

Gençkan (1958), nohutun (*Cicer arietinum* L.) kurak ve yarı-kurak bölgelerin bitkisi olduğunu, yemeklik dane baklagiller içinde kirece ve mercimekten sonra kuraklığa en fazla dayanan cins olduğunu ve toprakları zenginleştirici rolünün bulunduğunu bildirilmiştir. Aynı araştırmacı, Türkiye nohutlarını dane iriliklerine göre birbirinden farklı 34 gruba ayırmıştır.

Nohutun en önemli iki hastalığı solgunluk (*Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Snyd. & Hans. *f.sp. ciceri* (Padwick) Snyd. & Hans.) ve antraknoz (*Ascochyta rabiei* (Pass.) Labr.). Türkiye’de antraknoz ekonomik zarar yapmaktadır Nene ve Reed (1994). Nohut kışlık ekimde (Nene ve Reddy 1987) ve özellikle nemli ve sıcak havalarda antraknoz hastalığından etkilenmektedir. Fungusun eşeyli ve eşeysiz üreme formları vardır (Kaiser vd 1994). Ayrıca, hastalığın şimdiye kadar altı ırkının olduğu ve ırkların virülensliklerinin bir birlerinden farklı olduğu ayrıca, ırkların üç gruba ayrıldığı belirlenmiştir (Kaemmer vd 1992). Singh ve Reddy (1991) geç olgunlaşan ve uzun boylu bitkilerin hastalığa daha dayanıklı olduklarını bildirmişlerdir. Toker ve Çağırğan (1996) nohutta antraknoz hastalığını gözden geçirmişler ve dayanıklılık kaynaklarını vermişlerdir. Nohutta antraknoza dayanıklılık tek bir dominant gen yada resesif bir gen tarafından idare edilmektedir. Antraknoza dayanıklı olarak belirlenen İsrail kökenli 72-012 numaralı hatta dayanıklılığın bir çift dominant gen tarafından idare edildiği saptanmıştır (Eser 1976b). Fas kökenli ICP-114 Kütük numaralı nohut 1000-dane ağırlığının yüksekliği ve ilk gelişme devresinde soğuklara oldukça dayanıklılık göstermesi nedeni ile melezleme ıslahı çalışmalarında kullanılmak üzere seçilmiştir (Eser ve Soran 1978). Diğer taraftan, İsrail kökenli 72-012 kütük numaralı hat antraknoza dayanıklı ve ICP-113 hattı makinalı hasada uygun olarak belirlenmiştir.

Nohutta kalıtım derecesi; bitki boyu (% 30.18), yaprak boyu (% 26.48), yaprakta yaprakcık sayısı (% 50.70), yaprakcık boyu (% 58.02), yaprakcık genişliği (% 64.69), çiçek boyu (% 28.12), bitkide birinci dal sayısı (% 12.65), bitkide ikinci dal sayısı (% 16.27), bitkide meyve sayısı (% 25.36), meyve boyu (% 80.40), meyve genişliği (% 75.75), meyve kalınlığı (% 80.37), meyvede dane sayısı (% 29.92), dane boyu (% 72.93), dane genişliği (% 66.19), dane kalınlığı (% 76.29), bitkide dane sayısı (% 10.72), bitki verimi (% 13.16) ve 1000-dane ağırlığı için (% 78.50) olarak hesaplanmıştır (Tosun ve Eser 1975).

Auckland (1977) ve Bahl vd (1991), Batı-Asya nohutlarının *kabuli* tip nohutlar olduğunu, bunların yazlık olarak ekildiklerini ve *desi* tip nohutların ise kışlık ekildiklerini bildirmiştir. Auckland (1977), nohutta verim kapasitesinin düşük oluşunu, geniş çapta kullanılan yerel populasyonların verim kapasitelerinin dar olmasına, verim stabilitesinin olmamasına, hastalık ve zararlılara maruz kalmasına ve verimsiz alanlarda tarımının yapılmasına bağlamıştır. Auckland ve van der Maesen (1980), kültürü yapılan nohutların Hindistan ve ICRISAT'taki bitki ıslahçıları tarafından dane şekline göre *macrocarpa* kabuli ve *microcarpa* desi olarak iki sınıfa ayrıldığını bildirmişlerdir.

Rao vd (1980) nohutta büyüme şekli, bitki rengi, yaprakcık tipi, yaprak tipi, çiçek rengi ve dane kabuğu renginin kalıtım üzerine çalışmışlardır. Açık mavi çiçek rengine iki resesif faktörün interaksyonu görülürken diğer özellikler monofaktöriyel resesif kalıtım göstermiştir.

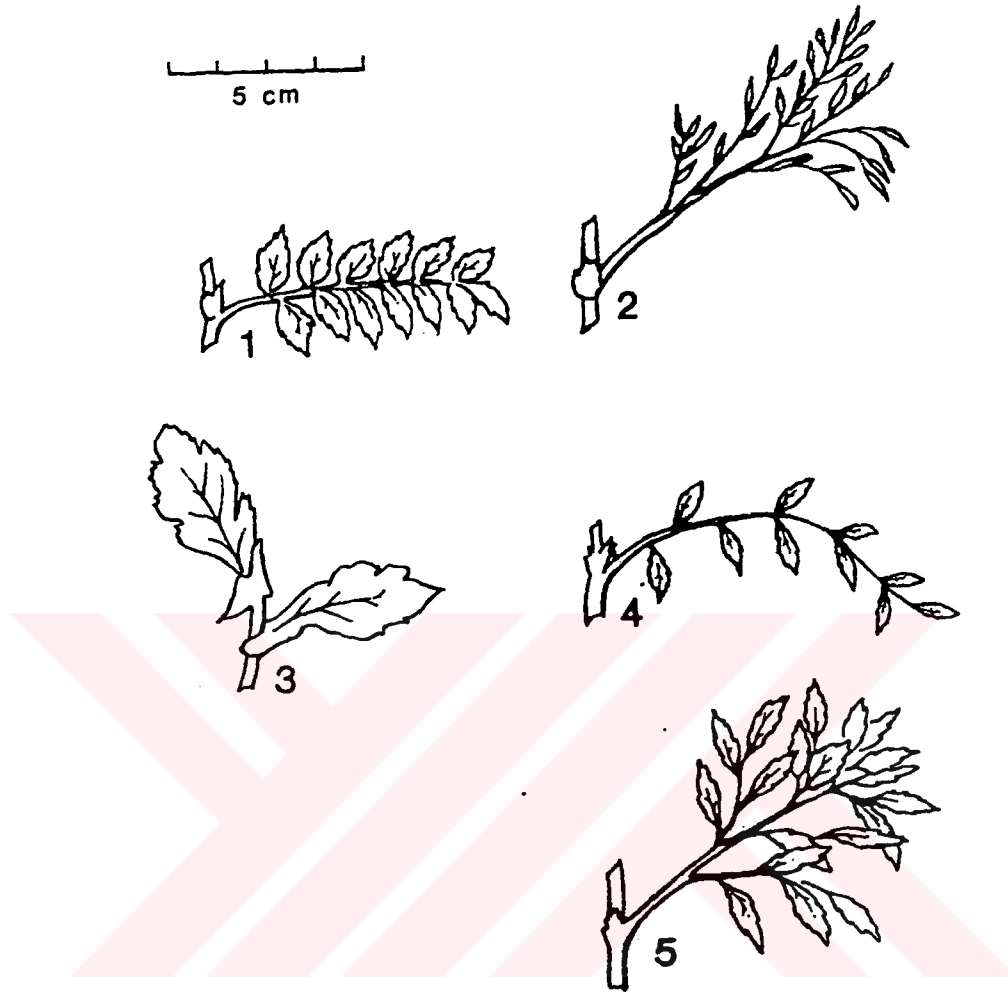
Dünyada nohut tarımı yapan 31 ülkeden toplanan ICARDA gemplasını morfolojik, fizyolojik ve fenolojik olarak gözden geçirilmiştir. Buna göre minimum ve maksimum değerler olarak, bitki boyu 15 ile 50 cm; bitkide ana dal sayısı 1.3 ile 18 adet; bitkide bakla sayısı 5 ile 100 adet; baklada tohum sayısı 0.1 ile 3.1 adet; biyolojik verim (3.5 x 0.9 m/parsel) 110 ile 1680 gram; dane verimi (3.5 x 0.9 m/parsel) 23 ile 921 gram; hasat indeksi % 7 ile 84 asında ve 100-dane ağırlığı 8.7 ile 59.1 gram arasında değişmiştir (Singh vd 1983).

Pundir vd (1985), 12095 nohut soyunu ICRISAT'ta kalitatif özellikler bakımından gözden geçirmişlerdir. Buna göre; pembe çiçekli % 71.0, beyaz çiçekli % 18.9, açık pembe çiçekli % 9.4, mavi çiçekli % 0.46 ve koyu pembe çiçekli % 0.26; dik % 0.80, yarı-dik % 58.08, yarı-yatık % 40.64 ve yatık % 0.48 oranında belirlemişlerdir.

Akdeniz Havzası'nda genellikle kabulî tip nohutları yazlık olarak ekilmektedirler. Akdeniz Bölgesi'nde bahar yaz yağışları yetersiz ve düzensiz düşmektedir. Verim toprakta topraktaki sınırlı alınabilir nem ile belirlenmektedir. Ayrıca, yazlık ekimlerde verim, büyümenin generatif safhasında artan sıcaklıklardan dolayı etkilenmektedir (Hawtin ve Singh 1984).

Singh (1987), ıslah çalışmalarında uzun bitki boyunun mekanizasyonu kolaylaştıracağını, bir çiçek sapında iki çiçek taşıyan hatların verimi artıracığını, fotoperiyoda duyarlılığın azaltılması ile geniş adaptasyon yeteneğinin sağlanabileceğini ve stabil erkek-kısır hatlar ile melez tohum üretilbileceğini vurgulamıştır.

Muehlbauer ve Singh (1987), iri daneli nohutların küçük daneli nohutlara dominant olduğunu, çok iri yapraklı, baklalı ve daneli “devsi” tiplerin bir tek resesif gen (*glv*) tarafından kontrol edildiğini ve uzun boylu bitkilerin makinalı hasadının kolay olduğunu ve ayrıca, dik gelişen (*Hg*) bitkilerin yatık (*hg*) tiplere, dipten dallananların (*Br*) şemsiye (*br*) tipindekilere, pürüzlü dane yüzeyinin (*Rs*) düz (*rs*) dane yüzeyine, antraknoza dayanıklılığın (*R₁*) *R₂* geninin varlığında hassaslığa (*r₁*), antraknoza dayanıklılığın (*R₂*) *R₁* geninin varlığında hassaslığa (*r₂*), antraknoza hassaslığın (*Rar₁*) dayanıklılığa (*rar₁*), antraknoza dayanıklılığın (*Rar₂*) hassaslığa (*rar₂*), çiçek sapında bir çiçekli (*S*) olmanın iki çiçekli (*s*) olmaya, normal yeşil renkli bitkinin (*Blv*) bronz (*blv*) renkli bitkiye dominant olduğunu değişik kaynaklara dayanarak bildirmişlerdir. Ayrıca, onlar nohutta değişik yaprak şekillerini vermişlerdir (Şekil 1).



Şekil 1. Farklı tipte nohut yaprakları

1)normal yaprak, 2) dar yaprakcıklı, 3) basit yapraklı, 4) ince yaprakcıklı ve 5) bipinnat yaprak

Singh vd (1989) tarafından yürütülen çalışmada, 3276 germplasm kaynağından 21 nohut hattı 1-9 skalası (1=soğuğa dayanıklı ve 9=soğuktan tamamen zarar görmüş, % 100 ölü) kullanılarak soğuklara toleranslı olarak belirlenmiştir. Ayrıca, soğuklara toleransın yaprakcık alanı, dane büyüklüğü, olgunlaşma zamanı, bitki boyu yada büyüme tipi ile ilişkili olmadığı tesbit edilmiştir.

Kuraklığa tolerant genotiplerin seçiminde erkenciliğin, tohum ağırlığının, erken dönemde bitki büyüme gücünün ve toprağı kaplamanın dikkate alınması gerektiği

vurgulanmıştır (ICARDA 1990). Uzun yapılı tiplerin uzun meyvalı dalı tip, çalimsı tip ve yatık tiplerden daha verimli olduğu saptanmıştır.1

Singh ve Bejiga (1990) nohutta yazlık ve kışlık ekimler ile stabilite çalışmaları yürütmüşlerdir. Onlar, çeşitlerin ayrı ayrı kışlık ve yazlık ekimler için ve ayrıca uygun ve uygun olmayan çevreler için geliştirilmesi gerektiğini sonuclandırmışlardır.

Nohut çeşitlerinin dar adaptasyona sahip oldukları bildirilmiştir. Bir genotipin adaptasyonunu etkileyen faktörlerin iyi bilinmediğine işaret edilmiş ve genellikle hastalıklara dayanıklı, sıcaklığa ve fotoperiyoda duyarlılığı azaltılmış genotiplerin adaptasyon sınırlarının geniş olduğu vurgulanmıştır (ICARDA 1990).

Nohutta soğuğa toleransın soğuğa hassaslığa dominant olduğu, eklemeli ve dominant gen etkilerinin var olduğu genetik interaksiyonların bulunduğu açıklanmıştır. Eklemeli x eklemeli ve dominans x dominans interaksiyonlar ile çift epistatik etkinin varlığı açıklanmıştır (ICARDA 1990, Malhotra ve Singh 1991).

Singh (1991), dane veriminin 0.59, en uzun dal boyunun 0.70, bitkide bakla sayısının 0.49, çiçeklenme ve olgunlaşma gün uzunluğunun sırasıyla 0.81 ve 0.89 ve 100-dane ağırlığının kalıtım derecelerini 0.91 olarak hesaplamıştır.

Dane büyüklüğü için yapılan çalışmalarda, 100-dane ağırlığı 11 gr'dan 60 gr'a kadar değişen 6 nohut hattı tam diallel melezlenmişlerdir. Sonuçta, genel uyuşma yeteneğinin önemli olduğu, eklemeli gen etkisinin melezlerin biri dışında önemli olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, 7 melezde dominant gen etkisinin önemli olduğu fakat sadece 1 melezde eklemeli gen etkisinden daha önemli olduğu görülmüştür. Anaya ait etkilerden dolayı iri daneli anaçların kullanılması tavsiye edilmiştir. Bu anlamda, dane büyüklüğünü artırmak için geleneksel pedigrî ve bulk metodlarının büyük daneli çeşitleri geliştirmek için kullanılabileceği belirtilmiştir (ICARDA 1992).

Nohutta, dane verimini artırmanın yollarından birinin biyolojik verimi artırmaktan geçtiği ve biyolojik verim ile bitki boyu arasındaki sıkı ilişkiden dolayı, bahsedilen özelliklerin verimi artırmadaki önemi vurgulanmıştır (ICARDA 1992).

Singh ve Singh (1992)'e göre, yatık büyüme şekli, basit yaprak ve ince saplılık özelliği resesif tek bir gen tarafından idare edilmektedir.

Singh vd (1992a) nohutta çiçeklenme gün sayısı, bitki boyu ve dane büyüklüğünün üstün bir şekilde eklemeli kalıtım gösterdiğini göstermişlerdir. Ayrıca, eklemeli ve eklemeli olmayan genetik komponentlerin dane verimi, dal sayısı, bitkide bakla sayısı ve baklada dane sayısı için önemli olduğunu saptamışlardır. Diğer taraftan, olgunlaşma gün sayısı, bitki boyu, birinci ve ikinci dal sayısı, bitkide bakla sayısı ve dane verimi için eklemeli ve eklemeli olmayan genetik komponentler varyansı önemliyken, çiçeklenme gün sayısı, 100-dane ağırlığı, ve baklada dane sayısı üstün bir şekilde eklemeli genetik varyansın kontrolü altındadır (Singh vd 1993).

Nohutta yassılaşıma (faciation) doğal bir mutant olan 'Amethyst' varyetesinde belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar yassılaşımanın tek resesif '*fas*' bir gen tarafından kontrol edildiğini göstermiştir (Knights 1993).

Kuraklıktan kaçmak için genotiplerin erkencilik mekanizması ıslahçılar tarafından yoğun bir şekilde kullanılmıştır (Saxena 1993). Kuraklıktan kaçmak için kullanılabilecek diğer bitki karakterleri; (i) kurak topraklardaki çıkış yeteneği, yarı-kurak bölgelerde tarlada koşullarında bitki büyüme dönemini hızlandırabilir ve eş zamanlı hale getirebilir (Saxena vd 1993); (ii) alınabilir su miktarına bağlı olan hızlı fenolojik gelişmenin ve özellikle çiçeklenme dönemi hızlı fenolojik gelişmenin kullanılabileceği ve hızlı fenolojik gelişmenin, verim potansiyeli üzerine olumsuz bir etkisinin bulunmadığından dolayı erken çiçeklenmeden daha etkili olabileceği vurgulanmıştır (Wery vd 1994); (iii) dane doldurmanın hızlı olması nohutta iri daneli yada çift baklalılıkla elde edilebilir (Wery vd 1994). Yüksek hasat indeksi, birim

alandaki bakla sayısı ve yüksek dane verimi kuraklıktan kaçmayla ilişkilidir (Wery vd 1994). Yaprak alanındaki azalma kuraklık stresi için önemli bir uyum mekanizmasıdır ve su alımının sınırlı olduğu zamanda genellikle bitki uyumunun stratejisidir.



3. MATERYAL ve METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme yeri ve toprak analiz sonuçları

M₁ generasyonu laboratuvar denemesi kontrollu koşullarda Antalya'da (36° 52' Kuzey ve 30° 44' Doğu ve denizden yüksekliği 51 m) Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde yürütülmüştür. Tarla çalışmaları Burdur İlinin Bucak İlçesi Ürkütlü Kasabası'nda (yaklaşık olarak 37° 04' Kuzey ve 30° 12' Doğu ve 1014 m denizden yükseklikte) 1995 ve 1996 üretim yıllarında iki yıl sürdürülmüştür.

Çizelge 3.1. M₁ ve M₂ generasyonlarının yetiştirildiği deneme yerinin toprak analiz sonuçları

Özellikler	M ₁ Generasyonu	Özellikler	M ₂ Generasyonu
pH	8.050	pH	8.162
Kireç (%)	30.76	Kireç (%)	30.76
EC ₂₅ (milimhios/cm)	0.056	EC ₂₅ (milimhios/cm)	0.059
Sarfedilen su (ml)	81.2	Sarfedilen su (ml)	92
Kum (%)	31.12	Kum (%)	37.12
Kil (%)	26.88	Kil (%)	26.88
Silt (%)	42	Silt (%)	36
Bünye	Tın	Bünye	Tın
Organik madde (%)	2.290	Organik madde (%)	2.27
Toplam N (%)	0.1064	Toplam N (%)	0.1190
P (ppm)	8.198	P (ppm)	5.55
K (ppm)	187	K (ppm)	228
Ca (ppm)	4648	Ca (ppm)	4658
Mg (ppm)	143.4	Mg (ppm)	152.1
Na (ppm)	23	Na (ppm)	33
Cu (ppm)	0.604	Cu (ppm)	0.49
Zn (ppm)	0.184	Zn (ppm)	0.138
Fe (ppm)	4.62	Fe (ppm)	4.76
Mn (ppm)	2.324	Mn (ppm)	1.952

Saxena (1987), değişik kaynaklara dayanarak nohutun hektardan 60-200 kg N (Azot), 5-15 kg P (Fosfor) ve 60-170 kg arasında da K (Potasyum) kaldırdığını bildirmiştir. Farklı ülkelerde yapılan çalışmalarda, sulanan koşullarda 18-20 kg/ha N ve 40-50 kg/ha P₂O₅ verilmesi kurak bölgelerde fide döneminde bitki gelişimini teşvik için

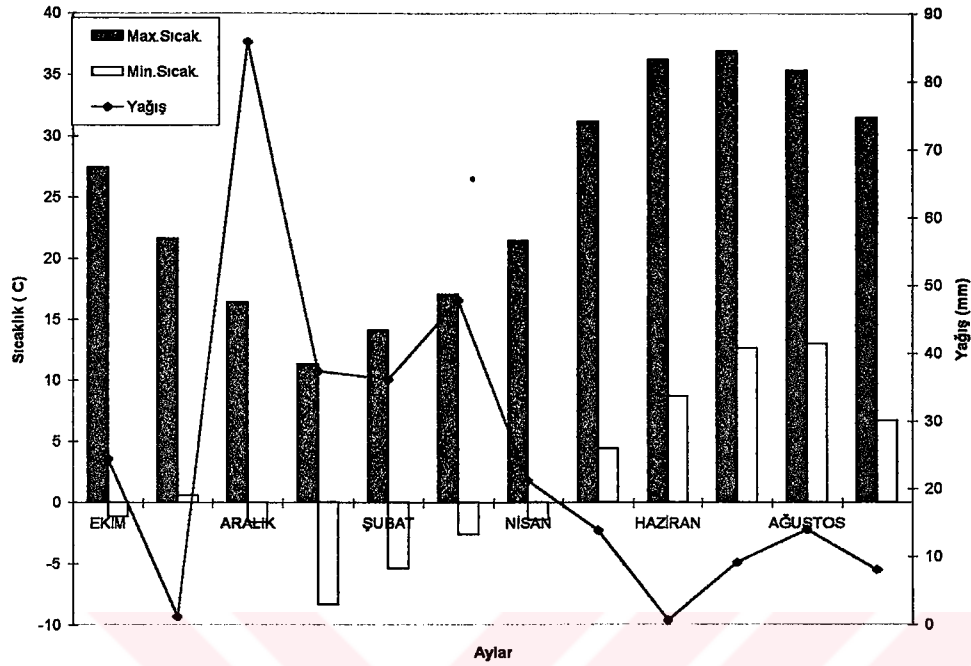
10-15 kg/ha N ve 20-30 kg/ha P₂O₅ verilmesi uygun bulunmuştur (Halliday vd 1992). Bu bilgiler ışığında gübreleme, M₁ generasyonu ekiminden önce saf madde üzerinden 18 kg/ha azot ve 46 kg/ha fosfor olarak verilmiştir. Bununla beraber, M₂ generasyonunda kurak koşullardan dolayı ve daha önceki yıllarda aynı yerde nohut yetiştirildiği için gübreleme yapılmamıştır. Denemenin yürütüldüğü yerden alınan (0-30 cm) toprak analiz sonuçları Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1’den deneme yerinin organik maddece fakir, aşırı kireçli, alkali ve tınlı bünyede topraklarda yürütüldüğü görülmektedir. Deneme yeri azot, fosfor ve potasyum gibi makro besin elementlerince orta ve ortanın üstünde bir durum arz etmiştir. Diğer taraftan, mikro besin elementlerinin sodyum ve çinko dışında yeterli seviyede olduğu saptanmıştır.

3.1.2. Deneme yerinin iklim verileri

Bölgede nohut, tahıl-nadas sisteminde yazlık olarak ve genellikle sulanma, gübrenme gibi herhangi bir girdi kullanılmadan yetiştirilmektedir. Ayrıca, ekim tarihi antraknoz etmeninden (*Ascochyta rabiei* (Pass.) Labr.) kaçmak için erken ilkbahar yerine Mayıs ayı sonlarına kadar kaydırılmaktadır.

Bölgede bitkinin gelişme döneminde bahar yaz yağışları düzensiz ve sınırlıdır. Buna ilaveten, bitkinin generatif dönemi artan sıcaklıklar ile olumsuz yönde etkilenmektedir. Böylece, ürün kuraklık ve yüksek sıcaklık stresinden dolayı azalmaktadır. Çalışmanın yürütüldüğü yer, bu özellikleriyle ve uygulanan tarım sistemi ile yarı-kurak bir özellik arz etmektedir.



Şekil 2. M₂ generasyonunun yetiştirildiği 1996 yılı iklim verileri

Çalışmanın yürütüldüğü yerin 1996 yılına ait yağış, maksimum ve minimum sıcaklık değerleri Şekil 2’de verilmiştir. Çalışmanın yapıldığı bölgede, yağış miktarının yetersiz ve düzensiz bir dağılım gösterdiği, nohut ekim tarihinden hasada kadar yağış miktarının çok düşük seviyede bulunduğu görülmektedir. Özellikle generatif gelişme döneminde maksimum sıcaklıkların 35 °C’nin üzerine çıktığı görülmektedir (Şekil 2). Sonuçta, yetersiz yağış ve artan sıcaklıklar verimi sırlandırmaktadır.

3.1.3. Genetik materyal

Bu çalışmada kullanılan genetik materyal, kültürü yapılan nohutun (*Cicer arietinum* L.) hat, çeşit ve populasyonlarını kapsamaktadır. İspanyol Populasyonu ve Aydın 92 çeşidi Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü’nden, ILC 482 çeşidi ve FLIP 83-47C hattı Güney-Doğu Tarımsal Araştırma Enstitüsü’nden ve Ürkütlü yerel populasyonu denemenin yürütüldüğü Ürkütlü Kasabası çiftçilerinden temin edilmiştir. Araştırmada kullanılan genetik materyalin özellikleri Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan genetik materyal ve özellikleri

Genotipler	Genotiplerin özellikleri
İspanyol Populasyonu	Yıllık 560 ton sertifikalı tohumluk üretimi yapılan (Açıkgöz 1990), normal yapraklı, iri daneli, antraknoz (Dolar 1995) ve soğuğa hassas bir populasyondur.
Aydın 92	FLIP 82-259C ICARDA hattıdır (ICARDA 1993). Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından tescil ettirilen, orta iri daneli ve antraknoza toleranslı (Açıkgöz vd 1986) bir çeşittir.
ILC 482	Türkiye orijinli (ICARDA 1990) ve uluslararası standart bir hattır (Singh vd 1992a). Güney Doğu Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından introduksiyon yoluyla seçilmiş (Açıkgöz ve Şakar 1989) ve Güney Sarısı 482 adıyla tescil ettirilmiş, yüksek verimli antraknoza toleranslı (ICARDA 1993) bir çeşittir.
Ürkütlü Populasyonu	Desi, kabuli ve bezelyemsi tipte daneler bakımından karışık ve normal yapraklı yerel bir populasyondur (Toker ve Çağırğan 1997a).
FLIP 83-47C	ICARDA materyalinden tescil amacıyla seçilmiş bir hattır (ICARDA 1993).

3.2. Metod

3.2.1. Mutagenle muamele, M₁ ve M₂ generasyonlarının yetiştirilmesi

İspanyol Populasyonu, Aydın 92, ILC 482 çeşitleri, Ürkütlü Yerel Populasyonu ve FLIP 83-47C hattının hava kurusu tohumları 12 Nisan 1995 tarihinde ⁶⁰Co kaynaklı gamma ışınlarının 100, 200, 300, 400 ve 500 Gy'lik dozları ile Türkiye Atom Enerjisi Kurumu'nda muamele edilmiştir. Uygulanan gamma ışınları dozları Conger vd (1977) tarafından önerilen kullanışlı doz aralığı (12-18 kR) ve daha önce yapılan çalışmalar dikkate alınarak seçilmiştir. Her bir muamele dozu için yaklaşık 2000 tohum ışınlanmıştır. Daha sonra, tohumlar +4 °C'de buzdolabında ekilinceye kadar saklanmışlardır.

Her bir genotip ve muamele dozundan rastgele seçilen tohumlar kontrollü koşullarda muamele edilmemiş kontrolleri ile beraber iki tekerrürlü olarak, içinde torf bulunan 6 cm çapındaki saksılara 26 Mayıs 1995 tarihinde ekilmişlerdir.

M₁ generasyonu 22-23 Nisan 1995 tarihinde, 4 m uzunluğundaki parsellere sıra arası 30 cm, sıra üzeri 5 cm olacak şekilde muamele edilmemiş kontrolleriyle beraber elle ekilmiştir. Her genotip ve doz ayrı ayrı yetiştirilmiştir. M₂ generasyonu ise, 1 m uzunluğundaki sıralara sıra arası 30 cm ve sıra üzeri 5 cm ekim sıklığı kullanılarak el ile 27 Mart 1996'da İspanyol Populasyonu ve Aydın 92 çeşidi ve 3-4 Nisan 1995'de ILC 482, Ürkütlü yerel populasyonu ve FLIP 83-47C ekilmişlerdir. Çalışmada kullanılan genotiplerin ısınlanmamış tohumları, her doz ekiminden önce ve sonra her genotip ayrı ayrı kontrol olarak kullanılmak üzere aynı zaman ve yerde, anılan ölçülerde ekilmişlerdir. M₂ generasyonu sıraya bitki dölleri olarak yetiştirilmiştir.

3.2.2. Genetik materyalin hasadı ve M₂ generasyonunda seleksiyon

M₁ generasyonunun hasadı, bitkinin bütün baklaları alınarak, her doz ve genotip için ayrı ayrı yapılmıştır. Bir diğer ifadeyle M₁ generasyonun hasadı, M₂ generasyonunu sıraya bitki dölleri olarak ekmeye uygun olacak şekilde yapılmıştır. Ayrı ayrı tek bitki dölü olarak hasat edilen M₁ generasyonu, karışıklığa meydan vermemek için ayrı ayrı el ile harman edilmişlerdir. Harman esnasında, Ürkütlü yerel populasyonunda bulunan desi tip daneler Türkiye'de ekonomik önemi olmadığı için M₂ generasyonunda değerlendirilmemişler ve ayrı yetiştirilmişlerdir. Muamele edilmemiş sıralardan toplu hasat yapılmıştır.

M₂ generasyonudaki sıralar, tek bitki dölllerinden meydana geldiği için her ailede morfolojik yönden farklılık gösteren her türlü potansiyel mutant (mutant oldukları M₃ generasyonunda teyid edilmek üzere) tipler etiketlenmiştir. Potansiyel mutant tipler seçilirken hem aile içindeki farklılığı hem de ısınlanmamış anaçtan farklılığı dikkate alınmıştır. Ayrıca, M₂ generasyonunda bitkiler hasada gelince, her ailenin bir bitkisinden iki bakla alınarak iki "tek tohum aktarımı" (SSD) seleksiyonu yapılmıştır.

M₂ generasyonunda, etiketlenen potansiyel mutantlar ve onun normal görünüşlü sibleri (kardeşleri) el ile hasat edilerek bez ve naylon torbalara konulmuştur. Kontrollarda ise 5 sırada, her sıradan beş bitki ayrı ayrı el ile hasat edilerek aynı uygulama yapılmıştır. Harman işlemi dikkatlice el ile yapılmıştır.

3.2.3. Ölçülen özellikler, mutasyon spektrumu ve frekansı

Kontrollu koşullar altında M₁ generasyonunda, genotiplere uygulanan dozların radyasyon etkisini belirlemek amacıyla ekimden 20 gün sonra, *fide boyu* (saksı toprağından fidenin en üst yaprakcığına kadar olan kısmı) cm cinsinden ölçülmüştür.

Tarla koşullarında, ekimden sonra genotip ve doz başına çıkan bitkiler sayılarak *yaşayan bitki sayısı* belirlenmiştir. *Çimlenme yüzdesi* ise (Çimlenen bitki/ Ekilen tohum) x 100 eşitliği ile hesaplanmıştır. Ayrıca, *olgunlaşma gün sayısı*, parseldeki bitkiler hasat olgunluğına geldiğı zaman, ekimden hasat tarihine kadar geçen günler sayılarak belirlenmiştir.

M₂ generasyonunda, etiketlenen potansiyel mutantlarda, onların normal görünüşlü siblerinde ve muamele edilmemiş anaçlarda ölçülen özellikler: *Bitki boyu*; bitkiler olgunlaşmadan önce toprak yüzünden bitkinin en üst yaprakcığına kadar olan kısmı cm cinsinden ölçülmüştür. *Dal sayısı*; bitki boyu için seçilen aynı bitkinin birinci dal sayıları bitkide dal sayısı olarak belirlenmiştir. *Bakla sayısı*; aynı bitkinin tüm baklaları sayılarak bitkide bakla sayısı kaydedilmiştir. *Dane sayısı*; aynı bitkinin tüm daneleri sayılarak bitkide dane sayısı olarak saptanmıştır. *Biyolojik verim*; bitkinin toprak yüzünden yaklaşık 5 cm yakarıdan biçilmesiyle ve toplam ağırlığın bitki sayısına bölünmesiyle biyolojik verimi gr olarak kaydedilmiştir. *Dane verimi*; biyolojik verimi belirlenen bitkinin harman işleminden sonra dane ağırlığının gr olarak kaydedilmesiyle tek bitki dane verimi elde edilmiştir. *Hasat indeksi*; (Dane verimi/Biyolojik verim) x 100 eşitliğinden %'de olarak hesaplanmıştır. *100-Dane ağırlığı*; bitkinin bütün dane ağırlığının bitkinin dane sayısına oranlanması ile saptanmıştır. *Baklada dane sayısı*; (Bitkide dane sayısı/Bitkide bakla sayısı) x 100 formülü ile %'de cinsinden

hesaplanmıştır. Bu işlemler, kontrolda 5 sırada rastgele seçilen 5 bitkide, normal görünüşlü siblerde rastgele seçilen 4 bitkide ve potansiyel mutantlarda aynı ailede etiketlenen mutant sayısı kadar bireyde yapılmıştır.

Mutasyon spektrumu; çimlenmeden harman işlemine kadar gözlenen bitkilerde, aile içi homojenlikten ve muamele edilmemiş kontrollerden farklı özellik gösteren potansiyel mutantlarda *yaprak, bakla ve dane, bitki habitusu, çiçek ve klorofil eksikliği tipi* ve *diğer mutantlar* olarak sınıflandırılmışlardır. Mutasyon frekansı; Gustafsson (1947) tarafından tanımlanan M_2 ailesi temelinde belirlenmiştir. Bu amaçla (Herhangi bir özellik için seçilen mutant sayısı/ M_2 generasyonunda yetiştirilen aile sayısı) x 100 eşitliği kullanılmıştır.

Ölçülen özellikler Olivetti PCS 44 marka bilgisayarında bulunan MINITAB (1976) paket program kullanılarak değerlendirilmiştir.

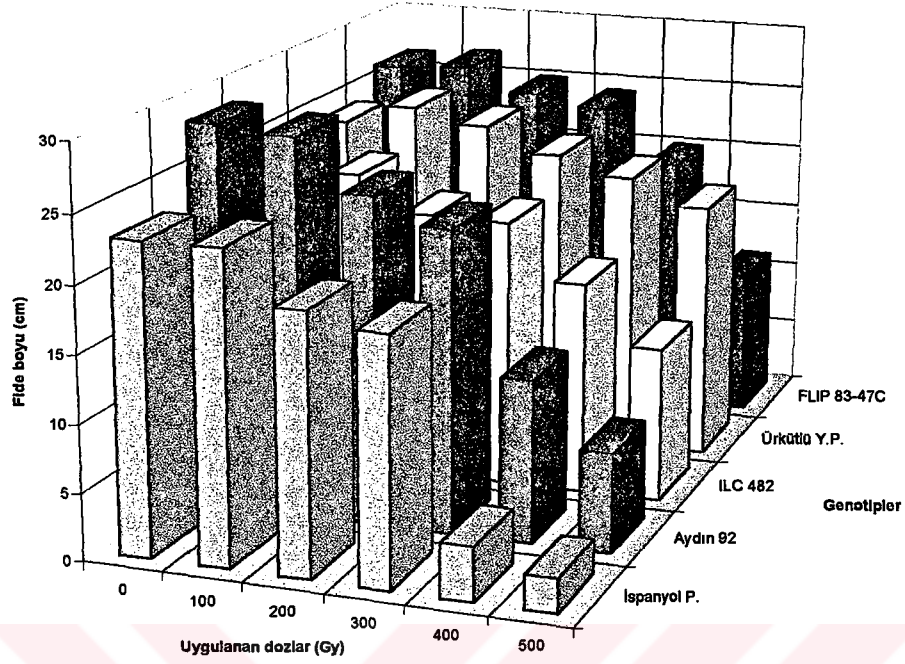
4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. M₁ Generasyonu

M₁ generasyonunda mutagenlerin meydana getirdiği zarar Gaul (1977), Sigurbrjónsson (1983) ve Konzak (1987) uyarınca kontrollü koşullarda fide boyu ölçümüyle (Şekil 3) ve tarla koşullarında çimlenmeden sonra çıkan bitkilerin sayımıyla belirlenmiştir. Ayrıca, tarla koşullarında çimlenme yüzdesi ve olgunlaşma gün sayısı verilmiştir (Çizelge 4.1).

4.1.1. Fide boyu

Kontrollü koşullar altında ölçülen fide boyu Şekil 3’de verilmiştir. Şekil 3’den incelendiği zaman, en uzun fide boyunun 28.68 cm ile Aydın 92 çeşidinde ölçüldüğü ve onu 26.40 cm ile FLIP 83-47C, 24.13 cm ile Ürkütlü ve ILC 482 ve 23.00 cm ile İspanyol Populasyonunun izlediği görülmüştür. Fide boyunun genellikle 100 Gy’lik muamele dozunda kontrollere göre arttığı ve 100 Gy ışınlama dozundan sonraki muamele seviyesi arttıkça fide boyunun azaldığı belirlenmiştir. Ayrıca, fide boyu genotipten genotipe farklılık göstermiştir. En yüksek muamele dozundan en fazla İspanyol Populasyonu (2.50 cm) etkilenmiştir. İspanyol Populasyonunu Aydın 92 (7.42 cm), FLIP 83-47C (11.13 cm), ILC 482 (11.63 cm) ve Ürkütlü yerel populasyonu (19.50 cm) ile izlemiştir. Bu bulgular, genotiplerin uygulama dozuna tepkilerinin farklı olduğunu göstermektedir. Cheah ve Lim (1982) fasülyede (*Phaseolus vulgaris* L.), Rajput ve Siddiqui (1982) soyada (*Glycine max.* L.), Na Lampang ve Jan-On (1982) *Vigna radiata* ve *V. mungo*’da, Khan ve Brock (1977) *Psophocarpus tetragonolobus*’da, Acquaaah ve Klu (1983) *P. tetragonolobus*’da ve Börölcede (*Vigna unguiculata*) ve Sağel vd (1994) mercimekte (*Lens culinaris*) benzer sonuçlar bulmuşlardır



Şekil 3. M₁ generasyonunda ölçülen fide boyu

4.1.2. Tarla koşullarında yaşayan bitki sayısı ve çimlenme yüzdesi

Çizelge 4.1 incelendiğinde, İspanyol populasyonunda yaşayan bitki sayısı 100 ve 500 Gy için 245 ile 199; Aydın 92 çeşidinde 642 ile 505; ILC 482 çeşidinde 937 ile 657; Ürkütü Yerel Populasyonunda 858 ile 506 ve FLIP 83-47C hattında 488 ile 491 arasında değişmiştir. FLIP 83-47C hattı hariç, artan miktardaki muamele dozunun tarla koşullarında yaşayan bitki sayısını azalttığı ve genellikle ışınlama dozunun arttığı oranda yaşayan bitki sayısında bir azalma olduğu görülmektedir. İspanyol Populasyonu, uygulanan gamma ışınlarına en hassas genotip olarak göze çarpmaktadır. İspanyol Populasyonunu sırasıyla FLIP 83-47C, Aydın 92, ILC 482 ve Ürkütü Yerel Populasyonu izlemiştir. Çimlenme yüzdesi hiç bir genotipte % 50'nin üzerine çıkmamıştır. Diğer taraftan, 500 Gy ışınlama dozunda çimlenme yüzdesi % 9.95'e kadar düşmüştür. Çimlenme yüzdesi 100 Gy muamele dozunda en yüksek oranda ILC 482 hattında % 46.85 olarak gerçekleşmiştir. Bu genotipi Ürkütü yerel populasyonu % 42.90, Aydın 92 çeşidi % 24.40 ve İspanyol Populasyonu % 12.25 ile takip etmiştir.

Çizelge 4.1. M₁ generasyonunda genotip başına uygulanan gamma ışınları dozu, yaşayan bitki sayısı, çimlenme yüzdesi ve olgunlaşma gün sayısı

Genotipler	Uygulanan doz (Gy)	Muamele edilen tohum	Yaşayan bitki	Çimlenme (%)	Olgunlaşma gün sayısı
Kontrol	0	0	-		116
İspanyol Pop.	100	2000	245	12.25	116
	200	2000	225	11.25	117
	300	2000	445	22.25	118
	400	2000	357	17.85	119
	500	2000	199	9.95	120
Kontrol	0	0	-		114
Aydın 92	100	2000	642	32.10	115
	200	2000	637	31.85	115
	300	2000	692	34.60	115
	400	2000	603	30.15	115
	500	2000	505	25.25	116
Kontrol	0	0	-		106
ILC 482	100	2000	937	46.85	106
	200	2000	784	39.20	106
	300	2000	556	27.80	107
	400	2000	660	33.00	108
	500	2000	657	32.85	109
Kontrol	0	0	-		106
Ürkütlü Y.P.	100	2000	858	42.90	106
	200	2000	835	41.75	107
	300	2000	810	40.50	107
	400	2000	646	32.30	108
	500	2000	506	25.30	110
Kontrol	0	0	-		115
FLIP 83-47C	100	2000	488	24.40	115
	200	2000	513	25.65	115
	300	2000	572	28.60	116
	400	2000	546	27.30	117
	500	2000	491	24.55	119

Artan dozlara bağlı olarak fide boyunun azalması fasülyede Hussein (1982), güvercin bezelyesinde (*Cajanus cajan*) Bala Ravi (1982), soyada Zakri vd (1982)) ve Baradjanegara (1983), yer fıstığında Pathirana (1982) ve *Vigna radiata*, *V. mungo*, nohut ve mercimekte Shaikh (1983), ve mercimekte Sağel (1994) tarafından yapılan sonuçlar ile uyumludur.

Olgunlaşma gün sayısı, muamele dozuna bağlı olarak artmıştır. Bu sonuçlara göre, gamma ışınları uygulama dozu arttıkça olgunlaşma gün sayısının arttığı

söylenbilir. Olgunlaşma gün sayısının uygulanan mutagenlerin artan dozlarına bağlı olarak artacağı Çağırğan (kişisel görüşme) tarafından susam bitkisinde gözlenmiştir.

En düşük muamele dozunda bile LD₅₀'nin altında bitki çimlenmesi ve yaşayan bitki sayısının oldukça azalması, muamele dozlarının etkisi ile beraber artan sıcaklıklar ve kuraklık stresinden de kaynaklanmaktadır. Genel olarak uygulanan dozların LD₅₀'nin altında yaşayan bitki vermesi M₁'deki populasyon büyüklüğünü etkilemiştir. M₁ generasyonundaki populasyon büyüklüğü de doğal olarak M₂ generasyonundaki populasyon büyüklüğünü azaltmıştır. Mutagenle muamelede istenen bir tipte bir geni değiştirmek için çok sayıda M₂ bitkisi yetiştirmenin gerekli olduğu ve belkide 10,000 ya da daha fazla M₂ bitkisi gerektiği bildirilmiştir (Briggs ve Knowles 1967). Bu bakımdan, M₁ populasyon büyüklüğü önem kazanmaktadır. M₁ populasyon büyüklüğünü uygulanan mutagenin etkinliği yada etkisi de etkilemektedir. Mutagenlerin etkisinin ve etkinliğinin farklı bitki türleri için değişeceği hatta aynı türdeki varyeteler de bile farklı sonuçlar verebileceği bildirilmiştir (Sigurbjörnsson 1983). Diğer taraftan, Gaul (1965) M₁ generasyonundaki sterilitenin derecesi ile M₂ generasyonunda oluşacak mutasyon spektrumu ve frekansı arasında herhangi bir ilişki olmayabileceğini rapor etmiştir. Constantin (1975), M₁ generasyonunda meydana gelen zararın kantitatif olarak belirlenmesinin mutagen muamelelerinin etkinliği hakkında ön bilgi vereceğini belirtmiştir.

Mutasyon ıslahı çalışmalarında temel amacın düşük biyolojik zararlanma ile geniş bir varyasyon yaratmak ve yüksek mutasyon frekansı bulmak olduğu Zakri vd (1982) tarafından kaydedilmiştir.

4.2. M₂ Generasyonu

4.2.1. Populasyonların mutasyon spektrumu ve frekansı

M₂ generasyonun yetiştirilmesi sıraya bitki dölü olarak yapıldığı için M₂ generasyonunda aynı sırada farklılık gösteren bireyler yani kontrol ve sıra içi homojenlikten görünüşte açılma gösteren bireyler; yaprak, bakla ve dane tipi, bitki

habitusu, klorofil eksikliği, çiçek yapısı ve diğer özelliklerine göre sınıflandırılmışlardır. Bahsedilen mutantların kantitatif özellikler için seçilenler dışında % 100 mutant olduklarını söyleyebiliriz. Verim tipi olarak seçilen mutantlarda da seleksiyon yapılırken kenar tesiri olmayanlar seçilmiştir.

4.2.1.1. İspanyol populasyonundan seçilen mutantların mutasyon spektrumu ve frekansı

İspanyol populasyonundan seçilen mutantlara ait mutasyon spektrumu ve frekansı Çizelge 4.2’de verilmiştir. Çizelge 4.2 incelendiği zaman, yaprak tipi mutantlardan; 1 büyük basit yapraklı (Ek-1.1), 4 büyük yaprakcıklı (Ek-2.1), 2 küçük (dar) yaprakcıklı (Ek-2.2) ve 2 sıcakta yaprakcıklarını katlayan tipte mutant elde edilmiştir. Yaprak tipi mutantlarda en fazla mutant 300 Gy ışınlama dozunda elde edilmiştir. 100 ve 500 Gy’lik muamele dozlarında ise hiç bir yaprak tipi mutant görülmemiştir. Toplam olarak 9 adet yaprak tipi mutant seçilirken, bunların mutasyon frekansı % 1.29 olarak saptanmıştır. Basit yapraklı mutantın mutasyon frekansı % 0.14 ile diğer mutantlardan daha düşük bulunmuştur.

Dane ve bakla tipi mutantlar; 1 çift baklalı (Ek-4.3), 1 küçük baklalı ve 4 adet baklası normal baklalardan farklı tipte (ince uzun baklalı) bakla şekline rastlanmıştır. Bitkiler tek tek harman yapılırken, değişik morfolojik özellikler için seçilen bazı hatların baklada çift dane taşıdıkları ve bunların toplam sayısının 12 olduğu, İspanyol populasyonunun muamele edilmemiş kontrollerinde 100-dane ağırlığının 45 gr olmasına rağmen, bazı mutantların 100-dane ağırlığının 50 gr’dan fazla olduğu belirlenmiştir. Aynı şekilde bazı mutantlarında 100-dane ağırlığının 25 gr ve daha az oldukları saptanmıştır. Bakla ve dane tipi mutantlarının en yoğun olarak seçildiği muamele dozu 200 Gy’dir. Bunu sırasıyla 100, 300 ve 400 Gy’lik ışınlama dozları izlemiştir. Diğer taraftan, 500 Gy muamele dozunda herhangi bir bakla ve dane tipi mutanta raslanmamıştır. Anılan mutantların toplam sayısı 27 adettir ve bunların mutasyon frekansı % 4.07 olarak belirlenmiştir. Bakla ve dane tipi mutantlardan en yüksek mutasyon frekansı % 1.72 ile baklada birden fazla dane taşıyan mutantlar

alırken, onu sırasıyla küçük daneliler (% 0.57) ve farklı baklalılar (% 0.72) ve 100-dane ağırlığı 50 gr'dan fazla olan mutantlar (% 0.72) izlemiştir.

Çizelge 4.2. İspanyol Populasyonundan seçilen mutantların mutasyon spektrumu ve frekansları

Mutasyon Spektrumu	100 Gy	200 Gy	300 Gy	400 Gy	500 Gy	Toplam	Mutasyon Frekansı (%)
<i>Yaprak Tipi Mutantları</i>						9	1.29
Basit yapraklı	-	-	-	1	-	1	0.14
Büyük yaprakcıklı	-	2	2	-	-	4	0.57
Küçük yaprakcıklı	-	-	2	-	-	2	0.29
Sıcakta yaprakcıklarını katlayanlar	-	-	2	-	-	2	0.29
<i>Bakla ve Dane Tipi Mutantları</i>						27	4.07
Çift baklalı	-	1	-	-	-	1	0.14
Küçük baklalı	-	-	-	1	-	1	0.14
Baklası farklılaşmış olanlar	-	4	-	-	-	4	0.57
Çift daneli	5	2	3	2	-	12	1.72
İri daneliler (≥50 gr)	3	1	-	-	-	5	0.72
Küçük daneliler (≤25 gr)	1	-	3	1	-	4	0.57
<i>Bitki Tipi Mutantları</i>						8	1.15
Uzun tipler	-	-	1	-	-	1	0.14
Bodur tipler	1	-	2	2	-	5	0.72
Dalsız-dik habituslu	1	-	-	-	-	1	0.14
Yatık habituslu	-	-	-	1	-	1	0.14
<i>Klorofil Eksikliği Mutantları</i>						28	4.02
Açık sarı-yeşil (<i>Viridis</i>)	-	1	1	1	-	3	0.43
Sarı yeşil (<i>Ksanta</i>)	8	4	4	4	-	20	2.87
Tamamen renksiz (<i>Albino</i>)	-	-	1	3	-	5	0.72
<i>Çiçek Tipi Mutantları</i>						40	5.74
Çiçeksiz	-	1	-	-	-	1	0.14
Büyük ve açık çiçekli	-	1	-	-	-	1	0.14
Geç çiçeklenenler	23	6	5	3	1	38	5.45
<i>Diğer Mutantlar</i>						24	3.44
Verim tipi	1	3	3	2	-	9	1.29
Verimsiz	2	6	5	3	-	15	2.15
<i>Toplam mutant sayısı</i>	45	32	34	24	1	136	19.51
Mutasyona uğrayan hat sayısı	21	18	17	11	1	68	
M ₂ 'deki Hat Sayısı	171	160	207	116	43	697	

Bitki tipi mutantları en çok 300 ve 400 Gy muamele dozundan seçilirken, bunu 100 Gy ışınlama dozu izlemiştir. Bunula beraber, 200 ve 500 Gy'de bitki tipi mutantı gözlenmemiştir. Bu tip mutantlarda en çok mutant bodur tipteki mutantlarda toplam 5 adet ile ilk sırayı alırken, onu uzun boylu, dallanmayan dik gelişen ve yatık habituslu

mutantlar izlemiştir. En yüksek mutasyon frekansıda yine % 0.72 ile bodur tiplerde saptanmıştır. Diğerlerinde ise % 0.14 olarak hesaplanmıştır.

Klorofil eksikliği mutantları; 20 adet sarı-yeşil (*Xanta*) ki bu tip mutantlarda özellikle klorofil yoktur ve karatonoidler hakimdir (Ek-3.2). Ayrıca, bu tip mutantların fideleri sarı ve sarı-yeşil renktedirler ve üstelik bu fideler yaşayamazlar. Tamamen renksiz (*Albino*) fideler 5 adet olup; bu tip fidelerde ne karatonoid ne de klorofil oluşumu olmaz ve fideler çimlenmeden sonra ölürlere (Ek-3.3). Açık sarı-yeşil (*Vridis*) mutant fideler kısmen yaşarlar ve açık yeşilden sarı-yeşil renge kadar farklı tonlarda görünürler (Ek-3.1). Bunların mutasyon frekansı; sarı-yeşil, renksiz ve açık sarı-yeşil için sırayla % 2.87, % 0.72 ve % 0.43 olarak belirlenmiştir.

Çiçek tipi mutantlardan; 38 geç çiçeklenen, 1 büyük ve açık çiçekli ve 1 çiçeksiz mutant seçilmiştir. Bu mutantlardan büyük ve açık çiçekli olarak etiketlenen mutantın bir çiçek sapında çift bakla taşıdığı gözlenmiştir (Ek-4.3). Bunların mutasyon frekansı sırasıyla % 5.45, % 0.14 ve % 0.14 olarak saptanmıştır. Çiçek tipi mutantlardan en fazla mutant 100 Gy muamele dozunda belirlenirken, bunu sırasıyla 200, 300, 400 ve 500 Gy'lik ışınlama dozları izlemiştir.

Bazı hatlarda hat içi homojenliği bozan, kontrolden ve hat içindeki diğer bireylerden daha iyi gelişen, bitki başına bakla sayısı artmış ve kenardan etkilenmeyecek şekilde sıra içinden farklılık gösteren bireyler verim tipi olarak seçilmişlerdir. Diğer taraftan, bazı bireylerin çiçeklenmelerine rağmen bakla oluşturmadıkları saptanmıştır. Bu tip mutantlarda verimsiz olarak seçilmişlerdir. Bahsedilen her iki tip mutantta 200 ve 300 Gy ışınlama dozunda diğer muamele dozlarından daha yüksek frekansta meydana gelmişlerdir. Verim tipi mutantların mutasyon frekansı % 1.29 olarak gerçekleşirken, verimsiz tipteki mutantların mutasyon frekansı % 2.15 olarak gerçekleşmiştir.

İspanyol popülasyonundan seçilen mutantlarda en yüksek mutasyon frekansı sırasıyla çiçek tipi mutantlarda % 5.74, bakla ve dane tipi mutantlarda % 4.07, klorofil eksikliği mutantlarda % 4.02, verimli ve verimsiz tip mutantları içeren diğer tip mutantlarda % 3.44 ve yaprak tipi mutantlarda % 1.29 olarak saptanmıştır.

4.2.1.2. Aydın 92 çeşidinden seçilen mutantların mutasyon spektrumu ve frekansı

Aydın 92 çeşidinden seçilen mutantların mutasyon spektrumu ve frekansı Çizelge 4.3'de verilmiştir. Çizelge 4.3 incelendiği zaman, en yüksek mutasyon frekansının klorofil eksikliği mutantlarında gerçekleştiği (% 5.12) ve bunu verim tipi ve verimsiz olarak seçilen mutantlar ile bitki sapı yassılaştırmış mutantın sınıflandırıldığı diğer tip mutantlar (% 3.78), çiçek tipi mutantlar (% 2.02), bakla ve dane tipi mutantlar (% 1.93), yaprak tipi mutantlar (% 1.68) ve bitki tipi mutantlar (% 1.43) izlemiştir.

Yaprak tipi mutantlardan 2 adet büyük basit yapraklı mutant % 0.17 olarak en düşük mutasyon frekansını alırken, onu yaprakcıkları saplı (Ek-1.3) mutantlar % 0.25, küçük ve ince yaprakcıklı mutantlar % 0.59 ve büyük yaprakcıklı mutantlar % 0.67 olarak takip etmiştir. Yaprak tipi mutantlar en fazla 300 Gy ışınlama dozunda meydana gelirken, onu sırasıyla 200, 400, 500 ve 100 Gy muamele dozu izlemiştir.

Bakla tipi mutantlardan % 0.25'lik bir mutasyon frekansı ile meydana gelen küçük baklalı mutantlar baklası yanlardan basık mutanttan (% 0.08) daha yüksek bir mutasyon frekansına sahiptir. Aydın 92 çeşidinin muamele edilmemiş kontrollerinde 100-dane ağırlığı 32.8 gr olmasına rağmen, bazı mutantların dane ağırlığının 40 gr ve daha fazla olduğu saptanmıştır. İri daneli mutantların toplam sayısının 9 olmasıyla birlikte, bunların mutasyon frekansı % 0.76'dır. Benzer şekilde bazı mutantlarında 100-dane ağırlığının 25 gr ve daha düşük ağırlıkta olduğu tesbit edilmiştir. Küçük daneli mutantların mutasyon frekansı % 0.34 olarak belirlenmiştir. Harman esnasında bazı mutantların bezelyemsi dane tipine sahip oldukları ve bunların % 0.08 olasılıkla

gerçekleştikleri saptanmıştır. Bakla ve dane tipi mutantları en fazla 100 gy muamele dozunda meydana gelmiştir.

Çizelge 4.3. Aydın 92 çeşidinden seçilen mutantların mutasyon spektrumu ve frekansları

Mutasyon Spektrumu	100 Gy	200 Gy	300 Gy	400 Gy	500 Gy	Toplam	Mutasyon Frekansı (%)
<i>Yaprak Tipi Mutantları</i>						20	1.68
Basit yapraklı	1	1	-	-	-	2	0.17
Büyük yaprakcıklı	-	2	-	4	2	8	0.67
Küçük-ince yaprakcıklı	-	-	5	-	2	7	0.59
Yaprakcıkları saplı		2	1	-	-	3	0.25
<i>Bakla ve Dane Tipi Mutantları</i>						23	1.93
Küçük baklalı	1	-	2	-	-	3	0.25
Baklası farklılaşmış olanlar	1	-	-	-	-	1	0.08
Çift daneli	2	2	-	-	1	5	0.42
İri daneliler (≥ 40 gr)	4	1	1	3	-	9	0.76
Küçük daneliler (≤ 25 gr)	1	1	1	-	1	4	0.34
Bezelyemsi daneli	1	-	-	-	-	1	0.08
<i>Bitki Tipi Mutantları</i>						17	1.43
İyi gelişmiş tipler	2	-	-	-	-	2	0.17
Uzun tipler	3	4	1	1	2	11	0.92
Bodur tipler	1	-	2	-	-	3	0.25
Yatık habituslu	-	1	-	-	-	1	0.08
<i>Klorofil Eksikliği Mutantları</i>						61	5.12
Açık sarı-yeşil (<i>Viridis</i>)	2	-	1	-	-	3	0.25
Sarı yeşil (<i>Ksanta</i>)	7	22	6	9	3	47	3.95
Tamamen renksiz (<i>Albino</i>)	2	3	2	3	1	11	0.92
<i>Çiçek Tipi Mutantları</i>						24	2.02
Beyaz-sarı çiçekli			1	-	-	1	0.08
Geç çiçeklenenler	9	4	3	5	2	23	1.93
<i>Diğer Mutantlar</i>						45	3.78
Verim tipi	16	9	4	6	2	37	3.11
Verimsiz	4	1	2	-	-	7	0.59
Bitki sapı yassılaştırmış	-	1	-			1	0.08
<i>Toplam mutant sayısı</i>	57	54	32	31	16	190	15.95
Mutasyona uğrayan hat sayısı	29	20	17	15	8	89	
M ₂ 'deki Hat Sayısı	349	293	245	163	141	1191	

Bitki tipi mutantları; bunlardan iyi gelişmiş “devsi” (Ek-5.3) mutantların % 0.17 mutasyon frekansında meydana gelmelerine rağmen, uzun boylu mutantların % 0.92, bodur tipteki mutantların % 0.25 ve yatık habituslu mutantların % 0.08 frekansla meydana geldikleri bulunmuştur. Bitki tipi mutantların sırasıyla 100, 200, 300, 500 ve 400 Gy ışınlama dozunda daha çok sayıda gerçekleştikleri belirlenmiştir.

Klorofil eksikliği mutantlarından açık sarı-yeşil mutantların toplam sayısının 3, tamamen renksiz olanların 11 ve sarı-yeşil olanların 47'dir. Bunların sırasıyla mutasyon frekansı % 0.25, % 0.92 ve % 3.95 olarak gerçekleştiği görülmüştür. Klorofil eksikliği mutantlarının en yüksek oranda 200 Gy muamele dozunda meydana geldiği ve onu sırasıyla 400, 100, 300 ve 500 Gy'lik ışınlama dozu takip etmiştir.

Çiçek tipi mutantlardan 1 adet beyaz-sarı çiçekli (Ek-4.1), 23 adet geç çiçeklenen, tipte mutant birey belirlenmiştir. Bunlar en fazla 100, 400, 200, 300 ve 500 Gy muamele seviyesinde elde edilmişlerdir. Bu tip mutantların mutasyon frekansı sırasıyla % 0.08 ve % 1.93 olarak gerçekleşmiştir.

Bahsedilen mutantların dışında seçilen mutantlar; verim tipi ve verimsiz ve de bitki sapı yassılaşıp mutantlar olarak sınıflandırılmışlardır. Bunların mutasyon frekansı sırasıyla % 3.11, % 0.59 ve % 0.08 olarak saptanmıştır. M₂ generasyonunda açılan aile sayısı sırasıyla en çok 100, 200, 300, 400 ve 500 Gy muamele dozunda meydana gelirken, seçilen mutant sayısı da aynı muamele dozlarının sırasını izlemiştir.

4.2.1.3. ILC 482 hattından seçilen mutantların mutasyon spektrumu ve frekansı

ILC 482 hattından seçilen mutantların mutasyon spektrumu ve mutasyon frekansı Çizelge 4.4'de görülmektedir. Yaprak tipi mutantlardan basit yapraklı, yaprakcıklarının kenerları düz (Ek-2.3) ve sıcakta yaprakcıklarını katlayanlar 1, büyük yaprakcıklı ve sık yaprakcıklı 2 ve küçük ince yaprakcıklı 12 mutant seçilmiştir. Bunların toplam olarak mutasyon frekansı % 1.02 olarak gerçekleşmiştir. Seçilen mutantların muamele dozlarına dağılımı ise 400, 300, 100 Gy olarak sıralanmıştır. En yüksek ışınlama seviyesinde hiç bir yaprak tipi mutant seçilememiştir. Bakla ve dane tipi mutantlarından büyük baklalı mutantlar % 0.21, küçük baklalı mutantlar ve çiçek açmalarına rağmen bakla meydana getirmeyen mutantlar % 0.16 mutasyon frekansı ile meydana gelmişlerdir. Bunlara ilaveten, dane tipi mutantlardan iri daneli mutantların mutasyon frekansı % 0.16, küçük danelilerin % 0.53 ve bezelyemsi danelilerin % 0.11

olarak saptanmıştır. Normalde ILC 482 hattının 100-dane ağırlığı 29.9 gr olmasına rağmen, dane ağırlığı bakımından 35 gr ve daha fazla olan mutantlar ve 25 ve daha küçük daneli mutantlar meydana gelmiştir (Çizelge 4.4).

Bitki tipi mutantlarından yatık habituslu olanlar (Ek-5.2) % 0.05, iyi gelişmiş tipler % 0.11 ve çalimsı tipte olanlar % 0.16, dik habituslu olanlar % 0.21 ve uzun boylu tipler % 0.27 mutasyon frekansında gerçekleşmişlerdir (Çizelge 4.4).

Klorofil eksikliği mutantları en fazla 100, 300, 400, 200 ve 500 Gy muamele dozunda belirlenmişlerdir. Ayrıca, seçilen mutantlardan açık sarı-yeşil olanların % 0.05, sarı-yeşil olanların % 2.19 ve tamamen renksiz olanların % 1.12 mutasyon frekansı ile meydana geldikleri saptanmıştır (Çizelge 4.4).

Çiçek tipi mutantlarından bir çiçek sapından birden fazla dumura uğramış çiçek benzeri organın teşekkülü ile son bulan mutantlar üçgül çiçekli olarak adlandırılmışlar ve bunların mutasyon frekansı % 0.05 olarak gerçekleşmiştir. Bunların taç yapraklarının olmadığı ve çiçek topluluğunun bir kömeçe benzediği görülmektedir (Ek-4.2). Bunun yanı sıra, yetiştirme sezonu sonuna dek devamlı yeşil olarak kalan ve hiç çiçek oluşturmayan mutantların frekansı % 0.11, görünüşte normal olarak tüm çiçek organlarını taşımalarına rağmen ve ayrıca erkek-kısır olabilecekleri düşüncesiyle kardeş bitkilerin çiçek tozuyla tozlanan kısır tipte bireylerin frekansı % 0.21 olarak gerçekleşmiştir. Bu tip mutantlardan geç çiçeklenen mutantların frekansı ise % 1.55 olarak meydana gelmiştir (Çizelge 4.4). Verim tipi, verimsiz ve bitki gövdesi yassılaşmış olan mutantların mutasyon frekansı sırasıyla % 0.16, % 1.02 ve % 0.05 olarak meydana gelmiştir. Buna ilaveten, bitkinin bütün yeşil organlarında tuz torbası taşıyan tüyleri bulundurmayan, açık parlak renkli bir görünüş arzeden ve bitki tadılınca tuzsuz olarak algılandığı için asit salgılamayan tip (Ek-5.1) olarak seçilen asitsiz mutant % 0.05 frekanla meydana gelmiştir. ILC 482 hattında, toplam 188 mutant seçilmiştir. Bunlardan en yüksek mutasyon frekansı sırasıyla klorofil eksikliği mutantları (% 3.37), çiçek tipi mutantları (% 1.92), bakla ve dane tipi mutantları (% 1.66), diğer tip

mutantlar (% 1.28), yaprak tipi mutantları (% 1.02) ve bitki tipi mutantları (% 0.80) olarak sıralanmıştır (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. ILC 482 hattından seçilen mutantların mutasyon spektrumu ve frekansları

Mutasyon Spektrumu	100 Gy	200 Gy	300 Gy	400 Gy	500 Gy	Toplam	Mutasyon Frekansı (%)
<i>Yaprak Tipi Mutantları</i>						19	1.02
Basit yapraklı	-	1	-	-	-	1	0.05
Büyük yaprakcıklı	-	-	-	2	-	2	0.11
Küçük-ince yaprakcıklı	4	-	3	5	-	12	0.64
Yaprakcıkların kenarları düz	-	-	1	-	-	1	0.05
Sık yaprakcıklı	-	1	-	1	-	2	0.11
Sıcakta yaprakcıklarını katlayanlar	-	-	1	-	-	1	0.05
<i>Bakla ve Dane Tipi Mutantları</i>						31	1.66
Büyük baklalı	-	2	-	-	2	4	0.21
Küçük baklalı	-	-	1	2	-	3	0.16
Baklasız	-	-	3	-	-	3	0.16
İnce uzun baklalı	-	-	-	1	-	1	0.05
Çift daneli	1	-	2	2	-	5	0.27
İri daneliler (≥35 gr)	-	1	1	-	1	3	0.16
Küçük daneliler (≤25 gr)	4	-	1	3	2	10	0.53
Bezelyemsi daneli	1	-	-	-	1	2	0.11
<i>Bitki Tipi Mutantları</i>						15	0.80
İyi gelişmiş tipler	-	1	-	1	-	2	0.11
Uzun tipler	1	3	-	1	-	5	0.27
Çalimsı tipler	-	3	-	-	-	3	0.16
Dik habituslu	-	-	2	1	1	4	0.21
Yatık habituslu	-	1	-	-	-	1	0.05
<i>Klorofil Eksikliği Mutantları</i>						63	3.37
Açık sarı-yeşil (<i>Viridis</i>)	1	-	-	-	-	1	0.05
Sarı yeşil (<i>Ksanta</i>)	18	7	8	5	3	41	2.19
Tamamen renksiz (<i>Albino</i>)	2	3	8	7	1	21	1.12
<i>Çiçek Tipi Mutantları</i>						36	1.92
Üçgül çiçekli	-	-	-	1	-	1	0.05
Çiçeksiz	-	2	-	-	-	2	0.11
Kısır (Male- ve female-kısır)	3	1	-	-	-	4	0.21
Geç çiçeklenenler	11	4	6	2	6	29	1.55
<i>Diğer Mutantlar</i>						24	1.28
Verim tipi	2	-	1	-	-	3	0.16
Verimsiz	2	2	3	9	3	19	1.02
Bitki gövdesi (Sap) yassılaştırmış	-	-	-	1	-	1	0.05
Asitsiz	-	-	-	-	1	1	0.05
<i>Toplam mutant sayısı</i>	50	32	41	44	21	188	10.04
Mutasyona uğrayan hat sayısı	19	15	15	30	12	91	
M ₂ 'deki Hat Sayısı	591	353	357	321	250	1872	

4.2.1.4. Ürkütlü yerel populasyonundan seçilen mutantların mutasyon spektrumu ve frekansı

Çizelge 4.5'te Ürkütlü yerel populasyonundan seçilen mutantların mutasyon spektrumu ve frekansı verilmiştir. Çizelge 5.4 incelenecek olursa, seçilen mutant tiplerden klorofil eksikliği mutantlarının (%5.16) en yüksek mutasyon frekansına sahip olduğu ve bunu bakla ve dane tipi mutantlarının (% 1.55), diğer tip mutantların (% 1.26), bitki tipi mutantlarının (% 0.86) ve yaprak tipi mutantlarının (% 0.40) izlediği görülür. Yaprak tipi mutantlardan seçilen 1 küçük basit yapraklı mutant 400 Gy muamele dozunda seçilmiştir. Büyük yaprakcıklı mutantlarda aynı ışınlama seviyesinde seçilmiştir. Muamele dozları bazında, 100 Gy'lik dozda herhangi bir yaprak tipi mutanı seçilmezken, en fazla yaprak tipi mutanı sırasıyla 400 ve 300 Gy'lik dozlarda seçilmiştir. Diğer taraftan, 200 ve 500 Gy muamele dozlarında 1 mutant seçilmiştir. Seçilen mutantlardan basit yapraklı mutantın meydana gelme frekansı % 0.06 iken diğer yaprak tipi mutantların görülme frekansı % 0.12 olarak saptanmıştır.

Bakla tipi mutantlardan toplam 3 büyük baklalı ve 10 küçük baklalı mutant seçilmiştir. Bunlar 300, 400 ve 500 Gy ışınlama dozlarından seçilmişlerdir. İnce uzun baklalı mutant 200 Gy'lik ışınlama seviyesinde, bakla ucu kontrolden farklı görünüş arzeden mutant 500 Gy muamele dozunda seçilmiştir. Ürkütlü yerel populasyonunun ışınlama yapılmamış kontrollerinde 100-dane ağırlığı 26.9 gr olmasına karşın, seçilen mutantlardan bazılarının 35 gr ve daha iri daneli oldukları görülmüştür. Bununla beraber, bazı mutantlarda ise 100-dane ağırlığı 25 gr ve daha küçük daneli olarak kaydedilmiştir. İri daneli mutantların frekansı % 0.17 olmasına rağmen küçük daneli mutantların frekansının % 0.46 olduğu saptanmıştır.

Bitki tipi mutantlarda iyi gelişmiş ve fazla dallanan tipteki mutantların mutasyon frekansı % 0.06 iken, uzun boylu bireylerin % 0.34 ve bodur tiptekilerin % 0.40 olarak saptanmıştır. En fazla bitki tipi mutanı 300 Gy'lik ışınlama dozunda belirlenmiştir.

Klorofil eksikliği mutantlarından açık sarı-yeşil tipte mutant tüm muamele dozlarında görülmezken, sarı-yeşil tipteki mutantların mutasyon frekansı %2.06 ve renksiz mutantların mutasyon frekansı % 3.10 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. Ürkütlü yerel popülasyonundan seçilen mutantların mutasyon spektrumu ve frekansları

Mutasyon Spektrumu	100 Gy	200 Gy	300 Gy	400 Gy	500 Gy	Toplam	Mutasyon Frekansı (%)
<i>Yaprak Tipi Mutantları</i>						7	0.40
Basit yapraklı	-	-	-	1	-	1	0.06
Büyük yaprakcıklı	-	-	-	2	-	2	0.12
Küçük-ince yaprakcıklı	-	1	-	-	1	2	0.12
Sık yaprakcıklı	-	-	2	-	-	2	0.12
<i>Bakla ve Dane Tipi Mutantları</i>						27	1.55
Büyük baklalı	-	-	1	2	-	3	0.17
Küçük baklalı	-	-	7	2	1	10	0.57
Kontrolten farklı baklalı	-	-	-	-	2	2	0.12
İnce uzun baklalı	-	1	-	-	-	1	0.06
İri daneliler (≥ 35 gr)	-	1	1	1	-	3	0.17
Küçük daneliler (≤ 25 gr)	1	1	3	2	1	8	0.46
<i>Bitki Tipi Mutantları</i>						15	0.86
İyi gelişmiş tipler	-	-	1	-	-	1	0.06
Uzun tipler	1	-	2	1	2	6	0.34
Bodur tipler	-	1	2	1	3	7	0.40
Dallanma fazla	1	-	-	-	-	1	0.06
<i>Klorofil Eksikliği Mutantları</i>						90	5.16
Açık sarı-yeşil (<i>Viridis</i>)	-	-	-	-	-	0	0
Sarı yeşil (<i>Ksanta</i>)	3	7	8	8	10	36	2.06
Tamamen renksiz (<i>Albino</i>)	6	13	11	13	11	54	3.10
<i>Çiçek Tipi Mutantları</i>						11	
Üçgül çiçekli	-	-	-	1	-	1	0.06
Beyaz-sarı renkli çiçekli	-	1	-	-	-	1	0.06
Geç çiçeklenenler	2	4	2	1	-	9	0.52
<i>Diğer Mutantlar</i>						22	1.26
Verim tipi	-	-	-	-	1	1	0.06
Verimsiz	-	8	6	4	3	21	1.20
<i>Toplam mutant sayısı</i>	14	38	46	39	35	172	9.86
Mutasyona uğrayan hat sayısı	4	14	16	14	10	58	
M ₂ 'deki Hat Sayısı	385	400	401	322	236	1744	

Üçgül benzeri mutant ki bu mutant aynı zamanda küçük basit yapraklıdır (Ek-1.2) 400 Gy, beyaz-sarı çiçekli mutant ise 200 Gy muamele dozunda ve % 0.06 frekansla meydana gelmişlerdir. Geç çiçeklenen mutantların frekansı % 0.52 olarak kaydedilmiştir. Diğer tip mutantlardan verim tipi olarak seçilen birey 500 Gy ışınlama

dozunda belirlenmiştir. Çiçeklenmelerine rağmen bakla oluşturmayan tipteki “verimsiz” olarak adlandırdığımız mutantlar % 1.20 frekansta meydana gelmişlerdir. Mutasyona uğrayan hat sayısı en fazla 300 Gy ışınlama seviyesinde meydana gelirken, onu sırasıyla 400, 200, 500 ve 100 Gy ışınlama dozları izlemiştir. Ayrıca, toplam mutant sayısı da sırasıyla aynı muamele dozlarında 46, 39, 38, 35 ve 14 olarak saptanmıştır.

4.2.1.5. FLIP 83-47C hattından seçilen mutantların mutasyon spektrumu ve frekansı

FLIP 83-47C hattından seçilen mutantlardan en yüksek mutasyon frekansı klorofil eksikliği mutantlarında % 5.95 olarak gerçekleşirken, bunu bitki tipi mutantları (% 2.26), bakla ve dane tipi mutantları (% 1.13), yaprak ve çiçek tipi mutantları (% 0.41) ve diğer tip mutantlar (% 0.03) takip etmiştir. En fazla mutant 200 ve 300 Gy ışınlama dozlarında 32 adet, 500 Gy’de 18, 400 Gy’de 16 ve 100 Gy’de 11 olarak tesbit edilmiştir. En fazla mutasyona uğrayan hat sayısı, en fazla mutant sayısındaki gibi 300 Gy’de meydana gelmiştir (Çizelge 4.6).

Yaprak tipi mutantlardan küçük-ince yapraklı mutantların meydana gelme frekansı % 0.31, antosyanlı yapraklı olanların ki ise % 0.10 olarak saptanmıştır. Bakla ve dane tipi mutantlarından çok büyük baklalı mutant 300 Gy muamele dozunda seçilmiştir. Baklalları çok büyük olan bu mutantın meydana gelme frekansı % 0.10, küçük baklalı mutantların ki ise % 0.21’dir. FLIP 83-47C hattının ışınlanmamış danelerinin 100-dane ağırlığı 38 gr olmasına rağmen, 100-dane ağırlığı 40 gr ve daha iri daneli 7 mutantın ortaya çıkma frekansı % 0.72, küçük tip danelere sahip mutantları ki ise % 0.10 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.6).

Bitki tipi mutantlarından; 1 uzun boylu, 17 bodur, 2 çok kısa “çim” benzeri, 1 dik habituslu ve 1 “şemsiye” benzeri yukarıdan dallanan tipte mutant seçilmiştir. Klorofil eksikliği mutantlarından açık sarı-yeşil olanların meydana gelme frekansı % 0.21, sarı-yeşil ve renksiz olanların % 2.87’dir. Çiçek tipi mutantlardan seçilen çiçeksiz ve kısır mutantlar % 0.10 frekansla gerçekleşirken, onu % 0.21 frekansla geç

çiçeklenen mutant izlemiştir. Diğer tip mutantlardan verim tipi olarak seçilen mutantlar en fazla 300 Gy muamele dozunda ve % 0.62 frekansla gerçekleşmiştir. Verimsiz tipteki mutantların frekansı % 0.31 ve koyu yeşil mutantın ki % 0.10 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. FLIP 83-47C hattından seçilen mutantların mutasyon spektrumu ve frekansları

Mutasyon Spektrumu	100 Gy	200 Gy	300 Gy	400 Gy	500 Gy	Toplam	Mutasyon Frekansı (%)
<i>Yaprak Tipi Mutantları</i>						4	0.41
Küçük-ince yaprakcıklı	-	-	2	-	1	3	0.31
Yaprakcıklar antosiyanlı	-	1	-	-	-	1	0.10
<i>Bakla ve Dane Tipi Mutantları</i>						11	1.13
Çok büyük baklalı	-	-	1	-	-	1	0.10
Küçük baklalı	-	1	1	-	-	2	0.21
İri daneliler (≥40 gr)	1	1	4	-	1	7	0.72
Küçük daneliler (≤25 gr)	-	-	1	-	-	1	0.10
<i>Bitki Tipi Mutantları</i>						22	2.26
Uzun tipler	1	-	-	-	-	1	0.10
Bodur tipler	-	6	11	-	-	17	1.74
Çim benzeri tipler	-	-	2	-	-	2	0.21
Dik habituslu	-	1	-	-	-	1	0.10
Yukarıdan dallanan tipler	-	-	1	-	-	1	0.10
<i>Klorofil Eksikliği Mutantları</i>						58	5.95
Açık sarı-yeşil (<i>Viridis</i>)	-	1	-	-	1	2	0.21
Sarı yeşil (<i>Ksanta</i>)	4	11	1	9	3	28	2.87
Tamamen renksiz (<i>Albino</i>)	3	8	4	5	8	28	2.87
<i>Çiçek Tipi Mutantları</i>						4	0.41
Çiçeksiz	-	-	-	-	1	1	0.10
Kısır (Male- ve female-kısır)	1	-	-	-	-	1	0.10
Geç çiçeklenenler	-	1	-	1	-	2	0.21
<i>Diğer Mutantlar</i>						10	0.03
Verim tipi	1	1	4	-	-	6	0.62
Verimsiz	-	-	-	1	2	3	0.31
Koyu yeşil	-	-	-	-	1	1	0.10
<i>Toplam mutant sayısı</i>	11	32	32	16	18	109	11.18
Mutasyona uğrayan hat sayısı	3	7	11	2	5	28	
M ₂ 'deki Hat Sayısı	274	266	165	161	109	975	

M₂ generasyonu doğal epidemi koşullarında yetiştirildiği için antraknoz hastalığından tamamıyla etkilenen mutant hatlar olmamasına rağmen, bazı hatların hastalıktan etkilendiği ve küçük lekeler taşıdığı görülmüştür (Ek-2.1). Singh ve Reddy (1991), geç olgunlaşan ve uzun boylu tiplerin antraknoza daha dayanıklı olduklarını

bildirmişlerdir. Bu bakımdan, antraknoz hastalığına dayanıklı mutantları seçmek için geç olgunlaşan ve uzun boylu bireylerin seçimine özen gösterilmiştir.

Bu çalışmada iki tip basit yapraklı mutant tip bulunmuştur. Bunlardan biri saplı küçük olmasına ve ilk defa bu tipte bir mutant bulunmasına rağmen (Ek-1.2), diğeri daha önce literatürde belirtilen bir tiptir (Şekil 1.3 ve Ek-1.1). Benzeri bulgular kırmızı üçgülde, normal üçlü yaprak dışında 4-6 ve 7 yaprakcıklı olarak bulunmuştur (Jaranowski ve Broda 1978). Singh ve Singh (1992) basit yapraklılık özelliğinin resesif bir gen tarafından idare edildiğini rapor etmiştir. Muehlbauer ve Singh (1987) ise büyük yaprakcıklı tiplerin küçük yaprakcıklı tiplere ve iri daneli nohutların küçük danelilere dominant olduğunu bildirmişlerdir. Bundan dolayı, iri daneli çeşit geliştirmek için anaya ait etkilerden iri daneli anaçların kullanılması gerektiği vurgulanmıştır (ICARDA 1990). Bu çalışmada kullanılan anaçlardan İspanyol Populasyonu iri daneli bir çeşittir.

İri bitkilerin bodur bitkilere, dik gelişen bitki tipinin yatık gelişen bitki tipine (Singh ve Singh 1992) ve dipten dallananların şemsiye gibi üstten dallananlara dominant olduğu ve büyük yaprakcıklı, baklalı ve uzun boylu devsi bitkilerin bir tek resesif gen tarafından kontrol edildiği bildirilmiştir (Muehlbauer ve Singh 1987). Bahsedilen tipte monofaktöriyel açılma gösteren özelliklerin mutasyon ıslahı ile değiştirilmesi yada bu yönde varyasyon yaratılması verim gibi kompleks özelliklere nazaran daha olasıdır. Nitekim, bu tip mutantların toplam frekansı verim tiplerine göre daha yüksektir.

Muehlbauer ve Singh (1987), normal yeşil renkli bitkilerin bronz renkli bitkilere dominant olduğunu bildirmişlerdir. Klorofil eksikliği mutantları fasulyede Hussein (1982) tarafından mutagenik etkinlik için iyi bir kriter olarak gözönüne alınmıştır. Herhratno vd (1982) soyada ve Bala Ravi (1983) güvercin bezelyesinde uygulanan EMS dozuna bağımlı olarak klorofil mutantlarının yüzde olarak arttığını

tesbit etmişlerdir. Bu çalışmada gözlenen klorofil eksikliği mutantları en fazla Ürkütlü yerel popülasyonunda görülürken, en fazla mutant Aydın 92 çeşidinde bulunmuştur.

Bir çiçek sapında iki ve daha fazla çiçek taşıyan mutantlar üzerinde yapılan çalışmalar, bu özelliğin resesif bir gen tarafından idare edildiğini göstermiştir (Muehlbauer ve Singh 1987). Khan ve Shakoor (1977) bazı basit ince-bileşik yaprakcıklı mutantları çiçek sapında iki bakla meydana getiren hatlar ile melezlemişlerdir. Bol çiçekli melezler elde etmelerine rağmen bu melezlerin verimleri hayal kırıklığı yaratmıştır. Diğer taraftan, dik gelişme gösteren bir mutant ile iki baklalı bir mutantın melezlenmesi sonucu verimli hatlar seçilmiştir. Bu hatlardan birinin bir çiçek sapında üç çiçek meydana getirdiği gözlenmiştir. Rao vd (1980), açık mavi çiçek renginin iki resesif genin etkisi altında olduğunu ve bunların birbirleri ile interaksiyonlu olduklarını bildirmişlerdir. Pundir vd (1983) ICRISAT'taki nohut soylarını çiçek rengine göre sınıflamışlardır. Çiçek renkleri beyaz, pembe, açık pembe, mavi ve mor olarak bildirilmesine rağmen, beyaz-sarı renkte çiçek renginden bahsetmemişlerdir. Bu bakımdan, yaratılan varyasyonun sınırlı ve küçük olmadığını söyleyebiliriz.

Verim, birden fazla gen tarafından idare edilen ve çevrenin etkisi altında bulunan bir özellik olmasına ve mutasyon ıslahı ile verimin ilerletilemeyeceğine dair görüşler olmasına rağmen, mutasyon ıslahı ile anaçlardan daha verimli mutantlar elde edilmiştir. Mutasyon ıslahı yolu ile nohutta Khan ve Shakoor (1977), Shaikh (1977, 1982b ve 1983a), Sharma ve Kharkwal (1982 ve 1983), Haq vd (1983 ve 1986), Shamsuzzaman ve Shaikh (1991) ve Hassan ve Khan (1991) tarafından anaçlardan daha üstün verimli hatlar seçilmiştir.

Diğer baklagillerden; soyada Nalampang (1977), Szyrmer ve Boros (1982), Baradjanegara ve Umar (1982), Zakri vd (1983), Rajput ve Siddiqui (1983) ve Baradjanegara (1983) güvercin bezelyesinde Bala Ravi (1982); yer fıstığında Patil vd (1982), Mouli vd (1983) ve Pathirana ve Wijewickrama (1983); börülcede Sharma ve Kharkwal (1982); *Vigna radiata* ve *V. mungo*'da Shaikh vd (1982a), Kwon vd (1982),

Kwon ve Oh (1983) Nalampang vd (1983); fasülyede Cheah (1983) anaçlardan daha verimli mutantlar seçmişlerdir.

4.2.2. Mutantların, normal görünüşlü siblerin ve kontrollerin ölçülen özelliklerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler

M₂ generasyonunda morfo-fizyolojik özellikleri dikkete alınarak seçilen mutantlarda, mutantların normal görünüşlü siblerinde ve muamele edilmemiş kontrollerinde verim ve bazı verim komponentleri ölçülmüştür. Bunlara ilişkin ortalama, ortalamanın standart hatası, kullanılan örnek sayısı, değişim aralığı, varyasyon katsayısı ve mutantlar ile sibleri; sibler ile kontroller ve mutantlar ile kontroller arasında $p < 0.05$ olasılık seviyesinde t-değerleri aşağıda verilmiştir.

4.2.2.1. Bitki boyu

Araştırmada kullanılan nohut genotiplerinden seçilen mutantların, normal görünüşlü siblerin ve muamele edilmemiş kontrollerin bitki boyu verileri Çizelge 4.7’de verilmiştir. Çizelge 4.7’de, İspanyol populasyonundan seçilen mutantların ortalama bitki boyu 29.8 cm ve değişim aralığı 12.0-45.0 cm arasında; normal görünüşlü siblerin bitki boyu ortalaması 32.2 cm ve değişim aralığı 21.5-40.8 cm arasında; kontrollerin ise bitki boyu ortalaması 35 cm ve değişim aralığı 32.5-37.5 cm arasında değişmiştir.

Aydın 92 populasyonundan seçilen mutantların bitki boyu ortalaması 34.5 cm değişim aralığı 13-49 cm, normal görünüşlü siblerin bitki boyu ortalaması 28.9 cm ve değişim aralığı 19-37.3 cm ve kontrollerin bitki boyu ortalaması 33 cm ve değişim aralığı 29-35 cm olarak belirlenmiştir.

ILC 482 populasyonundan seçilen mutantların ortalama bitki boyu 26.3 cm, değişim aralığı 8.5-40 cm; normal görünüşlü siblerin bitki boyu ortalaması 26.7 cm, değişim aralığı 16.8-32.5 cm ve kontrollerin bitki boyu ortalaması 28.9 cm ve değişim aralığı 27.5-31 cm olarak saptanmıştır.

Çizelge. 4.7. Araştırmada kullanılan nohut populasyonlarının bitki boylarına ait tanımlayıcı istatistikler

Populasyon	n	$\bar{X} \pm S_x$	Değişim Aralığı En Küç.-En Büy.	C.V. (%)	t-değeri
İspanyol					
Mutant	68	29.8±0.77	12.0-45.0	21.21	-2.56*
Normal sib	65	32.2±0.49	21.5-40.8	12.20	-1.57
Kontrol	5	35.0±1.00	32.5-37.5	6.37	-1.81
Aydın-92					
Mutant	89	34.5±0.75	13.0-49.0	20.63	5.90*
Normal sib	79	28.9±0.53	19.0-37.3	16.28	-1.91
Kontrol	5	33.0±1.08	29.0-35.0	7.27	0.46
ILC-482					
Mutant	91	26.3±0.68	8.5-40.0	24.55	-0.49
Normal sib	91	26.7±0.32	16.8-32.5	11.86	-1.54
Kontrol	5	28.9±0.77	27.5-31.0	5.92	-0.89
Ürkütlü					
Mutant	58	26.5±0.76	12.5-39.0	22.00	0.08
Normal sib	58	26.4±0.53	7.6-35.8	15.21	-1.31
Kontrol	5	28.8±0.62	26.5-30.3	4.80	-0.88
FLIP-83-47C					
Mutant	28	28.8±1.92	5.5-46.0	35.29	-0.88
Normal sib	27	30.7±0.83	18.5-39.5	14.04	-1.52
Kontrol	5	33.7±0.64	31.8-35.5	4.22	-1.05

* 0.05 olasılık seviyesinde önemli

Ürkütlü yerel populasyonundan seçilen mutantların bitki boyu ortalaması 26.5 cm ve değişim aralığı 12.5-39 cm, normal görünümlü siblerin ortalama bitki boyu 26.4 cm ve değişim aralığı 7.6-35.8 cm ve kontrollerin ortalama bitki boyu 28.8 cm ve değişim aralığı 26.5-30.3 cm arasında bulunmuştur.

FLIP 83-47C'nin muamele edilmemiş kontrollerinde bitki boyu ortalaması 33.7 cm, ve değişim aralığı 31.8-35.5 cm arasında; mutantlarda bitki boyu ortalaması 28.8 cm ve değişim aralığı 5.5-46 cm arasında ve normal görünümlü siblerde değişim aralığı 18.5-39.5 cm arasında değişirken, ortalama bitki boyu 30.7 cm olarak belirlenmiştir.

Tüm mutant populasyonlarda Ürkütlü yerel populasyonundan seçilen mutantlar hariç, bitki boyuna ilişkin en küçük değerler normal görünüşlü siblerden daha küçük, en büyük değerler ise daha büyük değerlere ulaşmıştır. Ayrıca, seçilen mutantlarda bitki boyu için varyasyon normal görünüşlü siblerden ve muamele edilmemiş kontrollerden daha büyüktür. Diğer taraftan, İspanyol ve Aydın 92 populasyonundan seçilen mutantlar ile normal görünüşlü sibleri arasında bitki boyu ortalamaları için $p < 0.05$ önem seviyesinde istatistiki açıdan önemli bir fark bulunmuştur. Mutantların bitki boyu ortalaması ile kontroller arasında ve normal görünüşlü siblerin bitki boyu ortalaması ile kontroller arasında $p < 0.05$ olasılık düzeyinde herhangi bir fark olmaması seçilen mutantlar ve siblerindeki bitki boyu varyasyonundan kaynaklanmaktadır. Bitki boyu, ideal ve stres koşulları için önemli bir kriterdir. Nohutta dane verimi ile bitki boyu arasında Tosun ve Eser (1976), Singh vd (1983), Eser vd (1987) Singh vd (1990), Özdemir (1996); mercimekte Islam ve Shaikh (1978); *Vigna mungo*'da Majid vd (1982) ve mürdümükte (*Lathyrus sativus* L.) Ali vd (1986) önemli korelasyonlar olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, nohutta bitki boyu ile biyolojik verim arasında Akdağ ve Şehirli (1992), Özdemir (1996) ve Singh vd (1996) önemli ilişkiler olduğunu rapor etmişlerdir. Verimi artırmanın yollarından birinin biyolojik verim üzerinden bitki boyunu artırmadan geçtiği açıklanmıştır (ICARDA 1993). Singh vd (1983) ICARDA'da, dünyanın nohut tarımı yapılan 31 ülkesinden topladığı germplasm kaynaklarında bitki boyunun 15-50 cm arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Üzerinde çalışılan tüm mutant populasyonlar dikkate alındığında (Çizelge 4.7), mutasyon ıslahı ile bitki boyu için yeterli ve geniş bir varyasyon yaratılabileceği görülmektedir.

4.2.2.2. Bitkide ana dal sayısı

Populasyonların ana dal sayılarına ilişkin istatistikler Çizelge 4.8'de verilmiştir. Çizelge 4.8'e bakıldığı zaman, İspanyol populasyonundan seçilen mutantların bitkide ortalama ana dal sayısı 2.4 ve değişim aralığı 1-6 arasında; siblerin ortalama ana dal sayısı 2.2 ve değişim aralığı 1-3.5 arasında ve kontrollerin ortalama ana dal sayısı 2.1 ve değişim aralığı 1.8-2.3 arasında değişmiştir. Aydın 92 populasyonundan seçilen mutantların ana dal sayısı 2.2 ve değişim aralığı 1-6, normal görünüşlü siblerin ana dal

sayısı 1.8 ve değişim aralığı 1-4, kontrollerin ana dal sayısı 1.9 ve değişim aralığı 1.5-2.3 arasında bulunmuştur. ILC 482'nin muamele edilmemiş kontrollerinde ana dal sayısı 2.7 ve değişim aralığı 1.5-3.8, normal siblerde ana dal sayısı 2.2 ve değişim aralığı 1.3-5.5 ve mutantlarda ana dal sayısı 2.7 ve değişim aralığı 1-7 olarak saptanmıştır.

Çizelge. 4.8. Araştırmada kullanılan nohut populasyonlarının ana dal sayılarına ait tanımlayıcı istatistikler

Populasyon	n	$\bar{X} \pm S_x$	Değişim Aralığı En Küç.-En Büy.	C.V.(%)	t-değeri
İspanyol					
mutant	68	2.4 ± 0.13	1.0-6.0	45.75	1.36
normal sib	65	2.2 ± 0.07	1.0-3.5	27.45	0.47
kontrol	5	2.1 ± 0.09	1.8-2.3	10.21	0.69
Aydın-92					
mutant	89	2.2 ± 0.12	1.0-6.0	50.45	3.04*
normal sib	79	1.8 ± 0.07	1.0-4.0	34.89	-0.33
kontrol	5	1.9 ± 0.13	1.5-2.3	15.00	0.67
ILC-482					
mutant	91	2.7 ± 0.15	1.0-7.0	53.33	2.95*
normal sib	91	2.2 ± 0.06	1.3-5.5	27.16	-1.62
kontrol	5	2.7 ± 0.40	1.5-3.8	3.55	0.03
Ürkütlü					
mutant	58	2.4 ± 0.14	1.0-5.0	43.14	2.20*
normal sib	58	2.1 ± 0.07	1.0-3.5	29.07	-0.64
kontrol	5	2.3 ± 0.24	1.8-3.0	23.56	0.35
FLIP-83-47C					
mutant	28	2.7 ± 0.27	1.0-6.0	54.13	1.10
normal sib	27	2.3 ± 0.15	1.0-4.0	32.87	-0.27
kontrol	5	2.4 ± 0.13	2.0-2.8	11.88	0.38

* 0.05 olasılık seviyesinde önemli

Ürkütlü yerel populasyonunda mutant, normal sib ve kontrollerin ana dal sayısı sırasıyla 2.4, 2.1 ve 2.3 iken, değişim aralığı 1-5, 1-3.5 ve 1.8-3 arasında yer almıştır.

FLIP 83-47C hattında mutantların ana dal sayısı 2.7, normal siblerin 2.3 ve kontrollerin 2.4 olarak hesaplanırken, değişim aralığı sırasıyla 1-6, 1-4 ve 2-2.8 arasında değişmiştir. Populasyonların hepsinde seçilen mutantların dal sayısı ortalaması hem normal siblerden hem de kontrollerden daha yüksek değer almıştır. Varyasyon katsayısının ise mutantlarda daha büyük yüzdeye ulaştığı gözlenmiştir. Bu sonucun nedeni, mutantların değişim aralığının daha geniş olmasından kaynaklanmaktadır. Aydın 92, ILC 482 ve Ürkütlü yerel populasyonlarından seçilen mutantlar ile normal sibleri arasında $p < 0.05$ önem seviyesinde önemli fark olduğu görülmüştür. Diğer taraftan, mutantlar ile kontroller ve sibler ile kontroller arasında $p < 0.05$ olasılık düzeyinde istatistiki açıdan önemli bir fark olmadığı saptanmıştır. Bitkide ana dal sayısı önemli verim komponentlerinden biridir. Bitkide ana dal sayısı dane verimi ile pozitif ve sıkı ilişki içindedir. Nitekim, Tosun ve Eser (1976), Eser vd (1987), Singh vd (1996) ve Özdemir (1996) nohutta; İslam ve Shaikh (1981) mercimekte; Majid vd (1982) *Vigna mungo*'da; Shamsuzzaman vd (1983) *Vigna radiata*'da ve Ali vd (1986) mürdümükte önemli ve pozitif korelasyonlar bulmuşlardır. Singh vd (1983) bitkide ana dal sayısı ile bitkide bakla sayısı arasında pozitif ve önemli ilişkiler saptamışlardır. ICARDA'da nohut için dane verimini artırmanın ikinci yolu uzun boylu bitkilerde dal sayısını artırmaktır (ICARDA 1993). Seçilen mutantlarda ana dal sayısının 1'den 7'ye kadar değişmesi mutasyon ıslahı ile varyasyonun artırılabilceğinin bir göstergesidir.

4.2.2.3. Bitkide bakla sayısı

İspanyol, Aydın 92, ILC 482, Ürkütlü ve FLIP 83-47C populasyonlarından seçilen mutantlarda ortalama bakla sayısının sırasıyla 7.1, 18.4, 5.6, 5.5 ve 7.6 olduğu ve kontrollerde bakla sayısı ortalamasının aynı sıra ile 15.2, 15.5, 13.7, 11.3 ve 6.7 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.9). Normal siblerde ortalama bakla sayısının seçilen mutantlar ile kontroller arasında olduğu gözlenmiştir. Bakla sayısı ortalamasına ilişkin verilerde, Aydın 92 ve FLIP 83-47C populasyonlarından seçilen mutantların kontrollerden ortalama olarak daha fazla bakla taşımaları dikkat çekicidir. En yüksek varyasyon katsayısı; Aydın 92 populasyonundan seçilen mutantlar dışında, diğerlerinden seçilen mutantlarda daha yüksektir. İspanyol populasyonundan seçilen

mutantlar ile normal görünüşlü sibleri, normal görünüşlü sibler ile kontroller ve mutantlar ile kontroller arasında $p < 0.05$ olasılık düzeyinde istatistiki açıdan önemli bir fark olduğu saptanmıştır. Aydın 92, ILC 482 ve Ürkütlü populasyonlarından seçilen mutantlar ile normal görünüşlü sibleri arasında $p < 0.05$ düzeyinde istatistiki açıdan önemli bir fark olduğu belirlenmiştir. Bakla sayısı nohutta en önemli verim komponentlerinden biridir.

Çizelge. 4.9. Araştırmada kullanılan nohut populasyonlarının bakla sayılarına ait tanımlayıcı istatistikler

Populasyon	n	$\bar{X} \pm S_x$	Değişim Aralığı En Küç.-En Büy.	C.V.(%)	t-değeri
İspanyol					
mutant	68	7.1 ± 1.02	0.0-32.0	119.07	-2.47*
normal sib	65	10.0 ± 0.59	0.0-23.0	47.75	-2.29*
kontrol	5	15.2 ± 2.63	1.8-2.3	38.62	-2.11*
Aydın-92					
mutant	88	18.4 ± 1.78	0.0-72.5	36.50	4.16*
normal sib	79	10.0 ± 0.83	0.0-47.0	73.75	-1.66
kontrol	5	15.5 ± 1.82	11.0-22.0	26.32	0.39
ILC-482					
mutant	91	5.6 ± 0.95	0.0-43.0	160.71	-5.37*
normal sib	90	11.4 ± 0.48	0.5-25.3	40.32	-0.57
kontrol	5	13.7 ± 1.94	10.3-21.3	31.61	-1.97
Ürkütlü					
mutant	58	5.5 ± 1.10	0.0-37.0	154.46	-3.04*
normal sib	58	9.2 ± 0.52	3.3-21.5	42.76	-1.11
kontrol	5	11.3 ± 2.19	7.0-19.8	43.27	-1.50
FLIP-83-47C					
mutant	28	7.6 ± 1.97	0.0-39.0	137.11	0.00
normal sib	27	7.6 ± 0.70	2.0-14.3	47.59	0.57
kontrol	5	6.7 ± 0.75	5.3-9.3	25.16	0.20

* 0.05 olasılık seviyesinde önemli

Nohutta bitki verimi ile bitkide bakla sayısı arasında Eser (1976b), Eser vd (1987), Singh (1991), Akdağ ve Şehirli (1992), Açıkgöz ve Açıkgöz (1994),

Özdemir (1996); mercimekte Islam ve Shaikh (1978); mürdümükte Ali vd (1986) önemli korelasyonlar saptamışlardır. Wery (1994) yüksek hasat indeksinin, birim alandaki bakla sayısının ve dane veriminin kuraklıktan kaçma ile ilgili olduğunu bildirmiştir. Diğer taraftan, ICARDA genotiplerinde bitkide bakla sayısının 5 ile 100 arasında değiştiği rapor edilmiştir (Singh vd 1983). Bulgularımız bu sonuçlar ile uyumludur. Bu sonuçlara göre, bitkide bakla sayısının önemli bir seleksiyon kriteri olduğu söylenebilir.

4.2.2.4. Biyolojik verim

Nohut populasyonlarının biyolojik verimlerine ilişkin değerler Çizelge 4.10'da verilmiştir. Çizelge 4.10 incelenecek olursa, en yüksek biyolojik verimin Aydın 92 çeşidinden seçilen mutantlarda olduğu ve bunu sırasıyla İspanyol, FLIP 83-47C, Ürkütlü ve ILC 482 hattından seçilen mutantların izlediği görülecektir. Ayrıca, Aydın 92 ve FLIP 83-47C mutantlarının biyolojik verim yönünden kontrollerden ve normal görünüşlü siblerden daha büyük değerler arzettiği görülür. Bununla beraber, İspanyol populasyonundan ve ILC 482 hattından seçilen mutantlarda biyolojik verim kontrollerden küçüktür. Ürkütlü yerel populasyonundan seçilen mutantlarda ise biyolojik verim siblerden yüksek olmasına rağmen kontroller ile aynı seviyededir.

Değişim aralığı seçilen mutantlarda daha geniştir. Varyasyon katsayısı ise seçilen mutantlarda daha yüksek olarak saptanmıştır. Genellikle yüksek varyasyon katsayısı seçilen mutantlarda elde edilmesine rağmen, Aydın 92 çeşidinin normal görünüşlü siblerinde varyasyon katsayısı hem seçilen mutantlardan hem de kontrollerden daha yüksek yüzdeye ulaşmıştır. Biyolojik verim bakımından seçilen mutantlar ile normal görünüşlü siblerin karşılaştırılmasında; Aydın 92 ve Ürkütlü populasyonlarından seçilen mutantlar ile sibler arasında $p < 0.05$ olasılık düzeyinde istatistiki açıdan önemli bir fark olduğu saptanmıştır.

Çizelge. 4.10. Araştırmada kullanılan nohut populasyonlarının biyolojik verimlerine ait tanımlayıcı istatistikler

Populasyon	n	$\bar{X} \pm S_x$	Değişim Aralığı En Küç.-En Büy.	C.V. (%)	t-değeri
İspanyol					
mutant	68	8.1 ± 0.93	0.5-37.4	94.34	0.25
normal sib	64	7.9 ± 0.53	2.5-25.4	53.38	-0.60
kontrol	5	10.6 ± 1.95	5.8-16.2	41.27	-0.70
Aydın-92					
mutant	88	11.8 ± 0.88	1.3-39.8	69.51	6.21*
normal sib	79	5.4 ± 0.48	1.0-26.6	78.39	-0.64
kontrol	5	6.7 ± 1.37	3.1-11.4	45.96	1.38
ILC-482					
mutant	91	4.7 ± 0.40	0.7-15.5	80.70	1.47
normal sib	90	4.1 ± 0.19	0.2-9.8	45.27	-0.94
kontrol	5	5.5 ± 1.02	4.1-9.5	41.76	-0.43
Ürkütlü					
mutant	58	5.0 ± 0.55	0.4-25.2	83.63	2.27*
normal sib	57	3.6 ± 0.26	1.1-12.0	54.41	-0.07
kontrol	5	5.0 ± 0.68	3.5-7.5	30.55	0.02
FLIP-83-47C					
mutant	28	8.6 ± 1.54	0.8-37.8	95.22	1.31
normal sib	27	6.4 ± 0.48	2.5-12.6	39.00	1.47
kontrol	5	4.8 ± 0.29	3.8-5.4	13.75	1.03

* 0.05 olasılık seviyesinde önemli

Kültürü yapılan nohut çeşitlerinin adaptasyon sınırlarının dar olduğu (ICARDA 1990) ve Akdeniz havzasında geleneksel ekim sisteminde yetiştirilen ürünün kuraklığa ve yüksek sıcaklığa maruz kaldığı (Hawtin ve Singh 1984; Saxena 1984) bildirilmiştir. Bu bakımdan, geniş adaptasyon ve stabil verim yeteneğine sahip genotiplerin fotoperiyoda duyarlılığının azaltılarak başarılabileceği vurgulanmıştır (ICARDA 1990). Singh vd (1990) ve Singh vd (1996) nohutta dane verimin ana belirleyicisinin biyolojik verim olduğunu belirtmişlerdir. Nohutta dane veriminin biyolojik verim ile sıkı ilişkili bir özellik olduğu (Özdemir 1997) ve nohutun biyolojik veriminin düşük olduğu bunun

için de, bitki boyunun ve uzun boylu genotiplerde dal sayısının artırılması gerektiği açıklanmıştır (ICARDA 1992 ve 1993). Ayrıca, yapılan çalışmalar nohutta dane verimini artırmak için uygun hasat indeksi ile yüksek biyolojik verime sahip genotiplerin melezleme çalışmalarında anaç olarak kullanılması Muehlbauer ve Singh (1987) tarafından işaret edilmiştir.

4.2.2.5. Bitkide dane sayısı

Araştırmada kullanılan nohut populasyonlarının bitkide dane sayısına ilişkin tanımlayıcı istatistikler Çizelge 4.11’de verilmiştir. Çizelge 4.11’e bakıldığı zaman, mutantlarda; ortalama dane sayısı İspanyol populasyonu için 4.6, Aydın 92 çeşidi için 10.7, ILC 482 için 3.4, Ürkütlü yerel populasyonu için 2.8 ve FLIP 83-47C için 4.8 olarak saptanmıştır.

İspanyol ve Ürkütlü populasyonlarından ve ILC 482 hattından seçilen mutantlarda ortalama dane sayısı normal görünüşlü siblerden ve muamele edilmemiş kontrollerden daha küçüktür. Değişim aralığı seçilen mutantlarda normal görünüşlü siblere göre daha geniştir. En dar değişim aralığı ve varyasyon katsayısı kontrollerdedir. Yapılan t-testi sonucu, seçilen mutantlar ile normal görünüşlü sibler arasında FLIP 83-47C hattı hariç, istatistiki açıdan önemli ($p < 0.05$) bir fark olduğu saptanmıştır.

Eser (1975) nohutta, dane verimi ile bitkide dane sayısı arasında önemli ilişkiler olduğunu rapor etmiştir. Ayrıca, Khanna-Chorpa ve Sinha (1987) nohuttaki ana verim komponentlerinin 100-dane ağırlığı, bitkide bakla ve dane sayısının olduğunu bildirmişlerdir. Akdağ ve Şehirali (1992) ve Özdemir (1996) biyolojik verim ile bitkide dane sayısı arasında önemli ve pozitif korelasyonlar saptamışlardır.

Çizelge. 4.11. Araştırmada kullanılan nohut populasyonlarının bitkide dane sayılarına ait tanımlayıcı istatistikler

Populasyon	n	$\bar{X} \pm S_x$	Değişim Aralığı En Küç.-En Büy.	C.V. (%)	t-değeri
İspanyol					
mutant	68	4.6 ± 0.75	0.0-25.0	135.95	-2.53*
normal sib	65	6.8 ± 0.42	0.0-17.0	50.44	-1.63
kontrol	5	9.4 ± 1.66	6.3-13.5	39.68	-1.70
Aydın-92					
mutant	89	10.7 ± 1.16	0.0-43.0	102.24	3.33*
normal sib		6.2 ± 0.63	0.0-39.0	91.60	-1.04
kontrol	5	8.9 ± 2.22	5.0-16.8	56.05	0.38
ILC-482					
mutant	91	3.4 ± 0.63	0.0-29.0	175.93	-5.00*
normal sib	90	7.1 ± 0.38	0.0-19.6	51.25	-0.81
kontrol	5	9.5 ± 1.71	7.0-16.3	40.21	-2.24*
Ürkütlü					
mutant	58	2.8 ± 0.69	0.0-21.0	186.00	-3.74*
normal sib	58	5.8 ± 0.41	1.3-18.83	54.01	-1.27
kontrol	5	7.7 ± 0.71	6.0-10.0	20.61	-2.04*
FLIP-83-47C					
mutant	28	4.8 ± 1.46	0.0-25.0	162.19	0.24
normal sib	27	4.4 ± 0.51	0.5-12.0	60.32	0.75
kontrol	5	3.4 ± 0.45	2.0-4.8	30.12	0.40

* 0.05 olasılık seviyesinde önemli

4.2.2.6. Dane verimi

Aydın 92 çeşidinden, FLIP 83-47C hattından ve Ürkütlü yerel populasyonundan seçilen mutantların ortalama dane verimi muamele edilmemiş kontrollerden ve normal görünüşlü siblerden daha büyük bir değere ulaşmasına rağmen, İspanyol populasyonu ve ILC 482 hattından seçilen mutantların ortalama dane verimi ışınlanmamış kontrollerden daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.12). Bununla beraber, değişim aralığı ele alınan tüm genotiplerden seçilen mutantlarda büyük bulunmuştur. Varyasyon katsayısı da seçilen mutantlarda siblere ve kontrollere oranla

daha büyük bir değer arz etmiştir. Bu bize seçilen mutantlarda dane verimi bakımından yeterli varyasyon olduğunun bir göstergesi olarak yansımaktadır. Mutantlar ile normal görünüşlü sibleri arasında dane verimi bakımından farkın önemliliği için yapılan t-testi sonucu, Aydın 92 çeşidi ve FLIP 83-47C hattında istatistiki açıdan önemli ($p<0.05$) bir fark olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.12).

Çizelge. 4.12. Araştırmada kullanılan nohut populasyonlarının dane verimine ait tanımlayıcı istatistikler

Populasyon	n	$\bar{X} \pm S_x$	Değişim Aralığı En Küç.-En Büy.	C.V. (%)	t-değeri
İspanyol					
mutant	45	2.9 ± 0.44	0.1-11.5	100.65	-0.02
normal sib	64	3.0 ± 0.19	0.2-7.2	50.65	-1.82
kontrol	5	4.2 ± 0.77	2.7-6.3	40.75	-0.95
Aydın-92					
mutant	69	4.8 ± 0.66	0.2-14.7	92.21	5.55*
normal sib	76	2.1 ± 0.21	0.1-12.3	86.51	-0.95
kontrol	5	2.9 ± 0.73	1.6-5.5	56.03	1.11
ILC-482					
mutant	42	2.1 ± 0.31	0.1-8.5	94.31	0.26
normal sib	89	2.0 ± 0.11	0.1-5.0	49.93	-0.96
kontrol	5	2.9 ± 0.56	2.1-5.1	43.78	-0.82
Ürkütlü					
mutant	22	2.2 ± 0.47	0.1-8.1	99.50	1.59
normal sib	58	1.6 ± 0.13	0.3-5.4	58.00	-0.99
kontrol	5	2.1 ± 0.31	1.4-3.2	33.82	0.12
FLIP-83-47C					
mutant	13	4.2 ± 1.04	0.0-10.56	88.42	3.09*
normal sib	27	1.8 ± 0.22	0.2-5.1	60.88	1.14
kontrol	5	1.3 ± 0.13	0.8-1.6	23.72	1.75

* 0.05 olasılık seviyesinde önemli

Burada ele alınan dane verimi tek bitki dane verimi ortalamalarına dayanmaktadır. Bu bakımdan, nohutta birim alan dane verimi ile tek bitki verimi arasında önemli ve sıkı ilişkiler mevcuttur (Eser 1987; Akdağ ve Şehirli 1992 ve

Özdemir 1996). Singh vd (1990) nohutta dane verimini artırmak için yapılacak seleksiyonun biyolojik verim ve hasat indeksi üzerinden yapılması gerektiğini belirtmişlerdir. Tosun ve Eser (1975) bitki verimi için kalıtım derecesini 0.13 ve Singh (1991) ise 0.59 olarak belirlemişlerdir. Bu değerler, dane veriminin çevreden çok etkilendiğinin açık bir göstergesidir. Ayrıca, tek bitki dane veriminin verimi artırmada kullanılabilecek güvenilir bir verim komponenti olarak ele alınması ıslahçıyı ters sonuçlara götüreceği göz ardı edilmemelidir. Bununla birlikte, verimi artırmak için yapılacak seleksiyon çalışmalarında tek bitki dane verimi ile beraber yüksek biyolojik verim ve uygun bir hasat indeksi kullanılabilir. Diğer taraftan, başlangıçta yapılacak seleksiyon parsel ortasından bitkiler seçilerek yapılmalıdır ki böylelikle, çevrenin etkisi en aza indirilmeye özen gösterilmelidir.

4.2.2.7. Hasat indeksi

Seçilen mutantların, siblerin ve ışınlanmamış kontrollerin hasat indeksleri için kullanılan değerler Çizelge 4.13’de verilmiştir. Çizelge 4.13 incelendiği zaman, normal siblerin hasat indekslerinin mutantlardan daha büyük olduğu görülecektir. Populasyonların hasat indeksi ortalamaları genellikle birbirlerinden farklılık göstermiştir. Seçilen mutantlarda en yüksek hasat indeksi ortalaması sırasıyla Aydın 92 (% 35), ILC 482 (% 31.4), İspanyol (% 29.5), FLIP 83-47C (26.7) ve Ürkütlü (% 26) genotiplerini takip etmiştir.

Değişim aralığı seçilen mutantlarda siblere ve kontrollere oranla daha geniş bulunmuştur. Diğer taraftan, varyasyon katsayısı kontrollerde normal siblere oranla daha küçük olarak saptanmıştır. Ürkütlü yerel ve İspanyol populasyonları ile ILC 482 hattından seçilen mutantlar ile sibleri arasında hasat indeksi bakımından istatistiki olarak ($p<0.05$) önemli bir fark saptanmıştır. Ayrıca, İspanyol populasyonu, ILC 482 hattı ve Ürkütlü yerel populasyonundan seçilen mutantlar ile kontrolleri arasında da $p<0.05$ önem seviyesinde önemli bir fark olduğu belirlenmiştir.

Cizelge. 4.13. Araştırmada kullanılan nohut populasyonlarının hasat indekslerine ait tanımlayıcı istatistikler

Populasyon	n	$\bar{X} \pm S_x$	Değişim Aralığı En Küç.-En Büy.	C.V. (%)	t-değeri
İspanyol					
mutant	45	29.5±1.54	5.5-54.7	34.98	-4.12*
normal sib	64	38.6±1.50	4.8-54.9	31.10	-0.60
kontrol	5	41.9±5.57	22.0-51.5	29.69	-2.51*
Aydın-92					
mutant	68	35.0±1.89	1.0-63.2	44.47	-1.24
normal sib	76	38.0±1.57	1.2-58.5	36.04	-0.79
kontrol	5	42.9±3.24	32.6-49.5	16.90	-1.01
ILC-482					
mutant	42	31.4±2.16	4.5-60.0	44.57	-9.22*
normal sib	89	48.7±0.80	14.9-59.5	15.42	-0.93
kontrol	5	52.2±1.76	46.1-56.4	7.52	-3.28*
Ürkütlü					
mutant	22	26.0±3.46	1.9-52.6	62.29	-6.26*
normal sib	58	42.9±1.03	8.0-55.8	18.23	0.19
kontrol	5	42.2±4.1	26.9-49.9	21.47	-2.13*
FLIP-83-47C					
mutant	13	26.7±4.00	3.6-49.4	53.37	-0.28
normal sib	27	27.8±2.01	4.1-43.1	37.63	0.28
kontrol	5	26.9±3.46	15.6-34.3	28.80	-0.03

* 0.05 olasılık seviyesinde önemli

Hasat indeksi önemli bir verim komponentidir. Ayrıca, değişen çevrelere karşı hasat indeksinin stabilitesinin önemli bir özellik olduğu vurgulanmıştır (Muehlbauer ve Singh 1987). Nohut verimini artırmanın yollarından biri kışlık nohut ekimidir (Saxena vd 1984, Toker ve Çağırğan 1997a, Toker ve Çağırğan 1997b, Toker vd 1997). Kışlık nohut ekiminde verimi artırmak için uygulanan seleksiyon kriterlerinden en önemlilerinin biyolojik verim ve hasat indeksi olduğu saptanmıştır (ICARDA 1992). Aynı zamanda, nohut bitkisinin olgunlaşma esnasında kuraklık stresinden etkilendiği yerlerde % 50 erken çiçeklenme ve olgunlaşma gün sayısı ile verim arasındaki sıkı

ilişkiden dolayı erkenci hatların seçilmesi önerilmiştir. Ayrıca, bu koşullarda yüksek verimli hatları seçmek için biyolojik verim, hasat indeksi ve olgunlaşma gün sayısının kullanılması tavsiye edilmiştir (ICARDA 1992). Slim ve Saxena (1993a) yarı-kurak yıllarda yüksek dane veriminin yüksek verim potansiyeli, biyolojik verim ve hasat indeksi ile sıkı ilişkili özellikler olduğunu rapor etmişlerdir. Şiddetli kuraklığın hüküm sürdüğü yıllarda ise yağmurla beslenen koşullar altında, erken çiçeklenme, düşük saman verimi, yüksek hasat indeksi, verim potansiyeli, bakla ve dane sayısı ve dane ağırlığı dane verimi ile korelasyolu bulunmuştur (Slim ve Saxena 1993b). Wery vd (1994) kuraklıktan kaçma ile yüksek hasat indeksi arasında bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir. Toker ve Çağırğan (1997b) yağmurla beslenen koşullar altında dane verimi ile biyolojik verim, hasat indeksi, ortalama üretkenlik, kuraklık stresine tolerans ve üretkenlik oranı arasında pozitif önemli ilişkiler saptamışlardır. Diğer taraftan, kuraklığa duyarlılık indeksi ile dane verimi arasında negatif önemli korelasyon olduğunu saptamışlardır.

4.2.2.8. 100-dane ağırlığı

Nohut populasyonlarının 100-dane ağırlığına ilişkin tanımlayıcı istatistikler verilmiştir (Çizelge 4.14). Çizelge 4.14 incelenecek olursa, seçilen mutantların ortalama 100-dane ağırlığı sırasıyla 39.1 gr (İspanyol), 37.2 gr (FLIP 83-47C), 33.5 gr (Aydın 92), 28.5 gr (ILC 482) ve 27.8 gr (Ürkütlü yerel populasyonu) olarak bulunmuştur. Seçilen mutantların ortalama 100-dane ağırlığı Ürkütlü yerel populasyonu dışında, kontrollerden daha küçüktür. Diğer bir ifade ile ışınlanmamış kontrollerin 100-dane ağırlığı ortalamaları mutantlardan daha ağırdır. Değişim aralığı seçilen mutantlarda daha geniştir. İspanyol populasyonundan bazı mutantların 100-dane ağırlığını 53.2 gr'a kadar artırdığı gözlenmiştir. Bunu sırasıyla Aydın 92 (47.9 gr), FLIP 83-47C (44.9 gr), Ürkütlü yerel populasyonu (44 gr) ve ILC 482 (38 gr) olarak takip etmiştir.

Varyasyon katsayısı, seçilen mutantlardaki varyasyonun daha büyük olduğunu göstermektedir. Yüz dane ağırlıkları arasındaki farkın önemliliği için yapılan t-testi

sonucu; İspanyol ve FLIP 83-47C genotiplerinden seçilen mutantlar ile normal görünüşlü sibleri arasında $p < 0.05$ önem seviyesinde önemli bir fark olduğu belirlenmiştir.

Çizelge. 4.14. Araştırmada kullanılan nohut populasyonlarının 100-dane ağırlığına ait tanımlayıcı istatistikler

Populasyon	n	$\bar{X} \pm S_x$	Değişim Aralığı En Küç.-En Büy.	C.V. (%)	t-değeri
İspanyol					
mutant	45	39.1 ± 1.25	21.5-53.2	21.47	-2.25*
normal sib	64	42.1 ± 0.71	18.0-52.6	13.47	-1.12
kontrol	5	45.0 ± 1.05	43.0-47.6	5.25	-1.55
Aydın-92					
mutant	69	33.5 ± 0.79	10.5-47.8	19.62	0.32
normal sib	76	33.2 ± 0.55	14.0-44.0	14.36	0.17
kontrol	5	32.8 ± 0.64	31.0-34.7	4.35	0.23
ILC-482					
mutant	42	28.5 ± 0.97	12.0-38.0	22.12	0.54
normal sib	87	28.1 ± 0.26	16.0-33.6	8.45	-0.20
kontrol	5	29.9 ± 0.35	29.4-31.3	2.61	-0.47
Ürkütlü					
mutant	22	27.5 ± 1.73	12.0-44.0	29.45	-0.17
normal sib	58	27.8 ± 0.56	17.0-38.9	15.39	0.42
kontrol	5	26.9 ± 2.44	18.1-32.2	20.45	0.16
FLIP-83-47C					
mutant	13	37.2 ± 2.28	21.4-44.9	22.10	-2.49*
normal sib	27	41.7 ± 0.67	32.5-46.7	8.31	0.93
kontrol	5	38.0 ± 2.08	31.6-42.0	12.22	-0.23

* 0.05 olasılık seviyesinde önemli

Dane verimi ile 100-dane ağırlığı arasında nohutta Eser (1976b), Singh vd (1983), Eser vd (1987), Singh (1991), Akdağ ve Şehirali (1992), Açıkgöz ve Kıtık (1994) önemli ve pozitif ilişkiler bulmuşlardır. Singh vd (1996), nohutta dane verimine biyolojik verimden sonra ikinci en büyük katkının 100-dane ağırlığı tarafından sağlandığını göstermiştir. Singh vd (1990) ise bitki boyu, 100-dane ağırlığı, çiçeklenme

ve olgunlaşma gün sayısı, kanopi genişliği ve protein içeriklerinin verim üzerindeki etkilerinin biyolojik verim ve hasat indeksi üzerinden olduğunu saptamışlardır. Diğer taraftan, Khanna-Chorpa ve Sinha (1987) tarafından 100-dane ağırlığının önemi; nohutta en önemli verim komponentlerinin bitkide bakla ve dane sayısı ile beraber 100-dane ağırlığı olduğu şeklinde vurgulanmıştır.

Dane büyüklüğü için yapılan çalışmalarda, anaya ait etkilerin önemli olduğu saptanarak, iri daneli anaçların ana olarak kullanılması gerektiği önerilmiştir (ICARDA 1992). Nohutta olgunlaşma gün sayısı, bitki boyu, birinci ve ikinci dal sayısı, bitkide bakla sayısı ve dane verimi için eklemeli ve eklemeli olmayan genetik komponentlerin önemli olmasına rağmen, çiçeklenme gün sayısı, 100-dane ağırlığı ve baklada dane sayısının eklemeli genetik varyansın altında olduğu saptanmıştır (Singh vd 1993). Muehlbauer ve Singh (1987) ise iri daneliliğin küçük daneliliğe dominant olduğunu belirtmişlerdir.

4.2.2.9. Baklada dane sayısı

Harman işlemi yapıldıktan sonra değişik özellikler için seçilen bazı mutantların dane sayısının bakla sayısından fazla olduğu gözlenmiştir. Bu bize bazı mutantların baklasında birden fazla dane taşıdığını göstermiştir. Elle harman yapıldığı için baklada üç daneli mutantlara rastlanmamasına karşın, bazı mutantların iki daneli olduğu belirlenmiştir. Populasyonların baklada dane sayılarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler aşağıdadır (Çizelge 4.15). En dar değişim aralığı kontrollerde gözlenirken, en geniş değişim aralığı seçilen mutantlarda saptanmıştır. Ürkütlü yerel populasyonundan seçilen mutantlar ile sibleri ve kontrolleri arasında ortalama baklada dane sayısı bakımından istatistiki açıdan $p < 0.05$ düzeyinde önemli bir fark olduğu belirlenmiştir. M_2 generasyonunun yetiştirildiği zaman dikkate alınırsa, ürün topraktaki alınabilir nem ile belirlenmiştir. Bu zaman zarfında sıcaklıklar artarak, topraktaki sınırlı alınabilir nem baklaların dane bağlamasını engellemiştir. Bu oran bazı mutant ve siblerde % 0 olurken kontrollerde de % 38.1'e kadar düşmüştür. Seçilen mutantların ortalama baklada dane sayısı siblerden daha düşük bulunmuştur. Baklada dane sayısı, stres koşulları altında

verimi artırmak için verim kriteri olarak kullanılabilir. Wery vd (1994) kuraklıktan kaçma mekanizmalarının; erkencilik (Saxena 1993), hızlı dane doldurma ve baklada çift danelikle sağlanabileceğini vurgulamışlardır.

Çizelge. 4.15. Araştırmada kullanılan nohut populasyonlarının baklada dane sayısı oranlarına ait tanımlayıcı istatistikler

Populasyon	n	$X \pm S_x$	Değişim Aralığı En Küç.-En Büy.	C.V. (%)	t-değeri
İspanyol					
mutant	52	64.6 $\pm$ 4.70	0.0-133.3	52.52	-0.97
normal sib	64	69.3 $\pm$ 2.18	34.6-115.2	25.12	0.94
kontrol	5	61.9 $\pm$ 2.94	50.9-66.3	10.62	0.18
Aydın-92					
mutant	75	55.9 $\pm$ 3.36	0.0-108.3	52.11	-0.81
normal sib	78	59.3 $\pm$ 2.61	0.0-126.9	38.89	0.45
kontrol	5	54.5 $\pm$ 7.66	37.1-76.1	31.45	0.10
ILC-482					
mutant	48	54.6 $\pm$ 4.40	0.0-100.0	55.89	-1.53
normal sib	90	61.3 $\pm$ 2.16	0.0-110.0	33.43	-0.54
kontrol	5	68.3 $\pm$ 2.66	60.0-76.5	8.72	-1.00
Ürkütlü					
mutant	34	37.1 $\pm$ 5.63	0.0-89.5	88.48	-4.58*
normal sib	57	61.5 $\pm$ 2.39	39.5-115.8	29.35	-0.58
kontrol	5	72.1 $\pm$ 6.29	50.6-85.7	19.52	-2.33*
FLIP-83-47C					
mutant	18	47.6 $\pm$ 8.92	0.0-100.0	79.46	-0.90
normal sib	27	55.3 $\pm$ 3.73	19.6-104.1	35.04	
kontrol	5	50.1 $\pm$ 3.17	38.1-57.1	14.18	-0.14

* 0.05 olasılık seviyesinde önemli

Üzerinde çalıştığımız karakterlerden en yüksek kalıtım derecesi 100-dane ağırlığı için bulunmuştur (Tosun ve Eser 1975, Singh 1991). Adi fiğde aynı bulgular Sabancı ve Yıldırım (1992) tarafından teyid edilmiştir. Dane veriminin kalıtım derecesinin oldukça düşük olması bu özelliğin çevreden çok etkilendiğinin bir göstergesidir. Seçtiğimiz verim tipi mutantlardan çevre etkisini en aza indirmek

amacıyla seleksiyon parsel ortasından yapılmıştır. Verimin çevreden çok etkilenen bir özellik olmasından dolayı dane verimi için denemelerin birden fazla yer ve yılda yapılması gerektiği vurgulanmıştır (Sabancı ve Yıldırım 1992).

4.2.3. Mutant ve normal görünüşlü siblerin korelasyon matrisleri

4.2.3.1. İspanyol popülasyonundan seçilen mutantlar ve normal görünüşlü siblerine ait korelasyon matrisi

İspanyol popülasyonundan seçilen mutantlarda ve siblerinde ölçülen özelliklerin korelasyon matrisi Çizelge 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.16. İspanyol popülasyonundan seçilen mutantlarda ve siblerinde ölçülen özelliklerin korelasyon matrisi

	Bitki boyu	Dal sayısı	Bakla sayısı	Biyolojik verim	Dane sayısı	Dane verimi	Hasat indeksi	100-dane ağırlığı
Mutant (n=68)								
Dal sayısı	0.290*							
Bakla sayısı	0.635**	0.422**						
Biyolojik verim	0.655**	0.633**	0.839**					
Dane sayısı	0.599**	0.283*	0.889**	0.736**				
Dane verimi	0.688**	0.510**	0.946**	0.951**	0.990**			
Hasat indeksi	0.274*	0.004	0.555**	0.347**	0.527**	0.558**		
100-Dane ağırlığı	0.578**	0.423**	0.554**	0.538**	0.465**	0.544**	0.395**	
Baklada dane	-0.025	-0.267*	-0.008	-0.020	0.299*	-0.004	-0.005	-0.308**
Normal sib (n=65)								
Dal sayısı	0.179							
Bakla sayısı	0.224	0.200						
Biyolojik verim	0.211	-0.021	0.560**					
Dane sayısı	0.236	0.189	0.849**	0.660**				
Dane verimi	0.246	0.106	0.864**	0.697**	0.981**			
Hasat indeksi	0.191	0.151	0.265*	-0.261*	0.336**	0.351**		
100-Dane ağırlığı	0.162	-0.062	0.429**	0.211	0.299*	0.446**	0.411**	
Baklada dane	0.122	0.031	-0.250*	0.201	0.270*	0.199	0.168	-0.105

Mutant için *, 0.05 düzeyinde önemli (0.232); **, 0.001 düzeyinde önemli (0.302)
Normal sib için *, 0.05 düzeyinde önemli (0.250); **, 0.001 düzeyinde önemli (0.325)

İspanyol populasyonundan seçilen mutantlarda, dane verimi ile bitki boyu ($r=0.688$), bitkide ana dal sayısı ($r=0.510$), bitkide bakla sayısı ($r=0.946$), biyolojik verim ($r=0.951$), bitkide dane sayısı ($r=0.990$), hasat indeksi ($r=0.558$) ve 100-dane ağırlığı ($r=0.544$) arasında $p<0.01$ önem seviyesinde olumlu korelasyonlar saptanmıştır (Çizelge 4.16). Bununla birlikte, mutantların dane tutma oranları ile bitkide dane sayısı dışında diğer özellikler arasında negatif bir ilişki göze çarpmıştır. Diğer taraftan, normal görünüşlü siblerde, dane verimi ile bitkide dane sayısı ($r=0.864$), biyolojik verim ($r=0.697$), bitkide bakla sayısı ($r=0.981$), hasat indeksi ($r=0.351$) ve 100-dane ağırlığı ($r=0.446$) arasında $p<0.01$ olasılık seviyesinde güvenilir ve olumlu ilişkiler bulunmuştur (Çizelge 4.16). Bitkide dal sayısı ile 100-dane ağırlığı ($r= -0.062$), ve dane tutma oranı ile 100-dane ağırlığı ($r= -0.105$) arasında $p<0.05$ önem seviyesinde negatif önemsiz bir ilişki gözlenirken, bitkide bakla sayısı ile baklada dane sayısı ($r= -0.250$) arasında $p<0.05$ olasılık düzeyinde negatif bir korelasyon gözlenmiştir.

4.2.3.2. Aydın 92 populasyonundan seçilen mutantlar ve normal görünüşlü siblerine ait korelasyon matrisi

Çizelge 4.17 incelendiğinde, mutantlarda, dane verimi ile bitki boyu ($r=0.299$), bitkide ana dal sayısı ($r=0.388$), bitkide bakla sayısı ($r=0.846$), biyolojik verim ($r=0.779$), dane sayısı ($r=0.983$), hasat indeksi ($r=0.585$), 100-dane ağırlığı ($r=0.383$) arasında $p<0.01$ olasılığında önemli ve pozitif ilişkiler saptanırken, dane verimi ile baklada dane sayısı ($r=0.252$) arasında $p<0.05$ olasılığında pozitif ilişkiler tesbit edilmiştir.

Normal görünüşlü siblerde, dane verimi ile bitki boyu ($r=0.423$), bitkide ana dal sayısı ($r=0.421$), bitkide bakla sayısı ($r=0.865$), biyolojik verim ($r=0.797$), bitkide dane sayısı ($r=0.983$), hasat indeksi ($r=0.461$) ve baklada dane sayısı ($r=0.459$) arasında $p<0.01$ olasılığında pozitif ve önemli ilişkiler bulunmuştur. Diğer taraftan, 100-dane ağırlığı ile ölçülen tüm özellikler arsında korelasyonların $p<0.05$ seviyesinde önemsiz olduğu göze çarpmıştır. Gerek mutantlarda ve gerekse normal görünüşlü siblerde 100-

dane ağırlığı ile bitkide dal sayısı ($r = -0.191$) $p < 0.05$ önem seviyesinde ters ve önemsiz bir korelasyon olduğu görülür.

Çizelge 4.17. Aydın 92 çeşidinden seçilen mutantlarda ve siblerinde ölçülen özelliklerin korelasyon matrisi

	Bitki boyu	Dal sayısı	Bakla sayısı	Biyolojik verim	Dane sayısı	Dane verimi	Hasat indeksi	100-dane ağırlığı
Mutant (n=89)								
Dal sayısı	-0.100							
Bakla sayısı	0.532**	0.138						
Biyolojik verim	0.492**	0.188	0.840**					
Dane sayısı	0.416**	0.142	0.856**	0.761**				
Dane verimi	0.299**	0.338**	0.846**	0.779**	0.983**			
Hasat indeksi	0.075	0.108	0.290**	0.051	0.581**	0.585**		
100-Dane ağırlığı	0.334**	-0.107	0.244*	0.245*	0.270**	0.383**	0.360**	
Baklada dane	0.065	0.079	0.033	0.030	0.451**	0.252*	0.694**	0.079
Normal sib (n=79)								
Dal sayısı	0.359**							
Bakla sayısı	0.480**	0.555**						
Biyolojik verim	0.417**	0.310**	0.742**					
Dane sayısı	0.435**	0.451**	0.883**	0.750**				
Dane verimi	0.423**	0.421**	0.865**	0.797**	0.983**			
Hasat indeksi	0.244*	0.055	0.325**	0.016	0.470**	0.461**		
100-Dane ağırlığı	0.042	-0.191	0.033	0.174	0.016	0.126	0.134	
Baklada dane	0.166	-0.080	0.149	0.246*	0.482**	0.459**	0.590**	0.121

Mutant için *, 0.05 düzeyinde önemli (0.205); **, 0.001 düzeyinde önemli (0.267)

Normal sib için *, 0.05 düzeyinde önemli (0.217); **, 0.001 düzeyinde önemli (0.283)

4.2.3.3. ILC 482 populasyonundan seçilen mutantlar ve normal görünüşlü siblerine ait korelasyon matrisi

ILC 482 populasyonundan seçilen mutantlarda, dane verimi ile bitki boyu ($r=0.398$), bitkide bakla sayısı ($r=0.918$), biyolojik verim ($r=0.865$), bitkide dane sayısı ($r=0.974$) ve hasat indeksi ($r=0.576$) arasında $p < 0.01$ önem seviyesinde önemli ilişkiler görülmüştür. Diğer taraftan, mutantların bitkide dal sayısı ile bitkide dane sayısı, hasat

indeksi ve baklada dane sayısı arasında ve ayrıca, bitki boyu ile hasat indeksi ve baklada dane sayısı arasında önemsiz ve negatif ilişkiler saptanmıştır. Normal görünüşlü siblerde, dane verimi ile bitki boyu ($r=0.332$), bitkide bakla sayısı ($r=0.642$), biyolojik verim ($r=0.970$), bitkide dane sayısı ($r=0.975$), hasat indeksi ($r=0.485$) ve baklada dane sayısı ($r=0.608$) arasında $p<0.01$ olasılığında pozitif önemli ilişkiler bulunmuştur. Dane verimi ile 100- dane ağırlığı ($r=0.238$) arasında ise $p<0.05$ düzeyinde önemli ilişki saptanmıştır (Çizelge 4.18).

4.2.3.3. Ürkütlü popülasyonundan seçilen mutantlar ve normal görünüşlü siblerine ait korelasyon matrisi

Çizelge 4.19 incelendiğinde, Ürkütlü yerel popülasyonundan seçilen mutantlarda dane verimi ile bitki boyu ($r=0.513$), bitkide bakla sayısı ($r=0.914$), biyolojik verim ($r=0.816$), bitkide dane sayısı ($r=0.960$), hasat indeksi ($r=0.632$) ve 100-dane ağırlığı ($r=0.474$) arasında $p<0.01$ önem seviyesinde pozitif önemli ilişkiler saptanırken, dane verimi ile baklada dane sayısı ($r=0.324$) arasında pozitif fakat $p<0.05$ önem seviyesinde bir korelasyon gözlenmiştir. Bununla beraber, baklada dane sayısı ile 100-dane ağırlığı arasında negatif ve önemsiz bir ilişki belirlenmiştir.

Normal görünüşlü siblerde, dane verimi ile bitki boyu ($r=0.449$), bitkide bakla sayısı ($r=0.643$), biyolojik verim ($r=0.944$), bitkide dane sayısı ($r=0.975$), 100-dane ağırlığı ($r=0.349$) ve dane tutma oranı ($r=0.422$) arasında $p<0.01$ olasılık seviyesinde olumlu ve önemli ilişkiler bulunmuştur. Dane verimi ile bitkide ana dal sayısı ($r=0.287$) arasında $p<0.05$ önem seviyesinde pozitif korelasyon olduğu gözlenmiştir. Diğer taraftan, hasat indeksi ile baklada dane sayısı ($r=0.297$) hariç tutulursa, ölçülen diğer özelliklerde genellikle negatif ve önemsiz ilişkiler göze çarpmıştır. Aynı şekilde, baklada dane sayısı ile bitki boyu ($r= -0.027$), bitkide ana dal sayısı ($r= -0.103$), bitkide bakla sayısı ($r= -0.114$) ve 100-dane ağırlığı ($r= -0.165$) arasında $p<0.05$ önem seviyesinde önemsiz ve olumsuz ilişkiler belirlenmiştir.

Çizelge 4.18. ILC 482 populasyonundan seçilen mutantlarda ve siblerinde ölçülen özelliklerin korelasyon matrisi

	Bitki boyu	Dal sayısı	Bakla sayısı	Biyolojik verim	Dane sayısı	Dane verimi	Hasat indeksi	100-dane ağırlığı
Mutant (n=91)								
Dal sayısı	0.033							
Bakla sayısı	0.381**	0.035						
Biyolojik verim	0.475**	0.292**	0.759**					
Dane sayısı	0.343**	-0.010	0.940**	0.748**				
Dane verimi	0.398**	0.198	0.918**	0.865**	0.974**			
Hasat indeksi	-0.010	-0.093	0.460**	0.203	0.583**	0.576**		
100-Dane ağırlığı	0.373**	0.110	0.142	0.248*	0.025	0.186	0.152	
Baklada dane	-0.190	-0.075	0.163	0.220*	0.395**	0.124	0.494**	-0.121
Normal sib (n=91)								
Dal sayısı	0.373**							
Bakla sayısı	0.428**	0.329**						
Biyolojik verim	0.324**	0.235*	0.664**					
Dane sayısı	0.334**	0.235*	0.681**	0.959**				
Dane verimi	0.332**	0.200	0.642**	0.970**	0.975**			
Hasat indeksi	0.311**	0.019	0.293**	0.302**	0.443**	0.485**		
100-Dane ağırlığı	0.002	-0.091	0.075	0.179	0.075	0.238*	0.336**	
Baklada dane	0.069	0.021	-0.013	0.578**	0.600**	0.608**	0.401**	0.184

Mutant için *, 0.05 düzeyinde önemli (0.205); **, 0.001 düzeyinde önemli (0.267)

Normal sib için *, 0.05 düzeyinde önemli (0.205); **, 0.001 düzeyinde önemli (0.267)

Çizelge 4.19. Ürkütlü populasyonundan seçilen mutantlarda ve siblerinde ölçülen özelliklerin korelasyon matrisi

	Bitki boyu	Dal sayısı	Bakla sayısı	Biyolojik verim	Dane sayısı	Dane verimi	Hasat indeksi	100-dane ağırlığı
Mutant (n=58)								
Dal sayısı	0.057							
Bakla sayısı	0.514**	0.218						
Biyolojik verim	0.625**	0.392*	0.829**					
Dane sayısı	0.447**	0.180	0.921**	0.791**				
Dane verimi	0.513**	0.186	0.914**	0.816**	0.960**			
Hasat indeksi	0.201	-0.257*	0.508**	0.148	0.688**	0.632**		
100-Dane ağırlığı	0.594**	0.142	0.362**	0.438**	0.302*	0.474**	0.261*	
Baklada dane	0.269*	0.001	0.453**	0.381**	0.679**	0.324*	0.725**	-0.236
Normal sib (n=58)								
Dal sayısı	0.510**							
Bakla sayısı	0.482**	0.541**						
Biyolojik verim	0.533**	0.522**	0.777**					
Dane sayısı	0.410**	0.249	0.626**	0.914**				
Dane verimi	0.449**	0.287*	0.643**	0.944**	0.975**			
Hasat indeksi	-0.077	-0.021	0.141	-0.007	-0.148	-0.131		
100-Dane ağırlığı	0.295*	0.220	0.254*	0.360**	0.157	0.349**	0.095	
Baklada dane	-0.027	-0.103	-0.114	0.332**	0.501**	0.422**	0.297*	-0.165

Mutant için *, 0.05 düzeyinde önemli (0.250); **, 0.001 düzeyinde önemli (0.325)
Normal sib için *, 0.05 düzeyinde önemli (0.250); **, 0.001 düzeyinde önemli (0.325)

4.2.3.3. FLIP 83-47C populasyonundan seçilen mutantlar ve normal görünüşlü siblerine ait korelasyon matrisi

FLIP 83-47C hattından seçilen mutantların meydana getirdiği populasyonda, dane verimi ile bitki boyu ($r=0.577$), bitkide bakla sayısı ($r=0.946$), biyolojik verim ($r=0.897$), bitkide dane sayısı ($r=0.997$), hasat indeksi ($r=0.795$) ve 100-dane ağırlığı ($r=0.674$) arasında $p<0.01$ olasılık düzeyinde olumlu ve önemli korelasyonlar saptanmıştır (Çizelge 4.20). Bitki boyu ile bitkide ana dal sayısı ($r= -0.127$) arasında ise olumsuz ve $p<0.05$ olasılık seviyesinde önemsiz bir ilişki olduğu gözlenmiştir.

Normal görünüşlü siblerde, dane verimi ile bitkide bakla sayısı ($r=0.791$), biyolojik verim ($r=0.814$), bitkide dane sayısı ($r=0.994$), hasat indeksi ($r=0.690$) ve baklada dane sayısı ($r=0.584$) arasında $p<0.01$ önem düzeyinde pozitif ve güvenilir ilişkiler olduğu bulunmuştur. Bununla birlikte, 100-dane ağırlığı ile bitki boyu ($r= -0.187$), bitkide ana dal sayısı ($r= -0.014$) arasında ve baklada dane sayısı ile bitkide ana dal sayısı ($r= -0.189$) ve 100-dane ağırlığı ($r= -0.055$) arasında $p<0.05$ olasılık seviyesinde olumsuz ve önemsiz korelasyonlar belirlenmiştir.

Çizelge 4.20. FLIP 83-47C populasyonundan seçilen mutantlarda ve siblerinde ölçülen özelliklerin korelasyon matrisi

	Bitki boyu	Dal sayısı	Bakla sayısı	Biyolojik verim	Dane sayısı	Dane verimi	Hasat indeksi	100-dane ağırlığı
Mutant (n=28)								
Dal sayısı	-0.127							
Bakla sayısı	0.633**	0.192						
Biyolojik verim	0.645**	0.229	0.925**					
Dane sayısı	0.607**	0.180	0.934**	0.885**				
Dane verimi	0.577**	0.260	0.946**	0.897**	0.997**			
Hasat indeksi	0.644**	0.192	0.675**	0.548*	0.798**	0.795**		
100-Dane ağırlığı	0.698**	0.135	0.695**	0.685**	0.652**	0.674**	0.718**	
Baklada dane	0.578**	0.116	0.451	0.389	0.631**	0.193	0.321	-0.256
Normal sib (n=27)								
Dal sayısı	0.241							
Bakla sayısı	0.407*	0.267						
Biyolojik verim	0.273	0.143	0.672**					
Dane sayısı	0.374	0.136	0.793**	0.808**				
Dane verimi	0.361	0.114	0.791**	0.814**	0.994**			
Hasat indeksi	0.258	0.136	0.594**	0.185	0.684**	0.690**		
100-Dane ağırlığı	-0.187	-0.014	0.063	0.113	0.039	0.126	0.183	
Baklada dane	0.094	-0.189	0.104	0.349	0.599**	0.584**	0.493**	-0.055

Mutant için *, 0.05 düzeyinde önemli (0.374); **, 0.001 düzeyinde önemli (0.478)

Normal sib için *, 0.05 düzeyinde önemli (0.381); **, 0.001 düzeyinde önemli (0.487)

Khanna-Chorpa ve Sinha (1987), nohutta ana verim komponentleri olarak bitkide bakla sayısı ve 100-dane ağırlığı olduğunu bildirmişlerdir. Buna ek olarak, nohutta dane veriminin ana belirleyicisinin biyolojik verim ve hasat indeksi olduğu bildirilmiştir. (Singh vd 1990). Singh (1991), nohutta dane verimi ile bitkide bakla sayısı ve 100-dane ağırlığı arasında pozitif önemli genotipik ve fenotipik korelasyonlar olduğunu saptamıştır. Akdağ ve Şehirali (1992) dekara dane verimine bitkide dane veriminin ve biyolojik verimin doğrudan olumlu etkide bulunduğunu göstermişlerdir. Kışlık nohut ekimi için seleksiyon kriterlerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmalarda, dane verimi ile biyolojik verim ve hasat indeksi arasında önemli ve pozitif ilişkiler bulunmuştur (ICARDA 1992). Yarı-kurak bölgelerde, dane verimi ile biyolojik verim ve hasat indeksi arasında yüksek korelasyonlar olduğu bildirilmiştir (Slim ve Saxena 1993). Singh vd (1996), dane verimine biyolojik verimin en büyük katkısı yaptığını belirlemişlerdir. Özdemir (1996) tarafından dane verimi ile bitki boyu, ikinci dal sayısı, bitkide bakla sayısı, bitkide dane sayısı, hasat indeksi ve biyolojik verim arasında pozitif ve önemli korelasyonlar olduğu saptanmıştır. Mercimekte dane verimi üzerine en yüksek doğrudan etkiyi bitkide bakla sayısının yapmasına rağmen, en yüksek dolaylı etkiyi bitkide birinci dal sayısının yaptığı saptanmıştır (Islam ve Shaikh 1978). Majid vd (1982) *Vigna mungo*'da ve Shamsuzzaman vd (1983) *V. radiata*'da verim ile baklada dane sayısı, bitkide bakla sayısı, bitkide birinci dal sayısı ve bitki boyu arasında önemli ve olumlu ilişkiler olduğunu rapor etmiştir. Mürdümükte M₂ generasyonunda, tek bitki dane verimi ile bitki boyu, bitkide dal sayısı ve bitkide bakla sayısı arasında önemli ve pozitif korelasyonlar bulunmuştur (Ali vd 1986).

5. SONUÇ

İspanyol Populasyonu, Aydın 92, ILC 482, Ürkütlü yerel populasyonu ve FLIP 83-47C genotiplerinin tohumlarına 100, 200, 300, 400 ve 500 Gy gamma ışınları uygulayarak, uygulanan dozların M₁ generasyonunda genotiplere etkisini saptamak, geniş bir varyasyon yaratarak biyotik ve abiyotik stres faktörlerine toleranslı/dayanıklı mutantlar elde etmek ve seçilen mutantların spektrumunu ve frekansını belirlemek amacıyla yürütülen bu çalışmada, elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir:

M₁ generasyonu: Kontrollü koşullar altında ölçülen fide boyu 100 Gy muamele dozunda genellikle muamele edilmeyen anaçlardan daha uzun bulunmuştur. Fide boyu 200 Gy'den sonraki dozlarda tedrici olarak düşmüştür. Genellikle, ışınlama dozlarına iri daneli genotipler küçük daneli genotiplerden daha hassas bulunmuşlardır. Tarla koşullarında belirlenen yaşayan bitki sayısı genotipten genotipe farklılık göstermişse de, iri daneli genotiplerin yaşayan bitki sayısının ve çimlenme yüzdesinin muamele dozlarından daha fazla etkilendiği gözlenmiştir. Olgunlaşma gün sayısı ise yüksek dozlar için artmıştır.

M₂ generasyonu: Seçilen mutantların mutasyon spektrumu ve frekansına ilişkin olarak; anaçlardan daha iri daneli, daha uzun boylu, dik gelişen habituslu, bir çiçek sapında iki bakla taşıyan, baklada birden fazla dane içeren, büyük yapraklı, basit yapraklı, bitki başına bakla ve dane verimi yüksek ve doğal epidemiyolojilerinde antraknoz hastalığına dayanıklı arzu edilir tipte mutantlar bulunmuştur. Diğer taraftan, yatık gelişen, bodur, küçük yapraklı, baklalı ve daneli, çiçeksiz ve verimsiz tipte istenmeyen mutantlar da elde edilmiştir. Bunlara ek olarak, açık sarı-yeşil, sarı-yeşil ve renk pigmenti içermeyen klorofil eksikliği mutantlarında gözlenmiştir. Bu mutantlardan basit yapraklı ve üçgül çiçekli, beyaz-sarı çiçekli, asit salgısız ve bir çiçek sapında iki bakla taşıyan iri daneli mutantlar daha önce literatürde yer almamış mutantlardır. Bu bakımdan çalışılan genotiplerde oldukça geniş bir mutagenik varyasyon yaratıldığı kanısındayız. Genellikle seçilen mutantların mutasyon frekansı genotipten genotipe farklılık göstermişse de, iri daneli genotiplerin mutasyon frekansı toplam seçilen mutant

sayısına göre, küçük danelilerden daha fazla gerçekleşmiştir. Bu da M₁ generasyonunda gözlenen zararlar bir paralellik olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca, seçilen aynı özelliğin mutasyon frekansı genotipten genotipe değişmiştir.

Seçilen mutantlarda ölçülen özellikler; seçilen mutantlarda ölçülen tüm özellikler pozitif ve negatif yönde kontrol ortalamalarının üzerinde bulunmuştur. Aynı şekilde normal görünüşlü siblerin verilerinde seçilen mutantlardan daha küçük varyasyon göstermiştir. Muamele edilmemiş anaçların ortalamaları ve mevcut literatür dikkate alınırsa, elde edilen varyasyonun oldukça büyük olduğunu söyleyebiliriz. Yaratılan varyasyon her özellik için genotipten genotipe farklılık göstermiştir.

Verim ve verim komponentleri arasındaki ilişkiler; bitkide dane verimi ile biyolojik verim, hasat indeksi, bitkide bakla, dane ve dal sayısı, bitki boyu ve 100-dane ağırlığı arasında genotipten genotipe değişmekle birlikte pozitif ve önemli ilişkiler saptanmıştır. Bu özelliklerin ilişki dereceleri genotipten genotipe farklılık göstermiştir.

Seçilen arzu edilir tipteki bazı mutantların ileriki generasyonlarda biotik ve abiotik stres faktörlerine toleranslı/dayanıklı olup olmadıkları belirlendikten sonra adaptasyon ve stabilite çalışmaları yapılacaktır. Seçilen bu mutantlar verim denemelerindeki performanslarına göre, doğrudan ya da dolaylı olarak üretime aktarılabileceklerdir. Diğer taraftan, seçilen bazı uzun boylu ve dik gelişme habituslu mutantların makinalı hasat-harmanının yapılabileceği düşüncesindeyiz. Muamele dozlarının etkinliği genotipten genotipe değişmiştir. Genelde 500 Gy ışınlama dozunda seçilen mutant sayısının diğer muamele dozlarına nazaran azaldığı gözlenmiştir. Mutasyon ıslahı ile kısa zamanda populasyon büyüklüğüne bağlı olarak geniş bir varyasyon yaratılabileceği kanısındayız. Mutasyon spektrumu ve frekansının belirlenmesi, mutasyon ıslahı programlarında populasyon büyüklüğünün, uygulanacak doz seviyesinin ve anaç seçiminin belirlenmesinde önemli bir rol oynayacaktır.

6. ÖZET

Verilen bu çalışma Burdur İlindeki Bucak İlçesi yakınlarındaki Ürkütlü Kasabası'nda (yaklaşık 37° 04' Kuzey, 30° 12' Doğu ve denizden yüksekliği 1014 m) yetiştirilen iri daneli nohutların (*Cicer arietinum* L.) gamma ışınlarına M₁'de radyasyona duyarlılığını belirlemek için, açılma gösteren M₂ aileleri üzerine dayandırılan mutasyon spectrumu ve mutasyon frekansını karakterize etmek için yürütülmüştür. Ayrıca, basit istatistikler kullanılarak agronomik ve morfo-fizyolojik karakterler için seçilen mutantlar ile onların normal görünüşlü sibleri ve muamele edilmemiş kontrolleri karşılaştırılmak amaçlanmıştır. Her bir genotipin bakgraundu temelinde, basit korelasyon katsayıları ölçülen karakterler arasındaki ilişkiyi ortaya koymak için hesaplanmıştır.

Bu amaçlarla, yaklaşık olarak 5 farklı çeşidin 2000 tohumu yani İspanyol, Aydın 92, ILC 482, Ürkütlü yerel popülasyonu ve FLIP 83-47C ⁶⁰Co kaynağından 100, 200, 300, 400 ve 500 Gy gamma ışınları muamelesi yapılmıştır. Işınlanmış tohumlar ve ışınlanmamış kontrolleri Nisan 1995'in üçüncü haftasında 4 m uzunluğundaki sıralara sıra arası ve sıra üzeri sırası ile 30 ve 5 cm olacak şekilde ekilmiştir. Çimlenme yüzdesi, yaşayan bitki sayısı ve olgunlaşmaya kadar geçen günler tarla koşullarında kaydedilmiştir. Fide boyu aynı zamanda kontrollü koşullar altında yetiştirilen diğer bir sette ölçülmüştür. M₁'de, mutant popülasyonlar mümkün olan tüm dominant mutasyonlar için gözlenmiştir. Dikkati çeken herhangi bir dominant mutanta rastlanmamıştır. Bununla birlikte, M₁'de bazı kimerik benzeri morfolojik anormal tipler gözlenmiştir. M₁ bitkileri ayrı ayrı el ile hasat edilmiştir. Genelde, düşük dozların uyarıcı etkisinden dolayı, 100 Gy'lik dozlar fide boyunun artmasına neden olmuştur. Bununla beraber, fide boyu artan radyasyon dozları seviyesinde beklendiği gibi azalmıştır. Buna ilaveten, yaşayan bitki sayısı yüksek dozlar ile beraber devamlı şekilde azalmıştır. Diğer taraftan, yüksek dozlar olgunlaşmaya kadar geçen gün sayısını artırmıştır.

M₂ generasyonu 1996 yılında yazlık olarak 1 m uzunluğundaki sıralara sıra arası ve sıra üzeri sırası ile 30 ve 5 cm olacak şekilde sıraya M₁ bitki dölü olarak ekilmiştir. Populasyonlar çimlenmeden hasada kadar gözlenmişlerdir. Muamele edilmemiş anaçlardan ve aile içindeki normal görünüşlü siblerden farklı bitkiler potansiyel mutant olarak etiketlenerek, olgunlaşınca ayrı ayrı el ile hasat edilmişlerdir. Çok değişik tipte mutantlar (i) klorofil eksikliği özelliği; *viridis* (sarı yeşil yaprakları ile açık yeşil), *ksanta* (sarı yapraklı bitki) ve *albino* (tamamen renksiz), (ii) yaprak ve yaprakcık özellikleri; geniş ve küçük basit yapraklı, geniş, ince, dar ve sık yaprakcıklı, yaprakcık kenarları düz ve yaprağını katlayan tipler, (iii) çiçek özellikleri; çiçek sapında birden fazla çiçek taşıyan tipler, çiçeksiz bitkiler, büyük çiçekli tipler, erkek- ve dişi-kısır bitkiler, geç çiçeklenen tipler ve sarı-beyaz çiçek renkli tipler, (iv) bakla ve dane karakterleri; büyük ve küçük baklalı tipler, ince ve uzun baklalı tipler, baklasız bitkiler, baklada iki tohum taşıyanlar, düz, büyük ve küçük tohumlular, (v) bitki habitusu; devsi, dik, yarı dik, yatık, çalimsı ve otsu bitkiler, (vi) diğer mutantlar; verim tipi, verimsiz bitkiler, sapta yassılaşma, asit salgılamayanlar gözlenmiştir. Mutasyon frekansı M₂ ailesi başına mutantlar ve mutantlar için açılan ailelerin yüzdesi temelinde hesaplanmıştır. Üç büyük daneye sahip genotip, Aydın 92 çeşidi, İspanyol Populasyonu ve FLIP 83-47C hattı küçük daneli genotiplerden daha yüksek mutasyon frekansı göstermiştir. Diğer taraftan, 100, 200, 300 ve 400 Gy'lik gamma ışınları istenen tipte mutantları üretmede 500 Gy'lik dozdan daha etkin bulunmuştur. Bununla beraber, mutagenin optimum dozu genotipten genotipe değişmiştir.

Dane ve biyolojik verim, hasat indeksi, bitki boyu, bakla, bitkide dane ve dal sayısı, 100-dane ağırlığı ve bakladaki dane sayısı gibi verim ve verim ile ilişkili özellikler seçilen mutantlarda, kontrollerde ve normal görünüşlü siblerde mutantlar ile kontrolleri, mutantlar ile sibleri ve sibler ile kontrolleri karşılaştırmak amacıyla kaydedilmiştir. Elde edilen sonuçlar göstermiştir ki, seçilen mutantlarda kontrol ve siblerine göre agronomik ve morfo-fizyolojik özelliklerde geniş bir varyasyon bulunmuştur. Korelasyon analizi dane verimi ile biyolojik verim, hasat indeksi, bitki

boyu, bitkide bakla, dane ve dal sayısı, 100-dane ağırlığı ve baklada dane sayısı arasında genel olarak önemli ilişki olduğunu göstermiştir.

M₂'de açılma gösteren materyal gözlem sonuçları, istenilen özellikler için gamma ışınları ile mutagenik muamelenin oldukça kısa bir zamanda varyasyon yarattığı görülmüştür. Şüphesiz ki, bazı mutantlar iri daneli nohut ıslah çalışmalarında biotik ve abiotik stres faktörlerine tolerans/dayanıklılık kaynağı olarak kullanılabilir ve çalışılan özelliklerde kalıtım derecesi çalışmalarında büyük bir değer arzedecektir.



7. SUMMARY

The present study was carried out to determine the radiosensitivity of kabuli chickpeas (*Cicer arietinum* L.) to gamma rays in the M_1 , and to characterize the mutation spectrum and mutation frequency based on the segregated M_2 families grown in 1995-1996 years at Ürkütlü town (about 37° 04' N, 30° 12' E, 1014 m above sea level), near Bucak city in Burdur province. It was also aimed to compare the selected potential mutants with their normal looking sibs and untreated controls for agronomic and morpho-physiological characters using simple statistics. On the basis of each genotypic background, simple correlation coefficients were also calculated to reveal the relationships among characters measured.

With these objectives, approximately 2000 seeds for each dose of the 5 different genotypes, i.e. İspanyol, Aydın 92, ILC 482, Ürkütlü and FLIP 83-47C, were irradiated with 100, 200, 300, 400 and 500 Gy of gamma rays from a ^{60}Co source. The irradiated seeds and untreated ones were sown in the third week of April, in 1995 in the rows of 4 m long with inter- and intra-row spacing of 30 and 5 cm, respectively. Percent germination, survivals and days to maturity were recorded under field conditions. seedling height was measured in another material set grown in controlled condition in the same period of time. In M_1 , the mutant populations were screened for all possible dominant mutations. No dominant mutant was noticed. However, some chimeric looking morphological anomalies were observed in the M_1 . The M_1 plants were harvested by hand individually. In general, the 100 Gy dose caused an increase in seedling height, comparing with the untreated control, because of stimulating effects of the low dose radiation. However, as expected, seedling height was gradually reduced with increasing the radiation dose of all owing 200 gy. In addition, number of survivals was also drastically reduced with the higher doses. On the other hand, higher doses increased number of days maturity.

The M_2 generation was sown as M_1 -plant-to-row progenies in single-row plots of 1 m long with inter- and intra-row spacing 30 and 5 cm, respectively, as spring in

1996. Mutant populations were screened from germination to harvest. Plants deviating from untreated controls and from normal-looking sibs a given were labelled as mutants, and they were individually harvested by hand at maturity. Many different types of mutants were observed, including (i) deficiency in chlorophyll characters; *viridis* (light green to yellowish green leaves), *xantha* (plants with yellow leaves) and *albino* (no any pigments), (ii) leaf and leaflet characters; simple broad and small leaf, broad, tiny (narrow), dense and small leaflets, smoothed corner of leaflets and leaf folding types, (iii) flowering characters; more than one flower per pedicel, flowerless plants, male- and female-steril types, lateness plants, yellowish white flower, (iv) pod and seed characters; big and small poded types, tiny and long poded type, podless plants, two seeds per pod, smooth seeded, large and small seeded, (v) plant habit; gigas, erect, semierect and prostrate types, bushy and grass types, (vi) other mutants; yield type, yieldless plants, fasciation in stem, free acids in foliage. The mutation frequency were calculated on the basis of percentage of families segregating for mutants and mutants per M₂ family basis. Three large seeded genotypes, the cultivar Aydın 92, İspanyol population and FLIP 83-47C line, were produced higher mutation frequency than small seeded genotypes. On the other hand, 100, 200, 300 and 400 Gy of gamma rays were found more effective doses than 500 Gy in producing desirable mutants. However, an optimum dose of the mutagen was varied from genotype to genotype.

Yield and yield-related characters such as grain yield and biological yield per plant, harvest index, plant height, number of pod, seed and branch per plant, 100-seeds weight and number of seeds per pod were recorded in selected mutants, controls and normal-looking siblings in order to make comparisons with controls versus mutants, siblings versus mutants and siblings versus controls. The obtained results clearly indicated that there were wide variations in important agronomic and morpho-physiological traits of selected mutants than their controls and siblings. The correlation analysis shown that grain yield was generally significantly correlated with

biological yield, harvest index, plant height, number of pod, seed and branch per plant, 100-seeds weight and number of seeds per pod.

It is concluded from results of screening the segregating material in the M₂ indicated that the mutagenic treatments by gamma rays were effective in inducing variability for desirable traits in a quite short time. No doubt that some mutants will be of great value for studying mechanisms of inheritance in the traits studied and useful as sources of biotic and abiotic stress tolerance/resistance in kabuli chickpea breeding programs



8. KAYNAKLAR

- ÅASTVEIT, K. 1977. Yielding ability. In: Manual on Mutation Breeding, Second Edition, IAEA, Tech.Rep.Ser.No.119, Vienna, pp:169-171.
- ACQUAAH, G. and KLU, G.Y.P. 1983. Grain legume improvement in Ghana with induced mutagenesis special reference to winged bean [*Psophocarpus tetragonolobus* (L.) DC] and cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp]. In: Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production III, Proceedings of the Third Research Co-ordination Meeting on the Use of Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production in South East Asia, IAEA-TECDOC-299, 4-8 October 1982, Seoul, pp:123-132.
- AÇIKGÖZ, N., KITIKİ, A., KUTLU, Z., CİNSOY, S. VE YAMAN, M. 1986. Nohut antraknozu (*Ascochyta rabiei* (Pass (Labr))'nın yeni dayanıklılık kaynakları ve bunların nohut ıslahı programındaki yerleri. Bitki Islahı Simpozyumu, 15-17 Ekim 1986, İzmir, s:1-12.
- AÇIKGÖZ, N. ve ŞAKAR, D. 1989. Breeding for ascochyta blight-resistant kabuli chickpea in Turkey. In: Disease Resistance Breeding in Chickpea, Proceedings of the Consultative Meeting on Breeding for Disease Resistance in Kabuli Chickpea, 6-8 March, Aleppo, pp:71-76.
- AÇIKGÖZ, N. 1990. Chickpea production in Turkey. In: Options Méditerranéennes, Séries Séminaires.-No 9, Present Status and Future Prospects of Chickpea Crop Production and Improvement in the Mediterranean Countries, pp:167-170.
- AÇIKGÖZ, N. ve AÇIKGÖZ, N. 1994. Nohutta farklı ekim zamanı ve çeşitlerde verimin oluşumunda etkisi olan özelliklerin path analizi ile irdelenmesi. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-29 Nisan 1994, İzmir, Cilt II Bitki Islahı Bildirileri, s:121-125.
- AÇIKGÖZ, N. ve KITIKİ, A. 1994. Nohutta F₂ ve F₃ generasyonlarında bazı özellikler arasındaki korelasyonların saptanması. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-29 Nisan 1994, İzmir, Cilt II Bitki Islahı Bildirileri, s:126-129.
- AHMED, Z.U., SHAIKH, M.A.Q., MAJID M.A. and BEGUM, S. 1981. Correlation studies in agronomic characters of mungbean (*Vigna radiata*). *Bangladesh J. Agril. Sci.*, 8 (1):3-36.
- AKDAĞ, C. ve ŞEHİRALİ, S. 1992. Nohut (*Cicer arietinum* L.) da Özellikler arası ilişkiler ve path katsayısı analizi üzerinde bir araştırma. *Doğa-Tr. J. of Agricultural and Forestry*, 16:763-772.

- ALI, M.S., SHAIKH, M.A.Q., ISLAM, M.S. and SAHA, C.S. 1986. Induction of mutants in grasspea (*Lathyrus sativus* L.) and their character associations. *Bangladesh J. Nuclear Agric.* 2: 41-49.
- ALLARD, R.W. 1960. Mutation breeding. In: Principles of Plant Breeding. John Wiley and Sons, New York, pp: 444-454.
- ANONYMUOS, 1991. Mutation Breeding Newsletter. Issue No: 37.
- ANONYMUOS, 1994. Production Yearbook, FAO, Rome, Italy.
- ANONYMUOS, 1997. T.C. Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Yayınları. Ankara, Turkey (Yayınlanmamış).
- AHSRI, A. 1982. Induced mutations peanuts (*A. hypogaea*), Breeding objectives, genetic studies and mutagen treatment methods. In: Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production II, Proceedings of the Second Research Co-ordination Meeting on the Use of Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production in South East Asia, IAEA-TECDOC-260, 27 April-1 May 1981, Chiang Mai, pp:75-83.
- AUCKLAND, A.K. 1977. Breeding chickpea at ICRISAT. In: Induced Mutations for the Improvement of Grain Legumes in South East Asia (1975), Proceedings of A South East Asia Regional Seminar, IAEA-203, 8-13 December 1975, Colombo, pp:133-140.
- AUCKLAND, A.K. and VAN DER MAESEN, L.J.G. 1980. Chickpea. In: W.R. Fern and H.H. Hadley (Editors), Hybridization of Crop Plants, American Society of Agronomy and Crop Science Society of America, Pub. Madison, Wisconsin, pp: 249-259.
- BAHL, P.N. 1987. Cytology of chickpea. In: M.C. Saxena and K.B. Singh (Editors), The Chickpea, Wallingford, Oxon OX108DE, pp: 83-97.
- BAHL, P.N., KUMAR, J. and RAJU, D.B. 1991. Genetic variations and adaptations in chickpea. *Plant Breeding*, 106:164-167.
- BALA RAVI, S. 1982. Mutational improvement of pigeon pea (*Cajanus cajan* L. Mills.) for plant architecture and grain yield. In: Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production II, Proceedings of the Second Research Co-ordination Meeting on the Use of Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production in South East Asia, IAEA-TECDOC-260, 27 April-1 May 1981, Chiang Mai, pp:29-37.

- BALA RAVI, S. and PULLIAH, T. 1982. Improvement of protein quality in grain legumes, An overview on mutational improvement of protein quality in pigeon pea. In: Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production II, Proceedings of the Second Research Co-ordination Meeting on the Use of Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production in South East Asia, IAEA-TECDOC-260, 27 April-1 May 1981, Chiang Mai, pp:39-45.
- BALA RAVI, S. 1983. A breeding approach for improvement of pigeonpea plant type and yield. In: Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production III, Proceedings of the Third Research Co-ordination Meeting on the Use of Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production in South East Asia, IAEA-TECDOC-299, 4-8 October 1982, Seoul, pp:87-104.
- BARADJANEGARA, A.A. and UMAR, L. 1982. Induced mutations for soybean improvement. In: Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production II, Proceedings of the Second Research Co-ordination Meeting on the Use of Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production in South East Asia, IAEA-TECDOC-260, 27 April-1 May 1981, Chiang Mai, pp:65-68.
- BARADJANEGARA, A.A. 1983. Mutation breeding in soybean. In: Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production III, Proceedings of the Third Research Co-ordination Meeting on the Use of Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production in South East Asia, IAEA-TECDOC-299, 4-8 October 1982, Seoul, pp:155-162.
- BHATIA, C.R. 1990. Economic impact of mutant varieties in India. In: International Symposium on the Contribution of Plant Mutation Breeding to Crop Improvement, IAEA-SM-311, 18-22 June, Vienna, pp:7-8.
- BHATNAGAR, S.M. 1990. Induced variability in kabuli chickpea. In: International Symposium on the Contribution of Plant Mutation Breeding to Crop Improvement, IAEA-SM-311, 18-22 June, Vienna, pp:223-225.
- BOROJEVIC, K., GOTTSCHALK, W. and MICKE, A. 1977. Factors influencing the mutant spectrum and the quality of mutants. In: Manual on Mutation Breeding, Second Edition, IAEA, Tech.Rep.Ser.No.119, Vienna, pp:146-150.
- BRIGGS, F.N. and KNOWLES, P.F. 1967. Mutagens and crop improvement. In: Introduction to Plant Breeding, Rainhold Publishing Corporation, pp:301-316.

- BRIGGS, R.W. and CONSTANTIN, M.J. 1977. Radiation types and radiation sources. In: Manual on Mutation Breeding, Second Edition, IAEA, Tech.Rep.Ser.No.119, Vienna, pp:7-20.
- BRIGGS, R.W. and KONZAK, C.F. 1977. Objects and methods of treatment. In: Manual on Mutation Breeding, Second Edition, IAEA, Tech.Rep.Ser.No.119, Vienna, pp:21-40.
- BROCK, R.D. 1977a. Prospects and perspectives in mutation breeding. In: A. Muhammed, R. Aksel and R.C. von Borstel (Editors), Genetic Diversity in Plants, Plenum press, New York, pp: 117-132.
- BROCK, R.D. 1977b. When to use mutations in plant breeding. In: Manual on Mutation Breeding, Second Edition, IAEA, Tech.Rep.Ser.No.119, Vienna, pp:213-219.
- BYTH, D.E. 1977. Grain legumes in Australia. In: Induced Mutations for the Improvement of Grain Legumes in South East Asia (1975), Proceedings of A South East Asia Regional Seminar, IAEA-203, 8-13 December 1975, Colombo, pp:111-122.
- CHEAH, C.H. and LIM, E.S. 1982. Mutagenesis applied to the improvement of *phaseolus vulgaris* as a grain legume crop in Malaysia. In: Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production II, Proceedings of the Second Research Co-ordination Meeting on the Use of Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production in South East Asia, IAEA-TECDOC-260, 27 April-1 May 1981, Chiang Mai, pp:109-116.
- CHEAH, C.H. 1983. The improvement of *Phaseolus vulgaris* as a grain legume crop in Malaysia, *Induction of an erect bush type*. In: Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production III, Proceedings of the Third Research Co-ordination Meeting on the Use of Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production in South East Asia, IAEA-TECDOC-299, 4-8 October 1982, Seoul, pp:21-32.
- CHOW, K. 1977. Consumption of grain legumes in Singapore. In: Induced Mutations for the Improvement of Grain Legumes in South East Asia (1975), Proceedings of A South East Asia Regional Seminar, IAEA-203, 8-13 December 1975, Colombo, pp:149-154.
- CONGER, B.V., KONZAK, C.F. and NILAN, R.A. 1977. Radiation sensitivity and modifying factors. In: Manual on Mutation Breeding, Second Edition, IAEA, Tech.Rep.Ser.No.119, Vienna, pp:40-50.

- CONSTANTIN, M.J. 1975. Mutations for chlorophyll deficiency in barley. Comparative effects of physical and chemical mutagens. In: H. Gaul (Ed.), Barley Genetics III., Proc. Third Int. Barley Genet. Symp. 7-12 July, Garching, Munich, pp:96-116.
- D'AMATO, F. Other causes of mutations. In:Manual on Mutation Breeding, Second Edition, IAEA, Tech.Rep.Ser.No.119, Vienna, pp:81-86.
- DOLAR, F.S. 1995. Evaluation of some chickpea cultivars for resistance to *Ascochyta rabiei* (Pass.) Labr., *Fusarium oxysporum* and *Fusarium solani* in Turkey, *J. Turk. Phytopath.*, 24 (1):15-22.
- ERIKSSON, G. and LINDGREN, D. 1977. Chimeras. In:Manual on Mutation Breeding, Second Edition, IAEA, Tech.Rep.Ser.No.119, Vienna, pp:98-103.
- ESER, D. 1976b. Nohut (*Cicer arietinum* L.)'ta Başlıca bitki özelliklerinin kalıtım değerleri; bu özellikler ile bitki verimi arasındaki ilişkiler ve *Ascochyta rabiei* (Pass.)'ye dayanıklılığın kalıtımı. Ankara Üniv. Ziraat fak. Yayınları:620, Ankara, s:40.
- ESER, D. 1976a. Nohut (*Cicer arietinum* L.)'ta Değişik ekim ve toprak yüzüne sürme zamanlarının verime olan etkileri ve verim ile bazı fizyolojik özellikler arasındaki ilişkiler. T.C. Ziraat Bankası Ofsetinde Basılmıştır. Ankara, s:10.
- ESER, D. ve SORAN, H. 1978. Yerli ve yabancı kökenli nohut çeşitlerinin Orta Anadolu çevre koşullarında erkencilik, verimlilik ve hastalıklara dayanıklılık yönünden mukayeseli incelenmesi. Ankara Üniv. Ziraat Fak. yayınları:684, Akara, s:44.
- ESER, D., GEÇİT, H.H., EMEKLİER, H.Y. ve KAVUNCU, O. 1987. Nohut gen materyalinin zenginleştirilmesi ve değerlendirilmesi. *Doğa-Tr. J. of Agricultural and Forestry*, 13 (2):246-254.
- FADL, F.A.M. 1983. Induced mutations in beans and peas resistant to rust. In: Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production III, Proceedings of the Third Research Co-ordination Meeting on the Use of Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production in South East Asia, IAEA-TECDOC-299, 4-8 October 1982, Seoul, pp:33-46.
- FAVRET, E.A., KONZAK, C.F. and MICKE, A. 1977. Disease and pest resistance. In:Manual on Mutation Breeding, Second Edition, IAEA, Tech.Rep.Ser.No.119, Vienna, pp:180-188
- GAUL, H. 1964. Mutations in plant breeding. *Radiation Botany*, 4:155-232.

- GAUL, H. 1965. the concept of macro- and micro-mutations and results on induced micro-mutations in barley. The Use of Induced Mutations in Plant Breeding, 25 May-1 June 1964, Rome, Italy, pp:27-428.
- GAUL, H. 1977. Plant injury and lethality. In:Manual on Mutation Breeding, Second Edition, IAEA, Tech.Rep.Ser.No.119, Vienna, pp:87-98.
- GENÇKAN, S. 1958. Türkiye'nin önemli nohut çeşitlerinin başlıcavasıfları üzerinde araştırmalar. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları:1, İzmir, s:107.
- GOTTSCHALK, W. 1977a. Shattering and shedding resistance. In:Manual on Mutation Breeding, Second Edition, IAEA, Tech.Rep.Ser.No.119, Vienna, pp:177-178.
- GOTTSCHALK, W. 1977b. Tolerance to low temperature, drought, heat and salinity. In:Manual on Mutation Breeding, Second Edition, IAEA, Tech.Rep.Ser.No.119, Vienna, pp:178-180
- GUMBER, R.K., SINGH, S. and SINGH, K. 1995. Frequency and spectrum of mutations induced by gamma rays in desi and kabuli chickpea. *Internatinal Chickpea and Pigionpea Newsletter*, 2:8-9.
- GUSTAFSSON, Å. 1947. Mutations in agricultural plants. *Hereditas*, : 1-100.
- GUSTAFSSON, Å. and EKBERG, I. 1977. Genome mutations. In:Manual on Mutation Breeding, Second Edition, IAEA, Tech.Rep.Ser.No.119, Vienna, pp:107-114.
- HALLIDAY, D.J., TRENKEL, M.E. and WICHMAN, W. 1992. Chickpea. In: International Fertilizer Industry Association, World Fertilizer Use Manual, Paris, pp:175-178.
- HAQ, M.S. 1977. Grain legumes in Burma. In: Induced Mutations for the Improvement of Grain Legumes in South East Asia (1975), Proceedings of A South East Asia Regional Seminar, IAEA-203, 8-13 December 1975, Colombo, pp:71-76.
- HAQ, M.A., SADIQ, M. and HASSAN, M. 1983. Use of induced mutations for the induction of resistance against *Ascochyta* blight in chickpea (*Cicer arietinum* L). In: Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production III, Proceedings of the Third Research Co-ordination Meeting on the Use of Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production in South East Asia, IAEA-TECDOC-299, 4-8 October 1982, Seoul, pp:55-64.

- HAQ, M.A., SADIQ, M., HASSAN, M. SADIQ, M.S. and ALTAF, N. 1986. Development of blight resistant varieties of chickpea. In: K.A. Siddiqui and A.F. Faruqi (Editors), *New Genetical Approaches to Crop Improvement*, Atomic Energy Agricultural Research Centre, Tando Jam, pp:629-635.
- HAQ, M.A. and SINGH, K.B. 1994. Induction of cold tolerance in kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) through induced mutations, 41: 6-7.
- HASSAN, S. and KHAN, I. 1991. NIFA-88, a high yielding mutant chickpea variety. *Mutation Breeding Newsletter*, 37:3.
- HAWTIN, G.C. and SINGH, K.B. 1984. Prospects and potential of winter sowing of chickpeas in the Mediterranean region. In: M.C. Saxena and K.B. Singh (Editors), *Ascochyta Blight and Winter Sowing of Chickpeas*, The Hague, Martinus Nijhoff/W.Junk Pub. pp: 7-16.
- HENDRATNO, K., GANDANEGARA, S. and RATMA, R. 1982. Soybean production improvement through induced mutations. In: *Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production II, Proceedings of the Second Research Co-ordination Meeting on the Use of Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production in South East Asia*, IAEA-TECDOC-260, 27 April-1 May 1981, Chiang Mai, pp:69-74.
- HENDRATNO, K., RATMA, R. and GANDANEGARA, S. 1983. Soybean production improvement through induced mutations. In: *Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production III, Proceedings of the Third Research Co-ordination Meeting on the Use of Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production in South East Asia*, IAEA-TECDOC-299, 4-8 October 1982, Seoul, pp:163-164.
- HESLOT, H. 1977. Review of main mutagenic compounds. In: *Manual on Mutation Breeding*, Second Edition, IAEA, Tech.Rep.Ser.No.119, Vienna, pp:51-59.
- HUSSEIN, H.A.S. 1982. A mutation breeding programme for improving some grain legume crops in Egypt. In: *Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production II, Proceedings of the Second Research Co-ordination Meeting on the Use of Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production in South East Asia*, IAEA-TECDOC-260, 27 April-1 May 1981, Chiang Mai, pp:19-27.
- ICARDA, 1988. Kabuli chickpea improvement. Food Legume Improvement Program. Annual Report for 1988. Aleppo, Syria, pp:122-192.
- ICARDA, 1990. Kabuli chickpea improvement. Food Legume Improvement Program. Annual Report for 1990. Aleppo, Syria, pp:18-117.

- ICARDA, 1992. Kabuli chickpea improvement. Food Legume Improvement Program. Annual Report for 1992. Aleppo, Syria, pp:11-127.
- ICARDA, 1993. Kabuli chickpea improvement. Legume program. Annual Report for 1993. Aleppo, Syria, pp:8-89.
- ISLAM, M.Z. and SHAIKH, M.A.Q. 1978. Correlation and path-coefficient analysis of yield and yield components in lentil. *Bangladesh J. Agric. Sci.* 5 (1): 67-72.
- JANA, S. and SINGH, K.B. 1993. Evidence of Geographical Divergence in kabuli chickpea from germplasm evaluation data. *Crop Sci.* 33:626-632.
- JARANOWSKI, J.K. and BRODA, Z. 1978. Leaf mutant in diploid red clover (*Trifolium pratense* L.). *Theor. appl. Genet.*, 53:97-103.
- JAVED, M.A. and HASSAN, S. 1995. Screening chickpea mutants for resistance to grain blight (*Ascochyta rabiei*). *Internatinal Chickpea and Pigeonpea Newsletter*, 2:29-30.
- JODHA, N.S. and SUBBA RAO, K.V. 1987. Chickpea: World importance and distribution. In: M.C. Saxena and K.B. Singh (Editors), *The Chickpea*, Wallingford, Oxon OX108DE, pp:1-10.
- KAEMMER, D., RAMSER, J., SCHÖN, M., WEIGAND, F., SAXENA, M.C., DRIESEL, A.J., KAHL, G. and WEISING, K. 1992. DNA fingerprinting of fungal genomes: A case study with *Ascochyta rabiei*, BTF 10. *Advances in Mol. Gen.*, 5: 255-270.
- KAISER, W.J., MUEHLBAUER, F.J. and HANNAN, R.M. 1994. Integrated Manegement systems to Control Biotic and Abiotic Stresses in Cool Season Food Legumes, In: F.J. Muehlbauer and W.J. Kaiser (Eds.), *Expanding the Production and Use of Cool Season Food Legumes*, Kluwer Academic Pub., Printed in the Netherlands, pp:849-858.
- KAWAI, T. 1977a. Plant types and growth habit. In: *Manual on Mutation Breeding*, Second Edition, IAEA, Tech.Rep.Ser.No.119, Vienna, pp:173-174.
- KAWAI, T. 1977b. Flowering and ripening time. In: *Manual on Mutation Breeding*, Second Edition, IAEA, Tech.Rep.Ser.No.119, Vienna, pp:171-172.
- KAWAI, T. 1990. Mutation breeding in Japan. In: *International Symposium on the Contribution of Plant Mutation Breeding to Crop Improvement*, IAEA-SM-311, 18-22 June, Vienna, pp:23-24.

- KHAN, T.N. 1977. Grain legumes in Papua New Guinea. In: Induced Mutations for the Improvement of Grain Legumes in South East Asia (1975), Proceedings of A South East Asia Regional Seminar, IAEA-203, 8-13 December 1975, Colombo, pp:99-102.
- KHAN, T.N. and BROCK, R.D. 1977. Mutation breeding in winged bean. In: Induced Mutations for the Improvement of Grain Legumes in South East Asia (1975), Proceedings of A South East Asia Regional Seminar, IAEA-203, 8-13 December 1975, Colombo, pp:141-144.
- KHAN, M.A. and SHAKOOR, A. 1977. Grain legumes in Pakistan. In: Induced Mutations for the Improvement of Grain Legumes in South East Asia (1975), Proceedings of A South East Asia Regional Seminar, IAEA-203, 8-13 December 1975, Colombo, pp:21-28.
- KHANNA-CHORPA, R. and SINHA, S.K. 1987. Chickpea: Physiological aspects of growth and yield. In: M.C. Saxena and K.B. Singh (Editors), The Chickpea, Wallingford, Oxon OX108DE, pp:163-189.
- KNIGHT, E.J. 1993. Faciation in chickpea: genetics and evaluation. *Euphytica*, 69: 163-166.
- KONZAK, C.F. 1987. Mutations and mutation breeding. In: E.G. Heyne (Editor), Wheat and Wheat Improvement, Second Edition, Madison, Wisconsin, pp:428-443.
- KONZAK, C.F. and MIKAELSEN, K. 1977. Selecting parents and handling the M₁-M₃ generations for the selection of mutants. In: Manual on Mutation Breeding, Second Edition, IAEA, Tech.Rep.Ser.No.119, Vienna, pp:125-138.
- KUPICHA, F.K. 1977. The delimitation of the tribe *Vicieae* (Leguminosae) and the relationships of *Cicer* L. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 74: 131-162.
- KWON, S.H., KIM, J.H., OH, J.H. and SHIN, I.C. 1982. Improvement of mungbean by x-ray irradiation. In: Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production II, Proceedings of the Second Research Co-ordination Meeting on the Use of Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production in South East Asia, IAEA-TECDOC-260, 27 April-1 May 1981, Chiang Mai, pp:85-100.

- KWON, S.H. and OH, J.H. 1983. Improvement of mungbean by x-ray and thermal neutron irradiation. In: Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production III, Proceedings of the Third Research Co-ordination Meeting on the Use of Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production in South East Asia, IAEA-TECDOC-299, 4-8 October 1982, Seoul, pp:9-14.
- LADIZINSKY, G. 1975. A new *Cicer* from Turkey. *Notes Royal Botanical Garden (Edinburg)*, 34: 201-202.
- LADIZINSKY, G. and ADLER, A. 1976. The origin of chickpea *Cicer arietinum* L. *Euphytica*, 25:211-217.
- LANTICAN, R.M. 1977. Grain legumes in the Philippines. In: Induced Mutations for the Improvement of Grain Legumes in South East Asia (1975), Proceedings of A South East Asia Regional Seminar, IAEA-203, 8-13 December 1975, Colombo, pp:85-98.
- MAHMOOD, A.A. and TUFAIL, M. 1995. Visual scoring for selection of high yielding pure line varieties of chickpea. *International Chickpea and Pigeonpea Newsletter*, 2:14-15.
- MAJID, M.A., KHANUM, S., SHAIKH, M.A.Q. and BHUIYA, A.D. 1982. Genetic variability and correlation studies in blackgram. *Bangladesh Journal of Agriculture*, 7 (3,4):98-102.
- 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.
- MALHOTRA, R.S. and SINGH, K.B. 1991. Gene action for cold tolerance in chickpea. *Theor. Appl. Genet.* 82:598-601.
- MICKE, A., DONINI, B. and MALUSZYNSKI, M. 1987. Induced mutations for crop improvement- A review. *Trop. Agric.* 64: 259-278.
- MICKE, A. 1988. Genetic improvement of grain legumes using induced mutagens. Improvement of Grain Legume Production Using Induced Mutations, 1-5 July 1986, Washington, p:1-51.
- MOULI, C., PATIL, S.H. and KALE, D.M. 1983. Alterations in subspecific characters of groundnut. In: Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production III, Proceedings of the Third Research Co-ordination Meeting on the Use of Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production in South East Asia, IAEA-TECDOC-299, 4-8 October 1982, Seoul, pp:205-220.

- MUEHLBAUER, F.J. and SINGH, K.B. 1987. Genetics of chickpea. In: M.C. Saxena and K.B. Singh (Editors), *The Chickpea*, Wallingford, Oxon OX108DE, pp:99-125.
- MUEHLBAUER, F.J. 1993. Use of wild species as a source of resistance in cool-season food legume crops. In: K.B. Singh and M.C. Saxena (Editors), *Breeding for Stress Tolerance in Cool-Season Food Legumes*, John Wiley & Sons, Chichester West Sussex PO191UD, pp: 359-372.
- MULLER, H.J. 1927. Artificial transmutation of the gene. *Science*, 66: 84-87.
- NALAMPANG, A. and JAN-ON, J. 1982. Varietal improvement of mungbean and blackgram through mutation breeding. In: *Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production II, Proceedings of the Second Research Co-ordination Meeting on the Use of Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production in South East Asia*, IAEA-TECDOC-260, 27 April-1 May 1981, Chiang Mai, pp:133-143.
- NALAMPANG, A. 1977. Grain legumes in Thailand. In: *Induced Mutations for the Improvement of Grain Legumes in South East Asia (1975)*, Proceedings of A South East Asia Regional Seminar, IAEA-203, 8-13 December 1975, Colombo, pp:77-83.
- NALAMPANG, A., CHAREONSIRISOONTHORN, W. AND EKSOMTRAMES, T. 1983. Varietal improvement of mungbean and blackgram through mutation breeding II. In: *Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production III, Proceedings of the Third Research Co-ordination Meeting on the Use of Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production in South East Asia*, IAEA-TECDOC-299, 4-8 October 1982, Seoul, pp:15-19.
- NASEEM, B.A., REHMAN, A. and IQBAL, T. 1995. Evaluation of kabuli chickpea germplasm. *Internatinal Chickpea and Pigeonpea Newsletter*, 2:13-14.
- NENE, Y.L. and REDDY, M. V. 1987. Chickpea Disease and Their Control, In: M.C. Saxena and K.B. Singh (Editors), *The Chickpea*, Wallingford, Oxon OX108DE, pp:207-232.
- NENE, Y.L. and REED, W. 1994. Integrated Manegement systems to Control Biotic and Abiotic Stresses in Cool Season Food Legumes, In: F.J. Muehlbauer and W.J. Kaiser (Eds.), *Expanding the Production and Use of Cool Season Food Legumes*, Kluwer Academic Pub., Printed in the Netherlands, pp:666-678.
- NOZZOLILLO, C. 1985. Seedling morphology and anatomy of eight *Cicer* species and their taxonomic value. *Canadian Journal of Botany*, 63:1-6.

- OH, J.H. 1983. Induced mutation for soybean mosaic virus disease resistance in soybean. In: Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production III, Proceedings of the Third Research Co-ordination Meeting on the Use of Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production in South East Asia, IAEA-TECDOC-299, 4-8 October 1982, Seoul, pp:87-104.
- OMAR, M. and SINGH, K.B. 1995. Development of early mutants with resistance to ascochta blight or leaf miner. *Internatinal Chickpea and Pigonpea Newsletter*, 2:10-11.
- ONIM, J.F.M. 1983. Mutation breeding for disease resistance in food bean and cowpea in Kenya. In: Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production III, Proceedings of the Third Research Co-ordination Meeting on the Use of Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production in South East Asia, IAEA-TECDOC-299, 4-8 October 1982, Seoul, pp:105-117.
- ÖZBEK, N., ATAK, C., ATILA, A.S. ve SAĞEL, Z. 1990. Radiation induced mutations for yield and oil content in soybean (*Glycine Max.* (L.) Merrill) varieties. In: International Symposium on the Contribution of Plant Mutation Breeding to Crop Improvement, IAEA-SM-311, 18-22 June, Vienna, pp:167-168.
- ÖZDEMİR, S. 1996. Path coefficient analysis for yield and its components in chickpea. *Internatinal Chickpea and Pigonpea Newsletter*, 3:19-21.
- PARK, H.G. 1977. Grain legumes in Taiwan. In: Induced Mutations for the Improvement of Grain Legumes in South East Asia (1975), Proceedings of A South East Asia Regional Seminar, IAEA-203, 8-13 December 1975, Colombo, pp:103-110.
- PATHAK, R.S. 1983. Induced mutations for insect resistance in cowpea. In: Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production III, Proceedings of the Third Research Co-ordination Meeting on the Use of Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production in South East Asia, IAEA-TECDOC-299, 4-8 October 1982, Seoul, pp:119-121.
- PATHIRANA, R. 1982. Effect of gamma radiation on the variability of seed yield components of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) in M₂. In: Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production II, Proceedings of the Second Research Co-ordination Meeting on the Use of Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production in South East Asia, IAEA-TECDOC-260, 27 April-1 May 1981, Chiang Mai, pp:129-132.

- PATHIRANA, R. and WIJEWICKRAMA, P.J.A. 1983. Mutation induction for genetic variability in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). In: Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production III, Proceedings of the Third Research Co-ordination Meeting on the Use of Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production in South East Asia, IAEA-TECDOC-299, 4-8 October 1982, Seoul, pp:195-204.
- PATIL, S.H. 1977. Mutation breeding in improving groundnut cultivars. In: Induced Mutations for the Improvement of Grain Legumes in South East Asia (1975), Proceedings of A South East Asia Regional Seminar, IAEA-203, 8-13 December 1975, Colombo, pp:145-147.
- PATIL, S.H., MOULI, C. and KALE, D.M. 1982. Varietal improvement in groundnut at BARC. In: Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production II, Proceedings of the Second Research Co-ordination Meeting on the Use of Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production in South East Asia, IAEA-TECDOC-260, 27 April-1 May 1981, Chiang Mai, pp:47-57.
- PUNDIR, R.P.S., RAO, N.K. and VAN DER MAESEN, L.J.G. 1985. Distribution of qualitative traits in the world germplasm of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Euphytica*, 34:697-703.
- RABSON, R., SIGURBJÖRNSSON, B. and MICKE, A. 1977. Quality. In: Manual on Mutation Breeding, Second Edition, IAEA, Tech.Rep.Ser.No.119, Vienna, pp:188-192.
- RAJPUT, M.A. and SIDDIQUI, K.A. 1982. Mutation breeding of soybean for high yield and oil content. In: Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production II, Proceedings of the Second Research Co-ordination Meeting on the Use of Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production in South East Asia, IAEA-TECDOC-260, 27 April-1 May 1981, Chiang Mai, pp:117-124.
- RAJPUT, M.A. and SIDDIQUI, K.A. 1983. Induced mutation breeding studies for soybean improvement. In: Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production III, Proceedings of the Third Research Co-ordination Meeting on the Use of Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production in South East Asia, IAEA-TECDOC-299, 4-8 October 1982, Seoul, pp:165-1169.
- RAMANUJAM, S. 1977. Grain legumes in India. In: Induced Mutations for the Improvement of Grain Legumes in South East Asia (1975), Proceedings of A South East Asia Regional Seminar, IAEA-203, 8-13 December 1975, Colombo, pp:29-50.

- RAO, N.K., PUNDIR, R.P.S. and VAN DER MAESEN, L.J.G. 1980. Inheritance of some qualitative characters in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Proc. Indian Acad. Sci. (Plant Sci.)*, 89 (6):497-503.
- RYAN, T.A. 1976. Minitab II Reference Manual Pre.Edi. Pensilvania State University.
- SABANCI, C.O. ve YILDIRIM, M.B. 1992. Adi fiğde (*Vicia sativa* L.) bazı tarımsal özelliklerin genotip x çevre interaksiyonu ve kalıtım derecesi tahminleri. *Doğ-Tr.J. of Agricultural and Foretry*, 16:797-802.
- SAĞEL, Z., ESER, D., TUTLUEK, M.I., PEŞKİRCİOĞLU, H. ŞENAY, A. ve ADAK, M.S. 1994. Gamma radyasyonunun mercimek çeşitleri üzerine M₁ generasyonundaki etkileri. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-29 Nisan 1994, İzmir, Cilt II Bitki Islahı Bildirileri, s:284-288.
- SAXENA, M.C. 1984. Agronomic studies on winter chickpeas. In: M.C. Saxena and K.B. Singh (Editors), *Ascochyta Blight and Winter Sowing of Chickpeas*, The Hague, Martinus Nijhoff/W.Junk Pub. pp: 123-139.
- SAXENA, M.C. and SINGH, K.B. 1984. Status of chickpea in ICARDA region. In: M.C. Saxena and K.B. Singh (Editors), *Ascochyta Blight and Winter Sowing of Chickpeas*, The Hague, Martinus Nijhoff/W.Junk Pub. pp: 193-199.
- SAXENA, M.C. 1987. Agronomy of chickpea. In: M.C. Saxena and K.B. Singh (Editors), *The Chickpea*, Wallingford, Oxon OX108DE, pp:207-232.
- SAXENA, M.C. 1993. The challenge of developing biotic and abiotic stress resistance in cool-season food legumes. In: K.B. Singh and M.C. Saxena (Editors), *Breeding for Stress Tolerance in Cool-Season Food Legumes*, John Wiley & Sons, Chichester West Sussex PO191UD, pp: 3-14.
- SAXENA, N.P., JOHANSEN, C. SAXENA, M.C. and SILIM, S.N. 1993. Selection for drought and salinity tolerance in cool-season food legumes. In: K.B. Singh and M.C. Saxena (Editors), *Breeding for Stress Tolerance in Cool-Season Food Legumes*, John Wiley & Sons, Chichester West Sussex PO191UD, pp: 245-290.
- SCARASCIA-MUGNOZZA, G.T. 1977. Resistance to lodging and stem breakage. In: *Manual on Mutation Breeding*, Second Edition, IAEA, Tech.Rep.Ser.No.119, Vienna, pp:174-177
- SCOSSIROLI, R.E. 1967. Induction of mutations of quantitative characters. In: *Induzierte Mutationen und ihre Nutzung*, Erwin-Baur-Gedächtnisvorlesungen IV, Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin 20. bis 24. Juni 1966, pp: 284-286.

- SHAIKH, M.A.Q. 1977. Grain legumes in Bangladesh. In: Induced Mutations for the Improvement of Grain Legumes in South East Asia (1975), Proceedings of A South East Asia Regional Seminar, IAEA-203, 8-13 December 1975, Colombo, pp:61-70.
- SHAIKH, M.A.Q., MAJID, M.A., AHMED, Z.U. and ZAMAN, K.M.S. 1982a. Induced mutations for new plant types and disease resistance in mungbean and blackgram. In: Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production II, Proceedings of the Second Research Co-ordination Meeting on the Use of Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production in South East Asia, IAEA-TECDOC-260, 27 April-1 May 1981, Chiang Mai, pp:7-17.
- SHAIKH, M.A.Q., AHMED, Z.U., MAJID, M.A. and WADUD, M.A. 1982b. A high-yielding and high-protein mutant of chickpea (*Cicer arietinum* L.) derived through mutation breeding. *Environmental and Experimental Botany*, 22 (4):483-489.
- SHAIKH, M.A.Q., BHUIYA, A.D., SAHA, C.S. and RAHMAN, L. 1983a. Performance and agronomic potential of radiation-induced and collected genotypes of Chickpea (*Cicer arietinum* L). In: Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production III, Proceedings of the Third Research Co-ordination Meeting on the Use of Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production in South East Asia, IAEA-TECDOC-299, 4-8 October 1982, Seoul, pp:47-54.
- SHAIKH, M.A.Q., KHANUM, S., BEGUM, S., AHMED, Z.U., MAJID, M.A. and ZAMAN, K.M.S. 1983b. Effects of chemical mutagens on four species of grain legumes. In: Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production III, Proceedings of the Third Research Co-ordination Meeting on the Use of Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production in South East Asia, IAEA-TECDOC-299, 4-8 October 1982, Seoul, pp:77-85.
- SHAMSUZZAMAN, K.M., KHAN, M.R.H. and SHAIKH, M.A.Q. 1983. Genetic variability and characters association in mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). *Bangladesh J. Agri. Res.*, 8 (1):1-5.
- SHAMSUZZAMAN, K.M. and SHAIKH, M.A.Q. 1991. Early maturing and higher seed yielding chickpea mutants. *Mutation Breeding Newsletter*, 37:4-5.

- SHANMUGASUNDARAM, S. and AHN, G.S. 1983. The soybean and mungbean improvement programs at AVRDC. In: Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production III, Proceedings of the Third Research Co-ordination Meeting on the Use of Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production in South East Asia, IAEA-TECDOC-299, 4-8 October 1982, Seoul, pp:185-194.
- SHARMA, B. and KHARKWAL, M.C. 1982. Induced mutations grain legumes. In: Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production II, Proceedings of the Second Research Co-ordination Meeting on the Use of Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production in South East Asia, IAEA-TECDOC-260, 27 April-1 May 1981, Chiang Mai, pp:59-64.
- SHARMA, B. and KHARKWAL, M.C. 1983. Mutation studies and mutation breeding in grain legumes. In: Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production III, Proceedings of the Third Research Co-ordination Meeting on the Use of Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production in South East Asia, IAEA-TECDOC-299, 4-8 October 1982, Seoul, pp:65-75.
- SIGURBJÖNSSON, B. 1977a. Introduction: Mutations in plant-breeding programmes. In: Manual on Mutation Breeding, Second Edition, IAEA, Tech.Rep.Ser.No.119, Vienna, pp:1-6.
- SIGURBJÖNSSON, B. 1977b. Adaptability. In: Manual on Mutation Breeding, Second Edition, IAEA, Tech.Rep.Ser.No.119, Vienna, pp:172-173.
- SIGURBJÖNSSON, B. 1983. Induced mutations. In: D.R.Wood, Crop Breeding, American Society of Agronomy and Crop Science Society of America, Madison, Wisconsin, pp:153-176.
- SIGURBJÖNSSON, B. AND MICKE, A. 1974. Philosophy and accomplishments of mutation breeding. In: Polyploidy and Induced Mutations in plant Breeding, Vienna, Austria: International Atomic Energy Agency, pp:303-343.
- SINGH, I.S., HUSSAIN, M.A. and GUPTA, A.K. 1995. Correlation studies among yield and yield contributing traits in F_2 and F_3 chickpea populations. *Internatinal Chickpea and Pigeonpea Newsletter*, 2:11-13.
- SINGH, K.B., MALHOTRA, R.S. and WITCOMBE, J.R. 1983. Kabuli Chickpea Germplasm Catalog. The International Center for Agricultural research in the Dry Areas (ICARDA), Aleppo, Syria, pp:12-42.
- SINGH, K.B. 1987. Chickpea breeding. In: M.C. Saxena and K.B. Singh (Editors), The Chickpea, Wallingford, Oxon OX108DE, pp:127-162.

- SINGH, K.B., MALHOTRA, R.S. and SAXENA, M.C. 1989. Chickpea evaluation for cold tolerance under field conditions. *Crop Sci.*, 29:282-285.
- SINGH, K.B. and BEJIGA, G., 1990. Analysis of stability for some characters in kabuli chickpea. *Euphytica*, 49:223-227.
- SINGH, K.B. and BEJIGA, G. and MALHOTRA, R.S. 1990. Associations of some characters with seed yield in chickpea collection. *Euphytica*, 49:83-88.
- SINGH, K.B. and REDDY, M.V. 1991. Advances in disease-resistance breeding in chickpea. *Advances in Agronomy*, 45:191-222.
- SINGH, K.B., MALHOTRA, R.S. and SAXENA, M.C. 1992a. Registration of 'ILC 482' chickpea. *Crop Sci.* 32:826.
- SINGH, M. 1991. Genotypic and Phenotypic Correlations in Plant Traits. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, Aleppo, pp:279.
- SINGH, O., GOWDA, C.L.L., SETHI, S.C., DASGUPTA, T. and SMITHSON, J.B. 1992b. Genetic analysis of agronomic characters in chickpea. I. Estimates of genetic variances from diallel mating designs. *Theor. Appl. Genet.* 83:956-962.
- SINGH, O., GOWDA, C.L.L., SETHI, S.C., DASGUPTA, T., KUMAR, J. and SMITHSON, J.B. 1993. Genetic analysis of agronomic characters in chickpea. II. Estimates of genetic variances from line x tester mating designs. *Theor. Appl. Genet.* 85:1010-1016.
- SINGH, D.P. and SINGH, B.B. 1992. Inheritance of morphological characters in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Indian J. Genet.* 52: 55-57.
- SLIM, S.N. and SAXENA, M.C. 1993a. Adaptation of spring-sown chickpea to the Mediterranean basin. I. Response to moisture supply, *Field Crops Research*, 34:121-136.
- SLIM, S.N. and SAXENA, M.C. 1993b. Adaptation of spring-sown chickpea to the Mediterranean basin. II. Factors influencing yield under drought, *Field Crops Research*, 34:137-146.

- SMUTKUPT, S., PUPIPAT, U., LAMSEEJAN, S., WONGPIYASATID, A. and NARITOOM, K. 1982. Induced mutations rust resistance in soybean. In: Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production II, Proceedings of the Second Research Co-ordination Meeting on the Use of Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production in South East Asia, IAEA-TECDOC-260, 27 April-1 May 1981, Chiang Mai, pp:145-146.
- SMUTKUPT, S., WONGPIYASATID, A. and LAMSEEJAN, S. 1983. Selection and evaluation of soybean lines derived from gamma irradiation for rust resistance. In: Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production III, Proceedings of the Third Research Co-ordination Meeting on the Use of Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production in South East Asia, IAEA-TECDOC-299, 4-8 October 1982, Seoul, pp:171-177.
- SNOAD, B. 1977. Alteration of plant architecture and the development of the leafless pea. In: Induced Mutations for the Improvement of Grain Legumes in South East Asia (1975), Proceedings of A South East Asia Regional Seminar, IAEA-203, 8-13 December 1975, Colombo, pp:123-132.
- SOHOO, M.S. BHARDWAJ, B.L. and BERI, S.M. 1994. Cowpea-88, A new mutant cultivar, *Mutation Breeding Newsletter*, 41: 7-8.
- SZYRMER, J. and BOROS, L. 1982. Research on soybean mutagenesis in Poland. In: Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production II, Proceedings of the Second Research Co-ordination Meeting on the Use of Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production in South East Asia, IAEA-TECDOC-260, 27 April-1 May 1981, Chiang Mai, pp:125-128.
- TOKER, C. ve ÇAĞIRGAN, M.İ. 1996. Breeding for resistance to ascochyta blight in chickpea: Sources and inheritance of resistance. *Journal of Faculty of Agriculture Akdeniz University*, 9: 108-122.
- TOKER, C., UZUN, B. ve ÇAĞIRGAN, M.İ. 1997. Kışlık nohut (*Cicer arietinum* L.) ekimiyle yarı-kurak tarım alanlarında kış yağışlarının değerlendirilmesi. Su Kongresi ve Sergisi'97, İstanbul, 19-22 Haziran, İstanbul s: 101-108.
- TOKER, C. ve ÇAĞIRGAN, M.İ. 1997a. Advantages of winter-sowing of chickpea (*Cicer arietinum* L.) lines in two different continental Mediterranean environment. In: K.A. Siddiqui and A.F. Faruqui (Editors), Third International Symposium on New Genetical Approaches to Crop Improvement, 23-27 February, Atomic Energy Agricultural Research Centre, Tando Jam, (in press).

- TOKER, C. ve ÇAĞIRGAN, M.İ. 1997b. Assessment of response to drought stress of chickpea (*Cicer arietinum* L.) lines under rainfed conditions. *Doğa-Tr.J. of Agricultural and Forestry*, (in press).
- TOSUN, O. ve ESER, D. 1975. Nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinde verim ile bazı morfolojik özellikler arasındaki ilişkiler. *Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yıllığı*, 25 (1): 1-19.
- VAN DER MAESEN, L.J.G. 1987. Origin, History and taxonomy of chickpea. In: M.C. Saxena and K.B. Singh (Editors), *The Chickpea*, Wallingford, Oxon OX108DE, pp:11-34,
- VIGNARAJAH, N. 1977. Grain legume production and research in Sri Lanka. In: *Induced Mutations for the Improvement of Grain Legumes in South East Asia (1975)*, Proceedings of A South East Asia Regional Seminar, IAEA-203, 8-13 December 1975, Colombo, pp:51-60.
- WANG, L.Q. 1990. Review on induced mutation for improvement in China. In: *International Symposium on the Contribution of Plant Mutation Breeding to Crop Improvement*, IAEA-SM-311, 18-22 June, Vienna, pp:5-6.
- WERY, J., SLIM, S.N., KNIGHTS, E.J., MALHOTRA, R.S. and COUSIN, R. 1994. Screening techniques and sources of tolerance to extremes of moisture and air temperature in cool season food legumes. *Euphytica*, 73:73-83.
- ZAKRI, A.H., JALANI, B.S. and ZAINI, S. 1982. Mutagenic efficiency of ethylmethane sulphonate (EMS) in soybean. In: *Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production II*, Proceedings of the Second Research Co-ordination Meeting on the Use of Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production in South East Asia, IAEA-TECDOC-260, 27 April-1 May 1981, Chiang Mai, pp:101-109.
- ZAKRI, A.H., JALANI, B.S. and NG, K.F. 1983. Breeding improved soybean through induced mutations. In: *Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production III*, Proceedings of the Third Research Co-ordination Meeting on the Use of Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production in South East Asia, IAEA-TECDOC-299, 4-8 October 1982, Seoul, pp:149-154.

9. EKLER

Ek-1. M₂ generasyonunda seçilen yaprak tipi mutantları

1) Büyük basit yapraklı, 2) Küçük basit yapraklı ve 3) Saplı yaprakcıklı



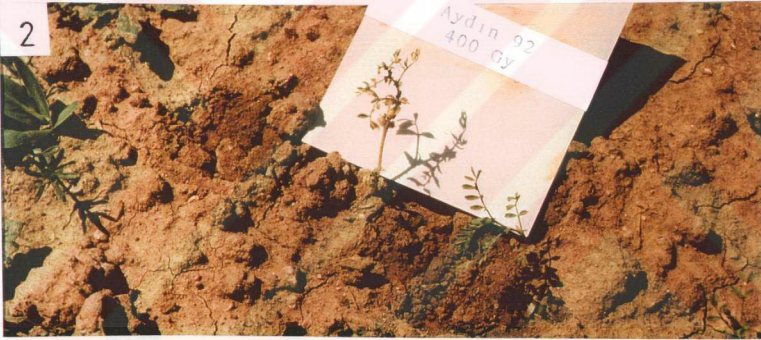
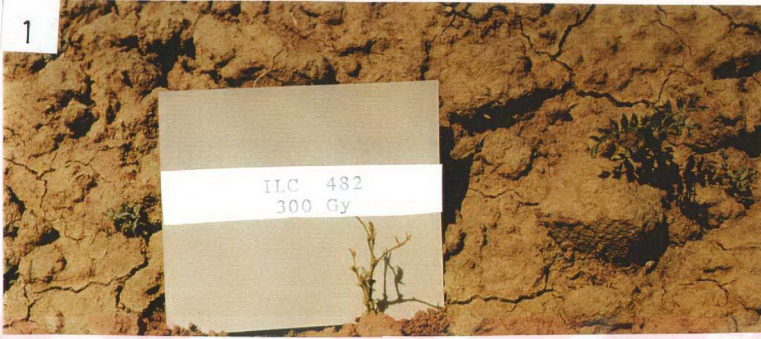
Ek-2. M₂ generasyonunda seçilen yaprak tipi mutantları

1) Büyük yaprakcıklı, 2) İnce ve dar yaprakcıklı ve 3) Düz kenarlı yaprakcıklı



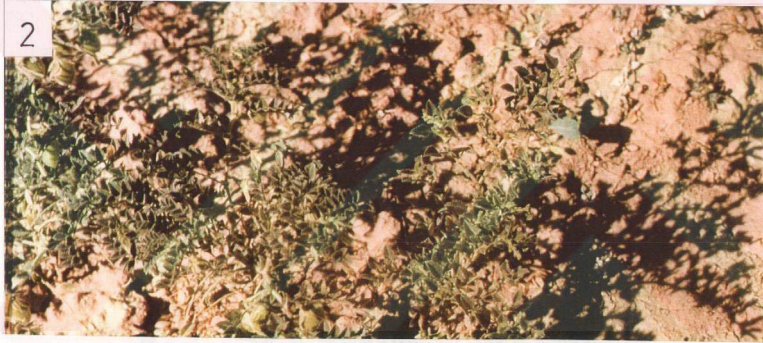
Ek-3. M₂ generasyonunda seçilen klorofil eksikliği mutantları

1) Viridis, 2) Xantha ve 3) Albino



Ek-4. M₂ generasyonunda seçilen çiçek ve bakla tipi mutantları

1) Sarımsı-beyaz çiçekli, 2) üçgül çiçekli ve 3) Bir çiçek sapında çift baklalı



Ek-5. M₂ generasyonunda seçilen diğer ve bitki tipi mutantları

1) Asit salgılamayan, 2) Yatık habituslu ve 3) Devsi bitki



ÖZGEÇMİŞ

Cengiz TOKER, 15.05.1965 Bucak (Burdur) doğumludur. İlk ve Orta öğrenimini Bucak ilçesinin Ürkütlü Kasaba'sında Lise öğrenimini Antalya'da tamamladı. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü'nden 1987 Ziraat Mühendisi ünvanı ile mezun oldu. Askerlik görevini Yedek Subay olarak tamamladı ve sonra iki yıl kadar özel şirkette çalıştı. Daha sonra Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı'na 1992 yılında Araştırma Görevlisi olarak atandı. "Kompozit Arpa Populasyonlarının Tarımsal Özellikler Bakımından Değerlendirilmesi Üzerine Araştırmalar" konulu tez çalışmasını 1993 yılında bitirdi. Aynı yıl Tarla Bitkileri Anabilim Dalı'nda doktora programına başladı.

Halen Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı'nda Araştırma Görevlisi olarak çalışmakta olan Cengiz TOKER evlidir.

