

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**KİNOVA (*Chenopodium quinoa* L. Cv Atlas) TOHUMLARINDA
ÇİMLENME ÜZERİNE GAMMA RADYASYONU LETHAL
DOZLARININ BELİRLENMESİ**

Cengiz İÇEL

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZİRAN 2019

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**KİNOVA (*Chenopodium quinoa* L. Cv Atlas) TOHUMLARINDA
ÇİMLENME ÜZERİNE GAMMA RADYASYONU LETHAL
DOZLARININ BELİRLENMESİ**

Cengiz İÇEL

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ
ANABİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZİRAN 2019

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KİNOVA (*Chenopodium quinoa L. Cv Atlas*) TOHUMLARINDA ÇİMLENME
ÜZERİNE GAMMA RADYASYONU LETHAL DOZLARININ
BELİRLENMESİ**

CENGİZ İÇEL
TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 19/06/2019 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / Oylukla ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Faik KANTAR (Danışman)

Prof. Dr. Nedim MUTLU

Dr. Öğr. Üyesi Hasan PINAR

ÖZET

KİNOVA (*Chenopodium quinoa* L. Cv Atlas) TOHUMLARINDA ÇİMLENME ÜZERİNE GAMMA RADYASYONU LETHAL DOZLARININ BELİRLENMESİ

Cengiz İÇEL

Yüksek Lisans Tezi, Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Faik KANTAR

Haziran 2019 Sayfa; 46 sayfa

Bu çalışma kinova (*Chenopodium quinoa* L. Cv Atlas)'da çimlenme üzerine gamma radyasyonunun etkisini araştırmak ve lethal doz değerlerinin tespit edilmesi amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla Akdeniz Üniversitesi Araştırma Hastanesinde bulunan Cobalt 60 kaynağı kullanılarak kinova tohumları 0, 50, 100, 150, 200, 300, 400 ve 500 Gy gamma radyasyonu dozlarına maruz bırakılmıştır. Her doz için 300 tohum kullanılmıştır. Işınlanmış tohumların çimlenme ve fide gelişmesi laboratuvar şartlarında araştırılmıştır. Çimlenme yüzdesi ve fide mortalite verileri Probit model kullanılarak analiz edilmiş ve elde edilen ışınlanmış tohumların çimlenme yüzdesi ve fide mortalitesi değerleri kullanılarak LD₅₀ değerleri hesaplanmıştır. M1, M2 generasyon tohumları ile Akdeniz Üniversitesi deneme alanlarında 2016-2017 yılları sonbahar ve ilkbahar dönemlerinde 2.1 M x 5 M ebatlarında 3 sıralı parsellerde yetiştirilerek bitki gelişimi izlenerek, fenotipik mutasyonlar kayıt altına alınmış ve her generasyonda mutant tipler belirlenerek ayrı ayrı hasat yapılmıştır. 400 ve 500 Gy γ radyasyon dozuna maruz bırakılan tohumlarda çimlenme ve bitki gelişimi gözlemlenmiş fakat bitkilerin tohum bağlamadığı tespit edilmiştir. M2 generasyonunda tohum saponin oranı analiz edilmiştir.

Elde edilen bulgulara göre, 0, 50, 100, 150, 200, 300, 400 ve 500 Gy gamma radyasyonu dozlarında tohum çimlenme yüzdeleri sırasıyla % 47,67, %46,67, %44,00, %45,67, %49,00, %46,33, %33,67 ve %34,67 olurken fide mortalite yüzdeleri sırasıyla % 1,00, %4,00, %4,00, %4,33, %8,33, %9,33, %13,67 ve %17,67 şeklinde kaydedilmiştir. Fideler daha sonra tarla şartlarında parsellere aktararak bitki gelişmesi izlenmiştir. Uygulanan gama radyasyonu dozları arttıkça tarla şartlarında fide mortalitesi artmış ve bitki boyları azalmıştır. Tarla şartlarında M1, M2 generasyonlarında fenotipik mutasyonlar gözlemlenmiştir. 0, 100, 150 ve 200 300 Gy dozlarında tohum saponin miktarı %0,24, %0,06, %0,08, %0,10 ve %0,10 arasında değişmiştir. Tarla şartların bitki boyu, dallanma, yaprak ve çiçek rengi ve tohum rengi açısından fenotipik açılımlar gözlemlenmiştir. Çalışma ile M1, M2 generasyon dönemlerinde elde edilen veriler tartışılmış ve oluşan fenotipik varyasyonlar gösterilmiştir.

ANAHTAR KELİMELE: Kinova, ⁶⁰Co, Fenotip, Varyasyon, Mutasyon

JÜRİ : Prof. Dr. Faik KANTAR
Prof. Dr. Nedim MUTLU
Dr. Öğr. Üyesi Hasan PINAR



ABSTRACT

DETERMINATION OF GAMMA RADIATION LETHAL DOSES ON CEMENT IN KINOVA (*Chenopodium quinoa* L. Cv *Atlas*) SEEDS

Cengiz İÇEL

Master Thesis, Department of Agricultural Biotechnology

Supervisor: Prof. Dr. Faik KANTAR

June 2019 Page; 46 pages

This study was carried out to investigate the effect of gamma radiation on germination in quinoa (*Chenopodium quinoa* L. Cv *Atlas*) and to determine lethal dose values. For this purpose, Quinoa seeds were exposed to 0, 50, 100, 150, 200, 300, 400 and 500 Gy gamma radiation doses by using Cobalt 60 source in Akdeniz University Medical School. 300 seeds were used for each dose. Germination and seedling development of irradiated seeds were investigated in laboratory conditions. Germination percentage and seedling mortality data were analyzed by using Probit model and LD₅₀ values were calculated by using germination percentage and seedling mortality values of irradiated seeds obtained. The seeds of M1 and M2 generations were grown in the Akdeniz University research plots in the autumn and spring 2016-2017 in 2.1 M x 5 M 3-row spacing. The phenotypic mutations were recorded and mutant types were determined and harvested separately in each generation. Seed yield was not obtained from the applications exposed to 400 and 500 Gy gamma radiation dose. The seed saponin ratio was analyzed in M2 generation.

Seed germination percentages at 0, 50, 100, 150, 200, 300, 400 and 500 Gy gamma radiation doses were 47.67%, 46.67%, 44.00%, 45.67%, 49.00%, 46%, 33.67% and 34.67%, respectively, while seedling mortality percentages were 1.00%, 4.00%, 4.00%, 4.33%, 8.33%, 9.33%, 13.67% and 17.67%. The seedlings were then transferred to plots under field conditions and plant growth was observed. As the doses of gamma radiation increased, seedling mortality increased in the field conditions and plant height decreased. Phenotypic mutations were observed in M1 and M2 generations in field conditions. The amount of seed saponin in the doses of 0, 100, 150 and 200 300 Gy varied between 0.24%, 0.06%, 0.08%, 0.10% and 0.10%. Phenotypic expansions have been observed in terms of plant height, branching, leaf and spike color. The data obtained during the M1 and M2 generations were discussed and the phenotypic variations were shown.

KEYWORDS: ⁶⁰Co, Kinova, Mutation, Phenotype, Variation

COMMITTEE: Prof. Dr. Faik KANTAR

Prof. Dr. Nedim MUTLU

Asst. Prof. Dr. Hasan PINAR

ÖNSÖZ

Ülkemiz için yeni bir alternatif bitki olan kinova, insan ve hayvan beslenmesinde önemli bir yer tutmaktadır. Tarım alanlarında kullanılmayan arazilerin değerlendirilmesinde ve alternatif üretimin desteklenmesinde büyük bir avantaj sağlayacağı düşünülmektedir. Bu amaçla da seleksiyon ve ıslah çalışmalarına hız verilerek popülasyonların oluşturulmaları ve kendi çeşitlerimizin geliştirilmeye başlanması gerekmektedir. Bu da ya o bölgenin ekolojik koşullarına uyum sağlamış yerli veya doğal türlerin kültüre alınması ile ya da introduksiyonla getirtilen materyallerin o bölgede kullanılması ile sağlanabilmektedir. Bu amaçla Antalya ekolojik koşullarında Mutasyon teknikleri ile ilgili bu metodik hipotezi test etmek amacıyla materyal olarak kendine döllen ve yaygın olarak ülkemizde üretimi yapılan kinova (*Chenopodium quinoa* L. cv Atlas) bitkisi; mutagen olarakta uygulama kolaylığı açısından gama ışınları seçilmiştir.

Mutasyon ıslahının amacı, farklı metotlar kullanılarak bitkilerin farklı kısımlarına farklı dozlarla pozitif ve negatif varyasyonları oluşturmaktır. Mutasyon ıslah çalışmalarında, farklı mutajenler (mutasyon inhibitörleri) kullanılabilir. Mutagenlerin uygulama dozu, mutagenin tipine ve kullanılacak malzemeye göre değişir. Genellikle tohum veya fidelerin % 50-70'i mutasyon üretiminde başarılı olmaktadır. Gama radyasyonu birçok tarla ürününde yaygın olarak kullanılır ve özellikle tahıllarda genetik çeşitlilik üretmek için kullanılır. Gama ışınları bitkiler üzerinde zararlı veya yararlı etkilere neden olabilir. Bu nedenle tarla bitkilerinde istenen özellikleri elde etmek amacıyla en kullanışlı dozu belirlemek için ön çalışmalara ihtiyaç vardır.

Bu çalışma 2016-2017 yılları arasında M1 ve M2 generasyonu Antalya Akdeniz Üniversitesi kampüs yerleşkesinde bulunan Ziraat Fakültesi Uygulama Tarla ve Seraları arazisinde Prof. Dr. Faik KANTAR danışmanlığında yürütülmüştür.

Yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, mevcut durumda öğrenciliğimin yanında çalışma hayatında da olmam sebebiyle bana hem tezimi hem de işlerimi yönetebilmem konusunda sabırla desteğini esirgemeyen, bana inanan, fakültemiz değerli öğretim üyelerinden danışman hocam sayın Prof. Dr. Faik KANTAR'a teşekkürü bir borç bilirim.

İlk olarak özel öğrenci durumuyla derslerini almaya başladığım, hevesle takip ettiğim, yüksek lisansa başlamama büyük destek olmuş, bilimsel konulardaki sorularımda nedenini ve nasılinı anlamama yardım etmiş değerli hocam sayın Prof. Dr. Nedim MUTLU'ya da en derin saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tezim için yaptığı değerlendirmeler ve bizleri dinlemek için Kayseri'den gelen, Kayseri Erciyes Üniversitesi öğretim üyelerinden sayın hocamız Dr. Öğr. Üyesi Hasan Pınara'a da çok teşekkür ederim.

Bana bu tezi yazmam ve nihayete erdirmem için büyük destek olan, motive eden, kendi değerli zamanını bana ayıran, gerek arazide ve gerekse bilgisayar başında sabırla, itinayla bana büyük destek veren meslektaşım, Ziraat Yüksek Mühendisi sayın Aysel UYSAL'a ne kadar teşekkür etsem azdır.

Bu tezin hazırlanması esnasında hiç tereddüt etmeden bana yardımcı olan, tezin içeriği hususunda beni motive eden, ilgilenen, sayın meslektaşım Ziraat Mühendisi Elif VURAL'a ve Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ndeki sayın Arş.Gör. Fatma Burcu ÇELİKLİ'ye, arazi denemelerinde yardımlarını esirgemeyen sayın Ziraat Yüksek Mühendisi Bilgehan CERTEL'e, tez yazım döneminde değerli önerilerinden faydalandığım Ziraat Yüksek Mühendisi sayın Esra YÖNTEM'e de çok teşekkür ederim. Ayrıca tez içindeki bazı analizlerin grafiklerle ifade edilmesinde ve de yorumlanmasındaki katkılarından dolayı Dr. Haris Djapo'ya da teşekkür ederim.

Yüksek lisansa başlamamdan bugüne kadar bana her zaman destek olmuş ve olmaya da devam eden, bana inanan, gösterdiğim çabayı her zaman takdir eden, yapıcı eleştirileriyle benim bugünkü düşünce sistemi oluşturmama büyük katkıları olmuş değerli yöneticim, Ziraat Mühendisi sayın Remzi DOĞAN'a da çok teşekkür ederim.

Yüksek lisansım ve tez hazırlama süreci boyunca bana çalışmam için ihtiyacım olan zamanı oluşturmamı sağlayan, başaracağıma her zaman inanan, beni kendi güçlerimi keşfetmem konusunda destek olmuş sevgili eşim Mimar Esra İÇEL'e sevgi, saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Almış olduğum yüksek lisans dersleri sayesinde Hollanda Wageningen Üniversitesi Islah kursu sınavından başarıyla geçmemi sağlayan fakültemiz öğretim üyelerine de ayrı ayrı teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ	iv
AKADEMİK BEYAN.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI.....	4
2.1. Bitkisel Özellikleri.....	4
2.2. Besin İçeriği.....	4
2.3. Önemi ve Kullanılması.....	6
2.4. Mutasyon Islahı	7
2.4.1. Fiziksel Mutagenler.....	8
2.4.2. Kimyasal Mutagenler.....	9
2.4.3. Mutasyon Gözlemi Ve Seleksiyonu	9
2.4.4. Mutant Bitkilerin Doğrudan Kullanımı.....	10
2.4.5. Mutant Bitkilerin Dolaylı Olarak Kullanımı.....	10
2.4.6. Mutagenlerin Doz Oranları ve Uygulanması.....	11
2.5. Önceden Yapılmış Çalışmalar.....	12
3. MATERYAL VE METOT.....	17
3.1. Materyal	17
3.1.1. Genetik Materyal.....	17
3.1.2. Araştırma yerleri.....	17
3.1.3. Laboratuvarda doz tespiti.....	18
3.2. Metot.....	18
3.2.1. Tarla Denemelerinin Yürütülmesi.....	18
3.2.2. Gözlenen Tarımsal Özellikler.....	19
3.2.3. İstatistiksel Analizler.....	20
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	21
4.1. Kinova Uygulanabilir Radyasyon Dozlarının Belirlenmesi.....	21
4.2. Teyit Edilen Morfo-fizyolojik Mutantların Spektrumu ve Frekansı	21

4.2.1. Dallanma Durumu.....	26
4.2.2. Erken Dönemde Çiçeklenme.....	27
4.2.3. Bitki Boyu.....	29
4.2.4. Taç Genişliği.....	29
4.2.5. Başak Rengi.....	30
4.2.6. Saponin Analizi.....	30
4.3. İstatistik Analiz Bulguları.....	33
5. SONUÇLAR.....	38
6. KAYNAKLAR.....	39
ÖZGEÇMİŞ	



AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Kinova (*Chenopodium quinoa* L. Cv Atlas) Tohumlarında Çimlenme Üzerine Gamma Radyasyonu Lethal Dozlarının Belirlenmesi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

19/06/2019

Cengiz İÇEL



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

β	: Beta
cm	: Santimetre
^{60}Co	: Kobalt 60
^{137}Cs	: Sezyum 137
ED50	: Etkili Mutasyon Dozu
g	: gram
Mg	: Miligram
mM	: milimolar
N	: Birey Sayısı
^{20}Ne	: Neon
^{32}P	: Fosfor
$S\bar{x}$	: Standart Sapma
μg	: Mikrogram
$\bar{X}$	: Aritmetik Ortalama
vd	: ve diğerleri
vb	: ve benzeri
α	: alfa
%	: yüzde
γ	: gamma
Cs	: Celsium
d	: Dakika

Kısaltmalar

BC	: Back Cross- Geri Melez
C.V.	: Varyasyon Katsayısı
EMS	: Ethyl Methane Sulphonat
Gy	: Gray
IAEA	: International Atomic Energy Agency-Uluslar Arası Atom Enerjisi Ajansı
K cal	: Kilo kalori
MeV	: Milyon Elektron Volt
Çek	: Çekirdek
DES	: <i>diethyl sulphate</i>
EMS	: <i>ethyl methane sulphanate</i>
MMS	: <i>methyl metthane sulphanate</i>
EI	: <i>ethlenimemine</i>

NEU : *N-nitroso N-ethylurea*
FAO : Gıda Tarım Organizyonu
PER : Protein Etkinlik Oranı
NPU : Protein Kullanım Oranı
ED50 : Etkili Mutasyon Dozu
ABD : Amerika Birleşik Devletleri



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. M1 dikiminin yapıldığı Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Uygulama Arazisinden bir görünüm	16
Şekil 4.1. Kinova çimlenen tohum ve LD50 değerini gösteren grafik.....	21
Şekil 4.2. Kinova dikilebilir tohum ve LD50 değerini gösteren grafik.....	21
Şekil 4.3. 0 Gy Kontrol.....	22
Şekil 4.4. 50 Gy.....	22
Şekil 4.5. 100 Gy.....	22
Şekil 4.6. 150 Gy.....	22
Şekil 4.7. 200 Gy.....	22
Şekil 4.8. 300 Gy.....	22
Şekil 4.9. 400 Gy	23
Şekil 4.10. 500 Gy.....	23
Şekil 4.11. D0 Kontrol.....	23
Şekil 4.12. D50.....	23
Şekil 4.13. D100	24
Şekil 4.14. D150.....	24
Şekil 4.15. D200	24
Şekil 4.16. D300.....	24
Şekil 4.17. Boğum araları kısa ve çok dallanan mutant bitki	25
Şekil 4.18. Dallanma olmayan mutant bitki.....	25
Şekil 4.19. D400 cılız ve tohum oluşturmayan mutant bitki.....	26
Şekil 4.20. D500 cılız ve tohum oluşturmayan mutant bitki	26
Şekil 4.21. D50 erken dönemde çiçeklenme	26
Şekil 4.22. D100 erken dönemde çiçeklenme.....	26
Şekil 4.23. D150 erken dönem çiçeklenme.....	26
Şekil 4.24. D200 erken dönem çiçeklenme.....	26
Şekil 4.25. D300 erken dönem çiçeklenme.....	27
Şekil 4.26. D400 erken dönem çiçeklenme.....	27
Şekil 4.27. D500 erken dönem çiçeklenme.....	27

Şekil 4.28. Harici standart olarak kullanılan gliserizik asit amonyum tuzuna ait kromatogram.....	29
Şekil 4.29. Harici standart olarak kullanılan gliserizik asit amonyum tuzuna ait alan / konsantrasyon kurvesi.....	30
Şekil 4.30. Atlas tohumu ışınlama uygulama öncesi.....	30
Şekil 4.31. 100 microgray ışınlama sonrası saponin azalmış, kalan kısım da gruplara parçalanmıştır.....	31
Şekil 4.32. 300 microgray ışınlama sonrası saponin azalmış, kalan kısım da gruplara parçalanmıştır	31



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Atlas kinova çeşidinde M1’de çimlenen tohum ve dikilebilir bitki sayısını gösteren tablo.....	20
Çizelge 4.2. M2 generasyonu dallanma durumu.....	25
Çizelge 4.3. M2 generasyonu bitki boyu ölçümleri.....	27
Çizelge 4.4. M2 generasyonu taç genişliği ölçümleri.....	28
Çizelge 4.5. M2 generasyonu başak rengi.....	28
Çizelge 4.6. M2 generasyonu saponin analizleri.....	29
Çizelge 4.7.a. Dallanma Bakımından İstatistik Tanımları.....	32
Çizelge 4.7.b. Dallanma Bakımından İstatistik Tanımları.....	32
Çizelge 4.8.a. Bitki Boyu Bakımından İstatistik Tanımları.....	33
Çizelge 4.8.b. Bitki Boyu Bakımından İstatistik Tanımları.....	33
Çizelge 4.9.a. Taç Genişliği Bakımından İstatistik Tanımları.....	33
Çizelge 4.9.b. Taç Genişliği Bakımından İstatistik Tanımları.....	34
Çizelge 4.10. Yapılan Ölçümlerin Birbirleriyle İnteraksiyonu.....	34
Çizelge 4.11. Uygulamaların Ölçüm Kriterlerine göre Değerleri (mean±SE).....	35

1. GİRİŞ

Değişen çevre koşulları ve hızla artan dünya nüfusu, tarımsal üretimde kalite ve miktarın arttırılmasını zorunlu kılmaktadır. Bunun sağlanması amacıyla, bitki ıslahçıları istenilen özelliklere sahip bitkilerin oluşturulması için, geçmişte olduğu gibi günümüzde de son derece yoğun çaba harcamaktadırlar. Bitki ıslahının amacı insan yararına çeşit geliştirmenin bilimi ve sanatıdır. Genetik çeşitlilik oluşturma ve seleksiyon uygulama bitki ıslahının iki temel aşamasını oluşturmaktadır. Yüksek teşviklerle ülkemizin ‘Milli Tohum’ politikası sektör ve paydaşlar arasında heyecan yaratmış görünürken, kamuoyunda ‘hibrit çeşit’ diye bilinen ve daha çok sebzelerle özdeşleşen melez çeşit ıslahı ve tohumculuğu, ıslah ürününü, yani çeşitleri, gelire dönüştürmeye uygunluğu nedeniyle en çok ilgi gören uygulama alanı olmaktadır. Özel ve kamu girişimcileri daha çok F1 çeşitlerini kendileyip, tek bitki seleksiyonları ile geliştirdikleri homozigotlaşmış ebeveynleri kullanarak başarılı olan melez çeşitler geliştirmişler ve bunları pazarlamaya başlamışlardır. Bununla birlikte, bir bitki ıslahı programında harcanan toplam çabanın küçük bir bölümü varyasyon oluşturmaya, kalan kısmı verim denemelerini de içermek üzere seleksiyona ayrılmaktadır. Bunun sonucunda elde edilebilecek genetik kazanç başlangıçta ortaya konan genetik değişkenlikle sınırlanmaktadır (Çağırman ve Ullrich 1991).

Bitki ıslahında genetik farklılık önem taşıdığına göre, genetik benzerliği azaltacak önlemlerin alınması gerekmektedir. Ancak daha çok kamu desteği alan kuruluşlarca genetik tabanı geliştirmek için yapılan türler arası melezler elit gen havuzunda istenmeyen sonuçlar vermektedir. Bunun yerine daha etkili ve devam etmekte olan sisteme uygun F1 çeşitlerini mutagenesisle paralel olarak ‘açılması’ tercih edilebilir. Böylelikle dar ama elverişli bir gen havuzunda gerek doğrudan ve gerekse dolaylı olarak heterozis ıslahında ebeveyn olarak kullanmaya uygun saf hatlar geliştirilebilir. Zira yapay mutasyonlar bitki ıslahçısına seleksiyondan geçmemiş genetik materyal sunduğundan, bu yolla genetik benzerlik probleminin üstesinden gelinebilmektedir. Mutasyon yönteminin kendisine özgü olan problemleri bulunmakla birlikte, bir yöreye adapte olmuş genotiplerde oluşturulan mutasyonlar yoluyla gerek doğrudan kullanma ve gerekse melezlemelerde ebeveyn olarak değerlendirmek üzere yeni gen kaynakları ortaya konulması pratik bir uygulamadır. Seleksiyondan geçmemiş olan bu germplazmin melez kombinasyonlarda yer almasıyla, genellikle farklı kökenli çeşitlerin melezlerinde beklenen transgresif açılmalar ve heterotik etkiler başarı ile elde edilebilmektedir (Çağırman ve Yıldırım 1988; Çağırman 2011).

Üstelik, yapay mutagenesisin heterozigot (F1) ortama uygulanması, iki farklı saf hat genotipinin işin içine girmesi ve mutagenlere muhtemel farklı respons nedeniyle mutasyon oranını artırabilecek, bunları taşıyan mutantların doğrudan kullanılması mümkün olabilecektir (Çağırman 2011).

Mutasyon ıslahı bölgeye adapte olmuş bir çeşidin bir veya birkaç özelliğini iyileştirmek, genotipin farklılaştırılması ve oluşturulan bu farklılık

içinden amaca uygun genotiplerin seçilmesi esasına dayandığından büyük öneme sahiptir. Klasik ıslah yöntemleriyle oluşturulan varyasyonlarda genellikle verimli kullanılması gereken uzun zamana, fazla iş gücüne ve ciddi miktarda paraya ihtiyaç duyulmaktadır. Islahçı için zaman kazanmak, planlı çalışma yapmak ve kısa süre içerisinde yeni çeşit adayları elde etmek için mutasyon ıslahı yöntemi giderek önemini arttırmaktadır.

Günümüzde mutasyona neden olan birçok ışınsal ve kimyasal mutagenler bulunmaktadır. Bu mutagenler bitkilerde çoğunlukla çimlenmeyi engelleme, gelişme noksanlığı, pigment kaybı, çiçeklenmede gecikme, hastalıklara ve soğuğa dayanıksızlık, sitolojik anormallikler ve dengesizlikler, kısırılık ve verim azalışı gibi olumsuzluklara neden olabilmektedirler. Bununla birlikte, ele alınan materyal üzerinde uygulanan şekil ve dozun uygun olması durumunda mutagenler, materyale üstünlük verebilecek özelliklerin olumlu yönde etkilenmesini de sağlamaktadır. Mutagenlerin olumlu yada olumsuz etkileri ele alınan canlıların türüne, mutagene, mutagenin dozuna ve uygulama şekline bağlı olarak değişmektedir.

Kinova (*Chenopodium quinoa Willd.*), Güney Amerika And dağlarında tek yıllık bir bitki olarak binlerce yıldır yetiştirilen bir kültür bitkisidir. Bölgedeki en eski medeniyetlerden Aztek ve İnkalar, kinovayı temel besin olarak tüketmişler ve kinovaya “*tahıl ana*” olarak isim vermişlerdir.

Kinova Avrupa’ya 1970’li yıllarda getirilmiş olup ilk olarak İngiltere’de yetiştiriciliği yapılmıştır. Kinova bitkisinin tarımı son 20 yılda daha fazla yaygınlaşmıştır. FAO tarafından 21. yy’ da gıda güvenliğini temin açısından en önemli bitkilerden birisi olarak gösterilmiş (Zurita-Silva vd., 2014) bitkinin sahip olduğu potansiyele dikkat çekebilmek için FAO, 2013 yılını “Kinova Yılı” ilan etmiştir (IYQ2013 The International year of the Quinoa). Ülkemizde yeni duyulmaya başlayan bu tür arkeolojik verilere göre İnka’ ların 7000 yıl öncesinde tohumlarını toplayarak, 3000 yıldır ise yetiştiriciliğini yaptığını göstermektedir.

Bitkisel özellik olarak kuraklığa, dona, tuzluluğa ve asidik toprak şartlarına dayanıklılık gösterir. Farklı iklim bölgelerine ve iklim şartlarına yüksek adaptasyon gösterir. Kinova çift çenekli bir C3 bitkisi olup Amaranthaceae familyasına aittir. Kinova daneleri, protein (% 13.8-16.5), yağ (%4-9), karbonhidrat (% 58.1-64.2), esansiyel amino asitler, vitaminler ve mineral maddeler, linoleate ve linolenate yağ asitleri (lipid içeriğinin % 55-66’si) ve doğal anti oksidan (a- and c-tocopherol vs.) içerikleri nedeniyle ideal bir besin kaynağıdır. Gluten içermediğinden çölyak hastaları (gluten alerjisi) ve veganların (hayvansal ürün yemeyen) karbonhidrat ve protein gereksinimlerini karşılamakda kinova önemli bir besin kaynağı olarak görülmektedir. Yüksek besin lifi içeriği konstipasyonu önler ve diyabet hastalarında kan şekerini düşürür. Kinova tanelerinde bulunan yüksek oranda biyoaktif bileşiklerin (saponinler, flavonoidler , polifenoller ve fenolik asitler), total kolesterolü düşürdüğü, HDL (iyi kolesterol) oranını koruduğu, toksinleri yokedip, immun sistemi güçlendirerek kanser hücrelerinin gelişimini engellediği, ve ayrıca kalp

ve damar hastalıklarını önlediği bilimsel olarak açıklanmıştır). Kinova yüksek oranda B2 (Ribofilavin) içeriği ile kas ve beyin hücrelerinde enerji metabolizmasına katkıda bulunur, vücudun ihtiyaç duyduğu enerji üretimini destekleyerek halsizliğe, yorgunluğa iyi gelmektedir. Kinova'da bulunan magnezyum minerali damarları rahatlatır, kronik migrene karşı önerilen gıda arasında yer alır. Bunun yanında özellikle tip 2 diyabet hastalarında kan şekeri kontrolü sağlayarak vücudun ihtiyaç duyduğu enerjinin üretimi esnasında oluşan hücre hasarına karşı koruma sağlamaktadır. Kinova'nın en önemli özelliği yaşlanmayı geciktirerek cildi yıpranmaya karşı koruyan süper oksit dismutaz enzimi içermesidir. İçerdiği kuersetin antioksidanı sayesinde de bahar alerjilerine karşı iyi bir destektir.

Mutasyon ıslahının amacı, farklı metotlar kullanılarak bitkilerin farklı kısımlarına farklı dozlarla pozitif ve negatif varyasyonları oluşturmaktır. Mutasyon ıslah çalışmalarında, farklı mutajenler (mutasyon inhibitörleri) kullanılabilir. Mutagenlerin uygulama dozu, mutagenin tipine ve kullanılacak malzemeye göre değişir. Genellikle tohum veya fidelerin % 50-70'i mutasyon üretiminde başarılı olmaktadır. Gama radyasyonu birçok tarla ürününde yaygın olarak kullanılır ve özellikle tahıllarda genetik çeşitlilik üretmek için kullanılır. Gama ışınları bitkiler üzerinde zararlı veya yararlı etkilere neden olabilir. Bu nedenle tarla bitkilerinde istenen özellikleri elde etmek için en kullanışlı dozu belirlemek için ön çalışmalara ihtiyaç vardır.

Mutasyon ıslahı uygulamalarında en düşük zararlı en yüksek mutasyon frekansının elde edilmesi hedeflenmektedir. Bu amaçla yapılan çalışmalarda, farklı mutagenler değişik bitki türleri, değişik ortam uygulamalarında farklı fizyolojik zararlara uğradıkları tespit edilmiştir. Mutagen doz ve uygulama metotlarının hedefe uygun şekilde belirlenmesi, M_1 bitkilerindeki farklılıkların ve meydana gelen fizyolojik zararların değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla M_1 bitkilerinde çimlenme oranı, çıkış oranı gibi özelliklerin incelenmesi neticesinde uygun mutagen dozu ve uygulama metodunun belirlenmesi hedeflenmektedir (Gaul 1959; Poehlman ve Sleper 1995).

Bu çalışmanın ana amacı, ülkemiz için yeni bir bitki olan kinovada gama ışınları uygulamasıyla (tarla yetiştiriciliğine uygun olan Atlas çeşidinde) bitkilerin ışımaya verdikleri tepkiler neticesinde lethal doz seviyelerinin belirlenmesidir. Bu bağlamda dar fakat kullanışlı heterozigot genetik ortamında belirlenebilen herhangi bir özelliğinde ortaya çıkan mutantları seçmek, teyit etmek ve daha sonraki aşamalarda bunları ebeveyn olarak kullanarak çeşit geliştirmede transgresif açılmaların ve heterozisin kaynağı olan bir araç olarak kullanmak da mümkün olabilecektir. Bu tezle birlikte ülkemiz için yeni bir bitki türü olan kinova için ülkemizin farklı iklim koşullarına uyacak çeşitlerin geliştirilmesi ve sektörün beklentilerine yanıt vermek üzere ıslah programlarının oluşturulması düşünülebilir.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Bitkisel Özellikleri

Kinova (*Chenopodium quinoa Willd.*), Amaranthaceae (eski ismi *Chenopodiaceae*) familyasına ait bir bitkidir. Tek yıllık olup, tohumla çoğalan, otsu özellik gösteren, çift çenekli bitkidir. Bu familya aynı zamanda ıspanak ve şeker pancarı gibi kültür bitkilerini de içerir. Kinova, $x=9$ temel kromozom yapısına sahip allotetraploid bir türdür ($2n = 4x = 36$) (Palomino vd. 2008). Kinovaya ilaveten *Chenopodium* cinsi And dağlarında kültür bitkisi olarak yetiştirilen *C. carnosolum*, *C. petiolare*, *C. pallidicaule*, *C. hircinum*, *C. quinoa* subsp. *melanospermum* ve *C. ambrosoidesincisum* gibi yabancı türleri de içermektedir (Fuentes vd. 2009). And dağlarında olumsuz şartlarda üretimi yapılan bir kültür bitkisidir. Derin ve güçlü kazık köklere sahip, kurağa (Vacher, 1998; Jacobsen vd. 2003), dona (Jacobsen vd. 2003) ve tuzluluğa (Rojas vd. 2003) dayanıklı bir bitki olan kinova çok değişik iklim bölgelerinde ve marjinal alanlarda yetişebilmektedir. Vejetasyon süresi 120 ile 240 gün arasında değişmektedir. Bitki kurak ve sıcak çöl bölgelerinden % 40-% 88 rutubete sahip nemli alanlara kadar, -17°C den 38°C sıcaklığa sahip bölgelerde yetişebilmektedir. Kinova derin kök sistemi sayesinde, 100-200 mm yağışa sahip çok kurak alanlarda bile ürün vermektedir. (Anon., 2011). Süper soğuma özelliği sayesinde bitki vejetatif devrede -17°C ye kadar soğuk stresine dayanabilmektedir. Deniz suyuna yakın tuzluluk seviyesinde yetişebilmesi bitkiye olan ilgiyi daha da artırmaktadır (Bhargava vd. 2007). Kinova'nın deniz seviyesinden 4000 m yüksek yaylalara kadar değişen ekotipleri bulunmaktadır (Rojas vd. 2003).

C. quinoa dik olarak büyür ve 0.20-3 metreye kadar boylanır. Dik olarak büyüyen, kalın saplar odunsu yapıda olup, yaprak dizilişi sarmal şekildedir ve kazayağını benzer. Yaprak şekli değişken polimorfik karakterde olup, dişli ve genellikle üçgenvari şeklindedir. Erken gelişim dönemlerinde yapraklar genellikle yeşil renkliken; bitki olgunlaştıkça renklenme başlar ve kırmızı, sarı veya mor renk alır. Salkım şeklinde (racemose) hermofrodit çiçekleri ince uzun anterler ve tüylü üç stigmadan oluşan stile sahiptir. Kinova büyük oranda kendine döllek (autogamous) bir bitki olmasına rağmen polen vektörlerinin mevcudiyetine göre değişmek üzere %10-17 arasında yabancı dölleme olabilmektedir (Spehar ve Santos 2005). 3-4 mm çapında küçük çiçekler birleşerek 15-17 cm uzunluğunda çiçek salkımlarını oluşturur (Ward 2000). Tohumları 2.6 mm çapında çeşitli renklere (beyaz, sarı, kırmızı, pembe, kahverengi ve siyah) sahiptir. Kabuktaki saponin içeriği tohum rengiyle doğrudan ilişkilidir. Pericarp içerisindeki embriyo, tohum teşkilinin %60'ını oluşturur (Prego vd. 1998).

2.2. Besin İçeriği

Kinovanın tohumlarının içerisindeki protein içeriği (kuru madde bakımından) % 13.8 ile % 16.5 değerlerinde (ortalama olarak % 15) değişim göstermektedir (USDA 2015). Asıl (esansiyel) amino asitler açısından dengeli

bir protein içeriğine sahip tohumları ideal bir besin kaynağı olarak kabul edilmektedir. Protein içeriği açısından bakıldığında kinova diğer tahıllara göre oransal olarak yüksek ve (Repo- Carrasco vd. 2003; Lindeboom 2005; Schoenlechner vd. 2008) kalite olarak çok iyi bir seviyeye sahiptir (Valencia-Chamorro 2003; Jancurova vd. 2009). Albumin ve globulin ağırlıklı protein içeriği embriyoda yoğunlaşmaktadır (Repo-Carrasco vd. 2003; Schoenlechner vd. 2008). Toplam proteinlerin %44-77'sini adı geçen bu proteinler oluşturmaktadır. Kinovada depolanan proteinin çoğunluğu %35 albumin, %37 globulin ve düşük miktarda prolamin içerir (Abugoch James 2009). Kinovada sütteki kazeine benzeyen protein değeri ve esansiyel aminoasitleri içermektedir (Vega-Galez vd. 2010). Kinova tohumunda insan doku gelişimi için elzem 8 aminoasitin tamamı bulunmaktadır. Tahıllarda eksik olan lisin (5.1–6.4 %) ve metionin amino (0.4–1.0%) asitleri bakımından zengindir (Maradini Filho vd. 2015). Bu aminoasitlerin biyoyararlanımı ve kinovadaki protein sindirilebilirliği pişirme ile önemli derecede artar. Kinovadaki proteinler vücudumuzun üretmediği tüm temel amino asitleri (histidin %3.2, izolösin %4.9, lösin %6.6, lisin %6.0, metiyonin %5.3, fenilalanin %6.9, treonin %3.7, triptofan %0.9, valin %4.5) içermektedir. Prolamin grubunu ise (% 0.5-7) çok az içerirler veya hiç içermezler (Valencia- Chamorro 2003; Berti vd. 2004; Jancurova vd. 2009). Kinova, % 37'den fazla elzem amino asit içerir (Kozioł 1992; Lindeboom 2005). Kinova elzem aminoasitleri son derece dengeli bir oranda içermesinin yanında protein kalitesi olarak süt proteinine yakın değerdedir (Ranhotra vd. 1993; Repo Carrasco vd. 2003). Kazein ile kıyaslandığında protein etkinlik oranı kazeininkine benzerken (Gross vd. 1989; Ranhotra vd. 1993) sindirilebilirlik oranı (%84.3) kazeinden (%88.9) düşüktür. Net protein kullanım (NPU) değeri 75.2 olan kinoa proteinlerinin, biyolojik değeri ise 82.6'dır (Ruales ve Nair 1992). Dengeli bir amino asit içeriği yanında vitaminler ve özellikle kalsiyum, demir ve fosfor gibi mineral maddeler açısından zengindir (Repo-Carrasco vd. 2003; Vega-Gálvez vd. 2010). İçeriğinde kolesterol bulunmayan kinova, A, B, C, D ve K gibi neredeyse tüm vitaminleri içerir (Miranda vd. 2012). %0.26 oranında magnezyum içeren kinova, mineral içeriği açısından yüksek değerlere sahiptir. Ayrıca kinovada kalsiyum, magnezyum, potasyum içerikleri biyolojik açıdan uygun formlarda bulunmaktadır (Vega-Galvez vd. 2010; Repo-Carrasco vd. 2003). Demir içeriği bakımından ise kinova geleneksel tahıllardan daha fazla değere sahiptir. Vitamin içeriği bakımından kinovada; C-vitamini (16.4mg/100g), tiyamin (0.4mg/100g), ve folik asit (78.1mg/100g) bulunmaktadır (Ruales ve Nair 1993).

Kinovanın ana karbonhidrat bileşimi nişastadır ve uniform, çok küçük daneli (3 mikron) (Abugoch James 2009) ve viskozitesinin yüksek olması özelliği dolayısıyla nişastası vd. 2009). Nişasta (% 58.1- 64.2) karbonhidrat içeriğinin çoğunluğunu oluşturmaktadır (Lindeboom 2005; Vega- Galvez vd. 2010; Repo- Carrasco 2011). Az miktarda da, monosakkarit (% 2), pentozan (% 2.9-3.6) ve ham lif (% 2.5- 3.9) bulunur (Valencia- Chamorro 2003). Diğer tahıllarla kıyaslandığında, nişasta granüllerinin çapı küçüktür (2 µm). Amiloz içeriği yaklaşık % 11'dir (Repo-Carrasco vd. 2003; Vega- Galvez vd. 2010).

Yağ fraksiyonunun kalitesi nedeniyle kinova alternatif yağlı tohumlu bitki olarak kabul edilmektedir Yüksek konsantrasyonlarda alfa ve tokoferol gibi antioksidanlar içerir. Linoleik ve oleik asit yağ asitleri, toplam yağlı asit miktarı olan kinova tohumlarının neredeyse % 88'ine tekabül etmektedir (Maradini Filho vd. 2015; Abugoch James 2009). Toplam yağ asitlerinin %10'unu palmitik yağ asidi, bir doymuş yağ asidi, oluşturur (Repo-Carrasco vd. 2003). Kinova, elzem doymamış yağ asitlerince de zengindir (Ranhotra vd. 1993; Park ve Morita 2004). Ayrıca kinova tohumları yaklaşık olarak % 6-8 oranında toplam yağ içeriğine sahip olup, bu yağların önemli bir miktarını linoleik (%52) ve linolenik asitler gibi elzem yağ asitleri oluşturmaktadır (Valencia-Chamorro 2003; Park ve Morita 2004). Kinovadaki yüksek yağ içeriği ve yüksek miktardaki doğal antioksidan özelliğe sahip E vitamininin de yer alması (yaklaşık 700 ppm α -tokoferol ve 840 ppm γ -tokoferol), hızlı yağ oksitlenmesini önlemektedir (Kozioł, 1992). Fosfolipitler, toplam yağın % 25.2'sini teşkil ederler (Przybylski vd. 1994). Kinova, linoleik asit/linolenik asit oranı açısından yeterli bir seviyededir (Alvarez- Jubete vd. 2009; Repo-Carrasco vd. 2011).

Kinovada saponinler, fitosteroller ve fitoekdisteroitler (Graf vd. 2015) fitokimyasalları bulunmaktadır. Fitosteroller 100g'da 118 mg fitosterol bileşenleri b-sitosterol (63.7mg/100g), campesterol (15.6mg/100g), brassicasterol ve stigmasterol (3.2 mg / 100 g)'dür (Villacr'es vd. 2013; Ryan vd. 2007). Fitoekdisteroitler 100 g'da 138 ve 570 mg arasında değişiklik göstermektedir ve ekdisteroitler arasında en yaygını 20-hidroksietidysondur. Toplam fitoekdisteroitlerin% 62-90 arasını oluşturmaktadır (Graf vd. 2015).

2.3. Önemi ve Kullanılması

Kinova üzerinde araştırma yapmış birçok uzmana göre kinova, dünyadaki özellikle az gelişmiş ülkelerde yaşanan açlık sorununa çözüm olabilecek bir bitkidir. Kinova hem besin değeri açısından hem de yüksek adaptasyon yeteneğine sahip bir bitkidir. İnsan beslenmesinde önemli yere sahip tahıl ve bakliyat grubu bitkilerde olduğu gibi gıda olarak tüketimi ve ticareti gün geçtikçe artarak devam etmektedir. Küresel ısınma nedeniyle tahıl üretiminde öngörülen azalmalar ve artan maliyetler kinova gibi alternatif ürünlere eğilimi artırmaktadır. Amerika'da insan beslenmesinde yüzyıllardır kullanılan kinova, gıda ve yem bitkisi olarak değerlendirilmesi bakımından Avrupa'da çok ciddi öneme sahiptir. (Jacobsen ve Stolen 1993).

Kinova, insan beslenmesinde son derece önemli bir yere sahiptir. Nasa son yıllarda yüksek besin içeriği nedeniyle kinovayı astronotların beslenmesinde kullanılan programa dahil etmiştir. Protein, magnezyum, demir, kalsiyum gibi mineraller ile B ve E vitaminleri ve daha birçok vitamin ve mineral bakımından iyi bir besin kaynağıdır. Kinova, tohumunda insan dokusu için gerekli 8 elzem aminoasidin tamamının bulunmasının yanında lisin, sistein ve diğer tahıllarda düşük seviyelerde olan methionin aminoasitleri açısından da son derece zengin olan muazzam bir protein kaynağı olarak kabul görmektedir (Repo-Carrasco-Valencia ve Serna 2011). Protein içeriği olarak

kıyaslandığında buğdaya, çavdara, yulafa, mısıra ve pirince göre çok daha yüksek protein içerir. % 6-7 gibi bir yağ oranı, tahıllara göre yüksek bir içeriğe sahip olduğunu göstermektedir (Reichert vd. 1986). Gluten içermediği için glutene alerjisi olan kişiler (çölyak hastaları) ve hayvansal ürün yemeyenler (veganlar) için protein ve karbonhidrat kaynağı olarak besleyici ve lezzetli bir besindir.

Kinovanın insan beslenmesinde kullanımı çeşitlilik göstermektedir. ABD'de ticareti yapılan kinova çoğunlukla beyaz ve sarı renkli tohumlara sahiptir, pirinç gibi pilav yapımında kullanılır. Fermentasyon işlemi yapılarak bira benzeri içeceklerin yapımında da kullanılmaktadır. Salatalarda, güveçlerde ve bir çok farklı yemekte haşlanmış kinova tohumu kullanılır. Dahası kinovadan elde edilen un ile makarna, ekmek, bisküvi, kek ve kraker yapılır. Kinova tohumları, filizlendirilip yenilebildiği gibi aperatif salata olarak da tüketilebilir. Yaprakları da ıspanak gibi tüketilebilir.

Kinova genellikle tohumu için yetiştirilen bir bitkidir fakat hayvan beslenmesinde de ot olarak değerlendirilir. Özellikle sığırların severek tükettikleri bir yemdir. Kuru madde verimi bakımından çeşitden çeşite göre değişmekle birlikte 800 kg/da'nın üzerine çıkabilmektedir. Ot olarak kullanımında, % 13-22 düzeyinde ham protein oranına, % 26-28 düzeyinde kuru madde oranına sahiptir. Hasat döneminde hayvanlarda kuru madde sindirimi % 63-69'dur (Van Schooten ve Pinxterhuis 2003). Kinova, hızlı büyüyüp, kolay silolanan bir bitki olmasına karşın silajlık kalitesi mısırdaki kadar yüksek değildir. Bununla birlikte yetiştiriciliğinin kolay olması organik tarımda yem kaynağı olarak yetiştirilmesine imkan sağlamaktadır. Kuru madde oranının yüksek olması uygun bir fermentasyon için gereklidir. Kinovanın yüksek ham protein oranı ve yeterli kuru madde oranına sahip silajlık bir ürün haline gelmesi ekiminden 3-3,5 ay sonraya tekabül etmektedir (Van Schooten ve Pinxterhuis 2003).

Kümes hayvanları ve kuşlar için de önemli bir yemdir. Zengin selüloz içeriği kâğıt ve karton sanayiinde kullanılabilmesine imkan sağlar. Saponince zengin olan tohum kabuğu Güney Amerika'da çamaşır deterjanı olarak ve antiseptik olarak cilt yaralanmalarında kullanılır.

2.4. Mutasyon Islahı

Mutasyonlar, bitkilerin de dahil olduğu herhangi bir organizmada bulunan tüm genetik çeşitliliğin birincil kaynağıdır (Kharkwal 2012).

Genler kromozom üzerinde farklı yerlerde bulunmaktadır ve çeşitli kimyasal bileşenler kromozomun oluşumunda etkilidir. Bu farklı bileşikler genlerin içerisinde farklı şekillerde ve dizilimlerde olabilmektedir. İşte bu dizilimler genleri birbirinden ayırırken ayrıca fonksiyonlarında da belirleyici rol oynarlar. Normal şartlar altında hücre bölünmesinde kromozomlar replike olarak kromatidlerin biri bir kutba diğeri ise diğer kutba giderek aynı genotipte iki kardeş hücre meydana gelir. Fakat bazen genlerin değiştiği görülür. Örneğin

klorofil için sorumlu olan C geni c şekline dönüşürse klorofil oluşmaz veya oluşumu zayıflar. İşte böyle kalıtsal olan gen değişikliklerine gen-mutasyonu adı verilir (Demir ve Turgut 1999).

Bu gen değişimleri bölünme sırasında olabileceği gibi doğada kısa dalgalı röntgen ışınları veya ultraviyole ışınları tarafından da bu tür mutasyonların oluşturulması olasıdır.

Gen mutasyonlarının buraya kadar anlatılan koşullarda doğal olarak meydana geldiği anlaşılmaktadır. Doğada oluşan diğer adıyla spontan mutasyonlar, doğa şartlarının bitkiler üzerindeki etkilerinin bir sonucudur. Fakat oluşan bu mutantların frekansı 1:100,000 ile 1:1,000,000 arasında oynamaktadır. Natural (spontan) somatik olan mutasyonlar için frekanslar çok düşük seviyededir. (Broertjes ve Harten 1978). Öncelikle vejetatif şekilde üretimi yapılan bitkiler için somatik şekilde yapılan mutasyonun frekansında artış göstermek amacı ile uyumlu mutagenlerden faydalanılabilir. Mutagen seçimi yapılırken mevcut olma vaziyetleri, mutasyon oluşturabilme güçleri ve üzerlerine uygulanabilecek materyallerin miktarlarının rolü bulunmaktadır. Günümüzde mutasyon ıslahının çalışması yapılırken genetik açıdan varyabilitelerin oluşumunu yapan fazla miktarda kimyasal ve fiziksel mutagenlerin kullanılmaktadır (Donini 1975; Broertjes ve Harten 1978).

80 yıl önce bitki ıslahı programlarının temellerine mutagen uygulamaları ile birlikte başlanmıştır. Hemen ardından X ışınlarının mutagenik etkilerinin keşfi ile birlikte Muller (1927) Drosophila'da ve Stadler (1928) arpada ve mısırdaki çalışmaları olmuştur. 1950-1960 yılları boyunca da Çin, Hindistan, Hollanda, ABD gibi devletlerde mutasyon ıslahı yaklaşımlarını ürün geliştirmede kullanmaya başlamışlardır. 20.yy tahıllarda, bakliyatda, yağlı tohumlu bitkilerde, sebzelerde, lif bitkileri ve süs bitkilerinde toplamda 3220'nin üstünde mutant çeşit geliştirilmiştir. Bu mutant bitkilerin çoğu ise 1985 ve sonrası zamanlar da mutasyon tekniğinin de öğrenilmesi ile birlikte bulunmuştur. 1985 yılları civarında bulunan mutantlar direk kullanılan mutant bitki olarak kayıt altına alınırken ilerleyen zamanlarda ise bu mutant bitkiler ıslah programlarında çeşitli yaklaşımlarla kullanılarak ıslah populasyonlarının içinde belirli ıslah yöntemlerinden geçtikten sonra kayıt altına alınmıştır. Bulunan mutant bitkilerin yaklaşık % 70'i fiziksel mutagenlerle elde edilmiştir. Fiziksel mutagenler içinde de gama ışınlarının kullanımı diğerlerine göre çok fazladır. Çoğunlukla mutasyon ıslahı ile geliştirilen özellikler, bitki yapısı, verim, çiçeklenme ve olgunlaşma süresi, kalite, biyotik ve abiyotik stres koşullarına toleranslılık gibi arzu edilen özelliklerdir (Kharkwal vd. 2004).

Bu özelliklerin geliştirilmesi ve tarıma kazandırılması ile birlikte mutasyon ıslahını kullanan ülkelerin kendi ekonomilerine katkı sağladığı görülmektedir.

2.4.1.Fiziksel mutagenler: Yavaş veya hızlı iyonize olan tipleri mevcuttur.

Yavaş iyonize olanlar: Ultraviyole radyasyon, X ışınları, Kobalt-60 (^{60}Co) veya Cesium-137 (^{137}Cs) gibi gamma ışınları bitki dokusuna kolayca nüfuz edebilir. DNA üzerinde doğrudan etkilidirler ve gen (nokta) mutasyonlarına sebep olurlar. DNA sarmalında yeralan bazların yapısını ya da dizilim şekillerini değiştirerek mutasyon oluştururlar (Anonymous 1977; Broertjes ve Harten 1978). Doğal olarak gama ışınlarının kaynağı doğada Potasyum-40 (^{40}K) izotopundan oluşur. Spesifik amaçlar doğrultusunda bitkilerde mutasyon tekniklerinin kullanımı söz konusu olduğunda ise Kobalt-60 (^{60}Co) ve Sezyum-137 (^{137}Cs) radyoizotoplarının bozulmasıyla elde edilen gama ışınları kullanılmaktadır. Bu kaynaklardan Kobalt-60 kaynağı, Sezyum-137 kaynağına göre daha çok kullanılmaktadır. Çünkü Kobalt-60 kaynağının bozulma süresi Sezyum-137'ye göre altı kat daha hızlıdır. Yarılanma süreleri göz önüne alındığında ^{60}Co , 5.3 yılda yarılanırken ^{137}Cs , 30 yıl gibi bir süreçte yarılanma işlemini tamamlamaktadır (Kodym ve Afza 2003; Shu vd. 2012).

Tamamlanan bu tez çalışmasında ise yaygın olarak kullanılan Kobalt-60 (^{60}Co) fiziksel mutagen kaynağı kullanılmıştır.

Hızlı şekilde iyonize olan mutagenler: Yavaş veya temel nötronları ve β partiküller (^{32}P , ^{35}S). Mutagenler, bitki materyallerinde büyük miktarda değişim gösterirler, bunlara kromozom kırılması denilmektedir. Fakat bitkiler için yaşam şansı maalesef azalmaktadır.

2.4.2. Kimyasal mutagenler: Kimyasal mutagenler içinde kullanımı sürdürülen fazla miktarda madde bulunmaktadır. Şu şekilde sıralanır;

- ethyl methane sulphanate (EMS)
- methyl methane sulphanate (MMS)
- ethanimine (EI)
- diethyl sulphate (DES)
- N-nitroso N-ethylurea (NEU)
- azide

Kimyasal özellik gösteren mutagenler için, mikro yapıdaki mutasyon tiplerine uyumlu oldukları için çoğunlukla kullanımı uygun görülmektedir. Fakat bunun gibi mutagenlerin *in vivo* sistem içindeki meristem dokular açısından penetre olma güçleri zayıf özellik gösterdiğinden vegetatif şekilde üretimi yapılan bitkiler için etkinlikleri düşük seviyede gözlemlenir. Örnek olarak, dormant olan gözlerin hem normal olan hava basıncı altında hem de vakum şartları altında olan kimyasal özellik gösteren solüsyonlara batırıldığı zamanki mutagenlerin tomurcuk meristemlerine ulaşamadıkları fazlasıyla araştırmacı aracılığı ile belirtilmiştir (Macintosh ve Lapins 1966; Rathjen ve Robinson 1992).

2.4.3. Mutasyon gözlemi ve seleksiyonu

Çoğu mutasyon bitki genetik yapısında resesif karakter olarak oluşurken dominant mutasyon da meydana gelmektedir. Mutasyonların saptanması bu iki

durum olması koşuluna bağlı olarak değişiklik gösterir. Dominant mutasyonların saptanması hemen M1 generasyonunda kendisini gösterirken, resesif mutasyonlar ise M1 generasyonunda dominant gen tarafından baskılandığı için ancak bir sonraki generasyon olan M2 generasyonunda saptanması mümkündür. M2 aşamasında ortaya çıkan bu mutant bitkiler teyit edilmesi için ise M3 aşamasında tekrardan yetiştirilerek doğrulanmalıdır. Zira her mutant kalıtsal olmayabilir. Yani ilerleyen generasyonlarda da belirli karakterlerce seçilen bu mutant bitkiler bu özelliklerini bakımından kalıtsal olup olmadığı teyit edilmelidir.

Mutant bitkiler seçtikleri özellikler bakımından kullanım olarak ikiye ayrılmaktadırlar. Bazı mutant özellikler bulunmuştur ki bu özellikler herhangi başka bir iyileştirme gereksinimi göstermez. Bu tür mutant karakterdeki bitkiler direk olarak marketle buluşturulabilir ve kullanılır potansiyeldedir. Fakat bazı mutant özellikte bitkilerin ise bu özellikleri bakımından bazı iyileştirme gereksinimleri vardır. Diğer bir ifade ile bulunan bu mutant bitkiler tekrardan ilerleyen ıslah popülasyonlarında melezleme gibi ıslah yöntemlerine tabi tutularak bitki ıslahçıları tarafından iyileştirme ve modifiye etmek amaçlı kullanılır. Yani bulunan bu mutant bitkiler dolaylı olarak kullanılmış olur. Sonuç olarak belirli amaç doğrultusunda seçilen mutant bitkiler, kullanım açısı bakımından direk ve dolaylı kullanım olarak ikiye ayrılmaktadır (Anonymous 1977; Çağırman ve Yıldırım 1988).

2.4.4. Mutant bitkilerin doğrudan kullanımı

Günümüzde yeni bulunan mutantlardan ürün geliştirme çalışmaları içinde önemli sorunlara ve engellere çözüm olacağı ve kullanılabilir nitelikte varyasyonları oluşturacağı hesaplanmaktadır. Yarı bodurluk, erken olgunlaşma, hastalık dayanımları gibi birçok özellik tüketime direk olarak bu mutant karakterler sayesinde tanıtılmaktadır. Özellikle vejetatif olarak neslini devam ettiren bitkilerde direk mutant karakterlerin kullanımı yoğunlaşmıştır. Kullanılan bitki materyallerine (sürgün uçları, meristematik dokular v.b.) uygulanan mutagenler daha sonra bitki morfolojisinde kimerik yapılara neden olmaktadır. Bu kimerik yapılara sahip olan bitkiler ileriki aşamalarda mutant özellik gösterebilme kabiliyetine sahiptir. Bu karakter eğer istenilen bir özelliği taşımaktaysa ve tarımsal olarak performans testlerinden başarılı bir şekilde geçmiş ise hemen mutant çeşit olarak tarıma kazandırılabilir. Tohumla üreyen bitkilerde ise birçok direk mutant kullanım örneklerine de rastlamak mümkündür. Özellikle diploid tahıllarda (arpa, çeltik v.b.) bu örnekler sıkça görülmektedir. Fakat bitki ıslahçıları tarafından uygulanan yeni eğilim ise bu mutant hatların kendi ıslah programlarına tekrardan konulması doğrultusundadır (Anonymous 1977; Shu vd. 2012).

2.4.5. Mutant bitkilerin dolaylı olarak kullanımı

Yeni çeşit adayları bazı ulusal ve uluslararası standartlara cevap verebilir nitelikte olmalıdır. Bu niteliklerden en önemlileri iyi bir kalite ve buna bağlı olarak iyi bir verime sahip olmalarıdır. Bazı bulunan mutant hatlar bu isteklere

cevap veremeyebilirler. İşte bu durumda bu mutant hatlar direkt olarak yeni bir çeşit olarak kullanılmazlar fakat ıslah programlarında potansiyel gen kaynakları olarak değerlendirilebilirler. Bazı mutant hatlar mutasyona uğratılma şiddetinden dolayı istenilen mutant karakterler baskılanabilmekte ya da çevre şartlarından dolayı ifade olamamaktadırlar. İşte bu noktada bu mutant hatlar melezlemelerde potansiyel olarak kullanılabilir. Mutantların melezlenmesindeki en büyük avantaj ise mutant karakterlerin normal hatlarla kombinesini oluşturarak bu mutant özelliklerinin adapte olma yeteneğinin artırılmasıdır (Gottschalk ve Wolff 1983).

Mutant karakterlerin dolaylı olarak kullanımı günümüzde direk kullanıma göre daha tercih edilen bir yol olarak uygulama alanına sahiptir. Örneğin bu yol ile 'Golden Promise' adındaki bir arpa çeşidi geliştirilerek İskoç viski yapımına yeni bir standart getirmiştir.

Mutant karakterdeki bitkilerin ıslah programlarında kullanılmasıyla ekonomik öneme sahip yarı bodur çeltik ve arpa çeşitleri geliştirilmiştir. Bunun yanında herbisitlere yüksek toleranslı birçok ürün geliştirilmiştir. Son zamanlarda ise bu yöntem yağ kompozisyonlarının değiştirilmesi, düşük fitat içeriği gibi özel amaçlar doğrultusunda da uygulanmaktadır (Anonymous 1977; Shu vd. 2012).

2.4.6. Mutagenlerin doz oranları ve uygulanması

Mutagenlerin, kullanılması gereken materyallere, semi-kronik, akut ve kronik olan radyasyon şeklinde uygulaması yapılabilir (Dokuzoguz 1964; Broertjes ve Harten 1978 ve Donini 1980, 1992).

Akut olan radyasyon yapısında, vegetatif şekilde üretimi yapılan bitkiler için kullanımı yapılan dozların oranı yaklaşık olarak 100 Röntgen (R) 2/dakika (d) ve 1000 R/d şeklinde değişim gösterir. Çok fazla miktarda da doz artışı olabilmektedir. Genel olarak uygulama birkaç saat ya da birkaç dakika olacak şekilde değişiklik gösterebilir.

Semi-kronik radyasyon yapısında ise, dozlar 50 R/saat'dan 500 R/saat'e kadar değişikli gösterebilir. Genel olarak uygulama birkaç saat ya da birkaç hafta olacak şekilde değişiklik gösterebilir.

Kronik olan radyasyonlarda, dozlar 2,5 R/gün den 100 R/gün kadar değişim göstermektedir. Uygulama genel olarak birkaç ay ya da birkaç sene kadar sürebilmektedir. Günümüze kadar ki akut, kronik ya da semikronik radyasyonların uygulamaları için somatik mutasyonları oluşturdukları oransal olan etkiler ile ilgili net bilgiler bulunmamaktadır. Bunlara ek olarak elimizde var olan bilgi kaynaklarından anladığımız kadarı ile akut uygulamanın etkileri çoğunlukla fazladır. Toplam dozların artış göstermesi ile mutasyon frekansları yükselmekte ya da büyük ölçüde kromozom farklılaşmasına sebep olmaktadır (Anonymous 1977; Donini 1975). Başka bir açıdan apikal meristemlerde yüksek oranda bozulmaların görülmesinin yanında, bir ya da birkaç hücreden

meydana gelen apikal meristemlerin tekrardan yenilenebilmesi esnasında tam mutant sürgünlerin gelişimlerinin görüldüğü gözlemlenmiştir. Örnek olarak, elmaların yaprak tomurcuk meristemleri zarar görmüştür. Buna rağmen tam mutant sürgün oluşumu olduğu gözlemlenmiştir. (Lacey ve Cambell 1987). Vegetatif şekilde üretimi yapılan bitkiler için ise kimyasal ve fiziksel mutagenler açısından cevap vermeleri ya da başka bir değiş ile etkileşimleri arasında ki değişiklikler bulunmaktadır. Bu sebep ile radyasyon uygulamaları esnasında en yüksek dozların çevresindeki dozların serilerinin uygulaması yapılmalıdır.

2.5. Önceden Yapılmış Çalışmalar

Ülkemizde Kinova Çalışmalarına baktığımızda Quinoa ve Turkey anahtar kelimeleri ile yapılan taramada toplamda 12 araştırma bulunmuştur . Türkiye’de, kinova konusunda yürütülen az sayıda araştırma ise bu ürünün gıda değeri ve virüs testlemeleriyle ilgilidir (Doğan ve Karwe 2003). Kinova konusunda Türkiye’de üretilmiş bir patent bulunmamaktadır. Bitkinin sahip olduğu potansiyele rağmen kinova konusunda gen kaynakları, çeşit ıslahı ve verim yeteneği konusunda kapsamlı çalışmalara ihtiyaç bulunduğu görülmektedir (Tan ve Yöndem 2013). Tan ve ekibi tarafından 2015 yılında başlatılan TÜBİTAK destekli 214O232 nolu “Doğu Anadolu Bölgesi’nin Farklı Ekolojilerinde Yetiştirilebilecek Ot ve Tohum Tipi Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Genotiplerinin Belirlenmesi” projesi bu konudaki ilk çalışma niteliğindedir. Proje kapsamında yurt dışından temin edilen 12 genotip içinden ot ve tohum verimi yüksek bireylerin seçilmesi hedeflenmektedir. Henüz Ülkemizde tescil edilen bir kinova çeşidi yoktur. Bu proje ile oldukça farklı kökenlerden sağlanan 205 adet gen kaynağı arasından ilk kez kalite ağırlıklı bir seçim yapılacak olup sonuçta endüstrinin ihtiyaç duyduğu yüksek ve düşük saponin içerikli kinova çeşit adayları belirlenecektir.

Dünyada Gen Kaynakları ve kinova ıslah çalışmalarına baktığımızda Zurita Silva vd. (2014), FAO kaynaklarına dayanarak dünya üzerinde çoğunlukla Bolivya ve Peru And Dağlarından toplanmış ve gen bankalarında (*ex situ*) saklanan 16,263 *Chenopodium* gen kaynağının bulunduğunu bildirmektedir. Yine, Bolivya’da bulunan Instituto Nacional de Innovacio’n Agropecuaria y Forestal (INIAF) gen bankasında, 4,312 kinova gen kaynağı muhafaza edilmektedir (Zurita Silva vd. 2014). Bu gen kaynaklarında bazıları gelişme özellikleri ve bazı besin değerleri açısından karakterize edilmiş durumdadır. Yine, Universidad Nacional del Altiplano (UNAP, Peru), the National Institute of Agricultural Research (INIA,Peru), the Research Center for Andean Studies (CICA,Peru) ve the National Seed Bank of Chile (Şili) önemli miktarda gen kaynağına sahip bulunmaktadır. The Royal Botanical Gardens Kew (İngiltere), the USDA-ARS (ABD), the National Bureau of Plant Genetic Resources (India) ve IPK-Gatersleben (Almanya) önemli gen kaynaklarına sahip bulunmaktadır. Bitkinin sahip olduğu özelliklerin fark edilmesini müteakip ABD, İngiltere ve Danimarka ve Hollanda’da kinova ıslah programları başlatılmıştır. Avrupa, Afrika ve Amerika kıtasında başlatılan kinova ıslah programı ile ticari olarak üretime giren çeşitler geliştirilmiştir

(Jacobsen 2003; Fuentes vd. 2009; Ward 2000). Güney Amerika ülkelerinden toplanan gen kaynaklarıyla yapılan çalışmalar erkenci çeşitlerin kuzey Avrupa için, vejetasyon süresi uzun varyetelerin ise daha güney Avrupa ülkeleri için yeni bir kültür bitkisi olabileceğini göstermektedir. Avrupa ülkelerinde ıslah programlarında erkencilik ve yeknesaklık en önemli ıslah amacını olmuştur. Islah programları sonucu Avrupa şartlarına uyumlu kinova çeşitleri tescil ettirilmiştir (Jacobsen ve Bendevis 2013). Halen Hollanda Wageningen Üniversitesi tarafından biyotik ve abiyotik stres şartlarına dayanıklı kinova çeşitlerinin geliştirilmesini hedefleyen ıslah programı devam etmektedir (Zurita Silva vd. 2014). Hindistan (Bhargava vd. 2006) ve Brezilya (Spehar ve Rocha 2010) 'da dışarıdan getirilen gen kaynaklarını kullanarak geniş ıslah programları başlatılmıştır. Brezilya ıslah programı sonucu asit şartlarda yetişebilen çeşit geliştirilmiştir. Yüksek gıda değerine sahip olması, kuraklık, tuzluluk ve soğuk stresi gibi olumsuz şartlarda yetişebilmesi ve gübre-su ihtiyacının az olması gibi bir çok özelliğe sahip yeni bir kültür bitkisi olarak kinova ıslah programlarında önem kazanmıştır. Ayrıca, ıslah programlarında verimin artırılması ve çoklu abiyotik stres faktörlerine dayanıklı genotiplerin geliştirilmesi önemli ıslah amaçlarını oluşturmaktadır (Zurita Silva vd. 2014).

Nunoo vd. (2014) *Solanum pimpinellifolium* L. bitkisini çalışmalarında materyal olarak kullanmıştır. Likopen içeriği yönünden verimli bir türdür. Bu aşamalar sırasında bu türün tohumlarına düzenli olarak ışınlanma işlemi yapılmıştır. İlk 300 Gy'lik ışınlama işleminden sonra ortaya çıkan M2 generasyon tipi birkez daha 150 Gy ve 300 Gy'lik doz miktarlarında ışınlanmış ve tüm dozlar için 2000 bitki yetiştirilmiştir. Çiçeklenmenin baştaki aşamalarında kontrol grubunda yer alan bitkilerin boyu, tohumlarına ışın uygulanmış bitkilere kıyasla çok daha fazla boylanma gösterdiği gözlemlenmiştir. Kontrol grubunda yer alan bitkilerin boyları 47 cm iken ışınlama yapılan bitkilerin generasyonundaki 150 Gy ve 300 Gy lik dozlarda ise sırası ile 37 cm ve 36 cm şeklinde olduğu gözlemlenmiştir. Işınlama işlemi yapılan materyallerde yer alan meyvelerde ise kontrol grubu ile karşılaştırma yapıldığı zaman çok daha büyük şekilde oldukları gözlemlenmiştir. Meyve büyüklüğünün en fazla olduğu materyallerin 300 Gy ışın ile oluştuğu görülmüştür. Bitkinin hacmi, bitkinin yapısı, bitkinin rengi ve şekli, % 50 çiçeklenme vakti vb. özellikleri açısından farklılıklar gözlemlenmiştir ve gelecekte yapılacak olan ıslah çalışmaları sırasında kullanılabilir olacağı belirtilmiştir.

Tepe vd. (2003) biber tohumları için ⁶⁰Co kaynaklı gama ışınlarının kullanımı ve 0, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350 ve 400 Gy dozlarında ışınlamalar yapılmıştır. Yapılan ışınlama işlemlerinin sonucunda ışınlaması yapılmış olan biber tohumlarının 60. gününde ve tüm dozlar için ekilmekte olan 60 tohum için çeşitli ışın dozlarının çimlenme ve sürgün gelişimi açısından etkileri inceleme altına alınmıştır. Lineer regrasyon analizi yöntemi ile "Etkili Mutasyon Dozu" (ED50) hesaplanarak belirlenmiştir. Biber üzerindeki etkili olan doz değeri 166 Gy olarak belirlenmiştir.

Gen ve genlerin özelliklerinin tanımlanmasının kolay yolunun mutasyon ıslahın üzerine bağlı olarak genetik yaklaşımlar olduğu konusunda söylemleri olan Matsuka vd. (2007) kobalt kaynağı yardımı ile uygulaması yapılan küçük bodur tipte var olan safhat domates tohumları üzerine 300 Gy dozlarında ışın uygulaması yapılmış ve M2’de toplamda 6.347 adet bitki yetiştirilmiştir. Mutant seçimi için aday olabilecek morfolojik karakterlerine ve kuru madde (brix) miktarlarına dikkat edilerek totalde 237 mutant aday seçilmiştir. M3 ve M4 generasyonunda ise 24 hat morfolojik şekilde, 11 hat ise brix değeri miktarı dikkate alınacak şekilde belirlenmiştir. Açılma generasyonu sırasında belirli iki hattın dışında birçok mutant tipinin resesif olarak görüldüğü gözlemlenerek belirlenmiştir. Klorofil mutantının çimlenirken ki M2 generasyonu sırasında ki değeri % 0.37 ve gerçek frekans değeri % 0.5 şeklinde belirtilmiştir. Mutant bitkiler arasından seçilmiş olanlar büyük ölçüde mutasyon açısından çeşitlilik göstermişlerdir. Bunun yanısıra yaprakları solgun olan mutant bitkiler, meyve renginde pembe renge ve kısa kök yapısına sahip mutant bitkiler olarak belirtilmiştir.

Mutasyon meydana getirmek amacı ile radyasyon uygulaması yapıldığında, bitkisel materyal içinde ışınlama dozu esas alınarak, büyük oranda fizyolojik açıdan zararlar (%90 ölümcül) ve mutasyonda düşük frekanslar meydana gelmektedir. Bunun yanısıra yüksek miktarda mutasyon frekansları ve düşük miktarda fizyolojik açıdan zararlar da oluşabilir. (Sağel 1988). Bitki ıslahçıların istediği şey ise, mutasyon frekansının yüksek olması ve fizyolojik zararın en düşük miktarda olmasıdır. Böyle bir sonuç elde etmek için ise, ışınlama işleminin yeterli ve etki edecek bir dozda yapılması gerekmektedir. Buna dayanarak mutasyon ıslahı üzerine yapılan çalışmalar için kullanılması gereken dozların miktarlarının çok düzgün ayarlanması gerekmektedir. Bu işlemin iyi belirlenmesi için ise, “öldürücü doz (LD50)” veya “yaşama oranını % 50 azaltan doz” isimli kavram meydana getirilmiştir. (Sağel vd. 2002). Fehr (1987), mutasyon çalışması sırasında tohum ile yürütülen, mutajen uygulaması yapılan tohumlarda % 50’inde çıkma gözlemlenmiş ve tohum oluşturan bitkilerin meydana gelmesine olanak sağlayan doz miktarının uyumlu mutajen dozu olabileceği ve bu doz miktarının LD50 ismi ile anıldığı bilinmektedir. Çeşitlilik gösteren bitki türlerinde ve aynı tür içinde yer alan farklı genotip yapısına sahip olan herhangi bir mutajenin karşısında gösterdiği hassasiyet değişim gösterebilmektedir. Doz oranı uygulaması için farklı türler ve çeşitler için uygulama yapılacak doz miktarları değişik araştırmacılar aracılığı ile gözlemlenmiştir. (Sağel vd. 2002). Ülke şartlarımızda ise değişik türlerde/çeşitlerde bitki ıslahı grupları aracılığı ile mutasyon tekniği için gerekli olan çalışmalarda uygulanabilmesi için en uyumlu yol kimyasal ve fiziksel mutajen dozu belirleme çalışmasıdır. Bunun için yapılmakta olan çalışmalar sırasında buğday çeşidi ‘Haymana 79’ için 100-250 Gy, arpa çeşidi ‘Tokak’ için 100-250 Gy, tütün çeşidi ‘Karabağlar’ için 200-300 Gy, aspir çeşidi ‘5-38 (Yenice)’ için 250-400 Gy, mercimek çeşidi ‘Pul-11’ için 100-200 Gy, nohut çeşidi ‘Akçin’ için 150-250 Gy, biber çeşidi ‘Sera Demre 8’ için 140-200 Gy ve kiraz çeşidi ‘900 Ziraat’ için 20-70 Gy tavsiye edilen etkileyici doz sınırlamaları olarak belirtilmiştir (Sağel vd. 2003).

Genel olarak mutasyonlar öldürücü ve resesif olabiliyorlar. (Şenay ve Şekerci 2009). Hücre bölünmesi sırasında inhibe edilimi olayı gerçekleşmesinin ardından, bitkiler üzerinde radyasyonun öldüren etkisi oluşmaktadır. (Karataş ve Kunter 2012). Kullanılmakta olan doz, bitki çeşitleri veya türleri için yüksek miktarda olduğu vakit ölmekte olan hücreler yenilenememektedir ve bitkilerin kuruyup ölmesine sebep olmaktadır (Çoban vd. 2002).

Mutasyonlar için etki eden dozları ve gama ışınlarına karşı oluşacak olan hassasiyetler için çeşitlere dayanarak değişen aynı çeliklerde farklı gözler üzerinde değişim gösterebilmektedirler (Çoban vd. 2002). Shaikh vd. (1980), yemeklik olan birkaç tip dane baklagil türleri için gama ışını vasıtası ile yürüttükleri çalışmalarda; M1 bitkileri içerisindeki çimlenme oranı, canlı olma devamlılığı, fidelerin ve köklerin uzunluğunda artan doza dayanarak önemli oranda azalış gösterdiği, çeşitlerin ve türlerin gama ışını için göstermiş olduğu tepkiler farklılık göstermiştir. Ramachandran ve Goud (1983), bazı aspir türlerinde düşük dozda gamma radyasyonu uygulamasının aspir bitkisinde gelişmesini teşvik ettiğini yüksek doz gamma uygulaması verimde azalma görülmüştür.

Çiftçi vd. (1994), fasulye tohumları için 0-400 Gy tipi gama ışın dozu uygulanarak ortaya çıkardıkları M1 bitkileri için doz miktarının artırılmasına doğru orantılı olacak şekilde fide boyu, çıkış oranı, bitkide dane verimi, bitki ağırlığı ve dane tutma oranında azalma meydana geldiği, 300 ve 400 Gy doz miktarlarında ortaya çıkan bitkilerde ise canlılığın sürdürülemediği gözlemlenmiş olup, bitki içinde bulunan bakla miktarının, ışın uygulama işlemi yapıldıktan sonraki aşamasında artış göstermekte olduğu gözlemlenmiştir. Araştırma yapanlar, artış gösteren gamma ışınlarının dozunun, fasulye üzerinde mutasyon frekans miktarında artışa neden olduğunu belirtmişlerdir.

Bilim dallarının çoğunda nükleer teknik ve tekniklerin, özellikle olarak tarım içerisinde, yaygın şekilde kullanılabilmesinde en fazla desteği IAEA (Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı) sağlamıştır. IAEA 1957'de Barış İçin Atom sloganı ile Viyana'da meydana getirilmiş ve birinci araştırma sözleşmesini Almanya ve Japonya ile 1959 yılında yapmıştır. 1962 yılından sonra ise gelişmekte olan ülkeler için araştırma sözleşmeleri biçiminde yardımlar sağlamışlardır. 1964 yılında FAO (Gıda ve Tarım Organizasyonu) ile birlikte kuruluş oluşturulmuşlar, mutasyon ıslahı ve uygulama yöntemlerinin geliştirilmesi amacı ile etkili çalışma yöntemleri sürdürmüşlerdir. Buna bağlı olarak yeni çeşitler geliştirmek amacı ile mutasyon ıslahı üzerine önemli çalışmalar yapılması için etkili araştırma bölgesi olarak belirtilmiştir ve tarım için tüm konularda nükleer tekniklerin kullanılabilmesine bağlı olarak birçok araştırma projesi desteklenerek oluşturulmuştur. Destekler araştırma sözleşmesi, birbirine bağlı araştırma programı ya da teknik şekilde ki yardım projeleri biçiminde oluşmuş ve kapsamların içinde yer alan gerekli olan alet, ekipman ve izotop sağlamış, özel olan konu için uzman yönlendirme ya da kurs ve burs sağlama biçiminde destek olmuşlardır (Halitgil 1996).

Konvensiyonel ıslah teknikleri yolu ile bir çok miktarda yeni çeşit, üretim yapanların kullanımı için ortaya çıkarılmıştır. Fakat bu yöntemler ile çeşitlerin geliştirilmesi için uzun vakitlere, çok fazla kaynağa ve emeğe ihtiyaç duyulmaktadır (Gill ve Cahnd 1974). Bu sebep ile ıslah yapan kişilere vakit sağlanması, düzenli bir plan ve program oluşması ile çalışmaların yapılması ve iş gücü açısından tasarruf edebilmek amacı ile kısa süreçte yeni çeşitler elde edilmesi yönünden mutasyon ıslahı tercih edilebilmektedir. Tek yıllık bitkiler için mutajen uygulama aşamasından sonra ki 4-6 yıl yeni mutant çeşitlerin meydana gelmesi mümkündür (Gill ve Cahnd 1974). Mutasyon için yapılan ıslah çalışmaları için önde gelen plan; kabulü gerçekleşmiş bir çeşit baz alınarak içerdiği özellikler bozulmadan bir veya birkaç özelliği için değişim yaparak çok daha iyi özellikler barındıran yeni çeşitler ortaya çıkarılmasıdır (Ahloowalia ve Maluszynski 2001). Islah yapan kişinin yeni çeşit oluştururkenki asli sorumluluğu: Geniş bölgelerin toprak ve iklim koşulları açısından uyumlu, verimli ve kalite seviyesi yüksek çeşitlerin tercih edilerek ya da ellerinde bulunan çeşitlerin yeterli olmayan taraflarını arttırarak gelişim kaydetmeleridir (Gill ve Cahnd 1974). Mutasyonlar bitki ıslahı için kullanılabilir. Adapte olma yeteneği yeterli olan çeşidin bir ya da birkaç özelliği düzeltilmek istenildiği zaman mutasyonların doğrudan bitki ıslahı içerisinde kullanılabilmesi önemli rol oynamaktadır. Mutasyonlar melezleme işlemi ile karşılaştırıldığı zaman çeşidin genel genotipi içinde çok az değişim gösterdiği gözlemlenmiştir (Atmaca vd. 2012).

Dünya üzerinde ilk mutasyon çalışmalarında pirinç bitki olarak tercih edilmiştir. Bu bitkiyi takiben buğday, çavdar ve arpa kullanılmıştır. Bunlara ek olarak ise, kolza, pamuk ve susam vb. yağ, endüstriyel bitkilerde, meyvelerde, baklagillerde vejetatif şekilde gelişim gösteren süs bitkileri içinde ve yumru bitkileri içinde sürdürülmektedir (Halitligil 1996). Mutant Çeşit Veri Tabanı içerisinde ki verilerde ortaya çıkan mutant çeşitler için 1950 yılında 3, 1960 yılında 21, 1970 yılında 216, 1980 yılında 858, 1990 yılında 1888, 2000 yılında 2550 ve 2011 yılında ise 216 bitki türü içinde totalde 3223 adet olduğu bildirilmiştir. Tahıl bitkileri içinde 1539, baklagiller için 431, tütün bitkileri için 155 adet çeşit gelişimi sağlanmıştır (FAO/IAEA 2015). Önümüzde ki seneler içerisinde ise bu alan içinde biyoteknoloji, moleküler biyoloji ve gen mühendisliği vasıtası ile mutasyon teknikleri ile birlikte kullanımı yapılan araştırmalar içinde faydalanılacak muhim artışlar ile çeşit miktarında artış olması beklenmektedir (Halitligil 1996).

Islah için kullanılan bu mutasyon ıslahı yöntemi yem bitkilerinde ve çim bitkilerinde başarılı bir şekilde kullanılabilir (Tan vd 2009). Vejetatif şekilde yetiştirilmesi yapılan çim türleri için yeni çeşit gelişimleri gama ışını uygulaması yöntemi kullanımı önerilmektedir (Powell vd. 1974).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1 Genetik Materyal

Çalışmada Wageningen Üniversitesi, Hollanda tarafından teşçilli Atlas kinova çeşidi kullanılmıştır . Atlas kinova çeşidi, And dağları dışında tescil edilmiş ilk kinova çeşidi özelliğine sahiptir (Jacobsen 2015). Avrupa şartlarına uygun saponin miktarı düşük bir kinova çeşididir.

3.1.2. Araştırma yerleri

Bu tez çalışması Antalya Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Uygulama Arazisi açık tarla koşullarında 2016-2017 yılları arasında yürütülmüştür. Mutant bitkilerinin açılım generasyonunun olduğu M2 bitkileri ise yine Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Uygulama Arazisi tamamlanmıştır. Açılma generasyonu olan M2 generasyonundan seçilen mutant bitkilerin daha iyi bir şekilde gözlemlenmesi ve döl kontrolü için M3 aileleri ise Akdeniz Üniversitesi kampüs yerleşkesinde bulunan Antalya Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Uygulama Arazisinde devam etmektedir. Bu süreç boyunca hasat edilen kinova tohumları ise Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümünün soğuk hava deposunda uygun koşullarda muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.1. M1 dikiminin yapıldığı Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Uygulama Arazisinden bir görünüm

3.1.3. Laboratuvar da doz tespiti:

Laboratuvar denemesi için tohumlar 2016-2017 yılında 0-500 Gy arasında değişen 8 dozda Kobalt-60 (^{60}Co) kaynağında gamma ışınıyla ışınlanmıştır (Maluszynski vd. 2001).

3.2. Metot

3.2.1. Tarla denemelerinin yürütülmesi:

Kullanılan kinova çeşiti, merkezi Antalya'da bulunan Akdeniz Üniversitesi Araştırma Hastanesinde ^{60}Co kaynaklı gama ışını ile 8 farklı dozda (0 Gy, 50 Gy, 100 Gy, 150 Gy, 200 Gy, 300 Gy, 400 Gy, 500 Gy) ışınlanmıştır. Her doz için 300'er tohum kullanılmıştır. Işınlanan tohumlar 6 Ekim 2016 tarihinde Işınlanan çeşitlerin kontrollü koşullarda 384lük viyollere ekilerek çıkış yüzdeleri tespit edilmiştir. Augmented deneme desenine göre tekrarsız olarak arazi dikimleri gerçekleştirilmiştir. M1 generasyonundan elde edilen fertil bitkilerin her birinden alınan tohum ile M2 generasyonu oluşturulmuştur. Yetiştirme süresi boyunca gerekli fenolojik gözlemler ve bakım işlemleri sürdürülmüştür. Bitkilerin gelişme süresince her doz ve çeşitte arzu edilen kriterlere uygun bitkiler işaretlenmiş, hasat olgunluğuna gelindiğinde tek bitki hasadı yapılarak, bu bitkilerde gerekli ölçüm ve tartımlar yapılmıştır. M2 generasyonundan itibaren ıslah amacına uygun seleksiyon baskısına tabi tutulmuş, gerekli kalitatif ve kantitatif analizler yapılarak seleksiyon tamamlanmıştır. Elde edilen değerlerin ortalamaları, standart hatası ve frekans dağılımları tespit edilmiştir.

Yetiştirilmiş olan M1 ve M2 Atlas kinova fideleri 2016-2017 yılları sonbahar ve ilkbahar dönemlerinde 2.1 M x 5 M ebatlarında 3 sıralı parsellerde yetiştirilerek bitki gelişmesi izlenmiş, fenotipik mutasyonlar kayıt altına alınmış ve her generasyonda mutant tipler belirlenerek ayrı ayrı hasat yapılmıştır. 400 ve 500 Gy γ radyasyon dozuna maruz bırakılan uygulamalardan tohum verimi elde edilememiştir. M1 06.10.2016 tarihinde ekimi yapılmış olup hasat 15.04.2017 tarihinde yapılmıştır. Hasat edilen tohumlar krutulup her bitki farklı olacak şekilde M1 dölü yani M2 aileleri oluşturulmuştur. Oluşturulan bu dölleri paketlenerek Akdeniz Üniversitesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü soğuk hava deposunda uygun koşullarda saklanmıştır.

Daha sonra oluşturulan bu M2 için tohum ekimi 14.03.2017 tarihinde yapılmış olup hasat tarihi 31.06.2017 tarihinde yapılmıştır. Dikim zamanına gelen M2 fideleri bir önceki generasyonda olduğu gibi 2.1 M x 5 M ebatlarında 3 sıralı parsellerde yetiştirilerek bitki gelişmesi izlenmiş, fenotipik mutasyonlar kayıt altına alınmış ve her generasyonda mutant tipler belirlenerek ayrı ayrı hasat yapılmıştır. Bu aşamada mutant ve istenilen özelliklerdeki bitkilerin seleksiyonu yapılarak saponin analizine tabii tutulmuştur. Hasat edilen M2 bitkilerinin tohumları (M3 tohumluğu) her aile farklı olacak şekilde tek bitki

tohumları çıkarılmış ve Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü soğuk hava deposunda uygun koşullarda saklanmıştır.

Seçilen potansiyel mutant bitkiler M3 generasyonunda döl kontrolüne alınmıştır. Akdeniz Üniversitesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümünde araştırmalar devam etmektedir.

Bütün süreç boyunca fidelik koşulları aynıdır ve uygulanan kültürel işlemler benzerdir. Kullanılan torf, vermikülit perlit karışımları 3:1:1 oranındadır. Kinova tohumları için en uygun olan 384 (16x24) bölmeli viyoller kullanılmıştır. Ekim yapılan viyoller öncelikle çimlendirme odasında % 70-80 nem ve 24°C ile 27°C arasında sıcaklığa sahip odada 4 gün süre ile bekletilmektedir. Daha sonra fideliğe çıkarılarak dikim zamanına kadar burada bekletilmiştir. Kontrollü sera şartlarında sıcaklık değerleri kış aylarında 15°C ile 25°C, yaz aylarında ise 25°C ile 35°C arasındadır.

Akdeniz Üniversitesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü soğuk hava deposu ise elde edilen tohumların muhafaza edildiği yerdir. Burada ise sıcaklık 3°C ile 5°C arasındadır.

Çimlenme yüzdesi ve fide mortalite verileri Probit model kullanılarak analiz edilmiş ve elde edilen ışınlanmış tohumların çimlenme yüzdesi ve fide mortalitesi değerleri kullanılarak LD20, LD50 ve LD80 değerleri hesaplanmıştır. M1, M2 generasyon tohumları ile Akdeniz Üniversitesi deneme alanlarında 2016-2017 yılları sonbahar ve ilkbahar dönemlerinde 2.1 M x 5 M ebatlarında 3 sıralı parsellerde yetiştirilerek bitki gelişmesi izlenmiş, fenotipik mutasyonlar kayıt altına alınmış ve her generasyonda mutant tipler belirlenerek ayrı ayrı hasat yapılmıştır. 400 ve 500 Gy γ radyasyon dozuna maruz bırakılan uygulamalardan tohum verimi elde edilememiştir.

3.2.2. Gözlenen tarımsal (bitkisel) özellikler

Yetiştirilmiş olan M1 generasyonundaki her bitkiden tohumluk alınarak M2 generasyonu oluşturulmuştur. Bu aşamada ise mutant seleksiyonu yapılarak aday mutant hat M3 generasyonu elde edilmiştir. M1, M2 generasyonunda ise seçilip yetiştirilen ailelerde bazı tarımsal özellikler gözlemlenmiştir. Bu özellikler meyve sayısı, meyve tipi, meyve uzunluğu ve meyve rengidir.

Fenotipik Tanımlama: Tarla denemelerine alınan genotipler üzerinde uygun fenolojik bitki gelişim evrelerine göre kayıtlar ve aşağıda sıralanan ölçümler tüm genotiplerin her birinden alınan 3'er adet bitkide yapılacaktır (Jacobsen 1998; Jacobsen ve Stolen 1993; Bhargava vd. 2007; McElhinny vd. 2007; Stikic vd. 2012; Anon. 2010; Anon. 2011).

Kriterler: Bitki Boyu (cm), Ana dal sayısı, Çimlenen tohum ve dikilebilir bitki sayısı, Başak rengi, Ortalama taç genişliği, Saponin analizleri.

3.2.3. İstatistiksel Analizler

Projenin ilk yılı ve ikinci yılı fenotipe dayalı seçimle elde edilecek tek bitkilerin seçildikleri populasyonlardan farklılıklarını belirlemek amacıyla temel istatistiksel parametrelerden ortalama, minimum ve maksimum değerler ile varyasyon katsayısı kullanılacaktır. Analiz sonuçlarına göre de fenotipik farklılıkları ortaya koymak için asgari önemlilik farkı testi uygulanacaktır. Bu veriler esas alınarak ikinci yıl seçilecek genotipler belirlenecek ve bu verilerin analizinde SPSS istatistik paketi kullanılmıştı

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Kinova Uygulanabilir Radyasyon Dozlarının Belirlenmesi

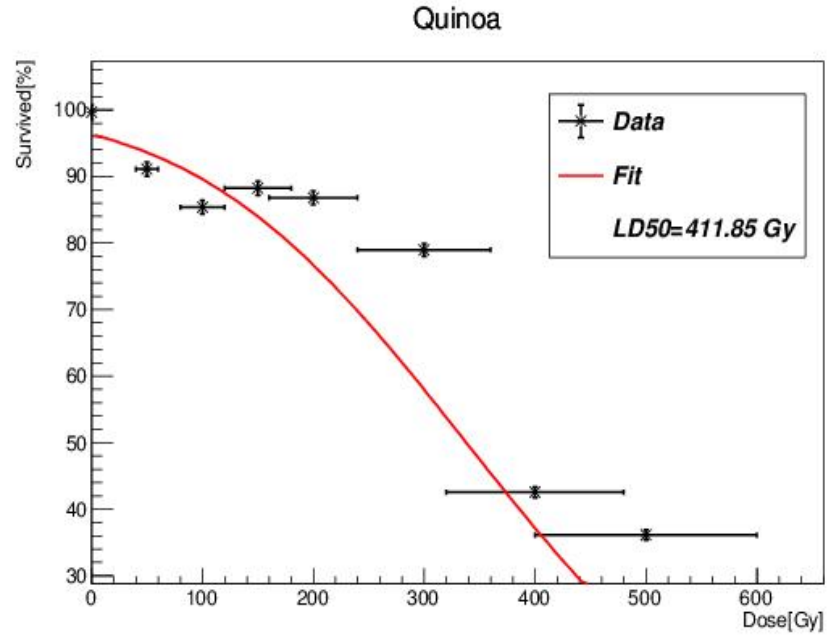
Farklı radyasyon dozlarının ATLAS kinova çeşitinin M1 generasyonundaki çeşitli karakterleri üzerine etkisini belirlemek için 2016 yılında laboratuvarında kontrollü koşullarda denemesi kurulmuştur. Artan radyasyon dozlarının M1, M2 generasyonunda ATLAS kinova çeşitlerinin doz arttıkça tarla şartlarında fide mortalitesi artmış ve bitki boyları düşmüştür.

4.2. Teyit Edilen Morfo-fizyolojik Mutantların Spektrumu ve Frekansı

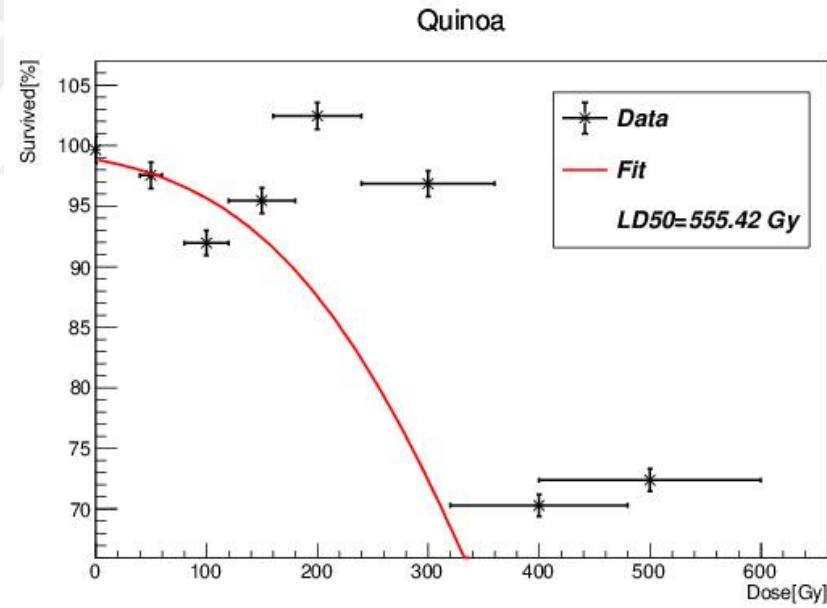
Bu araştırmada başlangıç olarak 8 doz (0 Gy, 50 Gy, 100 Gy, 150Gy, 200 Gy, 300 Gy, 400 Gy ve 500 Gy) için 300'er tohum ışınlanmıştır. Işınlamadan sonra M1 generasyonunda 50Gy'lik ışınlamadan sonra 140 adet tohumda, 100 Gy'lik ışınlamadan sonra 132 adet tohumda, 150 Gy'lik ışınlamadan sonra 137 adet tohumda, 200 Gy'lik ışınlamadan sonra 147 adet tohumda, 300 Gy'lik ışınlamadan sonra 139 adet tohumda, 400 Gy'lik ışınlamadan sonra 101 adet tohumda, 500 Gy'lik ışınlamadan sonra ise 104 adet tohumda çimlenme gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.1. Atlas kinova çeşidinde M1'de çimlenen tohum ve dikilebilir bitki sayısını gösteren tablo

Dozlar	Çimlenen / 300 Tohum	Dikilebilir Bitki sayısı	Çimlenen / 300 Tohum (%)	Dikilebilir Bitki sayısı (%)	Fide Mortalite yüzdesi
D0	143,00 (%100)	140,00 (%100)	47,67	46,67	1,00
D50	140,00 (%97,9)	128,00 (%91,4)	46,67	42,67	4,00
D100	132,00 (%92,3)	120,00 (85,7)	44,00	40,00	4,00
D150	137,00 (%95,8)	124,00 (%88,6)	45,67	41,33	4,33
D200	147,00 (%102,8)	122,00 (%87,1)	49,00	40,67	8,33
D300	139,00 (%97,2)	111,00 (%79,3)	46,33	37,00	9,33
D400	101,00 (70,6)	60,00 (%42,9)	33,67	20,00	13,67
D500	104,00 (72,7)	51,00 (%36,4)	34,67	17,00	17,67



Şekil 4.1. Kinova çimlenen tohum ve LD50 değerini gösteren grafik



Şekil 4.2. Kinova dikilebilir bitki ve LD50 değerini gösteren grafik

0, 50, 100, 150, 200, 300, 400 ve 500 Gy gamma radyasyonu dozlarında tohum çimlenme yüzdeleri sırasıyla % 47,67, %46,67, %44,00, %45,67, %49,00, %46,33, %33,67 ve %34,67 olurken fide mortalite yüzdeleri sırasıyla % 1,00, %4,00, %4,00, %4,33, %8,33, %9,33, % 13,67 ve %17,67 şeklinde kaydedilmiştir. Fideler daha sonra tarla şartlarında parsellere aktarılarak bitki gelişmesi izlenmiştir. Uygulanan gama radyasyonu dozları arttıkça tarla şartlarında fide mortalitesi artmış ve bitki boyları düşmüştür. Sonuç olarak, Şekil 4.1 ve Şekil 4.2 görüldüğü gibi kinovada yeni çeşit elde etmek amacıyla

kullanılan gama radyasyonu dozu, canlılıkta bir azalma olmadan uygulanabilecek dozların 200 ile 300 Gy arasında olduğu belirlenmiştir. 400 ve 500 doz öldürücü doz olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.3. 0 Gy Kontrol



Şekil 4.4. 50 Gy



Şekil 4.5. 100 Gy



Şekil 4.6. 150 Gy



Şekil 4.7. 200 Gy



Şekil 4.8. 300 Gy



Şekil 4.9. 400 Gy



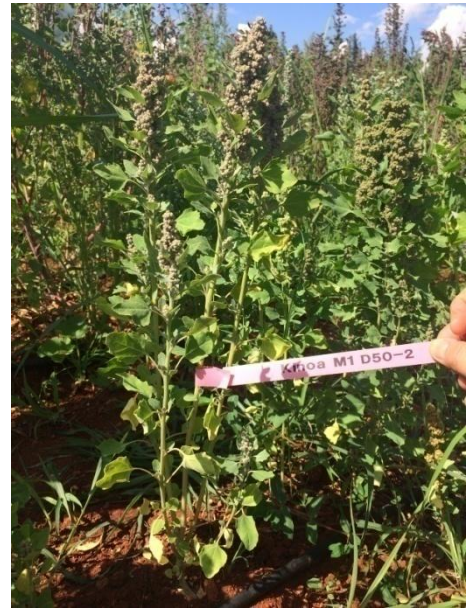
Şekil 4.10. 500 Gy

Şekil 4.3, Şekil 4.4, Şekil 4.5, Şekil 4.6, Şekil 4.7, Şekil 4.8, Şekil 4.9, Şekil 4.10 incelendiğinde, farklı gamma ışını dozu uygulanan kinova Atlas çeşitine ait tohumlardan 4 gün sonra toprak yüzüne çıkan bitki sayısının ekilen tohum sayısına oranı (çıkış oranı), çimlenme yüzdeleri sırasıyla % 47,67, %46,67, %44,00, %45,67, %49,00, %46,33, %33,67 ve %34,67 olurken fide mortalite yüzdeleri sırasıyla % 1,00, %4,00, %4,00, %4,33, %8,33, %9,33, %13,67 ve %17,67 şeklinde kaydedilmiştir. Çıkış yüzdesi 400 Gy ve 500 Gy uygulamasında %33,67 ve %34,67 'ye kadar düşmüştür. Çıkış değerleri gamma dozlarından en az etkilenen 200 Gy ve 300 Gy olduğu görülmektedir. 400 Gy ve 500 Gy bitki çıkışları olmuş fakat fideler cılız kalmış ve gelişmemiştir. Gelişen ve tarla şartlarına alınan fideler ise tohum bağlamamıştır.

M2 generasyonunda kontrol grubuna göre D50, D100, D150, D200 ve D300de indeterminant büyüme göstermiştir. Görüntüler Şekil 4.11, Şekil 4.12, Şekil 4.13, Şekil 4.14, Şekil 4.15, Şekil 4.16'da gösterilmiştir.



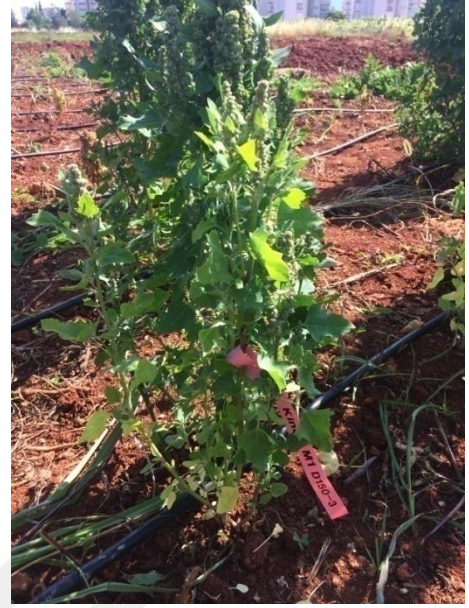
Şekil 4.11. D0 Kontrol



Şekil 4.12. D50



Şekil 4.13. D100



Şekil 4.14. D150



Şekil 4.15. D200



Şekil 4.16. D300

M2 generasyonunda kontrol grubundaki açılmanın tamamı indeterminat büyüme göstermektedir. Büyüme tipi bakımından incelendiğinde Şekil 4.11’de görüldüğü gibi determinat tipdeki kontrol grubu bitki Şekil 4.12, Şekil 4.13, Şekil 4.14, Şekil 4.15, Şekil 4.16’de indeterminat büyüme özelliği göstermiştir. M3 generasyonu için başak rengi farklılığı, bitki boyu, ana dal sayısı, taç genişliği özellikleri dikkate alınarak her mutasyon dozunda 5 bitki seleksiyonu yapılmış olup fenotipik gözlem özellikleri kaydedilmiştir.

4.2.1. Dallanma durumu

Çizelge 4.2. M2 generasyonu dallanma durumu

Dozlar	Bitki 1	Bitki 2	Bitki 3	Bitki 4	Bitki 5
D0	1	1	1	1	1
D50	1	1	1	1	1
D100	1	1	1	1	1
D150	3	1	1	2	1
D200	1	1	3	2	4
D300	4	3	5	3	4

Çizelge 4.2'de görüldüğü gibi dallanma bakımından incelendiği zaman farklılık görülen mutant aile sayısı ise 3 olarak gözlemlenmiştir. Bu mutant ailenin fenotipik olarak kısa boylu ve boğum aralarının çok kısa olduğu görülmektedir ve bununla birlikte dallanma sayısının çok fazla olduğu gözlemlenen başka bir mutant karakterdir.(Bkz. Şekil 4.17., Şekil 4.18.)



Şekil 4.17. Boğum araları kısa ve çok dallanan mutant bitki



Şekil 4.18. Dallanma olmayan mutant bitki

M1 generasyonunda D400 ve D500 meyve bağlamayan kısır olduğu gözlemlenmiştir. Bu bitkilerin çiçekleri de incelendiği zaman anterlerinin içinde polen bulunmadığı gözlemlenmiştir. M2 generasyonunda bu dozda bitkiler ile devam edilememiştir. Kontrol grubunun açılımına da bakıldığı zaman hiçbir kısır bitkiye rastlanmamıştır. Bu mutant özellikle kontrol grubuna göre kıyaslanarak teyit edilmiştir (Şekil 4.19, Şekil 4.20).



Şekil 4.19. D400 cılız ve tohum oluşturmeyen mutant bitki



Şekil 4.20. D500 cılız ve tohum oluşturmeyen mutant bitki

4.2.2. Erken dönemde çiçeklenme:

Bir başka mutant durum ise M1 mutant bitkilerde erken dönem çiçeklenme Şekil 4.21, Şekil 4.21, Şekil 4.23, Şekil 4.24, Şekil 4.25, Şekil 4.26, Şekil 4.27'de gösterilmiştir.



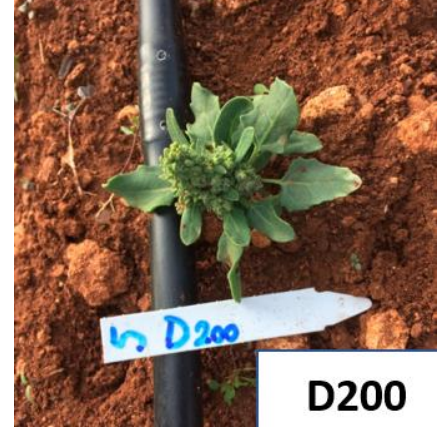
Şekil 4.21. D50 erken dönemde çiçeklenme



Şekil 4.22. D100 erken dönemde çiçeklenme



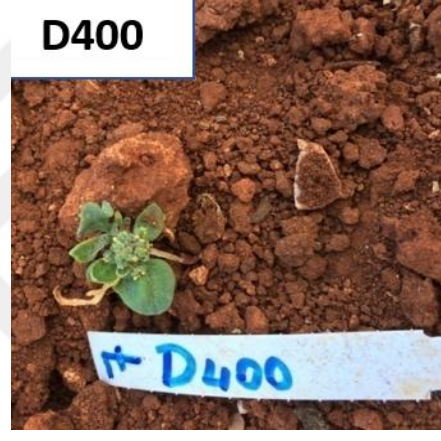
Şekil 4.23. D150 erken dönem çiçeklenme



Şekil 4.24. D200 erken dönem çiçeklenme



Şekil 4.25. D300 erken dönem çiçeklenme



Şekil 4.26. D400 erken dönem çiçeklenme



Şekil 4.27. D500 erken dönem çiçeklenme

Bir başka mutant aile ise bitki gelişimi hem yaprak şekli bakımından hem de erken dönemde çiçeklenme (25-30 günde) bakımından kontrolden oldukça farklı olduğu gözlemlenmiştir. Şekil 4.20, Şekil 4.21, Şekil 4.22, Şekil 4.23, Şekil 4.24, Şekil 4.25, Şekil 4.26'da görüldüğü gibi büyüme bakımından doz

arttıkça bitkiler cılızlaşmakta ve çiçekler meyve bağlamamaktadır. D400 ve D500den tohum verimi alınamamıştır.

4.2.3. Bitki Boyu

Çizelge 4.3. M2 generasyonu bitki boyu ölçümleri

Doz	Bitki 1	Bitki 2	Bitki 3	Bitki 4	Bitki 5	Bitki Boyu Ort.	% Ort. Bitki Boyu
D0	80	85	100	90	90	89	100,0
D50	70	70	65	70	110	77	86,5
D100	80	85	90	80	90	85	95,5
D150	95	70	75	65	90	79	88,8
D200	75	95	130	115	95	102	114,6
D300	80	80	80	100	65	81	91,0

M2 generasyonunda yapılan bitki boyu ölçümlerinde Atlas kinova çeşidinde bitki boyu 50 ve 100 Gy dozlarında 0 doza kıyasla azalırken, 200 ve 300 Gy dozlarında önemli ölçüde artış göstermiştir. Bitki boyu bakımından en yüksek 200 Gy, 300 Gy dozlarında belirlenmiştir. Bu özellik bakımından en düşük varyasyon 50 Gy dozunda tespit edilmiştir (Çizelge 4.3). Farklı bitki türlerinde bugüne kadar yapılan araştırmalarda gamma dozlarındaki yükselmeye ters orantılı olarak fide veya bitki boylarında azalma gözlemlenmiştir. (Subramanian 1979; Fadl 1980; Kharkwal ve Jain 1980; Özbek ve Atak 1984; Çiftçi 1987; Sağel 1988; Tekeoğlu 1991; Mohan ve Sharma 1991).

4.2.4. Taç Genişliği

Çizelge 4.4. M2 generasyonu taç genişliği ölçümleri

Dozlar	Bitki 1	Bitki 2	Bitki 3	Bitki 4	Bitki 5	Taç Genişliği Ort.	% Ort. Taç Genişliği
D0	9,0	8,0	12,0	10,0	8,0	9,4	100,0
D50	16,0	18,0	10,0	10,0	12,0	13,2	140,4
D100	10,0	11,0	14,0	12,0	11,0	11,6	123,4
D150	14,0	16,0	9,0	13,0	11,0	12,6	134,0
D200	34,0	20,0	29,0	20,0	20,0	24,6	261,7
D300	43,0	30,0	26,0	32,0	53,0	36,8	391,5

M2 generasyonunda yapılan taç genişliği ölçümlerinde Atlas çeşidinde taç genişliği 200 ve 300 Gy dozlarında 0 uygulamasına göre önemli derecede

artış göstermiştir. Taç genişliği bakımından en yüksek varyasyon 200 ve 300 Gy dozlarında belirlenmiştir. Bu özellik bakımından en düşük varyasyon 100 Gy dozunda tespit edilmiştir (Çizelge 4.4).

4.2.5. Başak Rengi

Çizelge 4.5. M2 generasyonu başak rengi

Dozlar	Bitki 1	Bitki 2	Bitki 3	Bitki 4	Bitki 5
D0	Yeşil	Yeşil	Yeşil	Yeşil	Yeşil
D50	Mor	Mor	Mor	Mor	Mor
D100	Pembe	Mor	Pembe	Mor	Pembe
D150	Yeşil	Yeşil	Yeşil	Yeşil	Yeşil
D200	Mor	Mor	Mor	Mor	Mor
D300	Turuncu	Mor	Mor	Turuncu	Turuncu

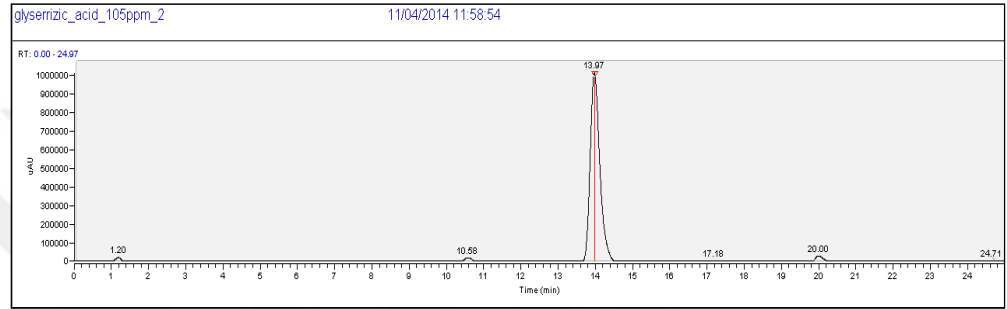
M2 generasyonunda seleksiyonu yapılan bitkilerde görülen başak rengi gözlemlerinde Atlas çeşidinde Kontrol D0'a göre 50 Gy'de mor renge eğilim varken, D100'de mor renge ek olarak pembe renkli başaklar da görülmüştür. D0'a göre D150 de başak renginde bir değişim gözlemlenmemiştir. D0'a göre D200'de yine D50'de olduğu gibi mor renge bir eğilim gözlemlenmiştir. D300'de ise mor rengin yanında bu kez turuncu başak renkleri de görülmüştür (Çizelge 4.5).

4.2.6. Saponin Analizi: M2 generasyonu seleksiyonu yapılmış olan bitkilerde renk farklılıklarına istinaden saponin analizleri yapılmıştır.

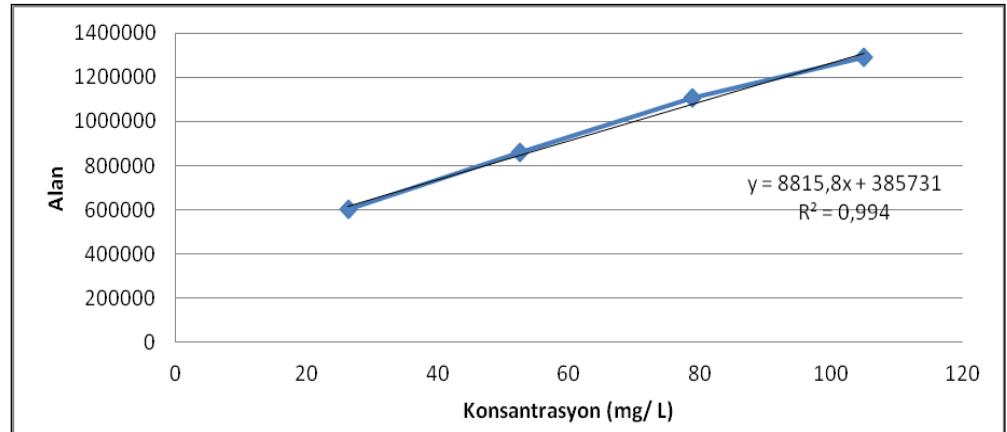
Saponin analizi M2 generasyonunda seleksiyonu yapılan tek bitkilerden alınan kinova tohumunun saponin içeriği hızlı çözgen ekstraktörü (Dionex ASE 350) kullanılarak etanol, metanol ve su kombinasyonlarıyla oluşturularak ideal bir çözücü karışımıyla ekstrakte edilip Waring blender ile kabaca öğütülmüş 2 g kinova tohumundan ekstrakte edilerek olan saponinler organik çözücüler uçurulduktan sonra su ile belirli bir hacimde çözülerek kromatografik olarak HPLC yöntemiyle Güçlü-Üstündağ vd. (2007)'na göre PDA dedektörle analiz edilmiş olup ve sonuçlar eksternal standart olarak kullanılacak olan glycyrrhizic asit (amonyum tuzu) cinsinden verilmiştir. Bu sonuçlara göre Çizelge 4.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. M2 generasyonu saponin analizleri

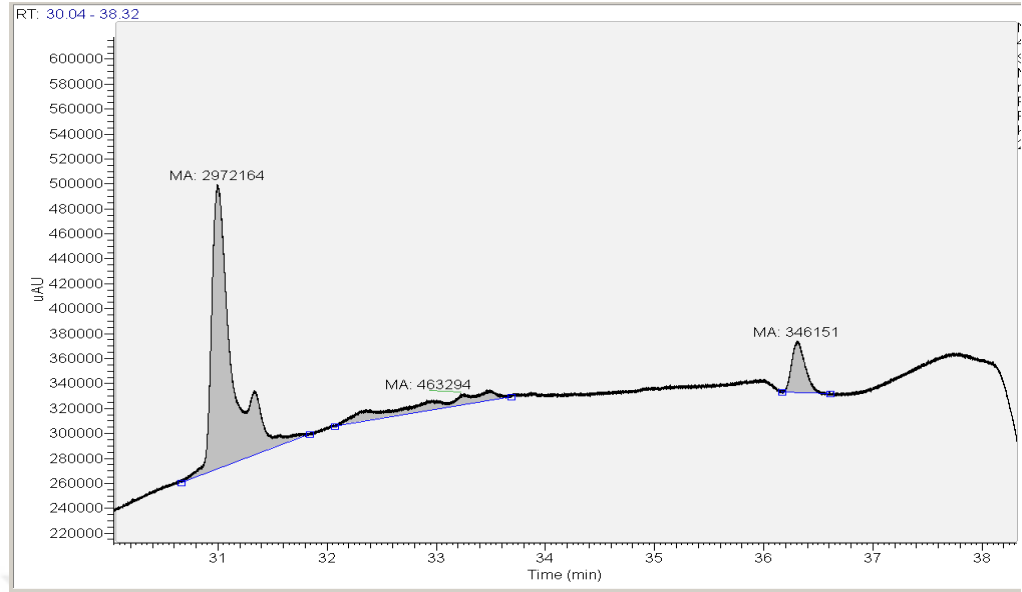
Tohum	Toplam Saponin (g/100g)
Atlas Tohumu D0 Kontrol	%0,85
D100	%0,06
D150	%0,08
D200	%0,10
D300	%0,10



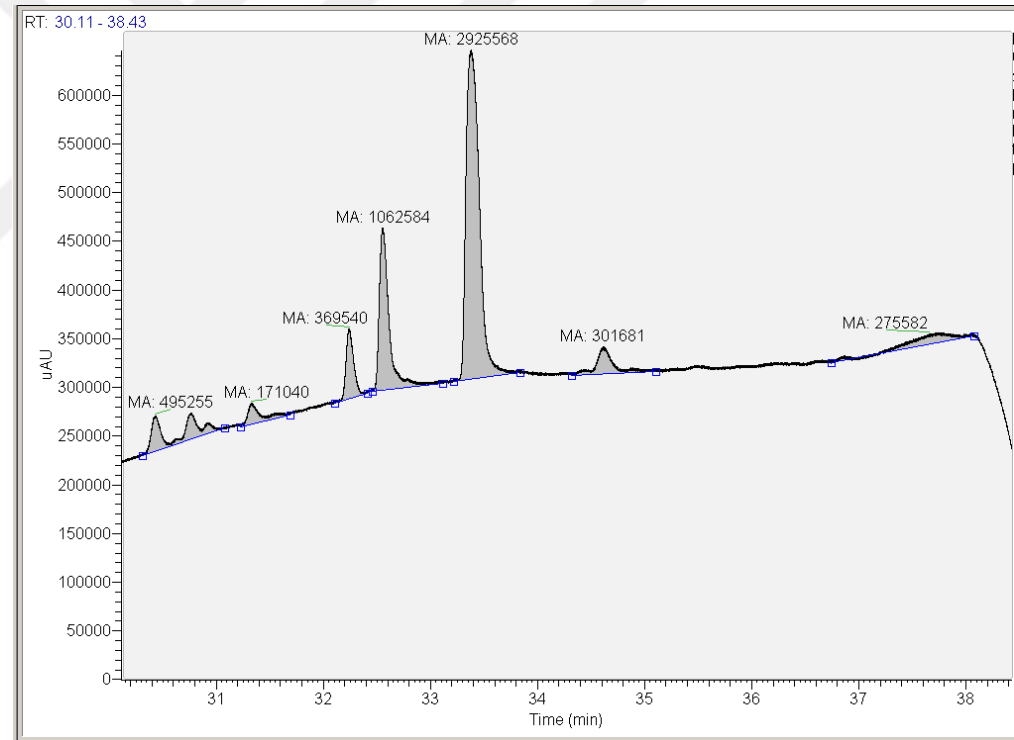
Şekil 4.28. Harici standart olarak kullanılan gliserizik asit amonyum tuzuna ait kromatogram



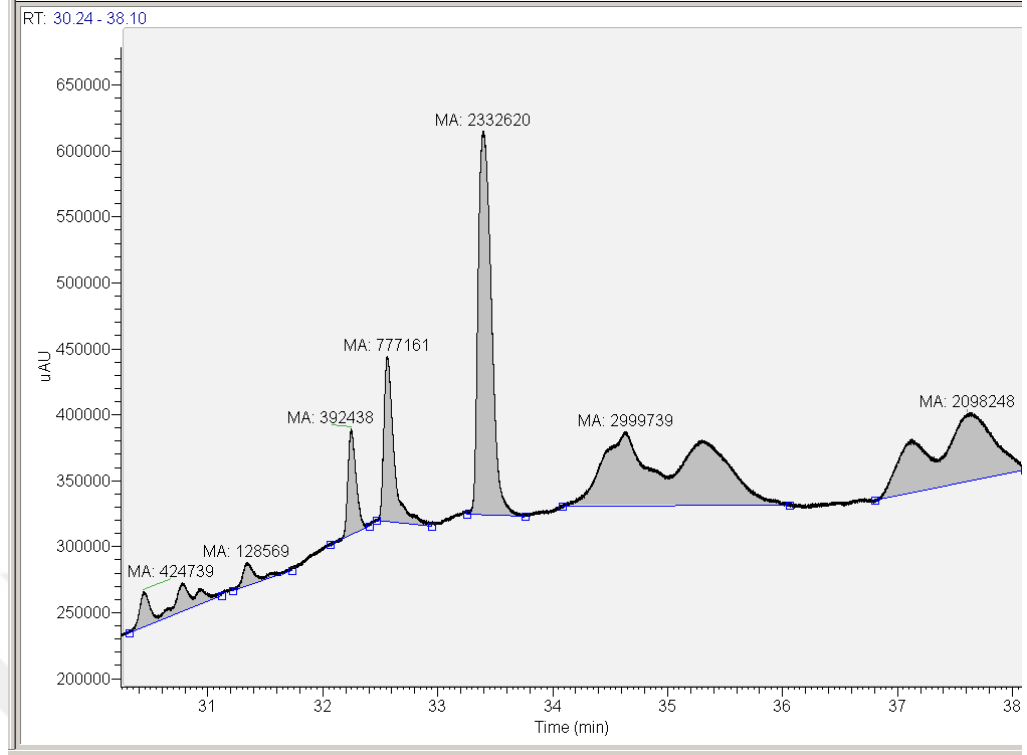
Şekil 4.29. Harici standart olarak kullanılan gliserizik asit amonyum tuzuna ait alan / konsantrasyon kurvesi



Şekil 4.30. Atlas tohumu ışınlama uygulama öncesi



Şekil 4.31. 100 microgray ışınlama sonrası saponin azalmış, kalan kısmı da gruplara parçalanmıştır



Şekil 4.32. 300 microgray ışınlama sonrası saponin azalmış, kalan kısım da gruplara parçalanmıştır

4.3. İstatistik Analiz Bulguları

Çalışmada kullanılan kinova bitkilerine kontrol grubu da dahil olmak üzere toplamda 6 farklı dozda ışın uygulanmakta olup istatistik analizi SPSS prosedürüne göre karşılaştırılmıştır. Çizelge 4.7.a ve çizelge 4.7.b 'de görüldüğü gibi Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Uygulama Alanında yetiştirilen Kinova çeşidi Atlas'ta kontrol, 50, 100, 150, 200 ve 300 Gy ışın dozu uygulamaları sonucunda bitkilerdeki dallanma bakımından istatistiki olarak farklılıklar çıkmıştır. 200 ve 300 Gy ışın dozu uygulamaları arasında diğer doz uygulamalarına göre istatistiki olarak önemli bir fark görülmüştür.

Çalışmada uygulanan ışın dozlarının dallanma üzerine etkisi açısından birbirinden istatistiki olarak önemli bir fark teşkil etmediği görülmekte olup; 400 ve 500 Gy uygulama dozlarında canlı bitki olmadığı için istatistiki olarak fark oluşturmamaktadır. (Çizelge 4.7.b, $p>0.05$).

Çizelge 4.7.a. Dallanma Bakımından İstatistik Tanımları

		Serbestlik Derecesi		sum of		mean square		F ratio	
	Source	DF	Squares						
Dallanma	Model	7	53,975			7,710714		19,27679	
Dallanma	Error	32	12,8			0,4		8,06E-10	**
Dallanma	C. Total	39	66,775			.		.	

** p<0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.7.b. Dallanma Bakımından İstatistik Tanımları

		Subset for alpha = 0.05			
	Uygulamalar	N	1	2	3
Tukey HSD ^a	D400	5	,0000 ^a		
	D500	5	,0000 ^a		
	kontrol	5	1,0000 ^{ab}	1,0000 ^{ba}	
	D50	5	1,0000 ^{ab}	1,0000 ^{ba}	
	D100	5	1,0000 ^{ab}	1,0000 ^{ba}	
	D150	5		1,6000 ^b	
	D200	5		2,2000 ^b	
	D300	5			3,8000 ^c
	Sig.		,232	,086	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

Çizelge 4.8.a ve çizelge 4.8.b’de görüldüğü üzere yapılan ışın dozu uygulamaları sonucunda kontrol, 50, 100, 150 ve 300 Gy uygulamalar istatistiki olarak benzerlik gösterirken 200 Gy ışın dozu uygulamasında önemli derecede farklılık gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.8.a. Bitki Boyu Bakımından İstatistik Tanımları

		Serbestlik Derecesi		sum of		mean square		F ratio	
	Source	DF	Squares						
Bitki boyu	Model	7	56924,38			8132,054		54,55466	
Bitki boyu	Error	32	4770			149,0625		5,38E-16	**
Bitki boyu	C. Total	39	61694,38			.		.	

** p<0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.8.b. Bitki Boyu Bakımından İstatistik Tanımları

		Subset for alpha = 0.05	
	Uygulama	N	1 2
Tukey HSD ^a	D400	5	,0000 ^a
	D500	5	,0000 ^a
	D50	5	77,0000 ^b
	D150	5	79,0000 ^b
	D300	5	81,0000 ^b
	D100	5	85,0000 ^b
	D0	5	89,0000 ^b
	D200	5	102,0000 ^b
	Sig.		1,000 ,050

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

Çalışmada kullanılan diğer bir ölçüm kriteri olan taç genişliğine bakılacak olunursa; kontrol, 50, 100, 150 ışın dozu uygulamalarında yapılan istatistik analizi sonucunda taç genişliği bakımından benzerlik görülmüştür. Değerlendirmede 200 Gy ve 300 Gy dozlarının diğer uygulamalardan önemli derecede farklı olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.9.a ve çizelge 4.9.b, $p > 0.05$).

Çizelge 4.9.a. Taç Genişliği Bakımından İstatistik Tanımları

		Serbestlik Derecesi			
	Source	DF	sum of Squares	mean square	F ratio
Taç genişliği	Model	7	5259,575	751,3679	31,6
Taç genişliği	Error	32	760,4	23,7625	1,22E-12 **
Taç genişliği	C.				
Taç genişliği	Total	39	6019,975	.	.

** $p < 0.01$ düzeyinde önemli

Çizelge 4.9.b. Taç Genişliği Bakımından İstatistik Tanımları

Taç Genişliği (cm)						
			Subset for alpha = 0.05			
	Uygulama	N	1	2	3	4
Tukey HSD ^a	D400	5	,0000 ^a			
	D500	5	,0000 ^a			
	D0	5	9,4000 ^a	9,4000 ^{ba}		
	D100	5		11,6000 ^b		
	D150	5		12,6000 ^b		
	D50	5		13,2000 ^b		
	D200	5			24,6000 ^c	
	D300	5				36,8000 ^d
	Sig.		,077	,916	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

Yapılan ölçümler (bitki boyu, dallanma sayısı ve taç genişliği) arasında uygulanan doza göre anlam ifade eden bir durumu görebilmek amacıyla yapılan istatistik analizi sonucunda çizelge 4.10'da görülen sonuçlar ortaya çıkmıştır.

Çizelge 4.10. Yapılan Ölçümlerin Birbirleriyle İteraksiyonu

Dependent Variable: Uygulamalar					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	199,004 ^a	27	7,371	17,791	,000
Intercept	146,735	1	146,735	354,188	,000
Dallanma	,000	1	,000	,000	1,000
Bitki Boyu	8,595	7	1,228	2,964	,047
Taç Genişliği	24,445	12	2,037	4,917	,005
Error	4,971	12	,414		
Total	1005,000	40			
Corrected Total	203,975	39			

a. R Squared = ,976 (Adjusted R Squared = ,921)

Çizelge 4.11. Uygulamaların Ölçüm Kriterlerine göre Değerleri (mean±SE)

Uygulamalar (Gy)	Dallanma (adet)	Bitki Boyu (cm)	Taç Genişliği (cm)
Kontrol	1,00±0,00 ^{ab}	89,00±3,31 ^b	9,40±0,75 ^{ab}
50	1,00±0,00 ^{ab}	77,00±8,31 ^b	13,20±1,62 ^b
100	1,00±0,00 ^{ab}	85,00±2,24 ^b	11,60±0,68 ^b
150	1,60±0,40 ^b	79,00±5,79 ^b	12,60±1,21 ^b
200	2,20±0,58 ^b	102,00±9,43 ^c	24,60±2,93 ^c
300	3,80±0,97 ^c	81,00±5,57 ^b	36,80±4,93 ^d
400	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a
500	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a

Son olarak yaptığımız çalışma neticesinde elde ettiğimiz sonuçların istatistiki değerlendirmesinde dallanmada 150, 200 ve 300 Gy ışın dozu uygulamalarının önemli derecede etkisi olduğu görülmüştür. Ayrıca dallanma kriteri baz alındığında; 300 Gy ışın dozunun dallanma üzerinde olumlu bir sonucu olduğunu söyleyebilmekteyiz. Bitki boyu için ise; 200 Gy ışın dozu uygulamasının diğer doz uygulamalarına göre istatistiki olarak önemli derece farklılık gösterdiği saptanmıştır. Son ölçüm kriteri olan taç genişliğinde ise; 200 ve 300 Gy ışın dozunun farklılık gösterdiği görülmektedir (Çizelge 4.11).

5. SONUÇLAR

2016-2017 tarihinde Akdeniz Üniversitesinde başlatılan kinova ıslahı kapsamında; farklı radyasyon dozlarının ATLAS kinova çeşitlerinin M1 ve M2 generasyonundaki çeşitli karakterleri üzerine etkisini belirlemek için 2016-2017 yılında kontrollü koşullarda doz belirleme denemesi kurulmuştur. Artan radyasyon dozlarının M1 ve M2 generasyonunda ATLAS kinova çeşitinin doz arttıkça çıkış oranı, bitki boyu, başak rengi ve saponin içeriği üzerine olumsuz yönde etkili olduğu görülmüştür.

Gama ışını farklı dozlarının ayrı uygulandığı Atlas kinova çeşidi tohumlarının M1 ve M2 bitkilerinde ele alınan özelliklerde elde edilen bulgularımız topluca değerlendirildiğinde;

0, 50, 100, 150, 200, 300, 400 ve 500 Gy gamma radyasyonu dozlarında tohum çimlenme yüzdeleri sırasıyla % 47,67, %46,67, %44,00, %45,67, %49,00, %46,33, %33,67 ve %34,67 olurken fide mortalite yüzdeleri sırasıyla % 1,00, %4,00, %4,00, %4,33, %8,33, %9,33, % 13,67 ve %17,67 şeklinde kaydedilmiştir Uygulanan gamma radyasyonu dozları arttıkça tarla şartlarında fide mortalitesi artmış ve bitki boyları düşmüştür.

Bitki boyu kontrol grubundaki açılmanın tamamı indeterminat büyüme göstermektedir. Büyüme tipi bakımından incelendiğinde kontrol grubu determinat tipte büyüme gösterirken, gamma ışını uygulanan tohumlarda indeterminat büyüme özelliği göstermiştir.

Kullanılan gama ışını dozu, canlılıkta bir azalma olmadan uygulanabilecek dozların 200 ile 300 Gy arasında olduğu belirlenmiştir.

Tohum tutma durumu 50 Gy, 100 Gy, 150 Gy, 200 Gy, 300 Gy uygulamalarında sonuç vermiş, 400 ve 500 Gy uygulamalarında çiçek oluşturmuş fakat tohum oluşturmamıştır. M1 generasyonunda D400 ve D500 meyve bağlamayan kısır olduğu gözlemlenmiştir. Bu bitkilerin çiçekleri de incelendiği zaman anterlerinin içinde polen bulunmadığı gözlemlenmiştir. Kontrol grubunun açılımına da bakıldığı zaman hiçbir kısır bitkiye rastlanmamıştır. Bu mutant özellikte kontrol grubuna göre kıyaslanarak teyit edilmiştir.

Dallanma bakımından incelendiği zaman farklılık görülen mutant aile sayısı ise 3 olarak gözlemlenmiştir. Bu mutant ailenin fenotipik olarak kısa boylu ve boğum aralarının çok kısa olduğu görülmektedir. ve bununla birlikte dallanma sayısının çok fazla olduğu gözlemlenen başka bir mutant karakterdir.

Yapılan bu çalışma gösteriyor ki, 200 ve 300 Gy ışın dozlarının kinova Atlas çeşidi için önemli uygulama dozları olduğu görülmüştür. Bu çalışma, araştırmacılara bir sonraki çalışmalarda bir ara doz uygulaması eklenerek (250 Gy gibi) yeni çalışmalara ışık tutması beklenmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Abugoch, J. and L.E., 2009. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): Composition, chemistry, nutritional and functional properties. *Adv. Food Nutr. Res.*, 58 (1): 1-31.
- Ahloowalia ,B.S. and Maluszynski, M. 2001. Induced Mutations- A New Paradigm in Plant Breeding., *Euphytica*, 118: 167-173.
- Alvarez-Jubete, L., Arendt, E.K. and Gallagher, E. 2009. Nutritive value and chemical composition of pseudocereals as gluten-free ingredients. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60(4): 240-257.
- Anonim: 2010. Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatı. Mısır. Tarım Ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim Ve Geliştirme Genel Müdürlüğü Tohumluk Tescil Ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü
- Anonymous: 2011 . Quinoa: An ancient crop to contribute to world food security July 2011 FAO Regional Office for Latin America and the Caribbean.
- Anonymous: 1977. Manual on Mutation Breeding, Second Edition. Vienna: International Atomic Energy Agency. Technical Reports Series No: 119.
- Arda, M. 1995. Biyoteknoloji. Kükem Derneği Bilimsel Yayinlari, Ankara, 64s.
- Atmaca, E., Çiftçi, C.Y., Çakır, S., Sağel, Z. ve Akın, R. 2012. Yaşa-05 Ve Hisar Nohut Çeşitleri Tohumlarına Uygulanan Farklı Gama Işını Dozlarının Bazı Özellikler Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5 (1): 104-106.
- Berti, C., Riso, P., Monti, L.D. and Porrini, M. 2004. *In vitro* starch digestibility and in vivo glucose response of gluten-free foods and their gluten counterparts, *European Journal of Nutrition*, 43(4): 198-204.
- Bhargava, A., Shukla, S., Ohri, D. 2006. *Chenopodium quinoa*-An Indian perspective, *Industrial Crops and Products*, 23: 73-87
- Bhargava, A., Shukla, S. and Ohri, D. 2007. Genetic variability and interrelationship among various morphological and quality traits in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), *Field Crops Research*, 101: 104-116.
- Broertjes, C. and Harten, M.A. 1978. Application of mutation breeding methods in the improvement of vegetatively propagated crops. New York, 1-3 p.
- Çağırın, M.I. 2011. Participatory and Sustainable Intensification of Cropping Systems for Food Security. (Invited Lecture) The 3rd Int. Conf. on Science and Technology for Sustainable Development of the Greater Mekong Sub-Region, 24-25 March 2011, Souphanouvong Univ., Luang Prabang, Lao Pdr P. XXiii

- Çağırın, M.I. and Ullrich, S.E. 1991. Male Sterile Facilitated Recurrent Selection-A Review. Esna XXIIInd Annual Meeting, 53p, 16-20 September, 1991, Antalya, Turkey.
- Çağırın, M.İ. ve Yıldırım, M.B. 1988. İki Biralık Arpa Çeşidinde Seçilen Makro Mutasyonlar Ve Bunlardan Bitki Islahında Yararlanma Olanakları. IX. Biyoloji Kongresi, ss 315-326 , 21-23 Eylül, Türkiye Biyologlar Derneği Vol.I, Sivas
- Çiftçi, C.Y. 1987. Induced Mutations in Plant the Effects for Differential Doses of Gamma Rays and Ems on Some Characters in Lentils and Vetches. Department of Winnipeg, Plant Science, Seminar, Canada.
- Çiftçi, C.Y., Ünver, S. ve Tekeoğlu, M. 1994. Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L. Var. Nanus Dekap) Tohumlarına Uygulanan Farklı Dozlarda Gama Işınlının M1 Bitkilerinin Bazı Özelliklerine Etkileri. *Doğa Tarım Ve Ormancılık Dergisi*, 18: 65-69.
- Çoban, H., Kara, S. ve İlter, E. 2002. Investigations on Raidiosensitivity Of Some Grape Varieties. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 5 (5): 601-603.
- Demir, İ. ve Turgut, İ. 1999. Genel Bitki Islahı Ders Kitabı. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:496, İzmir.
- Doğan, H. ve Karwe, M.V. (2003). Physicochemical properties of quinoa extrudates. *Food Science and Technology International*, 9(2): 101-114.
- Dokuzoguz, M., 1964. Bahçe bitkileri islahında klon seleksiyonu. Ege Üni. Zir.Fak. Yayın:87, Ege Üni. Basimevi, İzmir.
- Donini, B., 1975. The use of radiation to induce useful mutations vegetatively propagated plants. Wageningen, IAEA, Vienna, pp 55-65.
- Donini, B., 1980. Mutagenesis applied to fruit trees: Techniques methods and evaluations of radiation induced mutations. 4th. Research Coordination Meeting on the Improvement of Vegetatively Propagated Crops Through Induced Mutations. Coimbatore, India.
- Donini, B. 1992. Fao/Iaea International Traning Course on The Induction and Use of Mutations In Plant Breeding. Seibersdorf, pp 1-10.
- Einset, J. and Pratt, C. 1975. Advances in Fruit Breeding, (Eds:Janick, A. Moore, N). Purdue Uni. Press West Lafayette, Indiana, pp 140-143.
- Fadl, F.A.M. 1980. Mutation Induction for Improving Resistance of Vegetable Legumes Against Uromyces Phaseolus and Uromices Pisi. Induced Mutations of Grain Legume Production Iaea Tecdoc., 234: 97- 103.
- Fao/Iaea. 2015. Mutant Varieties Database. <http://www-mvd.iaea.org/mvd>. [Son Erişim Tarihi: 21.12.2015]

- Fuentes, F., Martı´nez, E., Hinrichsen, P., Jellen, E., Maughan, P. 2009. Assessment of genetic diversity patterns in Chilean quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) germplasm using multiplex fluorescent microsatellite markers. *Conserv Genet.*, 10:369–377.
- Gaul, H. 1959. Determination of the Suitable Radiation Dose in Mutation Experiment. Manual on Breeding. IAEA 119: 42.
- Gill, K.S. and Cahnd, K. 1974. Differential Response of Mutagens in Inducing Genetic Variation in Metrical Traits in Barley. *Z. Pflanzenzüchtung*, 71: 117-123.
- Gottschalk, W. and Wolff, G. 1983. Induced Mutations in Plant Breeding. Springer, pp. 32-40, Berlin.
- Graf, B.L., Cheng, D.M., Esposito, D., Shertel, T., Poulev, A., Plundrich, N., Itenberg, D., Dayan, N., et al. 2015. Compounds leached from quinoa seeds inhibit matrix metalloproteinase activity and intracellular reactive oxygen species. *Int. J. Cosmet. Sci.*, 37 (2): 212-221.
- Gross, R., Roch, F., Malaga, F., De Mirenda, A., Scoeneberger, H., and Trugo, L. C. 1989. Chemical composition and protein quality of some Andean food sources. *Food Chem.*, 30: 25–34.
- Güçlü Üstündağ, Ö., Balsevich, J. and Mazza, G. 2007. Pressurized low polarity water extraction of saponins from cow cockle seed. *Journal of Food Engineering*, 80:619-630.
- Halitligil, M.B. 1996. Bitkisel Üretimde Nükleer Tekniklerin Kullanımı ve Türkiye’deki Gelişimi. Iv. Ulusal Nükleer Tarım Ve Hayvancılık Kongresi, ss 137, 25-27 Eylül, Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Hu, J., Luo, C.X., Chu, W.H., Shan, Y.A., Qian, Z., Zhu, G., Yu, Y.B. and Feng, H., 2012. 20- Hydroxyecdysone Protects against Oxidative Stress-Induced Neuronal Injury by Scavenging Free Radicals and Modulating Nf-Kb and Jnk Pathways. *Plos One*, 7 (12): 50764.
- Jancurova, M., 2009. Quinoa-A Review. *Czech J. Food Sci.*, 27 (2): 71-79.
- Jacobsen, S.E. and Bendevis, M.A. 2013. Adaptation and scope for quinoa in Northern latitudes of Europe. In: FAO—In the International Year of the Quinoa, 5:11.
- Jacobsen, S.E., Mujica, A. And Jensen, C.R., 2003. The resistance of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) to adverse abiotic factors, *Food Reviews International*, 19: 99–109.
- Jacobsen, S.E. and Stolen, O. 1993. Quinoa- morphology, phenology and prospects for its production as a new crop in Europe. *European Journal of Agronomy*, 2: 19–29.
- Jacobsen, S.E. 1998. Developmental Stability of quinoa under European conditions. *Ind Crops Prod.*, 7:169-174.
- Jancurova, M., 2009. Quinoa-a review. *Czech J. Food Sci.*, 27 (2): 71-79.

- Karataş, D.D. ve Kunter, B. 2012. Sultani Çekirdeksiz ve Kalecik Karası Üzüm Çeşitlerinde Uyarılmış Mutasyon Etkilerinin Sitolojik İncelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26 (2): 59-64.
- Kharkwal, M.C. 2012. A brief history of plant mutagenesis. In: Shu QY, Forster BP, Nakagawa H, editors. *Plant mutation breeding and biotechnology*. Wallingford: CABI, 21-30 p.
- Kharkwal, M. C., Pandey, R. N. and Pawar, S. E. 2004. *Mutation Breeding for Crop Improvement*. Narosa Publishing House, pp 601-64, New Delhi.
- Kharkwal, M.C., Jain, H.K., 1980. Development Of New Plant Types In Chickpea For High Yield Through Mutation Breeding. Induced Mutations Of Improvement Of Grain Legume Production. *Iaea Tecdoc-234*: 55- 57.
- Kodym, A. and Afza, R. 2003. Physical And Chemical Mutagenesis In: Erich Grotewold (Ed.) *Plant Functional Genomics*. Humana Press, pp. 185-205, New Jersey.
- Koziol, M.J. 1992. Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*). *J. Food Compos. Analysis*, 5(1): 35-68.
- Lacey, C. N. and Cambell, D. 1987. Selection, Stability and Propagation of Mutant Apples, *Improving Vegetatively Propagated Crops. Botany*, 11:197-200.
- Lindeboom, N. 2005. Studies on the characterization, biosynthesis and isolation of starch and protein from quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*). Degree of Doctor of Philosophy in the Department of Applied Microbiology and Food Science University of Saskatchewan Saskatoon.
- Macintosh, D. L. and Lapins, K., 1966. Differences in susceptibility to apple powdery mildew observed in Macintosh clones after exposure to ionizing radiation. *Can. J. Plant Sci.*, 46:619-623.
- Maluszynski M., Bohlmann H., Nielsen S. And Nichterlein K. 2000. Achievements and trends of using induced mutations in crop improvement. In: Proc., DAE-BRNS Symp., pp. 27–35, Dec. 6-8, Mumbai, India.
- Maradini Filho, A.M., Pirozi, M.R., Da Silva Borges, J.T., Pinheiro Sant'Ana, H.M., Paes Chaves, J.B. and Dos Reis Coimbra, J.S. 2015. Quinoa: nutritional, functional and antinutritional aspects. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*
- Matsukura, C., Yamaguchi, I., Inamura, M., Ban, Y., Kobayasi, Y., Yin, Y. G., Saito, T., Kuwata, C., Imanishi, S. and Nishimura, S. 2007. Generation of Gamma Irradiation-Induced Mutant Lines of The Miniature Tomato (*Solanum Lycopersicum L.*) Cultivar 'Micro- Tom'. *Plant Biotechnology*, 24(1): 39-44.
- McElhinny, E., Peralta, E., Mazón, N., Danial, D. L., Thiele, G. and Lindhout, P. 2007. Aspects of Participatory Plant Breeding for Quinoa in

- Marginal Areas of Ecuador. *Euphytica*, 153: 373–384.
- Miranda, M., Vega-Galvez, A., Quispe-Fuentes, I., Rodriguez, M.J. Maureira, H. and Martinez, E.A. 2012. Nutritional Aspects of six quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.) Ecotypes from there geographid areas of Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 72(2): 175-181.
- Mohan, D. and Sharma, B. 1991. Mutagenesis Using F1 Hybrids of Pea (*Pisum sativum* L.) Division of Genetics. Iari, New Delhi110012. India Mutation Breeding Newsletter, 16-17.
- Muller, H. J. 1927. Artificial Transmutation of the Gene. *Science*, 66: 84-87.
- Nunoo, J., Quartey, E. K., Amoatey, H. M. and Klu, G. Y. P. 2014. Effect of Recurrent Irradiation on the Improvement of a Variant Line of Wild Tomato (*Solanum Pimpinellifolium*). *Journal of Radiation Research And Applied Sciences*, 7(4): 377-383.
- Özbek, N. and Atak, C. 1984. Mutagenic efficiency of gamma irradiation in two soybeans. *Turkish Journal of Nuclear Science*, 11 (1): 43-50.
- Palomino, G., Hernandez, L.T., Torres, E.D. 2008. Nuclear genome size and chromosome analysis in *Chenopodium quinoa* and *C. berlandieri* subsp nuttalliae. *Euphytica*, 164:221–230.
- Park H. S. and Morita, N. 2004. Changes of bound lipids and composition of fatty acids in germination of quinoa seeds. *Food Science and Technology Research*, 10(3): 303-306.
- Poehlman, J.M., and D.A. Sleper. 1995. Breeding Field Crops. Iowa State Univ. Press/ Ames 494 p.
- Powell, J.B., Burton, G.W. and Young, J. R. 1974. Mutations Induced in Vegetatively Propagated Turf Bermudagrasses by Gamma Radiation. *Crop Science*, 14: 327-330.
- Prego, I., Maldonado, S. and Otegui, M. 1998. Seed structure and localization of reserves in *Chenopodium quinoa*. *Annals of Botany*, 82: 481-488.
- Przybylski, R., Chauhan, G.S. and Eskin, N.A.M. 1994. Characterization of quinoa (*Chenopodium quinoa*) lipids. *Food Chemistry*, 51(2):187-192.
- Ramachandran, M. and Goud, J.V. 1983. Mutagenesis in Safflower by Using Gamma Rays, Ethyl Methane Sulphonate. *Alone and in Combinationagri. Sci.*, 12 (1): 178-179.
- Ranhotra, G.S., Gelroth, J.A., Glaser, B.K., Lorenz, K.J. and Johnson, D.L. 1993. Composition and protein nutritional quality of quinoa. *Cereal Chemistry*, 70: 303-305.
- Rathjen, H. and Robinson, P. S. 1992. Characterisation of a variegated grapevine mutant showing reduced polyphenol oxidase activity. *Aust..J. Plant Physiol*, 19 (1): 4 3-54.
- Repo-Carrasco, R., Espinoza, C. And Jacobsen, S.E., 2003. Nutritional value and use of the andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and ka~niwa (*Chenopodium pallidicaule*). *Food Rev. Int.*, 19:(1-2), 179-

189.

- Repo-Carrasco-Valencia, R., Hellstrom, J.K., Pihlava, J.M. and Mattila, P.H., 2010. Flavonoids and other phenolic compounds in Andean indigenous grains: quinoa (*Chenopodium quinoa*), kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) and kiwicha (*Amaranthus caudatus*). *Food Chem.* 120 (1): 128-133.
- Repo-Carrasco-Valencia, R.A.M. and Serna, L.A. 2011. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) as a source of dietary fiber and other functional components. *Food Science and Technology (Campinas)*, 31(1): 225-230.
- Rojas W., Barriga P., Figueroa H. 2003. Multivariate analysis of genetic diversity of Bolivian quinoa germplasm. *Food Reviews International* 19: 9–23.
- Ruales, J. and Nair, B.M. 1993. Content of fat, vitamins and minerals in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) seeds and Saponins, phytic acid, tannins and protease inhibitors in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) seeds. . *Food Chemistry*, 48(2): 131-143.
- Ruales, J. and Nair, B.M. 1992 (a). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), An important andean food crop. Department of Applied Nutrition, University of Lund, Sweeden. Instituto de Investigaciones Tecnológicas, Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador, 26 p.
- Ryan, E., Galvin, K., O'Connor, T.P., Maguire, A.R. and O'Brien, N.M. 2007. Phytosterol, squalene, tocopherol content and fatty acid profile of selected seeds, grains, and legumes. *Plant Foods Hum. Nutr.*, 62: 85-91.
- Sağel, Z. 1988. Soya Çeşitlerine Uygulanan Farklı Radyasyon Dozlarının M1 ve M2 Bitkilerinin Çeşitli Karakterleri Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, Ankara Üniv. Fen Bilimler Enstitüsü, Ankara, 82 s.
- Sağel, Z., Peşkircioğlu, H. ve Tutluer, M. İ. 2003. Nükleer Tekniklerin Bitki Islahında Kullanımı. VIII. Ulusal Nükleer Bilimler Ve Teknolojileri Kongresi, ss. 14, 15-17 Ekim, Kayseri.
- Sağel, Z., Peşkircioğlu, H., Tutluer, İ., Uslu, N., Şenay, A., Taner, K. Y., Kunter, B., Şekerci, S. ve Yalçın, S. 2002. Bitki Islahında Mutasyon Ve Doku Kültürü Teknikleri. Taek, Antham, Nükleer Tarım Bölümü, Ankara.
- Schoenlechner, R., Siebendhandl, S. and Berghofer, E. 2008. Pseudocereals, gluten-free cereal products. In E. K. Arendt & Bello D. F. (Eds.), *Food science and technology international series*, pp 161-189.
- Shaikh, M.A.Q., Majid, A.M., Begum, S., Ahmed Z.U. and Bhuiya, A.D. 1980. Varietal Improvement of Pulse Crops by the Use of Nuclear Techniques. Induced Mutation for Improvement of Grain Legume Production. 1. Ieae-Tecd-234: 69-72.
- Shu, Q. Y., Forster, B. P., Nakagawa, H., and Nakagawa, H. 2012. Plant Mutation Breeding And Biotechnology. Cabı, Uk, 578 P.

- Spehar, C.R. and Santos, R.L.D. 2005. Agronomic performance of Quinoa selected in the Brazilian Savannah. *Pesq Agrop Brasil*, 40(6):609–612.
- Stikic, R., Glamoclija, D., Demina, M., Vucelic-Radovic, B., Jovanovic, Z., Milojkovic-Opsenica, D., Jacobsen, S.E. and Milovanovic, M. 2012. Agronomical and Nutritional Evaluation of Quinoa Seeds (*Chenopodium quinoa Willd.*) As An Ingredient In Bread Formulations” *Journal Of Cereal Science*, 55: 132-138.
- Subramanian, D., 1979. Gamma Rays Induced Mutants in *Phaseolus vulgaris* and *P. limensis* on the Role of Induced Mutations in Crop Improvement Hyderabad.
- Şenay, A. ve Şekerci, S. 2009. Makarnalık Buğdayda (*Triticum Durum* Desf.) Mutasyon İslahı Çalışmaları. X. Ulusal Nükleer Bilimler Ve Teknolojileri Kongresi, 6-9 Ekim, 340-346.
- Tan, J., Tand, H., Niu, Y., Chen, Y., Lu, Z.G. and Li, H. 2009. Isolation and Characterization of Gamma Radiation-Induced Dwarf Mutants of *Stylosanthes Guianensis*. *Tropical Grasslands*, 43: 53-61.
- Tan, M. ve Yöndem Z. 2013. İnsan ve Hayvan Beslenmesinde Yeni Bir Bitki: Kinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*). *Alıniteri*. 25 (B): 62-66.
- Tekeoğlu, M., 1991. Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L. var. nanus DEKAP) Tohumlarına Uygulanan Farklı Dozlarda Gama Işınlının M1 Bitkilerinin Bazı Özelliklerine Etkileri. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), s. 28, Ankara.
- Tepe, A., Fırat, A. F., Taner, K. Y., Kunte, B., Peşkircioğlu ve Ekiz, H. 2003. Sera Demre 8 Biber Çeşidinde Mutasyon İslahına Yönelik Olarak Etkili Mutasyon Dozunun Belirlenmesi. Türkiye IV. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 08-12 Eylül, Antalya.
- Usda, 2015. United States Department of Agriculture. National Nutrient Database For Standard Reference Release, 28 (Basic Reports).
- Vacher, J.J., 1998. Responses of two main Andean crops, quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) and papa amarga (*Solanum juzepczukii* Buk.) to drought on the Bolivian Altiplano: significance of local adaptation. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 68: 99–108.
- Valencia-Chamorro S.A. 2003. Quinoa. Encyclopedia of Food Science and Nutrition. Amsterdam: Academic Press.
- Van Schooten H.A. and Pinxterhuis, J.B. 2003. Quinoa as an alternative forage crop in organic dairy farming. Optimal Forage Systems for Animal Production and the Environment Grassland Science in Europe, Vol: 8.
- Vega-Galvez, A., Miranda, M., Vergara, J., Uribe, E., Puente, L. and Martinez, E.A. 2010. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*), an ancient Andean grain: a review. *J. Sci. Food Agric.*, 90 (15): 2541-2547.
- Villacr'es, E., Pastor, G., Quelal, M.B., Zambrano, I., Morales, S.H., 2013. Effect of processing on the content of fatty acids, tocopherols and

- sterols in the oils of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), lupine (*Lupinus mutabilis* Sweet), amaranth (*Amaranthus caudatus* L.) and sangorache (*Amaranthus quitensis* L.). *Glob. J. Food Sci. Technol.*, 2 (4), 44-53.
- Ward, S.M. 2000. Allo-tetraploid segregation for single-gene morphological characters in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Euphytica* 116:11–16.
- Zurita-Silva, A., Fuentes F., Zamora, P., Jacobsen, S.-E. and Schwember, A. R. 2014. Breeding quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): potential and perspectives. *Mol Breeding*, 34:13-30.



ÖZGEÇMİŞ

CENGİZ İÇEL

cengiz.ichel@vegetableseeds.basf.com



ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2016-2019	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Biyoteknoloji, Antalya
Lisans 1995-1999	Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

İslah Uzmanı 2006-Devam Ediyor	Nunhems Tohumculuk A.Ş. Antalya
Ar&Ge Uzmanı 2003-2006	Hasel Tarım Antalya