

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**YENİLEBİLİR ELEKTRİK ÇİÇEĞİNDE (*Spilanthes oleracea L.*) GAMA
RADYASYONU İLE LD₅₀ DEĞERİNİN BELİRLENMESİ VE M₁
JENERASYONLARININ İNCELENMESİ**

Fatih Cihan TOMBUL

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZİRAN 2022

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**YENİLEBİLİR ELEKTRİK ÇİÇEĞİNDE (*Spilanthes oleracea L.*) GAMA
RADYASYONU İLE LD₅₀ DEĞERİNİN BELİRLENMESİ VE M₁
JENERASYONLARININ İNCELENMESİ**

Fatih Cihan TOMBUL

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZİRAN 2022

ANTALYA

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

**YENİLEBİLİR ELEKTRİK ÇİÇEĞİNDE (*Spilanthes oleracea* L.) GAMA
RADYASYONU İLE LD₅₀ DEĞERİNİN BELİRLENMESİ VE M₁
JENERASYONLARININ İNCELENMESİ**

**Fatih Cihan TOMBUL
BAHÇE BİTKİLERİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

Bu tez 28/06/2022 tarihinde jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Dr. Öğr. Üyesi Deniz HAZAR (Danışman)

Prof. Dr. Mustafa Ercan ÖZZAMBAK

Doç. Dr. Kamile ULUKAPI

ÖZET

YENİLEBİLİR ELEKTRİK ÇİÇEĞİNDE (*Spilanthes oleracea L.*) GAMA RADYASYONU İLE LD₅₀ DEĞERİNİN BELİRLENMESİ VE M₁ JENERASYONLARININ İNCELENMESİ

Fatih Cihan TOMBUL

Yüksek Lisans Tezi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Deniz HAZAR

Haziran 2022; 70 Sayfa

Bir süs bitkisi olan elektrik çiçeği (*Spilanthes oleracea L.*), çiçeklerinin yenilebilir özelliğinden dolayı yenilebilir çiçek olarak son yıllarda ticari olarak yetiştirilmekte ve dünyanın farklı yerlerinde pazarlanmaktadır. Aynı zamanda tıpta ve ilaç sanayisinde kullanılan tıbbi bir bitkidir. Bu çalışma elektrik çiçeğinde Co⁶⁰ gama radyasyonu ışınıyla LD₅₀ değerinin hesaplanmasını amaçlamaktadır ve elektrik çiçeği üzerine yapılan ilk mutasyon ıslahı çalışması özelliğini taşımaktadır.

Çalışmada LD₅₀ dozu hesaplanmış ve M₁ jenerasyonları incelenmiştir. LD₅₀ dozu uygulanmış elektrik çiçeklerinde çimlenme, yapraklarda klorofil ve renk ölçümleri, çiçeklenme süreleri, çiçek verimi ve çapı parametreleri incelenmiştir. Elektrik çiçeği tohumlarına uygulanmış Co⁶⁰ gama radyasyonu sonucu ölüm oranları ile yapılan probit analizinde LD₅₀ dozu 365.64 Gy olarak hesaplanmıştır. Çiçek başına en ağır çiçeklere sahip bitki 365 Gy uygulamasında 101. bitki ve toplam hasat ağırlığında 365 Gy uygulamasında 111. bitki olarak bulunmuştur ve bu bireylerin mutant olduğu düşünülmektedir. Farklı çiçek rengine 329 Gy uygulamasında 61. bitkide ve 365 Gy uygulamasında 111. bitkide, farklı çiçek yapısına da 402 Gy uygulamasında 171. bitkide ulaşılmıştır. Çalışmada 329 Gy uygulamasında 71. bitki, daha uzun sürgün uzunluğuna sahip olduğundan mutant aday olabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte, kontrolle kıyaslandığında ışın uygulanmış elektrik çiçeği tohumlarından elde edilen bitkiler daha küçük çiçek çaplarına sahip olmuş ve en küçük çiçek çapı 10.30 mm ile 365 Gy uygulamasından elde edilmiştir.

Sonuç olarak, elektrik çiçeğinde mutasyon ıslahı çalışmasında LD₅₀ dozu belirlenmiş ve uygun doz olarak bulunan 329 Gy, 365 Gy (LD₅₀) ve 402 Gy dozları incelenen özellikler bakımından M₂ jenerasyonları için mutant aday olabilecek bireyler oluşturmuştur. Çalışmanın sonuçları mutasyon ve klasik ıslah çalışmaları için bir kaynak oluşturması ve bitki ıslahçıları için vakit kazandırması açısından önem arz etmektedir.

ANAHTAR KELİMELER: Elektrik çiçeği, Gama radyasyonu, Islah, LD₅₀, Mutasyon, Uygun doz

JÜRİ: Dr. Öğr. Üyesi Deniz HAZAR

Prof. Dr. Mustafa Ercan ÖZZAMBAK

Doç. Dr. Kamile ULUKAPI

ABSTRACT

DETERMINATION OF LD₅₀ VALUE IN EDIBLE ELECTRIC FLOWER (*Spilanthes oleracea* L.) BY GAMMA RADIATION AND INVESTIGATION OF M₁ GENERATIONS

Fatih Cihan TOMBUL

MSc Thesis in Department of Horticulture

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Deniz HAZAR

June 2022; 70 Pages

Electric flower (*Spilanthes oleracea* L.), an ornamental plant, has been grown commercially in recent years as edible flower due to the edible feature of its flowers and marketed in different parts of the world. It is also a medicinal plant used in medicine and the pharmaceutical industry. This study aims to calculate the LD₅₀ value in electric flower with Co⁶⁰ gamma radiation beam and is the first mutation breeding study on electric flower.

In the study, the LD₅₀ dose was calculated and M₁ generations were examined. Seed germination, chlorophyll and color measurements in leaves, flowering times, flower yield and flower diameter parameters were investigated in LD₅₀ applied electric flowers. The LD₅₀ dose was calculated as 365.64 Gy in the probit analysis made with mortality rates as a result of Co⁶⁰ gamma radiation applied to electric flower seeds. The plant with the heaviest flowers per flower was found to be 101st plant in 365 Gy application and 111th plant in total harvest weight at 365 Gy application and these individuals are thought to be mutants. Different flower colour was reached in the 61st plant in the 329 Gy application and in the 111th plant in the 365 Gy application, and different flower structure in the 171st plant in the 402 Gy application. In the study, 71st plant in 329 Gy application is thought to be a mutant candidate since it has longer shoot length. However, plants obtained from irradiated electric flower seeds had smaller flower diameters compared to the control, and the smallest flower diameter of 10.30 mm was obtained from the 365 Gy application.

As a result, the LD₅₀ dose was determined in the mutation breeding study in electric flower, and 329 Gy, 365 Gy (LD₅₀) and 402 Gy doses found as appropriate doses created individuals who could be mutant candidates for M₂ generations in terms of the characteristics examined. The results of the study are important in terms of creating a resource for mutation and classical breeding studies and saving time for plant breeders.

KEYWORDS: Electric flower, Gamma radiation, Breeding, LD₅₀, Mutation, Lethal dose

COMMITTEE: Asst. Prof. Dr. Deniz HAZAR

Prof. Dr. Mustafa Ercan ÖZZAMBAK

Assoc. Prof. Dr. Kamile ULUKAPI

ÖNSÖZ

Bu çalışma için elektrik çiçeğini seçmemdeki neden daha önce üzerine yapılmış bir ıslah çalışması olmamasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca ülkemizde süs bitkileri üzerine yapılmış ıslah çalışmalarının kısıtlı olması bu alanda çalışma isteğimi artırmıştır. Tez çalışmam sırasında benden desteğini hiçbir zaman eksik etmeyen danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Deniz HAZAR'a teşekkür ederim. Mutasyon Islahı dersi aldığım ve jüri üyelerimden Doç. Dr. Kamile ULUKAPI'ya şükranlarımı sunarım. Prof. Dr. Nedim MUTLU ve Doç. Dr. Songül Sever MUTLU'ya katkılarından dolayı teşekkürü bir borç bilirim. Dr. Öğr. Üyesi Adem DOĞAN, Arş. Gör. Bünyamin PEKER, Alparslan KARABENİZ ve Bahar SANCAR'a katkı ve yardımlarından dolayı teşekkür ederim. Ayrıca bu süreçte yardım ve desteklerini gördüğüm çalışma arkadaşlarım Ömer Faruk BORA ve Beritan ARIK'a çok teşekkür ederim. Tohumların ıslanması sürecinde yardımlarından dolayı TENMAK personeli olan Yunus AKBABA ve Levent AKSU'ya çok teşekkür ederim. İlaç ve gübre desteklerinden dolayı Zir. Müh. Ömer SÜRTÜCÜ'ye teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmayı yaptığım dönemde çalıştığım ve halen çalışmakta olduğum Altın Tohumculuk AŞ'ye bana olan katkı ve desteklerinden dolayı teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca bir dönem çalıştığım Trendy Flowers'a ve Zir. Müh. Selma TAPUCUOĞLU'na teşekkür ederim.

Bu süreçte bende hiçbir zaman desteklerini esirgemeyen ve daima yanımda olan babam Ramazan TOMBUL ve annem Aliye TOMBUL başta olmak üzere tüm aileme sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
AKADEMİK BEYAN	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK TARAMASI.....	4
2.1. Süs Bitkileri Üzerine Mutasyon İslahı Çalışmaları.....	4
2.2. Asteraceae Familyası Üzerine Yapılmış Çalışmalar.....	6
2.3. Klorofil ve Renk Ölçümleri	7
2.4. Öldürücü Doz (LD ₅₀) Değeri	7
3. MATERYAL VE METOT	8
3.1. Materyal	8
3.2. Metot	8
3.2.1. Tohum nem içeriğinin belirlenmesi ve tane ağırlığı	8
3.2.2. Tohumların ışınlanması ve ekilmesi	8
3.2.3. LD ₅₀ değerinin uygulanması ve M ₁ jenerasyonları	9
3.2.4. M ₁ jenerasyonları klorofil değerlerinin ölçülmesi	9
3.2.5. M ₁ jenerasyonları renk değerlerinin ölçülmesi	10
3.2.6. Tohum çimlenmesine ait hesaplamalar	11
3.3. İstatistik Analiz	13
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	14
4.1. Tohum Nem İçeriği ve Tane Ağırlığı.....	14
4.2. Sıcaklık Değerleri.....	17
4.3. Çimlenme Parametreleri.....	17
4.3.1. 20, 40, 60, 80 ve 100 Gy dozları çimlenme parametreleri bulguları	17
4.3.2. 40, 80, 120, 160 ve 200 Gy dozları çimlenme parametreleri bulguları ..	21
4.3.3. 100, 200, 300, 400, 500 Gy çimlenme parametreleri bulguları	24
4.3.4. LD ₅₀ değeri uygulanan tohumların çimlenme parametreleri	29

4.4. Kök, Sürgün ve Yaprak Uzunluğu, Yaprak Genişliği ve Sayısı, Bitki Yaş Ağırlığı, Kök Ağırlığı ile İlgili Bulgular	33
4.4.1. Kontrol, 20, 40, 60, 80 ve 100Gy dozları.....	33
4.4.2. Kontrol, 40, 80, 120, 160 ve 200 Gy dozları.....	35
4.4.3. Kontrol, 100, 200, 300, 400 ve 500 Gy dozları.....	37
4.5. LD ₅₀ Değeri.....	39
4.6. Parlaklık, Hue ve Kroma Değerleri.....	44
4.7. Klorofil Analizi Bulguları	49
4.8. M ₁ Jenerasyonları Çiçek Çapı, Çiçek Verimi ve Çiçeklenme Süresi Bulguları.....	50
4.8.1. Çiçek çapı.....	53
4.8.2. Çiçek verimi	57
4.8.3. Çiçeklenme gün ve süreleri	61
5. SONUÇLAR.....	63
6. KAYNAKLAR.....	65
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Yenilebilir Elektrik Çiçeğinde (*Spilanthes oleracea L.*) Gama Radyasyonu ile LD₅₀ Değerinin Belirlenmesi ve M₁ Jenerasyonlarının İncelenmesi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

28/06/2022

Fatih Cihan TOMBUL



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

%	: Yüzde
°	: Derece
°C	: Santigrat derece
cm	: Santimetre
g	: Gram
Gy	: Gray
LD ₅₀	: Bireylerin %50'sinin öldüğü dozu
m	: Metre
mm	: Milimetre
Hue°	: Hue açısı
C	: Kroma
Co ⁶⁰	: Kobalt 60

Kısaltmalar

AÜ	: Akdeniz Üniversitesi
ISTA	: International Seed Testing Association
TENMAK	: Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
FAO	: Food and Agriculture Organizations
K	: Kontrol
ÇO	: Çimlenme oranı
ÖO	: Ölüm oranı
OÇS	: Ortalama çimlenme süresi
Çİ	: Çimlenme indeksi
ÇHK	: Çimlenme hızı katsayısı

ÇOI	: Çimlenme oranı indeksi
FGİ	: Fide gücü indeksi
ÇZY	: Çimlenme zaman yayılımı
ÇGİ	: Çimlenmenin gerçekleştiği ilk gün
ÇGS	: Çimlenmenin gerçekleştiği son gün



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. a) Serada yaprak örneklerinde klorofil metre ile klorofil değeri ölçümü yapılırken; b) Yaprak örneklerinden kolorimetre ile renk değerleri ölçümü yapılırken.....	10
Şekil 4.1. Elektrik çiçeği tohumları	15
Şekil 4.2. (a) 1000 adet elektrik çiçeği tohum ağırlığı (b) 1 gram elektrik çiçeği tohumunda bulunan tohum sayısı	15
Şekil 4.3. Kontrol (0), 20, 40, 60, 80 ve 100 Gy uygulamaları arasında fide gücü indeksi için uygulamalar arasındaki farklılıklar.....	20
Şekil 4.4. Kontrol, 100, 200, 300, 400 ve 500 Gy Co ⁶⁰ gama radyasyonu uygulamalarına ait ölüm oranlarının kutu grafiğinde gösterimi	25
Şekil 4.5. (a) Kontrol uygulaması elektrik çiçeği fideleri (b) 300 Gy doz uygulanan elektrik çiçeği tohumundan elde edilen fideler (c) 500 Gy doz uygulanan elektrik çiçeği tohumlarından elde edilen fideler	28
Şekil 4.6. Kontrol, 329, 365 ve 402 Gy uygulamaları için ölüm oranlarına ait kutu grafiği	30
Şekil 4.7. Kontrol, 20, 40, 60, 80 ve 100 Gy dozları için doğrusal tahmin modeli	40
Şekil 4.8. Kontrol, 40, 80, 120, 160 ve 200 Gy dozları için doğrusal tahmin modeli	41
Şekil 4.10. Kontrol, 100, 200, 300, 400 ve 500 Gy dozları için doğrusal tahmin modeli.....	44
Şekil 4.11. CIELAB renk sistemi (Weatherall ve Coombs 1992)	45
Şekil 4.12. Kontrol (0), 329, 365 (LD ₅₀) ve 402 Gy uygulamaları L değerlerine ait kutu grafiği	46
Şekil 4.13. Hunter L, a, b sisteminde a-b düzleminin gösterimi (McLellan vd. 1995) ..	47
Şekil 4.14. Kontrol (0), 329, 365 ve 402 Gy uygulamaları Hue değerlerine ait kutu grafiği	48
Şekil 4.15. Kontrol (0), 329, 365 ve 402 Gy uygulamaları kroma değerlerine ait kutu grafiği	49
Şekil 4.16. Kontrol, 329, 365 ve 402 Gy uygulamaları spad değerlerine ait kutu grafiği	50

Şekil 4.17. a) Kontrol uygulamasına ait çiçek bozuklukları b) Co ⁶⁰ gama radyasyonu uygulemiş elektrik çiçeklerinde çiçek bozuklukları.....	51
Şekil 4.18. (a) 329 Gy uygulamasına ait 71. bitkinin boğum araları (b) 329 Gy uygulamasına ait 71. bitkinin sürgün uzunluklarının gösterimi.....	52
Şekil 4.19. a) Kontrol grubu elektrik çiçeği b) 329 Gy uygulamasına ait 61. bitkinin çiçek yapısındaki farklılıklar c) 402 Gy uygulamasında bulunan 171. bitkinin çiçek yapısı d) 365 Gy uygulamasına ait 111. bitkinin çiçek yapısı	53
Şekil 4.20. Kontrol (0), 329 , 365 (LD ₅₀) ve 402 Gy uygulamaları çiçek çapı denemesinde ortalamalar arasındaki istatistiksel farkların gösterimi	54
Şekil 4.21. Kontrol, 329, 365 ve 402 Gy dozlarına ait çiçek çapı dağılımlılarını gösteren kutu grafiği	55
Şekil 4.22. a) Kontrol uygulaması dördüncü tekerrüre ait elektrik çiçekleri b) 329 Gy uygulaması ikinci tekerrür birinci bitkisine (111. bitki) ait elektrik çiçekleri	56
Şekil 4.23. a) 329 Gy uygulaması birinci tekerrüre ait elektrik çiçekleri b) 329 Gy uygulamasına ait ikinci tekerrür elektrik çiçekleri.....	57
Şekil 4.24. Kontrol, 329, 365 ve 402 Gy dozlarına ait çiçek sayısı dağılımlılarını gösteren kutu grafiği	58
Şekil 4.25. Kontrol, 329, 365 ve 402 Gy dozlarına ait toplam hasat ağırlıklarının dağılımını gösteren kutu grafiği	59
Şekil 4.26. Kontrol, 329, 365 ve 402 dozlarına ait çiçek başına ağırlıkların dağılımını gösteren kutu grafiği	60
Şekil 4.27. Kontrol, 329, 365 ve 402 Gy dozlarına ait ilk çiçeklenme gün dağılımlılarını gösteren kutu grafiği.....	61
Şekil 4.28. Kontrol, 329, 365 ve 402 Gy dozlarına ait çiçekli kaldıkları sürelerin dağılımlılarını gösteren kutu grafiği.....	62

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Elektrik çiçeği tohumlarının nem içerikleri ile ilgili veriler.....	16
Çizelge 4.2. Elektrik çiçeği tohumlarının son tohum ağırlığı (STA) ve nem içeriğine ait bazı özet istatistikler.....	16
Çizelge 4.5. LD ₅₀ değeri hesaplamasında kullanılan kontrol, 40, 80, 120, 160 ve 200 Gy dozlarında Co ⁶⁰ ışını uygulanmış elektrik çiçeği tohumlarının çimlenme ile ilgili parametreleri.....	24
Çizelge 4.6. LD ₅₀ değeri hesaplamasında kullanılan kontrol, 100, 200, 300, 400 ve 500 Gy dozlarındaki Co ⁶⁰ ışını uygulanmış elektrik çiçeği tohumlarının çimlenme ile ilgili değişkenleri.....	29
Çizelge 4.7. Kontrol, 329, 365 ve 402 Gy dozlarındaki Co ⁶⁰ ışını uygulanmış M ₁ jenerasyonu elektrik çiçeği tohumlarının çimlenme ile ilgili değişkenleri	32
Çizelge 4.8. Kontrol, 20, 40, 60, 80 ve 100 Gy uygulamalarında çeşitli bitki parametrelerinin tekerrürler ortalaması.....	34
Çizelge 4.9. Kontrol, 40, 80, 120, 160 ve 200 Gy uygulamalarında çeşitli bitki parametrelerinin tekerrürler ortalaması.....	37
Çizelge 4.10. Kontrol, 100, 200, 300, 400 ve 500 Gy uygulamalarında çeşitli bitki parametrelerinin tekerrürler ortalaması.....	39
Çizelge 4.12. Elektrik çiçeği bitkilerinde ölçülen spad değerlerinin ortalaması, en düşük ve en yüksek değerler	50
Çizelge 4.13. Elektrik çiçeği Co ⁶⁰ uygulaması çiçek sayısı, toplam hasat ağırlığı ve çiçek başına ağırlıkları uygulamaların ortalama değerleri	60
Çizelge 4.14. Elektrik çiçeği çiçeklenme gün ve süreleri ile ilgili veriler	62

1. GİRİŞ

Spilanthes oleracea L. ya da diğer adlarıyla *Acmella oleracea* L. ve *Spilanthes acmella* Murr. Asteraceae familyasına ait ilk defa Peru'da keşfedilen, tropikal ve subtropikal bölgelerde yaygın olarak bulunan ve 30-45 cm boya ulaşabilen çok yıllık otsu bir bitkidir (Sings vd. 2011; Maggini vd. 2021). Brezilya'da birçok festivalde kullanılan Amazon Bölgesi'ne özgü isimleri Jambu, su teresi, çılgın çimen ve düğün çiçeği olan elektrik çiçeğinin gıda endüstrisinde (yemek ve salatalar) kullanımının yanı sıra tıbbi, endüstriyel (böcek öldürücü) ve süs bitkisi olarak kullanımı da mevcuttur (Coutinho ve Figueiredo 2006). Sebze olarak çiğ ya da pişirilerek tüketilebileceği gibi mentol benzeri aroması nedeniyle baharat olarak da tüketilmektedir (Lalthanpuji vd. 2020). Yaprakları ve yaprak sapları Brezilya'nın kuzeyinde bulunan Para eyaletinde 'tasaca' ve 'pato no tucupi' gibi yerel yemeklerde kullanırken, pirinç ve pizzalarda da yaygın olarak kullanılmaktadır (Barbosa vd. 2015). Yaprakları yenildiği zaman oldukça etkilidir. Çiğnendiği zaman ağızda uyuşukluk ve karıncalanmaya neden olur. Fakat bu etki bitkinin gelişme dönemlerine göre artıp azalmaktadır ve en etkili olduğu zaman çiçeklenme döneminin yaklaştığı dönemdir (Sing vd. 2011). Bu baharatlı tadı amid ve spilanthol maddelerinden kaynaklanmaktadır ve gövde, yaprak ve çiçekleri yendiği zaman ağızda tükürük bezlerini çalıştırmakta ve anestetik bir etkiye neden olmaktadır (Poltronieri vd. 1998). Elektrik çiçeğinin yapraklarında, köklerinde ve çiçeklerinde bulunan spilanthol bitkinin ana kimyasal bileşenidir (Cavalcanti 2008). Demir ve kalsiyum gibi elementlerce zengin olduğu kadar, B1, B2, B3, C ve A vitaminlerince de zengindir (Costa vd. 2010). Yapraklarının kaynatılarak ya da demlenerek içilmesi ya da çiçeklerinin tüketilmesinin kekemelik ve diş ağrısına iyi geldiği bildirilmiştir (Holetz vd. 2002). İçerdiği uçucu yağlar nedeniyle kozmetik sanayisinde kırıksık önleyiciler için hammadde olarak kullanılan elektrik çiçeğinin ağız sağlığı açısından standart bazı ilaçlara göre tükürükteki bazı bakterilerin temizliğini daha iyi sağladığından ilaç sanayinde kullanımı da rapor edilmiştir (Vlachojannis vd. 2018; Martins vd. 2012).

Çiçekleri parlak yeşil renkli ve çiçeklerin uç kısımları pas kırmızısı rengindedir. Yaz ortası ve sonları çiçek açarak sürekli çiçekli kalabilir. *Spilanthes oleracea*'nın petal çiçekleri yoktur ama göz küresine benzer şekilde ve uçları pas kırmızısı altın sarısı renkte muhteşem çiçek tomurcuklarına sahiptir. Bu yüzden İngilizce literatürlerde 'eyeball' yani 'göz topu' çiçeği olarak adlandırılır (Sing vd. 2011). Hermafrodit çiçek yapısında olan elektrik çiçeğinin kendi kendine tozlaştığı kabul edilir, fakat; aynı zamanda kendi kendine tozlaşmayı önleyen protandri de mevcuttur (Homma vd. 2011; Singh ve Chaturvedi 2010). Dişicik borusu, anterlerin üst kısmında gelişir ancak dıştaki stigmaların zaten polenle dolu olduğu görülür. Bu kendi kendine tozlaşma biçimine cleistogamy denir (Homma vd. 2011). Tohumlarının çimlenmesi ise dördüncü günde başlamakta, sekizinci günde stabilize hale gelmektedir (Poltronieri vd. 1998).

Elektrik çiçeği en iyi organik maddece zengin, kumlu-killi topraklarda ve 25,9 °C sıcaklık, yıllık 2761 mm yağış ve %80 civarında hava bağıl nemine sahip iklim koşullarında yetişmektedir. Kalsiyum açısından zengin ve düşük kalorili bir bitki olan elektrik çiçeği yetiştiriciliği genellikle küçük aile işletmeleri tarafından yapılmaktadır. Beyaz ve yeşil jambu olmak üzere iki adet ticari çeşidi bulunmaktadır. Aralarındaki tek fark renklerinden kaynaklanmaktadır. Beyaz jambunun yaprakları açık yeşil, yeşil jambunun ise koyu renkli yaprakları bulunmaktadır (Poltronieri vd. 1998).

Literatürde elektrik çiçeğine ait yapılmış çalışmaların son derece az olduğu tespit edilmiştir. Çok yönlü kullanıma sahip olan bu bitki üzerine yapılmış çalışmalar çoğunlukla içerdiği maddeler ve tıbbi amaçlı kullanıma yönelik çalışmalar olmuştur.

20.yüzyılın sonlarında, bitkilerde mutajenlerle yapılan deneyler sonucunda bitki ıslah çalışmalarında mutajenlerin potansiyel kullanımının önü açılmıştır. Son on yıl boyunca, genomik ve moleküler tekniklerin bitki mutajenleri araştırmalarının bir parçası haline gelmesiyle indüklenen mutant bitkiler genomik çalışmalarda temel bir kaynak oluşturmıştır. Mutajenler temel çalışmalarda ve pratik ıslah programlarında yaygın bir araç olarak kullanılmaktadır (Forster ve Shu 2012). Mutajen uygulamaları ile elde edilen mutasyonlar, uyarılmış mutasyonlar olarak tanımlanmaktadır (Ahloowalia vd. 2004). Canlılar aleminde genetik çeşitliliği sağlayan en önemli kaynaklar arasında sayılan mutasyonlar, somatik veya üreme hücrelerinde aniden olabileceği gibi rastgele ya da mutajenler yardımıyla yapay olarak da ortaya çıkabilen kalıtsal değişimlerdir. Bitkiler aleminde genetik çeşitliliğin en önemli nedenlerinden birisi olan mutasyonlar, mutant karakterlerin ve yeni türlerin meydana gelmesinde oldukça etkin rol oynamaktadırlar. Fakat canlının mevcut şartlara daha iyi uyum sağlaması gibi belirli bir amaç için değil tamamen rastgele ortaya çıkarlar ve faydalı olanlar seçilerek korunurlar. Aksi halde zamanla kaybolacaklardır. Melezleme ıslahında genetik çeşitlilik rekombinasyonlar veya segregasyonlarla, mutasyon ıslahında ise gen kromozom ve ploidy mutasyonlarıyla yaratılmaktadır. Mutasyon ıslahının amacı; daralan genetik çeşitliliğin genişletilmesi, gen kaynağı koleksiyonlarına yeni allellerin kazandırılması ve mutant çeşitlerin geliştirilmesidir (Baydar 2020). Uzun yıllar mutasyonların kendiliğinden oluştuğu sanılıyordu, fakat doğal mutasyonların oluşması çok düşük olasılıklarda gerçekleşmektedir (Broerties ve Harten 1978). Mutasyonlar küçük ve lokalize olabilirler veya kromozomda büyük yapısal değişikliklere yol açabilirler. Farklı aminoasitlerin transkripsiyonuna sebep olan mutasyonlar, muhtemelen protein katlanmasında veya enzimin aktif bölgesinde değişikliklere yol açmasıyla, genellikle fenotipik değişimlere yol açmaktadırlar. Mutasyonların birçoğu heterozigot olduklarından ilk jenerasyonda fark edilemezler bu yüzden mutasyona uğrayan popülasyonun alt ürünlerine de bakmak gerekmektedir (Stewart 2016). Popülasyon içinde meydana gelen mutant bireylerin oranının çok az olması veya bireylerin kromozom ve gen yapılarında ciddi değişimler olması bulundukları çevreye uyum sağlamaları ve varlıklarını sürdürebilme şanslarını oldukça düşürmektedir. Kalıcı mutasyonlar genellikle eşey hücrelerinde meydana gelir. Somatik hücrelerde meydana gelen mutasyonlar sadece bitkinin canlı olduğu süre içerisinde etkilidirler yani nesilden nesile aktarılmazlar. Mutasyon sonrası seleksiyon için pedigrî, bulk veya tek tohum soyu gibi geleneksel seleksiyon metodları kullanılabilir. Pedigrî yöntemini kullanmak daha avantajlı olabilmektedir (Eren vd. 2021).

Mutasyon ıslahında ilk olarak bitkilerin radyosensitivitesi ve LD₅₀ değerlerinin hesaplanması gerekmektedir. Aksi halde aşırı doz uygulamalarında çok fazla bitki kaybı yaşanabilmektedir (Chaturvedi vd. 2017). Bu adımı göz ardı edersek, mutajen dozu yüksek veya düşük olabilir bu durumda mutasyon sıklığını etkileyebilmektedir. Ölümcül doz (LD₅₀) fiziksel ya da kimyasal mutajen uygulanmış test organizmalarının yarısının ölmesi için gereken doz miktarını ifade etmektedir (Talebi vd. 2012). Çünkü mutajen dozundaki artışlar DNA hasarlarına yol açmakta bu da bitki ölümlerine neden olmaktadır (Shu vd. 2012). LD₅₀ değeri bitkilerin yüzde 50'sinin ölmesi için gereken doz miktarıdır. Bu değer ile bitkilere minimum zarar verip maksimum seviyede canlı bitki elde edilmeye

çalışılmaktadır. Bu çalışmanın amacı; üzerinde mutasyon ıslahı çalışması hiç yapılmamış olan yenilebilir bir çiçek *S. oleracea* tohumlarına farklı dozlarda Co^{60} ışını uygulayarak, uygun istatistik analiz ile LD₅₀ değeri hesaplamak, ayrıca düşük dozların çimlenme, kök ve sürgün uzunluğu, yaprak genişliği, uzunluğu ve sayısı, bitki ve kök yaş ağırlığı üzerine olumlu ya da olumsuz etkilerini gözlemlemek, tespit edilen LD₅₀ değerinde ışınlanan tohumların M₁ jenerasyonlarında çiçeklenme süresi, verimi ve kalitesi (çiçek çapı, klorofil ve renk değerleri) üzerine etkilerini incelemek ve sonuç olarak uygun çeşit ve ebeveyn hat adayları elde etmektir.



2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Süs Bitkileri zerine Mutasyon Islahı alışmaları

iek, gonca, yaprak, dal, meyve veya yapısal formları ile görsellik sağlayan ss bitkilerinin dünya 2012 yılı üretim değerleri incelendiğinde 66 milyar 363 milyon dolar üretim değerine sahiptir. En fazla üretim değerine sahip ülkeler arasında ABD, in, Hollanda, Japonya, İtalya ve Almanya gelmektedir. Dünyada süs bitkileri ihracatının 21.76 milyar dolar değerindeki payından Hollanda 10.79 milyar dolar ile en çok payı almaktadır (Kazaz vd. 2015). Ülkemizde ise 2021 yılında süs bitkileri ihracatı 130.17 milyon dolar ithalatı 49.57 milyon dolar olmuştur (TÜİK 2021).

Süs bitkileri mutasyon ıslahı için çok uygundur. Çünkü orijinal çeşitteki özellikler değiştirilmeden mutajenler ile, iek rengine mutasyonlara yol açabilir. Ayrıca mutajenlerle muamele edilmiş bitkilerde ekonomik açıdan ilgi çekici birçok karakter, yani iek özellikleri ve büyüme alışkanlıkları kolayca takip edilebilir. Birçok çok süs bitkisi heterozigottur ve sıklıkla vejetatif olarak çoğaltılabilir ve bu yüzden mutantların saptanmasına, seçilmesine ve korunmasına izin verir (Schum ve Preil 1998; Hasbullah vd. 2012). Mutasyon ıslahı ss bitkilerinde renk ve şekil açısından farklı mutant bitkiler elde etmede büyük rol oynar (Broertjes 1966). Klasik ıslah yöntemleri ile de arzu edilen özellikleri geliştirmek mümkündür. Ancak bazı çeşitlerde oldukça kısıtlı bir gen havuzu olması, kromozom sayısı fazla olan çeşitler, yüksek heterozigotluk ve kendine döllenme sorunlarının olduğu durumlarda klasik ıslah yöntemlerini kullanmak zor olabilir (Minano vd. 2009).

Genetik varyasyonlardaki yavaş ilerlemeler nedeniyle klasik ıslah yöntemleri ile bir ürün çeşidi geliştirmek uzun zaman alabilir. İndüklenmiş mutasyonlar ise kısa sürede genetik varyasyonun oluşmasında önemli rol oynamaktadırlar. Son birçok yıldır mutasyon ıslahı birçok ülkede benimsenmekte ve popüler hale gelmektedir. Kalitatif ve kantitatif özellikler bakımından meyve, sebze, tıbbi bitkiler ve süs bitkilerinde başarıyla uygulanmaktadır (Pandit vd. 2021).

Mutajenler, mutasyon frekansını artırarak genetik varyasyona neden olurlar. X-ışını, -ışını ve nötron ışını fiziksel mutajenler arasında sayılırken, etil metan slfanat (EMS), etilemin (EI), nitroetil retan (NEU) mutasyon yaratmada kullanılan etkin kimyasal mutajenlerdir (Welsh 1981). Mutajenler yaygın olarak tohumlara uygulanmaktadır. Tohuma uygulanan mutajenin çeşidi, dozu ve süresi, tohumun DNA miktarı ve yapısı, tohumun yaşı ve nem içeriği hatta ortamın oksijen yoğunluğu ve sıcaklığı faktörleri mutasyon frekansı üzerine oldukça etkili olmaktadır (Kuckuck vd. 1991).

Mutasyonlar yer yüzündeki bitki çeşitliliği ve evriminin köşe taşıdır. Tek nükleotid seviyesinden genom seviyesine kadar mutasyonları indüklemek için elimizde gerekli mutajenler mevcuttur. İndüklenmiş mutasyonlar sadece yeni çeşitler ve mevcut eşitleri daha iyi hale getirmekle kalmamış aynı zamanda gen fonksiyonları ve biyokimyasal olayları anlamamıza giderek daha fazla katkıda bulunmuştur (Pathirana 2021).

Mutasyon ıslahı geçtiğimiz 50 yıllık süreç içinde yürütülen biyoteknolojik yöntemlere göre daha az bir maliyetli olması ve özellikle kendine döllen bitkilerde tek genle kontrol edilen ve basit kalıtım gösteren karakterlerin geliştirilmesinde önemli bir avantaja sahip bir teknik olarak karşımıza çıkmaktadır. (Eren vd. 2021).

Mutasyonların rasgele ortaya çıkan ve genellikle olumsuz özellikler taşıyan mutanları ortaya çıkarttıkları bilinse de bazen doğada kendiliğinde de meydana gelen mutasyonlar sonucu, birçok türün tarımsal özelliklerinde iyileşmelere neden olmuştur. Örneğin yabani bir gül türünde dikenlilik karakterinden sorumlu baskın bir allel mutasyon geçirerek dikensizlik karakterine neden olan çekinik allele dönüşebilir. Eğer dikenli bir gül türünün doğal habitatında dikensiz güllere rastlanıyorsa bunların mutant olduğu düşünülebilir. Tek sap ve tek tabla oluşturan bodur ayçiçeği, dikensiz, tırmanıcı, sarılıcı bodur güller, çiçek renkleri ve şekilleri farklı süs bitkileri ve farklı kokulardan oluşan aromatik bitkilerde elde edilmiştir. *Hibiscus subdarıfa* gibi uyum alanı oldukça dar olan bitkilerin mutasyonu sayesinde, bu bitki binlerce kilometre uzaklarda da yetiştirilmeye başlanmıştır. Eğer mutasyonlar kendiliğinden ve rasgele ortaya çıkarak genetik çeşitlilikte bu kadar etkin rol oynuyor ise yapay olarak oluşturuldukları zaman bitki ıslahında ve genetik araştırmalarda kullanılabilecekti. Ayrıca melezleme ıslahında olduğu gibi farklı genotiplerin çaprazlama işlemine ihtiyaç olmadığı gibi tek bir genotip mutasyon ıslahı çalışmalarının yapılması için yeterli olmaktadır (Baydar 2020).

1930’larda pratik mutasyon ıslahının başlangıcından bu yana, bu teknik süs bitkilerinde kullanılmıştır (Schum 2003). Geçmişten günümüze kadar 3.364 mutant bitki rapor edilmiştir. Bunlarında 729 tanesini süs bitkileri oluşturmaktadır (IAEA 2021). Yani rapor edilmiş mutant bitkilerin yaklaşık %22’si süs bitkileridir. En çok geliştirilen çeşit ise %37 ile kasımpatıdır. Bunu %16 ile gül takip etmektedir (IAEA 2021). Süs bitkilerinde en çok mutant bitki çiçek renginde rapor edilmiştir. Sunulmuş çok miktarda süs bitkisi çeşidi mutasyon ıslahı ile elde edilmiştir. Bugüne kadar rapor edilenlerin aksine bir bu kadar da rapor edilmemiş mutant bitki olduğu düşünülmektedir. Çünkü birçok süs bitkisi ıslahçısı uygulamış oldukları metotları ve çeşitlerin kökenini açıklamak istememektedir. Tarihte ise 17. yüzyılın sonuna doğru Japonya’da doğal mutasyon sonucu Gündüzsefası (Morning Glory) olduğu düşünülmektedir (Stewart 2016).

FAO veri tabanında resmi olarak yayınlanan verilere göre bitki materyallerine en sık uygulanan radyasyonun gama radyasyonu olduğu bildirilmiştir. Bunun ana nedeni daha yüksek etkinlikten ziyade uygulamasının kolay olmasıdır. Gama radyasyonun yoğunluğuna bağlı olarak bitki büyüme ve gelişmesinde morfolojik, biyokimyasal ve yapısal değişikliklere yol açabilir. Mutajenler kendi kendine uyumluluk, bitki boyu, çiçeklenme süresini, meyve rengini, meyve olgunlaşmasını hastalık ve zararlılara karşı direnci etkileyen yapıcı özellikleri teşvik edebilir (Anne ve Lim 2020).

Süs bitkilerinde rapor edilen ilk mutant bitki 1949 yılında Hollanda’da De Mol tarafından lalede (*Tulipa* sp.) ‘Fantasy’ isimli çeşitten X-ray radyasyonu kullanılarak elde edilen ‘Faraday’ isimli mutant çeşittir. Bu mutasyon çiçek renginde kaydedilmiştir. Bu çeşit aynı zamanda süs bitkilerinde ticari olarak piyasaya sürülen ilk mutant çeşittir. 1960 yılında ise Amerika’da gül (*Rosa* sp) tomurcuklarına uygulanan gamma radyasyonu ile 2 farklı tonda pembe gül ile mildiyöye dayanıklı ‘Pink Hat’ çeşidi geliştirilmiştir. 1969 yılında yine Hollanda’da *Streptocarpus* sp. yapraklarına X-ray ve kolhişin uygulamasıyla koyu mavi çiçek rengine sahip ile tetraploid bitkiler elde edilmiştir. Böylelikle süs

bitkilerinde kimyasal mutajenlerin de kullanılmasıyla ilk elde edilen çeşit ‘Cobalt Nymph’ isimli çeşit olmuştur (IAEA 2021). Bugüne kadar elde edilmiş 236 mutant kasımpatı (krizantem) çeşidi Hollanda pazarının nerdeyse %40’ını oluşturmaktadır (Teixeria da Silva 2004). Kimyasal, fiziksel ya da biyolojik mutagenler uyarılmış mutasyonlara neden olabilmektedirler. Fiziksel mutagenler kolaylıkla uygulanabilmeleri, düşük maliyetli ve toksik etkileri olmaması nedeniyle en çok tercih edilen mutagenler olmaktadır (Kharkwal vd. 2004; Jain 2005; Jain 2010). Kimyasal mutagenler çok toksik olmaları ve kullanılan materyallerin yapılarına zarar vermesi nedeniyle tercih edilmezler bu yüzden fiziksel mutagenler %78 oranında kullanılmaktadır (Sagel vd. 1994).

S. oleracea böcek ve açık tozlanan bir tür olduğu için yüksek oranda heterojen bir yapıya sahiptir. Buda yüksek derecede genetik çeşitliliğe neden olur (Dandin vd. 2014). Ancak gen havuzu sınırlı ve kromozom sayısı fazla olan türlerde kendi kendine dölleme ile ilgili sorunlar yaşanmakta ve bu durum klasik ıslah yöntemlerine alternatif yöntemlerin denenmesini gerektirebilmektedir (Minano vd. 2009). Arzu edilen özellikler tozlanma ile elde edilebilir ancak indüklenmiş mutasyonlar evrim ile kaybolan özelliklerin geri kazanılmasını sağlayabilmektedir (Chaudhary ve Chaudhary 2014).

Spilanthes cinsi özlerinin, formülasyonlarının ve biyoaktif bileşenlerinin, farmasötik ve kozmetik endüstrilerinde geniş bir potansiyel uygulama yelpazesine sahip olduğunu bildirilmiştir. *Spilanthes* cinsinde mevcut başlıca fitokimyasallar doymuş ve doymamış alkil ketonlar, alkamidler, hidrokarbonlar, asetilenler, laktonlar, alkaloidler, terpenoidler, flavonoidler ve kumarinlerdir. Bunlar farmakolojik aktiviteden sorumlu olduğu düşünülen ana bileşenlerdir. Bu cinse ait türlerde spilanthol, amid ve scopoletin bileşikleri bol miktarda bulunmaktadır (Paulraj vd. 2013).

2.2. Asteraceae Familyası Üzerine Yapılmış Çalışmalar

Asteraceae familyasında yer alan *Helianthus annuus* (ayçiçeği) türü tohumlarına 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800 ve 900 Gy dozlarında ışınlamanın yapıldığı ve Co⁶⁰ gama ışınlamanın etkilerinin gözlemlendiği bir çalışmada bitki boyu, kök uzunluğu, kök hacmi, kuru ağırlık gibi özellikler incelenmiştir. Çalışmada radyasyon dozu arttıkça çimlenme ve filizlenme yanı sıra bitki boyu, kök hacmi ve kuru ağırlığın azaldığı tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda 100 Gy ve 200 Gy’lik dozların bitki boyu ve kök uzunluğu üzerine uyarıcı bir etkiye sahip olduğu ve ayçiçeğinde genetik değişkenliği tetiklediği, ancak 300 Gy üzerindeki dozların yüksek olacağı bildirilmiştir (Diaz vd. 2018).

Lactuca sativa (marul) türünde (Asteraceae) yapılmış bir çalışmada 2 Gy ’den 70Gy’e kadar gama ışını uygulamalarının tohumların çimlenmesi üzerine etkileri araştırılmış ve 2, 5, 15, 30 Gy dozlarının çimlenme üzerine olumlu etkisi olduğu, 70 Gy dozun ise kontrol grubuna göre %8.33 daha düşük çimlenme oranına sahip olduğu bildirilmiştir (Marcu vd. 2013).

Bir literatürde de Asteraceae familyasından bazı bitkilerde LD₅₀ değerleri *Gerbera* sp. tohumları için 100 Gy, *Helianthus debilis* tohumları için 130 Gy, *Lactuca sativa* tohumları için 69.1 Gy olarak bildirilmiştir (Shu vd. 2012).

2.3. Klorofil ve Renk Ölçümleri

Minolta SPAD metre (Minolta Co., Ltd., Osaka, Japonya) bitkilerin yeşil yapraklarındaki klorofil miktarını hızlı ve zarar vermeden ölçmek için kullanılan elde tutulan bir spektrofotometredir. SPAD metre Japonya’da ilk olarak pirinç üretiminde azot yönetimi için geliştirilmiştir ve bu amaçla kullanılmaktadır (Bullock ve Anderoson 1998). SPAD metre iki adet ışık yayan diot (650 ve 940 nm) ve fotodiot dedektör vasıtasıyla yapraklardaki kırmızı dalga boyu ve kızılötesi ışınlar faydalanarak yaprakların klorofil değerlerini ölçmektedir (Markwell vd. 1995). SPAD metre Inada’nın (1963) prensipleri ile tasarlanarak üretilmiştir (Inada 1963). Hasbullah ve diğerleri (2012) farklı dozlarda ışınlamalardan sonra *Gerbera jamesonii* çiçeklerindeki klorofil içeriğinin, kontrol uygulamasındaki bitkilere kıyasla nispeten daha düşük olduğunu gözlemlemiştir. 100 Gy dozlarındaki gama radyasyonunun *Cullen corylifolium* L. Medik. Bitkisinin klorofil a ve b içeriklerinde önemli bir artışa neden olarak pigmentleri aktive etmiş ve gelişme aşamasındaki bitkilerdeki şeker içeriğini önemli ölçüde artırmıştır (Jan vd. 2013). Buna ilaveten yüksek dozlarda gama radyasyonu pigment aktivesini bozarak fotosentez kapasitesini etkileyebilmektedir (Strid vd. 1990).

Görsel renk seçiminde en çok Munsell renk sistemi kullanılmaktadır. Fakat bu renk sisteminin eksik olduğu noktalardan dolayı Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE) tarafından yeni bir renk sistemi geliştirilmiştir. Bu sistem rengi L*(açıklık-koyuluk-parlaklık değeri), a* (kırmızılık yeşillik oranı), b* (sarılık mavilik oranı) olmak üzere üç koordinatta tanımlamaktadır (Tunçdemir vd. 2012). Bir de ana renk olarak tanımlanan Hue değeri mevcuttur. Munsell; “bir renk ailesinin diğerinden ayırmaya yarayan değerdir, sarıyı kırmızıdan, yeşili mavi ve mordan ayırmamızı sağlar” şeklinde kendi sözleriyle Hue değerini ifade etmiştir (Sengez ve Dörter 2019).

2.4. Öldürücü Doz (LD₅₀) Değeri

Bitki ıslahçıların isteği mutasyon sıklığının yüksek olması ve fizyolojik zararların en düşük seviyede olmasıdır. Bu yüzden ışınlama işlemi yeterli ve etkili bir dozda uygulamak için ise “öldürücü doz (LD₅₀)” veya “yaşama oranını %50 azaltan doz” kavramlarını belirlemek gerekmektedir. Wehr (1987) ise öldürücü doz (LD₅₀) değerini tohumlara mutajen uygulandığında %50’sinin çimlenmesini ve canlı tohum verecek bitkiler oluşturması olarak tanımlamıştır. Kısaca “öldürücü doz (LD₅₀) değeri tohumların %50’sinin çıkması için gereken doz miktarıdır ve bu öldürücü doz değeri bitki tür ve çeşitlerine göre farklılık göstermektedir. Bu yüzden, mutasyon ıslahı çalışmalarında öncelikle üzerinde çalışılan tür ve bu farklı türün genotipleri için uygun mutajen dozunun belirlenmesi gerekmektedir. Bunun içinde mutajen uygulanmış M₁ bitkilerinde ölüm oranı, fide büyümesinde azalma ve kısırılık gibi değişkenler incelenmektedir (Bağcı ve Mutlu 2011; İçel 2019).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Çalışma materyali olarak *Spilanthes oleracea* tohumları kullanılmıştır. Tohumlar özel sektördeki bir firmadan temin edilmiştir. Çalışma Akdeniz Üniversitesi modern donanımlı cam seralarda 7 numaralı kompartmanda (36°53'59.2"N 30°38'52.4"E) yürütülmüştür.

3.2. Metot

3.2.1. Tohum nem içeriğinin belirlenmesi ve tane ağırlığı

Elektrik çiçeği tohumlarının nem içeriği ISTA (1993) kurallarına göre belirlenmiştir. Tohumlar 1 gram ağırlığında 4 tekrerr olacak şekilde 105 °C'de 17 saat etüv cihazında fırın metodu ile bekletilmiştir. Tohumların başlangıç ağırlıkları ve elde edilen son ağırlıkları ile aşağıdaki formüle (3.1) göre de tohumların başlangıçtaki nem içerikleri belirlenmiştir.

$$Nem\ içeriği\ (\%) = \frac{BTA - STA}{BTA} \times 100$$

(3.1)

BTA: Başlangıçtaki tohum ağırlığı

STA: Son tohum ağırlığı

Elektrik çiçeği tohumlarının tane ağırlığı hassas terazide 1000 adet tohum sayılarak ölçülmüştür. Daha sonra 1 gramında kaç adet tohum bulunduğu sayılmıştır.

3.2.2. Tohumların ısınlanması ve ekilmesi

Spilanthes oleracea'da daha önce mutasyon ıslahı üzerine yapılmış bir çalışma bulunmadığı için, *Asteracea* familyasında diğer türlerdeki mutasyon ıslahı çalışmalarında uygulanmış uygun dozlar üzerinden başlangıç doz olarak 20, 40, 60, 80 ve 100 Gy olarak belirlenmiştir. Tohumlar ısınlamak üzere alüminyum paketlerde kargo aracılığı ile Ankara'da bulunan Türkiye Enerji Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu (TENMAK) 'na gönderilmiştir. *Spilanthes oleracea* tohumları Ob-Servo Sanguis Co⁶⁰ kaynağında saatte 1062 Gray doz şiddetinde ısınlanmıştır. Tohumlar ekilmeden önce 24 saat steril saf suda bekletilmiştir. Saf suda bekletilmiş elektrik çiçeği tohumları ekilmeden önce hastalıklara karşı koruyucu ilaçlama olarak %2'lik maneb (%80 Maneb) çözeltisinde 30 dakika bekletilmiştir. Tohumlar daha sonra içerisinde 3:1 oranında torf ve perlit bulunan 108 gözlü viyollere tesadüfi parseller deneme desenine göre her tekrerrde 25 tohum, uygulamada 100 tohum olacak şekilde ekilmişlerdir. Deneme gama radyasyonu ile muamele edilmiş beş uygulama ve bir de kontrol uygulaması olmak üzere toplamda altı uygulamadan, her uygulama dört tekrerrden oluşmuştur. Ekim işlemi tamamlandıktan sonraki günlerde tohumların çimlenme sayıları 15 gün boyunca kaydedilmiştir. Fide boyuna gelen elektrik çiçeği tohumları otuzuncu günde yaşamayan bitkiler üzerinden ölüm oranları hesaplanmıştır. Elektrik çiçeği fideleri kök ve sürgün uzunluğu (mm),

yaprak genişliği (mm), yaprak uzunluğu (mm), yaprak sayısı (adet), bitki yaş ağırlığı (gr) ve bitki kök yaş ağırlığı (gr) ölçümleri için her tekerrürden rastgele 10 bitki seçilerek fizyoloji laboratuvarına alınmışlardır. Kök analizleri için fidelerin köklerinde bulunan torf ve perlit akan çeşme suyu altında köklere zarar vermeyecek hassasiyette yıkanarak temizlenmiştir. Üzerlerinde kalan su damlacıklarından kurtulmak ve hassas bir ölçüm yapmak amacıyla fideler filtre kâğıdı üzerinde bir süre bekletildikten sonra hassas terazi ve dijital kumpas yardımıyla daha önce belirtilen denemeye ait ölçümler yapılmıştır. Ölçüm ve analizler sonucunda yapılan istatistik analizlerine (Probit Analiz) göre LD₅₀ değeri için uygulanan dozların yeterli gelmediği görülmüş ve elektrik çiçeği tohumları 40, 80, 120, 160 ve 200 Gy dozlarında tekrar ışınlanmıştır. Ancak yapılan istatistik değerlendirmeler sonucunda LD₅₀ değeri için bu dozlarda da yeterli ölüm oranına ulaşılamamış ve elektrik çiçeği tohumları 100, 200, 300, 400 ve 500 Gy dozlarında tekrar ışınlanmıştır. Bu uygulama sonucunda yeterli ölüm oranına ulaşılabilmiş ve LD₅₀ değeri hesaplanabilmıştır. Tüm ışınlama işlemlerinde aynı metodoloji kullanılmıştır.

3.2.3. LD₅₀ değerinin uygulanması ve M₁ jenerasyonları

Yukarıda bölüm 3.2.2’de anlatılan metodolojiye göre hesaplanan LD₅₀ değeri istatistik paket programı (SAS University Edition) üzerinden probit analizi ile hesaplanmıştır. Hesaplanan LD₅₀ değeri, LD₅₀ değerinin %10 altı ve %10 üzeri olmak üzere tohumlar Co⁶⁰ gama radyasyonu ile ışınlanmıştır. Işınlanan elektrik çiçeği tohumları ile tesadüf parselleri deneme desenine göre yeni bir deneme kurulmuştur. Üç ışın uygulaması ve kontrol uygulamasından oluşan dört uygulamayı içeren denemede, her uygulamada beş tekerrür her tekerrürde ise 50 tohum ve toplamda 1000 adet tohum kullanılmıştır. Yeni kurulan bu denemedeki ışınlanmış tohumlar M₁ jenerasyonlarını oluşturmuştur. LD₅₀ değeri denemesinin çimlenme sayıları on beş gün boyunca kaydedilmiştir. Otuzuncu günün sonunda ölen fideler sayılmıştır. Serada alan ve ışın gücü yetersizliği nedeniyle otuzuncu gün sonunda her tekerrürden 10’ar adet yaşayan elektrik çiçeği fidesi 2 litrelik saksılara alınmıştır. Bu bitkilerde çiçeklenme periyodu boyunca ilk ve son çiçeklenme tarihleri, çiçeklenme gün sayıları, çiçek çapı (mm), çiçek ağırlığı (g/çiçek) ve çiçek sayıları (adet) belirlenmiştir. Elektrik çiçeğinde aday genotiplerdeki çiçek sayısı ve çiçek ağırlığına ilişkin değerler ölçülerek bitki başına çiçek verimi tespit edilmiştir. Bitki yapraklarından kolorimetre ile L* (parlaklık koyuluk), a* (+a*: kırmızı, -a*: yeşil) ve b* (+b*: sarı, -b*: mavi), değerleri ölçülmüştür. Işınlanan M₁ jenerasyonlarında gerekli analiz ve ölçümler yapıldıktan sonra M₂ jenerasyonlarının elde edilmesi için elektrik çiçekleri tohuma bırakılmıştır.

3.2.4. M₁ jenerasyonları klorofil değerlerinin ölçülmesi

Klorofil içerikleri elektrik çiçeği bitkilerinin çiçeklenme döneminde havanın açık ve güneşli olduğu bir günde saat 13.00-15.00 saatlerinde ölçülmüştür. Ölçme işlemi bitki yapraklarına zarar vermeyen klorofil içeriğini dolaylı yoldan ölçebilen taşınabilir klorofil metre cihazı olan Minolta SPAD-502 (Osaka, Japan) ile ölçülmüştür. SPAD-502 bitkilerin nitrojen durumunu belirleyen Minolta şirketi tarafından geliştirilmiş bir klorofil metre cihazıdır (Markwell vd. 1995). Her bitkiden 3 yaprak ölçme işlemi için kullanılmış ve bu yaprakların ortalama değerleri alınarak SPAD değerleri elde edilmiştir. Bu ölçülen 3 yaprak; ana sürgün üzerindeki en yaşlı yaprak, ortadan bir yaprak ve en tepedeki genç yapraklar ölçülerek yapılmıştır. Kısaca her bitkiden 3 yaprak her tekerrürden ise 30 yaprağın SPAD değeri ölçülmüştür.

3.2.5. M₁ jenerasyonları renk değerlerinin ölçülmesi

Renk ölçümleri için NR100 Precision Colorimeter (3nh Teknoloji Şirketi, Şenzen, Çin) ölçüm cihazı kullanılmıştır. Elektrik çiçeği ilk gelişen ana sürgün üzerindeki alt yaşlı yapraklardan, ortadan bir yaprak ve yeni gelişen genç yapraklardan birer örnek alınmıştır. Bu örneklerin ortalaması alınarak elektrik çiçeği yapraklarının L*(açıklık-koyuluk-parlaklık), a*(kırmızılık-yeşillik oranı) ve b*(sarılık-mavilik oranı) değerleri belirlenmiştir.



(a)



(b)

Şekil 3.1. a) Serada yaprak örneklerinde klorofil metre ile klorofil değeri ölçümü yapılırken; **b)** Yaprak örneklerinden kolorimetre ile renk değerleri ölçümü yapılırken

Kroma değeri bir canlılık indeksi ya da renklerin canlılığı veya yoğunluğunun bir ölçüsüdür. Düşük kroma değeri solgun, yüksek kroma değeri ise canlı renkleri ifade etmektedir (Lopez vd. 2013). Aşağıdaki formül 3.2.5.1'e göre hesaplanmaktadır.

$$Kroma = (a^2 + b^2)^{1/2} \quad (3.2.5.1)$$

Hue açısı 0° kırmızı mor, 90° sarı rengi, 180° mavimsi yeşili, 270° açı değeri ise mavi rengi göstermektedir (McGuire 1992). Aşağıdaki formül 3.2.5.2'e göre hesaplanmaktadır.

$$h^\circ = \tan^{-1} \left(\frac{b}{a} \right) \quad (3.2.5.2)$$

3.2.6. Tohum çimlenmesine ait hesaplamalar

Çimlenme ile ilgili değerlendirmelerde tek başına çimlenme oranının yeterli olmayacağı düşünüldüğünden aşağıda verilen çimlenmeye ait başka hesaplamaların da yapılmasına gerek duyulmuştur. Denemede aşağıda verilen tohum çimlenmesiyle ilgili hesaplamalar incelenmiştir.

- Çimlenme oranı
- Ölüm oranı
- Ortalama çimlenme süresi
- Çimlenme indeksi
- Çimlenme hızı katsayısı
- Çimlenme oranı indeksi
- Fide gücü indeksi
- Çimlenme zaman yayılımı

Çimlenme oranı değeri aşağıdaki formülere göre hesaplanmıştır. En yüksek çimlenme oranı değeri popülasyondaki en yüksek çimlenme sayısını vermektedir (Gosh vd. 2014).

$$\text{Çimlenme Oranı}(\text{ÇO})(\%) = \frac{\text{Çimlenen tohum sayısı}}{\text{Toplam tohum sayısı}} \times 100 \quad (3.2.6.1.)$$

Ölüm oranı (ÖO): Otuzunca günde hayatta kalan fideler sayılarak ölüm oranı belirlenir.

$$\text{Ölüm oranı}(\text{ÖO})(\%) = 100 - \left(\frac{\text{Hayatta kalan bitki sayısı}}{\text{Ekilen tohum sayısı}} \times 100 \right) \quad (3.2.6.2)$$

Ortalama çimlenme süresi değeri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Ellis ve Roberts 1981; Sivritepe 2012). Ortalama çimlenme süresi, bir tohumun çimlenmesini başlatmak ve bitirmek için ihtiyaç duyduğu ortalama süreyi temsil etmektedir. Ortalama çimlenme süresi değeri en düşük olan tohum lotu en hızlı çimlenmeye sahiptir (Orchard 1977).

$$\text{Ortalama Çimlenme Süresi}(\text{OÇS}) = \frac{\sum Dn}{\sum n} \quad (3.2.6.3)$$

D: Denemenin başlangıcından itibaren geçen gün sayısı

n: D günde çimlenen tohum sayısı

Çimlenme indeksi değeri aşağıdaki formülde Benech vd. (1991) tarafından yeniden düzenlenmiş haliyle verilmiştir. Çimlenme indeksi (Çİ), çimlenmenin hem

yüzdesinin hem de hızının değerini vermektedir. İlk çimlenen embriyolara veya tohumlara maksimum aritmetik değer, daha sonra çimlenenlere ise daha az aritmetik değer verilmektedir. En düşük değer 15 günde çimlenen tohumlar için olacaktır. Bu nedenle, çimlenme indeksi hem çimlenme yüzdesini hem de hızını vurgular. Daha yüksek bir çimlenme indeksi değeri, daha yüksek bir çimlenme yüzdesini belirtmektedir (Benech vd. 1991).

$$\text{Çimlenme İndeksi (Çİ)} = (15x) + (14xn_2) + \dots + (1 \times 1n_{15})$$

$n_1, n_2, n_3 \dots n_{15}$: 15.güne kadar birinci, ikinci ve sonraki günlerde (3.2.6.4)

çimlenen tohum sayısı; 15, 14, ... ve 1 sırasıyla birinci, ikinci ve sonraki günlerde çimlenen tohum sayısına verilen değer.

Aşağıdaki formüle göre hesaplanan çimlenme hızı katsayısı (ÇHK) değeri, çimlenme hızını göstermektedir. Çimlenen tohumların sayısı arttıkça ve çimlenme için gereken süre azaldıkça bu değer artmaktadır (Jones ve Sanders 1987).

$$\text{Çimlenme Hızı Katsayısı (ÇHK)} = \frac{N1 + N2 + \dots + Nx}{100xN1T1 + \dots + NxTx} \quad (3.2.6.5)$$

T: N'ye karşılık gelen gün sayısı

N: Her gün çimlenen tohum sayısı

Çimlenme oranı indeksi, temelde her gün çimlenen tohumların o gün içindeki çimlenme yüzdesini vermektedir (Esechie 1994). Kısacası çimlenme periyodunun her günündeki çimlenme yüzdesini yansıtmaktadır.

$$\text{Çimlenme Oranı İndeksi (ÇOI)} \left(\frac{\%}{\text{gün}} \right) = \frac{G1}{1} + \frac{G2}{2} + \dots + \frac{Gx}{x}$$

G1: Ekimden sonraki ilk gün çimlenme yüzdesi (3.2.6.6)

G2: Ekimden sonraki 2.günün çimlenme yüzdesi

Gx: Ekimden sonraki x.günde çimlenme yüzdesi

Abdul Baki ve Anderson (1973) fide güç indeksi hesaplamasını fide boyu ve çimlenme oranı parametrelerine göre aşağıdaki formüle (3.2.6.6) göre hesaplanmasını önermektedir.

$$FGİ = \text{Ortalama Fide Boyu(mm)} \times \text{Çimlenme Oranı (\%)}$$

$$FGİ: \text{Fide Güç İndeksi} \quad (3.2.6.7)$$

$$\text{Fide Boyu} = \text{Ortalama Sürgün Uzunluğu(mm)} + \text{Ortalama Kök Uzunluğu(mm)}$$

ÇZY (Çimlenme Zaman Yayılımı): Çimlenmenin gerçekleştiği ilk gün ve son günler arasında geçen sürenin gün olarak yazılmasıdır. Bu değer ne kadar yüksek olursa, bir tohum grubunun hızlı ve yavaş çimlenen tohumları arasındaki çimlenme hızı farkı o kadar büyük olmaktadır (Al-Mudaris 1998). Çimlenme zaman yayılımı değeri gün olarak yazılmasından dolayı formüle +1 değeri eklenmiştir.

$$\text{ÇZY} = (\text{ÇGİ} - \text{ÇGS}) + 1$$

$$\text{ÇZY: Çimlenme zaman yayılımı} \quad (3.2.6.8)$$

ÇGİ: Çimlenmenin gerçekleştiği ilk gün

ÇGS: Çimlenmenin gerçekleştiği son gün

3.3. İstatistik Analiz

LD₅₀ doz değeri yaygın istatistik metotlarından birisi olan probit analizi ile hesaplanmıştır. Probit analizi *Spilanthus oleracea* tohumlarının ölüm oranları üzerinden uygun istatistik paket programı (SAS Academic) kullanılarak hesaplanmıştır. Uygulamalar arasındaki farklılıklar PROC GLM (SAS Academic) ile varyans analizi prosedürleri kullanılarak test edilmiştir. Ortalamalar arasında farklılıklar LSD çok karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır. Ortalamalar Fisher'ın korunan en küçük anlamlı fark (P<0.05) prosedürü kullanılarak ayrılmıştır. En küçük anlamlı fark değeri 0,05 düzeyindeki parametreler için rapor edilmiştir. Uygulamaların normallik dağılımları Shapiro-Wilk (SAS Academic) testi ile kontrol edilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Tohum Nem İçeriği ve Tane Ağırlığı

Fırın yöntemi ile ISTA (1993) kurallarına göre belirlenen elektrik çiçeği tohumları nem içeriği Çizelge 4.1’de minimum değer %7,1 maksimum değer ise %7,4 olarak bulunmuştur. Çizelge 4.1 incelendiğinde elde edilen verilerin homojen dağılım gösterdiği görülmüştür. Çizelge 4.2’de nem içeriği ortalama değeri %7,3 ve medyan değeri ise %7,35 bulunmuştur. Elde edilen bu ortalama ve medyan değerlerinin birbirine yakın olması elde ettiğimiz bulguların dağılımının homojen olduğunu göstermektedir. Çizelge 4.2’de hesaplanan standart sapma değerinin düşük olması dağılımın homojen olduğuna ve tekerrürler arasındaki farkın düşük olduğuna işaret etmektedir. Çizelge 4.2’de bulunan STA çarpıklık katsayısı 1’den büyüktür bunun anlamı pozitif çarpıklık var demektir. Çizelge 4.2’de nem içeriği çarpıklık katsayısı 1’den küçüktür bunun anlamı ise negatif çarpıklık var demektir. Negatif çarpıklık değeri denemede yüksek nem içeriğine sahip tohum tekerrürlerini göstermektedir. Bu durum Çizelge 4.1’de tekerrür 1 ve 2’deki %7,4 nem içeriğinden kaynaklanmaktadır. Tabachnick vd. (2007) çarpıklık ve basıklık katsayısı ± 1.5 değeri arasında da normal dağılım gösterebileceğini bildirmiştir. Çizelge 4.2’de nem içeriği ve STA değerlerinin çarpıklık ve basıklık katsayıları ± 1.5 kabul edilebilir sınırlar içerisinde bulunduğundan elde edilen bulgular normal dağılım göstermektedir. Ayrıca yapılan Shapiro-Wilk testinde elde p değeri 0.1612 bulunarak $p > 0.05$ olduğundan normal dağılım gösterir hipotezi reddedilmemiştir. Çizelge 4.2’de elektrik çiçeği tohumlarının nem içeriği ve sondaki tohum ağırlıkları %99 doğruluk ile güven aralığında olduğu saptanmıştır. Elektrik çiçeği tohumlarının 1000 adet tane ağırlığı Şekil 4.2.’de gösterildiği üzere 0.310 gram olarak ölçülmüş, 1 gramında 3225 adet elektrik çiçeği tohumu bulunmaktadır.



Şekil 4.1. Elektrik çiçeği tohumları



(a)



(b)

Şekil 4.2. (a) 1000 adet elektrik çiçeği tohum ağırlığı (b) 1 gram elektrik çiçeği tohumunda bulunan tohum sayısı

Çizelge 4.1. Elektrik çiçeği tohumlarının nem içerikleri ile ilgili veriler

Tekerrür	Başlangıç Tohum Ağırlığı (BTA) (gr)	Son Tohum Ağırlığı (STA) (gr)	Tohum Nem İçeriği (%)
1	1	0,926	7,4
2	1	0,926	7,4
3	1	0,927	7,3
4	1	0,929	7,1

Çizelge 4.2. Elektrik çiçeği tohumlarının son tohum ağırlığı (STA) ve nem içeriğine ait bazı özet istatistikler

	Ortalama	Medyan	Standart Sapma	%99 Güven Aralığı Alt Sınır	%99 Güven Aralığı Üst Sınır	Çarpıklık	Basıklık
STA	0,927	0,9265	0,001414	0,923	0,931	1,414	1,500
Nem İçeriği	7,3	7,35	0,1414	6,887	7,713	-1,414	1,500

p=0.1612 p>0.05

Mutasyon ıslahında kullanılan tohumların nem içeriğinin bilinmesi bize tohumların radyosensivitesi hakkında bilgi verebilmektedir. Petry (1922) tohum üzerine yaptığı çalışmada tohumların su ile muamele edilmesinin, tohumların radyosensivitesini artırdığını rapor etmiştir. Bu tarihten 1954'e kadar çeşitli çalışmalarda Petry (1922)'yi destekleyen bulgulara rastlanmıştır. Ancak 1954'te İsveç'te Ehrenberg'in yaptığı çalışmalar ve Caldecott'ın ABD'de yaptığı çalışmalarda, nem içeriği %8'den az olan tohumların, nem içeriği %8'den çok olanlara göre daha hassas olduklarını bildirmişlerdir (Wallace 1964). Wallace (1964) arpa ile yaptığı bir dizi çalışmada nem içeriği %8 üzerinde olan tohumların duyarlılıklarında bir değişiklik olmadığı bildirmiştir. Gaul (1964) ise derleme çalışmasında ağırlıklı olarak arpa ve buğdayda yapılan, ön uygulamalar ile su içerikleri artırılan tohumların normal su içeriğinde olan tohumlara göre %11 ila %14 daha hassas olduklarını bildirmiştir. Desai ve Rao (2014) bitkilerde olası anatomik değişiklikleri indüklemek için, gama ışınlarının biyolojik etkinliği, hücre molekülleri içindeki karşılıklı iletişime dayalı olarak belirlenir. Özellikle su, hücresel kısımların yerini alabilecek serbest radikallerin başlatılmasına yardımcı olacağını bildirmişlerdir.

Bu çalışmada tohumların nem içeriğinin mutasyon oranını artırması ya da azaltması üzerine bir incelemede bulunulmamıştır. Sadece çalışmada kullanılan elektrik çiçeği tohumlarının nem içerikleri hakkında bilgi edinilmek istenmiştir. Pratik mutasyon ıslahı çalışmalarında her zaman için ıslanacak tohumların nem içeriklerinin

belirlenmesinde fayda vardır (Shu vd. 2012).

4.2. Sıcaklık Değerleri

Elektrik çiçeği LD₅₀ dozunun hesaplanmasında farklı dozlarda ışın uygulaması yapılmış tohumların yetiştirildiği sera koşullarına ait sıcaklık değerleri Çizelge 4.3'te gösterilmiştir. En düşük sıcaklık ortalaması ve en düşük sıcaklık değeri 20, 40, 60, 80 ve 100 Gy uygulamalarının ekildiği dönemde sırasıyla 25.194 °C ve 13.163 °C olarak ölçülmüştür. En yüksek sıcaklık ortalaması ve en yüksek sıcaklık değeri 100, 200, 300, 400 ve 500 Gy uygulamalarının yapıldığı dönemde sırasıyla 31.865 °C ve 52.906 °C olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.3. Elektrik çiçeğinde LD₅₀ dozu hesaplamasında kullanılan dozların uygulandığı tohumların yetiştirildiği sera sıcaklık değerleri

Uygulanan Dozlar (Co ⁶⁰)	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Düşük Sıcaklık (°C)	En Yüksek Sıcaklık (°C)
20, 40, 60, 80 ve 100 Gy	25.194	13.163	42.013
40, 80, 120, 160 ve 200 Gy	31.865	21.752	48.718
100, 200, 300, 400 ve 500 Gy	34.063	21.752	52.906
329, 365 ve 402 Gy	21.024	5.4	47.823

4.3. Çimlenme Parametreleri

Uluslararası tohum test kurallarına göre test edilmiş yüksek çimlenme kapasitesinde olan tohum grupları aynı anda ve aynı arazi şartlarında ekildiklerinde ve elde edilen tohum grupları aynı koşullarda depolanıp aynı bölgelere nakledildiklerinde performanslarında önemli ölçüde farklılık gösterebilmektedir. Böyle durumlarda çimlendirme testleri yeterli gelmeyebilir ve tohum kalitesinin bir diğer parametresi tohum gücünün de incelenmesi gerekmektedir (Sivritepe 2012). Bu bağlamda elektrik çiçeği tohumlarının çimlenme ile ilgili parametreleri aşağıdaki başlıklar altında incelenmiştir.

4.3.1. 20, 40, 60, 80 ve 100 Gy dozları çimlenme parametreleri bulguları

Bu bölümde kontrol uygulaması ile 20, 40, 60, 80 ve 100 Gy dozlarında Co⁶⁰ ışın uygulaması yapılan elektrik çiçeği tohumlarının Bölüm 3.2.6.'da verilen formüllere göre hesaplanarak elde edilen çimlenme parametrelerinin bulguları incelenmiştir.

4.3.1.1. Çimlenme sayısı ve çimlenme oranı

Kontrol, 20, 40, 60, 80 ve 100 Gy dozlarda ışın uygulanmış elektrik çiçeği tohumları çimlenme sayıları ve oranları Çizelge 4.4.'te incelendiğinde en yüksek çimlenme sayıları ve oranları kontrol grubunda elde edilmiştir. En yüksek çimlenme sayısı en yüksek çimlenme oranını vermektedir. Çimlenme sayısı için yapılan Shapiro-Wilk testinde p değeri 0.0801 ($p > 0.05$) bulunarak dağılımın normal olduğu anlamlı bir farklılık sergilemediği hipotezi reddedilmemiştir. Çimlenme sayıları için çarpıklık katsayısı 0.3303, basıklık katsayısı -0.7817 bulunmuştur. Çarpıklık katsayısı için Hair ve diğerleri (2013) ± 1 değerleri arasında dağılımın normallliği için kabul edilebilir değerler olduğunu rapor etmişlerdir. Basıklık katsayısı için de George ve Mallery (2010) ± 1 değerlerinin dağılımın normallliği için mükemmel sayılabilirken, ± 2 değerleri içinde olmasının da kabul edilebilirliğini bildirmişlerdir. Kontrol grubunda Çizelge 4.3.'de tekrür 1, 3 ve 4'te %100 oranı elde edilmiş ve hiç çimlenmeyen tohum olmamıştır. Elektrik çiçeği tohumlarında SAS programı (SAS Academic) üzerinden yapılan LSD testinde kontrol grubunda çimlenme sayıları ve oranları 20, 40, 60, 80 ve 100 Gy dozlarına karşı önemli bulunmuştur. 20, 40, 60, 80 ve 100 Gy dozları arasında ise çimlenme sayıları ve oranları açısından anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Çimlenme sayıları ve oranlarının tekrürleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Tohumların çimlenme süresi ve gücü ile ilgili bilgileri vermekte, çimlenme sayısı ve oranları tek başına yeterli gelmemektedir.

4.3.1.2. Hayatta kalan bitki sayısı ve ölüm oranı

Hayatta kalan bitki sayısının hesaplanmasındaki amaç bazı elektrik çiçeği tohumlarına Co^{60} ışın muamelesi yapıldıktan sonra çimlenme gerçekleşmekte ve kotiledon yaprakları oluşturmaktadır. Ancak tohumlar gerçek yapraklarını oluşturup sağlıklı bir bitki meydana getiremeyerek otuzuncu güne varmadan yaşam süreleri sona ermektedir. Hayatta kalan bitki sayısı ve ölüm oranı LD_{50} değeri hesaplanmasında kullanılmaktadır. Çizelge 4.4.'de hayatta kalan bitki sayısı ve ölüm oranları incelendiğinde çimlenme sayıları ve hayatta kalan bitki sayısı arasında bir fark görülmemiştir. Kotiledon yaprağı oluşturan her elektrik çiçeği tohumu gerçek yapraklarını oluşturarak tam bir çimlenme gerçekleştirmiştir. Hayatta kalan bitki sayıları için normallik dağılımı Shapiro-Wilk testi ile incelenmiştir. Dağılımın normal dağılım gösterdiği görülmüş, çarpıklık ve basıklık katsayısı ± 1 değerleri arasında hesaplanmıştır. Çizelge 4.3.'de hayatta kalan bitki sayıları ve ölüm oranları incelendiğinde en yüksek hayatta kalan bitki sayısı kontrol grubunda görülmüştür. Kontrol grubu, 20, 40, 60, 80 ve 100 Gy dozlarına karşı anlamlı bulunmuş, 20, 40, 60, 80 ve 100 Gy dozları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. En düşük ölüm oranı ortalaması %2 ile kontrol uygulamasında elde edilmiştir. Kontrol uygulaması diğer uygulamalara karşı istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur. En yüksek ölüm oranı ortalaması %39 ile 60 Gy uygulamasında elde edilmiştir. Ancak 60 Gy uygulaması ile 20 Gy, 40 Gy, 80 Gy ve 100 Gy uygulamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktur. Hayatta kalma sayıları ve ölüm oranları denemesinde tekrürler arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Krizantem bitkisinde 5 Gy ile 30 Gy arasında değişen dozlarda ışınlamalarda en yüksek ölüm oranı 25Gy ile 30 Gy, en düşük ölüm oranı ise kontrol uygulamasında elde edilmiştir (Patil vd. 2017). Araştırmacıların elde ettiği sonuçlar ile çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlar uyumludur.

4.3.1.3. Ortalama çimlenme süresi

Ortalama çimlenme süreleri kontrol, 20, 40, 60, 80 ve 100 Gy dozları için Çizelge 4.4.'de incelendiği üzere en düşük değer 3,74 ile 40 Gy ve en yüksek değer 5,40 ile 20 Gy dozlarından elde edilmiştir. Ortalama çimlenme süresi denemesini dağılımları incelendiği zaman normal dağılım göstermiştir. Denemenin çarpıklık ve basıklık katsayıları, Shapiro-Wilk testinde hesaplanan p değerini destekleyen ± 1 değerleri arasında hesaplanmıştır. Yapılan en küçük anlamlı farklılık testi olan LSD testinde kontrol, 20, 40, 60, 80 ve 100 Gy dozları arasında ($p < 0.05$) anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Ortalama çimlenme süresi denemesinde tekerrürler arasında da anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

4.3.1.4. Çimlenme indeksi

Çimlenme indeksi değerleri Çizelge 4.4.'de verilmiş ve en yüksek çimlenme indeksi değeri kontrol grubunda 300, en düşük çimlenme indeksi değeri 80 Gy dozunda 120 olarak hesaplanmıştır. Denemenin normallik dağılımı incelendiğinde; normal dağılım gösterdiği hipotezi reddedilmemiştir. Çarpıklık ve basıklık katsayıları ± 1 değerleri arasında olduğu için çimlenme indeksi denemesinin normal dağılım gösterdiği kabul edilmiştir. Çimlenme indeksi değerleri en küçük anlamlı farklılıkta incelendiğinde kontrol grubu, 20, 40, 60, 80 ve 100 Gy dozlarına göre istatistik olarak anlamlı bulunmuştur. Tekerrürler arasında kontrol grubunda anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Çimlenme indeksi değeri bize çimlenmenin hızı ve yüzdesi hakkında bilgi vermektedir. Daha yüksek çimlenme indeksi değeri daha yüksek çimlenme sayısı ve oranını gösterdiği için, Bölüm 4.3.1.1.'de çimlenme sayısı ve oranları incelendiğinde en yüksek çimlenme sayısı ve oranı yine kontrol grubunda görülmüş ve diğer dozlara göre anlamlı bulunmuştur. Çimlenme indeksi ile çimlenme oranı ve sayılarına ait bulguların birbirlerini desteklediği görülmüştür.

4.3.1.5. Çimlenme hızı katsayısı

Çimlenme hızı katsayısı Çizelge 4.4.'de en yüksek çimlenme hızı katsayısı değeri 40 Gy dozunda 26,76 olarak ve en düşük çimlenme hızı katsayısı da 20 Gy dozunda 18,52 olarak hesaplanmıştır. Çimlenme hızı katsayısı arttıkça çimlenme için gereken süre azalmakta ve çimlenen tohumların sayısı artmaktadır (Jones ve Sanders 1987). Co⁶⁰ uygulanmış elektrik çiçeği tohumları en küçük önemli farklılıkta incelendiğinde kontrol, 20, 40, 60, 80, ve 100 Gy dozları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Denemenin normallik dağılımı incelendiğinde normal dağılım gösterdiği hipotezi reddedilmemiştir. Çarpıklık katsayısı -0.05 ile ± 1 değerleri arasında bulunmuştur. Basıklık katsayısı -1,004 olarak hesaplanmış ve Tabachnick ve Fidell (2013) 'e göre kabul edilebilir değer olan ± 1.5 değerleri arasında bulunmuştur.

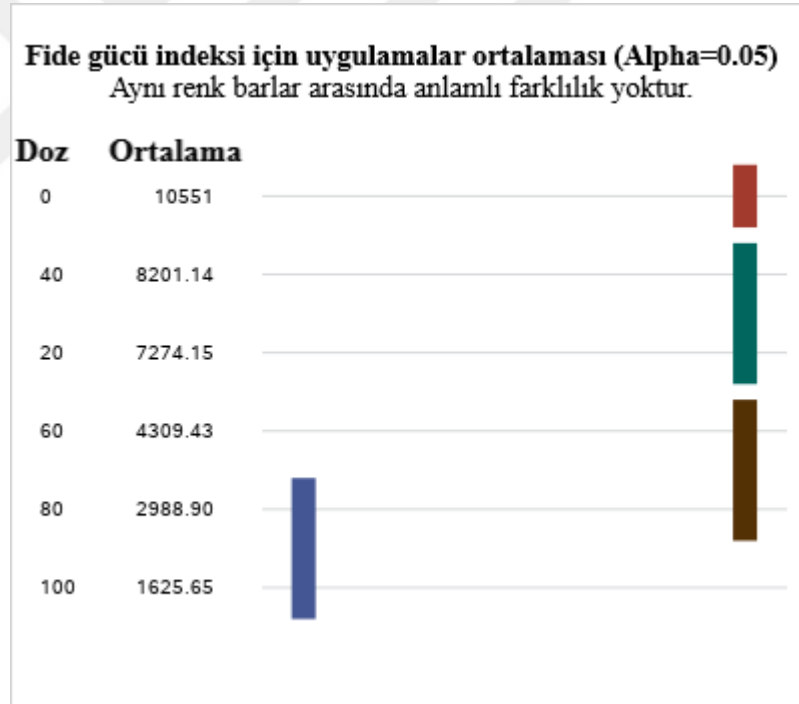
4.3.1.6. Çimlenme oranı indeksi

Çimlenme oranı indeksi Çizelge 4.4.'de en yüksek oran kontrol grubunda %25,67, en düşük oran ise %9,14 ile 80 Gy dozunda görülmüştür. Çimlenme oranı indeksi bize her gün çimlenen tohumların yüzdesi hakkında bilgi vermektedir. Denemede bulunan uygulamaların normallik dağılımı incelendiğinde ± 1 değerleri arasında olduğu görülmüştür. Kontrol grubu diğer uygulamalara göre anlamlı bulunmuş, 20, 40, 60, 80

ve 100 Gy dozları arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Çimlenme oranı indeksi denemesinde tekerrürler arasında istatistiksel anlamda bir farklılık elde edilmemiştir.

4.3.1.7. Fide gücü indeksi

Çizelge 4.4.'de FGİ incelendiğinde en yüksek fide gücü indeksi değeri kontrol grubunda görülürken, bu değer en düşük olduğu uygulama 80 Gy dozundaki uygulama olmuştur. FGİ değerinin uygulanan doz değeri arttıkça düşmesi beklenen bir durumdur. Çalışmamızda FGİ uygulamaları ortalaması arasındaki anlamlı farklılık Şekil 4.3'de gösterildiği üzere, en düşük FGİ 80 ve 100 Gy dozlarında elde edilmiş fakat bu iki doz arasında istatistiki açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır. Kontrol grubu ise FGİ en yüksek değeri vermiş ve diğer dozlara göre istatistiksel anlamda farklı bulunmuştur. 40 ve 20 Gy dozları arasındaki farklılık anlamlı bulunmazken, bu dozlar ile 60, 80 ve 100 Gy dozları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. 60 Gy, 80 Gy doza göre ve 80 Gy doz da 100 Gy doza göre anlamlı bulunmamış; ancak 60 Gy doz uygulanan tohumların FGİ değerleri 100 Gy uygulanan doza göre anlamlı bulunmuştur. Denemede tekerrürler arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. FGİ değerleri Shapiro-Wilk testi ile normallik dağılımı incelendiğinde; katsayı değeri ± 1.5 değerleri arasında bulunarak dağılımın normal olduğu kabul edilmiştir.



Şekil 4.3. Kontrol (0), 20, 40, 60, 80 ve 100 Gy uygulamaları arasında fide gücü indeksi için uygulamalar arasındaki farklılıklar

4.3.1.8. Çimlenme zaman yayılımı

Çizelge 4.4.'de çimlenmenin gerçekleştiği ilk gün (ÇGİ), çimlenmenin gerçekleştiği son gün (ÇGS) ve çimlenmenin zamana yayılımı (ÇZY) verilmiştir.

Uygulanan dozlarda çimlenmeler üçüncü günde başlamıştır. Fakat dördüncü günde de çimlenmelerin başladığı görülmektedir. Çizelge’de ÇGİ incelendiğinde kontrol, 20, 40, 60, 80 ve 100 Gy dozları arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Denemede ÇGS incelendiğinde ise 40 Gy ve 100 Gy dozlarında 13. güne kadar çimlenme devam etmiştir. ÇGS incelendiğinde kontrol ve 40 Gy dozlarında 5. günde tohum çimlenmesinin durduğu görülmüştür. Ancak ÇGİ ve ÇGS bulguları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. ÇGİ ve ÇGS ile hesaplanan ÇZY değeri incelendiğinde en yüksek değer 11 gün ile 40 Gy uygulanan dozdan, en düşük değer ise 3 gün ile kontrol grubundan elde edilmiştir. Al-Mudaris (1998) ÇZY değeri ne kadar yüksek olursa hızlı ve yavaş çimlenen tohum lotları arasındaki çimlenme hızı farkı o kadar büyük olabileceğini rapor etmiştir. Elektrik çiçeği ÇZY denememizde elde ettiğimiz bulgulara göre en hızlı çimlenen tohum grubu kontrol uygulamasında olmuştur. Ancak kontrol uygulaması ile diğer uygulamalar arasında en küçük önem derecesinde anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Uygulamaların çarpıklık değerleri incelendiğinde ± 1.5 , basıklık değeri ise ± 1 değerleri arasında bulunarak, Shapiro-Wilk testinde denemenin normal dağılım gösterdiği desteklenmiştir.

Çizelge 4.4. LD₅₀ değeri hesaplamasında kullanılan kontrol (K), 20, 40, 60, 80 ve 100 Gy dozlarında Co⁶⁰ ışını uygulanmış elektrik çiçeği tohumlarının çimlenme ile ilgili parametreleri

Işın Dozu (Co ⁶⁰)	Çimlenme Sayısı (adet)	HKB (adet)	ÇO (%)	ÖO (%)	OÇS (gün)	Çİ	ÇHK	ÇOI (gün) (%)	FGİ	ÇGİ (gün)	ÇGS (gün)	ÇZY (gün)
K	24,5 ^a	24,5 ^a	98 ^a	2 ^a	4,14 ^a	289,5 ^a	23,97 ^a	24,08 ^a	10551 ^a	3,25 ^a	6 ^a	3,5 ^a
20	18,25 ^b	18,25 ^b	73 ^b	27 ^b	4,71 ^a	208,5 ^b	21,62 ^a	17,15 ^b	7274,2 ^b	3 ^a	8 ^a	5,75 ^a
40	18,75 ^b	18,75 ^b	75 ^b	25 ^b	4,36 ^a	218,3 ^b	23,23 ^a	18,66 ^b	8201,1 ^b	3 ^a	8,5 ^a	6,5 ^a
60	15,25 ^b	15,25 ^b	61 ^b	39 ^b	4,67 ^a	172,8 ^b	21,57 ^a	14,02 ^b	4309,4 ^c	3,25 ^a	8,75 ^a	6,5 ^a
80	17,5 ^b	17,5 ^b	70 ^b	30 ^b	4,43 ^a	203,5 ^b	22,79 ^a	16,76 ^b	2988,9 ^{cd}	3,5 ^a	6,75 ^a	4,25 ^a
100	16,75 ^b	16,75 ^b	67 ^b	33 ^b	4,61 ^a	191 ^b	21,79 ^a	15,35 ^b	1625,7 ^d	3,5 ^a	7,75 ^a	5,25 ^a
p değeri	<.0123	<.0123	<.0123	<.0123	>.4351	<.0135	>.5730	<.0186	<.0001	<.4509	>.7417	>.6013

*Aynı harfler arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık yoktur.

4.3.2. 40, 80, 120, 160 ve 200 Gy dozları çimlenme parametreleri bulguları

Bu bölümde kontrol uygulaması ile 40 Gy, 80 Gy, 120 Gy, 160 Gy ve 200 Gy dozlarında Co⁶⁰ ışın uygulaması yapılmış elektrik çiçeği tohumlarının Bölüm 3.2.6.’te verilen formüllerden hesaplanarak Çizelge 4.5.’te elde edilmiş bulgular incelenmiştir.

4.3.2.1. Çimlenme sayısı ve çimlenme oranı

Elektrik çiçeği tohumları çimlenme sayıları ve oranları Çizelge 4.5.’te gösterilmiştir. Çimlenme sayısı ve oranı denemesi Shapiro-Wilk testi ile normalliği incelendiğinde normal dağılım gösterdiği, çarpıklık ve basıklık katsayıları ± 1 değerleri arasında bulunmuştur. En yüksek çimlenme sayıları ve oranları kontrol, 120 Gy ve 160

Gy dozlarında çimlenen tohum sayısı 25 adet sayılarak %100 çimlenme oranları elde edilmiştir. Tekerrürlerin ortalaması incelendiğinde 160 Gy uygulanan dozun ortalaması 23,5 ile en yüksek çimlenme sayısı ve oranı bulunan uygulama olmuştur. Düşük dozların büyüme ve gelişme üzerine olumlu etkileri olabileceği üzerine bir hipotez de vardır. Wi ve diğerlerinin (2007) düşük dozda gama radyasyonunun hormonal sinyal ağını değiştirerek, büyüme koşullarındaki günlük sıcaklık ve ışık dalgalanması gibi stres faktörlerine karşı daha kolay üstesinden gelinebileceğini iddia etmişlerdir. 120 Gy ve 200 Gy dozda bulunan tekerrürler en düşük çimlenme sayısı ve oranına sahip uygulama olmuştur. En düşük çimlenme sayısı ve oranı 19 adet ile %76 çimlenme oranında yine 120 Gy dozda elde edilmiştir. Denemede bulunan uygulamalar çoklu karşılaştırma testlerinde en küçük anlamlı farklılıkta incelendiğinde uygulamalar ve tekerrürler arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

4.3.2.2. Hayatta kalan bitki sayısı ve ölüm oranı

Hayatta kalan bitki sayıları ve ölüm oranları Çizelge 4.5.'te gösterildiği üzere en yüksek hayatta kalan bitki sayısı tekerrürler ortalamasına bakılarak 160 Gy dozda 23,5 adetle %94 oran elde edilmiştir. En düşük hayatta kalan bitki sayısı tekerrürler ortalamasına bakılarak 21,25 adetle ile %85 hayatta kalma oranına sahip 200 Gy dozdan elde edilmiştir. Kontrol ortalaması ise 23 adet ile %92 oranına sahip olmuştur. En düşük ölüm oranı ortalaması %6 ile 160 Gy uygulamasında, en yüksek ölüm oranı ortalaması %15 ile 200 Gy uygulamasında elde edilmiştir. Deneme normal dağılım gösterdiği için yapılan en küçük anlamlı farklılıkta yapılan LSD testinde hayatta kalan bitki sayısı ve ölüm oranı açısından uygulamalar ve tekerrürler arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

4.3.2.3. Ortalama çimlenme süresi

Ortalama çimlenme süresi en düşük olan değer bize en hızlı tohum lotunu vermektedir (Orchard 1977). Çizelge 4.5.'te ortalama çimlenme süresi değerleri incelendiğinde en düşük değer 3,48 ile 120 Gy doz uygulamasında elde edilmiştir. Ancak tekerrür ortalamalarına bakıldığında; kontrol grubu uygulamasının ortalama çimlenme süresi değeri 3,75 gün ile en düşük değer olarak elde edilirken, 200 Gy dozu uygulamasının OÇS değeri 4,01 gün ile en yüksek değer olarak elde edilmiştir. Normal dağılım gösteren denemede LSD testi yapıldığında uygulamaların p değeri 0,53, tekerrürlerin p değeri 0,33 bulunmuştur. P değeri $p>0.05$ olduğu için uygulamalar ve tekerrürler arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

4.3.2.4. Çimlenme indeksi

Çimlenme indeksi değeri Çizelge 4.5.'te en düşük değer 120Gy 2.tekerrürde 231, en yüksek değer ise 307 ile kontrol grubu 1.tekerrürde elde edilmiştir. Çimlenme indeksi değeri ortalamalarına bakıldığında; en yüksek çimlenme indeksi değeri 287.5 ile 160 Gy, en düşük çimlenme indeksi değeri ise 260.75 ile 200 Gy dozundan elde edilmiştir. Denemenin normal dağılım gösterdiği kabul edildikten sonra uygulamalar ve tekerrürler arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Benech vd. (1991) yüksek çimlenme indeksi değerinin daha yüksek bir çimlenme yüzdesini belirlediğini rapor etmişlerdir. Bölüm 4.3.2.1.'de çimlenme oranı bulgularında yine en yüksek çimlenme oranı 160 Gy uygulamasında bulunmuştur. Bu bulgular Benech ve diğerlerinin (1991) çalışmalarından

elde edilen bulgularla benzerlik göstermektedir.

4.3.2.5. Çimlenme hızı katsayısı

Çimlenme hızı katsayısına ait değerler Çizelge 4.5.'te verilmiş ve 26.72 ile en yüksek tekerrür ortalaması kontrol uygulamasından elde edilmiştir. En düşük çimlenme hızı katsayısı tekerrür ortalaması ise 24.98 ile 200 Gy dozuna ait olmuştur. Bu değer çimlenme için gereken süreyi temsil ettiğinden; çimlenme için gereken en az süreyi kontrol grubu vermiştir. Ancak normal dağılım gösteren bu denemede uygulamalar ve tekerrürler arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

4.3.2.6. Çimlenme oranı indeksi

Çimlenme oranı indeksi Çizelge 4.5.'te incelendiğinde, en yüksek oran 160 Gy dozunda %26,57, en düşük oran 200 Gy dozunda %23,77 olarak elde edilmiştir. En yüksek çimlenme oranı indeksi değeri Çizelge 4.4.'te %28,24 ile kontrol uygulamasının ikinci tekerrüründen elde edilmiştir. Ancak normal dağılım gösteren denemede, uygulanan dozlar arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

4.3.2.7. Fide gücü indeksi

Normal dağılım gösteren denemede en küçük anlamlı farklılıkta incelendiğinde; fide gücü indeksi değerleri bakımından uygulamalar arasındaki farklılık yüksek düzeyde anlamlı bulunurken tekerrürler arasındaki fark anlamlı bulunmamıştır. En yüksek fide gücü indeksi değeri kontrol uygulamasının üçüncü tekerrüründe 13429.2 olarak tespit edilmiştir. Kontrol uygulaması fide gücü indeksi değeri diğer dozlarla karşılaştırıldığında anlamlı bulunmuştur. Uygulanan 40 Gy, 80 Gy, 120 Gy ve 160 Gy dozları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Benzer şekilde 120 Gy, 160 Gy ve 200 Gy dozları arasındaki farklılıkta anlamlı olmamıştır. Ancak 40 Gy ve 80 Gy dozları arasındaki farklılık 200 Gy dozuna göre anlamlı bulunmuştur.

4.3.2.8. Çimlenme zaman yayılımı

ÇZY değerini belirlemek için öncelikle ÇGİ ve ÇGS değerlerini incelemek gerekir. ÇZY, ÇGİ ve ÇGS değerleri Çizelge 4.5.'te verilmiştir. Çizelge incelendiğinde tüm uygulamalar için ÇGİ değerinin ikinci ve üçüncü gün olduğu, ÇGS değerinin ise kontrol ve 200 Gy uygulamalarında on üçüncü güne kadar devam ettiği görülmektedir. ÇZY değeri en düşük olan uygulama 80 Gy dozu, en yüksek olan uygulama ise 200 Gy dozu olmuştur. ÇZY değeri ne kadar yüksek olursa bir tohum grubunun hızlı ve yavaş çimlenen tohumları arasındaki çimlenme hızı farkı da o kadar büyük olmaktadır (Al-Mudaris 1998). Uygulamalar arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Çizelge 4.5. LD₅₀ değeri hesaplamasında kullanılan kontrol, 40, 80, 120, 160 ve 200 Gy dozlarında Co⁶⁰ ışını uygulanmış elektrik çiçeği tohumlarının çimlenme ile ilgili parametreleri

Işın Dozu (Co ⁶⁰)	Çimlenme Sayısı (adet)	HKB (adet)	ÇÖ (%)	ÖÖ (%)	OÇS (gün)	Çİ	ÇHK	ÇOI (gün) (%)	FGİ	ÇGİ (gün)	ÇGS (gün)	ÇZY (gün)
K	23 ^a	23 ^a	92 ^a	8 ^a	3.75 ^a	281.5 ^a	26.72 ^a	26.06 ^a	11756 ^a	2.5 ^a	7.25 ^a	5.75 ^a
40	22.25 ^a	22 ^a	88 ^a	12 ^a	3.85 ^a	270.5 ^a	26.01 ^a	24.71 ^a	8814.51 ^b	2.5 ^a	6.5 ^a	5.25 ^a
80	22.25 ^a	22.25 ^a	89 ^a	11 ^a	3.84 ^a	270.75 ^a	26.17 ^a	24.77 ^a	8379.04 ^b	2.75 ^a	7.75 ^a	4.75 ^a
120	21.75 ^a	21.75 ^a	87 ^a	13 ^a	3.94 ^a	262 ^a	25.55 ^a	24.01 ^a	6873.87 ^{bc}	2.5 ^a	5.75 ^a	6.25 ^a
160	23.5 ^a	23.50 ^a	94 ^a	6 ^a	3.77 ^a	287.50 ^a	26.60 ^a	26.58 ^a	7085.88 ^{bc}	2.25 ^a	5.75 ^a	6.25 ^a
200	21.75 ^a	21.25 ^a	85 ^a	15 ^a	4.01 ^a	260.75 ^a	24.99 ^a	23.78 ^a	5523.27 ^c	2.25 ^a	9.5 ^a	8.25 ^a
p değeri	>.6537	>.4201	>.4201	>.4201	>.5340	>.4029	>.5548	>.4747	<.0011	>.8313	>0.4295	>.7018

*Aynı harfler arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık yoktur.

4.3.3. 100, 200, 300, 400, 500 Gy çimlenme parametreleri bulguları

Bu bölümde 100 Gy, 200 Gy, 300 Gy, 400 Gy ve 500 Gy dozlarında Co⁶⁰ ışını uygulaması yapılmış ve kontrol grubu elektrik çiçeği tohumlarının çimlenme parametreleri Bölüm 3.2.6.'te verilen formüllerden hesaplanmış ve çimlenme parametrelerine ait değerler Çizelge 4.6.'te incelenmiştir. Uygulamalarının tekrürleri arasında p<0.05 düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

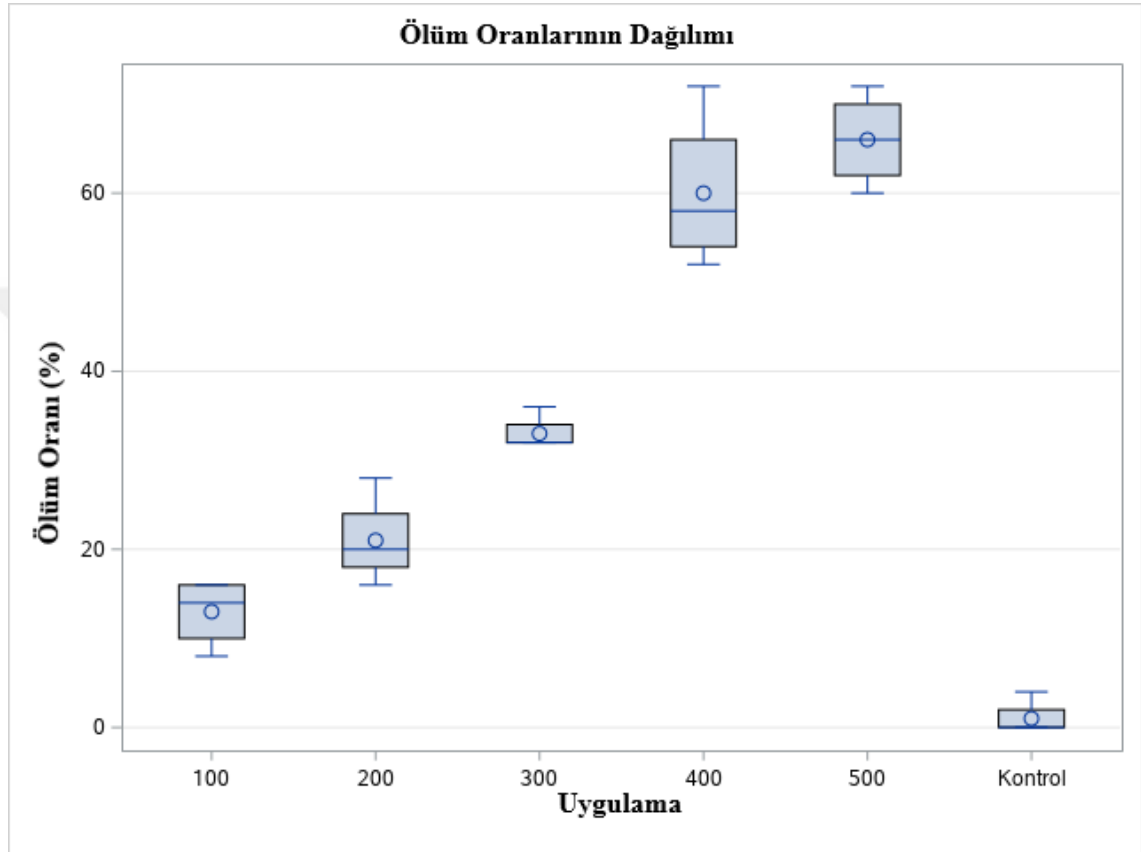
4.3.3.1. Çimlenme sayısı ve çimlenme oranı

Çizelge 4.6.'te elektrik çiçeği tohumlarının çimlenme sayıları ve oranları gösterilmiştir. En yüksek çimlenme sayısı ve oranına kontrol grubunda ulaşılmıştır. Kontrol grubunun tekrürler ortalaması çimlenme sayısı 24.75 adet tohum, çimlenme oranı ise %99 bulunmuştur. Kontrol grubu p<0.0001 olduğu için diğer uygulamalara göre çok yüksek düzeyde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Diğer dozlar arasında ise 100 Gy, 200 Gy ve 300 Gy dozları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır. 300 Gy ve 500 Gy dozları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark yoktur. Ancak 100 Gy ve 200 Gy dozları ile 500 Gy dozu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ve daha yüksek çimlenme sayısı ve oranına sahiptir. En düşük çimlenme sayısı tekrür ortalaması 14.5 adet ile ve en düşük çimlenme oranı tekrür ortalaması %58 ile 400 Gy dozunda görülmüştür. Çimlenme sayısı ve oranı bakımından 400 Gy uygulaması ile diğer uygulamalar arasındaki farklılık önemli bulunmuştur.

4.3.3.2. Hayatta kalan bitki sayısı ve ölüm oranı

Hayatta kalan bitki sayıları ve ölüm oranları Çizelge 4.6.'te gösterilmiştir. Kontrol uygulamasında çimlenen tohumların hepsi hayatta kalmıştır. Kontrol uygulamasında hayatta kalan bitki sayısı tekrürler ortalaması 24.75 adet, hayatta kalma oranı tekrürler ortalaması ise %99 bulunmuştur. Kontrol uygulaması ile diğer uygulamalar arasında istatistiksel açıdan çok yüksek düzeyde anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Uygulanan 100 Gy ve 200 Gy dozları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık yokken, bu dozlar

ile 300 Gy dozu arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık bulunmuştur. En düşük hayatta kalan bitki sayısı tekerrürler ortalaması 8.5 adet, hayatta kalan bitki oranı tekerrürler ortalaması ise %34 ile 500 Gy uygulamasından elde edilmiştir. Uygulanan 500 Gy ve 400 Gy dozları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark yoktur. En yüksek ölüm oranı ortalaması %66 ile 500 Gy uygulamasında hesaplanmıştır. 500 Gy ve 400 Gy uygulamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktur. Ölüm oranlarına ilişkin kutu grafiği Şekil 4.4'te gösterilmiştir.



Şekil 4.4. Kontrol, 100, 200, 300, 400 ve 500 Gy Co⁶⁰ gama radyasyonu uygulamalarına ait ölüm oranlarının kutu grafiğinde gösterimi

4.3.3.3. Ortalama çimlenme süresi

Ortalama çimlenme süreleri Çizelge 4.6.'te gösterilmiştir. Ortalama çimlenme süresi değeri en düşük uygulama tekerrürler ortalaması 3,91 gün ile kontrol uygulaması olurken bunu 3,93 gün ile 100 Gy uygulaması takip etmiştir. Kontrol ve 100 Gy doz uygulamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmazken, bu uygulamalarla 200 Gy, 300 Gy, 400 Gy ve 500 Gy dozları arasında istatistiksel açıdan çok yüksek düzeyde anlamlı farklılık bulunmuştur. Ortalama çimlenme süresi tekerrürler ortalaması en yüksek 6,54 gün ile 500 Gy doz uygulamasından elde edilmiştir. Ancak 500 Gy doz uygulaması ile 400 Gy ve 300 Gy arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark yoktur. Orchard ve diğerlerinin (1977) yaptığı çalışmada ortalama çimlenme süresi değeri en

düşük olan uygulama bize en hızlı tohum grubunu verdiğiinden, en hızlı tohum lotları kontrol ve 100 Gy dozları olmuştur.

4.3.3.4. Çimlenme indeksi

Çimlenme indeksi bulguları Çizelge 4.6.'te gösterilmiştir. En yüksek çimlenme indeksi değeri tekerrürler ortalaması 299.25 ile kontrol uygulamasında görülmüştür. Kontrol uygulaması ile diğer uygulamalar arasında yüksek düzeyde istatistiksel açıdan anlamlı fark vardır. Bu değeri yüksek olması daha yüksek bir çimlenme yüzdesini belirtmektedir (Benech vd. 1991). Bölüm 4.3.3.1.'te çimlenme oranı yine kontrol uygulaması en yüksek bulunmuş ve istatistiksel açıdan çok yüksek düzeyde anlamlı bulunmuştu. Bu bulgular Benech ve diğerleri (1991) ile benzer sonuçlardır. En düşük çimlenme indeksi değeri tekerrürler ortalaması 140.50 ile 400 Gy doz uygulamasında bulunmuştur. Ancak 400 Gy ve 500 Gy doz uygulamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktur.

4.3.3.5. Çimlenme hızı katsayısı

Çimlenme hızı katsayısı bulguları Çizelge 4.6'te gösterilmiştir. En yüksek çimlenme hızı katsayısı değeri tekerrürler ortalaması 25.64 ile kontrol uygulamasında elde edilmiştir. Ancak 100 Gy doz uygulaması ile kontrol uygulaması arasından istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktur. Fakat kontrol ve 100 Gy uygulamaları diğer uygulanan dozlara göre çok yüksek düzeyde istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmuştur. Çimlenme hızı katsayısı değerinin yüksek olması çimlenme için gereken sürenin düşük olacağı anlamına gelmektedir (Jones ve Sanders 1987). En düşük çimlenme hızı katsayısı değeri tekerrürler ortalaması 15.34 ile 500 Gy doz uygulamasında elde edilmiştir. Ancak 500 Gy, 400 Gy ve 300 Gy doz uygulamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark yoktur. Çimlenme hızı ile ilgili bize bilgi veren diğer hesaplama ortalama çimlenme süresidir. Bölüm 4.2.3.3'te bulunan bulgular ile bu bölümde elde edilen bulgular birbiriyle örtüşmektedir.

4.3.3.6. Çimlenme oranı indeksi

Çimlenme periyodunun her günündeki çimlenme yüzdesini yansıtan çimlenme oranı indeksi değeri Çizelge 4.6'te incelenmiştir. Çimlenme oranı indeksi değeri en yüksek uygulama tekerrürler ortalaması 28.18 ile kontrol uygulamasında elde edilmiştir. Bu değer ile diğer uygulanan dozlar arasında çok yüksek düzeyde istatistiksel açıdan anlamlı fark vardır. En düşük çimlenme oranı indeksi değeri tekerrürler ortalaması 10.27 ile 400 Gy uygulaması olmuştur. Ancak 400 Gy ve 500 Gy dozları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktur. 300 Gy ile 500 Gy uygulaması arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmazken, 300 Gy uygulaması 400 Gy uygulamasına göre daha yüksek çimlenme oranı indeksi değerine sahiptir ve uygulamalar arasında istatistiksel açıdan çok yüksek düzeyde anlamlı fark vardır.

4.3.3.7. Fide gücü indeksi

Çizelge 4.6'te kontrol uygulaması ile 100 Gy ve 200 Gy uygulamalarının FGI incelenmiştir. 300 Gy, 400 Gy ve 500 Gy uygulamalarında elde edilen fideler Şekil 4.5b ve Şekil 4.5c'de görüldüğü üzere yeterli gelişim gösteremedikleri için gerekli ölçümler

yapılamamıştır. Bu sebeple fide g indeksleri 300 Gy, 400 Gy ve 500 Gy uygulamaları için hesaplanamamıştır. Fide g indeksi en yüksek olan uygulama kontrol uygulaması olmuştur. Kontrol uygulaması ile diğerk uygulamalar arasında yüksek düzeyde istatistiksel anlamlı fark vardır.





(a)



(b)



(c)

şekil 4.5. (a) Kontrol uygulaması elektrik çiçeği fideleri **(b)** 300 Gy doz uygulanan elektrik çiçeği tohumundan elde edilen fideler **(c)** 500 Gy doz uygulanan elektrik çiçeği tohumlarından elde edilen fideler

4.3.3.8. Çimlenme zaman yayılımı

Çimlenme zaman yayılımı değerleri Çizelge 4.6’te gösterilmiştir. Uygulamalar arasından istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktur. Daha önce elektrik çiçeği için düşük doz olarak kabul edebileceğimiz uygulamalarda da çimlenme zaman yayılımı değerleri açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bu bulgular bize gösteriyor ki Co⁶⁰ ışın uygulaması 500 Gy dozlarına kadar elektrik çiçeği tohumlarının çimlenmenin başladığı ve bittiği gün sürelerini ideal çevresel koşullarda etkilememektedir.

Çizelge 4.6. LD₅₀ değeri hesaplamasında kullanılan kontrol, 100, 200, 300, 400 ve 500 Gy dozlarındaki Co⁶⁰ ışını uygulanmış elektrik çiçeği tohumlarının çimlenme ile ilgili değişkenleri

Işın Dozu (Co ⁶⁰)	Çimlenme Sayısı (adet)	HKB (adet)	ÇO (%)	ÖO (%)	OÇS (gün)	Çi	ÇHK	ÇOI (gün) (%)	FGİ	ÇGİ (gün)	ÇGS (gün)	ÇZY (gün)
K	24.75 ^a	24.75 ^a	99 ^a	1 ^d	3.91 ^d	299.25 ^a	25.64 ^a	28.18 ^a	12774 ^a	2 ^d	7.25 ^b	6.25 ^a
100	21.75 ^b	21.75 ^b	87 ^b	13 ^c	3.93 ^d	262.5 ^b	25.45 ^a	24.25 ^b	8612.86 ^b	2.5 ^{cd}	7.5 ^b	6 ^a
200	20.75 ^b	19.75 ^b	83 ^b	21 ^c	4.83 ^c	231.75 ^{bd}	20.81 ^b	19.31 ^c	1058.37 ^c	3 ^{bc}	10.5 ^a	8.5 ^a
300	20.50 ^{bc}	16.75 ^c	82 ^{bc}	33 ^b	6.16 ^a	202 ^{dd}	16.28 ^c	14.96 ^d	.	3.25 ^{abc}	10.75 ^a	8.5 ^a
400	17.75 ^d	10 ^d	58 ^d	60 ^a	6.44 ^a	140.5 ^e	15.73 ^c	10.27 ^e	.	4 ^a	10.75 ^a	7.75 ^a
500	14.50 ^c	8.5 ^d	71 ^c	66 ^a	6.54 ^a	168.25 ^{de}	15.34 ^c	12.08 ^{de}	.	3.75 ^{ab}	11.25 ^a	8.5 ^a
P değeri	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0097	>.2563

*Aynı harfler arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık yoktur.

4.3.4. LD₅₀ değeri uygulanan tohumların çimlenme parametreleri

Bu bölümde Çizelge 4.7’de LD₅₀ değeri olarak hesaplanan 365 Gy, LD₅₀ değerinin %10 altı olan 329 Gy ve LD₅₀ değerinin %10 üstü olarak hesaplanan 402 Gy dozlarında ışın uygulanmış elektrik çiçeği tohumlarının çimlenme parametreleri bulguları incelenmiştir.

4.3.4.1. Çimlenme sayısı ve çimlenme oranı

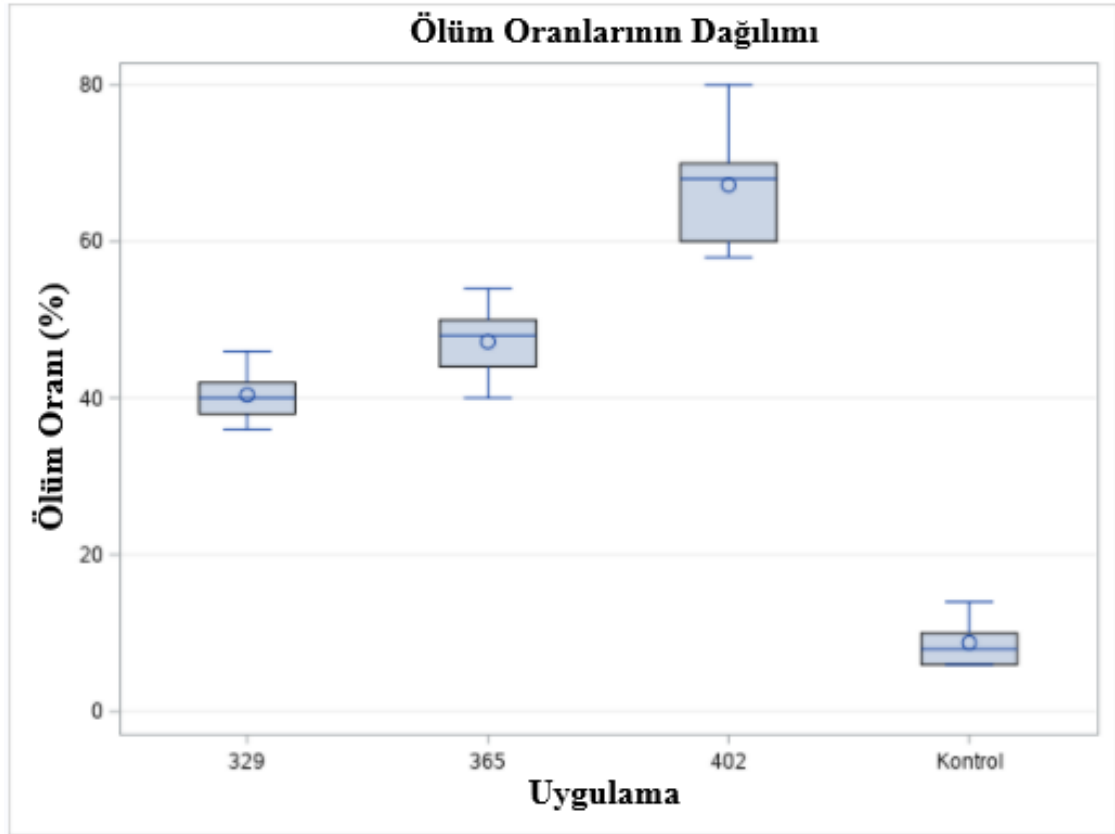
Çizelge 4.7’da görüldüğü üzere en yüksek çimlenme sayısı kontrol grubunda elde edilmiştir. Kontrol grubu çimlenme sayısında tekerrürler ortalaması 45.6 adet çimlenen tohum sayısı ile 329 Gy, 365 Gy ve 402 Gy dozlarına karşı istatistiksel açıdan yüksek düzeyde anlamlı fark vardır. Çimlenme sayıları bakımında 329 Gy, 365 Gy ve 402 Gy uygulamaları arasında anlamlı bir fark yoktur.

Çimlenme oranları çimlenme sayıları ile bağlantılı olarak Çizelge 4.6’da görüldüğü üzere en yüksek çimlenme oranına kontrol uygulamasında ulaşılmıştır. Kontrol uygulaması çimlenme oranı, diğer uygulamalara göre yüksek düzeyde anlamlı fark vardır. 329 Gy, 365 Gy ve 402 Gy uygulamaları çimlenme oranları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktur. Tekerrürler arasında da anlamlı bir fark yoktur.

4.3.4.2. Hayatta kalan bitki sayısı ve ölüm oranı

Hayatta kalan bitki sayıları ve ölüm oranları Çizelge 4.7’da incelendiği üzere en yüksek hayatta kalan bitki sayısı kontrol uygulamasında tekerrürler ortalaması 45.6 adet ile çimlenen tohumların hepsi hayatta kalmıştır. Kontrol uygulaması hayatta kalan bitki sayıları diğer uygulamalar arasında çok yüksek düzeyde istatistiksel açıdan anlamlı fark vardır. Hayatta kalma sayısı en az uygulama tekerrürler ortalaması 16.4 adet tohum ile 402 Gy uygulamasında elde edilmiştir. 402 Gy uygulamasında çimlenen 35.4 tohumun ancak 16.4 adeti hayatta kalabilmiştir. 329 Gy ve 365 Gy uygulamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktur.

En yüksek ölüm oranı ortalaması %67 ile 402 Gy uygulamasında elde edilmiştir. 402 Gy uygulaması ile diğer uygulamalar arasında çok yüksek düzeyde istatistiksel anlamlı fark vardır. En düşük ölüm oranı ise kontrol uygulamasında %8,8 olarak hesaplanmıştır ve diğer uygulamalar ile çok yüksek düzeyde istatistiksel açıdan anlamlı fark vardır. Ölüm oranlarına ait kutu grafiği Şekil 4.6’da gösterilmiştir.



Şekil 4.6. Kontrol, 329, 365 ve 402 Gy uygulamaları için ölüm oranlarına ait kutu grafiği

4.3.4.3. Ortalama çimlenme süresi

Ortalama çimlenme süreleri Çizelge 4.7’da incelenmiştir. Ortalama çimlenme süresi en düşük olan uygulama kontrol uygulamasında tekerrürler ortalaması 3,21 gün

olarak hesaplanmıştır. Kontrol uygulamasından sonra bu değerin en düşük olduğu uygulama 365 Gy uygulaması olmuştur. Ortalama çimlenme süresi değeri en yüksek olan uygulama ise tekerrürler ortalaması 5,34 gün ile 402 Gy uygulaması olmuştur. Kontrol uygulaması ile 329 Gy, 365 Gy ve 402 Gy uygulamalarına göre üstün bulunmuş ve istatistiksel açıdan çok yüksek düzeyde anlamlı fark bulunmuştur. Ancak 329 Gy ve 365 Gy uygulamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktur. 402 Gy ve 329 Gy uygulamaları arasında anlamlı farklılık bulunmazken, 365 Gy uygulaması 402 Gy uygulaması arasında istatistiksel açıdan çok yüksek düzeyde anlamlı fark vardır. Tekerrürler arasında yüksek düzeyde anlamlı fark vardır. Ortalama çimlenme süresi denemesinde ikinci tekerrürler en hızlı tohum lotunu oluşturmuştur. Orchard (1977)'ın yapmış olduğu çalışmada ortalama çimlenme süresi değeri en düşük olan tohum lotunun en hızlı çimlenen tohum lotu olacağını söylemiştir. Bu çalışmada da benzer bulgular elde edilmiştir.

4.3.4.4. Çimlenme indeksi

Çimlenme indeksi değeri Çizelge 4.6'da incelendiği üzere, kontrol uygulamasında en yüksek çimlenme indeksi değeri tekerrürler ortalaması 583,4 olarak hesaplanmıştır. Bu değer istatistiksel açıdan diğer uygulamalara göre çok yüksek düzeyde anlamlı bulunmuştur. 329 Gy, 365 Gy ve 402 Gy uygulamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktur. Benech ve diğerleri (1991) çimlenme indeksi değeri yüksek olan tohum lotunun daha yüksek çimlenme oranına sahip olduğunu bildirmiştir. Bölüm 4.3.4.1'de çimlenme oranı incelendiğinde en yüksek çimlenme oranı kontrol uygulamasında elde edilmişti ve diğer uygulamalar arasında anlamlı farklılık bulunamamıştı. Bu bulgular Benech ve diğerleri (1991) desteklemektedir. Çimlenme indeksi denemesinde tekerrürler arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Uygulamalardaki ikinci tekerrürlerin çimlenme indeksi değerleri daha yüksek bulunmuştur.

4.3.4.5. Çimlenme hızı katsayısı

Çimlenme hızı katsayıları Çizelge 4.7'da görüldüğü üzere bu değerin en yüksek olduğu uygulama kontrol uygulaması olmuştur. Kontrol uygulaması tekerrürler ortalaması çimlenme hızı katsayısı 31,28 olarak hesaplanmıştır. Kontrol uygulaması diğer uygulamalara göre üstün bulunmuş ve istatistiksel açıdan çok yüksek düzeyde anlamlı fark bulunmuştur. 365 Gy uygulaması çimlenme hızı katsayısı tekerrürler ortalaması 20,14, 329 Gy tekerrürler ortalaması 19,31 olarak hesaplanmıştır. Ancak 329 Gy ve 365 Gy uygulamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktur. Çimlenme hızı katsayısı değeri en düşük uygulama 402 Gy uygulaması olmuştur. 402 Gy ve 329 Gy uygulamaları arasında anlamlı fark bulunmazken, 365 Gy uygulaması ile 402 Gy uygulaması arasında istatistiksel açıdan çok yüksek düzeyde anlamlı fark vardır. Çimlenme hızı katsayısı değeri en yüksek uygulama olan kontrol uygulamasında çimlenme sayısı ve ortalama çimlenme süresi değerleri de en yüksek bulunmuştur. Jones ve Sanders (1987) çimlenen tohum sayısı arttıkça ve çimlenme için gereken süre azaldıkça bu değerin artacağını söylemişlerdir. Bu bulgular birbirlerini desteklemektedir. Çimlenme hızı katsayısı denemesinde tekerrürler arasında çok yüksek düzeyde istatistiksel açıdan fark vardır. Uygulamaların ikinci tekerrürleri en yüksek çimlenme hızı katsayısı değerine sahiptir.

4.3.4.6. Çimlenme oranı indeksi

Çimlenme oranı indeksi değerleri Çizelge 4.7’da görüldüğü üzere en yüksek çimlenme oranı indeksi değeri kontrol uygulamasında tekerrürler ortalaması 60,14 olarak hesaplanmıştır. Kontrol uygulaması diğer uygulamalar arasında istatistiksel açıdan çok yüksek düzeyde anlamlı fark vardır. Çimlenme oranı indeksi denemesi tekerrürler arasında yüksek düzeyde anlamlı fark bulunmuştur. Uygulamaların ikinci tekerrürleri daha yüksek çimlenme oranı indeksi değerine sahip olmuştur.

4.3.4.7. Fide gücü indeksi

Fide gücü indeksleri değerleri bu uygulamalarda hesaplanamamıştır. Çünkü elektrik çiçeği tohumlarına uygulanan LD₅₀ dozu bizim M₁ jenerasyonlarını oluşturmaktadır. Bu uygulamadan elde edilen fideler yetiştiriciliğine devam edilerek çiçek verimi ve kalitesi gibi parametreler incelenmiştir.

4.3.4.8. Çimlenme zaman yayılımı

Çimlenme zaman yayılımı değerleri Çizelge 4.7’da incelendiği üzere kontrol uygulaması ve 365 Gy uygulaması arasında anlamlı fark yoktur. 329 Gy, 365 Gy ve 402 Gy uygulamaları arasında anlamlı fark yoktur. Ancak kontrol uygulaması ile 329 Gy ve 402 Gy uygulamaları arasında sınırda anlamlı farklılık bulunmuştur. Çimlenme zaman yayılımı denemesinde bulunan tekerrürler arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Uygulamada bulunan ikinci tekerrürler en düşük çimlenme zaman yayılımı değerine sahiptir. Çimlenme zaman yayılımı değeri ne kadar düşük olursa, yavaş ve hızlı çimlenen tohumlar arasında çimlenme hızı farkı o kadar düşük olmaktadır (Al-Mudaris 1998).

Çizelge 4.7. Kontrol, 329, 365 ve 402 Gy dozlarındaki Co⁶⁰ ışını uygulanmış M₁ jenerasyonu elektrik çiçeği tohumlarının çimlenme ile ilgili değişkenleri

Işın Dozu (Co ⁶⁰)	Çimlenme Sayısı (adet)	HKB (adet)	ÇO (%)	ÖO (%)	OÇS (Gün)	Çİ	ÇHK	ÇOl (gün) (%)	ÇGİ (gün)	ÇGS (gün)	ÇZY (gün)
Kontrol	45.6 ^a	45.6 ^a	91.2 ^a	8.8 ^c	3.21 ^c	583.4 ^a	31.28 ^a	60.72 ^a	2 ^b	7.8 ^b	6.8 ^b
329	36.8 ^b	29.8 ^b	73.6 ^b	40.4 ^b	5.20 ^{ab}	397.6 ^b	19.31 ^{bc}	33.01 ^b	2.8 ^a	11.4 ^a	7.6 ^a
365	35.4 ^b	26.4 ^b	68.4 ^b	47.2 ^b	4.99 ^b	377.2 ^b	20.14 ^b	31.1 ^b	3 ^a	9.6 ^{ab}	9.4 ^{ab}
402	34.2 ^b	16.4 ^c	70.8 ^b	67.2 ^a	5.34 ^a	378.2 ^b	18.79 ^c	30.87 ^b	3 ^a	11.4 ^a	9.6 ^a
p değeri	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

*Aynı harfler arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık yoktur.

4.4.Kök, Sürgün ve Yaprak Uzunluğu, Yaprak Genişliği ve Sayısı, Bitki Yaş Ağırlığı, Kök Ağırlığı ile İlgili Bulgular

Bu bölümde elektrik çiçeği tohumlarından elde edilen fidelerin otuzuncu günde ölçülen kök ve sürgün uzunlukları, yaprak uzunluğu, genişliği ve sayısı, bitki yaş ağırlığı ve bitki kök ağırlığı parametrelerinin bulguları uygulanan farklı dozlardaki etkileri incelenmiştir.

4.4.1. Kontrol, 20, 40, 60, 80 ve 100Gy dozları

Elektrik çiçeği tohumları kontrol uygulaması ile 20, 40, 60, 80 ve 100Gy dozlarında kök ve sürgün uzunlukları, yaprak uzunluğu, genişliği ve sayısı, bitki yaş ağırlığı ve bitki kök ağırlığı bulguları Çizelge 4.8’de gösterilmiştir.

4.4.1.1. Kök uzunluğu

Elektrik çiçeği fideleri kök uzunlukları Çizelge 4.8’de görüldüğü üzere en uzun kök uzunluğu 40 Gy uygulamasında 89.41 mm elde edilmiştir. Ancak istatistiksel açıdan kontrol, 20 Gy ve 40 Gy uygulamaları arasında anlamlı fark yoktur. Kontrol, 20 Gy, 40 Gy uygulamaları diğer uygulamalara göre üstün bulunmuş ve çok yüksek düzeyde istatistiksel açıdan anlamlı fark vardır. İki kırmızı biber çeşidinde yapılan çalışma da düşük dozlarda gama radyasyonun kök uzunluğu, çapı ve yaprak alanı üzerine olumlu artışları gözlenmiş ancak bunlar arasından istatistiki olarak anlamlı bulunamamıştır (Kim vd. 2004). Borzouei ve diğerleri (2010) buğdayda düşük gama radyasyonunun kök uzunluğuna önemli etki yaptığının bildirmişlerdir. En kısa kök uzunluğu 100 Gy uygulamasında tekerrürler ortalaması 15.75 mm olarak ölçülmüştür. 100 Gy uygulaması ile diğer uygulamalar arasında çok yüksek düzeyde istatistiksel anlamlı fark vardır.

4.4.1.2. Sürgün uzunluğu

Sürgün uzunlukları Çizelge 4.8’de incelendiği üzere, kontrol uygulamasında sürgün uzunlukları tekerrürler ortalaması 22.08 mm olarak hesaplanmıştır. Kontrol uygulaması sürgün uzunlukları diğer uygulamalara göre uzun bulunmuş ve diğer uygulamalar ile arasında çok yüksek düzeyde istatistiksel anlamlı fark vardır. 100 Gy uygulamasında en kısa sürgün uzunluğu ortalaması elde edilmiştir. 100 Gy uygulaması diğer uygulamalar arasında çok yüksek düzeyde istatistiksel anlamlı fark vardır. Borzouei ve diğerleri (2010) buğdayda yapmış oldukları çalışmada düşük dozların sürgün uzunluğuna olumlu etki yapabileceğini ancak uygulanan doz artıkça tam tersi bir durum oluşarak sürgün uzunluğunda azalmalara neden olduğunu bildirmişlerdir.

4.4.1.3. Yaprak genişliği, uzunluğu ve sayısı

Elektrik çiçeği fidelerinde yaprak genişliği, uzunluğu ve sayısı bulguları Çizelge 4.8’de gösterilmiştir. 20 Gy uygulamasındaki yaprak genişlikleri ortalaması 20.26 mm ile en geniş yaprak genişliğine sahip olmuştur. Ancak 20 Gy, 40 Gy ve kontrol uygulamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktur. 20 Gy, 40 Gy ve kontrol uygulamalarının yaprak genişlikleri diğer uygulamalar ile arasında çok yüksek düzeyde istatistiksel anlamlı fark vardır.

En uzun yaprak uzunlukları kontrol uygulamasında ortalama 30.16 mm olarak ölçülmüştür. Kontrol uygulaması, diğer uygulamalara göre daha uzun yaprak uzunluklarına sahiptir. Uygulamalar arasında çok yüksek düzeyde istatistiksel fark vardır.

En fazla yaprak sayısına ortalama 6.15 adet ile 40 Gy uygulaması olurken, 40 Gy uygulaması ile kontrol, 20 Gy ve 60 Gy uygulamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktur. Ancak bu dört uygulama ile 80 Gy ve 100 Gy uygulamaları arasında çok yüksek düzeyde istatistiksel anlamlı fark vardır. Yaprak genişliği, uzunluğu ve sayısı denemelerindeki tekerrürler arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktur.

4.4.1.4. Bitki yaş ağırlığı

Elektrik çiçeği fideleri bitki yaş ağırlıkları tekerrürler ortalaması Çizelge 4.8’de gösterilmiştir. Kontrol uygulaması bitki yaş ağırlığı ortalaması 0.679 gr olarak tartılmıştır. Kontrol uygulaması ile diğer uygulamalar arasında çok yüksek düzeyde istatistiksel anlamlı fark vardır. 20 Gy ve 40 Gy uygulamaları arasında istatistiksel anlamlı fark yoktur. Bitki yaş ağırlığı en düşük olan uygulama 0.0244 gr ile 100 Gy uygulaması olmuştur. Ancak 100 Gy ve 80 Gy uygulamaları arasında istatistiksel anlamlı fark yoktur. Bitki yaş ağırlıkları uygulamalarında bulunan tekerrürler arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktur.

4.4.1.5. Bitki kök ağırlığı

Bitki kök ağırlıkları ortalaması Çizelge 4.8’de gösterildiği üzere en ağır kök ağırlığı ortalaması 40 Gy uygulamasında 0.2428 gr ağırlığında tartılmıştır. Ancak kontrol, 20 Gy ve 40 Gy uygulamaları arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmazken, bu uygulamalar ile 60 Gy, 80 Gy ve 100 Gy uygulamaları arasında çok yüksek düzeyde istatistiksel anlamlı fark vardır. 60 Gy, 80 Gy ve 100 Gy uygulamaları arasında istatistiksel anlamlı fark yoktur.

Çizelge 4.8. Kontrol, 20, 40, 60, 80 ve 100 Gy uygulamalarında çeşitli bitki parametrelerinin tekerrürler ortalaması

Işın Dozu (Co ⁶⁰)	Kök Uzunluğu (mm)	Sürgün Uzunluğu (mm)	Yaprak Genişliği (mm)	Yaprak Uzunluğu (mm)	Yaprak Sayısı (adet)	Bitki Yaş Ağırlığı (gr)	Kök Ağırlığı (gr)
K	85.6 ^a	22.08 ^a	19.51 ^a	30.16 ^a	6.1 ^a	0.679 ^a	0.2253 ^a
20	81.22 ^a	18.89 ^b	20.26 ^a	26.82 ^b	6 ^a	0.543 ^b	0.2359 ^a
40	89.41 ^a	19.78 ^b	20.01 ^a	26.57 ^b	6.15 ^a	0.546 ^b	0.2428 ^a
60	56.18 ^b	13.96 ^c	10.79 ^b	16.41 ^c	6 ^a	0.132 ^c	0.0323 ^b
80	31.07 ^c	10.95 ^d	8.03 ^c	11.94 ^d	4.1 ^b	0.0462 ^d	0.0038 ^b
100	15.76 ^d	8.54 ^e	6.12 ^d	8.69 ^e	3.8 ^c	0.0244 ^d	0.0015 ^b
p değeri	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

*Aynı harfler arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık yoktur.

4.4.2. Kontrol, 40, 80, 120, 160 ve 200 Gy dozları

Bu bölümde elektrik çiçeği tohumları kontrol uygulaması ile 40, 80, 120, 160 ve 200 Gy dozlarında kök ve sürgün uzunlukları, yaprak uzunluğu, genişliği ve sayısı, bitki yaş ağırlığı ve bitki kök ağırlığı bulguları Çizelge 4.9’de gösterilmiştir.

4.4.2.1. Kök uzunluğu

Kök uzunlukları Çizelge 4.9’de incelenmiştir. Kök uzunlukları ortalaması 86.34 mm ile en uzun olan 40 Gy uygulaması olmuştur. Ancak kontrol, 40 Gy, 80 Gy, 120 Gy uygulamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktur. Bu dört uygulama ile diğer uygulamalar arasında istatistiksel açıdan çok yüksek düzeyde anlamlı fark vardır. Kök uzunluğu 200 Gy uygulamasında ortalama 59.37 mm ile en düşük uygulama olmuştur. 200 Gy uygulaması ile diğer uygulamalar arasında çok yüksek düzeyde anlamlı fark vardır. Kök uzunluğu denemesinde bulunana tekerrürler arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark vardır. Uygulamalardaki birinci tekerrürler daha düşük kök uzunluğuna sahip olmuştur.

4.4.2.2. Sürgün uzunluğu

Sürgün uzunlukları Çizelge 4.9’de gösterildiği üzere en uzun sürgün uzunluğu ortalaması 36.27 mm ile kontrol uygulamasında ölçülmüştür. Kontrol uygulaması ile diğer uygulamalar arasında çok yüksek düzeyde istatistiksel açıdan anlamlı fark vardır. Daha sonraki ölçülen en uzun sürgün uzunluğu 40 Gy uygulamasında ortalama 33.23 mm olarak ölçülmüştür. Ancak 40 Gy ve 80 Gy uygulamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktur. En düşük sürgün uzunluğu ortalaması 22.79 mm uzunluğunda 200 Gy uygulamasında ölçülmüştür. 200 Gy uygulaması ile diğer uygulamalar arasında istatistiksel açıdan çok yüksek düzeyde anlamlı fark vardır. Uygulamalarda bulunana tekerrürler arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktur. Yağ gülünde (*Rosa damascena Mill*) yapılan bir Co⁶⁰ mutasyon ıslahı çalışmasında Baydar ve diğerleri (2013) yağ gülleri fidelerinin boylarında uygulanan ışın dozu artıkça kısaltmalar rapor etmişlerdir.

4.4.2.3. Yaprak genişliği, uzunluğu ve sayısı

Yaprak genişliği, uzunluğu ve sayıları Çizelge 4.9’de incelenmiştir. Yaprak genişliği ortalaması kontrol uygulamasında 32.54 mm uzunluğundan ölçülmüştür. Kontrol ve 40 Gy uygulamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmazken, bu iki uygulama ile diğer uygulamalar arasında çok yüksek düzeyde istatistiksel anlamlı fark vardır. 40 Gy ve 80 Gy uygulamaları arasında yaprak genişlikleri açısından anlamlı fark bulunmazken, kontrol uygulaması ile 80 Gy uygulaması arasında çok yüksek düzeyde anlamlı fark vardır. Yaprak genişliği ortalaması 15.93 mm ile 200 Gy uygulamasında ölçülmüştür. 200 Gy uygulaması ile diğer uygulamalar arasında çok yüksek düzeyde anlamlı fark vardır.

Yaprak uzunlukları kontrol ve 40 Gy uygulamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmazken, bu iki uygulama diğer uygulamalar göre daha uzun yaprak uzunluklarına sahip olmuştur. Ancak 40 Gy, 80 Gy ve 120 Gy uygulamaları arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmazken, kontrol uygulaması 80 Gy ve 120 Gy

uygulamaları arasında istatistiksel açıdan çok yüksek düzeyde anlamlı fark vardır. En düşük yaprak uzunluğu ortalaması 200 Gy uygulamasında 20.31 mm olarak ölçülmüştür. 200 Gy uygulaması ile diğer uygulamalar arasında çok yüksek düzeyde anlamlı fark vardır.

En fazla yaprak sayısı kontrol ve 40 Gy uygulamalarında 8 adet ortalama ile sayılmıştır. Yaprak sayıları, kontrol, 40 Gy, 80 Gy ve 120 Gy uygulamaları arasında istatistiksel anlamlı fark yoktur. Kontrol ve 40 Gy uygulamaları ile 160 Gy uygulamaları arasında yaprak sayıları açısından çok yüksek düzeyde istatistiksel anlamlı fark vardır. En az yaprak sayısı 200 Gy uygulamasında ortalama 6 adet sayılmıştır. 200 Gy uygulaması ile diğer uygulamalar arasında çok yüksek düzeyde istatistiksel anlamlı fark vardır. Yaprak uzunluğu ve genişlikleri denemelerinde bulunan tekerrürler arasında anlamlı fark bulunmazken, yaprak sayıları denemesinde bulunan ikinci tekerrürler ile diğer tekerrürler arasında sınırda anlamlı istatistiksel farklılık vardır. Yaprak sayısı denemesindeki ikinci tekerrürler daha az yaprak sayısına sahip olmuştur.

4.4.2.4. Bitki yaş ağırlığı

Elektrik çiçeği bitki yaş ağırlıkları Çizelge 4.9'de incelenmiştir. Kontrol uygulamasında ortalama bitki yaş ağırlığı 0.862 gr olarak tartılmıştır. Ancak kontrol uygulaması ile 40 Gy uygulaması arasında istatistiksel anlamlı fark yoktur. 40 Gy ve 80 Gy uygulamaları arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmazken, kontrol uygulaması bitki yaş ağırlığı, 80 Gy uygulamasından daha ağırdır. Kontrol ve 80 Gy uygulamaları arasında istatistiksel açıdan çok yüksek düzeyde anlamlı fark vardır. En düşük bitki yaş ağırlığı ortalaması 200 Gy uygulamasında 0.177 gr olarak ölçülmüştür. 120 Gy, 160 Gy ve 200 Gy uygulamaları arasında istatistiksel açıdan çok yüksek düzeyde anlamlı fark vardır. Uygulamada bulunana tekerrürler arasında anlamlı fark yoktur.

4.4.2.5. Bitki kök ağırlığı

Elektrik çiçeği kökleri incelendiğinde Çizelge 4.9'de verilen ortalama değerler elde edilmiştir. Kontrol uygulamasında kök ağırlığı ortalaması 0.136 gr olarak tartılırken, kontrol uygulaması ile 40 Gy ve 80 Gy uygulamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktur. 80 Gy ve 120 Gy uygulamaları arasında anlamlı fark bulunmazken, kontrol ve 40 Gy uygulamaları ile 120 Gy uygulaması arasında istatistiksel açıdan çok yüksek düzeyde anlamlı fark vardır. 200 Gy uygulamasında kök ağırlığı 0.016 gr olarak en düşük ortalama değer elde edilmiştir. 200 Gy uygulaması ile diğer uygulamalar arasında çok yüksek düzeyde istatistiksel anlamlı fark vardır. Bitki kök ağırlığı denemesinde bulunana tekerrürler arasında anlamlı fark yoktur.

Çizelge 4.9. Kontrol, 40, 80, 120, 160 ve 200 Gy uygulamalarında çeşitli bitki parametrelerinin tekerrürler ortalaması

Işın Dozu (Co⁶⁰)	Kök Uzunluğu (mm)	Sürgün Uzunluğu (mm)	Yaprak Genişliği (mm)	Yaprak Uzunluğu (mm)	Yaprak Sayısı (adet)	Bitki Yaş Ağırlığı (gr)	Kök Ağırlığı (gr)
K	83.89 ^a	36.27 ^a	32.54 ^a	41.83 ^a	8 ^a	0.862 ^a	0.136 ^a
40	86.34 ^a	33.23 ^b	30.51 ^{ab}	38.13 ^{ab}	8 ^a	0.768 ^{ab}	0.123 ^a
80	80.38 ^{ab}	31.57 ^{bc}	28.11 ^{bc}	36.14 ^b	7.65 ^{ab}	0.694 ^b	0.115 ^{ab}
120	82.58 ^a	30.43 ^c	26.15 ^{cd}	34.31 ^{bc}	7.7 ^{ab}	0.576 ^c	0.088 ^{bc}
160	72.05 ^b	29.27 ^c	24.53 ^d	30.88 ^c	7.3 ^b	0.461 ^d	0.067 ^c
200	59.37 ^c	22.79 ^d	15.93 ^e	20.31 ^d	6 ^c	0.177 ^e	0.016 ^d
p değeri	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

*Aynı harfler arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık yoktur.

4.4.3. Kontrol, 100, 200, 300, 400 ve 500 Gy dozları

Bu bölümde elektrik çiçeği tohumları kontrol uygulaması ile 100 Gy, 200 Gy, 300 Gy, 400 Gy ve 500 Gy dozlarında kök ve sürgün uzunlukları, yaprak uzunluğu, genişliği ve sayısı, bitki yaş ağırlığı ve bitki kök ağırlığı bulguları Çizelge 4.10'de gösterilmiştir. Şekil 5b ve Şekil 5c'de gösterildiği üzere elektrik çiçeği fidelerinin yeterli gelişim gösterememesinden dolayı 200 Gy uygulamasında kök ağırlığı değeri, 300 Gy ve 400 Gy uygulamasında diğer parametreler ölçülememiştir.

4.4.3.1. Kök uzunluğu

Kök uzunlukları Çizelge 4.10'da görüldüğü üzere kontrol uygulamasında ortalaması 88.82 mm olarak hesaplanmıştır. Ancak kontrol ve 100 Gy uygulaması arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktur. Kontrol ve 100 Gy uygulamaları, 200 Gy uygulamasına göre daha uzun kök uzunluğuna sahiptir ve istatistiksel olarak çok yüksek düzeyde anlamlı fark vardır. Uygulamada bulunan tekerrürler arasında anlamlı farklılık yoktur. Kadife çiçeği tohumlarına uygulanan 100 Gy, 200 Gy, 300 Gy ve 400 Gy dozlarında ışınlamalarda, 100 Gy uygulamasında incelenen hemen hemen tüm özellikler; büyüme ve verim özellikleri dahil olmak üzere pozitif korelasyon görülmüştür (Singh vd. 2009).

4.4.3.2. Sürgün uzunluğu

Elektrik çiçeği fideleri sürgün uzunlukları Çizelge 4.10'da incelenmiştir. Kontrol uygulaması sürgün uzunluğu ortalaması 41.73 mm olarak hesaplanmıştır. Kontrol uygulaması ile diğer uygulamalar arasında çok yüksek düzeyde istatistiksel anlamlı fark vardır. 100 Gy ve 200 Gy uygulamaları arasında da çok yüksek düzeyde anlamlı farklılık vardır. Uygulamada bulunan tekerrürler arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık vardır. Birinci tekerrürlerde bulunana uygulamaların sürgün uzunlukları daha yüksek

ölçülmüştür. Suneetha ve diğerlerinin (2020) yaptıkları bir çalışmada, tıbbi ve aromatik bir bitki olan *Abelmoschus moschatus* L. tohumlarına uygulanan 100, 200, 300, 400, 500 ve 600 Gy dozlarında Co⁶⁰ gama radyasyonu uygulamasında en yüksek bitki boyu (105.58 cm) ile 100 Gy’de ışınlanmış tohumlarda kaydedilmiştir. Bu çalışmadaki en yüksek sürgün uzunluğu kontrol uygulamasında elde edilmiştir.

4.4.3.3. Yaprak genişliği, uzunluğu ve sayısı

Elektrik çiçeği fideleri yaprak genişliği, uzunluğu ve sayıları Çizelge 4.10’da incelenmiştir. Yaprak genişlikleri ortalaması kontrol grubunda 27.17 mm olarak hesaplanmıştır. Yaprak genişliği denemesinde uygulamalar arasında çok yüksek düzeyde anlamlı farklılık vardır.

Yaprak uzunlukları ortalaması kontrol uygulamasında 35.22 mm olarak hesaplanmıştır. Kontrol uygulaması ile diğer uygulamalar arasında çok yüksek düzeyde istatistiksel açıdan anlamlı fark vardır. 100 Gy ve 200 Gy uygulamaları arasında da çok yüksek düzeyde istatistiksel fark vardır.

Kontrol uygulamasında bulunana her bitki 10 adet yaprak oluştururken, 100 Gy uygulamasında yaprak sayısı ortalaması 9.6 adet olarak hesaplanmıştır. Kontrol ve 100 Gy uygulamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktur. Kontrol ve 100 Gy uygulamaları, 200 Gy uygulamasına göre daha fazla yaprak oluşturmuş ve istatistiksel açıdan çok yüksek düzeyde anlamlı fark vardır.

Yaprak genişliği, uzunluğu ve sayısı denemelerindeki uygulamaların tekerrürler arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktur.

4.4.3.4. Bitki yaş ağırlığı

Bitki yaş ağırlıkları Çizelge 4.10’da görüldüğü üzere kontrol uygulaması ortalaması 0.715 gr olarak hesaplanmıştır. Kontrol uygulaması diğer uygulamalara göre daha ağır bitki yaş ağırlığına sahip olmuştur ve aralarında çok yüksek düzeyde istatistiksel anlamlı fark vardır. 100 Gy ve 200 Gy uygulamaları arasında da çok yüksek düzeyde istatistiksel anlamlı fark vardır. Denemede bulunan birinci tekerrür diğer tekerrürlere göre daha ağır bitki yaş ağırlığına sahip olmuştur ve aralarında istatistiksel anlamlı fark vardır.

4.4.3.5. Bitki kök ağırlığı

Çizelge 4.10’da bitki kök ağırlıkları gösterildiği üzere kontrol uygulamasında ağırlıklar ortalaması 0.081 gr olarak hesaplanmıştır. Kontrol ve 100 Gy uygulamaları arasında yüksek düzeyde anlamlı fark vardır. Tekerrürler arasında istatistiksel anlamlı fark yoktur.

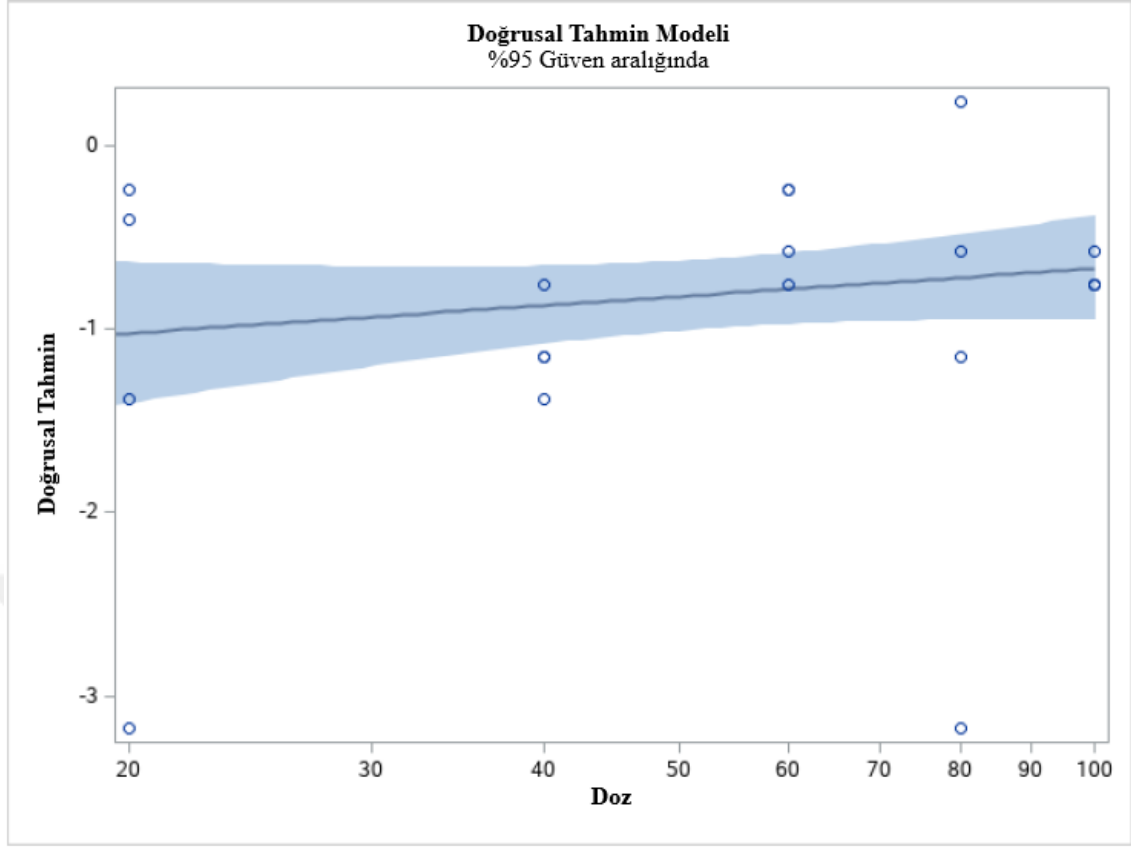
Çizelge 4.10. Kontrol, 100, 200, 300, 400 ve 500 Gy uygulamalarında çeşitli bitki parametrelerinin tekerrürler ortalaması

Işın Dozu (Co ⁶⁰)	Kök Uzunluğu (mm)	Sürgün Uzunluğu (mm)	Yaprak Genişliği (mm)	Yaprak Uzunluğu (mm)	Yaprak Sayısı (adet)	Bitki Yaş Ağırlığı (gr)	Kök Ağırlığı (gr)
K	88.82 ^a	41.73 ^a	27.17 ^a	35.22 ^a	10 ^a	0.712 ^a	0.081 ^a
100	82.15 ^b	35.67 ^b	21.41 ^b	29.1 ^b	9.6 ^a	0.462 ^b	0.049 ^b
200	9.43 ^b	4.56 ^c	2.24 ^c	3.7 ^c	3.05 ^b	0.007 ^c	.
300	.	.	.	.	.	.	.
400	.	.	.	.	.	.	.
500	.	.	.	.	.	.	.
p değeri	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

*Aynı harfler arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık yoktur.

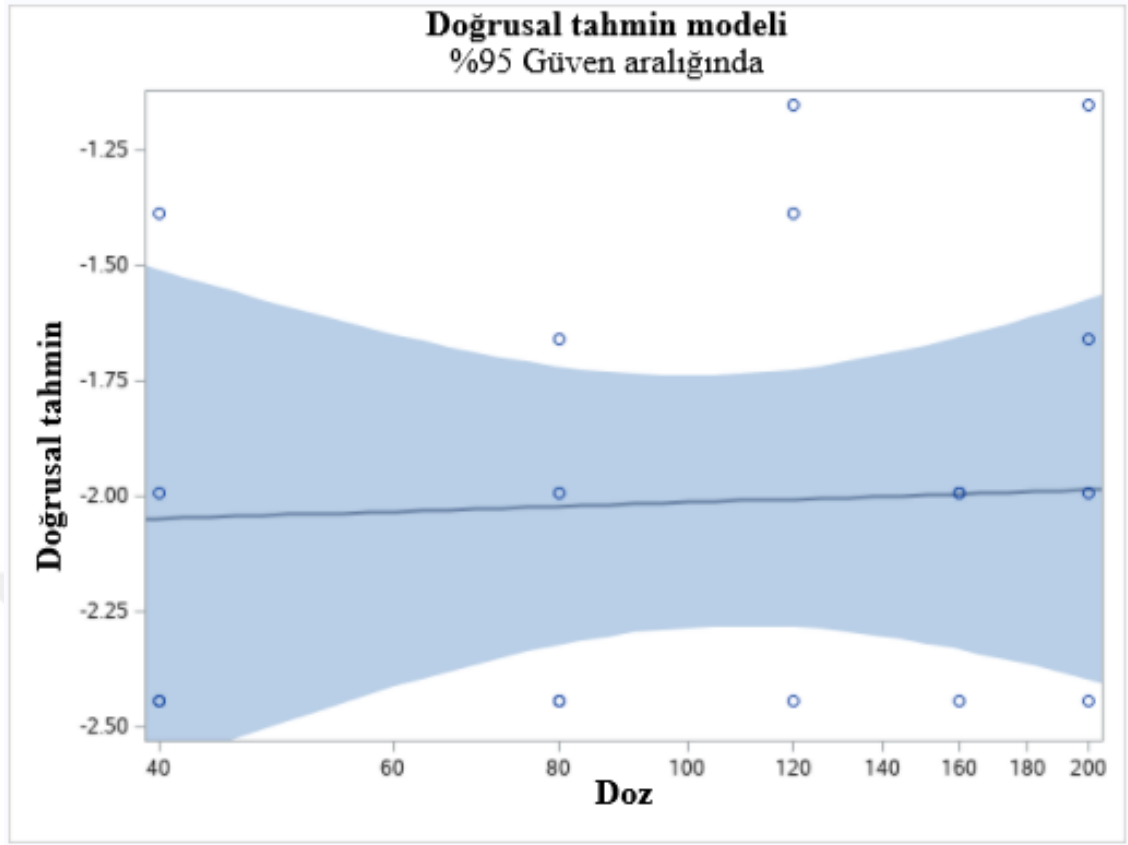
4.5. LD₅₀ Değeri

Elektrik çiçeği LD₅₀ değerinin hesaplanmasında kullanılacak başlangıç dozlarının belirlenmesi gerekmektedir. Bunun içinde elektrik çiçeğinde daha önce yapılmış mutasyon ıslahı çalışmalarına bakılmış ancak literatürde bununla ilgili kaynak bulunamamıştır. Başlangıç dozlarının belirlenebilmesi için aynı familyada bulunan türler incelenmiştir. Bir literatürde de Asteraceae familyasından bazı bitkilerde LD₅₀ değerleri *Gerbera* sp. tohumları için 100 Gy, *Helianthus debilis* tohumları için 130 Gy, *Lactuca sativa* tohumları için 69.1 Gy olarak bildirilmiştir (Shu vd. 2012). Elektrik çiçeği tohumlarının çok küçük olması ve *Lactuca sativa* tohumlarına benzerliği nedeniyle 20, 40, 60, 80 ve 100 Gy dozlarının başlangıç için yeterli olacağı düşünülmüştür. Çizelge 4.3'te görüldüğü üzere elektrik çiçeği tohumlarının hayatta kalan bitki sayıları verilmiştir. Otuzuncu günde hayatta kalan bitki sayılarından elde edilen ölen bitki sayıları baz alınarak hesaplanan probit analizi sonuçlarına göre LD₅₀ değeri 2124 Gy olarak hesaplanmıştır. Ancak bu değer istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır. Şekil 4.7'te görüldüğü üzere ölen bitki sayılarının oluşturduğu doğru yataya yakın bir eğri çizmiştir. Bu eğrinin daha yatık ve x eksenini 45 dereceye yakın bir açı oluşturması beklenmektedir. Elde edilen bulgular sonucunda 20, 40, 60, 80 ve 100 Gy dozları elektrik çiçeği LD₅₀ değerinin hesaplanmasında yeterli gelmemiştir.



Şekil 4.7. Kontrol, 20, 40, 60, 80 ve 100 Gy dozları için doğrusal tahmin modeli

Elektrik çiçeği tohumlarına bir sonraki aşamada 40, 80, 120, 160 ve 200 Gy dozlarında Co^{60} ışın uygulaması yapılmıştır. Otuzuncu günde sayılan ölen bitkiler ile yapılan probit analizinde LD_{50} değeri 4366 Gy olarak hesaplanmıştır. Bu değer çok yüksek bulunmuş ve istatistiksel olarak da anlamlı bulunmamıştır. Şekil 4.8’de görüldüğü üzere ölen bitki sayılarından elde edilen doğrunun yine yatay olduğu görülmektedir. Bu doğrunun yatay olması beklenen bir durum değildir. Bu denemenin bulgularından sonra elektrik çiçeği tohumlarına daha yüksek dozlarda Co^{60} ışın uygulaması yapılmaya karar verilmiştir.

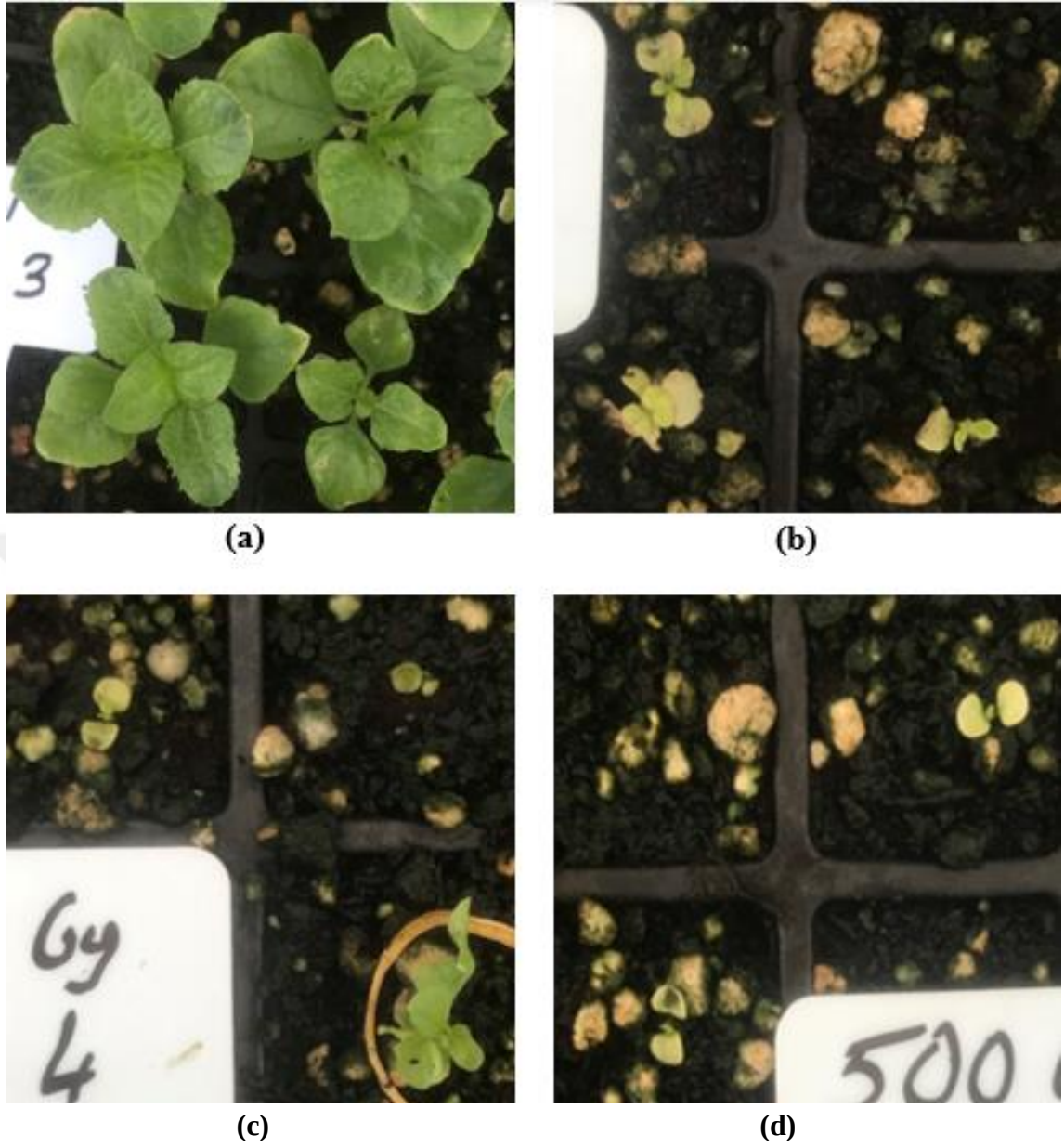


Şekil 4.8. Kontrol, 40, 80, 120, 160 ve 200 Gy dozları için doğrusal tahmin modeli

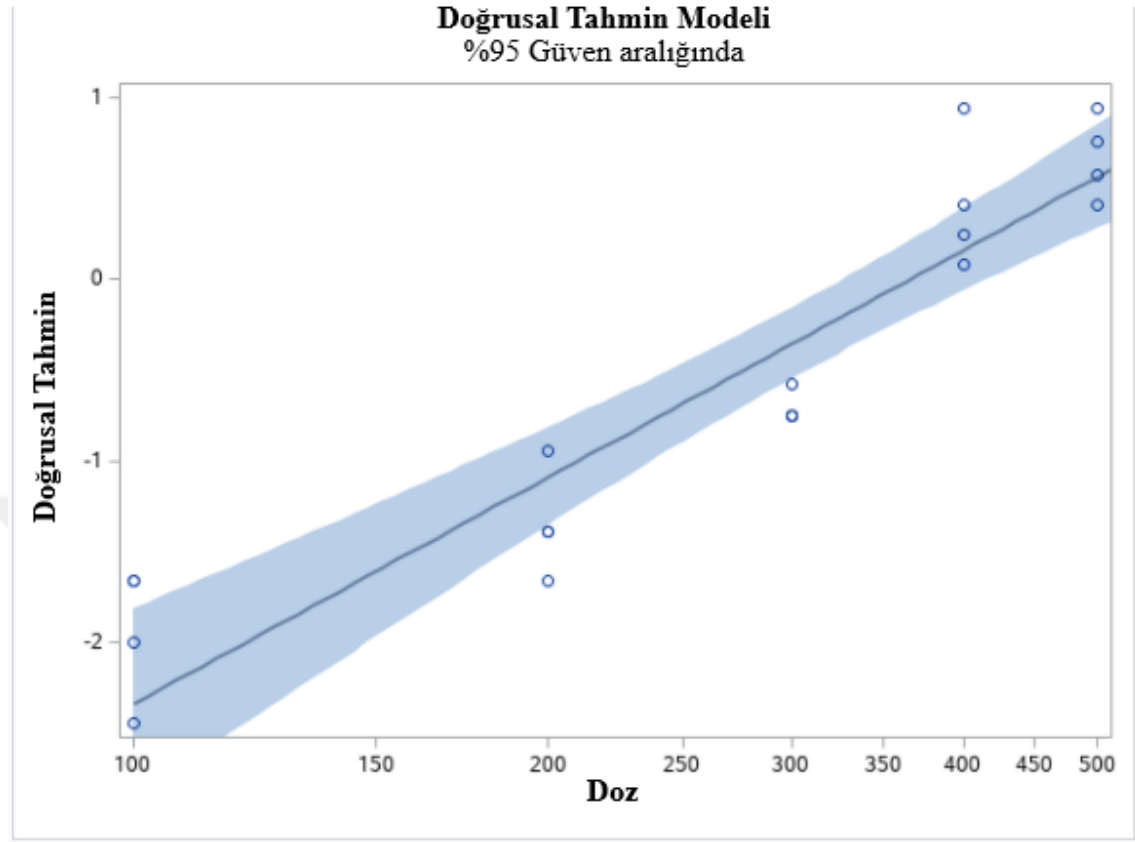
Asteraceae familyasında yer alan *Helianthus annuus* (ayçiçeği) türü tohumlarına 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800 ve 900 Gy dozlarında ışınlamanın yapıldığı ve Co⁶⁰ gama ışınlamanın etkilerinin gözlemlendiği bir çalışmada bitki boyu, kök uzunluğu, kök hacmi, kuru ağırlık gibi özellikler incelenmiştir. Çalışmada radyasyon dozu arttıkça çimlenme ve filizlenmenin yanı sıra bitki boyu, kök hacmi ve kuru ağırlığın azaldığı tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda 100 ve 200 Gy'lik dozların bitki boyu ve kök uzunluğu üzerine uyarıcı bir etkiye sahip olduğu ve ayçiçeğinde genetik değişkenliği tetiklediği, ancak 300 Gy üzerindeki dozların yüksek olacağı bildirilmiştir (Diaz vd. 2018). Ahloowalia ve Maluszynski (2001) yüksek dozların gıda ürünlerin sterilizasyonu için kullanılırken, 60 Gy ile 700 Gy arasında değişen düşük dozların pirinç, buğday, mısır, fasulye ve kolza gibi tohumla çoğaltılan bitkilerin tohum materyallerine uygulanabileceğini bildirmişlerdir. Bu çalışmalar sonucunda elektrik çiçeği tohumlarına 100 Gy, 200 Gy, 300 Gy, 400 Gy ve 500 Gy dozlarında Co⁶⁰ gama radyasyonu ışın uygulaması yapılmıştır. Otuzuncu günde ölen bitkiler sayılması sonucu ölüm oranları ile yapılan probit analizinde LD₅₀ değeri elektrik çiçeği tohumları için 365.64 Gy olarak hesaplanmıştır. Bu değer çok yüksek düzeyde istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur. Çizelge 4.8'de beklenen doğrusal tahmin modeli elde edilmiştir. Asterecea familyasına ait Afrika kadife çiçeği (*Tagetes erecta* L.) tohumlarına uygulanan Co⁶⁰ gama radyasyonu uygulamasında en yüksek ölüm oranı bitkilerin %68,5'in hayatta kaldığı 400 Gy uygulamasında rapor edilmiştir. Singh ve diğerleri (2016) Afrika kadife çiçeği tohumları

için LD₅₀ değerinin 400 Gy dozunun üzerinde olduğunu rapor etmişlerdir. şekil 4.9'te görüldüğü üzere elektrik çiçeği yapraklarında Co⁶⁰ gama radyasyonu uygulamasına bağlı olarak yapraklarda şekil bozuklukları görülmüştür. Singh ve diğerleri (2016) Afrika kadife çiçeği yapraklarında morfolojik anormallikler rapor etmişlerdir. Bunlar asimetrik yaprak ayası, yaprak boyutunda ve genişliğinde küçülmeler, soluk yeşil yapraklar ve farklı kademelerde klorofil farklılıkları şeklinde kendini göstermektedir. Doğadaki bazı bitki türleri düşük dozlarda ışınlanmayı tercih ederken bazı türler daha yüksek dozlarda gama radyasyonu ile iek rengine büyük tepkiler vermektedir (Anne ve Lim 2020). Shafiei ve diğerleri (2019), krizantemde mutasyon frekansı oluşturmak için 25 Gy gama ışın uygulamasının uygun doz olarak kabul edildiğini ortaya koymuştur. Bu doz bizim çalışmamızda elektrik çiçeği için oldukça düşük kalmaktadır.





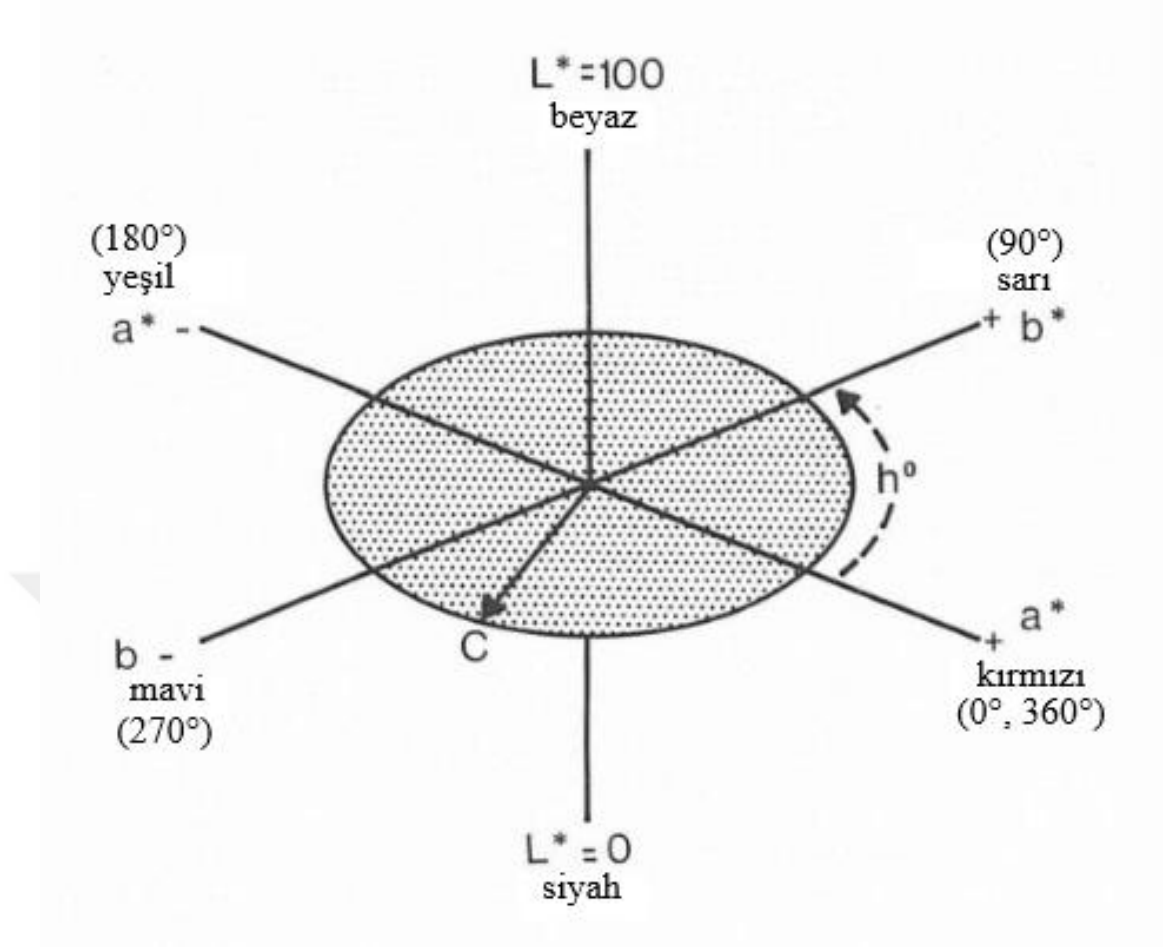
Şekil 4.9. (a) Kontrol uygulamasındaki elektrik çiçeği yaprakları (b) 200 Gy uygulamasında görülen yaprak deformasyonları (c) 300 Gy uygulamasında görülen yaprak deformasyonları (d) 500 Gy uygulamasında görülen yaprak deformasyonları



Şekil 4.10. Kontrol, 100, 200, 300, 400 ve 500 Gy dozları için doğrusal tahmin modeli

4.6. Parlaklık, Hue ve Kroma Değerleri

Elektrik çiçeklerinin yapraklarından ölçülen renk analizlerinde Çizelge 4.11’te L, a, b, Hue ve Kroma değerlerine ait elde edilen ölçüm sonuçlarının ortalama değerleri verilmiştir. Parlaklık değeri en yüksek uygulama 41.48 ile 365 Gy uygulaması olmuştur. Ancak 365 Gy ve 329 Gy uygulamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktur. 329 Gy ve 365 Gy uygulamaları, kontrol ve 402 Gy uygulamalarına göre daha parlak yaprak rengine sahiptir ve aralarında istatistiksel açıdan yüksek düzeyde anlamlı fark vardır. L değeri 0-100 arasında değerler almaktadır. 0 değerine yaklaştıkça rengin siyaha doğru koyulaşmasını, 100 değerine yaklaştıkça rengin beyaza doğru parlaklığının artmasını ifade etmektedir (McGuire 1992). Elektrik çiçeği yapraklarında ölçülen en yüksek parlaklık değeri 365 Gy uygulamasında birinci tekerrür birinci bitkide 47.21 olarak ölçülmüştür.

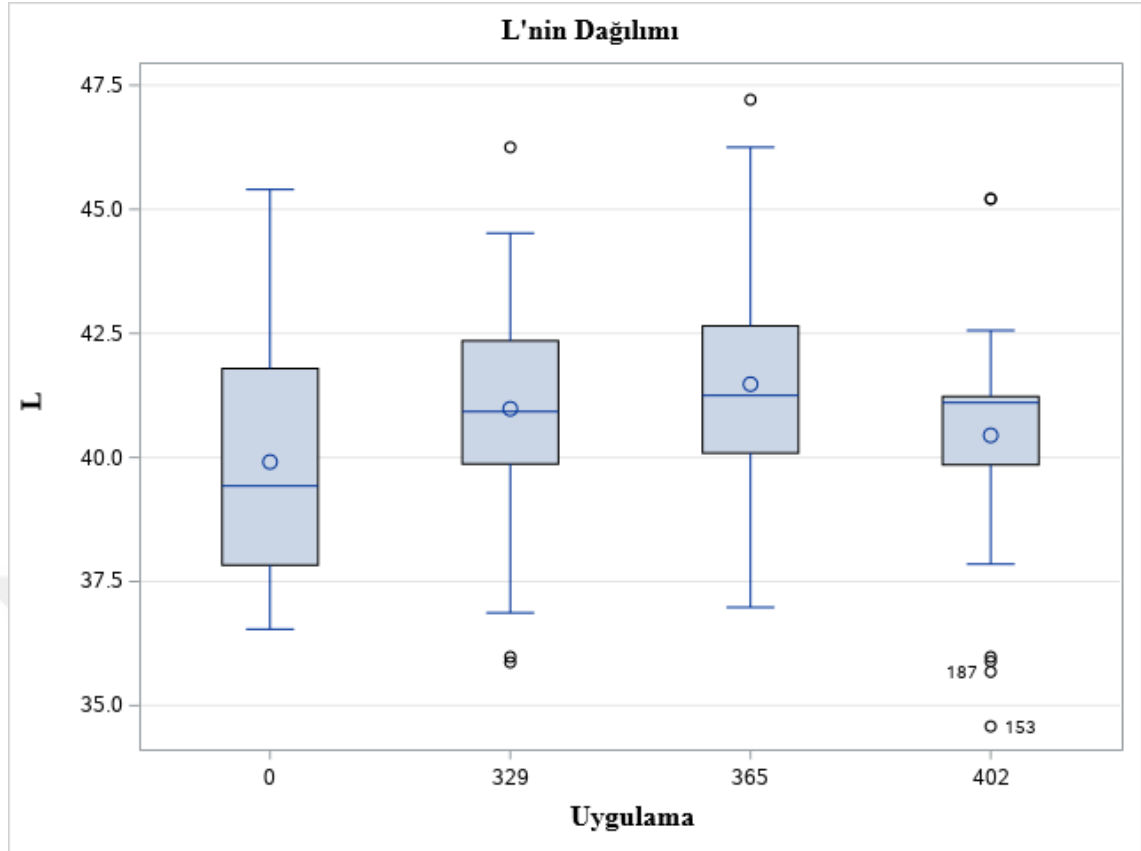


Şekil 4.11. CIELAB renk sistemi (Weatherall ve Coombs 1992)

Çizelge 4.11. Kontrol, 329, 365 ve 402 Gy dozlarında renk değerleri ile ilgili ortalama değerler

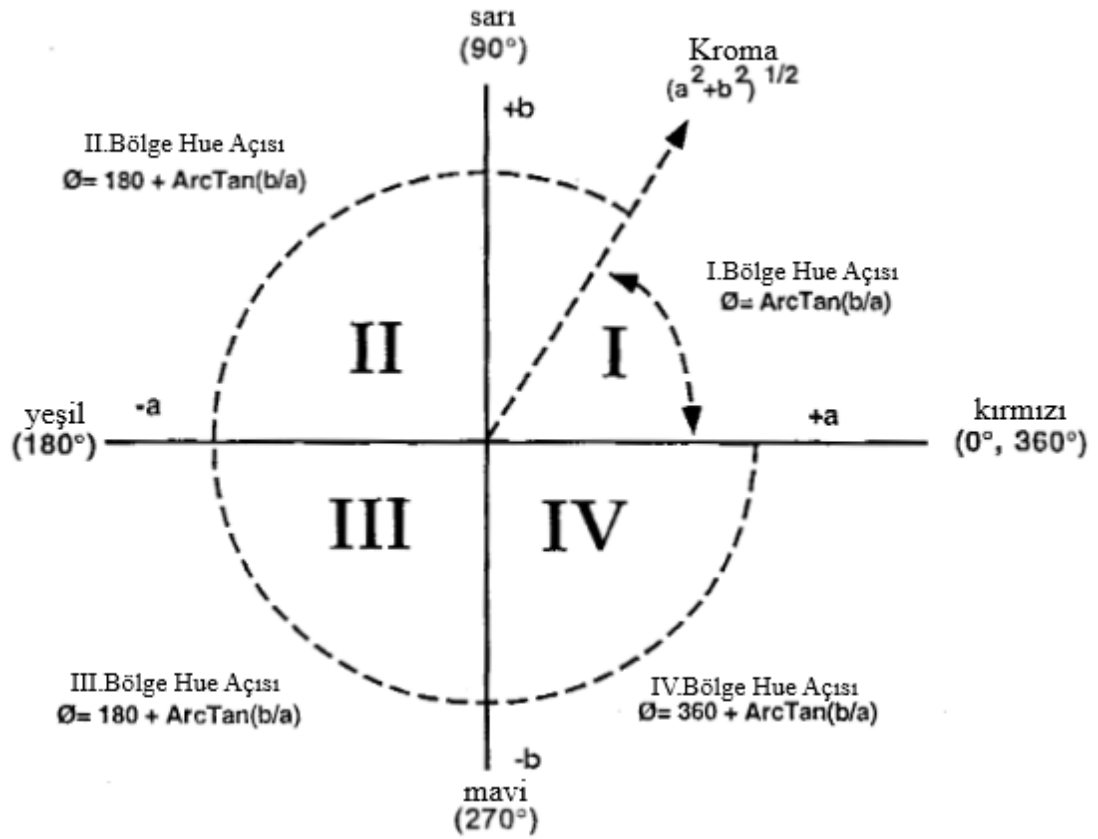
Uygulama (Co ⁶⁰)	L	a	b	Hue°	C
Kontrol	39,91 ^c	-5,92 ^a	17,3 ^c	108.91 ^b	18,38 ^c
329	40,98 ^{ab}	-7,24 ^b	19,45 ^{ab}	110.55 ^a	20,77 ^{ab}
365	41,48 ^a	-7,4 ^b	20,07 ^a	110.58 ^a	21,43 ^a
402	40,45 ^{bc}	-7,01 ^b	18,86 ^b	110.54 ^a	20,15 ^b
p değeri	<.0024	<.0001	<.0001	<.0394	<.0001

*Aynı harfler arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık yoktur.

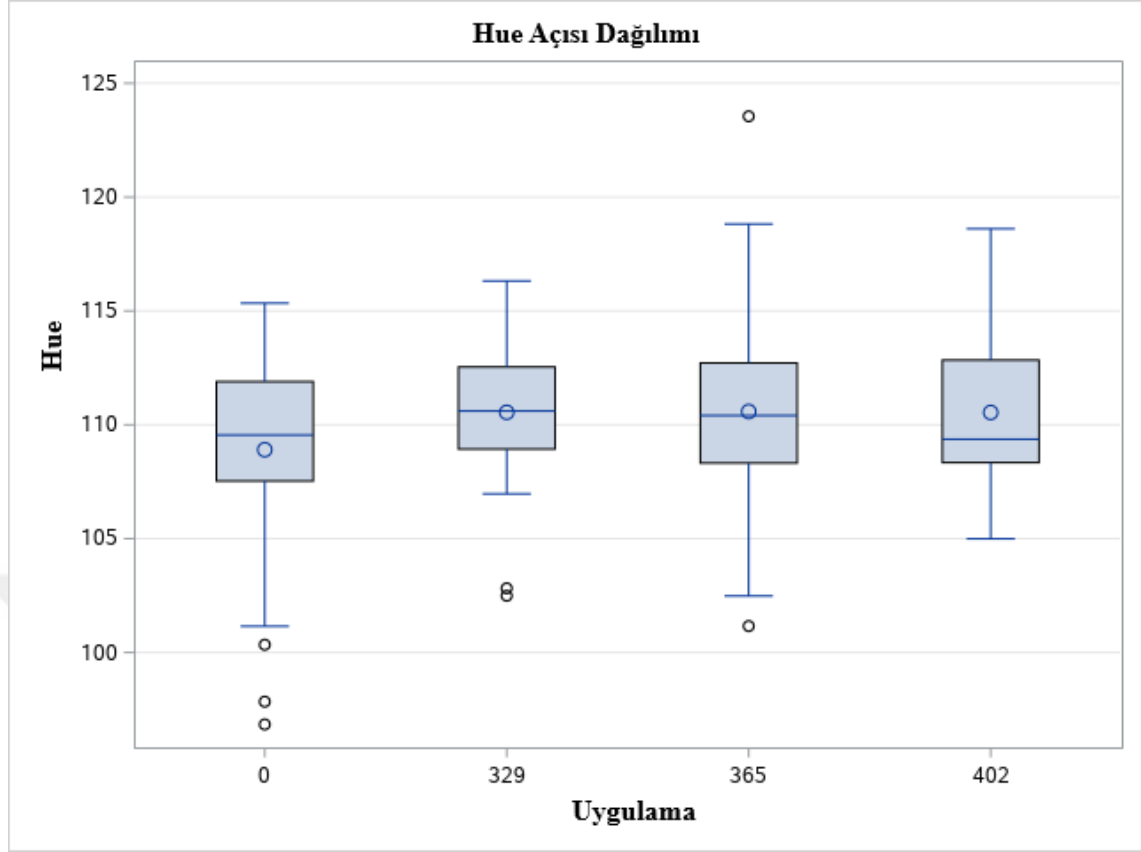


Şekil 4.12. Kontrol (0), 329, 365 (LD₅₀) ve 402 Gy uygulamaları L değerlerine ait kutu grafiği

Elektrik çiçeği yapraklarından ölçülen değerlerle hesaplanan Hue açısı değeri Çizelge 4.11’te incelenmiştir. Kırmızı-yeşil a değerinin negatif işaretli olması yaprakların yeşil tonlarında olduğunu göstermiş ve bu yüzden Hue açısı başlangıçta negatif işaretli bulunmuştur. Hue açısının negatif bulunması durumunda Şekil 4.13’te gösterildiği üzere negatif bulunan Hue açısına 180° eklenmiştir (McLellan vd. 1995). Hue açısı 365 Gy doz uygulamasında ortalama 110.58° bulunmuştur. 329 Gy, 365 Gy ve 402 Gy uygulamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktur. Kontrol uygulamasında Hue açısı ortalaması 90°’ye daha yakın bir değer 108.91° olarak hesaplanmıştır. Kontrol uygulaması ile diğer uygulamalar arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark vardır. McGuire (1992)’ye göre hue açısı 90°’ye yakın olan değerler daha sarımsı tonlara sahipken, 180°’ye yakın olan değer daha yeşildir (McGuire 1992). Bizim bulduğum Hue açısı bulgularına göre 329 Gy, 365 Gy ve 402 Gy uygulamalarındaki elektrik çiçeği yaprakları daha yeşil tonlarda yaprak rengine sahiptir.

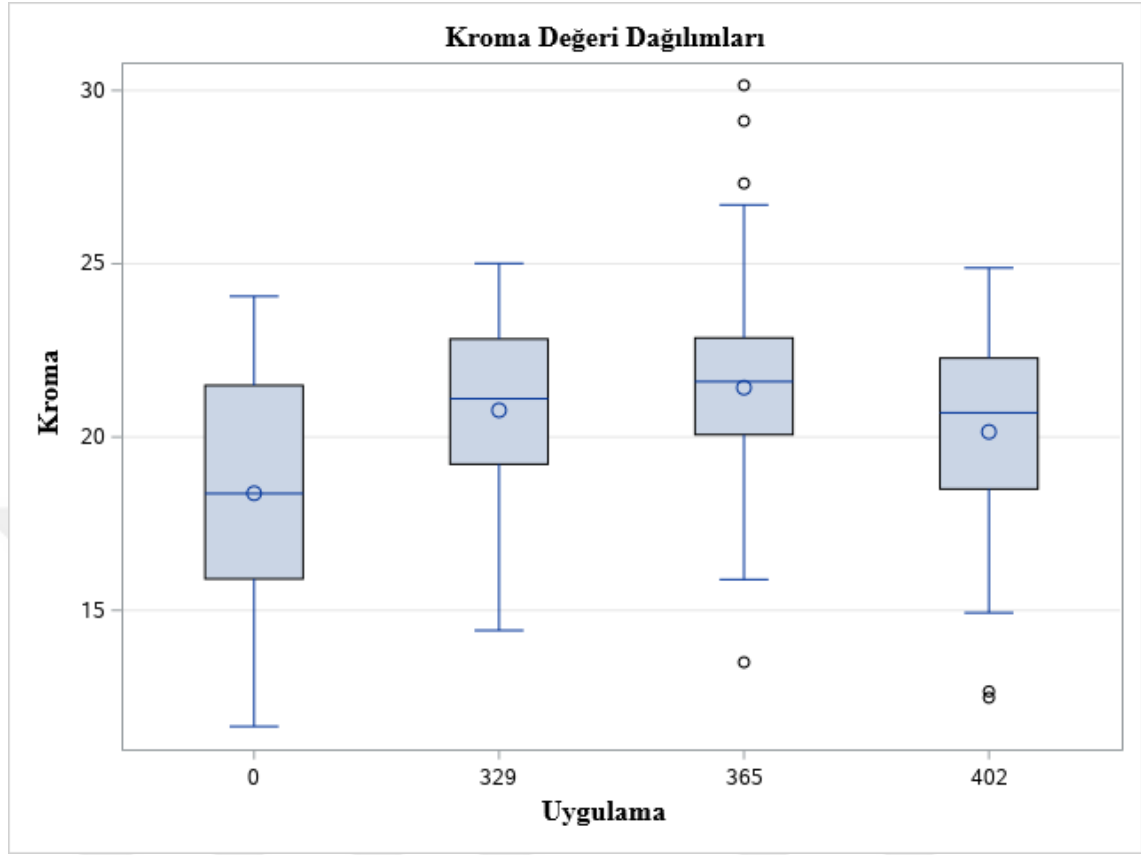


Şekil 4.13. Hunter L, a, b sisteminde a-b düzleminin gösterimi (McLellan vd. 1995)



Şekil 4.14. Kontrol (0), 329, 365 ve 402 Gy uygulamaları Hue değerlerine ait kutu grafiği

Elektrik çiçeği yapraklarından ölçülerek hesaplanan kroma değerleri Çizelge 4.11’te gösterilmiştir. Kroma değeri ortalaması en yüksek uygulama 365 Gy uygulamasında 21.43 olarak ölçülmüştür. Bu değer ile 329 Gy uygulamasındaki elde edilen ortalama değer 20.77 arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktur. Ancak 329 Gy ve 365 Gy uygulamaları ile diğer uygulamalar arasında çok yüksek düzeyde anlamlı fark vardır. En düşük kroma değeri ortalamasına kontrol uygulamasında 18.38 olarak hesaplanmıştır. Kontrol uygulaması ile diğer uygulamalar arasında çok yüksek düzeyde istatistiksel anlamlı fark vardır.



Şekil 4.15. Kontrol (0), 329, 365 ve 402 Gy uygulamaları kroma değerlerine ait kutu grafiği

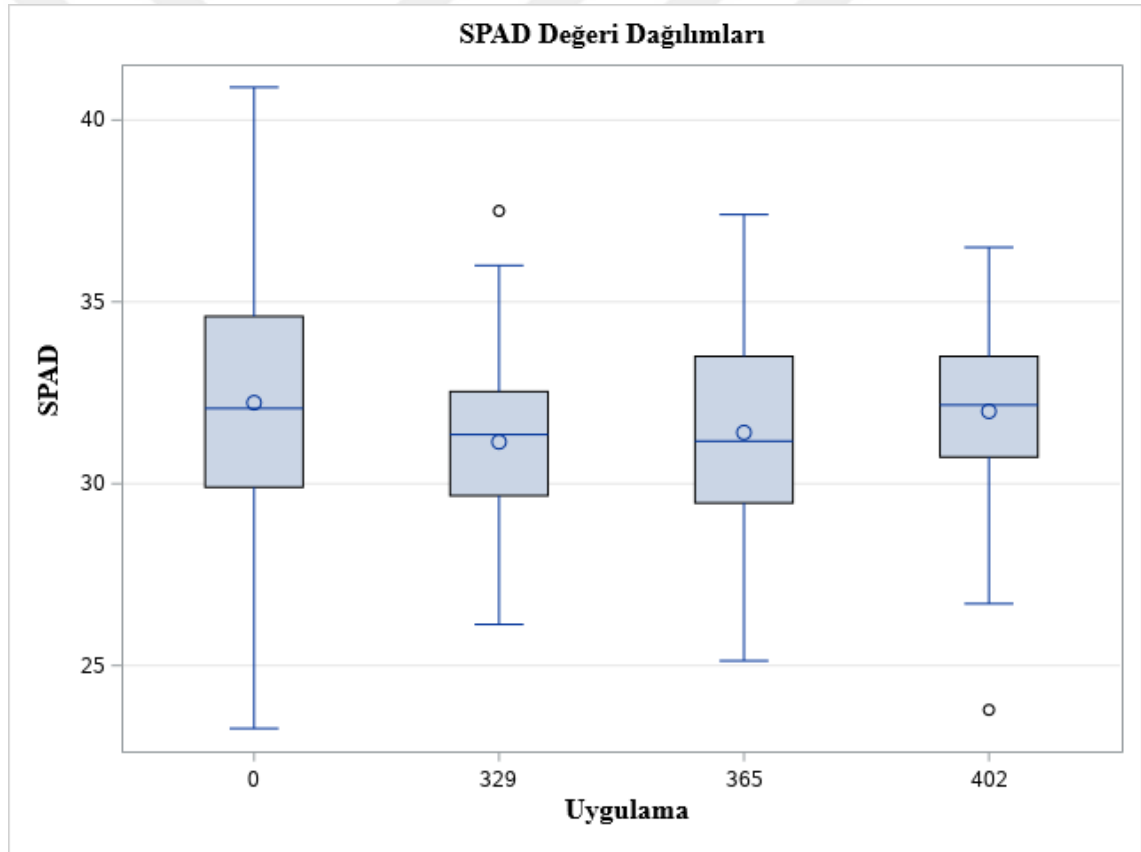
4.7. Klorofil Analizi Bulguları

Spad değerleri Çizelge 4.12’de görüldüğü üzere ortalaması en yüksek uygulama 32.23 ile kontrol uygulaması olmuştur. Ancak uygulamalar arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktur. En düşük spad değeri ise 23.3 ile yine kontrol uygulamasında ölçülmüştür. Uygulamalarda bulunan tekerrürler arasında da istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktur. Şekil 4.16’da görüldüğü üzere uygulamaların normal dağılım gösterdiği kutu grafiğinde verilmiştir. Afrika kadife çiçeği tohumlarına farklı dozlarda ışınlanan Co^{60} gama radyasyonu uygulamasındaki klorofil içerikleri incelendiğinde uygulamalar arasında istatistiksel açıdan anlamlı farkın bulunmadığı rapor edilmiştir (Singh vd. 2016).

Çizelge 4.12. Elektrik çiçeği bitkilerinde ölçülen spad değerlerinin ortalaması, en düşük ve en yüksek değerler

Uygulama (Co ⁶⁰)	Spad Değeri Ortalaması	En Düşük Değer	En Yüksek Değer
Kontrol	32.23 ^a	23.3	40.9
329	31.15 ^a	26.1	37.5
365	31.41 ^a	25.1	37.4
402	31.99 ^a	23.8	36.5
p değeri	<0.2581		

*Aynı harfler arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık yoktur.



Şekil 4.16. Kontrol, 329, 365 ve 402 Gy uygulamaları spad değerlerine ait kutu grafiği

4.8. M₁ Jenerasyonları Çiçek Çapı, Çiçek Verimi ve Çiçeklenme Süresi Bulguları

Bu bölümde elektrik çiçeklerinin çiçek yapıları ile ilgiler veriler incelenmiştir. Şekil 4.17.'te elektrik çiçeklerinde bulunan çiçek bozukları ilk bakışta Co⁶⁰ ışın

uygulaması nedeniyle kaynaklandığı düşünebilir. Ancak bu durumun Co^{60} gama radyasyonu kaynaklı olduğu düşünülmemektedir. Çünkü bu şekilde bulunan yapışık çiçekler sadece ışın uygulaması yapılmış bitkilerde değil aynı zamanda kontrol grubu bitkilerinde de görülmüştür.



(a)



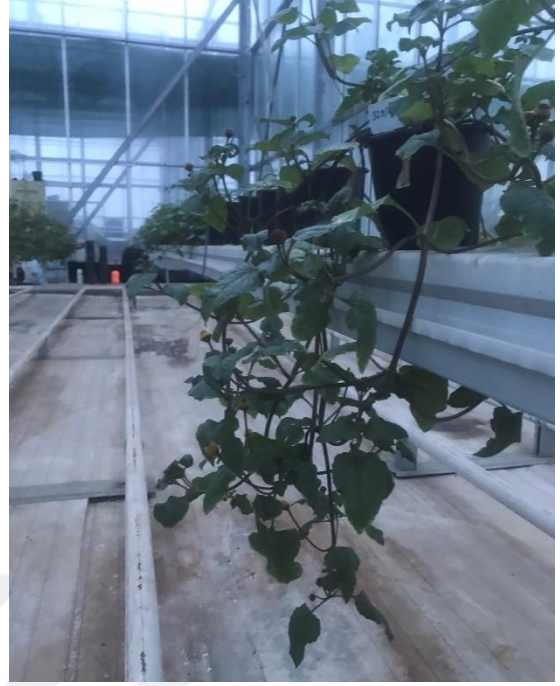
(b)

Şekil 4.17. a) Kontrol uygulamasına ait çiçek bozuklukları **b)** Co^{60} gama radyasyonu uygulaması elektrik çiçeklerinde çiçek bozuklukları

Şekil 4.18’de elektrik çiçeklerinin sürgün uzunlukları gösterildiği üzere 329 Gy uygulamasında bulunan 71. bitkinin sürgün ve boğum arası uzunluklarında diğer bitkiler arasında ciddi farklılık gözlenmiştir. Bu bitkinin sürgünleri 80 cm yüksekliğinde bulunan topraksız tarım masasından yere kadar uzanmaktadır. Bu farklılık nicel veriler yardımıyla ölçülememiştir. Ancak daha sonra yapılacak M_2 jenerasyonlarının incelenmesi çalışmasında 71. bitkinin sürgün uzunlukları ölçülerek modifikasyon mu yoksa mutant mı olduğu tespit edilecektir.



(a)



(b)

Şekil 4.18. (a) 329 Gy uygulamasına ait 71. bitkinin boğum araları **(b)** 329 Gy uygulamasına ait 71. bitkinin sürgün uzunluklarının gösterimi

Şekil 4.19.a.'da görüldüğü üzere elektrik çiçeklerinin uç kısımları kontrol grubunda pas kırmızısı rengindedir. Ancak Şekil 4.19.b'de bulunan 329 Gy uygulamasında bulunana 61. bitkide alacalı ve uç kısımları daha açık sarımsı renklerde çiçekler görülmüştür. Bu çiçekler mutant olabileceği düşünülmektedir. Baydar ve diğerlerinin (2013) yağ gülü üzerine yaptıkları çalışmalarda daha ilk jenerasyonlarda çiçek renginde; koyu pembeden beyaza kadar renklerde genetik çeşitlilik elde etmişlerdir. Ayrıca petal yaprak sayılarında da genetik çeşitlilik tespit etmişlerdir. Krizantemde yapılan gama radyasyonu çalışmasında 50 Gy de ışınlanmış sürgünlerde farklı çiçek rengi varyasyonları görülmüştür. Çiçek rengi tüketici talebinde büyük rol oynar ve pazarlama sektöründe estetik tatminleri yansıtmaktadır. Bu neden tüketiciler tarafından kabul edilecek yeni bir çiçek rengi elde etmek için gama radyasyonu ışınlaması kullanılabilmektedir (Lamseejan vd. 2000). Bu çalışmada da benzer şekilde farklı tonlarda çiçek renkleri tespit edilmiştir.



(a)



(b)



(c)



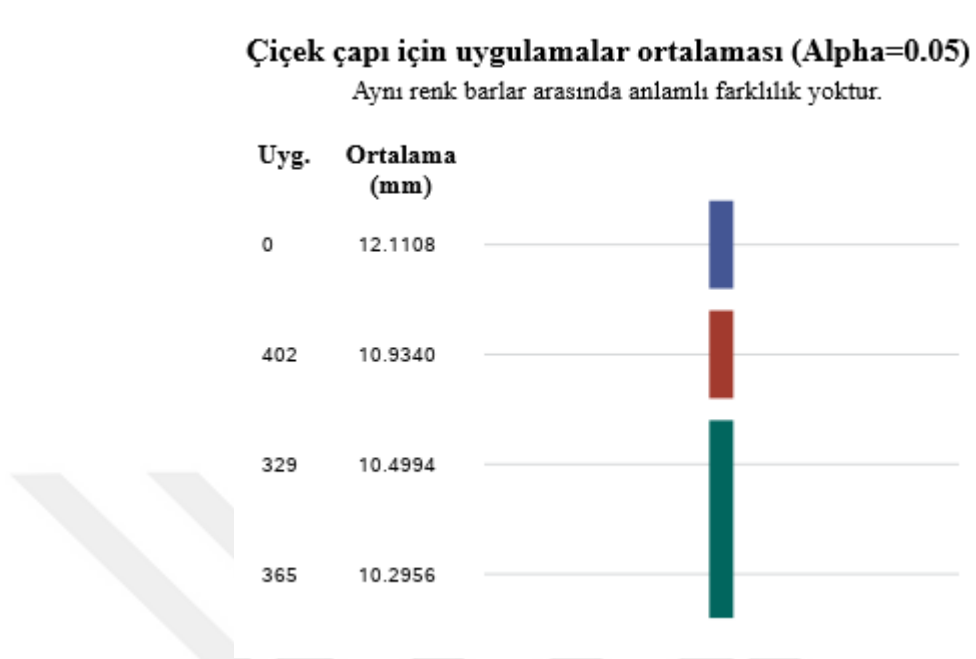
(d)

Şekil 4.19. a) Kontrol grubu elektrik çiçeği **b)** 329 Gy uygulamasına ait 61. bitkinin çiçek yapısındaki farklılıklar **c)** 402 Gy uygulamasında bulunan 171. bitkinin çiçek yapısı **d)** 365 Gy uygulamasına ait 111. bitkinin çiçek yapısı

4.8.1. Çiçek çapı

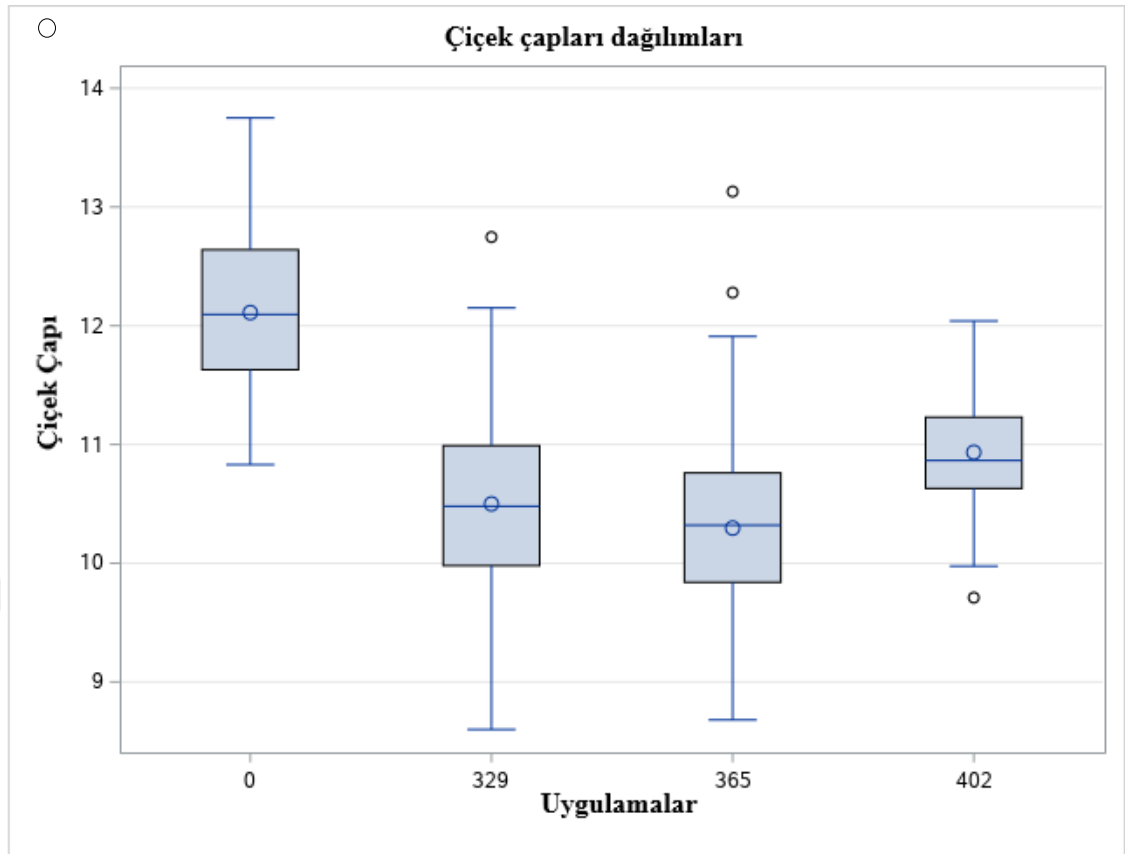
Elektrik çiçeğinin çiçek çapları Şekil 4.20.'de incelenmiştir. Çiçek çapı değeri en büyük olan uygulama 12.11 mm ile kontrol uygulaması olmuştur. Kontrol uygulaması ile diğer uygulamalar arasında çok yüksek düzeyde istatistiksel anlamlı fark bulunmuştur. Çiçek çapı en küçük olan uygulama 10.30 mm ile 365 Gy uygulaması olmuştur. Fakat 329 Gy ve 365 Gy uygulamaları arasında istatistiksel anlamlı fark tespit edilmemiştir. Özel sektör ile yapılan görüşmeler sonucunda sektörün talebi daha küçük çapta elektrik

çiçekleri istenmektedir. Bu çalışmada da Co^{60} gama radyasyonunun elektrik çiçeği çaplarını etkileyerek çiçek çaplarının küçülmesine neden olmuştur.



p<.0001

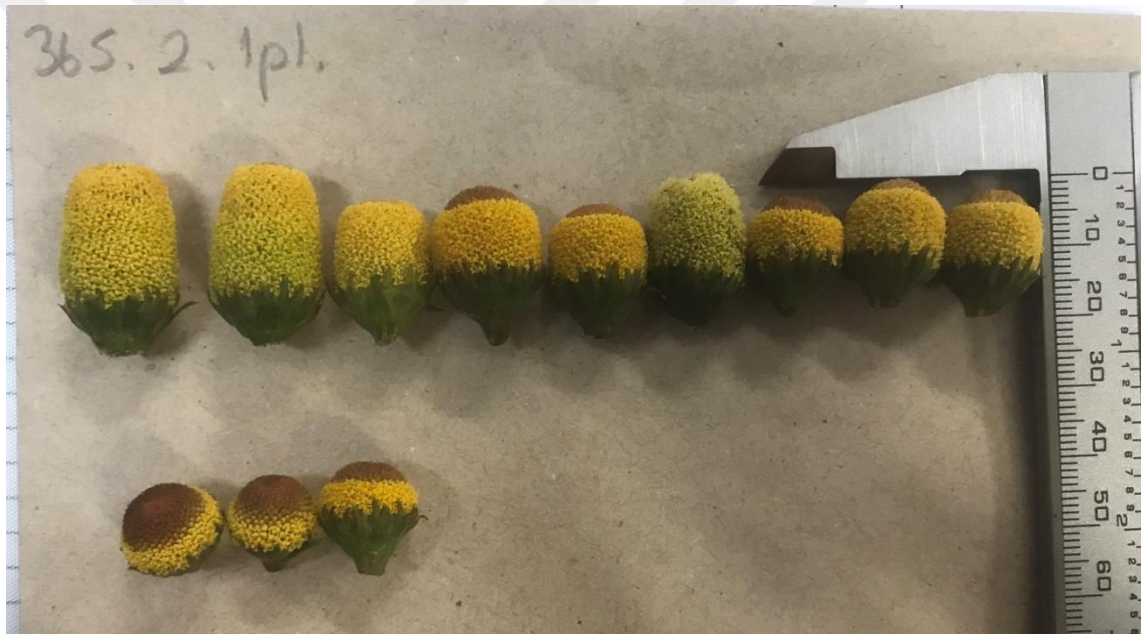
Şekil 4.20. Kontrol (0), 329 , 365 (LD₅₀) ve 402 Gy uygulamaları çiçek çapı denemesinde ortalamalar arasındaki istatistiksel farkların gösterimi



Şekil 4.21. Kontrol, 329, 365 ve 402 Gy dozlarına ait çiçek çapı dağılımlılarını gösteren kutu grafiği

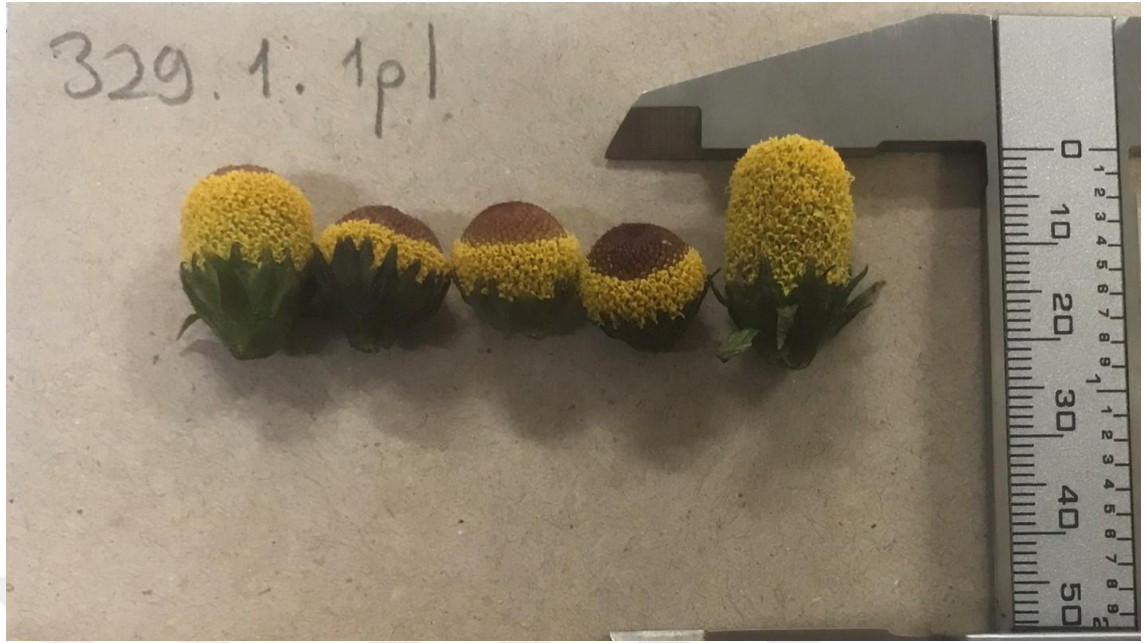


(a)



(b)

Şekil 4.22. a) Kontrol uygulaması dördüncü tekerrüre ait elektrik çiçekleri **b)** 329 Gy uygulaması ikinci tekerrür birinci bitkisine (111. bitki) ait elektrik çiçekleri



(a)



(b)

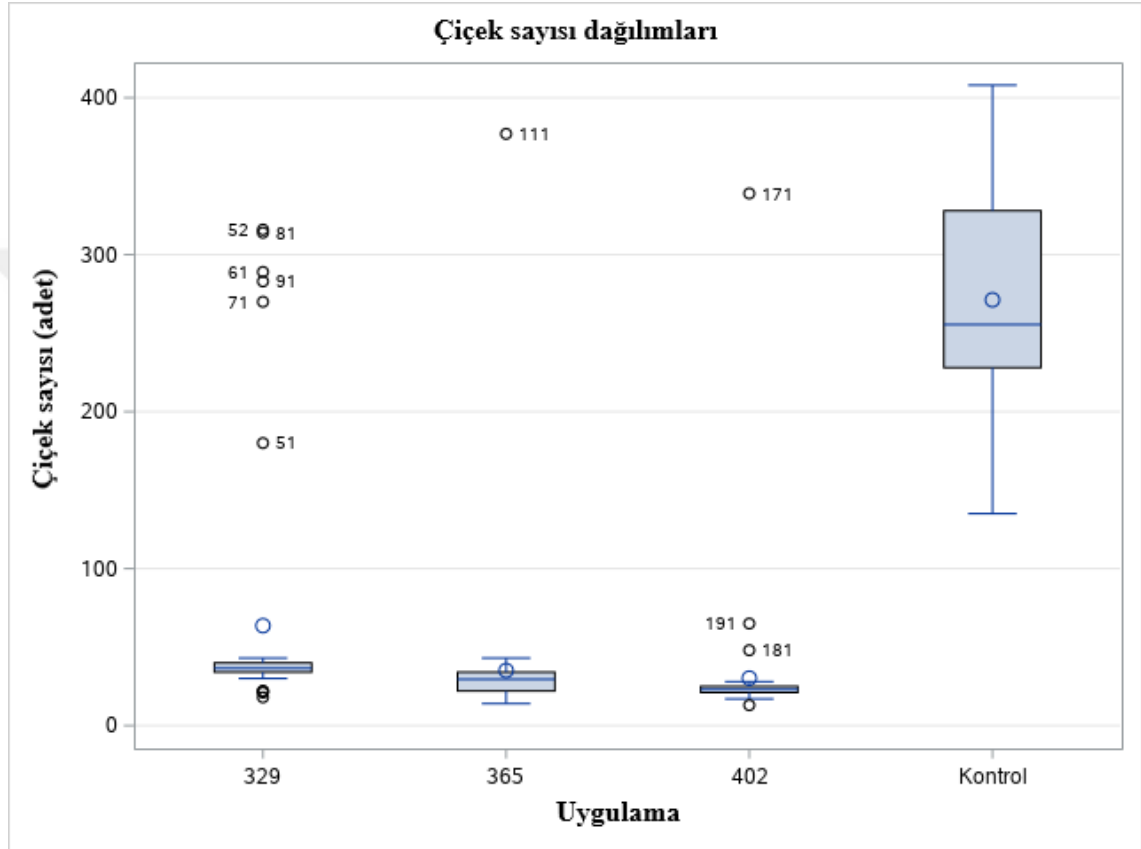
Şekil 4.23. a) 329 Gy uygulaması birinci tekerrüre ait elektrik çiçekleri **b)** 329 Gy uygulamasına ait ikinci tekerrür elektrik çiçekleri

4.8.2. Çiçek verimi

Bu bölümde elektrik çiçeğinin verim kriterleri incelenmiştir.

4.8.2.1. Çiçek sayıları

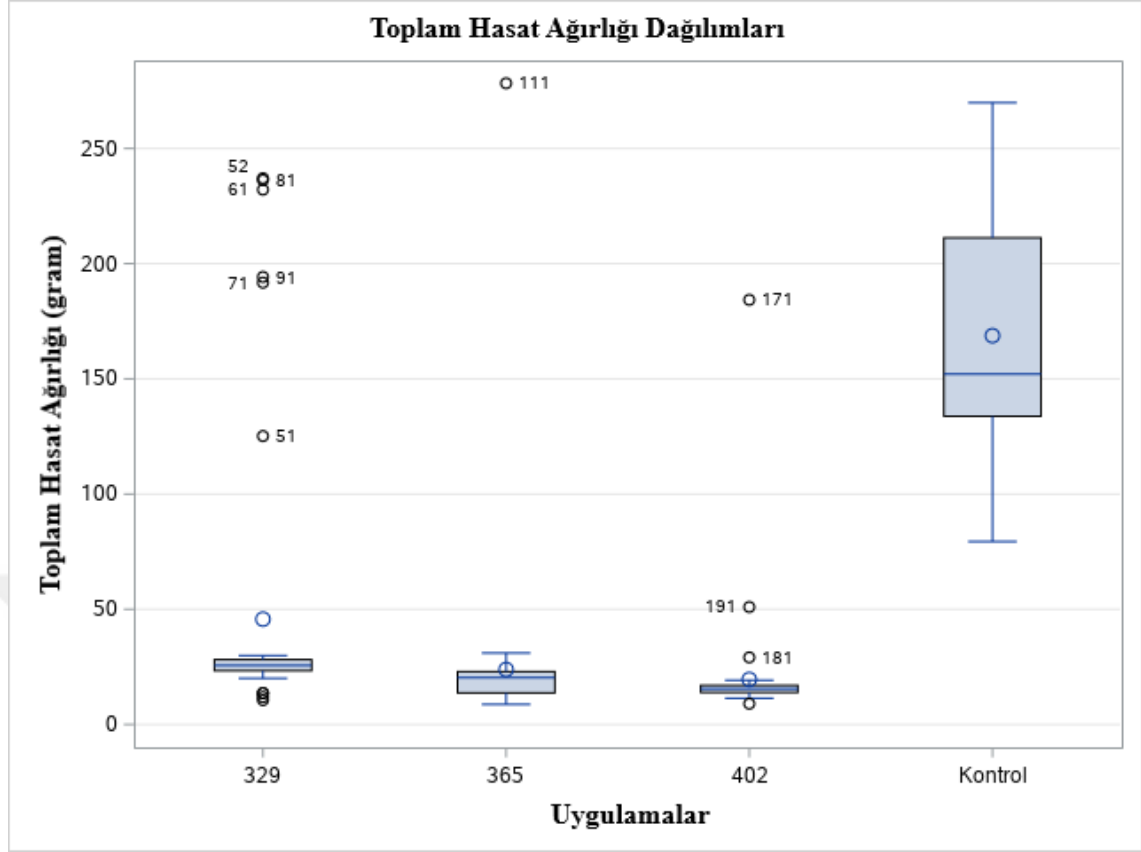
Çiçek sayıları Çizelge 4.13'te gösterilmiştir. Çiçek sayısı en çok kontrol uygulaması ortalaması 271.22 adet, en düşük ise 402 Gy uygulamasında ortalama 30.24 adet olarak sayılmıştır. Kontrol uygulaması ile diğer uygulamalar arasında çok yüksek düzeyde istatistiksel fark bulunmuştur. Uygulanan 365 Gy doz ile 402 Gy doz arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmamıştır. Çiçek sayılarına ait dağılımı gösteren kutu grafiği Şekil 4.24.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.24. Kontrol, 329, 365 ve 402 Gy dozlarına ait çiçek sayısı dağılımlarını gösteren kutu grafiği

4.8.2.2. Toplam hasat ağırlığı

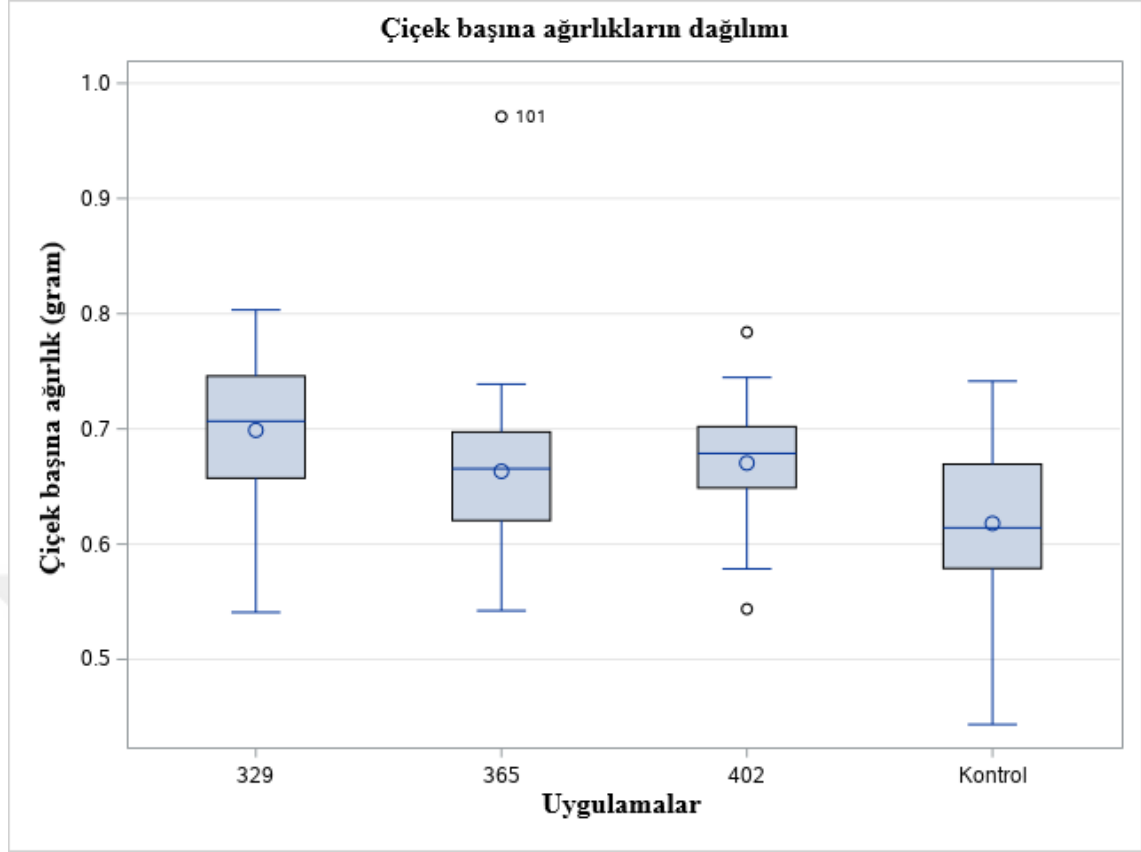
Toplam hasat ağırlıklarına ait bulgular Çizelge 4.13'te gösterilmiştir. Kontrol grubu ortalaması 168.74 gr ile en yüksek uygulama olmuştur. En düşük uygulama ise 19.52 gr ile 402 Gy doz uygulaması olmuştur. Co⁶⁰ uygulanan 329 Gy ile 402 Gy arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark tespit edilmemiştir. Kontrol uygulaması ile diğer uygulamalar arasında çok yüksek düzeyde istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmuştur. Şekil 4.25'te gösterildiği üzere toplam hasat ağırlığının en fazla olduğu bitki 365 Gy uygulamasında bulunan 111. bitki olmuştur. Bu bitki mutant çeşit adayı olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 4.25. Kontrol, 329, 365 ve 402 Gy dozlarına ait toplam hasat ağırlıklarının dağılımını gösteren kutu grafiği

4.8.2.3. Çiçek başına ağırlık

Elektrik çiçeğinin çiçek başına ağırlıkları Çizelge 4.13'te gösterilmiştir. Çiçek başına ağırlığın en yüksek olduğu uygulama 0.699 gr ile 329 Gy uygulaması olmuştur. Çiçek başına ağırlığın en düşük olduğu uygulama 0.618 gr ile kontrol uygulaması olmuştur. Kontrol uygulaması ile diğer uygulamalar arasında çok yüksek düzeyde istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmuştur. Şekil 4.26'deki kutu grafiğinde gösterildiği üzere çiçek başına ağırlığının en fazla olduğu bitki 365 Gy uygulamasında bulunan 101. bitki olmuştur.



Şekil 4.26. Kontrol, 329, 365 ve 402 dozlarına ait çiçek başına ağırlıkların dağılımını gösteren kutu grafiği

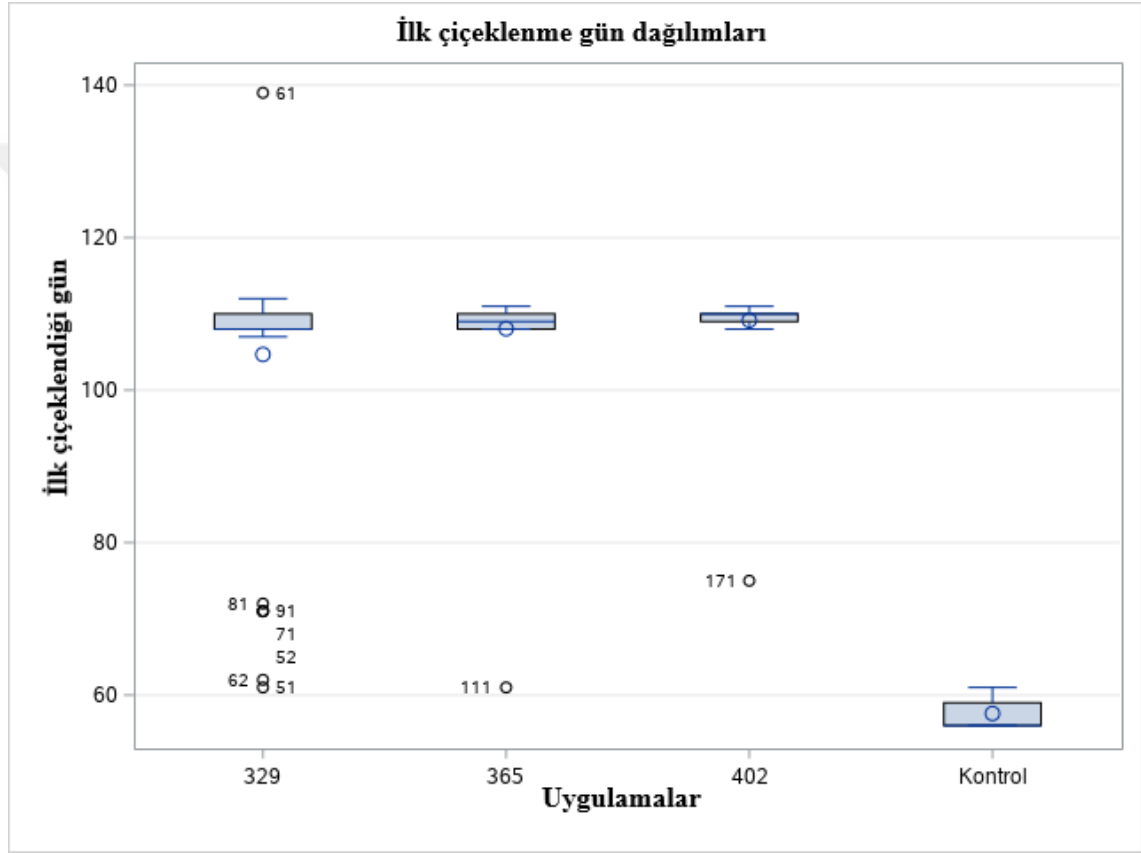
Çizelge 4.13. Elektrik çiçeği Co⁶⁰ uygulaması çiçek sayısı, toplam hasat ağırlığı ve çiçek başına ağırlıkları uygulamaların ortalama değerleri

Uygulama	Çiçek Sayısı (adet)	Toplam Hasat Ağırlığı (gr)	Çiçek Başına Ağırlık (gr)
Kontrol	271.22 ^a	168.74 ^a	0.618 ^c
329	63.66 ^b	45.69 ^b	0.699 ^a
365	35.10 ^c	23.84 ^c	0.663 ^b
402	30.24 ^c	19.51 ^c	0.670 ^b
p değeri	<.0001	<.0001	<.0001

*Aynı harfler arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık yoktur.

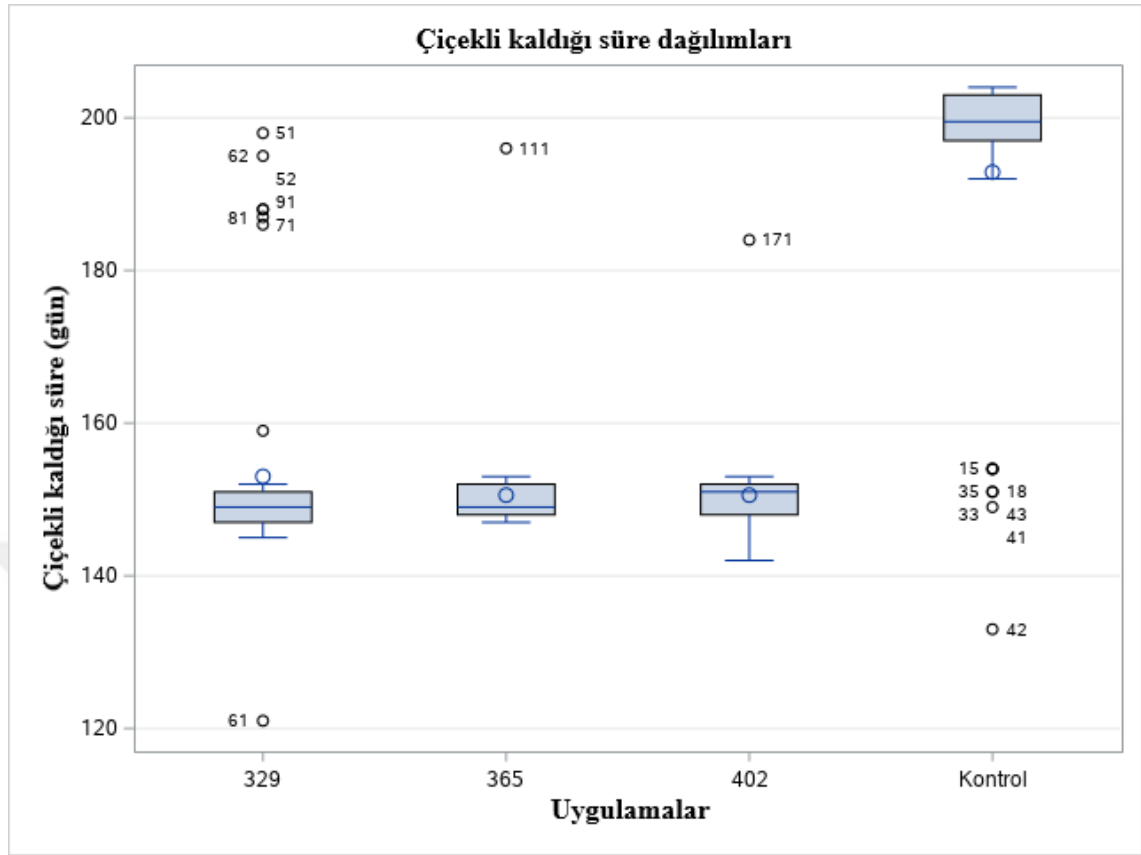
4.8.3. Çiçeklenme gün ve süreleri

Elektrik çiçeği ilk çiçeklendikleri günler ve çiçekli kaldıkları süreler Çizelge 4.14.'te gösterilmiştir. İlk çiçeklenmeler Şekil 4.27.'teki kutu grafiğinde gösterildiği üzere, kontrol uygulamasında 57. günde başlamıştır. En geç çiçeklenen bitki ise Şekil 4.27.'te görüldüğü üzere 329 Gy dozunda 61. bitkide 139. günde olmuştur. Kontrol uygulaması ilk çiçeklenme süreleri ortalaması 57.58 gün ile en erken çiçeklenmeye başlayan uygulama olmuştur. En geç çiçeklenmeye başlayan uygulama ise 109.16 gün ortalaması ile 402 Gy uygulaması olmuştur. Kontrol uygulaması ile diğer uygulamalar arasında çok yüksek düzeyde istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunurken, 365 Gy ile 402 Gy uygulamaları arasında anlamlı fark bulunmamıştır.



Şekil 4.27. Kontrol, 329, 365 ve 402 Gy dozlarına ait ilk çiçeklenme gün dağılımlarını gösteren kutu grafiği

Elektrik çiçeklerinin çiçeklenme süreleri Çizelge 4.14.'de gösterilmiştir. En uzun çiçeklenme süresine sahip uygulama 192.88 gün ile kontrol uygulaması olurken, en kısa çiçeklenme süresi 150.56 gün ile 365 Gy ve 402 Gy uygulamalarında olmuştur. Kontrol uygulaması ile diğer uygulamalar arasında çok yüksek düzeyde istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmuştur. 329 Gy, 365 Gy ve 402 Gy uygulamaları arasında istatistiksel anlamlı fark görülmemiştir. Şekil 4.28.'de görüldüğü üzere en kısa çiçeklenme süresine sahip bitki 121 gün ile 329 Gy uygulamasında bulunan 61. bitki olmuştur. En uzun çiçeklenme süresine sahip bitkiler ise 204 gün ile kontrol uygulamasında görülmüştür.



Şekil 4.28. Kontrol, 329, 365 ve 402 Gy dozlarına ait çiçekli kaldıkları sürelerin dağılımlarını gösteren kutu grafiği

Çizelge 4.14. Elektrik çiçeği çiçeklenme gün ve süreleri ile ilgili veriler

Uygulama (Co ⁶⁰)	İlk Çiçeklendiği Gün (gün)	Çiçekli Kaldığı Süre (gün)
Kontrol	57.58 ^c	192.88 ^a
329	104.68 ^b	153.02 ^b
365	108.06 ^a	150.56 ^b
402	109.16 ^a	150.56 ^b
p değeri	<.0001	<.0001

*Aynı harfler arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık yoktur.

5. SONUÇLAR

Süs bitkisi sektörü moda sektörü gibi düşünülebilir, bazı çeşitlerin modası hızla geçebilmektedir. Her zaman yeni çeşitlere aç olan sektörde ıslah çalışmaları da büyük bir hız kazanmıştır. Birçok ülkenin yarış halinde olduğu süs bitkileri pazarında rekabet edebilmek için ülkemizde de ıslah çalışmalarına ağırlık verilmesi gerekmektedir. Süs bitkilerinde klasik ıslah yöntemleri yanında son yıllarda mutasyon ıslahı da önem kazanmıştır. Bunda özellikle kolay ve çabuk sonuca ulaşılabilir olması etken olmuştur. Mutasyon ıslahı çalışmaları için LD₅₀ değerinin hesaplanması büyük önem taşımaktadır. Çünkü öldürücü doz bilinmeden yapılan ıslah çalışmaları sağlıklı olmayacaktır.

Süs bitkilerinde en son moda ise yenilebilir özelliğe sahip olan çiçeklerdir. Bu çiçekler üzerine araştırmalar günden güne artmakta ve özellikle ıslah üzerine yapılan çalışmalar ağırlık kazanmaktadır. Tropik ve subtropik bölgelerde süs bitkisi olarak yetiştirilen ve çiçeklerinin yenilebilir özellik taşıması nedeniyle yenilebilir çiçekler içinde önemli bir tür olan elektrik çiçeği (*Spilanthes oleracea* L.), üzerinde en az araştırma yapılmış türlerdendir. Bu türde klasik ıslah veya mutasyon ıslahı yöntemleriyle çeşit geliştirme üzerine literatürde herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu bitkilerde acilen ıslah çalışmalarına ihtiyaç vardır. Elektrik çiçeği üreticileri ile konuşulduğunda arzu edilen özelliklerin başında çiçek büyüklüğünün sabit kalarak çiçek sayısının artırılması gelmektedir. Bu nedenle elde edilecek varyasyonlarda aranan özellikler verim ve kalite üzerine olumlu etkisi gözlemlenmiş genotiplerin tespit edilmesidir. Bu çalışmanın amacı, yenilebilir elektrik çiçeğinde gama radyasyon ışını uygulanan tohumların öncelikle öldürücü doz (LD₅₀) değerinin belirlenmesi ve öldürücü doz üzerinden yeni ışınlanan tohumların M₁ jenerasyonlarındaki varyasyonlarını tespit ederek mutasyon ıslahı yöntemi ile yeni çeşit adaylarının geliştirilmesine önderlik etmektir.

Elektrik çiçeği güney Amerika ve tropikal bölgelerde yetiştiriciliği yapılan yerel yenilebilir bir çiçektir. Ülkemizde sosyal medya kullanımı ile farklı tat ve aroması ile özellikle ağızda uyuşukluk hissi oluşturmaktan dolayı popüler hale gelmeye başlamıştır. Antalya bölgesinde birkaç özel firma elektrik çiçeği üretimine başlamış ve internet üzerinden satışlarını gerçekleştirmektedir. Bu bağlamda elektrik çiçeğinde mutasyon ıslahı ile Antalya koşullarına uygun yeni çeşitler geliştirmek amacıyla öncelikle bu bitkinin LD₅₀ dozu belirlenmiştir. LD₅₀ dozunun belirlenmesi ile bir sonraki çalışmalar için önemli ölçüde kolaylık sağlayacak bir literatür katkısı olmuştur. LD₅₀ dozu hesaplamalarında öncelikle elektrik çiçeği tohumlarına 20 Gy, 40 Gy, 60 Gy, 80 Gy ve 100 Gy dozlarında Co⁶⁰ gama radyasyonu uygulaması yapılmış ve bu dozlar yeterli gelmemiştir. Daha sonra 40 Gy, 80 Gy, 120 Gy, 160 Gy ve 200 Gy dozlarında Co⁶⁰ gama radyasyonu uygulanmış ve bu dozlar da yeterli gelmemiştir. En son 100 Gy, 200 Gy, 300 Gy, 400 Gy ve 500 Gy dozlarında Co⁶⁰ gama radyasyonu uygulaması sonucu yeterli ölüm oranlarına ulaşılarak LD₅₀ dozu probit analizi ile 365.64 Gy olarak hesaplanmıştır. Bu dozun %10 alt ve üst dozları da 329 Gy ve 402 Gy olarak tespit edilmiştir.

LD₅₀ dozu çalışmalarında dikkat edilmesi gereken husus çevre şartlarıdır. Düşük ya da yüksek sıcaklıklar çimlenmeyi etkileyebileceği için LD₅₀ dozu hesaplamalarında hataya neden olabilmektedir. Bu nedenle mutasyon ıslahı çalışmalarında hesaplanan LD₅₀ dozunun tek başına uygulanması yerine LD₅₀ dozunun %10 alt ve üst dozları uygulanmaktadır. Elde ettiğimiz sonuçlara da dayanarak bu uygulama dışında tohum materyalinin radyosensitivite duyarlılığına bağlı olarak alt ve üst dozlarda daha fazla

sayıda uygulama yapılmasının da uygun olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca yine çalışmada tespit edilen bulgular bizi her zaman için mutasyon ıslahı çalışmalarında; çalışılan bölge, iklim, hatta çalışmanın yapılacağı dönem için bile yeniden LD₅₀ dozu hesaplaması yapmakta fayda olabileceği sonucuna götürmüştür. Bu çalışmada yapılan Co⁶⁰ uygulaması ile hesaplanan LD₅₀ dozu, başka iklim ve bölgelerde bu bitkide çalışmak isteyen araştırmacılar için başlangıç dozu uygulamalarında fikir verebilir ve önemli bir zaman tasarrufu sağlayabilir.

M₁ jenerasyonlarında her bitkiden tek bitki seleksiyonu ile tohum alınmıştır. M₂ jenerasyonları ise yüksek lisans tezi olması nedeniyle oluşan zaman sıkıntısından dolayı incelenememiştir. Çünkü LD₅₀ dozu hesaplaması planlanandan daha uzun sürmüştür. Bu nedenle sadece M₁ jenerasyonları incelenmiştir. Özel sektör talepleri doğrultusunda çiçek çapları incelendiğinde ışın uygulanmış bitkilerde daha küçük çiçek çapları elde edilmiş ve kontrol uygulaması ile diğer uygulamalar arasında çok yüksek düzeyde anlamlı fark bulunmuştur. En küçük çiçek çapına sahip bitki 329 Gy uygulamasında bulunan 71. bitki olmuştur. Çiçek tane ağırlığı en fazla olan bitki 365 Gy uygulamasında bulunan 101. bitki olmuştur. Toplam hasat ağırlığı en fazla olan bitki ise 365 Gy uygulamasında bulunan 111. bitki olmuştur. 365 Gy uygulamasında bulunan 111. bitki, kontrol uygulamasında bulunan 32. bitkiden sonra en fazla çiçek sayısına sahip bitki olmuştur. Bu uygulamalarda bulunan 101. bitki ve 111. bitkiler mutant çeşit adayları olarak daha sonraki çalışmalarda M₂ jenerasyonları ekilerek mutant mı yoksa modifikasyon mu oldukları incelenecektir.

Çiçeklenme sürelerinde ışın uygulanmış tüm bitkiler kontrol uygulaması ortalamasının altında kalmıştır. İlk çiçeklenmeye başlama süreleri incelendiğinde yine tüm Co⁶⁰ uygulanmış tohumlar, kontrol uygulaması ortalamasının altında kalmıştır. Bu nedenle çiçeklenme süresi ve ilk çiçeklenmeye başladığı süreleri açısından muhtemel çeşit adayları tespit edilememiştir.

Bu çalışmada aynı zamanda tropikal bitkilerin Antalya'da sera koşullarında yetiştirilebileceği gösterilmiştir. Bu bağlamda tıbbi, aromatik, süs bitkisi ve yenilebilir çiçek olarak kullanılan elektrik çiçeği üzerine ülkemizde birçok çalışma yapılabilir. Elektrik çiçeği gıda, ilaç ve sanayi gibi birçok alanda kullanımı olabilecek bir bitkidir. Bu nedenle ülkemizde bu tip bitkilere yönelik çalışmalar artırılarak ülkemiz çiftçisine alternatif ürünler sunulması gerekmektedir. İçinde bulunan ağız sağlığına faydalı maddeler nedeniyle tıp alanında ortak çalışmalar yapılabilir. Yenildiği zaman ağızda bulunan duyuları sıfırlaması nedeniyle gurmeler tarafından rahatlıkla kullanılabilir.

6. KAYNAKLAR

- Abdul-Baki, A.A., Anderson, J.D., (1973). Vigour Determination in Soybean Seed by Multiple Criteria. *Crop Sci.* 13: 630-633.
- Ahloowalia BS, Maluszynski M (2001) Induced mutations-A new paradigm in plant breeding. *Euphytica* 118:167-173 DOI: 10.1023/A:1004162323428
- Ahloowalia, B.S., Maluszynski, M. and Nichterlein, K. 2004. Global impact of mutation derived varieties. *Euphytica*, 135: 187-204.
- Al-Mudaris, M. A. (1998). Notes on various parameters recording the speed of seed germination. *Der Tropenlandwirt-Journal of Agriculture in the Tropics and Subtropics*, 99(2), 147-154.
- Anne, S., & Lim, J. H. (2020). Mutation breeding using gamma irradiation in the development of ornamental plants: a review. *호/회/연구*, 28(3), 102-115.
- Bağcı, M., & Mutlu, H. (2011). Macar fiği (*Vicia pannonica* Crantz cv.)'nde Mutasyon Islahında Kullanılabilecek Gama (Co⁶⁰) Dozunun Belirlenmesi. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 4(2), 145-149.
- Barbosa, A. F., Alicieo, T. V. R., Rodrigues, F. M., Rodrigues, L., & Sabaa-Srur, A. U. O. (2015). Jambu drying with cold air circulation. *Journal of bioenergy and food science*, 2(2), 46-54.
- Baydar, H., Kazaz, S., & Erbaş, S. (2013). Yağ Gülü (*Rosa damascena* Mill)'nde Mutasyon Islahı. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17(2), 39-43.
- Baydar, H., (2020). Bitki Genetiği ve Islahı. Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık: 2735, Ankara, 239-250
- Benech Arnold, R. L., Fenner, M., & Edwards, P. J. (1991). Changes in germinability, ABA content and ABA embryonic sensitivity in developing seeds of *Sorghum bicolor* (L.) Moench. induced by water stress during grain filling. *New Phytologist*, 118(2), 339-347.
- Borzouei, A., Kafi, M., Khazaei, H., Naseriyan, B., & Majdabadi, A. (2010). Effects of gamma radiation on germination and physiological aspects of wheat (*Triticum aestivum* L.) seedlings. *Pak. J. Bot*, 42(4), 2281-2290.
- Broertjes, C. and Van Harten, A. M. (1978). Application of mutation breeding methods in the improvement of vegetatively propagated crops. Elsevier Scienti®c Publishing Co., Amsterdam.
- Cavalcanti, V. M. S. (2008). Extração de espilantol de *Spilanthes acmella* var *oleraceae* com dióxido de carbono supercrítico.
- Chaudhary, A., & Chaudhary, S. (2014). –Quality improvement in plants through induced mutations. *Mutagenesis: exploring genetic diversity of crops*, 103.
- Chaturvedi, S. P. A. K. P., Srivastava, R., & Tripathi, S. (2017). Determination of lethal dose for gamma rays induced mutagenesis in different cultivars of dahlia. *Journal of Hill Agriculture*, 8(3), 279-282.

- Coutinho, L. N., Aparecido, C. C., & Figueiredo, M. B. (2006). Galhas e deformações em jambu (*Spilanthes oleracea*) causadas por *Tecaphora spilanthes* (Ustilaginales). *Summa Phytopathologica*, 32, 283-285.
- Costa, C. M. L., Faria, L. J. G., & Sandra, C. D. S. R. (2010). Effect of process variables on efficiency and particle growth of *Spilanthes oleracea* seeds coating. In *Materials Science Forum* (Vol. 660, pp. 419-425). Trans Tech Publications Ltd.
- Desai AS, Rao S (2014) Effect of gamma radiation on germination and physiological aspects of pigeon pea (*Cajanus Cajan L. Millsp*) seedlings. *Int J Res Ap p Nat Soc Sc* 2:47-52
- Díaz, L. E., García, S. A. L., Morales, R. A., Báez, R. I., Pérez, V. E., Olivar, H. A., ... & Loeza, C. J. M. (2018). Effect of gamma radiation of Co⁶⁰ on sunflower plants (*Helianthus annuus L.*) (Asteraceae), from irradiated achenes. *Scientia Agropecuaria*, 9(3), 313-317.
- D. G. Bullock & D. S. Anderson (1998) Evaluation of the Minolta SPAD-502 chlorophyll meter for nitrogen management in corn, *Journal of Plant Nutrition*, 21:4, 741-755, DOI: 10.1080/01904169809365439
- Eren, A., Tepe, A., Çelik, İ., Kabaş, A., Özalp, R., Boyacı, F., Gözen, V., Ünlü, M., Kurum, R., (2021). BATEM Yazlık Sebze Islahı. Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık, Antalya. 48 s-141 s.
- George, D., & Mallery, M. (2010). *SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference*, 17.0 update (10a ed.) Boston: Pearson
- Gaul, H. (1964). Mutations in plant breeding. *Radiation Botany*, 4(3), 155-232.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2013). *Multivariate Data Analysis* Pearson Education Limited.
- Hasbullah NA, Taha RM, Saleh A, Mahmad N (2012) Irradiation effect on in vitro organogenesis, callus growth and plantlet development of *Gerbera jamesonii*. *Hortic Bras* 30:252-257 DOI: 10.1590/S0102-05362012000200012
- Holetz, F. B., Pessini, G. L., Sanches, N. R., Cortez, D. A. G., Nakamura, C. V., & Dias Filho, B. P. (2002). Screening of some plants used in the Brazilian folk medicine for the treatment of infectious diseases. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 97(7), 1027-1031.
- Homma, A. K. O., Sanches, R. D. S., de Menezes, A. J. E. A., & de Gusmão, S. A. L. (2011). Etnocultivo do jambu para abastecimento da cidade de Belém, estado do Pará. *Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em periódico indexado (ALICE)*.
- Inada, K. Studies on a Method for Determining the Deepness of Green Color and Chlorophyll Content of Intact Crop Leaves and Its Practical Applications Principles for Estimating the Deepness of Green Color and Chlorophyll Content of Whole Leaves. *Proc. Crop. Sci. Soc. (Jpn.)*. (1963), 32, 157–162.
- ISTA (1993). International rules for seed testing. *Seed Science ve Technology* 21: Supplement, Rules.

- İçel, C. (2019). Kinova (*Chenopodium quinoa* L. Cv Atlas) tohumlarında çimlenme üzerine gamma radyasyonu lethal dozlarının belirlenmesi,14.
- Jain, S. M. (2005). Major mutation-assisted plant breeding programs supported by FAO/IAEA. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 82(1), 113-123.
- Jain, S. M. (2010). Mutagenesis in crop improvement under the climate change. *Romanian biotechnological letters*, 15(2), 88-106.
- Jan S, Parween T, Hameed RO, Siddiqi T (2013) Effects of presowing gamma irradiation on the photosynthetic pigments, sugar content and carbon gain of Cullen corylifolium L. Medik. *Chil J Agr Res* 73:345-350 DOI: 10.4067/S0718-58392013000400003
- Jéssica, L., Vega-Gálvez, A., Torres, M. J., Lemus-Mondaca, R., Quispe-Fuentes, I., & Di Scala, K. (2013). Effect of dehydration temperature on physico-chemical properties and antioxidant capacity of goldenberry (*Physalis peruviana* L.). *Chilean journal of agricultural research*, 73(3), 293-300.
- Jones, K. W., & Sanders, D. C. (1987). The influence of soaking pepper seed in water or potassium salt solutions on germination at three temperatures. *Journal of Seed Technology*, 97-102.
- Kazaz S., Erken K., Karagüzel Ö., Alp Ş., Öztürk M., Ayşe Serpil Kaya A.S., Gülbağ F., Temel M., Erken S., Saraç Y.E., Elinç Z., Salman A., Hocagil M. (2015). Süs Bitkileri Üretiminde Değişimler ve Yeni Arayışlar. Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi Bildiri Kitabı-1, s.645-672, 12-16 Ocak 2015, Ankara.
- Kharkwal, M. C., Pandey, R. N., & Pawar, S. E. (2004). Mutation breeding for crop improvement. In *Plant breeding* (pp. 601-645). Springer, Dordrecht.
- Kim, J. H., Baek, M. H., Chung, B. Y., Wi, S. G., & Kim, J. S. (2004). Alterations in the photosynthetic pigments and antioxidant machineries of red pepper (*Capsicum annuum* L.) seedlings from gamma-irradiated seeds. *Journal of Plant Biology*, 47(4), 314-321.
- Kuckuck, H., Kobabe, G., Wenzel, G. (1991). Fundamentals of Plant Breeding. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, Germany.
- Lalthanpuui, P. B., Zokimi, Z., & Lalchhandama, K. (2020). The toothache plant (*Acmella oleracea*) exhibits anthelmintic activity on both parasitic tapeworms and roundworms. *Pharmacognosy Magazine*, 16(68), 193.
- Lamseejan S, Jompuk P, Wongpiyasatid A, Deeseepan S, Kwanthammachart P (2000) Gamma-rays induced morphological changes in chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium*). *Kasetsart J (Nat Sci)* 34:417-422
- Maggini, V., Bettini, P., Firenzuoli, F., & Bogani, P. (2021). An Efficient Method for the Genetic Transformation of *Acmella oleracea* L. (*Spilanthes acmella* Linn.) with *Agrobacterium tumefaciens*. *Plants*, 10(2), 198.
- Marcu, D., Cristea, V. and Daraban, L. (2013). Dose-dependent effects of gamma radiation on lettuce (*Lactuca sativa* var. capitata) seedlings. *International Journal of Radiation Biology*. 89(3): 219-223.

- Markwell, J., Osterman, J. C., & Mitchell, J. L. (1995). Calibration of the Minolta SPAD-502 leaf chlorophyll meter. *Photosynthesis research*, 46(3), 467-472.
- Martins, C. P. S., Melo, M. T. P., Honório, I. C. G., D'Ávila, V. A., & Carvalho Júnior, W. G. O. (2012). Caracterização morfológica e agronômica de acessos de jambu (*Spilanthes oleracea* L.) nas condições do Norte de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Plantas Medicinai*s, 14, 410-413.
- McGuire, R. G. (1992). Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27(12), 1254-1255.
- McLellan, M. R., Lind, L. R., & Kime, R. W. (1995). Hue angle determinations and statistical analysis for multi-quadrant Hunter L, a, b data. *Journal of food quality*, 18(3), 235-240.
- Minano HS, Gonzalez-Benino ME, Martic C (2009) Molecular characterization and analysis of somaclonal variation in chrysanthemum varieties using RAPD markers. *Sci Hortic* 122:238–24.
- Pandit, R., Bhusal, B., Regmi, R., Neupane, P., Bhattarai, K., Maharjan, B., ... & Poudel, M. R. (2021) MUTATION BREEDING FOR CROP IMPROVEMENT: A REVIEW.
- Petry E. (1922) Effects of hydration on increased sensitivity of seeds. *Biochem. Z.* 120, 326--353.
- Poltronieri, M. C., Poltronieri, L. S., & Muller, N. R. M. (1998). Cultivo do jambu (*Spilanthus oleracea* L.). *Embrapa Amazônia Oriental-Outras publicações técnicas (INFOTECA-E)*.
- Polat, S., Tuncdemir, A. R., Öztürk, C., & Tunçdemir, M. (2012). Renk körü ve renk körü olmayan diş hekimlerinin renk seçimindeki başarı oranlarının değerlendirilmesi. *Cumhuriyet Dental Journal*, 15(4), 320-326.
- Sağel, Z . (1994). Chemical Mutagens and Their Application in Plant Breeding. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi* , 3 (1-2) , . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tarbitderg/issue/11523/137283>
- Schum, A. and Preil, W. (1998). Induced mutations in ornamental plants. p. 333-366. In: Jain, S.M., Brar, D.S. and B.S. Ahloowalia (eds.), *Somaclonal Variation and Induced Mutations in Crop Improvement*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London.
- Schum, A. (2003, August). Mutation breeding in ornamentals: an efficient breeding method?. In *XXI International Eucarpia Symposium on Classical versus Molecular Breeding of Ornamentals-Part I* 612 (pp. 47-60).
- Sengez, G., & Dörter, C. (2019). Estetik diş hekimliğinde renk seçimi. *Selcuk Dental Journal*, 6(2), 213-220.
- Singh VN, Banerji BK, Dwivedi AK, Verma AK (2009) Effect of gamma irradiation on African marigold (*Tagetes erecta* L.) cv. Pusa Narangi Gaiinda. *J Hort Sci* 4:36-40
- Singh, M., & Chaturvedi, R. (2010). Improved clonal propagation of *Spilanthus acmella* Murr. for production of scopoletin. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 103(2), 243-253.

- Singh, S. K., Verma, S. K., Siddiqui, M. A., Abhishek, M., & Sharma, B. M. (2011). A reliable rapid protocol for characterization of in vitro totipotency in *Spilanthes oleracea*. *Environment Conservation Journal*, 12(3), 67-71.
- Singh, V. N., Banerji, B. K., Dwivedi, A. K., & Verma, A. K. (2016). Effect of gamma irradiation on African marigold (*Tagetes erecta* L.) cv. Pusa Narangi Gainda. *Journal of Horticultural Sciences*, 4(1), 36-40.
- Sivritepe, H. Ö. (2012). Tohum gücünün değerlendirilmesi. *Alatarum Dergisi*, 11(2), 33-44.
- Shafiei MR, Hatamzadeh A, Azadi P, Samizadeh LH (2019) Mutation induction in chrysanthemum cut flowers using gamma irradiation method. *J of Ornamental Plants* 9:143-151
- Shu, Q.Y., Forster, B.P., Nakagawa, H., and Nakagawa, H. (2012). Plant mutation breeding and biotechnology. Cabi, p. 561-598
- Stewart Jr, C. N. (Ed.). (2016). *Plant biotechnology and genetics: principles, techniques, and applications*. John Wiley & Sons, 76
- Strid A, Chow WS, Anderson JM (1990) Effects of supplementary ultraviolet-B radiation on photosynthesis in *Pisum sativum*. *Bba-Bioenergetics* 1020:260-268 DOI: 10.1016/0005-2728(90)90156-X
- Suneetha, S., Tanuja Priya, B., Sadarunnisa, S., Reddi Sekhar, M., & Latha, P. (2020). Mutagenic Effectiveness and Efficiency of Gamma Rays in Musk Okra (*Abelmoschus moschatus* L.). In *Medicinal Plants: Biodiversity, Sustainable Utilization and Conservation* (pp. 715-723). Springer, Singapore.
- Orchard, T. J. (1977). Estimating the parameters of plant seedling emergence. *Seed science and technology*.
- Patil UH, Karale AR, Katwate SM, Patil MS (2017) Mutation breeding in chrysanthemum (*Dendranthema grandiflora* T.). *J Pharmacogn Phytochem* 6:230-232
- Paulraj, J., Govindarajan, R., & Palpu, P. (2013). The genus *Spilanthes* ethnopharmacology, phytochemistry, and pharmacological properties: a review. *Advances in pharmacological sciences*, 2013.
- Tabachnick, B. G., Fidell, L. S., & Ullman, J. B. (2007). *Using multivariate statistics* (Vol. 5, pp. 481-498). Boston, MA: Pearson.
- Talebi, A. B., Talebi, A. B., & Shahrokhifar, B. (2012). Ethyl methane sulphonate (EMS) induced mutagenesis in Malaysian rice (cv. MR219) for lethal dose determination.
- Teixeira da Silva JA (2004) Ornamental chrysanthemum: improvement by biotechnology. *Plant Cell Tissue Organ Cult* 79:1-8
- TÜİK (2021), Türkiye İstatistik Kurumu, <https://www.tuik.gov.tr/>
- Vlachojannis, C., Chrubasik-Hausmann, S., Hellwig, E., Vach, K., & Al-Ahmad, A. (2018). Activity of preparations from *Spilanthes oleracea*, propolis, *Nigella sativa*, and black garlic on different microorganisms involved in oral diseases and on total human salivary bacteria: a pilot study. *Phytotherapy Research*, 32(10), 1992-2001.

- Wallace, A. T. (1964). Influence of seed moisture content on gamma-ray induced mutation rates at a specific locus in oats. *Radiation Botany*, 4(1), 53-59.
- Weatherall, I. L., & Coombs, B. D. (1992). Skin color measurements in terms of CIELAB color space values. *Journal of investigative dermatology*, 99(4), 468-473.
- Welsh, J.R., (1981). Fundamentals of Plant Genetics and Breeding. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Wi, S. G., Chung, B. Y., Kim, J. S., Kim, J. H., Baek, M. H., Lee, J. W., & Kim, Y. S. (2007). Effects of gamma irradiation on morphological changes and biological responses in plants. *Micron*, 38(6), 553-564.



ÖZGEÇMİŞ

FATİH CİHAN TOMBUL

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2020- 2022	Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Antalya
Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2013-2018	Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Biber Islahçısı	Altın Tohumculuk
2021-Devam Ediyor	Antalya