

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI

**TAZE FASULYE ÇEŞİTLERİNDE FARKLI DÜŞÜK DOZ GAMA (⁶⁰Co) IŞINI
UYGULAMALARININ KISITLI SULAMA KOŞULUNDA ETKİLERİNİN
BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Muhsin YILDIZ
DANIŞMAN: Doç. Dr. Çeknas ERDİNÇ

VAN-2020

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI

**TAZE FASULYE ÇEŞİTLERİNDE FARKLI DÜŞÜK DOZ GAMA (⁶⁰Co) IŞINI
UYGULAMALARININ KISITLI SULAMA KOŞULUNDA ETKİLERİNİN
BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Muhsin YILDIZ

Bu çalışma YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından FYL-2019-7968
No'lu proje olarak desteklenmiştir.

VAN-2020

KABUL VE ONAY SAYFASI

Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı'nda Doç. Dr Çeknas ERDİNÇ danışmanlığında, Muhsin YILDIZ tarafından sunulan "Taze Fasulye Çeşitlerinde Farklı Düşük Doz Gama (⁶⁰Co) Işını Uygulamalarının Kısıtlı Sulama Koşulunda Etkilerinin Belirlenmesi" isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince 25/12/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.


Başkan: Doç. Dr. Çeknas ERDİNÇ

İmza: 

Üye: Doç. Dr. Mehtap YILDIZ

İmza: 

Üye: Dr. Öğr. Üyesi. Kamile ULUKAPI


İmza: 

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 10.01/2020 tarih ve 2020/2-2 sayılı kararı ile onaylanmıştır.



TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atf yapıldığını bildiririm.


Muhsin YILDIZ

ÖZET

TAZE FASULYE ÇEŞİTLERİNDE FARKLI DÜŞÜK DOZ GAMA (⁶⁰Co) IŞINI UYGULAMALARININ KISITLI SULAMA KOŞULUNDA ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

YILDIZ, Muhsin

Yüksek Lisans Tezi, Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Çeknas ERDİNÇ

Aralık 2019, 68 sayfa

Farklı gama ışın dozları (25, 50 ve 100 Gy) uygulanan Gina ve Romano çeşitlerinde kısıtlı sulama koşullarının etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. İklim odası koşullarında 23±2 °C sıcaklık ve 16:8 ışık: karanlık periyodunda yetiştirilen fidelere kontrol (%100) ve %50 olacak şekilde su kısıtı uygulanmıştır. Çalışma sonunda gama ışını dozları ile kısıtlı sulamanın sürgün boyu ve çapı, yaprak sayısı, sürgün ve kök yaş-kuru ağırlıkları, kök-sürgün oranı gibi fide gelişim parametrelerinin yanısıra yaprak oransal nem içeriği, fotosentetik pigment içeriği, lipid peroksidasyonu (Malondialdehit (MDA)) ve yeşil aksamda besin elementi içeriklerine etkisine bakılmıştır. Araştırmamızdan elde ettiğimiz bulgulara göre Romano ve Gina çeşitlerinde düşük dozda gama ışını uygulamalarının, stressiz koşullarda bitkisel özelliklerin birçoğuna olumlu yönde etki ettiği belirlenmiştir. Sürgün boyunda Gina çeşidinde gama ışını uygulamaları yaklaşık % 49 artış sağlarken, 25 ve 50 Gy stres ortamında ışın uygulanmayan bitkilere göre sırasıyla % 13 ve % 6.5 oranlarında artış sağlamıştır. Kök boyunun özellikle Romano çeşidinde artan ışın dozu ile birlikte kısıtlı sulamada azaldığı, ancak tersine Gina çeşidinde % 88 oranında arttığı görülmüştür. Lipid peroksidasyonunun her iki çeşitte de % 7.7-32.5 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Morfolojik özelliklerde 100 Gy, fizyolojik özellikler ve besin elementi alımında 50 Gy ışın dozlarının daha fazla ön plana çıktığı saptanmıştır. Yine hem Gina hem de Romano çeşitlerinde 50 Gy gama ışın dozunun daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Erken fide gelişimi, Fasulye, Gama ışını, Kısıtlı sulama

ABSTRACT

DETERMINATION OF DIFFERENT LOW DOSE GAMMA (⁶⁰Co) RAYS EFFECTS IN FRESH BEAN CULTIVARS UNDER WATER DEFICIT CONDITION

YILDIZ, Muhsin

M. Sc. Thesis, Department of Agricultural Biotechnology

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Çeknas ERDİNÇ

December 2019, 68 pages

In order to determine the effects of different doses of gamma ray applications on Gina and Romano bean cultivars grown under water deficit conditions were applied 3 doses of gamma rays as 25, 50 and 100 Gy to bean seeds. Seedlings which grown in growth chamber conditions at 23 ± 2 °C and 16: 8 light: dark period were subjected to control (100%) and 50% water deficit. Germination rates and germination speed of the seeds were determined for designating the effects of gamma radiation on the viability of seeds. At the end of the study, as well as seedling growth parameters such as shoot length and diameter, number of leaves, shoot and root fresh-dry weights and root-shoot ratio, leaf rational water content, photosynthetic pigment content, determination of lipid peroxidation (MDA) and nutrient contents in shoot were determined. According to results of study; it was determined that different gama doses had positive effects on many plant properties under stress-free conditions in Romano and Gina. While gamma irradiation in Gina cultivar increased approximately 49% in shoot length in non-stress condition, 25 and 50 Gy doses raised 13% and 6.5% respectively compared to non-irradiated plants in stress condition. Root length decreased with increased irradiation dose in water deficit especially in Romano but conversely it increased by 88% in Gina cultivar. Lipid peroxidation was found to decrease by 7.7-32.5% in both cultivars. It was found that 100 Gy came forward in morphological features and 50 Gy was more prominent in physiological properties and nutrient intake. Moreover, 50 Gy gamma ray dose was found to be more effective both Gina and Romano cultivars.

Keywords: Early seedling development, Fres bean, Gamma ray, Water deficit

ÖN SÖZ

Tez konumun belirlenmesi, planlanması, yürütülmesi, değerlendirilmesinin yanısıra bana her konuda yol gösteren, her zaman sabırla dinleyen, çalışmaya teşvik eden ve güven veren danışmanım, değerli hocam sayın Doç. Dr. Çeknas ERDİNÇ'e, çalışmam süresince bilgi, tecrübe ve yardımlarını esirgemeyen Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü Başkanı sayın hocam Doç. Dr. Mehtap YILDIZ'a, sabır ve büyük bir ilgiyle kıymetli zamanını bana ayıran değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Kamile ULUKAPI' ya, ayrıca tezimin birçok aşamasında bana yardımcı olan Sayın Öğr. Gör. Selma KIPÇAK'a bölümümüz uygulama laboratuvarında çalıştığım süre zarfında ilgi ve yardımını benden esirgemeyen Sayın Arş. Gör. Metin KOÇAK'a, bitkilerimin yetiştirilmesi aşamasında iklim odalarını hizmetimize sunan Toprak Bilimi ve Bitki Besleme bölüm başkanı kıymetli hocam sayın Prof. Dr. Füsun GÜLSER'e çok teşekkür ederim. Tez çalışmamın farklı aşamalarında bana yardım eden çok değerli arkadaşlarım Hasret GÜNEŞ'e, Büşra GÜNSAN'a ve canım kardeşlerim Rabia YILDIZ ve Muhlis YILDIZ'a çok teşekkür ederim.

Hayatımın her aşamasına ayrı bir anlam katan, her konuda bana destek sunan aileme gösterdikleri sabır, anlayış ve destekleri için sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmama FYL-2019-7968 nolu proje ile mali destek sunan Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi BAP Koordinasyon Birimine'de ayrıca teşekkür ederim.

2020

Muhsin YILDIZ



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖN SÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ	5
2.1. Kuraklık Stresi ve Kısıtlı Sulama ile İlgili Yapılan Çalışmalar	5
2.2. Mutasyon ve Gama Işını İle İlgili Bazı bilgiler ve Yapılan Bazı Çalışmalar	11
3. MATERYAL ve YÖNTEM	19
3.1. Materyal	19
3.2. Yöntem	19
3.2.1. Tohumların Işınlanması	19
3.2.2. Kısıtlı sulama uygulaması	19
3.2.3. Yapılan Ölçüm ve Analizler	20
3.3. Verilerin Değerlendirilmesi	22
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	23
4.1. Tohumların Çıkış Oranı ve Çıkış Hızı	23
4.2. Stresin Etkilerinin Görsel Olarak Değerlendirilmesi (0-5 Skalası)	24
4.3. Fizyolojik Özellikler	41
4.3.1. Yaprak oransal su içeriği (YOSİ)	41
4.3.2. Fotosentetik pigment içeriği	43
4.3.3. Lipit peroksidasyonunun belirlenmesi (Malondialdehit (MDA))	48
4.4. Fasulye Fidelerinin Besin Elementi İçerikleri	51
5. SONUÇ	65
KAYNAKLAR	67
ÖZ GEÇMİŞ	75



ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. Farklı gama ışın dozlarına maruz bırakılan Gina ve Romano ticari fasulye çeşitlerine ait tohumların çıkış oranları ve çıkış hızları.....	23
Çizelge 4. 2: Gina çeşidinde kısıtlı sulama koşullarında farklı gama ışın dozlarının fide gelişim parametrelerine etkileri.....	39
Çizelge 4. 3: Romano çeşidinde kısıtlı sulama koşullarında farklı gama ışın dozlarının fide gelişim parametrelerine etkileri.....	40
Çizelge 4.4: Gina çeşidinde kısıtlı sulama koşullarında farklı gama ışın dozlarının bazı fizyolojik özelliklere etkileri.....	50
Çizelge 4. 5: Romano çeşidinde kısıtlı sulama koşullarında farklı gama ışın dozlarının bazı fizyolojik özelliklere etkileri	51
Çizelge 4.6: Gina çeşidinde kısıtlı sulama koşullarında farklı gama ışın dozlarının besin elementi içeriklerine etkileri	62
Çizelge 4.7: Romano çeşidinde kısıtlı sulama koşullarında farklı gama ışın dozlarının besin elementi içeriklerine etkileri	63

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 4.1. Kısıtlı sulama ile birlikte fasulye bitkilerinde oluşan su stresi.	24
Şekil 4.2. Farklı ışın dozlarına maruz bırakılan taze fasulye çeşitlerinde kısıtlı sulama koşullarındaki bitkilerde ortalama 0-5 skalası değerleri.	25
Şekil 4.3. Fasulye çeşitlerinin yaprak sayısında Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).	27
Şekil 4.4. Fasulye çeşitlerinin sürgün çapında Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).	28
Şekil 4.5. Fasulye çeşitlerinin sürgün boyunda Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).	29
Şekil 4.6. Fasulye çeşitlerinin sürgün yaş ağırlığında Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).	30
Şekil 4.7. Fasulye çeşitlerinin sürgün kuru ağırlığında Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).	31
Şekil 4.8. Fasulye çeşitlerinin kök boyunda Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).	32
Şekil 4.9. Fasulye çeşitlerinin kök yaş ağırlığında Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).	33
Şekil 4.10. Fasulye çeşitlerinin kök kuru ağırlığında Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).	34
Şekil 4.11. Fasulye çeşitlerinin kök: sürgün oranında Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).	35
Şekil 4.12. Fasulye çeşitlerinin yaprak oransal su içeriğinde Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).	42
Şekil 4.13. Fasulye çeşitlerinin klorofil- <i>a</i> içeriğinde Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).	44
Şekil 4.14. Fasulye çeşitlerinin klorofil- <i>b</i> içeriğinde Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).	45
Şekil 4.15. Fasulye çeşitlerinin karotenoid içeriğinde Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).	46

Şekil	Sayfa
Şekil 4.16. Fasulye çeşitlerinin toplam klorofil içeriğinde Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).....	47
Şekil 4.17. Fasulye çeşitlerinin MDA içeriğinde Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).....	49
Şekil 4.18. Fasulye çeşitlerinin P içeriğinde Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).....	52
Şekil 4.19. Fasulye çeşitlerinin K içeriğinde Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).....	53
Şekil 4.20. Fasulye çeşitlerinin Ca içeriğinde Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).....	54
Şekil 4.21. Fasulye çeşitlerinin Mg içeriğinde Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).....	55
Şekil 4.22. Fasulye çeşitlerinin Cu içeriğinde Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).....	56
Şekil 4.23. Fasulye çeşitlerinin Mn içeriğinde Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).....	57
Şekil 4.24. Fasulye çeşitlerinin Fe içeriğinde Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).....	58
Şekil 4.25. Fasulye çeşitlerinin Zn içeriğinde Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).....	59
Şekil 4.26. Fasulye çeşitlerinin Na içeriğinde Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).....	60

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur

Simgeler

Açıklama

cm

: Santimetre

g

: Gram

gy

: Grey

kr

: Krad

Kısaltmalar

Açıklamalar

MDA

: Malondialdehihyde

T. A.

: Taze ağırlık



1. GİRİŞ

Dünyada en çok sayıda türe sahip olduğu bildirilen (Singh ve ark., 2007) ve yaklaşık olarak 7000 yıllık bir geçmişi olan *Leguminosae* familyasına ait yemeklik baklagil türü fasulyenin (*Phaseolus vulgaris* L.) üretimine 250-300 yıl önce başlandığı bildirilmiştir (Eşiyok, 2012). Bir takım araştırmacılar tarafından fasulyenin anavatanının Hindistan, Avustralya ve Afrika olarak bildirilmesine rağmen nihai olarak Amerika Kıtası olduğu öne sürülmüş ve kesin olarak kabul edilmiştir (Gepts 2001, Günay 2005). Dünya üzerindeki genel dağılıma bakıldığında 50 adet *Phaseolus* cinsinin 5 türü (*Phaseolus vulgaris*, *Phaseolus lunatus*, *Phaseolus coccineus*, *Phaseolus acutifolius*, ve *Phaseolus poliantus*) insan beslenmesi açısından önemli bir yere sahiptir (Singh, 1999, Broughton ve ark., 2003). Ekonomik ve bilimsel olarak en çok tercih edilen fasulyenin en önemli üyesi ise *Phaseolus vulgaris* türüdür ve üretim açısından fasulye türlerinin % 90'nını oluşturmaktadır (Gepts, 2001).

Dünyadaki toplam taze fasulye üretimi incelendiğinde 23 595 714 ton olup Türkiye 651 bin ton ile 4. sırada yer almaktadır (FAOSTAT, 2018). TÜİK verilerine göre 2010-2016 aralığındaki 6 yıllık dönemde Türkiye'de yaklaşık 50 000 ha'lık alanda yıllık ortalama 630 000 ton taze fasulye üretimi yapıldığı tespit edilmiştir (TÜİK 2016) Protein, vitaminler, mineraller, nişasta ve fitokimyasal maddeler açısından çok önemli bir besin deposu olan fasulye ayrıca yağ içeriği düşük bir sebzedir (Beebe ve ark., 2000; Svetleva ve ark., 2006; Nyombaire ve ark., 2007). İhtiva ettiği antioksidant bileşikler sayesinde kalp hastalıkları, parkinson, alzheimer gibi hastalıklar, felç ve ciğer hastalıklarında etkili olduğu tespit edilen fasulyenin kanseri engelleme rolünün olduğu, insan beslenmesi ve hayvan beslenmesinin yanısıra kozmetik ve boya yapımı gibi bazı kimyasal uygulamalarda da kullanılabildiği bildirilmiştir (Singh ve ark., 2007).

Bitkiler, yaşadıkları çevrede canlılığını devam ettirdikleri sürece gelişmelerini kısıtlayıcı değişik bazı olumsuz çevre şartlarına maruz kalırlar. Biyotik ve abiyotik olabilen bu çevre etmenleri bitkilerde strese sebep olmaktadır. Stres; bitkilerde potansiyel bir zararın oluşmasına neden olan çevresel bir değişiklik olarak ifade edilmektedir. Bitkilerde abiyotik strese fiziksel ve kimyasal çevre şartları neden olurken, biyotik strese ise doğada yaşayan bazı organizmalar neden olmaktadır. Bitkilerde abiyotik stres, bitkinin büyümesini ve dolayısıyla verimini etkileyen çeşitli morfolojik, fizyolojik ve

biyokimyasal değişikliklere neden olur. Abiyotik stres faktörlerinden biri olan kuraklık toprakta bitkinin ihtiyacının karşılanacağı miktarda suyun mevcut olmaması olarak ifade edilir ve bitkinin ihtiyaç duyduğu suyu karşılayamadığı durumlarda ortaya çıkar, bitkinin gelişimini yavaşlatır ve mahsulde önemli miktarda azalmaya sebep olur (Miyashita ve ark., 2005, Çırak ve Esendal, 2006).

Çevresel kirleticilerin hızla artması, tarıma uygun alanların azalması, küresel iklim sıcaklıklarının değişmesi ve nüfusun giderek artması gibi faktörler nedeniyle önümüzdeki yıllarda besin sıkıntılarının oluşacağı muhtemel olan dünyamızda strese bağlı ürün kayıplarının en düşük seviyeye indirilmesi oldukça önemlidir. Ülkemizin bulunduğu konum ve tarıma elverişli arazi varlığının fazla olması, tarım ürünlerinin sayı ve çeşit açısından çok fazla olmasını da beraberinde getirmektedir. Ürün artışına etki eden tohumluk, sulama, tarımsal mekanizasyon, hastalık ve zararlılarla mücadele ve gübreleme gibi önlemler, kuraklık ve drenaj sorunları olan arazilerin ıslahının yanı sıra bu alanlarda yetişebilecek bitki çeşitlerinin belirlenmesinde de önemli bir gerekliliktir. Bu nedenle son yıllarda gelişen teknoloji ile strese tolerant bitki türlerinin geliştirilmesi, gelecekte ortaya çıkması muhtemel olan beslenme sorununun önlenmesi için oldukça önemli görünmektedir. Fasulye yetiştiriciliği yapılan arazilerdeki gözlemlerde, tuz ve su kısıtı stresi altında yetiştirilen farklı fasulye genotiplerinin vegetatif olarak büyümesinde, bakla ve dane verimliliğinde önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Aynı tür içerisinde mevcut olan bu farklılığın genotiplerin tuzluluğa ve kuraklığa adaptasyon mekanizmalarındaki farklılıklardan kaynaklandığı bildirilmiştir (Franca ve ark. 2000).

Kısa süre içerisinde yeni çeşit geliştirmek için kullanılan ıslah yöntemlerinden biri olan mutasyon ıslahı diğer geleneksel ıslah yöntemlerinde yeniden varyasyon oluşturmak ve çeşit geliştirmek için uzun zamana ve fazla iş gücüne ihtiyaç duyulmasından dolayı çok daha yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır (Sağel ve ark., 1994). Mutasyon ıslahının, bitki ıslahında kullanılmasına 1920'li yıllarda başlanmakla birlikte deneysel yöntemlerle mutasyon oluşturma ve bu mutant çeşitlerden farklı şekillerde faydalanma düşüncesi ilk olarak Hugo De Vries tarafından ortaya atılmıştır. Mutasyon ıslahında en yaygın olarak kullanılan mutajenler fiziksel mutajen olan gama ışınları ve birer kimyasal mutajen olan EMS (Etil Metan Sülfonat) ve DES (Di Etil Sülfonat)'tır. Ülkemizdeki araştırmacılar bu mutajenleri 1980'li yıllardan sonra yeni çeşit elde etmek için yoğun bir şekilde kullanmaya başlamışlardır. Ülkemizde Tıp Fakültesi bulunan birçok üniversitede

gama ışını uygulanmakla birlikte bu alanda Türkiye Atom Enerjisi Kurumu ve Ankara Nükleer Tarım ve Hayvancılık Araştırma Merkezi (ANTHAM) nin de bu alanda önde geldiği görülmektedir (Artık ve Pekşen., 2005).

Mutasyon ıslahında kullanılan fiziksel ve kimyasal mutajenler, bitkilerde kromozom ya da genler üzerinde kısa bir zamanda fiziksel ve kimyasal olarak bir takım kalıtsal değişikliklere sebep olabilmekte ve bu bitkilere yeni özellikler kazandırabilmektedir (Bağcı ve Mutlu, 2011). Bitkilere kazandırılan bu özellikler olmasını istediğimiz yönde olabileceği gibi olmasını istemediğimiz ve hatta tahmin bile edemediğimiz özelliklerin oluşmasına neden olabilmektedir. Ortaya çıkan bu durumlardan birisi, kullanılan mutajenin miktar ve uygulama süresine bağımlı olarak özellikle tohumlarda çimlenme çıkış aşaması ve sonrasında ürün kalitesi ve verim üzerinde de bazı istenmeyen durumların oluşmasına sebep olabilmesidir.

Bu çalışmada; ülkemizin hemen hemen her bölgesinde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan Romano ve Gina ticari bodur fasulye çeşitlerine uygulanan farklı gama ışın dozlarının (25, 50, 100 Gy) kısıtlı sulama uygulamasında erken fide gelişim dönemindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.



2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

2.1. Kuraklık Stresi ve Kısıtlı Sulama ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Bulduğumuz dönemden yaklaşık olarak 7000 yılı aşkın bir süre önce Latin Amerika'nın yüksek bölgelerinde kültüre alındığı belirtilen fasulyenin 52° kuzey ve 32° güney enlemleri arasında deniz seviyesindeki bazı Avrupa ve Amerika ülkelerinden 3000 m rakıma sahip Güney Amerika ülkelerine kadar yayılım göstermektedir (Graham ve Ranalli, 1997; Koutsika-Sotiriou ve Traka-Mavrona, 2008). Kültüre alınan fasulye formlarının Antarktika dışında dünyanın hemen hemen her yerinde yetiştiriciliğinin yapıldığı, taze baklası ve tohum olgunluğundan önce tam kurumamış baklası ile kuru tohumları tüketilebilmektedir (Koutsika-Sotiriou ve Traka-Mavrona., 2008). Ülkemizde yaklaşık 300 yıllık bir geçmişi olduğu bildirilen fasulyenin ülkemizin hemen hemen her bölgesinde de yetiştiriciliği yapılmaktadır (Şalk ve ark., 2008).

Tarımsal üretimde bitkisel ürünlerin verimini düşüren ve sınırlayan bazı biyotik ve abiyotik stres etmenleri mevcuttur. Ürünlerin veriminin düşmesine sebep olan en önemli etmen abiyotik stres faktörüdür. Abiyotik stres faktörünün verimi yaklaşık olarak %50 oranında düşürme gücüne sahip olduğu bildirilmiştir (Wang ve ark., 2003, Grigorova ve ark., 2011). Verimin düşmesine neden olan bu stres faktörlerinin önümüzdeki zaman dilimlerinde küresel mevsim değişiklikleriyle birlikte daha da artacağı ileri sürülmektedir (Hirayama ve ark., 2010). Abiyotik stres faktörlerinden biri olan su kısıtı stresi bitkinin büyümesi ve gelişmesinde büyük bir negatif etkisi vardır.

Kuraklık, bitkinin fizyolojik ve biyokimyasal fonksiyonlarını olumsuz yönde etkiler. Kuraklık başladığında ilk olarak hücre genişlemesi ve büyümesinde azalmalar görülür. Kuraklıkta ilerleme devam ettiği takdirde bitkideki hasarlar da doğru orantılı olarak artar ve özellikle fotosentez bundan çok fazla etkilenir. Transpirasyon oranı düşer; dokularda ozmotik potansiyel ve solunum aktivasyonu azalır (Redondo-Gomez., 2013, Verma ve ark., 2013). Dünya üzerindeki kullanılabilir alanlar, maruz kaldıkları stres faktörlerine göre incelendiğinde, % 26'lık alanda kuraklık stresinin, % 20'lik alanda mineral stresinin ve % 15'lik alanda da soğuk ve don stresinin etkili olduğu bildirilmektedir. Diğer streslerin % 29'luk bir alanı kapladığı, sadece % 10'a tekabül eden bir kısmının herhangi bir stres faktörüne maruz kalmadığı belirlenmiştir (Blum, 1986).

Kuraklık faktörü diğer stres faktörleri ile karşılaştırıldığında en çok görülen doğal stres faktörü olarak gözlenmiştir (Kalefetoğlu ve ark., 2005). Ayrıca dünya tarım alanlarının yaklaşık % 45'i devamlı kuraklık stresine maruz kalırken, yaklaşık % 6'sı tuzluluk sorunu ile karşı karşıya kalmıştır (Ashraf ve Foolad., 2007)

Taiz ve Zeiger (2008) Transpirasyon ile bitkiler atmosfere buhar şeklinde su verdikleri için suya sürekli ihtiyaç duyarlar. Bitkilerdeki su kaybı bitki büyümesini olumsuz bir şekilde etkilediği için başta fotosentez olmak üzere pek çok fizyolojik olay da olumsuz bir şekilde etkilenir. Özellikle de hücre büyümesi üzerindeki etki belirgindir. Yüksek derecede su kaybında hücre bölünmesi, hücre duvarı ve protein sentezi geriler, stomalar kapanır, fotosentez ürünlerinin taşınmasında azalma görülür. Bunun etkisiyle yaprak canlılığı en aza iner ve yaprak sayısında da azalma meydana gelir.

Bitkide stres koşulları (tuzluluk, kuraklık vs) sonrasında su potansiyeli azaldığında, bitki hücrelerinin ozmotik potansiyeli düşmekte ve bitki hücrelerinin bölünmesi ya da uzaması birden yavaşlamaktadır. Bu stres koşulları altında genellikle stomalar kapanır ve sonuç olarak fotosentez azalır. Stres koşullarının devam etmesi durumunda ise bitki büyümesi tamamen durmaktadır (Ashraf, 1994).

Shaikh ve ark (1980), fasulye yetiştiriciliği yapılan arazilerde yaptıkları gözlemler, farklı fasulye genotiplerinin tuzlu ve kısıtlı sulama koşullarında bitki büyümesi ile bakla ve dane verimliliğinde önemli farklılıkların olduğunu tespit etmişlerdir.

Çanakçı ve Munzuroğlu (2004)'na göre su stresi altında bitkilerde önemli metabolik değişiklikler meydana gelmekte ve genel olarak daha erken yaşlanmalar gözlenmektedir. Araştırmacılar bunun protein sentezinin azalması veya yıkımın artması ile klorosis ve nekrosis ortaya çıkmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Koç (2005) yapmış olduğu çalışmada 0-5 skala (zararlanma derecesi) değerlerini incelemiş ve sulamaya bağlı değişikliklerin kontrole (% 100) göre % 0 uygulamasında en yüksek olduğu (5.00), % 75 uygulamasında ise en düşük olduğunu (1.50) saptamıştır.

Kuşvuran ve ark. (2008) tarla koşullarında 34 farklı bamyada genotipinin kuraklığa toleransının belirlendiği çalışmada, bamyada genotipsel farklılıklar ve tolerant genotiplerin belirlenmesi amacıyla görsel skala (0-5 skalası) değerlerini incelemişlerdir. Sonuç olarak genotiplerin farklı puanlamalar aldığı ve farklı tepkiler verdiği tespit edilmiş ve ayrıca kuraklık uygulamaları sonucunda yeşil aksam yaş ve kuru ağırlığı, bitki boyu,

gövde çapı ve yaprak sayısı gibi büyüme parametrelerinin olumsuz etkilendiği ifade edilmiştir.

Gonzalez ve Pastenes (2012) fasulyelerde su stresi ve yüksek sıcaklık stresine karşı toleransın ve bu stres faktörlerinin fizyolojik olarak etkilerinin belirlenmesi amacıyla Orfeo inia dayanıklı fasulye çeşidi ile Arroz duyarlı fasulye çeşidini kullanmış, 38 °C sıcaklık ve su stresinin, duyarlı fasulye çeşidinin gelişimini olumsuz etkilediğini, tolerant çeşitteki verilerin ise kontrol bitkisine yakın olduğunu tespit etmişlerdir.

Kavun genotipleri arasında kuraklığa tolerans bakımından genotipsel farklılığın araştırıldığı bir çalışmada, 30 farklı genotip ile Galia F₁ çeşidi bitkileri 3 - 4 gerçek yaprağa ulaştığında sulama tamamen kesilmiş olup kontrol bitkilerinde ise sulamaya devam edilmistir. Yaklaşık 2 hafta sonra stresin etkilerinin ortaya konulması amacıyla 0-5 görsel skala değerlendirmesi, yeşil aksam yaş ve kuru ağırlık, gövde boyu ve çapı, yaprak sayısı ve alanı, yaprak oransal su içeriği, membran zararlanma indeksi incelenmiştir. Araştırma sonunda kavun genotiplerinin kuraklığa tolerans bakımından geniş bir varyasyon gösterdiği incelenen parametrelerin kuraklığa toleransın belirlenmesinde etkin olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır (Kuşvuran ve Abak, 2012)

Daşgan ve ark. (2010) on farklı kabak çeşidinin tuz ve kuraklık stresi karşısında verdiği tepkilerin araştırıldığı bir çalışmada, bitkilerin yeşil aksam ve kök yaş ve kuru ağırlığının, bitki çapı ve boyu, yaprak sayısı ve alanı ile yaprak oransal su içeriği verilerinin tuz ve kuraklıkta farklı tepkiler verdiği ve stresin bitki gelişimini engellediği tespit edilmiştir.

Pıtır (2015) ise biberde farklı sulama oranlarını uygulandığı çalışmasında yaprak sayısının en yüksek kontrol (% 100) uygulamasında (86.20 adet), en düşük % 0 uygulamasında (31.80 adet) olduğunu belirlemiştir.

Fasulyede genotiplerinin yetiştirme ortamına verilen su miktarı azaldıkça yaprak sayısında azalma meydana gelmektedir (Ünal, 2010; Kaya, 2011)

Boutraa ve Sanders (2001) sera koşullarındaki farklı fasulye çeşitlerinde (Carioca ve Prince) su stresinin verim ve verim komponentleri üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, bitkileri optimum koşullarda, çiçeklenme dönemi ve meyve (bakla) bağlama döneminde su stresine maruz bırakmışlardır. Araştırmacılar Carioca çeşidinin Prince'e göre kuraklığa daha tolerant olduğunu, her iki dönemde de uygulanan su

stresinin bitkilerin gelişmelerini ve verim öğelerini (tane ağırlığı, bitkideki tane sayısı, bitkideki bakla sayısı, yaprak sayısı, bitki boyu) olumsuz etkilediğini tespit etmişlerdir.

Kuraklık stresine bağlı olarak yer fıstığı, börülce ve fasulye bitkileri için büyümede azalma, bitki yaş ve kuru ağırlığı, yaprak alanı gibi parametrelerde azalma meydana geldiği birçok araştırmada bildirilmektedir (Ike, 1986; Anyia ve Herzog, 2004; Clavel ve ark. 2005; Mnasri ve ark, 2007).

Tuz ve kuraklık stresinin bitki boyu bakımından ortaya çıkardığı tepkiler karşılaştırıldığında, tuz stresinin bitki boyunda meydana getirdiği azalmanın kuraklık stresine göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Tuz stresi bamya genotiplerinde genel olarak bitki boyunda ortalama % 39.04 oranında bir azalmaya neden olurken, kuraklık stresinde bu oran % 21.71 düzeyinde gerçekleşmiştir (Küçükkömürcü, 2011). Kavunlarda kuraklık ve tuzluluğa toleransın fizyolojik mekanizmaları arasındaki bağlantılarının araştırıldığı bir diğer çalışmada kuraklığın genotiplerin boyunda genel olarak % 40.26 düzeyinde bir azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir (Kuşvuran, 2010).

Fasulyede kuraklığın genotiplerin gelişimleri üzerine etkisinin incelendiği çalışmada; tüm genotiplerin bitki boylarının kuraklık şiddetindeki artışa bağlı olarak azaldığı gözlenmiştir. Fasulye genotiplerinde, su düzeylerinin ortalamalarına bakıldığında en uzun bitki boyuna 60.13 cm/bitki ile 30 ml su düzeyinde ulaşılırken, bunu 42.32 cm/bitki ile 20 ml su düzeyi izlemiştir. Ortalama bitki boylarının 10 ml su düzeyinde 26.83 cm/bitki uzunluğuna gerilediği saptanmıştır (Ünal, 2010).

Soya fasulyesinin su-verim ilişkilerini belirlemek için yapılan bir çalışmada en yüksek bitki boyu iki yıl için sırasıyla 97.7 ve 98.8 cm ile S1 (en yüksek sulama) konusunda, en düşük bitki boyu ise her iki yıl için sırasıyla 65.7 cm ve 64.0 cm ile S14 (susuz) konusunda bulunmuştur (Candoğan, 2009). De Costa ve Shanmugathan (2002) soya fasulyesi ile yaptıkları çalışmada yine su stresine bağlı olarak bitki boyunda önemli azalmalar meydana geldiğini tespit etmişlerdir.

Fasulyede ortalama bitki boyunda kısıtlı sulama uygulamaları arasında çok az bir farkın bulunduğunu; buna göre 62.6 cm ile tam sulamanın 59.7 cm ile yarı sulamalı uygulamaya göre daha uzun bitkilerin oluşuna neden olduğu belirlenmiştir (Kazlı 2005).

Scopel ve ark (1993) soya fasulyesinde tohum verimini artırmak amacıyla yaptıkları çalışmada su kısıtlamasının etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar orta

düzye de su kısıtlamasının boğum aralarının kısalması ile birlikte bitki boyunu kısalttığını ve bitkinin toplam ağırlığını azalttığını bildirmişlerdir.

Kuraklık hassasiyet indeksi, yaprak su tutma kapasitesi, yaprak nispi nem içeriği ve membran geçirgenliğinin kuraklığa tolerant çeşitlerin seçiminde dikkate alınmaya başlandığı bildirilmektedir (Güneri Bağcı, 2010). Kocheva ve ark., (2004)'e göre kuraklık stresine toleransın belirlenmesinde önemli bir belirteç olan membran zararlanma indeksinin, arpada bitkisinde kuraklık stresi ile birlikte önemli miktarda bir artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar hücrede ortaya çıkan yoğun miktarda su kaybının, membranlara zarar verdiğini ifade etmişlerdir. Sağlam (2004)'e göre bitki hücrelerinde çözünmüş madde konsantrasyonu artış gösterdikçe ve su potansiyeli düşüş gösterdikçe, sırasıyla hücrel membranlar gevşeklik gösterir ve fotosentetik safhanın aksamasına neden olmaktadır.

Kuşvuran (2010)'a göre hücrelerde stres sonrası meydana gelen zararlanma her iki stres koşulunda da benzer değerler göstermekle birlikte tuz stresinde genotiplerin ortalama % değişim 34.25 olmasına karşın kuraklık stresinde 30.60 olarak tespit edilmiştir.

Pıtır (2015) "biber de farklı su kısıtlarının meydana getirdiği fizyolojik, morfolojik ve kimyasal değişikliklerin belirlenmesi amacıyla yaptığı çalışmasında, yaprak zararlanma dereceleri, yaprak sayısı (adet), ortalama yaprak ağırlığı (g), yaprak kalınlığı (mm), yaprak alanı (cm²), meyve ağırlığı (g), meyve çapı (cm), meyve boyu (cm), toplam meyve sayısı (adet), toplam meyve ağırlığı (g), bitki boyu (cm), yaprak oransal su içeriği (%), yaprak su potansiyeli (MPa), yaprak hücrelerinde membran zararlanması (%), yaprak sıcaklığı (°C), toplam klorofil (mg/L), ile yapraklardaki makro ve mikro besin element miktarlarını belirlemiştir. Suyun kısıtlanmasıyla oluşturulan yapay kuraklık stresinin Jalapeno çeşidinde ölçülen tüm parametreleri olumsuz etkilediği saptanmıştır.

Güzel (2006), normal sulanan domates bitkisindeki yaprak oransal su içeriği miktarının, kısıtlı su uygulanan domates bitkisine göre daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Şeker pancarında yaprak oransal su içeriği miktarı verilen sulama suyu miktarı arttıkça artmış, azaldıkça azalmıştır (Köksal, 2006). Kuraklık stresi altında yetiştirilen fasulye genotiplerinin nisbi su potansiyelleri kontrol bitkilerine göre bütün genotiplerde azalma

göstermiştir (Özpay, 2008). Karpuz bitkisinde yaprak su içeriği miktarının çiçeklenmeden hasada doğru gidildikçe azaldığı tespit edilmiştir (Demirel ve ark., 2010).

Kuşvuran (2010)'a göre tuz ve kuraklık stresleri yaprak su içeriğinin azalmasına neden olmuştur. Genel olarak tuz ve kuraklık stresi karşılaştırıldığında kuraklık stresinde meydana gelen yaprak oransal su içeriği miktarının azalmasının (% 43.57), tuz stresine oranla daha fazla olduğu görülmüştür (% 38.32).

Yaşar (2008), kuraklık stresinin fasulyede hücresel düzeydeki hasar verici etkisini ve bu etkinin genotip bazında farklı olup olmadığını tespit etmek amacıyla, on adet fasulye çeşidini kuraklık stresi uygulamasına tabi tutmuştur. Hidroponik yetiştirme koşullarında 15 günlük bitkilere % 10 oranında polietilen glikol (PEG 600) uygulamıştır. Çalışma sonucunda, Samsun 96 ve Sırık barbunya çeşitlerinin klorofil potansiyelinde gözlenen azalma, Gevaş sırık 57 ve Oturak barbunya genotiplerine göre daha yüksek bulunmuştur. Sonuç olarak Gevaş sırık 57 ve Oturak barbunya genotiplerinin kuraklık stresinden daha az etkilendiği, Samsun 96 ve Oturak barbunya çeşitlerinin ise kuraklığa karşı en fazla hassasiyet gösteren genotipler olduğu ifade edilmiştir.

Uyan (2011)' a göre farklı su kısıtlamaları uygulanan Matador ıspanak çeşidinde toplam N, P, K, Ca ve Mg miktarları kontrol bitkilerinde en yüksek olarak sırası ile % 2.76, % 0.99, % 5.26, % 1.35 ve % 0.80 olarak bulunmasına karşılık, % 0 uygulamasında bu miktar azalış göstermiş ve sırası ile % 1.94, % 0.40, % 4.34, % 0.95 ve % 0.57 olmuştur.

Çelik (2014) yer kirazında yaptığı çalışmasında bitki yaprağındaki en düşük N (% 2.05), P (% 0.14), K (% 1.95), Ca (% 0.83) ve Mg (% 0.67) miktarının % 0 su uygulamasından; en yüksek N (% 3.19), P (% 0.28), K (% 2.55), Ca (% 1.46) ve Mg (% 1.02) miktarının ise % 100 su uygulanan kontrol bitkilerinin yapraklarından alındığını belirtmiştir.

Doğan (2006), fasulye bitkisinin yapraklarındaki K tayini ile ilgili yaptığı çalışmasında kontrol grubunda K miktarı 27.4 mg/g, orta dereceli su stresinde 23.0 mg/g ve şiddetli su stresine maruz bırakılan bitkilerde ise 18.1 mg/g olarak tespit etmiştir.

Kaya ve Daşgan (2013) fasulye genotiplerinin yeşil aksam K ve Ca miktarlarını sırası ile % 4.06 ve % 2,11 olarak belirlemişken, kuraklık stresi altındaki bitkilerde % 3.45 ve % 0.90 olarak saptamışlardır.

Karipçin ve Şatır (2016) su stresi koşullarında yetiştirilen marul sebzесinin verim ve besin içeriğine arbüsküler mikorizal fungusun (AMF) etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, hasat sonrası yaprakta mikro element içeriklerine de bakmışlar ve Fe miktarının % 50 su uygulamasında 118.78 ppm, % 100 (tam sulama) su uygulamasında ise 124.64 ppm olduğunu belirlemişlerdir.

2.2. Mutasyon ve Gama Işını İle İlgili Bazı bilgiler ve Yapılan Bazı Çalışmalar

Mutasyonlar, kalıtım materyalinin (DNA, RNA ve plasmid) fiziksel ve kimyasal yapısının değişmesine paralel olarak DNA sarmalında gerçekleşen kalıtsal değişimler olarak tanımlanmaktadır (Van-Harten 1998). Mutasyon terimi, kromozomlardaki sayı ve yapı değişiklikleri ile genlerdeki değişimleri içermektedir. Mutant terimi; mutasyona uğramış bir ya da birkaç özelliği değişmiş birey, mutajen ise; mutasyona neden olan fiziksel veya kimyasal etkeni ifade etmektedir (Karataş 2010). Fiziksel veya kimyasal mutajenler, yeni çeşitler geliştirmek için pratik yaklaşımlar sağlamaktadır. Ortaya çıkan mutasyonların çoğunlukla resesif ve öldürücü etkilere sahip olduğu da bazı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Şenay ve Şekerci 2009). Mutasyon ıslahında kullanılan mutajenler, bitkilerde kromozom ya da genler üzerinde kısa bir zamanda bazı kalıtsal değişimler ortaya çıkarabilmekte ve bu bitkilere yeni özellikler kazandırabilmektedir (Bağcı ve Mutlu, 2011).

Mutasyonel değişiklikler eşeysiz üreme ile sağlanabilir ve ileriki seleksiyonlar için varyasyon yaratabilmektedir (Powell ve ark., 1974). Kısa süre içerisinde yeni çeşit geliştirmek için kullanılan yöntemlerden birisi olan mutasyon ıslahı diğer geleneksel ıslah metotlarının yeniden varyasyon oluşturmak ve yeni bir çeşit geliştirmek için çok uzun zaman ve emeğe ihtiyaç duymasından dolayı daha yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır (Sağel ve ark., 1994). Mutasyon ıslahı çalışmaları, bitkilerin çoğaltma organlarının fiziksel veya kimyasal mutajenler ile muamele edilmesine dayanmaktadır. Mutasyona dayalı bitki ıslahı çalışmalarının ilk amacı uygun mutajen dozu ile zengin bir fenotipik varyasyon yaratmak ve pozitif seleksiyon ile birkaç önemli özelliğin değiştirildiği daha iyi özelliklere sahip yeni çeşitlerin geliştirilmesidir. Mutasyon ıslahı çalışmalarında, mutasyon oluşturmak için; UV ışınları ile birlikte, iyonize radyasyon olarak da adlandırılan X ve gama ışınları, alfa ve beta partikülleri, proton ve nötronlar da

kullanılmaktadır. Bunların her birinin özelliği enerjilerini vermeleri olup, bu olaya da iyonizasyon denir (Ahloowalia ve Maluszynski, 2004). Işımsal kaynaklı mutajenler daha çok kromozom üzerinde yapısal değişimlerin ortaya çıkmasına sebep olurlar (Sağel, 1988; Peşkircioğlu, 1996; Kurt, 2001).

En önemli nükleer mutajen uzun yıllardır kullanılmakta olan X ışınlarıdır. Ancak X ışınlarının vejetatif olarak çoğaltılan bitkilerde, vejetatif dokuların derinliklerine kadar işlememesi nedeni ile günümüzde gama ve beta ışınları kullanılmaktadır. Gama ışınları dokuların milimetrelerce derinliğine işlerken, beta ışınları santimetrelerce derinliğe işleyebilmektedir. Bu nedenle Kobalt-60 ve Sezyum-137 gama ışın kaynakları genetikle ilgili çalışmalarda çok yaygın bir kullanım alanı bulmaktadır (Demir ve Turgut 1999; Anonim, 2002).

Fiziksel mutajen uygulamalarında gama radyasyon uygulaması; kullanımının kolay olması, geçirgenliğinin yüksek olması sonucu hedef hücrelere ulaşabilmesi ve toksik herhangi bir etki ve zararının olmaması avantajları nedeniyle yoğun olarak tercih edilmektedir (Schum, 2003).

Doğrudan mutant çeşitlerin geliştirilmesinde, radyasyonla mutasyonun uyarılması en yaygın (% 89) kullanılan metottur. Mutajen uygulamalarında radyasyon kaynağı olarak en çok gama ışınları kullanılmakta olup (% 64), bunu X ışınları (% 22) takip etmektedir (Ahloowalia ve ark., 2004).

Mutasyon ıslahında bitkilerin çeşitli kısımları kullanılabilmesine rağmen kurutulabilmeleri, ıslatılabilmeleri, ısıtılabilmesi, dondurulabilmeleri ve uzun süre vakum altında havasız olarak muhafaza edilebilmeleri gibi özellikleri sebebiyle kullanılabilmesi muhtemel en uygun materyalin tohumlar olduğu bildirilmiştir (Sağel ve ark., 1994).

Radyasyondan yararlanılarak mutasyona uğratılan tohumlardan daha verimli, daha kaliteli ve çok daha dayanıklı hatlar elde edilebilmiştir. Bitkilere kazandırılan bu yeni özellikler arzu edilen karakterlerin bitkiye kazandırılması yönünde olabileceği gibi olmasını istemediğimiz ve hatta tahmin bile edemediğimiz karakterleri de ortaya çıkarabilmektedir. Kullanılan mutajenin miktarı ve uygulama süresinin etkisiyle özellikle tohumlarda çimlenme, çıkış aşaması ve sonrasında ürün kalitesi ve büyük oranda da verim üzerinde bazı istenmeyen durumların oluşmasına zemin hazırlaması ıslahçının arzu etmediği yönde olan gelişmelerdir. Hatta kullanılan doz, bitki türü ya da çeşidi için

yüksek olduğunda ölen hücrelerin yerine yenisi oluşmamaktadır. Bununla birlikte bitkinin kurumasına ve ölümüne yol açmaktadır (Çoban ve ark., 2002).

Mutasyon oluşturmak amacıyla radyasyon uygulandığında, bitkisel materyalde ışınlamanın dozuna bağlı olarak, yüksek fizyolojik zarar (% 90 ölümcül) ve düşük mutasyon frekansı meydana geldiği gibi, yüksek mutasyon frekansı ve düşük fizyolojik zarar da meydana gelebilmektedir (Sağel, 1988).

Bitki ıslahçısının isteği, yüksek mutasyon frekansı ve düşük fizyolojik zarardır. Bu sonucun elde edilebilme şansı, ışınlamanın etkili dozda yapılması ile sağlanabilmektedir. Bu yüzden mutasyon ıslahı çalışmalarında kullanılacak doz sınırlarının iyi belirlenmesi önemli bir gerekliliktir. Bunun için “öldürücü doz (LD₅₀)” veya “yaşama oranını % 50 azaltan doz” kavramı ortaya atılmıştır (Sağel ve ark., 2002). Tohumlarla yürütülen mutasyon çalışmalarında mutajen uygulanan tohumların % 50'sinin çıkmasına ve tohum veren bitkiler oluşturmasına olanak sağlayan dozun uygun mutajen dozu olabileceği bildirilmiştir ve bu doz LD50 dozu olarak adlandırılır (Fehr 1987).

Farklı bitki türlerinin ve aynı tür içerisindeki farklı genotiplerin herhangi bir mutajene karşı hassasiyetleri farklılık gösterebilmektedir. Bu yüzden birçok farklı bitki türü ve çeşidinde uygulanan bazı ışınların farklı dozları birçok farklı araştırmacı tarafından ifade edilmiştir.

Shaikh ve ark., (1980) bazı yemeklik dane baklagil türlerinde gama ışını ile devam ettirilen araştırmalarda; M₁ bitkilerinde çimlenme oranı, canlılığın devamlılığı, fide ve kök uzunluğunun artan doza bağlı olarak önemli derecede azaldığı, tür ve çeşitlerin gama ışınına gösterdikleri tepkilerin farklı olduğunu bildirmişlerdir.

Çoban ve ark., (2002) yaptıkları bir araştırmada etkili mutasyon dozu ve gama ışınlanmasına olan hassasiyetin çeşitlere göre değişmekle beraber aynı çelik üzerindeki farklı gözlerde bile farklılıklar olduğunu belirtmişlerdir.

Ramachandran ve Goud (1983) bazı aspir çeşitlerinde farklı dozlarda ışın uygulamalarının farklı aspir genotipleri üzerine etkisini inceledikleri çalışmada düşük dozların gelişmeyi teşvik ettiğini buna karşılık olarak yüksek dozların verimde azalmayı, morfolojik özelliklerde ise gerilemeyi beraberinde getirdiğini ifade etmişlerdir.

Çiftçi ve ark., (1994) fasulye tohumlarına 0-400 Gy gama ışın dozu uygulayarak elde ettikleri M₁ bitkilerinde doz artışına bağlı olarak çimlenme çıkış oranı, fide boyu,

bitki ağırlığı, bitkide dane verimi ve dane tutma oranında azalmaların meydana geldiğini, 300 ve 400 Gy dozlarında elde edilen bitkilerin canlılıklarını devam ettiremediklerini, bitkide bakla sayısının, ışın uygulaması sonucu artış gösterdiğini, ayrıca artan gamma ışını dozlarının, fasulyede mutasyon frekansını arttırdığını da ayrıca bildirmişlerdir.

Üç nohut genotipine [Noor 91 (beyaz), Punjab 91 (kahverengi) ve C 141 (siyah)] ait tohumlar 40, 50 ve 60 Kr gama ışını uygulanmış ve mutajen uygulaması sonrası 9 gibberellik asit (GA₃) muamelesi yapılmıştır. M2 generasyonunda bitki boyu, primer ve sekonder dal sayısı, bitki başına bakla, baklada tohum sayısı ve tane verimi genotipe, uygulamaya ve onların intereaksiyonuna bağlı önemli bir derecede etkilenmiştir. Bitki boyu, 50 Kr gama ışını haricinde, her iki muameleyle önemli ölçüde azalmıştır. Birincil dallar, kontrol ile kıyaslandığında gama ışını uygulananlarda önemli ölçüde artmıştır. GA₃ uygulaması, birincil dalların sayısını 50 ve 60 Kr gama dozunda önemli ölçüde azaltmıştır. Gama ışını uygulaması kontrollere göre sekonder dalların sayısını önemli ölçüde azaltmıştır. GA₃ muamelesi 40 ve 50 Kr dozlarda ışınlanmış popülasyona kıyasla ikincil dalları uyarmıştır. Bitki başına baklalar, kontrolle kıyaslandığında gama ışını uygulamalarında önemli ölçüde artmıştır. GA₃ uygulaması 40 ve 60 Kr'de bitki başına baklaları önemli ölçüde azaltırken, bu oran 50 Kr gama ışınmasında artmıştır. Kapsül başına tohum sayısı gama ışın uygulaması ile kontrol karşılaştırıldığında pek değişmezken, GA₃ muamelesinde belirgin bir artış göstermiştir. Tane verimi kontrol ile kıyaslandığında gama ışın uygulamasında önemli ölçüde arttırmıştır (Khan ve ark., 2005).

Lukanda ve ark., (2013), gama ışın uygulamasının yerfistığında (*Arachis hypogaea* L.) morfolojik tarımsal özellikleri üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında JL12 çeşidi üzerinde 3 farklı gama ışını dozu (100, 200 ve 400 Gy) uygulamışlardır. M₂ jenerasyonunda kontrol grubu bitki boyu 16.0 cm olarak bulunurken, gama uygulamalarında bitki boyları sırası ile 11.7, 14.7 ve 10.1 cm olarak ölçülmüştür. Aynı çalışmada kontrol bitkileri yaprakçık genişliğini 2.8 mm tespit ederlerken, artan gama ışını uygulamasına göre yaprakçık genişliklerinin sırası ile 2.9, 2.8 ve 2.6 mm olarak bulduklarını bildirmişlerdir. En yüksek yaprakçık genişliğini 100 Gy gama uygulamasından elde etmişler ve en düşük değeri 2.6 ile 400 Gy gama uygulamasından elde etmişlerdir.

Monica ve Seetharaman (2016), 10 farklı gama ışını (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 ve 50 Kr) ve 10 farklı EMS mutajeni (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 ve 50 mM)

uygulaması yaptıkları Hint fasulyesi üzerinde artan gama ışını ve EMS mutajeni uygulamaları ile birlikte çimlenme oranlarında azalmaların meydana geldiğini bildirmişlerdir. Kontrol grubunda çimlenme oranı %97.66, gama uygulamasında çimlenme oranlarının 25 Kr ve üstünde % 50' nin altına düştüğü EMS mutajeni uygulaması yapılan grupta ise çimlenme oranlarının 35 mM uygulamasından sonra % 50'nin altına düştüğü belirlenmiştir.

Kipas Putih soya fasulyesi tohumları 100 Gy, 200 Gy ve 300 Gy ışın dozunda gama ışını ile muamele edilerek M2 generasyonunda mutant tip ve sayısı çalışılmıştır. Sonuçlar, M2 generasyonunda klorofil mutantları (viridis, xantha, waxy ve variegata), yaprakçık mutantları (unifoliate, bifoliate, quadrifoliate, pentafoliate, dar-rugose yaprakçık, buruşmuş yaprak), steril mutantlar (gelişmemiş rasim çiçeği, yarı sterilite ve tam sterilite) gibi çeşitli tür ve sayıda soya fasülyesi mutantının bulunduğunu göstermiştir. M2 generasyonundaki bazı mutant tipler gama ışını uygulamalarının bitkilerde genetik çeşitliliği geliştirmek için etkin bir şekilde kullanılabileceğini açıkça göstermiştir (Nilahayati ve ark., 2016).

Patates (*Solanum tuberosum* L.) dünya çapında önemli bir sebze ve temel gıda ürünü olup, çoğunlukla vejetatif olarak çoğaltılır. Patates ıslahı sorunlu olduğu için mutasyon ıslahı ile çeşit geliştirme cazip gelmektedir. Bu amaç için in vitro kültür sistemleri ve özellikle mikro yumruların üretimi idealdir. Radyo-duyarlılık testi (büyüme azalması, GR ve ölümcül doz, LD) mutasyonun teşvik etmesi için ışınlama dozunun (Gy) belirlenmesini sağlamaktadır. In vitro teknikleri içeren üç şema, patatesteki mutasyon indüksiyonu için test edilmiştir; 1) yapraksız kesimlerin ışınlanması ve daha sonra kimeraların seçilmesi ve M1V2 (veya daha fazla nesil) bitkiciklerden mikro yumrular veya bitkicik üretmek, 2) yapraklı kesimlerin ışınlanması ve mutant mikro-yumruların doğrudan indüksiyonu ve 3) mikro yumruların indüksiyonu ve ışınlanması. Gama ışınının patates genotipleri arasında değişkenlik gösterdiği kaydedilmiştir. Farklı dokularda mutasyon indüksiyonu için uygun ışın dozları optimize edilmiştir; kesim büyümesi (GR50, 9-6 ila 20.6 Gy), kesilmiş yumru yeterliliği (LD50, 7.3 ila 13 Gy) ve mikro-yumru filizlenme yeterliliği (LD50, 20.6 ila 54.8 Gy). Mikro yumruların in vitro kesimlere göre mutasyon indüksiyonuna daha dirençli olduğu bulunmuştur. Bu çalışma farklı bitki dokusu / propagül ve patates genotiplerinin gama ışınlamasına yatkınlığını göstermiştir (Bado ve ark., 2016).

Mutajenler çeşit geliştirmede yeni genetik farklılığın oluşturulması için kullanılmaktadır. Tarımsal ürünlerde etkili mutasyonun teşviki için optimum mutajenik uygulama gerekmektedir. Bu nedenle, börülce genotiplerinde uygun gama ışını dozu araştırılmıştır. Sekiz börülce genotipine ait tohumlara 100, 200, 300, 400 ve 500 Gy'lik ⁶⁰Co gama ışını uygulanmıştır. Işın uygulamasının, tohum çimlenmesi, hayatta kalan fide ve M1 generasyonunun büyüme yapısının üzerindeki etkilerini değerlendirmek için tohumlar saksılara ekilmiştir. Veriler tanımlayıcı istatistikler kullanılarak analiz edilmiştir. Ife Brown (IB) genotipi ve türevlerinde düşük çimlenme oranı (% 10-% 45) en yüksek dozlarda (500-400Gy) kaydedilmişken, IT90K-284-2 genotipinde tüm uygulamalarda yüksek çimlenme oranı (% 74-% 94) gözlenmiştir. Hayatta kalan fide yüzdesi gama dozları ile ters ilişkili olarak belirlenmiştir. Börülce genotiplerinde LD50 değeri tohum çimlenmesi için 329-1054 Gy ve hayatta kalan fide için 149-620 Gy gibi geniş bir aralık belirlenmiştir. Düşük LD50 değeri tohum çimlenme için 329-516 Gy ve hayatta kalan fide için 149-357 Gy pürüzlü kabuklu tohumlarda elde edilmişken, en yüksek LD50 değeri tohum çimlenmesinde 521-1054 Gy ve hayatta kalan fide için 449-620 Gy ışın dozu pürüzsüz kabuklu tohumlarında kaydedilmiştir. Tohum çimlenmesi ve hayatta kalan fide için uygun LD50 değeri kabuk kalınlığı (0.899-0.937) ile yüksek derecede ilişkili bulunmuştur. Börülce tohumlarına düşük dozda (100Gy) gama ışını uygulaması M1 fidelerinde birincil ve ikincil yaprak alanı, fide boyu ve 6 haftalık bitki boyu gibi özelliklerde artış sağlamıştır. 200 Gy ve üzeri dozlar, bitki gücü ve tohum oluşumunda azalmalara neden olmuştur. Düşük gama ışın uygulaması (100 Gy) fide gücü ve vejetatif gelişimini ve börülce M1 generasyonunun verimini iyileştirebileceği rapor edilmiştir (Olasupo ve ark., 2016).

Farklı büyüme ile ilişkili noktalarda gama ışınlarının indüklediği değişiklikler bir model bitki olarak pamuk kullanılarak analiz edilmiştir. Bu amaçla, dört pamuk genotipi (Gomal-93, Bt-131, Bt-121 ve Bt-CIM-602) kuru tohumları 10, 15, 20 ve 25 Kilo Radyum (KR) dozlarında Co-60 kaynaklı gama ışınlarına maruz bırakılmıştır. Işınlanmış tohum numuneleri muamele edilmiş tohumlar olarak kabul edilirken, her genotipin ışınlanmamış tohumları kontrol olarak kullanılmıştır. Arazi denemeleri, serada şansa bağlı blok deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Bitki boyu, bitki dal sayısı, bitkide koza sayısı, lif inceliği ve tohum verimi gibi bazı agronomik özellikler üzerinde ışınlama etkileri gözlenmiştir. Varyans analizi (ANOVA) farklı ışın

uygulamasının, genotipler ve uygulama x genotip interaksyonu açısından bitki boyu, bitkide dal sayısı, bitkide koza sayısı ve bitkide tohum verimi bakımından önemli farklılıklar ortaya çıkarmıştır. Yüksek gama ışınları (20 ve 25 KR) parametrelerin çoğunu olumsuz yönde etkilemiştir. Gama ışını uygulamaları etkisi altındaki tüm genotiplerde bitki boyunda önemli bir azalma gözlenmiştir. Artan ışın oranı, bitkide dal sayısında olumsuz etki yaratmıştır. Bununla birlikte, Bt-121'de dallarına, uygulama görenlerde kontrole göre artmıştır. Benzer şekilde, tohumlarına 20 KR dozu uygulanmış Gomal-93, Bt-131 ve Bt -121 fidelerinde koza sayısının arttığı gözlenmiştir. Işın uygulanmış tohumlardan geliştirilen bitkilerde büyüme parametrelerinde gelişim olabileceği rapor edilmiştir (Khan ve ark., 2017).

Zinnia elegans, çeşitli çiçek renkleri, çiçek tipleri ve bitki boyu ile otsu bir yıllık bitkidir. *Zinnia elegans* saksı bitkisi ve ayrıca peyzaj bitkisi olarak popülerdir. *Zinnia*'nın ticari değeri, çiçek rengi ve şekli gibi yeni özelliklerle artırılabilir. Bitki özelliklerinin üstün özelliklerle geliştirilmesi tekniklerinden biri de gama ışını kullanarak mutasyonları tetiklemektir. Bu sebeple, üç farklı gama ışın dozu (75 Gy, 100 Gy ve 125 Gy) yeni ve değişik *Zinnia elegans* var. Dreamland çeşitleri elde etmek için kullanılmıştır. Uygulanan gama ışınlarının tohum çimlenmesi, fidelerin büyümesi ve hayatta kalması, bitkilerin yüksekliği üzerindeki etkileri incelenmiştir. Tüm üç gama ışını dozunun *Zinnia elegans* tohumlarının çimlenmesini ve hayatta kalmasını azalttığı belirlenmiştir. Gama ışınlarının yüksek dozlarının, tohumların çimlenmesi ve hayatta kalması ve fidelerin boyunda negatif etki gösterdiği rapor edilmiştir. Üçüncü nesil mutantlarda bitki boyu, çiçek sayısı ve çiçek çapı gibi fenotipik varyasyonlar kontrole göre oldukça anlamlı bulunmuştur. Değişik form ve renk ile sekiz çiçek varyasyonu elde edilebilmiştir (Pallavi ve ark., 2017).

Mor havuçta etkili gama mutasyon dozunun belirlenmesi amacıyla Yerel Hatay mor havuç popülasyonuna ait tohumlara farklı gama ışın dozları (0, 50, 100, 200, 300, 400, 500 ve 600 Gy) uygulanmıştır. Etkili mutajen dozu 387,5 Gy olarak hesaplandığı araştırmada. kontrol ve farklı ışın dozları uygulanmış mutant bitkilere ait kök uzunluğu, kök omuz genişliği ve yeşil aksam uzunluğu ölçülmüş ve doz oranları arttıkça mutant bitkilerde kök boyu, omuz genişliği ve yeşil aksam uzunluğunun olumsuz yönde etkilendiği belirlenmiştir (Yarar, 2019).



3. MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmada bitkilerin yetiştiriciliği Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme bölümünde bulunan iklim odasında ve analizler Tarımsal Biyoteknoloji ve Bahçe Bitkileri Bölümüne ait araştırma laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

3.1. Materyal

Yürütülen bu çalışmada bitkisel materyal olarak, Romano ve Gina bodur taze fasulye çeşitlerine ait tohumlar kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Tohumların Işınlanması

Denemede kullanılan olan her bir çeşit için her uygulamada 40 tohum olacak şekilde tohumlar hazırlanmış ve ışınlanmak üzere Türkiye Atom Enerjisi Kurumuna (TAEK) gönderilmiştir. Tohumlara 0 Gy (kontrol), 25 Gy, 50 Gy ve 100 Gy dozlarında gama (^{60}Co) radyasyonu uygulanmıştır.

3.2.2. Kısıtlı sulama uygulaması

Gama ışını uygulamasından sonra tohumlar 3 Mayıs 2019 tarihinde 2:1 oranında steril torf-perlit içeren 3 litrelik hacime sahip saksılara ekilmiştir. Tohum ekiminden sonra saksılar 23-25 °C sıcaklık ve 16/8 ışık/karanlık koşullarına sahip iklim odasına yerleştirilmiştir. Kısıtlı sulama denemesi tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur, Sulama uygulamalarına 2-3 gerçek yaprağın olduğu aşamadan (18 Mayıs 2019) itibaren başlanarak kademeli olarak % 100 (kontrol grubu) ve % 50 olmak üzere 2 düzeyde gerçekleştirilmiş ve stres belirtilerinin görülmeye başlandığı 13 Haziran 2019 tarihinde deneme sonlandırılmıştır.

3.2.3. Yapılan Ölçüm ve Analizler

Çıkış oranı (%): Yüzeyle çıkan domates bitkilerinin sayısının toplam ekilen tohum sayısına bölünmesi suretiyle hesaplanmıştır (Aydın ve Atıcı, 2015).

$$\text{Çıkış oranı} = \frac{\text{Çıkan tohum sayısı}}{\text{toplam tohum sayısı}} \times 100$$

Çıkış hızı: Yüzeyle çıkan domates bitkilerinin sayısının tohum çıkış zamanına bölünmesiyle bulunmuştur (Aydın ve Atıcı, 2015).

Çıkış hızı = $\frac{n_1}{t_1} + \frac{n_2}{t_2} + \frac{n_3}{t_3} \dots \frac{n_n}{t_n}$ n: n. günde çıkan fide sayısı t: zaman 0-5 skalası: Yetiştirme dönemi sonunda bitkilerin kuraklığa toleranslarının görsel olarak belirlenmesi amacıyla bitkilere aşağıda belirtildiği gibi semptomlara göre 0'dan 5'e kadar puan verilmiştir (Kuşvuran ve ark. 2008).

0: Hiç etkilenme yok (kontrol bitkileri)

1: Büyümede yavaşlama

2: Alt yapraklarda solgunluk

3: Üst yapraklarda kıvrılma (kapanma) ve solgunluk

4: Yapraklarda şiddetli solgunluk ve sararma, yaprak kenarlarında kuruma başlangıcı

5: Bitkide solma ve alt yapraklarda kuruma

Yaprak sayısı (adet): Yetiştirme dönemi sonunda bitkideki boyu 2 cm'den büyük yapraklar sayılmıştır.

Yeşil aksam ve kök yaş-kuru ağırlığı (g): Yeşil aksam, kök ve yaprakların kuru ve yaş ağırlıkları 0.1 g'a duyarlı terazide tartılmıştır.

Yeşil aksam ve Kök Boyu (cm): Yetiştirme döneminin sonunda bitkilerin toprak yüzeyinden büyüme ucuna kadar olan yükseklikleri ile kök boyları cetvel ile ölçülmüştür ve ardından ortalamaları hesaplanmıştır.

Kök/Sürgün oranı: Bitkilerin kök ve sürgün kuru ağırlıklarının oranlanması ile elde edilmiştir.

Sürgün çapı (mm): Bitkilerin kök boğazının 2 cm üst gövde bölgesi dijital kumpasla ölçülerek belirlenmiştir

3.2.3.2. Fizyolojik değişimlere ait bazı ölçüm ve analizler

Yaprak oransal su içeriğinin belirlenmesi (%): Stres sonunda bitkilerden alınan yaprak örneklerinin oransal su içeriklerinin (YOSİ) belirlenmesi için taze ağırlıkları tartılmıştır. Daha sonra alınan yapraklar 4 saat boyunca saf su içerisinde bekletilerek ve bu süre sonunda turgor ağırlıkları belirlenmiştir. Ağırlıkları belirlenen yaprak örnekleri 65 °C sıcaklığa ayarlanmış etüvde 48 saat kurutulduktan sonra kuru ağırlıkları (g) ölçülmüştür. Elde edilen taze ve kuru ağırlıklar aşığıdaki formül yardımıyla oranlanarak yaprak oransal su içerikleri (%) hesaplanmıştır (Türkan ve ark., 2005; Öztekin, 2009).

$$YOSİ=(TA-KA)/(TuA-KA) \times 100 \quad (3.1)$$

TA: Taze Ağırlık, KA: Kuru Ağırlık, TuA: Turgor Ağırlığı

Fotosentetik pigmentlerin belirlenmesi: Yapraktan alınan 0.25 g örnekleri doğrudan ışık görmeyen loş bir yerde % 80'lik aseton içerisinde homojenize edilip filtre edildikten sonra ekstrakt, aseton ile 25 ml'ye tamamlanmıştır. Hazırlanmış örnekler 663 nm ve 645 nm dalga boyunda okunup hesaplanmıştır (Lichtenthaler,1983; Zengin, 2007; Amira 2011).

$$\text{Klorofil } a \text{ (mg g}^{-1}\text{)} = (12,7 \times 663 \text{ nm}) - (2,69 \times 645 \text{ nm}) \times V / W \times 10000 \quad (3.2)$$

$$\text{Klorofil } b \text{ (mg g}^{-1}\text{)} = (22,91 \times 645 \text{ nm}) - (4,68 \times 663 \text{ nm}) \times V / W \times 10000 \quad (3.3)$$

$$\text{Toplam Klorofil (mg g}^{-1}\text{)} = \text{Klorofil } a + \text{Klorofil } b \quad (3.4)$$

$$\text{Karotenoid (}\mu\text{g ml}^{-1}\text{)} = [(1000 \times 470) - (3,27 \times \text{Chl}_a) - (104 \times \text{Chl}_b)] / 227 \quad (3.5)$$

Malondialdehit analizi: Bitki yaprağından alınan 0.5 g yaprak örneği 10 ml % 0.1'lik trikloroasetik asit (TCA) ile homojenize edildikten sonra homojenat 15000 rpm'de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj edilen örneğin berrak kısmından 1 ml alınıp,üzerine 4 ml % 20'lik TCA içerisinde çözülmüş % 0.5'lik tiobarbiturik asit (TBA) eklenmiştir. Karışım 95°C'de 30 dakika bekletildikten sonra hızla buz banyosunda soğutulup 10000 rpm'de 10 dakika santrifüj yapıldıktan sonra berrak kısımda 532 ve 600 nm dalga boyunda absorbansı belirlenmiş ve aşığıdaki eşitlik ile malondialdehit (MDA) içeriği tespit edilmiştir (Güneri Bağcı 2010)

$$\text{MDA (}\mu\text{mol ml}^{-1}\text{)} = [(A_{532}-A_{600})/155\ 000] \times 10^6$$

3.2.3.3. Besin elementi içeriklerinin belirlenmesi

Makro ve mikro element tayinleri (% ve ppm): Denemenin sonlandırılmasına doğru en son alınan yaprak örnekleri, en kısa sürede laboratuvara getirilip yıkandıktan sonra etüvde 70 °C’de kurutulmuştur. Öğütülen yaprak örnekleri 0.5 mm’lik elekten geçirilip analize hazır hale getirilmiştir. Analiz için 0,25 g yaprak örneği tartılıp, üzerine 4 ml konsantre nitrik asit eklendikten sonra 15 dakika bekletilmiştir. Kül fırınında 500 °C’ ye kadar 48 saat yakma işlemi yapıldıktan sonra elde edilen süzük 50 ml’ye tamamlanarak (Na, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Zn, Mn) element içerikleri okunmuştur (İbrikçi ve ark., 1994).

3.3. Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırmadan elde edilen veriler, Tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizi ile $P < 0.05$ önemlilik derecesine göre değerlendirilmiştir. Verilerin analizinde istatistiksel olarak önemli bulunan ortalamalar “Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi” ne (Düzgüneş ve ark., 1987) göre gruplandırılmıştır. Veriler SPSS istatistik programında değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Tohumların Çıkış Oranı ve Çıkış Hızı

Düşük dozda gama ışın dozlarının Gina ve Romano çeşitlerinin tohum çıkışoranı ve hızı üzerine etkileri istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4. 1) Gina çeşidine ait tohumlarda en yüksek çıkış oranı ortalaması 25 Gy gama ışın dozundan (% 84.38), en düşük ortalama ise 100 Gy ışın dozundan elde edilmiştir (% 76.56). Romano çeşidinde Gina çeşidinde olduğu gibi en yüksek ortalama çıkış oranının % 89.06 ile 25 Gy gama ışın dozunda, en düşük çıkış oranının ise % 76.56 ile 50 Gy ışın dozu uygulamasında olduğu saptanmıştır.

Gina çeşidine ait çıkış hızı ortalamalarına göre en yüksek ortalamanın 50 Gy ışın dozuna ait olduğu tespit edilirken,(1.37), en düşük ortalama çıkış hızının 25 Gy ışın dozu uygulamasından elde edildiği belirlenmiştir (1.21). Gama ışını uygulamasına maruz bırakılmış Romano çeşidine ait tohumlarda en yüksek ortalama çıkış hızının 25 Gy (1.28), en düşük ortalama çıkış hızının ise 1.04 ile 0 Gy ışın dozunda olduğu gözlenmiştir (Çizelge 4. 1).

Çizelge 4.1. Farklı gama ışın dozlarına maruz bırakılan Gina ve Romano ticari fasulye çeşitlerine ait tohumların çıkış oranları ve çıkış hızları

Çeşit	Gama Işın Dozu (Gy)	Çimlenme Oranı (%)	Çimlenme Hızı
Gina	0	76.56	1.30
	25	84.38	1.21
	50	80.00	1.37
	100	76.56	1.29
	p değeri (p≤0.05)	0.704	0.715
Romano	0	79.69	1.04
	25	89.06	1.28
	50	76.56	1.05
	100	84.38	1.21
	p değeri (p≤0.05)	0.279	0.237

Genel olarak çalışmada kullanılan ışın dozlarının çıkış parametrelerinde kontrole yakın veya kontrolden daha iyi etki gösterdiği göze çarpmaktadır. Nitekim Ramachandran ve Goud (1983) bazı aspir türlerinde farklı dozlardaki ışın uygulamalarının aspir bitkisine etkisini inceledikleri çalışmada benzer şekilde düşük

dozların gelişmeyi teşvik ettiğini buna karşılık olarak yüksek dozların verimde azalmayı, morfolojik özelliklerde ise gerilemeyi beraberinde getirdiğini ifade etmişlerdir. Çiftçi ve ark., (1994) ise fasulye tohumlarına 0-400 Gy gama ışın dozu uygulayarak elde ettikleri M1 bitkilerinde doz artışına bağlı olarak çimlenme ve çıkış oranında azalmaların meydana geldiğini, 300 ve 400 Gy dozlarında elde edilen bitkilerin canlılıklarını devam ettiremediklerini belirtmişlerdir. Monica ve Seetharaman (2016), benzer şekilde 10 farklı gama ışını (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 ve 50 Kr) uyguladıkları Hint fasulyesi üzerinde artan dozlar ile birlikte çimlenme oranlarında azalmaların meydana geldiğini bildirmişlerdir. Borzouei ve ark., (2010), buğdayda 300 Gy gama ışını dozundan sonra çimlenme oranlarında azalmaların başladığını rapor etmiş, Kiong ve ark., (2008)' da gama ışınının dozuna bağlı olarak bitkilerin kromozomlarında meydana gelen zararlanmanın çimlenme oranının düşüşünden sorumlu olduğunu belirtmiştir.

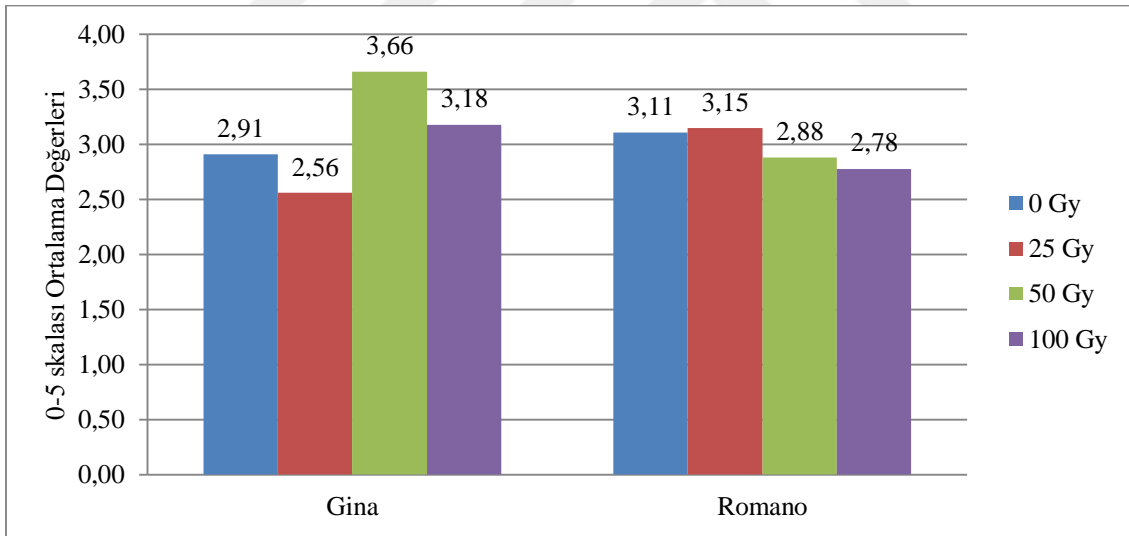
4.2. Stresin Etkilerinin Görsel Olarak Değerlendirilmesi (0-5 Skalası)

Kısıtlı sulama sonucunda fasulye fidelerinde stresin şiddeti görsel olarak 0-5 skalası ile belirlenmeye çalışılmış (Şekil 4. 1) ve bu skalaya ait ortalamalar Şekil 4.2' de sunulmuştur.



Şekil 4.1. Kısıtlı sulama ile birlikte fasulye bitkilerinde oluşan su stresi.

Stres şiddetinin 0'dan 5'e doğru artışının bir ifadesi olan skalada Gina çeşidi en çok 50 ve 100 Gy gama ışın dozunda etkilenmiş (sırasıyla 3.66 ve 3.18) ve stresin etkisi genel olarak 25 Gy uygulamasında en düşük bulunmuştur (2.56). Romano çeşidinde ise en yüksek ortalama skala değeri 3.15 ile 25 Gy gama ışın dozunun uygulandığı gruptan, en düşük ortalama skala değeri ise 100 Gy gama ışın dozunun uygulandığı gruptan elde edilmiştir (2.78). Bu bağlamda gama ışını uygulamalarına karşı skala değerleri bakımından çeşitler arasında farklı sonuçların elde edildiği görülmektedir. Gina çeşidinde 50 ve 100 Gy olumsuz etki yaparken, Romano'da bu durum tam tersi bir etki yaratmıştır. Kuşvuran ve ark., (2008) bamyada yaptığı çalışmada benzer sonuçlara ulaşarak genotiplerin farklı skala değerlerine sahip olduğu ve farklı tepkiler verdiği ifade edilmiştir. Stresin etkilerinin görsel olarak ölçeklendirilerek kullanıldığı 0-5 skalasının farklı çalışmalarda ve farklı türlerde bu şekilde etkili bir şekilde kullanılabildiği rapor edilmiştir (Koç, 2005; Kuşvuran ve ark., 2008; Kuşvuran ve Abak, 2012). Aynı zamanda Kuşvuran ve ark., (2008)

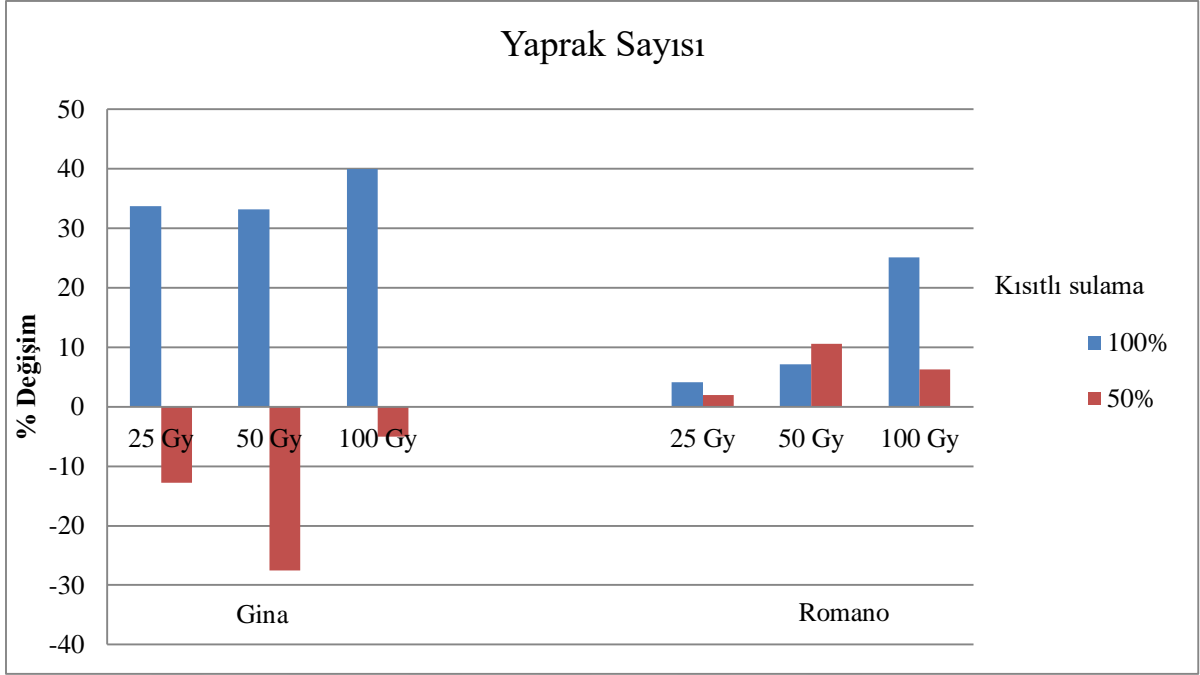


Şekil 4.2. Farklı ışın dozlarına maruz bırakılan taze fasulye çeşitlerinde kısıtlı sulama koşullarındaki bitkilerde ortalama 0-5 skalası değerleri.

4.3. Fide Gelişim Özellikleri

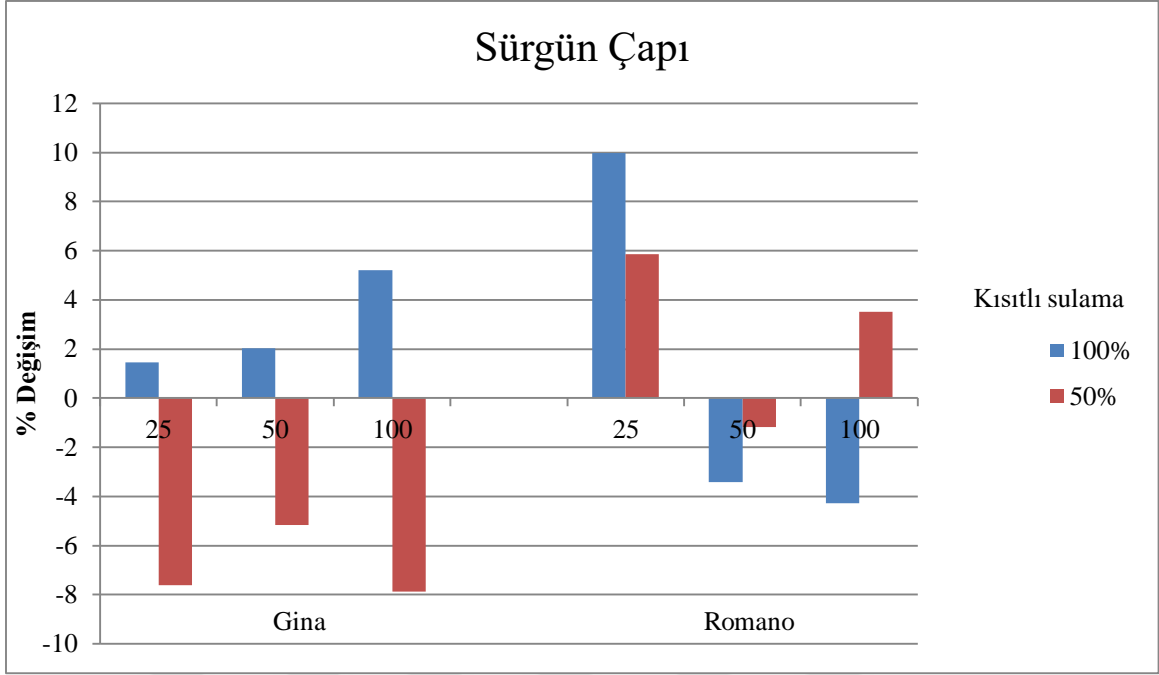
Çizelge 4. 2 ve Çizelge 4. 3'e göre gama ışını ve kısıtlı sulama uygulamaları ile ikisi arasındaki etkileşimin Gina çeşidinin yaprak sayısı ortalamaları arasındaki farklılıklara etkisinin istatistiki olarak önemli bulunduğu ($p \leq 0.05$) tespit edilmiştir.

Romanoda ise sadece gama ışını dozları arasındaki farklılıkların önemli olduğu belirlenmiştir. Gina çeşidinde en yüksek yaprak sayısı ortalama değeri 100 Gy gama ışın dozu uygulamasından (22.21 adet bitki⁻¹), en düşük yaprak sayısı ortalama değeri ise aynı çoklu karşılaştırma grubunda yer alan 0 ve 50 Gy gama ışın dozu uygulamalarından elde edilmiştir (sırasıyla 19.32 ve 19.21 adet bitki⁻¹). Gama ışını uygulamasının kısıtlı sulama ile birlikte yaprak sayısı üzerinde olumsuz etkiye neden olduğu, sulama ortalamalarına göre stres koşullarında yaprak sayısında kontrole göre % 12 civarında bir azalmanın yaşandığı tespit edilmiştir. Işın dozu x kısıtlı sulama interaksyonunda ise en yüksek yaprak sayısı ortalama değeri 24.00 adet bitki⁻¹ ile 100 Gy gama ışın dozunun uygulandığı kontrol grubundan (% 100), en düşük yaprak sayısı ortalama değeri ise 50 Gy'lik gama ışın dozunun uygulandığı kısıtlı sulama uygulamasından elde edilmiştir (15.58 adet bitki⁻¹). Romano çeşidinde en yüksek yaprak sayısı ortalaması Gina çeşidinde olduğu gibi 100 Gy ışın dozundan elde edilirken (23.82 adet bitki⁻¹), en düşük ortalamaların sırasıyla 20.66 ve 21.29 adet bitki⁻¹ ile 0 ve 25 Gy dozlarından elde edildiği görülmüştür (Çizelge 4. 3). Genel olarak 100 Gy gama ışın dozu dışındaki tüm uygulamalarda kısıtlı sulamanın yaprak sayısında artışa neden olduğu göze çarpmıştır. Gina çeşidinde gama ışını dozları, yaprak sayısını tarla kapasitesi sulama şartlarında (% 100) ışın uygulanmayanlara göre artırırken, kısıtlı sulamada tersi bir durumun ortaya çıktığı dikkati çekmiştir. Romano çeşidinde ise her iki durumda da düşük dozda gama ışınının yaprak sayısını artırdığı tespit edilmiştir. Stresiz ortamda yaprak sayısı için 100 Gy ışın dozunun Gina da % 40, Romano da ise % 25 oranında en yüksek artış sağladığı belirlenmiştir (Şekil 4. 3).



Şekil 4.3. Fasulye çeşitlerinin yaprak sayısında Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).

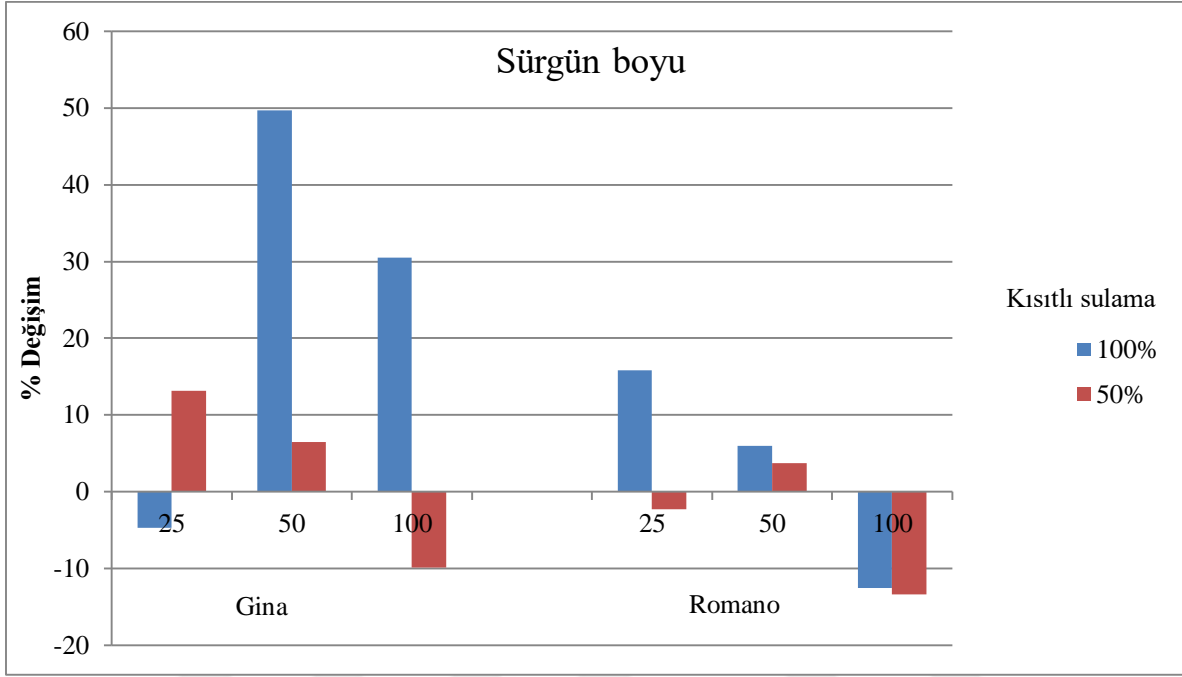
Gina çeşidinde sürgün çapına uygulamaların etkisi önemli bulunmazken, Romano çeşidinde sadece gama ışını dozlarının etkisinin önemli ($p \leq 0.05$) olduğu saptanmıştır (Çizelge 4. 2 ve Çizelge 4. 3). Gina gama ışını ve kısıtlı sulama koşullarında sürgün çapı bakımından önemli varyasyonlar göstermemiş, Romano çeşidinde ise en yüksek sürgün çapına ait ortalama değer 25 Gy (3.74 cm), en düşük ortalama sürgün çapı değeri ise 100 Gy'lik gama ışın dozunun uygulandığı gruptan elde edilmiştir (3.39 cm). Kısıtlı sulamanın olmadığı durumda mutasyon dozları Gina'da sürgün çapını artırırken, kısıtlı sulamada bu durumun tersine döndüğü ve doz artışına paralel olarak sürgün çapının da arttığı görülmüştür. Romano çeşidinde ise sadece 25 Gy dozunda kısıtlı sulama ve kontrol koşullarında artış olmuş, diğer dozlarda stres varlığında veya yokluğunda farklılıklar gözlenmiştir (Şekil 4. 4).



Şekil 4.4. Fasulye çeşitlerinin sürgün çapında Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).

Çizelge 4. 2' deki ortalamalara göre farklı ışın dozlarının ve ışın dozu x kısıtlı sulama interaksiyonunun Gina çeşidine ait fidelerin ortalama sürgün boyuna etkilerinin istatistiki açıdan önemli bulunduğu ($p \leq 0.05$), fakat kısıtlı sulamanın etkilerinin ise önemli bulunmadığı saptanmıştır. Gama ışın dozları arasında 50 Gy uygulaması 75.00 cm ortalama ile tek başına çoklu karşılaştırma grubunda yer alırken, diğer tüm uygulamaların aynı grupta bulunduğu görülmüştür. Işın dozu x su kısıtı interaksiyonunda en yüksek ortalama sürgün boyu değeri 50 Gy gama ışın dozunun uygulandığı kontrol grubundan (84.58 cm), en düşük sürgün boyu ortalama değeri ise 25 Gy gama ışın dozunun uygulandığı kontrol grubundan (53.86 cm) elde edilmiştir. Romano çeşidinde sürgün boyu ortalamaları arasındaki farklılıklara ışın dozlarının etkisinin istatistiki olarak önemli bulunduğu fakat kısıtlı sulama ve ışın dozu x kısıtlı sulama interaksiyonunun etkisinin ise istatistiki olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Gama ışını uygulamalarında 0, 25 ve 50 Gy dozları arasında farklılık tespit edilmezken, 100 Gy uygulamasının en düşük ortalama sahip olduğu (52.19 cm) ve ayrı bir karşılaştırma grubunda yer aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4. 3). Özellikle Gina çeşidinde 50 ve 100 Gy gama ışını dozları kısıtlı sulamanın olmadığı durumda sürgün boyunu yaklaşık olarak sırasıyla % 50 ve % 30 oranında artırırken, kısıtlı sulamada 25 ve 50 Gy dozlarının pozitif etki yarattığı, 100 Gy

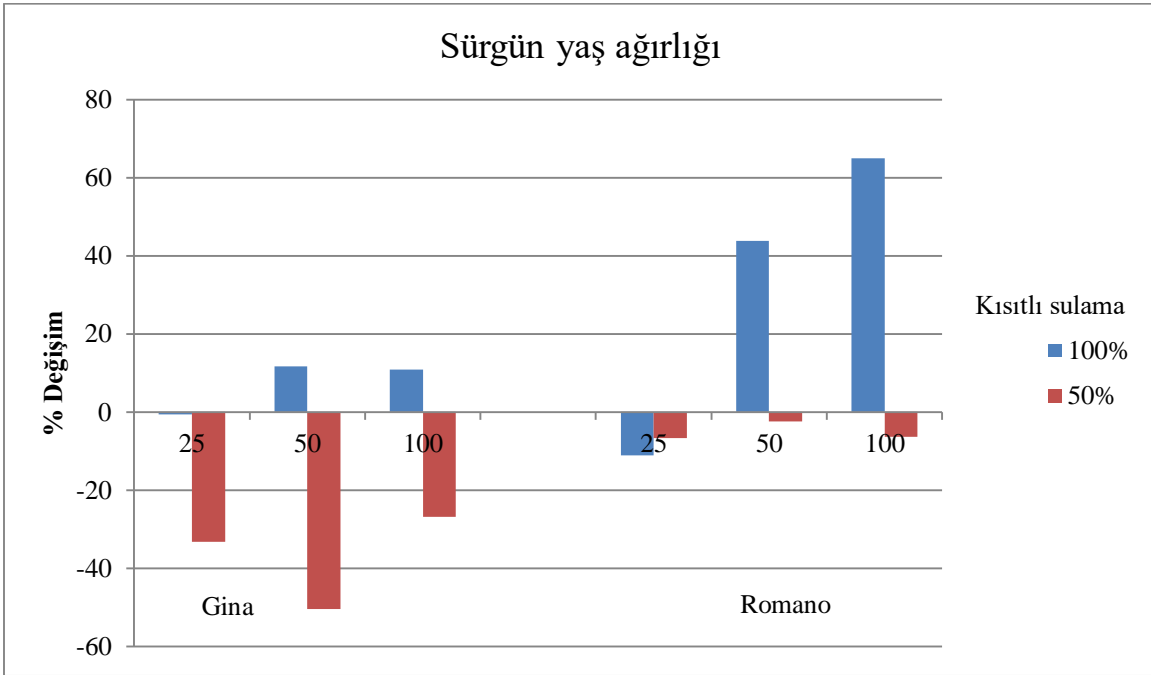
dozunda ise azalmanın yaşandığı belirlenmiştir. Romano çeşidinde ise 100 Gy ışın dozunun stres bakımından her iki durumda da olumsuz etkiye sahip olduğu, 50 Gy dozunda da tam tersine pozitif bir etkinin ortaya çıktığı dikkati çekmiştir (Şekil 4. 5).



Şekil 4.5. Fasulye çeşitlerinin sürgün boyunda Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).

Gina ve Romano çeşitlerinde sürgün yaş ağırlığına, kısıtlı sulama, gama ışın dozları ve ışın dozu x kısıtlı sulama etkilerinin istatistiki olarak önemli ($p \leq 0.05$) bulunduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4. 2 ve Çizelge 4. 3). Gina çeşidine ait fidelerde gama ışın dozu uygulamaları arasında en yüksek sürgün yaş ağırlığı ortalaması 21.27 g ile kontrolden (0 Gy), en düşük ortalama ise 16.81 g ile 50 Gy gama ışın dozundan elde edilmiştir. Normal sulama koşullarında sürgün yaş ağırlığı ortalaması 23.57 iken, kısıtlı sulama ile birlikte bu ortalama değer yaklaşık % 38 oranında azalarak 14.62 g'a düşmüştür. Gama ışını ve kısıtlı sulama arasındaki etkileşim dikkate alındığında; 50 Gy gama ışın dozu ile kontrol grubunun (%100) en yüksek sürgün yaş ağırlığı ortalamasına sahip olduğu (24.97 g), öte yandan en düşük sürgün yaş ağırlığı ortalamasının ise 10.02 g ile kısıtlı sulama ve 50 Gy gama ışın dozu arasındaki etkileşimden elde edildiği tespit edilmiştir (Çizelge 4. 2). Romano çeşidinin sürgün yaş ağırlığı bakımından, gama ışını dozları arasında 25 Gy 15.57 g ile en düşük, 100 Gy ise

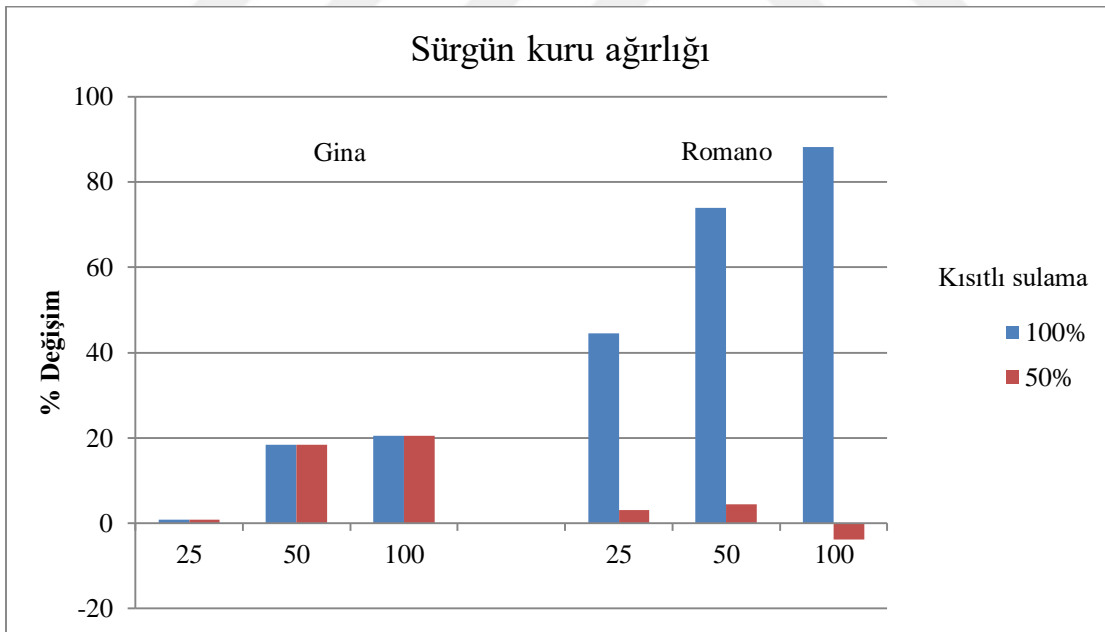
19.94 ile en yüksek değerlere ulaşmıştır. Sulama uygulamalarında sürgün yaş ağırlığı ortalamaları incelendiğinde, Gina çeşidinin tersine kısıtlı sulamanın sürgün yaş ağırlığını kontrole göre artırdığı gözlenmiştir (21.65 g). Sulamanın kontrolünde Gina ve Romano çeşitlerinin her ikisinde de 50 ve 100 Gy ışın dozlarının sürgün yaş ağırlığını gama uygulanmayanlara göre artırdığı, özellikle Romano’da bu artışın sırasıyla % 43.76 ve % 65.03 oranlarında olduğu saptanmıştır (Şekil 4. 6).



Şekil 4.6. Fasulye çeşitlerinin sürgün yaş ağırlığında Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).

Sürgün kuru ağırlığına ait analizler incelendiğinde (Çizelge 4. 2), kısıtlı sulamanın ve ışın dozu x kısıtlı sulama interaksiyonunun Gina çeşidinde sürgün kuru ağırlığına etkisinin istatistiki açıdan önemli bulunduğu ($p \leq 0.05$), fakat farklı ışın dozlarının etkilerinin ise istatistiki olarak önemli bulunmadığı saptanmıştır. Buna göre sulama uygulamalarında, kısıtlı sulamanın sürgün kuru ağırlığını azalttığı (1.77 g), kontrolde ortalamasının 2.51 g'a ulaştığı tespit edilmiştir. Işın dozu x kısıtlı sulama interaksiyonunda en yüksek sürgün kuru ağırlığı ortalaması 2.76 g ile kontrol sulaması ve 100 Gy gama ışın dozundan elde edilirken, en düşük sürgün kuru ağırlığı ortalamasının ise kısıtlı sulama koşullarındaki 25 Gy ışın dozuna ait olduğu belirlenmiştir. Romano çeşidinde sürgün kuru ağırlığı ortalamaları arasındaki farklılığa kısıtlı sulama, ışın dozları

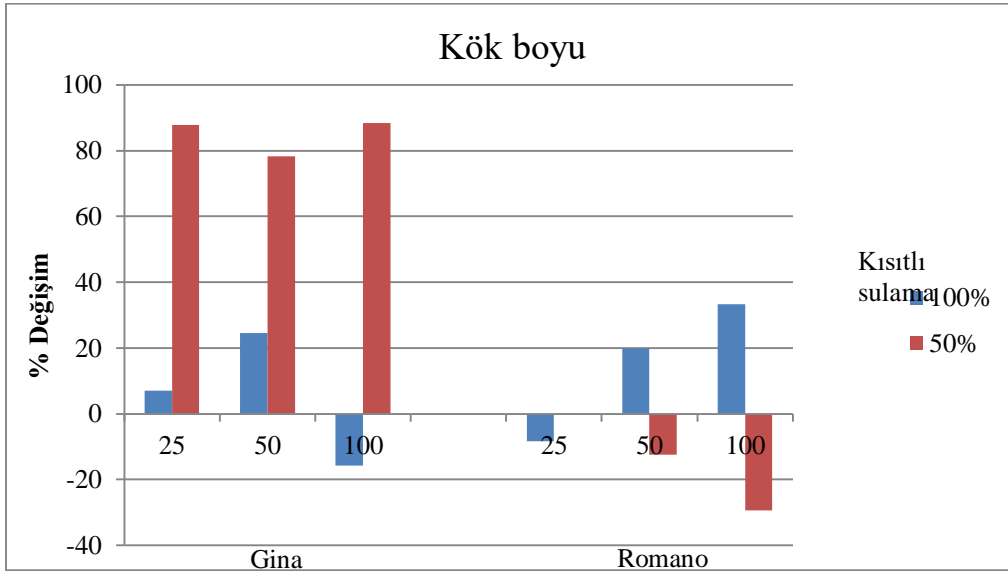
ve ışın dozu x kısıtlı sulama interaksiyonunun etkilerinin istatistiki olarak önemli bulunduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4. 3). Gama ışını dozları arasında 50 Gy en yüksek ortalamaya sahipken (2.54 g), gama ışını uygulanmayan fidelerde en düşük sürgün kuru ağırlığı ortalamasının bulunduğu tespit edilmiştir (2.04 g). Sürgün yaş ağırlığına benzer şekilde, kısıtlı sulamanın kontrol uygulamasına göre sürgün kuru ağırlığını artırdığı dikkat çekmiştir (sırasıyla, 2.91 ve 1.81 g). Işın dozu x kısıtlı sulama interaksiyonunda en yüksek ortalama değer % 50 su kısıtlı sulama şartlarındaki 50 Gy ışın dozuna ait iken (3.01 g), en düşük ortalamasının gama ışını ve kısıtlı sulamanın uygulanmadığı kontrol grubundan elde edildiği tespit edilmiştir (1.19 g). Işın dozunun artmasıyla birlikte sürgün kuru ağırlığının da buna paralel olarak artış gösterdiği belirlenmiştir. Kısıtlı sulamanın olmadığı durumda Romano çeşidinde yaklaşık olarak % 44-88 arasında göze çarpan bir artışın olduğu görülmüştür. Ancak kısıtlı sulama ile birlikte özellikle 50 ve 100 Gy ışın dozlarının Gina'da daha iyi sonuç gösterdiği saptanmıştır. Genel olarak kısıtlı sulamada 100 Gy dozu haricinde tüm uygulamalarda gama ışını uygulamasının sürgün kuru ağırlığına pozitif etkisinden söz edilebilmelidir (Şekil 4. 7).



Şekil 4.7. Fasulye çeşitlerinin sürgün kuru ağırlığında Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).

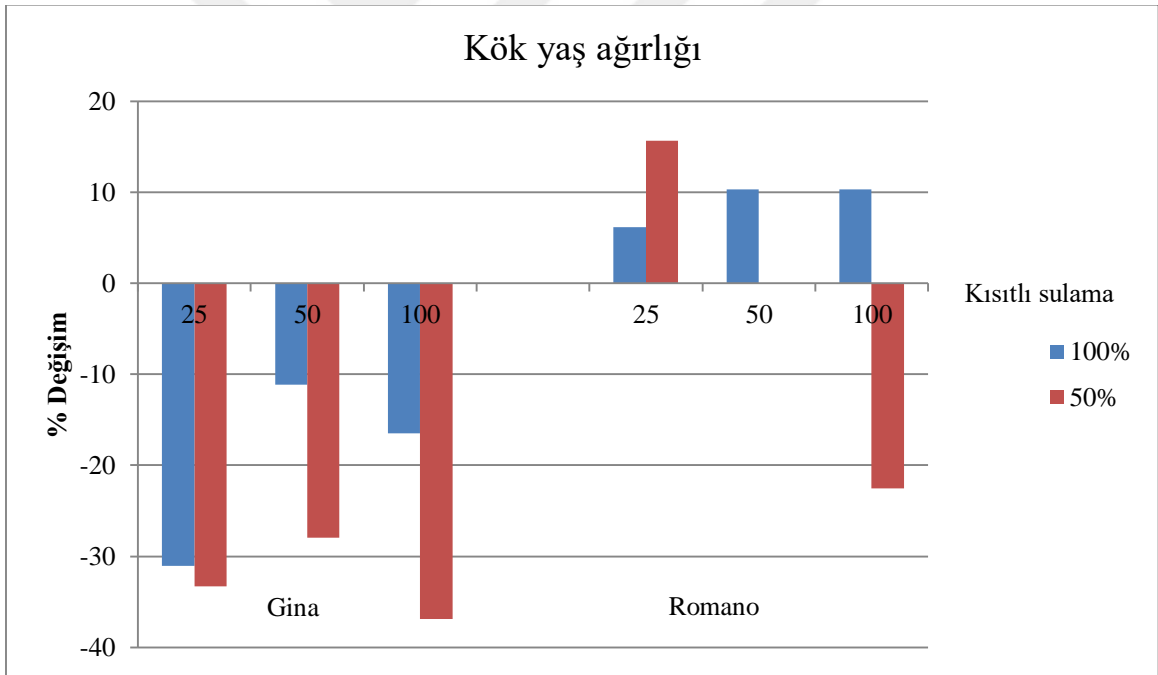
Gina çeşidinde kök boyuna ışın dozları, kısıtlı sulama ve ışın dozu x kısıtlı sulama interaksiyonunun etkileri önemli bulunurken ($p \leq 0.05$), Romano çeşidinde sadece ışın

dozu x kısıtlı sulama interaksyonunun etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4. 2 ve Çizelge 4. 3). Gina çeşidinde tüm gama ışını dozları en yüksek ortalamaya sahip çoklu karşılaştırma grubunda yer almış ve aralarındaki farkın önemsiz olduğu görülmüştür. Gama ışını kontrol grubunun ise (0 Gy) en düşük ortalamaya ulaştığı saptanmıştır (17.42 cm). Su noksanlığının kök gelişiminin artışı teşvik ettiği ve buna göre kısıtlı sulamada kök boyunun 28.04 cm olduğu, kontrolde ise 18.43 cm ortalamasına ulaşıldığı kaydedilmiştir. İnteraksiyon etkisine göre en yüksek ortalamaların aynı grupta yer alan kısıtlı sulama uygulanmış 25, 50 ve 100 Gy ışın dozlarına ait olduğu açıkça görülmüştür (Çizelge 4. 2). Romano çeşidinde interaksiyon etkisine göre en yüksek kök boyu ortalama değeri %100 sulama uygulamasındaki 100 Gy gama ışın dozundan (27.33 cm), en düşük kök boyu ortalama değeri ise 17.85 cm ile aynı gama ışın dozundaki kısıtlı sulama uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4. 3). Gama ışını dozlarının kontrole göre değişim oranları incelendiğinde (Şekil 4. 8) Gina çeşidinde 25 ve 50 Gy dozlarının % 100 sulama koşullarında artış yarattığı, Romano’da ise 50 ve 100 Gy dozlarında kök boyunu artırdığı gözlenmiştir. Kısıtlı sulama koşullarında, gama ışını uygulamalarının Gina çeşidinde %78-88 arasında artış sağladığı, Romano çeşidinde ise her üç dozda da azalmanın olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.8. Fasulye çeşitlerinin kök boyunda Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).

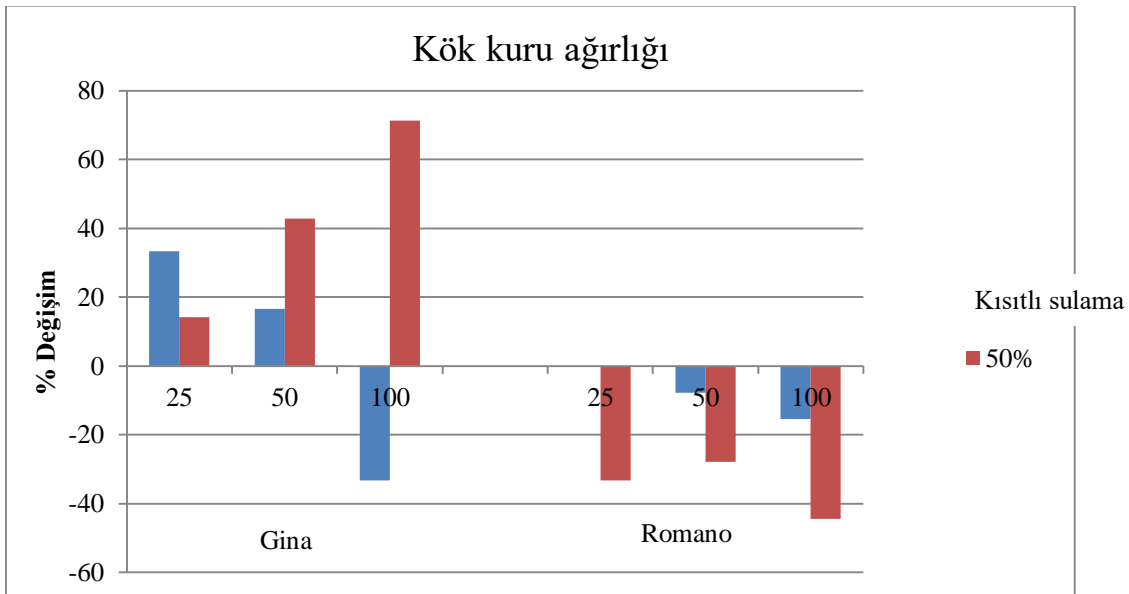
Gama ışını dozları ile kısıtlı sulamanın Gina çeşidinde kök yaş ağırlığı üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunduğu gözlemlenirken ($p \leq 0.05$), Romano çeşidinde uygulamalar arasındaki farklılıkların önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4. 2 ve Çizelge 4. 3). Gina çeşidinde gama ışını uygulamaları arasında en yüksek kök yaş ağırlığı ortalaması 0 Gy dozundan (1.87 g), en düşük kök yaş ağırlığı ortalaması ise 25 ve 100 Gy gama ışın dozlarından (sırasıyla, 1.27 g ve 1.39 g) elde edilmiştir Sulama uygulamalarında % 100 sulamanın kök yaş ağırlığında daha yüksek ortalamaya sahip olduğu belirlenmiştir (1.76 g). Kontrole göre değişim oranlarına göre Gina çeşidinde % 100 ve % 50 sulama oranlarının her ikisinde de gama ışını uygulamasının kök yaş ağırlığını azalttığı, Romano çeşidinde ise özellikle % 100 sulama koşullarında gama ışını uygulamalarının kök yaş ağırlığı üzerinde olumlu etki yarattığı tespit edilmiştir (Şekil 4. 9).



Şekil 4.9. Fasulye çeşitlerinin kök yaş ağırlığında Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).

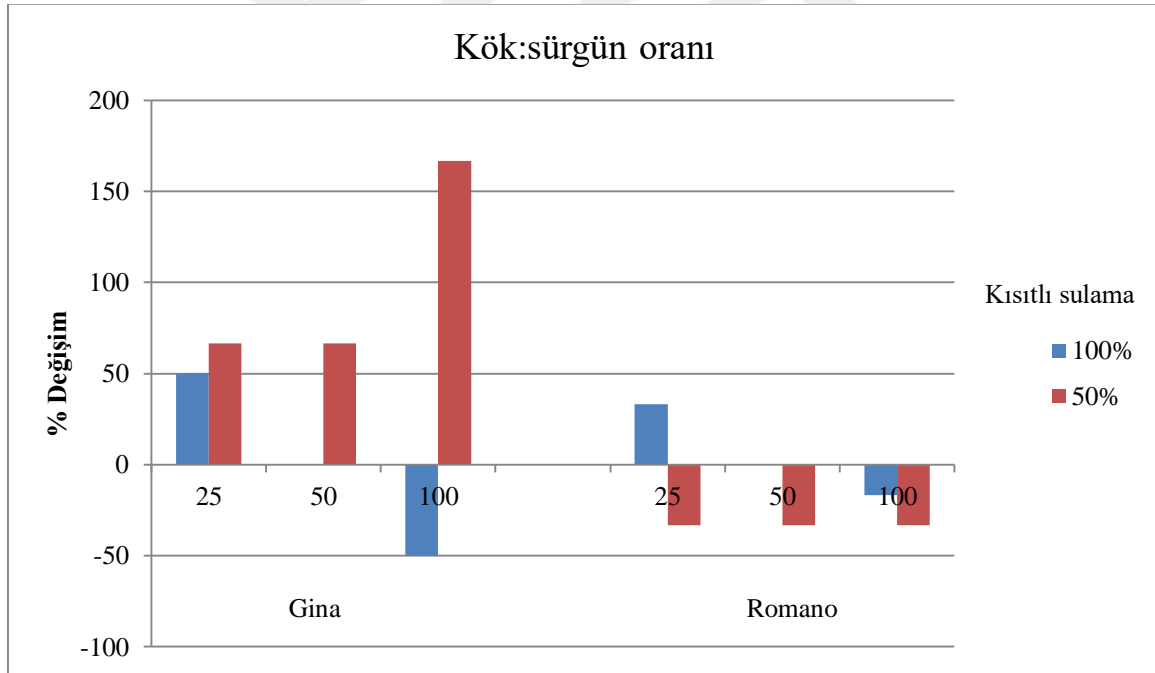
Elde edilen kök kuru ağırlığı ortalamalarına göre Gina çeşidinde kısıtlı sulama ile ve gama ışını x kısıtlı sulama interaksiyonunun etkisinin istatistiki açıdan önemli bulunduğu ($p \leq 0.05$), gama ışını uygulamalarının ise tek başına etkisinin istatistiki olarak önemli bulunmadığı saptanmıştır (Çizelge 4. 2). Sulama uygulamalarında % 50 sulama

oranının % 100'e göre daha yüksek kök kuru ağırlığına sahip olduğu belirlenmiştir (sırasıyla 0.09 g ve 0.06 g). İnteraksiyon etkisine bakıldığında en yüksek kök kuru ağırlığı ortalama değeri 0.12 g ile kısıtlı sulama uygulamasında bulunan 100 Gy gama ışın dozundan u, en düşük ortalama ise 0.04 g ile aynı gama ışın dozunun uygulandığı kontrol grubundan elde edilmiştir. Romano çeşidinde kök kuru ağırlığı üzerine farklı ışın dozlarının ve ışın dozu x kısıtlı sulama interaksiyonunun etkilerinin istatistiki olarak önemli bulunduğu ve kısıtlı sulamanın etkisinin önemli bulunmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4. 3). Gama ışını uygulamalarında en yüksek ortalama 0.15 g ile 0 Gy vermiş ve en düşük ortalama 0.04 g ile diğer dozlar istatistiki bakımdan aynı çoklu karşılaştırma grubunda yer almışlardır. Işın dozları ve kısıtlı sulama etkileşiminde en yüksek ortalama, 0 Gy ve % 50 kısıtlı sulamanın uygulandığı bitkilerden elde edilmiştir (0.18 g). Gina çeşidinde % 100 sulama koşullarında gama ışını dozları arasında 100 Gy dışında kalan 25 ve 50 Gy kök kuru ağırlığını kontrole göre (0 Gy) artırırken, kısıtlı sulamada tüm dozların pozitif artış gösterdiği belirlenmiştir. Kısıtlı sulamada en yüksek artış oranı % 71.43 ile 100 Gy dozunda gerçekleşmiştir. Romano çeşidinde ise her iki sulama uygulamasında da gama ışını dozlarının kontrole göre negatif etki gösterdiği ve en fazla azalmanın % 44.44 oranında 100 Gy gama ışın dozunda olduğu saptanmıştır (Şekil 4. 10).



Şekil 4.10. Fasulye çeşitlerinin kök kuru ağırlığında Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).

Gama ışın dozlarının kök: sürgün oranı üzerine etkisi Gina ve Romano çeşidinde önemli bulunmazken, kısıtlı sulamanın kök: sürgün oranına etkisinin her iki çeşitte de önemli olduğu tespit edilmiştir ($p \leq 0.05$). Ayrıca Gina’da interaksiyon etkisinin de önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4. 2 ve Çizelge 4. 3). Kısıtlı sulama Gina çeşidinde yüksek ortalamaya sahipken (0.05), Romano’da düşük ortalamaya ulaştığı belirlenmiştir (0.04). Gina çeşidi için; gama ışını ve kısıtlı sulama interaksiyonunda en yüksek ortalama kısıtlı sulama ve 100 Gy gama ışın dozundan, en düşük ortalama ise yine aynı gama ışın dozu ve % 100 sulamadan elde edilmiştir (sırasıyla 0.08 ve 0.01). Kontrole göre değişim oranları incelendiğinde (Şekil 4.11); % 100 sulamada her iki çeşitte de 25 Gy ışın dozunun artırıcı, 100 Gy dozunun azaltıcı etkisi bulunurken, 50 Gy dozunun kontrol ile aynı oranda kaldığı görülmektedir. Kısıtlı sulamada çeşitler arasında tam tersi bir durum ortaya çıkmış, Gina’da tüm dozlar -en yüksek 100 Gy dozu olmak üzere (% 166.67)- kök: sürgün oranını artırmış, Romano çeşidinde ise azaltmıştır.



Şekil 4.11. Fasulye çeşitlerinin kök: sürgün oranında Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).

Düşük doz gama ışını uygulamasıyla kısıtlı sulama koşullarında fide gelişim özelliklerinin değişimi incelendiğinde fasulye çeşitlerinden farklı sonuçlar alındığı görülmektedir. Yaprak sayısında Gina çeşidinde % 100 sulamada tüm gama ışını dozları

olumlu etki yaratırken % 50 kısıtlı sulamada tam tersi bir durum yaşanmıştır. Romano çeşidinde ise hem % 100, hem de % 50 sulamada gama ışını uygulamalarının artırıcı etkisinin olduğu görülmüştür. Örneğin kısıtlı sulamada kontrolde 21.57 adet olan yaprak sayısının 50 Gy ışın dozunda 28.85 adet'e ulaştığı görülmüştür. Akshatha ve ark., (2019), tıbbi özelliği olan *Terminalia arjuna* bitkisinde 25, 50, 100, 150 ve 200 Gy ışın dozlarını kullanmış ve kontrolde 8.8 adet olan yaprak sayısının tüm dozlarda artış göstererek 200 Gy dozunda 12.6 adet ile en yüksek miktara ulaştığını bildirmişlerdir. El-Sallami ve ark., (2019), ateş çiçeğinde % 100, % 80, % 60 ve % 40 oranında kısıtlı sulama koşullarında 5, 10, 15, 20 ve 25 k.rad gama ışını uygulamalarının etkisini araştırmışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre, kısıtlı sulamanın yaprak sayısını azalttığı, özellikle % 40 seviyesinde sulamada bu oranın % 83 seviyelerine çıktığı, gama ışınının ise ışın uygulanmayanlara göre tüm sulama seviyelerinde % 14-45 arasında artış sağladığı görülmüştür. Bu bağlamda çalışmamızda da düşük dozdaki gama ışınının yaprak sayısına olan olumlu etkilerine yönelik benzer sonuçlara ulaşılabildiği görülebilmektedir. Bazı durumlarda da kısıtlı sulama koşullarında yüksek doz gama ışınının olumsuz etkileri de görülebilmektedir. Khalil ve ark., (2016), buğdayda 350 Gy uygulanmış Sohag 3 ebeveyninden elde edilen S3 ve S4 mutant hatların yaprak sayısında kısıtlı sulamanın kontrole göre sırasıyla % 19.4 ve % 18.7 oranında azalmaya sebep olduğunu rapor etmişlerdir.

Sürgün boyunda Gina çeşidinde 50 ve 100 Gy ışın dozunda kısıtlı sulamanın olumsuz etkisi olurken (sırasıyla % 22.65 ve % 24.94 oranlarında), Romano'da sadece 25 Gy ışın dozunda bu oran % 4.87 olmuştur. Ancak gama ışını uygulamalarının etkisi incelendiğinde Gina'da gama ışını uygulanmamış bitkilere göre 100 Gy dışındaki diğer dozlarda artış olduğu görülmüştür. Romano çeşidinde ise sadece 25 Gy ışın dozunun kontrole göre artış sağladığı belirlenmiştir (% 3.74). Kök boyunda Romano çeşidinde kısıtlı sulamanın belirgin bir etkisi görülmezken, gama ışını uygulamasının kısıtlı sulama koşullarında kök boyunu yaklaşık % 29'a kadar azalttığı, ancak % 100 sulamada 25 Gy haricinde artış yaşandığı kaydedilmiştir. Gina çeşidinde ise gama ışını daha belirgin etki göstermiş ve kısıtlı sulamada kontrole göre (0 Gy) %78 ile % 88 arasında artış sağlamıştır. Aynı şekilde tüm ışın dozları kısıtlı sulamada tam sulamaya göre kök gelişiminin artmasını sağlamıştır. Çeşitlere göre farklılıklar olmakla birlikte düşük dozda gama ışınının sürgün ve kök boyunda olumlu etkilere sahip olduğu görülmektedir. Nitekim

Akshatha ve ark. (2019), sürgün boyunda 25 Gy ışın dozunda % 4.26 oranında, kök boyunda ise 100 Gy ışın dozunda % 19.59 oranında artış olduğunu kaydetmişlerdir. Benzer şekilde El-Sallami ve ark., (2019), % 40 sulama seviyesinde kontrole göre bitki boyunda azalma yaşanırken, gama ışını uygulamasının kısıtlı sulama seviyelerinde % 11-24 oranında artış sağladığını rapor etmişlerdir. Yine Ivanova ve Smerea (2019), 50, 100 ve 150 Gy gama ışını uyguladıkları asperde normal sulama ve yağmur suyu ile sulamada bitki boyunun yağmur suyu ile sulamada % 36 oranlarına kadar azaldığı, ancak 150 Gy dozunda stres koşullarında artış olduğunu belirtmişleridir. Lukanda ve ark. (2013), JL12 çeşidi üzerinde 3 farklı gama ışını dozunu (100, 200 ve 400 Gy) uygulamışlardır. M2 jenerasyonunda kontrol grubu bitki boyu 16.0 cm olarak bulunurken, gama uygulamalarında bitki boyları sırası ile 11.7, 14.7 ve 10.1 cm olarak ölçülmüştür. Khalil ve ark., (2016) ise 350 Gy ışın dozunda tersine bir durumun olduğunu, % 50 kısıtlı sulamada % 32-35 oranlarında bitki boyunda azalmaların yaşandığını ortaya koymuşlardır.

Çeşitlerin sürgün yaş ağırlığı ortalamaları incelendiğinde, Gina'da gama ışını dozlarının tam sulama koşullarında kontrole göre artış sağladığı, ancak kısıtlı sulamada % 50 oranlarına kadar azalma olduğu gözlenmiştir. Bu durumun aynı gama ışını dozunda kısıtlı sulamanın tam sulamaya göre karşılaştırılmasında da gözlendiği tespit edilmiştir. Romano çeşidinde ise aynı gama ışını dozunda sulama oranları karşılaştırıldığında kısıtlı sulama koşullarında artış olduğu görülmüştür. Ancak kısıtlı sulamada dozlar kontrole göre (0 Gy) sürgün yaş ağırlığının azalmasına neden olmuşlardır. Bu azalışın Gina çeşidinden daha düşük oranlarda olduğu göze çarpmaktadır. Benzer sonuçlar sürgün kuru ağırlığında elde edilirken Romano çeşidinde sürgün yaş ağırlığından farklı olarak kısıtlı sulamada 25 ve 50 Gy gama ışını dozlarından kontrole göre artış elde edildiği tespit edilmiştir (sırasıyla % 72.67 ve % 45.41). Kök kuru ağırlığında da kök boyunda olduğu gibi kısıtlı sulamadaki artışların Gina çeşidinde daha belirgin olduğu göze çarpmıştır. Yaş ve kuru ağırlıklarda da özellikle tam sulama koşullarında artış olduğu gözlenmiş, kısıtlı sulamada da dozların etkilerinin yine çeşitlere göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Akshatha ve ark., (2019) stresin olmadığı koşullarda düşük dozlardaki gama ışınının etkinliğini incelediği araştırmasında 25 Gy dozunun % 55 artış oranıyla kuru ağırlığı 0.67 g'dan 1.04 g'a yükselttiğini tespit etmiştir. Adly ve El-Fiki (2016) buğdayda PEG-6000 kullanarak yarattıkları kurak koşullarda düşük doz gama ışınının etkilerine bakmış,

sürgün yaş ağırlığında 100 Gy gama ışınının -1 MPa konsantrasyonda % 43.2, -1.5 MPa konsantrasyonunda ise % 2.7. artış sağladığını gözlemlemişlerdir. Ancak kök yaş ağırlığında söz konusu ışın dozunun % 21.2 ve % 15.2 oranlarında azalma meydana getirdiğini ifade etmişlerdir. El-Sallami ve ark., (2019) sürgün kuru ağırlığında 5, 10, 15 ve 20 K.rad, kök kuru ağırlığında ise 5, 10 ve 15 K.rad gama ışını dozlarının artış sağladığını, ancak kısıtlı sulamanın olumsuz etki yaptığını belirtmişlerdir. Moussa (2011) ise soya fasulyesinde 20 Gy gama ışınının tam sulamada sürgün kuru ağırlığını 11.6 g'dan 13.3 g'a, % 35 sulamada da 8.1 g'dan 9.4 g'a yükselttiğini rapor etmiştir. Çalışmamızda da çeşitlere göre değişmekle birlikte düşük doz gama ışınının yaş ve kuru ağırlıklarda olumlu etki yarattığı görülebilmektedir. Khalil ve ark., (2016)'nın % 50 kısıtlı sulamada 350 Gy gama ışını uygulamasının yaş ve kuru ağırlık bakımından olumsuz etkiye sahip olduğu sonucuna ulaştıkları ve yaklaşık % 28-46 arasında azalmanın tespit edildiği görülmüştür.

Çizelge 4. 2: Gina çeşidinde kısıtlı sulama koşullarında farklı gama ışın dozlarının fide gelişim parametrelerine etkileri

Gama Işını (Gy)	Kısıtlı Sulama (%)	Yaprak Sayısı	Sürgün Çapı (cm)	Sürgün Boyu (cm)	Sürgün Yaş Ağırlığı (gr)	Sürgün Kuru Ağırlığı (gr)	Kök Boyu (cm)	Kök Yaş Ağırlığı (gr)	Kök Kuru Ağırlığı (gr)	Kök:Sürgün Oranı (%)
0	100	17.14 de	3.45	56.50 de	22.34 ab	2.29 c	17.58 bc	2.06	0.06 bc	0.02 bc
	50	21.50 ac	3.68	61.42 ce	20.20 b	2.27 c	17.25 bc	1.68	0.07 bc	0.03 bc
Ortalama		19.32 B	3.57	58.96 B	21.27 A	2.28	17.42 B	1.87 A	0.06	0.03
25	100	22.92 ab	3.50	53.86 e	22.21 ab	2.31 c	18.83 bc	1.42	0.08 bc	0.03 bc
	50	18.75 cd	3.40	69.50 bc	13.48 c	1.40 f	32.41 a	1.12	0.08 bc	0.05 ab
Ortalama		20.83 AB	3.45	60.38 B	17.85 BC	1.86	25.62 A	1.27 B	0.08	0.04
50	100	22.83 ab	3.52	84.58 a	24.97 a	2.71 b	21.91 b	1.83	0.07 bc	0.02 bc
	50	15.58 e	3.49	65.42 bd	10.02 d	1.69 d	30.75 a	1.21	0.10 ab	0.05 ab
Ortalama		19.21 B	3.51	75.00 A	17.50 C	2.20	26.33 A	1.53 AB	0.089	0.04
100	100	24.00 a	3.63	73.75 b	24.77 a	2.76 a	14.80 c	1.72	0.04 c	0.01 c
	50	20.41 bc	3.39	55.36 de	14.79 c	1.62 e	32.50 a	1.06	0.12 a	0.08 a
Ortalama		22.21 A	3.51	63.85 B	19.78 B	2.19	23.65 A	1.39 B	0.09	0.05
Kısıtlı Sulama Ortalama										
100		21.72 A	3.52	66.64	23.57 A	2.51 A	18.43 B	1.76 A	0.06 B	0.02 B
50		19.06 B	3.49	62.33	14.62 B	1.77 B	28.04 A	1.27 B	0.09 A	0.05 A
p Değerleri (p≤0.05)										
Gama		0.028	0.882	0.001	0.009	0.082	0.001	0.029	0.310	0.085
Su kısıtı		0.001	0.737	0.119	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001
Gama x Su kısıtı		0.001	0.440	0.001	0.001	0.010	0.003	0.777	0.011	0.001

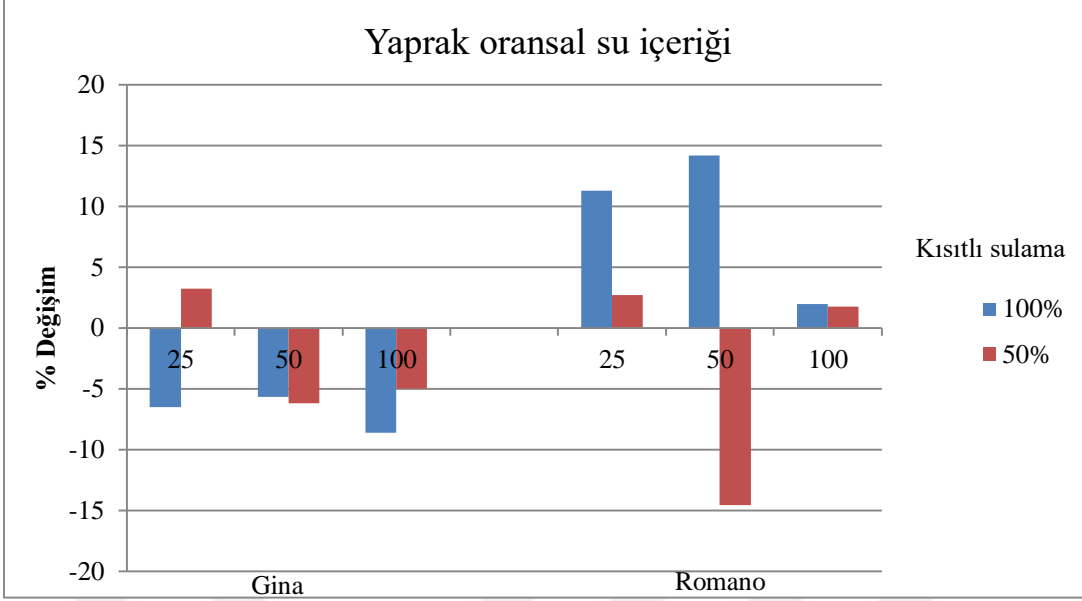
Çizelge 4. 3: Romano çeşidinde kısıtlı sulama koşullarında farklı gama ışın dozlarının fide gelişim parametrelerine etkileri

Gama Işını (Gy)	Kısıtlı Sulama (%)	Yaprak Sayısı	Sürgün Çapı (cm)	Sürgün Boyu (cm)	Sürgün Yaş Ağırlığı (gr)	Sürgün Kuru Ağırlığı (gr)	Kök Boyu (cm)	Kök Yaş Ağırlığı (gr)	Kök Kuru Ağırlığı (gr)	Kök:Sürgün Oranı (%)
0	100	19.75	3.51	56.38	11.38 b	1.19 d	20.50 a-c	0.97	0.13 ab	0.06
	50	21.57	3.42	63.56	22.51 a	2.88 ab	25.25 ab	1.02	0.18 a	0.06
Ortalama		20.66 B	3.47 B	59.97 A	16.95 BC	2.04 B	22.88	1.00	0.15 A	0.06
25	100	20.57	3.86	65.31	10.12 b	1.72 cd	18.78 bc	1.03	0.13 ab	0.08
	50	22.00	3.62	62.13	21.02 a	2.97 a	25.14 ab	1.18	0.12 b	0.04
Ortalama		21.29 B	3.74 A	63.72 A	15.57 C	2.35 AB	21.96	1.10	0.13 B	0.06
50	100	21.16	3.39	59.75	16.36 ab	2.07 bc	24.57 a-c	1.07	0.12 b	0.06
	50	23.85	3.38	65.94	21.96 a	3.01 a	22.12 a-c	1.02	0.13 ab	0.04
Ortalama		22.51 AB	3.39 B	62.84 A	19.16 AB	2.54 A	23.35	1.05	0.12 B	0.05
100	100	24.71	3.36	49.31	18.78 a	2.24 a-c	27.33 a	1.07	0.11 b	0.05
	50	22.92	3.54	55.06	21.09 a	2.77ab	17.85 c	0.79	0.10 b	0.04
Ortalama		23.82 A	3.45 B	52.19 B	19.94 A	2.51 AB	22.59	0.93	0.11 B	0.04
Kısıtlı Sulama Ortalama										
100		21.55	3.49	57.69	14.16 B	1.81 B	22.80	1.03	0.12	0.06 A
50		22.59	3.51	61.67	21.65 A	2.91 A	22.59	1.00	0.13	0.04 B
p Değerleri (p≤0.05)										
Gama		0.041	0.009	0.003	0.013	0.046	0.812	0.361	0.002	0.097
Su kısıtı		0.209	0.599	0.089	0.000	0.000	0.847	0.623	0.262	0.001
Gama x Su kısıtı		0.237	0.272	0.358	0.007	0.035	0.000	0.154	0.010	0.125

4.3. Fizyolojik Özellikler

4.3.1. Yaprak oransal su içeriği (YOSİ)

Gina çeşidinde sadece farklı ışın dozlarının etkisinin istatistiki olarak önemli olduğu, Romano çeşidinde ise gama ışını uygulaması, kısıtlı sulama ve ışın dozu x kısıtlı sulama interaksiyonunun etkilerinin ise istatistiki olarak önemli olduğu ($p \leq 0.05$) tespit edilmiştir (Çizelge 4. 4 ve 4. 5). Gina çeşidi için elde edilen verilere göre, gama ışını uygulamaları arasında en yüksek YOSİ ortalaması kontrol (0 Gy) grubundan (% 82.79), en düşük ortalama değer ise 100 Gy gama ışın dozunun uygulandığı gruptan (% 77.14) elde edilmiştir. Romano'da ise en yüksek ortalama yaprak oransal su içeriği değeri % 77.94 ile 25 Gy gama ışını dozundan elde edilirken, en düşük ortalamanın aynı grupta yer alan 0 ve 50 Gy dozlarına ait olduğu tespit edilmiştir (sırasıyla % 73.04 ve % 72.17). Ayrıca Romano çeşidinde kısıtlı sulamanın (% 76.18) tam sulamaya göre (% 72.60) daha yüksek ortalamaya sahip olduğu görülmüştür. Kontrole göre değişim oranlarında Gina çeşidinin % 100 sulamada tüm gama ışını dozlarının negatif etkiye neden olduğu, % 50 sulamada ise sadece 25 Gy ışın uygulamasının % 3.22 oranında yaprak oransal su içeriğini artırdığı saptanmıştır. Romano çeşidi ise tam sulamada tüm ışın dozlarında artış göstermi ve 50 Gy ışının en etkili artış oranına ulaştığı tespit edilmiştir. Kısıtlı sulamada ise tam sulamanın tersi bir durum oluşmuş ve tek negatif etki gösteren dozun % 14.55 ile 50 Gy olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. Fasulye çeşitlerinin yaprak oransal su içeriğinde Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).

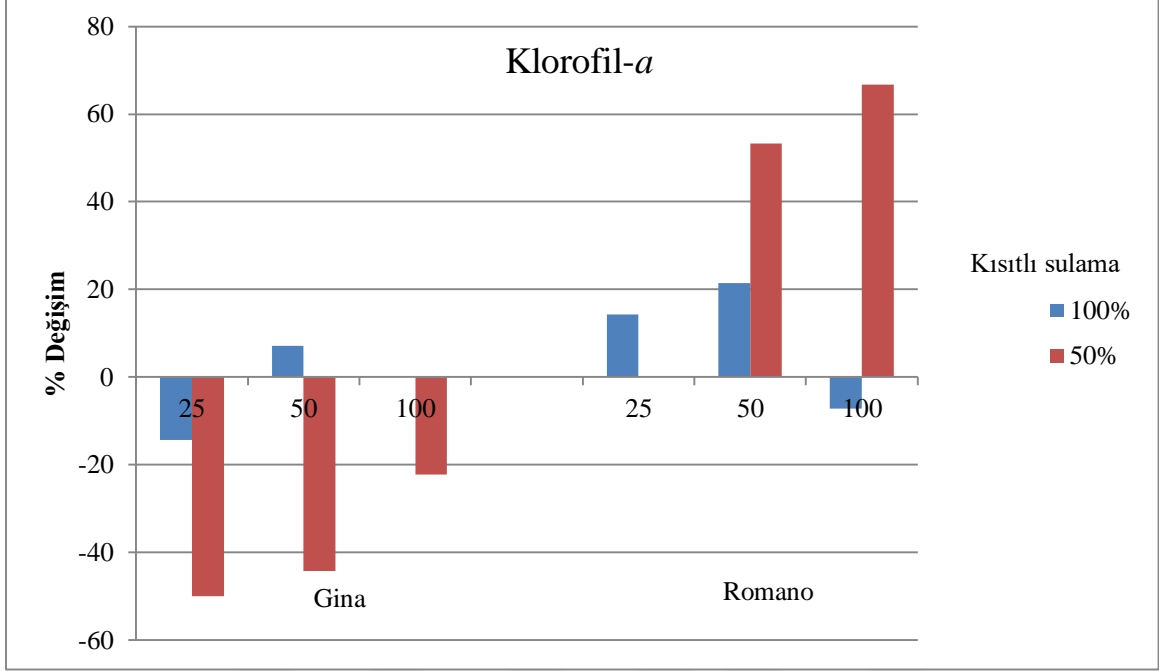
YOSİ'nin azalmasının sınırlı su koşullarındaki düşük turgor basıncını ifade ettiği (Katerji ve ark., 1997) ve bu bakımdan kültür bitkilerinde tuzluluk ve kuraklık gibi abiyotik strese toleransın önemli bir göstergesi olduğu belirtilmektedir (Kaya ve ark., 2007; Kuşvuran, 2010; Sarabi ve ark., 2017). Bu bakımdan değerlendirildiğinde çalışmada kullandığımız çeşitler arasında bir farklılık olduğu ve Romano çeşidinde gama ışınının 25 ve 100 Gy dozlarının özellikle kısıtlı sulamada daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Widiati (2015)' de 25 ve 50 Gy dozlarını farklı soya fasulyesi genotiplerinde kısıtlı sulama koşullarında çalışmış, çalışma sonuçlarımıza benzer şekilde genotipler arasında farklılıkların olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı, kısıtlı sulamanın tüm genotiplerde yaprak oransal su içeriğini azalttığını, ancak bazı genotiplerde tarla kapasitesinin % 40-60 olduğunda bile kontrol ile aynı orana ulaşıldığını belirlemişlerdir. Melki ve Dahmani (2009), buğdayda % 40 kısıtlı sulama koşullarında 10, 20 ve 30 Gy olmak üzere düşük doz gama ışınlarının etkisini incelemiş, kontrolde % 52.6 olan yaprak oransal içeriğinin 10, 20 ve 30 Gy dozlarında artarak sırasıyla % 57.16, 67.03 ve 60.34 oranlarına ulaştığını tespit etmişlerdir. Bu bağlamda elde ettiğimiz sonuçlara göre özellikle 25 Gy dozunun her iki çeşitte de kısıtlı sulamada etkili olduğu görülmüştür. Chaum ve ark., (2012) ise gama ışını ve EMS uygulayarak elde ettikleri mutant pirinçleri kısıtlı sulama koşullarında yetiştirmiş, mutant hatların tümünde tam sulamada % 64.7-94.3 aralığında olan yaprak oransal su içeriğinin kısıtlı sulama ile % 35.7-76.2

seviyelerine indiğini rapor etmişlerdir. Yine Ronde ve Spreeth (2007), 180 Gy gama ışını uyguladıkları börülceyi kontrollü ve kısıtlı sulama koşullarında yetiştirerek elde ettikleri M₂ ve M₄ mutant bitkilerin yaprak oransal su içeriklerini incelemişlerdir. Araştırmacılar elde ettikleri sonuçlara göre, mutant bitkilerin YOSİ oranlarının tam sulamada % 87.95-92.45, kısıtlı sulama koşullarındaki değerlerin ise % 65.27-76.98 aralığında olduğunu ifade etmişlerdir. Bizim çalışmamızda yaprak oransal su içeriği ortalamaları tam sulamada % 67.93-84.93, kısıtlı sulamada ise % 66.78-83.26 değer aralıklarında olduğu ve ciddi azalmaların gerçekleşmediği görülmüştür.

4.3.2. Fotosentetik pigment içeriği

Çalışma kapsamında Gina ve Romano çeşitlerinde kısıtlı sulama koşullarında gama ışını uygulamalarının etkisini belirlemek amacıyla bitkilerde fotosentetik pigment içerikleri incelenmiş ve bu özelliklere ait ortalamalar Çizelge 4. 4 ve Çizelge 4. 5' te sunulmuştur. Klorofil-*a* değerleri incelendiğinde Gina çeşidine ait fidelerde farklı ışın dozlarının etkisinin ortalama klorofil *a* içeriği üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunurken ($p \leq 0.05$), kısıtlı sulama ve ışın dozu x kısıtlı sulama interaksiyonunun ise önemsiz bulunduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4. 4). Gina çeşidine ait fidelerde farklı gama ışın dozlarında en yüksek ortalama klorofil-*a* değeri kontrol grubundan elde edilirken (0.16 mg g^{-1}), en düşük 25 Gy gama ışın dozunun uygulandığı gruptan (0.11 mg g^{-1}) elde edilmiştir. Farklı ışın dozlarının, kısıtlı sulamanın ve ışın dozu x kısıtlı sulama interaksiyonunun etkilerinin Romano çeşidinde ortalama klorofil-*a* içeriği üzerine etkileri istatistiki olarak önemli ($p \leq 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4. 5). Romano çeşidinde uygulanan farklı dozlardaki gama ışın dozları arasında 0 ve 25 Gy en düşük ortalama sahip iken (0.15 mg g^{-1}) en yüksek ortalamanın 0.20 mg g^{-1} ile 50 Gy dozuna ait olduğu saptanmıştır. Kısıtlı sulamanın Romano'da klorofil-*a* miktarını artırdığı ve ortalama 0.19 mg g^{-1} içeriğe sahip olduğu belirlenmiştir. İnteraksiyon etkisinde en yüksek ortalamanın kısıtlı sulama koşullarındaki 50 ve 100 Gy uygulamalarında mevcut olduğu görülmüştür (sırasıyla 0.23 ve 0.25 mg g^{-1}). Gina çeşidinde gama ışınının kontrol grubuna göre tek pozitif artışın % 7.14 ile tam sulama şartlarındaki 50 Gy dozunda olduğu ve klorofil-*a* içeriği bakımından en yüksek negatif etkiyi kısıtlı sulama koşullarında 25 Gy ışın dozunun yarattığı tespit edilmiştir (% 50). Romano çeşidinde ise özellikle kısıtlı sulama

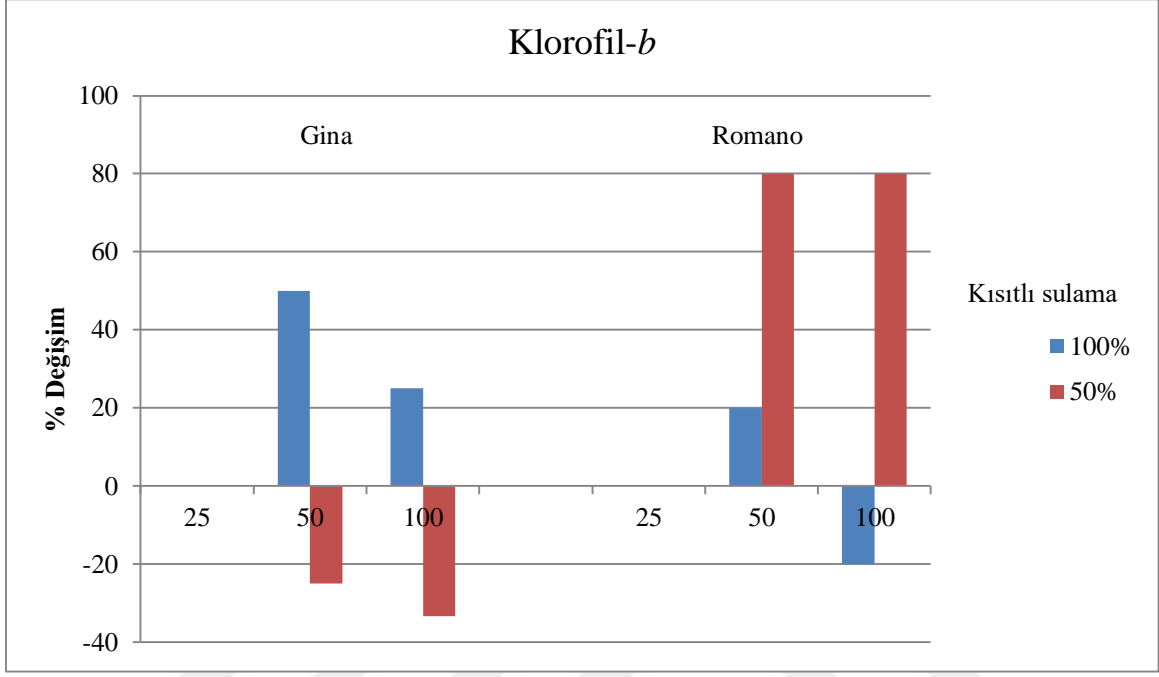
koşullarında 50 ve 100 Gy gama ışını uygulamalarının yaklaşık % 67' ye varan oranlarda artış sağladığı gözlenmiştir (Şekil 4. 13).



Şekil 4.13. Fasulye çeşitlerinin klorofil-*a* içeriğinde Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).

Klorofil-*b* içeriğine Gina çeşidinde gama ışını uygulamaları ve kısıtlı sulama arasındaki etkisi, Romano'da ise gama ışını, kısıtlı sulama ve ikisi arasındaki etkisinin önemli olduğu ($p \leq 0.05$) tespit edilmiştir (Çizelge 4. 4 ve 4. 5). Gina'da kısıtlı sulamada artan ışın dozuna paralel olarak klorofil-*b* miktarının azaldığı, en yüksek klorofil-*b* ortalamasının kısıtlı sulama koşullarındaki 0 ve 25 Gy gama ışını dozlarından elde edildiği (0.06 mg g^{-1}) saptanmıştır (Çizelge 4. 4). Romano çeşidinde gama ışın dozlarına ait klorofil-*b* değerleri dikkate alındığında klorofil-*a* miktarında olduğu gibi 50 Gy ışın dozu en yüksek ortalama değere ulaşmıştır (0.07 mg g^{-1}). Gama ışını kontrol grubu ve 25 Gy dozu, en düşük ortalama ile aynı çoklu karşılaştırma grubunda yer almışlardır (0.05 mg g^{-1}). Sulama uygulamaları arasında kısıtlı sulamanın klorofil-*b* içeriğini artırdığı gözlenmiştir (0.07 mg g^{-1}). Uygulamalar arasında en iyi etkinin kısıtlı sulama ile 50 ve 100 Gy gama ışını dozları arasında olduğu (0.09 mg g^{-1}) ve en düşük ortalamasının ise 0.04 mg g^{-1} ile tam sulama koşulları altındaki 100 Gy gama ışın dozundan elde edildiği saptanmıştır (Çizelge 4. 5). Klorofil-*b* içeriğinde Gina çeşidi

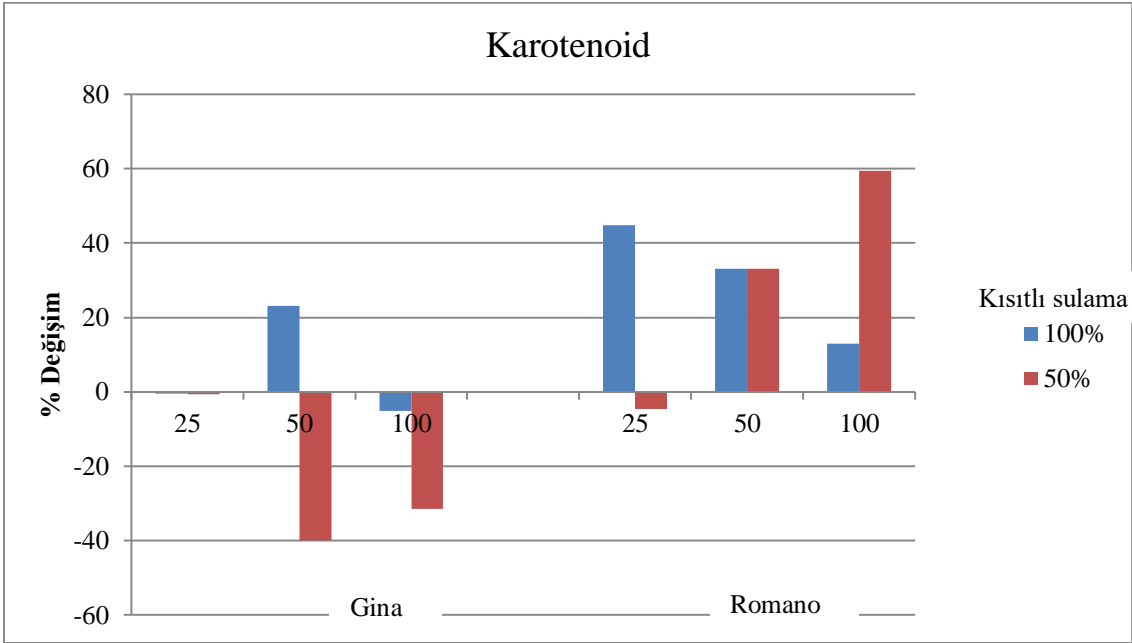
için % 100 sulamada sadece 50 ve 100 Gy dozları kontrole göre (0 Gy) artış sağlarken, Romano çeşidinde söz konusu iki ışın dozunun kısıtlı sulamada etkili olduğu ve bu dozlardan % 80 artış elde edildiği belirlenmiştir (Şekil 4. 14).



Şekil 4.14. Fasulye çeşitlerinin klorofil-*b* içeriğinde Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).

Farklı ışın dozları, kısıtlı sulama ve ışın dozu x kısıtlı sulama interaksiyonunun Gina ve Romano çeşitlerinde karotenoid içeriği üzerine etkilerinin istatistiki olarak önemli ($p \leq 0.05$) bulunduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4. 4 ve 4. 5). Buna göre Gina'da farklı ışın dozları arasında en yüksek ortalama karotenoid değeri kontrol grubunda tespit edilirken ($5.22 \mu\text{g g}^{-1}$), en düşük değer 50 ve 100 Gy gama ışın dozlarından elde edilmiştir (sırasıyla 4.45 ve $4.13 \mu\text{g g}^{-1}$). Sulama ortalamalarına göre kısıtlı sulamanın % 100 sulamaya göre karotenoid içeriğini artırdığı ve $5.14 \mu\text{g g}^{-1}$ karotenoid miktarına ulaştığı görülmüştür. Işın dozu x kısıtlı sulama interaksiyonunda ise en yüksek ortalama karotenoid içeriğinin % 50 sulamadaki 0 ve 25 Gy gama ışınını uygulamalarında olduğu saptanmıştır (sırasıyla 6.27 ve $6.23 \mu\text{g g}^{-1}$) (Çizelge 4. 4). Romano çeşidinde gama ışın dozları arasında en yüksek ortlamanın sırasıyla 6.02 ve $6.22 \mu\text{g g}^{-1}$ ile 50 ve 100 Gy dozlarına ait olduğu, en düşük ortlamanın ise kontrol grubunda olduğu tespit edilmiştir ($4.51 \mu\text{g g}^{-1}$). Gina çeşidinde olduğu gibi % 100 sulama ortalamasının kısıtlı sulamaya

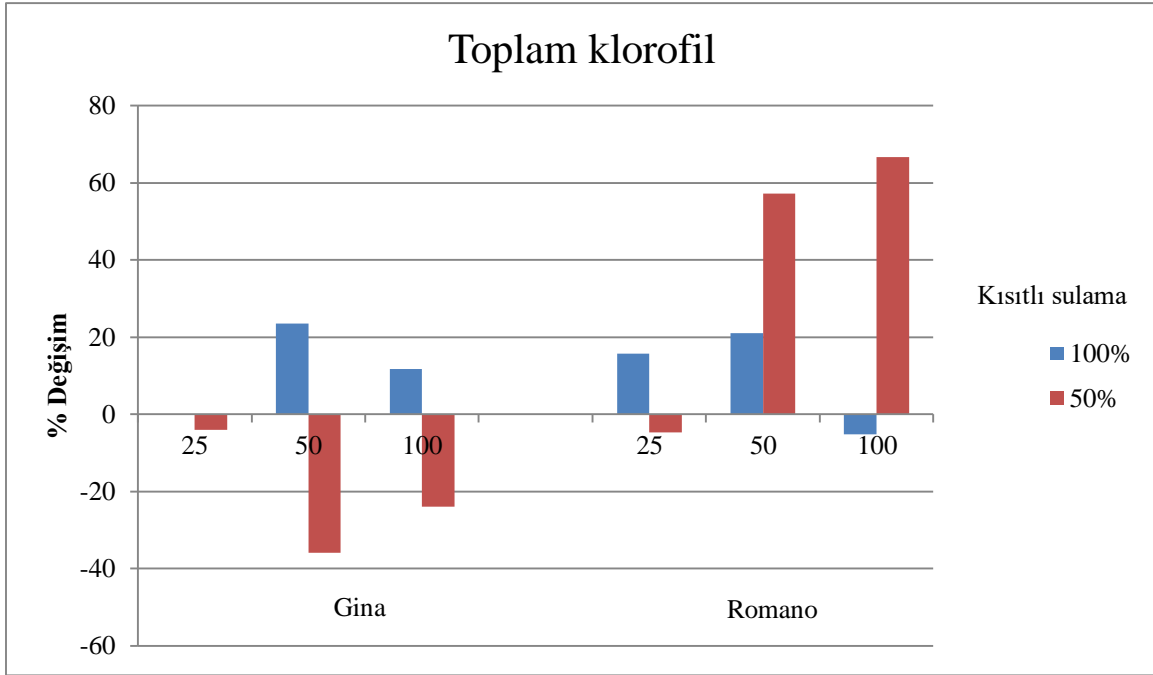
göre daha düşük olduğu saptanmıştır ($5.14 \mu\text{g g}^{-1}$). Işın dozu x kısıtlı sulama interaksiyonunda en yüksek ortalama değerin $7.72 \mu\text{g g}^{-1}$ ile % 50 sulama şartlarındaki 100 Gy ışın dozuna ait olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4. 5). Klorofil-*b* içeriğinde olduğu gibi karotenoid miktarında da Gina çeşidi için % 100 sulamada sadece 50 Gy dozu kontrole göre (0 Gy) artış sağlarken, Romano çeşidinde 50 ve 100 Gy dozlarının kısıtlı sulamada etkili olduğu ve burada özellikle 100 Gy dozunun yaklaşık % 60 artış oranı ile ön plana çıktığı gözlenmiştir (Şekil 4. 15).



Şekil 4.15. Fasulye çeşitlerinin karotenoid içeriğinde Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).

Toplam klorofil miktarı değerleri incelendiğinde Gina çeşidine kısıtlı sulama uygulaması ve ışın dozu x kısıtlı sulama interaksiyonu, Romano çeşidinde ise tüm uygulamaların etkisinin önemli olduğu ($p \leq 0.05$) saptanmıştır (Çizelge 4. 4 ve Çizelge 4. 5). İnteraksiyon etkisine göre Gina çeşidinde en yüksek ortalamaların kısıtlı sulama koşullarındaki 0 ve 25 Gy dozlarına ait olduğu (sırasıyla 0.25 ve 0.24 mg g^{-1}), Romano çeşidinde ise en yüksek ortalamaların yine kısıtlı sulamadaki 50 ve 100 Gy ışın dozlarından elde edildiği tespit edilmiştir (sırasıyla 0.33 ve 0.35 mg g^{-1}). Hem Gina, hem Romano çeşidinde kısıtlı sulamanın toplam klorofil içeriğini artırdığı, Gina'da kısıtlı sulama ortalamasının 0.21 mg g^{-1} , Romano'da 0.26 mg g^{-1} olduğu belirlenmiştir. Gama ışın dozlarının etkisine bakıldığında Romano çeşidinde 100 Gy ışın ortalamasının 0.24

mg g⁻¹ ile en yüksek olduğu görülmüştür (Çizelge 4. 4 ve Çizelge 4. 5). Gina çeşidinde tam sulama koşullarında 50 ve 100 Gy gama ışın dozları kontrole göre artış sağlarken, kısıtlı sulamada her üç dozun % 4-36 arasında azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir. Romano çeşidinde ise % 100 sulamada 25 ve 50 Gy yaklaşık % 21'e kadar artış sağlarken, 50 ve 100 Gy gama ışın dozlarında sırasıyla % 57-67 oranında artış meydana geldiği görülmüştür (Şekil 4. 16).



Şekil 4.16. Fasulye çeşitlerinin toplam klorofil içeriğinde Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).

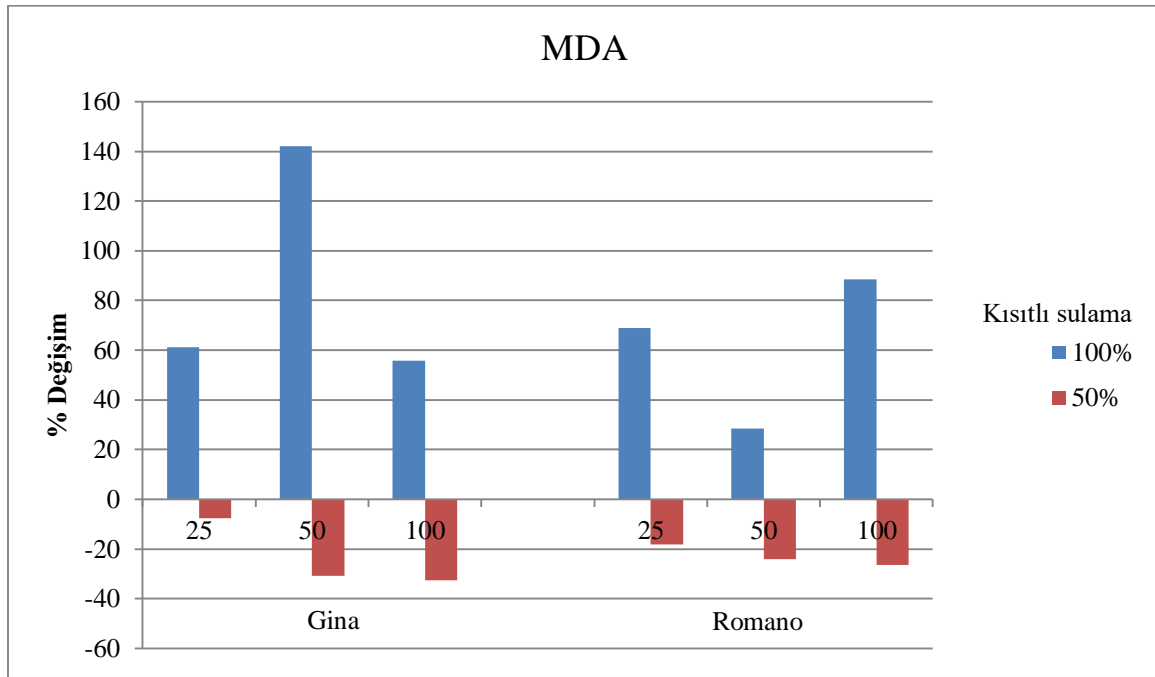
Çalışmada kısıtlı düşük dozlarda uygulanana gama ışınının kısıtlı sulama koşullarında çeşitlerin fotosentetik pigment içeriklerine etkisi incelendiğinde Gina çeşidinde % 50 sulama seviyesinde tüm fotosentetik pigment içeriklerinin gama ışını uygulamalarından olumsuz etkilendiği, ancak % 100 sulamada 50 ve 100 Gy dozlarının artış sağladığı gözlenmiştir. Romano çeşidinde ise daha farklı bir sonucun ortaya çıktığı dikkat çekmiştir. Bu bağlamda kısıtlı sulamada özellikle 50 ve 100 Gy gama ışın dozu uygulamaları klorofil-*a*, klorofil-*b*, karotenoid ve toplam klorofil olmak üzere tüm fotosentetik pigment içeriğinde % 30-80 arasında artış gerçekleştirmiştir. Yine % 100 sulama koşullarında da 25 ve 50 Gy dozlarının pozitif etkisinin olduğu gözlenmiştir (Şekil 4. 13-4. 16). Hamideldin ve Eliwa (2015), gama radyasyonu ve sodyum azid

uygulamalarının kuraklık koşullarında mısırın fizyolojik yönleri üzerindeki etkilerini belirledikleri çalışmalarında gama ışınlamasının (60 Gy) klorofil-*a*, klorofil-*b*, karotenoidler, klorofil *a* / *b*'de önemli miktarda bir artışa katkı sağladığını, kontrol ve sodyum azid ile karşılaştırıldığında en yüksek gözlem değerlerinin ışın uygulamasından elde edildiğini tespit etmişlerdir. Bu bakımdan araştırmacılar gama ışınının kuraklığa toleransta sodyum azid'den daha etkili olduğunu belirtmişlerdir. Moussa (2011), su kısıtının soya fasulyesi yaprakları için klorofil içeriğini % 12 ve fotosentetik aktiviteyi % 42 oranında zalttığını, ancak klorofil içeriği ve fotosentetik aktivitenin 20 Gy gama ışını uygulaması ile birlikte kurak koşullarda kontrole göre arttığını bildirmiştir. Borzoueil ve ark. (2010), gama ışınlamasına (100 ve 200 Gy) maruz bırakılan buğday fidelerinin, ışınlanmamış muameleye kıyasla klorofil *a*, *b* ve toplam klorofil seviyelerinde bir artış sergilediğini göstermiştir. Toplam klorofil miktarını, 100 Gy' lik gama ile ışınlanmış her iki genotipe ait fidelerde % 64.5 oranında arttığını, her bir gramlık yaprak dokusu başına üretilen klorofil miktarı, çevresel koşullardan ve bitkinin genetik kompozisyonundan etkilendiğini ifade etmişlerdir. Düşük doz gama ışını kullanılan bu çalışmaların bizim çalışmaya benzer sonuçlar elde ettikleri görülmüştür. Ancak yüksek doz gama ışını uygulamalarının klorofil içeriğinde olumsuz etkilerinin olduğu bilinmektedir. Alikamanoğlu ve ark., (2011), soya fasulyesinde 100 ile 500 Gy doz aralıklarının soya fasulyesinde klorofil içeriğine etkisini incelemişlerdir. Sonuç olarak, 100 Gy dozda klorofil içeriği farkının kontrole göre istatistiki olarak önemsiz olduğunu, ancak 400 ve 500 Gy gama ışını uygulamasının % 80 oranında azalmaya neden olduğunu tespit etmişlerdir. Tarroum ve ark., (2011)' benzer sonuçlara ulaşmış, tarla kapasitesinin % 30 seviyesinde yaptıkları sulamada 300 ve 350 Gy gsama ışınının arpada klorofil içeriğini kontrole göre azalttığını rapor etmişlerdir

4.3.3. Lipit peroksidasyonunun belirlenmesi (Malondialdehit (MDA))

Çizelge 4. 4 ve Çizelge 4. 5'e göre kısıtlı sulama uygulamasının Gina ve Romano çeşitlerinin MDA içeriğindeki farklılıklara etkisi önemli bulunurken ($p \leq 0.005$), gama ışını ve interaksiyon etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir. Kısıtlı sulama ortalamasının % 100 sulamaya göre hem Gina hem de Romano çeşidinde daha yüksek olduğu (sırasıyla 2.94 ve 3.94 $\mu\text{mol g}^{-1}$ T.A). Buna göre sulama ortalamalarında MDA içeriğinde % 100

sulamaya göre Gina'da % 90.91, Romano çeşidinde ise % 53.39 artış gerçekleşmiştir (Çizelge 4. 4, Çizelge 4. 5). İstatistiki açıdan önemli olmamakla birlikte, kısıtlı sulama koşullarında gama ışının dozlarının kontrole göre (0Gy) her iki çeşitte de MDA içeriğinde azalmayı sağladığı tespit edilmiştir. Gama ışın dozları % 100 sulamada kontrole göre MDA içeriğini % 28-140 oranında artırırken, kısıtlı sulamada doz artışına paralel olarak %7 -32 arasında azaltmıştır (Şekil 4.17).



Şekil 4.17. Fasulye çeşitlerinin MDA içeriğinde Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).

MDA içeriği sıklıkla oksidatif stres kaynaklı lipit peroksidasyonunun bir göstergesi olarak kullanılır.(Smirnoff, 1993). Oksidatif stres sonucu oluşan serbest radikallerle ilişkili olarak hücre zarındaki lipitler peroksidasyona uğraması sonucunda malondialdehid (MDA) ortaya çıkmaktadır (Güneri Bağcı, 2010; Kusvuran, 2010). Tuzluluk ve kuraklık gibi çevresel stres koşulları sonucu hücre zarının tahrip olması ile birlikte lipidlerin oksidasyonu ile açığa çıkan malondialdehide bitkilerin strese karşı reaksiyonları hakkında bilgi verebilir (Bharti ve ark., 2016). Çalışmamızda kullanılan düşük gama ışını dozlarının özellikle stres koşullarında MDA içeriğini azalttığı gözlenmiştir. Mousa (2011) sadece su kısıtına maruz bıraktığı bitkilerin MDA oranında önemli miktarda artış olduğunu ve gama ışını uyguladıktan sonra (20 Gy) sonra strese

maruz bıraktıklarında ise MDA oranının % 13 civarında azaldığını tespit etmiştir. Beyaz (2019), 100 Gy gama ışını uygulanmış baklanın kurak koşullarda MDA içeriğinin % 21.42 oranında azaldığını belirlemiştir. Yapılan bir çalışmada yüksek doz gama ışını uygulamalarının (400 ve 500 Gy) MDA içeriğini sırasıyla % 24.44 ve % oranında artırdığı saptanmıştır (Alikaman ve ark., 2011). Benzer şekilde Hameed ve ark. (2008) nohutta, Borzouei ve ark., (2013) ise buğdayda yüksek dozlu gama ışını uygulamalarının MDA içeriğinin artmasına neden olduğunu, yüksek dozun serbest radikallerin üretimini artırdığını ve bu şekilde lipid peroksidasyonunun da arttığını rapor etmişlerdir.

Çizelge 4.4: Gina çeşidinde kısıtlı sulama koşullarında farklı gama ışın dozlarının bazı fizyolojik özelliklere etkileri

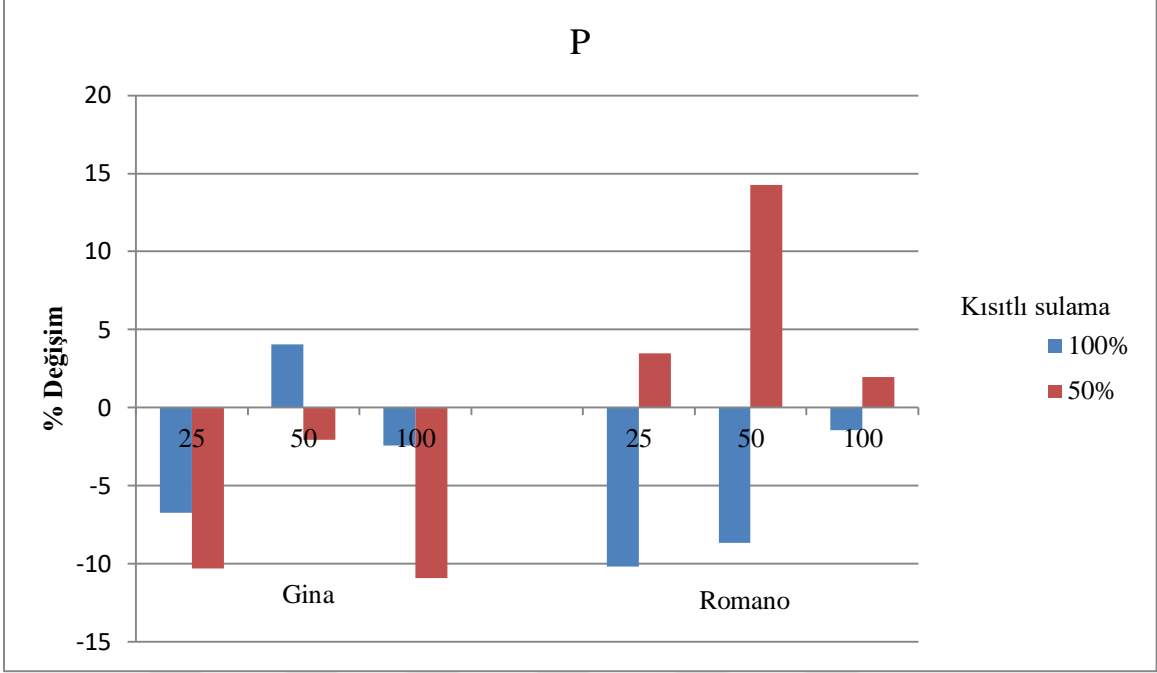
Gama Işını (Gy)	Kısıtlı Sulama (%)	YOSİ (%)	Klorofil- <i>a</i> (mg g ⁻¹)	Klorofil- <i>b</i> (mg g ⁻¹)	Karotenoid (µg ml ⁻¹)	Toplam Klorofil (mg g ⁻¹)	MDA (µmol g ⁻¹ T.A)
0	100	84.93	0.14	0.04 c	4.16 c	0.17 c	0.95
	50	80.66	0.18	0.06 a	6.27 a	0.25 a	3.63
Ortalama		82.79 A	0.16 A	0.05	5.22 A	0.21	2.07
25	100	79.41	0.12	0.04 c	4.14 c	0.17 c	1.53
	50	83.26	0.09	0.06 a	6.23 a	0.24 a	3.35
Ortalama		81.18 AB	0.11 B	0.05	5.19 AB	0.19	2.29
50	100	80.15	0.15	0.06 ab	5.12 b	0.21 ab	2.30
	50	75.66	0.10	0.05 c	3.77 c	0.16 c	2.51
Ortalama		77.90 B	0.12 AB	0.05	4.45 B	0.19	2.40
100	100	77.64	0.14	0.05 bc	3.95 c	0.19 bc	1.48
	50	76.64	0.14	0.04 c	4.30 bc	0.19 bc	2.45
Ortalama		77.14 B	0.14 AB	0.04	4.13 B	0.19	1.96
Kısıtlı Sulama Ortalama							
100		80.36	0.14	0.05	4.34 B	0.18 B	1.54 B
50		78.71	0.13	0.05	5.14 A	0.21 A	2.94 A
p Değerleri (p≤0.05)							
Gama		0.041	0.044	0.299	0.015	0.364	0.625
Su kısıtı		0.347	0.408	0.090	0.006	0.038	0.001
Gama x Su kısıtı		0.215	0.057	0.001	0.001	0.001	0.023

Çizelge 4. 5: Romano çeşidinde kısıtlı sulama koşullarında farklı gama ışın dozlarının bazı fizyolojik özelliklere etkileri

Gama Işını (Gy)	Kısıtlı Sulama (%)	YOSİ (%)	Klorofil- <i>a</i> (mg g ⁻¹)	Klorofil- <i>b</i> (mg g ⁻¹)	Karotenoid (µg ml ⁻¹)	Toplam Klorofil (mg g ⁻¹)	MDA (µmol g ⁻¹ T.A)
0	100	67.93 b	0.14 b	0.05 c	4.18 e	0.19 b	1.73
	50	78.15 a	0.15 b	0.05 c	4.84 e	0.21 b	4.55
Ortalama		73.04 B	0.15 B	0.05 B	4.51 B	0.20 B	3.14
25	100	75.61 a	0.16 b	0.05 c	6.05 bc	0.22 b	2.92
	50	80.26 a	0.15 b	0.05 c	4.62 de	0.20 b	3.72
Ortalama		77.94 A	0.15 B	0.05 B	5.34 AB	0.21 B	3.35
50	100	77.56 a	0.17 b	0.06 b	5.60 bd	0.23 b	2.22
	50	66.78 b	0.23 a	0.09 a	6.44 ab	0.33 a	3.45
Ortalama		72.17 AB	0.20 A	0.07 A	6.02 A	0.27 AB	2.70
100	100	69.28 b	0.13 b	0.04 d	4.72 de	0.18 b	3.26
	50	79.51 a	0.25 a	0.09 a	7.72 a	0.35 a	3.35
Ortalama		74.10 B	0.18 AB	0.06 AB	6.22 A	0.24 A	3.29
Kısıtlı Sulama Ortalama							
100		72.60 B	0.15 B	0.05 B	5.14 B	0.21 B	2.51 B
50		76.18 A	0.19 A	0.07 A	5.91 A	0.26 A	3.85 A
p Değerleri (p≤0.05)							
Gama		0.054	0.002	0.005	0.007	0.004	0.413
Su kısıtı		0.029	0.001	0.001	0.043	0.001	0.001
Gama x Su kısıtı		0.001	0.001	0.006	0.002	0.002	0.001

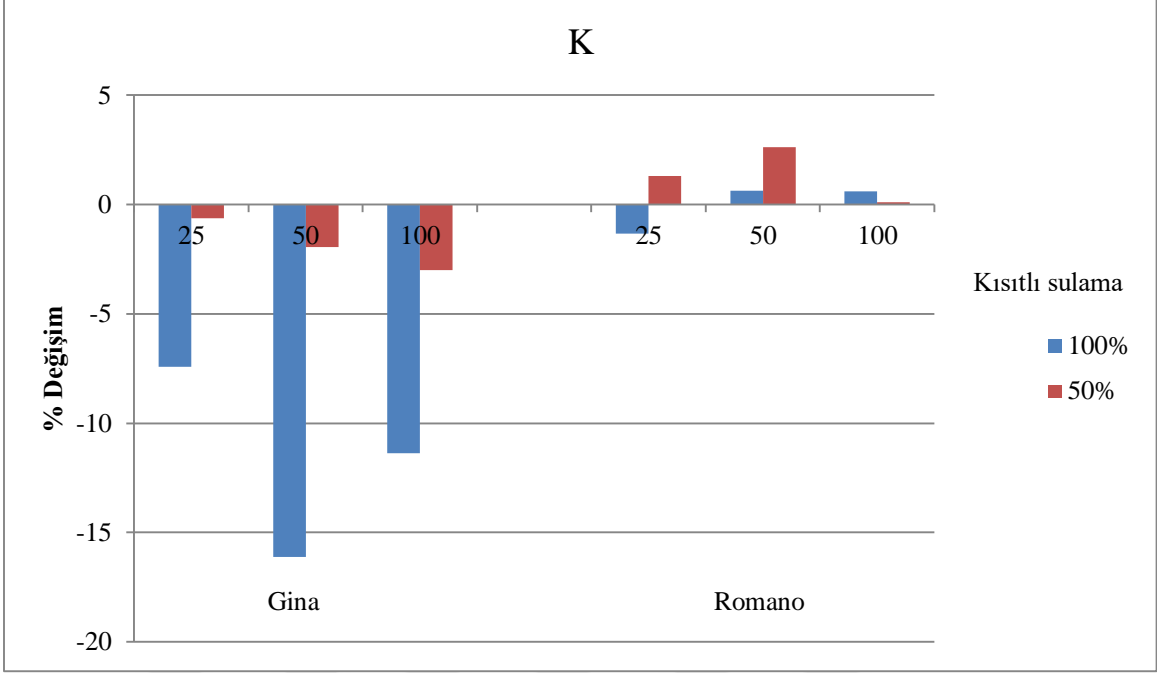
4.4. Fasulye Fidelerinin Besin Elementi İçerikleri

Gina ve Romano çeşitlerinde P içeriği üzerine gama ışını, kısıtlı sulama ve interaksiyonun etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiş olup (Çizelge 4. 6 ve Çizelge 4. 7) gama ışını uygulanmayan ortalamalara göre (0 Gy) değişim oranı hesaplamalarında çeşitlere göre farklı sonuçların elde edildiği gözlenmiştir. Buna göre Gina çeşidinde sadece kısıtlı sulamanın 50 Gy ışın dozunda % 4.05 oranında artış yaşandığı görülürken, Romano çeşidi kısıtlı sulama koşullarında fosfor içeriğini artırmıştır. Ancak normal sulama koşullarında artan gama ışını dozları ile birlikte P alımında düşüşler yaşanmıştır (Şekil 4.18).



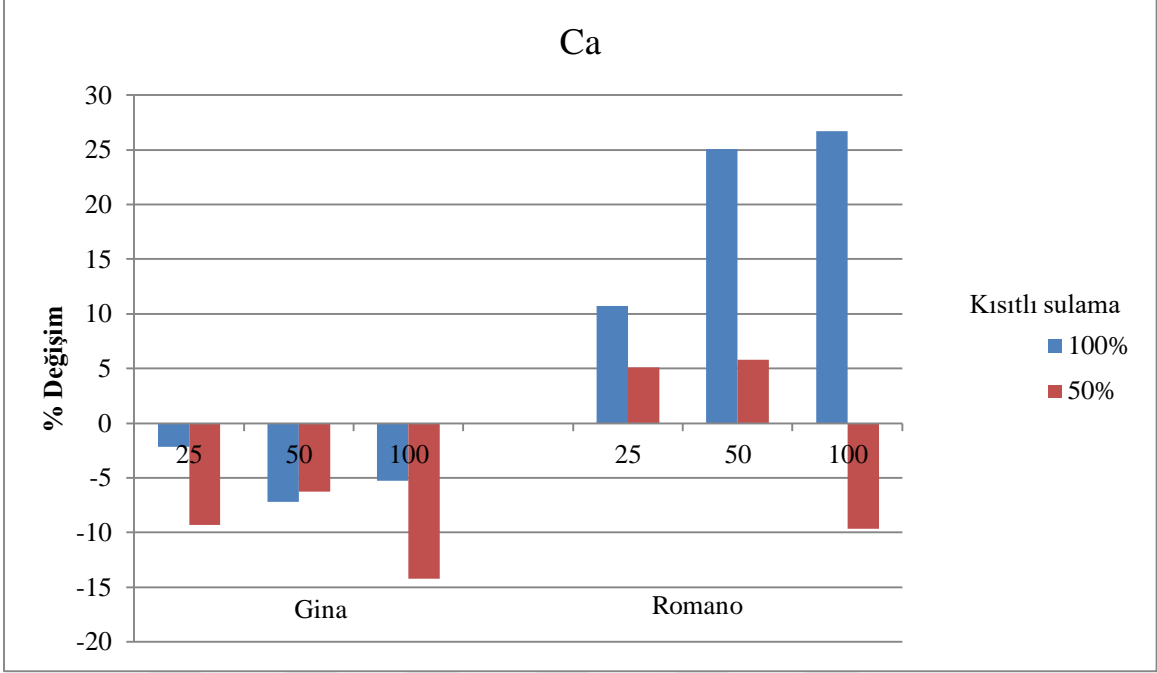
Şekil 4.18. Fasulye çeşitlerinin P içeriğinde Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).

Besin elementi içeriklerine ilişkin veriler incelendiğinde farklı ışın dozlarının, Gina çeşidine ait fasulye fidelerinin K içeriği üzerine etkilerinin istatistiki olarak önemli bulunduğu, Romano çeşidinde ise uygulamalarının etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4. 6 ve Çizelge 4. 7). Gina çeşidinde gama ışını uygulamalarında en yüksek K ortalaması kontrol grubundan elde edilmiş (% 10.44), artan dozlara bağlı olarak K içeriğinin azaldığı saptanmıştır. Kontrole göre artış oranları dikkate alındığında Gina çeşidinde gama ışın dozlarının her iki sulama seviyesinde de olumsuz etkiye sahip olduğu, Romano çeşidinde ise özellikle % 50 sulama seviyesinde düşük oranlarda da olsa artış sağladığı gözlenmiştir (Şekil 4. 19).



Şekil 4.19. Fasulye çeşitlerinin K içeriğinde Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).

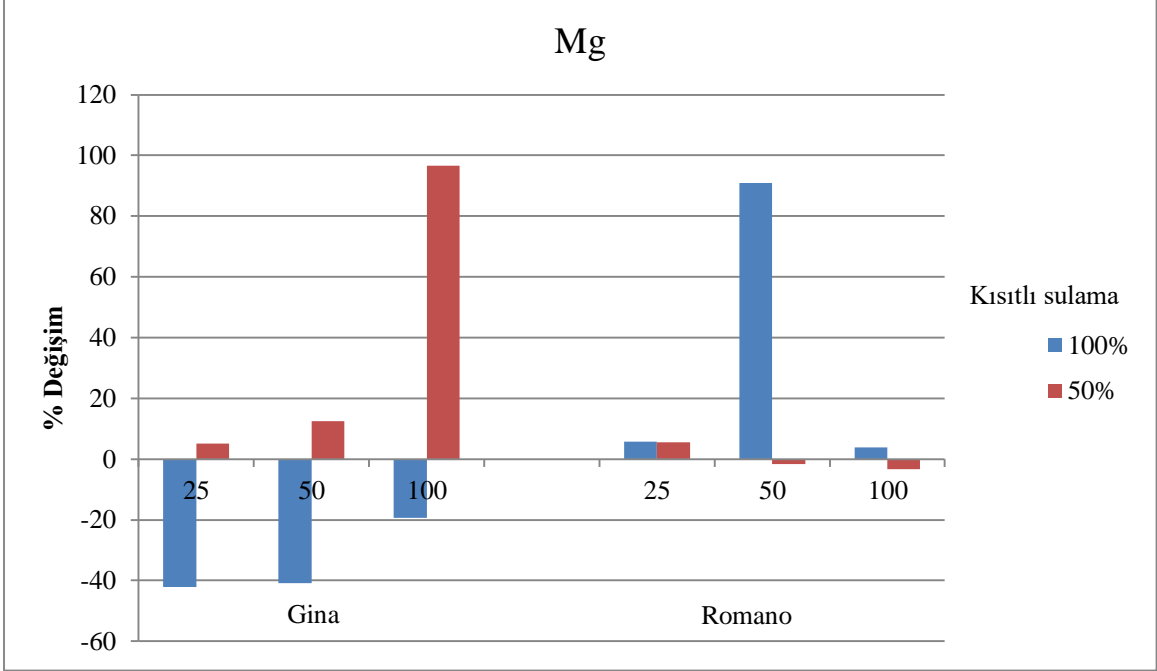
Çizelge 4. 6 ve Çizelge 4. 7' de yer alan sonuçlara göre; Gina çeşidinde Ca içeriğine sadece gama ışın dozları önemli etki ederken ($p \leq 0.05$), Romano çeşidinde gama ışını ve sulama uygulamaları ile bu iki uygulama arasındaki etkileşimin önemli etki yaptığı tespit edilmiştir. Gama ışın dozlarında en yüksek ortalama Gina'da kontrol grubundan (% 8.75), Romano'da ise 50 Gy gama ışın dozundan (% 7.88) elde edilmiştir. En düşük ortalamaların ise her iki çeşitte de 100 Gy gama ışın dozuna ait olduğu belirlenmiştir (sırasıyla % 7.94 ve % 7.36). Romano çeşidinde sulama seviyesinde Ca içeriği bakımından istatistiksel olarak önemli bir fark oluşmuş ve kısıtlı sulama ortalamasının % 100 sulaya göre % 12.73 oranında arttığı görülmüştür. Romano çeşidinde etkileşim etkisine göre en yüksek ortalamalar sırasıyla % 8.15 ve % 8.20 olmak üzere kısıtlı sulama koşullarındaki 25 ve 50 Gy dozlarından elde edilirken, en düşük Ca içeriğinin % 100 sulama koşullarındaki gama ışını kontrol grubuna ait olduğu saptanmıştır (% 6.04) (Çizelge 4. 7). K içeriğinde olduğu gibi Ca içeriğinde de Gina çeşidinde gama ışın dozlarında kontrole göre azalma gerçekleştiği, ancak Romano çeşidinde % 50 sulamada 25 ve 50 Gy ışın dozlarının (yaklaşık % 6 seviyelerinde), % 100 sulamada ise tüm ışın dozlarının % 10.70-26.71 oranında artış sağladığı tespit edilmiştir (Şekil 4. 20).



Şekil 4.20. Fasulye çeşitlerinin Ca içeriğinde Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).

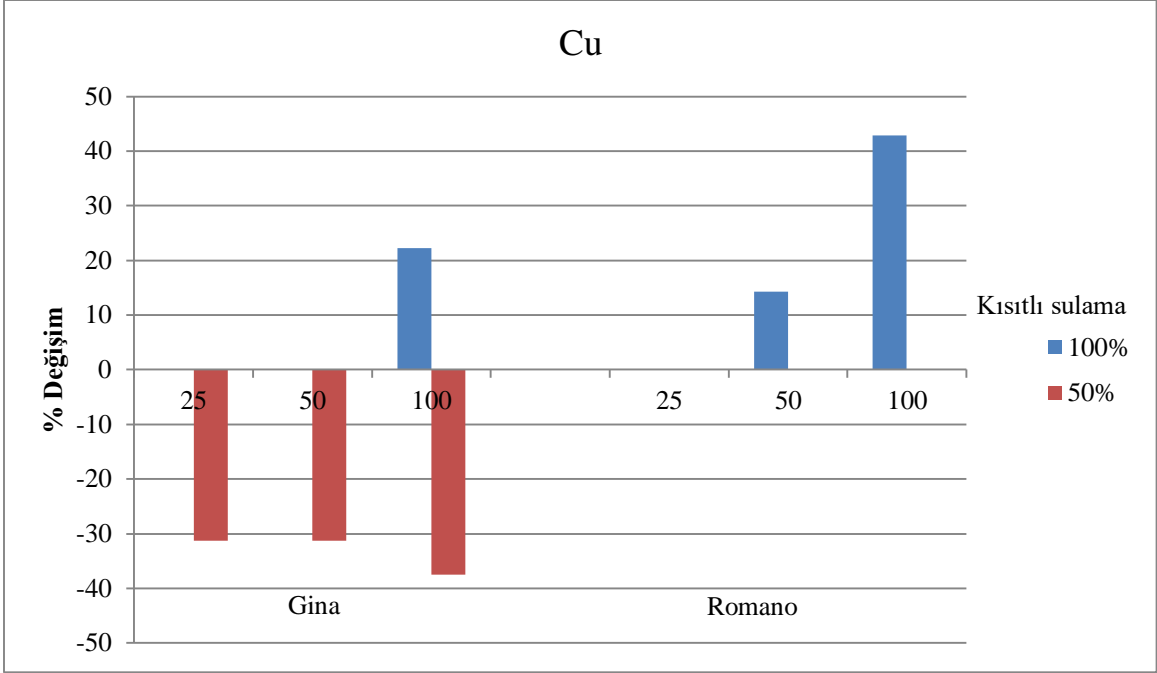
Farklı gama ışın dozları ve ışın dozu ile kısıtlı sulama interaksiyonunun Gina ve Romano çeşitlerinde Mg içeriğine etkisi önemli bulunurken ($p \leq 0.05$), kısıtlı sulama sadece Romano çeşidinde önemli etki yapmıştır (Çizelge 4. 6 ve Çizelge 4. 7). Gina çeşidinde gama ışın dozları arasında en yüksek ortalama 0 ve 100 Gy uygulamalarından (sırasıyla % 2.40 ve % 2.53), en düşük ortalamalar ise 25 ve 50 Gy dozlarından (sırasıyla % 1.58 ve % 1.63) elde edilmiştir. Kısıtlı sulama ile birlikte Mg içeriğinin % 19.44 azalarak % 1.74'e düştüğü saptanmıştır. Kısıtlı sulama koşullarında 100 Gy ve % 100 sulamada 0 Gy uygulanan parsellerden sırasıyla % 2.71 ve % 2.92 ile en yüksek ortalamalar elde edilirken, interaksiyon etkisinde en düşük ortalamının % 1.38 ile % 50 sulamanın gama ışını kontrol grubuna ait olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4. 6). Romano çeşidinde gama ışın dozu uygulamalarında en yüksek Mg içeriği 50 Gy gama ışını dozunda belirlenmiş (% 1.75) ve diğer uygulamaların en düşük ortalama ile aynı çoklu karşılaştırma grubunda yer aldıkları gözlenmiştir. İnteraksiyon etkisinde ise en yüksek ortalamaya % 2.18 ile % 100 sulama ve 50 Gy gama ışını uygulamaları sahip olmuştur (Çizelge 4. 7). Kontrole göre değişim oranları incelendiğinde (Şekil 4. 21) Gina çeşidinin % 100 sulamada gama ışını uygulamalarında Mg içeriğini azalttığı, ancak kısıtlı sulamada doz artışına paralel bir şekilde Mg içeriğinin de arttığı saptanmıştır. Romano çeşidinde

ise tam sulama koşullarında 25 ve 50 Gy artış sağlamış, özellikle bu artışın 50 Gy ışın dozunda daha belirgin olduğu görülmüştür (% 90.95). Kısıtlı sulama koşullarında ise sadece 25 Gy dozunun küçük bir miktar artış sağladığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.21. Fasulye çeşitlerinin Mg içeriğinde Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).

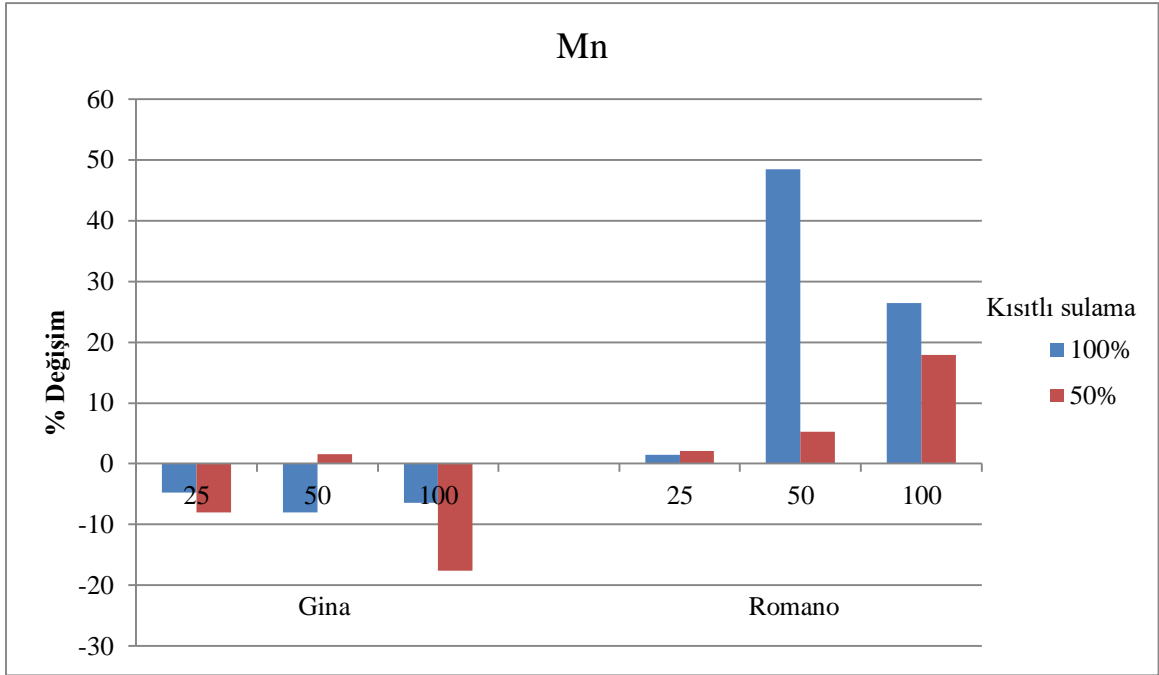
Gama ışın dozlarının Cu içeriğine etkisi Gina ve Romano çeşitlerinde önemli bulunurken, kısıtlı sulama uygulamasının sadece Romano çeşidinde önemli olduğu belirlenmiştir. Gina çeşidinde en yüksek Cu içeriğinin 25 ve 100 Gy gama ışın dozlarına ait olduğu tespit edilmiştir (sırasıyla % 10.57 ve % 11.04). En düşük ortalama Cu içeriği ise % 8.62 ile kontrol uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4. 6). Romano çeşidinde 100 Gy gama ışını uygulaması en yüksek ortalamaya ulaştığı (% 10.15), geri kalan dozlar aynı grupta yer aldığı ve aralarında istatistiki bakımdan fark olmadığı saptanmıştır. Tam sulamada Romano çeşidinin Cu içeriği ortalaması % 8.59 iken, kısıtlı sulama ile birlikte bu ortalamanın % 9.54' e ulaştığı görülmüştür (Çizelge 4. 7). Şekil 4. 22'den de görüleceği üzere Gina çeşidinde % 100 sulama şartlarında sadece 100 Gy Cu içeriğinin artışını sağlarken, kısıtlı sulamada tüm dozların negatif etki yarattığı açığa çıkmıştır. Romano çeşidinde ise, tam sulamada 50 ve 100 Gy artış sağlarken özellikle 100 Gy ışın dozunun bu artışta daha iyi etki gösterdiği, kısıtlı sulamada ise dozların kontrole göre herhangi bir etki yaratmadığı saptanmıştır.



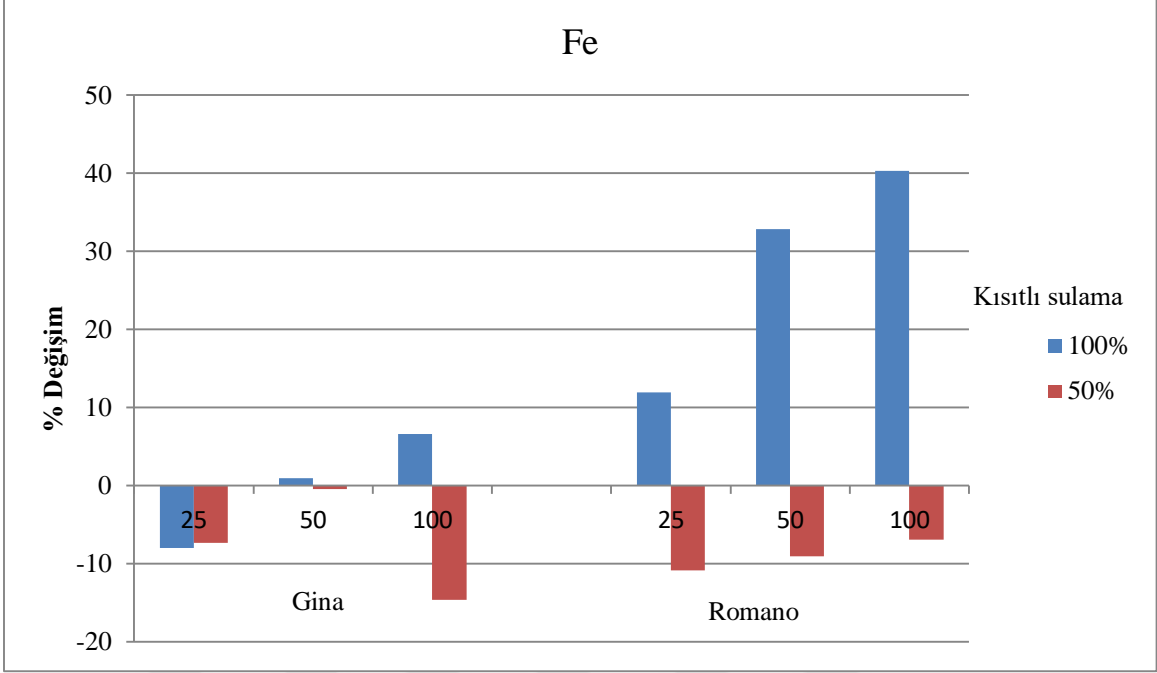
Şekil 4.22. Fasulye çeşitlerinin Cu içeriğinde Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).

Çizelge 4. 6 ve Çizelge 4. 7’de bulunan ortalamalara göre Gina çeşidinde gama ışını, kısıtlı sulama ve bu iki uygulama arasındaki etkileşim etkisi Mn içeriğinde önemli bulunurken, Romano’da tüm uygulamalar önemsiz bulunmuştur. Gina çeşidinde gama ışını uygulamaları arasında 50 ve 100 Gy en yüksek ortalamalara ulaştığı (sırasıyla 100 61 ppm ve 98.75 ppm), 0 ve 25 Gy gama ışın dozlarının ise sırasıyla 82.26 ve 83.27 ppm ile en düşük Mn içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Kısıtlı sulama ortalamasının tam sulamaya göre % 24.82 artış oranıyla 101.29 ppm değerine ulaştığı gözlenmiştir. Kısıtlı sulama ile 100 Gy gama ışını uygulaması en olumlu etkileşime sahip olmuş ve 111.53 ppm Mn içeriği ile en yüksek ortalama değere ulaşmıştır. En düşük Mn ortalamasını ise % 100 sulama ile 0 Gy gama uygulaması (68.35 ppm) ve % 100 sulama ile 25 Gy gama ışın dozu (69.31 ppm) vermiştir (Çizelge 4. 6). Genel olarak Gina çeşidinde Mn içeriğinde kontrole göre artış oranlarında kısıtlı sulamada 50 Gy haricinde tüm dozlar olumsuz etki yaratmıştır. Romano çeşidinde ise gama ışın dozlarının her iki sulama seviyesinde daha etkili olduğu ve Mn içeriğini kontrole göre % 1.47-48.53 oranlarında artırdığı tespit edilmiştir (Şekil 4. 23).

Fe içeriği bakımından sadece Romano çeşidinde kısıtlı sulamanın etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4. 6 ve Çizelge 4. 7). Bu bakımdan Romano çeşidinde kısıtlı sulamanın Fe içeriği ortalamasını (215.42 ppm) artırdığı görülmüştür (Çizelge 4. 7). Gerek Gina çeşidinde, gerekse Romano'da kısıtlı sulama koşullarında gama ışınının kontrole göre Fe içeriğini azalttığı, % 100 sulamada ise 50 ve 100 Gy dozlarının daha etkili oldukları saptanmıştır (Şekil 4. 24).



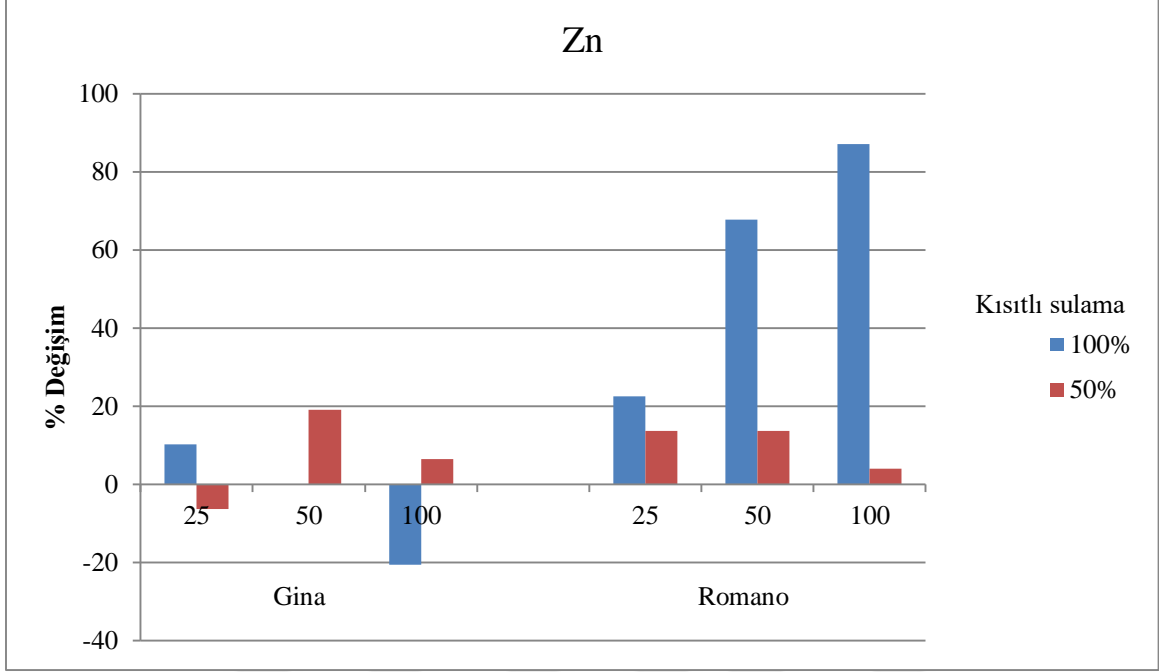
Şekil 4.23. Fasulye çeşitlerinin Mn içeriğinde Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).



Şekil 4.24. Fasulye çeşitlerinin Fe içeriğinde Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).

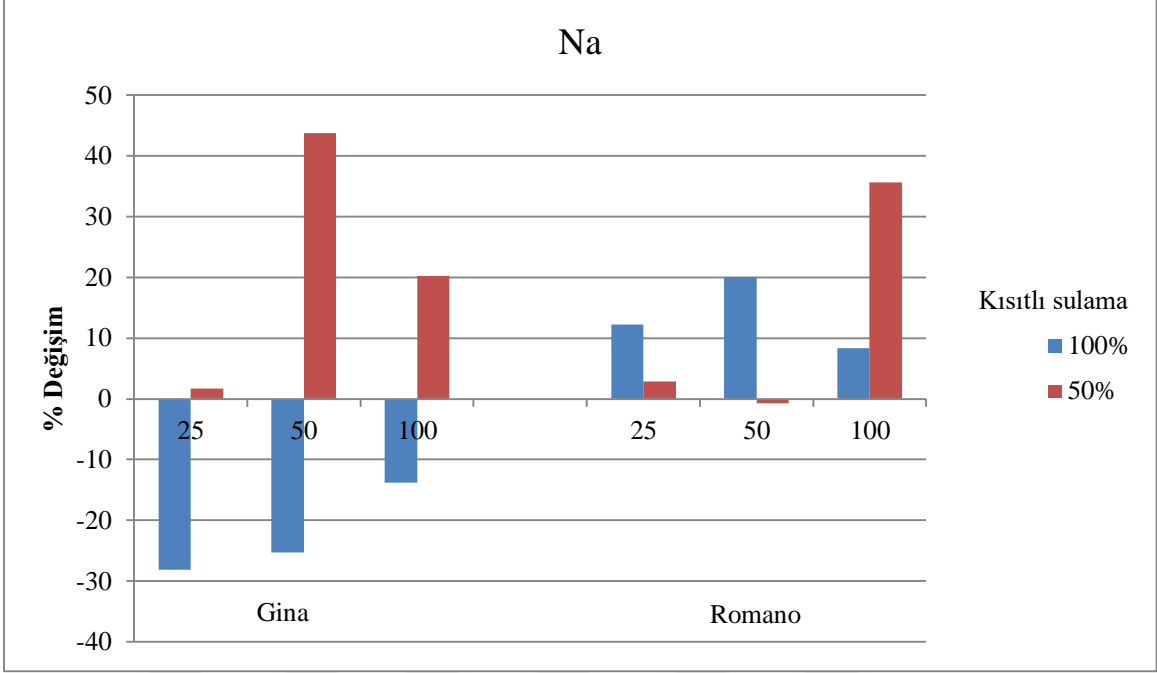
Gina çeşidinde kısıtlı sulamanın Zn içeriği ortalamaları üzerine etkisi önemli bulunurken (Çizelge 4. 6), Romano çeşidinde gama ışın, kısıtlı sulama ve ışın dozları x kısıtlı sulama interaksiyonunun etkileri önemli ($p \leq 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4. 7). Gina çeşidinde sulama ortlamalarına bakıldığında kısıtlı sulama ile birlikte Zn alımının da azaldığı görülmüştür (49.66 ppm) (Çizelge 4. 6). Romoano çeşidinde en yüksek Zn içeriğinin 50 ve 100 Gy gama ışını dozlarında olduğu (sırasıyla 55.51 ve 55.72 ppm), en düşük ortalamasının ise 45.85 ppm ile kontrol grubunda olduğu tespit edilmiştir. Sulama seviyelerinde % 100 sulama ortalamasının 46.39 ppm, kısıtlı sulamanın ise 56.25 ppm olduğu belirlenmiştir. Tam sulama şartlarında 0 Gy ve 25 Gy gama ışını uygulamaları arasındaki interaksiyonların en düşük Zn ortalamasına sahip olduğu (sırasıyla 36.09 ve 38.42 ppm), diğer interaksiyonların ortalamaları arasında istatistiksel bakımdan önemli farklılıkların bulunmadığı saptanmıştır (Çizelge 4. 7). Kontrole göre değişim oranları dikkate alındığında Romano çeşidinde gerek % 100 sulama ve gerekse % 50 sulamada gama ışını uygulamalarının daha iyi etki gösterdiği ve tüm dozlarda artış sağladığı görülmüştür. Bu artış tam sulamada doz artışına paralel olurken, kısıtlı sulamada doz artışı ile birlikte artış oranı da düşmüştür. Gina çeşidinde ise kısıtlı sulama koşullarında

özellikle 50 ve 100 Gy gama ışın dozlarının Zn içeriğini kontrole göre artırdığı gözlenmiştir (Şekil 4. 25).



Şekil 4.25. Fasulye çeşitlerinin Zn içeriğinde Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).

Fasulye çeşitlerindeki Na içeriği değerlendirildiğinde her iki çeşitte de gama ışını ve kısıtlı sulama uygulamalarının Na alımında etkilerinin önemsiz olduğu görülmüştür. Ancak istatistiki olarak önemli bulunmasa da sulama ortlamalarında kısıtlı sulama koşullarında çeşitlerin Na alımının azaldığı görülmüştür (Çizelge 4. 6 ve Çizelge 4. 7). Gama ışını dozlarının kontrole göre değerlendirilmesinde ise Gina çeşidinde özellikle kısıtlı sulamada 50 ve 100 Gy gama ışın dozlarının Na içeriğini artırdığı, % 100 sulamada ise her üç dozunda Na alımını azalttığı belirlenmiştir. Romano çeşidinde kısıtlı sulamada sadece 50 Gy ışın dozunda Na içeriğinde azalmaya sebep olmuş iken tam sulamada tüm dozların artışa neden olduğu saptanmıştır (Şekil 4. 26).



Şekil 4.26. Fasulye çeşitlerinin Na içeriğinde Gama ışını dozlarının kontrole (0 Gy) göre değişim oranları (%).

Gina çeşidinde Gama ışını uygulamaları kısıtlı sulama koşullarında Mg, Zn ve Na içeriğini artırırken, P, K, Ca, Cu ve Fe içeriğini azaltmıştır. Romano çeşidinde ise gama ışını uygulamaları stres koşullarında kontrole göre P, K, Ca, Mn, Zn ve Na içeriğinde artış sağlamış, Fe içeriğinde ise azalmaya neden olmuştur. Bu bakımdan düşük gama ışını doz uygulamasının özellikle Romano çeşidinde besin maddesi alımında daha etkili olduğu belirlenmiştir. Hamideldin ve Eliwa (2015) gama radyasyonu (60 Gy) ve sodyum azid uygulamalarının kuraklık koşullarında Ca, Fe ve K oranının da azalmaya neden olduğunu, sodyum azid uygulamasının ise, Ca, Fe ve Na artışa sebep olurken K ve Mg miktarlarında azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda Gina çeşidinde bu çalışmaya benzer sonuçlar elde edilmiştir. Sing ve ark., (2013), 5, 25 ve 100 Gy gama ışını dozlarının buğdayda besin maddesi alımına etkisini ortaya koymak için yürüttükleri çalışmada K alımının dozlarla birlikte arttığını, ancak P alımının azaldığını, mikro elementlerde Fe alımında çarpıcı bir etkinin olduğunu, Zn ve Mn alımında ise 5 Gy dozunun daha etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Mohajer ve ark., (2014), korungada 30, 60, 90 ve 120 Gy gama ışınının normal koşullarda besin maddesi alımına etkisini incelemiş, P alımının tüm dozlarda arttığını, ancak Ca, Mn ve Cu alımının ise azaldığını tespit etmişlerdir. Yine Moussa (2006) rokada 200 Gy doza kadar düşük dozları kullanmış, P

alımında dozların etkisiz olduğunu, K alımına ise 20 Gy gama ışın dozunun kontrole göre artış sağladığını rapor etmiştir. Alikamanoglu ve ark., (2011) ise soya fasulyesine 100 Gy dozundan 500 Gy dozuna kadar gama ışını uygulamış ve sonuçta kontrole göre Fe alımında % 4.75-87.39, Cu alımında % 24.08-163.09 ve Zn alımında % 9.86-45.14 arasında bir artış oranı yakalamışlardır.



Çizelge 4.6. Gina çeşidinde kısıtlı sulama koşullarında farklı gama ışın dozlarının besin elementi içeriklerine etkileri

Mutasyon	Su Kısıtı	P (ppm)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Na (%)
0	100	5951.61	10.71	8.58	2.92 a	9.25	125.50	211.96	68.53	4.02
	50	5985.45	10.06	9.01	1.38 d	7.98	124.63	218.58	47.51	2.20
Ortalama		5968.53	10.44 A	8.75 A	2.40 A	8.62 B	125.07	215.27	58.02	3.11
25	100	5549.76	9.92	8.39	1.69 c	9.75	119.49	194.99	75.66	2.89
	50	5367.87	10.00	8.17	1.45 cd	11.38	115.16	202.69	44.10	2.24
Ortalama		5458.81	9.96 AB	8.29 AB	1.58 B	10.57 A	117.33	198.84	59.88	2.56
50	100	6192.72	8.99	7.96	1.72 c	9.67	114.86	213.68	68.11	3.00
	50	5862.78	9.87	8.44	1.55 cd	11.11	126.65	218.43	56.22	3.17
Ortalama		6027.75	9.43 B	8.30 AB	1.63 B	10.39 AB	120.76	216.06	62.17	3.08
100	100	5807.79	9.49	8.13	2.35 b	11.63	117.02	225.69	54.61	3.46
	50	5329.80	9.77	7.73	2.71 a	10.44	103.19	187.21	50.79	2.65
Ortalama		5568.79	9.63 B	7.94 B	2.53 A	11.04 A	110.11	206.45	52.70	3.03
Kısıtlı Sulama Ortalama										
100		5875.47	9.81	8.30	2.16 A	10.08	119.22	211.58	66.73 A	3.34
50		5636.48	9.92	8.26	1.74 B	12.38	117.41	206.73	49.66 B	2.57
p Değerleri (p≤0.05)										
Gama		0.261	0.050	0.035	0.001	0.035	0.360	0.346	0.498	0.261
Su kısıtı		0.326	0.536	0.713	0.001	0.805	0.788	0.538	0.001	0.326
Gama x Su kısıtı		0.889	0.216	0.317	0.001	0.178	0.484	0.130	0.138	0.889

Çizelge 4.7. Romano çeşidinde kısıtlı sulama koşullarında farklı gama ışın dozlarının besin elementi içeriklerine etkileri

Mutasyon	Su Kısıtı	P (ppm)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Na (%)
0	100	6095.43	10.25	6.04 d	1.14 c	7.67	68.35 c	134.23	36.09 b	2.39
	50	5589.24	10.20	7.75 ab	1.33 bc	9.53	96.17 b	231.37	55.61 a	1.29
Ortalama		5878.49	10.23	6.90 C	1.23 B	8.60 B	82.26 B	182.80	45.85 B	1.84
25	100	5473.62	10.12	6.69 c	1.21 c	7.68	69.31 c	150.48	38.42 b	2.68
	50	5782.41	10.33	8.15 a	1.40 b	9.03	97.22 ab	205.84	58.00 a	1.33
Ortalama		5628.01	10.23	7.59 AB	1.31 B	8.36 B	83.27 B	178.16	48.21 AB	2.00
50	100	5566.68	10.32	7.56 b	2.18 a	8.44	100.97 ab	177.99	52.87 a	2.87
	50	6387.30	10.46	8.20 a	1.31 bc	9.85	100.25 ab	209.52	58.15 a	1.28
Ortalama		5976.99	10.39	7.88 A	1.75 A	9.15 B	100.61 A	193.76	55.51 A	2.02
100	100	6006.60	10.31	7.66 c	1.18 c	10.55	85.96 b	187.73	58.18 a	2.41
	50	5697.81	10.21	7.00 ab	1.29 bc	9.74	111.53 a	214.93	53.25 a	1.75
Ortalama		5852.20	10.26	7.36 B	1.24 B	10.15 A	98.75 A	201.33	55.72 A	2.02
Kısıtlı Sulama Ortalama										
100		5785.58	10.31	6.99 B	1.43	8.59 B	81.15 B	162.61 B	46.39 B	2.59
50		5882.52	10.21	7.78 A	1.33	9.54 A	101.29 A	215.42 A	56.25 A	1.41
p Değerleri (p≤0.05)										
Gama		0.783	0.595	0.001	0.001	0.009	0.002	0.368	0.033	0.783
Su kısıtı		0.753	0.640	0.001	0.069	0.015	0.001	0.001	0.002	0.753
Gama x Su kısıtı		0.243	0.622	0.018	0.001	0.083	0.037	0.085	0.013	0.243



5. SONUÇ

Araştırmada düşük dozlarda gama ışını uygulamasının (0, 25, 50 ve 100 Gy) kısıtlı sulama koşullarında (% 100 ve % 50) Gina ve Romano fasulye bitkilerinde morfolojik ve fizyolojik bazı özellikler ile besin elementi alımına etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Morfolojik özelliklerde elde edilen sonuçlara göre % 100 sulamada Gina çeşidinde gama ışını uygulamalarında tüm dozlar yaprak sayısı, sürgün çapı, sürgün kuru ağırlığını artırırken, sürgün boyu, sürgün yaş ağırlığı, kök boyu ve kök kuru ağırlığında farklı dozların olumlu etkisinin olduğu saptanmıştır. Aynı çeşitte kısıtlı sulamada sürgün kuru ağırlığı, kök boyu ve kök kuru ağırlığında tüm dozlar artış sağlarken, sürgün boyunda da 25 ve 50 Gy olumlu etki yapmıştır. Romano çeşidinde % 100 sulamada tüm dozların yaprak sayısı, sürgün kuru ağırlığı ve kök yaş ağırlığı ortalamalarını pozitif etkilediği, sürgün çapı, sürgün boyu ve kök boyunda farklı dozların artış gösterdiği gözlenmiştir. Stres koşulu olan % 50 sulama seviyesinde ise yaprak sayısında çalışılan tüm dozların artış sağladığı, sürgün çapı, sürgün boyu, sürgün kuru ağırlığı ve kök yaş ağırlığında farklı dozların olumlu etkisinin yarattığı belirlenmiştir.

Yaprak oransal su içeriği, fotosentetik pigment ve MDA içeriğinin incelendiği fizyolojik özelliklerde Gina çeşidinde % 100 sulama koşullarında fotosentetik pigment içeriklerinde farklı dozların, kısıtlı sulamada ise 25 Gy dozunun yaprak oransal su içeriğinde pozitif etkiye sahip oldukları tespit edilmiştir. Ayrıca kısıtlı sulamada tüm gama ışını dozlarının MDA içeriğini kontrole göre azalttığı dikkati çekmiştir. Romano çeşidinde YOSİ ve karotenoid içeriğinde % 100 sulamada tüm dozların artış sağladığı, klorofil-*a*, klorofil-*b* ve toplam klorofilde de farklı doz uygulamalarının artışta etkili oldukları tespit edilmiştir. Kısıtlı sulama koşullarında ise YOSİ ve tüm fotosentetik pigment içeriklerinde farklı gama ışını dozlarının artışa sahip olduğu, MDA içeriğinde de tüm dozların azalmayı sağladığı görülmüştür.

Fasulye çeşitlerinin besin maddesi içeriklerinde farklı sonuçların elde edildiği belirlenmiştir. Gina çeşidinde % 100 sulamada P, K, Ca, Mg, Mn ve Na içeriği gama ışını uygulamaları ile birlikte azalırken, Cu, Fe ve Zn alımının farklı ışın dozları ile birlikte arttığı görülmüştür. Kısıtlı sulamada tüm gama ışın dozlarının Mg ve Na alımını, bazı dozların ise Mn ve Zn içeriğini artırdığı tespit edilmiştir. Romano çeşidinde % 100

sulamada sadece P alımı azalırken, tüm dozlarda Ca, Mg, Mn, Fe, Zn ve Na alımı artmıştır. Ayrıca bazı dozlarında K ve Cu içeriğinde olumlu etki yarattığı belirlenmiştir. Bitkilerin strese girdiği kısıtlı sulama koşullarında K, Mn ve Zn alımında tüm gama ışını uygulamalarının kontrole göre artış sağladığı, farklı dozların ise K, Ca ve Mg içeriğinde artma, Na alımında ise azalma sağladığı saptanmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre genel olarak gama ışınları arasındaki etkinlik açısından morfolojik özelliklerde 100 Gy, fizyolojik özellikler ve besin elementi alımında 50 Gy ışın dozlarının daha fazla ön plana çıktığı saptanmıştır. Ayrıca çeşitler arasında gama ışını uygulamalarına reaksiyon açısından da Romano çeşidinde daha olumlu sonuçların elde edildiği çalışma sonuçlarına yansımıştır. Yine hem Gina hem de Romano çeşitlerinde 50 Gy gama ışın dozunun daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Bu bağlamda bu çalışma ile birlikte fasulye çeşitlerinde kısıtlı sulama koşullarında birçok özelliğe düşük doz uygulamasına karşı olumlu etkilerin meydana geldiği görülmüştür. Bu tür çalışmaların son zamanlarda yoğunlaşmaya başladığı ve farklı abiyotik stres çalışmalarında düşük dozun etkinliğinin ortaya konmasının hedeflendiği görülmektedir. İleride bu tür çalışmaların detaylandırılarak biyokimyasal ve moleküler temellere dayandırılması ve farklı abiyotik stres faktörlerinde etkinliğinin denemesi önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- Adly, M., El-Fiki, A., 2016. Genetic diversity in triticum aestivum l. Induced by gamma irradiation and selection for drought stress by using peg 6000. *Journal of Nuclear Technology in Applied Science (Online)*,4(3): 157-167.
- Ahloowalia, B.S., Maluszynski, M. and Nichterlein, K. 2004. Global impact of mutation derived varieties. *Euphytica*, **135**: 187-204.
- Alikamanoglu, S., Yaycili, O., Sen, A., 2011. Effect of gamma radiation on growth factors, biochemical parameters, and accumulation of trace elements in soybean plants (*Glycine max L. Merrill*). *Biological Trace Element Research*, **141**(1-3), 283-293.
- Anonim, 2002. *Plant Breeding and Genetics Newsletter*. No: 9, International Atomic Energy Agency, ISSN 1564-2569, Vienna.
- Anyia, A. O., Herzog, H., 2004. Genotypic variation in drought performance and recovery in cowpea under controlled environment. *J. Agro.& Crop Sci*, **190**: 151-159.
- Artık, C., Pekşen, E., 2005. Gama ışınlamasının M1 jenerasyonunda bakla (*Vicia faba L.*)'nın bazı bitkisel özellikleri üzerine etkileri, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **20**(3):44-53.
- Ashraf, M., 1994. Breeding for salinity tolerance in plants. *Critical Reviews in Plant Sciences*, **13**(1): 17-42.
- Ashraf, M., Foolad, M. R., 2007. Roles of Glycine Betaine and Proline in Improving in Plant Abiotic Stress Resistance. *Environmental and Experimental Botany*, **59**: 206-216.
- Bado, S., Rafiri, M.A., El-Achouri, K., Sapey, E., Nielen, S., Ghanim, A.M.A., Forster, B.P., Laimer, M., 2016. *In vitro* methods for mutation induction in potato (*Solanum tuberosum L.*). *African Journal of Biotechnology*, **15**(39): 2132-2145.
- Bağcı, M., Mutlu, H., 2011. Macar fiği (*Vicia pannonica* cv. Crantz)'nde mutasyon ıslahında kullanılabilir Gama (60Co) dozunun belirlenmesi, *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi* **4** (2): 145-149.
- Beebe, S., Skroch P.W., Tohme, J., Duque M. C., Pedraza, F., Nienhuis, J., 2000. Structure of genetic diversity among common bean landraces of middle American origin based on correspondence analysis of RAPD. *Crop Sci*, **40**:264, 273
- Beyaz, R., 2019. Impact of gamma irradiation pretreatment on the growth of common vetch (*Vicia sativa L.*) seedlings grown under salt and drought stress. *International Journal Of Radiation Biology*, <https://doi.org/10.1080/09553002.2020.1688885>.
- Blum, A., 1986. Breeding crop varieties for stress environments. *Critical Reviews in Plant Sciences*, **2**: 199-237.
- Borzoueil, A., Kafi, M., Khazael, H., Naseriyani, B., Majdabadi, A., 2010. Effect of gamma radiation on germination and physiological aspects of wheat (*Triticum aestivum L.*) seedlings, *Pakistan. J. Bot*, **42**:2281- 2290
- Boutraa, T., Sanders, F. E., 2001. Influence of water stress on grain yield and vegetative growth of two cultivars of bean (*Phaseolus vulgaris L.*). *Journal of Agronomy and Crop Science*, **187**: 251-257.
- Broughton, W. J., Hernández G, Blair M, Beebe S, Gepts P, Vanderleyden J, 2003. Beans (*Phaseolus spp.*) - model food legumes. *Plant Soil*, **252**: 55-128.
- Candoğan, B. N., 2009. *Soya Fasulyesinin Su-Verim İlişkileri*. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

- Clavel, D., Drame N. K., Roy-Macauley, H., Braconnier, S., Laffray, D., 2005. Analysis of early to drought associated with field drought adaptation in four sahelian groundnut (*Arachis hypoganea* L.). **Cultivars. Environmental and Experimental Botany** **54**: 219-230.
- Çanakçı, S., Munzuroğlu Ö., 2004. Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeliklerinde ağırlık değişimleri, pigment ve protein miktarları üzerine asetilsalisilik asit ve tuz (NaCl) uygulamasının karşılıklı etkileri, **Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi**, **24**: 23-40
- Çelik, A., 2014. **Yer Kirazında Farklı Su Uygulamalarının Meydana Getirdiği Fizyolojik, Morfolojik ve Kimyasal Değişikliklerin Belirlenmesi**. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Chandrashekar, K. R., Somashekarappa, H. M., Souframanien, J., 2013. Effect of gamma irradiation on germination, growth, and biochemical parameters of Terminalia arjuna Roxb. **Radiation Protection and Environment**, **36**(1): 38.
- Cha-um, S., Yooyongwech, S., Supaibulwatana, K. 2012. Water-deficit tolerant classification in mutant lines of indica rice. **Scientia Agricola**, **69**(2): 135-141.
- Çırak, C., Esenal, E., 2006. Soyada kuraklık stresi. **OMÜ Zir. Fak. Dergisi**, **2**: 231-237.
- Çiftçi, C. Y., Ünver, S., Tekeoğlu, M., 1994. Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) tohumlarına uygulanan farklı dozlarda gama ışınlarının M1 bitkilerinin bazı özelliklerine etkileri. **Doğa Tarım ve Ormanlık Dergisi**, **18**: 65-69.
- Çoban, H., Kara, S., İltter, E., 2002. Investigations on radiosensitivity of some grape varieties. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, **5** (5): 601-603.
- De Costa, W., Shanmugathan K.N., 2002. Physiology of Yield Determination of Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) **Under Different Irrigation Regimes in the Sub-Humid Zone of Sri Lanka. Field Crops Research**, **75**(1): 23-35.
- Demir, İ., ve Turgut, İ., 1999. **Genel bitki ıslahı**. EÜ. Ziraat Fakültesi, İzmir, 451.
- Demirel, K., Genç L., Çamoğlu G., Aşık S., 2010. Karpuz bitkisinde yaprak su içeriği ve klorofil okumalarından yararlanılarak su stresinin belirlenmesi. **Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi**, **7**(3): 155-162.
- De Ronde, J. A., Spreeth, M. H., 2007. Development and evaluation of drought resistant mutant germ-plasm of Vigna unguiculata. **Water SA**, **33**(3): 381-386.
- Dlugokecka, E., Kacperska-Palacz, A., 1978. Re-examination of electrical conductivity metod for estimation of drought injuries. **biologia plantarum, Prague**, **20**: 262-267.
- Doğan, N., 2006. **Su Stresi Altındaki Fasulye (Phaseolus vulgaris L.) Bitkisinin İyon Alım Mekanizmasının Araştırılması**. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F, 1987. **Araştırma ve Deneme Metotları**. Ankara Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Yayınları, 1021.
- El-Sallami, I. H., Abdul-Hafeez, E. Y., Mostafa, G. G., Gad, M. S., 2019. Enhancement of drought tolerance in salvia coccinea plants by irradiation with gamma and laser pre-treatments. **Assiut Journal of Agricultural Sciences**, **50**(2): 68-92.
- Eşiyok, D., 2012. **Kışlık ve Yazlık Sebze Yetiştiriciliği**, EÜ. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Bölümü, ISBN 978-605-87189-0-6, İzmir.
- Fan, S., Blake, T., 1994. Abscisic Acid Induced Electrolyte Leakage in Woody Species With Contrasting Ecological Requirements. **Physiologia Plantarum**, **90**: 414-419.
- FAO, 2018. Statistic Databases <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> Food and Agriculture Organization of the United Nation. Erişim tarihi: 15.11.2018.
- Fehr, W.R., 1987. Principles of Cultivar Development Theory and Technique. **Macmillan Pub. Co.**, New York, USA, 525 p.

- Franca, M. G. C., Thi, A. T. P., Rossiello, R. O. P., Fodil, Y., Laffray, D., 2000. Differences in growth and water relations among *phaseolus vulgaris* cultivars in response to induced drought stress. *Environmental and Experimental Botany*, **43**: 227-237.
- Gepts P, 2001. Origins of plant agriculture and major crop plants, in: Our fragile world, forerunner volumes to the encyclopedia of life-supporting systems. *MK Tolba (ed.) EOLSS Publishers*, **1**: 629.
- Gonzalez, C. J., Pastenes, C., 2012. Water-stress-induced thermotolerance of photosynthesis in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants: The possible involvement of lipid composition and xanthophyll cycle pigments. *Environmental and Experimental Botany*, **77**: 127-140.
- Graham, P. H., Ranalli, P., 1997. Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Field Crops Research*, **53**: 131-146.
- Grigorova, B., Vaseva, I. I., Demirevska, K., Feller, U., 2011. Expression of selected heat shock proteins after individually applied and combined drought and heat stress. *Acta Physiol Plant*, **33** : 2041-2049.
- Günay, A., 2005. *Sebze yetiştiriciliği*. İzmir. 345.
- Güneri-Bağcı, E., 2010. *Nohut Çesitlerinde Kuraklığa Bağlı Oksidatif Stresin Fizyolojik Ve Biyokimyasal Parametrelerle Belirlenmesi* (Doktora tezi basılmamış). AÜ, Fen Bilimleri Fakültesi, Ankara.
- Güzel, A., 2006. *Kuraklık Stresine Maruz Bırakılan Domates Bitkilerinde Bazı Fizyolojik ve Büyüme Parametreleri Üzerine Absisik Asit (ABA) ve Kalsiyum²⁺ (Ca²⁺) Etkisinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin.
- Hameed, A., Shah, T. M., Atta, B. M., Haq, M. A., Sayed, H. I. N. A., 2008. Gamma irradiation effects on seed germination and growth, protein content, peroxidase and protease activity, lipid peroxidation in desi and kabuli chickpea. *Pakistan Journal of Botany*, **40**(3): 1033-1041.
- Hamideldin, N., Eliwa, N. E., 2015. Gamma radiation and sodium azide influence on physiological aspects of maize under drought condition. *Basic Rese. J. Agric. Scie. Review*, **4**(1): 5-13.
- Hirayama, T., Shinozak, K., 2010. Research on plant abiotic stress responses in the post-genome era: past, present and future. *The Plant Journal*, **61**: 1041–1052.
- Ike, I. F., 1986. Effect of soil moisture stres on the growth and yield of Spanish variety penaut. *Plant and Soil*, **96**: 297-298.
- İbrikçi, H., Gülüt K.Y., Güzel, N., 1994. *Gübrelemede Bitki Analiz Teknikleri*. ÇÜ, Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 95, Ders Kitapları Yayın No:8, S: 16-17, Adana.
- Ivanova, R., Smerea, S., 2019. Safflower yield response to irrigation and gamma irradiation. *Agriculture & Forestry/Poljoprivreda i Sumarstvo*, **65**(1).
- Karataş, D. D. 2010. *Kalecik Karası Üzüm Çeşidinde (Vitis vinifera L.) Ürün Dalı İstikametlerinin Üzüm Verim ve Kalite Üzerine Etkileri*. (Yüksek lisans tezi) Ankara Üniversitesi.
- Karipçin M.Z., Şatır N.Y., 2016. Su stresi koşullarında marul sebzесinin verim ve besin içeriğine arbüsküler mikorizal fungus (amf)²⁺’un etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, **26**(3): 406-413.
- Kaya, E., 2011. *Erken Bitki Gelişme Aşamasında Kuraklık ve Tuzluluk Streslerine Tolerans Bakımından Fasulye Genotiplerinin Taranması*. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

- Kaya, E., Daşgan H.Y., 2013. Erken bitki gelişme aşamasında kuraklık ve tuzluluk streslerine tolerans bakımından fasulye genotiplerinin taranması. **Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi**, **29**(2): 39-48.
- Kazlı, A., 2005. **Tam ve Yarı Isıtmalı Damla Sulamanın Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) nin Verimi ve Bitki Gelişimi Üzerine Etkisi**. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Khan, M. M., Qasim, M., Iqbal, M. J., Naeem, A., Abbas, M., 2005. Effect of seed humidification on germinability, vigor and leakage in cockscomb (*Celosia argentea* var. *crinata* L.), **International Journal of Agriculture & Biology**, **5**(4): 499-503.
- Khan, S., Hamza, A., Khan, F., Subhan, M., Khan, A., Shah, I.A., Shakir, S.K., 2017. Effect of gamma irradiation on some growth attributes in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Pakistan Journal of Agricultural Research**, **30** (3): 233-241.
- Kiong, A. L. P., Lai, A. G., Hussein, S., Harun, A. R., 2008. Physiological responses of Orthosiphon stamineus plantlets to gamma irradiation. **American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture**, **2**(2): 135-149.
- Kocheva, K., Lambrev, P., Georgiev, G., Goltsev, V., 2004. Evaluation of chlorophyll fluorescence and membrane injury in the leaves of barley cultivars under osmotic stress. **Bioelectrochemistry**, **63**: 121-124.
- Koç, S., 2005. **Fasulyelerde Tuzluluğa tolerans Bakımından Genotipsel Farklılıkların Erken Bitki Gelişimi Aşamasında Belirlenmesi**. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Koutsika-Sotiriou, M., Traka-Mavrona, E., 2008. Snap Bean. In: Prohens, J, and Nuez, F. (eds) Vegetables II. **Hand of plant breeding**. Springer, New York, Volume 2, pp. 27-83.
- Köksal, E.S., 2006. **Sulama Suyu Düzeylerinin Şeker Pancarının Verim, Kalite ve Fizyolojik Özellikleri Üzerindeki Etkisinin İnfrared Termometre ve Spektrodyometre İle Belirlenmesi**. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar Sulama Anabilim Dalı, Ankara: 67.
- Kurt, O. 2001. **Bitki Islahı**. Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları. Ders Kitabı, No: 43, Samsun, 309.
- Kuşvuran, S., Yasar, F., Abak, K., Ellialtıoğlu, S., 2008. Tuz stresi altında yetiştirilen tuza tolerant ve duyarlı *Cucumis* sp.'nin bazı genotiplerinde lipid peroksidasyonu, klorofil ve iyon miktarlarında meydana gelen değişimler. **Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.)**, **18**(1): 13-20.
- Kuşvuran, S., 2010. **Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik Mekanizmaları arasındaki Bağlantılar**. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Kuşvuran, S., Abak, K., 2012. Kavun Genotiplerinin Kuraklık Stresine Tepkileri. **Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi**, **28- 5**
- Küçükkömürçü, S., 2011. **Tuzluluk ve Kuraklık Streslerine Tolerans Bakımından Bamyada Genotiplerinin Taranması**. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Lichtenthaler, H. K., Wellburn, A. R., 1983. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. **Biomchem. Soc. Transac**, **11**:591-592.

- Lukanda, L. T., Mbuyi, A. K., Nkongolo, K. C., Kizungu, R. V., 2013. Effect of gamma irradiation on Morpho-Agronomic characteristics of groundnut (*Arachis hypogaea L.*), *American Journal of Plant Sciences*, **4**: 2186-2192.
- Melki, M., Dahmani, T. H., 2009. Gamma irradiation effects on durum wheat (*Triticum durum Desf.*) under various conditions. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, **12**(23): 1531.
- Miyashita, K., Tanakamaru, S., Maitani, T., Kimura, K., 2005. Recovery responses of photosynthesis, transpiration, and stomatal conductance in kidney bean following drought stress. *Environmental and Experimental Botany*, **53**: 205–214.
- Mnasri, B., Aouani M. E M., Hamdi, R., 2007. Nodulation and growth of common bean (*Phaseolus vulgaris*) under water deficiency. *Soil Biology & Biochemistry*, **39**: 1744-1750.
- Mohajer, S., Mat Taha, R., Lay, M. M., Khorasani-Esmaeili, A., Khalili, M., 2014. Stimulatory effects of gamma irradiation on phytochemical properties, mitotic behaviour, and nutritional composition of sainfoin (*Onobrychis viciifolia Scop.*). *The Scientific World Journal*, 2014.
- Monica, S., Seetharaman, N., 2016. Effect of gamma irradiation and ethylmethanesulphonate (EMS) mutagenesis in early generation of garden bean (*Lablab purpureus L.*). *International Journal of Advanced Scientific and Technical Research*, **6**(3): 398-410
- Moussa, H. R., 2006. Gamma irradiation regulation of nitrate level in rocket (*Eruca vesicaria subsp. sativa*) plants. *Journal of New Seeds*, **8**(1): 91-100.
- Moussa, H., 2011. Low dose of gamma irradiation enhanced drought tolerance in soybean. *Acta Agronomica Hungarica*, **59**(1): 1-12.
- Nilahayati, N., Rosmayati, R., Hanafiah, D. S., Harahap, F., 2016. Gamma irradiation induced chlorophyll and morphological mutation in Kipas Putih soybean. *International Journal of Sciences Basic and Applied Research*, **30**(3): 74-79.
- Nyombaire, G., Siddiq, M., Dolan, K., 2007. Effect of soaking and cooking on the oligosaccharides and lectins of red kidney beans (*Phaseolus vulgaris L.*). *Bean Improv. Coop. Ann. Rep.* **50**: 31–32
- Olasupo, F.O., Olori, C.O., Forster, B.P., Bado, S., 2016. Mutagenic effects of gamma radiation on eight accessions of cowpea (*Vigna unguiculata L. Walp.*). *American Journal of Plant Sciences*, **7**: 339-351.
- Özpay, T., 2008. *Taze Fasulye (Phaseolus vulgaris L.) Genotiplerinin Kuraklık Stresine Olan Tepkilerinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Öztekin, G. B., 2009. *Aşılı Domates Bitkilerinde Tuz Stresine Karşı Anaçların Etkisi* Doktora Tezi, EÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Pallavi, B., Nivas, S. K., D'souza, L., Ganapathi, T. R., & Hegde, S. (2017). Gamma rays induced variations in seed germination, growth and phenotypic characteristics of *Zinnia elegans* var. Dreamland. *Advances in Horticultural Science*, **31**(4): 267.
- Peşkirioğlu, H., 1996. *Mutajenik radyasyon bitki ıslahında mutasyonların ortaya çıkarılması ve kullanılması kursu notları*. ANAEM, Ankara.
- Pıtır, M., 2015. *Biber Yetiştiriciliğinde Farklı Su Kısıtlarının Meydana Getirdiği Fizyolojik, Morfolojik ve Kimyasal Değişikliklerin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Powell, J. B., Burton, G. W., Young, J. R., 1974. Mutations induced in vegetatively propagated turf bermudagrasses by gamma radiation. *Crop Science*, **14**: 327-330.

- Ramachandran, M., Goud, J. V., 1983. Mutagenesis in safflower by using gamma rays, ethyl methane sulphonate, alone and in combination. *Mysore J. Agri. Sci*, **12** (1): 178-179.
- Redondo-Gomez, S., 2013. Abiotic and biotic stresstolerance in plants. *Molecular Stress Physiology of Plants*, **1**: 1-20.
- Sağel, Z., 1988. *Soya çeşitlerine uygulanan farklı radyasyon dozlarının M1 ve M2 bitkilerinin çeşitli karakterleri üzerine etkisi*. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Sağel, Z., Peşkirioğlu, H., Tutluer, İ., Uslu, N., Şenay, A., Taner, K. Y., Kunter, B., Şekerci, S., Yalçın, S., 2002. *Bitki ıslahında mutasyon ve doku kültürü teknikleri*. TAEK, ANTHAM, Nükleer Tarım Bölümü, Ankara.
- Sağel, Z., Tutluer M. İ., Peşkirioğlu, H., 1994. Bitki ıslahında mutasyonlar, *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, **3**: 1-2.
- Sağlam, A., 2004. *Ağır Kuraklık Stresi Geçirmiş (Ctenanthe setosa) Bitkisinin Yeni Kuraklık Koşullarına Adaptasyon Yeteneğinin Araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Schum, A., 2003. Mutation breeding in ornamentals: An efficient breeding Method. Proj. 21st IS on Classical Molecular Breeding, *Acta. Hort.*, **612**: 47-53.
- Scopel, E., Roumet, P., Come, D., Corbineau, F., 1993. Water Requirement of a Soyabean Seed Crop During Flowering. *Proceedings of the Fourth International Workshop on Seeds: Basic and Applied Aspects of Seed Biology*, (3).
- Shaikh, M. A. Q., Majid, A. M., Begum, S., Ahmed Z. U., Bhuiya, A. D., 1980. Varietal improvement of pulse crops by the use of nuclear techniques. Induced mutation for improvement of grain legume production. *1. IEAE-TECDOC*, **234**: 69-72.
- Singh, S. P., 1999. Integrated Genetic Improvement. In: Common Bean Improvement In The Twenty-First Century. *Dordrecht*, **133**: 65.
- Singh, R. J., Chung, G. H., Nelson, R. L., 2007. Landmark research in Legumes. *Genome*, **50**: 525-537.
- Singh, B., Ahuja, S., Singhal, R. K., Babu, P. V., 2013. Effect of gamma radiation on wheat plant growth due to impact on gas exchange characteristics and mineral nutrient uptake and utilization. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, **298**(1): 249-257.
- Svetleva, D., Pereira, G., Carlier, J., Cabrita, L., Leitao, J., Genchev, D., 2006. Molecular characterization of *Phaseolus vulgaris* L. genotypes included in Bulgarian collection by ISSR and AFLPTM analyses. *Scientia Horticulturae*, **109**: 198-206.
- Şalk, A., Arın, L., Deveci, M., Polat, S., 2008. *Özel Sebzeçilik*. Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Bölümü, ISBN 978-9944-0786-0-3, Tekirdağ.
- Şenay, A., Şekerci, S., 2009. Makarnalık buğdayda (*Triticum durum* Desf.) mutasyon ıslahı çalışmaları. *X. Ulusal Nükleer Bilimler ve Teknolojileri Kongresi*. 6-9 Ekim, Muğla. 340-346.
- Taiz, L., Zieger, E., 2008. *Bitki Fizyolojisi* (Üçüncü baskıdan çeviri; Çeviri editörü ismail Türkan). Palme Yayıncılık. 893s. Ankara.
- Tarroum, M., Khan, S., Al-Qurainy, F., 2011. Evaluation of drought tolerance of γ -irradiated mutants of *Hordeum vulgare*. *Journal of Medicinal Plants Research*, **5**(14): 2969-2977.
- TÜİK, 2016. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 Türkiye İstatistik Kurumu. Erişim Tarihi: 15.11.2018.

- Türkan, İ., Bor, M., Özdemir, F., Koca, H., 2005. Differential responses of lipid peroxidation and antioxidants in the leaves of drought-tolerant *P. Acutifolius* gray and drought sensitive *P. vulgaris* L. subjected to polyethylene glycol mediates water stress. *Plant Science*, **168**: 223-231.
- Uyan, B., 2011. *Değişik Vejetasyon Dönemlerinde Farklı Su Kısıtlarının Ispanakta Meydana Getirdiği Fizyolojik, Morfolojik ve Kimyasal Değişikliklerinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Yarar, G., 2019. *Mor Havuçta Mutasyon Islahı İçin Uygun Işın Dozunun Belirlenmesi ve Oluşabilecek Varyasyonların Tespit Edilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Ünal, H., 2010. *Fasulyenin (Phaseolus vulgaris L.) Fide Aşamasında Kuraklığa Tepkisi Ve Toleranslı Genotiplerin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Van-Harten, A. M., 1998. Mutation Breeding: Theory and Practical Applications. Cambridge Univ. Press, 367.
- Verma, S., Nizam, S., Verma, P. K., 2013. Biotic and abiotic stress signaling in plants. *Stress Signaling in Plants: Genomics and Proteomics Perspective 1*: 25-49.
- Wang, W., Vinocur, B., Altman, A., 2003. Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta*, **218**: 1-14.
- Widiati, B. R., 2015. Physiological adaptation of soybean genotypes induced with gamma irradiation against drought. *International Journal of Science and Research (Online)*, 2015
- Yaşar, F., Özpaya, T., Uzal, Ö., ve Ellialtıoğlu, S., 2008. Kuraklık stresi uygulanmış fasulye (*Phaseolus vulgaris*) genotiplerinin lipid peroksidasyonu ve klorofil miktarı üzerine bir araştırma. *VII. Sebze Tarımı Sempozyumu*. Yalova. 66.
- Zengin, F. K., 2007. Fasulye Fidelerinin (*Phaseolus vulgaris* L.) Pigment İçeriği Üzerine Bazı Ağır Metallerin Etkileri. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, **10**(2): 6-12



ÖZ GEÇMİŞ

Nisan 1995 yılında Van'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini 2012 yılında Van'da tamamladı. 2013 yılında girdiği Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümüne 2017 yılında mezun oldu. Aynı yıl içinde başladığı Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitimine başladı.



T.C
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: 15/01/2020

Tez Başlığı / Konusu:

Taze Fasulye Çeşitlerinde Farklı Düşük Doz Gama (⁶⁰Co) Işını Uygulamalarının Kıstlı Sulama Koşulunda Etkilerinin Belirlenmesi

Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam 41 sayfalık kısmına ilişkin, 15/01/2020 tarihinde Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 4 (Dört) tür.

Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayımlar hariç,
- 7 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit inatch size to 7 words)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

15.01.2020

Tarih ve İmza

Adı Soyadı: Muhsin YILDIZ

Öğrenci No: 17910001095

Anabilim Dalı: TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ

Programı: BİTKİ BİYOTEKNOLOJİSİ

Statüsü: Y. Lisans Doktora DANIŞMAN ONAYI
UYGUNDUR

Doç. Dr. Çeknas ERDİNÇ