

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
TOHUM BİLİMİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI



ULTRAVİYOLE UYGULAMALARI, DEPOLAMA
SICAKLIKLARI VE SÜRELERİNİN BEZELYE (*Pisum sativum*
L.) TOHUMLARINDA ÇİMLENME PERFORMANSI VE
KALİTE ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YASEMİN TEKİN KUMAŞ

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Hakan KİBAR

BOLU, ARALIK - 2023

KABUL VE ONAY SAYFASI

Yasemin TEKİN KUMAŞ tarafından hazırlanan “ULTRAVİYOLE UYGULAMALARI, DEPOLAMA SICAKLIKLARI VE SÜRELERİNİN BEZELYE (*Pisum sativum* L.) TOHUMLARINDA ÇİMLENME PERFORMANSI VE KALİTE ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI” adlı tez çalışması jürimiz tarafından Tohum Bilimi ve Teknolojisi Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliğiyle kabul edilmiştir. 28/12/2023

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Prof. Dr. Hakan KİBAR
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Üye
Prof. Dr. İlker KILIÇ
Bursa Uludağ Üniversitesi

.....

Üye
Prof. Dr. Bahtiyar Buhara YÜCESAN
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Onayı

Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir,

aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Teze ilişkin Turnitin adlı programında enstitü müdürlüğünce belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan benzerlik raporuna göre, tezin benzerlik oranı %30'u geçmemektedir.

.....
YASEMİN TEKİN KUMAŞ

ÖZET

**ULTRAVİYOLE UYGULAMALARI, DEPOLAMA SICAKLIKLARI VE
SÜRELERİNİN BEZELYE (*Pisum sativum* L.) TOHUMLARINDA
ÇİMLENME PERFORMANSI VE KALİTE ÜZERİNE ETKİLERİNİN
ARAŞTIRILMASI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
YASEMİN TEKİN KUMAŞ
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
TOHUM BİLİMİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. HAKAN KİBAR)
BOLU, ARALIK - 2023
XIV + 78**

Bu çalışma, farklı sürelerde UV-C radyasyonuna (5, 10 ve 20 dk) maruz kalan Utrillo bezelye çeşidi tohumlarının (*Pisum sativum* L.) farklı sıcaklık (15, 20 ve 25 °C) ve sürede (360 gün) depolanmasına bağlı olarak kalite ve çimlenme açısından tepkilerini araştırmak amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada, tüm analiz ve ölçümler depolamanın başlangıcı (0. gün), 90, 180, 270 ve 360. günlerinde yapılmıştır. Tohum nem içeriği UV-C ve depolama sıcaklığı uygulamalarında azalmıştır. Birim ağırlık, UV-C uygulama süresi ve depolama sıcaklığı artışı ile azalmış, depolama süresinin artışı ile azalış gösterse de depolamanın 360. gününde artış göstermiştir. Elektriksel iletkenlik değeri UV-C ve depolama sıcaklığına bağlı olarak artış gösterirken depolama süresi uygulamasında azalış tespit edilmiştir. Bezelye tohumlarının pH içeriği üzerinde sadece depolama süresinin etkili olduğu belirlenmiştir. Her üç uygulamanın tohumların kül içeriği üzerine etkisinin olmadığı görülmüştür. Uygulamaların renk özellikleri üzerinde çok fazla etkili olmadığı saptanmıştır. Mineral kompozisyon bakımından, 20 dk UV-C uygulama süresi, 25 °C depolama sıcaklığı ile depolamanın sonuna doğru azalışlar tespit edilmiştir. UV-C uygulama süresi çimlenme yüzdesi üzerine etkili olurken depolama sıcaklığının incelenen çimlenme parametreleri üzerinde herhangi bir etkisi olmamıştır. Sonuç olarak UV-C uygulama süresinin bezelye tohumunda depolama süresini uzatma ve kalite kayıplarını azaltmada kullanılmasının uygun olduğu belirlenmiştir. 5 dk UV-C uygulamasına maruz bırakılan bezelye tohumlarının 15 °C depolama sıcaklığında 360 gün süreyle depolanabileceği sonucuna varılmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Bezelye tohumu, Ultraviyole-C, Depolama, Çimlenme, Kalite özellikleri

ABSTRACT

INVESTIGATING THE EFFECTS OF ULTRAVIOLET APPLICATIONS, STORAGE TEMPERATURES AND DURATIONS ON GERMINATION PERFORMANCE AND QUALITY IN PEA (*Pisum sativum* L.) SEEDS

MSC THESIS

YASEMİN TEKİN KUMAŞ

BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY

INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES

DEPARTMENT OF SEED SCIENCE AND TECHNOLOGY

(SUPERVISOR: PROF. DR. HAKAN KİBAR)

BOLU, DECEMBER 2023

XIV + 78

This study was conducted to investigate the reactions of Utrillo pea variety seeds (*Pisum sativum* L.) exposed to UV-C radiation for different times (5, 10 and 20 min) in terms of quality and germination of seeds depending on storage at different temperatures (15, 20 and 25 °C) and duration (360 days). In the study, all analyzes and measurements were made at the beginning (day 0), 90, 180, 270 and 360 days of storage. Seed moisture content decreased in UV-C and storage temperature treatments. Bulk density decreased with the increase in UV-C application time and storage temperature. Although bulk density decreased with increasing storage duration, it increased on the 360th day of storage. While the electrical conductivity value increased depending on UV-C and storage temperature, a decrease in the electrical conductivity value was detected in the application of storage duration. It was determined that only storage duration was effective on the pH content of pea seeds. It was observed that all three treatments had no effect on the ash content of the seeds. It was detected that the treatments did not have much effect on the color properties of the seeds. In terms of mineral composition, decreases were detected towards the end of storage with 20 min UV-C application time and 25 °C storage temperature. While UV-C application time influenced the germination percentage, storage temperature had no effect on the germination parameters examined. As a result, it was determined that the UV-C application time was appropriate to extend the storage duration and reduce quality losses in pea seeds. It was concluded that pea seeds exposed to UV-C application for 5 minutes can be stored for 360 days at a storage temperature of 15 °C.

KEYWORDS: Pea seed, Ultraviolet-C, Storage, Germination, Quality properties

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
ETİK BEYAN.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
TABLO LİSTESİ	x
FOTOĞRAF LİSTESİ	xi
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ	xii
TEŞEKKÜR	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETLERİ	8
2.1 Farklı Tohum Türlerinde Ultraviyole Uygulamaları ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	8
2.2 Depolama Sonrası Farklı Tohum Türlerinde Mineral Kompozisyon ile İlgili Yapılan Çalışmalar	16
3. MATERYAL VE YÖNTEM	19
3.1 Materyal.....	19
3.2 Yöntem	19
3.2.1 Ultraviyole-C (UV-C) Uygulaması	19
3.2.2 Bezelye Tohumlarının Hazırlanması, Depolanması ve Deneme Deseni	
21	
3.2.3 Nem İçeriği (%).....	21
3.2.4 Birim Ağırlık (kg m^{-3})	23
3.2.5 Elektriksel İletkenlik ($\mu\text{Scm}^{-1} \text{g}^{-1}$)	24
3.2.6 Kül İçeriği Analizi (%)	25
3.2.7 pH Ölçümü	25
3.2.8 Bin Tane Ağırlığının Belirlenmesi (g)	27
3.2.9 Renk Parametrelerinin Ölçümü	27
3.2.10 Makro ve Mikro Element Analizi ($\text{mg } 100 \text{g}^{-1}$)	27
3.2.11 Çimlendirme Çalışması.....	28
3.2.12 Verilerin Değerlendirilmesi	29
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	31
4.1 Nem İçeriği	31
4.2 Birim Ağırlık	33
4.3 Elektriksel İletkenlik.....	35
4.4 Kül İçeriği	38
4.5 pH İçeriği.....	38

4.6 Bin Tane Ağırlığı.....	41
4.7 UV-C Uyulama Süresi, Depolama Süresi ve Depolama Sıcaklığının L^* , a^* , b^* , Kroma ve Hue Açısı Değeri Üzerine Etkileri	43
4.8 Kalsiyum (Ca) İçeriği	51
4.9 Potasyum (K) İçeriği.....	51
4.10 Magnezyum (Mg) İçeriği	54
4.11 Fosfor (P) İçeriği	54
4.12 Çinko (Zn) İçeriği.....	57
4.13 UV-C Uyulama Süresi, Depolama Süresi ve Depolama Sıcaklığının Çimlenme Parametreleri Üzerine Etkileri	59
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	69
6. KAYNAKLAR.....	71



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1. UV-A, UV-B, UV-C ve vakum UV tarafından uyarılan biyolojik bağlar.....	6
--	---



TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 3.1.	Çalışmada ele alınan ultraviyole uygulamaları ve depolama koşulları.....	21
Tablo 4.1.	Ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin nem içeriği (%) üzerine etkileri.....	32
Tablo 4.2.	Ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin birim ağırlık (kg m^{-3}) üzerine etkileri.....	34
Tablo 4.3.	Ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin elektriksel iletkenlik ($\mu\text{Scm}^{-1} \text{g}^{-1}$) üzerine etkileri.....	36
Tablo 4.4.	Ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin kül içeriği (%) üzerine etkileri.....	39
Tablo 4.5.	Ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin pH içeriği (%) üzerine etkileri.....	40
Tablo 4.6.	Ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin bin tane ağırlığı (g) üzerine etkileri.....	42
Tablo 4.7.	L^* değeri üzerine ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin etkileri.....	44
Tablo 4.8.	a^* değeri üzerine ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin etkileri.....	45
Tablo 4.9.	b^* değeri üzerine ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin etkileri.....	46
Tablo 4.10.	Kroma değeri üzerine ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin etkileri.....	47
Tablo 4.11.	Hue açısı değeri üzerine ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin etkileri.....	48
Tablo 4.12.	Ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin kalsiyum içeriği ($\text{mg } 100 \text{g}^{-1}$) üzerine etkileri.....	52
Tablo 4.13.	Ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin potasyum içeriği ($\text{mg } 100 \text{g}^{-1}$) üzerine etkileri.....	53
Tablo 4.14.	Ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin magnezyum içeriği ($\text{mg } 100 \text{g}^{-1}$) üzerine etkileri...	55
Tablo 4.15.	Ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin fosfor içeriği ($\text{mg } 100 \text{g}^{-1}$) üzerine etkileri.....	56
Tablo 4.16.	Ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin çinko içeriği ($\text{mg } 100 \text{g}^{-1}$) üzerine etkileri.....	58
Tablo 4.17.	Ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin çimlenme yüzdesi (%) üzerine etkileri.....	60
Tablo 4.18.	Ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin ortalama çimlenme süresi (gün) üzerine etkileri...	62
Tablo 4.19.	Ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin çimlenme hızı (tohum gün^{-1}) üzerine etkileri.....	63
Tablo 4.20.	Ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin çimlenme enerjisi üzerine etkileri.....	65
Tablo 4.21.	Ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin çimlenme indeksi üzerine etkileri.....	66

FOTOĞRAF LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Fotoğraf 1.1.	Çalışmada kullanılan Utrillo çeşidi bezelye tohumu..... 19
Fotoğraf 3.2.	Çalışmada kullanılan ultraviyole uygulama kabini..... 20
Fotoğraf 3.3.	Çalışmada kullanılan UV-C metre..... 20
Fotoğraf 3.4.	UV-C uygulanan tohumların şeffaf plastik kaplara yerleştirilerek depolanması..... 22
Fotoğraf 3.5.	Nem içeriği ölçümü..... 23
Fotoğraf 3.6.	Birim ağırlık ölçümü..... 24
Fotoğraf 3.7.	Elektriksel iletkenlik ölçümü..... 25
Fotoğraf 3.8.	Kül içeriği ölçümü..... 26
Fotoğraf 3.9.	pH ölçümü..... 26
Fotoğraf 3.10.	Tohum renginin ölçümü..... 27
Fotoğraf 3.11.	Element analizi için öğütülen ve paketlenen tohum örnekleri..... 28
Fotoğraf 3.12.	Bezelye tohumlarına ilişkin çimlendirme çalışması..... 29

KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

cm	: Santimetre
cm³	: Santimetreküp
dk	: Dakika
ÇE	: Çimlenme enerjisi
ÇH	: Çimlenme hızı
ÇI	: Çimlenme indeksi
ÇY	: Çimlenme yüzdesi
DS	: Depolama sıcaklığı
DT	: Depolama süresi
EC	: Elektriksel iletkenlik
g	: Gram
G₁	: Birim ağırlık kovanın boş ağırlığı
G₂	: Tohum ile birlikte birim ağırlık kovanın ağırlığı
kg m⁻³	: Kilogram metreküp
mg 100 g⁻¹	: Miligram 100 gram
MVL	: Civa buharlı lamba
N_g	: Ölçüm yapılan günlerdeki çimlenen tohum sayısı
N_i	: Ölçümün yapıldığı günde çimlenen tohum sayısı
nm	: Nanometre
N_t	: Toplam tohum sayısı
OÇS	: Ortalama çimlenme süresi
öd	: Önemli değil
S	: Tohum ekiminden sonraki t. günde çimlenen tohum sayısı
t	: Tohum ekiminden sonraki gün sayısı
T_i	: Tohum ekiminden itibaren kaçınıcı günde ölçüm yapıldığı
UV-A	: Ultraviyole-A
UV-B	: Ultraviyole-B
UV-C	: Ultraviyole-C
UVS	: Ultraviyole uygulama süresi
V	: Birim ağırlık kovanın iç hacmi
%	: Yüzde

$^{\circ}\text{C}$: Santigrat derece
 W m^{-2} : Watt metrekafe
 W : Watt
 γ : Birim hacim ağırlığı
 $\mu\text{Scm}^{-1} \text{g}^{-1}$: Mikrosiemens santimetre gram



TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca üstün akademik bilgi birikimi ve ilgili eğitmen kimliği ile yardımlarını esirgemeyen, tez danışmanlığımı yapan, tez çalışmamın en başından sonuna kadar her detayında akademik katkısı bulunan, yol gösteren, öğrencisi olmaktan onur duyduğum çok değerli hocam Sayın Prof. Dr. Hakan KİBAR'a çok teşekkür ederim.

Bilimsel hazırlık programı ve yüksek lisans derslerinde kendilerinden önemli bilgiler öğrendiğim değerli hocalarım Prof. Dr. Bahtiyar Buhara YÜCESAN'a, Prof. Dr. Beyhan KİBAR'a, Doç. Dr. Ferit SÖNMEZ'e, Doç. Dr. İhsan CANAN'a teşekkür ederim.

Tez çalışmamın laboratuvar aşamasında ve veri kayıtlarında bana destek olan Arş. Gör. Hakkı Ekrem SOYDEMİR'e katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Bu çalışmaya 2021.10.04.1567 nolu proje kapsamında destek sağlayan Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederim.

Çalışma hayatımın içerisinde eğitime vakit ayırabilmem konusunda destek veren, moral, motivasyon sağlayan dostlarıma ve çalışma arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tüm eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi destekleri için sevgili babam Hasan TEKİN'e, canım annem Nezahat TEKİN'e ve biricik ablam Şengül TEKİN PARLAK'a bütün içtenliğimle teşekkürlerimi sunarım.

Yoğun iş hayatım devam ederken yüksek lisans eğitim sürecimde benim için hayatı kolaylaştıran bana olan inancı ile her zaman desteğini hissettiğim değerli eşim Barış KUMAŞ'a gönülden teşekkür ederim.

1. GİRİŞ

Bezelye (*Pisum sativum* L.), baklagiller takımı *Fabales*'e ait bir bitki türüdür ve *Fabaceae* (kelebek çiçekliler) familyasının *Pisum* cinsine aittir. Bezelye, diploid bir yapıya sahiptir ($2n=2x=14$), kendini döllenme yeteneğine sahip, bir yıllık otsu bir baklagil bitkisidir ve haploid genom büyüklüğü 4300 Mbp'dir (Hoffer vd., 1997; Güngör, 2015).

Bezelye'nin doğal kökeni, birincil olarak Doğu Akdeniz, İran, Kafkasya, Afganistan ve Tibet bölgeleri olarak tanımlanmıştır. İkincil olarak, Güney Batı Arabistan üzerinden Etiyopya'ya ve Kuzey Afrika'ya kadar uzanan bölgeleri içermektedir (Govorov, 1937; Davies, 1976; Hagedorn, 1984). Shoemaker (1953), Etiyopya'nın, Watts (1954), Etiyopya, Akdeniz kıyıları ve Güney Batı Asya'nın, Höslin (1964), Akdeniz ülkeleri ve Etiyopya'nın bezelyenin gen merkezi olduğunu bildirmiştir (Güngör, 2015). Ancak, erken dönem verilerinin kaybedilmesi ve köken bölgelerindeki önemli değişiklikler nedeniyle çeşitliliğinin tam merkezi henüz bilinmemektedir.

Serin iklim koşullarında yetişen bir sezonluk bitki olup dünyanın birçok bölgesinde yetiştirilmektedir, en iyi yetiştiği sıcaklıklar 13 ila 18 °C arasındadır (Petr vd., 2012). Bezelye, dünyanın ılıman bölgelerinin ana kışlık yıllık bitkisi olup başlangıçta Akdeniz havzasında yetiştirilmekteyken (Smart, 1990) serin koşullarına uyum sağlaması nedeniyle Avrupa, Afrika ve Asya'ya yayılmasına olanak tanımıştır. Tropikal bölgelerde ise soğuk aylarda yetiştirilmektedir (Sardana vd., 2007).

Bezelyeler bahçe ürünü olarak çok uzun bir geçmişe sahip olup birçok çeşidi geliştirilmiştir. Erkenci, ikinci erkenci ve ana ürün bezelye çeşitleri olup neredeyse iki metreye kadar uzayabilen bezelyeler bulunmakta olup az destek gerektiren bodur bezelyeler çeşitleri de bulunmaktadır. Ekimden hasada kadar geçen süre, erkenci çeşitler için 11-12 hafta, ikinci erkenci çeşitler için 12-13 hafta ve ana ürün çeşitleri için 13-14 hafta arasında değişmektedir. Bitkilerin boyutları en küçük bodur çeşitler için 30 cm'den, daha uzun bitkiler için ise 1.8 m'ye kadar değişmektedir. Bezelye taneleri 7.5 cm ile 15 cm arasında değişen uzunluklarda kabuklara sahiptir (Wood, 1979).

Dünya'da 2021 yılında bezelye ekimi 9.633.975 ha alanda yapılmış olup kuru bezelye üretimi 12.403.521 ton ve taze bezelye üretimi ise 20.529.759 ton

olarak gerekleŒmiŒtir (FAO, 2023). Türkiye’de 2022 yılında 133.205 da (taze ve kuru) bir alan üzerine bezelye ekimi gerekleŒtirilmiŒ ve bu ekimler sonucunda 2.392 ton kuru bezelye ve 120.455 ton taze bezelye üretimi elde edilmiŒtir (TİİK, 2023). En yüksek kuru bezelye retimi Ege ve Marmara bölgelerinde kaydedilmiŒtir. Bezelye tarımı Türkiye’de en yoğun olarak Bursa, Bilecik, Çanakkale ve Antalya illerinde yapılmaktadır. Türkiye’de bezelye genellikle taze yeŒil taneleri süt olgunluğundayken kullanılmakta olup, kuru tane üretimi daha azdır. Ülkemizde yetiŒtirilen bezelye eŒitleri, yuvarlak tohumlu, kŒeli-buruŒuk tohumlu ve sultani-Œeker bezelye olmak üzere temel olarak üç grupta sınıflandırılmaktadır (ifti, 2004; Güngör, 2015).

Bezelye, dünya genelinde yıl boyunca en çok tüketilen baklagillerden biri olmasına rağmen, ülkemizde bezelye tüketim alıŒkanlıęı henüz yaygın olmadığı için ekim alanı ve üretim hala istenilen seviyeye ulaŒmamıŒtır. Genellikle taze baklaları veya kuru taneleri için yetiŒtirilen bezelye, son yıllarda konserve ve dondurulmuŒ gıda endüstrisinin hızla geliŒmesi ile önemli ölçüde artıŒ gstermiŒtir (z ve Karasu, 2010).

Sağlıklı bir yaŒam sürdürmek isteyen yetiŒkin bir kiŒi için günlük olarak yaklaŒık 2800 - 3000 kalori ve 75 - 80 g protein alımı önerilmektedir. Dünya genelinde kiŒi baŒına dŒen protein miktarı günlük ortalama 70.9 g ve bu proteinin %46’sı bitkisel kaynaklıdır. Bitkisel proteinlerin %22’si laguminosae familyasından karŒılanmaktadır (Wery ve Grinac, 1983). Ayrıca, metionin, fenilalanin, treonin, triptofan, valin, izolösin, lösin ve lizin gibi temel amino asitler baklagillerden temin edilebilmektedir. Baklagiller, dŒk maliyetli olmaları ve hayvansal protein kaynaklarına göre daha uzun süre saklanabilme özellikleri nedeniyle, beslenme eksikliklerini giderebilen bir gıda olarak özellikle ekonomik olarak zor durumda olan ülkelerde tavsiye edilmektedir (ifti, 2004; KuzudiŒli, 2021).

Bezelye, baklagiller içinde en geniŒ kullanım eŒitlilięine sahip bir bitki olup insan beslenmesinde Dünya ve Türkiye’de önemli bir role sahip olan yüksek protein ve karbonhidrat kaynağı olarak değerlendirilir. Kuru taneleri doğrudan yemeklerde kullanılabildiği gibi, bu tanelerden elde edilen unlar çorba yapımında ve bebek mamalarında katkı maddesi olarak da kullanılır. Bezelye, süt olgunluğunda taze tohumları veya baklaları sebze olarak tüketilir; aynı zamanda taze tohumları konserve üretiminde ve dondurulmuŒ gıda endüstrisinde kullanılır.

Bunun yanı sıra, taze bezelye taneleri alkol üretiminde de kullanılır (Akçin, 1988). Cousin vd. (1984), kuru bezelye tohumlarının %23-33 protein, %58.5 karbonhidrat, %1 yağ, %4.4 selüloz ve %3.3 kül içerdiğini bildirmiştir. Aynı zamanda yeterli miktarda karbonhidrat sağlar ve potasyum, kalsiyum, magnezyum ve fosfor gibi önemli mineralleri de içermektedir. Bunun yanı sıra, A, B ve D vitaminleri gibi çeşitli vitaminlerce de zengindir. Bu nedenle, bezelye, insan beslenmesi için mükemmel bir bitkisel protein kaynağı olarak kabul edilir. Bu özellikleri nedeniyle konserve ve dondurulmuş gıda endüstrisinde sıklıkla kullanılarak, insanların protein ve karbonhidrat ihtiyaçlarını karşılamada önemli bir rol oynar (Taşyürek, 2021).

Hasat ve harmanlamadan sonra, kısmen tarlada kurutulmuş tohumlar, tohum çimlenmesini önlemek, maksimum kaliteyi (genetik saflık, canlılık ve çimlenme ve analitik, fiziksel ve depolama kalitesi) korumak, bakteriyel ve mantar gelişimini engellemekte akar ve böceklerin istilasını geciktirmektedir. Tohumlardaki nem içeriği, tane cinsine, kimyasal bileşimine, hasattaki neme, hasat yöntemlerine, atmosferin bağıl nemine ve mevsimsel dalgalanmalara göre değişmektedir (Holman ve Snitzler, 1961; Deshpande ve Deshpande, 1991).

Tohumlar, çeşitli nedenlerden dolayı, ekolojik ve mevsimsel değişiklikler, doğal afetler gibi nedenlerle her yıl tohum üretimi ekonomik olmadığı için, gelecek yetiştirme sezonlarına canlı ve kaliteli üretim materyali sağlamak amacıyla depolanır. Aynı zamanda, olası riskleri azaltmak için doğru tohum verim tahmini yapmak zor olabilir. Bu nedenle, tohum talebindeki değişiklikleri karşılayabilmek, ekonomik koşullara ve ürünün pazar eğilimlerine ayak uydurabilmek için tohumlar depolanır. Bununla birlikte, tohumlar sonraki nesillerin ve bitki ıslahçılarının ihtiyaçlarını karşılayabilmek için değerli bir tohum materyalini koruma amaçlı olarak da saklanır. Ayrıca, en önemlisi, tohumlar insan ve hayvan beslenmesinde kullanıldığı için de depolanmaktadır (George, 1985; Arın, 2018).

Tohumun kalitesini etkileyen en önemli faktörlerden bir tanesi nem içeriğidir. Tohumun güvenli seviyenin üzerindeki nem içeriğinde toplanması veya depolanması, hızlı bir şekilde tohum solunumunun yüksek olmasına, mantar aktivitesine, ısınmaya ve tohumun canlılığının ve hatta fiziksel kalitesinin kaybına neden olacaktır. Yüksek nemli tohumlar ayrıca mekanik yaralanmalara karşı daha hassastır. Oysa aşırı kuru tohum ise kaba veya aşırı mekanik kullanım nedeniyle ciddi mekanik hasara maruz kalabilir. Tohumlar ne kadar uzun süre depolanacaksa,

fizyolojik aktivitenin daha düşük seviyelerini sağlamak ve tohumun canlılığını daha uzun süre korumak için nem içeriği o kadar düşük olmalıdır.

Tohumların güvenli nem seviyelerinde tutulması, tür ve çeşide, depolama amacına, depo yapısına, paketleme materyaline ve diğer faktörlere bağlıdır. Nem çekme özelliğine sahip tohumlar, nem çekmeyen veya ortama nem vermekten kaçınan bir denge neminde bulunmalıdır. Denge nemi, tohumun kimyasal bileşimi ile de ilişkilidir. Örneğin, yüksek yağ içeriğine sahip tohumların denge nemi, nişasta içerenlere göre daha düşüktür (Copeland ve McDonald, 2012). Yüksek tohum nem seviyeleri (%12-14 üzeri), depo zararlılarının gelişimini ve tohumların bozulmasını teşvik ederken, düşük tohum nem seviyeleri (%4'ten düşük), tohumların canlılığına zarar verebilir (Desai, 2004; Arın, 2018).

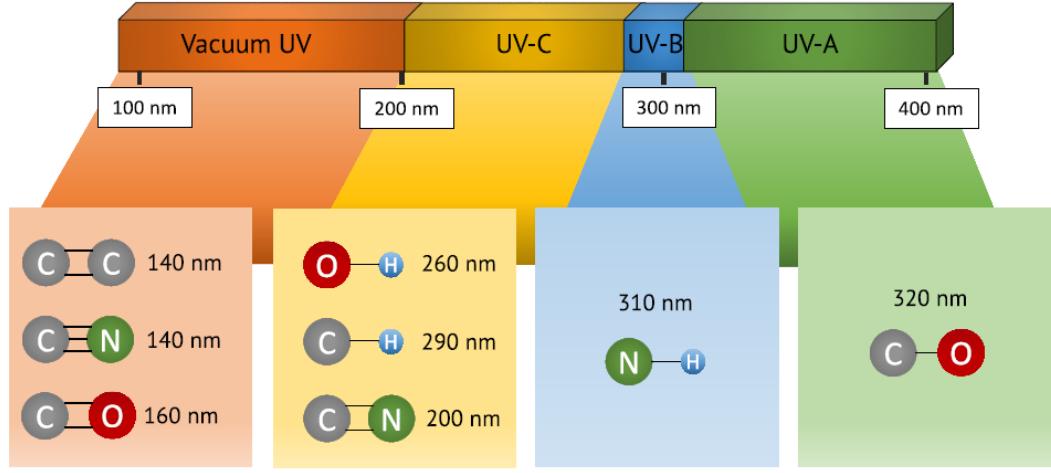
Tohum nem içeriği arttıkça depolamada ürün tohumlarının bozulma oranı da artar. Hem tohum nem içeriği hem de sıcaklık, tarladaki tohum olgunluğu ile tohumun daha sonraki ekimi arasındaki herhangi bir aşamada, depolamada tohum canlılığını korumak için çok önemlidir.

Tohumun depolandığı ortamın bağıl nemi ve sıcaklığı tohum metabolizmasını etkilemektedir. Yüksek bağıl nem, tohumun nem içeriğini artırır, bu da hidrolitik enzim aktivitesinin artması, solunumun artması ve serbest yağ asitlerinde artışlar gibi biyokimyasal olaylarla sonuçlanır. Yüksek sıcaklıklar, birçok enzimatik ve metabolik reaksiyonun meydana gelme hızını artırarak bozulmanın daha hızlı olmasına neden olur. Ancak tohum nem içeriğinin tohumun ömrünü korumada en kritik faktör olduğu bilinmektedir. Tohum nem içeriği ve yüksek sıcaklıklar birbiriyle ilişkili olmasına rağmen, yüksek sıcaklıklar, hidrolize substratların ve enzimlerin metabolik aktivitesini artırarak yüksek nemli tohumların bozulmasını hızlandırır. Yüksek sıcaklıklar, düşük nemli tohumlar üzerinde yalnızca minimum düzeyde bozulma etkisi yaratır. Düşük nemli tohumların 25 °C'ye kadar sıcaklıklarda iyi depolandığı, ancak yüksek nemli tohumların yalnızca sıcaklığın 10°C'ye veya daha düşük bir sıcaklığa düşürülmesi durumunda iyi depolanabileceği gösterilmiştir. Bu nedenle, tohumun ömrünü belirlemek için sıcaklık ve bağıl nem etkileşime girse de, bağıl nemin kontrolü ve bunun tohum nem içeriği üzerindeki etkisi, optimum depolama koşullarına ulaşmada depolama sıcaklığından daha kritiktir (Copeland ve McDonald, 2012).

Çağdaş tarımda büyük ölçüde kimyasal bileşikler kullanılmasına rağmen, fiziksel faktörlerin kullanımı, tarımsal üretimin verimini arttırırken depolamayı

iyileştirmek için iyi bir alternatif oluşturabilir (Aladjadiyan, 2010). Tohumun canlandırılması için kullanılan fiziksel yöntemler, kimyasal maddelere dayalı geleneksel tedavilere göre çeşitli avantajlar sunmaktadır. Bu avantajlardan birisi, depolama sırasında tohum dezenfeksiyonunda fiziksel yöntemlerin de kullanılabilmesi (Aladjadiyan, 2011). Olası yaklaşımlar arasında elektromanyetik dalgalar, manyetik alanlar, ultrasonlar, iyonlaştırıcı radyasyonlar (gama ışınları ve X-ışınları) ve ultraviyole ışınlar gibi teknikler ile ilgili tedaviler yer almaktadır.

Ultraviyole ışık (UV), atomları ve molekülleri harekete geçirmek için yeterli enerji taşıyan ancak x-ışını ve gama ışınlamasında olduğu gibi elektronları ve fotonları atomlarından çıkaramayan iyonlaştırıcı olmayan bir radyasyon şeklidir (Koutchma, 2019). Ultraviyole, güneşten veya ışık kaynağından üretilen ve insan gözüyle algılanamayan elektromanyetik bir ışık radyasyonudur. UV ışığı 100-400 nm dalga boyu aralığına düşmektedir (Şekil 1). Ayrıca dört bant halinde alt kategorilere ayrılır: Cildin bronzlaşmasından sorumlu olan UV-A (315 ila 400 nm); Ciltte yanma ve cilt kanserine yol açan hasardan sorumlu olan UV-B (280 ila 315 nm); Mikroorganizmaları etkisiz hale getirmede etkili olan ve dolayısıyla 'mikrop öldürücü aralık' olarak adlandırılan UV-C (200 – 280 nm) ve tüm maddeler tarafından kolayca emilen ve dolayısıyla yalnızca vakum yoluyla iletilen vakumlu UV (100 – 200 nm) (Koutchma, 2019). UV ışığının gıda endüstrisinde geniş bir uygulamaya sahip olması için çalışmalar günümüzde hala devam etmektedir. UV ışığının virüsleri (Eischeid vd., 2009), parazit sporlarını (Hijnen vd., 2006), bitkisel bakterileri, çeşitli maya türlerini, konidiaları ve bakteri sporlarını (Gómez- López vd., 2005) etkisizleştirmede etkili olduğu araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Benzer şekilde ekipman yüzeylerinin, gıdaların, sıvı ortamların ve su endüstrisinin dekontaminasyonu için iyi bir uygulama alanı bulmuştur (Hijnen vd., 2006). Ancak UV ışığının bitkilerde yapraklardaki gaz değişimi, su değişim hızı ve enzim aktivitesi gibi biyokimyasal ve fizyolojik süreçler üzerinde zararlı etkileri olduğu ortaya çıkmıştır (Stoeva vd., 2001).



Şekil 1.1. UV-A, UV-B, UV-C ve vakum UV tarafından uyarılan biyolojik bağlar.

Endüstrisinde en yaygın UV ışık kaynakları civa buharlı lambalar (MVL) ve UV ışık yayan diyotlardır (UV-LED). MVL, inert bir gazla çevrelenmiş bir zarfın içine sarılmış sıvı civadan oluşur; inert gaz iki amaca hizmet eder: 1) enerji oluşturmak için elektronların çarpışmasını kolaylaştırmak ve 2) yüksek sıcaklıklarda stabiliteyi desteklemek (Jonkers vd., 1997). Lamba sağlam ve hasarsız olduğunda insan sağlığı açısından herhangi bir risk bulunmazken, zarfın kırılması durumunda civanın tehlikeli doğasından ve lambaların ömrü dolduktan sonra imha edilmesinin zor olmasından dolayı insan ve çevre açısından artan kaygılar bulunmaktadır (Chang vd., 2007). Bu nedenle UV LED'ler çok daha güvenli ve çevre dostu bir alternatif olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca daha kompaktırlar, daha az ısınma süresi gerektirirler ve son teknolojik gelişmeler sayesinde MVL'lerden daha uygun maliyetlidirler (Matafonova vd., 2018; Kebbi vd., 2020).

UV-C radyasyonları iyonlaştırıcı değildir ve viral, bakteriyel ve protozoa veya diğer mikroorganizmaları etkili bir şekilde etkisiz hale getirecek antiseptik özelliğe sahiptir. Görünüşe göre dokulara nüfuz etmekte ve bu da mikrop öldürücü bir ajan olma olasılığını sürdürmektedir (Rifna vd., 2019). Neelamegam ve Sutha (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, UV-C ışınlamasının fide büyümesi, yerfıstığı (*Arachis Hypogaea* L.) çimlenme oranı ve verimlilik düzeyi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Sonuçlar, 1 saatlik süre boyunca UV-C'yle ışınlamanın çimlenme yüzdesini %83.3 oranında iyileştirdiğini ve kontrol ile tahmin edildiği gibi tohumların canlılığında ve biyokütle üretim yüzdesinde kayda değer bir artış olduğunu göstermiştir. Tohum için 3.6 kJ m^{-2} 'lik UV-C uygulaması, sera koşullarında lahananın kalitesini ve büyüme düzeyini hızlandırdığı ortaya konulmuştur (Brown vd., 2001). Marul tohumlarında 3.42 kJ m^{-2} dozaj seviyesinde

yapılan bir araştırmada, UV-C'nin ekim öncesi uygulama üzerindeki etkisi Ouhibi vd. (2014) tarafından araştırılmıştır. Uygulama yapılan tohumların, yaprak dokularında tespit edilen artan serbest radikal temizleme aktivitesi sayesinde aşırı tuzluluk sorununun üstesinden gelebildiği saptanmıştır. Hamid ve Jawaid (2011), maş fasulyesi üzerinde hem UV-C hem de UV-A radyasyonu ile ön işlemin etkisini araştırmışlardır. Sonuç olarak, 6 saatlik ön uygulamanın, kontrolün %80'inin aksine, UV-A ile işlenmiş tohumlarda çimlenmeyi %100'e ve UV-C ile işlenmiş tohumlarda %85'e kadar iyileştirdiğini ortaya çikarmıştır. Bu durumu, UV fotonlarının görünür ışıktan daha güçlü olması ve bitki yüzey hücresi üzerinde güçlü bir etkiye sahip olması ve tohumun dış kabuğunun kolayca kırılmasına ve çimlenmeyi artırmasına neden olmasıyla açıklamışlardır.

Bu çalışmanın amacı farklı depolama sıcaklıkları ve sürelerde muhafaza edilen "Utrillo" bezelye çeşidi tohumlarında farklı sürelerde uygulanan UV-C radyasyonunun kalite kayıpları ve çimlenme üzerine etkilerini belirlemektir.

2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

Tohum çimlenmesi ve gücü, besin kompozisyonu ve biyokimyasal içeriği tohum teknolojisinde önemli bir parametredir ve bu araştırmacılar tarafından ekimden önce ve ekimden sonra iyi tohum uygulamaları ile artırılmaya çalışılmaktadır. Ancak daha yüksek üretim ve üretkenlik sırasında yapılan tohum uygulamasının olumsuz etkisi tahmin edilememektedir. Tarımda sürdürülebilirlik, ekolojii korumak ve kaynakları gelecek nesiller için aynı durumda tutmak insanlığın önündeki en önemli görevlerden birisidir. Sürdürülebilir tarım için kimyasalların kullanımını azaltmak ve çevre güvenliğini sağlamak amacıyla teknoloji ve ileri yöntemlerin kullanılması her ulusun temel hedefidir.

Modern tarım çağında insanlar, ekolojii ve sürdürülebilirliği düşünmeden, daha fazla verim elde etmek için büyük miktarda kimyasal ve toksik madde kullanmaktadır. Tarımda daha iyi sonuç almak için kültürel ve fiziksel yöntemlerin kullanılması daha iyi etki gösterebilir (Aladjadiyan, 2012). Tohum ilaçlamanın fiziksel yöntemi, sadece insan için değil aynı zamanda ekosistem için de zararlı olan toksik kimyasalların kullanıldığı eski tohum ilaçlama yöntemlerine göre daha iyi sonuç vermektedir. Fiziksel tohum canlandırma tedavilerinin uygulanması, toprakta bulunan mikrobiyal popülasyona zarar vermeden toprağın ve çevrenin korunmasını sağlayabilir.

Bazı tohumlar mikrobiyal kirlenmeye karşı hassastır. Farklı araştırmacılar tarafından düşük dozda ultraviyole radyasyonla yüzey sterilizasyonunun güvenli, çevre dostu ve hızlı bir yol olduğu kapsamlı bir şekilde araştırılmıştır. Yine bazı araştırmacılar UV radyasyonunun tohum fizyolojik parametreleri üzerine olumsuz etkisinin yanı sıra tohumlar üzerinde olumlu etkisi olduğunu da bildirmişlerdir (Urban vd., 2016; Upadhyay vd., 2020). Uygulama süresi ve konsantrasyondaki değişiklikler, tohumun çimlenme ve gücü, fide ve bazı kimyasal ve biyokimyasal sonuçlarındaki değişimi göstermektedir.

2.1 Farklı Tohum Türlerinde Ultraviyole Uygulamaları ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Noble (2002), kara lahana, lahana, turp ve agave tohumlarını UV-B radyasyonuna maruz bırakarak çimlenme özelliklerindeki değişimleri araştırmış ve ardından yetişen fideler üzerinde ikinci bir uygulama yaparak bitki gelişimindeki

meydana gelen değişimleri araştırmıştır. UV-B radyasyonuna maruz kalan tüm tohumlarda çimlenme hızının arttığını gözlemlemiş, fakat fideler üzerinde yapılan UV-B radyasyonunun özellikle koklerde kısalma neden olduğunu ve bitki gelişimini olumsuz etkilediğini bulmuştur.

Mahdavian vd. (2008), 5 haftalık biber fidelerini 2 hafta boyunca günde 27 dk 6.1, 5.8 ve 5.7 ($W m^{-2}$) yoğunlukta UV-A (320-390 nm), UV-B (312 nm) ve UV-C (254 nm) ışınlamasına maruz bırakarak klorofil, flavonoidler, antosiyanin, prolin, membran geçirgenliği ve lipid peroksidasyonunu incelemiştir. Sonuçlar, kontrol ve UV-A uygulanan bitkilerle karşılaştırıldığında, UV-B ve UV-C radyasyonuna maruz kalan bitkilerde biber yapraklarının klorofil a, b ve karotenoid içeriklerinin önemli ölçüde azaldığını gösterdiğini ortaya koymuştur. Buna karşılık, UV-B ve UV-C uygulamalarının, fide yapraklarında prolin, kuersetin, rutin ve antosiyanin konsantrasyonlarını arttırdığı saptanmıştır ($P < 0.05$).

Hamid ve Jawaid (2011), Maş fasulyesi tohumlarında 2, 4 ve 6 saat süreyle yapılan UV-A (366 nm) ve UV-C (254 nm) radyasyonunun tohum çimlenmesi ve büyüme üzerindeki etkisi araştırmıştır. UV-A ışınlamasının çimlenme oranını, spesifik yaprak alanını, kök ve sürgün uzunluğunu ve kuru ağırlığını UV-C ışınlamasına göre daha fazla arttırdığını belirlemişlerdir.

Siddiqui vd. (2011), yer fıstığı (*Arachis hypogaea* L.) ve maş fasulyesi (*Vigna radiata* L.) tohumlarına 10, 15, 30 ve 60 dk boyunca UV-C uygulandığında her iki kültür bitkisinin de sürgün ağırlığı, sürgün uzunluğu, kök uzunluğu ve kök ağırlığı ve yaprak alanında artış gözlendiğini rapor etmişlerdir.

Peykarestan ve Seify (2012) yaptıkları çalışmada 220 ila 400 nm UV ışınlarıyla ışınlanan Sayad ve Derakhshan fasulye tohumlarını, $25 \pm ^\circ C$ 'de 8 gün süreyle inkübatörde büyüterek çimlenme, büyüme (fide taze ağırlığı, kök sürgün uzunluğu ve bunların oranı) ile yapraklarda lipit peroksidasyonu, proteaz ve peroksidaz aktivitesinin değişimlerini incelemişlerdir. Sonuçlar, tohumların çimlenme yüzdesi ve fidelerin büyüme oranlarının ışınlama dozlarıyla ters ilişkili olduğunu göstermiştir. Derakhshan eşidinde peroksidaz ve proteaz aktiviteleri (iki kat) ve MDA içerikleri Sayad çeşidine kıyasla daha yüksekken, protein içerikleri daha az bulunmuştur. Protein içerikleri, peroksidaz ve proteaz aktivitelerine ilişkin veriler incelendiğinde ışınlama dozunun Derakhshan ve Sayad eşidinde 300 nm UV'nin altında olmaması gerektiğini ileri srmuşlerdir. Derakhshan eşidinde 320 ila 400 nm UV ışınlama dozu, protein içeriğini ve peroksidaz aktivitesini önemli

ölçüde etkilemezken MDA içeriğini ve proteaz aktivitesini ise artırmıştır. Sayad çeşidinde ise 300 nm UV ışınlama dozu peroksidaz aktivitesini artırırken, MDA içeriğini yükseltmiş ve protein içeriği ile proteaz aktivitesini de etkilemiştir. Mutasyonları tetiklemede radyasyon dozunun etkinliğinin ve üstünlüğünün erken değerlendirilmesinde protein içeriği, proteaz, peroksidaz ve lipid peroksidasyonun kullanılabilmesi sonucuna varıldığını ifade etmişlerdir.

Kara (2013) tarafından yapılan çalışmada, UV-C ışınları uygulanarak serada 6, 8, 10, 12 ve 14 gün süreyle büyütülen Atlanta çeşidi fasulye (*Phaseolus vulgaris* L. Cv, Atlanta) bitkisindeki morfolojik ve fizyolojik etkiler incelenmiştir. UV-C'ye maruz kalmanın fide boyunda kısalmalara neden olduğunu, toplam klorofil içeriğinin önemli ölçüde azaldığını, yapraklarda klorofil a ve b'de de önemli oranda azalmaların ortaya çıktığını belirlenmiştir. Ayrıca UV-C ışınlarına maruz kalmanın fasulye bitkisinde büyüme ve fotosentezi olumsuz etkilediği sonucuna varıldığı belirtilmiştir.

Mielezrski ve Marcos-Filho (2013) çalışmalarında “Telefone Alta” ve “Itapua” çeşitlerinden oluşan dört bezelye tohum partisini, 8 ay boyunca a) laboratuvar kontrolsüz b) kuru ve soğuk oda (10 °C ve %30 RH), c) kontrollü ortam (20 °C ve %70 RH) olmak üzere farklı çevre koşulları altında depolamışlardır. Depolamanın başlangıcında, 4. ve 8. ayında çimlenme yüzdesi, elektriksel iletkenlik, fide uzunluğu ve fide çıkışı gibi morfolojik özellikleri incelemişlerdir. Çalışma sonucunda depolama süresince her iki tohum çeşidinde incelenen özelliklerde değişimlerin meydana geldiğini belirlemişlerdir. Depo ortamları bakımından en iyi sonuçların kontrollü ortamda (20 °C ve %70 RH) gözlemlendiğini vurgulamışlardır.

Naeem vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada mısır (*Zea mays* L.) ve bamya (*Abelmoschus esculentus* L.) tohumunda ultraviyole radyasyonun tohum çimlenmesi ve bitki büyümesi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Tohumlar kontrol, 5, 10, 30 ve 60 dakika boyunca ultraviyole radyasyona (253.7 nm) maruz bırakılmıştır. Muamele edilen tohumlar, 300 g toprak gübre karışımı (3:1) içeren plastik saksılara ekilmiş ve tohum ekiminden 48 gün sonra bitkiler hasat edilmiş ve sürgün, kök uzunluğu, taze ve kuru ağırlıkları kaydedilmiştir. Çalışma sonucunda bamya bitkilerinin mısır bitkilerine göre radyasyona karşı daha dayanıklı olduğu ancak farklı uygulamalar arasında önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir.

Fotouh vd. (2014) çimlendirilmiş yeşil fasulye tohumlarını 7, 15, 30 ve 60 dk'lık süreler boyunca UV-C'ye (254 nm) maruz bırakmışlar, daha sonra yetiştirilen bitkileri tuzlu su stresine (50 mM NaCl) tabi tutmuşlardır. UV-C kaynaklı dirençle ilişkili biyokimyasal değişiklikler ise yaprak ve köklerde lipit peroksidasyonu, prolin konsantrasyonu ve antioksidan enzim aktivitelerinin (SOD, CAT, G-POD ve APX) belirlenmesiyle araştırılmıştır. Sonuçlar, UV ile muamele edilmiş tohumlardan yetiştirilen bitkilerin, kontrole kıyasla sürgünlerin ve köklerin taze ve kuru ağırlıklarındaki artıştan açıkça görülen tuzluluk stresinden daha az etkilendiğini göstermiştir. Ancak MDA, UV-C işlemine tabi tutulmuş tohumlardan yetiştirilen bitkilerin yaprak ve köklerinde daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca UV-C tohum uygulamaları, tuzlu veya tuzsuz koşullar altında yetiştirilen bitkilerin yapraklarında ve köklerinde prolin konsantrasyonunda önemli artışlara yol açarak ozmotik şoktan korumaya katkıda bulunduğu bildirilmiştir. Antioksidan enzimler (SOD, CAT, G-POD ve APX), UV işlemine tabi tutulan tohumlardan yetiştirilen bitkilerin yapraklarında ve köklerinde daha yüksek aktivite göstermiştir. Bu etkinin yapraklara göre köklerde daha belirgin olduğu vurgulanmıştır. Genel olarak yeşil fasulye tohumlarına UV-C uygulanmasının, antioksidan sistemin aktivasyonu yoluyla bitkinin tuz stresine karşı toleransını arttırdığı sonucuna varılmıştır.

Guajardo-Flores vd. (2014) tarafından siyah fasulyelerde UV-C radyasyonunun çimlendirme üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada siyah fasulye tohumları UV-C radyasyonu altında 20 saat boyunca çimlendirilmiştir. Çimlenme oranı, kontrole (ışınlanmayan tohumlar) kıyasla, UV-C ışığıyla ışınlanan tohumlarda daha yüksek bulunmuştur. UV-C altında 10 saat çimlenen fasulyelerin tohum katlarında flavonoid içeriği kontrole göre iki kat artış göstermiştir. Sonuç olarak siyah fasulyelerin UV-C radyasyonu altında çimlenmesi, siyah fasulye tohumu kabuklarındaki biyoaktif moleküllerin konsantrasyonunu arttırmak için etkili ve basit bir yaklaşım olduğu vurgulanmıştır.

Ouhibi vd. (2014) tarafından yürütülen bir çalışmada, iki farklı UV-C dozu (0.85 ve 3.42 kJ m⁻²) ile marul tohumlarına tuz stresi (100 mM) uygulanarak büyüme, antioksidan aktivite ve fenolik bileşik miktarı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada, kök uzunluğu, yaprak sayısı ve yaprak alanı, kök ve yaprak ağırlığı ölçümlerinin yanı sıra yaprak ve köklerde iyon birikimi (Na⁺ ve K⁺) ile fenolik, flavonoid ve antioksidan aktivite düzeyleri de incelenmiştir. Sonuçlar,

UV-C uygulamalarının tuz stresini azaltma konusunda etkili olduğunu ve 0.85 kJ m⁻² dozunun daha etkili olduğunu göstermiştir.

Rupiasih ve Vidyasagar (2016) tarafından yürütülen bir çalışmada 30, 60, 90, 120 ve 180 dk UV-C radyasyonuna maruz bırakılan buğday fidelerinin çimlenmesi, büyümesi ve klorofil içeriği üzerindeki etkilerinin araştırılması yapılmıştır. Sonuçlar, buğday tohumlarına UV-C ışınlanmasının tohum çimlenmesini uyardığını ortaya koymuştur.

Díaz-Leyva vd (2017) yürüttükleri çalışmada Big Rio hibrid domates tohumlarına 0 (kontrol), 0.9, 2.7, 5.4, 8.1, 10.8, 13.5 ve 16.2 kJ m⁻² dozlarında UV-C ışınlarını uygulamışlar ve çimlenmiş tohumların ve normal fidelerin (%) oranı, kök ve hipokotil uzunluğu ile kuru ağırlık değişimlerini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda çimlenmiş tohumlarla ilgili olarak radyasyona verilen yanıtın UV-C' nin tüm dozlarında hemen hemen aynı olduğunu; 0.9, 2.7, 8.1 ve 10.8 kJ m⁻² dozlarında ise kontrole göre daha düşük olduğunu belirlemişlerdir. 5.4, 13.5 ve 16.2 kJ m⁻² dozlarında önemli bir farkın ($P \geq 0.05$) olmadığını gözlemlemişlerdir. Ayrıca normal fide yüzdesinin en yüksek doz olan 16.2 kJ m⁻² uygulamasında kontrolden daha düşük bir değer gösterdiğini de saptamışlardır.

Lazim ve Nasur (2017) tarafından sorgum tohumuna farklı sürelerde (0, 30 ve 60 dakika) etkileri araştırılmıştır. Sonuç olarak UV-C uygulamasının çimlenme yüzdesi ve fide kök uzunluğu üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin bulunmadığı fakat çimlenme hızı, fide uzunluğu ve yaprak sayısı üzerinde ise önemli ölçüde olumsuz etki gösterdiğini bildirmişlerdir.

Mariz-Ponte vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada, üç ticari domates çeşidinin ('Oxheart', 'Cherry' ve 'Roma') tohumları/fideleri, üç farklı ultraviyole (UV) koşulu altında 15 gün boyunca yetiştirilerek araştırılmıştır. Sonuçlar, tohumların/fidelerin orta düzeyde UV-A dozuyla desteklenmesinin faydalarını ortaya koyarken; analiz edilen tüm çeşitlerde çimlenme oranlarının hızlanması/senkronizasyonu, daha yüksek biyokütle ve kotiledon alanı ve fotosentetik pigmentlerin ve antosiyaninleri uyardığını göstermiştir. UV-B ışınlanması çeşit bağımlılığı etkisi göstermiş olup: 'Cherry' çeşidi genel olarak kullanılan orta düzey UV-B dozundan etkilenmezken, 'Roma' ve 'Oxheart' çeşitleri için çimlenmede bir gecikme ve buna paralel olarak fide biyokütlesinde bir azalmanın meydana geldiği belirlenmiştir. Yine klorofil ve karotenoidlerde de azalmalar görülmüştür. Her iki UV-A/B takviyesi de H₂O₂ ve MDA fide

seviyelerini azaltmış, ancak antioksidan (örneğin, substrat olarak guaiacol kullanan peroksidazlar (GPX)) ve fenol seviyesi ile antiradikal aktivitenin uyarıldığı belirlenmiştir.

Pournavab vd. (2019) çalışmalarında farklı dozlarda UV-C radyasyonuna maruz kalan dört bitki türünün (soya fasulyesi, buğday, ayçiçeği ve çam) çimlenme ve büyüme açısından tepkilerini incelemek amacıyla; çimlenme oranını (GR) ve canlılığı (V), normal fide sayısını (NS) ve ortalama radikula (ALR) ve plumula uzunluklarını (ALP) standart çimlenme ve hızlandırılmış yaşlandırma testleri ile araştırmışlardır. UV-C radyasyonu ile muamele edilen tohumlar, ALR ve ALP değişkenleri için hem standart çimlenme hem de hızlandırılmış yaşlandırma testlerinde, uygulamalar (dozlar) ve türler arasında önemli bir fark ($p < 0.05$) olduğu saptanmıştır. Soya fasulyesi tohumlarının her iki testte de $43.20 \text{ kJ/m}^2/\text{gün}$ dozunda düşük hassasiyet gösterdiği, ayçiçeği ve çam tohumları UV-C radyasyonu altında her iki testte de sırasıyla $8.64 \text{ kJ/m}^2/\text{gün}$ ve $0.864 \text{ kJ/m}^2/\text{gün}$ dozlarında ise yüksek hassasiyet gösterdiği saptanmıştır.

Sadeghianfar vd. (2019), 0 dk (kontrol), 30 dk, 2, 4, 8 ve 12 saat ultraviyole [UV-C (254 nm)] radyasyona maruz bırakılan mısır ve şeker pancarı tohumlarının çimlenme yüzdesi, çimlenme oranı, kök uzunluğu ve plumula uzunluğu üzerindeki etkisini araştırmışlardır. UV-C radyasyon uygulamalarının tohumların çimlenme yüzdesini önemli ölçüde etkilemediğini ($p < 0.05$) ancak tohumların çimlenme oranının UV-C radyasyon uygulamalarından önemli ölçüde etkilendiğini belirlemişlerdir. 8 ve 12 saatlik maruz kalma süresine sahip uygulamalar, sırasıyla mısır ve şeker pancarında en yüksek tohum çimlenme oranlarına ortaya koymuştur. Oysa en düşük tohum çimlenme oranları kontrol grubunda belirlenmiştir. Mısır tohumlarının kök uzunluğu UV-C radyasyon uygulamalarından önemli ölçüde etkilenmiştir, ancak uygulamalar şeker pancarı tohumlarının kök uzunluğunu önemli ölçüde etkilememiştir. 12 saatlik UV-C radyasyon uygulamasına maruz kalma, mısırdaki en büyük kök uzunluğunun oluşmasıyla sonuçlanmış olup, bu kök uzunluğu, kontrol tohumlarının kök uzunluğundan 2.08 cm daha fazla olduğunu göstermiştir. UV-C radyasyon uygulamalarının mısır ve şeker pancarı tohumlarının plumula uzunluğu üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olduğu gözlemlenmiştir. 8 saatlik UV-C maruz kalma süresi, mısır ve şeker pancarında, kontrol tohumlarının plumula uzunluğundan sırasıyla 0.32 cm ve 0.83 cm daha fazla olduğu saptanmıştır. Tohum kabuğunun parçalanması ve sıcaklığın UV-C

radasyonu ile artırılması, gözlemlenen olumlu etkilerin potansiyel nedenleri olarak bildirilmiştir.

Hernandez-Aguilar vd. (2021) çalışmalarında 0, 2, 5, 10 ve 15 dk süreyle UV-C radyasyonuna maruz bıraktıkları Oti fasulye tohumlarında çimlenme özelliklerini ve fasulye fidelerinin fenolik bileşiklerinde meydana gelen değişimleri araştırmışlardır. Araştırma sonucunda i) UV-C radyasyon süresinin 2 dk'dan 15 dk'ya artmasıyla fasulye tohumlarının yüzeyinde morfolojik değişikliklerin ve mikro deliklerin ortaya çıktığını, (ii) 15 dakikaya kadar maruz kalan tohumlarda çimlenme, kuru ağırlık ve fide uzunluğu parametrelerinde önemli istatistiksel farklılıkların ortaya çıkmadığını, (iii) UV-C ile muamele edilen fasulye fidelerinin farklı maruz kalma sürelerine bağlı olarak (0, 2, 5, 10 ve 15 dk) hem köklerde hem de yapraklarda fenolik asit ve flavonoid içerikleri arasında önemli istatistiksel farklılıkların ($P<0.05$) meydana geldiği saptanmıştır. Hem kökler hem de yapraklar için en yüksek fenolik asit konsantrasyonu 10 ve 15 dk UV-C uygulamasında gözlenirken, kök flavonoidleri için en yüksek konsantrasyon 5 ve 15 dk UV-C uygulamasında ortaya çıktığını vurgulamışlardır.

Ozel vd. (2021) çalışmalarında UV-B radyasyonunun Anadolu karaçamı tohumlarının bazı çimlenme ve fide özellikleri üzerine etkilerini araştırmak amacıyla çalışma kapsamında çimlendirme deneyleri için tohumlar 5, 10, 20, 30, 40, 50 ve 60 dk süreyle UV-B radyasyonuna maruz bırakılmıştır. Çalışmada fide boyu (SL), uç tomurcuk uzunluğu (TBL), dal sayısı (BN), kök boğazı çapı (RCD), gövde taze ağırlığı (SFW), kök taze ağırlığı (RFW), gövde kuru ağırlığı (SDW), kök kuru ağırlığı (RDW) ve köklenme yüzdesindeki (RP) değişimler araştırılmıştır. Çalışma sonuçları, artan UV-B radyasyonuna maruz kalma süresinin tüm incelenen özellikleri önemli ölçüde etkilediğini ortaya koymuş olup en az etkilenen özelliğin RP, en çok etkilenen özelliklerin ise RDW, SDW ve RCD olduğu göstermiştir. Araştırma sonucunda en düşük yoğunluktaki uygulamaların bile çoğu özellikte etkili olduğu, 7 saatlik uygulama sonunda fide gelişiminin bazı özellikler açısından %80'den fazla azaldığını, 7 saatlik UV-B uygulamasından en az etkilenen RP'deki azalmanın bile %50'nin üzerinde olduğu gözlenmiştir.

Changjan vd. (2022) Afrika, Tropikal Asya, Malezya ve Avustralya'da yaygın olarak yetiştirilen water convolvulus sebze tohumlarına UV-C ışınlarının tohum çimlenme yüzdesi, çimlenme oranı, kök uzunluğu ve kök kalınlığı üzerine etkilerini araştırmışlardır. Tohumlara 2 (1.4 J/cm^2), 4 (2.9 J/cm^2), 8 (5.8 J/cm^2) ve

12 (8.7 J cm⁻²) saat süreyle UV-C (254 nm) ışını uygulanmıştır. Çimlenen tohumların sayısı 168 saat boyunca her 12 saatte bir gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, UV-C uygulamasının çimlenme oranını, kök uzunluğunu ve kök kalınlığını arttırdığını belirlemişlerdir. 2 saatlik ışınlama işleminin, kontrol ve diğer UV-C uygulamalarıyla karşılaştırıldığında en yüksek tohum çimlenme yüzdesi (%98.89 ± 1.92), çimlenme oranı (2.49 ± 0.40 tohum/saat) ve kök uzunluğuna (33.60 ± 1.68 mm) sahip olduğunu saptamışlardır.

Kamel vd. (2022), yürüttükleri çalışmada, gelişmiş bir sterilizasyon ünitesi kullanarak antiseptik ultraviyole radyasyona yanıt olarak anason, rezene, frenk kimyonu ve kimyon gibi Apiaceae baharatlarının kalitesini araştırmışlardır. UV-C'nin (254 nm, 10.5 mW/cm²) çimlenme yüzdesi, solunum hızı, fenolik içerik, uçucu yağ ve antioksidan enzimlerin aktivitesi üzerindeki etkisi, 5 dakikalık artışlarla 0-45 dakikalık maruz kalma sürelerinde araştırılmıştır. UV-C uygulanan tohumlar, UV işlemi uygulanmadan önce 30 gün boyunca doğal olarak havalandırılan bir depolama odasında polietilen torbalarda paketlenmiştir. Elde edilen veriler, UV-C'nin incelenen tüm türler için tohumların çimlenmesini uyardığını ve solunum hızını arttırdığını göstermiştir. 25 dakikalık UV-C ışınına maruz kalma, tohum gücünün iyi bir göstergesi olarak kabul edilen, kontrole kıyasla en yüksek anlamlı değerleri sergilemiştir. Ayrıca 20 ile 35 dakika arasında UV-C'ye maruz kalma, fenolik bileşiklerin birikimini teşvik etmiş ve radyasyona karşı bir savunma mekanizması olarak yağ içeriğini arttırmıştır. Tersine, UV-C'ye daha yüksek maruz kalma, fenolik ve yağ içeriklerinde önemli bir azalmaya yol açmıştır. Ayrıca, UV-C radyasyonuna maruz kalma, peroksidaz ve katalaz açısından antioksidan enzimlerin aktivitesini arttırmış; bu aktivite, maruz kalma süresi arttıkça giderek artmış, 25-30 dakikada pik seviyesine ulaşmış ve daha sonra maruz kalma süresi uzatıldığında azalmıştır. Benzer şekilde, UV-C radyasyonuna maruz kalma, oksidatif strese karşı antioksidan koruyucu mekanizmaların gelişmesi nedeniyle polifenol oksidaz aktivitesini 25 dakikada en yüksek seviyesine çıkarmıştır. Sonuç olarak, incelenen tohumların canlılığını korumak için 25-30 dakika aralığında UV-C ışınlamasının en uygun ön işlem olduğunu önermişlerdir.

Hernandez-Aguilar vd. (2023) yaptıkları çalışmada UV-C ışığının mercimek (*Lens culinaris*) üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. Çalışmada mercimek parlaklığının kontrol (T0) ve UV-C (T10=10 dakika) ışınlanmış mercimek örnekleriyle karşılaştırıldığında önemli derecede bir değişim (%9)

gösterdiğini belirlemişlerdir. Toplam flavonoidler açısından elde edilen sonuçlara göre, T0'a (42.07 $\mu\text{g mL}^{-1}$) kıyasla 10 dakika UV-C uygulamasının (49.18 $\mu\text{g mL}^{-1}$) %17 artış eğilimi gösterdiğini saptamışlardır.

Stefanello vd (2023) yaptıkları çalışmada farklı sürelerde (0, 1, 2, 4 ve 8 saat) uygulanan UV-C radyasyonun soya fasulyesi tohumunun çimlenme yüzdesi, fide uzunluğu, kök uzunluğu ve kuru kütlesi üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonuçları UV-C (1 saat) ışığına maruz kalan soya fasulyesi tohumlarının çimlenme yüzdesini, fide uzunluğunu ve kuru kütlesini azalttığını ve kök uzunluğundaki azalmanın ise 2 saat ışığa maruz kaldıktan sonra ortaya çıktığını saptamışlardır. Bu çalışma sonucunda soya fasulyesi tohumlarının UV-C radyasyonuna maruz bırakılmasının çimlenme yüzdesini ve başlangıçtaki fide büyümesini etkilediği sonucuna varılmıştır.

2.2 Depolama Sonrası Farklı Tohum Türlerinde Mineral Kompozisyon ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Tohumlara UV radyasyonu uygulama sonrası farklı depolama sıcaklığı ve süresinin mineral kompozisyon ve tohum rengi üzerinde neden olduğu değişimler ile ilgili çalışmalara literatürde rastlanılamamıştır. Bu nedenle farklı sıcaklık ve sürelerde depolanan farklı tohum türlerinin mineral kompozisyonu ve renk kalite parametrelerinde ortaya çıkan değişimler ile ilgili yapılan çalışmalar yer verilmiştir.

Rani vd. (2013) yürüttükleri çalışmada depolama sıcaklığı (0, 20, 30 ve 40 °C), tohum nem içeriği (%12, 14, 16, 18) ve depolama süresinin (16 hafta) barbunya fasulyesindeki biyokimyasal, mikrobiyal ve fiziksel değişiklikler üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmada, tüm depolama değişkenleri (tohum nem içeriği, depolama sıcaklığı ve depolama süresi) çimlenme, serbest yağ asidi değeri (FAV) ve renk değerleri üzerinde önemli ($P<0.05$) etkiye sahip olduğunu belirlemişlerdir. 20, 30 ve 40 °C'de depolanan yüksek nem içerikli (%16, 18 ve 20) örneklerde depolama süresinin artmasıyla birlikte FAV içeriğinin artışına bağlı olarak çimlenmede önemli bir azalma olmuş ve önemli renk değişimi meydana gelmiştir. Daha düşük başlangıç nem içeriğine sahip (%12 ve 14) barbunya fasulyesi, 16 hafta boyunca kayda değer tohum çimlenmesini, tohum kabuğu rengini ve mikrobiyal stabiliteyi koruyarak daha düşük sıcaklıklarda (10 ve 20 °C) güvenli bir şekilde depolanabildiğini göstermiştir. Daha yüksek nem içeriğine sahip barbunya fasulyesi tohumları (%16, 18 ve 20), uzun süreli depolama için sırasıyla

8, 5 ve 3 haftadan önce daha düşük nem seviyelerine kadar kurutulması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Kibar (2015), Bezostaya ve Lancer buğday çeşitlerinin gerçek depolama koşullarında ve galvanizli çelik silolarda 180 günlük depolama süresince tane nemi, ham protein, hektolitre ağırlığı, bin tane ağırlığı gibi kalite özelliklerindeki değişimleri araştırmıştır. Araştırma sonuçlarına göre Bezostaya ve Lancer buğday çeşitlerinde depolama süresinin artmasıyla ham protein, hektolitre ağırlığı ve bin tane ağırlığının azaldığını tespit etmiştir. Tane nem içeriğinin depolama süresiyle birlikte ilk iki aya kadar arttığını daha sonra azaldığını belirlemiştir. Ancak Lancer buğdayında ise tane nem içeriğinin depolamanın üçüncü ayına kadar arttığını sonrasında ise azaldığını saptamıştır.

Kibar (2016) yaptığı çalışmada depolama süresinin (0-90 gün) ve sıcaklığın (10, 12 ve 14 °C) buğday ve mısır tohumlarının nem içeriği, kuru madde, ham protein ve lif, bin tane ağırlığı gibi fonksiyonel özelliklerini nasıl etkilediğini incelemiştir. Sonuçlar, incelenen fonksiyonel özelliklerin depolama süreleri ve sıcaklıklara bağlı olarak depolama koşulları arasında önemli ölçüde farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Depolama süresince minimum kayıpların ortaya çıktığı sıcaklığın 10 °C olması nedeniyle en uygun depolama koşulu olduğu ileri sürmüştür.

Bhandari vd. (2017), çeşitli depolama yapılarının ve nem içeriklerinin kaliteli proteinli mısır tohumunun tohum kalite özelliklerine etkisini incelemiştir. Çalışmada, tüm kombinasyonlarda konvansiyonel konteynerlerin dış çevre şartlarına duyarlı olduğu, hermetik yapıların ise kontrollü bağıl nem seviyesinin %40'ın altında olduğu gözlenmiştir. Tohum gücü için elektriksel iletkenlik (EC), hermetik kapların geleneksel kaplara göre daha yüksek tohum gücü sağladığını göstermiştir. 4 aya kadar tüm uygulamalar istatistiksel olarak çimlenme açısından aynı bulunmuştur. 4 ay sonra her uygulamada önemli bir fark gözlenmiştir. Düşük nem içeriğine sahip uygulamaların neredeyse tamamı, yüksek nem içeriğine sahip uygulamalardan daha iyi sonuçlar verdiği saptanmıştır. EC ile çimlenme arasında negatif bir korelasyon ($R^2=69.7$) bulunmuştur.

Kibar (2019), 10°C' de ve farklı nem seviyelerinde (%4.8, 9.5, %13, %16.7 ve %20, w.b.) 3 ay boyunca depolamanın siyez buğdayının bazı mineral kompozisyonu ve morfo-fizyolojik özellikleri üzerine etkisi araştırmıştır. Buğday

tohumlarının mineral kompozisyonunun nem seviyesinin artmasıyla değişim gösterdiğini, özellikle %16.7 nem seviyesinin üzerinde mineral kompozisyonda azalmalar gözlemlenmiştir. Nem oranının artmasıyla bin tane ağırlığı ve birim hacim ağırlık değerlerinin arttığını tespit etmiştir. Depolama sonunda L^* , a^* , b^* , kroma, hue açısı ve esmerleşme indeksi gibi tohum renk özelliklerinde değişim gözlemlenmemiştir. Sonuç olarak, %9.5 nem seviyesinde depolamanın, tohumların mineral kompozisyonları ve fonksiyonel özellikleri açısından en iyi nem içeriği olduğunu ifade etmiştir.

Kibar ve Kılıç (2020) yaptıkları çalışmada siyez buğdayı tohumlarının farklı depolama süresi (başlangıç, 60., 120., 180., 240., 300. ve 360. günler) ve sıcaklıklar (4°C , 10°C ve 20°C) ile oda koşullarında depolama süresi boyunca ideal depolama sıcaklık koşulları ile mineral kompozisyonu ve teknolojik özelliklerinin (renk, gravimetrik ve boyutsal) belirlenmesini amaçlamıştır. Depolama sıcaklığının artmasıyla tohumların Na, Mg, Mn ve Zn içeriklerinin azaldığı belirlenmiştir. 20°C 'de ve oda koşullarında depolamanın L^* , a^* , b^* ve kroma' da azalmaya neden olduğunu ve nem içeriğinin depolama süresince dalgalanmalar gösterse de depolama sonunda artış gösterdiğini tespit etmişlerdir. Siyez buğdayı tohumlarının en iyi mineral ve teknolojik özelliklerin 4°C depolamada elde edildiğini ve bu sıcaklığı sırasıyla 10°C , 20°C ve oda koşulları izlediğini vurgulamışlardır.

Yeken vd. (2023), farklı sıcaklık (5, 10, 15 ve 20°C) ve sürelerde (0-540 gün) depolanan nohut tohumlarının bazı fenolik, mineral ve renk özelliklerindeki değişimlerini araştırmıştır. Araştırmada depolama sonunda protein, fosfor, magnezyum, kalsiyum, demir, çinko, manganez ve bakır konsantrasyonlarının azaldığını saptamışlardır. Depolama sıcaklığı ve süresine bağlı olarak tohum nem içeriğinde önemli dalgalanmalar gözlemlenmiştir. Depolama süresi L^* değeri dışında tüm renk parametrelerini etkilemiştir. Bu çalışmanın sonuçları, nohut tohumlarının kalitesini korumak için en uygun depolama süresinin 5 veya 10°C düşük depolama sıcaklığı ve 300 günlük depolama süresi olduğunu açıkça ortaya koymuştur.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma 2022-2023 yıllarında Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tohum Bilimi ve Teknolojisi Bölümüne ait Tohum Muhafaza laboratuvarı, soğuk hava deposu ve iklim dolaplarında yürütülmüştür.

3.1 Materyal

Çalışmada materyal olarak “Utrillo” çeşidi bezelye (*Pisum sativum* L.) tohumu kullanılmış olup Intfa tohum şirketinden temin edilmiştir (Fotoğraf 3.1).



Fotoğraf 3.1. Çalışmada kullanılan Utrillo çeşidi bezelye tohumu.

3.2 Yöntem

3.2.1 Ultraviyole-C (UV-C) Uygulaması

UV-C radyasyon ışınlaması 60×100×60 cm boyutlarına sahip ahşap kabinde uygulanmıştır (Fotoğraf 3.2). UV-C ışınlarının tohum kabuğuna zarar vermemesi ve erken tohum çimlenmesinin önlenmesi amacıyla düşük Watt özelliğine sahip UV lamba kullanılmıştır. Bu amaçla kabin içerisinde Philips 15W T8 UV-C (254 nm) lamba kullanılmıştır. Yapılan çalışmalar dikkate alınarak tohumlar ile lamba arasındaki mesafe 30 cm olarak alınmıştır.

Daha önceki çalışmalar dikkate alınarak tohumlara 5, 10 ve 20 dk süreyle UV-C radyasyon uygulaması yapılmıştır. UV-C uygulamaları oda sıcaklığında yapılmıştır (Turan, 2015; Özkaya, 2019; Sarı, 2019).



Fotoğraf 3.2. Çalışmada kullanılan ultraviyole uygulama kabini.

Kabin içerisindeki UV ışık yoğunluğunun ölçümünde UV-C metre (Lutron UVC-254A) kullanılmıştır (Fotoğraf 3.3). Kullanılan lambanın gücü $380 \mu\text{W cm}^{-2}$ olarak ölçülmüştür. UV-C enerji değeri aşağıdaki denklem 3.1 yardımıyla hesaplanmış ve Tablo 3.1’ de verilmiştir.

$$\text{UV-C Enerji Değeri (kJ/m}^2\text{)} = [\text{UV yoğunluğu (W/m}^2\text{)} \times \text{Etki süresi (s)}] / 1000 \quad 3.1$$



Fotoğraf 3.3. Çalışmada kullanılan UV-C metre.

3.2.2 Bezelye Tohumlarının Hazırlanması, Depolanması ve Deneme Deseni

UV-C uygulanan bezelye tohumları tesadüf parselleri deneme desenine göre şeffaf plastik kap içerisine 500 g tohum olacak şekilde hazırlanarak soğuk hava deposu ve iklim dolaplarına (Fotoğraf 3.4) kaldırılarak 15, 20 ve 25 °C sıcaklıkta 12 ay süreyle %50 bağıl nemde depolanmıştır (Tablo 3.1). Kontrol grubu olarak herhangi bir uygulama yapılmayan bezelye tohumları kullanılmıştır.

Tablo 3.1. Çalışmada ele alınan ultraviyole uygulamaları ve depolama koşulları.

Uygulama	Depolama sıcaklığı, °C	Depolama süresi, ay	Lamba gücü, W	UV yoğunluğu, $\mu\text{W cm}^{-2}$	UV-C enerji değeri, kJ m^{-2}
Kontrol	15		-		
	20				
	25				
UV-C-5	15	3, 6, 9, 12			1.14
	20				
	25				
UV-C-10	15		15	380	2.28
	20				
	25				
UV-C-20	15				4.56
	20				
	25				

3.2.3 Nem İçeriği (%)

Depolama süresince depolama ortamlarından alınan tohum paketinden 10 g örnek 0.01 g duyarlılığa sahip hassas terazide tartılıp yaş ağırlığı belirlendikten sonra etüvde 105 °C sıcaklıkta 24 saat süresince kurutulmuştur (Fotoğraf 3.5). Daha sonra etüvden çıkarılan örnekler desikatörde oda sıcaklığına gelene kadar bekletilerek tartılmış ve kuru ağırlıkları belirlenmiştir (Suthar ve Das, 1996). Nem içeriği aşağıda verilen denklem 3.2 ile hesaplanmıştır.

$$\text{Nem içeriği} = \frac{\text{Başlangıç tohum ağırlığı} - \text{Dönem sonu tohum ağırlığı}}{\text{Başlangıç tohum ağırlığı}} \times 100 \quad 3.2$$



Fotoğraf 3.4. UV-C uygulanan tohumların şeffaf plastik kaplara yerleştirilerek depolanması.



Fotoğraf 3.5. Nem içeriği ölçümü.

3.2.4 Birim Ağırlık (kg m^{-3})

Depolama ortamlarından alınan tohum örnekleri boş ağırlığı tartılan ve hacmi bilinen bir kap (522.4 cm^3) içerisine kap yüzeyinden itibaren 10 cm yükseklikten serbest düşme halinde doldurulduktan sonra kabın üst yüzeyinde yığın halinde biriken tohum örnekleri bir spatula yardımıyla kap içerisindeki tohum

örneklerinde sıkışma etkisi olmayacak şekilde sıyrılarak uzaklaştırıldıktan sonra örnek ile dolu kap 0.01 g duyarlılığa sahip hassas terazide tartılmıştır (Fotoğraf 3.6). Daha sonra aşağıdaki denkleme 3.3 yardımı ile birim ağırlık belirlenmiştir (Kibar vd., 2010).

$$\gamma = \frac{G_2 - G_1}{V} \quad 3.3$$

Denklemdede;

γ : Birim hacim ağırlığı (kg m^{-3}),

G_1 : Birim ağırlık kovasının boş ağırlığı (kg),

G_2 : Tohum ile birlikte birim ağırlık kovasının ağırlığı (kg),

V : Birim ağırlık kovasının iç hacmi (m^3)



Fotoğraf 3.6. Birim ağırlık ölçümü.

3.2.5 Elektriksel İletkenlik ($\mu\text{Scm}^{-1} \text{g}^{-1}$)

Tohum örneklerinin elektriksel iletkenlik (EC) değerleri için 50 adet tohum örneği 250 mL destile su içerisinde 24 saat bekletildikten sonra doğrudan EC metre (Thermo Scientific, Orion Star A212) ile ölçülmüştür (Fotoğraf 3.7) (Kibar ve Kibar, 2019).



Fotoğraf 3.7. Elektriksel iletkenlik ölçümü.

3.2.6 Kül İçeriği Analizi (%)

Kül içeriği, AOAC (1990) tarafından geliştirilen metoda göre kurutulmuş tohum örneklerinin gri-beyaz kül elde edilinceye kadar yaklaşık 12 saat boyunca 550 °C'de bir kül fırınında yakılmasıyla tespit edilmiştir (Fotoğraf 3.8) (AACC, 1995).

3.2.7 pH Ölçümü

Tohum örneklerinin pH içerikleri için 50 adet tohum örneği 250 mL destile su içerisinde 24 saat bekletildikten sonra pH metre (Thermo Scientific, Orion Star A111) ile ölçülmüştür (Fotoğraf 3.9) (Kibar ve Kibar, 2019).



Fotoğraf 3.8. Kül içeriği ölçümü.



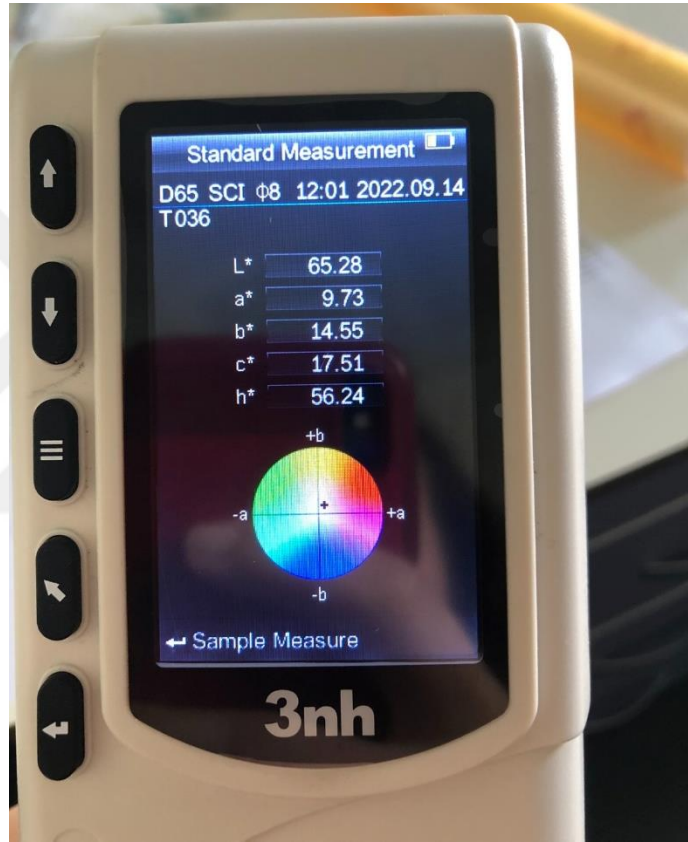
Fotoğraf 3.9. pH ölçümü.

3.2.8 Bin Tane Ağırlığının Belirlenmesi (g)

Birim ağırlık değeri, depolanan tohum örneklerinden 3 tekrarlı olarak alınan 100 adet tohumun tartılması ile elde edilen sonucun 10'la çarpılması ile belirlenmiştir.

3.2.9 Renk Parametrelerinin Ölçümü

Depolama sonrası tohumların renk özellikleri, L^* , a^* , b^* , kroma ve hue açısı renk değerleri, bir renk ölçer cihazı (3NH NR60CP) kullanılarak belirlenmiştir (Fotoğraf 3.10) (Xiao vd., 2012; Bazoni vd., 2017).



Fotoğraf 3.10. Tohum renginin ölçümü.

3.2.10 Makro ve Mikro Element Analizi (mg 100 g⁻¹)

Ca, K, Mg, P ve Zn element analizleri için tohum örnekleri etüvde 65 °C'de sabit ağırlığa ulaşmaya kadar kurutulduktan sonra öğütülen tohum örnekleri yaş yakıldıktan sonra element içerikleri İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektroskopisi (ICP-MS, Thermo Scientific X Series) cihazında belirlenmiştir (Fotoğraf 3.11) (Kacar ve Inal 2008; Kibar ve Temel, 2016).



Fotoğraf 3.11. Element analizi için öğütülen ve paketlenen tohum örnekleri.

3.2.11 Çimlendirme Çalışması

Çimlendirme çalışması 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 20 tohum olacak şekilde tamamen tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Çalışma, iklimlendirme kabininde 23 ± 2 °C sıcaklıkta, 10 gün boyunca karanlık koşullar altında gerçekleştirilmiştir (Atak vd., 2008). Tohumlar petri kabına yerleştirilmeden önce %5'lik sodyum hipoklorit (NaClO) solüsyonunda 1 dakika süreyle sterilize edildikten sonra destile su ile yıkanmıştır. Daha sonra tohumlar filtre kağıtları üzerinde oda sıcaklığında kurutulmuştur. Çimlendirme için 12 cm çapında cam petri kapları kullanılmıştır. Tohumlar, her petri kabına 20 adet olacak şekilde Whatman filtre kağıtları üzerine yerleştirildi ve üzerine 20 mL destile su eklendi. Petri kaplarının kapakları kapatılarak parafilm ile sarılmış ve tohumlar iklimlendirme kabininde çimlenmeye bırakılmıştır (Fotoğraf 3.12). Çimlendirme ortamındaki nem azalıp kurumaya başlayınca petri kaplarına eşit miktarda destile su tekrar eklenmiştir. 1-2 mm uzunluğunda kökçüklere sahip tohumların çimlenme için yeterli olduğu kabul edilmiştir (Okçu vd., 2005). Çimlenen tohumlar 3. 5. 7. ve 10. günde sayılmıştır. Çimlendirme denemesine ilişkin aşağıdaki parametreler belirlenmiştir (Ellis ve Roberts, 1981; Scoot vd., 1984; Şehirli, 1997; Abazarian vd., 2011). Çimlendirme çalışmasına ilişkin fotoğraflar, Fotoğraf 3.12'de gösterilmiştir.

$$\text{Çimlenme yüzdesi (ÇY)} = \frac{N_g}{N_t} \times 100 \quad 3.4$$

$$\text{Ortalama çimlenme süresi (OÇS)} = \frac{\sum(T_i \times N_i)}{\sum N_i} \quad 3.5$$

$$\text{Çimlenme hızı (ÇH)} = \frac{7.\text{günde imlenen tohum sayısı}}{\text{Toplam tohum sayısı}} \quad 3.6$$

$$\text{Çimlenme enerjisi (ÇE)} = \frac{3. \text{ günde çimlenen tohum sayısı}}{\text{Toplam tohum sayısı}} \quad 3.7$$

$$\text{Çimlenme indeksi (ÇI)} = \frac{S_1}{t_1} + \frac{S_2}{t_2} + \frac{S_3}{t_3} + \dots + \frac{S_n}{t_n} \quad 3.8$$

Denklemlerde;

N_g : Çimlenen tohum sayısı,

N_t : Toplam tohum sayısı,

N_i : Ölçümün yapıldığı günde çimlenen tohum sayısı,

T_i : Tohum ekiminden itibaren kaçınıcı günde ölçüm yapıldığı,

S : Tohum ekiminden sonraki t. günde çimlenen tohum sayısı,

t : Tohum ekiminden sonraki gün sayısı



Fotoğraf 3.12. Bezelye tohumlarına ilişkin çimlendirme çalışması.

3.2.12 Verilerin Değerlendirilmesi

Tez çalışması sonucunda elde edilen veriler JMP Pro 16 istatistik paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Depolama sonrası UV-C uygulama süresi × depolama süresi, UV-C uygulama süresi × depolama sıcaklığı, depolama süresi × depolama süresi interaksyonları ile UV-C uygulama süresi,

depolama süresi ve depolama sıcaklığı uygulamalarına ait istatistiksel olarak önemli saptanan ortalamalar arasındaki farklılıklar, LSD çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir. Çalışmada tüm ölçüm ve analizler 3 tekrarlamalı olarak yapılmıştır.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Nem İçeriği

Bezelye tohumlarının depolama çalışmasında ultraviyole-C uygulama süresi (UVS), depolama sıcaklığı (DS) ve süresine (DT) bağlı olarak tohumlarda görülen nem içeriği değişimleri Tablo 4.1’de verilmiştir. Tohum nem içeriği üzerine UVS, depolama sıcaklığı ve depolama süresinin etkisi $P<0.01$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. $UVS \times DT$ ve $DS \times DT$ interaksiyonlarının tohum nem içeriğine etkisi de istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Fakat, $UVS \times DS$ ile $UVS \times DS \times DT$ interaksiyonlarının tohum nem içeriğine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). UVS’ye bağlı olarak en düşük nem içeriği 20 dk UV-C uygulanan (%5.64) tohumlardan elde edilmiştir. Depolama süresi yönünden en yüksek tohum nem içeriği depolamanın 360. gününde (%6.71) belirlenirken en düşük nem içeriği depolamanın 90. gününde (%5.04) belirlenmiştir. Depolama sıcaklığı bakımından en yüksek tohum nem içeriği (%6.46) kontrol uygulamasında bulunmuştur. $UVS \times DS \times DT$ interaksiyonunda en yüksek tohum nem içeriği (%7.67) kontrol $\times 15^\circ\text{C} \times 360.$ gün interaksiyonunda gözlenirken en düşük tohum nem içeriği (%3.68) 20 dk $\times 25 \times 90.$ gün interaksiyonunda gözlenmiştir.

Depolamanın temel amacı ürün kalitesinin bozulmasını önlemektir. Bu bozulma dolaylı olarak tohumun nem hareketlerinin kontrol edilmesi ile önlenebilir. Tohum nem içeriği, hasat ve hasat sonrası işleme sırasında tohumun kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olan önemli bir özelliktir (Watson, 1987). Bu nedenle tohum nem içeriği ekonomik açıdan önemlidir. Tohum tanesindeki nem seviyesi, öncelikle güvenli depolama seviyelerine kadar kurutulmalı ve kurutma sonrası ağırlık kaybı anlamına gelen ‘büzülme’ genellikle pazar fiyatını belirler (Watson, 1987; Nelson, 1994). Bu nedenle, tohum nem içeriğinin belirlenmesi kritik öneme sahiptir. Bu çalışmada düşük tohum nem içeriği 25°C depolama sıcaklığında belirlenmiştir. Ayrıca 360 günlük depolama süresinin sonunda da yüksek tohum nem içeriği de belirlenmiştir. Kibar ve Kılıç (2020), siyez buğdayının farklı sıcaklıklarda 360 günlük depolanmasının sonucunda, yüksek sıcaklıklarda tohum nem içeriğinin azaldığını depolama süresinin sonunda ise tohum nem içeriğinin arttığını belirlemişlerdir. Bunun temel nedeninin, tohumların kapalı polietilen torbalarda muhafazası nedeniyle tohumların farklı sıcaklıklarda, farklı

Tablo 4.1. Ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin nem içeriği (%) üzerine etkileri.

UVS	DS	Depolama süresi (gün)					Ortalamlar				P değerleri			
		0	90	180	270	360	UVS	DS	UVS × DS	DS × DT				
Kontrol	15	6.31	5.72	6.40	7.23	7.67	6.11A	15	6.66	6.46A	15 × 0	6.28BCD		
	20		5.32	5.82	5.99	6.76		6.04						
	25		5.04	5.09	5.43	6.31		5.64						
Ort. UVS × DT		6.31A-E	5.36G	5.77D-G	6.22A-F	6.92A					15 × 90	5.59EF		
5	15	6.50	6.28	6.42	6.73	7.21	6.19A	20	6.63	5.92B	15 × 180	6.33BCD	UVS	**
	20		4.88	5.70	6.22	6.57		5.97	15 × 270		6.87AB			
	25		5.77	5.14	6.10	6.41		5.98	15 × 360		7.23A			
Ort. UVS × DT		6.50A-D	5.64EFG	5.76D-G	6.35A-E	6.73AB					20 × 0	6.28BCD	DS	**
10	15	6.37	6.15	6.26	6.78	6.99	5.96A	25	6.51	5.55C	20 × 90	4.84G	DT	**
	20		5.18	5.81	6.06	6.56		6.00	20 × 180		5.73DE	UVS × DS	öd	
	25		4.33	4.90	4.99	6.30		5.38	20 × 270		6.11CDE	UVS × DT	**	
Ort. UVS × DT		6.37A-E	5.22G	5.66EFG	5.95C-G	6.62ABC					20 × 360	6.62ABC	DS × DT	**
20	15	5.95	4.20	6.25	6.73	7.05	5.64B		6.04		25 × 0	6.28BCD	UVS × DS × DT	öd
	20		3.98	5.60	6.17	6.59			5.66		25 × 90	4.71G		
	25		3.68	4.80	5.57	6.09			5.22		25 × 180	4.98FG		
Ort. UVS × DT		5.95C-G	3.96H	5.55FG	6.16B-F	6.58ABC					25 × 270	5.53EF		
Ort. DT		6.28B	5.04D	5.68C	6.17B	6.71A					25 × 360	6.28BCD		

UVS: Ultraviyole-C uygulama süresi (dakika); DS: depolama sıcaklığı (°C); DT: depolama süresi (gün).
Farklı harfler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar vardır. öd: önemli değil; (P>0.05); **: P<0.01.

seviyelerde solunum yapması olarak bildirmişlerdir. Ayrıca 360 günlük depolamanın sonunda solunum yoluyla ortama daha fazla ısı verilmesi, tohum nem içeriğinin artışına neden olduğunu da bildirmişlerdir. Kibar vd. (2021) kinoa tohumlarını farklı depolama sıcaklıklarında 360 gün depolamışlardır. 25 °C × 360 gün interaksyonunda tohum nem içeriğinin arttığını belirlemişlerdir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre yüksek depolama sıcaklığı ve uzun depolama sürelerinde tohum nem içeriklerinde artışlar gözlenmiştir.

4.2 Birim Ağırlık

Utrillo bezele çeşidi tohumlarının deneme süresince belirlenen birim ağırlık değerleri Tablo 4.2’de verilmiştir. UVS ve depolama süresinin birim ağırlık üzerine etkisi $P < 0.01$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunurken depolama sıcaklığının etkisi ise önemsiz ($P > 0.05$) bulunmuştur. Birim ağırlık üzerine UVS × DT interaksyonunun etkisi önemli ($P < 0.01$) gözlenirken UVS × DS, DS × DT ve UVS × DS × DT interaksyonlarının etkisi önemsiz ($P > 0.05$) olarak saptanmıştır. Tüm uygulamalar incelendiğinde en yüksek birim ağırlık (757.46 kg m^{-3}) 20 dk × 20 °C × 360 gün interaksyonunda saptanmıştır. UVS’ye bağlı olarak 20 dk UV-C uygulamasındaki birim ağırlık değeri (726.64 kg m^{-3}) kontrol uygulamasındaki birim ağırlığa (730.70 kg m^{-3}) göre daha düşük bulunmuştur. Depolama sıcaklığı bakımından 15 °C’de depolanan tohumların birim ağırlık değeri (731.13 kg m^{-3}), 25 °C’de depolanan tohumların birim ağırlığına (729.47 kg m^{-3}) göre daha yüksek bulunmuştur. UVS × DT interaksyonuna göre birim ağırlık değerleri kontrol uygulamasında depolama öncesine göre 90. 270. ve 360. günlerde artış göstermiş olup depolamanın 180. gününde azalış göstermiştir. 5 ve 10 dk UV-C uygulama sonrası birim ağırlık değerleri depolama öncesine göre azalışlar göstermiştir.

Birim ağırlık değerleri tohumun nem içeriğindeki artış ve azalışa paralel değişimler göstermiştir. Bunun nedeni, tohum nem içeriği arttıkça tohum ağırlığının artışına bağlı olarak birim ağırlık değerinin de artış göstermesi olarak açıklanabilir. Yine tohum nem içeriği azaldığında tohumun ağırlığı azalmakta sonuç olarak da birim ağırlık değeri azalmaktadır. Kibar (2016) 10, 12 ve 14 °C sıcaklıklarda 90 gün süre ile depolanan buğday ve mısır tohumlarında yüksek depolama sıcaklığında nem içeriğinin azaldığını buna bağlı olarak da birim ağırlık değerlerinin azaldığını belirlemişlerdir. Tez çalışmasından elde edilen sonuçlar araştırmacının elde ettiği sonuçlara benzerlik göstermiştir.

Tablo 4.2. Ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin birim ağırlık (kg m^{-3}) üzerine etkileri.

UVS	DS	Depolama süresi (gün)					Ortalamlar				P değerleri										
		0	90	180	270	360	UVS	DS	UVS × DS	DS × DT											
Kontrol	15	734.47	740.00	737.48	735.01	727.74	730.70AB	15	734.94	731.13	727.16	15 × 0	736.61								
	20		719.80	722.65	737.95	735.20		730.01													
	25		716.16	724.00	728.08	733.07															
Ort. UVS × DT		734.47A-D	725.32DEF	728.04C-F	733.68A-D	732.01B-E					15 × 90	728.59									
5	15	746.85	728.06	712.85	735.52	737.17	732.94A	20	732.09	731.08	733.97	15 × 180	718.30	UVS	**						
	20		711.85	719.82	747.28	737.98		732.76	15 × 270			735.72									
	25		711.83	719.51	746.42	745.25			15 × 360			736.45									
Ort. UVS × DT		746.85A	717.25EFG	717.39EFG	743.07AB	740.13ABC					20 × 0	736.61	DS	öd							
10	15	740.82	724.85	713.00	736.64	744.01	731.96A	25	731.86	729.47	730.54	20 × 90	721.70	DT	**						
	20		726.58	712.91	742.66	744.37		733.47	20 × 180			715.41	UVS × DS	öd							
	25		727.65	722.96	727.39	733.89			20 × 270			737.92	UVS × DT	**							
Ort. UVS × DT		740.82ABC	726.36C-F	716.29FG	735.56A-D	740.76ABC					20 × 360	743.75	DS × DT	öd							
20	15	724.29	721.45	709.85	735.70	736.89	726.64B														
	20		728.56	706.28	723.80	757.46											725.64	25 × 0	736.61	UVS × DS × DT	öd
	25		724.87	706.46	727.23	748.25											728.08	25 × 90	720.13		
Ort. UVS × DT		724.29DEF	724.96DEF	707.53G	728.91B-F	747.53A					25 × 180	718.23									
Ort. DT		736.61A	723.47B	717.31C	735.31A	740.11A					25 × 270	732.28									
											25 × 360	740.12									

UVS: Ultraviyole-C uygulama süresi (dakika); DS: depolama sıcaklığı (°C); DT: depolama süresi (gün).
Farklı harfler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar vardır. öd: önemli değil; (P>0.05); **: P<0.01.

4.3 Elektriksel İletkenlik

Bezelye tohumlarında depolama süresince elektriksel iletkenlik üzerine ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve depolama süresinin etkisi incelendiğinde elde edilen değerler arasındaki farklılıklar $P<0.01$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 4.3). Elektriksel iletkenlik üzerine UVS \times DT interaksiyonunun etkisi $P<0.01$ düzeyinde önemli bulunurken DS \times DT interaksiyonunun etkisi $P<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Ancak UVS \times DS ile UVS \times DS \times DT interaksiyonlarının tohumların elektriksel iletkenlik üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). En yüksek elektriksel iletkenlik değeri ($19.74 \mu\text{Scm}^{-1} \text{g}^{-1}$) 20 dk UV-C uygulama süresinde 25°C depolama sıcaklığı ile depolamanın 180. gününde belirlenirken en düşük ($10.81 \mu\text{Scm}^{-1} \text{g}^{-1}$) kontrol uygulamasında 15°C sıcaklıkta depolamanın 360. gününde belirlenmiştir. Depolama boyunca UV-C uygulama süresi ile depolama sıcaklığındaki artışlara ve UVS \times DS interaksiyonuna bağlı olarak elektriksel iletkenlik değerlerinde az da olsa artışlar gözlenmiştir. Fakat UVS \times DT interaksiyonuna bağlı olarak elektriksel iletkenlik değerlerinde genel olarak düşüş eğilimi gözlemlenmiştir.

Bezelye tohumlarının canlılığını değerlendirmek için elektriksel iletkenlik testi AOSA (2002) tarafından önerilmektedir. Çalışmalar yer fıstığı, mısır, soya fasulyesi, susam ve diğer sebze, meyve ve orman türleri için elektriksel iletkenlik testinin etkinliğini göstermiştir (Fessel vd., 2006; Alves ve Sa, 2009; Torres vd., 2009; Barbosa vd., 2012a, b; Barbosa vd., 2013; Delazeri vd., 2016). Bezelye için Machado vd. (2011) ve Ferreira vd. (2017a) bezelye tohumların canlılığını sınıflandırmak için bu testin etkinliğini göstermiştir.

Elektriksel iletkenlik değerleri 20 dk UV uygulaması ile 25°C depolama sıcaklığında artış göstermiştir. Elektriksel iletkenlik testi, hücre zarlarının bütünlüğü ile ilişkili olan, çözültide salınan sızıntı suyu miktarına dayanmaktadır (Binotti vd., 2008). Dolayısıyla 20 dk UV uygulaması ve 25°C 'de bulunan yüksek elektriksel iletkenlik değerleri, bu tohum partilerindeki yüksek düzeydeki tohum bozulmasını güçlendirmektedir. Tohum nem içeriği, 20 dk UV uygulaması ile kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında %5.64'ten %6.11'e artmış ve 25°C depolama sıcaklığı ile 15°C depolama sıcaklığı karşılaştırıldığında %5.55'ten %6.46'ya artış göstermiştir. Buna paralel olarak elektriksel iletkenlik değerleri de azalış göstermiştir. Bu sonuçlar, Leão vd. (2012) tarafından fasulye tohumları için

Tablo 4.3. Ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin elektriksel iletkenlik ($\mu\text{Scm}^{-1} \text{g}^{-1}$) üzerine etkileri.

UVS	DS	Depolama süresi (gün)					Ortalamalar				P değerleri		
		0	90	180	270	360	UVS	DS	UVS × DS	DS × DT			
Kontrol	15	16.74	10.98	16.49	13.82	10.81	14.32B	15	13.77	15 × 0 15.89BC			
	20		11.61	15.92	13.90	12.98		14.09C	14.23				
	25		12.20	16.97	17.31	11.65		14.98	15 × 90 12.46F				
Ort. UVS × DT		16.74ABC	11.60G	16.46ABC	15.01A-E	11.81G							
5	15	16.85	13.76	14.51	14.42	11.43	14.66AB	20	14.19	15 × 180	15.50BCD	UVS	**
	20		12.24	15.25	15.50	13.21		14.77B	14.61	15 × 270	14.09C-F		
	25		12.92	17.38	15.65	13.14		15.19	15 × 360	12.50F	DS		
Ort. UVS × DT		16.85AB	12.97EFG	15.71A-D	15.19A-E	12.59FG				20 × 0	15.89BC	DT	**
10	15	14.92	11.88	15.22	14.11	13.39	14.85AB	25	13.91	20 × 90	13.12EF	UVS × DS	öd
	20		13.59	17.33	15.10	13.99		15.52A	14.98	20 × 180	16.11AB	UVS × DT	**
	25		13.41	18.14	17.39	14.44		15.66	20 × 270	15.05B-E	DS × DT	*	
Ort. UVS × DT		14.92A-F	12.96EFG	16.90AB	15.53A-D	13.94D-G				20 × 360	13.66DEF	UVS × DS × DT	öd
20	15	15.05	13.22	15.79	14.01	14.35	15.33A		14.48	25 × 0	15.89BC		
	20		15.05	15.93	15.70	14.45		15.24	25 × 90	13.32EF			
	25		14.75	19.74	16.50	15.23		16.26	25 × 180	18.06A			
Ort. UVS × DT		15.05A-E	14.34C-F	17.15A	15.40A-D	14.68B-F				25 × 270	16.71AB		
Ort. DT		15.89AB	12.97C	16.56A	15.28B	13.26C				25 × 360	13.62DEF		

UVS: Ultraviyole-C uygulama süresi (dakika); DS: depolama sıcaklığı (°C); DT: depolama süresi (gün).

Farklı harfler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar vardır. öd: önemli değil; (P>0.05); *: P<0.05; **: P<0.01.

elde edilen yüksek elektriksel iletkenlik değerlerinin, %9 - %11 arasındaki tohum nem içeriğinin artış ile ilişkilendirilen sonuçları desteklemektedir. Vieira vd. (2002), soya fasulyesinde tohum nem içeriğinin %7'den %17'ye artmasıyla elektrik iletkenlik değerinde bir azalma olduğunu bildirmiştir. Costa vd. (2008) bezelye tohumlarında da aynı davranışı gözlemlemiştir. Tohum nem içeriği arttığında elektriksel iletkenlik değerlerinin azalması membran sistem yapısıyla açıklanabilir. Yüksek su içeriği değerleri hücre zarlarının yeniden düzenlenmesine neden olmakta ve sonuç olarak emme çözeltisindeki elektrolit salınımını azaltmaktadır (Loeffler vd., 1988). Ayrıca Barbosa vd. (2012b) tarafından yüksek su içeriğine sahip tohumlarda yeniden yapılanma süresinin, düşük su içeriğine sahip tohumlara göre daha kısa olduğu bildirilmiştir.

Depolama sıcaklığı yönünden değerlendirme yapıldığında; sıcaklık artışının viskozitede bir azalmaya, suyun kinetik enerjisinde bir artışa ve iyon ayrışmasında bir artışa neden olduğu ve bunun da yüksek elektriksel iletkenlik değerleri ile sonuçlandığı rapor edilmiştir (Steidle Neto vd., 2005; Marcos-Filho, 2015). Düşük sıcaklıklarda, emme çözeltisinin viskozitesinde bir artışın olduğu, bu durumun iyon hareketliliğini azaltabileceği ve sonuç olarak testten elde edilen değerlerin düşmesine neden olabileceği vurgulanmıştır (Marcos-Filho, 2015). Bu çalışmada da yüksek depolama sıcaklığında yüksek elektriksel iletkenlik değerleri saptanmıştır. Bu nedenle, çalışmadan elde edilen bulgular, Leão vd. (2012)'nin fasulye tohumu emme çözeltisindeki sızıntı suyu miktarının, test 30 °C'de gerçekleştirildiğinde daha yüksek olduğu çalışmasını desteklemektedir. Bu durumun, yüksek sıcaklıklarda suyun viskozitesinin azalması nedeniyle iyon hareketliliğinin artmasıyla ilgili olduğu bildirilmiştir (Loeffler vd., 1988). Genel olarak çözeltinin elektriksel iletkenliği düşük depolama sıcaklıklarında düşük belirlenmiştir. Düşük sıcaklıklara bağlı olarak azalan elektriksel iletkenlik değerleri de Fessel vd. (2010) tarafından rapor edilmiştir. Benzer sonuç Panobianco vd. (2007) tarafından, 10 °C'de depolanan bezelye tohumlarındaki bozulmanın membran bütünlüğünün kaybıyla ilgili olmayabileceğini, çünkü bu sıcaklıkta daha fazla onarım veya yeniden düzenleme olabileceğini ve buna bağlı olarak elektriksel iletkenlik değerlerinin azalabileceğini gözlemlemiştir.

4.4 Kül İçeriği

Çalışmada Utrillo bezelye tohumlarının belirlenen kül içerikleri Tablo 4.4'te verilmiştir. Tablo 4.4 incelendiğinde kül içeriği üzerine depolama süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli belirlenirken ($P<0.01$) ultraviyole-C uygulama süresi ve depolama sıcaklığının etkileri önemsiz ($P>0.05$) olarak belirlenmiştir. İnteraksiyonların kül içeriği üzerine etkileri incelendiğinde UVS \times DT ($P<0.01$) interaksiyonu hariç diğer tüm interaksiyonların etkileri önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur. UV-C uygulama süresine bağlı olarak kül %2.62-2.64, depolama sıcaklığına bağlı olarak %2.57-2.66 ve depolama süresine bağlı olarak %2.49-2.90 arasında değişim göstermiştir. Deneme süresince en yüksek kül içeriği (%3.17) 10 dk UV-C uygulama süresinde 20 °C depolama sıcaklığı ile depolamanın 360. gününde elde edilirken, en düşük (%2.21) 20 dk UV-C uygulama süresine bağlı olarak depolamanın başlangıcında elde edilmiştir.

Uygulamalara bağlı olarak kül içeriğinde değişimler saptanmıştır. Kibar vd. (2021) 4, 10 ve 25 °C sıcaklıkta 360 gün süreyle depoladığı kinoa tohumlarında kül içeriğinin 25 °C depolama sıcaklığında en yüksek değere ulaştığını belirlemişlerdir. Bu çalışmanın sonuçlarına benzer sonuçlar tez çalışmasında da elde edilmiştir. Bu çalışmanın aksine Ferreira vd. (2017b), 12 ay boyunca %14 ve %17 tohum nem içeriğinde depolanan siyah fasulye tohumlarında ve Nasar-Abbas vd. (2008), 27 °C'de 12 ay depolanan baklanın kül içeriğinin, uzun süreli depolama sırasında değişmeden kaldığını gözlemlemiştir. Dolayısıyla, kül içeriğindeki değişiklikler temel olarak toprak türleri, genetik farklılıklar ve gübre kullanımından da kaynaklanabilmektedir (Zielinski ve Kozlowski, 2000; Miranda vd., 2009).

4.5 pH İçeriği

Bezelye tohumlarında farklı uygulamalara bağlı olarak ölçülen pH içerikleri Tablo 4.5'te verilmiştir. Çalışma sonunda istatistiksel olarak sadece depolama süresine bağlı olarak pH içerikleri arasında önemli ($P<0.01$) farklılıklar bulunmuştur. Diğer tüm uygulamalar ve interaksiyonların pH içeriği üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur. Depolama öncesi pH içeriği kontrol uygulamasında 5.96 olmakla beraber, kontrole göre kıyaslandığında artan UV-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve depolama süresi ile tohumların pH içeriklerinde düşük düzeyde de olsa azalmalar görülmüştür. Çalışmada en yüksek pH içeriği (6.84) 5 dk UV-C uygulama süresinde 25 °C depolama sıcaklığı

Tablo 4.4. Ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin kül içeriği (%) üzerine etkileri.

UVS	DS	Depolama süresi (gün)					Ortalamalar				P değerleri			
		0	90	180	270	360	UVS	DS	UVS × DS	DS × DT				
Kontrol	15		2.61	2.35	2.73	2.73	2.62	15	2.59	15 × 0 15 × 90 15 × 180 15 × 270 15 × 360		2.50		
	20	2.55	2.83	2.56	2.28	2.52		2.57	2.55					
	25		3.14	2.56	2.50	2.80		2.71	2.79					
Ort. UVS × DT		2.55B-F	2.86A-D	2.49DEF	2.50C-F	2.68A-E								
5	15		2.86	2.65	2.45	2.28	2.64	20	2.60	15 × 180 15 × 270 15 × 360		2.47		
	20	2.75	3.01	2.32	2.56	2.62		2.62	2.65					
	25		2.99	2.53	2.50	2.56		2.67	2.53					
Ort. UVS × DT		2.75A-E	2.95A	2.50C-F	2.50C-F	2.49DEF				20 × 0	2.50	UVS	öd	
10	15		2.78	2.49	2.52	2.56	2.64	25	2.57	20 × 90 20 × 180 20 × 270 20 × 360		2.97	DT	**
	20	2.50	3.12	2.24	2.71	3.17		2.66	2.75					
	25		2.77	2.67	2.48	2.61		2.61	2.48					
Ort. UVS × DT		2.50C-F	2.89ABC	2.47EF	2.57A-F	2.78A-E						DS × DT	öd	
20	15		2.89	2.39	2.61	2.56	2.58		2.53	25 × 0 25 × 90 25 × 180 25 × 270 25 × 360		2.50	UVS × DS × DT	öd
	20	2.21	2.92	2.42	2.38	2.82		2.58	2.55					
	25		2.91	2.66	2.94	2.53		2.65	2.96					
Ort. UVS × DT		2.21F	2.91AB	2.49DEF	2.64A-E	2.64A-E								
Ort. DT		2.50BC	2.90A	2.49C	2.55BC	2.65B								

UVS: Ultraviyole-C uygulama süresi (dakika); DS: depolama sıcaklığı (°C); DT: depolama süresi (gün).
Farklı harfler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar vardır. öd: önemli değil; (P>0.05); **: P<0.01.

Tablo 4.5. Ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin pH içeriği (%) üzerine etkileri.

UVS	DS	Depolama süresi (gün)					Ortalamlar				P değerleri		
		0	90	180	270	360	UVS	DS	UVS × DS	DS × DT			
Kontrol	15	5.96	5.74	5.91	6.04	5.71	5.88	15	5.87	15 × 0 15 × 90 15 × 180 15 × 270 15 × 360		UVS	öd
	20		5.72	5.82	5.98	5.82		5.88	5.86				
	25		5.76	5.89	6.09	5.77		5.88	5.90				
Ort. UVS × DT		5.96	5.74	5.87	6.04	5.77				15 × 90	5.75		
5	15	5.95	5.74	5.85	6.10	5.82	5.96	20	5.89	15 × 180	5.87	DS	öd
	20		5.73	5.85	6.13	5.82		5.88	5.90	15 × 270	6.04		
	25		5.72	5.88	6.09	6.84		5.88	6.09	15 × 360	5.78		
Ort. UVS × DT		5.95	5.73	5.86	6.10	6.16				20 × 0	5.95	DS	öd
10	15	5.95	5.74	5.86	6.04	5.78	5.89	25	5.87	20 × 90	5.76	DT	**
	20		5.76	5.90	6.09	5.74		5.96	5.89	20 × 180	5.86	UVS × DS	öd
	25		5.78	5.90	6.07	5.85		5.96	5.91	20 × 270	6.05	UVS × DT	öd
Ort. UVS × DT		5.95	5.76	5.89	6.07	5.79				20 × 360	5.80	DS × DT	öd
20	15	5.94	5.77	5.88	5.98	5.80	5.90		5.87	25 × 0	5.95	UVS × DS × DT	öd
	20		5.81	5.87	5.99	5.82			5.89	25 × 90	5.77		
	25		5.82	5.95	6.04	5.88			5.92	25 × 180	5.91		
Ort. UVS × DT		5.94	5.80	5.90	6.01	5.83				25 × 270	6.07		
Ort. DT		5.95AB	5.76C	5.88BC	6.05A	5.89BC				25 × 360	6.09		

UVS: Ultraviyole-C uygulama süresi (dakika); DS: depolama sıcaklığı (°C); DT: depolama süresi (gün).
Farklı harfler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar vardır. öd: önemli değil; (P>0.05); **: P<0.01.

ile depolamanın 360. gününde elde edilmiştir. En düşük pH içeriği ise (5.71) kontrol uygulamasında 15 °C depolama sıcaklığı ile depolamanın 360. gününde elde edilmiştir.

Hidrojen iyonu konsantrasyonu (pH) için depolama süresine bağlı olarak yapılan değerlendirmede depolama öncesine göre azalış ortaya çıkmıştır. Martin-Cabrejas vd. (1997), tropikal koşullarda (30-40 °C, >%75 bağıl nem) 5 yıl boyunca depolanan fasulye tohumlarının pH değerinin, taze toplanmış fasulye tohumları ile karşılaştırıldığında azaldığını gözlemlemiştir. Tez çalışmasından elde edilen sonuçlar bu çalışmadan elde edilen sonuçlara benzerlik göstermiştir. Tohumlar için optimum pH değeri 7 olarak kabul edilmiştir (Kibar, 2019). Bu çalışmada pH değerleri genellikle kabul edilen değer altında bulunmuştur. Tohumda, düşük pH içeriğinin gözlenmesi asidik bir yapıya sahip olduğunun göstergesidir.

4.6 Bin Tane Ağırlığı

Uygulamalara bağlı olarak bezelye tohumlarının bin tane ağırlığında meydana gelen değişimler Tablo 4.6'da verilmiştir. Çalışmada ölçülen bin tane ağırlıkları arasında UVS ve depolama süresi uygulamalarında $P < 0.01$ düzeyinde; DS uygulaması ile $UVS \times DS$, $UVS \times DT$ ve $UVS \times DS \times DT$ interaksiyonlarında ise $P < 0.05$ düzeyinde istatistiksel farklılıklar bulunmuştur. Ancak $DS \times DT$ interaksiyonuna bağlı olarak bin tane ağırlığı değerleri arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır ($P > 0.05$). Bin tane ağırlığı $UVS \times DS \times DT$ interaksiyonuna bağlı olarak kontrol uygulamasında depolama öncesi 395.03 g olarak belirlenmiş olup depolama sonunda azalışların olduğu görülmüştür. UVS ile DS uygulamasında kontrole kıyasla yine azalmalar ortaya çıkmıştır. Depolama süresi bakımından depolamanın 360. gününde depolama öncesine (0. gün) göre yine azalışların olduğu gözlenmiştir.

Bin tane ağırlığı doğrudan tohumun içerdiği nem miktarı ve tohumun boyutu ile ilişkilidir. Bin tane ağırlığına göre: < 10 g küçük tohumlu, 10-100 g orta büyüklükteki tohum ve > 100 g büyük tohum olarak sınıflandırılır (Taylor, 2020). Tohumun içerdiği nem düzeyindeki artışlar bin tane ağırlığı üzerinde artışa neden olurken, nem düzeyindeki azalışlar ise bin tane ağırlığının da azalmasına neden olmaktadır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre tohum bünyesindeki nem düzeyinin artışında genel olarak bin tane ağırlığında artışlar gözlenmiştir. Yine tohumun nem düzeyi azaldığında ise genel olarak azalışlar ortaya çıkmıştır.

Tablo 4.6. Ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin bin tane ağırlığı (g) üzerine etkileri.

UVS	DS	Depolama süresi (gün)					Ortalamalar				P değerleri			
		0	90	180	270	360	UVS	DS	UVS × DS	DS × DT				
Kontrol	15	395.03a	380.90ab	380.23ab	388.13ab	383.37ab	383.49A	15	385.53A	380.34A	15 × 0	387.07		
	20		364.03ab	375.53ab	377.43ab	390.97ab		380.60AB						
	25		373.57ab	374.60ab	383.67ab	394.87a		384.35A						
Ort. UVS × DT		395.03A	372.83BC	376.79ABC	383.08ABC	389.73AB					15 × 90	375.30		
5	15	389.27ab	364.90ab	383.90ab	391.57ab	392.43a	375.31B	20	384.41A	375.54A	15 × 180	379.73	UVS	**
	20		366.63ab	363.10ab	370.13ab	388.30ab		375.49ABC	15 × 270		377.15			
	25		363.00ab	351.13b	358.17ab	368.60ab		366.03C	15 × 360		382.43			
Ort. UVS × DT		389.27AB	364.84C	366.04C	373.29BC	383.11ABC					20 × 0	387.07	DS	*
10	15	373.57ab	380.30ab	371.00ab	371.10ab	381.23ab	371.75B	25	375.44ABC	375.65A	20 × 90	364.98	DT	**
	20		359.83ab	367.90ab	377.83ab	362.30ab		368.29BC	20 × 180		369.93	UVS × DS	*	
	25		351.53b	371.57ab	374.17ab	386.73ab		371.51ABC	20 × 270		376.69	UVS × DT	*	
Ort. UVS × DT		373.57BC	363.89C	370.16BC	374.37BC	376.76ABC					20 × 360	379.02	DS × DT	öd
20	15	390.40ab	375.10ab	383.80ab	357.80ab	372.70ab	378.14AB		375.96ABC	378.14AB	25 × 0	387.07	UVS × DS × DT	*
	20		369.40ab	373.17ab	381.37ab	374.50ab		377.77ABC	25 × 90		371.05			
	25		396.10a	372.93ab	372.17ab	371.87ab		380.69AB	25 × 180		367.56			
Ort. UVS × DT		390.40AB	380.20ABC	376.63ABC	370.44BC	373.02BC					25 × 270	372.04		
Ort. DT		387.07A	370.44C	372.41C	375.29BC	380.66AB					25 × 360	380.52		

UVS: Ultraviyole-C uygulama süresi (dakika); DS: depolama sıcaklığı (°C); DT: depolama süresi (gün).

Farklı harfler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar vardır. öd: önemli değil; (P>0.05); *: P<0.05; **: P<0.01.

Nitekim Isaac vd. (2016), üç farklı soya çeşidini altı ay boyunca farklı depolama koşullarında depolamışlar ve depolamaya bağlı olarak tohum nem artışına paralel bin tane ağırlığının arttığını, tohumu nemi azaldığında ise bin tane ağırlığının azaldığını saptamışlardır. Kibar (2019), farklı sıcaklık ve sürelerde depolanan siyez buğdayının bin tane ağırlığının, tohum nemindeki artış ve azalışa bağlı olarak arttığını veya azaldığını belirlemiştir.

4.7 UV-C Uygulama Süresi, Depolama Süresi ve Depolama Sıcaklığının L^* , a^* , b^* , Kroma ve Hue Açısı Değeri Üzerine Etkileri

Tablo 4.7’de görüldüğü gibi L^* renk değeri bakımından depolama süreleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$) iken, ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ile $UVS \times DS$, $UVS \times DT$, $DS \times DT$ ve $UVS \times DS \times DT$ etkileşimleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemsiz ($P>0.05$) olduğu saptanmıştır. UVS ’nin L^* değeri üzerine etkileri incelendiğinde, kontrol uygulamasında L^* değeri (67.80), 20 dk UVS uygulamasındaki L^* değerine (64.12) göre daha yüksek bulunmuştur. UVS uygulama süresinin artması ile L^* değerleri azalmıştır. Çalışmada farklı depolama sürelerinin uygulandığı bezelye tohumlarında depolama süresinin artması ile L^* değerlerinin artış gösterdiği tespit edilmiştir. $DS \times DT$ etkileşimine bağlı olarak minimum ve maksimum değerler sırasıyla 20 °C sıcaklıkta depolamanın 90. gününde (60.94) ve 20 °C sıcaklıkta depolamanın 360. gününde (69.66) ölçülmüştür. Çalışmada ele alınan $UVS \times DT$ etkileşimine bağlı olarak L^* değeri 60.55-71.84 arasında değişim göstermiştir. Diğer taraftan $UVS \times DS \times DT$ etkileşimine bağlı olarak L^* değerleri artış ve azalış olarak dalgalı bir seyir göstermiştir.

Utrillo bezelye tohumlarının a^* değerleri üzerine depolama süresinin etkileri istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunurken, ultraviyole-C uygulama süresi ile depolama sıcaklığının a^* değerleri üzerine etkileri ise istatistiksel olarak önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur. Ayrıca $UVS \times DS$, $UVS \times DT$, $DS \times DT$ ve $UVS \times DS \times DT$ etkileşimlerinin da a^* değerleri üzerine etkileri de istatistiksel olarak önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur (Tablo 4.8). Ultraviyole-C uygulama sürelerinin a^* renk değerlerine etkileri incelendiğinde, en yüksek 10 dk uygulama süresinde (4.56) bulunurken en düşük 20 dk uygulamasında (3.50) bulunmuştur. Depolama sıcaklığının artışı ile a^* renk değeri önce artış gösterip daha sonra azalış

Tablo 4.7. L^* değeri üzerine ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin etkileri.

UVS	DS	Depolama süresi (gün)					Ortalamalar				P değerleri		
		0	90	180	270	360	UVS	DS	UVS × DS	DS × DT			
Kontrol	15	67.26	66.56	65.57	70.44	72.05	67.80	15	68.38	15 × 0 66.51		UVS	öd
	20		62.68	70.19	74.19	74.16		66.71	69.70				
	25		60.95	62.81	66.28	69.32			65.32				
Ort. UVS × DT		67.26	63.40	66.19	70.30	71.84			15 × 90	64.58			
5	15	69.66	65.15	69.84	66.85	74.38	67.07	20	69.18	15 × 180	67.37	UVS	öd
	20		59.10	61.22	66.31	68.04		66.31	64.87	15 × 270	65.88		
	25		61.50	64.03	68.38	72.28			67.17	15 × 360	69.23		
Ort. UVS × DT		69.66	61.92	65.03	67.18	71.57			20 × 0	66.51	DS	öd	
10	15	62.46	67.31	70.23	71.76	64.48	66.50	25	67.25	20 × 90	60.94	DT	**
	20		58.30	68.90	72.68	69.45		66.09	66.36	20 × 180	65.02	UVS × DS	öd
	25		63.58	63.55	70.22	69.61			65.88	20 × 270	69.43	UVS × DT	öd
Ort. UVS × DT		62.46	63.06	67.56	71.55	67.85			20 × 360	69.66	DS × DT	öd	
20	15	66.65	59.30	63.83	54.47	66.01	64.12		62.05	25 × 0	66.51	UVS × DS × DT	öd
	20		63.66	59.75	64.53	66.98		64.31	25 × 90	61.18			
	25		58.69	71.52	66.48	66.64		66.00	25 × 180	65.48			
Ort. UVS × DT		66.65	60.55	65.03	61.83	66.54			25 × 270	67.84			
Ort. DT		66.51AB	62.23B	65.95AB	67.72A	69.45A			25 × 360	69.46			

UVS: Ultraviyole-C uygulama süresi (dakika); DS: depolama sıcaklığı (°C); DT: depolama süresi (gün).
Farklı harfler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar vardır. öd: önemli değil (P>0.05); **: P<0.01.

Tablo 4.8. a^* değeri üzerine ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin etkileri.

UVS	DS	Depolama süresi (gün)					Ortalamalar				P değerleri			
		0	90	180	270	360	UVS	DS	UVS × DS	DS × DT				
Kontrol	15	1.84	5.25	8.43	4.20	5.32	4.31	15	5.01	3.19	15 × 0	1.68		
	20		3.04	7.94	6.02	4.88		4.17	4.75					
	25		6.90	1.16	3.30	2.72								
Ort. UVS × DT		1.84	5.06	5.84	4.51	4.30				15 × 90	4.45			
5	15	2.32	2.23	7.94	-1.53	7.09	3.72	20	3.61	4.00	15 × 180	6.33	UVS	öd
	20		5.48	3.68	2.55	3.66		4.78	3.54		15 × 270	3.80		
	25		2.45	-0.69	6.30	9.64		4.00	4.56		15 × 360	4.56		
Ort. UVS × DT		2.32	3.39	3.64	2.44	6.79				20 × 0	1.68	DS	öd	
10	15	0.34	6.86	7.69	6.68	1.34	4.56	25	4.58	3.12	20 × 90	5.55	DT	*
	20		7.59	3.41	4.50	13.56		5.88	20 × 180		3.76	UVS × DS	öd	
	25		1.12	9.96	1.28	3.35		3.21	20 × 270		5.56	UVS × DT	öd	
Ort. UVS × DT		0.34	5.19	7.02	4.15	6.08				20 × 360	7.35	DS × DT	öd	
20	15	2.22	3.47	1.27	5.85	4.52	3.50	3.12	3.46	2.07	25 × 0	1.68	UVS × DS × DT	öd
	20		6.06	0.02	9.16	7.31			4.95		25 × 90	2.04		
	25		-2.31	5.41	2.74	2.29			2.07		25 × 180	3.96		
Ort. UVS × DT		2.22	2.41	2.24	5.92	4.70				25 × 270	3.40			
Ort. DT		1.68B	4.01AB	4.69AB	4.25AB	5.47A				25 × 360	4.50			

UVS: Ultraviyole-C uygulama süresi (dakika); DS: depolama sıcaklığı (°C); DT: depolama süresi (gün).
Farklı harfler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar vardır. öd: önemli değil (P>0.05); *: P<0.05.

Tablo 4.9. *b** değeri üzerine ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin etkileri.

UVS	DS	Depolama süresi (gün)					Ortalamalar				P değerleri		
		0	90	180	270	360	UVS	DS	UVS × DS	DS × DT			
Kontrol	15	26.89	24.22	34.06	22.71	23.06	26.07B	15	26.19	15 × 0 27.79			
	20		27.19	29.80	21.45	24.41		27.31	25.95				
	25		26.10	25.17	24.49	27.65			26.06				
Ort. UVS × DT		26.89	25.84	29.68	22.89	25.04							
5	15	23.05	26.27	28.32	20.73	23.93	25.79B	20	24.46	15 × 180	28.39	UVS	*
	20		30.00	31.56	23.45	23.81		27.34	26.37	15 × 270	23.58		
	25		27.88	25.56	24.80	31.35			26.53	15 × 360	27.87		
Ort. UVS × DT		23.05	28.05	28.48	23.00	26.36				20 × 0	27.79	DS	öd
10	15	32.92	33.75	26.91	30.39	40.05	29.38A	25	32.80	20 × 90	29.56	DT	*
	20		31.16	23.73	23.37	33.27		26.10	28.89	20 × 180	28.20	UVS × DS	öd
	25		24.32	29.04	22.63	23.24			26.43	20 × 270	24.01	UVS × DT	öd
Ort. UVS × DT		32.92	29.74	26.56	25.46	32.19				20 × 360	27.13	DS × DT	öd
20	15	28.28	31.39	24.28	20.47	24.43	26.42AB	26.10	25.77	25 × 0	27.79	UVS × DS × DT	öd
	20		29.89	27.69	27.76	27.02			28.13	25 × 90	26.38		
	25		27.20	21.52	24.21	25.63			25.37	25 × 180	25.32		
Ort. UVS × DT		28.28	29.50	24.50	24.15	25.70				25 × 270	24.03		
Ort. DT		27.79A	28.28A	27.30AB	23.87B	27.32AB				25 × 360	26.97		

UVS: Ultraviyole-C uygulama süresi (dakika); DS: depolama sıcaklığı (°C); DT: depolama süresi (gün).
Farklı harfler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar vardır. öd: önemli değil (P>0.05); *: P<0.05.

Tablo 4.10. Kroma değeri üzerine ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin etkileri.

UVS	DS	Depolama süresi (gün)					Ortalamalar				P değerleri		
		0	90	180	270	360	UVS	DS	UVS × DS	DS × DT			
Kontrol	15		24.91	35.22	23.19	23.78	26.73B	15	26.87				
	20	27.25	27.48	31.11	22.45	24.93		27.96	26.64	15 × 0	28.02		
	25		27.67	25.53	24.81	28.13			26.68				
Ort. UVS × DT		27.25	26.69	30.62	23.48	25.61				15 × 90	29.49		
5	15		26.50	29.51	20.95	25.01	26.45B	20	25.06	15 × 180	29.39		
	20	23.33	31.14	32.40	23.70	24.44		28.17	27.00	15 × 270	24.36		
	25		28.45	25.96	25.84	32.89			27.29	15 × 360	28.54		
Ort. UVS × DT		23.33	28.70	29.29	23.50	27.45				20 × 0	28.02	DS	öd
10	15		34.46	28.09	31.21	40.11	30.11A	25	33.38	20 × 90	30.57	DT	*
	20	33.05	32.50	24.10	23.91	35.97		26.70	29.91	20 × 180	28.88	UVS × DS	öd
	25		24.84	30.79	22.77	23.81			27.05	20 × 270	24.97	UVS × DT	öd
Ort. UVS × DT		33.05	30.60	27.66	25.96	33.30				20 × 360	28.43	DS × DT	öd
20	15		32.10	24.75	22.07	25.25	27.14AB		26.53	25 × 0	28.02	UVS × DS × DT	öd
	20	28.45	31.17	27.91	29.82	28.38		25.76	29.15	25 × 90	27.09		
	25		27.41	22.30	24.41	26.22			25.76	25 × 180	26.14		
Ort. UVS × DT		28.45	30.23	24.99	25.44	26.61				25 × 270	24.46		
Ort. DT		28.02AB	29.05A	28.14AB	24.59B	28.24AB				25 × 360	27.76		

UVS: Ultraviyole-C uygulama süresi (dakika); DS: depolama sıcaklığı (°C); DT: depolama süresi (gün).

Farklı harfler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar vardır. öd: önemli değil (P>0.05); *: P<0.05.

Tablo 4.11. Hue açısı değeri üzerine ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin etkileri.

UVS	DS	Depolama süresi (gün)					Ortalamalar					P değerleri		
		0	90	180	270	360	UVS	DS	UVS × DS	DS × DT				
Kontrol	15	85.31	79.30	77.06	79.78	77.30	80.75	15	79.75	81.45	15 × 0	86.23	UVS	öd
	20		83.72	75.31	74.55	78.95		81.45	79.57					
	25		75.71	88.01	82.61	82.98		82.93						
Ort. UVS × DT		85.31	79.58	80.13	78.98	79.74				15 × 90	81.44			
5	15	83.85	84.22	75.45	94.46	73.32	82.43	20	82.26	80.75	15 × 180	78.73	UVS	öd
	20		80.05	84.73	83.93	80.95		82.70	15 × 270		81.39			
	25		85.80	91.03	77.30	73.60		82.32	15 × 360		79.44			
Ort. UVS × DT		83.85	83.36	83.74	85.23	75.96				20 × 0	86.23	DS	öd	
10	15	90.45	79.02	74.61	77.67	87.78	82.69	25	81.91	83.35	20 × 90	80.48	DT	*
	20		78.19	81.79	79.59	67.95		79.59	20 × 180		82.88	UVS × DS	öd	
	25		85.47	71.47	86.54	81.60		83.11	20 × 270		78.08	UVS × DT	öd	
Ort. UVS × DT		90.45	80.89	75.96	81.27	79.11				20 × 360	76.10	DS × DT	öd	
20	15	85.29	83.22	87.80	73.67	79.38	80.75	81.87	81.15	85.06	25 × 0	86.23	UVS × DS × DT	öd
	20		79.95	89.70	74.24	76.56					81.15	25 × 90	85.38	
	25		94.53	75.97	83.57	85.92					85.06	25 × 180	81.62	
Ort. UVS × DT		85.29	85.90	84.49	77.16	80.62				25 × 270	82.51			
Ort. DT		86.23A	82.43AB	81.08AB	80.66AB	78.86B				25 × 360	81.03			

UVS: Ultraviyole-C uygulama süresi (dakika); DS: depolama sıcaklığı (°C); DT: depolama süresi (gün).
Farklı harfler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar vardır. öd: önemli değil (P>0.05); *: P<0.05.

göstermiştir. Tüm uygulamalar içerisinde en düşük a^* değeri 20 dk UV-C uygulamasına bağlı olarak 20 °C’de depolamanın 180. gününde tespit edilmiştir. Yine, tüm uygulamalar incelendiğinde a^* renk değerlerinde artış ve azalış olarak dalgalanmalar ortaya çıkmıştır.

Çalışmada tüm uygulamalar ve interaksyonlara bağlı olarak elde edilen b^* renk değerlerine ilişkin ölçümler Tablo 4.9’da gösterilmektedir. Tablo 4.9’da görüldüğü gibi ultraviyole-C uygulama süreleri ile depolama süreleri b^* değerleri üzerinde önemli ($P<0.05$) etkiler gösterirken, depolama sıcaklığının b^* değeri üzerine etkisi ise önemsiz ($P>0.05$) olarak gözlenmiştir. Bununla birlikte, b^* değeri üzerine UVS \times DS, UVS \times DT, DS \times DT ve UVS \times DS \times DT interaksyonlarının etkisi önemsiz ($P>0.05$) tespit edilmiştir. Bezelye tohumlarının 10 dk UV-C uygulama süresindeki b^* değeri (29.38), 5 dk UV-C uygulama süresindeki b^* değerine (25.79) göre önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. Depolama sıcaklığı arttıkça b^* değeri önce düşük düzeyde artış sonra azalış göstermiştir. Depolama süresindeki artışla birlikte b^* değeri depolamanın 90. gününde maksimum (28.28) olarak belirlenirken depolamanın 270. gününde minimum (23.87) olarak belirlenmiştir. b^* renk değeri UVS \times DS interaksyonuna bağlı olarak 10 dk UV-C ve 15 °C depolama sıcaklığı uygulamasında en yüksek (32.80) iken, 5 dk UV-C ve 15 °C depolama sıcaklığı uygulamasında en düşük (24.46) olarak tespit edilmiştir. UVS \times DS \times DT uygulamasında da b^* değerleri dalgalı değişimler gözlenmiştir.

Uygulamalara bağlı olarak bezelye tohumlarının kroma değerlerinde meydana gelen değişimler Tablo 4.10’da verilmiştir. Kroma değeri bakımından ultraviyole-C uygulama süreleri ile depolama süreleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak $P<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, depolama sıcaklığı uygulaması ile UVS \times DS, UVS \times DT, DS \times DT ve UVS \times DS \times DT interaksyonlarının kroma değeri üzerinde önemsiz ($P>0.05$) etkilerinin olduğu belirlenmiştir. UV-C uygulama sürelerinin kroma değeri üzerine etkisi incelendiğinde, 10 dk UV-C uygulamasının kroma değeri (30.11), 5 dk UV-C uygulamasının kroma değerine (26.45) göre daha yüksek bulunmuştur. Depolama süresinin artışı ile kroma değeri depolama öncesine göre 90. 180. ve 360. günlerde artarken depolamanın 270. gününde azalış göstermiştir. Depolama sıcaklığındaki artışa bağlı olarak kroma değeri 15 °C depolama sıcaklığına göre 20 °C sıcaklıkta artmış 25 °C sıcaklıkta depolanan tohumlarda ise azalış göstermiştir. Kroma

değerleri UVS × DT, UVS × DS, DS × DT ve UVS × DS × DT interaksiyonlarında hem azalış hem de artışlar göstermiştir.

Hue açısı (h°) değeri bakımından depolama süreleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($P < 0.05$) tespit edilmiştir. Buna karşılık, diğer tüm uygulamalar ve interaksiyonların hue açısı üzerine etkileri önemsiz ($P > 0.05$) olarak saptanmıştır (Tablo 4.11). UVS, DS ve DT uygulamalarındaki artan süre ve sıcaklıklara bağlı olarak hue açısı değerlerinde dalgalanmalar görülmüştür. Bu uygulamalar içerisinde en yüksek hue açısı değeri 20 dk UVS uygulamasında (94.53), en düşük hue açısı değeri ise 10 dk UVS uygulamasına bağlı olarak 360 günlük depolama süresinin (67.95) sonunda gözlenmiştir. Depolama sürelerine bağlı olarak depolamanın 90., 180. ve 270. günlerinde elde edilen hue açısı değerleri istatistiksel olarak aynı grupta yer alırken, depolama öncesi (0. gün) ile depolamanın 360. günlerindeki hue açısı değerleri ise farklı gruplarda yer almıştır.

Bezelye tohumunun görünümü (rengi, şekli ve boyutu), ticarileştirme sürecinin çok önemli bir yönüdür. Ayrıca tohum rengi hem tüketici tercihi hem de gıda işleme sektörü açısından da çok önemli bir kalite faktörüdür. Tohum rengini etkileyen en önemli parametreler depolama süresi, sıcaklık, tohum nem içeriği, ışık ve bağıl nemdir (Nasar-Abbas vd., 2008). Tohumda depolama sırasında meydana gelen renk bozulmaları enzimatik etki veya kimyasal reaksiyondan kaynaklanmaktadır. Enzimatik esmerleşme genellikle tohumun hasatından sonra enzimlerin aktive olduğu durumlarda meydana gelir ve rengin çok hızlı değişmesine neden olur. Enzimatik olmayan esmerleşme, proteinler ve indirgeyici şekerler arasındaki kimyasal reaksiyonların (Maillard reaksiyonu) bir sonucu olarak, oksijen yokluğunda oksidatif esmerleşme veya oksidatif olmayan esmerleşmeden kaynaklanmaktadır (Karathanos vd., 2006). Bezelye tohumunun ömrü (1-2 yıl) göz önüne alındığında, depolama sırasındaki renk bozulmasının mekanizması muhtemelen hem enzimatik hem de kimyasal esmerleşmeden kaynaklanabilir. Sonuç olarak depolama sonunda meydana gelen esmerleşme reaksiyonları, kabul edilemez bir ürünle sonuçlanabilir. Çeşitli uygulamalar ve depolama yöntemi, tohum kabuğundaki renk değişikliklerinin kademeli olarak izlenmesine olanak tanımaktadır. Dolayısıyla tohumlar yaşlandıkça görünümünde ve renginde meydana gelen değişiklikler düşük tohum canlılığının (yani düşük çimlenme yüzdesinin) göstergeleri olarak kullanılabilir. UV-C uygulama süresi ve depolama sıcaklığının artışı ile L^* değeri azalmış buna bağlı olarak

tohumda düşük düzeyde de olsa bir kararına ortaya çıkmıştır. Ancak yüksek UV-C uygulama süresi ve depolama sıcaklığında L^* değerinde daha fazla azalma meydana gelmiştir. Bu durum tohum renginde düşük düzeyde de olsa bozulmanın olduğunu göstermektedir. Ancak diğer renk parametreleri incelendiğinde genel olarak uygulamaların renk değerleri üzerinde çok fazla etkili olmadığı Tablolardan da görülmektedir. Kibar ve Kılıç (2020), Kibar vd. (2021) ve Yeken vd. (2023), yaptıkları çalışmada artan depolama sıcaklığı ve süresine bağlı olarak incelenen renk değerlerinde çok fazla değişimin olmadığını rapor etmişlerdir. Bu tez çalışmasında da araştırmacıların sonuçlarına benzer sonuçlar bulunmuştur.

4.8 Kalsiyum (Ca) İçeriği

Farklı uygulamalara bağlı olarak belirlenen kalsiyum içerikleri Tablo 4.12'de verilmiştir. Kalsiyum içeriği üzerine UV-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı, depolama süresi uygulamaları ile $UVS \times DS$, $UVS \times DT$, $DS \times DT$ ve $UVS \times DS \times DT$ interaksiyonlarının etkileri istatistiksel olarak önemli ($P < 0.01$) bulunmuştur. UV-C uygulama süresi bakımından en yüksek kalsiyum içeriği, 10 dk UV-C uygulamasında $741.87 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ olarak belirlenirken, en düşük 20 dk UV-C uygulamasında $639.47 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Kalsiyum içerikleri depolama sıcaklığına bağlı olarak önemli oranda farklılık gösterirken en yüksek 20°C depolama sıcaklığında ($697.25 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) bulunmuştur. Depolama süresi açısından en yüksek kalsiyum içeriği depolamanın 90. gününde $729.88 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ olarak ölçülmüş olup depolamanın 360. gününde ise $632.96 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ ile en düşük olarak ölçülmüştür.

4.9 Potasyum (K) İçeriği

UV-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve depolama süresi uygulamalarına bağlı olarak belirlenen potasyum içerikleri Tablo 4.13'te verilmiştir. Tablo 4.13 incelendiğinde, potasyum içerikleri arasındaki farklılıklar, depolama sıcaklığı uygulaması ve $UVS \times DS \times DT$ interaksiyonu hariç UV-C uygulama süresi ve $UVS \times DS$, $UVS \times DT$, $DS \times DT$ interaksiyonları bakımından $P < 0.01$ düzeyinde, depolama süresi bakımından ise $P < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. UV-C uygulama süresine bağlı olarak potasyum içerikleri 931.07 - $1166.30 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ arasında değişim göstermiştir. Depolama sıcaklığının potasyum

Tablo 4.12. Ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin kalsiyum içeriği (mg 100 g⁻¹) üzerine etkileri.

UVS	DS	Depolama süresi (ay)					Ortalamlar					P değerleri		
		0	90	180	270	360	UVS	DS	UVS × DS	DS × DT				
Kontrol	15		638.00e-l	698.00a-j	803.00a-d	608.00h-m	674.43B	15	676.70C-F	DS × DT				
	20	636.50f-l	840.00a	710.50a-j	692.50a-j	701.50a-j			695.18A					716.20BC
	25		760.00a-h	770.00a-g	497.00klm	488.50lm								630.40FG
Ort. UVS × DT		636.50FGH	746.00ABC	726.17A-E	664.17D-H	599.33H				15 × 90	713.75ABC			
5	15		773.00a-f	738.00a-i	715.50a-j	674.50b-j	675.90B	20	707.30BCD	15 × 180	707.00ABC			
	20	635.50f-l	688.00a-j	696.00a-j	672.50b-j	683.50a-j			697.25A	675.10C-F	15 × 270			720.25ABC
	25		734.50a-i	718.50a-j	666.00b-j	472.00m				645.30FG	15 × 360			663.75CD
Ort. UVS × DT		635.50FGH	731.83A-E	717.50A-E	684.67C-G	610.00GH				20 × 0	671.13BCD	DS	**	
10	15		746.50a-i	743.00a-i	749.50a-i	767.50a-g	741.87A	25	740.20AB	20 × 90	735.88AB	DT	**	
	20	694.50a-j	794.50a-e	804.50a-d	808.50abc	818.00ab			656.33B	784.00A	20 × 180	701.00ABC	UVS × DS	**
	25		810.50abc	749.00a-i	653.50c-k	599.50i-m				701.40B-E	20 × 270	687.13ABC	UVS × DT	**
Ort. UVS × DT		694.50B-F	783.83A	765.50AB	737.17A-D	728.33A-E				20 × 360	691.13ABC	DS × DT	**	
20	15		697.50a-j	649.00d-k	613.00g-m	605.00h-m	639.47C		656.50D-G	25 × 0	671.13BCD	UVS × DS × DT	**	
	20	718.00a-j	621.00f-m	593.00i-m	575.00j-m	561.50j-m			613.70G	25 × 90	740.00A			
	25		655.00c-j	630.00f-l	622.00f-m	616.00f-m			648.20EFG	25 × 180	716.88ABC			
Ort. UVS × DT		718.00A-E	657.83E-H	624.00FGH	603.33H	594.17H				25 × 270	609.63D			
Ort. DT		671.13B	729.88A	708.29A	672.33B	632.96C				25 × 360	544.00E			

UVS: Ultraviyole-C uygulama süresi (dakika); DS: depolama sıcaklığı (°C); DT: depolama süresi (gün).
Farklı harfler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar vardır. **: P<0.01.

Tablo 4.13. Ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin potasyum içeriği (mg 100 g⁻¹) üzerine etkileri.

UVS	DS	Depolama süresi (ay)					Ortalamalar					P değerleri		
		0	90	180	270	360	UVS	DS	UVS × DS	DS × DT				
Kontrol	15	1029.50	1179.50	1112.50	1194.00	939.00	1069.40B	15	1090.90BCD	DS × DT		15 × 0	1057.13AB	
	20		1231.00	1105.00	1096.50	974.50			1062.28					1087.30BCD
	25		1070.00	1160.00	1002.00	888.50								1030.00CDE
Ort. UVS × DT		1029.50B-G	1160.17AB	1125.83ABC	1097.50A-D	934.00E-H			15 × 90	1041.25AB				
5	15	1035.50	1086.00	1144.50	1136.00	1090.00	1063.37B	20	1098.40BCD	15 × 180	1060.25AB	UVS	**	
	20		989.50	1042.00	1031.50	996.50			1063.38	1019.00DE	15 × 270			1101.38A
	25		1141.00	1129.00	1075.50	982.50				1072.70BCD	15 × 360			1051.37AB
Ort. UVS × DT		1035.50B-F	1072.17A-E	1105.17A-D	1081.00A-D	1023.00B-G			20 × 0	1057.13AB	DS	öd		
10	15	1152.00	1129.50	1210.50	1123.50	1180.00	1166.30A	25	1159.10AB	20 × 90	1080.63A	DT	*	
	20		1144.00	1222.50	1248.50	1283.00			1046.95	1210.00A	20 × 180	1062.38AB	UVS × DS	**
	25		1284.00	1188.50	1044.50	980.00				1129.80ABC	20 × 270	1062.13AB	UVS × DT	**
Ort. UVS × DT		1152.00ABC	1185.83A	1207.17A	1138.83ABC	1147.67ABC			20 × 360	1054.63AB	DS × DT	**		
20	15	1011.50	770.00	773.50	952.00	996.50	931.07C		900.70F	25 × 0	1057.13AB	UVS × DS × DT	öd	
	20		958.00	880.00	872.00	964.50			937.20EF	25 × 90	1107.88A			
	25		936.50	932.50	928.00	968.00			955.30EF	25 × 180	1102.50A			
Ort. UVS × DT		1011.50C-G	888.17GH	862.00H	917.33FGH	976.33D-H			25 × 270	1012.50AB				
Ort. DT		1057.13AB	1076.58A	1075.04A	1058.67AB	1020.25B			25 × 360	954.75B				

UVS: Ultraviyole-C uygulama süresi (dakika); DS: depolama sıcaklığı (°C); DT: depolama süresi (gün).

Farklı harfler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar vardır. öd: önemli değil; (P>0.05); *: P<0.05; **: P<0.01.

içeriklerine etkisi incelendiğinde 20 °C depolama sıcaklığında en yüksek (1063.38 mg 100 g⁻¹) bulunurken 25 °C depolama sıcaklığında en düşük (1046.95 mg 100 g⁻¹) bulunmuştur. UVS × DT interaksiyonuna bağlı olarak potasyum içerikleri 862.00 ile 1207.17 mg 100 g⁻¹ arasında değişim göstermiştir.

4.10 Magnezyum (Mg) İçeriği

Depolama süresince bezelye tohumlarının magnezyum içeriklerinde meydana gelen değişimler Tablo 4.14'te verilmiştir. Depolama süresince magnezyum içerikleri üzerine UV-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve depolama süresi ile bunların interaksiyonlarının etkisi istatistiksel olarak P<0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. UV-C uygulama süresine bağlı olarak artış görülse de 20 dk UV-C uygulamasında magnezyum içeriği azalış göstermiştir. Artan depolama sıcaklığına ve depolama sürelerine bağlı olarak magnezyum içerikleri azalış göstermiştir. İnteraksiyon etkileri incelendiğinde kısmen dalgalanmalar görülse de genel olarak magnezyum içeriklerinde azalışlar gözlenmiştir.

4.11 Fosfor (P) İçeriği

UV-C uygulandıktan sonra depolanan Utrillo bezelye tohumlarında depolama sürecince elde edilen fosfor içerikleri Tablo 4.15'te verilmiştir. UV-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve depolama süresi uygulamaları ile UVS × DS, UVS × DT ve DS × DT interaksiyonlarının fosfor içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli (P<0.01) bulunurken, UVS × DS × DT interaksiyonun fosfor içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz (P>0.05) bulunmuştur. Depolama süresince tüm uygulamalarda fosfor içeriği depolama süresinin artması ile genel olarak azalmıştır. Buna bağlı olarak da uygulamalar içerisinde en yüksek fosfor içeriği 10 dk UV-C uygulamasında (401.73 mg 100 g⁻¹) saptanırken, en düşük fosfor içeriği 20 dk UV-C uygulamasında (284.03 mg 100 g⁻¹) saptanmıştır. İnteraksiyonlara bağlı olarak fosfor içeriklerinde kısmen dalgalanmalar görülse de genel olarak depolamanın ilerleyen günlerinde azalışlar ortaya çıkmıştır. En yüksek fosfor içeriği 10 dk UV-C uygulamasına bağlı olarak 25 °C depolama sıcaklığında depolamanın 180. gününde 424.50 mg 100 g⁻¹ olarak belirlenmişken, en düşük fosfor içeriği 20 dk UV-C uygulamasına bağlı olarak 25 °C depolama sıcaklığında depolamanın 270. gününde 210.00 mg 100 g⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.14. Ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin magnezyum içeriği (mg 100 g⁻¹) üzerine etkileri.

UVS	DS	Depolama süresi (ay)					Ortalamalar					P değerleri	
		0	90	180	270	360	UVS	DS	UVS × DS	DS × DT			
Kontrol	15		541.50e-k	582.50b-j	676.50a-e	574.50b-j	580.57B	15	584.00BC	DS × DT			
	20	545.00d-k	684.50a-d	608.00a-h	587.00b-i	705.50abc		607.03A	626.00AB				
	25		651.00a-f	679.00a-e	398.00l	385.50l			531.70DE				
Ort. UVS × DT		545.00F-I	625.67BCD	623.17B-E	553.83E-I	555.17E-I				15 × 90	617.13ABC		
5	15		606.00a-h	598.00b-h	586.50b-i	578.50b-j	592.57B	20	589.60B	15 × 180	595.38BC		
	20	579.00b-j	640.00a-g	629.00a-g	590.00b-i	597.00b-h		607.30A	607.00B	15 × 270	616.50ABC		
	25		681.50a-e	626.00a-g	613.00a-h	406.00kl			581.10BCD	15 × 360	596.75BC		
Ort. UVS × DT		579.00D-H	642.50A-D	617.67B-E	596.50C-G	527.17G-J				20 × 0	609.38ABC	DS	**
10	15		665.00a-e	658.50a-f	656.50a-f	711.50ab	651.63A	25	668.50A	20 × 90	660.38A	DT	**
	20	651.00a-f	739.50a	702.00abc	612.00a-h	594.50b-i		564.88B	659.80A	20 × 180	612.25ABC	UVS × DS	**
	25		701.50abc	665.00a-e	569.00c-j	546.50d-k			626.60AB	20 × 270	566.38C	UVS × DT	**
Ort. UVS × DT		651.00ABC	702.00A	675.17AB	612.50B-F	617.50B-E				20 × 360	588.13C	DS × DT	**
20	15		656.00a-f	542.50e-k	546.50d-k	522.50f-l	547.50C		586.00BC	25 × 0	609.38ABC	UVS × DS × DT	**
	20	662.50a-f	577.50b-j	510.00g-l	476.50h-l	455.50i-l		536.40CDE	536.40CDE	25 × 90	651.25AB		
	25		571.00b-j	505.50g-l	442.50jkl	419.00kl			520.10E	25 × 180	618.88ABC		
Ort. UVS × DT		662.50ABC	601.50C-F	519.33HIJ	488.50IJ	465.67J				25 × 270	505.63D		
Ort. DT		609.38B	642.92A	608.83B	562.83C	541.38C				25 × 360	439.25E		

UVS: Ultraviyole-C uygulama süresi (dakika); DS: depolama sıcaklığı (°C); DT: depolama süresi (gün).
Farklı harfler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar vardır. **: P<0.01.

Tablo 4.15. Ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin fosfor içeriği (mg 100 g⁻¹) üzerine etkileri.

UVS	DS	Depolama süresi (ay)					Ortalamalar					P değerleri	
		0	90	180	270	360	UVS	DS	UVS × DS	DS × DT			
Kontrol	15	337.50	377.50	359.00	350.50	302.50	361.83B	15	345.40CD	DS × DT		15 × 0	353.50A
	20		421.00	392.50	391.50	404.50		354.60A	389.40AB				
	25		371.00	359.00	346.00	340.00		350.70BCD					
Ort. UVS × DT		337.50D-H	389.83A-D	370.17A-F	362.67A-F	349.00C-H				15 × 90	381.00A		
5	15	358.50	390.00	369.50	373.00	377.50	335.83C	20	373.70ABC	15 × 180	352.50A	UVS	**
	20		351.50	335.50	297.00	276.00		353.20A	323.70DE	15 × 270	349.63A		
	25		382.50	314.00	266.00	229.50		310.10DEF	15 × 360	336.38AB			
Ort. UVS × DT		358.50B-G	374.67A-E	339.67D-H	312.00FGH	294.33HIJ				20 × 0	353.50A	DS	**
10	15	401.00	421.50	419.50	416.00	414.00	401.73A	25	414.40A	20 × 90	366.00A	DT	**
	20		389.00	411.50	416.00	408.50		329.78B	405.20A	20 × 180	365.38A	UVS × DS	**
	25		415.00	424.50	346.00	341.50		385.60ABC	20 × 270	347.63A	UVS × DT	**	
Ort. UVS × DT		401.00ABC	408.50AB	418.50A	392.67A-D	388.00A-D				20 × 360	333.50AB	DS × DT	**
20	15	317.00	335.00	262.00	259.00	251.50	284.03D	25	284.90EF	25 × 0	353.50A	UVS × DS × DT	öd
	20		302.50	322.00	286.00	245.00		294.50EF	25 × 90	368.38A			
	25		305.00	317.50	210.00	214.00		272.70F	25 × 180	353.75A			
Ort. UVS × DT		317.00E-H	314.17FGH	300.50GHI	251.67IJ	236.83J				25 × 270	292.00BC		
Ort. DT		353.50A	371.79A	357.21A	329.75B	317.04B				25 × 360	281.25C		

UVS: Ultraviyole-C uygulama süresi (dakika); DS: depolama sıcaklığı (°C); DT: depolama süresi (gün). Farklı harfler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar vardır. öd: önemli değil; (P>0.05); **: P<0.01.

4.12 Çinko (Zn) İçeriği

Farklı uygulamaların ve depolama koşullarının bezelye tohumları için belirlenen çinko içerikleri Tablo 4.16'da sunulmuştur. Tohumlarda UV-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve depolama süresi uygulamaları ile bunların interaksyonlarının çinko içeriği üzerine önemli düzeyde ($P<0.01$) etki gösterdiği istatistiksel olarak saptanmıştır. Çinko içeriği uygulamalara ve bunların interaksyonlarına bağlı olarak dalgalanmalar gösterse de genel eğilim depolama sonuna doğru azalış olarak ortaya çıkmıştır. Ultraviyole uygulamasına bağlı olarak kontrol uygulamasında $3.83 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ olarak tespit edilen çinko içeriği, 20 dk ultraviyole uygulamasında artış göstererek $3.96 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir. Depolamanın başlangıcında $3.80 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ olarak belirlenen çinko içeriği, 360 günlük depolama sonunda $3.45 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Depolama sıcaklığına bağlı olarak çinko içeriği $15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'den $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ depolama sıcaklığına kısmi bir artış gösterse de $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ depolama sıcaklığında azalış göstermiştir. Çinko içeriği interaksyonlara bağlı olarak dalgalanmalar göstermiştir. Ancak depolamanın ilerlemesine bağlı olarak çinko içeriklerinde azalmalar görülmüştür.

Bezelye geliştirmekte olan birçok ülkede önemli bir baklagil ürünüdür. Karayel (2012), bezelyede en fazla bulunan elementlerin potasyum, kalsiyum, magnezyum, fosfor, çinko, demir ve bakır olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada incelenen mineral kompozisyon içerikleri UV-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve sürelerinin tamamından etkilenmiştir. Chavan vd. (1999), çalışmalarında %8.2 nem içeriğindeki bezelye tohumlarının P, K, Fe, Zn, C ve Mg içeriklerini sırasıyla $401 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$, $1045 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$, $7.5 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$, $5.1 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$, $129 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$, $180 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ olarak belirlemişlerdir. Wang ve Daun (2004), bezelye tohumunun mineral kompozisyonu üzerine yapmış oldukları çalışmada, K içeriğinin $687.4\text{-}1473.2 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$, P içeriğinin $226.5\text{-}950.5 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$, Fe içeriğinin $4.1\text{-}7.9 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ ve Zn içeriğinin $2.5\text{-}6.4 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ arasında değişim gösterdiğini, ayrıca Ca içeriğini $82.3 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$, Cu içeriğini $0.7 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ ve Mg içeriğini $142.4 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ olarak saptamışlardır. Gebreegziabher ve Tsegay (2020), Etiyopya yerel bezelye çeşitlerinde mineral kompozisyonun farklı tohum nem içeriklerinde değişim gösterdiğini belirtmişlerdir. Ancak araştırmacıların elde etmiş olduğu bazı mineral içerikler bu çalışmadan elde edilen sonuçlardan farklılık göstermiştir. Bu durumun ana nedeni olarak çalışmada yapılan üç farklı uygulamanın olmasıdır. Farklılığa neden olabilecek diğer faktörlerin; yetiştirme

Tablo 4.16. Ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin çinko içeriği ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$) üzerine etkileri.

UVS	DS	Depolama süresi (ay)					Ortalamalar				P değerleri		
		0	90	180	270	360	UVS	DS	UVS × DS	DS × DT			
Kontrol	15	5.11a	4.98ab	4.92abc	4.17d-h	3.35i-q	3.83B	15	4.51A	DS × DT			
	20		3.66e-m	3.61f-n	3.51h-p	3.10k-q		3.62A	3.80B				
	25		3.13k-q	3.10k-q	2.36rs	2.28s		3.19D	15 × 0				
Ort. UVS × DT		5.11A	3.92BC	3.87BC	3.35DEF	2.91H			15 × 90	3.71AB			
5	15	3.31i-q	2.90o-s	2.91o-s	2.84p-s	3.42i-q	3.23C	20	3.08D	15 × 180	3.66A-D		
	20		3.29i-q	3.35i-q	3.56g-o	4.17d-h		3.69A	3.53C	15 × 270	3.40DE		
	25		2.74qrs	2.95n-s	3.19j-q	3.29i-q		3.10D	15 × 360	3.52B-E	UVS		
Ort. UVS × DT		3.31D-G	2.98GH	3.07FGH	3.20E-H	3.62CD			20 × 0	3.80A	DS	**	
10	15	3.04l-r	3.10k-q	3.09k-q	2.96n-s	3.00m-r	3.28C	25	3.04D	20 × 90	3.74AB	DT	**
	20		2.97n-r	3.25i-q	3.10k-q	2.91o-s		3.42B	3.05D	20 × 180	3.80A	UVS × DS	**
	25		4.20d-g	3.90d-i	3.75e-k	3.83e-j		3.74BC	20 × 270	3.68ABC	UVS × DT	**	
Ort. UVS × DT		3.04FGH	3.42DE	3.41DE	3.27EFG	3.24E-H			20 × 360	3.42CDE	DS × DT	**	
20	15	3.76e-k	3.88e-i	3.71e-l	3.62f-n	4.32b-e	3.96A		3.86B	25 × 0	3.80A	UVS × DS × DT	**
	20		5.05a	5.01a	4.57a-d	3.49h-p		4.38A	25 × 90	3.28E			
	25		3.05l-q	3.45i-p	3.68e-m	4.25c-f		3.64BC	25 × 180	3.35E			
Ort. UVS × DT		3.76BC	4.00B	4.06B	3.95BC	4.02B			25 × 270	3.24E			
Ort. DT		3.80A	3.58B	3.60B	3.44C	3.45C			25 × 360	3.41CDE			

UVS: Ultraviyole-C uygulama süresi (dakika); DS: depolama sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$); DT: depolama süresi (gün).
Farklı harfler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar vardır. **: $P < 0.01$.

koşulları, toprak koşulları ve çevresel faktörlerin olduğu söylenebilir. Kinoa ve fasulye üzerine yapılan daha önceki araştırmalara benzer şekilde, depolama süresi periyodundaki tüm mineral kompozisyonların ortalama değerleri, depolama öncesine kıyasla depolama sonunda azalış göstermiştir (Kibar ve Kibar, 2019; Kibar vd., 2021).

Tez çalışması kapsamında, incelenen mineral içerikler, uzun süreli 20 dk UV-C uygulaması sonrasında 15, 20 ve 25 °C depolama sıcaklıklarında azalış göstermiştir. Yüksek sıcaklıkta depolama, tohumların oksidasyonunu hızlandırabildiğinden bu durum mineral içeriği kaybına neden olabilmektedir. Oksidasyon, tohumun hücre duvarlarına ve enzimlerine zarar vererek, tohumun mineralleri absorbe etmesini zorlaştırabilmektedir. Yüksek depolama sıcaklığı, minerallere bağlanan ve biyoyararlılığı azaltan bir bileşik olan fitik asidi parçalayan fitazlar gibi mineralleri parçalayan enzimlerin aktivitesini de artırabilmektedir. Tohumlar, depolama sırasında canlılıklarını korumak için mineral rezervlerinin bir kısmını kullanabilmektedir. Sonuç olarak tohumun mineral içeriği depolama koşullarına veya tohum için yapılan çeşitli uygulamalara bağlı olarak zamanla azalış gösterebilmektedir (Harrington ve Kozlowski, 1972; Stewart ve Bewley, 1980; Rashid ve Ryan, 2004).

4.13 UV-C Uygulama Süresi, Depolama Süresi ve Depolama Sıcaklığının Çimlenme Parametreleri Üzerine Etkileri

Çalışmada farklı uygulamalar sonrası depolanan bezelye tohumlarının çimlenme yüzdesindeki değişim Tablo 4.17’de verilmiştir. Uygulamalar incelendiğinde UV-C uygulama süresi ($P < 0.05$) ve depolama süresine ($P < 0.01$) bağlı olarak çimlenme yüzdesi değerleri arasındaki farklılık önemli iken, depolama sıcaklığına bağlı olarak çimlenme yüzdesi değerleri arasında farklılık önemsiz ($P > 0.05$) olarak bulunmuştur. Çimlenme yüzdesi üzerine UVS \times DS, UVS \times DT, DS \times DT ve UVS \times DS \times DT interaksiyonlarının etkisi önemsiz ($P > 0.05$) olarak gözlenmiştir. UV-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve sürelerine bağlı olarak çimlenme yüzdesinde azalışlar tespit edilmiştir. Bu üç uygulama içerisinde en yüksek çimlenme yüzdesi depolamanın başlangıcında %62.08 olarak belirlenirken, en düşük çimlenme yüzdesi %42.36 ile depolamanın 270. gününde belirlenmiştir.

Tablo 4.17. Ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin çimlenme yüzdesi (%) üzerine etkileri.

UVS	DS	Depolama süresi (ay)					Ortalamalar				P değerleri			
		0	90	180	270	360	UVS	DS	UVS × DS	DS × DT				
Kontrol	15	70.00	61.67	61.67	53.33	51.67	53.56A	15	59.67	15 × 0	62.08	UVS	*	
	20		51.67	45.00	46.67	46.67		52.33	52.00					
	25		48.33	48.33	40.00	38.33		49.00	49.00					
Ort. UVS × DT		70.00	53.89	51.67	46.67	45.56				15 × 90	54.17			
5	15	53.33	51.67	55.00	50.00	50.00	52.33AB	20	52.00	15 × 180	52.92	UVS	*	
	20		61.67	50.00	36.67	61.67		50.92	52.67	15 × 270	45.83			
	25		66.67	40.00	46.67	55.00		52.33	52.33	15 × 360	46.67			
Ort. UVS × DT		53.33	60.00	48.33	44.44	55.56				20 × 0	62.08	DS	öd	
10	15	65.00	50.00	48.33	45.00	48.33	50.11AB	25	51.33	20 × 90	55.00	DT	**	
	20		58.33	36.67	33.33	56.67		48.58	50.00	20 × 180	45.42	UVS × DS	öd	
	25		61.67	45.00	38.33	35.00		49.00	49.00	20 × 270	40.42	UVS × DT	öd	
Ort. UVS × DT		65.00	56.67	43.33	38.89	46.67				20 × 360	51.67	DS × DT	öd	
20	15	60.00	53.33	46.67	35.00	36.67	46.44B	48.58	46.33	25 × 0	62.08	UVS × DS × DT	öd	
	20		48.33	50.00	45.00	41.67			49.00	49.00	25 × 90	57.50		
	25		53.33	40.00	38.33	28.33			44.00	44.00	25 × 180	43.33		
Ort. UVS × DT		60.00	51.67	45.56	39.44	35.56				25 × 270	40.83			
Ort. DT		62.08A	55.56A	47.22B	42.36B	45.83B				25 × 360	39.17			

UVS: Ultraviyole-C uygulama süresi (dakika); DS: depolama sıcaklığı (°C); DT: depolama süresi (gün).
Farklı harfler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar vardır. öd: önemli değil (P>0.05); *: P<0.05; **: P<0.01.

İnteraksiyonlara bağı olarak çimlenme yüzdesinde dalgalanmalar görölse de genel olarak azalış yönünde bir eğilim ortaya çıkmıştır.

Farklı depolama koşullarına bağı olarak elde edilen ortalama çimlenme süresi değerleri Tablo 4.18’de sunulmuştur. Tablo 4.18 incelendiğinde depolama süresi uygulaması ile UVS × DT interaksiyonunun ortalama çimlenme süresi üzerinde önemli ($P<0.01$) etki gösterdiği saptanmıştır. Buna karşın UV-C uygulama süresi ve depolama sıcaklığı uygulamaları ile UVS × DS, DS × DT ve UVS × DS × DT interaksiyonlarının ortalama çimlenme süresi üzerinde önemli etki göstermediği ($P>0.05$) tespit edilmiştir. Ortalama çimlenme süresi UV-C uygulamasına bağı olarak kontrol uygulamasında 6.07 gün ile en yüksek değeri gösterirken 5 dk UV-C uygulamasında 5.49 gün ile en düşük değeri göstermiştir. Depolama sıcaklığı uygulamasında, 25 °C sıcaklıkta en yüksek (6.04) değeri göstermiştir. Artan depolama süresinde ise ortalama çimlenme süresi depolamanın 270. gününde en yüksek (6.72 gün) değere ulaşırken, depolamanın 360. gününde en düşük (4.89 gün) değere ulaşmıştır. UVS × DS interaksiyonunda ortalama çimlenme süresi dalgalı bir değişim göstermesine rağmen en yüksek değeri kontrol grubunda ve 15 °C depolama sıcaklığında (6.48 gün) göstermiştir. Ortalama çimlenme süresi DS × DT interaksiyonunda dalgalı bir seyir göstermiş olup 15 °C × 270 gün interaksiyonunda maksimum değere (7.34 gün) ulaşırken, 20 °C × 360 gün interaksiyonunda ise minimum değere (4.04 gün) ulaşmıştır.

Çalışmada tüm uygulamalar ve interaksiyonlara bağı olarak elde edilen çimlenme hız değerlerine ilişkin ölçümler Tablo 4.19’da verilmiştir. Tablo 4.19’da görüldüğü gibi depolama süresi uygulamasının çimlenme hız değeri üzerinde önemli ($P<0.01$) etki gösterdiği saptanmıştır. Ancak UV-C uygulama süresi ve depolama sıcaklığı ile bunların interaksiyonlarının çimlenme hız değeri üzerinde önemli etki göstermediği ($P>0.05$) belirlenmiştir. Bezelye tohumlarının 20 dk UV-C uygulama süresindeki çimlenme hız değeri (2.98 tohum gün⁻¹), kontrol uygulamasındaki çimlenme hız değerine (3.33 tohum gün⁻¹) göre düşük bulunmuştur. 5 dk UV-C uygulama süresindeki çimlenme hız değeri 3.45 tohum gün⁻¹ ile en yüksek bulunmuştur. Depolama sıcaklığındaki artışa bağı olarak UV-C uygulama süresinin artması çimlenme hız değerinde azalışa neden olmuştur. Depolama süresinin artışı ile çimlenme hız değeri depolamanın 270. gününe kadar azalış göstermiş, daha sonra depolamanın 360. gününde artarak 2.93 tohum gün⁻¹ olarak saptanmıştır. Uygulamalara bağı olarak belirlenen interaksiyonlarda dalgalı

Tablo 4.18. Ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin ortalama çimlenme süresi (gün) üzerine etkileri.

UVS	DS	Depolama süresi (ay)					Ortalamalar				P değerleri			
		0	90	180	270	360	UVS	DS	UVS × DS	DS × DT				
Kontrol	15	6.53	8.44	8.44	5.08	3.89	6.07	15	6.48	15 × 0	5.98			
	20		4.04	7.59	4.93	4.96		5.63	5.61					
	25		6.76	6.65	4.69	5.94		6.11						
Ort. UVS × DT		6.53A-D	6.41A-D	7.56AB	4.90BCD	4.93BCD				15 × 90	4.96			
5	15	6.08	3.21	3.97	8.02	5.83	5.49	20	5.42	15 × 180	5.03	UVS	öd	
	20		4.60	6.65	7.11	3.83		5.50	5.66	15 × 270	7.34			
	25		3.96	5.48	6.88	4.52		5.39	5.39	15 × 360	4.82			
Ort. UVS × DT		6.08A-D	3.92D	5.36A-D	7.33ABC	4.73CD				20 × 0	5.98	DS	öd	
10	15	5.86	3.53	3.79	7.28	4.95	5.50	25	5.08	20 × 90	4.94	DT	**	
	20		4.37	6.61	5.60	3.79		6.04	5.25	20 × 180	6.56	UVS × DS	öd	
	25		4.50	6.77	7.63	6.14		6.18	6.18	20 × 270	5.99	UVS × DT	**	
Ort. UVS × DT		5.86A-D	4.13D	5.72A-D	6.84ABC	4.96BCD				20 × 360	4.04	DS × DT	öd	
20	15	5.45	4.66	3.93	8.97	4.63	5.83		5.53	25 × 0	5.98	UVS × DS × DT	öd	
	20		6.73	5.38	6.33	3.59			5.50	5.50	25 × 90	4.99		
	25		4.73	7.50	8.10	6.57			6.47	6.47	25 × 180	6.60		
Ort. UVS × DT		5.45A-D	5.37A-D	5.60A-D	7.80A	4.93BCD				25 × 270	6.83			
Ort. DT		5.98AB	4.96BC	6.06A	6.72A	4.89C				25 × 360	5.79			

UVS: Ultraviyole-C uygulama süresi (dakika); DS: depolama sıcaklığı (°C); DT: depolama süresi (gün).
Farklı harfler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar vardır. öd: önemli değil (P>0.05); **: P<0.01.

Tablo 4.19. Ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin çimlenme hızı (tohum gün⁻¹) üzerine etkileri.

UVS	DS	Depolama süresi (ay)					Ortalamalar				P değerleri		
		0	90	180	270	360	UVS	DS	UVS × DS	DS × DT			
Kontrol	15	4.22	3.75	3.75	3.38	3.26	3.33	15	3.67	15 × 0	4.07	UVS	öd
	20		3.26	2.64	3.15	3.01		3.35	3.26				
	25		3.02	3.16	2.45	2.51			3.07				
Ort. UVS × DT		4.22	3.34	3.19	2.99	2.93				15 × 90	3.49		
5	15	3.74	3.37	3.67	3.08	3.26	3.45	20	3.42	15 × 180	3.44	UVS	öd
	20		3.82	3.30	2.42	3.72		3.28	3.40	15 × 270	2.80		
	25		4.44	2.78	3.05	3.66			3.53	15 × 360	2.94		
Ort. UVS × DT		3.74	3.87	3.25	2.85	3.55				20 × 0	4.07	DS	öd
10	15	4.45	3.37	3.26	2.80	3.06	3.29	25	3.39	20 × 90	3.52	DT	**
	20		3.82	2.45	2.09	3.66		3.16	3.29	20 × 180	2.97	UVS × DS	öd
	25		4.22	2.75	2.16	2.37			3.19	20 × 270	2.61	UVS × DT	öd
Ort. UVS × DT		4.45	3.80	2.82	2.35	3.03				20 × 360	3.25	DS × DT	öd
20	15	3.86	3.45	3.07	1.96	2.18	2.98	3.16	2.90	25 × 0	4.07	UVS × DS × DT	öd
	20		3.18	3.48	2.78	2.62			3.18	25 × 90	3.78	UVS × DS × DT	öd
	25		3.45	2.61	2.50	1.85			2.86	25 × 180	2.82		
Ort. UVS × DT		3.86	3.36	3.05	2.41	2.22				25 × 270	2.54		
Ort. DT		4.07A	3.60AB	3.08BC	2.65C	2.93C				25 × 360	2.60		

UVS: Ultraviyole-C uygulama süresi (dakika); DS: depolama sıcaklığı (°C); DT: depolama süresi (gün).
Farklı harfler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar vardır. öd: önemli değil (P>0.05); **: P<0.01.

seyir ortaya çıksa da yüksek UV-C uygulama süresi ve depolama sıcaklığı ile çimlenme hız değeri azalış göstermiştir.

Uygulamalar ve bunların interaksiyonlarına bağlı çimlenme enerjisi değerlerinde meydana gelen değişimler Tablo 4.20’de sunulmuştur. Tablo 4.20 incelendiğinde depolama süresi uygulamasının çimlenme hız değeri üzerinde önemli ($P<0.01$) etki gösterdiği saptanmıştır. Ancak UV-C uygulama süresi ve depolama sıcaklığı ile bunların interaksiyonlarının çimlenme hız değeri üzerinde önemli etki göstermediği ($P>0.05$) belirlenmiştir. Fakat UV-C uygulama süresi ve depolama sıcaklığı ile $UVS \times DS$, $UVS \times DT$, $DS \times DT$ ve $UVS \times DS \times DT$ interaksiyonlarının çimlenme enerjisi üzerinde önemsiz ($P>0.05$) etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Çimlenme enerjisi, UV-C uygulamasına bağlı olarak kontrol uygulamasından 5 dk UV-C uygulamasına artış göstermiş olup 10 ve 20 dk uygulamalarında ise azalış göstermiştir. 15 ve 20 °C depolama sıcaklığında çimlenme enerjisi sabit iken, 25 °C depolama sıcaklığında azda olsa düşüş ortaya koymuştur. Çimlenme enerjisi, depolamanın başlangıcından depolamanın 270. gününe kadar azalmış ve depolamanın 360. gününde yükselmiştir. $UVS \times DS \times DT$ interaksiyonuna bağlı olarak çimlenme enerjisi değerleri dalgalanmalar göstermiş olup, en yüksek 5 dk \times 25 °C \times 90. gün uygulamasında (0.62), en düşük ise 20 dk \times 15 °C \times 270. gün uygulamasında (0.18) bulunmuştur.

Utrillo bezeleye çeşidi tohumlarının deneme süresince belirlenen çimlenme indeksi değerleri Tablo 4.21’de verilmiştir. Depolama süresinin çimlenme indeksi üzerine etkisi $P<0.01$ düzeyinde istatikselsel olarak önemli bulunurken, UV-C uygulama süresi ve depolama sıcaklığının etkisi ise önemsiz ($P>0.05$) olarak bulunmuştur. Çimlenme indeksi üzerine $UVS \times DS$, $UVS \times DT$, $DS \times DT$ ve $UVS \times DS \times DT$ interaksiyonlarının etkisi önemsiz ($P>0.05$) olarak saptanmıştır. UV-C uygulama süresine bağlı olarak çimlenme indeksi kontrole göre 5 dk uygulamasında artarak en yüksek (7.37) değere ulaşmış ve 25 dk uygulamasında ise 6.30’a düşüş göstermiştir. Çimlenme indeksi değeri en yüksek depolama sıcaklığında (25 °C) 6.62 değeri ile en düşük bulunmuştur. Depolama süresi açısından yapılan değerlendirmede, çimlenme indeksi depolamanın başlangıcında en yüksek (8.53) olarak belirlenmiş olup depolama süresinin 270. gününe kadar azalmış daha sonra depolamanın 360. gününde artırmıştır. $UVS \times DT$ interaksiyonunda çimlenme indeksi kısmen dalgalanma gösterse de genel olarak her UV-C uygulamasının 25 °C depolama sıcaklığında azaldığı tespit edilmiştir.

Tablo 4.20 Ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin çimlenme enerjisi üzerine etkileri.

UVS	DS	Depolama süresi (ay)					Ortalamalar				P değerleri		
		0	90	180	270	360	UVS	DS	UVS × DS	DS × DT			
Kontrol	15	0.50	0.37	0.37	0.45	0.47	0.40	15	0.43	15 × 0	0.50	UVS	öd
	20		0.47	0.28	0.42	0.40		0.42	0.41				
	25		0.35	0.37	0.33	0.30		0.37	0.37				
Ort. UVS × DT		0.50	0.39	0.34	0.40	0.39				15 × 90	0.45		
5	15	0.45	0.50	0.52	0.32	0.40	0.44	20	0.44	15 × 180	0.45	DS	öd
	20		0.53	0.40	0.27	0.53		0.42	0.44	15 × 270	0.32		
	25		0.62	0.35	0.35	0.50		0.45	0.45	15 × 360	0.39		
Ort. UVS × DT		0.45	0.55	0.42	0.31	0.48				20 × 0	0.50	DT	**
10	15	0.57	0.48	0.47	0.32	0.40	0.42	25	0.45	20 × 90	0.48	UVS × DS	öd
	20		0.53	0.28	0.25	0.52		0.39	0.43	20 × 180	0.35	UVS × DT	öd
	25		0.57	0.32	0.23	0.28		0.39	0.39	20 × 270	0.32	DS × DT	öd
Ort. UVS × DT		0.57	0.53	0.36	0.27	0.40				20 × 360	0.46	UVS × DS × DT	öd
20	15	0.50	0.47	0.43	0.18	0.30	0.37		0.38	25 × 0	0.50		
	20		0.37	0.43	0.33	0.38		0.40	0.40	25 × 90	0.50		
	25		0.47	0.28	0.25	0.22		0.34	0.34	25 × 180	0.33		
Ort. UVS × DT		0.50	0.43	0.38	0.26	0.30				25 × 270	0.29		
Ort. DT		0.50A	0.48AB	0.38C	0.31C	0.39BC				25 × 360	0.33		

UVS: Ultraviyole-C uygulama süresi (dakika); DS: depolama sıcaklığı (°C); DT: depolama süresi (gün).
Farklı harfler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar vardır. öd: önemli değil (P>0.05); **: P<0.01.

Tablo 4.21. Ultraviyole-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve süresinin çimlenme indeksi üzerine etkileri.

UVS	DS	Depolama süresi (ay)					Ortalamalar				P değerleri		
		0	90	180	270	360	UVS	DS	UVS × DS	DS × DT			
Kontrol	15	8.65	7.00	7.00	7.36	7.39	6.92	15	7.48	15 × 0	8.53		
	20		7.39	5.15	6.84	6.55		7.09	6.92				
	25		6.12	6.41	5.40	5.17		6.35					
Ort. UVS × DT		8.65	6.84	6.19	6.54	6.37				15 × 90	7.51		
5	15	7.72	7.80	8.25	5.88	6.80	7.37	20	7.29	15 × 180	7.39	UVS	öd
	20		8.54	6.85	4.78	8.45		7.01	7.27	15 × 270	5.61		
	25		9.90	5.88	6.15	8.09		7.55	15 × 360	6.41			
Ort. UVS × DT		7.72	8.75	6.99	5.60	7.78				20 × 0	8.53	DS	öd
10	15	9.47	7.65	7.39	5.60	6.60	7.04	25	7.34	20 × 90	7.73	DT	**
	20		8.54	4.96	4.30	8.23		6.62	7.10	20 × 180	6.07	UVS × DS	öd
	25		9.24	5.55	4.23	4.87		6.67	20 × 270	5.41	UVS × DT	öd	
Ort. UVS × DT		9.47	8.48	5.97	4.71	6.57				20 × 360	7.31	DS × DT	öd
20	15	8.29	7.59	6.91	3.58	4.84	6.30		6.24	25 × 0	8.53	UVS × DS × DT	öd
	20		6.43	7.32	5.73	6.02		6.76	25 × 90	8.21			
	25		7.59	5.12	4.72	3.77		5.90	25 × 180	5.74			
Ort. UVS × DT		8.29	7.20	6.45	4.68	4.88				25 × 270	5.13		
Ort. DT		8.53A	7.82A	6.40B	5.38B	6.40B				25 × 360	5.48		

UVS: Ultraviyole-C uygulama süresi (dakika); DS: depolama sıcaklığı (°C); DT: depolama süresi (gün). Farklı harfler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar vardır. öd: önemli değil (P>0.05); **: P<0.01.

Çimlenme indeksi DS × DT interaksiyonunda değişimler ortaya koymuş olup, en yüksek 15 °C × 0 gün, 20 °C × 0 gün ve 25 °C × 0 gün interaksiyonunda (8.53) belirlenmiştir. Buna karşın en düşük çimlenme indeksi ise 25 °C × 270 gün interaksiyonunda (5.13) ortaya çıkmıştır. UVS × DS × DT interaksiyonu yönünden yapılan değerlendirmede, dalgalanmalar ortaya çıkmış olup yüksek UV-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve depolama sürelerinde genel olarak düşük çimlenme indeks değerleri gözlenmiştir.

UV-C radyasyonunun özelliği iyonlaştırıcı olmayıp viral, bakteriyel ve protozoa veya diğer mikroorganizmaları etkili bir şekilde etkisiz hale getirecek antiseptik özelliğe sahip olmasıdır. UV-C dokulara nüfuz etmekte ve bu da mikrop öldürücü bir ajan olma olasılığını sürdürmektedir.

Bu çalışma kapsamında çimlenme yüzdesi ve buna bağlı olarak incelenen diğer çimlenme parametreleri yapılan uygulamalardan etkilenmiştir. UV-C uygulamasına bağlı olarak kontrole göre çimlenme yüzdesinde düşüşler gözlenmiştir. Artan depolama sıcaklığında da düşüşler ortaya çıkmıştır. Aynı şekilde artan depolama süresi ile de çimlenme yüzdesi depolamanın 270. gününe kadar azalış daha sonra artış eğilimi göstermiştir. Dolayısıyla incelenen uygulamalar arasında UV-C ile depolama süresi değerleri arasında istatistiksel farklılık ortaya çıkarken depolama sıcaklığı yönünden istatistiksel farklılık söz konusu değildir. Neelamegam ve Sutha (2015) tarafından yerfıstığına (*Arachis Hypogaea* L.) UV-C ışınlamasının çimlenme yüzdesi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Sonuçlar, 1 saatlik süre boyunca UV-C ile ışınlamanın çimlenme yüzdesini %83.3 oranında iyileştirdiğini ve kontrol ile karşılaştırıldığında tohumların canlılığında kayda değer bir artış olduğunu belirtmişlerdir. Hamid ve Jawaid (2011), UV-C radyasyonu ile ön işlemin maş fasulyesi üzerindeki etkisini araştırmıştır. Sonuç olarak, 6 saatlik ön uygulamanın, kontrolün aksine UV-C ile işlenmiş tohumlarda çimlenmeyi %85'e kadar iyileştirdiğini tespit etmişlerdir. Bu durumu, UV fotonlarının görünür ışıktan daha güçlü olması ve bitki yüzey hücresi üzerinde güçlü bir etkiye sahip olması ve tohumun dış kabuğunun kolayca kırılmasına ve çimlenmeyi artırmasına neden olmasıyla açıklamıştır (Kovacs ve Keresztes, 2002). Sarı (2019), biber, lahana, soğan ve marul tohumlarında farklı UV-C uygulama sürelerinin çimlenme yüzdesi üzerine etkisini araştırdığı çalışmada, UV-C'nin biber tohumu hariç diğer tohumlarda çimlenme yüzdesini artırıcı olumlu etkisi olduğunu bildirmiştir. Tez çalışması kapsamında bulunan sonuçlara benzer

sonuçlar, Foroughbakhch Pournavab vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada, UV-C ışınımından en çok etkilenen türlerin ayçiçeği ve am türleri olduğunu, bunların canlılığı ve çimlenme gücünün azaldığını, am tohumunda ise yüksek derecede bozulma meydana geldiğini belirtmişlerdir. Tez çalışmasında uygulanan UV-C radyasyonunun kontrole göre çimlenme yüzdesini artırmadığı tam aksine azalttığı belirlenmiştir. Bu azalış durumu, uygulanan UV-C radyasyon uygulama süresinin önceki yapılan çalışmalara göre daha kısa olması nedeniyle radyasyonun dokulara tam olarak nüfuz edememesi ile açıklanabilir. Artan UV-C uygulama süresi ve depolama sıcaklığına bağlı olarak ortalama çimlenme süresi artmıştır. Bu artış çimlenme yüzdesindeki düşüşe bağlanabilir. Özellikle, uygulanan UV-C radyasyonunun imlendirmeyi hızlandırıcı bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Utrillo bezelye çeşidi tohumlarının çimlenme indeksi UV-C uygulamasından etkilenmiş ve azalışlar gözlenmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Utrillo bezelye çeşidi tohumunun uygun depolama koşullarını belirlemek için yapılan bu çalışmada UV-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve depolama süresinin kalite özellikleri, mineral kompozisyon ve çimlenme parametreleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

Çalışmadan elde edilen özet sonuçlara göre;

✓ Bezelye tohumlarının nem içeriği her üç uygulamada da değişim göstermiştir. UV-C ve depolama sıcaklığı uygulamasında tohum nem içeriği azalmış, ancak depolama süresinin sonunda (%6.71) depolama öncesine (%6.28) göre artmıştır.

✓ Birim ağırlık üzerine UV-C uygulama süresi ile depolama süresinin etkileri istatistiksel olarak önemli ($P < 0.01$) bulunmuştur. Buna karşın, depolama sıcaklığına bağlı olarak birim ağırlık değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz ($P > 0.05$) tespit edilmiştir. Birim ağırlık değeri UV-C uygulama süresi ve depolama sıcaklığına bağlı olarak azalmış, depolama süresine bağlı olarak kısmen dalgalanmalar gösterse de, depolama süresinin sonunda artış göstermiştir.

✓ UV-C uygulama süresi, depolama sıcaklığı ve depolama süresi uygulamalarından elde edilen elektriksel iletkenlik değerleri arasındaki farklılık önemli ($P < 0.01$) olarak belirlenmiştir. Elektriksel iletkenlik değeri UV-C ve depolama sıcaklığına bağlı olarak artmış olup depolama süresi uygulamasında ise azalış göstermiştir.

✓ Kül içeriği bakımından depolama süresi uygulamasından elde edilen sonuçlar arasında farklılık belirlenirken diğer uygulamalar arasında farklılık tespit edilmemiştir. Bu nedenle, depolama süresi uygulamasında depolama sonunda kül içeriği artmıştır.

✓ Depolama süresi pH içeriği üzerinde önemli bir etki gösterirken diğer uygulamalar önemli bir etki göstermemiştir. pH içeriği depolamanın 270. gününde maksimum (6.05) olarak tespit edilirken, en düşük pH içeriği istatistiksel olarak aynı grupta yer alan depolamanın 180 ve 360. günlerinde (sırasıyla 5.88 ve 5.89) tespit edilmiştir.

✓ Çalışmada bin tane ağırlığı üzerine her üç uygulamanın önemli etkilerinin olduğu bulunmuştur. UV-C uygulamasına göre artan UV sürelerinde bin tane ağırlığı dalgalanma göstermiş olup, 20 dk uygulamasında kontrole göre azalış

tespit edilmiştir. 20 ve 25 °C depolama sıcaklığında elde edilen bin tane ağırlığı, 15 °C depolama sıcaklığına göre daha düşük düzeyde bulunmuştur. Artan depolama süresi ile depolamanın 90. gününde azalan birim ağırlık değeri daha sonra artış göstermiştir.

✓ Renk değerleri üzerine UV-C uygulama süresi, b^* ve kroma değerleri üzerinde etkili olurken diğer özellikler üzerinde etkili olmamıştır ($P>0.05$). Depolama sıcaklığı incelenen tüm renk özellikleri üzerinde herhangi bir önemli ($P>0.05$) etki göstermemiştir. Depolama süresinin incelenen tüm renk özellikleri üzerinde istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$) düzeyde etkili olduğu bulunmuştur.

✓ Çalışmada UV-C uygulama süresi ile depolama süresi incelenen mineral kompozisyon üzerinde önemli bir etki göstermiştir. Depolama sıcaklığı ise potasyum hariç diğer mineral kompozisyonlar üzerinde önemli bir etkiye neden olmuştur. Genel olarak uzun UV-C uygulama süresi, yüksek sıcaklık ve depolama süresinin sonuna doğru mineral kompozisyon içeriğinde azalışlar tespit edilmiştir.

✓ Çimlenme parametreleri üzerinde yapılan uygulamalardan depolama süresinin etkili olduğu görülmüştür. UV-C uygulama süresi sadece çimlenme yüzdesi üzerinde etkili olmuştur. Depolama sıcaklığının ise incelenen parametreler üzerinde herhangi bir etkiye neden olmadığı saptanmıştır.

Çalışmada ele alınan UV-C uygulama süresinin “Utrillo” bezelye çeşidi tohumunda depolama süresini uzatma ve kalite kayıplarını azaltmada kullanılmasının uygun olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yüksek depolama sıcaklığının kalitede ve incelenen diğer özelliklerde azalmaya neden olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak, kalitesinin sürdürülebilmesi için, 5 dk UV-C’ye maruz bırakılan bezelye tohumlarının 15 °C depolama sıcaklığında 360 gün süreyle depolanabileceği sonucuna varılmıştır.

6. KAYNAKLAR

(Bu tez çalışmasında APA atf sistemi kullanılmıştır.)

- AACC, A. (1995). Approved methods of the American Association of cereal chemists: method 02-52. *AACC St. Paul, Minn.: EUA (9)*.
- Abazarian, R., Yazdani, M. R., Khosroyar, K., & Arvin, P. (2011). Effects of different levels of salinity on germination of four components of lentil cultivars. *African Journal of Agricultural Research*, 6(5), 2761-2766.
- About Fotouh, M. M., Moawad, F. G., El-Naggar, H. A., El-Din, M. T., & Eldeen, H. S. (2014). Influence of seed treatment with UV-C on saline stress tolerance in green beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Biological Chemistry Environmental Science*, 9(2), 391-414.
- Akçin, A. (1988). *Yemeklik dane baklagiller*. Selçuk Üniversitesi Yayınları.
- Aladjadjiyan, A. (2010). Effect of microwave irradiation on seeds of lentils (*Lens culinaris*, med.). *Romanian Journal of Biophysics*, 20(3), 213-221.
- Aladjadjiyan, A. (2012). Physical factors for plant growth stimulation improve food quality. *Food Production-Approaches, Challenges and Tasks*, 270.
- Aladjadjiyan, A. N. N. A. (2011). Ultrasonic stimulation of the development of lentils and wheat seedlings. *Romanian Journal of Biophysics*, 21(3), 179-187.
- Alves, C. Z., & Sá, M. E. D. (2009). Electrical conductivity in arugula seeds. *Revista Brasileira de Sementes*, 31, 203-215.
- Arın, L. (2018). Tohum depolama. *Türktob Dergisi*, 26(01), 8-10.
- Barbosa, R. M., Leão, É. F., Caprio, C. H., & Vieira, R. D. (2012a). Electrical conductivity test for yellow passion fruit seeds. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 34, 646-651.
- Barbosa, R. M., Silva, C. B. D., Medeiros, M. A. D., Centurion, M. A. P. D. C., & Vieira, R. D. (2012b). Electrical conductivity and water content in peanut seeds. *Ciência Rural*, 42, 45-51.
- Barbosa, R. M., Vieira, B. G. T. L., Ferraudo, A. S., Corá, J. E., & Vieira, R. D. (2013). Discrimination of soybean seed lots by multivariate exploratory techniques. *Journal of Seed Science*, 35, 302-310.
- Bazoni, C. H., Ida, E. I., Barbin, D. F., & Kurozawa, L. E. (2017). Near-infrared spectroscopy as a rapid method for evaluation physicochemical changes of stored soybeans. *Journal of Stored Products Research*, 73, 1-6.
- Bhandari, G., Ghimire, T. B., Kaduwal, S., Shrestha, J., & Acharya, R. (2017). Effects of storage structures and moisture contents on seed quality attributes of quality protein maize. *Journal of Maize Research and Development*, 3(1), 77-85.
- Binotti, F. F. D. S., Haga, K. I., Cardoso, E. D., Alves, C. Z., Sá, M. E. D., & Arf, O. (2008). Relationships of accelerated aging time with bulk conductivity test and with physiological seed quality in common bean. *Acta Scientiarum Agronomy*, 30, 247-254.
- Brown, J. E., Lu, T. Y., Stevens, C., Khan, V. A., Lu, J. Y., Wilson, C. L., ... & Droby, S. (2001). The effect of low dose ultraviolet light-C seed treatment on induced resistance in cabbage to black rot (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*). *Crop Protection*, 20(10), 873-883.

- Chang, T. C., You, S. J., Yu, B. S., & Kong, H. W. (2007). The fate and management of high mercury-containing lamps from high technology industry. *Journal of Hazardous Materials*, 141(3), 784-792.
- Changjan, D., Toyen, D., & Umroong, P. (2022). Effect of UV-C radiation on seed germination and some ultrastructure in water convolvulus (*Ipomoea aquatica* Forssk. 'Reptan'). *Microscopy and Microanalysis Research—The Journal of The Microscopy Society of Thailand*, 35(1), 33-37.
- Chavan, U. D., Shahidi, F., Bal, A. K., & McKenzie, D. B. (1999). Physico-chemical properties and nutrient composition of beach pea (*Lathyrus maritimus* L.). *Food Chemistry*, 66(1), 43-50.
- Costa, C. J., Villela, F. A., Bertoncetto, M. R., Tillmann, M. Â. A., & Menezes, N. L. D. (2008). Pea seed pre-hydra and its interference with the evaluation of the physiological potential. *Revista Brasileira de Sementes*, 30, 198-207.
- Çiftçi, C. Y. (2004). Dünyada ve Türkiye’de yemeklik tane baklagiller tarımı. *TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Teknik Yayınlar Dizisi*, 5, 88.
- Copeland, L. O., & McDonald, M. F. (2012). *Principles of seed science and technology*. Springer Science & Business Media.
- Cousin, R., Messenger, A., & Vingere, A. (1985). Breeding for yield in combining peas. In *40. Easter School of Agricultural Science of the University of Nottingham*. Butterworths.
- Davies, D. R. (1976). Peas: *Pisum sativum* (Leguminosae-Papilionatae). In 'Evolution of crop plants'. (Ed. NW Simmonds) pp. 172–174.
- Delazeri, P., Garlet, J., & Souza, G. F. (2016). Electrical conductivity test in batches of *Schinus molle* L. Seeds *Floresta e Ambiente*, 23, 413-417.
- Desai, B. B. (2004). *Seeds handbook: Processing and storage*. CRC press.
- Deshpande, S. S., & Salunkhe, D. K. (Eds.). (1991). *Foods of Plant Origin: Production, Technology, and Human Nutrition*. Van Nostrand Reinhold.
- Díaz-Leyva, C. E., Bacópulos-Mejía, E., Ruiz-Torres, N. A., Ibarra-Jiménez, L., Gonzales-Morales, S., & Benavides-Mendoza, A. (2017). Irradiación de semillas de tomate con UV-B y UV-C: impacto sobre germinación, vigor y crecimiento. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(1), 105-118.
- Eischeid, A. C., Meyer, J. N., & Linden, K. G. (2009). UV disinfection of adenoviruses: molecular indications of DNA damage efficiency. *Applied and Environmental Microbiology*, 75(1), 23-28.
- Ellis, R. A. (1981). The quantification of agent and survival in orthodox seeds. *Seed Science and Technology*, 9, 373-409.
- FAO, (2023). <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. (Erişim tarihi: 6 Kasım 2023).
- Ferreira, L. B. D. S., Fernandes, N. A., Aquino, L. C. D., Silva, A. R. D., Nascimento, W. M., & Leão-Araújo, É. F. (2017a). Temperature and seed moisture content affect electrical conductivity test in pea seeds. *Journal of Seed Science*, 39, 410-416.
- Ferreira, C. D., Ziegler, V., Paraginski, R. T., Vanier, N. L., Elias, M. C., & Oliveira, M. (2017b). Physicochemical, antioxidant and cooking quality properties of long-term stored black beans: effects of moisture content and storage temperature. *International Food Research Journal*, 24(6).
- Fessel, S. A., Vieira, R. D., Cruz, M. C. P. D., Paula, R. C. D., & Panobianco, M. (2006). Electrical conductivity testing of corn seeds as influenced by temperature and period of storage. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41, 1551-1559.

- Fessel, S. A., Panobianco, M., Souza, C. R. D., & Vieira, R. D. (2010). Electrical conductivity test of soybean seeds stored under different temperatures. *Bragantia*, 69, 207-214.
- Foroughbakhch Pournavab, R., Bacópulos Mejía, E., Benavides Mendoza, A., Salas Cruz, L. R., & Ngangyo Heya, M. (2019). Ultraviolet radiation effect on seed germination and seedling growth of common species from Northeastern Mexico. *Agronomy*, 9(6), 269.
- Gebreegziabher, B. G., & Tsegay, B. A. (2020). Proximate and mineral composition of Ethiopian pea (*Pisum sativum* var. *abyssinicum* A. Braun) landraces vary across altitudinal ecosystems. *Cogent Food & Agriculture*, 6(1), 1789421.
- George, R.A.T. (1985). *Vegetable seed production*. Longman Inc., New York.
- Gómez-López, V. M., Devlieghere, F., Bonduelle, V., & Debevere, J. (2005). Factors affecting the inactivation of micro-organisms by intense light pulses. *Journal of Applied Microbiology*, 99(3), 460-470.
- Govorov, L. I. (1937). Peas. *Flora of cultivated plants IV*, 231-336.
- Guajardo-Flores, D., Serna-Guerrero, D., Serna-Saldívar, S. O., & Jacobo-Velázquez, D. A. (2014). Effect of germination and UV-C radiation on the accumulation of flavonoids and saponins in black bean seed coats. *Cereal Chemistry*, 91(3), 276-279.
- Güngör, B. (2015). Türkiye orijinli yerel bezelye (*Pisum sativum* L.) genotiplerinin agro-morfolojik ve moleküler karakterizasyonu. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, Adana.
- Hagedorn, D. J. (1984). Compendium of pea diseases.
- Hamid, N., & Jawaid, F. (2011). Influence of seed pre-treatment by UV-A and UV-C radiation on germination and growth of Mung beans. *Pakistan Journal of Chemistry*, 1(4), 164-167.
- Hamid, N., & Jawaid, F. (2011). Influence of seed pre-treatment by UV-A and UV-C radiation on germination and growth of Mung beans. *Pakistan Journal of Chemistry*, 1(4), 164-167.
- Harrington, J. F., & Kozłowski, T. T. (1972). Seed storage and longevity. *Seed Biology*, 3, 145-245.
- Hernandez-Aguilar, C., Dominguez-Pacheco, A., Dominguez-Hernandez, E., Tsonchev, R. I., Valderrama-Bravo, M. D. C., & Alvarado-Nogues, M. L. (2023). Effects of UV-C light and *Spirulina maxima* seed conditioning on the germination and the physical and nutraceutical properties of lentils (*Lens culinaris*). *International Agrophysics*, 37(1), 15-26.
- Hernandez-Aguilar, C., Dominguez-Pacheco, A., Tenango, M. P., Valderrama-Bravo, C., Hernández, M. S., Cruz-Orea, A., & Ordóñez-Miranda, J. (2021). Characterization of bean seeds, germination, and phenolic compounds of seedlings by UV-C radiation. *Journal of Plant Growth Regulation*, 40(2), 642-655.
- Hijnen, W. A. M., Beerendonk, E. F., & Medema, G. J. (2006). Inactivation credit of UV radiation for viruses, bacteria and protozoan (oo) cysts in water: a review. *Water Research*, 40(1), 3-22.
- Hofer, J., Turner, L., Hellens, R., Ambrose, M., Matthews, P., Michael, A., & Ellis, N. (1997). *UNIFOLIATA* regulates leaf and flower morphogenesis in pea. *Current Biology*, 7(8), 581-587.
- Holman, L. E., & Snitzler, J. R. (1961). Transporting, handling and storing seeds. *Seeds. The Yearbook of Agriculture*. USDA, Washington DC, 338-347.
- Höslin, S. M. (1964). *Gemüsebau. Erzeugung und Absatz*. Bayerischer Landwirtschaft verlag Gm BH, München.
- Isaac, O. T., Seweh, E. A., Apuri, S., Banful, B. K., & Amoah, S. (2016). Effect of storage periods on seed quality characteristics of three soybean (*Glycine max* (L) Merrill)

varieties. *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology*, 2(4), 823-831.

- Jonkers, J., Bakker, M., & Van der Mullen, J. A. M. (1997). Absorption measurements on a low-pressure, inductively coupled, argon-mercury discharge for lighting purposes: 1. The gas temperature and argon metastable states density. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 30(13), 1928.
- Kacar, B., & İnal, A. (2008). *Bitki analizleri*, Nobel Yayınevi. Ankara.
- Kamel, R. M., El-kholy, M. M., Tolba, N. M., Amer, A., Eltarawy, A. M., & Ali, L. M. (2022). Influence of germicidal ultraviolet radiation UV-C on the quality of Apiaceae spices seeds. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 9(1), 89.
- Kara, Y. (2013). Morphological and physiological effects of UV-C radiation on bean plant (*Phaseolus vulgaris*). *Bioscience Research*, 10(1), 29-32.
- Karathanos, V. T., Bakalis, S., Kyritsi, A., & Rodis, P. S. (2006). Color degradation of beans during storage. *International Journal of Food Properties*, 9(1), 61-71.
- Karayel, R. (2012). Samsun'da ekilen bezelye genotiplerinin bazı fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve ıslah materyali olarak uygunluğunun değerlendirilmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi*, Samsun.
- Kebbi, Y., Muhammad, A. I., Sant'Ana, A. S., do Prado-Silva, L., Liu, D., & Ding, T. (2020). Recent advances on the application of UV-LED technology for microbial inactivation: Progress and mechanism. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(6), 3501-3527.
- Kibar, H., Öztürk, T., & Esen, E. (2010). The effect of moisture content on physical and mechanical. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8(3), 741-749.
- Kibar, H. (2015). Influence of storage conditions on the quality properties of wheat varieties. *Journal of Stored Products Research*, 62, 8-15.
- Kibar, H. (2016). Determining the functional characteristics of wheat and corn grains depending on storage time and temperature. *Journal of Food Processing and Preservation*, 40(4), 749-759.
- Kibar, B., & Temel, S. (2016). Evaluation of mineral composition of some wild edible plants growing in the Eastern Anatolia Region Grasslands of Turkey and consumed as vegetable. *Journal of Food Processing and Preservation*, 40(1), 56-66.
- Kibar, H. (2019). Assessing mineral composition and morpho-physiological properties of de-hulled einkorn wheat during storage at different moisture levels. *Journal of Stored Products Research*, 83, 200-208.
- Kibar, H., & Kibar, B. (2019). Changes in some nutritional, bioactive and morpho-physiological properties of common bean depending on cold storage and seed moisture contents. *Journal of Stored Products Research*, 84, 101531.
- Kibar, H., & Kılıç, İ. (2020). Mineral composition and technological properties of einkorn wheat as affected by storage conditions. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(12), e14951.
- Kibar, H., Sönmez, F., & Temel, S. (2021). Effect of storage conditions on nutritional quality and color characteristics of quinoa varieties. *Journal of Stored Products Research*, 91, 101761.
- Koutchma, T. (2019). *Ultraviolet light in food technology: principles and applications* (Vol. 2). CRC press.
- Kovacs, E., & Keresztes, A. (2002). Effect of gamma and UV-B/C radiation on plant cells. *Micron*, 33(2), 199-210.

- Kuzudişli, O. (2021). Farklı organik gübrelerin bezelye (*Pisum arvense*) bitkisi üzerindeki fizyolojik ve biyokimyasal etkilerinin araştırılması. *Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, Şanlıurfa.
- Lazim, S. K., & Nasur, A. F. (2017). The effect of magnetic field and ultraviolet-C radiation on germination and growth seedling of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 10, 30-36.
- Leão, É. F., Barbosa, R. M., dos Santos, J. F., & Vieira, R. D. (2012). Soaking solution temperature, moisture content and electrical conductivity of common bean seeds. *Seed Technology*, 193-202.
- Loeffler, T. M., Tekrony, D. M., & Egli, D. B. (1988). The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. *Journal of Seed Technology*, 37-53.
- Machado, C. G., Martins, C. C., Santana, D. G. D., Cruz, S. C. S., & Oliveira, S. S. C. D. (2011). Suitability of electrical conductivity test for seeds of *Pisum sativum* subsp. Arvense. *Ciência Rural*, 41, 988-995.
- Mahdavian, K., Ghorbanli, M., & KALANTARI, K. (2008). The effects of ultraviolet radiation on the contents of chlorophyll, flavonoid, anthocyanin and proline in *Capsicum annum* L. *Turkish Journal of Botany*, 32(1), 25-33.
- Marcos Filho, J., & Novembre, A. D. D. L. C. (2009). Avaliação do potencial fisiológico de sementes de hortaliças. In: Nascimento, W. M. (Ed.). *Tecnologia de sementes de hortaliças*. Brasília: Embrapa Hortaliças, p.185- 243.
- Mariz-Ponte, N., Mendes, R. J., Sario, S., Melo, P., & Santos, C. (2018). Moderate UV-A supplementation benefits tomato seed and seedling invigoration: a contribution to the use of UV in seed technology. *Scientia Horticulturae*, 235, 357-366.
- Martín-Cabrejas, M. A., Esteban, R. M., Perez, P., Maina, G., & Waldron, K. W. (1997). Changes in physicochemical properties of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) during long-term storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(8), 3223-3227.
- Matafonova, G., & Batoev, V. (2018). Recent advances in application of UV light-emitting diodes for degrading organic pollutants in water through advanced oxidation processes: A review. *Water Research*, 132, 177-189.
- Mielezrski, F., & Marcos-Filho, J. (2013). Assessment of physiological potential of stored pea (*Pisum sativum* L.) seeds. *Journal of Seed Science*, 35, 42-50.
- Miranda, M., Maureira, H., Rodriguez, K., & Vega-Galvez, A. 2009. Influence of temperature on the drying kinetics, physicochemical properties, and antioxidant capacity of Aloe Vera (*Aloe Barbadensis* Miller) gel. *Journal of Food Engineering*, 91, 297-304.
- Naeem, A., Saeed, M., Abid, M., & Shaukat, S. S. (2013). Effect of UV-B and microwave radiation on seed germination and plant growth in corn and okra. *FUUAST Journal of Biology*, 3(1), 55-62.
- Nasar-Abbas, S. M., Plummer, J. A., Siddique, K. H. M., White, P. F., Harris, D., & Dods, K. (2008). Nitrogen retards and oxygen accelerates colour darkening in faba bean (*Vicia faba* L.) during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 47(1), 113-118.
- Neelamegam, R., & Sutha, T. (2015). UV-C irradiation effect on seed germination, seedling growth and productivity of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 4(8), 430-443.
- Nelson, S. O. (1994). Non-destructive radio-frequency and microwave measurement of moisture content in agricultural commodities. *Postharvest News and Information*, 5, 7-10.

- Noble, R. E. (2002). Effects of UV-irradiation on seed germination. *Science of the Total Environment*, 299(1-3), 173-176.
- Okçu, G., Kaya, M. D., & Atak, M. (2005). Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 29(4), 237-242.
- Ouhibi, C., Attia, H., Rebah, F., Msilini, N., Chebbi, M., Aarouf, J., ... & Lachaal, M. (2014). Salt stress mitigation by seed priming with UV-C in lettuce plants: Growth, antioxidant activity and phenolic compounds. *Plant Physiology and Biochemistry*, 83, 126-133.
- Öz, M., & Karasu, A. (2010). Bazı bezelye (*Pisum sativum* L.) çeşitlerinin tohum verimi ve verim komponentlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(1), 44-49.
- Ozel, H. B., Abo Aisha, A. E. S., Cetin, M., Sevik, H., & Zeren Cetin, I. (2021). The effects of increased exposure time to UV-B radiation on germination and seedling development of Anatolian black pine seeds. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(7), 388.
- Özkaya, T. (2019). Biberde (*Capsicum annum var. longum*) farklı dalga boylarındaki ultraviyole radyasyonunun hasat sonrası üşüme zararı ve kalite üzerine etkileri. *Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, Tokat.
- Panobianco, M., Vieira, R. D., & Perecin, D. (2007). Electrical conductivity as an indicator of pea seed aging of stored at different temperatures. *Scientia Agricola*, 64, 119-124.
- Peykarestan, B., & Seify, M. (2012). UV irradiation effects on seed germination and growth, protein content, peroxidase and protease activity in redbean. *International Journal of Science and Engineering Investigations*, 1(3), 107-113.
- Rani, P. R., Chelladurai, V., Jayas, D. S., White, N. D. G., & Kavitha-Abirami, C. V. (2013). Storage studies on pinto beans under different moisture contents and temperature regimes. *Journal of Stored Products Research*, 52, 78-85.
- Rashid, A., & Ryan, J. (2004). Micronutrient constraints to crop production in soils with Mediterranean-type characteristics: a review. *Journal of Plant Nutrition*, 27(6), 959-975.
- Rifna, E. J., Ramanan, K. R., & Mahendran, R. (2019). Emerging technology applications for improving seed germination. *Trends in Food Science & Technology*, 86, 95-108.
- Rupiasih, N. N., & Vidyasagar, P. B. (2016). Effect of UV-C radiation and hypergravity on germination, growth and content of chlorophyll of wheat seedlings. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1719, No. 1). AIP Publishing.
- Sadeghianfar, P., Nazari, M., & Backes, G. (2019). Exposure to ultraviolet (UV-C) radiation increases germination rate of maize (*Zea maize* L.) and sugar beet (*Beta vulgaris*) seeds. *Plants*, 8(2), 49.
- Sardana, S., Mahajan, R. K., Gautam, N. K., & Ram, B. (2007). Genetic variability in pea (*Pisum sativum* L.) germplasm for utilization. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, 39(1), 31-41.
- Sarı, M. E. (2019). Ultraviyole (UV), manyetik alan (MA) ve hidropriming (HP) uygulamalarının biber, lahanaya, marul ve soğan tohumlarında kalitenin iyileştirilmesinde kullanımı. *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi*, Ankara.
- Scott, S. J., Jones, R. A., & Williams, W. (1984). Review of data analysis methods for seed germination. *Crop science*, 24(6), 1192-1199.
- Shoemaker, J. S. (1953). *Vegatable growing*. John Wiley and Sons Inc.

- Siddiqui, A., Dawar, S. H. A. H. N. A. Z., Zaki, M. J., & Hamid, N. (2011). Role of ultra violet (UV-C) radiation in the control of root infecting fungi on groundnut and mung bean. *Pakistan Journal of Botany*, 43(4), 2221-2224.
- Smartt, J. (1990). *Grain legumes: evolution and genetic resources*. Cambridge University Press.
- Smýkal, P., Aubert, G., Burstin, J., Coyne, C. J., Ellis, N. T., Flavell, A. J., ... & Warkentin, T. D. (2012). Pea (*Pisum sativum* L.) in the genomic era. *Agronomy*, 2(2), 74-115.
- Stefanello, R., Barreto, R. A. M., Müller, G. L., Rodrigues, A. H. S., da Silva Garcia, W. J., & Dorneles, L. S. (2023). UV-B and UV-C radiation on the germination of soybean seeds. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 18(2), e2964-e2964.
- Steidle Neto, A. J., Zolnier, S., Marouelli, W. A., Carrijo, O. A., & Martinez, H. E. (2005). Evaluation of an electronic circuit to measure electrical conductivity of nutrient solution. *Engenharia Agrícola*, 25, 427-435.
- Stewart, R. R., & Bewley, J. D. (1980). Lipid peroxidation associated with accelerated aging of soybean axes. *Plant Physiology*, 65(2), 245-248.
- Stoeva, N., Zlatev, Z., & Bineva, Z. (2001). Physiological response of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) to gamma-radiation contamination, II. Water-exchange, respiration and peroxidase activity. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 2, 304-308.
- Suthar, S. H., & Das, S. K. (1996). Some physical properties of karingda [*Citrullus lanatus* (Thumb) Mansf] seeds. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 65(1), 15-22.
- Şehirli, S. (1997). *Tohumluk ve Teknolojisi*. Fakülteler Matbaası, İstanbul.
- Taşyürek, S., (2021). İri taneli ve yüksek tane verimli konservelik bezelye hatlarının geliştirilmesi. *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, Konya.
- Taylor, A. G. (2020). Seed storage, germination, quality, and enhancements. In *The physiology of vegetable crops* (pp. 1-30). Wallingford UK: CABI.
- Torres, S. B., Medeiros, M. A. D., Tosta, M. D. S., & Costa, G. M. D. M. (2009). Electrical conductivity test in sesame seeds. *Revista Brasileira de Sementes*, 31, 70-77.
- TÜİK, (2023). Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel üretim istatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr> (Erişim tarihi: 6 Kasım 2023).
- Turan, O. Y. (2015). Ultraviyole-C ışık uygulaması kullanılarak soğukta saklanan gıdaların kalitelerinin artırılması. *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul.
- Upadhyay, A. K., Chormule, S. R., Kuiry, B. M., Ram, B. S., Pani, S. S., & Punia, Y. (2020). Effect of UV radiation on seeds physiological parameter: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(6), 1877-1879.
- Urban, L., Charles, F., de Miranda, M. R. A., & Aarouf, J. (2016). Understanding the physiological effects of UV-C light and exploiting its agronomic potential before and after harvest. *Plant Physiology and Biochemistry*, 105, 1-11.
- Vieira, R. D., Penariol, A. L., Perecin, D., & Panobianco, M. (2002). Electrical conductivity and initial water content of soybean seeds. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37, 1333-1338.
- Wang, N., & Daun, J. K. (2004). Effect of variety and crude protein content on nutrients and certain antinutrients in field peas (*Pisum sativum*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(9), 1021-1029.
- Watson, S. A. (1987). *Measurement and maintenance of quality. Corn: chemistry and technology.*, American Association of Cereal Chemists.

- Watts, R. L., & Watts, G. S. (1954). *The vegetable growing business*. Orange Judd Publishing Co. Inc.
- Wery, J., & Grinac, P. (1983). *Uses of legumes and their economic importance*. Technical Handbook on Symbiotic Nitrogen Fixation. FAO, Rome, Italy.
- Wood, R. (1979). *Peas, beans and greens*. Marshal Gavedish.
- Xiao, H. W., Yao, X. D., Lin, H., Yang, W. X., Meng, J. S., & Gao, Z. J. (2012). Effect of SSB (superheated steam blanching) time and drying temperature on hot air impingement drying kinetics and quality attributes of yam slices. *Journal of Food Process Engineering*, 35(3), 370-390.
- Yeken, M. Z., Soydemir, H. E., Kibar, H., & Çiftçi, V. (2023). Long-term storage affects on the phenolic, mineral, color and cooking traits of chickpea seed. *Journal of Stored Products Research*, 102, 102122.
- Zieliński, H., & Kozłowska, H. (2000). Antioxidant activity and total phenolics in selected cereal grains and their different morphological fractions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(6), 2008-2016.

