



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SEZYUM KAYNAKLI IŞINLAMANIN
SİTRON KARPUZUNDA (*Citrullus lanatus* var.
***citroides*) HAPLOİD BİTKİ ELDESİ ÜZERİNE**
ETKİSİ

HATİCE NUR YILMAZ KAVUK
YÜKSEK LİSANS
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

AĞUSTOS/2024
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

HATİCE NUR YILMAZ KAVUK tarafından hazırlanan “Sezyum kaynaklı ışınlamanın sitron karpuzunda (*Citrullus lanatus* var. *citroides*) haploid bitki eldesi üzerine etkisi” adlı tez çalışması 29/08/2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy çokluğu ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü BAHÇE BİTKİLERİ Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Prof. Dr. Ertan Sait KURTAR

.....

Danışman

Prof. Dr. Ertan Sait KURTAR

.....

Üye

Prof. Dr. Önder TÜRKMEN

.....

Üye

Doç. Dr. Tuğçe ÖZSAN KILIÇ

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr.

FBE Müdürü

Bu tez çalışması Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 2210338 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Hatice Nur YILMAZ KAVUK

Tarih: 29.08.2024

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SEZYUM KAYNAKLI IŞINLAMAMANIN SİTRON KARPUZUNDA (*Citrullus lanatus* var. *citroides*) HAPLOİD BİTKİ ELDESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Hatice Nur YILMAZ KAVUK

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

Danışman: Prof. Dr. Ertan Sait KURTAR

2024, 46 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Ertan Sait KURTAR

Prof. Dr. Önder TÜRKMEN

Doç. Dr. Tuğçe ÖZSAN KILIÇ

Dünyada karpuz yetiştiriciliğinin % 90'dan fazlası aşılı fide ile açık arazi şartlarında yapılmaktadır. Bu sebeple F₁ hibrit anaç ıslahı ve aşılı fide ile üretimi bir sektör halini almıştır. Ülkemizde kullanılan çeşitlerin ve anaçların büyük çoğunluğu yurt dışı kaynaklı F₁ hibrit çeşitlerdir. Günümüzde gerek biyotik (özellikle fusarium ve nematod) ve gerekse abiyotik (kuraklık, düşük toprak sıcaklığı ve tuzluluk) stres koşullarına dayanım/tolerans için karpuz anaç olarak, kuraklığa toleransları ve nematod dayanımları istenilen düzeyde olmayan, *Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata* melezleri kullanılmaktadır. *Citrullus* cinsi içerisinde yer alan ve yabani bir form olan sitron karpuzu [*C. lanatus* var. *citroides* (L.H. Bailey Mansf.)] kuraklığa toleransı ve nematoda dayanımı yüksek bir türdür. Karpuz üretiminde anaç olarak kullanılma potansiyeli oldukça yüksek olan sitron karpuz hatlarının geliştirilmesi ülkemiz için önemli bir konudur. F₁ hibrit çeşit elde etmenin ilk aşaması saf ebeveyn hatların geliştirilmesidir ve karpuz gibi yabancı tozlanan türlerde istenilen saflığa ulaşmak 6-8 generasyon kendilemeyi gerektirir. Gametik embriyogenesis teknikleri ile bir generasyonda tamamen homozigot saf hatlar elde edilebilmektedir.

Sunulan çalışmada günümüzde en çok kullanılan kaynak olan kobalt 60 (Co⁶⁰) kaynağına alternatif olarak Sezyum kaynağının haploidizasyon üzerine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla 11 sitron karpuzu genotipinin anterlerine farklı dozlarda (50, 100, 150, 200 ve 250 Gy) Sezyum kaynaklı gama ışını uygulanmış ve bu polenlerle tozlamalar yapılarak partenogenetik embriyo uyartımı sağlanmaya çalışılmıştır. Toplamda 613 çiçek tozlanmış, 245 adet meyve elde edilmiş ve meyve tutum oranı % 39,97 olarak gerçekleşmiştir. Genelde ışın dozları yükseldikçe meyve tutumunda da azalmaların meydana geldiği tespit edilmiştir. Bu meyvelerden 154 tanesi açılıp incelenmiş ve toplamda 11147 tohum ekstrakte edilmiştir. Çıkarılan 2821 embriyo MS ortamında kültüre alınmış, toplamda 1638 adet bitki elde edilmiş ve bitkiye dönüşüm oranı % 58,1 olarak gerçekleşmiştir. Bu bitkilerden 639 adedi dış koşullara alıştırılarak büyütülmüş ve ploidi analizlerinde kullanılmıştır. Stomatal analizler ile yapılan ploidi analizleri sonucunda 624 bitkinin diploid (2n), 1 bitkinin miksoploid (n + 2n) ve 14 bitkinin ise haploid (n) olduğu belirlenmiştir. 100 bitkideki haploidi frekansı % 7.14 ile % 1.08 arasında değişmiştir.

Anahtar Kelimeler: Işınlanmış polen tekniği, sezyum kaynağı, haploid bitkiler, sitron karpuzu

ABSTRACT

MS THESIS

THE EFFECTS OF CESIUM MEDIATED IRRADIATION ON HAPLOID PLANT OBTENTION IN CITRON WATERMELON (*Citrullus lanatus* var. *citroides*)

HATİCE NUR YILMAZ KAVUK

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE HORTICULTURE

Advisor: Prof. Dr. Ertan Sait KURTAR

2024, 46 Pages

Jury

Prof. Dr. Ertan Sait KURTAR

Prof. Dr. Önder TÜRKMEN

Assoc. Prof. Dr. Tuğçe ÖZSAN KILIÇ

More than 90% of watermelon varieties in the world are grown with grafted seedlings in open field conditions. For this reason, F₁ hybrid rootstock breeding and grafted seedling production have become a sector. The majority of the products and rootstocks used are domestically sourced F₁ hybrid varieties. Today, *Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata* hybrids, whose drought tolerance and nematode resistance are not at the desired level, are used as watermelon rootstocks for resistance/tolerance to both biotic (especially fusarium and nematode) and abiotic (drought, low soil temperatures and salinity) stress conditions. Citron watermelon [*C. lanatus* var. *citroides* (L.H. Bailey Mansf.)], which is a wild form within the *Citrullus* genus, is a species with high drought tolerance and nematode resistant. Citron, which has a high potential to be used as a watermelon rootstock, is an important choice for the introduction of watermelon to the market. F₁ hybrid variety old sections are the first stage of developing safe parent beds, and reaching the desired purity in open pollinated species such as watermelon requires 6-8 generations of selfing. With gametic embryogenesis techniques, completely homozygous pure lines can be obtained in a generation.

In the presented study, the effect of Cesium source on haploidization was examined as an alternative to cobalt⁶⁰ source, which is the most used source today. For this purpose, different doses of Cesium-derived gamma rays (50, 100, 150, 200 and 250 Gy) were applied to the anthers of 11 citron watermelon genotypes and parthenogenetic embryo stimulation was tried to be achieved by pollination with these pollens. A total of 613 flowers were pollinated, 245 fruits were obtained and the fruit setting rate was 39.97%. In general, it has been determined that as the radiation doses increase, fruit set decreases. 154 of these fruits were opened and examined and a total of 11147 seeds, 2821 embryos were extracted and cultured in modified MS medium. A total of 1638 plants were obtained and the conversion rate to plants was 58.1%. 639 of these plants were acclimatized to the outdoor conditions and used in ploidy analyses. As a result of the ploidy analyzes performed with stomatal analyses, it was determined that 624 plants were diploid (2n), 1 plant was mixoploid (n + 2n) and 14 plants were haploid (n). Haploidy frequency was ranged from % 7.14 to % 1.08 in 100 plants.

Keywords: Irradiated pollen technique, cesium source, haploid plants, citron watermelon.

ÖNSÖZ

Akademik eğitim sürecimin bir üst noktası olan Yüksek Lisans tez konumun belirlenmesi, hazırlanması, yazımı ve bu çalışmanın her aşamasında bilgi, öneri, deneyim, görüş, yardım ve desteğini esirgemeyen değerli danışman hocam Prof. Dr. Ertan Sait KURTAR'a sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans öğrenimim süresince bilgi ve desteğinden faydalandığım değerli hocalarım Prof. Dr. Mustafa PAKSOY'a, Prof. Dr. Önder TÜRKMEN'e ve Doç.Dr. Musa SEYMEN'E saygı ve teşekkürü arz etmeyi bir borç bilirim.

Laboratuar çalışmalarımda her türlü yardım ve desteği sağlayan yüksek Ziraat mühendisi Deniz METİN'e teşekkürlerimi sunarım.

Bu yolculuğumda yanımda olan her daim bana destek olan aileme ve eşime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hatice Nur YILMAZ KAVUK
KONYA-2024

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	3
2.1. Karpuz türünde yapılmış çalışmalar.....	3
2.2. Kavun türünde yapılmış çalışmalar.....	4
2.3. Hıyar türünde yapılmış çalışmalar.....	5
2.4. Yazlık kabak türünde yapılmış çalışmalar.....	5
2.5. Kışlık kabak türünde yapılmış çalışmalar.....	8
2.6. Su kabağı ve acur türlerinde yapılmış çalışmalar.....	8
3. MATERİYAL VE YÖNTEM.....	9
3.1. Materyal.....	9
3.1.1.Bitkisel materyal.....	9
3.2.Yöntem.....	9
3.2.1.Donör bitkilerin yetiştirilmesi.....	9
3.2.2.Işınlama ve tozlama çalışmaları.....	11
3.2.3.Meyvelerin hasadı, ekstraksiyon ve embriyoların kültüre alınması.....	12
3.2.4. Bitkiciklerin eldesi, dış koşullara alıştırma (Aklimatizasyon).....	14
3.2.5. Ploidi analizleri	16
3.2.6. Dihaploidizasyon (kromozom katlama) çalışmaları.....	16
3.2.7. Yapılan ölçümler ve gözlemler.....	17
3.2.8. Verilerin analizi	18
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	18
4.1. Uygulamaların meyve tutumuna etkisi.....	18
4.2. Uygulamaların meyve sayısı, meyve ağırlığı ve tohum sayısı üzerine etkisi.....	20
4.3. Uygulamaların embriyo sayısı, bitki sayısı ve bitkiye dönüşüm oranı üzerine etkisi.....	23
4.4. Uygulamaların ploidi düzeyi ve haploidi frekansı üzerine etkisi.....	25
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	30
KAYNAKLAR.....	31
ÖZGEÇMİŞ.....	36

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Denemede kullanılan sitron karpuz genotipleri (orijinal).....	9
Şekil 3.2. Donör bitkilerin yetiştirilme aşamaları.....	10
Şekil 3.3. Işınlama çalışmalarının yapıldığı sezyum kaynağı	11
Şekil 3.4. Dişi çiçeklerde emaskülasyon ve izolasyon.....	12
Şekil 3.5. Hasat edilerek ağırlıkları hesaplanmış meyveler	13
Şekil 3.6. Çamaşır suyu çözeltisinde yüzey sterilizasyonu yapılan bir meyve ve MS ortamı	13
Şekil 3.7. Steril kabinde incelenmekte olan bir meyve ve tohumlar ile MS ortamında kültüre alınmış kotiledon şekilli bir embriyo	14
Şekil 3.8. iklim odasında büyümekte ve dış koşullara alıştırılmakta olan bitkicikler ...	15
Şekil 3.9. Bitkilerin dış koşullara alıştırılma işlemi.....	15
Şekil 3.10. Dış koşullara alışmış bitkiler.....	16
Şekil 3.11. Kolhisin uygulaması.....	17
Şekil 4.1. Haploid (sol) ve diploid (sağ) bitkilerin stomaları ve kloroplast sayıları (Bar:5 μ).....	28
Şekil 4.2. Sera koşullarında haploid (sol) ve dihaploid (sağ) bitkilerin yaprakları.....	29
Şekil 4.3. İklim odası koşullarında büyütülmekte olan haploid bir bitkinin erkek çiçeği.....	29

ÇİZELGELER

Tablo 3-1. Sera 0-30 cm derinlikteki toprak analiz sonuçları.....	10
Tablo 3.2. MS besin ortamının bileşimi.....	13
Tablo 4-1. Genotiplere, ışın dozlarına (Gray) ve polen yaşına (gün) göre tozlanan çiçek sayısı (TÇS; adet), tutan meyve sayısı (TMS; adet) ve meyve tutum oranı (MTO; %)......	19
Tablo 4-2. Genotiplere (G) ve ışın dozlarına (D; Gray) göre hasat edilen meyve sayısı (HMS; adet), incelenen meyve sayısı (İMS; adet), ortalama meyve ağırlığı (OMA; g) ve tohum sayısı (TS; adet).....	21
Tablo 4-3. Genotiplere (G) ve ışın dozlarına (D; Gray) göre embriyo sayısı (ES; adet), embriyo gelişim aşamaları (EGA), elde edilen bitki sayısı (BS) ve bitkiye dönüşüm oranı (BDO; %)......	24
Tablo 4-4. Genotiplere (G) ve ışın dozlarına (D; Gray) göre incelenen bitki sayısı (İBS), ploidi düzeyi (PD) ve 100 embriyodaki haploidi frekansı (HF; %).....	26

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler	Açıklama
%	Yüzde
g	Gram
°C	Santigrat derece
mm	Milimetre
M	Metre
m ²	Metrekare
ml	Mililitre
cm	Santimetre
mg/kg	Miligram/kilogram
cm ²	Santimetrekare
μ	Mikro
μm	Mikrometre
mm ²	Milimetrekare
mg/L	Miligram/Litre
g/L	Gram/Litre

Kısaltmalar

Açıklama

MS	Murashige and Skoog, 1962
DH	Double haploid
(NH ₄) ₂ SO ₄	Amonyum sülfat
CaCl ₂ .2H ₂ O	Kalsiyum klorür
NH ₄ +NO ₃ -N	İnorganik azot
CuSO ₄ .5H ₂ O	Bakır sülfat
NH ₄ NO ₃	Amonyum Nitrat
H ₃ BO ₃	Borik asit
KH ₂ PO ₄	Mono potasyum fosfat
KI	Potasyum iyodür
KNO ₃	Potasyum nitrat
MgSO ₄ .7H ₂ O	Magnezyum sülfat
Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O	Sodyum molibdat
IAA	İndol Asetik Asit
2,4-D	2,4 Diklorofenoksiasetik asit
ABA	Absisik asit
AgNO ₃	Gümüş nitrat
BAP	Benzil Amino Pürin
atm	Atmosfer
TENMAK	Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu
TTSM	Tohumculuk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi



1. GİRİŞ

Sebze üretimi bakımından, Türkiye 31 milyon tonluk üretimiyle dünya genelinde 4. sırada yer almaktadır. *Cucurbitaceae* familyasında yer alan karpuz (*Citrullus lanatus* (thunb.) Matsum ve nakai) üretiminde ise dünya genelinde Çin'den sonra ikinci sırada yer almaktadır. Yaklaşık 3,5 milyon tonluk üretimle ülkemizde domatesten sonra en çok üretimi yapılan sebzedir. Bu üretimin yaklaşık 850 bin ton kadarı örtü altında yapılmaktadır (FAO, 2022; TUİK, 2023). Karpuz yetiştiriciliği çoğunlukla aşılı fide ile açık arazi koşullarında yapılmaktadır. Türkiye'de karpuz yetiştiriciliğinde kullanılan F₁ hibrit tohumların çoğu ise yurt dışından getirilmektedir.

Diğer taraftan küresel iklim değişikliği sebebiyle ortaya çıkan ve etkileri gün geçtikçe artan mevsimsel değişimler kuraklık, tuzluluk ve sıcaklık artışları şeklinde dünyada olduğu gibi ülkemizi de olumsuz etkilemektedir. Özellikle kuraklık ülkemiz gibi kurak ve yarı-kurak alanlara sahip bölgelerde tarımı sınırlandıran en nemli faktördür. Kuraklık stresinin olumsuz etkilerinin azaltılması ancak kuraklığa toleransı yüksek çeşit ve anaçların tarımsal üretimde kullanılması gibi bazı yaklaşımların geliştirilmesi ile mümkündür. Günümüzde gerek biyotik (özellikle fusarium ve nematod) ve gerekse abiyotik (kuraklık, düşük toprak sıcaklığı ve tuzluluk) stres koşullarına dayanım/tolerans için karpuz anaç olarak, kuraklığa toleransları ve nematod dayanımları istenilen düzeyde olmayan, *Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata* melezleri kullanılmaktadır. Ancak bu anaçların kuraklığa toleransları sınırlıdır ve nematod dayanımları istenilen düzeyde değildir (Aydınlı ve ark., 2019).

Yabani bir form olan *C. lanatus* var. *citroides* *Citrullus* cinsi içerisinde yer almakta olup “sitron”, “sitron karpuzu”, “konservelik kavun”, “yemlik karpuz” gibi farklı isimlere sahiptir. Sitron karpuzu kültür karpuzuyla ($2n=2x=22$) rahatlıkla melezlenmektedir (Laggetti ve Hammer, 2007). Ayrıca reçel, turşu, yemek yapımında, kurak yerlerde su kaynağı ve gıda sanayinde pektin olarak, çerez ve yağ elde etmede, medikal ve kozmetik sanayinde de kullanılmaktadır (Loukou ve ark., 2007; Minsart ve Bertin, 2008; Wehner, 2008; Ramazan ve ark., 2009). Kuraklığa toleransının yüksek olması sebebiyle özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde rahatlıkla yetiştirilmektedir (Nkoana ve ark., 2022). Nitekim daha önce yapılmış çalışmalarda kullanılan iki farklı sitron karpuz genotipi verim değerleri açısından diğer anaçlarla kıyaslandığında (su kabağı ve TZ-148) su kısıtı koşullarında karpuz ticari anaç olarak kullanılabilecek potansiyelde bulunmuş (Yavuz ve ark., 2020), su kısıtı koşullarında meyvedeki toplam şeker, fenolik bileşikler ve antioksidan içeriği yönünden diğer anaçlara üstünlük sağladığı belirlenmiştir (Seymen ve ark., 2021). Ayrıca sitron karpuzunun kök ur

nematoduna (*Meloidogyne incognita*) dayanımı birçok ticari karpuz anacından daha yüksektir (Thies ve ark., 2015). Ayrıca günümüz karpuz anaçlarında *Fusarium solgunluğunun* (*Fusarium oxysporum* f. sp. niveum) ırk 2 ve 3'e karşı olmayan dayanım sitron karpuzunda mevcuttur (Wechter ve ark., 2012). Birçok araştırmacı sitron karpuzunun karpuz tarımında biyotik ve abiyotik stres koşullarına karşı genetik bir kaynak olarak kullanılabileceğini bildirmiştir (Hwang ve ark., 2011; Kurum ve ark., 2017; Levi ve ark., 2017; Balkaya ve ark., 2018; Nawaz ve ark., 2018; Pal ve ark., 2020; García-Mendivil ve Sorribas, 2021). Vejetasyon süresinin kışlık kabaklara göre kısa olması (90-120 gün) yılda 2 kez tohum alınmasını olanaklı kılmaktadır (Mustafa ve Alamin, 2012).

Standart çeşitlere göre daha yüksek verim ve kalite değerlerine sahip Hibrit çeşitler fenotipik varyasyonlar göstermezler (Vural ve ark., 2019). Hibrit çeşitler zararlılara ve hastalıklara karşı dayanıklıdır, ayrıca biyotik ve abiyotik stres faktörlerine toleranslıdır (Topçu ve ark., 2016; Gotame ve ark., 2020). F₁ hibrit çeşit elde etmenin ilk aşaması saf ebeveyn hatların geliştirilmesidir ve karpuz gibi yabancı tozlanan türlerde istenilen saflığa ulaşmak 6-8 generasyon kendilemeyi gerektirir. Klasik yöntemler hem çok zamana ihtiyaç duyar hem de bu işlem oldukça maliyetlidir. Alternatif olarak, partenogenesis, androgenesis ve gynogenesis yöntemleriyle türetilmiş double haploid (DH) bitkiler oluşturularak saf hatların üretimini hızlandırmak mümkündür (Kurtar ve Balkaya, 2010). Dihaploid bitkiler, yeni ve geliştirilmiş çeşitlerin neslinde yetiştiriciler için çok faydalı bir araçtır. Haploidizasyon veya haploidi tekniği, özellikle yabancı tozlanan türlerde saflaştırma işlemini 1-2 yıl gibi kısa sürede ve %100 saflıkta sağladığı için ıslahçılar açısından büyük avantajlar sağlar (Muswita, 2011; Vural ve ark., 2019; Yanmaz ve ark., 2020).

Tarımsal üretimde kullanılan ticari karpuz çeşitlerinin birçok biyotik ve abiyotik streslere hassas olmaları nedeni ile anaç üzerine aşılınmaları yolu ile aşılı fide olarak üretilmeleri zorunludur. Karpuz üretiminde anaç olarak kullanılma potansiyeli oldukça yüksek olan sitron karpuz hatlarının geliştirilmesi ülkemiz tarımı ve tohumculuk sektörümüz için önemlidir. Diğer taraftan karpuz türünde dihaploidizasyon konusunda yapılmış çalışmalar ile elde edilen başarılar oldukça sınırlıdır ve hala açıklanmayı bekleyen önemli bilimsel noktalar bulunmaktadır. Ülkemiz için ileride ticarete konu olabilecek hatların geliştirilmesi ve bu hatların anaç ıslahında kullanımının önünün açılarak ülke ekonomisine katkıda bulunulması gerekmektedir. Ayrıca günümüzde ışınlanmış polen tekniğinde en çok kullanılan kaynak olan kobalt kaynağının bulunması ve bu amaçla kullanılması zorlaşmaktadır. Bu hedefler doğrultusunda sunulan çalışmada kobalt⁶⁰ kaynağına alternatif olarak Sezyum

kaynaklı gama ışını kullanılarak partenogenesis yoluyla karpuz anaç potansiyeli yüksek ve kuraklığa toleranslı doublehaploid sitron karpuzu hatlarının geliştirilmesi amaçlanmıştır.

2.KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1 Karpuz türünde yapılmış çalışmalar

Işınlanmış polenlerle tozlama yoluyla parthenogenetik haploid embriyo uyartımının gerçekleştirildiği ve bu embriyolardan karpuz türünün (*Citrullus lanatus* (Thunb) Mansf.) ilk haploid bitkilerinin edildiği çalışma Gürsöz ve ark. (1991) tarafından yürütülmüştür. Çalışmada değişik safhalarda toplamda elde edilen 761 adet embriyodan 17 adet haploid bitki elde edilebilmiştir. 30 Mayıs-13 Haziran tarihleri arasındaki tozlama dönemi en uygun dönem olarak bulunmuş, en yüksek embriyo sayısına 300 Gray dozda ve % 14.7 ile Halep Karası çeşidinde ulaşılmıştır.

Sari (1994) karpuzda en uygun ışın dozlarının 200-300 Gray olduğunu, 100 Gray ışın dozu ile ışınlanan polenlerin ise "melezleme etkisi" yaptığını saptamıştır.

Panonia F₁, Sugar Baby, Halep Karası ve Crimson Sweet karpuz çeşitlerinin 300 Gy gama ışınıyla ışınlanmış polenlerle tozlandığı çalışmada (Sari ve ark., 1994) tozlamadan 3-4 hafta sonra hasat edilen meyvelerde 100 tohumdaki embriyo sayısı bakımından Halep Karası (%14,2); Crimson Sweet (% 4.0), Panonia F₁ (% 4.0) ve Sugar Baby (% 3.6)'ye göre daha yüksek performans göstermiştir.

İki karpuz genotipinde farklı ışın dozlarının denendiği çalışmada haploid embriyo eldesi için en uygun ışın dozunun 275 Gy olduğu bildirilmiş, 100 tohumdaki haploid embriyo sayısı 5.26 olarak belirlenmiştir (Taşkın ve ark., 2013).

Takcı (2024) 11 sitron karpuzu genotipinde farklı dozlarda (200, 250 ve 300 Gy) kobalt⁶⁰ kaynaklı gama ışını uygulayarak partenogenetik embriyo uyartımı sağlamaya çalışmıştır. Meyve başına embriyo sayısı 0.49 ve 100 tohumdaki embriyo sayısı ise % 0.72 olarak gerçekleşmiştir. Kültüre alınan 134 embriyodan 102 tanesi bitkiye dönüşmüş, bunlardan 88 tanesi başarılı bir şekilde dış koşullara alıştırılarak ploidi analizlerinde kullanılmıştır. Stomatal analizler ve flow sitometri kullanılarak yapılan ploidi analizleri farklı sonuçlar vermiş, 77 bitkinin diploid (2n), 9 bitkinin miksoploid (n + 2n) ve 2 bitkinin ise haploid (n) olduğu belirlenmiştir. Haploid bitkiler % 1'lik kolhisinin 2 saat süreyle gün aşırı 2 sefer sürgün uçlarına uygulanmasıyla double haploid hale getirilmiş, serada büyütülerek kendilenmiş ve tohumları elde edilmiştir.

2.2. Kavun türünde yapılmış çalışmalar

Sauton ve Vaulx (1987) 10, 30 ve 100 kRad dozlarında kobalt⁶⁰ kaynaklı gama ışını uyguladıkları Védrantais kavun çeşidi polenleriyle Arizona ve Virka kavun çeşitlerini tozlamışlardır. 10 kRad ışın dozunda % 0.3 diploid, % 0.8 haploid embriyo, 30 ve 100 kRad dozlarında ise sırasıyla % 1.8 ve % 1.6 oranında sadece haploid embriyolar (globüler ve yürek) olduğu gözlenmiştir.

Sauton (1988) kavun türünde ışınlanmış polenlerle uyartım yoluyla gynogenetik haploid embriyo eldesi üzerinde genotip ve mevsimin etkisini incelemiş, mart-ekim ve şubat-haziran dönemlerinde cam serada yetiştirdiği bitkilerden Arizona ve Virka çeşidinin bitkilerini, Védrantais çeşidinin 300 Gray dozunda ışınlanmış polenleriyle tozlamıştır. En iyi sonuçlar 10 Haziran-15 Eylül döneminde alınmıştır.

Sari ve ark. (1992) ülkemizde en çok yetiştirilen iri meyveli kavunlardan (*Cucumis melo* L. var. *inodorus* Naud ve *C. melo* L. var. *reticulatus* naud) Ananas, Hasanbey, Kırkağaç ve Yuva çeşitlerinin dişi çiçeklerini "Védrantais" çeşidinin 300 Gray dozunda gama ışını uygulanmış polenleriyle tozlamışlardır. Araştırmacılar ışınlanmış polen tekniği ile haploid bitki eldesini mevsimin ve genotipin önemli ölçüde etkilediğini saptamıştır. Her çeşitten embriyolar bitkiye dönüşmüş olup toplam 327 adet haploid bitki elde edilmiştir.

Cuny (1992) kavunda 2 farklı genotip ile 0.15-4 kGray arasında değişen ışın dozları kullanmıştır. En yüksek embriyo verimi haziran- temmuz aylarında ve 0.5-1.6 kGray dozlarında alınmıştır.

Maestro Tejada (1992) Védrantais x PI 161375 melez kavun genotipinde, 300 Gray dozunda gama ışını uygulanmış Védrantais polenleriyle tozlamalar yapmış, haziran ayının meyve başına elde edilen embriyo sayısı bakımından (6 adet/meyve) en uygun dönem olduğunu söylemiştir. Embriyoların % 57'si bitkiye dönüştürülerek, kolhisin uygulamalarıyla dihaploid hatlar geliştirilmiştir.

Forster ve Thomas (2005) kavunda 0.6 ve 1.2 kGy dozlarıyla ışınlanmış polenlerle yapılan tozlamalardan haploid bitkiler elde etmiş, haploidi frekansı üzerine genotip ve ışın dozu etkili olmuştur. Tozlamalar sonucu elde edilen 4 haftalık meyvelerin ekstraksiyonu neticesinde 36 adet haploid ve 74 adet diploid embriyo *in vitro*'da kültüre alınmış, elde edilen tüm bitkiler normal görünümde olmuşlardır.

Yanmaz ve Taner (1996) kavun türünde 300 ve 350 Gy dozundaki gama ışını ile ışınladıkları polenlerle Yuva, Kırkağaç ve birkaç ümitvar kantaloop hattını tozlamışlar ve 300 Gy dozunun haploid embriyo uyartımında (% 48.18) etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Nasertorabi ve ark. (2012) kavunda farklı ışın dozları içerisinde en yüksek haploid embriyo uyartımının sağlandığı dozun 550 Gy gama ışını dozu olduğunu bildirmişlerdir.

Dal ve ark. (2016) farklı ışın kaynakları ve dozlarını denedikleri çalışmalarında en yüksek haploid embriyo oranını 300 Gy gama ışını dozundan almışlar, bu açıdan 200 Gy sezyum ışını en düşük değeri vermiştir.

2.3. Hıyar türünde yapılmış çalışmalar

Çağlar (1995) 3 ışın dozu ile (300, 450 ve 600 Gy), denemede kullanılan 4 genotipte de (Qamar F₁, Serset F₁, Dere ve Çengelköy) yıl boyu haploid embriyo uyartımı sağlanmakla birlikte, en uygun ışınlama dozunun 300 Gray ve en iyi dönemin mayıs-eylül arasındaki dönem (özellikle haziran ayı) olduğunu bulmuştur. Bu bitkilerin dihaploid duruma getirilmesinde en uygun kolhisin dozu ve süresinin % 0.5 dozda 4 saat ya da % 1 dozda 2 saat olduğu saptanmıştır.

Çağlar ve Abak (1999) kobalt⁶⁰ kaynaklı 300, 450 ve 600 Gy dozlarında gama ışını uygulanmış polenler ile Sahara F₁, Banza F₁, Fatih F₁ çeşitleri ile Güneydoğu Anadolu'dan alınan iki yerel hıyar popülasyonunda (Birecik ve Hilvan) yaptıkları tozlamalar sonucu embriyo uyartımı sağlamışlar ve *in vitro*'da kültüre aldıkları embriyolardan 30 adet haploid bitki elde etmişlerdir.

Sauton (1989) kornişon tipi hıyarlarda kobalt⁶⁰ kaynaklı 300-1000 Gray arasındaki dozlarda gama ışını uygulamış, elde edilen haploid bitki oranı 1000 tohumda 3 adet olmuştur.

Niemirowicz-Szczytt ve Dumas de Vaulx (1989) Polan F₁ hıyar çeşidini 300-900 Gray dozlarında kobalt⁶⁰ kaynaklı gama ışını ile ışınlanmış polenlerle tozlamışlardır. Sadece 300 Gray dozunda, ışınlanmış polenlerle tozlananlarda 13 adet yürek ve kotiledon gibi değişik safhalarda embriyolar bulunmuştur. *In vitro*'da kültüre alınan bu 13 embriyodan 8'i bitkiye dönüşmüş, bu bitkilerden 4'ünün haploid oldukları gözlenmiştir.

Przyborowski ve Niemirowicz-Szczytt (1994) hıyarda 300 Gray gama ışınıyla ışınladığı 2 saf hattın çiçek tozlarıyla tozladığı dört F₁ çeşitten elde ettiği 3 haftalık embriyoları *in vitro*'da E20A ortamında kültüre almışlardır. Polan F₁ çeşidinden en fazla embriyo (100 tohumda 1.34 embriyo) elde edilmiş ve bu embriyolardan % 51'i gelişme göstermiştir.

2.4. Yazlık Kabak türünde yapılmış çalışmalar

Sandı (1998) kabuksuz çerezlik yazlık kabak (*Cucurbita pepo* L.) çeşit adayında haploid embriyo uyartımı sağlamak amacıyla Sezyum¹³⁷ kaynağı ile gama ışını veren cihazda

300 ve 350 Gy dozlarıyla ışınlanmış polenlerle tozlamalar yapmış ve ışınlı dozlarının melezleme etkisi yaptığını bildirmiştir.

Kurtar (1999) yazlık kabaklarda (*Cucurbita pepo* L.) haploid embriyo uyartımını sağlamak amacıyla kobalt⁶⁰ kaynağı ile 25, 50, 75, 100 ve 200 Gy dozunda akut olarak ışınladığı polenlerle yaptığı tozlamalarda 25 ve 50 Gy dozlarında, yazlık kabak türünün ışınlanmış polen tekniği ile üretilmiş ilk partenogenetik haploid embriyolarını ve bitkilerini elde etmiştir. Elde edilen embriyolardan toplam 93 tanesi haploid bitkiye dönüşmüştür.

Berber (2009) kabuksuz çekirdek kabaklarında 50, 100 ve 150 Gy ışınlı dozlarını denemişler, tüm dozlardan haploid embriyo elde etmişler ancak 150 Gy ışınlı dozundan daha fazla haploid embriyo elde edildiğini bildirmişlerdir. Elde edilen bitkilerden % 42,6'sının haploid, %57,3'ünün ise diploid olduğu belirlenmiştir

Baktemur ve ark. (2014) yazlık kabakta yaptıkları bir çalışmada en yüksek haploid embriyo oranını 150 Gy gamma ışınlı dozundan almış, 217 meyvede yaptıkları ekstraksiyon neticesinde 2625 haploid ve 1378 diploid yapıda embriyo elde etmişlerdir.

Kurtar ve ark. (2017) hıyara anaç olabilme potansiyeli yüksek bazı kabak (*Cucurbita* spp.) anaç adaylarının ışınlanmış polen tekniği kullanılarak saflaştırılması ve haploidizasyon etkinliğinin belirlenmesi amacıyla yürüttükleri çalışmalarında 17 anaç adaya ait polenleri gama ışınlı veren kobalt⁶⁰ kaynağında 150 Gy ışınlı dozunda ışınlamış ve bu polenlerle dişi çiçekleri tozlayarak partenogenetik haploid embriyo uyartımı sağlamaya çalışmışlardır. Haploidi frekansı üzerine genotip etkisinin önemli bulunduğu çalışmada "I" genotiplerinden toplamda 23 meyve, 3998 tohum, 233 embriyo, 51 bitki ve 3 haploid bitki elde edilirken bu değerler "H" genotiplerinde sırasıyla 35, 6464, 822, 222 ve 24 olarak belirlenmiştir. Elde edilen 273 bitkiden 192 tanesi (51 adedi "I" ve 141 adedi "H" genotiplerinden) çeliklenerek dış ortama alıştırılmış, bu bitkilerden ise 27 adet haploid bitki üretilmiştir. Haploidi frekansı ise 100 tohum, 100 embriyo ve meyve başına sırasıyla "I" genotiplerinde 0.07, 1.29 ve 0.13, "H" genotiplerinde ise 0.37, 2.92 ve 0.69 olarak gerçekleşmiştir.

Eroğlu ve ark. (2019) çerezlik kabaklarda yapmış oldukları dihaploidizasyon çalışmasında polenleri 100 ve 150 Gy dozlarında ışınlamışlardır. Meyve tutum oranı 100 Gy dozunda %52,7, 150 Gy dozunda ise %50 olarak gerçekleşmiştir. 100 Gy dozundan elde edilen 244 embriyodan 136 tanesi köklenmiş, 44 tanesi bitkiye dönüştürülerek dış şartlara aktarılmış, bitkiye dönüşüm oranı %18 olmuştur. 150 Gy dozundan elde edilen 234 embriyonun 99'u köklenmiş, 51 tanesi bitkiye dönüştürülerek dış şartlara aktarılmış ve bitkiye dönüşüm oranı %22 olarak gerçekleşmiştir. 63 bitkide yapılan ploidi analizleri sonucunda 100

Gy'de 3 bitki ve 150 Gy'de 6 bitki haploid (n) olarak tespit edilmiştir. 6 bitkide ise miksoploid ($n+2n$) yapı gözlenmiştir.

Kurtar ve ark. (2021) 14 yazlık kabak genotipini kullandıkları dihaploidizasyon çalışmalarında, polenleri 150 Gy dozunda ışınlamış, toplamda 165 çiçek tozlanmış, 64 meyve, 7034 tohum, 521 embriyo ve 144 bitki elde edilmiştir. 111 bitki başarılı bir şekilde dış koşullara alıştırılmış ve kontrollü koşullarda yetiştirilmiştir. Ploidi analizleri sonucunda, 28 bitki haploid ($n = 20$), 77 bitki diploid ($2n = 40$) ve 6 bitki miksoploid (haploid ve diploid hücreli) yapıda olmuştur. Haploid bitkiler %1'lik kolhisin uygulamasıyla katlanmış, sera koşullarında yetiştirilmiş, kendilenmiş ve tohumları alınmıştır

Yapıcı ve ark. (2023a) külleme ve ZYMV dayanımlı yeni ve yerli F_1 hibrit yazlık kabak (*Cucurbita pepo* L.) çeşitlerinin üretimine yönelik olarak, dihaploidizasyon yöntemiyle saf hatların elde edilmesi amaçladıkları çalışmalarında ışınlanmış polen tekniği kullanılarak polenler kobalt⁶⁰ kaynağında 150 Gray dozunda ışınlanmış, bu polenlerle yapılan tozlamalar ile partenogenetik haploid embriyoların uyartımı sağlanmıştır. 42 adet yazlık kabak genotipinden toplamda 396 meyve, 46025 tohum ve 2798 embriyo elde edilmiştir. Embriyolardan 761 tanesi bitkiciğe dönüştürülmüş, bu bitkiciklerden de 149 tanesi başarılı bir şekilde dış koşullara alıştırılmıştır. 129 bitkide stomatal gözlemler ile ploidi tespiti yapılmıştır. Sonuçta 41 bitki haploid ($n = 20$), 69 bitki diploid ($2n = 40$) ve 19 bitki miksoploid (haploid ve diploid hücreli) olarak tespit edilmiştir. Haploid bitkiler % 0.5'lik kolhisin uygulamasıyla katlanmıştır.

Yapıcı ve ark. (2023b) külleme ve ZYMV dayanımlı yeni ve yerli F_1 hibrit yazlık kabak (*Cucurbita pepo* L.) çeşitlerinin üretimine yönelik olarak, kobalt⁶⁰'a alternatif sezyum kaynaklı ışınlamanın dihaploidizasyon üzerine etkinliğini araştırdıkları çalışmalarında polenleri sezyum kaynağında 100, 125 ve 150 Gray dozlarında ışınlamış, bu polenlerle 66 yazlık kabak genotipinde yapılan tozlamalar ile partenogenetik haploid embriyoların uyartımını sağlamışlardır. Toplamda 356 meyve, 25333 tohum, 3700 embriyo ve 343 bitki elde edilmiştir. Bu bitkilerden 192 tanesinde stomatal gözlemler ile yapılmış, sonuçta 18 bitki haploid ($n = 20$), 166 bitki diploid ($2n = 40$) ve 8 bitki miksoploid (haploid ve diploid hücreli) olarak tespit edilmiştir. Bütün ışınlama dozlarından haploid bitki elde edilmiş, bitki başına en yüksek haploidi frekansı 150 Gy dozunda tespit edilmiştir. Sonuç olarak sezyum kaynağının yazlık kabakta haploidi çalışmalarında kobalt⁶⁰'a alternatif olabileceği ortaya konulmuştur.

2.5. Kışlık Kabak türünde yapılmış çalışmalar

Kurtar ve ark. (2009) balkabağında (*Cucurbita moschata* Duch.) en yüksek embriyo üretimini 50 ve 100 Gy dozlarında elde etmişlerdir. Kotiledon, kalp ve şekilsiz tipteki embriyolardan sadece diploid bitkiler üretilmiş, 100 tohum, 100 embriyo ve meyvedeki haploid bitki frekansı 50 Gy'de % 0.24, 0.94 ve % 33.3 olarak gerçekleşmiştir. Meyve başına embriyo sayısı en yüksek “G9” (29.5) ve “14YE02” (17.0) genotiplerinde olmuş, haploid embriyo ve bitki üretimi birinci (9 Temmuz) ve ikinci (11 Temmuz) ışınlamada en yüksek seviyeye ulaşmıştır.

Kurtar ve Balkaya (2010), kestane kabağında (*Cucurbita maxima* Duch) farklı ışın dozlarını (50, 100, 200 ve 300 Gy) ve sürelerini (9, 11, 15, 21 ve 28 Temmuz) denedikleri çalışmalarında, haploidi frekansı üzerine doz, ışınlama süresi, genotip ve embriyo tipinin etkili olduğunu bildirmişlerdir. Meyve başına en yüksek embriyo sayısını 50 Gy dozu vermiş, tüm kotiledon ve şekilsiz yapıdaki embriyolardan yalnızca diploid elde edilmiş, geç torpido, ok ucu ve kotiledon öncesi embriyolar %33.3, 50.0 ve 66.7 haploid bitki üretmiştir. 100 tohum, 100 embriyo, 100 bitkicik ve meyve başına haploidi frekansı sırasıyla 0.11, 1.17, 10.96 ve 0.28 olarak gerçekleşmiştir.

2.6. Su kabağı ve acur türlerinde yapılmış çalışmalar

Gok Guler ve ark. (2015) 4 farklı su kabağı genotipinin polenlerini kobalt⁶⁰ kaynağında 50, 75, 100, 125, 150, 175 ve and 200 Gy dozlarında ışınlamışlar ve bu polenlerle partenogenetik haploid embiyoların uyartımını sağlamışlardır. Çalışmada en etkili dozların 50 ve 75 Gy olduğu, genotipin başarıda belirleyici rol üstlendiği ifade edilmiştir. Çalışma sonucunda Adana genotipinden 75, Birecik genotipinden 10, İspanya kökenli genotipten 121, Kıbrıs genotipinden 141 olmak üzere toplamda 347 bitki elde etmişlerdir. Ancak elde edilen bitkilerin ploidi düzeyleri konusunda bir bilgi verilmemiştir.

Zhao ve ark. (2023) 6 su kabağı genotip kullandıkları çalışmalarında polenleri 50, 75, 100, 125 ve 150 Gy gamma ışınıyla ışınlamışlar ve haploidi frekansının ışınlama dozu, genotip ve embriyo gelişim aşamalarına göre farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir. En etkili dozun 100 ve 125 Gy olduğu, 11 bitki elde ettiklerini ve flow sitometri analizleri sonucunda bu bitkilerden 4'ünün haploid, 1 tanesinin triploid ve 6'sının diploid olduğu bildirilmiştir.

Yanmaz ve ark. (1997), acurda (*Cucumis melo* var. *flexuosus*) 250, 300 ve 350 Gy dozlarını kullandıkları çalışmalarında 300 ve 350 Gy dozlarında embriyo ve bitki elde ettiklerini bildirmişlerdir. Ayrıca polen canlılığının 250 ve 300 Gy dozlarında sırasıyla % 28.8 ve and % 28 olduğunu, 350 Gy dozunda ise %19.4 olarak gerçekleştiğini bildirmişlerdir.

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Tez çalışması Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait plastik sera ve doku kültürü laboratuvarında 2023-2024 yıllarında yürütülmüştür.

3.1.1. Bitkisel materyal

Sebze Yetiştirme ve Islahı ABD gen havuzumuzda bulunan sitron karpuz (SK) genotiplerinden morfolojik olarak farklılık gösteren 11 tanesi (SK4, SK6, SK8, SK9, SK11, SK13, SK14, SK15, SK16, SK17 ve SK21) çalışmanın bitkisel materyalini oluşturmuştur (Şekil 3-1).



Şekil 3.1. Denemede kullanılan sitron karpuz genotipleri (orijinal).

3.2 Yöntem

3.2.1 Donör bitkilerin yetiştirilmesi

04.Mart.2023 tarihinde seçili genotiplerin tohumları içlerinde steril torf bulunan viyollere ekilmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü Konya ilinin iklim koşulları dikkate alındığında mart ayı sıcaklıkları tohumların sera içinde yetişmesine elverişli olmadığından tohumların yetiştirilmesi iklim odası koşullarında kontrollü şartlarda gerçekleştirilmiştir. Bitkilerin yetiştirileceği plastik serada toprak analiz sonuçlarına göre taban gübresi ve dekara 4 ton hesabıyla yanmış çiftlik gübresi uygulandıktan sonra dikim yerleri çapa makinesi ile işlenmiş ve toprak dikime hazır hale getirilmiştir. Daha sonra masuralar oluşturularak üzerleri siyah malç ile örtülmüş, dikime hazır hale gelmiş 2-3 yapraklı fideler (28.Mart.2023) tarihinde her

bir genotipten 30’ar adet olacak şekilde dikilmiş, seraya yerleştirilmiş olan damlama sulama sistemiyle ilk suları verilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Donör bitkilerin yetiştirilme aşamaları

Serada yaptırılmış olan toprak analizi sonuçlarına göre (Tablo 3-1) bitkiler gelişme dönemleri boyunca haftada iki sefer suda eriyebilen 20-20-20 (20% azot - 20% fosfor - 20% potasyum) gübresinden bitki başına 0.5 g olacak şekilde gübrelenerek sağlıklı bir şekilde büyütülmüştür.

Tablo 3.1 Sera 0-30 cm derinlikteki toprak analiz sonuçları

	Analiz Adı	Birimi	Sonuç
Teks	Tür sınıfı		Tınlı
	pH (1:2.5, Toprak:Su)		7,17
	EC (Tuz) (1:5, Toprak:Su)	(μ /cm)	202
	CaCO ₃ (Kireç)	(%)	29,3
	Organik Madde	(%)	2,84
	İnorganik azot (NH ₄ +NO ₃ -N)	mg/kg	12,3
	Fosfor (P)	mg/kg	151,8
	Potasyum (K)	mg/kg	314
	Kalsiyum (Ca)	mg/kg	4239
	Magnezyum (Mg)	mg/kg	591
	Sodyum (Na)	mg/kg	96
	Değişebilir Na Yüzdesi	%	0,86
	Bor (B)	mg/kg	0,71
	Bakır (Cu)	mg/kg	2,3
	Demir (Fe)	mg/kg	4,4
	Çinko (Zn)	mg/kg	2,7
	Mangan (Mn)	mg/kg	6,9

Bitkiler askıya alınarak yetiştirilmiş, düzenli sulama, gübreleme ve hastalık-zararlı yönetimi yapılarak en uygun yetiştirme koşulları oluşturulmaya çalışılmıştır. Bitkiler sistemli bir şekilde budanarak sürekli olarak çiçek tomurcuğu oluşturmaları sağlanmıştır. Bu amaçla topraktan itibaren ilk 50 cm’de bulunan sürgünler alınmış, daha sonra gelişen yan sürgünlerde de bitki sıklığını düzenleyecek şekilde uç almalar yapılmıştır. Mayıs sonu ve Haziran başlarında görülmeye başlayan kırmızı örümcek ve beyazsinek ile bitkilerin son dönemlerinde görülen külleme (*Erysiphe cichoracearum*, *Sphaerotheca fuliginea*) için sistemik pestisitler ve fungusitler ile mücadele yapılmış, her 12 günde bir düzenli ilaçlamalar yapılarak bitkiler sağlıklı bir şekilde büyütülmüştür. Kırmızı örümcek için “Interrupt”, beyazsinek için dönüşümlü olarak “Actinara” ve “Admiral”, külleme için ise dönüşümlü olarak “Conrad” ve “Bendis” kullanılmıştır.

3.2.2 Işınlama ve tozlama çalışmaları

Işınlama ve tozlama çalışmaları, haploid embriyo uyartım frekansının en yüksek olduğu Mayıs sonu-Haziran başı dönemlerinde TENMAK’ta (Ankara) bulunan Sezyum kaynağında daha önce karpuzda ışınlanmış polen tekniği ile ilgili yapılmış olan çalışmalar dikkate alınarak 50, 100, 150, 200 ve 250 Gy dozlarında yapılmıştır. Işınlama işlemleri 25, 29 Mayıs ile 01, 05 ve 13 Haziran 2023 tarihlerinde olmak üzere 5 seferde gerçekleştirilmiştir. Tozlamalarda 0. ve 1. gün polenleri kullanılmış, tozlamadan sonra çiçekler etiketlenerek kayıt altına alınmıştır. (Şekil3.3)



Şekil 3.3. Işınlama çalışmalarının yapıldığı sezyum kaynağı

Işınlama çalışmalarında öncelikle kapalı erkek çiçek tomurcukları anthesisten 1 gün önce toplanmış, ışınlama işlemi için 9 x 1.5 cm’lik cam petri kutularına konulmuştur. Aynı

gün öğleden sonra, ertesi gün açacak olan dişi çiçekler, andromonik çiçek yapısına sahip genotiplerde emasküle edilerek, monoik genotiplerde ise direkt olarak tül keselerle izole edilmiştir. Işınlanmış tomurcukların aynı gün akşam çanak ve taç yaprakları çıkarılmış, tomurcuklar 1 gece boyunca petrilerin kapakları yarım kapalı şekilde tutularak polenlerin serbest hale geçmeleri sağlanmıştır. Ertesi gün sabah 07:30 – 09:00 saatleri arasında bir gün önceden izole edilmiş dişi çiçekler ışınlanmış polenlerle tozlanmış ve yabancı polen girişini engellemek için tekrar tül keselerle izole edilmiştir (Şekil 3.4). Konya koşullarındaki nemin oldukça düşük olmasından dolayı sabah erken saatler seçilmiştir. Zira nem düzeyinin %30’lar civarında olması stigmanın çabucak kuruyarak reseptifliğini kaybetmesine neden olmaktadır. Tozlamalarda, polenin etkinliğini artırmak için, 0. ve 1. gün polenleri kullanılmıştır. Her dönem, her ışınlama dozu ve her bir genotip için mümkün olduğunca eşit sayıda çiçeğin tozlanmasına dikkat edilmiştir. Tozlamadan sonra tutan meyveler etiketlenmiş ve kayıt altına alınmıştır.



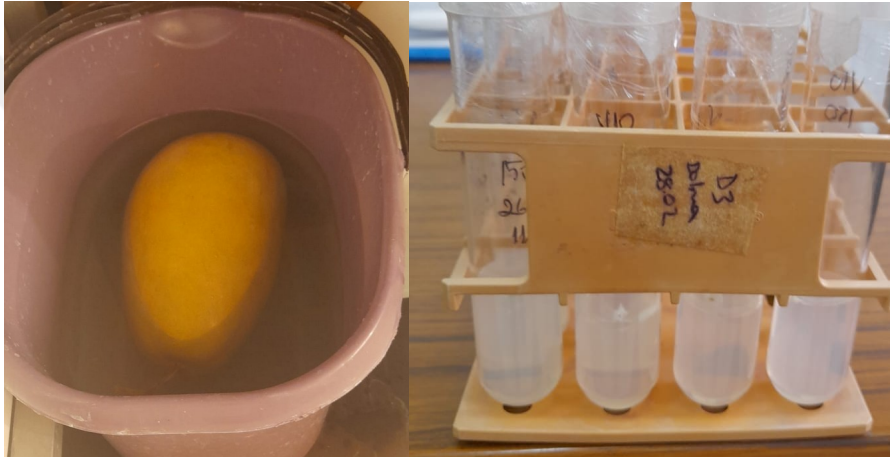
Şekil 3.4 Dişi çiçeklerde emaskülasyon ve izolasyon

3.2.3 Meyvelerin hasadı, ekstraksiyon ve embriyoların kültüre alınması

Tozlama sonrası meyveler 21.-24. günlerde tam olgunlaşmadan hasat edilmiş, ekstraksiyon işlemleri yapıncaya kadar 20 °C’lik iklim odasında muhafaza edilmiştir (Şekil 3.5). Hasat edilen meyveler laboratuvara getirilerek çeşme suyu altında iyice yıkanarak yüzey kirlerinden arındırılmıştır. Ağırlıkları hesaplanan meyveler ekstraksiyon öncesi steril kabine alınmadan önce %20’lik ticari çamaşır suyu çözeltisinde 30 dk tutulmuştur (Şekil 3.6).



Şekil 3.5. Hasat edilerek ağırlıkları hesaplanmış meyveler

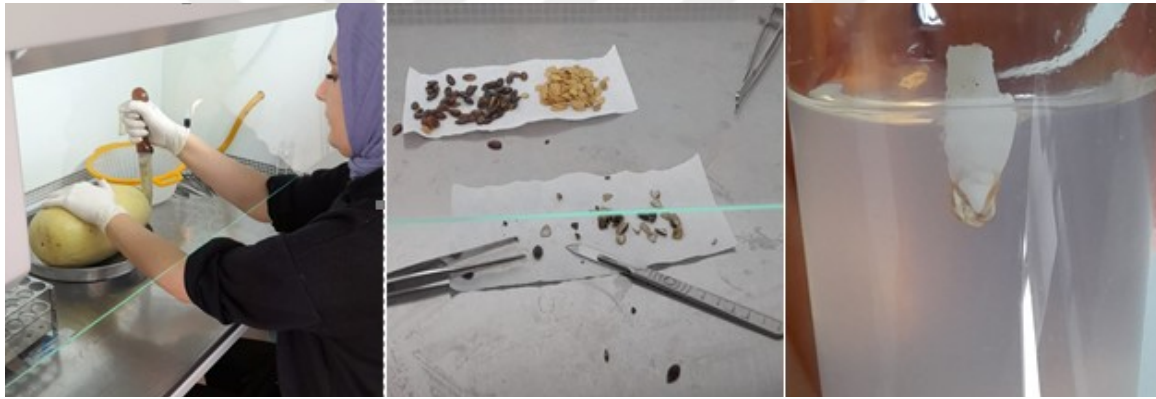


Şekil 3.6. Çamaşır suyu çözeltisinde yüzey sterilizasyonu yapılan bir meyve ve MS ortamı

30 dk çamaşır suyu çözeltisinde bekletilen karpuzlar steril kabin içerisinde %70'lik etil alkolden geçirilerek yüzey sterilizasyonları tamamlanmıştır. Yüzey sterilizasyonu tamamlanmış meyveler steril kabin içerisinde steril bir bıçak yardımıyla boylamasına dilimlere ayrılmış ve içerisindeki tohumlar steril kurutma kağıtlarının üzerine çıkarılmıştır. Yüzeyleri kurumaya başlayan tohumlar (bu şekilde pens ile kaymadan tutulmaları daha kolay olmuştur) teker teker açılmış ve embriyo taşıyıp taşımadıkları belirlenmiştir. Tespit edilen embriyolar kurtararak içlerinde 10 ml MS (Murashige and Skoog, 1962) besi ortamı (Tablo 3.2) bulunan kültür tüplerinde kültüre alınmıştır. Bu şekildeki embriyolar 26 ± 1 °C, fotoperiyodu 16 saat, ışıklanması daylight tipi floresan lambalarla yaklaşık 3000 lüks ışık şiddetine ayarlanmış iklim odası şartlarında gelişmeye bırakılmıştır (Şekil 3.7).

Tablo 3.2. MS besin ortamının bileşimi

Makro elementler(mg/L)		Fe-EDTA (mg/L)	
KNO ₃	1900	Na ₂ EDTA 2H ₂ O	37.3
NH ₄ NO ₃	1650	FeSO ₄ .7H ₂ O	27.8
MgSO ₄ .7H ₂ O	370	Vitaminler (mg/L)	
(NH ₄) ₂ SO ₄	-	Pyridoxin HCL	0.50
NaH ₂ PO ₄ .2H ₂ O	-	Nikotinik Asit	0.50
CaCl ₂ .2H ₂ O	440	Thiamine HCL	0.10
KH ₂ PO ₄	170	Glycin	2.00
Mikro elementler (mg/L)		Myo-inositol	100.00
MnSO ₄ .H ₂ O	22.300	Vit B12	0.03
MnSO ₄ .4H ₂ O	-	Folik asit	-
ZnSO ₄ .7H ₂ O	8.600	Biotin	-
H ₃ BO ₃	6.200	Diğerleri	
KI	0.830	Sakarov (g/L)	30
Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O	0.250	Agar-agar (g/L)	8
CuSO ₄ .5H ₂ O	0.025	pH	5.8
CaCl ₂ .6H ₂ O	0.025	IBA (mg/L)	0.4
CaCl ₂	-		



Şekil 3.7. Steril kabinde incelenmekte olan bir meyve ve tohumlar ile MS ortamında kültüre alınmış kotiledon şekilli bir embriyo

3.2.4. Bitkiciklerin eldesi, dış koşullara alıştırma (Aklimatizasyon)

Işınlanmış polen tekniği ile elde edilen meyvelerden çıkarılan embriyolar aseptik koşullarda kültür tüplerinde kültüre alınmıştır (Şekil 3.8). Embriyolardan gelişen bitkiler büyümelerinin hızlanması ve dış koşullara alıştırma boyutuna gelmeleri için magenta ve cam kavanozlara aktarılmıştır (Şekil 3.9).



Şekil 3.8 iklim odasında büyümekte ve dış koşullara alıştırılmakta olan bitkicikler

Aklimatizasyon işlemleri Kurtar ve Balkaya (2010) belirttiği şekilde gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla magenta ve kavanozlarda belli bir büyüklüğe ulaşan bitkiler besi ortamlarından çıkarılmış ve kökleri musluk suyu altında iyice yıkanarak temizlenmiştir. Kökleri temizlenen ve fazla kökleri alınan bitkiler içerisine steril torf doldurulmuş plastik bardaklara dikilmiştir. Bitkilerin ilk can suları % 0.5'lik karbendazol (fungisit) karışımı ile yapılarak olası bulaşmalar engellenmeye çalışılmıştır. Bu şekildeki fidelerin üzeri plastik bir poşet ile kapatılarak 1 hafta boyunca korunmuş, ilk haftanın sonunda plastikler alt kısımlarından hafifçe açılmaya başlanarak 3. haftanın sonunda bitkiler tamamen dış koşullara alıştırılmıştır. Aklimatizasyon çalışmaları 25 °C ve % 65 nem koşullarına sahip iklim odası koşullarında gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.10).



Şekil 3.9. Bitkilerin dış koşullara alıştırılma işlemi



Şekil 3.10. Dış koşullara alışmış bitkiler

3.2.5. Ploidi analizleri

Ploidi tespiti çalışmaları dış koşullara alıştırma sırasında stomatal gözlemler (toplam kloroplast sayısı) ile yapılmıştır. Bu amaçla yeterli büyüklüğe ulaşmış yapraklar örneklenerek laboratuara getirilmiş ve alt epidermisleri pensler yardımıyla soyulduktan sonra lam üzerine yayılmış ve %1'lik gümüş nitrat (AgNO_3) çözeltisi (Kurtar ve Balkaya, 2010) damlatılarak önce 10x10 daha sonra 40x10 büyütmede incelenmiştir. Her bir bitkide 3 yaprakta ve her yaprakta 3 farklı bölgede gözlemler yapılmıştır.

3.2.6. Dihaploidizasyon (kromozom katlama) çalışmaları

Haploid oldukları belirlenen bitkiler 2:1 oranında torf ve perlit bulunan pet bardaklara dikilmiş ve büyütülmüştür. Yeterli büyüklüğe ulaşan bitkilerde ilk önce sürgün ucu çelikleri alınarak bitki sayıları artırılmış ve *in vivo* kolhisin katlama çalışmaları yapılmıştır. Bitkilerin sürgün uçlarına ve koltuk sürgünlerine %1 konsantrasyonunda ki kolhisin 2 saat süreyle gün aşırı uygulanmıştır (Kurtar ve ark., 2021). Bu amaçla ilk önce sürgün etrafındaki fazla yapraklar ve dallar budanmış, sürgün uçları ve koltuk sürgünleri bir pamuk parçasıyla örtülmüş, kolhisin çözeltisi emdirildikten sonra pamukların üzeri alüminyum folyo ile sarılmıştır (Şekil 3.11). Kolhisin uygulanan sürgünler gelişmiş ve gelişen sürgünler üzerinde oluşan yapraklarda tekrar stoma incelenmesi yapılmıştır. Stoma gözlemleri sonunda kromozom katlaması gerçekleşmeyen bitkilere tekrardan kolhisin uygulanmıştır. Bu işleme kromozom katlaması gerçekleşinceye kadar devam edilmiştir.



Şekil 3.11.Kolhisin uygulaması

3.2.7. Yapılan ölçümler ve gözlemler

Tozlama, ekstraksiyon, embriyogenesis, bitkilerin elde edilmesi ve dihapoidizasyon çalışmalarında aşağıda belirtilen gözlem ve ölçümler yapılmıştır.

Tozlanan çiçek sayısı (TÇS; adet): Genotiplerde tüm dönemler için tozlanan dişi çiçek sayısı sayılmıştır.

Tutan meyve sayısı (TMS; adet): Genotiplerde tüm dönemler için tozlanan dişi çiçeklerdeki meyve bağlayan çiçek miktarları sayılmıştır.

Meyve tutumu oranı (MTO; %): Genotiplerde tüm dönemler için meyve bağlayan çiçek sayılarının, tozlanan dişi çiçek sayısına oranının 100 ile çarpımıyla bulunmuştur.

Ortalama meyve ağırlığı (OMA; g): Elde edilen toplam meyve ağırlığının toplam meyve sayısına bölünmesiyle bulunmuştur.

Tohum sayısı (TS; adet): Steril kabin içerisinde açılan her meyveden çıkarılan tohumlar sayılarak kaydedilmiştir.

Ortalama tohum sayısı (OTS; adet): Ekstrakte edilen tohumların incelenen meyve sayısına bölünmesiyle elde edilmiştir.

Embriyo sayısı (ES; adet): Çıkarılan tohumlardan inceleme sonrası elde edilen embriyolar sayılarak kaydedilmiştir.

Embriyo gelişim aşamaları (EGA): Elde edilen embriyolar gelişim aşamalarına göre sınıflandırılmıştır.

Elde edilen bitki sayısı (BS; adet): Tüm genotipler ve ışın dozlarına göre bitkiye dönüşen embriyo sayısı kaydedilmiştir.

Bitkiye dönüşüm oranı (%): Elde edilen bitki sayısının kültüre alınan embriyo sayısına oranlanmasıyla elde edilmiştir.

Ploidi düzeyi (PD) : Stomalardaki toplam kloroplast sayısının hesaplanmasıyla elde edilmiştir.

Haploidi frekansı (HF; %): 100 bitkideki haploidi frekansı olarak belirlenmiştir.

3.2.8. Verilerin Analizi

Çalışma kullanılan materyalin eşit sayıda olamamasından dolayı belirli bir deneme deseni kullanılamamış ve elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirilememiştir. Bu sebeple sadece elde edilen değerlerin ortalamaları veya % değerleri verilmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Uygulamaların meyve tutumuna etkisi

Genotiplere, ışın dozlarına (Gy) ve polen yaşına göre tozlanan çiçek sayısı (adet), tutan meyve sayısı (adet), meyve tutum oranı (%) değerleri Tablo 4.1’de sunulmuştur. 2023 yaz dönemi boyunca yapılan toplam 613 adet tozlamadan 245 adet meyve elde edilmiş ve meyve tutum oranı % 39,97 olarak gerçekleşmiştir. “0.” gün polenleriyle yapılan tozlamalardan daha yüksek meyve tutum oranları elde edilmiştir. “0.” gün polenleriyle yapılan tozlamalarda meyve tutum oranı % 59,09 iken bu oran “1.” gün polenleriyle yapılan tozlamalarda %14,18 olarak gerçekleşmiştir.

Genotiplerin meyve tutum oranları farklı düzeylerde gerçekleşmiş ve genotip etkinliğinin olduğu belirlenmiştir. Elde edilen toplam meyve sayıları açısından, ışın dozları dikkate alınmaksızın en yüksek meyve sayısı 9 (37 adet), 13 (31 adet) ve 4 (27 adet) nolu sitron karpuz genotiplerinden elde edilirken, bu açıdan en düşük değerleri 16 (11 adet) ve 14 (15 nolu genotipler vermiştir. Benzer sonuçlara meyve tutum oranı değerlerinde de rastlanmıştır. Işın dozları açısından meyve tutumu oranları arasında belirgin bir fark ortaya çıkmış, 50 Gy dozlarında 0. gün polenleriyle yapılan tozlamalarda meyve tutum oranı % 83’e kadar yükselirken (13 nolu sitron genotipi), 150 Gy ve daha yüksek dozlarda meyve tutum oranı % 33’lere kadar düşmüştür (6, 14 ve 17 nolu genotipler).

Tablo 4.1. Genotiplere (G), ışın dozlarına (D; Gray) ve polen yaşına (gün) göre tozlanan çiçek sayısı (TÇS; adet), tutan meyve sayısı (TMS; adet) ve meyve tutum oranı (MTO; %)

G	D	TÇS			TMS			MTO		
		0. gün	1. gün	Σ	0. gün	1. gün	Σ	0. gün	1. gün	Σ
4	50	5	4	9	4	1	5	80,00	25,00	55,56
	100	7	7	14	5	1	6	71,43	14,29	42,86
	150	8	6	14	6	0	6	75,00	0,00	42,86
	200	7	2	9	4	0	4	57,14	0,00	44,44
	250	8	3	11	5	1	6	62,50	33,33	54,55
	Σ / Ort	35	22	57	24	3	27	68,57	13,64	47,37
6	50	7	4	11	5	1	6	71,43	25,00	54,55
	100	5	4	9	4	1	5	80,00	25,00	55,56
	150	6	6	12	4	1	5	66,67	16,67	41,67
	200	6	3	9	2	0	2	33,33	0,00	22,22
	250	10	4	14	5	1	6	50,00	25,00	42,86
	Σ / Ort	34	21	55	20	4	24	58,82	19,05	43,64
8	50	3	5	8	2	1	3	66,67	20,00	37,50
	100	5	5	10	3	1	4	60,00	20,00	40,00
	150	7	5	12	5	1	6	71,43	20,00	50,00
	200	8	3	11	5	0	5	62,50	0,00	45,45
	250	6	4	10	3	0	3	50,00	0,00	30,00
	Σ / Ort	29	22	51	18	3	21	62,07	13,64	41,18
9	50	8	6	14	6	1	7	75,00	16,67	50,00
	100	12	7	19	8	2	10	66,67	28,57	52,63
	150	7	7	14	5	1	6	71,43	14,29	42,86
	200	9	5	14	5	2	7	55,56	40,00	50,00
	250	11	5	16	6	1	7	54,55	20,00	43,75
	Σ / Ort	47	30	77	30	7	37	63,83	23,33	48,05
11	50	3	4	7	2	0	2	66,67	0,00	28,57
	100	3	3	6	2	0	2	66,67	0,00	33,33
	150	6	4	10	3	1	4	50,00	25,00	40,00
	200	7	2	9	4	0	4	57,14	0,00	44,44
	250	8	5	13	4	1	5	50,00	20,00	38,46
	Σ / Ort	27	18	45	15	2	17	55,56	11,11	37,78
13	50	6	4	10	5	1	6	83,33	25,00	60,00
	100	4	5	9	3	1	4	75,00	20,00	44,44
	150	9	6	15	5	1	6	55,56	16,67	40,00
	200	11	5	16	8	1	9	72,73	20,00	56,25
	250	9	4	13	6	0	6	66,67	0,00	46,15
	Σ / Ort	39	24	63	27	4	31	69,23	16,67	49,21
14	50	3	6	9	2	0	2	66,67	0,00	22,22
	100	8	7	15	4	1	5	50,00	14,29	33,33
	150	3	5	8	1	1	2	33,33	20,00	25,00
	200	6	6	12	2	0	2	33,33	0,00	16,67
	250	9	3	12	4	0	4	44,44	0,00	33,33
	Σ / Ort	29	27	56	13	2	15	44,83	7,41	26,79
15	50	5	6	11	4	1	5	80,00	16,67	45,45
	100	8	7	15	6	1	7	75,00	14,29	46,67
	150	5	4	9	4	0	4	80,00	0,00	44,44
	200	4	2	6	2	0	2	50,00	0,00	33,33
	250	7	4	11	4	0	4	57,14	0,00	36,36
	Σ / Ort	29	23	52	20	2	22	68,97	8,70	42,31

Tablo 4.1.'in devamı

G	D	TÇS			TMS			MTO		
		0. gün	1. gün	Σ	0. gün	1. gün	Σ	0. gün	1. gün	Σ
16	50	2	4	6	1	0	1	50,00	0,00	16,67
	100	5	5	10	2	1	3	40,00	20,00	30,00
	150	5	4	9	2	0	2	40,00	0,00	22,22
	200	4	3	7	2	0	2	50,00	0,00	28,57
	250	5	3	8	3	0	3	60,00	0,00	37,50
	Σ / Ort	21	19	40	10	1	11	47,62	5,26	27,50
17	50	3	6	9	2	1	3	66,67	16,67	33,33
	100	8	7	15	3	2	5	37,50	28,57	33,33
	150	5	8	13	1	1	2	20,00	12,50	15,38
	200	6	5	11	2	0	2	33,33	0,00	18,18
	250	9	4	13	4	1	5	44,44	25,00	38,46
	Σ / Ort	31	30	61	12	5	17	38,71	16,67	27,87
21	50	4	4	8	3	1	4	75,00	25,00	50,00
	100	6	6	12	4	1	5	66,67	16,67	41,67
	150	5	7	12	3	1	4	60,00	14,29	33,33
	200	7	3	10	4	1	5	57,14	33,33	50,00
	250	9	5	14	5	0	5	55,56	0,00	35,71
	Σ / Ort	31	25	56	19	4	23	61,29	16,00	41,07
Genel Σ / Ort		352	261	613	208	37	245	59,09	14,18	39,97

“0”. gün polenleriyle yapılan tozlamalardan tüm genotiplerde meyve elde edilirken “1”. gün polenleriyle yapılan bazı tozlamalardan meyve almak mümkün olmamıştır. Sonuç olarak meyve tutum oranı üzerine ışınlama dozları, polen yaşı ve genotip etkili olmuştur (Tablo 4.1). Karpuzda Sarı (1994), kavunda Sauton (1988), yazlık kabakta Kurtar ve ark. (2002), kışlık kabaklarda Kurtar (2009) ile Kurtar ve Balkaya (2010), sitronlarda Takcı (2004) yapmış oldukları çalışmalarda ışın dozuna bağlı olarak meyve tutum oranlarında değişimlerin meydana geldiğini, ışın dozun artışına paralel olarak genelde meyve tutum oranında azalmaların olduğunu bildirmişlerdir.

4.2. Uygulamaların meyve sayısı, meyve ağırlığı ve tohum sayısı üzerine etkisi

Sezyum kaynaklı ışınlama sonucu elde edilen meyvelerde genotiplere (G) ve ışın dozlarına (ID; Gray) göre hasat edilen meyve sayısı (HMS; adet), incelenen meyve sayısı (İMS; adet), ortalama meyve ağırlığı (OMA; g), tohum sayısı (TS; adet) ve ortalama tohum sayısı (OTS; adet) değerleri Tablo 4.2.'de sunulmuştur.

Tüm yıl boyunca yapılan tozlamalardan 216 adet meyve hasat edilmiş ve bu meyvelerden 154 tanesi başarıyla incelenmiştir. Genotiplere göre incelenen meyve sayısı 34 adet (9 nolu genotip) ile 7 adet (16 nolu genotip) arasında değişmiştir. Ortalama meyve ağırlığı 3078 g (11 nolu genotip) ile 1341 g (21 nolu genotip) olarak gerçekleşmiş, genotipsel farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Ancak ortalama meyve ağırlığı ile ışın dozları arasında net

bir bağlantı kurulamamış, yüksek ışın dozlarında ortalama meyve ağırlığında bir azalmanın olmadığı tespit edilmiştir. Diğer taraftan kobalt⁶⁰ kaynağıyla yazlık kabakta (Kurtar ve ark., 2002; Kurtar ve ark., 2017; Eroğlu ve ark., 2019; Kurtar ve ark., 2021) ve kışlık kabaklarda (Kurtar ve ark., 2009; Kurtar ve Balkaya, 2010) yapılan çalışmalarda artan dozlarda ortalama meyve ağırlığının da azaldığı konusunda açıklamalar bulunmaktadır.

Tablo 4.2. Genotiplere (G) ve ışın dozlarına (D; Gray) göre hasat edilen meyve sayısı (HMS; adet), incelenen meyve sayısı (İMS; adet), ortalama meyve ağırlığı (OMA; g), tohum sayısı (TS; adet) ve ortalama tohum sayısı (OTS; adet).

G	D	HMS	İMS	OMA (g)	TS	OTS
4	50	5	3	1181	433	144
	100	6	4	1930	256	64
	150	6	3	2130	211	70
	200	4	3	1830	108	36
	250	2	1	2432	8	8
	Σ / Ort.	23	14	1901	1016	73
6	50	4	2	2093	164	82
	100	4	1	994	53	53
	150	3	2	2315	145	73
	200	2	2	1699	22	11
	250	3	3	1175	81	27
	Σ / Ort.	17	10	1655	465	47
8	50	2	2	2093	164	82
	100	2	2	1550	62	31
	150	4	2	1050	222	111
	200	3	2	1340	14	7
	250	2	2	1080	0	0
	Σ / Ort.	13	10	1423	462	46
9	50	7	6	1540	798	133
	100	10	10	1940	1093	101
	150	6	4	2262	440	110
	200	7	7	1550	354	51
	250	7	7	1670	257	37
	Σ / Ort.	37	34	1792	2942	87
11	50	2	2	2030	288	144
	100	2	2	3120	292	146
	150	4	3	2580	207	69
	200	4	2	4250	80	40
	250	2	1	3412	15	15
	Σ / Ort.	17	10	3078	882	88

Tablo 4.2.'in devamı

G	D	HMS	İMS	OMA (g)	TS	OTS
13	50	6	5	1345	523	105
	100	4	4	2045	543	136
	150	6	5	1435	370	74
	200	6	6	2090	362	60
	250	6	6	2081	142	24
	Σ / Ort.	28	26	1799	1940	75
14	50	2	1	4042	170	170
	100	5	3	3100	232	77
	150	2	1	1732	147	147
	200	2	2	2155	22	11
	250	4	2	3001	18	9
	Σ / Ort.	15	9	2806	613	68
15	50	5	2	1455	311	156
	100	7	3	1645	271	90
	150	4	3	1780	212	71
	200	2	2	770	84	42
	250	4	3	1315	72	24
	Σ / Ort.	22	13	1393	950	73
16	50	1	1	1966	54	54
	100	3	2	1633	98	49
	150	2	1	1879	28	28
	200	2	2	3505	49	25
	250	3	2	1945	21	11
	Σ / Ort.	11	7	2639	250	36
17	50	3	2	2035	263	132
	100	5	2	2160	284	142
	150	2	2	3180	231	116
	200	2	1	3326	76	76
	250	2	2	2035	49	25
	Σ / Ort.	14	9	2547	903	100
21	50	4	2	310	130	65
	100	5	4	1190	354	89
	150	4	2	1790	103	52
	200	3	2	1535	76	38
	250	3	2	1880	68	34
	Σ / Ort.	19	12	1341	731	61
Genel		216	154	2034	11147	72

K: Kotiledon; Y: Yürek; G: Globüler

Tüm yıl boyunca yapılan tozlamalardan 216 adet meyve hasat edilmiş ve bu meyvelerden 154 tanesi başarıyla incelenmiştir. Genotiplere göre incelenen meyve sayısı 34 adet (9 nolu genotip) ile 7 adet (16 nolu genotip) arasında değişmiştir. Ortalama meyve ağırlığı 3078 g (11 nolu genotip) ile 1341 g (21 nolu genotip) olarak gerçekleşmiş, genotipsel farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Ancak ortalama meyve ağırlığı ile ışın dozları arasında net

bir bağlantı kurulamamış, yüksek ışın dozlarında ortalama meyve ağırlığında bir azalmanın olmadığı tespit edilmiştir. Diğer taraftan kobalt⁶⁰ kaynağıyla yazlık kabakta (Kurtar ve ark., 2002; Kurtar ve ark., 2017; Eroğlu ve ark., 2019; Kurtar ve ark., 2021) ve kışlık kabaklarda (Kurtar ve ark., 2009; Kurtar ve Balkaya, 2010) yapılan çalışmalarda artan dozlarda ortalama meyve ağırlığının da azaldığı konusunda açıklamalar bulunmaktadır.

Çalışmanın en yoğun ve zaman gerektiren kısmını tohumların ekstraksiyon kısmı oluşturmuş, toplamda incelenen 154 meyveden 11147 tohum çıkarılmış ve ekstrakte edilmiş, genelde meyve başına ortalama tohum sayısı (OTS) 72 adet olarak belirlenmiştir. İncelenen tohum sayısı açısından en yüksek değer 2942 adet ile 9 nolu genotipte tespit edilmiş, bu açıdan 16 nolu genotip ise 250 adet ile en düşük tohum sayısına sahip olmuştur. Işın dozları ve OTS değerleri arasında özellikle 150 Gy'in üzerindeki dozlarda azalmaların olduğu tespit edilmiş, 8 nolu genotipte incelenen 2 meyveden de tohum elde edilememiştir. Bu durum sitron karpuzunda uyartılı partenokarpiye eğilimin olabileceği düşüncesini ortaya koymuştur. Nitekim Takcı (2024)'da sitron karpuzunda yüksek kobalt⁶⁰ dozlarında (250 ve 300 Gy) tohumuz meyveler elde ettiğini bildirmiştir. Benzer sonuçlara yazlık kabakta da rastlanmıştır (Kurtar ve ark., 2002).

4.3. Uygulamaların embriyo sayısı, bitki sayısı ve bitkiye dönüşüm oranı üzerine etkisi

Sezyum kaynaklı ışınlama sonucu elde edilen meyvelerde incelenen tohumlarda genotiplere (G) ve ışın dozlarına (ID; Gray) göre embriyo sayısı (ES; adet), embriyo gelişim aşamaları (EGA), elde edilen bitki sayısı (BS) ve bitkiye dönüşüm oranı (%) değerleri Tablo 4.3.'de sunulmuştur.

İncelenen tohumlardan toplamda 2821 adet embriyo çıkarılmış ve kültüre alınmıştır. En yüksek embriyo sayısına 818 adet ile 9 nolu genotip sahip olurken, 16 nolu genotip 28 adet ile en düşük embriyonun elde edildiği genotip olmuştur. Elde edilen embriyoların büyük çoğunluğunu (2795 adet) kotiledon (K) şeklindeki embriyolar oluşturmuş, 8 adet yürek (Y) ve 18 adet globuler (G) aşamada embriyoya rastlanmıştır. Genelde ışın dozları arttıkça embriyo sayısında azalmalar meydana gelmiş, bazı genotiplerde (8, 11, 13 ve 17) 150 Gy'den yüksek dozlarda embriyo elde edilememiştir. Kültüre alınan 2821 embriyodan 1638 adet bitki elde edilmiş, toplamda bitkiye dönüşüm oranı % 58,1 olarak gerçekleşmiştir.

Işın dozları açısından değerlendirildiğinde en yüksek embriyo sayısına 50 Gy dozunda ulaşılrken, bunu 100, 150, 200 ve 250 Gray dozları takip etmiş, 200 Gray dozundan 67 adet ve 250 Gray dozundan ise 46 adet embriyo elde edilmiştir.

Tablo 4.3. Genotiplere (G) ve ışın dozlarına (D; Gray) göre embriyo sayısı (ES; adet), embriyo gelişim aşamaları (EGA), elde edilen bitki sayısı (BS) ve bitkiye dönüşüm oranı (BDO; %).

G	D	ES	EGA	BS	BDO
4	50	221	K	118	53,4
	100	50	K	18	36,0
	150	2	K	1	50,0
	200	2	1K, 1G	1	50,0
	250	3	1K, 2G	1	33,3
	Σ / Ort.	278	275K, 3G	139	50,0
6	50	231	K	97	42,0
	100	14	K	12	85,7
	150	3	K	1	33,3
	200	5	3K, 1Y, 1G	2	40,0
	250	6	4K, 2G	2	33,3
	Σ / Ort.	259	255K, 1Y, 3G	114	44,0
8	50	129	K	61	47,3
	100	11	K	7	63,6
	150	2	K	1	50,0
	200	0	0	0	0
	250	0	0	0	0
	Σ / Ort.	142	142K	69	48,6
9	50	659	K	448	68,0
	100	96	K	71	74,0
	150	24	K	11	45,8
	200	27	21K, 2Y, 4G	9	33,3
	250	12	10K, 2G	4	33,3
	Σ / Ort.	818	810K, 2Y, 6G	543	66,4
11	50	208	K	122	58,7
	100	35	K	21	60,0
	150	14	K	7	50,0
	200	0	0	0	0
	250	0	0	0	0
	Σ / Ort.	277	277K	150	54,2
13	50	362	K	201	55,5
	100	96	K	74	77,1
	150	37	K	19	51,4
	200	6	5K, 1Y	2	33,3
	250	0	0	0	0
	Σ / Ort.	501	500K, 1Y	296	59,1
14	50	20	K	11	55,0
	100	15	K	9	60,0
	150	4	K	2	50,0
	200	3	2K, 1G	1	33,3
	250	4	2K, 1Y, 1G	1	25,0
	Σ / Ort.	46	43K, 1Y, 2G	24	52,2

Tablo 4.3.'ün devamı

G	D	ES	EGA	BS	BDO
15	50	99	K	61	61,6
	100	40	K	21	52,5
	150	8	K	3	37,5
	200	5	K	1	20,0
	250	4	3K, 1Y	2	50,0
	Σ / Ort.	156	155K, 1Y	88	56,4
16	50	8	K	5	62,5
	100	5	K	4	80,0
	150	0	0	0	0
	200	12	10K, 1Y, 1G	4	33,3
	250	3	2K, 1G	1	33,3
	Σ / Ort.	28	25K, 1Y, 2G	14	50,0
17	50	140	K	92	65,7
	100	13	K	9	69,2
	150	2	K	1	50,0
	200	0	0	0	0
	250	4	3K, 1G	1	25,0
	Σ / Ort.	159	158K, 1G	103	64,8
21	50	94	K	58	61,7
	100	42	K	29	69,0
	150	4	K	3	75,0
	200	7	6K, 1G	4	57,1
	250	10	9K, 1Y	4	40,0
	Σ / Ort.	157	155K, 1Y, 1G	98	62,4
	Genel	2821	2795K, 8Y, 18G	1638	58,1

K: Kotiledon; Y: Yürek; G: Globüler

Gürsöz ve ark. (1994) karpuzda 300 Gy dozunda ışınlanmış polenlerle yapılan tozlamalardan elde edilen 13884 adet tohumdan 761 embriyo edilmiş ve embriyo frekansı % 5.5 olarak gerçekleşmiştir. Elde edilen embriyoların %72.8'i globüler, %17.1'i nekrotik, %9.2'si yumuşak yürek ve % 0.7'si normal yürek şekilli olmuş, bu embriyolardan 17 tanesi bitkiye dönüştürülebilmüş ve bitkiye dönüşüm oranı % 2.2 olarak gerçekleşmiştir.

4.4. Uygulamaların ploidi düzeyi ve haploidi frekansı üzerine etkisi

Dış koşullara alıştırılan bitkilerde stomatal gözlemler ile yapılan ploidi analizlerinde incelenen bitki sayısı (İBS; adet), ploidi düzeyi (PD) ve 100 bitkideki haploidi frekansı (HF; %) değerleri Tablo 4.4.'de sunulmuştur.

Tablo 4.4. Genotiplere (G) ve ışın dozlarına (D; Gray) göre incelenen bitki sayısı (İBS), ploidi düzeyi (PD) ve 100 bitkideki haploidi frekansı (HF; %).

G	D	İBS	PD	HF
4	50	38	D	0
	100	18	D	0
	150	1	D	0
	200	1	D	0
	250	1	H	100,0
	Σ / Ort.	59	58D, 1H	1,69
6	50	33	D	0
	100	12	D	0
	150	1	D	0
	200	2	1D, 1H	50,0
	250	2	1D, 1H	50,0
	Σ / Ort.	50	48D, 2H	4,00
8	50	31	D	0
	100	7	D	0
	150	1	H	100.0
	200	0	0	0
	250	0	0	0
	Σ / Ort.	39	38D, 1H	2,56
9	50	74	D	0
	100	43	D	0
	150	11	10D, 1H	9,1
	200	9	9D	0
	250	4	3D, 1H	25,0
	Σ / Ort.	141	139D, 2H	1,42
11	50	32	D	0
	100	21	D	0
	150	7	D	0
	200	0	0	0
	250	0	0	0
	Σ / Ort.	60	60D	0
13	50	58	D	0
	100	33	D	0
	150	19	D	0
	200	2	1D, 1H	50,0
	250	0	0	0
	Σ / Ort.	93	92D, 1H	1,08
14	50	11	D	0
	100	9	D	0
	150	2	D	0
	200	1	D	0
	250	1	H	100.0
	Σ / Ort.	24	23D, 1H	4,17

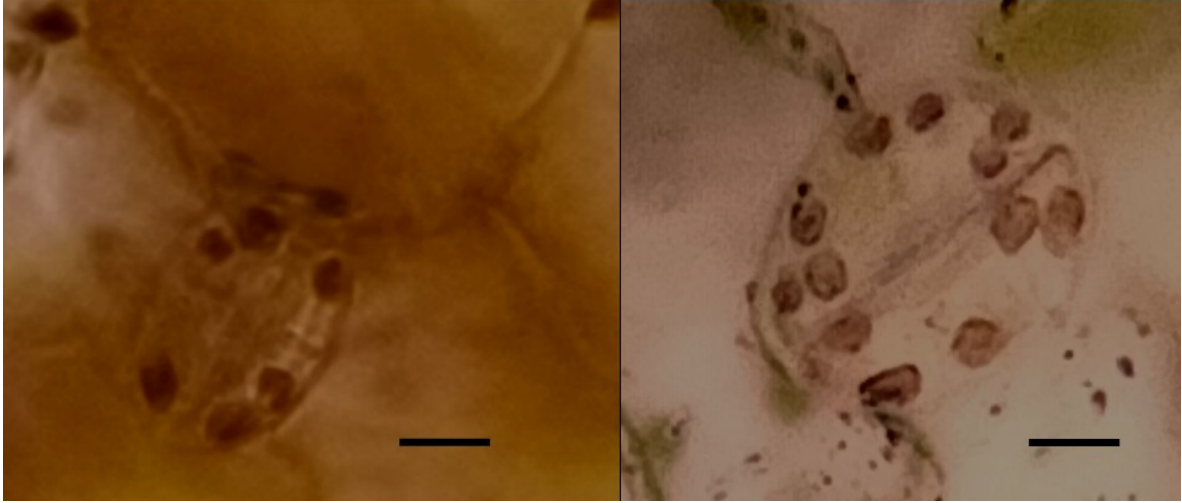
Tablo 4.4.'ün devamı

G	D	İBS	PD	HF
15	50	28	D	0
	100	16	D	0
	150	3	D	0
	200	1	D	0
	250	2	1D, 1H	50,0
	Σ / Ort.	50	49D, 1H	2,00
16	50	5	D	0
	100	4	D	0
	150	0	0	0
	200	4	3D, 1M	0
	250	1	H	100,0
	Σ / Ort.	14	12D, 1H, 1M	7,14
17	50	34	D	0
	100	9	D	0
	150	1	H	100,0
	200	0	0	0
	250	1	H	100,0
	Σ / Ort.	45	43D, 2H	4,44
21	50	32	D	0
	100	21	D	0
	150	3	D	0
	200	4	3D, 1H	25,0
	250	4	3D, 1H	25,0
	Σ / Ort.	64	62D, 2H	3,13
	Genel	639	624D, 14H, 1M	2,19

H: Haploid, **D:** Diploid, **M:** Miksoploid

Yapılan gözlemler sonucunda haploid bitkilerin stomalarında 6-8 adet kloroplast içerdikleri, bu sayının diploid bitkilerde 10-12 adet olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.1). Miksoploid bitkilerde ise her iki tür stomaya da rastlanmıştır. Toplamda incelenen 639 adet bitkiden 624 adedinin diploid (2n), 14 adedinin haploid ve 1 adedinin ise miksoploid (n + 2n) yapıda olduğu belirlenmiştir. Haploidi frekansı ise % 2,19 olarak gerçekleşmiştir. 11 nolu genotip hariç diğer tüm genotiplerden haploid bitki elde edilmiştir. Bu açıdan % 7,14'lük haploidi frekansı değeri ile 16 nolu genotip ön plana çıkarken, bunu % 4,44 ile 17, % 4,17 ile 14 nolu genotip takip etmiştir. Bu açıdan % 1,08'lik frekans değeri ile 13 nolu genotip en düşük değeri vermiştir.

Işın dozları açısından 50 ve 100 Gray dozları dışındaki tüm dozlardan genotiplere göre değişen oranlarda haploid bitkiler elde edilmiştir. Haploid bitki sayısı ve dolayısıyla haploidi frekansı açısından 250 Gray dozunun 8 adet haploid bitki ile en başarılı doz olduğu belirlenmiştir. Bu açıdan 150 ve 200 Gy dozlarından ise 3'er adet bitki elde edilmiştir.



Şekil 4.1. Haploid (sol) ve diploid (sağ) bitkilerin stomaları ve kloroplast sayıları (Bar:5 μ)

Cucurbitacea familyasında genotipin ve ışın dozunun embriyo frekansı üzerinde etkin bir rol oynadığı karpuzda (Gürsöz ve ark., 1991; Sari ve ark., 1994; Taşkın ve ark., 2013), kavunda (Sauton ve Vaulx, 1987; Savin ve ark., 1988; Cuny, 1992; Maestro Tejada, 1992; Sari ve ark., 1992; Abak ve ark., 1996; Sari ve ark., 2009; Nasertorabi ve ark., 2012; Dal ve ark., 2016), hıyarda (Truong-Andre, 1988; Niemirowicz-Szczytt ve Dumas de Vaulx, 1989; Sauton, 1989; Çağlar, 1995), yazlık kabakda (Kurtar, 1999; Kurtar ve ark., 2002; Baktemur ve ark., 2014; Kurtar ve ark., 2017; Eroğlu ve ark., 2019; Kurtar ve ark., 2021; Yapıcı ve ark., 2023a; Yapıcı ve ark., 2023b), bal kabağında (Kurtar ve ark., 2009), kestane kabağında (Kurtar ve Balkaya, 2010), su kabağında (Gok Guler ve ark., 2015; Zhao ve ark., 2023) ve acurda (Yanmaz ve ark., 1997) belirtilmiştir.

Karpuzda 100 embriyodaki ve 100 tohumdaki haploidi frekansı sırasıyla 2.23 ve 5.26 olarak bildirilmiştir (Gürsöz ve ark., 1991; Taşkın ve ark., 2013). Ayrıca, 100 tohumdaki embriyo sayısı bakımından Halep Karası çeşidi % 14.2, Crimson Sweet % 4.0, Panonia F₁ % 4 ve Sugar Baby % 3.6 değerlerine ulaşmıştır (Sarı ve ark., 1994). Elde edilen sonuçlar 100 bitkideki sonuçlar olarak değerlendirildiğinde Gürsöz ve ark. (1991) 'nın çalışmalarından daha yüksek değerler içerdiği, bununla birlikte Sari ve ark. (1994) ile Taşkın ve ark. (2013) 'nın bulgularına da yakın olduğu tespit edilmiştir. Zira çalışmadaki 100 bitkideki haploidi frekansı nispeten kabul edilebilir bir değer olsa da, çıkarılan tohum sayısı, incelenen bitki sayısına göre nispeten az sayıda haploid bitki edilmiş ve dolayısıyla haploidi frekansı da düşük değerlerde kalmıştır. Ancak elde edilen haploid bitkilerin sitron türünün literatürde

bildirilen ilk haploid bitkileri olduğu düşünöldüğünde elde ettiğimiz sonucun oldukça başarılı olduğunu söylemek mümkündür.

Stomatal gözlemler ile haploid oldukları belirlenen bitkiler 2024 bahar döneminde plastik sera koşullarına dikilmiş ve morfolojik olarak da incelenmiştir. Morfolojik incelemede yaprak ve çiçek irilikleri ile erkek çiçeklerinde polen varlığına bakılmıştır. İncelemeler sonucunda haploid bitkilerin yapraklarının normalden küçük ve kompakt yapıda olduğu (Şekil 4.2), yine erkek çiçeklerinin normale göre daha küçük ve polen içermedikleri tespit edilmiştir (Şekil 4.3). Benzer sonuçlarla karpuz (Gürsöz ve ark., 1991; Sari ve ark., 1994; Taşkın ve ark., 2013), yazlık ve kışlık kabaklarda daha önce yapılmış çalışmalarda da karşılaşılmıştır (Kurtar ve ark., 2009; Kurtar ve Balkaya, 2010; Kurtar ve ark., 2017; Eroğlu ve ark., 2019; Kurtar ve ark., 2021).



Şekil 4.2. Sera koşullarında haploid (sol) ve dihaploid (sağ) bitkilerin yaprakları



Şekil 4.3. İklim odası koşullarında büyütülmekte olan haploid bir bitkinin erkek çiçeği

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Kültür karpuzuna kuraklığa toleranslı sitron karpuzu anacı elde etmek amacıyla, saf hatların eldesine yönelik olarak ışınlamış polen tekniğinde kobalt⁶⁰ kaynağına alternatif olarak sezyum kaynağının etkinliğinin araştırıldığı çalışmada Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Sebze Yetiştiriciliği ve Islahı ABD ıslah koleksiyonunda bulunan S3 kademesindeki sitron karpuzu genotiplerinden 11 tanesinde (4, 6, 8, 9, 11, 13, 14, 15, 16, 17 ve 21) 50, 100, 150, 200 ve 250 Gy dozlarında ışınlanmış polenler ile partenogenetik haploid embriyo ve bitki uyartımı sağlanmaya çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar genotipin ve ışınlama dozunun elde edilen meyve sayısı, tohum sayısı, embriyo sayısı, bitki sayısı ve haploidi frekansı üzerine etkili olduğunu ortaya koymuştur.

Toplamda yapılan 613 adet tozlamadan 245 adedi meyve tutmuş ve meyve tutum oranı % 39,97 olarak gerçekleşmiş, “0.” gün polenleriyle yapılan tozlamalardan daha yüksek meyve tutum oranları elde edilmiştir. Genotiplerin meyve tutum oranları farklı düzeylerde gerçekleşmiş ve genotip etkinliğinin olduğu belirlenmiştir. Benzer sonuçlara meyve tutum oranı değerlerinde de rastlanmıştır. Işın dozları açısından meyve tutumu oranları arasında belirgin bir fark ortaya çıkmış, 50 Gy dozlarında 0. gün polenleriyle yapılan tozlamalarda meyve tutum oranı % 83’e kadar yükselirken, 150 Gy ve daha yüksek dozlarda meyve tutum oranı % 33'lere kadar düşmüştür.

Tüm yıl boyunca yapılan tozlamalardan 216 adet meyve hasat edilmiş ve bu meyvelerden 154 tanesi başarıyla incelenmiştir. Ortalama meyve ağırlığı 3078 g ile 1341 g olarak gerçekleşmiş, genotipsel farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Çalışmanın en yoğun ve zaman gerektiren kısmını tohumların ekstraksiyon kısmı oluşturmuş, toplamda incelenen 154 meyveden 11147 tohum çıkarılarak incelenmiştir. Ortalama tohum sayısı yüksek ışınlama dozlarında (200 ve 250 Gy) azalma göstermiştir. Toplamda 2821 adet embriyo kültüre alınmış ve elde edilen embriyoların büyük çoğunluğunu (2795 adet) kotiledon (K) şeklindeki

embriyolar oluşturmuş, 8 adet yürek (Y) ve 18 adet globuler (G) aşamada embriyoya rastlanmıştır. Genelde ışın dozları arttıkça embriyo sayısında azalmalar meydana gelmiştir. Kültüre alınan 2821 embriyodan 1638 adet bitki elde edilmiş, toplamda bitkiye dönüşüm oranı % 58,1 olarak gerçekleşmiştir. Işın dozları açısından değerlendirildiğinde en yüksek embriyo sayısına 50 Gy dozunda ulaşılırken, bunu 100, 150, 200 ve 250 Gray dozları takip etmiş, 200 Gray dozundan 67 adet ve 250 Gray dozundan ise 46 adet embriyo elde edilmiştir.

Stomalardaki toplam kloroplast sayısı değerlerine bakılarak yapılan ploidi analizleri sonucunda incelenen 639 adet bitkiden 624 adedinin diploid ($2n$), 14 adedinin haploid ve 1 adedinin ise miksploid ($n + 2n$) yapıda olduğu belirlenmiştir. Haploidi frekansı ise 2,19 olarak gerçekleşmiştir. 11 nolu genotip hariç diğer tüm genotiplerden haploid bitki elde edilmiştir. Genotiplere göre 100 bitkideki haploidi frekansı % 7.14 (16 nolu genotip) ile % 1.08 (13 nolu genotip) arasında değişmiştir. Işın dozları açısından 50 ve 100 Gray dozları dışındaki tüm dozlardan haploid bitkiler elde edilmiş, 250 Gy dozu 8 adet haploid bitki ile en başarılı doz olmuştur.

Yapıcı ve ark. (2023b) külleme ve ZYMV dayanımlı yeni ve yerli F_1 hibrit yazlık kabak (*Cucurbita pepo* L.) çeşitlerinin üretimine yönelik olarak, kobalt⁶⁰'a alternatif sezyum kaynaklı ışınlamanın dihaploidizasyon çalışmalarında kullanılabileceğini, sezyum kaynağının kobalt 60'a alternatif olabileceğini ifade etmişlerdir. Ancak, Sandı (1998) kabuksuz çerezlik yazlık kabakda (*Cucurbita pepo* L.) 300 ve 350 Gy Sezyum¹³⁷ dozlarının melezleme etkisi yaptığını ve haploidizasyonda başarılı olmadığını bildirmişlerdir. Elde edilen bu sonuçlar sitron karpuzunda halen açıklanmayı bekleyen önemli noktalar bulunduğunu ortaya koymaktadır. Bu amaçla, ileride sitron türünde ışınlanmış polen tekniği ile yapılacak çalışmalara ışık tutması açısından; kobalt⁶⁰'a alternatif olarak sezyum kaynağının ışınlama çalışmalarına dahil edilmesinin, farklı ışın dozlarının çalışılmasının, haploidi frekansı yüksek olan genotiplere ağırlık verilmesinin haploidi frekansını artıracığı düşünülmektedir. Ayrıca donör bitkilerin kontrollü şartlarda ve iyi bakım koşullarında yetiştirilmesinin, hatta yetiştirilme şartları fizyolojik olarak etki ettiğinden bitkileri güz ve bahar dönemi sera koşullarında ayrı ayrı değerlendirmenin başarıyı yükselteceği kanısındayız.

KAYNAKLAR

Abak, K., Sarı, N., Paksoy, M., Yılmaz, H., Aktaş, H. ve Tunalı, C., 1996, Kavunda ışınlanmış polen tozlamaları ile haploid embriyo uyartımında genotip etkisi, dihaploid hatların oluşturulması, haploid ve dihaploid bitkilerin değişik yöntemlerle ayrımı, *Agriculture and Forestry*, 20, 425-430.

- Aydınlı, G., Kurtar, E.S. ve Mennan, S., 2019, Screening of *Cucurbita maxima* and *Cucurbita moschata* genotypes for resistance against *Meloidogyne arenaria*, *M. incognita*, *M. javanica* and *M. luci*. *Journal of Nematology*, 51 (1), 1-10.
- Baktemur, G., Yücel, N.K., Taşkın, H., Çömlekçioglu, S. ve Büyükalaca, S., 2014, Effects of different genotypes and gamma ray doses on haploidization using irradiated pollen technique in squash, *Turkish Journal of Biology*, 38 (3), 318-327.
- Balkaya, A., Güngör, B. ve Sarıbaş, Ş., 2018, Determination of the effects of pumpkin rootstock on yield and fruit quality in mini watermelon cultivation, *HMO*, 1, G7.
- Berber, M., 2009, Kabuksuz çekirdek kabaklarında (*Cucurbita pepo* L. var. *styriaca*) ışınlanmış polenle tozlama yöntemi kullanılarak haploid üretimi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*.
- Cuny, F., 1992, Processus d'induction d'embryons haploïdes par du pollen irradié chez le melon (*Cucumis melo* L.): réponses du pollen à l'irradiation gamma.
- Çağlar, G., 1995, Hıyarda (*Cucumis sativus* L.) ışınlanmış polenlerle tozlama yoluyla *in situ* haploid embriyo uyartımı ve haploid embriyolarında *in vitro* bitki eldesi üzerinde araştırmalar, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*.
- Çağlar, G. ve Abak, K., 1999, Hıyarda (*Cucumis sativus* L.) *in situ* uyartım sonucu elde edilen haploid embriyolardan *in vitro* haploid bitki oluşturma, *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 23, 283-290.
- Dal, B., Sari, N. ve Solmaz, I., 2016, Effect of different irradiation sources and doses on haploid embryoinduction in Altınbas (*Cucumis melo* L. var. *inodorus*) melons, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40 (4), 552-559.
- Eroğlu, S., Türkmen, Ö. ve Kurtar, E. S., 2019, Obtain of haploid and dihaploid plant in edible seed pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). *III. International Eurasian Agriculture and Natural Sciences Congress*, Antalya, Turkey, 389-394.
- FAO, 2022, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), <http://www.fao.org/site> (Accessed date: 14.07.2024).
- Forster, B. P. ve Thomas, W. T., 2005, Doubled haploids in genetics and plant breeding, *Plant Breed Rev*, 25, 57-88.
- García-Mendivil, H. A. ve Sorribas, F. J., 2021, Effect of *Citrullus amarus* accessions on the population dynamics of *Meloidogyne incognita* and *M. javanica* and watermelon yield, *Scientia Horticulturae*, 275, 109680.
- Gok Guler, P., Sari, N., Yetisir, H., Yegul, M., Kantoglu, Y. ve Kunter, B., 2015, The effects of genotypes and irradiation doses on haploid embryo induction and plant production in bottle gourd [*Lagenaria siceraria* (Malign) Stanley], *V International Symposium on Cucurbits 1151*, 135-142.
- Gotame, T. P., Poudel, S., Shrestha, S.L. ve Shrestha, J., 2020, Evaluation of yield and yield components of eggplant (*Solanum melongena* L.) genotypes in the Terai region of Nepal, *International Journal of Environment*, 9 (2), 67-80.
- Gürsöz, N., Abak, K., Pitrat, M., Rode, J. ve Dumas de Vaulx, R., 1991, Obtention of haploid plants induced by irradiated pollen in watermelon (*Citrullus lanatus*), *Cucurbit Genetic Coop*, 14, 109-110.
- Hwang, J. H., Ahn, S. G., Oh, J. Y., Choi, Y. W., Kang, J. S. ve Park, Y. H., 2011, Functional characterization of watermelon (*Citrullus lanatus* L.) EST-SSR by gel electrophoresis and high resolution melting analysis, *Scientia Horticulturae*, 130 (4), 715-724.
- Kurtar, E., 1999, Research on the effects of genotypes and growing seasons on *in situ* haploid embryo induction and *in vitro* plant obtention via irradiated pollen in squash, *PhD Thesis, University of Cukurova*.
- Kurtar, E., Sari, N. ve Abak, K., 2002, Obtention of haploid embryos and plants through irradiated pollen technique in squash (*Cucurbita pepo* L.), *Euphytica*, 127, 335-344.

- Kurtar, E. S., 2009, Influence of gamma irradiation on pollen viability, germination ability, and fruit and seed-set of pumpkin and winter squash, *African Journal of Biotechnology*, 8 (24).
- Kurtar, E. S., Balkaya, A., Ozbakir, M. ve Ofluoglu, T., 2009, Induction of haploid embryo and plant regeneration via irradiated pollen technique in pumpkin (*Cucurbita moschata* Duchesne ex. Poir), *African Journal of Biotechnology*, 8 (21), 5944-5951.
- Kurtar, E. S. ve Balkaya, A., 2010, Production of in vitro haploid plants from in situ induced haploid embryos in winter squash (*Cucurbita maxima* Duchesne ex Lam.) via irradiated pollen, *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 102, 267-277.
- Kurtar, E. S., Balkaya, A., Göçmen, M. ve Karaağaç, O., 2017, Hıyara (*Cucumis sativus* L.) anaç olabilecek ümitvar kabak (*Cucurbita* spp.) genotiplerinde ışınlanmış polen tekniği ile dihaploidizasyon, *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 31 (1), 34-41.
- Kurtar, E.S., Seymen, M., Çetin, A.N. ve Türkmen, Ö., 2021, Dihaploidization in promising summer squash genotypes (*Cucurbita pepo* L.) via irradiated pollen technique, *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 31 (1), 42-51.
- Kurum, R., Çelik, İ. ve Ahmet, E., 2017, Effects of rootstocks on fruit yield and some quality traits of watermelon (*Citrullus lanatus*), *Derim*, 34 (2), 91-98.
- Laghetti, G. ve Hammer, K., 2007, The Corsican citron melon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. et Nakai subsp. *lanatus* var. *citroides* (Bailey) Mansf. ex Greb.) a traditional and neglected crop, *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54, 913-916.
- Levi, A., Jarret, R., Kousik, S., Patrick Wechter, W., Nimmakayala, P. ve Reddy, U.K., 2017, Genetic resources of watermelon, *Genetics and genomics of Cucurbitaceae*, 87-110.
- Loukou, A., Gnakri, D., Djè, Y., Kippré, A., Malice, M., Baudoin, J.P. ve Bi, I., 2007, Macronutrient composition of three cucurbit species cultivated for seed consumption in Côte d'Ivoire, *African Journal of Biotechnology*, 6 (5).
- Maestro Tejada, M.C., 1992, Résistance du melon aux virus: interaction avec les pucerons vecteurs, analyse génétique sur des lignées halodiploïdes, *Aix-Marseille 3*.
- Minsart, L.A. ve Bertin, P., 2008, Relationship between genetic diversity and reproduction strategy in a sexually-propagated crop in a traditional farming system, *Citrullus lanatus* var. *citroides*, *Cucurbitaceae 2008. Proceedings of the IXth EUCARPIA meeting on genetics and breeding of cucurbitaceae*, Avignon, France, 21-24 May 2008, 341-346.
- Mustafa, A. ve Alamin, A., 2012, Chemical composition and protein degradability of watermelon (*Citrullus lanatus*) seeds cake grown in western Sudan, *Asian Journal of Animal Sciences*, 6 (1), 33-37.
- Muswita, M., 2011, Induksi kalus cabai (*Capsicum annuum* L.) secara *in vitro*, *Biospecies*, 4 (2).
- Nasertorabi, M., Madadkhah, E., Moghbeli, H., Roain, A. ve Moghbeli, E., 2012, Enhanced production of doubled haploid lines from parthenogenetic Iranian melon plants obtained of irradiated pollen (*Cucumis melo* L.), *Int Res J Appl Basic Sci*, 3 (8), 1595-1600.
- Nawaz, M. A., Han, X., Chen, C., Zheng, Z., Shireen, F., Bie, Z. ve Huang, Y., 2018, Nitrogen use efficiency of watermelon grafted onto 10 wild watermelon rootstocks under low nitrogen conditions, *Agronomy*, 8 (11), 259.
- Niemirowicz-Szczytt, K. ve Dumas de Vault, R., 1989, Preliminary data on haploid cucumber (*Cucumis sativus* L.) induction, *Cucurbit Genet Coop*, 12, 24-25.
- Nkoana, D. K., Mashilo, J., Shimelis, H. ve Ngwepe, R. M., 2022, Nutritional, phytochemical compositions and natural therapeutic values of citron watermelon (*Citrullus lanatus* var. *citroides*): A Review, *South African Journal of Botany*, 145, 65-77.

- Pal, S., Rao, E. S., Hebbar, S. S., Sriram, S., Pitchaimuthu, M. ve Rao, V. K., 2020, Assessment of Fusarium wilt resistant Citrullus sp. rootstocks for yield and quality traits of grafted watermelon, *Scientia Horticulturae*, 272, 109497.
- Przyborowski, J. ve Nlemirowicz-Szgzytt, K., 1994, Main factors affecting cucumber (*Cucumis sativus* L.) haploid embryo development and haploid plant characteristics, *Plant breeding*, 112 (1), 70-75.
- Ramazan, A., Coşkun, B., Alataş, M.S. ve Özköse, A., 2009, Determination of forage value of different sized fruits of forage watermelon (*Citrullus lanatus* var. citroides), *Selçuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 2 (1), 27-32.
- Sandı, B., 1998, Kabuksuz çerezlik kabakta (*Cucurbita pepo* L.) haploid bitki elde etme olanakları, *MSc, Ankara University, Ankara, Turkey (in Turkish)*.
- Sari, N., Abak, K., Pitrat, M. ve Dumas De Vaulx, R., 1992, Induction of parthenogenetic haploid embryos and plant obtention in melon (*Cucumis melo* L. var. inodorus Naud and *C. melo* L. var. reticulatus Naud).
- Sari, N., 1994, Karpuzlarda ışınlanmış polen uyarımıyla haploid bitki eldesi üzerine genotipin ve mevsimin etkisi ile ışınlama yerine geçebilecek uygulamalar üzerinde araştırmalar. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora tezi*, 178 s.
- Sari, N., Abak, K., Pitrat, M., Rode, J. ve De Vaulx, R. D., 1994, Induction of parthenogenetic haploid embryos after pollination by irradiated pollen in watermelon, *HortScience*, 29 (10), 1189-1190.
- Sari, N., Solmaz, I., Kasapoglu, S., Gursay, I., Szamosi, C., Unlu, H. ve Park, K., 2009, Effect of different pollination dates with irradiated pollens on fruit set, haploid embryo induction and plant obtention in Turkish (Kirkagac, Yuva and Hasanbey) melons, *IV International Symposium on Cucurbits 871*, 639-648.
- Sauton, A. ve Vaulx, R. D., 1987, Obtention de plantes haploïdes chez le melon (*Cucumis melo* L.) par gynogenèse induite par du pollen irradié, *Agronomie*, 7 (2), 141-148.
- Sauton, A., 1988, Effect of season and genotype on gynogenetic haploid production in muskmelon, *Cucumis melo* L, *Scientia Horticulturae*, 35 (1-2), 71-75.
- Sauton, A., 1989, Haploid gynogenesis in *Cucumis sativus* induced by irradiated pollen, *Cucurbit Genetics Coop*, 12, 22-23.
- Savin, F., Decomble, V., Le Couvior, M. ve Hallard, J., 1988, The X ray detection of haploid embryos arisen in muskmelon (*Cucumis melo* L.) seeds and resulting from a parthenogenetic development induced by irradiated pollen, *Cucurbit Genetic Cooperative*, 11, 39-42.
- Seymen, M., Yavuz, D., Ercan, M., Akbulut, M., Çoklar, H., Kurtar, E. S., Yavuz, N., Süheri, S. ve Türkmen, Ö., 2021, Effect of wild watermelon rootstocks and water stress on chemical properties of watermelon fruit, *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 62 (3), 411-422.
- Takcı, E., 2024, Bazı sitron karpuz (*Citrullus lanatus* var. citroides) genotiplerinde ışınlanmış polen tekniğinin haploid bitki eldesi üzerine etkileri. *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans tezi*, 55 s.
- Taşkın, H., Kemal Yücel, N., Baktemur, G., Çömlekçioğlu, S. ve Büyükalaca, S., 2013, Effects of different genotypes and gamma ray doses on haploidization with irradiated pollen technique in watermelon (*Citrullus lanatus* L.), *Canadian journal of plant science*, 93 (6), 1165-1168.
- Thies, J. A., Buckner, S., Horry, M., Hassell, R. ve Levi, A., 2015, Influence of *Citrullus lanatus* var. citroides rootstocks and their F₁ hybrids on yield and response to root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, in grafted watermelon, *HortScience*, 50 (1), 9-12.

- Topçu, V., Boyacı, F. ve Aktaş, H., 2016, Kendileme yoluyla saflaştırılmış bazı patlıcan hatlarının morfolojik ve moleküler karakterizasyonu, *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11 (1), 43-53.
- Truong-Andre, I., 1988, *In vitro* haploid plants derived from pollination by irradiated pollen on cucumber, *Eucarpia meeting on cucurbit genetics and breeding, Montfavet (France), 31 May-2 Jun 1988*.
- TUİK, 2023, Türkiye istatistik kurumu, <https://www.tuik.gov.tr>. Erişim tarihi 14.07.2024.
- Vural, G. E., Ari, E., Zengin, S. ve Ellialtıoğlu, S.S., 2019, Development of androgenesis studies on eggplant (*Solanum melongena* L.) in Turkey from past to present, *Sustainable Crop Production*.
- Wechter, W. P., Kousik, C., McMillan, M. ve Levi, A., 2012, Identification of resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. niveum race 2 in *Citrullus lanatus* var. citroides plant introductions, *HortScience*, 47 (3), 334-338.
- Wehner, T. C., 2008, Watermelon, In: *Vegetables I: Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae, and Cucurbitaceae*, Eds: Springer, p. 381-418.
- Yanmaz, R. ve Taner, Y., 1996, In vitro partenogenetik haploid bitki elde etme yönteminin kavun ıslah programında kullanılabilirliği üzerinde araştırmalar, *TÜBİTAK-TBGAG-Kesin Proje Raporu*, 38.
- Yanmaz, R., Ellialtıoğlu, S. ve Taner, K. Y., 1997, The effects of gamma irradiation on pollen viability and haploid plant formation in snake cucumber (*Cucumis melo* L. var. *flexuosus* Naud.), *1 International Symposium on Cucurbits* 492, 307-310.
- Yanmaz, R., Balkaya, A., Akan, S., Kaymak, H. Ç., Sarıkamış, G., Önal Ulukapı, K. ve Açıkgöz, F., 2020, Sebzeçilik sektörü: dün, bugün ve geleceği, *Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi*, 585-607.
- Yapıcı, B., Gürsoy, E., Yıldız, B.N., İpek, E., Kavak, S., Kurtar, E.S., Gülşen, O., Metin, D., 2023a, Dihaploidization via irradiated pollen technique in powdery mildew and zymv resistant superior summer squash (*Cucurbita pepo* L.) lines. 3. International Antalya Scientific Research and Innovative Studies Congress, February 13-14, 2023/Antalya, Türkiye, 773-788. ISBN: 978-625-6404-64-9.
- Yapıcı, B., Gürsoy, E., Yıldız, B.N., İpek, E., Kavak, S., Kurtar, E.S., 2023b, Effect of caesium-sourced gamma irradiation on haploidization in powdery mildew and zymv resistant summer summer summer (*Cucurbita pepo* L.) lines. International Ege Agriculture Congress, November 01-03, 2023/İzmir-Antalya, Türkiye, 560-580, ISBN: 978-625-367-426-7
- Yavuz, D., Seymen, M., Süheri, S., Yavuz, N., Türkmen, Ö. ve Kurtar, E. S., 2020, How do rootstocks of citron watermelon (*Citrullus lanatus* var. *citroides*) affect the yield and quality of watermelon under deficit irrigation? *Agricultural Water Management*, 241, 106351.
- Zhao, Q., Zhang, M., Qi, H. ve Yang, X., 2023, Haploid induction and plant production in bottle gourd by pollination with gamma irradiated pollen, *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 152 (2), 331-338.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Hatice Nur YILMAZ KAVUK
Uyruğu : T.C

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: YUNAK İMAM HATİP LİSESİ	2016-2017
Üniversite	: BAYBURT ÜNİVERSİTESİ	2020-2021

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2021- 2023	TOZOĞLU TARIMSAL A.Ş	ÜRETİM ŞEFİ

UZMANLIK ALANI

Sebze Yetiştirme ve Islahı Ana Bilim Dalı

YAYINLAR

Yılmaz H.N., Kurtar E.S., Metin D., Atakul Z., Seymen M., Kal Ü., Alan A.R., Çelebi F.T., Alternatif ışın kaynağı olarak sezyumun sitron karpuzunda (*Citrullus lanatus* var. *citroides*) Tohum ve embriyo oluşumuna etkisi. 3. Uluslararası Sürdürülebilir Ekolojik tarım kongresi 06-08 Mart 2024 (Tam metin bildirisi).