

## Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.,2019, 56 (3):375-381  
DOI: [10.20289/zfdergi.526322](https://doi.org/10.20289/zfdergi.526322)

Berken ÇİMEN<sup>1a\*</sup>

Turgut YEŞİLOĞLU<sup>1b</sup>

Meral İNCESU<sup>1c</sup>

Bilge YILMAZ<sup>1d</sup>

Önder TUZCU<sup>1e</sup>

<sup>1</sup>Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Sarıçam-Adana

<sup>1a</sup> Orcid No:0000-0002-9376-1823

<sup>1b</sup> Orcid No:0000-0001-5820-838X

<sup>1c</sup> Orcid No:0000-0001-7892-3794

<sup>1d</sup> Orcid No:0000-0003-4158-560x

<sup>1e</sup> Orcid No:0000-0003-0253-1043

\*sorumlu yazar: [bcimen@cu.edu.tr](mailto:bcimen@cu.edu.tr)

## Gama Işını Uygulamasıyla Geliştirilen Robinson Mutant Popülasyonunun Değerlendirilmesi

Evaluation of Robinson Mutant Population Derived By Gamma Irradiation

Alınış (Received): 12.02.2019

Kabul Tarihi (Accepted): 15.04.2019

### ÖZ

**Amaç:** Turunçgil meyvelerinde tohum sayısının yüksek olması, yüksek organoleptik özelliklere sahip olsa bile çeşidin tüketiciler tarafından istenmemesine yol açmaktadır. Turunçgil meyve türlerinde mutasyon ıslahı yöntemiyle çekirdeksizliğin elde edilebileceği bilinmektedir. Bu çalışmada akut gama ışını uygulamasıyla geliştirilmiş olan Robinson mutant popülasyonu, erken dönemde meyve kalite kriterleri bakımından değerlendirilmiştir.

**Materyal ve Metot:** Popülasyon Robinson 4/4 mandarin tipinin aşu kalemlerine 50 gy dozunda <sup>60</sup>Co kaynaklı akut gama ışını uygulanarak elde edilmiş ve ıslah programı sonucu elde edilen M<sub>2</sub>V<sub>3</sub> aşamasındaki 554 adet bitki araziye dikilmiştir. Bitkiler arasında ikinci yılında 10 adedin üzerinde meyve tutumu olan 73 adet bireyden alınan meyve örneklerinde 19 pomolojik karakter incelenmiştir. Pomolojik analizlerden elde edilen bulgular popülasyon varyabilitesini inceleyebilmek amacıyla 'Dağılım analizi'ne tabi tutulmuştur.

**Bulgular:** Çalışmada mutantların meyve çapları 55.27 mm ile 73.60 mm arasında, meyve ağırlığı ise 74.20 g ile 192.50 g arasında değişim göstermiştir. Meyve başına düşen tohum sayısının ise 0 ile 3.55 arasında olduğu saptanmıştır. İncelenen bireylerin %29'u az çekirdekli (≤1 adet) olduğu, bunların iki tanesinin ise tamamen çekirdeksiz olduğu saptanmıştır.

**Sonuç:** Denemede incelenen bitkilerin açıkta serbest tozlama koşullarında 2 bireyin tamamen çekirdeksiz olduğu saptanmıştır. Ayrıca meyve ağırlığı, meyve yüksekliği, meyve çapı gibi irilik değişkenleri bakımından popülasyon genelinin Robinson mandarin çeşidiyle benzer özellikler gösterdiği gözlemlenmiştir. Bu çalışmada öne çıkan bitkisel materyal ile yeni parseller kurularak mutantların performanslarının değerlendirilmesine devam edilmektedir.

### Anahtar Sözcükler:

Turunçgil, mutasyon ıslahı, ışınlama, çekirdeksizlik

### Keywords:

Citrus, mutation breeding, irradiation, seedlessness

### ABSTRACT

**Objective:** The presence of a large number of seeds in citrus fruits is a big hindrance in consumer acceptability even if fruits posse high organolaptic properties. Mutation breeding is a common technique in citrus in order to obtain seedlessness. In the present study, a Robinson mandarin mutant population was evaluated in terms of fruit quality traits.

**Material and Methods:** Mutant population was derived by irradiating budwoods of Robinson 4/4 mandarin type by a <sup>60</sup>Co gamma source with 50Gy. A total of 554 M<sub>2</sub>V<sub>3</sub> plants were obtained and planted in the field as a result of the mutation breeding program. Among the mutant population, 73 plants had fruit set in the second year of plantation and these plants were evaluated in terms of 19 fruit quality traits. Data obtained from the pomological analysis were subjected to distrubition analyses for evaluation of the results.

**Results:** Among the mutant population, 73 plants had fruit set in the second year of plantation and these plants were evaluated in terms of 19 fruit quality traits. Data obtained from the pomological analysis were subjected to distrubition analyses for evaluation of the results. Fruit diameter of the population ranged between 55.27-73.60 mm and fruit weights were between 74.20-192.50 g. Seed number of the population ranged between 0-3.55 seeds per fruit. 29% of the evaluated genotypes had been described as low seeded (≤1 seed) and two of them was completely seedless.

**Conclusion:** In addition, fruit characteristics of a big part of the mutant population such as fruit weight, fruit height and fruit diameter which describe fruit size, were similar to Robinson mandarin in general. The evaluation of the performance of mutants is being continued and new field trials will be established with the promising genotypes evaluated in this study.

## GİRİŞ

Turunçgiller gerek beslenmedeki önemi ve gerekse de sanayideki kullanımı ile Dünya’da en çok üretilen meyve grubu olup, üretimi 2017 yılında 146.599.168 milyon tona ulaşmıştır. Dünya toplam taze turunçgil üretiminin %50.01’i portakal, %22.79’u mandarin, %11.75’i limon-laym, %6.18’i altıntop-şadok ve %9.27’si diğer turunçgillerdir. Türkiye toplam 4.769.726 ton üretim ile Akdeniz ülkeleri içerisinde İspanya’nın ardından ikinci büyük üretici ülke konumundadır (FAO, 2019). İspanya, özellikle Akdeniz havzasında gerçekleşen portakal, mandarin ve limon ihracatının yaklaşık %50’sini karşılayarak, turunçgil sektörünü bu pazarları elde tutacak biçimde yönlendirmektedir. İspanya’nın pazardaki hâkimiyeti, turunçgil üretim desenini eylül ayından haziran ayına kadar boşluk olmaksızın pazara kaliteli taze meyve sunacak şekilde planlamasından kaynaklanmaktadır. Eylül ayından haziran ayına kadar olan çeşit zenginliği de turunçgil ıslah programlarının başarılı şekilde planlanması ve uygulanmasından geçmektedir.

Meyvecilikte ıslah çalışmaları, meyvelerin tüketilmeye başlandığı tarihlerden itibaren doğada kendiliğinden ortaya çıkan, üstün özelliklere sahip tiplerin seleksiyonu ile başlamıştır (Çimen, 2018). Turunçgillerde bugünkü genetik varyabilitenin kaynağı incelendiğinde tüm tür ve çeşitlerin ağaç kavunu (*Citrus medica* L.), mandarin (*Citrus reticulata* Blanco), şadok [*Citrus maxima* (Burm.)] ve *C. micrantha* Wester’dan doğduğu bildirilmektedir (Ollitrault ve ark., 2012). Bugün ticari olarak yetiştiriciliği yapılan çeşitler, bu dört türden doğal ve yapay mutasyon ile melezlemelerden meydana gelmiş veya geliştirilmiştir. Klasik melezleme yolunun oldukça uzun sürmesi ve maliyetli olması nedeniyle mutasyon ıslahı ile ilgili çalışmalar yoğunlaşmıştır. Mutasyon ıslahında temel hedef çekirdeksizlik, olgunlaşma zamanı ve renklilik gibi mevcut çeşidin iyileştirilmesi ya da istenen özelliğin aktarılabilmesidir (Çimen, 2018).

Turunçgil üretimi 100’den fazla ülkede gerçekleştirilmekte ve ihracat şansının arttırılabilmesi için kalite üzerinde tüm ülkeler yoğun olarak çalışmaktadır. Turunçgil meyvelerinde son dönemlerde aranan en önemli kalite parametrelerinden birisi de çekirdeksizliktir. Sofralık turunçgillerde istenmeyen çekirdek artık sanayi çeşitlerinde de insanların hoşuna gitmeyen bazı aroma bileşikleri ve acılığa sebep olması nedeniyle arzulanamamaktadır (Ollitrault ve ark., 2008).

Turunçgillerde mutasyon ıslahı ile geliştirilen ilk çeşit Hodgson altıntopundan elde edilen meyve eti renkli olan Star Ruby çeşidinin olduğu bilinmektedir. Günümüzde ise W.Murcott çeşidinden mutasyon ıslahı yoluyla Tango çeşidi; Daisy, Fairchild ve Kinnow mandarinlerinden ise sırasıyla Daisy SL, Fairchild SL ve Kinnow SL çeşitleri elde edilmiş olup, ticari olarak yetiştiricilikleri yapılmaktadır (Hensz, 1971; Williams ve Roose, 2008a; Williams ve Roose, 2008b). Ayrıca, Khalil ve ark (2011), Kinnow mandarininde ortalama çekirdek sayısının 25 olduğunu ve bu çekirdek sayısını 20 Gy doz uygulaması ile ortalama olarak 5 adet/meyve olacak şekilde azalttıklarını bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Handaji ve ark. (2016), gama ışın uygulamasının Marisol Klemantin çeşidinde meyve kalite kriterlerindeki değişimlere etkisini inceledikleri çalışmada

elde ettikleri popülasyon içerisindeki 6 bireyin çekirdeksiz olduğunu ve meyve çapının Marisol çeşidine kıyasla arttığını bildirmişlerdir.

Ülkemizde turunçgil ıslahı ile ilgili çalışmalar 1960’lı yıllar itibarıyla başlamış olmasına rağmen, günümüzde istenilen düzeye ulaşmamıştır. Bununla beraber, turunçgil üretim desenimizin büyük çoğunluğunu yabancı kökenli çeşitler oluşturmaktadır. Bu durumun değişebilmesi için ivedilikle yeni çeşit ıslah çalışmalarının başlatılması, farklı ıslah yöntemleriyle planlanan hedefler doğrultusunda seçimlerin yapılabileceği yeterli sayıda birey içeren popülasyonların oluşturulması gerekmektedir. Özellikle mandarin ihracat olanakları bakımından, üretim dönemini daha geniş bir zamana yaymak amacıyla, orta-geç ve geç dönemde olgunlaşan, verimli ve yüksek kaliteli, özellikle çekirdeksiz ve iri meyveli mandarin çeşitlerinin geliştirilmesine yönelik popülasyonların oluşturulması, Ülkemize özgü yeni çeşitlerin geliştirilmesi bakımından büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, Yeşiloğlu ve ark. (2013) tarafından Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü’nde yürütülmüş orta-geç yeni mandarin çeşitlerinin geliştirilmesine yönelik bir ıslah programında geliştirilmiş olan M<sub>2</sub>V<sub>3</sub> aşamasındaki Robinson popülasyonunun meyve kalite özellikleri incelenmiştir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Materyal

Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü ‘Turunçgil Adaptasyon-Mutasyon Parselleri’nde yürütülen bu çalışmada, bitkisel materyal olarak Robinson 4/4 mandarin tipinden ışınlama yoluyla geliştirilmiş M<sub>2</sub>V<sub>3</sub> aşamasındaki mutant popülasyon kullanılmıştır.

Robinson mandarinini 1942 yılında ABD’de Klemantin mandarinini ile Orlando tanjelosunun melezlenmesi sonucu elde edilmiş bir çeşittir. Türkiye’ye 1973 yılında yapılan introduksiyon ile getirilmiş olan bu çeşit taşımaya ve depolamaya elverişlidir. Meyveleri yuvarlağa yakın hafif basık şekilli, meyve et rengi turuncu, sulu lezzetli ve tatlıdır. Meyve başına açıkta serbest tozlama koşullarında yaklaşık 19 adet çekirdek oluşturmaktadır. Verimli bir çeşit olup periyodisiteye eğilimi düşüktür ve meyveleri Kasım-Aralık aylarında olgunlaşır (Tuzcu ve ark., 1988). Bu çalışmada kullanılan Robinson mutanti, Robinson mandarininin aşı kalemlerine 1989 yılında 6 krd/saat dozunda <sup>60</sup>Co kaynaklı akıt gama ışını uygulaması sonucu elde edilmiş bir popülasyon içerisinde seçilmiş, sahip olduğu meyve kalite özellikleri bakımından öne çıkan bir mutanttır. Robinson 4/4 mandarin tipi, düşük çekirdek sayısı (yıllara göre 1.32 ile 2.32 arasında değişim gösteren), meyve et rengi ve meyve dış görünüşü bakımından öne çıkan bir genotiptir (Candemir, 2006).

### Mutasyon Uygulaması ve Mutant Popülasyonun Oluşturulması

Mutasyon uygulaması, aşı kalemlerine 50 gray dozunda <sup>60</sup>Co kaynağından akut gamma ışını uygulaması şeklinde gerçekleştirilmiştir. Işınlama uygulaması için 45 adet aşı gözü kullanılmıştır. Bu aşı gözleri uygulamanın ardından yerli turunç

(*Citrus aurantium* L.) anacı üzerine aşılınmış, aşılama sonrası 22 adet göz sürerek  $M_2V_1$  bitkilerini oluşturmuş ve canlılık oranı %48.88 olarak hesaplanmıştır. Meydana gelen sürgünün ( $M_2V_1$ ) orta kısımlarındaki gözler alınarak tekrar turunç üzerine aşılama yapılmış ve 114 adet  $M_2V_2$  bitkileri elde edilmiştir.  $M_2V_2$  bitkilerinden de aynı şekilde aşı gözleri alınarak 2014 yılı içerisinde aşılınmış ve 554 adet  $M_2V_3$  aşamasında birey elde edilmiştir.  $M_2V_3$  fidanları, 4 x 1.5 dikim mesafesiyle 2016 yılında araziye dikilmiş ve meyve özellikleri incelenmiştir.

### Pomolojik Analizler

Kasım 2018 tarihinde yapılan gözlemlerde 554 adet mutant Robinson fidanından 73 tanesinin 10 adedin üzerinde meyve tutumu sağladığı belirlenmiştir. Meyve tutumu gözlemlenen bireyler etiketlenerek Aralık 2018 tarihinde meyve örnekleri alınmış ve pomolojik analizler gerçekleştirilmiştir. Deneme parselinde bulunan ışınlama uygulaması yapılmamış Robinson 4/4 mandarin tipi ise çalışmada kontrol olarak değerlendirilmiştir. Denemede hasat edilen meyvelerde pomolojik analizleri Özsan ve Bahçecioğlu (1970)'a göre yapılmıştır. Meyve ağırlığı (g), meyve uzunluğu (mm), meyve genişliği (mm), meyve indeksi (çap/yükseklik), kabuk kalınlığı (mm), suda çözünebilir kuru madde miktarı [SÇKM (%)], titre edilebilir asit miktarı (%), olgunlaşma indeksleri (SÇKM/Asitlik) ve meyve suyu miktarı (%) belirlenmiştir. Meyve ağırlığı, tekerrürü oluşturan meyvelerin toplam ağırlığının terazi ile tartıldıktan sonra meyve adedine bölünerek hesaplanmış; meyve çapı, meyve yüksekliği ve kabuk kalınlığı ise dijital kumpas (Mitutoyo, Japonya) kullanılarak ölçülmüştür. Suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM) sıkılan meyvelerin usaresinden el refraktometresiyle ölçülerek yüzde (%) olarak, titre edilebilir asit (%) miktarı meyvelerin usare karışımından

alınan 5 ml'lik örneğin 0.1 N'lik NaOH ile titrasyonu ile sitrik asit cinsinden elde edilmiştir. Olgunlaşma indeksleri ise, (SÇKM/Asitlik), % SÇKM miktarının titre edilebilir % asit miktarına oranıyla belirlenmiştir. Gözlemlenen pomolojik özellikler arasında meyve dış görünüşü, 1: çok kötü, 2: kötü, 3: orta, 4: güzel, 5: çok güzel; meyve şekli, 1: basık, 2: basık-yuvarlak, 3: oval; meyve kabuk yapısı, 1: çok pürüzlü, 2: pürüzlü, 3: hafif pürüzlü, 4: pürüzsüz; meyve kabuk rengi, 1: yeşil, 2: yeşil-sarı, 3: açık sarı, 4: sarı, 5: koyu sarı, 6: açık turuncu, 7: turuncu, 8: koyu turuncu; meyve et rengi, 1: beyaz, 2: yeşil, 3: sarı, 4: turuncu; meyve suyu rengi, 1: beyaz, 2: yeşil, 3: sarı, 4: turuncu; meyve et tekstürü, 1: kaba, 2: ince, 3: orta, kabuğun ete bağlılığı ise, 1: gevşek, 2: orta, 3: sıkı şeklinde puanlanarak belirlenmiştir (Çimen, 2018).

Çalışmada Robinson 4/4 mandarin tipinden geliştirilen mutant popülasyonunun değerlendirilmesiyle elde edilen verilerin tanımlayıcı istatistikleri; minimum değer, maksimum değer, ortalama değer ve ortalamanın standart hatası olarak hesaplanmıştır. Ayrıca pomolojik özellikler bakımından mutantların benzerliğinin veya farklılığın belirlenmesi amacıyla çoklu 'Dağılım (Distribution)' ve 'Kümeleme (Cluster)' analizi yapılmıştır. Pomolojik dendrogram 'Öklid' benzerlik katsayısı kullanılarak oluşturulmuştur (Bozokalfa ve Eşiyok, 2010).

### ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Robinson 4/4 mandarin tipinden mutasyonla elde edilen popülasyonunda bulunan bitkilerden 73 tanesinin 10 adedin üzerinde meyve tutumu sağladığı belirlenerek, bu bireylerin analizleri gerçekleştirilmiş ve elde edilen değerler Çizelge 1'de sunulmuştur.

**Çizelge 1.** Robinson 4/4 mandarin tipinin ışınlanmasıyla elde edilmiş mutant popülasyona ait maksimum, minimum, ortalama, standart hata, gözlem ve ölçüm verileri.

**Table 1.** Maximum, minimum, mean, standart error, observation and measurement data of the hybrid population derived by irradiating Robinson 4/4 mandarin type.

İncelenen özellik	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
Meyve ağırlığı (g)	74.20	192.50	136.08	16.43
Meyve yüksekliği (mm)	50.77	66.80	58.47	2.97
Meyve çapı (mm)	55.27	71.60	65.06	3.52
Meyve indeksi (en/boy)	0.97	1.28	1.11	0.05
Kabuk kalınlığı (mm)	2.30	5.41	3.90	0.74
Dilim sayısı (adet)	8.41	11.57	10.12	0.66
Tohum sayısı (adet)	0.00	3.55	1.61	0.94
Usare miktarı (%)	14.69	52.41	41.46	6.74
SÇKM	6.10	12.70	10.90	1.09
Asit (%)	0.79	1.66	1.08	0.12
SÇKM/Asit	5.23	14.71	10.15	1.30
Meyve dış görünüşü	1.00	7.00	3.25	0.64
Meyve şekli	1.00	3.00	2.97	0.23
Meyve kabuk yapısı	1.00	3.00	2.30	0.74
Meyve kabuk rengi	7.00	8.00	7.01	0.12
Meyve et rengi	3.00	4.00	3.99	0.12
Meyve suyu rengi	3.00	4.00	3.99	0.12
Meyve et tekstürü	1.00	3.00	2.12	1.00
Kabuğun ete bağlılığı	1.00	3.00	2.70	0.49

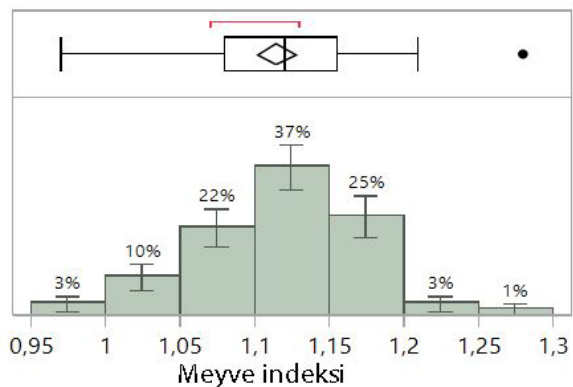
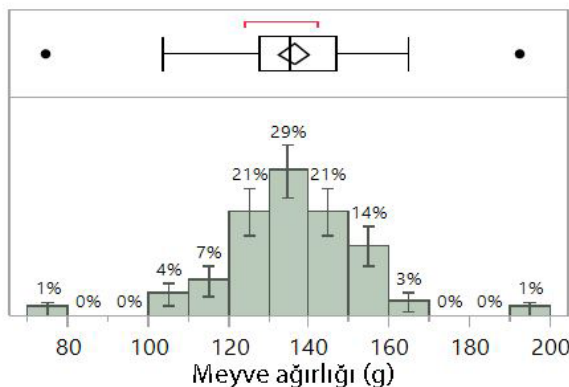
Genotiplerin meyve iriliğini tanımlayan meyve ağırlığı, meyve yüksekliği ve meyve çapı değişkenleri bakımından popülasyonun minimum ve maksimum değerleri incelendiğinde bu değişkenlerin yüksek bir varyasyon gösterdiği saptanmıştır. Denemede incelenen mutant bitkilerin meyve ağırlıklarının 74.20 g ile 192.50 g arasında değiştiği, popülasyon ortalamasının ise  $136.08 \pm 16.43$  g olduğu saptanmıştır (Çizelge 1). Pomolojik özellikler bakımından incelenen 73 mutantın %12'sinin meyve ağırlığı 70-120 g, %50'sinin 120-140 g, %35'inin 140-160 g, %1'inin ise 190-200 g arasında olduğu saptanmıştır (Şekil 1). Işınlama uygulaması yapılmamış Robinson 4/4 mandarin tipinden (kontrol) alınan meyve örneklerinde ise meyve ağırlığı 137.50 g olarak belirlenmiş olup, incelenen mutant bireylerin %39'unun kontrol bitkilerinden daha fazla meyve ağırlığına sahip olduğu yapılan dağılım analizleri ile saptanmıştır. Yıldız ve Kaplankıran (2017), açıkta serbest tozlaşma koşullarında Robinson mandarininin meyve ağırlığının 115.49 g, kuvvetli tozlayıcı kullanıldığında ise 137.49 g olduğunu bildirmişlerdir. Meyve yüksekliği 50.77 mm ile 66.80 mm arasında değişim göstermiş, popülasyonun ortalaması ise 58.47 mm olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Popülasyon içerisinde meyve çapı 55.27 ile 71.60 mm arasında değişim göstermiş, ortalama meyve çapı ise 65.06 mm olarak saptanırken, kontrol bitkilerinden alınan meyve örneklerinde bu değer 64.46 mm olduğu belirlenmiştir. Mutasyon ıslahı yönteminin turuncgillerde olgunlaşma dönemi, çekirdeksizlik, meyve etinde renklilik gibi meyve kalite parametrelerinin yanında meyve iriliği ve dolayısıyla ağırlığına da olumlu etkisinin olduğu bildirilmiştir (Vardi ve Spiegel-Roy, 1988). Tang ve ark (1993), 'Hongjiangcheng' mandarininde çekirdek sayısını azaltmak amacıyla, sürgünlere 8 krad gama ışını uygulanan çalışmada ortalama meyve ağırlığı 122 gramın üzerinde olan bireyler elde etmişlerdir. Martiz ve Montanola (2012), Şili'de yürüttükleri turuncgil ıslah programı kapsamında mutasyon uygulaması yoluyla 14 mandarin çeşidinin meyve ağırlığı bakımından kontrol bitkilerinin üzerine geçerek ümitvar olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca Grosser ve Gmitter (2016), mutasyon ıslahı yoluyla Valensiya portakal çeşidinde meyve iriliğini artırarak çekirdeksiz çeşitler geliştirmişlerdir.

Robinson 4/4 mandarin mutantlarının meyve indeksi incelendiğinde, 0.97 ile 1.28 arasında değişim gösterdiği ve ortalama değer 1.11 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Aynı yıl ışınlama uygulaması yapılmamış Robinson 4/4 mandarin tipinde ise meyve indeksi 1.17 olarak hesaplanmıştır. Turuncgil meyve türleri içerisinde meyve iriliğinde olduğu gibi meyve

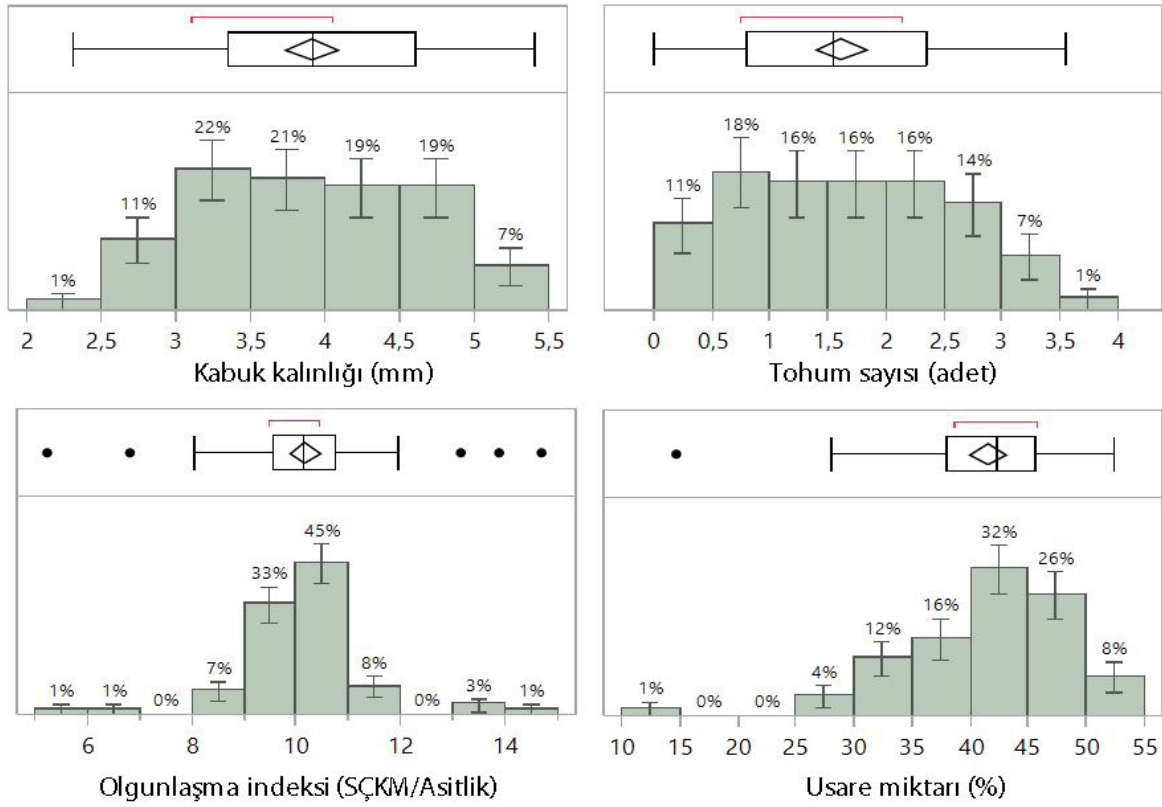
şekli ve rengi tüketicilerin ilgisini çeken önemli kalite kriterleri arasında yer almaktadır. Genel olarak mandarin çeşitleri basık yuvarlak yassıya kadar değişim gösterir. Çalışmaya konu olan Robinson mandarini çeşit özelliği olarak meyve indeksinin 1'in üzerinde olduğu yani basık yuvarlak olduğu bilinmektedir (Goldenberg ve ark., 2018). Diğer yandan Goldenberg ve ark. (2014), mandarin çeşitlerinde gama ışını uygulaması yoluyla meydana gelen mutasyonlar sonucu oluşan genetik varyasyonlar incelendiğinde, özellikle meyve şeklinin oldukça değişkenlik gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada incelenen mutant popülasyondan alınan meyve örneklerinde meyve indeksi incelendiğinde, mutantların %97'sinin meyve indeksinin 1 ve 1'in üzerinde olduğu saptanmıştır (Şekil 1).

Robinson mutant popülasyonundan alınan meyve örneklerinde kabuk kalınlığı 2.30 mm ile 5.41 mm arasında değişim gösterirken, ortalama kabuk kalınlığı  $3.90 \pm 0.74$  mm olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Yapılan dağılım analizi sonuçlarına göre kabuk kalınlığı bakımından popülasyon varyansının yüksek olduğu görülmüştür. Bireylerin %12'sinin kabuk kalınlığının 2-3 mm, %43'ünün 3-4 mm, %38'inin 4-5 mm ve %7'sinin 5.0-5.5 mm arasındadır (Şekil 1). Kontrol bitkilerine ait meyvelerin kabuk kalınlığı ise 2.72 mm olarak saptanmıştır. Popülasyonda incelenen bireylerin %10'undan alınan meyve örneklerinde kabuk kalınlığı, Robinson 4/4 tipinin altındadır. Turuncgillerde mutasyon ıslahı çalışmalarında meyve kabuk kalınlığının, renginin ve pürüzlülüğün etkilendiği bildirilmiş, mutasyon uygulamasının diğer birçok meyve kalite parametresi gibi meyve kabuk yapısı üzerine de etkili olduğu belirtilmiştir (Donini, 1992). Goldenberg ve ark. (2014), 'Kedem', 'Michal' ve 'Mor' mandarin çeşitlerinde yapılan gama ışın uygulaması sonucunda meyve kabuk kalınlığının kontrol bitkilerine kıyasla artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Çalışmada dilim sayısının ise 8.41 ile 11.57 adet arasında değişim gösterdiği ve ortalama dilim sayısının  $10.90 \pm 1.09$  adet olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1).

M2V3 bitkilerinden oluşan popülasyonda 73 mutant bitkiden alınan meyve örnekleri, çekirdek sayısı bakımından açıkta serbest tozlaşma koşullarında değerlendirilmiştir. Meyve başına düşen çekirdek sayısının 0.00 ile 3.55 adet arasında değişim gösterdiği ve popülasyon ortalamasının  $1.61 \pm 0.94$  adet olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Değerlendirilen popülasyon içerisindeki 73 bireyin %29'luk kısmında tohum sayısının 0-1 arasında olduğu belirlenmiştir (Şekil 1). İki 2 genotip tamamen çekirdeksiz (Şekil 2), 22 genotip ise bir ve birin altında çekirdeğe sahiptir.







**Şekil 1.** Robinson M<sub>2</sub>V<sub>3</sub> mutant popülasyonunda meyve ağırlığı (g), meyve indeksi, kabuk kalınlığı (mm), tohum sayısı (adet), olgunlaşma indeksi (SÇKM/Asitlik), usare miktarı (%) dağılımı

**Figure 1.** Distributon of fruit weight (g), fruit index, rind thickness (mm), number of seeds, maturity index (TSS/TA), juice content (%) in Robinson M<sub>2</sub>V<sub>3</sub> mutant population



**Şekil 2.** Robinson mandarini M<sub>2</sub>V<sub>3</sub> mutant popülasyonunda incelenen çekirdeksiz 9/33 ve 11/33 kodlu genotiplere ait meyve fotoğrafları

**Figure 2.** Fruit photographs of seedless 9/33 and 11/33 coded genotypes of M<sub>2</sub>V<sub>3</sub> Robinson mandarin mutant population

Aynı parselde bulunan kontrol bitkilerinde ise meyve başına düşen çekirdek sayısı ortalama 2.50 adet olarak belirlenmiştir. M2V3 Robinson 4/4 bitkilerinden alınan meyve örneklerinin önemli kısmının çekirdek sayısının kontrolün altında olduğu belirlenmiştir. Yıldız ve Kaplankıran (2017), açıkta serbest tozlanma koşullarında Robinson mandarin çeşidinin tohum sayısının 8.33 adet, kuvvetli tozlayıcı kullanımında ise 15.80 adet olduğunu bildirmişlerdir. Froneman ve ark. (1996), gama ışınlarını kullanarak çekirdeksiz turunçgil çeşitleri elde etmek

amacıyla şadok, mandarin ve göbekli portakallar çeşitlerini gamaişınına tabi tutarak, 13 adet çekirdeksiz tip geliştirmişlerdir. Monreal klemantin mandarinin ışınlanmasıyla çekirdeksiz 'Monreal Verde' (Nicotra, 2001), W Murcott'un ışınlanmasıyla çekirdeksiz 'Tango' elde edilmiştir (Roose ve Williams, 2006). Williams (2012), 'Kaliforniya Üniversitesi'nde yürütülen turunçgil ıslah programlarında mutasyon uygulamasının önemli bir yeri olduğunu ve ışınlama uygulamasıyla 'Tango', 'DaisyLS', 'KinnowLS', ve 'FairchildLS' gibi birçok çekirdeksiz

yeni mandarin çeşidinin geliştirildiğini belirttiktedir. İtalya'da ise CREA araştırma enstitüsünün kan portakalı ve çekirdeksiz mandarin geliştirilmesi üzerine yoğunlaştıkları turuncuğil ıslah programı kapsamında Tarocco Meli, Moro M45 ve Sanguinello 49-5-5 portakalları ile Tardivo mandarin çeşidi aşu gözü kalemlerine 40 Gy dozunda gama ışını uygulanarak M1V3 aşamasında 2000 bitkilik bir popülasyon elde edilmiştir (Caruso ve ark, 2016). Mutasyon ıslahı yoluyla geliştirilmiş yüksek meyve kalitesine sahip ve çekirdek sayısının yıllara bağılı olarak 1-3 arasında değişim gösterdiği Robinson 4/4 mandarin tipinin çekirdeksiz klonunun geliştirilmesinin hedeflendiği bu çalışmadan 2 adet çekirdeksiz Robinson mandarinini elde edilmiştir.

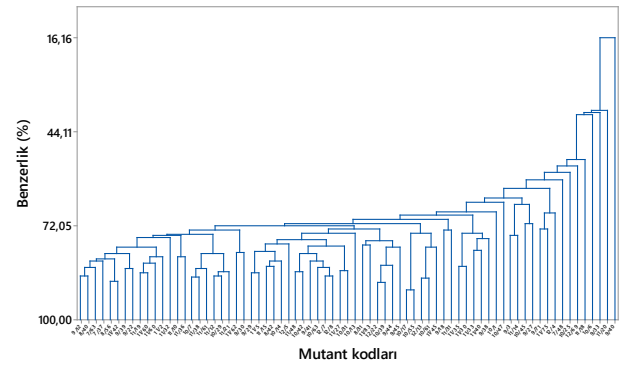
İncelenen M2V3 bireylerinden alınan meyve örnekleri, % usare miktarı bakımından büyük varyasyon göstermiş olup, %14.69 ile %52.41 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 1). Popülasyonun %66'sının usare miktarının %40'ın üzerinde olduğu saptanırken, kontrol bitkilerinde %49.42 olarak belirlenmiştir. Mutantlar SÇKM oranı bakımından da yüksek varyasyona sahip olup, değerler %6.10 ile %12.70 arasında değişim göstermiş, popülasyon ortalaması ise %10.90±1.09 olarak saptanmıştır (Çizelge 1). Kontrol bitkilerinde ise SÇKM oranı %12.10 olarak belirlenmiştir. Mutant bireylerin sitrik asit içeriği ise minimum %0.79, maksimum %1.66 ve ortalama %1.08 olarak saptanmıştır. SÇKM / Asit oranı turuncuğillerde önemli bir olgunlaşma ölçütüdür. Çalışmadan elde edilen M2V3 bitkilerinin olgunlaşma durumları değerlendirildiğinde, bireylerin SÇKM / Asit değeri ortalama 10.15±1.30 olarak belirlenmiş ve 5.23 ile 14.71 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 1). Bireylerin %2'sinin SÇKM / Asit oranının 8'in altında, %40'ının ise 8-10 aralığında olduğu yapılan dağılım analizine göre belirlenmiştir (Şekil 1).

Çalışmada gözlemlenen pomolojik özellikler değerlendirildiğinde, meyve örneklerinde ortalama meyve dış görünüşü orta (3.25 puan) bulunmuş, meyve şeklinin ise ortalama 2.97 puan ile oval olduğu saptanmıştır. Ortalama meyve kabuk yapısı hafif pürüzülü (3 puan), meyve kabuk renginin ise ortalama 7.01 puan ile turuncu; meyve et rengi ve meyve suyu rengi ise 3.99 puan ile turuncu renkli olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmada meyve et tekstürü puanları 1 ile 3 arasında değişim göstermiş, ortalama meyve et tekstürü 2.12 puan ile ince olarak belirlenmiştir. Kabuğun ete bağlılığı ile ilgili puanlar da 1 ile 3 arasında değişim gösterirken, ortalama 2.70 puan değeri ile sıkıya (3 puan) yakın olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1).

Hierarchical Cluster analizinde genotipler benzerliklerine göre 'hierarchy' kümeler veya 'gruplar' altında toplanmakta ve bunlara ilişkin dendrogramlar oluşturulmaktadır (Bozokalfa ve Eşiyok, 2010). Çalışmada meyve kalite kriterleri bakımından değerlendirilen 73 mutant bireyin pomolojik karakterlerine ait dendrogram Öklid benzerlik katsayısı kullanılarak oluşturulmuş ve benzerlik indeksi %16.16 ile 91.15 arasında değişim göstermiştir (Şekil 3).

Pomolojik özellikler bakımından değerlendirilen mutantlar iki ana gruba ayrılmıştır. 9/40 kodlu mutant birey popülasyonunda bulunan diğer bireylerden meyve et rengi başta olmak üzere meyve et tekstürü ve meyve suyu rengi

gibi gözlemlenen değerlendirilen kriterlerden dolayı tek başına gruplandırılmıştır. İlk alt grupta ise 11/20 kodlu mutant %37.68 benzerlik indeksiyle popülasyondaki diğer bireylerden ayrılmıştır. Santos et al. (2003), 34 adet mandarinle yaptıkları moleküler karakterizasyon çalışmasında mandarinler arasındaki genetik uzaklığın en fazla 0.32 (0.68 benzerlik düzeyi) olduğunu bildirmişlerdir. Robinson mandarin çeşidinden geliştirilen mutant popülasyonun bazı meyve kalite kriterleri bakımından karşılaştırıldığı bu çalışmada ise en düşük benzerlik seviyesinin %16.16 olduğu belirlenmiştir.



Şekil 3. Robinson mandarinini mutant popülasyonunda gruplar arası benzerlik dendrogramı

Figure 3. Similarity dendrogram between groups of Robinson mandarin mutant population

## SONUÇ

Robinson mandarininden, çekirdeksiz yeni mandarin çeşitlerinin geliştirilmesi hedeflenen bu çalışmada, akut gama ışını uygulaması yapılarak elde edilen popülasyon içerisinde meyve tutumu olan bireylerde meyve kalite kriterleri değerlendirilmiştir. Popülasyonu oluşturan 554 adet Robinson M2V3 bireyinden ikinci yıl içerisinde 73 tanesinin 10 adedin üzerinde meyve verdiği belirlenmiş ve bu mutantlarda 19 değişken incelenerek pomolojik analizler gerçekleştirilmiştir. Denemede incelenen bitkilerin açıkta serbest tozlama koşullarında %29'luk kısmının çekirdek sayısının 0-1 arasında olduğu, bunlar içerisinde de 2 bireyin tamamen çekirdeksiz olduğu saptanmıştır. Ayrıca meyve ağırlığı, meyve yüksekliği, meyve çapı gibi irilik değişkenleri bakımından popülasyon genelinin Robinson mandarin çeşidiyle benzer özellikler gösterdiği gözlemlenmiştir. Önümüzdeki yıllarda henüz meyve vermeyen tipler de aynı parametrelere göre değerlendirilecek ve hedeflenen ıslah kriterlerini taşıyan bireyler seçilip yeni parseller kurularak çalışmalara devam edilecektir.

## Teşekkür

Bu çalışma AKİB-NTG (Akdeniz İhracatçılar Birliği-Narenciye Tanıtım Grubu) 'NTG-Çukurova Üniversitesi Yeni Turuncuğil Çeşitleri Geliştirme Projesi-2' tarafından desteklenmiştir.

**KAYNAKÇA**

- Bozokalfa MK, Eşiyok D. 2010. Biber (*Capsicum annuum* L.) aksesyonlarında genetik çeşitliliğin agronomik özellikler ile belirlenmesi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 47(2): 123-134.
- Candemir D. 2006. Gama Işını Uygulanarak Elde Edilmiş Olan Robinson, Nova ve Klemantin Mandarin Tipleri ile Henderson Altıntop Tiplerinde Meyve Verimi, Meyve Kalitesi ve Morfolojik Özelliklerin Belirlenmesi. *Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, 150 sayfa, Adana.
- Caruso M, Russo R, Caruso AG, Romano F, Cirrone G, Gattolin S, Rossini L, Cuttone G, Russo G. 2016. Citrus Breeding Activities at Crea, Italy. *International Citrus Congress 2016, Abstract Book*, s: 101.
- Çimen B. 2018. Klasik ve Biyoteknolojik İslah Yöntemleriyle Yeni Turuncgil Çeşit ve Anaçlarının Geliştirilmesi. *Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi*, 249 sayfa, Adana.
- Donini B. 1992. Mutagenesis applied for the Improvement of Vegetatively Propagated Plants. IAEA. *Joint FAO/IAEA Programme IAEA Laboratories-Serbersdorf, Austria Plant Breeding Unit*. Deng.
- FAO. 2019. Agricultural Statistical Database. <http://www.fao.org> (Erişim tarihi: 12 Ocak 2019)
- Froneman I, Breedt J, Koekemoer HJ, Van Rensburg PJJ. 1996. Producing Seedless Citrus Cultivars with Gama Irradiation. *Proc. Int. Citriculture*, 159-163.
- Goldenberg L, Yaniv Y, Porat R, Carmi N. 2014. Effects of Gamma-Irradiation Mutagenesis for Induction of Seedlessness, on the Quality of Mandarin Fruit. *Food and Nutr. Sci.* 5, 943-952.
- Goldenberg L, Yaniv Y, Porat R, Carmi N. 2018. Mandarin fruit quality: a review. *J Sci Food Agr.* 98, 18-26.
- Grosser JW, Gmitter FG. 2016. New Sweet Oranges for Processing and Fresh Market. *Proc. Int. Citriculture 2016, Abstract Book*, s:167.
- Handaji N, Arsalane N, Aderdour T, Essalhi M, Label K, Yacoubi R, Mahmoudi K, Benyahia H. 2016. Effect Of Gama Ray Irradiation On Fruit Quality Variability of Marisol Clementine. *Proc. Int. Citriculture 2016, Abstract Book*, s: 102.
- Hensz RA. 1971. 'Star Ruby', a new deep-red fleshed grapefruit variety with distinct tree characteristics. *Journal of the Rio Grande Valley Horticulture Society*, 25, 54-58.
- Khalil SA, Sattar A, Zamir R. 2011. Development of sparse-seeded mutant kinnow (*Citrus reticulata* Blanco) through budwood irradiation. *Afr J Biotechnol*, 10(65), 14562-14565.
- Martiz J, Montanola MJ. 2012. Citrus Breeding Program in Chile. *International Citrus Congress 2012, Abstract Book*, s: 38.
- Nicotra A. 2001. Mandarin-like Hybrids of Recent interest for Fresh Consumption. Problems and Ways of Control. *Proc. China/FAO citrus symposium*, Beijing, 15-24.
- Ollitrault P, Dambier D, Luro F, Froelicher Y. 2008. Ploidy manipulation for breeding seedless triploid citrus. In: *Plant Breed Rev* 30: 323-352.
- Ollitrault P, Terol J, Chen C, Federici CT, Lotfy S, Hippolyte I, Ollitrault F, Berard A, Chauveau A, Cuenca J, Costantino G, Kacar Y, Mu L, Garcia-Lor A, Froelicher Y, Aleza P. 2012. A reference genetic map of *C. clementina* hort. ex Tan.; citrus evolution inferences from comparative mapping. *BMC Genomics*, 13, 593.
- Özsan M, Bahçecioglu HR. 1970. Akdeniz Bölgesinde Yetiştirilen Turuncgil Tür ve Çeşitlerinin Değişik Ekolojik Şartlar Altında Gösterdikleri Özellikler Üzerinde Araştırmalar. *TÜBİTAK-TOAG Yayın No: 10. TÜBİTAK Matbaası*, Ankara, 111 s.
- Roose ML, Williams TE. 2006. Tango Mandarin: A new seedless mid-late season irradiated selection of W. Murcott (Afourer) mandarin developed by the University of California Citrus Breeding. <https://patents.google.com/patent/USPP17863P3/en> (Erişim tarihi: 20 Ocak 2019).
- Santos KP, Dornelles ALC, Brandao-De-Freitas L. 2003. Characterization of Mandarin Citrus Germplasm from Southern Brazil by Morphological and Molecular Analyses. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 38, 797-806.
- Tang XL, Li ZQ, Wu SY, Peng CJ, Zeng SR, Yi GJ. 1993. Breeding of seedless Hongjiangcheng by repeated budwood irradiation. *China-Citrus*, 22(4), 18-19.
- Tuzcu Ö, Kaplankıran M, Yeşiloğlu T. 1988. Turuncgillerde Radyasyon Uygulaması ile Yeni Çeşitlerin İslahı. *Ç.Ü. Araştırma Fonu 1. Bilim Kongresi (Ziraat-Fen-Mühendislik-İdari Bilimler)*. 28-30 Kasım 1988, Adana, 1, 25-34.
- Vardi A, Spiegel-Roy P. 1988. A new approach to selection for seedlessness. In: *Proc. 6th Intl. Citrus Congr.* Tel Aviv, Israel, 131-134
- Williams TE. 2012. Experiences in the development, release and commercialization of new irradiated citrus varieties from the citrus breeding program at the University of California Riverside. *Proc. Int. Citriculture 2012, Abstract Book*, 38.
- Williams TE, Roose ML. 2008a. Tango-A New, Very Low-Seeded, Late Season Irradiated Selection of W. Murcott Mandarin from the University of California Riverside. *Proc. Int. Citriculture*. 1, 202.
- Williams TE, Roose ML. 2008b. Daisy SL, Fairchild SL and Kinnow SL-Three New, Very Low-Seeded, Mid Season Irradiated Selection of W. Murcott Mandarin from the University of California Riverside. *Proc. Int. Citriculture*, 1, 203.
- Yeşiloğlu T, Çimen B, İncesu M, Yılmaz B, Aka-Kaçar Y, Şimşek Ö. 2013. Turuncgil Sektörünün Gereksinim Duyduğu Yeni Çeşitlerin Geliştirilmesi. *TABAD*, 6(2), 127-132.
- Yıldız E, Kaplankıran M. 2017. The Effect of Cross-Pollination on Fruit Set and Quality in 'Robinson' and 'Fremont' Mandarins. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 54(1), 107-112.