

BİBERDE KOLTUK TOMURCUKLARINA YAPILAN KOLHİSİN UYGULAMALARININ POLİPLOİDİ OLUŞUMU ÜZERİNE ETKİSİ

Ayşegül ERTUNÇ MATUR^{1*}, Kenan SÖNMEZ², Büşra YAPICI³, Süleyman KAVAK⁴, Şeküre Şebnem ELLİALTIOĞLU⁵

¹Petektar Tohum Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti., Aksu/Antalya; ORCID:

²Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Eskişehir; ORCID:

³Petektar Tohum Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti., Aksu/Antalya; ORCID:

⁴Doç. Dr., Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bilecik; ORCID:

⁵Prof. Dr., Ankara Üniversitesi Teknokent, Doqutech Acad. Ltd. Şti., Ankara; ORCID: 0000-0002-3851-466X

ÖZ

Ülkemizde yaklaşık 2.7 milyon ton üretim miktarına sahip olan biberde, ilk sırayı %44'lik bir oran ile kapy biber ürün grubu almaktadır. Kapy biberler, gıda sanayiinde yoğun olarak kullanılmaktadır. İşleme türüne bağlı olarak tohum ve saplarının çıkarılması işlemi, insan işgücü ile yapıldığı için işçilik maliyetleri artmakta ve üretim hızı da yavaşlamaktadır. Bu çalışma tohum içermeyen kapy biber ıslahında kullanılacak tetraploid bitkiler elde etme amacıyla planlanmıştır. Bitkisel materyal olarak 'Petektar Tohum' Antalya firmasına ait 12 farklı kapy biber genotipi kullanılmıştır. Seçilen diploid kromozom sayısına sahip genotiplerin katlanmalarını sağlamak üzere, genç bitkilerin koltuk tomurcuklarına, 12 ve 24 saat süresince %0.3 ve %0.5'lik kolhisin uygulaması yapılmıştır. Kolhisin uygulanan yaklaşık 480 adet bitkiden morfolojik özelliklerine göre belirlenen 151 adet bitki ve kontrol uygulamasından da 12 adet bitki olmak üzere toplam 163 adet bitkinin ploidi seviyeleri, flow sitometri yöntemi ile incelenmiştir. Flow sitometri analizi sonucunda, 12 saat süreyle %0.3'lük kolhisin dozu uygulamasından yaklaşık %12.24 oranında, 24 saat %0.3 kolhisin dozu uygulamasından yaklaşık %46.6 oranında, 12 saat %0.5 kolhisin dozu uygulamasından ise yaklaşık %32 oranında tetraploid bitki tespit edilmiştir. Tetraploid bitkiler kendilenerek sağlıklı tohumlar elde edilmiştir. Sonuç olarak, koltuk sürgünlerine yapılan kolhisin uygulamalarının, poliploid bitki elde etme konusunda etkili bir yöntem olduğu ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Islah, tetraploid hat, antimitotik, kapy biber, *Capsicum annuum* L.

THE EFFECT OF COLCHICINE APPLICATIONS ON AXILLARY BUDS IN PEPPER ON THE FORMATION OF POLYPLOIDY

ABSTRACT

Capia pepper takes the first place with 44% of the 2.7 million tons of pepper production in our country. Capia peppers are used extensively in the food industry. Depending on the type of processing, labor costs increase and production speed slows down due to the removal of seeds and fruit stalks, which is done with human labor. The goal of this study was to obtain tetraploid plants for seedless capia pepper production. Twelve different capia pepper genotypes of Petektar Tohum, Antalya, were used as plant material. To ensure folding of the chromosome number of the selected diploid genotypes, 0.3% and 0.5% colchicine were applied to the axillary buds of diploid young plants for 12 and 24 hours. Ploidy levels of a total of 163 plants, which consist of 151 plants determined according to their morphological characteristics from approximately 480 colchicine applied plants and 12 plants from control applications, were examined by flow cytometry. As a result of flow cytometry analysis, approximately 12.24% of tetraploid plants were detected from the application of 0.3% colchicine dose for 12 hours, approximately 46.6% from the application of 0.3% colchicine dose for 24 hours, and approximately 32% from the application of 0.5% colchicine dose for 12 hours. Healthy seeds were obtained by selfing tetraploid plants. As a result, it has been shown that applying colchicine to axillary shoots is an efficient method for creating polyploid plants.

Keywords: Breeding, tetraploid, antimitotic, capia pepper, *Capsicum annuum* L.

GİRİŞ

Biber hem insan beslenmesindeki önemi hem de üretim miktarı ve çok yönlü tüketim şekli nedeniyle önde gelen sebze türlerinden biridir. Dünyada yıllık 36.1 milyon tona yakın biber üretimi yapılmaktadır.

Ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen *Solanaceae* familyası sebzelerinden olan biber, 792.617 da alanda toplam 2.6 milyon ton üretim miktarı ile aynı familyadaki domatesten sonra 2. sırada en fazla üretilen sebzedir. Türkiye, biber üretiminde dördüncü

*Sorumlu yazar / Corresponding author: aysegulertunc@hotmail.com

sırada yer alarak tek başına dünya biber üretiminin %7.3'ünü karşılamaktadır [5].

Ülkemizde biber yetiştiriciliği sivri, çarliston, dolmalık (iri kesit) ve salçalık/kapya olmak üzere 4 ana kategoriye ayrılmaktadır. Biber taze tüketim ve sanayi hammaddesi olarak iki farklı amaçla üretilmektedir. Sanayi için biberler genel olarak konserve başta olmak üzere, salça, turşu, acı sos, işlenmiş et ürünlerinde katkı şeklinde kullanılmak üzere üretilmektedir [20].

Kapya biberler; taze tüketimin yanı sıra, köz biber konservesi, acı biber sosu, biber salçası, yağlı biber turşusu, ezilmiş-öğütülmüş olarak, kurutulmuş, taze soğutulmuş, dondurulmuş vb. birçok tüketim alanına sahiptir ve gıda işleme sanayisi için önemli bir üründür. Ülkemizde 2021 yılı TÜİK rakamlarına göre işlenmiş biber ürünleri ihracatı toplam 174 milyon dolardır. Yine 2021 yılı TÜİK rakamlarına göre işlenmiş kalya biber ürünleri ihracatı ise 137 milyon dolardır. Kalya biberlerde nitelikli yerli hibrit çeşitlerin geliştirilmesi öncelikli konular arasındadır [19].

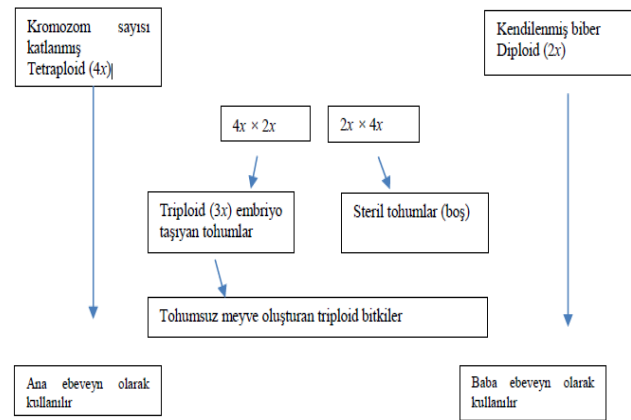
Kalya biberden elde edilen biber sosları ve köz biber imalatı iş akış sürecindeki aşamalardan birisi de sap çıkarma ve çekirdek çıkarma/ayırma sürecidir. Özellikle köz biber işleminde sap ve çekirdek çıkarma işlemi el işçiliği ile yapılmaktadır. Hıyar, karpuz ve patlıcanda olduğu gibi son yıllarda tüketici isteklerindeki eğilimin bir sonucu olarak, çekirdeksiz biber çeşitlerinin geliştirilmesine yönelik bir talep söz konusudur. Bu talep özellikle de biber sosu, konservesi, köz biber, kurutulmuş veya öğütülmüş olarak birçok alanda kullanılan kalya biberde daha fazladır. Kalya biber işleyen sanayiciler bakımından çekirdeksiz kalya biber, işleme kolaylığı sağlayacaktır. Böylece gerek biber tohumu gerekse de işlenmiş kalya biber ihracatımızın artması sağlanacaktır. Poliploid ıslahı kullanılarak elde edilecek olan çekirdeksiz kalya biberin, sağlayacağı tüketim kolaylığı ile tüketiciler ve işleme kolaylığı ile de sanayiciler tarafından tercih edileceği öngörülmektedir. Çekirdeksiz kalya biber çeşitlerinin işleme sanayii açısından işçilik maliyetlerini düşürme ve çekirdeksiz temiz ürün elde etme bakımından önemi büyüktür. Ayrıca çekirdeksiz meyvelerin çekirdekli olanlara göre %25 daha fazla brix'e sahip olması (Sygenta'nın Anegello çeşidi) ve β -karotene içeriğinin 10 kat daha fazla olması da besin değeri açısından çekirdeksiz biberlerin önemli bir avantajıdır [6].

Çekirdeksiz kalya biber elde edilmesi, piyasadaki mevcut biber çeşitlerinden farklı bir özelliğe sahip olması tüketici ve sanayici bakımından tercih edilebilirliğini artıracaktır. Yine çekirdeksiz kalya biberin yurt içi ve yurt dışı tohum ticaretinde ön plana

çıkacağı ve ülkemiz biber tohumluğu ihracatında artışa neden olacağı düşünülmektedir.

Biberde tohumusuz meyve oluşumu (partenokarpi), triploid yapıdaki bitkilerde ortaya çıkmaktadır. Karpuzda olduğu gibi triploid tohum elde edilmesi için tetraploid hatların ana ebeveyn olarak kullanılması gerekmektedir. Mohr [13] diploid hatların tetraploid polenlerle tozlanması sonucunda boş ve steril tohumlar meydana geldiğini bildirmektedir. Şekil 1'de triploid biber elde edilmesi şematik olarak gösterilmiştir.

Tohumusuz partenokarpik meyve verecek generasyon elde edilmesi amacıyla, tetraploid ($2n=4x=48$) dişi birey ile diploid ($2n=2x=24$) erkek bireyin tozlanmasıyla hibritler oluşturulur. Oluşan tohumlar triploid ($2n=3x=36$) yapıda olup ekildiklerinde triploid bitkiler gelişir. Triploid bitkide üç set kromozom vardır ve bu üç set kromozom mayoz bölünme esnasında eşit olarak bölünemediğinden dolayı sağlıklı gametler oluşamaz. Bu nedenle triploid hibritler kısırdır ve meyveler tohumusuzdur. Triploid generasyon bireylerinin elde edilebilmesi için öncelikle katlama işlemine tabi tutulacak diploid hatların belirlenmesi, tetraploid bitkilerin elde edilmesi gerekmektedir [7].



Şekil 1. Triploid biber elde edilmesi (Sarı, 1994'ten değiştirilerek)

Figure 1. Obtaining triploid pepper (modified from Sarı, 1994)

Ploidi seviyesi artırılmış bitkilerin elde edilmesinde kromozom katlaması için bitki ıslahçıları tarafından antimitotik maddeler kullanılır. Bu maddeler mitoz bölünme sırasında iğ iplikçiklerinin oluşumunu önleyerek hücre içindeki kromozom sayısının iki katına çıkmasını sağlamaktadır. Bu amaçla kullanımı en yaygın olan kimyasal madde kolhisindir. Kolhisin, güz çiğdeminin (*Colchicum autumnale* L.) soğanlarından elde edilen alkaloid yapısında kuvvetli bir zehir olup; renksiz, alkol, kloroform ve soğuk suda eriyen; sıcak suda ve eterde erimeyen bir maddedir. Kolhisin, uygulandığı

dokuların hücrelerinde mitoz bölünmenin metafaz safhasında mikrotubule sentezini durdurmakta; bu sırada sayısı iki katına çıkmış kromozomların kutuplara çekilmesi mümkün olmadığından, kromozom sayısı iki katına çıkmaktadır [9, 1].

Poliploidi hem yabani hem de kültür bitkilerinde evrimsel süreçte etkili başlıca sistemlerden biridir. Poliploid organizmalar diploid akrabalarına göre çoğunlukla daha yüksek vigor (güç), bazı durumlarda farklı özellikler açısından üstün nitelikler gösterirler. Poliploidlerin bu dikkat çekici üstünlüğü, bitki çeşitlerinin geliştirilmesini sağlamak için doğal veya sentetik yollar ile poliploidi elde edilmesi üzerinde ilgiyi yoğunlaştırmaktadır. Poliploidi bitki organlarındaki irilik artışı (gigas etkisi) sağlamakta, bu özelliği ile süs bitkileri ıslahında da öne çıkmaktadır. Poliploid bitkilerde yüksek verime sahip olma, ürün kalitesinde artış, biyotik ve abiyotik streslere karşı toleransın yüksekliği olarak sayılabilen üstün özellikler bulunabilmektedir. Poliploidi ıslahı ile çekirdeksiz (tohumuz) çeşitlerin üretimi mümkün olur. Bunun yanı sıra türler arası hibrit bireylerdeki kısırılık özelliği, genom katlama işlemi sayesinde onarılabilir ve fertil türler arası hibrit bitkiler elde edilebilir [15].

Tanaka [17], patlıcanda 9 farklı çeşitte kolhisin uygulamalarıyla tetraploidler elde etmiştir. Tetraploidlerin çoğunda fertilité bakımından sorunlar ortaya çıksa da 'Uonuma Purse' patlıcan çeşidinde verimlilikte iyileşme olmuş, ayrıca böceklerle ve kuraklığa karşı diploid bitkilere göre daha yüksek dayanım elde edilmiştir. Tetraploid bitkilerin su, N ve K alımının daha fazla olduğu, yaprak alanı ve fotosentez ürünlerindeki artışla birlikte homojen ve bol meyve elde edilebildiği belirtilmiştir.

Ellialtıoğlu vd. [4], patlıcanda anter kültürüyle elde edilen haploid bitkilerin kromozom sayılarını katlamak amacıyla kolhisin uygulaması yapmışlardır. 1 veya 2 saat süreyle %0.5 ve %1 dozlarında kolhisin çözeltisi içinde bekletilen mikro çelikleri *in vitro* koşullarda katlamaya çalışmışlardır. Haploid bitkilerin bir kısmını ise dış koşullara alıştırmışlardır. Sera koşullarında bitkiler önce budanmış daha sonra kolhisine (%0.5 ve %1 dozlarında) batırılmış pamukları 1 veya 2 saat süre ile koltuk tomurcuklarına yerleştirmişlerdir. Yaptıkları bu uygulamaların sonucunda dihaploid ve yaşayan bitkilerin sayıları belirlenerek *in vivo* ve *in vitro* kolhisin uygulamaları kıyaslanmıştır. Çalışma sonucunda patlıcanda haploid bitkilerin kromozom sayılarının katlanmasında *in vitro* kolhisin uygulaması uygulama kolaylığı ve erken çiçeklenme bakımından avantajlı bulunmuştur. Uygulama yapılan bitkilerin hepsinde uygun doz ve sürede yanıt alınabilmesi bakımından *in vivo* kolhisin uygulaması

uygun bulunmuştur. Tek boğum çeliklerinin *in vitro* koşullarında %0.5'lik kolhisinde 2 saat bekletilmesi ile *in vivo* bitkilerin koltuk tomurcuklarına kolhisin (%0.5) batırılmış pamuklarla 2 saat ya da %1 kolhisine batırılmış pamuklarla 1 saat yapılan uygulamaların en elverişli oldukları gözlemlenmiştir.

Türkiye, biber üretiminde Çin ve anavatanı olan Meksika'dan sonra dünyada üçüncü sıradaki üretici ülke olmasına ve biberde geniş bir çeşitlenme alanı olmasına rağmen, çekirdeksiz biber üretimi ve buna yönelik partenokarpik meyve oluşturan bir çeşit bulunmamaktadır. Sanayide önemli fayda sağlayacak çekirdeksiz kapy biber çeşidinin geliştirilmesi, biber ıslah hedefleri arasında yer alan bir özelliktir.

Bu araştırma ile yerli çekirdeksiz kapy biber çeşitleri geliştirme amacına yönelik olarak, tetraploid ana ebeveyn geliştirilmesi için farklı *in vivo* kromozom katlama yöntemleri üzerinde çalışılmıştır. Bu amaçla en etkili ve pratik protokolün belirlenmesi hedeflenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

In vivo çalışmalar; Petektar Tohum, Antalya Ar-Ge istasyonunda geliştirilen kapy biber ıslah hatları arasından farklı özelliklere sahip 12 kapy biber hattında gerçekleştirilmiştir.

Metot

12 farklı kapy hattı ile 4 tekerrürlü olarak yapılan bu uygulama için hiç uygulama görmemiş 5'er adet biber tohumlarının ekimleri 2:1 oranında torf:perlit karışımı doldurulmuş 96 gözülü viyollere yapılmıştır. Dikim büyüklüğüne gelen her bir fide 15 cm çapındaki saksılara tek tek şaşırtılmış ve 4-5 yapraklı genç bitki haline gelinceye kadar bekletilmiştir (Şekil 2-a).

Çekirdeksiz biber elde edilmesinin ana materyali olan tetraploid hat elde etmek amacıyla kolhisin uygulaması için uygun büyüklüğe gelen fidelerin tepe kesimleri yapılmış olup (Şekil 2-b), Çizelge 1'de verilen doz ve sürelerde küçük pamuk topları kolhisin solüsyonlarına daldırarak pamukların solüsyonu emmesi sağlanmıştır (Şekil 2-c).

Bir pens yardımı ile alınan kolhisin emdirilmiş pamuk topları tepe kesimi yapılmış olan biber fidelerinin koltuk tomurcukları üzerine tutturulmuştur (Şekil 2-d) [4]. Daha sonra koltuk tomurcukları, üzerindeki pamuk toplarının ışıktan etkilanmemeleri ve uygulama süresince kurumamaları için alüminyum folyo ile tomurcuklara zarar vermeyecek şekilde sarılmıştır (Şekil 2-e). Uygulama sürelerinin sonunda alüminyum folyo sökülmüş ve tomurcuklar saf su ile yıkanmıştır.

Uygulama yapılan tomurcuğun bulunduğu yaprağa plastik halka etiketler takılmıştır (Şekil 2-f). Uygulama sonrası fideler seradaki yerlerine dikilmeden önce bir hafta daha fidelikte bekletildikten sonra 50×50×100 cm mesafe ile yetiştirme serasına aktarılmıştır. Kolhisin uygulanan koltuk sürgünlerinden gelişen fidelerde, bitki ve sürgünlerde morfolojik gözlemler yapılmıştır.

Çizelge 1. Kapyra biber fidelerinin koltuk tomurcuklarına kolhisin uygulama doz ve süreleri

Table 1. Colchicine application doses and times to axillary buds of capia pepper seedlings

Uygulama no Treatment no	Kolhisin dozu (%) Colchicine dose (%)	Uygulama süresi (saat) Application time (hours)
1	0.3	12
2	0.3	24
3	0.5	12
4	0.5	24



Şekil 2. Biber fidelerinin koltuk tomurcuklarına kolhisin uygulaması, a-Koltuk tomurcuklarına kolhisin uygulaması için saksılara şaşırtılmış biber fideleri, b-Uygulama öncesi fidelerde tepe kesimi, c-Pamuklara kolhisin solüsyonun emdirilmesi, d-Koltuk tomurcuklarına kolhisin uygulaması, e-Uygulama sonrası tomurcukların alüminyum folyo ile sarılması, f-Uygulamalar sonrası süren koltuk tomurcukları ve etiketleme

Figure 2. Application of colchicine to axillary buds of pepper seedlings, a-Potted pepper seedlings for colchicine application to axillary buds, b-Top cutting of seedlings before application, c-Absorbing colchicine solution on cottons, d-Application of colchicine to axillary buds, e-Wrapping of buds with aluminum foil after application, f-Growing axillary buds and labeling after application

meyvelerinde ve tohum bağlama durumunda birtakım değişiklikler gözlemlenmiştir. Koltuk tomurcuklarına farklı doz ve sürelerde kolhisin uygulamasının süren ve sürmeyen göz sayıları, seraya dikildikten sonraki sürgün sayıları, meyve eni, meyve boyu ve bitki başına meyve sayısı üzerine etkileri incelenmiştir. Süren göz sayısı, sürmeyen göz sayısı ve sürgün sayısı sayılmıştır. Meyve eni ve boyu kumpas yardımı ile ölçülmüştür. Yaprak alanı ölçümleri için her bir uygulamaya ait bitkilerden ve kontrol bitkilerinden büyüme noktasından geriye doğru alınan 4. genç yapraklara ait ölçümler LI-COR, LI-3000C model yaprak alanı ölçer cihazı ile yapılmıştır.

•Sitolojik Gözlemler: 12 farklı genotipte koltuk tomurcuğu kolhisin uygulamaları sonrası bitkilerde stoma gözlemleri (stoma sayısı, en ve boy ölçümleri) yapılmıştır. Stoma sayımları için her bir uygulamanın tüm bitkilerinden sabah erken saatlerde büyüme ucundan itibaren 4. yaprak alınmış ve her yaprakta bir preparat hazırlanarak, Saptop, CX40-T marka trinoküler mikroskopta 3 farklı bölgede birim alanda (0.08 mm²) sayım ve ölçümler yapılmıştır.

•Koltuk Tomurcuğu Kolhisin Uygulaması Sonrası Serada Yetiştirilen Bitkilerde Kendileme, Hasat, Tohum Çıkarma Depolama ve Paketleme: Koltuk tomurcuklarına kolhisin uygulaması yapılan bitkilerde saf tohum elde edebilmek için kendilemeler yapılmıştır. Kendilemeler için küçük izolasyon keseleri temin edilmiştir. Tüm bitkilerde polen oluşturmamış çiçekler seçilip çiçekler açmadan izolasyon keseleri takılmıştır. Her bitkide en az 3 adet kendilenmiş meyve olacak şekilde kendilemeler yapılmıştır. Hasat, meyveler tam kırmızı renk aldıkları ve olgunlaştıkları zaman yapılmıştır.

•Flow Sitometri Analizi: Morfolojik ve sitolojik gözlemler sonrası muhtemel poliploid olarak belirlenen bitkilerde yapılan kendilemeler sonucunda elde edilen tohumlar ekilerek fideleri yetiştirilmiş ve genç fidelerden 4-5 yapraklı dönemde alınan yaprak örneklerinde flow sitometri analizi gerçekleştirilmiştir. Flow sitometri analizi, Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümündeki, Partec Cyflow Space marka flow sitometri cihazında gerçekleştirilmiştir [18].

•İstatiksel Değerlendirme: Araştırmada, koltuk tomurcuğu kolhisin uygulamaları sonrası (meyve karakterleri, bitki boyu, çiçek çapı, yaprak alanı, uygulama yapılan göz sayısı, süren ve sürmeyen göz sayısı, sera sürgün sayısı) elde edilen veriler SPSS (18.0 for Windows) istatistiksel programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklılıkların karşılaştırılmasında %1 ve %5 düzeyinde önemlilik durumları Duncan çoklu karşılaştırma testi ile gerçekleştirilmiştir.

•Morfolojik Gözlemler: Morfolojik gözlemlerde kolhisinden etkilenen bitkilerde, bu bitkilerin

Tekerrürü bulunmayan diğer gözlemler için verilerin ortalamaları alınarak değerlendirme yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Kolhisin uygulamalarının uygulama yapılan göz sayısı üzerine etkileri 6 no.lu hatta istatistiki olarak önemli olurken, diğer hatlarda önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Uygulamaların süren göz sayısı üzerine etkisi ise 2, 4 ve 7 no.lu hatlarda istatistiki olarak önemli, diğer hatlarda önemsiz bulunmuştur. Sürmeyen göz sayısı ise 4, 6 ve 7 no.lu hatlarda istatistiki olarak önemli, diğer hatlarda ise önemsiz olarak tespit edilmiştir. Bitkiler seraya dikildiklerinde ise serada sürgün sayısı belirlenmiştir. Uygulamaların sürgün sayısı üzerine etkisi tüm hatlarda istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Tüm hatlarda doğal olarak en yüksek sürgün sayıları kontrol bitkilerinden elde edilmiştir. Uygulamalarda ise hatlara göre değişen oranlarda farklı sonuçlar alınmıştır. Meyve eni 1 ve 4 no.lu hatlarda istatistiki olarak önemli bulunurken, diğer hatlarda önemsiz olarak belirlenmiştir. Mensah vd. [12]'nin susamda yaptığı çalışmada elde ettiği bulgulara benzer şekilde, %0.3'lük 12 ve 24 saat kolhisin çözeltisi uygulamasında 1, 2, 5, 10 ve 11 no.lu genotipler ile %0.5'lik 12 ve 24 saat kolhisin çözeltisi uygulamasında 1, 2 ve 12 no.lu genotiplerde meyve eninde artış olduğu görülmüştür. Meyve boyu değerleri 4, 5 ve 9 no.lu hatlarda istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli bulunurken, diğer hatlarda önemli olmadığı tespit edilmiştir. Meyve boyu değerlerinde, %0.3'lik kolhisin çözeltisi uygulamasının her iki süresinde de 2 ve 8 no.lu genotiplerde, %0.5'lik 12 saat kolhisin çözeltisi uygulamasında 8 ve 12 no.lu genotiplerde ve %0.5'lik 24 saat uygulamasında ise 1, 2, 4 ve 12 no.lu genotiplerde Ceren [2]'in altın çilekte elde ettiği sonuçlara benzer şekilde artış tespit edilmiştir. Meyve sayılarının tüm hatlarda istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiş ve en yüksek değerler kontrol bitkilerinden elde edilmiştir (Çizelge 2). Elde edilen bu sonuçların, Tanaka [17]'nin patlıcanda yaptığı çalışmadan elde ettiği bulgular ile uyumsuz olduğu görülmüş ve bunun genotipe bağlı olduğu düşünülmüştür.

Koltuk tomurcuklarına kolhisin uygulaması sonucu 3 ve 12 no.lu hatların bitki boylarındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunurken, diğer hatların bitki boy değişimlerinin önemli olmadığı, 9 no.lu hattın %0.5 kolhisin dozu uygulaması ile 10 no.lu hattın %0.3 kolhisin dozu uygulamasında bitki boyları, 6, 7, 11 ve 12 no.lu hatların her iki doz uygulamalarından elde edilen ortalama değerlere göre daha yüksek olarak belirlenmiştir. 1, 2, 3, 4, 5 ve

8 no.lu hatlara uygulanan her iki kolhisin dozu sonucunda elde edilen bitki boylarının ortalama bitki boy değerlerinden daha düşük olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Elde edilen bu bulgular, Jaskani vd. [8]'nin karpuzda yaptıkları çalışmada bitkilerin uygulamalardan olumsuz etkilenmesi nedeni ile elde ettiği sonuçlarla benzerlik göstermiştir.

Sürgün çiçek çaplarına ait farklılıklar 1, 3, 4, 5, 7, 8, 9 ve 10 no.lu hatlarda istatistiki olarak önemli, 2, 11 ve 12 no.lu hatlarda ise önemsiz olarak tespit edilirken 6 no.lu hattan veri elde edilememiştir. Çalışma sonucunda, %0.3 kolhisin dozunda 1, 2, 5, 7, 8, 9, 10, 11 ve 12 no.lu genotiplerde ve %0.5 kolhisin dozu uygulamasında 4, 5, 7, 8, 11 ve 12 no.lu genotiplerde elde edilen çiçek çapı değerleri, kontrol uygulamalarından daha büyük olarak belirlenmiştir. İnan [7], Şimşek [16], Khan vd. [10]'nin yaptıkları çalışmalar ile çalışma sonucumuz benzerlik göstermiştir. %0.3 kolhisin dozunda 3 ve 4 no.lu genotiplerden, %0.5 kolhisin dozu uygulamasında 1, 2, 3 ve 9 no.lu genotiplerden elde edilen çiçek çapı değerlerinin kontrol ortalamasına göre daha küçük değerler verdiği belirlenmiştir.

Uygulama yapılan bitki sürgünlerine ait yaprak alan değerleri 5 no.lu hat haricinde diğer bütün hatlarda istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 3). Çalışma sonucunda yaprak alanlarındaki değişim; %0.3 kolhisin dozunda 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10 ve 12 no.lu hatlarda kontrole göre yüksek bulunurken, 3 7 ve 11 no.lu hatlarda yaprak alanlarında azalma görülmüş, %0.5 kolhisin dozu uygulamasında 10 no.lu hat haricinde tüm hatlara ait yaprak alanları kontrole göre artarken 10 no.lu hatta ise azalma tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan genotiplerin kontrol uygulamalarında yaprak alanları arasında önemli farklılıkların olduğu görülmüş ve en düşük yaprak alanı 6 no.lu genotipte, en yüksek yaprak alanı ise 10 ve 11 no.lu genotiplerde belirlenmiştir. Elde edilen bulgular İnan [7] ve Liu vd. [11]'nin elde ettiği sonuçlar ile benzerdir. Yaprak alanındaki farklılık üzerinde kolhisin dozunun etkili olduğu, uygulama doz ve süreler arasındaki farklılığın ise genotip özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Koltuk tomurcuklarına kolhisin uygulamalarının birim alandaki stoma sayısı, eni ve boyu üzerine etkileri Çizelge 4'te verilmiştir. Kolhisin uygulamalarının poliploid bitki oluşumuna etkisi belirgin olarak gözlenmiştir. Stoma boyutlarından hareket ederek teşhis yapmak yerine birim alandaki stoma sayısındaki azalma, muhtemel poliploid bitki ya da sürgün oluşumu olasılığını daha net işaret etmektedir. 1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11 ve 12 no.lu hatların stoma sayıları kontrole göre daha az bulunmuştur.

Çizelge 2. Koltuk tomurcuklarına kolhisin uygulamasının süren, sürmeyen göz sayıları, meyve eni, meyve boyu ve meyve sayısı üzerine etkileri

Table 2. The effects of colchicine application on axillary buds on the number of buds, fruit width, fruit length, and fruit number

Hat no Genotype no	Doz (%) Dose (%)	Süre (saat) Time (hour)	Uygulama yapılan göz sayısı(adet/bitki) Number of bud applied (number/plant)	Süren göz sayısı (adet/bitki) Number of growing buds (number/plant)	Sürmeyen göz sayısı (adet/bitki) Number of not growing buds (number/plant)	Sürgün sayısı (adet/bitki) Shoot number (number/plant)	Meyve eni (cm) Fruit width (cm)	Meyve boyu (cm) Fruit length (cm)	Meyve sayısı (adet/bitki) Number of fruits (number/plant)
1	0.3	12	3.2	3	0.2	1.94 b	3.28 a	7.06	8.33 b
	0.3	24	4.2	4.1	0.1	1.64 b	2.78 abc	4.22	5.56 b
	0.5	12	3.6	3.5	0.1	2.06 b	2.67 bc	4.5	6.22 b
	0.5	24	3.9	3.7	0.2	1.81 b	3.00 ab	9	7.08 b
	Kontrol		3.67	3.53	0.13	3.53 a	2.28 c	7.78	26.11 a
Ortalama			3.72 öd	3.57 öd	0.15 öd	2.20*	2.80*	6.51 öd	10.66 **
2	0.3	12	4.1	4.1 a	0	2.06 bc	3.58	10.83	7.75 b
	0.3	24	4.2	4.1 a	0.1	2.33 b	3.72	11.56	7.67 b
	0.5	12	3.9	3.5 ab	0.4	2.08 bc	4.33	7.5	3.83 b
	0.5	24	3.9	3.3 b	0.6	1.56 c	3.89	8.89	5.72 b
	Kontrol		4.07	3.97 a	0.1	3.97 a	3.28	8.11	14.17 a
Ortalama			4.04 öd	3.79*	0.25 öd	2.40**	3.76 öd	9.38 öd	7.83**
3	0.3	12	3.8	3.5	0.3	2.36 b	2.89	10.67	6.89 b
	0.3	24	4	4	0	2.33 b	2.67	7.5	4.33 b
	0.5	12	4.1	3.8	0.3	1.22 c	3.17	11.22	6.22 b
	0.5	24	4.2	4	0.2	1.92 bc	2.33	7.83	5.50 b
	Kontrol		3.97	3.8	0.17	3.80 a	2.67	11.39	20.61 a
Ortalama			4.02 öd	3.85 öd	0.18 öd	2.33**	2.74 öd	9.72 öd	8.71**
4	0.3	12	4	4.0 a	0.0 c	1.67 bc	2.44 b	6.44 c	5.33 b
	0.3	24	4	3.9 ab	0.1 c	1.69 bc	2.75 b	6.83 c	8.67 b
	0.5	12	4.1	3.1 c	1.0 a	1.36 c	2.50 b	8.50 bc	8.00 b
	0.5	24	4.1	3.5 b	0.6 b	2.14 b	3.75 a	12.67 a	8.83 b
	Kontrol		4.03	3.90 ab	0.13 c	3.90 a	3.00 b	10.50 ab	15.00 a
Ortalama			4.05 öd	3.70 **	0.35**	2.15**	2.89*	8.99**	9.17**
5	0.3	12	2.5	1.7	0.8	1.47 b	2.5	5.50 ab	5.50 b
	0.3	24	3.4	2	1.4	1.50 b	2	5.83 a	9.83 b
	0.5	12	2.9	1.4	1.5	1.31 b	2	2.00 c	3.00 b
	0.5	24	2.4	1.2	1.2	1.58 b	1.33	3.33 bc	6.33 b
	Kontrol		2.93	2.77	0.17	2.77 a	1.67	6.33 a	34.17 a
Ortalama			2.81 öd	1.81 öd	1.0 öd	1.73*	1.90 öd	4.60**	30.0**
6	0.3	12	3.0 b	2.8	0.2 b	1.72 bc	1.5	3.06	5.17 b
	0.3	24	3.2 b	3.2	0.0 b	2.0 b	1.5	3	6.25 b
	0.5	12	4.3 a	3.1	1.2 a	1.89bc	1.25	2.5	7.50 b
	0.5	24	3.1 b	2.4	0.7 b	2.69 ab	1.5	3.33	8.06 b
	Kontrol		3.50 ab	3.33	0.17 b	3.33 a	1.5	3.92	15.03 a
Ortalama			3.43*	2.97 öd	0.46**	2.32**	1.45 öd	3.16 öd	8.4 *
7	0.3	12	3.9	3.9 a	0 b	2.36 b	2.83	4.44	3.67 b
	0.3	24	3.8	3.8 a	0 b	1.97 b	3	4.89	4.44 b
	0.5	12	4.1	3.5 b	0.6 a	1.81 b	2.5	6.17	6.00 b
	0.5	24	3.9	3.7 b	0.2 b	2.25 b	2.83	5.72	7.61 b
	Kontrol		3.93	3.87 a	0.07 b	3.87 a	3.17	8.17	36.67 a
Ortalama			3.92 öd	3.75*	0.17**	2.45**	2.87 öd	5.88 öd	11.68**
8	0.3	12	4	3.2	0.8	1.58 b	2.67	8.83	8.61 b
	0.3	24	3.7	3.3	0.4	1.31 b	3	8.83	12.50 b
	0.5	12	4	3.9	0.1	1.50 b	3	9.33	10.83 b
	0.5	24	4	3.2	0.8	1.33 b	2.33	5.44	3.44 b
	Kontrol		3.9	3.77	0.13	3.77 a	3.14	7.08	22.33 a
Ortalama			3.91 öd	3.45 öd	0.46 öd	1.90**	2.83 öd	7.91 öd	11.54*
9	0.3	12	4	4	0	1.81 b	2.58	6.08 b	7.25 b
	0.3	24	3.4	3.4	0	2.0 b	2.33	7.00 b	7.44 b
	0.5	12	3.9	3.9	0	2.06 b	3.08	8.83 b	8.58 b
	0.5	24	3.8	3.7	0.1	1.67 b	2.89	7.03 b	5.56 b
	Kontrol		3.77	3.77	0	3.77 a	3.17	12.67 a	16.06 a
Ortalama			3.78 öd	3.76 öd	0.01 öd	2.26**	2.81 öd	8.32**	8.98**
10	0.3	12	4	4	0	1.81 c	3.11	9.33	8.22 b
	0.3	24	4	4	0	2.25 c	3.36	9.53	6.03 b
	0.5	12	4.1	4.1	0	3.03 b	2.67	5.56	4.89 b
	0.5	24	3.8	3.8	0	2.25 c	2.22	7.11	5.11 b
	Kontrol		4.03	4.03	0	4.03 a	2.69	11.08	17.42 a
Ortalama			3.99 öd	3.99 öd	0	2.67**	2.81 öd	8.52 öd	8.33**
11	0.3	12	4.1	4.1	0	2.22 b	2.56	6.78	11.11 b
	0.3	24	4	4	0	1.61 b	2.56	5.56	8.03 b

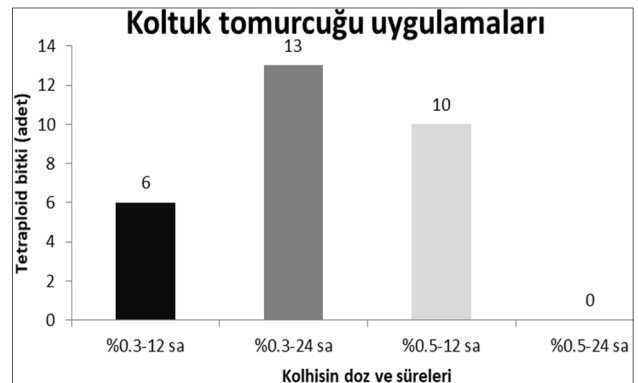
Hat no Genotype no	Doz (%) Dose (%)	Süre (saat) Time (hour)	Uygulama yapılan göz sayısı(adet/bitki) Number of bud applied (number/plant)	Süren göz sayısı (adet/bitki) Number of growing buds (number/plant)	Sürmeyen göz sayısı (adet/bitki) Number of not growing buds (number/plant)	Sürgün sayısı (adet/bitki) Shoot number (number/plant)	Meyve eni (cm) Fruit width (cm)	Meyve boyu (cm) Fruit length (cm)	Meyve sayısı (adet/bitki) Number of fruits (number/plant)
11	0.5	12	4	3.9	0.1	1.81 b	2.5	5.89	9.94 b
	0.5	24	3.7	3.7	0	1.92 b	2.28	5.17	7.78 b
	Kontrol		4.03	4	0.03	4.0 a	3	10	30.00 a
Ortalama			3.97 öd	3.94 öd	0.03 öd	2.31**	2.58 öd	6.68 öd	13.37**
12	0.3	12	3.4	3.3	0.1	1.50 b	2.56	7.22	12.00 bc
	0.3	24	3.9	3.8	0.1	1.83 b	2.67	5.33	6.00 c
	0.5	12	3.5	2.8	0.7	1.22 b	3.28	8.11	12.61 bc
	0.5	24	3.9	3.5	0.4	1.44 b	2.78	8.11	18.17 ab
	Kontrol		3.6	3.47	0.13	3.47 a	2.39	7.5	26.11 a
Ortalama			3.66 öd	3.39 öd	0.28 öd	1.89**	2.73 öd	7.26 öd	14.98**

Ö.D.: Önemli değil, * ($p<0.05$), ** ($p<0.01$):- Veri elde edilememiştir. N.S.: Nonsignificant, * ($p<0.05$), ** ($p<0.01$):-Data not available.

Stoma boyutlarının artması sonucu birim alana (mm^2) düşen stoma sayısının azaldığı birçok araştırıcı tarafından rapor edilmiştir [21, 3]. Stoma eni değerleri açısından yapılan değerlendirme sonucunda; 12 saat süresince %0.3 kolhisin uygulamasında 1, 2 ve 7 no.lu, 24 saatlik uygulamada 2 no.lu, 12 saatlik %0.5 kolhisin uygulamasında 4, 9 ve 11 no.lu, 24 saat uygulamasında 9 ve 10 no.lu genotiplerden elde edilen ölçüm değerlerinin kontrol uygulamalarının ortalama değerlerden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Elde edilen bu sonuçlar Şimşek [16]'ın yaptığı çalışmada elde ettiği sonuçlar ile uyumludur. Genel olarak farklı doz ve sürelerde kolhisin uygulamaları stoma boylarında artış meydana getirmiştir. Çalışma sonucunda, 12 saat süresince %0.3 oranındaki kolhisin dozu uygulamasının 8 no.lu genotip uygulaması hariç, her iki kolhisin uygulama dozu ve süresinde uygulama yapılan genotiplerde elde edilen stoma boyu değerlerinin kontrol ortalaması değerlerinden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçların Sarı vd. [14] ve Şimşek [16]'ın yaptıkları çalışmalarda elde edilen sonuçlar ile uyumlu olduğu görülmüştür.

•Koltuk tomurcuklarına kolhisin uygulamasından elde edilen bitkilerde flow sitometri analizi: Çalışmada morfolojik ve sitolojik gözlemlere göre muhtemel tetraploid olarak belirlenen bitkilerde flow sitometri analizi gerçekleştirilmiştir (Çizelge 5). Uygulama sayısının çok olması, bütün bitkilerin ploidi düzeylerinin belirlenmesinin maliyetli olacağı düşünüldüğü için sadece muhtemel tetraploid bitki adaylarının bu örnekleme yöntemi ile ploidi seviyeleri ölçülmüştür. Miksoploid ve diploid olduğu varsayılan bitkiler flow sitometri analizine tâbi tutulmamıştır. Stoma sayımı sonucu yaklaşık 34 örnek muhtemel tetraploid aday olarak belirlenmiştir. Bunların flow sitometri ile yapılan analizleri sonucunda, 1, 3, 6, 8, 10, 11 ve 12 no.lu örneklerden tetraploid bitki elde edilemezken, 2 ve 4

no.lu örneklerden 1'er adet, 5, 7 ve 9 no.lu örneklerden 2'ser adet olmak üzere toplam 8 adet tetraploid bitki elde edilmiştir (Çizelge 5). Morfolojik gözlem sonuçlarına göre yaklaşık tüm hatlardan belirlenen toplam 117 adet muhtemel tetraploid bitki adayının ploidi düzeylerini kesinleştirmek için yapılan flow sitometri analizleri sonucunda, 1, 3 ve 8 no.lu hatlardan tetraploid bitki elde edilememiştir. 2, 4, 6, 9 ve 12 no.lu hatlardan 1'er adet, 7 no.lu hattan 2 adet, 10 no.lu hattan 3 adet, 11 no.lu hattan 4 adet ve 5 no.lu hattan 7 adet olmak üzere toplamda 21 adet tetraploid bitki elde edilmiştir (Çizelge 5). Flow sitometri analizlerine göre; %0.3 doz 12 saat uygulamasından 6 adet, %0.3 doz 24 saat uygulamasından 13 adet, %0.5doz 12 saat uygulamasından 10 adet tetraploid bitki elde edilirken %0.5 doz 24 saat kolhisin uygulamasından tetraploid bitki elde edilememiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Koltuk tomurcuklarına farklı doz ve sürelerde kolhisin uygulaması sonucu flow sitometri analizlerinde elde edilen tetraploid bitki sayıları

Figure 3. The number of tetraploid plants obtained in flow cytometry analysis as a result of the application of colchicine at different doses and durations to the axillary buds

Çizelge 3. Koltuk tomurcuklarına kolhisin uygulamasının bitki boyu, çiçek çapı ve yaprak alanı üzerine etkileri
Table 3. Effects of colchicine application on axillary buds on plant height, flower diameter and leaf area

Hat no Genotype no	Doz (%) Dose (%)	Süre (saat) Time (hour)	Bitki boyu (cm) Plant height	Sürgün çiçek çapı (mm) Shoot flower diameter (mm)	Sürgün yaprak alanı (cm ²) Shoot leaf area (cm ²)	Hat no Genotype no	Doz (%) Dose (%)	Süre (saat) Time (hour)	Bitki boyu (cm) Plant height	Sürgün çiçek çapı (mm) Shoot flower diameter (mm)	Sürgün Yaprak alanı (cm ²) Shoot leaf area (cm ²)
1	0.3%	12 saat	25.67	27.00 a	39.17 a	7	0.3%	12 saat	31.64	31.00 a	27
1	0.3%	24 saat	26.22	-	18.75 b	7	0.3%	24 saat	36.67	28.00 b	27.5
Ortalama	0.3%12-24 saat		25.945	27	28.96	Ortalama	0.3%12-24 saat		34.15	29.5	27.25
1	0.5%	12 saat	18.56		18.00 b	7	0.5%	12 saat	36.83	27.00 c	40.5
1	0.5%	24 saat	31.42	23.00 b	41.42 a	7	0.5%	24 saat	28.78	24.50 d	41.5
Ortalama	0.5%12-24 saat		24.99	23	29.71	Ortalama	0.5%12-24 saat		32.8	25.75	41
1	Kontrol		36.94	24.31 ab	24.44 b	7	Kontrol		32.5	22.08	29.11
2	0.3%	12 saat	43.17	26	60.50 ab	8	0.3%	12 saat	35.72	24.50 b	57.00 a
2	0.3%	24 saat	36.94	-	68.33 a	8	0.3%	24 saat	37.5	28.25 a	-
Ortalama	0.3%12-24 saat		40.05	26	64.41	Ortalama	0.3%12-24 saat		36.61	26.37	57
2	0.5%	12 saat	36.33	23	45.00 b	8	0.5%	12 saat	35.5	25.00 b	42.00 b
2	0.5%	24 saat	30.5	-	65.50 a	8	0.5%	24 saat	30	24.00 b	-
Ortalama	0.5%12-24 saat		33.415	23	55.25	Ortalama	0.5%12-24 saat		32.75	24.5	42
2	Kontrol		46.89	23.67	42.39 b	8	Kontrol		39.56	24.00 b	35.78c
3	0.3%	12 saat	31.78 b	-	27.00 d	9	0.3%	12 saat	33.67	-	62.00 a
3	0.3%	24 saat	27.83 b	22.00 b	33.00 c	9	0.3%	24 saat	30.44	27.50 a	46.00 b
Ortalama	0.3%12-24 saat		29.8	22	30	Ortalama	0.3%12-24 saat		32.05	27.5	54
3	0.5%	12 saat	34.06 b	21.83 b	44.00 b	9	0.5%	12 saat	38.75	29.50 a	62.33 a
3	0.5%	24 saat	33.83 b	23.33 b	84.00 a	9	0.5%	24 saat	36.17	23.50 c	52.00 b
Ortalama	0.5%12-24 saat		33.945	22.58	64	Ortalama	0.5%12-24 saat		37.46	26.5	57.16
3	Kontrol		50.22 a	27.64 a	40.67 bc	9	Kontrol		37.03	26.56 ab	40.92 c
4	0.3%	12 saat	30.61	22.00 b	60.50 b	10	0.3%	12 saat	40.78	28.00 b	52.00 b
4	0.3%	24 saat	29.25	20.00 b	106.33 a	10	0.3%	24 saat	33.11	29.00 a	76.83 a
Ortalama	0.3%12-24 saat		29.93	21	83.41	Ortalama	0.3%12-24 saat		36.94	28.5	64.41
4	0.5%	12 saat	22.5	-	64.00 b	10	0.5%	12 saat	32.67	-	27.00 c
4	0.5%	24 saat	27.58	25.75 a	75.33 b	10	0.5%	24 saat	33.89	24.50 d	52.75 b
Ortalama	0.5%12-24 saat		25.04	25.75	69.66	Ortalama	0.5%12-24 saat		33.28	24.5	39.87
4	Kontrol		35.42	25.17 a	45.94 c	10	Kontrol		37.14	26.33 c	53.67 b
5	0.3%	12 saat	23	30.00a	32	11	0.3%	12 saat	36.44	25.67	46.00 c
5	0.3%	24 saat	25.5	28.00b	33.25	11	0.3%	24 saat	35.92	26.33	45.00 c
Ortalama	0.3%12-24 saat		24.25	29	32.625	Ortalama	0.3%12-24 saat		36.18	26	45.5
5	0.5%	12 saat	26		70	11	0.5%	12 saat	31.11	26.5	66.00 a
5	0.5%	24 saat	20	25.75c	87.25	11	0.5%	24 saat	36.67	24	-
Ortalama	0.5%12-24 saat		23	25.75	78.62	Ortalama	0.5%12-24 saat		33.89	25.25	66
5	Kontrol		30	25.25c	30.33	11	Kontrol		31.44	24.89	53.78b
6	0.3%	12 saat	17.67	-	33.67 b	12	0.3%	12 saat	28.11 a	-	35.5
6	0.3%	24 saat	21.42	-	28.00 c	12	0.3%	24 saat	28.33 a	23.00 b	40.5
Ortalama	0.3%12-24 saat		19.545	-	30.83	Ortalama	0.3%12-24 saat		28.22	23	38
6	0.5%	12 saat	23.75	19	-	12	0.5%	12 saat	27.00 a	21.00 c	36.61
6	0.5%	24 saat	21.44	-	44.00 a	12	0.5%	24 saat	20.56 ab	25.00 a	36
Ortalama	0.5%12-24 saat		22.59	19	44	Ortalama	0.5%12-24 saat		23.78	23	36.3
6	Kontrol		17.78	-	19.11 d	12	Kontrol		15.89 b	22.16 c	26.67

Ö.D.: Önemli değil, * (p<0.05), ** (p<0.01):- Veri elde edilememiştir. N.S.: Nonsignificant, * (p<0.05), ** (p<0.01):-Data not available.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüz ticaret koşullarında rekabetin en önemli unsuru maliyetin düşük olmasıdır. Tarımsal ürünlerin üretim maliyetlerinin artmasına ilaveten üretilen tarım ürünlerinin gıda sanayinde işlenmesi sürecinde de maliyet artışı gıda sanayini maliyeti azaltma yollarını aramaya itmektedir. Özellikle işlenmiş biber türleri içinde en çok tercih edilen kopya biber türünün işleme sürecinde tohumlarının çıkarılması işçiliği artırdığı için bu istenmeyen bir durum olarak ifade edilmektedir.

Bu sorunu ortadan kaldırmak için ıslahçılar; tetraploid bitkilerin diploid bitkiler ile melezlenmesi sonucu elde edilecek triploid F₁ bitkilerin üretimde kullanılmasına yönelik uygulamalar ile sorunu

çözmeye çalışmaktadır. Ancak araştırmacılar doğada tetraploid bitki oluşumu kolay görülebilen bir durum olmadığı için bir takım antimitotik kimyasallardan yararlanarak bu oluşumu sağlanmaya çalışmaktadır.

Çalışmamızda kopya tipi biberde mevcut 12 ıslah hattında; kolhisinin farklı doz, süre ve uygulama şekli sonrasında uygulama yapılan bitkilerde tetraploid bitki oluşturma performansları incelenmiş ve aşağıdaki bulgular elde edilmiştir.

Koltuk tomurcuklarına 12 ve 24 saat süreyle %0.3 ve %0.5 kolhisin dozu uygulamalarında, 6 ve 12 no.lu hattan 1'er adet, 2 ve 4 no.lu hattan 2'şer adet, 9 ve 10 no.lu hattan 3'er adet, 11 ve 7 no.lu hattan 4'er adet, 5 no.lu hattan 9 adet tetraploid bitki elde edilirken 1, 3 ve 8 no.lu genotiplerden tetraploid bitki elde edilememiştir.

Çizelge 4. Koltuk tomurcuklarına kolhisin uygulamalarının yapraklardaki stoma sayısı, stoma eni ve boyu üzerine etkileri

Table 4. The effects of colchicine applications on axillary buds on the number of stomata, stomata width and length

Hat No Genotype no	Doz (%) Dose (%)	Süre (saat) Time (hour)	Stoma sayısı (adet) Number of stomata (number)	Stoma eni (µm) Stomata width (µm)	Stoma boyu (µm) Stomata length (µm)
1	0.3	12	6.3	23.4	34.7
	Kontrol		11	21.5	30.4
2	0.3	12	6.6	28.4	33
	0.5	24	7.7	24.4	41.25
	Kontrol		12.3	27.3	33
3	0.3	12	8	22.1	32.3
	Kontrol		13	23.2	30.6
4	0.5	12	6.7	35.5	44
	0.5	24	7	26.35	36.2
	Kontrol		9	28.7	33.4
5	0.3	24	4.28	25.36	37.92
	0.5	24	6	23.1	35
	Kontrol		11	26.7	29.3
7	0.3	12	3.7	27.5	44.1
	0.3	24	6.7	23.9	31.3
	0.5	12	6.7	23.7	39.9
	0.5	24	2.7	23.2	33.2
	Kontrol		8.3	24	30.9
8	0.3	12	8.3	22.8	29.4
	0.3	24	8.7	24.4	34.8
	Kontrol		12.7	26.4	33.2
9	0.5	12	4.43	26.86	38.16
	0.5	24	5.3	25.95	38.9
	Kontrol		8.7	24.6	32.2
10	0.5	24	8	24.2	37.9
	Kontrol		10.3	23.7	33.2
11	0.5	12	7.3	31.8	46.9
	0.5	24	6.7	20.5	34.6
	Kontrol		11	26.1	33
12	0.3	12	6.6	27.3	39.3
	0.3	24	7.7		
	0.5	24	7.3	27.82	40.75
	Kontrol		12.3	30.2	36

Bazı genotiplerde koltuk sürgünlerine uygulanan yüksek kolhisin dozu ve süresinin gözlerde yanmaya neden olduğu tespit edilmiştir. 1 ve 8 no.lu genotiplerde ise her iki farklı uygulamada da tetraploid bitki elde edilememiştir.

Sonuç olarak uygulama yapılan ve elde edilen tetraploid bitki sayıları incelendiğinde, 12 saat %0.3 kolhisin dozu uygulamasından %12.24, 24 saat %0.3 kolhisin dozu uygulamasından yaklaşık %46.6, 12 saat %0.5 kolhisin dozu uygulamasından yaklaşık %32 oranlarında tetraploid bitki elde edilmiştir.

Elde edilen tetraploid bitki oranlarına göre yapılan değerlendirmede, 24 saat %0.3 kolhisin dozu uygulamasından en yüksek miktarda tetraploid bitki eldesi sağlandığı belirlenmiştir. Bu bulgunun yanı sıra genotiplerin uygulama dozu ve süresine bağlı olarak farklı tepkiler verdiği saptanan bir diğer önemli sonuçtur.

Çizelge 5. Koltuk tomurcuğu uygulamaları sonrasında stoma sayısı, morfolojik gözlemler ve flow sitometri analiz sonuçlarına göre tetraploid bitki sayıları

Table 5. Number of stomata after axillary bud applications, morphological observations and tetraploid plant numbers according to flow cytometry analysis results

Hat no Genotype no	Stoma sayısı Stomata count		Morfolojik gözlem Morphological observation		Flow sitometri toplam tetraploid bitki sayısı (adet) Flow cytometry total number of tetraploid plants (number)
	Stoma sayımına göre olası tetraploid bitki sayısı (adet) Possible number of tetraploid plants according to stomata count (number)	Flow sitometri analizlerine göre tetraploid bitki sayısı (adet) Number of tetraploid plants according to flow cytometry analysis (number)	Morfolojik gözlemlere göre olası tetraploid bitki sayısı (adet)* Possible number of tetraploid plants according to morphological observations (number)*	Flow sitometri analizlerine göre tetraploid bitki sayısı (adet) Number of tetraploid plants according to flow cytometry analysis (number)	
1	4	-	5	-	-
2	3	1	20	1	2
3	1	-	1	-	-
4	3	1	17	1	2
5	5	2	7	7	9
6	-	-	6	1	1
7	4	2	18	2	4
8	2	-	16	-	-
9	5	2	1	1	3
10	1	-	3	3	3
11	1	-	4	4	4
12	5	-	19	1	1
Top.	34	8	117	21	29

*Kolhisin uygulamaları sonrası tohum elde edilen bitkilerin sayısı.

*Number of plants obtained seeds after colchicine applications

KAYNAKLAR

1. Amanah, H.A., Arumingtyas, E.L., Indriyani, S. 2016. Chromosome analysis of cayenne pepper (*Capsicum frutescens* L.) in colchicine induced mutation. Journal of Applied Horticulture 18(3):217-220.
2. Ceren, Ç. 2012. Altın çilekte (*Physalis peruviana*) kolhisin uygulamalarının etkileri (Yüksek Lisans Tezi). Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, 62s.
3. Ekbiç, H., Tangolar, S. 2016. Trakya İlkeren ve Flame Seedless üzüm çeşitlerinde farklı kolhisin dozları kullanılarak poliploidi oluşturma olanakları. Akademik Ziraat Dergisi 5(2):69-76.
4. Ellialtıoğlu, Ş., Abak, K., Kuşvuran, Ş. 2006. Tuz stresi altında yetiştirilen kavun çeşitlerinde *in vivo* ve *in vitro* koşullarda bazı enzim aktivitelerinin belirlenmesi üzerinde bir araştırma. Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü Projeleri, No:2002-58, Kesin Sonuç Raporu, 113s.

5. FAOSTAT, 2020. Dünya biber üretim miktarı (<https://www.fao.org/faostat/en/#data/qcl>; Erişim: Kasım 2021).
6. Ishikawa, K., Kuboki, H., Mishiba, K. 2001. Tetraploid bell pepper shows high *in vitro* pollen germination at 15°C. HortScience 36(7):1336.
7. İnan, S. 2007. Karpuz (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum ve Nakai)'da *in vivo* ve *in vitro* yöntemlerle tetraploid bitki elde edilmesi (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 80s.
8. Jaskani, M.J., Kwon, S.W., Kim, E.J., Ko, B.R. 2004. Polyploidy affects fruit characteristics, seed morphology and germination in watermelon (*Citrullus lanatus*). Journal of the Korean Society for Horticultural Science 45(5):233-237.
9. Köksal, N. 1999. Haploid kavun bitkilerinde *in vivo* ve *in vitro* yöntemlerle dihaploidizasyon. (Yüksek Lisans Tezi) Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 116s.
10. Khan, M.R., Hasnunnahar, M., Isshiki, S. 2013. Production of amphidiploids of the hybrids between *Solanum macrocarpon* and eggplant. HortScience 48(4):422-424.
11. Liu, G., Li, Z., Bao M. 2007. Colchicine induced chromosome doubling in *Platanus acerifolia* and its effect of plant morphology. Euphytica 157:145-154.
12. Mensah J.K., Obadoni B.O., Akomeah P.A., Ikhajagbe B. and Ajibolu, J. 2007. The effects of sodium azide and colchicine treatments on morphological and yield traits of sesame seed (*Sesame indicum* L.). African Journal of Biotechnology 6(5): 534-538.
13. Mohr, H.C. 1986. Watermelon Breeding. 37-36. In: Basset M.J. (ed), Breeding Vegetable Crops. AVI Publishing Company, 584p.
14. Sarı, N., Abak, K., Pıtrat, M. 1999. Comparison of ploidy level screening methods in watermelon: *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. and Nakai. Scientia Horticulturae 82:265-277.
15. Sattler, M.C., Carvalho, C.R., Clarindo, W.R. 2016. The polyploidy and its key role in plant breeding. Planta 243(2):281-296.
16. Şimşek, İ. 2011. Çekirdeksiz karpuz (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum ve Nakai) çeşitlerinin geliştirmeye yönelik tetraploid hatların elde edilmesi (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 91s.
17. Tanaka, M. 1950. Studies on artificial polyploid eggplants. 1. The production of tetraploid eggplants by means of colchicine. Repors Kihara Institute Biological Research 4:59-65.
18. Tuna, M. 2014. Flow sitometri ve tarımsal araştırmalarda kullanımı. 2. Flow Sitometri ve Tarımsal Araştırmalarda Kullanımı Eğitim Programı Notları, Tekirdağ, 16-17 Ocak 2014.
19. TÜİK, 2021. İşlenmiş biber ihracat ve ithalatı (<https://iz.tuik.gov.tr>; Erişim: Kasım 2022).
20. Vural, H., Eşiyok, D., Duman, İ. 2000. Kültür sebzeleri (sebze yetiştirme). Ege Üniversitesi, İzmir, s:293-305.
21. Xie, X., Agüero, C., Wang, Y., Walker, M. 2015. *In vitro* induction of tetraploids in *Vitis* × *muscadinia* hybrids. Plant Cell Tissue and Organ Culture 122(3):675-683.