

***Phalaenopsis* Orkidelerinde Kolşisin Uygulamasıyla Yapılan Poliploidi İslah Çalışmaları**

Mehmet Uğur Kahraman

Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya

e-posta: ugurkahramann@gmail.com

Özet

Dünyada ve Türkiye’de süs bitkilerine olan talep her geçen yıl giderek artmaktadır. *Phalaenopsis* orkideleri de gerek ülkemizde gerekse dünyada çiçekli süs bitkileri içerisinde önemli bir yer sahibidirler ve çiçekli bitkiler arasında en geniş familyaya sahip olan orkideler arasında %70 oranıyla en çok üretilen bitkilerdir. Bu orkideler günden güne daha da önem kazanmakta ve gerek dünya da gerekse Türkiye’de süs bitkileri sektöründe talepleri artmaktadır. Rekabetin çok fazla olduğu süs bitkileri sektöründe *Phalaenopsis* orkidelerinin yeni çeşitlerle geliştirilmesi artık bir gereklilik haline gelmektedir. Bu orkideler dünyada ıslahçılar tarafından sektöre yeni özellikler kazanmış çeşitlerle günden güne tanıtılmaktadır. Ancak Türkiye’de *Phalaenopsis* orkidesi ile ilgili yeterli ıslah çalışması yapılmamıştır. Dünyada yapılan *Phalaenopsis* ıslahı çalışmalarından en çok başvurulmuş ıslah tekniklerinden biri poliploidi ıslahıdır. Poliploid bitkiler özellikle tetraploid olanlar çok iyi karakteristik özellikler göstermektedirler. Ancak *Phalaenopsis* orkideleri doğada diploid formda bulunmakta, bu sebepten poliploidi ıslahına ihtiyaç duymaktadırlar. Poliploidi ıslahı, Bu orkidelerde en çok aranan özelliklerden biri olan daha büyük boyutlarda çiçeğe sahip olma ihtiyacını karşılamaktadır. Poliploidi ıslahı yaparken en çok başvurulmuş metod kolşisin uygulamasıdır. Bu makalede *Phalaenopsis* orkideleri için son dönemlerde yapılan poliploidi ıslahı çalışmaları ve amaçları, elde edilen sonuçlar, kolşisin uygulaması ve de kromozom analiz teknikleri hakkında bilgiler sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: *Phalaenopsis*, poliploidi, kolşisin, kromozom analizi

The Studies of Inducing Polyploidy by Colchicine Treatment for *Phalaenopsis* Orchids

Abstract

The demand of the ornamental plants increases every year in the world and Turkey. *Phalaenopsis* orchids are important among ornamental flowering plants, and with 70%, it is the most grown orchid, which belongs to the largest flowering plant family in the world. *Phalaenopsis* orchids are becoming more important day by day, and the demand of this plant is increasing both in Turkey and in the world. The development of new varieties of these orchids is necessary in competitive ornamental plants market, hence, new varieties of these orchids are introduced to the world market by plant breeders every year. However, there is not enough study about *Phalaenopsis* breeding in Turkey so far. One of the most common breeding method for *Phalaenopsis* orchids, is inducing polyploidy. Polyploid plants, especially tetraploid ones have good characteristics, however, *Phalaenopsis* orchids are diploid in the nature, thus, they need polyploidy breeding. Inducing polyploidy causes to form big flowers, which is one the most required characteristic for these orchids. The most common technique for inducing polyploidy is colchicine treatment. In this article, it was illustrated that recent polyploidy breeding studies with purposes and results, colchicine treatment and chromosome analysis methods for *Phalaenopsis* orchids.

Keywords: *Phalaenopsis*, polyploidy, colchicine, chromosome analysis

Giriş

Çiçekli bitkiler arasında en geniş familya olan *Orchidaceae*; 3 alt familya, 725 cins ve 30,000 türe sahiptir. Orkideler arasında %70 oranıyla dünyada en çok üretilen cins olan *Phalaenopsis* ise, *Vandaeae* alt familyasına aittir ve monopedial dallanmaya sahiptir (Christenson, 2001; Dressler, 1993). Geçmişten bugüne, *Phalaenopsis* cinsine ait 26,000 adet hibrid Birleşik Krallık’ ta ki Royal Horticultural Society’ e kaydedilmiştir. 4 aya kadar yaşayabilen ve kelebeği andıran çiçeğe sahip

olan *Phalaenopsis* orkidesi dünyadaki en popüler orkide cinsidir (Hsu ve ark., 2010; Kuo ve ark., 2010; American Orchid Society, 2011).

Wang (2010), bu cins Atatürk çiçeği, krizantem, zambak gibi bir kaç ay içinde gelişimini tamamlayıp çiçek veren diğer saksılı bitkilerle kıyaslandığında, daha uzun bir gençlik dönemine sahip ve bununla ilişkili olarakta çiçeklenmesini tamamlamasının daha uzun zaman (yıllar) aldığını bildirmektedir.

100 yıldan fazla süredir kültüre alınan bu cins zarif, uzun ömürlü ve dayanıklı çiçeklere sahip olduğundan dolayı dünyadaki en önemli çiçekli saksılı bitkilerden birisidir (Lee ve ark., 2010). Kesme çiçekten ziyade, genel olarak saksılı bitkiler olarak üretilir ve satılırlar. Bu bitkiler büyük oranda Hollanda, Almanya, Çin, Tayvan, Amerika Birleşik Devletleri ve Japonya'da üretilmektedirler ve uluslararası ticarete önemli bir yere sahip olmuşlardır. 2009 yılında Avrupa'da 100 milyon, Tayvan'da 80 milyon ve Çin'de 100 milyon adet *Phalaenopsis* orkidesi üretilmiştir (Wang, 2010; Yuan ve ark., 2015).

Her geçen gün artan uluslararası rekabet, sürekli devam eden yeni seçkin ve üstün çeşitlerin gelişmesine sebep olmuş ve süs bitkisi endüstrisini, özellikle orkide alanında geliştirmiştir. 1960 yılından beri, profesyonel bitki ıslahçıları, akademisyenler ve amatörler tarafından büyük, beyaz, kırmızı, sarı ve benekli çiçeklere sahip, başta *Phalaenopsis* olmak üzere binlerce hibrid orkide geliştirilmiş ve ticarileştirilmiştir. Rekabetçi markette, üstünlüğü sürdürebilmek için yeni *Phalaenopsis* çeşitlerinin gelişmesinin yanında, çeşitliliğin daha da artması için doğal türlerin geliştirilmesine ihtiyaç vardır (Hsu ve ark., 2010; Chen ve ark., 2009; Tsai, 2014).

Phalaenopsis orkiderlerinde yeni çeşitler geliştirilirken en çok göz önünde bulundurulacak kriterler çiçek rengi, dokusu ve sayısı olmaktadır (Chen ve Chen, 2007; Lee ve ark., 2010).

Dünyada yapılan *Phalaenopsis* ıslahı çalışmalarından en çok başvurulacak ıslah tekniklerinden biri poliploidi ıslahıdır. Poliploidi geçirmiş *Phalaenopsis* orkidelerinden özellikle tetraploid olanlar çok iyi karakteristik özellikler gösterirler. Ancak *Phalaenopsis* orkideleri doğada diploid formda bulunurlar, bu sebepten poliploidi ıslahına ihtiyaç duyarlar.

Poliploidi

Somatik hücrelerdeki kromozom takımının 2' den (diploid) daha fazla olma durumuna poliploidi (çok kromozomluluk) denir (Acquaah, 2007). Bir çok kültüre alınan bitkinin de dahil olduğu kapalı tohumluların yaklaşık olarak %50-70'i evrim süreci aşamasında polyploidi geçirmiştir (Chen ve ark., 2007). Poliploid bitkiler aynı türden genomların ikiye katlanmasıyla oluşursa otoploid olarak

adlandırılırlar ve bu duruma da otoploidi (otopoliploidi) denir. Ancak, genomların kombinasyonlarının farklı türlerden olduğu zamanki duruma da allopoliploidi veya allopoliploidi denir (Acquaah, 2007).

Poliploidinin Etkileri ve Amaçları

Poliploidi özellikle meristem dokulardaki hücre büyüklüğünü artırır, bu da bitkide azmanlık etkisi gösterip organlarda büyümeye yol açar. Poliploid bitkiler genelde daha kalın geniş ve kısa yapraklara sahiptirler (Acquaah, 2007; Park, 2015).

Poliploididen faydalanan sektörlerden biri de süs bitkileri sektörüdür. Çünkü poliploidi genetik çeşitliliği artırır. Bununla birlikte çiçek boyutlarını ve sayısını artırır, dokusunu güçlendirir (Rubuluza ve ark., 2007; Griesbach, 1985). Poliploidi ıslahı hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılığı arttırmada da kullanılmaktadır (Zhang ve ark., 2008). Ayrıca, poliploid bitkiler bitki ıslah programlarında ebeveyn olarak kullanılabilirler. (Ming ve ark., 2012).

Poliploidler ikiden fazla homolog kromozoma sahiptirler, sonuç olarak diploidlerdeki gibi mayoz bölünmeden sonra bivalent (iki değerlikli) olmak yerine, multivalent (çok değerlikli) olmaktadır. Ploidi seviyesi bireyin kromozomdaki tek bir lokusta sahip olduğu farklı alel sayıları olarak belirlenebilmektedir. Diploidler her bir lokusta iki alele sahip olurken, tetraploidler dört farklı alele sahip olabilmektedirler. Poliploidlerin genetiği multialellik durumu ve mayoz bölünme esnasında kromozomların multivalent (çok değerlikli) olmaları sebebiyle karmaşık olmaktadır (Acquaah, 2007).

Poliploid bitkiler tohum tutmamaya meyillidirler, bundan dolayı ekonomik olarak önemli olan kısmı tohum veya taneden oluşan bitkilerle çalışılmaması gerekmektedir. Bunun yerine yem bitkileri, sebzeler veya süs bitkileriyle çalışılması gerekmektedir. Bu sebepten artılar ve eksiler göz önünde bulundurulduğu zaman poliploidi ıslahına en uygun olan bitkilerin vejetatif yolla üretilenler olduğu farkedilmiştir (Acquaah, 2007).

Poliploidi hem kesme çiçek hem de saksılı formlarda yeni orkide bitkileri elde etme ve geliştirmede çok önemli bir role sahiptir (Ming

ve ark., 2012). Poliploit orkideler daha büyük, daha gelişmiş dokulu ve daha yoğun renkli çiçeklere, ayrıca daha kalın gövde ve yapraklara sahip olmaktadır (Miguel ve Leonhardt, 2011).

Poliploidi ve *Phalaenopsis* Orkidesi

Poliploidi ıslahının *Phalaenopsis* orkidelerinde de çiçek boyu, dokusu, formu ve rengi gibi karakteristik özelliklere katkılar sağladığı belirlenmiştir (Griesbach, 1985). Doğal yabani *Phalaenopsis* türlerinin çoğu diploittir ($2n=2x=38$), ama tetraploit çeşitler son yıllarda geliştirilerek piyasaya tanıtılmaktadır. Daha büyük çiçeklere sahip olmalarından dolayı tetraploit *Phalaenopsis* hibridleri süs bitkileri piyasasında günden güne önem kazanmakta ve popüler olmaktadır. Diğer taraftan sadece bir kaç doğal yabani *Phalaenopsis* türü tetraploittir, ve bitki ıslah programlarında yeni hibrid ve çeşitler geliştirmek amacıyla kullanılmaktadır. (Chen ve Chen, 2007; Chen ve ark., 2009; Wongprichachan ve ark., 2013).

Kolşisin ($C_{22}H_{25}O_6$) Uygulaması

Poliploit bitkiler elde etmedeki başlıca kullanılan teknik kolşisin ($C_{22}H_{25}O_6$) uygulamasıdır, kolşisin acı çığdem bitkisinden elde edilen bir alkaloiddir. Bu kimyasal bileşik mitoz bölünme esnasında iğ ipliği mekanizmasını bozmaktadır, dolayısıyla anafaz esnasında kardeş kromatitlerin zıt kutuplara gitmesini engellemektedir. Sonuç olarak nükleus, hücre bölünmesi olmadan normalden iki kat fazla kromozom sayısına sahip olmaktadır. (Acquaah, 2007; Miguel ve Leonhardt, 2011; Ming ve ark., 2012). Kolşisin uygulamasında meristem doku en hassas bölgedir, bu yüzden bu kimyasal çimlenmekte olan tohumlara, genç bitki filizlerine, tomurcuklara, orkidelerde ise protokormlara (orkidelerde tohum çimlendikten hemen sonra oluşan yumrumsu rizoidli yapı) uygulanmaktadır (Acquaah, 2007). Kolşisin protokormlara ortalama 10 gün süreyle (tohumların olgunluk durumlarına bağlı değişir, olgun olmayan tohumlar için daha az süre uygulanır) uygulanmaktadır. Orkide tohumları öncelikle doku kültüründe çimlendirilir, protokorm haline geldikten sonra içerisinde kolşisin olan ayrı bir katı veya sıvı doku kültürü medyasında belirli bir süre (genel olarak 10 gün) bekletilir, daha sonra protokormlar sterilize edilmiş saf suda

yıkayıp tekrar doku kültürü medyasına aktarılmaktadır.

Akış Sitometresi

Ploidi seviyesini tespit etmek için kromozom sayma, veya stomaların (gözenekleri) uzunluğunu ölçme gibi klasik teknikler vardır ve bu teknikler sık kullanılmaktadır. Ancak klasik tekniklerden daha hızlı ve kesin sonuç veren bir de akış sitometresi (flow sitometri) tekniği vardır (Wongprichachan ve ark., 2013). Çekirdeksel DNA içeriğini belirlemek için kullanılan bu metod tarlada, serada ve doku kültürü koşullarında yetiştirilen bitkilerdeki ploidi durumunu belirlemek içinde uygun olmaktadır. Diğer klasik metodlar çok daha fazla zaman ve işçilik gerektirmektedirler. Akış sitometrisinin prensibi, süspansiyon halindeki nükleusları ışıklı bir odak noktasından belirli bir hızla tek tek olarak geçirerek çok kısa bir süre içerisinde sınıflandırmaktır. Nükleuslar orkidinin yapraklarından veya çiçek kısımlarından izole edilmelerinden sonra farklı dalga boylarındaki floresanlarla boyanıp ışık kaynağından geçirilerek ölçümleri yapılmaktadır (Chen ve Chen, 2007).

***Phalaenopsis* Orkidesinde Poliploidi Islah Çalışmaları**

1930 yılında tetraploit *Phalaenopsis amabilis* orkidesinin elde edilmesinden beri (Vaughn ve Vaughn, 1973) *Phalaenopsis* orkideleri polyploidi ıslahına maruz kalmaktadırlar. Ünlü hibridlerden biri olan *P. 'Be Tris'* orkidesi, bugün bir çok orkidinin ebeveyni olarak kabul edilen *P. equestris* orkidesine kolşisin uygulanarak kromozom katlaması sonucu elde edilmiştir. Ek olarak, *P. rimestandiana* orkidesinin bir formu tetraploit olarak rapor edilip Amerika Birleşik Devletleri'nde beyaz renkli tetraploit *Phalaenopsis* orkidelerinin gelişiminde kullanılmıştır. Tayvan'da *P. amabilis* var. *formosa*'nın (syn. *P. aphrodite* var. *formosana*) klonlarından biri tetraploitti ve diploit formuyla karşılaştırıldığı zaman çiçekleri daha iyi doku ve şekle sahip olduğu gözlenmiştir. Bu tetraploit formdan yeni çeşitler geliştirilmiş ve 1980 yılından beri Japonya'da önemli bir yere sahip olan orta boy beyaz çiçekli orkide elde edilmiştir. Piyasada şu anda önemli konuma sahip olan büyük beyaz çiçeklere sahip olan *Phalaenopsis* orkideleri serisi tetraploit forma sahiptirler. Bu hibridlerin gelişimi, atalarından biri olan ve bu grup

hibridlerin en önemli ebeveyni sayılan *P. 'Doris'* in poliploidizasyonu ile ilişkilidir (Tang ve Chen, 2007). Bu beyaz çiçekli hibridlerin yanında, *P. 'Sunrise Gold'*, *P. 'Taipei Gold'* gibi poliploit sarı ve kırmızı renkli hibridler elde edilmiştir (Chuang ve ark., 2008). Daha büyük çiçek boyutundan, daha ağır çiçeklerden, daha düzgün ve daha iyi çiçek şeklinden ötürü poliploidi ıslahı kapsamlı olarak *Phalaenopsis* çeşitlerinin geliştirilmesinde kullanılmaktadır. Bundan dolayı, birçok üstün poliploit hibrid çeşitler daha çok arzulanan özelliklere sahip ebeveynlerin seçilmesiyle melezleme için geliştirilmiştir (Chen ve ark., 2010).

Griesbach (1981) adlı araştırmacı diploit *Phalaenopsis equestris*, *Phalaenopsis fasciata* ve *Phalaenopsis Betty Hausermann* orkide tohumlarını doku kültür ortamında çimlendirdikten sonra orkide protokormlarını 10 gün boyunca 50 mg/l kolşisin kimyasalına maruz bırakmış ve %50 oranında poliploit bitkiler elde etmiş ve elde ettiği bu poliploit bitkilerin %95'ini tetraploit bitkiler oluşturmuştur. Ancak tetraploit olan bitkilerin daha yavaş geliştiğini gözlemlemiştir. Griesbach (1985) daha sonra diploit benekli *Phalaenopsis* orkidesiyle, daha önce tetraploit bir türle diploit bir türün melezlenmesi sonucu oluşan triploit *Phalaenopsis Golden Sands 'Canary'* orkidesine aynı şekilde 10 gün boyunca doku kültüründe orkide protokormlarına 50 mg/l kolşisin uygulamış ve %50 başarı sağlamıştır. Elde edilen tetraploit ve hezaploit orkidelerin daha yoğun ve büyük olduğu gözlenmiştir (Şekil 1; 2). Bir başka çalışmada Guang-rong ve ark. (2009) *Phalaenopsis 'Tsuei Foa Lady'* diploit orkidesine kolşisin uygulayarak tetraploit bitkiler elde etmişlerdir. Diploitlere göre iki kat daha fazla kromozoma sahip olan tetraploitlerde (Şekil 3) morfolojik olarak daha kısa, güçlü ve kalın yapraklı genç bitkiler gözlenmiştir (Şekil 4; 5). Park (2015), Güney Kore'deki orkide teknolojilerini açıklamış ve özel sektör aracılığıyla poliploidi ıslahı yapılan ve tetraploit formda elde edilen yapılan *Phalaenopsis equestris* var *cyanochilus* (Şekil 5) bitkisinin insanlar tarafından fazla rağbet gördüğünden bahsetmiştir.

Sonuç

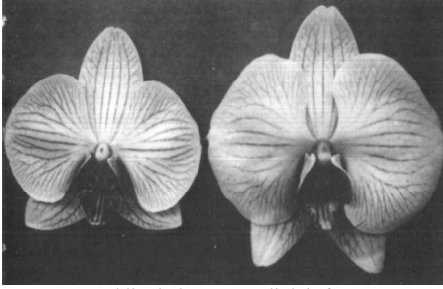
Tetraploidi özelliğinin *Phalaenopsis* orkidelerinde en çok aranan özelliklerden biri

olması yanında, elde edilmesi ve ıslah edilmesi bir o kadar zor olmaktadır. Çünkü endospermi hiç olmayan veya gelişmemiş olan orkidelerin tohumla çoğaltılması uzun zaman almaktadır. Özellikle tetraploit orkideler diploitlere göre 1-2 sene daha geç büyümektedirler. Bu durum bu orkidelerde poliploidi ıslahını zorlaştırmaktadır. Ama bütün bu zorluklara rağmen bir çok uzman ıslahçı tarafından poliploidi ıslahı yapılmakta ve bu yeni çeşitler süs bitkileri pazarına kazandırılmaktadır. Özellikle son yıllarda daha da geliştirilen doku kültürü teknikleriyle, bu durum daha da mümkün hale gelmektedir. Ülkemizde de bu tip başarılı ıslah çalışmalarının yapılarak sektörün hizmetine sunulması umulmaktadır.

Kaynaklar

- Acquaah, G., 2007. Principles of plant genetics and breeding. Wiley-Blackwell.
- American Orchid Society. 2011. *Phalaenopsis*, The Genus Beginner's Handbook, XXIII. <https://www.aos.org/Default.aspx?id=470> , Erişim: Temmuz 2015.
- Chen, L., Lou, Q., Zhuang, Y., Chen, J., Zhang, X., Wolukau, J.N., 2007. Cytological diploidization and rapid genome changes of the newly synthesized allotetraploids *Cucumis* × *hytivus*. *Planta*, 225: 603-614.
- Chen, W.H., Chen, H.H., 2007. Orchid Biotechnology. World Scientific.
- Chen, W.H., Kao, Y.L., Tang, C.Y., 2009. Method for producing polyploid plants of orchids. <http://www.google.com.tr/patents/US20090176227>, Erişim: Temmuz 2015.
- Chen, W.H., Tang, C.Y., Kao, Y.L., 2010. Polyploidy and variety improvement of *Phalaenopsis* Orchids. *Acta Horticulture*, 878: 133-138.
- Christenson, E.A., 2001. *Phalaenopsis*: A Monograph. Timber Press.
- Chuang, H.T., Hsu, S.T., Shen, T.M., 2008. Breeding barriers in yellow *Phalaenopsis* orchids. *J. Taiwan Soc. Hort. Sci.*, 54: 59-66.
- Dressler, R.L., 1993. Phylogeny and Classification of the Orchid Family. Dioscorides Press.
- Griesbach, R.J., 1981. Colchicine-induced polyploidy in *Phalaenopsis* orchids. *Plant Cell Tissue Organ Culture*, 1:103-107.
- Griesbach, R.J., 1985. Polyploidy in *Phalaenopsis* orchid improvement. *The Journal of Heredity*, 76: 74-75.
- Guang-rong, C., Zi-xue, Z., Cong-yu, Z., Neng-bing, H., Yi-hu, S., Jie-qin, L., 2009. Colchicine chemical induction during somatic

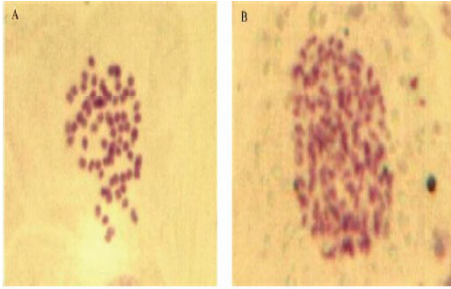
- embryogenesis from leaf segments of *Phalaenopsis* test tube plantlets. *Scientia Agricultura Sinica*, 42(9): 3368-3373.
- Hsu, S.T., Chuang, E.T., Shen, T.M., 2010. Breeding barriers in red *Phalaenopsis* orchids. *Acta Horticulture*, 878: 145-152.
- Kuo, P.C., Chen, G.F., Yang, M.L., Wu, T.S., 2010. High-performance liquid chromatography profiling of pigments from *Phalaenopsis* hybrids and their contribution to antioxidant and antityrosinase activities. *Acta Horticulture*, 878: 89-95.
- Lee, Y.I., Chen, M.C., Huang, C.Y., 2010. Effect of medium composition on asymbiotic seed germination of five *Phalaenopsis* species. *Acta Horticulture*, 878: 225-230.
- Miguel, T.P., Leonhardt, K.W., 2011. *In vitro* polyploid induction of orchids using oryzalin. *Scientia Horticulturae*, 130: 314-319.
- Ming, S., Xiao-fan, L., Ying, K., Jin-fang, S., Qi-xiang, Z., 2012. Polyploidy induction of three liliun species endemic to China (*Lilium pumilum*, *L. sargentiae*, *L. tsingtauense*). *Acta Horticulture*, 938: 83-90.
- Park, S.Y., 2015. Orchid breeding: Recent advances in biotechnology and considerations. [http://capvp.org/report/docs/4.%20Orchid%20breeding_Recent%20advances%20in%20%20biotechnology%20and%20considerations\(Soyoung%20Park\).pdf](http://capvp.org/report/docs/4.%20Orchid%20breeding_Recent%20advances%20in%20%20biotechnology%20and%20considerations(Soyoung%20Park).pdf), Erişim: Haziran 215.
- Rubuluza, T., Nikolova, R.V., Smith, M.T., Hannweg, H., 2007. *In vitro* induction of tetraploids in *Colophospermum mopane* by colchicine. *S. Afr. J. Bot*, 73: 259-261.
- Tang, C.Y., Chen, W.H., 2007. Breeding and development of new varieties in *Phalaenopsis*. In: Chen, W.H., Chen, H.H. (Eds.), *Orchid Biotechnology*. World Scientific, 1-22.
- Tsai, C.C., 2014. A new hybrid genus *Amenopsis* (*Orchidaceae*) derived from the cross between *Amesiella* and *Phalaenopsis*. *Acta Horticulture*, 1025: 57-60.
- Vaughn, L., Vaughn, V., 1973. The ascendancy of white *Phalaenopsis*. *American Orchid Soc. Bull.* 42: 231-237
- Wang, Y.T., 2010. *Phalaenopsis* mineral nutrition. *Acta Horticulture*, 878: 321-333.
- Wongprichachan, P., Huang, K.L., Hsu, S.T., Chou, Y.M., Liu, T.Y., Okubo, H., 2013. Induction of polyploid *Phalaenopsis amabilis* by N2O treatment. *Journal of Fac. Agr., Kyushu Univ.*, 58: 33-36.
- Yuan, S.C., Chin, S.W., Chen, F.C., 2015. Current trends of *Phalaenopsis* orchid breeding and study on pollen storage. *Acta Horticulture*, 1078: 19-23.
- Zhang, Z., Dai, H., Xiao, M., 2008. *In vitro* induction of tetraploids in *Phlox subulata* L. *Euphytica*, 159: 59-65.



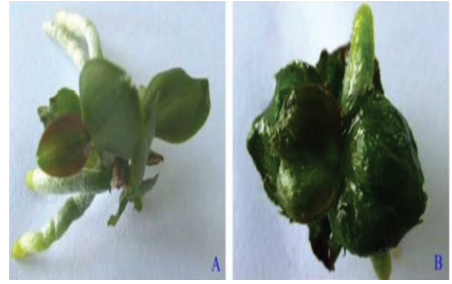
Şekil 1. Benekli *Phalaenopsis*, diploit form, $2n = 2x = 38$ (solda), tetraploit form $2n = 4x = 76$ (sağda) (Grlesbach, 1985).



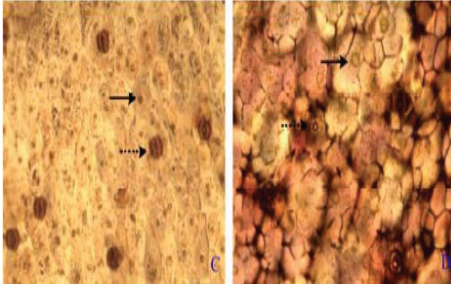
Şekil 2. *Phalaenopsis* Golden Sands 'Canary', hekzaploit form, $2n = 6x = 114$ (solda), triploit form $2n = 3x = 57$ (sağda) (Grlesbach, 1985).



Şekil 3. *Phalaenopsis* 'Tsuei Foa Lady' orkidesinin kromozom sayıları, diploit $2n = 2x = 38$ (solda), tetraploit $2n = 4x = 76$ (sağda) (Guang-rong ve arkadaşları, 2009).



Şekil 4. *Phalaenopsis* 'Tsuei Foa Lady' diploit genç bitki (solda), tetraploit genç bitki (sağda) (Guang-rong ve arkadaşları, 2009).



Şekil 5. *Phalaenopsis* 'Tsuei Foa Lady' diploit genç bitki yaprağı alt epidermik hücresinin dokusal karakteri, diploit (solda), tetraploit (sağda) (Guang-rong ve ark., 2009).



Şekil 6. *Phalaenopsis equestris* var *cyanochilus*, diploit (solda), tetraploit (sağda) (Park, 2015).