

## Cinsler Arası Melez Bir Turunçgil Popülasyonunda Çekirdeksizlik ve Çok Embriyoluluk Özelliklerinin İstatistiksel ve Genetiksel Analizleri<sup>†</sup>

Mehtap ŞAHİN ÇEVİK<sup>1\*</sup> Gloria A. MOORE<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Isparta, Türkiye

<sup>2</sup>University of Florida, College of Agricultural and Life Sciences, Department of Horticultural Sciences, Plant Molecular and Cellular Biology Program, USA

\*Yazışma yazarı: mehtapcevik@sdu.edu.tr

Geliş tarihi:01.08.2011, Yayına kabul tarihi:28.11.2011

**Özet:** Bu çalışmada turunçgillerde anaçlar için önemli bir özellik olan çok embriyoluluk ve önemli bir meyve kriteri olan çekirdeksizlik özelliklerinin kalıtımı cinsler arası karmaşık melez bir popülasyon kullanılarak analiz edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda 48 ağaçtan 27'si tamamen çekirdekli meyve verirken 7 tanesinin meyvelerinin tamamının çekirdeksiz olduğu belirlenmiştir. Geriye kalan 14 ağacın ise hem çekirdekli hem de çekirdeksiz meyve verdiği saptanmıştır. Çekirdekli ve çekirdeksiz meyve veren ağaçların sayılarının 1:1, 2:1 ve 3:1 genetik ayrışma oranlarına uyduğunu gösteren sonuçlar çekirdekliliğin bir veya birkaç genle kontrol edildiğini önermektedir. Meyvelerden elde edilen çekirdeklerin içerdikleri embriyo sayıları incelendiğinde 48 ağaçtan alınan meyvelerin hiç birinin tamamen tek embriyolu veya tamamen çok embriyolu çekirdek içermediği belirlenmiştir. Popülasyondaki tüm bireylerin %4 ile %92 arasında değişen oranlarda çok embriyoluluk gösterdiği ve ortalama çok embriyoluluk oranının %51.4 olduğu tespit edilmiştir. Bu popülasyonun bireylerinin çok embriyoluluk oranlarının normal dağılım göstermesi bireylerin bu özellik açısından aralıksız çeşitlilik (varyasyon) gösterdiğine işaret ederek çok embriyoluluğun çok genle kontrol edilen kantitatif bir özellik olduğunu göstermektedir.

**Anahtar kelimeler:** Turunçgil, poliembriyoni, çekirdeksizlik, genetik

### Statistical and Genetic Analysis of Seedlessness and Polyembryony in *Citrus* using an Intergeneric Hybrid Population

**Abstract:** In this study, inheritance of polyembryony which is an important trait for citrus rootstock and seedlessness which is an important fruit character for scions was analyzed using an intergeneric hybrid population. As a result of these analyses, it was determined that while fruits from 27 out of 48 trees were all seedy, fruit collected from 7 trees were all seedless. Remaining 14 trees produced both seedy and seedless fruits. Number of fruits bearing seedy and seedless trees fitted the 1:1, 2:1 and 3:1 segregation ratios suggesting that the seedlessness is controlled by one or a few genes. When the number of embryo contained in seeds extracted from fruits was evaluated, it was determined that none of the fruits contained completely monoembryonic or completely polyembryonic seeds. It was found that all trees showed polyembryonic seeds 4% to 92% and the average polyembryony rate was 51.4%. The polyembryony rate of individuals in this population showed a normal distribution indicating that polyembryony is a quantitative trait controlled by many genes.

**Key words:** *Citrus*, polyembryony, seedlessness, genetics

### Giriş

Çekirdeksizlik gerek sofralık tüketim yapılı turunçgil yetiştiriciliğinde istenen gerekse meyve suyu üretimi amacıyla bir özelliktir. Bu nedenle ticari olarak

<sup>†</sup> Bu çalışma kısmen Yüksek Lisans tezinden türetilmiştir.

yetiştirilen turunçgil tür ve çeşitlerinde çekirdek sayısının azaltılması veya ticari çekirdeksizliğin geliştirilmesi amacıyla uzun yıllardır ıslah çalışmaları yapılmaktadır (Raza et al., 2003). Turunçgil türleri içerdikleri çekirdek sayısına göre mutlak çekirdeksiz, ticari çekirdeksiz ve çekirdekli olarak sınıflandırılmaktadır (Anonymous, 1988). Turunçgillerde çekirdeksizlik doğal olarak döllenme olmadan meyve oluşumunu yani partenokarpiyle veya embriyo aborsiyonuyla mümkün olmaktadır (Vardi et al., 2008). Ayrıca uyuşmazlık ve kısırılık gibi olaylar da çekirdeksizliği artırmaktadırlar (Yamamoto 1995). Bunun yanında triploid bitkilerin üretilmesi, radyasyon yoluyla mutant oluşturma, somatik hibridizasyon gibi çeşitli ıslah yöntemleriyle çekirdeksiz meyve veren turunçgil çeşitleri geliştirilmiştir (Raza et al., 2003; Guo et al., 2004; Cai et al., 2007; Uzun et al., 2008; Vardi et al., 2008). Bununla birlikte turunçgillerde çekirdeksizliğin genetik mekanizması ve çekirdeksizlikte rol oynayan genler konusunda pek fazla bilgi bulunmamaktadır. Son yıllarda yapılan moleküler çalışmalarda bir yandan çekirdeksizlikle ilişkili markörler belirlenmeye çalışılırken (JinPing, 2009) bir yandan da turunçgillerde çekirdeksizlikle ilgili genlerin belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Çekirdeksizlikle ilgili yapılan moleküler çalışmaların başarılı bir şekilde yürütülmesi için turunçgillerde çekirdeksizliğin kalıtımı konusunda temel çalışmalar yapılması gerekmektedir. Yapılan temel çalışmalarda turunçgillerde çekirdeksizliğin genetik temellerinin belirlenmesi ve kalıtımının kaç genle kontrol edildiğinin ortaya konması gerekmektedir.

Çok embriyoluluk (poliembriyon) bir tek çekirdek içerisinde birden fazla embriyo bulunması olup turunçgillerde ortak ve önemli bir özelliktir. Bu embriyolardan biri seksüel gametten oluşurken diğerleri dişi bitkinin genetik özelliklerinin aynısına sahip olan nusellar hücrelerden oluşmaktadır (Koltunow et al., 1996). Tek embriyolu (monoembriyonik) ve çok embriyolu (poliembriyonik) turunçgil türleri

arasında yapılan melezlemeler sonucunda 1:1 oranına yaklaşan bir embriyolu ve çok embriyolu bireyler elde edilmiş olmasına rağmen iki tek embriyolu turunçgil türünün çaprazlanması sonucunda ise her zaman tek embriyolu bireyler elde edilmiştir (Soost and Roose 1996). Bu izlenimler ve bulgular çok embriyoluluk özelliğinin bir ya da iki baskın genle aktarıldığını ve çok embriyoluluk derecesinin genetiksel değiştiricilerden (modifiers) de etkilendiğini işaret etmiştir (Soost and Roose 1996).

Geçmişte turunçgil çekirdeklerinin çok embriyoluluk dereceleri bitkinin morfolojik özellikleri (Hearn, 1977), izozyme analizi (Iglesias et al., 1974) ve bu iki yöntem birlikte kullanılarak (Ashari et al., 1988; Bowman et al., 1995) belirlenmeye çalışılmıştır. Zigotik ve nüseller turunçgil fidanlarının belirlenmesi amacıyla daha basit ve hızlı bir yöntem olan fenol oksidaz enziminin katalize ettiği kahverengileşmeye dayanarak belirlenmiştir. Bu özelliğin genetiksel analizleri bazı istisnalar dışında fenol oksidaz kahverengileşmesinin kahverengileşmemeye baskın olduğunu da göstermiştir (Esen and Soost, 1974). Son yıllarda nüseller ve zigotik embriyolardan elde edilen fidanların birbirinden ayrılması için moleküler markörler geliştirilerek kullanılmaktadır (Garcia et al., 1999; Andrade-Rodríguez et al., 2004; Aleza et al., 2010). Çok embriyoluluk ve nüseller embriyolar gerek turunçgil yetiştiriciliği gerekse turunçgil ıslahı açısından önemli bir özellik olmasına rağmen çok embriyoluluğun kalıtımı üzerine yapılan çalışmalar sınırlı kalmıştır.

Bu çalışmada cinsler arası karmaşık bir melez popülasyonu kullanılarak turunçgil yetiştiriciliğinde ve ıslahında önemli olan ticari çekirdeksizlik ve çok embriyoluluk özelliklerinin kalıtımı istatistiksel ve genetik yöntemleri kullanılarak araştırılmıştır.

### Materyal ve Yöntem

Cinsler arası karmaşık {*C. grandis* x [*C. paradisi* x *Poncirus trifoliata*]} x {[*C. paradisi* x *P. trifoliata*] x *C. reticulata*] x [(*C. paradisi* x *Poncirus trifoliata*) x *C. sinensis*]} çaprazlama sonucu elde edilen ve

daha önce tanımlanan (Şahin Çevik and Moore, 2007; 2011) bitki populasyonunun içerisinde meyve vermeye başlayan 48 bitkinin her birinden 10 meyve rastgele seçilerek toplanmıştır. Her bir meyvedeki çekirdeklerin tamamı çıkartılıp toplanarak sayılmıştır. İçerdikleri çekirdek sayısına göre altı ve daha az çekirdek içeren meyveler ticari çekirdeksiz, altıdan daha fazla çekirdek içeren meyveler ise çekirdekli olarak gruplandırılmıştır. Meyvelerin toplandığı ağaçlar meyvelerinin içerdiği çekirdek sayılarına göre analiz edilerek her birinin çekirdeklilik ve çekirdeksizlik oranları yüzde olarak hesaplanmıştır.

Çekirdekler sayıldıktan sonra her bir meyveden elde edilen çekirdeklerden 5'er tanesi (her ağaçtan toplam 25 çekirdek) embriyo özellikleri incelenmek üzere tesadüfi olarak seçilmiştir. Bu çekirdekler yıkanıp petri kaplarına konularak kurutulduktan sonra kurutulan çekirdekler bir bistürü ucuyla ayrı ayrı boylamasına dikey olarak kesilerek her bir çekirdek içerisindeki embriyolar sayılmıştır. Çekirdeklerin içerdiği embriyo sayısına göre meyveler bir embriyo içerenler tek embriyolu (monoembryonik) veya birden fazla embriyo içerenler çok embriyolu (poliembryonik) olarak sınıflandırılmıştır. Meyvelerin toplandığı ağaçlar meyvelerinden elde edilen çekirdeklerin embriyo içeriğine göre analiz edilerek her birinin tek ve çok embriyoluk oranları yüzde olarak hesaplanmıştır.

## Bulgular

### *Çekirdeksizlik*

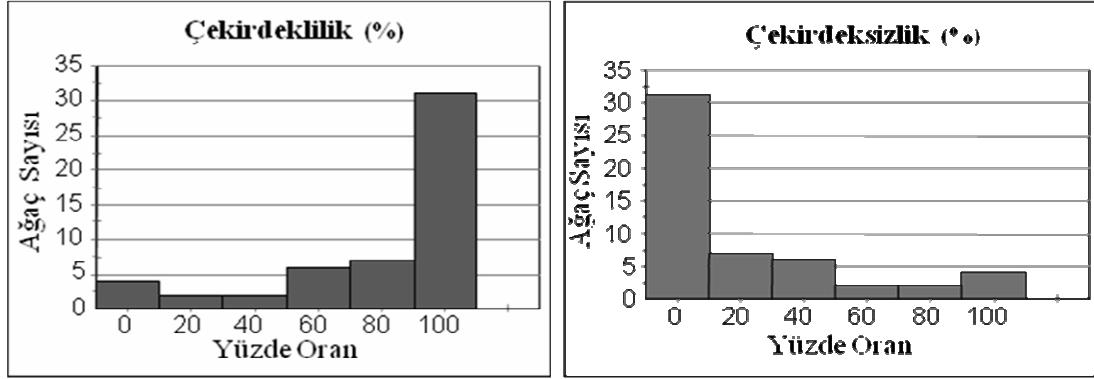
Her ağaçtan toplanan meyvelerdeki çekirdek sayıları belirlenerek bu ağaçların çekirdekli ve çekirdeksiz meyve oranları yüzde olarak hesaplanmıştır. Analizi yapılan 48 ağaçtan 27 tanesinin meyvelerinin tamamının altıdan daha fazla çekirdek içerdiği belirlenmiştir. Diğer bir deyimle bu ağaçlardan alınan meyvelerin %100'ünün çekirdekli olduğu bulunmuştur. Buna karşın 7 tanesinin meyvelerinin tamamının ise altı ve daha az çekirdek içerdiği belirlenmiştir. Diğer bir deyimle bu ağaçlardan alınan meyvelerin %100 ticari

çekirdeksiz olduğu bulunmuştur. Bunların dışındaki 14 ağaçtan alınan meyveler ise değişik yüzdelerde çekirdeklilik ve ticari çekirdeksizlik tespit edilmiştir. Bu gruptaki ağaçların çekirdekli ve çekirdeksiz meyve oranları %20-80 arasında değişmiş olup ağaçların yüzde olarak çekirdeklilik ve çekirdeksizlik oranlarına göre dağılımları Şekil 1'de gösterilmektedir.

Meyvelerinin çekirdeksiz olup olmadıklarına göre analizi yapılan ağaçlar bütün meyveleri çekirdekli olan ve meyvelerinin en az bir kısmı çekirdeksiz olan meyveler olarak gruplandırılmıştır. Çekirdekli meyve veren ağaçların çekirdeksiz meyvelilere oranı 27:21 olup bu oranın 1:1 genetik ayrışım oranına denk gelip gelmediğini göstermek için Khi-Kare (Chi-Square,  $\chi^2$ ) testi uygulanmıştır. Bu oranın  $\chi^2$  değeri  $P \leq 0.05$ 'de 0.75 olarak bulunmuştur ve bu sonuç 27:21 fenotipik oranının istatistiksel olarak 1:1 genetik ayrışım oranına denk geldiğini göstermiştir (Çizelge 1). Buna dayanarak bu çalışmada kullanılan bitki populasyonunda çekirdeklilik özelliğinin çekirdeksizliğe baskın olduğunu ve çekirdekliliğin bir genle kontrol edildiği tahmin edilmektedir. Meyvelerinin çekirdeksiz olup olmadıklarına göre analizi yapılan ağaçlardan bütün meyveleri çekirdekli olanlar ve meyveleri %80 ve üzerinde çekirdekli olanlar çekirdekli olarak gruplandırıldığında çekirdekli meyve veren ağaçların çekirdeksiz meyvelilere oranı 34:14 olup bu oranın 3:1 ve 2:1 genetik ayrışım oranına uygun olup olmadıkları göstermek için bu oranlara  $\chi^2$  testi uygulanmıştır.  $\chi^2$  testi  $P \leq 0.05$ 'te 3:1 oranı için ise 0.44 değeri vererek gözlemlenen 34:14 çekirdekli:çekirdeksiz oranının istatistiksel olarak 3:1 genetik ayrışım oranına uygun olduğunu göstermiştir. Bu sonuç çekirdekliliğin kalıtımında etkili genin dominant olabileceğine işaret etmiştir. Ancak  $\chi^2$  testi  $P \leq 0.05$ 'te 2:1 oranı için 0.37 değeri vererek gözlemlenen 34:14 çekirdekli:çekirdeksiz oranının istatistiksel olarak 2:1 genetik ayrışım oranına da uygun olduğunu göstermiştir. Bu sonuç bize çekirdekliliğin kalıtımının bir dominant gen etkisinden daha karmaşık olabileceğini göstermiştir. Bunun yanında gözlemlenen

27:21 oranının 9:7 segregasyon oranına bire bir uyması çekirdekliliğin kalıtımında gen komplementasyonu olabileceğini yani bu özelliğin birbirlerini tamamlayıcı bağımsız iki dominant genle de kontrol edilebileceğini göstermiştir. Bu sonuçlar

birlikte değerlendirildiğinde kullanılan popülasyonda çekirdeklilik özelliğinin ticari çekirdeksizliğe baskın olduğunu ve kullanılan turuncgil türlerinde çekirdekliliğin bir veya birkaç genle kontrol edildiği düşünülebilir.



Şekil 1. Meyvelerde çekirdeklilik ve çekirdeksizlik oranlarının dağılımı (%)

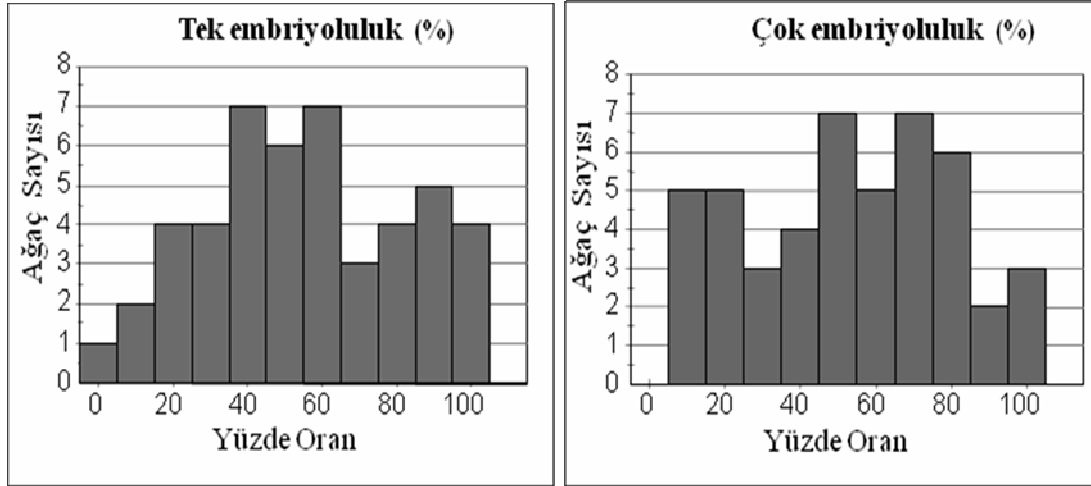
Çizelge 1. Çekirdeksizlik özelliği için yapılan Khi-Kare analizlerinin sonuçları.

Gözlenen Oran	Beklenen Oran	Genetik Ayrışım Oranı	Ağaç Sayısı	$\chi^2$ Değeri	$P \leq 0.05$ Değeri	Sonuç
27:21	24:24	1:1	48	0.75	3.84	Uygun
34:14	32:16	2:1	48	0.37	3.84	Uygun
34:14	36:12	3:1	48	0.44	3.84	Uygun
27:21	27:21	9:7	48	0	3.84	Uygun

#### Çok embriyoluluk

Çekirdekli meyve veren her bir ağaçtan alınan 5 meyveden çıkarılan toplam 25 çekirdek kesilip içerdikleri embriyolar sayılarak ağaçlar tek embriyolu veya çok embriyolu olarak sınıflandırılmıştır. Her bir ağaçtan elde edilen çekirdeklerin tek veya çok embriyoluluk oranları yüzde olarak hesaplanmıştır. Analizi yapılan 48 ağaçtan toplanan meyvelerin hiçbiri ne tamamen tek embriyolu ne de tamamen çok embriyolu çekirdekler içermiş olup değişik oranlarda tek ve çok embriyolu çekirdekler içerdikleri bulunmuştur. Bütün ağaçların %6 ile %92 arasında değişen oranlarda çok embriyoluluk gösterdiği ve ortalama çok

embriyoluluk oranının %51.4 olduğu tespit edilmiştir. Bu 48 ağaçtan sadece 3 tanesi %90'nın üzerinde ve sadece 6 tanesi de %20'nin altında çok embriyoluluk gösterirken geriye kalan ve çoğunluğu oluşturan ağaçlara %20 ile %90 arasında değişen oranlarda tek embriyoluluk gösterdiğinden istatistiksel olarak normal bir dağılım göstermiştir. Bu değerlerin normal dağılımları bitkilerin bu özellik açısından aralıksız çeşitlilik (varyasyon) gösterdiğine işaret ederek çok embriyoluluk özelliğinin kantitatif bir özellik olduğunu diğer bir deyimle çok genle kontrol edildiğini göstermiştir.



Şekil 2. Çekirdeklerde tek ve çok embriyoluluk oranlarının dağılımı (%)

### Tartışma ve Sonuç

Turunçgillerde çok embriyoluluk 1700'lü yıllardan beri bilinen bir özellik olup genellikle tohum yoluyla aseksüel üreme anlamına gelen apomiksisle ilişkili olarak ortaya çıkmaktadır. Turunçgiller içerisinde poliembryonik ve monoembryonik türler bulunmakla birlikte bazı ağaç kavunu (sitron) çeşitleri, şadok, Clementine ve diğer bazı mandarin hibritleri örneğin Temple tangor dışındaki tür ve çeşitler poliembryonik çekirdek oluşturmaktadır (Koltunow et al., 1996). Bu çalışmada intergenerik melezlemeden elde edilen bir popülasyon kullanılmış olup çaprazlamada kullanılan ebeveynlerden birinin şadok olması çok embriyoluluk kalıtımının araştırılmasına olanak sağlamıştır. Bu çalışmada kullanılan popülasyon öncelikli olarak turunçgillerde soğuğa dayanıklılığın kalıtımının araştırılmasına ve soğuğa dayanıklı turunçgil çeşidi geliştirilmesi amacıyla elde edilmiştir. Ancak kullanılan ebeveynlerden birinin monoembryonik özellik gösteren şadok olmasından dolayı monoembryoni özelliğinin araştırılmasında da kullanılmıştır. Bu çalışma kapsamında çok farklı özelliklerdeki turunçgil türlerinin çaprazlanmasından elde edilen bireylerde çekirdeklilik ve poliembryoni özelliklerinin genetik olarak nasıl kontrol edildiği belirlenmiştir. Buna göre çekirdeklilik bir veya birkaç genle kontrol edilen bir özellik

olarak bulunurken poliembryoni özelliğinin çok genle aktarılan kantitatif bir karakter olduğu belirlenmiştir.

Çekirdeksizlik ticari üretimi yapılan turunçgil tür ve çeşitlerinde aranan en önemli özelliklerden biridir. Turunçgillerde çekirdeklilik önemli bir sorun oluşturmaktadır ve bunların pazar değerini düşürmektedir. Hatta diğer özellikleri çok iyi olan portakal ve mandarin çeşitleri sadece çok çekirdek içermelerinden dolayı yetiştirilmemektedir. Bu nedenle uzun yıllardır turunçgil türleri içerisinde çekirdeksiz bir turunçgil çeşidi geliştirmek amacıyla mutasyon ve melezleme ıslahı çalışmaları yapılmaktadır (Raza et al., 2003). Özellikle radyasyon mutasyonu ile çekirdeksiz yeni turunçgil çeşitleri geliştirilip piyasaya sürülmesine (Uzun et al., 2008; Vardi et al., 2008) rağmen çekirdeksizliğin genetik ve moleküler mekanizmaları henüz bilinmemektedir. Bu çalışmada intergenerik melezlemeden elde edilen bir popülasyon kullanılmış olup çaprazlamada kullanılan ebeveynlerin çekirdekli olması ancak çekirdek sayılarında önemli bir varyasyon göstermesinden dolayı çekirdeksizliğin kalıtımının araştırılmasına olanak sağlamıştır.

Bu bilgiler ticari olarak yetiştirilen turunçgillerde çekirdeksizlik ve çok embriyoluluk özellikleri üzerinde yapılacak olan ıslah çalışmalarına katkı sağlayacaktır. Turunçgillerde çok embriyoluluk ve bunlardan oluşan nüseller fidanları

belirlemede çeşitli yöntemler geliştirilmiş olmakla birlikte bu özelliklerin genetik kalıtımı konusunda fazla çalışma yapılmamıştır. Bu çalışmadan elde edilen bulgular anaç olarak kullanılan turunçgil türlerinde önemli bir özellik olan çok embriyoluluk ve kalem olarak kullanılan turunçgil türlerinde önemli bir özellik olan çekirdeksizliğin kalıtımı konusunda yapılacak çalışmalara katkı sağlayacaktır. Poliembriyoni çok genle kontrol edilen bir özellik olmasından dolayı bundan sonra yapılacak moleküler ıslah çalışmalarında bu özelliği kontrol eden kromozom bölgeleri QTL haritalama gibi yöntemlerle araştırılarak bu özellik ile ilişkili markörler geliştirilebilir. Ayrıca poliembriyoni özelliği ile ilgili olarak önemli genlerin belirlenmesine yönelik moleküler çalışmalar da yapılmalıdır. Çekirdeksizliğin bir veya birkaç genle kontrol edilmesinden dolayı çekirdeksizlikle ilgili genleri belirlemek daha kolay olacaktır. Bu amaçla gen haritalama ve markör özellikleri ilişkilendirme yoluyla çekirdeksizlikle ilişkili moleküler markörler geliştirilebileceği gibi çekirdeksizlikten sorumlu genlerin belirlenmesine yönelik çalışmalar da yapılarak çekirdeksiz turunçgil türlerinden çekirdeksizlikle ilişkili genler klonlanabilecektir.

### Kaynaklar

- Aleza, P., Juárez, J., Ollitrault, P. Navarro, L. 2010. Polyembryony in non-apomictic citrus genotypes. *Annals of Botany*, 2010, 106: 533-545.
- Andrade-Rodríguez, M., Villegas-Monter, A. Carrillo-Castañeda, G. and García-Velázquez, A. 2004. Polyembryony and identification of Volkamerian lemon zygotic and nucellar seedlings using RAPD/ 4Pesq. *Agropec. Bras.*, 2004, 39: 551-559.
- Anonymous. 1988. The International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI). *Discriptor for Citrus*.
- Ashari, S., Aspinall D., and Sedgley M. 1988. Discrimination of zygotic and nucellar seedlings of five polyembryonic citrus rootstocks by isozyme analysis and seedling morphology. *Journal of Horticultural Sciences*, 1988, 63: 695-703.
- Bowman, K.D., Gmitter Jr., F.G. and Hu, X. 1995. Relationships of seed size and shape with polyembryony and the zygotic or nucellar origin of *Citrus* spp. seedlings. *HortScience*, 1995, 30: 1279-1282.
- Cai, X.D., Fu, J., Deng, X.X. and Guo, W.W. 2007. Production and molecular characterization of potential seedless cybrid plants between pollen sterile Satsuma mandarin and two seedy *Citrus* cultivars. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 2007, 90: 275-283.
- Esen, A. and Soost, R.K. 1974. Inherence of browning of young-shoot extracts of Citrus. *Journal of Heredity*, 1974, 65: 97-100.
- García, R., Asíns, M.J., Forner, J. and Carbonell, E. A. 1999. Genetic analysis of apomixis in *Citrus* and *Poncirus* by molecular markers. *Theoretical and Applied Genetics*, 1999, 99: 511-518.
- Guo, W.W. Prasad, D., Cheng, Y.J., Serrano, P., Deng, X.X. and Grosser, J.W. 2004. Targeted cybridization in citrus: transfer of Satsuma cytoplasm to seedy cultivars for potential seedlessness. *Plant Cell Reports*, 2004, 22:752-758.
- Hearn, C.J. 1977. Recognition of zygotic seedlings in certain orange crosses by vegetative characters. *Proceedings of International Society of Citriculture* 2, 1977, pp. 611-614.
- Iglesias, L., Lima, H. and Simon, J.P. 1974. Isoenzyme identification of zygotic and nucellar seedlings in Citrus. *Heredity*, 1974, 65: 81-84.
- JinPing, X., LiGeng, C., Ming, X., HaiLin, L. and WeiQi, Y. 2009. Identification of AFLP fragments linked to seedlessness in Ponkan mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) and conversion to SCAR markers. *Scientia Horticulturae*, 2009, 121, 505-510.
- Koltunow, A.M., Hidaka, T. and Robinson, S.P. 1996. Polyembryony in Citrus. *Accumulation of seed storage*

- proteins in seeds and in embryos cultured in vitro. *Plant Physiology*, 1996, 110 (2): 599-609.
- Raza, H., Khan M.M. and Khan, A.A. 2003. Seedlessness in *Citrus*. *International Journal of Agriculture & Biology*, 2003, 3: 388–391.
- Soost, R.K. and Roose, M.L. 1996. *Citrus*. In: *Fruit Breeding*. Vol. I. (Ed. Janick, J. and Moore, J.N.), John Wiley, New York, pp. 256-323.
- Şahin Çevik, M. and Moore, G.A. 2007. Construction of a genetic linkage map of *Citrus* with random amplified polymorphic DNA (RAPD) markers using a progeny population from a complex intergeneri cross. *Turkish Journal of Botany*, 2007, 31(2):79-86.
- Şahin Çevik, M. and Moore, G.A. 2011. Quantitative trait loci analysis of morphological traits in *Citrus*. *Plant Biotechnology Reports*. Basımda. DOI: 10.1007/s11816-011-0194-z.
- Uzun A., Gulsen O., Kafa G., Seday U. 2008. 'Alata, 'Gulsen, and 'Uzun Seedless Lemons and 'Eylul' Early-maturing Lemon. *HortScience* 43:1920-1921.
- Vardi, A., Levin I. and Carmi, N. 2008. Induction of Seedlessness in Citrus: From Classical Techniques to Emerging Biotechnological Approaches. *Journal of American Society of Horticultural Sciences*, 2008, 133: 3-164.
- Xiao, J.P., LiGeng, C., Ming X., HaiLin, L. and WeiQi, Y. 2009. Identification of AFLP fragments linked to seedlessness in Ponkan mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) and conversion to SCAR markers. *Scientia Horticulturae*, 2009, 121: 505–510.
- Yamamoto, M., Matsumoto R and Yamada Y. 1995. Relationship between Sterility and Seedlessness in Citrus. *Journal of Japanese Society of Horticultural Sciences*, 1995, 64: 23-29.