

Farklı İslah Programlarından Elde Edilen Çilek Çeşitlerinde Fenotipik Çeşitlilik

Kazim GÜNDÜZ¹ Safder BAYAZİT²

¹ İnönü Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü 44000 Malatya

² Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl., 31000, Hatay

Özet

Çilek fenotipik protokolü 4 ıslah programı tarafından (Oregon, Michigan, New Hampshire, Kaliforniya ve Florida) 4 kategoride (fenoloji ve çiçek özellikleri, bitki özellikleri, meyve özellikleri ve meyve kimyasal özellikler) tanımlanmıştır. Bu çalışmada amaç, Amerika (ABD), Avrupa (ABD) ve Türkiye (TR) ıslah programlarından gelen 42 eski ve yeni çilek çeşidinin fenotipik çeşitliliğini henüz geliştirilen fenotipik tanımlama klavuzu kullanılarak değerlendirmektir. Çalışmada ABD, AB ve TR ıslah programlarından gelen meyve yükü ve bitki gücü bakımından üstün özelliklere sahip çeşitler 'Albion', 'Arnavutköy', 'Camarosa', 'Fortuna', 'Redlands Hope', 'Rubygem', ve 'Senge Sengena', olarak belirlenmiştir. ABD'den gelen Günütr (GN) 'Albion' irilik, şekil, görünüş, meyve yükü, bitki gücü, parlaklık gibi özellikler bakımından üstünlük gösterirken, iç renk derinliği bakımından zayıf olduğu belirlenmiştir. Kısa Gün (KG) çeşitlerinden ABD' den 'Camarosa', 'Fortuna', 'Rubygem', AB'den 'Sabrosa' ile Avustralya'dan (AV) 'Redlands Hope', çeşitleri üstün özelliklere sahip çeşitler olarak belirlenmiştir. TR'den 'Arnavutköy' çeşidi meyve iriliği ve yumuşaklığı dışındaki özellikler bakımından üstün özelliklere sahip çeşit olarak değerlendirilmiştir. Çilek ıslahında bir özelliği kontrol eden genlerin tanımlanması fenotipik çalışmalarda elde edilen veriler ile DNA tanımlama testlerinden elde edilen veriler birlikte kullanıldığında daha anlamlı olabilir.

Anahtar kelimeler: *Çilek, fenotipik tanımlama, bitki özellikleri, ıslah*

Phenotypic Variability in Strawberry Cultivars from Different Breeding Program

Abstract

The strawberry phenotypic protocol is defined by 4 breeding programs (Oregon, Michigan, New Hampshire, California and Florida) and 4 categories (phenology and flower characteristics, plant characteristics, fruit characteristics and chemical properties of fruits) in 4 categories. The aim of this study has to evaluate the phenotypic diversity of 42 old and new strawberry cultivars from the American, European and Turkish breeding programs using the newly developed phenotypic description guide. In study, 'Albion', 'Arnavutköy', 'Camarosa', 'Fortuna', 'Redlands Hope', 'Rubygem' and 'Senge Sengena' cultivars were identified with superior characteristic coming from USA, EU and TR breeding programs. The DN 'Albion' from USA was found to be weak in terms of internal color depth, while showing superiority in terms of size, shape, appearance, crop load, plant vigor, brightness. From TR 'Arnavutköy' cultivars were had superior to all properties except the fruit weight and firmness. The data in these trials will be combined with DNA diagnostic tests to identify genes of importance for strawberry breeding.

Key words: Strawberry, phenotyping characterization, plant properties, breeding

Giriş

Bitki ıslah programları yeni çeşit geliştirmek ve fenotipik özellikleri tanımlamak için yapılmaktadır. Çilek ıslah programları melezleme ıslahı gibi geleneksel ıslah yöntemlerini kullanarak arazi ve laboratuvar koşullarında yürüttükleri ölçeklendirmelerden çeşit eldesine gitmektedirler. Ancak derim sonrası meyve kalitesi, hastalıklara dayanım ve gün-nötr vb. özellikleri arazi ve laboratuvar koşullarında test etmek oldukça zordur. Tam bu noktada, diğer birçok türde marker destekli ıslah yöntemleri kullanarak hızla yeni çeşitler geliştirilmektedir. Bu teknolojinin kullanımı maliyeti düşürdüğü ve etkinliği artırdığı için geleneksel ıslah yöntemlerinin yerine kullanılmaktadır (Bliss, 2010; lezzoni ve ark., 2010).

Amerikan Tarım Bakanlığı tarafından 2009-2014 yılları arasında "RosBREED: Enabling marker-assisted breeding in Rosaceae" başlıklı bir proje yürütülmüştür. Proje kapsamında Rosaceae'larda (şeftali, elma, çilek, kiraz, vişne, kayısı, armut ve ahududu gibi) geleneksel ıslah yöntemleri yanında genomik araştırmalar ile yeni çeşitler geliştirmek amaçlanmıştır (lezzoni ve ark., 2010). Proje kapsamında elma (Evans ve ark., 2011), şeftali (Frett ve ark., 2012) ve çileklerde (Mathey ve ark., 2013) büyük ölçekli fenotipik protokoller hazırlanmıştır (www.rosbreed.org). Bu protokoller doğrultusunda belirlenen üstün ve zayıf özellikler DNA tanılama yöntemleri ile taranarak elde edilen bulgular doğrultusunda çalışmalar devam etmektedir.

Çilekte marker destekli seçim çalışmaları sınırlıdır. Fakat moleküler kaynaklar için çilek oldukça uygun altyapıya sahip türlerden bir tanesidir. Yapılan önceki çalışmalara örnek vermek gerekirse; 1) diploid çilekler için *F. vesca* L. 815 × *F. bucharica* Losinsk 601 (FV × FB) (Sargent ve ark., 2008), 2) genom haritası için *F. vesca* (orman çileği) (Shulaev ve ar., 2011), 3) *F. xananassa* popülasyonları, 'Capitola' × CF1116 (Lerceteau-Köhler ve ark., 2003; Rousseau-Gueutin ve ark., 2008), 'Tribute' × 'Honeoye' (Weebadde ve ark., 2008; Castro ve ark., 2015), 'Redgauntlet' ×

'Hapil' (Sargent ve ark., 2009) ile '232' × '1392' (Zorrilla-Fontanesi ve ark., 2011) referans olarak kullanılmıştır. Ayrıca stolon oluşumu, gün-nötr özelliği için, SÇKM, askorbik asit, suda çözünebilir asit içeriği, renk, aroma ve sertlik üzerinde de moleküler düzeyde çalışmalar mevcuttur (Lerceteau-Köhler ve ark., 2012; Zorrilla-Fontanesi ve ark., 2012; Castro ve ark., 2015).

Ülkemizin çilek gen kaynakları hem yerel çeşitlerden hem de yabancı türlerden oluşmaktadır. Yerel çeşitler çoğunlukla çok yoğun kokuları ve tatları sebebiyle yetiştirilmekte/toplanmaktadır. Bunlar, Ereğli (Zonguldak), Orman (Bolu), Osmanlı (İstanbul), Arnavutköy (İstanbul), Emiralem (İzmir) ve Kestel (Bursa) çilekleridir. Türkiye'de çilek gen kaynaklarının toplanıp, karakterize edilme çalışmaları Dokuzoğuz (1963), Kaşka ve Paydaş (1986) ve Serçe ve ark., (2007) tarafından gerçekleştirilmiştir. Yerli çeşitlerimiz ('Osmanlı', 'Ereğli', 'Arnavutköy') tat ve aroma bakımından üstün düzeyde olup, meyve küçük ve verimi azdır. Bu nedenle ülkemizde yerli çeşitlerimizin aroması ile yabancı çeşitlerin verim, meyve iriliği ve erkencilik gibi özellikleri dikkate alınarak melezleme ıslahı konusunda Yalova'da Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü ve Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri bölümünde çalışmalar yürütülmüştür. Yalova'da yapılan çalışmada 'Arnavutköy' çileği ana, 'Aliso' ve 'Tioga' çeşitleri ise baba olarak kullanılmış ve elde edilen genotiplerden Yalova-15, Yalova-104 ve Yalova-110 çeşit olarak tescil edilmiştir. Yürütülen adaptasyon çalışmasında Yalova-15 çeşidinin verim, üstün tat ve aromaya sahip olduğu ve Marmara Bölgesi için yetiştiriciliğinin uygun olduğu belirlenmiştir (Konarlı ve ark., 1984). Yalova'da yapılan diğer bir çalışmada 'Osmanlı', 'Yalova 104', 'Tufts', 'Cruz' ve 'Tioga' çeşitlerinin karşılıklı değişik kombinasyonlarının melezlenmesi sonucu 19 tip çeşit adayı olarak seçilmiştir (Erenoğlu ve ark., 1998). Morfolojik erkek kısır "Osmanlı" çileğinin, Çukurova Üniversitesi'nde, Paydaş ve Kaşka, (1992) tarafından Avrupa ve Amerikan çeşitleriyle melezlenmesi

çalışmasında aroma bakımından üstün bazı tipler elde edilmiştir. Ancak meyveleri yeterli sertlikte olmadığından sanayilik için önerilmiştir (Üstün, ve Paydaş, 1995). Çukurova Üniversitesi'nde yürütülen bu çalışmalar sonucunda 'Kaşka', 'Sevgi' ve 'Ebru' adında üç çeşit tescil edilmiştir (08 Nisan 2009 Tarihinde Toplanan Meyve Tescil Komitesi Toplantısı). Ülkemiz çilek ıslahında yürütülen diğer bir çalışmada ise Serçe ve ark. (2008), çileklerde meyve eti sertliğini kontrol eden genlerin haritalanması amacıyla yürütülmüş olup, ülkemizde yetiştiriciliği en yoğun olarak yapılan, meyve eti sertliği yüksek 'Camarosa' ve 'Osmanlı' melezlemelerinden elde edilen 340 bitki çeşitli bitkisel özellikleri bakımından iki yıl süreyle karakterize edilmiştir.

Yeni çeşit geliştirmek için global ölçekli fenotipik tanımlamaların kullanılması önem arz etmektedir. Tam bu noktada bu çalışmada amaç Amerika, Avrupa ve Türkiye ıslah programlarından gelen ve Hatay'da yetiştirilen çilek çeşitlerini Mathey ve ark. (2013), tarafından geliştirilen fenotipik tanımlama testi ile değerlendirmektir. Bu kapsamda fenolojik özellikler ve çiçek özellikleri (çiçek sapı uzunluğu, çiçeklenme durumu, anterin durumu, çiçeklenme periyodu, çiçek sapındaki salkım sayısı ve derim tarihi), bitki özellikleri (verim tahmini ve bitki gücü), meyve Özellikleri (meyve şekli, görünüşü, kusurluluk durumu, aken rengi, aken pozisyonu, aken yüzde doluluğu, dış renk, parlaklık, meyve kabuk sertliği, kaliks büyüklüğü, kaliks pozisyonu, sertlik, kaliksin kopma kolaylığı, iç renk, iç renk derinliği, meyve et rengi derinliği, tat ve aroma) ve meyve kimyasal özellikleri (meyve ağırlığı, pH, suda çözünen kuru madde (%), titre edilebilir asitlik) incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Çalışma Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümünde 2015-2016 yetiştirme sezonunda yürütülmüştür. Bitkisel materyal olarak Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsünden temin edilen Amerika (ABD), Avrupa Birliği

(AB), Kanada (KA), Avusturalya (AV) ve İsrail (İS) çilek ıslah programlarından üretilen 27 çilek çeşidi ('Albion', 'Aliso', 'Annapolis', 'Camarosa', 'Cal Giant-2', 'Cal Giant-3', 'Cal Giant -5', 'Delmarvel', 'Dorit', 'Elsenta', 'Elvira', 'Fern', 'Fortuna', 'Gianna', 'Honeoye', 'Kabarla', 'Mindoir', 'Muir', 'Redlanshope', 'Rubygem', 'Sabrosa', 'Senge Sengena', 'Sweet Ann', 'Sweet Charlie', 'Tioga', 'Tudla', 'Tufts') ile ülkemiz (TR) çilek ıslah programlarından elde edilen 15 çilek çeşidi ('Arnavutköy', 'Ata77', 'Bolverim77', 'Doruk77', 'Dorukhan77', 'Ebru', 'Eren77', 'Erenoğlu77', 'Hilal77', 'Kaşka', 'Osmanlı', 'Sevgi', 'Yalova104', 'Yalova15', 'Yalova 416') olmak üzere toplam 42 çilek çeşidi kullanılmıştır.

Yöntem

Deneme kasım ayı sonunda taze bitkiler saksılara dikilerek cam serada kurulmuş, damla sulama yöntemi kullanılmış ve gerekli kültürel işlemler uygulanarak yürütülmüştür. Çalışmada fenotipik tanımlama Mathey ve ark., (2013) ve Gündüz ve Özdemir (2017) belirtmiş olduğu yöntemlere göre yapılmıştır.

Fenoloji ve çiçeklenme ile ilişkili özellikler

Çiçeklenme ile ilgili özelliklere her genotipte en az bir çiçek açtığında başlanmış ve haftalık olarak kaydedilmiştir. Çiçek sapı dallanma durumu (gövdeye yakın, gövdeye mesafe % 25, gövdeye mesafe % 50, gövdeye mesafe % 75 ve taç seviyesinde/üzerinde), Çiçeklenme durumu (tacın üzerinde ve tacın altında), Anterin durumu (tam çiçekte var veya yok şeklinde), Çiçeklenme periyodu (haftalık olarak çiçek var veya çiçek yok şeklinde), Çiçek sapındaki salkım sayısı ve Derim tarihi (meyvelerin % 30-50 oranında olgunlaştığı dönem) olarak belirlenmiştir.

Bitki özellikleri

Verim tahmini bitki üzerindeki meyve miktarına göre meyve yok veya aşırı yüklü olarak ve bitki gücü ise bitki sağlığı/gelişmesine göre zayıf/ölü veya oldukça güçlü olarak değerlendirilmiştir.

Meyve Özellikleri

Meyve özellikleri meyve iç ve dış özellikleri olmak üzere iki grupta incelenmiştir. Meyve dış özellikleri değerlendirildiğinde, meyve şekli (geniş konik, küresel, küresel konik, kalp şeklinde ve yassı), Görünüş (donuk ve albenisi yüksek), Kusurluluk (olgun meyvede 1/3 ya da daha fazla deformasyon nedeni ile akenlerin dolmamış olması [Evet veya Hayır]), Aken rengi (koyu, açık sarı veya yeşil), Aken pozisyonu (meyve yüzeyindeki durumu [gömük, üzerinde veya dışında]), Akenlerin yüzde doluluğu (% 10 artış ile bütün akenlerin doluluğu), Dış renk (beyaz veya koyu kırmızı), Parlaklık (donuk veya çok parlak), Meyve kabuk sertliği (yumuşak veya sert), Kaliks büyüklüğü (küçük, orta veya eşit, geniş) ve Kaliks pozisyonu (boyunlu, düz veya gömük) olarak değerlendirilmiştir.

Meyve iç özellikleri ise sertlik (çok yumuşaktan çok sert'e), kaliks kopma durumu (kolay kopmayandan çok kolay kopana), iç renk (beyazdan koyu kırmızıya), iç renk derinliği (meyve et rengi derinliği % 10 artışla) ve son olarak Tat ve Aroma (tatlı değil ve aroma kötü, çok tatlı ve aromalı) olarak değerlendirilmiştir.

Meyve kimyasal özellikleri

Meyve kimyasal özellikler için her bir genotipten meyvelerin % 30-50'si olgunlaştığında örnekleme yapılmış ve -20 °C de analiz tarihine kadar depolanmıştır.

Ortalama meyve ağırlığı hassas terazi ile belirlenmiştir. Meyve suyunda; pH (pH ölçer ile), suda çözünen kuru madde oranı (refraktometre kullanılarak) ve titre edilebilir asitlik (sitrik asit cinsinden pH 8.1 oluncaya kadar NaOH ile titre edilerek) belirlenmiştir.

Veri analizleri

Çalışmada her genotipten 10 bitki kullanılmıştır. Çeşitlere ait bitki ve çiçek özellikleri gözleme yöntemi ile skorlanarak (ölçeklenerek) yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Bitki gelişimi ve çiçek özellikleri arasındaki çeşitlilik

Çilek çeşitlerine ait orijin, tescil tarihleri, meyve yükü ve bitki gücüne ait bilgiler Tablo 1'de verilmiştir. En yüksek meyve yükü ABD'den 'Cal Giant-3', 'Rubygem', 'Cal Giant-2', 'Cal Giant-4', AB' den 'Aliso', 'Senge Sengana', TR'den 'Osmanlı', 'Arnavutköy', 'Eren 77', 'Yalova 104' ile AV'dan 'Redlans Hope' çeşitlerinden alınırken (8-9), en düşük değerler ABD'den 'Fern', 'Kabarla', 'Annapolis', 'Delmarvel', TR'den 'Dorukhan 77' çeşitlerinden (3-4) alınmıştır (Tablo 1). ABD'den 'Camarosa', EU'dan 'Senge Sengana' çeşitleri en yüksek bitki gücü verirken (9), ABD'den 'Kabarla' ve TR'den 'Yalova 104' en düşük bitki gücü (3) vermiştir.

Çizelge 1. Çilek çeşitlerine ait orijin, tescil tarihi, meyve yükü ve bitki gücü

Table 1. Origin, crop load and plant vigor of strawberry cultivars

Çeşitler	Orjin ^x	Tescil Tarihi	Meyve Yükü ^y	Bitki Gücü ^y
Gün-nötr (GN)				
Albion	ABD (Kaliforniya)	2006	7	7
Fern	ABD (Kaliforniya)	1983	3	5
Muir	ABD (Kaliforniya)	1988	5	6
Sweet Ann	ABD (Kaliforniya)	2007	7	7
Kısa-gün (KG)				
Aliso	AB	1993	8	6
Annapolis	KA (Kanada)	1984	4	5
Arnavutköy	TR	-	8	8
Ata 77	TR	2012	5	7

Çizelge 1 (devam)/ Table 1(continued)

Bolverim 77	TR	2012	5	8
Camarosa	ABD (Kaliforniya)	1992	7	9
Cal Giant-2	ABD (Kaliforniya)	1999	8	5
Cal Giant-3	ABD (Kaliforniya)	1999	9	7
Cal Giant-4	ABD (Kaliforniya)	2000	8	6
Delmarvel	ABD	1994	4	8
Dorit	İS (İsrail)	1991	7	7
Doruk 77	TR	2012	5	7
Dorukhan 77	TR	2012	3	7
Ebru	TR	2009	7	7
Elsenta	AB (Hollanda)	1981	7	7
Elvira	AB (Norveç)	1992	6	7
Eren 77	TR	2012	8	5
Erenoğlu 77	TR	2012	5	6
Fortuna	ABD (Florida)	2008	7	8
Gianna	-		7	9
Hilal 77	TR	2012	5	7
Honeoye	ABD (Cornell)	1979	7	7
Kabarla	ABD (Florida)	1995	3	3
Kaşka	TR	2009	7	7
Mindor	AB (Hollanda)	-	6	7
Osmanlı	TR	-	9	7
Redlands Hope	AV (Avusturalya)	1993	8	8
Rubygem	ABD (Florida)	2000	9	7
Sabrosa	AB (İspanya)	2006	7	7
Senge Sengen	AB	1992	8	9
Sevgi	TR	2009	6	7
Sweet Charlie	ABD (Florida)	1994	5	6
Tioga	ABD (Kaliforniya)	1970-2000	6	6
Tudla	AB (İspanya)	1992	5	5
Tufts	ABD (Kaliforniya)	1970-2000	5	7
Yalova 104	TR	2012	8	3
Yalova 15	TR	2012	6	6
Yalova 416	TR	2012	5	8

^x ABD (Kaliforniya, Florida, Cornell), AB (Avrupa Birliği – İspanya, Hollanda, Norveç), TR (Türkiye), KA (Kanada), İS (İsrail), AV (Avusturalya)

^y Skala 1 (zayıf), 9 (üstün)

Çiçek çeşitlerine ait çiçek özellikleri Tablo 2'de verilmiştir. Çiçek sapı dallanma durumu bakımından ABD'den 'Muir', 'Cal Giant 3', 'Delmarvel', 'Honeoye', 'Kabarla', AB'den 'Elvira', 'Midori', TR'den 'Ata 77', 'Bolverim 77', 'Ebru', 'Osmanlı', 'Sevgi' ile AV'dan 'Redlands Hope' çeşitleri tacın üzerinde

olarak değerlendirilirken, TR'den 'Dorukhan' ve AB'den 'Tudla' çeşitlerinde gövdeye yakın olarak değerlendirilmiştir. Çiçeklenme durumu bakımından çeşitlerin çoğunluğu tacın üzerinde olarak değerlendirilmiştir. Anterin durumu değerlendirildiğinde TR ıslah programından gelen 'Osmanlı' çeşidi

dışındakilerde anter 'var' olarak saptanmıştır. olurken, en düşük değer ABD'den 'Kabarla' çeşidinden alınmıştır.

Çiçek sapı salkım sayısı ABD'den 'Sweet Ann', 'Camarosa', 'Cal Giant 3', Tufts', İS'den 'Dorit', AV'den 'Redlands Hope' ve TR'den 'Arnavutköy' ve 'Hilal 77' üstün değere sahip

Çizelge 2. Çiçek çeşitlerine ait fenolojik özellikler

Table 2. Phenological characteristics of strawberry cultivars

	Fenolojik Özellikler			
	Çiçek sapı dallanma durumu (1-5)	Çiçeklenme durumu (1-2)	Anterin durumu (1 veya 2)	Çiçek sapındaki salkım sayısı (3-11)
Gün-nötr				
Albion	3	1	1	7
Fern	3	1	1	5
Muir	5	2	1	7
Sweet Ann	3	1	1	11
Kısa-gün				
Aliso	3	2	1	9
Annapolis	3	1	1	7
Arnavutköy	3	1	1	11
Ata 77	5	2	1	9
Bolverim 77	5	1	1	7
Camarosa	3	1	1	11
CG-2	3	1	1	7
CG-3	5	1	1	11
CG-5	3	1	1	9
Delmarvel	5	2	1	5
Dorit	3	1	1	11
Doruk 77	3	1	1	9
Dorukhan 77	1	1	1	9
Ebru	5	2	1	7
Elsenta	3	1	1	5
Elvira	5	2	1	
Eren 77	3	2	1	9
Erenoğlu 77	3	1	1	7
Fortuna	3	1	1	7
Gianna	1	1	1	7
Hilal 77	3	1	1	11
Honeoye	5	2	1	5
Kabarla	5	1	1	3
Kaşka	3	2	1	7
Mindoir	5	1	1	5
Osmanlı	5	2	2	7
Redlanshope	5	1	1	11
Rubygem	3	1	1	7

Çizelge 2 (devam)/ Table 2(continued)

Sabrosa	3	1	1	9
Senge Sengena	3	1	1	9
Sevgi	5	2	1	7
Sweet Charlie	3	1	1	9
Tioga	3	1	1	5
Tudla	1	1	1	5
Tufts	3	1	1	11
Yalova 104	3	1	1	7
Yalova 15	3	1	1	5
Yalova 416	3	1	1	9

Meyve özellikleri arasındaki çeşitlilik

Çilek çeşitlerine ait meyve dış özellikleri Tablo 3'de verilmiştir. Görünüş bakımından ABD'den 'Sweet Charlie', 'Camarosa', 'Honeoye', 'Tufts', İS'den 'Dorit' ile TR'den 'Osmanlı' albenisi yüksek çeşitler olurken (8-9), ABD'den 'Fern', 'Sweet Ann', gün-nötr çeşitleri ile TR'den 'Yalova 15' çeşidi en donuk meyveleri veren çeşitler (3) olarak belirlenmiştir (Tablo 3). Aken rengi bakımından en parlak akenler ABD'den 'Tufts', 'Muir', 'Camarosa', 'Delmarvel', 'Sweet Charlie', AB'den 'Aliso', 'Elvira', 'Senge Sengena', ile TR'den 'Yalova 416' dan (7-8) alınmıştır. En koyu renkli akenler ise sadece Türkiye ıslah programlarından gelen 'Arnavutköy', 'Eren 77', 'Erenoğlu 77' ve 'Osmanlı' çeşitlerden (1) alınmıştır. Aken pozisyonu değerlendirildiğinde ABD'den 'Muir', 'Honeoye', AB'den 'Aliso', AV'dan 'Redlands Hope' ile TR'den 'Ata 77', 'Bolverim 77', 'Erenoğlu 77' ve 'Yalova 416' çeşitlerinde meyve dışında olarak belirlenirken öteki çeşitlerde ise üzerinde veya gömük olarak saptanmıştır. Çeşitlerin hemen hemen tamamı % 80'in üzerinde aken doluluğunu göstermiştir. ABD'den 'Fern', 'Camarosa', 'Fortuna', 'Kabarla', KA'dan 'Annapolis', AB'den 'Sabrosa', ve TR'den 'Sevgi' en koyu dış renge sahip (8-9) çeşitler olmuştur. En açık dış renge sahip çeşit TR'den 'Osmanlı' (2) olarak belirlenmiştir. En parlak meyveler TR'den 'Osmanlı', ABD'den 'Sweet Charlie', 'Albion', 'Sweet Ann', 'Rubygem', 'Tufts',

AB'den 'Elvira' ile İS'den 'Dorit' çeşitlerinden alınırken (8-9), en donuk çeşitler ABD'den 'Fern', KA'dan 'Annapolis', TR'den 'Yalova 15'den (3) alınmıştır. ABD'den 'Camarosa', 'Fern', 'Fortuna', AB'den 'Sabrosa' en yüksek kabuk sertliği (8-9) vermiştir. En zayıf kabuk sertliği ise TR'den 'Osmanlı' çeşidinden (1) elde edilmiş olup, bu çeşidi yine Türkiye ıslah programından gelen çeşitler izlemiştir. Değerlendirmeye alınan çeşitler kaliks büyüklüğü bakımından çeşitlik göstermiş olup, 'küçük' ve 'eşit' durumda olanlar benzer düzeyde iken, 'geniş' durumlu olanların çeşit sayısı daha yüksektir. Aynı zamanda Ülkemiz Yalova ıslah programından gelen çeşitler 'geniş' kalikse sahip iken Çukurova ıslah programından gelenler ise 'küçük' kaliks yapısına sahiptirler. Kaliks pozisyonu bakımından ABD'den 'Sweet Charlie' ve 'Tufts', TR'den 'Doruk 77' ve 'Yalova 416', ile KA'dan 'Annapolis' 'gömük' durumlu, ABD'den 'Albion', 'Fortuna', 'Honeoye', 'Rubygem', AB'den 'Aliso', 'Elsenta', 'Mindoir', TR'den 'Ebru', 'Sevgi' ile AV'den Redlands Hope' çeşitleri 'boyunlu' olarak belirlenmiştir. Öteki tüm çeşitler ise 'düz' olarak değerlendirilmiştir (Tablo 3). Kaliksin kopma kolaylığı bakımından, TR'den 'Bolverim 77', 'Osmanlı' ve 'Eren 77' çeşitleri en kolay kopmaya sahip olurken (7-9), AB'den 'Senge Sengena' ile KA'dan 'Annapolis' çeşitleri en zor kaliks kopma değeri vermiştir.

Çizelge 3. Farklı ıslah programlarında geliştirilen çilek çeşitlerine ait meyve dış özellikleri
 Table 3. External fruit characteristics of strawberry from different breeding program

Çeşitler	Meyve Dış Özellikleri										
	Ş	G	AR	AP	AYD	DR	P	MKS	KB	KP	KKK
Gün-nötr											
Albion	9	7	6	1	100	7	8	6	1	1	3
Fern	9	3	2	2	100	9	3	8	1	3	3
Muir	7	7	7	3	90	4	5	7	3	3	3
Sweet Ann	9	3	3	1	80	7	8	6	1	3	4
Kısa-gün											
Aliso	5	7	7	3	80	5	6	6	2	1	2
Annapolis	5	5	3	1	100	8	3	7	1	5	1
Arnavutköy	1	7	1	1	90	6	6	3	2	3	2
Ata 77	5	4	2	3	90	5	7	5	2	3	7
Bolverim 77	9	4	2	3	80	5	4	5	3	3	9
Camarosa	9	8	7	2	100	9	6	9	3	3	3
CG-2	9	7	6	2	100	7	7	5	3	3	2
CG-3	7	7	5	2	100	5	7	5	3	3	2
CG-5	7	7	6	2	90	5	7	6	3	3	2
Delmarvel	7	6	7	2	100	7	5	6	3	3	4
Dorit	7	8	3	2	90	5	8	4	1	3	3
Doruk 77	7	4	2	1	100	7	7	5	1	5	2
Dorukhan 77	5	7	6	2	90	7	4	6	3	3	2
Ebru	7	7	3	1	80	7	7	3	2	1	6
Elsenta	7	7	5	2	100	5	6	4	1	1	2
Elvira	5	7	7	1	100	6	8	6	1	3	3
Eren 77	5	4	1	1	90	7	4	6	3	3	7
Erenoğlu 77	7	5	1	3	100	7	4	4	3	3	6
Fortuna	7	7	2	1	100	8	7	8	3	1	3
Gianna	7	4	7	2	100	8	3	8	2	3	2
Hilal 77	7	6	2	2	100	7	5	5	3	3	4
Honeoye	7	8	2	3	100	6	7	7	2	1	4
Kabarla	9	7	3	1	100	8	6	7	2	3	3
Kaşka	5	7	3	1	90	7	7	3	1	3	3
Mindor	9	6	4	-	80	5	4	7	2	1	3
Osmanlı	1	8	1	2	100	2	9	1	3	3	9
Redlanshope	9	6	3	3	80	7	4	5	1	1	3
Rubygem	5	7	5	2	100	7	8	7	3	1	5
Sabrosa	7	7	5	2	100	8	7	8	3	3	4
Senge Sengena	5	6	7	1	100	7	7	7	2	3	1
Sevgi	5	5	2	1	90	8	7	3	1	1	3
Sweet Charlie	5	9	7	1	100	6	9	5	2	5	4
Tioga	5	5	4	1	100	5	-	7	3	-	6
Tudla	7	7	7	2	80	6	6	7	2	3	2

Çizelge 3 (devam)/ Table 3(continued)

Tufts	3	8	8	2	100	5	8	7	1	5	5
Yalova 104									-		-
Yalova 15	5	3	2	2	100	6	3	3	3	3	4
Yalova 416	9	7	7	3	100	5	7	4	1	5	4

Ş: Şekil (1-9), G: Görünüş (1-9), K: Kusurluluk (1 veya 2), AR: Aken rengi (1-9), AP.: Aken pozisyonu (1, 2 ve 3), AYD: Akenlerin yüzde doluluğu (10-100), DR: Dış renk (1-9), P: Parlaklık (1-9), MKS.: Meyve kabuk sertliği (1-9), KB: Kaliks büyüklüğü (1, 2 ve 3), KP: Kaliks pozisyonu (1, 3 ve 5).

Çilek çeşitlerine ait meyve iç özellikleri Tablo 4'de verilmiştir. En sert etli meyveler ABD'den 'Camarosa', 'Fern', 'Fortuna', AB'den 'Sabrosa' ile KA'dan 'Annapolis', çeşitlerinden elde edilmiştir. En yumuşak etli meyveler ise TR ıslah programından 'Osmanlı'dan alınmış (1) ve bu çeşidi yine aynı ıslah programından 'Ebru', 'Sevgi', 'Yalova 15' ve 'Yalova 416' (3) izlemiştir (Tablo 4).

ABD'den 'Fern', KA'dan 'Annapolis', AB'den 'Sabrosa' ve TR'den ise 'Sevgi' en koyu iç renk veren (8-9) çeşitlerdir. En düşük iç renk TR'den 'Osmanlı' ve 'Arnavutköy' çeşitlerinden (1-2) elde edilmiştir. Bütün ıslah

programlarından gelen çeşitlerden 6'sı ('Fern', 'Doruk 77', 'Kaşka', 'Redlands Hope', 'Sabrosa', 'Sevgi') % 100 iç renk derinliğine sahip olmuştur. TR ıslah programından gelen 'Ata 77', 'Bolverim 77', 'Erenoğlu 77', 'Hilal 77', 'Osmanlı' ve 'Yalova 15' çeşitleri % 25'ten az iç renk derinliği veren çeşitlerdir. Tat/Aroma bakımından en yüksek değer TR çeşitlerinden 'Arnavutköy' çeşidinden alınırken, en düşük değerler ABD'den 'Tioga', 'Muir', 'Fortuna', Tufts', AB'den 'Mindoir', 'Tudla'dan (3-4) elde edilmiştir.

Çizelge 4. Farklı ıslah programlarından gelen çilek çeşitlerine ait meyve iç özellikleri

Table 4. Internal fruit characteristics of strawberry from different breeding program

	Meyve İç Özellikleri			
	Sertlik (1-9)	İç renk (1-9)	İç renk derinliği (% 10 artış ile)	Tat/Aroma (1-9)
Gün-nötr				
Albion	7	5	50	6
Fern	8	9	100	5
Muir	7	5	50	4
Sweet Ann	7	5	50	8
Kısa-gün				
Aliso	5	6	60	7
Annapolis	8	8	90	5
Arnavutköy	7	2	30	9
Ata 77	5	3	20	7
Bolverim 77	5	3	20	8
Camarosa	9	7	95	7
CG-2	6	6	80	8
CG-3	5	5	80	8
CG-5	6	4	70	7
Delmarvel	7	6	60	8

Çizelge 4 (devam)/ Table 4(continued)

Dorit	6	6	80	6
Doruk 77	6	7	100	8
Dorukhan 77	5	7	80	6
Ebru	3	7	90	6
Elsenta	5	6	80	8
Elvira	6	5	40	6
Eren 77	5	4	40	8
Erenoğlu 77	4	3	20	6
Fortuna	8	7	90	4
Gianna	7	7	80	7
Hilal 77	5	3	20	6
Honeoye	5	4	80	7
Kabarla	7	6	80	5
Kaşka	4	7	100	6
Mindoir	6	4	50	4
Osmanlı	1	1	10	8
Redlanshope	4	7	100	6
Rubygem	7	7	90	8
Sabrosa	8	8	100	8
Senge Sengena	6	5	90	5
Sevgi	3	8	100	7
Sweet Charlie	6	6	70	6
Tioga	7	-	70	3
Tudla	7	7	95	4
Tufts	7	5	70	4
Yalova 104	-	-	-	-
Yalova 15	3	3	10	8
Yalova 416	3	7	80	7

Çilek çeşitlerinin meyve ağırlığı ve bazı kalite özellikleri bakımından çeşitliliği

Çilek çeşitlerine ait meyve kalite ve kimyasal özellikleri Tablo 5'de verilmiştir. En iri meyveler ABD'den 'Albion', 'Fern', 'Rubygem' ve 'Sweet Ann', TR'den 'Bolverim 77'den (16.6-12.2 arasında) elde edilmiştir. En düşük meyve iriliği ise TR'den 'Arnavutköy', 'Eren 77', 'Erenoğlu 77' ile AB'den 'Elvira' çeşitlerinden (3.50-4.50) alınmıştır. pH değerleri ıslah programları ve çeşitlere göre 3.25 ile 3.90 arasında değişim göstermiştir.

En yüksek SÇKM içeriği TR'den 'Kaşka', 'Osmanlı', 'Arnavutköy' ve 'Ebru' çeşitlerinden (% 9.4-9.7 arasında) elde edilmiştir. En düşük SÇKM değerleri İS'den 'Dorit', TR'den 'Dorukhan 77', ABD'den 'Cal Giant 5', 'Cal Giant 3', 'Sweet Charlie' ve 'Tioga'dan (% 5.0-5.2 arasında) alınmıştır. ABD'den 'Delmarvel' ve 'Fern' en yüksek asitliğe sahipken, en düşük asit içeriği yine ABD'den 'Sweet Charlie', 'Rubygem', 'Cal Giant 3', ve TR'den 'Dorukhan 77'den (% 0.30-0.49 arasında) ölçülmüştür.

Çizelge 5. Farklı ıslah programlarından elde edilen çilek çeşitlerine ait meyve ağırlığı ve bazı kalite özellikleri

Table 5. Fruit weight and some quality characteristics of strawberry cultivars from different breeding programs

Çeşitler	Meyve ağırlığı ve bazı meyve kalite özellikleri			
	Ortalama meyve ağırlığı (g)	pH	Suda çözünen kuru madde (%)	Titre edilebilir asitlik (%)
Gün-nötr				
Albion	16.6	3.32	8.2	0.74
Fern	14.4	3.74	6.7	1.50
Muir	5.00	3.38	7.2	0.94
Sweet Ann	12.2	3.66	8.3	0.71
Kısa-gün				
Aliso	-	-	-	-
Annapolis	-	-	-	-
Arnavutköy	3.50	3.40	9.6	0.76
Ata 77	7.80	3.45	6.0	0.93
Bolverim 77	14.0	3.25	6.4	1.27
Camarosa	9.30	3.78	7.0	0.61
CG-2	6.00	3.40	5.7	0.76
CG-3	12.1	3.40	5.2	0.49
CG-5	7.60	3.90	5.1	0.53
Delmarvel	8.30	3.31	8.1	1.72
Dorit	5.45	3.36	5.0	1.08
Doruk 77	4.70	3.49	7.5	0.81
Dorukhan 77	10.0	3.63	5.0	0.43
Ebru	8.80	3.54	9.4	0.94
Elsenta	-	-	-	-
Elvira	4.40	3.61	7.3	0.88
Eren 77	4.50	3.77	4.2	0.55
Erenoğlu 77	4.50	3.77	4.2	0.55
Fortuna	18.1	3.55	7.3	0.89
Gianna	8.30	3.65	6.2	0.61
Hilal 77	5.40	3.45	6.0	0.75
Honeoye	7.20	3.50	8.9	1.05
Kabarla	11.3	3.48	6.0	0.63
Kaşka	6.40	3.48	9.7	0.88
Mindoir	-	-	-	-
Osmanlı	4.30	3.90	9.7	0.87
Redlanshope	8.00	3.51	7.8	0.78
Rubygem	14.0	3.80	7.9	0.44
Sabrosa	-	-	-	-
Senge Sengena	5.10	3.47	6.0	0.98
Sevgi	7.80	3.61	8.0	0.68
Sweet Charlie	9.60	3.77	5.2	0.39

Çizelge 5 (devam)/ Table5(continued)

Tioga	3.00	3.52	5.1	0.60
Tudla	8.20	3.50	5.8	0.72
Tufts	5.70	3.60	7.2	0.78
Yalova 104	7.00	3.42	6.9	1.07
Yalova 15	5.40	3.46	7.8	0.95
Yalova 416	8.70	3.36	6.9	0.85

Bu çalışmada farklı ıslah programlarından elde edilen eski çilek çeşitleri ile yeni çilek çeşitlerine ait fenotipik özellikler incelenmiştir. Çalışmada hem eski çeşitlerin hem de yeni çeşitlerin üstün özellikleri tanımlanmıştır. Bu çalışmada ABD, AB ve TR ıslah programlarından gelen meyve yükü ve bitki gücü bakımından üstün özelliklere sahip çeşitler mevcuttur. Bu çeşitler 'Albion', 'Arnavutköy', 'Camarosa', 'Fortuna', 'Redlands Hope', 'Rubygem', ve 'Senge Sengenä', çeşitleridir. Hancock ve ark., (2015) tarafından 97 eski ve yeni çeşit ile iki lokasyonda yürütülen benzer çalışmada verim ve bitki gücü bakımından 'Albion', 'Aromas', 'Aiko', 'Ventana', 'Florence', 'Strawberry Festival', ve 'Valley Sunset' çeşitlerinin ön plana çıktığı bildirilmiştir. Islah programlarında fenotipik özellikleri tanımlayarak çeşitleri değerlendirmek pratik bir yaklaşım iken, böylesi farklı ıslah programlarından gelen genotipleri değerlendirmek için yeterli sonuçlar vermeyebilir. Örneğin, bitki başına verimi değerlendirmek için derim zamanında (% 30-50 olgunlukta) verilen yüksek bir skor değeri derim dönemi süresinde olgunlaşan meyvelerin her derimde toplanarak ağırlıklarının alınması ile elde edilen sonuçtan farklı olabilir. Nitekim bu süreçte bitkilerin zayıf düşmesi ve hatta ölümleri değerlendirme dışı bırakılarak meyve yükü bakımından yüksek skor verilmesi doğru olmayabilir. Genotipler hemen hemen benzer bitki gücünde ise yaptığımız değerlendirmeler etkili olabilir. Ancak böylesi farklı genetik kaynaklardan gelen genotiplerin farklı ekolojik koşullarda da test edilmesi kaçınılmaz bir gerçektir. Dolayısı ile çeşitlerin adaptasyonlarını değerlendirmek için hem bitki gücü hem de ürün yükü oldukça önemli

özelliklerdendir. Araştırmada kullanılan çilek çeşitlerinden Ülkemiz ıslah programından gelen 'Osmanlı' çeşidi dışındakilerin tamamı anter 'var' olarak belirlenmiştir. 'Osmanlı' çeşidinin çiçek yapısı bakımından morfolojik erkek kısırı olduğu önceki çalışmalarda da bildirilmiştir (Dokuzoğuz, 1963). Farklı ıslah programlarından gelen çeşitler birçok özellik bakımından çeşitlilik ve üstün özelliklerin belirlenmesinde kolaylık sağlayabilir. ABD'den gelen GN 'Albion' irilik, şekil, görünüş, meyve yükü, bitki gücü, parlaklık gibi özellikler bakımından üstünlük gösterirken, iç renk derinliği bakımından zayıf olduğu belirlenmiştir. KG çeşitlerinden ABD'den 'Camarosa', 'Fortuna', 'Rubygem', AB'den 'Sabrosa' ile AV'dan 'Redlands Hope', çeşitleri üstün özelliklere sahip çeşitler olarak belirlenmiştir. TR'den 'Arnavutköy' çeşidi meyve iriliği ve yumuşaklığı dışındaki özellikler bakımından üstün özelliklere sahip çeşit olarak değerlendirilebilir. Daha önce de belirtildiği gibi benzer genotiplerin farklı ekolojik koşullarda da test edilmesi gerekmektedir. DNA tanı yöntemleri ülkemiz ıslah programlarından üretilen/elde edilen üstün özelliklerden yararlanmak için kullanılabilir. Bu durum sadece pozitif özelliklerden yararlanmak için değil, aynı zamanda negatif özelliklerin elemine edilmesi için de kullanılabilir. Hancock ve ark., (2015) yaptıkları fenotipik çalışma sonucunda 'Aromas' çeşidinin iç renginin zayıf ve SÇKM içeriğinin düşük, 'Allstar' çeşidinin meyve iriliğinin küçük ve iç renginin zayıf, 'Florida Radiance' çeşidinin bitki gücünün, verim durumunun ve SÇKM içeriğinin düşük, 'Melodi' ve 'Gorella' çeşitlerinin de benzer şekilde bitki gücünün ve verim durumunun zayıf aynı zamanda 'Gorella'nın donuk renkli olduğunu bildirmişlerdir. Aynı zamanda

araştırmacılar marker destekli ıslah yöntemleri kullanılarak bu çeşitlere üstün özelliklerin kazandırılabilceğini bildirmişlerdir. Ülkemiz ıslah programlarından gelen 'Arnavutköy' çeşidi birçok bitki ve meyve özellikleri (özellikle tat ve aroma) bakımından üstün olmasına karşın meyve iriliği, sertliği ve iç renk derinliği bakımından oldukça zayıftır. Benzer durum 'Osmanlı' çeşidinde de söz konusudur. Ülkemiz çilek ıslah programlarının yürütmüş oldukları çalışmalarda bu çeşitler kullanılmış olup elde edilen çeşitlerimizde bu istenmeyen özellikler mevcuttur.

Sonuç

Bu çalışmada, değişik ıslah programlarından üretilen 42 çilek çeşidi son yıllarda geliştirilen çilek fenotipik tanımlama metodu kullanarak tanımlanmıştır. Çalışmada kullanılan çeşitlere ait üstün özellikler ve zayıf yönler belirlenmiştir. Melezleme ıslahı ile uzun yıllar boyunca geliştirilen bu çeşitlerin zayıf özelliklerinin geliştirilmesi, üstün yönlerinin kullanılması günümüz DNA temelli ıslah programları için önemli bir altyapı oluşturacaktır. Dünyada ileri düzeydeki DNA tanımlama yöntemleri ile çileklerde SÇKM, asit, ve gün-nötr özellikler üzerinde gen haritalama çalışmaları hızla devam etmektedir. Bu çalışmalar diğer özellikler içinde yapılabilecektir.

Teşekkür

Bu araştırmada materyal teminini sağlayan Dr. Burhan ERENOĞLU ve Ziraat Yüksek Mühendisi Sevgi POYRAZ ENGİN' e teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Bliss FA, 2010. Marker-assisted breeding in horticultural crops. Acta Hort. 859:339-350.

Castro P, Bushakra JM, Stewart P, Weebadde CK, Wang D, Hancock JF, Finn CE, Luby JJ, and Lewers, KS 2015. Genetic mapping of day-neutrality in cultivated strawberry. Molecular Breeding, 35-79.

Dokuzoğuz M, 1963. Önemli bazı çilek çeşitlerimiz üzerinde pomolojik araştırmalar. Ege Üniversitesi, Ziraat

Fakültesi Yayını, No:74, Bornova, İzmir.

Erenoğlu B, Erbil Y, Ufuk S, 1998. Melezleme yolu ile çilek ıslahı-1: Atatürk bahçe kültürleri merkez araştırma enstitüsü, bilimsel araştırma ve incelemeler, Yayın No:100.

Evans K, Guan Y, Luby J, Clark M, Schmitz C, Brown S, Orcheski B., Peace C, van de Weg WE, and Lezzoni AF, 2011. Large-scale standardized phenotyping of apple in RosBREED. Acta Hort. 945:233-238.

Frett TJ, Gasic K, Clark JR, Byrne D, Gradziel T, Crisosto C, 2012. Standardized phenotyping for fruit quality in peach [*Prunus persica* (L.) Batsch]. J. Amer. Pom. Soc. 66:214-219.

Gündüz K, Özdemir Ö, 2017. Çileklerde fenotipik tanımlama. Bahçe, 46:21-28.

Hancock JF, Callow PW, Mathey MM, Mackey T, Gündüz K, Mookerjee S, Cai L, Salinas N, Bassil NV, Hummer KE, Finn CE, 2015. Phenotypic variability in a panel of strawberry cultivars from North America and the European Union. J Amer Pomol Soc 69:85-101.

Lezzoni AF, Weebadde C, Luby J, Chengyan Y, van de Weg WE, Fazio G, Main D, Peace CP, Bassil NV, McFerson J, 2010. RosBREED: enabling marker-assisted breeding in Rosaceae. Acta Hort. 859:389-394.

Kaşka N, Paydaş S, 1986. Çilek melezlemeleri üzerine çalışmalar. Bitki Islahı Simpozyumu Bildiri Özetleri, İzmir.

Konarlı O, Kepenek K, Aygün H, 1984. Melezleme yoluyla elde edilen yeni çilek çeşitleri. Bahçe. 13(2): 5-13.

Lerceteau-Köhler E, Guérin G, Laigret F, Denoyes-Rothan B, 2003. Characterization of mixed disomic and polysomic inheritance in the octoploid strawberry (*Fragaria ×ananassa*) using AFLP mapping. Theor. Appl. Genet. 107:619-28.

Lerceteau-Köhler E, Moing A, Guérin G, Renaud C, Petit A, Rothan C, Denoyes B, 2012. Genetic dissection of fruit quality traits in the octoploid cultivated strawberry highlights the role of homoeo-QTL in their control. Theor. Appl. Genet. 124:1059-1077.

- Mathey MM, Mookerjee S, Gündüz K, Hancock JF, Iezzoni AF, Mahoney LL, Davis TM, Bassil NV, Hummer KE, Stewart PJ, Whitaker VM, Sargent DJ, Denoyes-Rothan B, Amaya I, van de Weg WE, Finn CE, 2013. Large-Scale standardized phenotyping of strawberry in RosBREED. Journal of the American Pomological Society, 205-216.
- Paydaş S, Kaşka N, 1992. melezleme ıslahı ile elde edilen bazı umutlu çilek çeşit adaylarının adana ve pozantı ekolojik koşullarındaki performansları. Türkiye 1. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. Cilt 1(Meyve): 535-539.
- Rousseau-Gueutin M, Lerceteau-Köhler E, Barrot L, Sargent DJ, Monfort A, Simpson D, Arùs P, Guérin G, Denoyes-Rothan B, 2008. Comparative genetic mapping between octoploid and diploid *Fragaria* species reveals a high level of colinearity between their genomes and the essentially disomic behavior of the cultivated octoploid strawberry. Genetics 179:2045-2060.
- Sargent DJ, Cipriani G, Vilanova S, Gil-Ariza D, Arùs P, Simpson DW, Tobutt KR, Monfort A, 2008. The development of a bin mapping population and the selective mapping of 103 markers in the diploid *Fragaria* reference map. Genome 51:120-127.
- Sargent DJ, Fernández-Fernández F, Ruiz-Roja JJ, Sutherland BG, Passey A, Whitehouse AB, Simpson DW, 2009. A genetic linkage map of the cultivated strawberry (*Fragaria ×ananassa*) and its comparison to the diploid *Fragaria* reference map. Mol. Breeding 24:293-303.
- Serçe S, Paydaş S, Kaşka N, Gündüz K, Özdemir E, Hancock JF, Makaracı AZ, 2007. Türkiye'deki mevcut çilek (*Fragaria* sp) gen kaynaklarının toplanarak değerlendirilmesi ve çekirdek koleksiyonlarının oluşturulması, TOVAG 103O121, Proje sonuç raporu.
- Serçe S, Gündüz K, Özdemir E, Kıyga Y, Orhan E, Ercişli S, 2008. Farklı sistemlerde yetiştirilen çileklerin (*Fragaria ×ananassa* Duch.) meyve eti sertlik ölçümleri arasındaki ilişkiler. Bahçe, 36: 9-16.
- Shulaev V, Sargent DJ, Crowhurst RN, Mockler TC, Folkerts O, Delcher AL, Jaiswal P, Mockaitis K, Liston A, Mane SP, Burns P, Davis TM, Slovin JP, Bassil N, Hellens RP, Evans C, Harkins T, Kodira C, Desany B, Crasta OR, Jensen RV, Allan AC, Michael TP, Setubal JC, Celton JM, Rees DJG, Williams KP, Holt SH, Rojas JJR, Chatterjee M, Liu B, Silva H, Meisel L, Adato A, Filichkin SA, Troggio M, Viola R, Ashman TL, Wang H, Dharmawardhana P, Raja R, Priest HD, Bryant DW, Fox SE, Givan SA, Wilhelm LJ, Naithani S, Christoffels A, Salama DY, Carter J, Girona EL, Zdepski A, Wang W, Kerstetter RA, Schwab W, Korban SS, Davik J, Monfort A, Denoyes-Rothan B, Arus P, Mittler R, Flinn B, Aharoni A, Bennetzen JL, Salzberg SL, Dickerman AW, Velasco R, Borodovsky M, Veilleux RE, Folta KM, 2011. The genome of woodland strawberry (*Fragaria vesca*). Nat. Genet. 43:109-118.
- Üstün P, Paydaş S, 1995. Bazı melez çilek çeşit adaylarının verim ve meyve kalitesi üzerine araştırmalar. Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. Cilt 1(Meyve): 301-305.
- Weebadde CK, Wang D, Finn CE, Lewers KS, Luby JJ, Bushakra J, Sjulín TM, Hancock JF, 2008. Using a linkage mapping approach to identify QTL for day-neutrality in the octoploid strawberry. Mol. Plt. Breed. 127:94-101.
- Zorrilla-Fontanesi Y, Cabeza A, Dominguez P, Medina JJ, Valpuesta V, Denoyes-Rothan B, Sanchez-Sevilla JF, Amaya I, 2011. Quantitative trait loci and underlying candidate genes controlling agronomical and fruit quality traits in octoploid strawberry (*Fragaria ×ananassa*). Theor. Appl. Genet. 123:755-778.
- Zorrilla-Fontanesi Y, Rambla JLL Cabeza A, Medina JJ, Sanchez-Sevilla JF, Valpuesta V, Botella MA, Granell A, Amaya I, 2012. Genetic analysis of strawberry fruit aroma and identification of O-methyltransferase FaOMT as the locus controlling natural variation in mesifurane content. Plant Physiol. 159: 851- 870.