



Aydın ilinde yetiştirilen ticari çilek çeşitlerinin fiziksel, kimyasal, biyoaktif ve aroma özellikleri

Physical, chemical, bioactive and aroma properties of commercial strawberry cultivars grown in Aydın province

Ahmet GÖRGÜÇ¹, Aslı YILDIRIM¹, Dilara KONUK TAKMA¹, Edibe Seda ERTEN¹,
Fatih Mehmet YILMAZ^{1*}

¹Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 09010, Efeler, Aydın

To cite this article:

Görgüç, A., Yıldırım, A., Erten, E., Takma, D. & Yılmaz, F. (2019). Aydın ilinde yetiştirilen ticari çilek çeşitlerinin fiziksel, kimyasal, biyoaktif ve aroma özellikleri. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 23(2): 131-141. DOI: 10.29050/harranziraat.466720

Address for Correspondence:
Fatih Mehmet YILMAZ
e-mail:
fatih.yilmaz@adu.edu.tr

Received Date:
02.10.2018
Accepted Date:
14.03.2019

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

ÖZ

Aydın ili, çilek yetiştiriciliğinde ve ihracatında ülkemizde Mersin'den sonra ikinci sıradadır. Bu çalışma kapsamında, Aydın sınırları içerisinde yoğun şekilde yetiştiriciliği yapılan ve en çok ihracatı gerçekleştirilen ticari çilek çeşitlerinin fiziksel, kimyasal, biyoaktif ve aroma özellikleri belirlenmiştir. Bu kapsamda, ticari hasat olgunluğundaki *Florida fortuna*, *Rubygem* ve *Sabrina* çilek çeşitlerine toplam kuru madde, pH, toplam asitlik, renk, C vitamini, toplam fenolik madde, toplam flavonoid, antioksidan kapasite, HPLC ile şeker kompozisyonu ve GC-MS ile aroma kompozisyonu analizleri gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde *Rubygem* çeşidinin en yüksek kuru madde içeriğine sahip olduğu; *Sabrina* çeşidinin ise daha asidik karakteristiğe sahip olduğu bulgulanmıştır. *Sabrina* çeşidinin koyuluk, kırmızı renk ve sarı renk yoğunluklarının diğer iki çeşide kıyasla daha yüksek olduğu da belirlenmiştir. Biyoaktif madde içerikleri ve antioksidan kapasite yönünden *Rubygem* çeşidinin ön plana çıktığı anlaşılmaktadır. *Rubygem* çeşidi çileğin daha düşük miktarda sakaroz içerdiği; toplam şekerin büyük oranda indirgen şekerlerden (glikoz ve fruktoz) oluştuğu saptanmıştır. GC-MS ile aroma kompozisyonu analiz sonuçlarına göre *Florida Fortuna*, *Sabrina* ve *Rubygem* çeşitlerinde sırasıyla 16, 18 ve 20 adet uçucu bileşen tanımlanmış ve genel olarak meyve kokusu veren esterlerin tüm çileklerde etken bileşen olduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Fragaria x ananassa*, Çilek, C vitamini, Fenolik madde, Antioksidan kapasite, Aroma bileşenleri

ABSTRACT

Aydın Province ranks second after Mersin in strawberry cultivation and exportation in Turkey. Within the scope of this study; physical, chemical, bioactive and aroma characteristics of commercial strawberry cultivars, which are mostly cultivated and exported within the borders of Aydın, were determined. In this context, total dry matter, pH, total acidity, colour, vitamin C, total phenolic compounds, total flavonoid, antioxidant capacity, sugar composition by HPLC and aroma composition by GC-MS analyses were performed to commercially ripe strawberry cultivars which are *Florida fortuna*, *Rubygem* and *Sabrina*. The results showed that *Rubygem* cultivar had the highest dry matter content while *Sabrina* cultivar was found to have more acidic characteristics. It was also determined that the darkness, red colour and yellow colour indexes of *Sabrina* were higher than the other two cultivars. In terms of bioactive compounds and antioxidant capacity, *Rubygem* was observed as the foremost cultivar. *Rubygem* cultivar contains less sucrose than other strawberry cultivars; total sugar of this cultivar was found to consist largely of reducing sugars (glucose and fructose). According to the results of aroma composition analysis by GC-MS; 16, 18 and 20 volatile compounds were identified in *Florida Fortuna*, *Sabrina* and *Rubygem* cultivars and esters that give fruit odour were found to be active aroma components in all strawberry cultivars.

Key Words: *Fragaria x ananassa*, Strawberry, Vitamin C, Phenolic compound, Antioxidant capacity, Aroma compounds

Giriş

Çilek (*Fragaria x ananassa*), ülkemizde yetiştiriciliği en çok tercih edilen meyvelerden biri olup ılıman bir iklim meyvesidir (Karahana ve ark., 2015). Üzümsü meyveler grubunda yer alan çilek, ülkemizde farklı çevre koşullarına sahip pek çok bölgede yetiştirilebilmektedir (Özguven ve Yılmaz, 2009; Elik ve ark., 2017). Ülkemizde çilek üretimi her geçen yıl artan bir eğilim göstermektedir. 2012, 2013, 2014, 2015 ve 2016 yıllarında çilek üretimi sırasıyla 352, 372, 376, 376 ve 415 bin ton olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2016; Anonim, 2017).

Çilek meyvesi antioksidan, antiinflamatuvar, antihiperlipidemik ve kan basıncını düşürücü etkilerinden dolayı fonksiyonel bir gıda olarak nitelendirilmektedir (Basu ve ark., 2014). Çilek meyvesinin antioksidan özelliğinin büyük ölçüde yapısında yer alan polifenoller ve vitaminlerden kaynaklandığı belirtilmektedir. Çileğin yapısında kuersetin, kaempferol, siyanidin, elajik asit, ve pelargonidin glikozitleri gibi yaklaşık 40 farklı fenolik bileşiğin varlığı literatürde bildirilmiştir (Aaby ve ark., 2007). Antioksidan kapasite üzerinde en etkili bileşenlerin ise askorbik asit, antosiyaninler ve ellagitanninler olduğu belirtilmektedir (Aaby ve ark., 2007). Protagente ve ark. (2002) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Birleşik Krallıkta bulunan bazı meyve ve sebzelerin antioksidan kapasiteleri karşılaştırılmış ve en yüksek antioksidan kapasitenin çilek meyvesinde saptandığı bildirilmiştir. Bununla birlikte çilek, besinsel polifenoller açısından en zengin 100 gıda arasında yer almaktadır (Pérez-Jimenez ve ark., 2010).

Çilek meyvesinin bileşimi farklı çeşitler arasında farklılık göstermektedir. Özellikle fenolik kompozisyonlarının Amerika ve Avrupa'da yetiştirilen çilek çeşitleri arasında farklılıklar gösterdiği farklı çalışmalarda ortaya konulmuştur (Meyers ve ark., 2003; Stralsjö ve ark., 2003; Anttonen ve ark., 2006; Buendía ve ark., 2010). Yetiştirme sırasında uygulanan farklı zirai işlemlerin de çileklerin bazı özelliklerini etkilediği bilinmektedir (Wang ve Millner, 2009). Meijers ve

ark. (2003) tarafından yapılan çalışmada *Annapolis*, *Evangeline*, *Earliglow*, *Jewel*, *Sable*, *Mesabi*, *Sparkle* ve *Allstar* çilek çeşitlerinin serbest fenolik bileşikler, flavonoidler, antosiyaninler ve toplam antioksidan kapasite yönünden; Wojdylo ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmada *Kent* ve *Elsanta* çilek çeşitlerinin toplam fenolik madde miktarı, toplam antosiyanin ve antioksidan aktivite yönünden; Wang ve Millner (2009) tarafından yapılan çalışmada *Allstar* ve *Chandler* çeşitlerinin toplam fenolik madde, toplam antosiyanin ve toplam flavonoller yönünden; Buendia ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmada ise *Aguedilla*, *Albion*, *Camarosa*, *Candong*, *Carmela*, *Chiflon*, *Cisco*, *Coral*, *Festival*, *Galexia*, *Macarena*, *Marina*, *Medina*, *Rubygem* ve *Ventana* çeşitlerinin toplam fenolik madde ve toplam antosiyaninler yönünden farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir.

Bununla birlikte Özdemir ve ark. (2003) Hatay'da yetiştirilen dokuz çilek çeşidinde (*Dorrit*, *Selva*, *Camarosa*, *Sweet Charlie*, *Seascape*, *Pajaro*, *Chandler*, *Tudla*, *Muir*), Özguven ve Yılmaz (2003) Adana'da yetiştirilen 9 farklı çilek çeşidinde (*Oso Grande*, *Fern*, *Irvine*, *Laguna*, *Sweet Charlie*, *Selva*, *Seascape*, *Camarosa*, *Chandler*), Kaynaş ve Günay (2003) Çanakkale'de yetiştirilen 11 farklı çilek çeşidinde (*Sweet Charlie*, *Dorrit*, *Chandler*, *Evita*, *Delmarvel*, *Camarosa*, *Annapolis*, *Elsanta*, *Tudla* ve *Selva*), Günay (2004) ise Çanakkale'de açıkta yetiştirilen yedi çilek çeşidi (*Annapolis*, *Camarosa*, *Evita*, *Tudla*, *Elsanta*, *Elvira* ve *Delmarvel*) ile plastik serada yetiştirilen 11 çilek çeşidinde (*Annapolis*, *Camarosa*, *Evita*, *Tudla*, *Elsanta*, *Delmarvel*, *Sweet Charlie*), kalite özellikleri yönünden çeşitli farklılıklar bulunduğunu tespit etmişlerdir. Ancak günümüze kadar yapılan çalışmalar içerisinde Aydın ilinde yetiştirilen *Rubygem*, *Sabrina* ve *Florida Fortuna* çeşitlerinin özelliklerinin incelendiği herhangi bir çalışmaya literatürde rastlanılmamıştır. Bu nedenle bu çalışmanın amacı Aydın ilinde yetiştirilen *Rubygem*, *Sabrina* ve *Florida Fortuna* çilek çeşitlerinin fiziksel, kimyasal, biyoaktif ve aroma özelliklerinin tespit edilmesidir.

Materyal ve Yöntem

Materyal ve kimyasallar

Çalışmada Aydın ili Sultanhisar ilçesinde yetişen *Florida Fortuna*, *Rubygem* ve *Sabrina* çilek çeşitleri ticari hasat olgunluğunda temin edilmiş ve hızla Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarına taşınmıştır. Analizlerde kullanılan kimyasal ve standartlar analitik saflıkta olup Sigma-Aldrich (Missouri, ABD)'ten temin edilmiştir: Aseton, etanol, Folin-Ciocalteu ayracı, sodyum karbonat, 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH), gallik asit, kateşin, troloks, askorbik asit, okzalik asit, 2,6-dikloroindofenol sodyum tuzu, C7-C30 alkan standart çözeltisi, fenolftalein, sodyum hidroksit, sakaroz, D-(+)-glikoz, D-(-)-fruktoz.

Toplam kuru madde, asitlik, pH ve renk analizleri

Çilek örnekleri homojenizatörde (Ultraturax IKA, T18) püre haline getirildikten sonra, darası alınmış kurutma kaplarına 4-5 g örnek konularak 105 °C sıcaklıktaki etüvde 24 saat bırakılmıştır. Sabit tartıma gelen kurutulmuş örneklerin tartımları hassas terazide alınmıştır. Tartımdan önce örnekler, dış ortamdan nem kapmadan soğumaları amacıyla desikatöre konularak bekletilmiştir. Sonuçların ortalaması "% toplam kuru madde" olarak ifade edilmiştir.

Çileklerin pH değeri, meyvenin ezilmesi ile elde edilen meyve suyunda pH metre ile ölçülmüştür. Asitlik tayini için 10 g çilek 100 ml saf su ile homojenize edilmiş ve 20 ml homojen çözelti pH 8.1 değerine ulaşana kadar 0.1 N sodyum hidroksit (NaOH) ile titre edilmiştir. Titrasyonda harcanan NaOH miktarı esas alınarak toplam asitlik sitrik asit cinsinden '%' olarak ifade edilmiştir.

Çileklerde renk özellikleri Hunter kolorimetre cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Meyve rengi, CIE Lab renk değerleri olarak L* (aydınlık), a*(kırmızılık/yeşillik), b*(sarıklık/mavilik) değerleri belirlenmiştir. CIE Lab renk değerlerinde L* eksenini aydınlık derecesini temsil ederken, a* değeri gıdanın kırmızılığı (+a) veya yeşilliğini (-a) ve b* değeri gıdanın sarılığını (+b) ve maviliğini (-b) ifade etmektedir.

C vitamini analizi

Çilek örneklerinin C vitamini miktarları Shrestha ve ark. (2016) tarafından belirtilen metoda göre spektrofotometrik (Shimadzu IU-1800, Japonya) olarak belirlenmiştir. Bu amaçla çilek örnekleri püre haline getirildikten sonra %0.4'lük okzalik asit çözeltisinden hazırlanan stabilizan çözelti ile karıştırılmıştır. Ardından deney tüplerine 1 ml ekstraksiyon çözeltisi ve 9 ml 2,6-diklorofenolindofenol çözeltisi eklenmiştir. Aynı işlem farklı tüplere, örnek çözeltisi yerine sadece stabilizan çözelti konularak yapılmıştır. Okzalik asit çözeltisi içeren örnekler için 2,6-diklorofenolindofenol çözeltisi içeren örneklerin absorpsanları 518 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Örneklerin C vitamini miktarları mg 100 g⁻¹ olarak ifade edilmiştir.

Toplam fenolik madde, toplam flavonoid ve antioksidan kapasite analizleri

Toplam fenolik madde, toplam flavonoid ve antioksidan kapasite analizlerinde kullanılan ekstraktların hazırlanmasında sap kısmından arındırılan çilek örnekleri ultraturax ile parçalanarak %70'lik aseton çözeltisi ile 1:5 (w/v) oranında karıştırılmıştır. Ardından karışım, çalkalamalı su banyosunda 55 °C sıcaklıkta, 50 rpm'de 1 saat süre ile bekletilmiş ve kaba filtre kağıdından geçirilerek ekstraktlar elde edilmiştir.

Toplam fenolik madde analizi, Sarkis ve ark. (2014)'nin önerdiği yöntemine göre, bazı modifikasyonlar ile spektrofotometrik olarak gerçekleştirilmiştir. İlk olarak 30 µL ekstrakt, 2.37 ml deiyonize su ve 150 µL Folin-Ciocalteu reaktifi ile oda sıcaklığında karıştırılmış ve karanlıkta 8 dk. bekletilmiştir. Ardından 450 µL doymuş sodyum karbonat çözeltisi eklenmiş ve vorteksenerek karıştırılmıştır. Etüvde 40 °C sıcaklıkta 30 dk. bekletilen karışımın 750 nm dalga boyundaki absorpsan değeri UV-VIS spektrofotometre (Shimadzu V-1800, Japonya) ile ölçülmüştür. Sonuçlar, elde edilen kalibrasyon eğrisi ve örneklerin absorpsan değerleri kullanılarak "mg gallik asit eşdeğeri (GAE) 100 g⁻¹ örnek" cinsinden ifade edilmiştir.

Toplam flavonoid analizi, Kim ve ark. (2003)'nin

yöntemine göre yapılmıştır. İlk olarak 1 ml ekstrakt, 0.3 ml %5'lik NaNO₂ ile karıştırılmış ve 5 dk. karanlıkta bekletilmiştir. Sonrasında 0.3 ml %10'luk AlCl₃.6H₂O ilave edilmiş ve 1 dk. beklendikten sonra 2 ml 1 M NaOH eklenmiştir. Hemen ardından 2.4 ml distile su eklenerek karışım vortekslenmiş ve 510 nm dalga boyunda absorbans okunmuştur. Sonuçlar "mg kateşin eşdeğeri (KE) 100 g⁻¹ örnek" olarak ifade edilmiştir.

DPPH yöntemi ile antioksidan kapasite tayini ise, Grajeda-Iglesias ve ark. (2016)'na göre, bazı modifikasyonlar ile yapılmıştır. Öncelikle 0.1 ml ekstrakt üzerine 2.9 ml 0.1 mM etanolde hazırlanmış DPPH çözeltisi eklenip çalkalanmış ve oda sıcaklığında, karanlıkta 30 dk. bekletilmiştir. Ardından absorbans değeri, 517 nm dalga boyunda UV-VIS spektrofotometrede ölçülmüştür. Antioksidan kapasite değerleri, "µmol Trolox eşdeğeri (TE) 100 g⁻¹ örnek" cinsinden ifade edilmiştir.

HPLC ile şeker kompozisyonu

Şeker bileşiminin belirlenmesinde 10 g çilek örnekleri bir behere alınmış ve üzerine 30 ml %25 EtOH çözeltisi ilave edilerek ultratüraks ile 6000 rpm'de 2 dakika parçalanmıştır. Karışım daha sonra 50 ml'lik balon jöjeye aktarılmış ve %25 EtOH çözeltisi ile hacim çizgisine tamamlandıktan sonra 0.45 µm'lik filtreden (Sartorius RC, Goettingen, Almanya) geçirilmiş ve HPLC'ye enjekte edilmek üzere viallere aktarılmıştır. Örnekler ve hazırlanan standartlar HPLC'ye (Shimadzu Prominence LC-20A) enjekte edilmiştir. Aminex HPX-87P karbonhidrat kolonu (300 x 7.8 mm; 80 °C) ve Refraktif indeks dedektör (RID)'ün kullanıldığı çalışmada LC su mobil fazının akış hızı 0.6 ml.dk⁻¹ olarak belirlenmiştir (Rupérez ve Toledano, 2003).

GC-MS ile aroma bileşenleri analizi

Çilek çeşitlerindeki uçucu bileşenler statik tepe boşluğu katı faz mikro ekstraksiyon (solid phase micro extraction-SPME) yöntemiyle gaz kromatografisi kütle spektrometresinde (GC-MS) tayin edilmiştir. Bu amaçla, 10'ar gram örnek püre

haline getirilerek 20 ml'lik SPME viallerine konularak tepe boşluğu ünitesine yerleştirilmiştir (Agilent 7820A/5975C GC-MS, Agilent Technologies Inc., Santa Clara, CA, ABD). Örnekler 15 dakikalık dengelenme süresince bekletilmiş ve örneklerin tepe boşluğu SPME fiberine 65 °C sıcaklıkta 60 dakika maruz bırakılmıştır. Daha sonra transfer kolonuyla örnekler 0.5 ml/s hızla gaz kromatografisine enjekte edilmiştir. Enjeksiyon inlet sıcaklığı 200 °C olup analiz için HP-5 kolonu kullanılmıştır (30m x 0.32 mm i.d. x 0.25 µm). Taşıyıcı gaz olarak helyum 1ml/s hızla kullanılmıştır. GC-MS parametreleri; fırın sıcaklığı 50 °C'de 1 dk., daha sonra 4 °C.dk⁻¹ artışla 200 °C'de 15 dk. ve final sıcaklığı ise 20°C.dk⁻¹ artışla 230 °C'de 15 dakika olarak programlanmıştır. Split oranı 1:50 olarak ayarlanmış ve kütle spektrumu 70e/V'de toplam iyon kromatogram (TIC) modunda taranmıştır Uçucu bileşenlerin tutunma endeksleri, C7-C30 alkan standart çözeltisinin yukarıda belirtilen şartlarda cihaza enjekte edilmesiyle hesaplanmıştır. Uçucu bileşenlerin tanımlanması, bileşenlerin kütle spektrallarının Wiley spektral kütüphanesi verileriyle ve tutunma endeksleri National Institute of Standards and Technology (NIST) kütüphanesi verileri ile karşılaştırılarak yapılmıştır.

İstatistiksel analiz

Verilerin istatistiksel değerlendirilmesi SPSS paket programı (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) ile yapılmıştır. Elde edilen verilerde (n = 3), sonuçlar üzerine parametrelerin etkisi varyans analizi ile tespit edilmiş ve ortalamalar arasındaki farklılık (P<0.05) Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Üç farklı çilek çeşidinde belirlenen toplam kuru madde (%), asitlik (%), pH ve renk değerleri Çizelge 1'de sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde *Rubygem* çeşidi çileğin en yüksek ortalama kuru madde içeriğine sahip olduğu; bu çeşidi *Sabrina* çeşidinin takip ettiği görülmektedir. Asitlik ve pH değerlerinin birbiriyle uyumlu oldukları ve *Sabrina*

çilek çeşidinin daha asidik karakteristiğe sahip olduğu anlaşılmaktadır. Renk değerleri incelendiğinde, *Sabrina* çeşidi çileklerde koyuluk, kırmızı renk ve sarı renk yoğunluklarının diğer iki çeşide kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir. Toplam asitlik açısından *Sabrina* çilek çeşidi *Florida Fortuna* ve *Rubygem* çilek çeşitlerinden anlamlı ($P<0.05$) fark göstermiştir. Buna karşı, üç farklı çilek çeşidinin pH değerleri arasında önemli düzeyde fark bulunmamıştır. Akçay (2014) tarafından farklı azot dozları uygulanarak yetiştirilen *Rubygem* ve *Florida Fortuna* çilek çeşitlerinde ortalama titre edilebilir asitlik

değerleri sırasıyla %0.25 ve %0.29 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen asitlik değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum farklı çevresel koşullardan kaynaklanabileceği gibi, meyve olgunluğu ile de ilişkilidir. Atasay ve Türemiş (2008) tarafından organik yetiştiricilik uygulamalarının çileklerin kalite özelliklerine etkisi ile ilgili yapılan bir çalışmada farklı yıllara ait *Camarosa* çeşidi çilek örneklerinde en yüksek pH değerleri 3.71 ve 3.84 olarak belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen pH değerleri, literatürde çilekler için belirlenen pH değerleri ile uyumlu bulunmuştur.

Çizelge 1. Çilek çeşitlerine ait toplam kuru madde, asitlik, pH ve renk değerleri

Table 1. Total dry matter, acidity and pH values of strawberry cultivars

| Çilek çeşidi | Toplam kuru madde (%) | Asitlik (%) | pH değeri | L* | a* | b* |
|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Strawberry cultivar | Total dry matter (%) | Acidity (%) | pH value | L* | a* | b* |
| <i>Florida Fortuna</i> | 7.46 ± 0.03 ^a | 0.63 ± 0.06 ^a | 4.43 ± 0.12 ^a | 14.60 ± 3.28 ^a | 27.41 ± 3.03 ^a | 15.86 ± 3.29 ^a |
| <i>Rubygem</i> | 9.63 ± 0.14 ^b | 0.57 ± 0.05 ^a | 4.40 ± 0.02 ^a | 15.38 ± 2.28 ^a | 30.17 ± 1.81 ^b | 17.28 ± 2.41 ^a |
| <i>Sabrina</i> | 9.20 ± 0.17 ^c | 0.67 ± 0.03 ^b | 4.35 ± 0.03 ^a | 18.96 ± 2.81 ^b | 33.30 ± 1.74 ^c | 19.19 ± 2.61 ^b |

Aynı sütunda yer alan farklı harfler istatistiki farklılıkları simgelemektedir ($P<0.05$)

Ornelas-Paz ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada altı farklı olgunlaşma periyodunda hasat edilen organik çileklerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirleyerek değişimlerini incelemişlerdir. Olgunlaşmamış çileklerin ilk periyodunda titre edilebilir asitlik değerleri %1.2 iken bu değer olgunlaşma süresince giderek azalarak olgunluğa erişmiş hasat edilen çileklerde %0.7 olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda üç farklı çilek çeşidinde belirlenen titre edilebilir asitlik değerleri (%0.57- %0.67), Ornelas-Paz ve ark. (2013) tarafından olgunluğa erişmiş çileklerde belirlenen titre edilebilir asitlik değerlerine oldukça yakın olduğu görülmüştür.

Renk, çileklerin olgunlaşma zamanının belirlenmesinde kullanılan önemli bir kalite kriteri olup, arzu edilen meyve renginin oluşumunda antosiyaninler etkili olmaktadır (Gündüz ve Özdemir, 2012). Özellikle çilek, ahududu, böğürtlen ve karadut gibi kırmızı renkli meyvelerde olgunlaşma süresince antosiyaninlerin oluşumu sonucu meyvede a* renk değerinin artışı görülmektedir. Meyve olgunluğunun belirlenmesinde, meyve renginin

görsel olarak değerlendirilmesi uyumlu sonuçlar vermektedir (Stavang ve ark., 2015). Bununla birlikte, çileklerde meyve rengi tüketici tercihinde önemli rol oynayan ve meyvenin pazar değerini artıran en temel faktördür. Renk değerlerinden a* (kırmızılık) değerinin artması, çilek meyvesinde meyve olgunluğunun ve pigment birikiminin bir göstergesi olarak bilinmektedir (Karakaya ve ark., 2015). Renk değerleri incelendiğinde, *Sabrina* çeşidi çileklerde koyuluk, kırmızı renk ve sarı renk yoğunluklarının diğer iki çeşide kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir. En düşük kırmızı renk yoğunluğu *Florida Fortuna* çeşidi çileklerde elde edilmiştir. *Florida Fortuna*, *Rubygem* ve *Sabrina* çilek çeşitlerinin kırmızılık değerleri arasında anlamlı fark bulunmuştur. Gerek meyvelerin çeşidi ve gerekse bulunduğu ekolojik koşullara göre renk değerleri farklılık gösterebilmektedir.

Biyoaktif özellikler

Çilek çeşitlerinin biyoaktif madde içerikleri olan C vitamini, toplam fenolik madde, toplam flavonoid ve antioksidan kapasite değerlerinin

hepsinde en yüksek değerlere sahip olarak *Rubygem* çilek çeşidi ön plana çıkmaktadır. Sonuçların dünya genelindeki çilek çeşitleriyle ortalama olarak uyumlu olduğu; üstelik Sultanhisar'da yetiştirilen bu üç çeşidin literatür taraması yapılan çoğu çilek çeşitlerinden biyoaktif maddelerce daha zengin oldukları anlaşılmaktadır.

Aydın ilinde yetiştirilen farklı çilek çeşitlerinin C vitamini miktarları Çizelge 2'de verildiği gibidir. En yüksek C vitamini içeren çilek çeşidinin *Rubygem* (54.61 mg/100g) olduğu tespit edilmiş olup bunu sırasıyla *Florida Fortuna* (53.40 mg 100g⁻¹) ve *Sabrina* (50.46 mg 100g⁻¹) çeşitleri takip etmiştir.

Çizelge 2. Çilek çeşitlerine ait biyoaktif madde miktarları (GAE: Gallik asit eşdeğer; KE: Kateşin eşdeğer; TE: Troloks eşdeğer)
Table 2. Bioactive compounds of strawberry cultivars (GAE: Gallic acid equivalent; CE: Catechin equivalent; TE: Trolox equivalent)

| Çilek çeşidi | C vitamini (mg 100 g ⁻¹) | Toplam fenolik madde (mg GAE 100 g ⁻¹) | Toplam flavonoid (mg KE 100 g ⁻¹) | Antioksidan kapasite (μmol TE 100 g ⁻¹) |
|------------------------|--------------------------------------|---|---|---|
| Strawberry cultivar | Vitamin C (mg 100 g ⁻¹) | Total phenolic compound (mg GAE 100 g ⁻¹) | Total flavonoid (mg CE 100 g ⁻¹) | Antioxidant capacity (μmol TE 100 g ⁻¹) |
| <i>Florida Fortuna</i> | 53.40 ± 1.7 ^a | 239.6 ± 10.5 ^a | 62.2 ± 2.7 ^a | 329.6 ± 0.2 ^a |
| <i>Rubygem</i> | 54.61 ± 1.2 ^a | 245.1 ± 20.1 ^a | 67.8 ± 4.3 ^b | 331.0 ± 0.4 ^a |
| <i>Sabrina</i> | 50.46 ± 1.9 ^b | 169.6 ± 15.5 ^b | 57.4 ± 2.4 ^a | 329.2 ± 2.1 ^a |

Aynı sütunda yer alan farklı harfler istatistiki farklılıkları simgelemektedir (P<0.05)

Çalışmada, Aydın ilinde yetiştirilen çilek çeşitlerinin C vitamini miktarlarının ülkemizde farklı bölgelerde yetiştirilen çilek çeşitlerine benzer olduğu görülmüştür. Özbahçali (2014) tarafından yapılan çalışmada Erzurum şartlarında yetiştirilen bazı çilek çeşitlerinin (*Sweet Ann*, *Crystal*, *Fern*, *Redlands Hope*, *Kabarla* ve *Rubygem*) C vitamini miktarları incelenmiş ve miktarlarının 38.0-55.3 mg 100ml⁻¹ arasında değiştiği görülmüştür. En düşük C vitamini miktarının *Redlands Hope* çeşidinde, en yüksek miktarın ise *Rubygem* çeşidinde saptandığı belirtilmiştir. Yıldız ve ark. (2014) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise ülkemizin kuzeydoğu bölgesinde yetiştirilen 15 farklı çeşit dağ çileğinin C vitamini miktarları analiz edilmiş ve miktarların 38.55 mg 100g⁻¹ ile 57.37 mg 100g⁻¹ aralığında değiştiği bildirilmiştir. Koyuncu ve Dilmaçunal (2010) tarafından yapılan çalışmada Isparta ilinde yetiştirilen *Dorit* ve *Selva* isimli çilek çeşitlerinin ortalama C vitamini miktarlarının sırasıyla 24.70 mg 100g⁻¹ ve 15.25 mg 100g⁻¹ olduğu rapor edilmiş, Pırlak ve Köse (2009) tarafından yapılan çalışmada, Erzurum ilinde yetiştirilen *Selva* çeşidine ait çileğin C vitamini miktarının 52.7 mg 100g⁻¹ olarak belirlendiği belirtilmiştir. Akbulut ve ark. (2006) tarafından yapılan çalışmada ise Tokat yöresinden 4 farklı çilek çeşidi (*Gökal 1*, *Gökal 2*, *Maraline* ve

Fragaria vesca) ile Konya-Akşehir yöresinden *Fragaria arvense* çeşidi çileklerin askorbik asit miktarları incelenmiş ve en yüksek miktarda askorbik asit içeren çilek çeşidinin 75.5 mg 100g⁻¹ ile *Fragaria vesca* (dağ çileği) olduğu saptanmıştır.

Aydın ilinde yetiştirilen çileklerin C vitamini miktarlarının yurtdışında bazı bölgelerde yetiştirilen çileklerin C vitamini miktarları ile de yakın olduğu belirlenmiştir. Konu ile ilgili Nuñez-Mancilla ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada Şili'de analiz edilen çileğin (*Fragaria vesca* cv. *Camarosa*) C vitamini miktarının 47.09 mg 100g⁻¹ olduğu, Pineli ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada Brezilya'da yetiştirilen *Osogrande* ve *Camino Real* çeşidine ait çileklerin C vitamini miktarlarının sırasıyla 31.4-46.5 mg 100g⁻¹ olduğu, Hakala ve ark. (2003) tarafından yapılan çalışmada ise Finlandiya'da yetiştirilen 6 farklı çilek çeşidinin (*Jonsok*, *Korono*, *Polka*, *Honeoye*, *Bouty* ve *Senga Sengana*) C vitamini miktarlarının 32.40-84.70 mg 100g⁻¹ arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çilek meyvesinde yer alan temel polifenol sınıfları antosiyaninler, ellagitaninler ve proantosiyanidinlerdir (Sandhu ve ark., 2018). Çilek meyve etinin kırmızı renginden sorumlu olarak ise, antosiyaninlerden pelargonidin ve siyanidin glikozitlerinin baskın bileşenler oldukları bildirilmektedir (Aaby ve ark., 2005). Çilekte yer

alan antosiyanin miktarının, toplam polifenollerin %75'inden fazlasını oluşturduğu ve 100 g çilekte 20 – 60 mg arasında değiştiği bildirilmiştir (Sandhu ve ark., 2018). *Totem* ve *Puget Reliance* cinsi çilekler ile yapılan bir çalışmada, toplam fenolik madde içeriği 230 – 340 mg GAE 100g⁻¹ aralığında bulgulanmıştır. Antioksidan kapasitesi değerleri ise ORAC yöntemine göre 13 µmol TEg⁻¹; FRAP yöntemine göre ise 4.3 mmol TE 100g⁻¹ olarak rapor edilmiştir (Aaby ve ark., 2005).

Wang ve Lin (2000), farklı çilek çeşitleri ile yaptıkları analizler sonucunda toplam fenolik madde miktarını 95 – 152 mg 100g⁻¹, ORAC (oksijen radikal absorban kapasitesi) yöntemi ile elde ettikleri antioksidan kapasite değerlerini ise 12.2 – 17.4 µmol TEg⁻¹ aralıklarında rapor etmişlerdir. Bir başka çalışmada, *Kent* ve *Elsanta* isimli iki farklı çilek çeşidi için toplam fenolik madde değerleri sırasıyla 1901.9 ve 2405.9 mg 100g⁻¹ kuru çilek, DPPH yöntemi ile elde edilen antioksidan kapasite değerleri ise sırasıyla 21.0 ve 24.3 µM TE 100g⁻¹ kuru çilek olarak bildirilmiştir (Wojdylo ve ark., 2009). Mevcut çalışma kapsamında elde edilen toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasite değerleri literatür bulguları ile kıyaslandığında, Aydın ili Sultanhisar ilçesinde yetişen ticari çilek çeşitlerinin antioksidan bileşenlerce zengin oldukları ifade edilebilir. Öz ve Eker (2016), Osmaniye ilinde yetişen *Rubygem* ve *Osmanlı* isimli iki farklı ticari çilek türü ile yaptıkları çalışmalarında sırasıyla

toplam fenolik madde miktarını 3774 ve 3053 mg kg⁻¹, toplam flavonoid miktarını 121.7 ve 36.5 mg kg⁻¹ ve antioksidan kapasite değerini ise DPPH süpürme aktivitesi cinsinden %91.0 ve %58.6 olarak rapor etmişlerdir. Benzer şekilde, bu çalışma kapsamında Aydın ilinde yetişen *Rubygem* çeşidinin, çalışılan diğer çilek çeşitlerine kıyasla fenolik maddelerce daha zengin olduğu bulgulanmıştır. Fenolik maddeler ile antioksidan kapasite ilişkisi ele alındığında ise, çilek meyvesi ile yapılan bir çalışmada toplam fenolik madde ve antosiyanin miktarının, antioksidan kapasite değeri ile pozitif yönde anlamlı bir ilişkisinin olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, askorbat içeriğinin de antioksidan madde içeriği ile negatif yönde anlamlı bir ilişkisinin olduğu ifade edilmiştir (Kalt ve ark., 1999).

Şeker kompozisyonu

Sultanhisar'da yetiştirilen üç çilek çeşidinin HPLC ile detaylı şeker kompozisyonu ayrıca belirlenmiştir (Çizelge 3). Her üç çilek çeşidinde de baskın şekerin glikoz olduğu; glikozu sırasıyla früktozun ve sakarozun takip ettiği anlaşılmaktadır. En yüksek toplam şekerin *Sabrina* çeşidinde olduğu ve en düşük de *Florida Fortuna* çeşidinde olduğu bulgulanmıştır. Farklı olarak, *Rubygem* çeşidi çilek örneklerinde sakaroz miktarı diğer çeşitlere kıyasla oldukça düşük tespit edilmiştir.

Çizelge 3. Çilek çeşitlerine ait HPLC ile şeker analizi sonuçları

Table 3. Results of sugar analysis by HPLC belonging to strawberry cultivars

| Çilek çeşidi | Sakaroz (g 100g ⁻¹) | Glikoz (g 100g ⁻¹) | Fruktoz (g 100g ⁻¹) | Toplam şeker (g 100g ⁻¹) |
|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---|
| Strawberry cultivar | Sucrose (g 100g ⁻¹) | Glucose (g 100g ⁻¹) | Fructose (g 100g ⁻¹) | Total sugar (g 100g ⁻¹) |
| <i>Florida Fortuna</i> | 1.51 ± 0.14 ^a | 2.24 ± 0.28 ^a | 2.06 ± 0.26 ^a | 5.81 ± 0.68 ^a |
| <i>Rubygem</i> | 0.36 ± 0.19 ^b | 3.10 ± 0.39 ^b | 2.77 ± 0.32 ^b | 6.23 ± 0.89 ^a |
| <i>Sabrina</i> | 1.88 ± 0.14 ^c | 3.22 ± 0.00 ^b | 2.93 ± 0.02 ^b | 8.03 ± 0.17 ^b |

Aynı sütunda yer alan farklı harfler istatistiki farklılıkları simgelemektedir (P<0.05)

Aroma Özellikleri

Aydın ili Sultanhisar ilçesinde yetişmekte olan üç çilek çeşidi *Sabrina*, *Florida Fortuna* ve *Rubygem* türlerinde uçucu bileşen tayini statik tepe boşluğu yöntemiyle gaz kromatografisi kütle

spetrometresinde yapılmıştır. Dünyada bazı çilek çeşitlerinin tepe boşluğu bileşenlerinde yapılan çalışmalarda durum ise Çizelge 4'te özetlenmiştir.

Çizelge 4. Çilek türlerinde yapılan çalışmalarda en fazla bulunan üç tepe boşluğu aroma bileşenleri
 Table 4. Three headspace aroma compounds mostly determined in studies of strawberry cultivars

| Çilek Çeşidi | En fazla bulunan bileşenler | Kaynak |
|---------------------|---|--------------------------|
| Strawberry cultivar | Major compounds | Reference |
| Honeoye | Hekzil asetat, aseton, butil asetat | Nielsen ve Leufven, 2008 |
| Korona | Metil butanat, etil butirat, aseton | Nielsen ve Leufven, 2008 |
| Tamar | Etil butanat, etil hekzanat, E-2-hekzenal | Kafkas ve ark., 2005 |
| Yael | Etil butanat, butil butanat, E-2-hekzenal | Kafkas ve ark., 2005 |
| Malach | Etil hekzanat, E-2-hekzenal ve etil hekzanal | Kafkas ve ark., 2005 |
| Totem | Etil butanat, oktil butanat, benzil asetat | Jetli ve ark., 2007 |
| Puget Reliance | Hekzanoik asit, etil butanat, benzil asetat | Jetli ve ark., 2007 |
| Puget Summer | Hekzanoik asit, etil butanat, 2-metil butanoik asit | Jetli ve ark., 2007 |
| Hood | Hekzanoik asit, hekzil hekzanat, nerolidol | Jetli ve ark., 2007 |
| Independence | 2-Metil butanoik asit, hekzanoik asit, benzen metanol | Jetli ve ark., 2007 |
| Ventana | Hekzanoik asit, linalil format, etil sinamat | Jetli ve ark., 2007 |
| Camarosa | Hekzanoik asit, delta-dekalakton, oktil-2-metil butanat | Jetli ve ark., 2007 |
| San Mugiell | Hekzanoik asit, metil butanat, etil sinamat | Jetli ve ark., 2007 |
| Venice | Etil asetat, etil sinamat, mesifuran | Jetli ve ark., 2007 |
| 13G97 | Hekzanoik asit, nerolidol, gamma-dekalakton | Jetli ve ark., 2007 |

Çizelge 5. Sabrina, Florida Fortuna ve Rubygem çilek çeşitlerinin uçucu bileşenleri ve koku özellikleri

Table 5. Volatile compounds and odour properties of Sabrina, Florida Fortuna and Rubygem strawberry cultivars

| No | Retensiyon Zamanı | Retensiyon Endeksi ¹ | Bileşen | Koku özelliği ² | GC-MS Alan Yüzdeliği (%) | | |
|----|-------------------|---------------------------------|--------------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------|-----------------|
| | | | | | GC-MS Area Percentage (%) | | |
| No | Retention time | Retention Index | Compound | Odour properties ² | Sabrina | Florida Fortuna | Rubygem |
| 1 | 1.601 | <600 | Asetone | Oje çıkarıcı | 25.87 | 42.93 | 21.01 |
| 2 | 1.672 | <600 | Metil asetat | Eterimsi | 10.76 | 11.41 | 17.71 |
| 3 | 1.844 | <600 | Diasetil | Tereyağı | 4.36 | 3.43 | nd ³ |
| 4 | 1.957 | 609 | Etil asetat | Ananas | 23.11 | 8.55 | 19.59 |
| 5 | 2.04 | 622 | Metil propanal | Meyvemsi | nd | 0.42 | 0.29 |
| 6 | 2.23 | 654 | İzopropil asetat | Eterimsi | nd | 0.60 | 0.28 |
| 7 | 2.42 | 685 | 2,2,4,4-Tetrametil butan | (kokusuz) | 14.40 | 9.49 | 6.18 |
| 8 | 2.634 | 715 | Etil propanat | Meyvemsi | 0.11 | 0.52 | 0.29 |
| 9 | 2.741 | 726 | Metil butanat | Eter ve meyvemsi | 6.29 | 8.17 | 11.64 |
| 10 | 2.865 | 738 | 1-Pentanol | Meyvemsi | 0.51 | nd | 0.36 |
| 11 | 2.937 | 744 | 3-metil-2-pentanon | (kokusuz) | 0.44 | nd | nd |
| 12 | 3.311 | 773 | Toluen | Yağlı boya | 0.95 | nd | 0.16 |
| 13 | 3.423 | 780 | Metil izovalerat | Meyvemsi | 0.57 | nd | 0.57 |
| 14 | 3.797 | 802 | Etil butanat | Elma | 3.51 | 7.21 | 5.80 |
| 15 | 4.581 | 847 | Propil butanat | Meyvemsi | nd | 0.59 | 0.31 |
| 16 | 4.824 | 858 | E-2-Hekzenal | Yeşil yaprak | 0.50 | 0.54 | 0.15 |
| 17 | 5.162 | 872 | 1-Hekzanol | Reçine, çiçek ve yeşil yaprak | 0.94 | nd | 1.32 |
| 18 | 6.581 | 928 | Metil hekzanat | Meyve ve çiçek | 4.97 | 2.09 | 6.27 |
| 19 | 8.836 | 1000 | Etil hakzanat | Elma kabuğu | 1.80 | 2.27 | 3.52 |
| 20 | 9.293 | 1016 | Hekzil asetat | Meyvemsi ve bitkisel | nd | nd | 0.56 |
| 21 | 9.387 | 1020 | E-2-Hekzenil asetat | Yeşil yaprak | 0.21 | 0.70 | 0.80 |
| 22 | 12.184 | 1100 | delta-3- Karen | Limon ve reçine | 0.71 | 0.55 | 0.62 |

¹Retensiyon endeksleri gaz kromatografisi HP1 kolonunda C7-C30 alkan serisine göre hesaplanmıştır. ²Bileşenlerin koku özellikleri www.flavornet.org ve www.thegoodscentscompany.com veri tabanlarından derlenmiştir. ³ nd: Bileşen bulunamamıştır.

Sultanhisar çileklerinin tepe boşluğu bileşenleri ve çeşitli kaynaklarda belirtilen aroma özellikleri Çizelge 5'te görülmektedir. *Sabrina*, *Florida fortuna* ve *Rubygem* çeşitlerinde sırasıyla 18, 16 ve 20 adet uçucu bileşen saptanmıştır. Bileşenlerin birçoğunun ester grubuna ait olduğu

belirlenmiştir. Genel olarak en yüksek oranda bulunan bileşikler aseton (oje çıkarıcı kokusu), metil asetat (eterimsi koku), etil asetat (ananas kokusu), 2,2,4,4-tetrametil butan (kokusuz bileşen), metil butanat (eter ve meyvemsi koku), etil butanat (elma kokusu) ve metil hekzanattır

(meyve ve çiçek kokusu). *Sabrina* çeşidinin en fazla bulunan üç aroma bileşeni aseton, etil asetat ve metil asetat; *Florida fortuna* çeşidinin en fazla bulunan üç aroma bileşeni aseton, metil asetat ve metil butanat; *Rubygem* çeşidinin ise en fazla bulunan üç aroma bileşeni aseton, etil asetat ve metil butanat olarak belirlenmiştir.

Çilek örneklerinin uçucu bileşen içerikleri, ilgili bileşenin kromatogramdaki relatif yüzdeleri ile hesaplanmıştır. Üç çilek çeşidinde; 14 ester, 3 keton, 2 alkol, 2 aromatik hidrokarbon ve 1 alkan olmak üzere toplam 22 bileşen tespit edilmiştir. Bu sonuçlara benzer olarak; Hakala ve ark. (2002) 6 çilek türünde (Senga Sengena, Jonsok, Polka, Korona, Bounty ve Honeoye) en fazla miktarda bulunan uçucu bileşen grubunun ester grubu olduğunu ve metil butanat, etil butanat, metil hekzanat ve ethyl hekzanatın başlıca bileşenler olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada; *Sabrina* türünün en fazla bulunan üç aroma bileşeni aseton (%25.87), etil asetat (%23.11) ve metil asetat (%10.76); *Florida Fortuna* çeşidinin en fazla bulunan üç aroma bileşeni aseton (%42.93), metil asetat (%11.41) ve etil asetat (%8.55); *Rubygem* çeşidinin ise en fazla bulunan üç aroma bileşeni aseton (%21.01), etil asetat (%19.59) ve metil butanat (%17.71) olarak belirlenmiştir. *Florida fortuna* ve *Sabrina* çeşitlerinin en fazla bulunan uçucu bileşenleri aynı olmasına rağmen, iki tür arasındaki aroma farklılaşması daha az miktarda bulunan bileşen miktar ve çeşitlerinden kaynaklanmaktadır. Benzer yöntem kullanılarak daha önce yapılmış çalışmalarda diğer çilek çeşitlerinin en fazla bulunan uçucu bileşenleri Çizelge 4'te özetlenmiştir. Buna göre; bu çalışmada tanımlanan *Florida fortuna*, *Sabrina* ve *Rubygem* çilek çeşitlerinin başlıca uçucu bileşenlerinin diğer çilek çeşitlerinden farklılık gösterdiği, ancak genel olarak meyve kokusu veren esterlerin tüm çileklerde etken bileşen olduğu gözlemlenmiştir.

SONUÇLAR

Dünyanın önemli çilek üreticisi ülkeleri arasında yer alan ülkemizin Ege Bölgesi'nde Aydın

ilinin Sultanhisar ilçesinde büyük ölçüde yetiştiriciliği yapılan ve önemli bir pazar payı olan çilek çeşitleri *Florida Fortuna*, *Rubygem* ve *Sabrina* çeşitleridir. Bu çalışmada, Sultanhisar yöresinde yetiştiriciliği hız kazanan bu üç farklı çilek çeşidinin fiziksel, kimyasal, biyoaktif ve aroma özellikleri incelenmiştir. Çilek çeşitliliğine bağlı olarak meyve kalite özellikleri ve kimyasal kompozisyonlarındaki farklılıklar ortaya konmuştur. Çileklerin biyoaktif özellikleri bakımından *Rubygem* çeşidinin öne çıktığı, aroma özellikleri bakımından ise üç çeşidin de yakın bileşimlere sahip olduğu ifade edilebilir. Kimyasal özellikleri bakımından *Sabrina* çeşidi çileklerin daha yüksek şeker kompozisyonu ve asitlik (%) değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma ile *Florida Fortuna*, *Sabrina* ve *Rubygem* çilek çeşitlerinin kalite özellikleri ülkemizde ve dünyada yetiştirilen diğer çilek çeşitleri ile karşılaştırılarak sunulmuştur.

EKLER

Ticari olgunlukta çileklerin hasadını ve teminini sağlayan Tarım ve Orman Bakanlığı Sultanhisar İlçe Müdürlüğüne ve Sultanhisar Ziraat Odası yetkililerine yazarlar olarak teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

- Aaby, K., Ekeberg, D. & Skrede, G. (2007). Characterization of phenolic compounds in strawberry (*fragaria x ananassa*) fruits by different HPLC detectors and contribution of individual compounds to total antioxidant capacity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 4395–4406.
- Aaby, K., Skrede, G. & Wrolstad, R. E. (2005). Phenolic composition and antioxidant activities in flesh and achenes of strawberries (*Fragaria ananassa*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (10), 4032-4040.
- Akbulut, M., Çekiç, Ç. & Ünver, A. (2006). Bazı oktoploid ve diploid çileklerin fitokimyasal özellikleri. Antioksidan kapasitesi ve mineral miktarlarının belirlenmesi. *II. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu*, pp. 299-303.
- Akçay, V. (2014). *Farklı azot dozlarının Rubygem ve Florida fortuna çilek çeşitlerinde verim ve meyve kalite kriterleri üzerine etkisi*. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Aydın.
- Anonim (2017). <http://www.uib.org.tr/tr/kbfile/cilek->

- raporu-2017. Erişim tarihi: 28.09.18.
- Anttonen, M.J., Hoppula, K.I., Nestby, R., Verheul, M.J. & Karjalainen, R.O. (2006). Influence of fertilization, mulch color, early forcing, fruit order, planting date, shading, growing environment, and genotype on the contents of selected phenolics in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 2614–2620.
- Atasay, A. & Türemiş, N. (2008). Eğirdir (Isparta) koşullarında organik çilek yetiştiriciliğinin uygulanabilirliği üzerine bir araştırma. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 18 (3), 72-81.
- Basu, A., Nguyen, A., Betts, N.M. & Lyons, T.J. (2014). Strawberry as a functional food: an evidence-based review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54, 790-806.
- Buendía, B., Gil, M.I., Tudela, J.A., Gady, A.L., Medina, J.J., Soria, C., López, J.M. & Tomas-Barberan, F.A. (2010). HPLC-MS analysis of proanthocyanidin oligomers and other phenolics in 15 strawberry cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 3916–3926.
- Elik, A., Yanık, D. K. & Göğüş, F. (2017). Optimization of microwave-assisted extraction of phenolics from organic strawberry using response surface methodology. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(2), 143-154.
- Grajeda-Iglesias, C., Salas, E., Barouh, N., Barea, B., Panya, A. & Figueroa-Espinoza, M. C. (2016). Antioxidant activity of procatechuates evaluated by DPPH, ORAC, and CAT methods. *Food Chemistry*, 194, 749-757.
- Günay, S. (2004). *Çanakkale Koşullarına Uygun Çilek (Fragaria spp.) Çeşitlerinin belirlenmesi üzerine araştırmalar*. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale.
- Gündüz, K. & Özdemir, E. (2012). Çileklerde Meyve Kalite Özellikleri Arasındaki İlişkiler. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2 (1), 9-14.
- Hakala, M. A., Lapveteläinen, A. T. & Kallio, H. P. (2002). Volatile compounds of selected strawberry varieties analyzed by purge-and-trap headspace GC-MS. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50 (5), 1133-1142.
- Hakala, M., Lapveteläinen, A., Huopalahti, R., Kallio, H. & Tahvonen, R. (2003). Effects of varieties and cultivation conditions on the composition of strawberries. *Journal of Food Composition and Analysis*, 16 (1), 67-80.
- Jetti, R. R., Yang, E., Kurnianta, A., Finn, C. & Qian, M. C. (2007). Quantification of selected aroma-active compounds in strawberries by headspace solid-phase microextraction gas chromatography and correlation with sensory descriptive analysis. *Journal of Food Science*, 72 (7), S487-S496.
- Kafkas, E., Kafkas, S., Koch-Dean, M., Schwab, W., Larkov, O., Lavid, N., Bar, E., Ravid, U. & Lewinsohn, E. (2005). Comparison of methodologies for the identification of aroma compounds in strawberry. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 29 (5), 383-390.
- Kalt, W., Forney, C. F., Martin, A. & Prior, R. L. (1999). Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics, and anthocyanins after fresh storage of small fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47 (11), 4638-4644.
- Karahan, H., Özsayın, D., & Karaman, S. (2015). Organik çilek yetiştiriciliği yapan işletmelerin Sosyo-Ekonomik açıdan incelenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 19(1), 9-15.
- Karakaya, M., Öztürk, B., İslam, A., Karakaya, O., Kaçar, E., Turga, E. & Gün, S. (2015). Ordu ekolojik koşullarında yetiştirilen bazı çilek çeşitlerinin meyve kalite özellikleri. VII. *Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, pp. 25-29.
- Kaynaş, N. & Günay, S. (2003). Çanakkale Yöresine Uygun Çilek Çeşitlerinin Saptanması Üzerine Çalışmalar. *Ulusal Kivi ve Üzümsü Meyveler Sempozyumu*, pp. 230-234, Ordu.
- Kim, D. O., Jeong, S. W. & Lee, C. Y. (2003). Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chemistry*, 81 (3), 321-326.
- Koyuncu, M. A. & Dilmaçunal, T. (2010). Determination of vitamin C and organic acid changes in strawberry by HPLC during cold storage. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 38 (3), 95-98.
- Meyers, K.J., Watkins, C.B., Pritts, M.P. & Liu, R.H. (2003). Antioxidant and antiproliferative activities of strawberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 6887–6892.
- Nielsen, T. & Leufvén, A. (2008). The effect of modified atmosphere packaging on the quality of Honeoye and Korona strawberries. *Food Chemistry*, 107 (3), 1053-1063.
- Nuñez-Mancilla, Y., Pérez-Won, M., Uribe, E., Vega-Gálvez, A. & Di Scala, K. (2013). Osmotic dehydration under high hydrostatic pressure: effects on antioxidant activity, total phenolics compounds, vitamin C and colour of strawberry (*Fragaria vesca*). *LWT-Food Science and Technology*, 52 (2), 151-156.
- Ornelas-Paz, J. D. J., Yahia E. M., Ramírez-Bustamante, N., Pérez-Martínez, J. D., Escalante-Minakata, M. D. P., Ibarra-Junquera, V., Acosta-Muñiz, C., Guerrero-Prieto, V. & Ochoa-Reyes, E. (2013). Physical attributes and chemical composition of organic strawberry fruit (*Fragaria x ananassa* Duch, Cv. Albion) at six stages of ripening. *Food Chemistry*, 138 (1), 372-381.
- Öz, A. T. & Eker, T. (2016). Osmaniye koşullarında yetişen *Osmanlı* ve *Rubygem* çilek çeşitlerinin kalite ve fitokimyasal bileşiminin belirlenmesi. *Bahçe*, 45 (Özel Sayı 2), 195-199.
- Özbahçali, G. (2014). *Bazı Çilek Çeşitleri (Fragaria x Ananassa Duch.)'nin Erzurum ekolojisindeki performanslarının belirlenmesi*. Fen Bilimler Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
- Özdemir, E., Gündüz, K. & Şehitoğlu, M. (2003). Yayladağı (Hatay) koşullarında yetiştirilen bazı çilek çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Türkiye IV. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, pp. 301-302.
- Özgüven, Aİ. & Yılmaz, C. (2003). Adana ekolojik koşullarında bazı kaliforniya çilek çeşitlerinin adaptasyonu. *Ulusal Kivi ve Üzümsü Meyveler Sempozyumu*, pp. 208-212, Ordu.

- Özgüven, Al. & Yılmaz, C. (2009). Bazı çilek çeşitlerinin Adana ekolojik koşullarındaki morfolojik ve pomolojik özellikleri. *Alatırım*, 8, 17-21.
- Pérez-Jimenez, J., Neveu, V., Vos, F. & Scalbert, A. (2010). Identification of the 100 richest dietary sources of polyphenols: An application of the phenolexplorer database. *European Journal of Clinical Nutrition*, 64, 112–120.
- Pırlak, L. & Köse, M. (2009). Effects of plant growth promoting rhizobacteria on yield and some fruit properties of strawberry. *Journal of Plant Nutrition*, 32 (7), 1173-1184.
- Pineli, L. D. L. D. O., Moretti, C. L., dos Santos, M. S., Campos, A. B., Brasileiro, A. V., Córdova, A. C. & Chiarello, M. D. (2011). Antioxidants and other chemical and physical characteristics of two strawberry cultivars at different ripeness stages. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24 (1), 11-16.
- Proteggente, A.R., Pannala, A.S., Paganga, G., Van Buren, L., Wagner, E., Wiseman, S., Van De Put, F., Dacombe, C. & Rice-Evans, C.A. (2002). The antioxidant activity of regularly consumed fruit and vegetables reflects their phenolic and vitamin c composition. *Free Radical Research*, 36, 217–233.
- Sandhu, A. K., Miller, M. G., Thangthaeng, N., Scott, T. M., Shukitt-Hale, B., Edirisinghe, I. & Burton-Freeman, B. (2018). Metabolic fate of strawberry polyphenols after chronic intake in healthy older adults. *Food & Function*, 9 (1), 96-106.
- Sarkis, J. R., Michel, I., Tessaro, I. C. & Marczak, L. D. F. (2014). Optimization of phenolics extraction from sesame seed cake. *Separation and Purification Technology*, 122, 506–514.
- Shrestha, N., Shrestha, S. & Bhattarai, A. (2016). Determination of ascorbic acid in different citrus fruits of Kathmandu Valley. *Journal of Medical and Biological Science Research*, 2, 9-14.
- Stavang, J.A., Feritag, S., Foito, A., Verrall, S., Heide O.M., Stewart, D. & Sønsteby, A. (2015). Raspberry fruit quality changes during ripening and storage as assessed by colour, sensory evaluation and chemical analyses. *Scientia Horticulturae*, 195, 216-225.
- Strålsjö, L.M., Witthöft, C.M., Sjöholm, I.M. & Jägerstad, M.I. (2003). Folate content in strawberries (*Fragaria x ananassa*): Effects of cultivar, ripeness, year of harvest, storage, and commercial processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 128–133.
- TÜİK. (2016). www.tuik.gov.tr. Erişim tarihi: 28.09.18.
- Wang, S.Y. & Millner, P. (2009). Effect of different cultural systems on antioxidant capacity, phenolic content, and fruit quality of strawberries (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 9651–9657.
- Wang, S. Y. & Lin, H. S. (2000). Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry, and strawberry varies with cultivar and developmental stage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48 (2), 140-146.
- Wojdylo, A., Figiel, A. & Oszmianski, J. (2009). Effect of drying methods with the application of vacuum microwaves on the bioactive compounds, color, and antioxidant activity of strawberry fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 1337–1343.
- Yıldız, H., Ercisli, S., Hegedus, A., Akbulut, M., Topdas, E.F. & Aliman, J. (2014). Bioactive content and antioxidant characteristics of wild (*Fragaria vesca* L.) and cultivated strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) fruits from Turkey. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 87 (1), 274-278.