

Değişik yetiştirme sistemlerinin çilek (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) meyvelerinin bazı fizikokimyasal özellikleri üzerine etkileri

Effects of the different growing systems on the physicochemical characteristics of strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) fruit

Nafiye ADAK¹, Nedim TETİK², Esmâ GÜNEŞ³, Recep BALKIÇ⁴, Hamide GÜBBÜK⁴, Aşlı ARSLAN KULCAN²

¹Akdeniz Üniversitesi Teknik Bilimler MYO, Çevre Koruma ve Kontrol Programı, Kampüs, 07058 Antalya

²Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Kampüs, 07058 Antalya

³Antalya İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, 07040 Antalya

⁴Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kampüs, 07058 Antalya

Sorumlu yazar (Corresponding author): N. Adak, e-posta (e-mail): nafiy@akdeniz.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 22 Eylül 2014
Düzeltilme tarihi 24 Kasım 2015
Kabul tarihi 30 Kasım 2015

Anahtar Kelimeler:

Fragaria × *ananassa*
Sera tipi
Yetiştirme sistemi
Meyve kalitesi
Meyve özellikleri
Şekerler

ÖZ

Dünyada çilek (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) yetiştirilen birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de topraksız kültürde çilek yetiştiriciliği verim ve kalite avantajından dolayı her geçen gün yaygınlık kazanmaya başlamıştır. Bu yetiştiricilik sisteminin daha da yaygınlaşması ancak geleneksel yetiştiriciliğe göre verimin yanında, meyve fizikokimyasal özellikleri bakımından durumunun ortaya konmasına bağlıdır. Bu nedenlerle planlanan araştırmada, modern serada topraksız yetiştiricilik (1 no'lu uygulama), modern serada geleneksel yetiştiricilik (2 no'lu uygulama) ve yüksek plastik tünelde geleneksel yetiştiricilik (3 no'lu uygulama) olmak üzere, 3 farklı yetiştirme sisteminin aylar ve yetiştirme sezonu göz önüne alınarak çilek meyvelerinin fizikokimyasal özellikleri (meyve ağırlığı, meyve eti sertliği, suda çözünbilir kuru madde, meyve rengi ve şekerler) üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çeşit olarak Camarosa çilek çeşidi; fide tipi olarak taze fide kullanılan çalışmada, bitkiler ekim ayı içerisinde dikilmiştir. Araştırma bulguları, uygulamaların meyve iç ve dış kalite kriterlerini etkilediğini göstermiştir. Modern serada yapılan topraksız çilek yetiştiriciliğinde meyve ağırlığı, meyve eti sertliği ve meyve renk parametrelerinin (*L*, *Chroma*) yanı sıra, yaprakların klorofil değeri ile meyvelerin glikoz ve fruktoz içeriği daha yüksek saptanmıştır. Meyve ağırlığı ve meyve eti sertliği her üç uygulamada da şubat ayından mayıs ayına doğru düşüşler göstermiş ve meyve rengi bakımından en parlak renk şubat ayında kaydedilmiştir. Yaprak klorofil değeri nisan ayından mayıs ayına doğru düşüş göstermiştir. Uygulamalara bağlı olarak belirlenen şeker tiplerinde aylara göre değişimler belirlenmiş ve meyvelerde dominant şeker olarak fruktoz kaydedilirken, bunu glikoz ve sakkaroz şeker değerleri izlemiştir. Araştırma bulguları göz önüne alındığında, meyve iç ve dış kalitesi açısından 1 no'lu uygulama tavsiye edilmiştir.

ARTICLE INFO

Received 22 September 2014
Received in revised form 24 November 2015
Accepted 30 November 2015

Keywords:

Fragaria × *ananassa*
Greenhouse type
Growing systems
Fruit quality
Fruit properties
Sugars

ABSTRACT

Soilless culture of strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) growing has recently widespread in Turkey due to the advantages of getting higher yield and good fruit quality as in other areas of the world. The widespread of soilless growing system depends on demonstrating the technology vis a vis the conventional growing system. This study was planned for these reasons and three treatments were used. Soilless growing in modern greenhouse system (treatment number 1), conventional growing in modern greenhouse system (treatment number 2) and conventional growing in plastic culture system (treatment number 3). The purpose of this study was to determine the effects of different growing systems and its effects on the physicochemical characteristics (fruit weight, fruit firmness, soluble solids, external fruit color, sugars) as well as month and growing season. Parameters measured were, fruit weight, fruit firmness, fruit color, leaf chlorophyll value and glucose and fructose in fruit. In this research 'Camarosa' cultivar was used as cultivar type. Research findings showed that applications affected fruit internal and external quality criteria. This research was compared the effects of soilless growing system with that of a modern greenhouse system and to see if the results were higher than with other systems. Fruit weight and firmness declined from February to May at all treatment levels. The brightest color was determined in February. Leaf chlorophyll declined from April to May. It was determined that variations in sugar types depended on treatments. Fructose was the dominant sugar and this was followed by glucose and sucrose. Based in terms of fruit internal and external quality for growing systems it is recommend that treatment number 1 be used.

1. Giriş

Çilek yetiştiriciliği ekolojik koşullara bağlı olarak açıkta ve örtüaltında yapılmaktadır. Örtüaltında yapılan yetiştiricilikte alçak ve yüksek tünellerin yanında plastik, cam ve polikarbon örtü malzemeleri kullanılarak da serada yetiştiricilik gerçekleştirilmektedir. Dünyada çilek yetiştirilen bazı ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de çilek, geleneksel ve topraksız olmak üzere iki farklı sistemde yetiştirilmektedir. Geleneksel yetiştiricilikte ağırlıklı olarak alçak ve yüksek plastik tüneller kullanılırken, topraksız yetiştiricilikte modern konstrüksiyonlu polikarbon seraların kullanımı dikkat çekmektedir. Nitekim topraksız yetiştiricilikte sera konstrüksiyonu, birim alana düşen bitki sayısını, verim ve bitki sağlığını doğrudan etkilemektedir. Özellikle birim alana dikilen bitki sayısının fazlalığı sayesinde topraksız kültürde yetiştiricilik, üreticiler arasında gittikçe yaygınlık kazanmaya başlamıştır. Ayrıca yapılan çalışmalarda birim alandan alınan verime bağlı olarak birim alandan alınan gelirin de geleneksel yetiştiricilikten daha yüksek olması bu sistemin yaygınlaşmasını hızlandırmıştır (Takeda 1999; Lopez Medina ve ark. 2004; Cantliffe ve ark. 2008). Günümüzde bu yetiştiricilik sisteminde yaygın olarak yatay torba kültürü tekniği kullanılmakta ve kokopit ortamında yetiştiricilik yapılmaktadır (Adak 2010). Çilek yetiştiriciliğinde meyvenin verim ve kalitesi; çeşit seçiminin, yetiştirme sistemi ve yapılan kültürel uygulamalara kadar birçok faktörden etkilenmektedir (Ogiwara ve ark. 1998; Hakkinen ve ark. 2000; Wang ve ark. 2002). Bu konuda Cheon Soon ve ark. (1996) tarafından yapılan çalışmada, örtüaltı çilek yetiştiriciliğinde CO₂ uygulamasının verimi ve meyvelerdeki şeker içeriğini artırdığı halde, asit içeriğini düşürdüğü saptanmıştır. Çilek meyvelerinde şeker içeriklerinin çeşide, yetiştirme koşullarına, derim zamanına ve meyvelerin olgunluk aşamasına göre değişiklik gösterdiği bildirilmiştir (Ogiwara ve ark. 1998). Gündüz ve Özdemir (2012) tarafından cam ve plastik serada yürütülen çalışmada, erkencilik bakımından cam ve plastik sera, verim bakımından plastik sera, meyve sertliği bakımından ise açıkta yetiştiriciliğin daha avantajlı olduğu bildirilmiştir. Çeşit ve kültürel uygulamaların çilek meyvelerinde şeker, organik asit, C vitamini, polifenol ve antosiyanin içeriğini etkilediği (Wysocki ve ark. 2012); organik ve geleneksel çilek yetiştiriciliğinde toplam fenolik maddenin değişmediği (Hakkinen ve ark. 2000); örtüaltı çilek yetiştiriciliğinde fenolik, flavanoid ve askorbik asitin açıkta yetiştiricilikten daha yüksek olduğu saptanmıştır (Wang ve ark. 2002). Buna karşın, Rochalska ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada ise organik ve geleneksel yetiştiricilik sistemlerinin çilek meyvelerinin şeker içeriği üzerinde etkili olmadığı bildirilmiştir.

Bu çalışmada, Antalya ilinde örtü altında farklı yetiştirme sistemlerinde yetiştirilen çileklerin, meyve fizikokimyasal özellikler üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu araştırma, 2011-2012 yılları arasında Antalya'nın Serik ilçesine bağlı Çakallık mevkiinde (36° 50' 37" N; 30° 50' 31" E) bulunan özel bir çilek üretim tesisinde (2K VEG A.Ş.) yapılmıştır. Araştırmada deneme materyali olarak, 'Camarosa' (*Fragaria x ananassa* Duch.) çilek çeşidi, fide tipi olarak ise taze fide kullanılmıştır. Camarosa çeşidi, kuvvetli ve dikine büyüme özelliğine sahip, meyveleri iri, aromalı ve sert olup, muhafazaya oldukça elverişli bir kısa gün çeşididir (Voth ve Bringhurst 1994). Üç farklı yetiştirme sisteminin denendiği

çalışmada, yetiştirme sistemlerinin numaraları, adları ve dikim tarihleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Camarosa çilek çeşidinde kullanılan yetiştirme sistemlerinin uygulama numaraları ve dikim tarihleri.

Table 1. Treatment numbers and planting dates in different growing systems of Camarosa cultivar.

Uygulama No	Uygulamalar	Dikim Tarihi
1	Modern serada topraksız yetiştiricilik	15.10.2011
2	Modern serada geleneksel yetiştiricilik	15.10.2011
3	Yüksek plastik tünelde geleneksel yetiştiricilik	10.10.2011

Araştırmada, 1 no'lu uygulama modern serada topraksız yetiştiriciliği, 2 no'lu uygulama modern serada geleneksel yetiştiriciliği ve 3 no'lu uygulama ise yüksek plastik tünelde geleneksel yetiştiriciliği ifade etmektedir. Bu yetiştirme sistemlerinden 1 ve 2 no'luda, sera oluk altı yüksekliği 4.5 m, çatı yüksekliği 6 m, sera iskeleti galvanizli demirden inşa edilmiş ve örtü materyali olarak ise polikarbon kullanılmıştır. Her iki sera tipinde de yan ve çatı havalandırması, ısı perdesi, gölgeleme tülü ve böcek tülü mevcut olup, yetiştirme sezonu boyunca ısıtma yapılmamıştır. Araştırmada 3 no'lu uygulama, yüksekliği 2 m, genişliği 4 m ve uzunluğu 40 m olan demir konstrüksiyondan inşa edilmiş, plastik örtülü, yan havalandırmalı ve üzerinde gölgeleme tülü bulunan yüksek tünel özelliğindedir. Topraksız yetiştiriciliğin yapıldığı 1 no'lu uygulamada yüksekliği 75 cm olan tezgahların üzerine 25 cm genişlikte ve 1 m uzunlukta kokopit içeren yetiştirme torbaları yerleştirilmiştir. Tezgahlar arasında ise 45 cm'lik yürüme yolları bırakılmıştır. Denemede her bir yetiştirme torbasına 13 adet fide dikilmiştir. Geleneksel yetiştiriciliği ifade eden 2 ve 3 no'lu uygulamalarda modern sera ve yüksek plastik tünel içerisine 75 cm genişliğinde yapılan seddeler arasına 45 cm genişliğinde yürüme yolları bırakılmıştır. Her iki yetiştirme ortamında da çilek fideleri seddeler üzerine 30 x 30 cm aralığında üçgen şekilde dikilmiştir. Denemede sulama ve gübreleme, otomasyon sistemi ile (Inta Gübreleme Sulama Otomasyonları) gerçekleştirilmiş olup, denenen tüm sistemlerde bitkilerin su ve besin maddesi gereksinimleri Lieten (1999)'a göre yapılmıştır. Çözeltinin pH değeri 6.0 ve EC değerleri ise 1.5-1.8 mS/cm arasında ayarlanmıştır (Lieten 1999). Denemeler sırasında, tozlanmayı sağlamak amacıyla ekim ayından itibaren her üç uygulamada ortama bombus arıları konulmuş olup, hastalık ve zararlılarla mücadelede kimyasal yöntem kullanılmıştır. Araştırmada, ortalama meyve ağırlığı, meyve eti sertliği, suda çözünebilir kuru madde miktarı, meyve dış rengi L , C^* ve h° değerleri, yaprak klorofil değerleri ile meyvelerdeki şeker (sakkaroz, glikoz ve fruktoz) miktarları aylara ve uygulamalara bağlı olarak belirlenmiştir.

Denemede pomolojik analizler, her derimde her parselden rastgele seçilen 20 adet meyvede yapılmış ve ortalamalar aylık olarak verilmiştir. Meyve ağırlığı hassas terazide tartılarak g/meyve; meyve eti sertliği 7 mm uçlu penetrometre (FT011) ile kg.cm⁻², suda çözünebilir kuru madde miktarı dijital refraktometre (Model Number REF121, Atago, China) ile %; meyve dış rengi Minolta CR-200 cihazı ile L , a ve b cinsinden ölçülmüştür. Bu değerler, C^* ve h° değerlerine dönüştürülerek değerlendirilmiştir. (C^* : $\sqrt{(a^2+b^2)}$; h° : $\tan^{-1}(b/a)$). Bitkilerde klorofil değeri ise Field Scout CM1000 cihazı ile nisan ve mayıs aylarında olmak üzere iki defa belirlenmiştir. Meyvelerde şeker analizleri ise derimin en yoğun olduğu nisan ve mayıs aylarında yapılmış olup, dört farklı zamanda örnekler alınmıştır (10 Nisan, 20 Nisan, 10 Mayıs, 20 Mayıs). Sakkaroz,

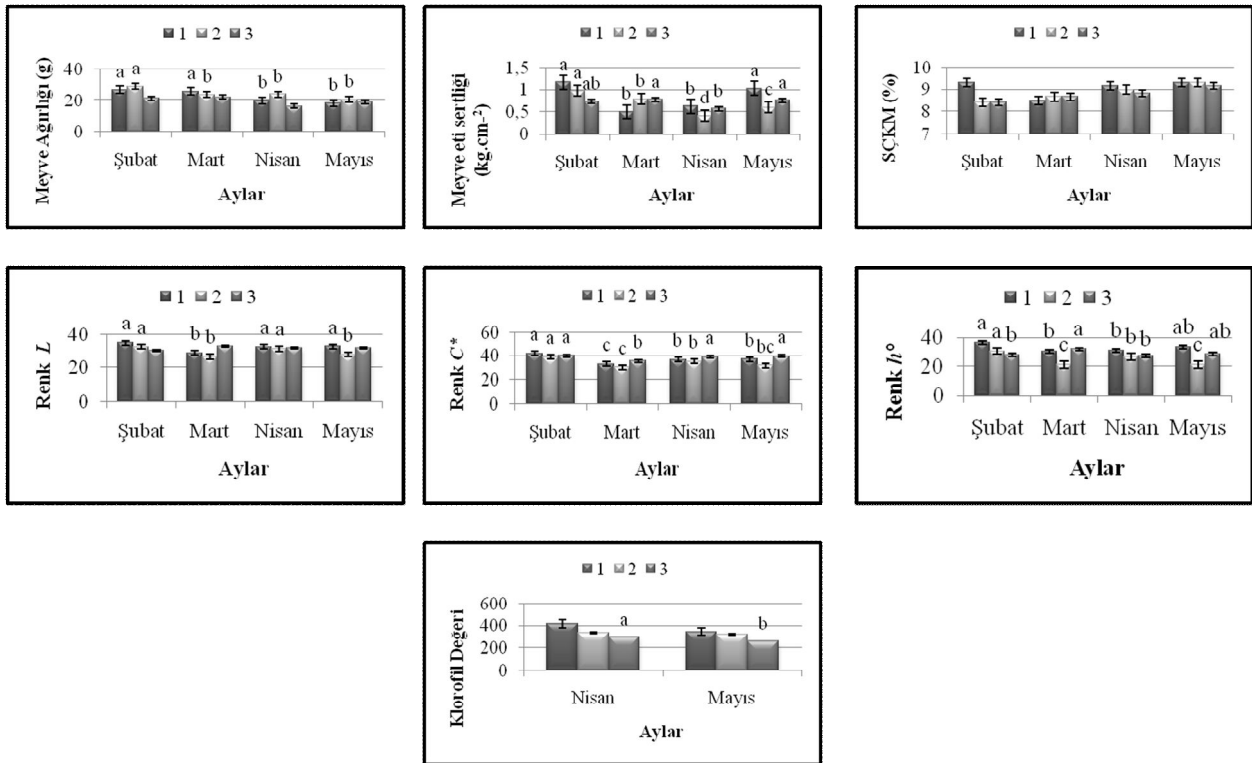
glikoz ve fruktoz analizleri LC-20AD (Shimadzu, Kyoto, Japan) model HPLC cihazı kullanılarak Tetik ve ark. (2011)'na göre gerçekleştirilmiştir. Analitik kolonla aynı dolgu maddesinden üretilen koruyucu kolon'a (CARBO sep Coregel 87P, 4x20 mm, Transgenomic, NE) bağlı analitik kolon (CARBO sep Coregel 87P, 7.8x300 mm, Transgenomic, NE) kullanılmıştır. Analiz süresince CTO-20A model kolon fırını (Shimadzu, Kyoto, Japan) 85 °C'ye ayarlanmış ve hareketli faz olarak 0.6 mL.min⁻¹ akış hızında HPLC saflıkta su kullanılmıştır. Örnekler elüsyonda benzer cevabı alabilmek için HPLC saflıkta su kullanılarak birbirine yakın suda çözünür kuru madde içeriğine seyreltilmiştir. HPLC saflığında su Millipore Milli-Q Plus system (Millipore, Espoo, Finland) kullanılarak elde edilmiştir. Seyreltilen örnekler 0.45 µm membran filtreden (CHROMAFIL® PET-45/25, Macherey-Nagel, Düren, Germany) geçirildikten sonra SIL-20A model oto örnekleyci (Shimadzu, Kyoto, Japan) kullanılarak 20 µL enjeksiyon hacminde sisteme enjekte edilmiştir. Sakkaroz, glikoz ve fruktoz konsantrasyonları harici standart yöntemi ile elde edilen alanlardan hesaplanan kalibrasyon kurvesi kullanılarak hesaplanmıştır. Tüm standartlar Sigma-Aldrich Chemie (St. Louis, MO)'den temin edilmiştir.

Araştırma, tesadüf parselleri deneme desenine göre, dört tekerrürlü ve her parselde 26 bitki olacak şekilde planlanmıştır. İstatistiksel analizler SAS paket programı kullanılarak analiz edilmiş ve ortalamaların karşılaştırılmasında ise LSD testi kullanılmıştır. (SAS Institute 2005).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Meyve ağırlığı, meyve eti sertliği, SÇKM, renk (*L*, *C**, *h°*), klorofil değeri

Araştırmada, her üç uygulamadan şubat ayında verim alınmaya başlanmış ve her üç uygulamada aylara bağlı olarak değişen ortalama meyve ağırlığı, meyve eti sertliği, SÇKM, meyve dış rengi *L* (parlaklık), *C** (yoğunluk, canlılık) ve *h°* (renk tonu) değerleri ile yaprak klorofil değerleri Şekil 1'de verilmiştir. Meyve ağırlığı değerleri 1 ve 2 no'lu uygulamalarda en yüksek şubat ayında gerçekleşirken (26.80 g ve 28.86 g), mayıs ayına doğru meyve ağırlığında düşüşler kaydedilmiştir. Yüksek tünelde yetiştiriciliği temsil eden 3 no'lu uygulamada ise ayların meyve ağırlığı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Denenen her üç sistemde, ayların meyve eti sertliği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş ve her üç sistemde en yüksek meyve eti sertliği şubat ayında gerçekleşirken, mayıs ayına doğru meyve eti sertliğinde düşüşler kaydedilmiştir. Bu durum ilkbahara doğru çevre ve toprak sıcaklığının artmasından kaynaklanabilmektedir. Ayrıca bu değerler, mayıs ayında nisan ayına göre biraz yükselmiş olup, bu yükselmenin iki ay arasındaki iklim verilerinden ziyade, mayıs ayındaki verimin azalması ve buna bağlı olarak, bitki üzerindeki ürünün yeterli seviyede beslenmesi ile açıklanabilmektedir. Araştırma bulgularına göre meyve eti sertlik değerleri 1.17 kg.cm⁻² ile 1 no'lu uygulamada en yüksek



Şekil 1. Değişik sistemlerde yetiştirilen çileklerde aylara bağlı olarak değişen meyve ağırlığı, meyve eti sertliği, SÇKM, meyve dış rengi *L*, *C** ve *h°* değerleri, klorofil değerleri (1: Modern serada topraksız yetiştiricilik; 2: Modern serada geleneksel yetiştiricilik; 3: Plastik tünelde geleneksel yetiştiricilik).

Figure 1. Fruit weight, fruit firmness, TSS, fruit external colour *L*, *C**, *h°* and chlorophyll values grown strawberries in different growing systems depending on months (1: soilless culture in modern greenhouses; 2: conventional growing in modern greenhouse system; 3: conventional growing in plastic tunnels).

kaydedilmiş ve bunu 0.98 kg.cm^{-2} ile 2 no'lu ve 0.73 kg.cm^{-2} ile 3 no'lu uygulama izlemiştir. SÇKM değerlerinde ise tüm sistemlerde meyve eti sertliğinin aksine aylara bağlı olarak istatistiksel bir farklılık belirlenmemiş ve SÇKM değerleri % 8.43 ile % 9.33 arasında değişim göstermiştir. Ayrıca yetiştirme sezonunun sonunda SÇKM miktarının bir nebze daha yükseldiği görülmektedir ki, bu da hem sıcaklığın artması hem de meyve iriliğinin azalması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Meyve dış rengi *L* (parlaklık) değerleri üzerine 1 ve 2 no'lu uygulamalarda ayların etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bu uygulamalarda en yüksek *L* değeri şubat ayında gerçekleşirken; 1 no'lu uygulamada 34.95; 2 no'lu uygulamada ise 32.53 olarak ölçülmüştür. Denenen her üç yetiştirme sisteminde de *C** değerleri en yüksek şubat ayında gerçekleşmiştir. *h°* değerlerinde ise ayların etkisi yine istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. *h°* değerinin azalması, rengin kırmızıya yaklaştığını, artması ise rengin kırmızıdan sarıya doğru değiştiğini göstermekte ve denemede en düşük *h°* değerleri denenen tüm sistemlerde genel olarak sezon sonunda kaydedilmiştir. Bu değer 1 no'lu uygulamada en düşük 30.37; 2 no'lu uygulamada 20.99 ve 3 no uygulamada ise 27.26 olarak ölçülmüştür.

Ayların yaprak klorofil değeri üzerine etkisi sadece 3 no'lu uygulamada istatistiksel olarak önemli bulunmuş olup, nisan ayındaki klorofil değerleri mayıs ayından daha yüksek belirlenmiştir (Şekil 1). 3 numaralı uygulamadaki bu farklılığın, yetiştirme ortamlarındaki ışık geçirgenliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim modern seradaki yetiştiriciliklerden elde edilen yaprak klorofil değerleri, tüneldeki bitkilerden daha yüksek görülmüş olup, 3 numaralı uygulamada da nisan ve mayıs aylarında geçirgenliğin homojen olmamasından kaynaklandığı düşünülebilir.

Araştırmada, her üç uygulamaya ait farklı yetiştirme sistemlerinde ekim ayı ortasında taze fide kullanılarak yapılan dikimlerde ilk derimler şubat ayı başında başlamış ve mayıs ayı sonuna kadar devam etmiştir. Bu süre zarfında, meyve ağırlığı ve meyve eti sertliği değerleri, denenen tüm uygulamalarda şubat ayında mayıs ayına doğru düşüş göstermiştir. Meyve ağırlığında ki düşüş, bu dönemde derimi yapılan meyvelerin sekonder çiçeklerden alınması ve meyve eti sertliğindeki düşüş ise mayıs ayına doğru sıcaklıklarda meydana gelen yükselmelerden kaynaklanmış olabilmektedir. Benzer sonuçlara diğer araştırmacıların çalışmalarında da rastlanmıştır. Nitekim Whitaker ve ark. (2013), Florida'da yapılan çilek yetiştiriciliğinde, meyve ağırlığının 1979 yılından 2008 yılına 16.2 g 'dan 30.8 g 'a yükseldiğini, bu değişikliklerin çeşitlerden kaynaklandığını ve mevsimlere göre iriliklerin de değiştiğini belirtmişlerdir. Gündüz ve Özdemir (2012), meyve sertliğinin çeşitlere göre farklılık gösterdiğini ve en sert meyveli çeşidin 0.71 kg.cm^{-2} ile Camarosa çeşidinden alındığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda ise Camarosa çeşidinde en iri ve en sert meyveler şubat ayında elde edilmiştir. Bu durum, bu ayda hasat edilen meyvelerin primer çiçeklerden oluşmasından ve bu dönemde sera içi oransal nemin yüksekliğinden kaynaklanmıştır. SÇKM içeriği bakımından uygulamalara göre aylar arasında önemli bir farklılık belirlenmezken, meyve dış rengi *L*, *C** ve *h°* değerleri bakımından en parlak renkler şubat ayında gerçekleşmiştir. Bu konuda, farklı yetiştiricilik sistemlerinde Camarosa çeşidinde Gündüz ve Özdemir (2012), SÇKM miktarını % 8.1, *L* değerini 34.7, *C** değerini 46.2 ve *h°* değerini ise 34.5 olarak bildirmiştir.

Araştırmada, yukarıda aylara bağlı olarak incelen kriterler, aylar dikkate alınmadan yetiştirme sezonu göz önüne alınarak

da incelenmiştir. Nitekim elde edilen sonuçların sadece fiyatların yüksek olduğu erkenci sezonda değil, aynı zamanda tüm yetiştirme sezonu boyunca elde edilen ortalama değerler ile desteklenmesi amaçlanmıştır. Buna göre; uygulanan yetiştiricilik sistemlerinin meyve ağırlığı, meyve eti sertliği, SÇKM ve yaprak klorofil değeri Çizelge 2'de; meyve dış rengi *L*, *C**, *h°* değerleri ise Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 2. Değişik yetiştirme sistemlerinde yetiştirme sezonu süresince saptanan meyve ağırlığı, meyve eti sertliği, suda çözünebilir kuru madde miktarı ve yaprak klorofil değerleri.

Table 2. Fruit weight, fruit firmness, TSS, leaf chlorophyll values in different growing systems during growing season.

Uygulamalar	Meyve Ağırlığı (g)	Meyve eti sertliği (kg.cm^{-2})	SÇKM (%)	Klorofil
1	22.62 a ¹	0.83 a	9.08	380.28 a
2	24.06 a	0.69 b	8.86	331.33 ab
3	19.35 b	0.71 a	8.77	274.20 b
LSD _{0.05}	2.125	0.114	ÖD	5.625

¹Aynı sütunda ilgili faktöre ait farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir.

Çizelge 3. Değişik yetiştirme sistemlerinde saptanan meyve dış rengi *L*, *C**, *h°* değerleri.

Table 3. Fruit external colour *L*, *C**, *h°* values in different growing systems.

Uygulamalar	<i>L</i>	<i>C*</i>	<i>h°</i>
1	32.28 a ¹	37.29 a	32.69 a
2	29.53 b	34.32 b	24.76 c
3	31.64 a	38.77 a	28.84 b
LSD _{0.05}	1.512	1.839	2.254

¹Aynı sütunda ilgili faktöre ait farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir.

Uygulamaların meyve ağırlığı, meyve eti sertliği, *L*, *C**, *h°* ve klorofil değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. (Çizelge 2 ve 3). Meyve ağırlığı bakımından 1 ve 2 no'lu; meyve eti sertliği bakımından 1 ve 3 no'lu; klorofil değeri bakımından ise 1 ve 2 no'lu uygulamalarda daha yüksek değerler belirlenirken, SÇKM miktarı bakımından uygulamalar arasında istatistiksel bir farklılık belirlenmemiştir (Çizelge 2).

Denemede 1 ve 3 no'lu uygulamalarda meyve *L* (parlaklık) ve *C** (yoğunluk) değerleri en yüksek; *h°* (renk tonu) ise 2 no'lu uygulamada en düşük olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Dolayısıyla meyve dış rengi parlaklık ve yoğunluğu bakımından 1 ve 3 numaralı uygulamalar ve meyve renginin kırmızılığı bakımından 2 no'lu uygulama daha ön plana çıkmıştır.

Araştırma sonucunda, meyve ağırlığı, meyve eti sertliği, meyve rengi gibi kalite kriterlerinin yanı sıra, yaprak klorofil değeri topraksız yetiştiricilikte (1 no'lu uygulama) diğer uygulamalardan daha avantajlı bulunmuştur. Topraksız yetiştiricilikte (1 no'lu uygulama) kaydedilen klorofil değerindeki bu artış, verim ve kalite üzerine olumlu yönde yansımaları kuşkusuzdur. Bulgularımız, yetiştirme sistemlerinin meyve iç ve dış kalitesi üzerine daha önce yapılan bazı çalışmalarla paralellik göstermiştir. Nitekim Gülsoy ve Yılmaz (2004), Van ekolojik koşullarında açıkta, alçak ve yüksek tünellerde yaptıkları çalışmada, meyve iriliğinin en yüksek 5.69 g ile alçak tünelde sağlandığını bildirmişlerdir. Özdemir ve ark. (2003), sahil ve yayla kesiminde yetiştirilen çileklerde, Amik ovasında yetiştirilen çilek meyvelerinde *L* renk değerinin daha yüksek, *h°* değerinin ise daha düşük olduğunu; dolayısıyla bu meyvelerde rengin diğer yetiştirme alanına göre daha parlak ve daha koyu kırmızı olarak gerçekleştiğini; Gündüz ve Özdemir (2012), en sert meyvelerin açıkta yetiştiriciliklerden, SÇKM/asit

oranı en yüksek meyvelerin ise plastik seradan alındığını bildirmişlerdir.

3.2. Meyve Sakkaroz, Glikoz ve Fruktoz Değerleri

Değişik yetiştirme sistemlerinde, aylara bağlı olarak değişen sakkaroz, glikoz ve fruktoz miktarları Şekil 2’de gösterilmiştir. Meyvelerde sakkaroz miktarı 1 ve 3 no’lu uygulamalarda istatistiksel olarak önemli değilken ve 2 no’lu uygulamada ise önemli bulunmakla birlikte, bu farklığın pratik açıdan önemli olmadığı Şekil 2’de açıkça görülmektedir. İncelenen şekerlerden glikoz 1 no’lu uygulamada istatistiksel olarak önemsiz, 2 ve 3 no’lu uygulamalarda ise önemli bulunmuş ve bu yetiştirme sistemlerinde en yüksek glikoz miktarları 20 Mayıs tarihinde kaydedilmiştir. Meyvelerde fruktoz miktarları ise her üç dikim sisteminde mayıs ayı sonuna doğru artış göstermiştir (Şekil 2).

Çalışmamızda, derimin en yoğun yapıldığı nisan ve mayıs aylarında meyvelerdeki şeker miktarı uygulamalara göre farklılıklar göstermiştir. Meyvelerde glikoz ve fruktoz içeriği nisan ayından mayıs ayına doğru yükselmiştir. Bu konuda birçok çalışmadan farklı sonuçlar elde edilmiştir. Jun Wei ve ark. (2007), örtüaltında toprakta yetiştirilen ‘Tochiotome’ çilek çeşidi meyvelerinde şeker içeriklerinin aylara göre farklılık gösterdiği, en yüksek toplam şeker ve sakkaroz içeriğinin şubat ayında belirlendiğini ve bunu ocak ayının izlediğini, en düşük şeker içeriğinin ise nisan ayında alındığını bildirmişlerdir. Whitaker ve ark. (2013), şeker içeriğinin mevsimsel olarak değiştiğini, mart ayında daha düşük şeker içeriği olduğunu, en yüksek şekerin şubat ayında alındığını belirtmişlerdir.

Araştırmada, meyvelerde sakkaroz, glikoz, fruktoz miktarları uygulamalar göz önüne alınarak derimin en yoğun yapıldığı nisan ve mayıs aylarında derimi yapılan meyvelerde kümülatif olarak da değerlendirilmiştir (Çizelge 4). Meyvelerde sakkaroz miktarı bakımından uygulamalar arasında istatistiksel farklılık belirlenmezken, glikoz ve fruktoz miktarları bakımından farklılık saptanmıştır. Meyvelerde sakkaroz miktarı uygulamalara göre değişmekle birlikte 0.74-0.92 g 100 g⁻¹; glikoz miktarı 1.44-1.70 g 100 g⁻¹; fruktoz miktarı ise 1.57-1.93 g 100 g⁻¹ arasında değişiklik göstermiştir.

Araştırmada, denenen uygulamalardan topraksız yetiştiricilikte (1 no’lu uygulama), meyvelerdeki glikoz ve fruktoz içerikleri diğer uygulamalardan daha yüksek saptanmıştır. Ayrıca meyvelerde fruktoz dominant şeker olarak

saptanmış ve bunu glikoz ve sakkaroz değerleri izlemiştir. Bu konuda dominant şeker açısından elde edilen diğer araştırma bulguları çalışmamız ile paralellik göstermiştir. Kallio ve ark. (2000), çileklerde glikoz içeriğinin 1.89-4.52 g/100 ml; fruktoz içeriğinin 2.14-4.14 g/100 ml ve sakkaroz içeriğinin ise 0.90-3.87 g/100 ml arasında değiştiğini; Ogiwara ve ark. (1998), açıkta yetiştiricilikte meyvelerde şeker içeriğinin, örtüaltına göre daha fazla varyasyon gösterdiğini; Kafkas ve ark. (2002), çilek meyvelerinde şekerin yeşil dönemden kırmızı olgunluk dönemine doğru gittikçe arttığını ve miktar olarak en çok fruktoz, glikoz ve sakkaroz olarak sıralandığını; Torres ve ark. (2004), dikey kolon kültürüyle yaptıkları çilek yetiştiriciliğinde, kolonun üst bölgesinde yer alan bitkilerden elde edilen meyvelerdeki şeker içeriği ile meyve ağırlığının alt kısımdaki bitkilerden daha yüksek olduğunu; Recamales ve ark. (2007), çileklerde toprakta yapılan yetiştiricilikte, pH, Ca, Zn, Fe, P, N, indirgen şeker ve SÇKM değerlerinin topraksız yetiştiricilikten daha yüksek gerçekleştiğini; Hargreaves ve ark. (2008), çileklerde organik ve geleneksel yetiştiricilikte meyvelerde antioksidant ve şeker içeriği bakımından önemli farklılıklar belirlenmediğini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda elde edilen sonuçlar büyük ölçüde sayılan çalışmalarla benzerlik göstermekte olup, miktar bakımından kaydedilen bazı farklılıklar çeşit, ekoloji ve kültürel işlemlerin farklılığından kaynaklanmaktadır.

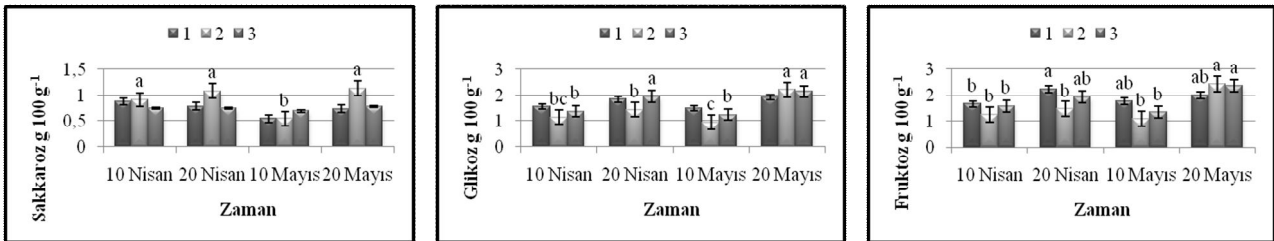
Çizelge 4. Değişik sistemlerde yetiştirilen çileklerde sakkaroz, glikoz ve fruktoz değerleri.

Table 4. Sucrose, glucose, fructose concentrations grown strawberry in different growing systems.

Uygulamalar	Sakkaroz (g 100 g ⁻¹)	Glikoz (g 100 g ⁻¹)	Fruktoz (g 100 g ⁻¹)
1	0.74	1.70 a	1.93 a
2	0.92	1.44 b	1.57 b
3	0.74	1.68 a	1.81 ab
LSD _{5%}	ÖD	0.228	0.304

Aynı sütunda ilgili faktöre ait farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir.

Araştırma sonuçlarımız, sera tipi ve yetiştiricilik sistemlerinin meyvelerdeki iç ve dış kalite kriterlerini etkilediğini göstermiştir. Modern serada topraksız yetiştiriciliği simgeleyen 1 no’lu uygulama incelenen SÇKM ve sakkaroz kalite kriterleri dışında, diğer kriterler bakımından daha avantajlı bulunmuş ve bunu 2 no’lu uygulama izlemiştir. Sonuç olarak, meyve dış ve iç kalitesi açısından denenen üç uygulama arasından 1 no’lu uygulama tavsiye edilmiştir.



Şekil 2. Değişik sistemlerde yetiştirilen çileklerde aylara bağlı olarak değişen sakkaroz, glikoz ve fruktoz değerleri (1: Modern serada topraksız yetiştiricilik; 2: Modern serada geleneksel yetiştiricilik; 3: Plastik tünelde geleneksel yetiştiricilik).

Figure 2. Sucrose, glucose, fructose concentrations grown strawberries in different growing systems depending on months (1: soilless culture in modern greenhouses; 2: conventional growing in modern greenhouse system; 3: conventional growing in plastic tunnels).

Kaynaklar

- Adak N (2010) Topraksız kültürde çilek yetiştirme olanakları. Alatarım 9(2):38-44.
- Cantliffe DJ, Castellanos JZ, Paranjpe AV (2008) Yield and quality of greenhouse grown strawberries as affected by nitrogen level in cococoir and pine bark media. Proc. Fla. State Hort. Soc. 120:157-161.
- Cheon Soon J, Young Rog Y, Il Seop K, Sang Soo K, Dong Ha C (1996) Effects of CO₂ enrichment on the net photosynthesis, yield content of sugar and organic acid in strawberry fruits. Journal of the Korean Society for Horticultural Science 37 (6): 36-740.
- Gülsoy E, Yılmaz H (2004) Van ekolojik koşullarında farklı örtü tiplerinin bazı çilek çeşitlerinin adaptasyonu üzerine etkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 9 (1): 50-57.
- Gündüz K, Özdemir E (2012) Farklı yetiştirme yerlerinin bazı çilek genotiplerinin erkencilik indeksi, verim ve meyve kalite özellikleri üzerindeki etkileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 49 (1): 27-36.
- Hakkinen SH, Karelampi SO, Mykkanen HM, Heinonen IM, Törrönen AR (2000) Ellagic acid in berries: Influence of domestic processing and storage. European Food Research and Technology 212:75-80.
- Hargreaves JC, Adl MS, Warman PR, Rupasinghe HPV (2008) The effects of organic and conventional nutrient amendments on strawberry cultivation: fruit yield and quality. Journal of the Science of Food and Agriculture 88 (15): 2669-2675.
- Jun Wei C, Ming X, Gui Hua J, Qiao Ping Q, Hong Xia X, Jian Hui C, Jiang W (2007) Difference in sugar content of fruit harvested in different month strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch 'Tochiotome') and its relation to sucrose metabolism. Acta Horticulturae Sinica 34 (5):1147-1150.
- Kafkas E, Koşar M, Paydaş S, Başer K.H.C (2002) Çilek meyvelerinde olgunlaşma dönemi boyunca şeker ve organik asit içerikleri. In: Başer KHC, Kırırmer N (Eds), 14. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, Eskişehir, pp. 212-219.
- Kallio H, Hakala M, Pelkkikangas AM, Lapvetalainen A (2000) Sugars and acids of strawberry varieties. European Food Research and Technology 212 (1):81-85.
- Lieten P (1999) Guideline for nutrient solutions, peat substrate and leaf values of Elsanta strawberries. Communication Cost Action 836 Integrated research in berries, 2th meeting Wg4. Nutrition and soilless culture. Versailles, France.
- Lopez Medina J, Peralbo A, Fernández MA, Hernanz D, Toscano G, Hernandez MC, Flores F (2004) Substrate system for production of strawberry fruit in Spain and Mediterranean climates. Proceedings of International Conference on Alternatives to Methyl Bromide, Lisbon, Portugal, pp.47-51.
- Ogiwara I, Habutsu S, Hakoda N, Shimura I (1998) Soluble sugar content in fruit of nine wild and forty-one cultivated strawberries. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science 67 (3):406-412.
- Özdemir E, Gündüz K, Gidemem F, Şehitoğlu M (2003) Hatay ili, Amik ovası ve Yayladağı'nda yetiştirilen bazı çilek çeşitlerinde renklenme durumları. Bahçe 32 (1-2): 45-51.
- Recamales AF, Lopez Medina J, Hernanz D (2007) Physicochemical characteristic sand mineral content of strawberries grown in soil and soilless system. Journal of Food Quality 30 (5):837-853.
- Rochalska M, Orzeszko Rywka A, Czaplak K (2011) The content of nutritive substances in strawberries according to cropping system. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering 56 (4):84-86.
- SAS Institute (2005) SAS Online Doc., Version 8. SAS Inst., Cary, NC, USA.
- Takeda F (1999) Strawberry production in soilless culture systems. Acta Horticulturae 481:289-295.
- Tetik N, Turhan I, Oziyci HR, Karhan M (2011) Determination of D-Pinitol in Carob syrup. International Journal of Food Sciences and Nutrition 62: 572-576.
- Torres ANL, Gallotti GJM, Balbinot Junior AA (2004) Strawberry production in vertical hydroponic system: Relationship between plant localization and fruit quality. Agropecuaria Catarinense 17(2):58-60.
- Voth V, Bringham RS (1994) Strawberry plant called 'Camarosa'. <http://patents.uspto.gov>
- Wang SY, Zheng W, Galletta GJ (2002) Cultural system affect fruit quality and antioxidant capacity in strawberry. Journal of Agriculture and Food Chemistry 50: 6534-6542.
- Whitaker VM, Plotto A, Hasing T, Baldwin E, Chandler CK (2013) Fruit quality measures from a historical trial of University of Florida strawberry cultivars. International Journal of Fruit Science 13 (1-2):246-254.
- Wysocki K, Banaszkiwicz T, Kopytowski J (2012) Factors affecting the chemical composition of strawberry fruits. Polish Journal of Natural Sciences 27 (1):5-13.