

Altınçilek (*Physalis peruviana* L.) Meyvesinin Bazı Biyoaktif Özellikleri

Osman Onur Kara¹  ✉, Erkan Karacabey² , Erdoğan Küçüköner² 

¹Tarım ve Orman Bakanlığı, Antalya İl Müdürlüğü, Antalya

²Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Isparta

Geliş Tarihi (Received): 27.08.2020, Kabul Tarihi (Accepted): 28.04.2021

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): osmanonurkara@gmail.com (O.O. Kara)

☎ 0 242 722 11 80 📠 0 242 722 69 81

ÖZ

Altınçilek (*Physalis peruviana* L.) meyvesi, kendine has lezzete ve oldukça yüksek besin değerlerine sahip tropikal bir meyvedir. Meyve, biyoaktif özelliklere sahip olan C ve E vitamini, karotenoidler ve fenolik bileşikler açısından kaynak teşkil eder. Ayrıca yüksek miktarda fosfor ve diyet lifi içeriği ile öne çıkmaktadır. Bu çalışmada Akdeniz iklim koşullarının hakim olduğu Antalya ilinde yetiştirilen altınçilek meyvelerinin bazı biyoaktif özellikleri tespit edilerek değerlendirilmiştir. Meyve örneklerinin, antioksidan aktiviteye başlıca katkı sunan fenolik bileşikler yönünden içeriği incelenmiş toplam fenolik madde miktarı kuru maddede 1.92 ± 0.03 mg gallik asit eşdeğeri/g olarak tespit edilmiştir. Tespit edilen fenolik bileşikler rutin, gallik asit, vanilin, *p*-kumarik asit, ferulik asit ve sinamik asittir. En yüksek oranda saptanan fenolik bileşik rutindir. İkinci en yüksek saptanan fenolik bileşik gallik asittir. Antioksidan aktiviteye katkı sunan bir diğer bileşen olan C vitamini açısından da meyvelerin zengin olduğu görülmüştür. C vitamini miktarı kuru maddede 159.76 ± 8.25 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Meyvelerin ayrıca kuru maddede 11.50 ± 0.05 mg/100 g karotenoid içerdiği, β -karoten miktarının α -karoten miktarından belirgin düzeyde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Altınçilek meyvesinin karbonhidratlar açısından da zengin bir meyve olduğu, içerdiği başlıca karbonhidratların sakkaroz, glikoz ve fruktoz olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Altınçilek, Besin değeri, Biyoaktif bileşen, Fenolik bileşik

Some Bioactive Properties of Cape Gooseberry (*Physalis peruviana* L.) Fruits

ABSTRACT

Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) is a tropical fruit which has a unique flavor and extremely high nutritional value. This fruit is a source of vitamin C, vitamin E, phenolic compounds and carotenoids which have bioactive properties. Also it has high dietary fiber and minerals content too. Cape gooseberry fruits grown in Antalya which has Mediterranean climate conditions are used in this study. Some of bioactive properties of cape gooseberry are determined. Cape gooseberry phenolic compounds content, which is the main contributor to antioxidant activity, has been examined. The total phenolic compound content was found to be 1.92 ± 0.03 mg gallic acid equivalent / g dry weight. Rutin, gallic acid, vanillin, *p*-coumaric acid, ferulic acid and cinnamic acid were determined in fruits. Rutin was determined as dominant phenolic compounds in fruits. The second highest phenolic compound was gallic acid. Also it was observed that fruits were rich in vitamin C, which is another component that contributes to antioxidant activity. The vitamin C content was found to be 159.76 ± 8.25 mg /100 g dry weight. Cape gooseberry contained 11.50 ± 0.05 mg carotenoids per 100 g dry weight, and it was determined that β -carotene contents of samples were significantly higher than α -carotene contents. Cape gooseberry fruits was also rich in carbohydrates. Sucrose, glucose and fructose were determined as major carbohydrates in cape gooseberry fruits.

Keywords: Cape gooseberry, Nutritional value, Bioactive component, Phenolic compound

GİRİŞ

Patlıcangiller (*Solanaceae*) familyası *Physalis* cinsine ait olan altınçilek (*Physalis peruviana* L.), Güney Amerika'nın Amazonlar ve Ant Dağları Bölgesi kökenli egzotik bir meyvedir [1]. Meyveleri sarı, turuncu renkte, hemen hemen yuvarlak, ortalama çapı 20-25 mm, ağırlığı 4-5 g kadardır. Üzümsü yapıda ve sulu bir meyvedir. Meyve içinde yaklaşık 150-300 kadar sarımsı küçük tohum bulunur. Domatese oldukça yakın tat ve

görünüşü vardır, ancak tatlı ve ekşi karışımı daha zengin bir tada sahiptir [2, 3]. Olgunlaşmış meyve, etrafındaki kağıtsı kese benzeri kaliks adlı yapıyla mekanik olarak korunmaktadır [4]. Kaliks, meyvenin olgunlaşması boyunca meyveyi tamamen kaplar. Meyveyi böceklerle, kuşlara, hastalıklara ve kötü iklim koşullarına karşı korur [5]. Şekil 1-a'da bitki üzerinde kaliks ile altınçilek meyvesi ve Şekil 1-b'de meyvenin olgunlaşmış hali gösterilmektedir.



(a)



(b)

Şekil 1. a) Bitki üzerinde kaliks ile altınçilek meyvesi, b) Altınçilek meyvesi [6]

Figure 1. a) Cape gooseberry fruit with calyx on the plant, b) Cape gooseberry fruit [6]

Uluslararası pazarlarda gitgide artan bir taleple karşılaşan altınçilek meyvesinin dünyadaki en büyük üreticisi Kolombiya'dır. Onu Güney Afrika takip eder. Amerika Birleşik Devletleri, Meksika, Ekvador, Peru, Bolivya, Şili, Hindistan, Yeni Zelanda, Avustralya, İngiltere, Mısır, Zimbabve, Malezya, Çin, Kenya, Madagaskar, Karayipler ve Kosta Rika'da da meyve üretilmektedir [7-10]. Ülkemizde bu meyve hala yeterince bilinmemektedir. Genellikle lüks oteller ve lokantalar tarafından talep edilmektedir. Ülkemizin hemen her bölgesinde başarıyla üretilmekte olan meyveye olan mevcut talep, yurt içindeki üretimle ve ithalatı yapılarak karşılanmaktadır [10]. Kolombiya'nın muzdan sonraki en büyük meyve ihracat kalemidir [11]. Meyveyi ithal eden başlıca ülkeler, Japonya ABD, Kanada, Almanya, Hollanda, İngiltere ve Fransa'dır. Bu ülkeler altınçilek meyvesini çoğunlukla Kolombiya'dan ithal etmektedirler [10]. Güney Amerika'da altın çileğin yetiştirilmeye başlanması İnkalar dönemine kadar gitmektedir. Avrupa'da üretimi 1700'lerde İngiltere'de başlamış ve daha sonra Güney Afrika, Avustralya ve Yeni Zelanda'ya giden ilk göçmenlerce buralara taşınmıştır [12]. Ülkemizde ilk üretim çalışmaları 2007 yılında başlamış olup, başta Marmara, Ege ve Akdeniz Bölgeleri olmak üzere hemen hemen tüm Türkiye'ye yayılmıştır [13, 14].

Altınçilek meyvesi lezzeti, yüksek besin değeri ve potansiyel sağlık faydaları açısından değerli bir meyvedir [15]. Meyve, biyoaktif özelliklere sahip olan C ve E vitamini, karotenoidler ve fenolik bileşikler açısından kaynak teşkil eder. Ayrıca yüksek miktarda fosfor ve diyet lifi içeriği ile öne çıkmaktadır [9, 16]. Altınçilek,

karbonhidrat açısından da zengin bir meyvedir. Olgun altın çilek meyvesinde bulunan şeker bileşimlerinin sakkaroz, glukoz ve fruktoz olduğu bildirilmiştir [17]. Bu şekerlerin miktarları, meyvenin olgunluk aşamasına, çeşidine ve gelişme şartlarına bağlı olarak değişmektedir [2].

Altınçilekte suda çözünen bir vitamin olan askorbik asit (C vitamini) yüksek miktarda bulunmaktadır. Askorbik asit aynı zamanda önemli bir diyet antioksidanıdır. Altınçilek bunun yanında E vitamini (tokoferoller) açısından da zengin bir meyvedir. Tokoferollerin lipid peroksidaz seviyesini düşürerek serbest radikallerce oluşturulan hücre membran zararlarını önlemeye katkı sundukları bildirilmiştir [5]. Altınçilek meyvesi mineral içeriği açısından da zengin bir meyvedir. Mineraller insan vücudunda metabolik fonksiyonlarda rol alan bileşiklerdir. Hücre, doku ve organ oluşumunda rol alma, enzimlerin kofaktörü olma, ayrıca üreme, ruhsal stabilite, bağışıklık sisteminde yer alma sahip oldukları fonksiyonlardan bazılarıdır [1, 5]. Altınçilek bir meyveye göre çok yüksek miktarda fosfor içerebilir. Ayrıca demir, potasyum, magnezyum ve çinko mineralleri için de iyi bir kaynaktır. Bununla beraber kalsiyum içeriği düşüktür [18, 1]. Altınçilek meyvesinde yüksek miktarda olduğu tespit edilen, mikro elementlerden çinkonun, enzimatik olmayan antioksidan olarak rol oynadığı, bu nedenle tüketiminin hücrenin oksidatif zararlarına uğramasını önlemeye yardımcı olduğu bildirilmiştir [19].

Altınçilek meyvesinin ayrıca, sahip olduğu fenolik madde içeriği, fonksiyonel özellikler açısından meyveye önem kazandırmaktadır. Fenolik bileşikler, vitaminlerle

karşılaştırıldıklarında daha güçlü antioksidan aktiviteye sahiptirler. Portakalda en çok bulunan antioksidan madde C vitamini olduğu halde, antioksidan aktiviteye belirgin katkının fenolik bileşiklerce yapıldığı bildirilmiştir [20]. Karotenoit içeriği açısından da oldukça zengin olan altınçilekte 22 farklı karotenoit saptanmıştır [3]. Meyvenin turuncu renginden karotenoitler sorumludurlar. Ayrıca β -karoten başta olmak üzere karotenoitlerin, antioksidan aktiviteleriyle dokularda oluşan serbest radikalleri deaktive ederek kanser gibi bazı hastalıkların başlangıç ve gelişimine karşı olumlu etkiye sahip oldukları bildirilmiştir [5]. Altınçilek meyvesinde β -karoten'in en yüksek oranda bulunan karotenoit olduğu bildirilmiştir [8]. Meyve olgunlaştıkça içerdiği β -karoten miktarının arttığı tespit edilmiştir [21].

Altınçilek suyu yüksek antioksidan kapasiteye sahiptir. Antioksidan aktivitesi, içeriğinde bulunan antioksidan bileşiklerin sinerjik etkileriyle meydana gelir. Bu nedenle, antioksidan bileşikler olan, fenolik bileşikler, karotenoitler ve C vitamini açısından zengin olması, meyveye fonksiyonel özellik açısından özel bir önem katar. Bununla beraber altınçilek meyvesinin antioksidan kapasitesi başlıca içerdiği fenolik bileşiklerden kaynaklanır. Meyvenin antioksidan kapasitesi, yetiştirilme yöntemi, çevre şartları, hasat zamanı, olgunlaşma dönemi, depolama ve proses şartları gibi pek çok faktörden etkilenir [20].

Bu çalışmada, tropikal bir meyve olan altınçilek meyvesinin, Antalya ilinde yetiştirilen örneklerinde; meyvenin fizyokimyasal ve biyoaktif özellikleri ve bazı besin değerlerinin saptanması ve literatürde altınçilek meyvesi ile ilgili elde edilen değerlerle karşılaştırılarak değerlendirme yapılması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Çalışmada kullanılan meyveler, Antalya'da yerel üreticiden temin edilmiştir. Optimum hasat döneminde seçilen bitkilerden (aynı bahçe, eşit yükseklik ve eşit olgunluk) altınçilek elle toplanarak, Süleyman Demirel

$$\% \text{ İnhibisyon (DPPH)} = [(Abs_{\text{Kontrol}} - Abs_{\text{Örnek}}) / Abs_{\text{Kontrol}}] * 100 \quad (1)$$

Toplam karotenoit analizinde, örnekler metanolla ekstrakte edilmiş ve ekstraktın spektrofotometrede (Unicam, İngiltere) 666, 653 ve 470 nm'lerde absorbans değerleri ölçülerek aşağıdaki denklemler yardımıyla toplam karotenoit içeriği hesaplanmıştır (Denklem 2-4) [26].

$$C_a = 15.65 \times A_{666} - 7.340 \times A_{653} \quad (2)$$

$$C_b = 27.05 \times A_{653} - 11.21 \times A_{666} \quad (3)$$

$$C_{x+c} = 1000 \times A_{470} - 2.860 \times C_a - 129.2 \times C_b / 245 \quad (4)$$

$$C_a = \text{Klorofil a}, C_b = \text{Klorofil b}, C_{x+c} = \text{Toplam karoten}$$

Askorbik asit tayini 2,6-diklorofenolindofenol-ksilen ekstraksiyon metoduna göre spektrofotometrik olarak yapılmıştır [22]. Absorbans değerleri 500 nm'de ölçülmüştür. Sonuçlar, seyreltik askorbik asit çözeltisi ile hazırlanmış çözeltilerden elde edilen kalibrasyon eğrisi

Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarına getirilmiştir. Meyveler analize alınmaya kadar 4°C soğuklukta muhafaza edilmiş ve tüm analizler oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir.

Metot

Analizler gerçekleştirilmeden önce meyvelerin kaliks kısımları ayrılmıştır. Daha sonra meyvelerdeki toz, toprak kalıntıları gibi her türlü yabancı maddenin uzaklaştırılması için musluk suyunda yıkama işlemi gerçekleştirilmiştir.

Kimyasal Analizler

Meyve örneklerinde yapılan kimyasal analizlerden pH değeri, pH metre (HANNA HI 2211-02, Romanya) ile asitlik değeri ise, titrimetrik yöntemle sitrik asit cinsinden belirlenmiştir. [22]. Renk değerleri renk ölçüm cihazı (PCE-TCR 200, Recoleta, Şili) ile Hunter (L, a, b) ve (L, kroma (C), hue açısı (h)) renk skalaları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Meyvelerde nem içeriği AOAC 2011'de yer alan 930.04 no'lu metoda göre belirlenmiştir. Meyvelerde kül içeriği ise AOAC 2011'de yer alan 940.26 no'lu yöntemle göre belirlenmiştir [23]. Sonuçlar g/100 g olarak hesaplanmıştır.

Toplam fenolik madde içeriği, örnekler metanolla ekstrakte edilerek, Folin-Ciocalteu kolorimetrik metodu kullanılarak belirlenmiştir [24]. Absorbans değerleri spektrofotometrede 720 nm'de ölçülmüştür. Sonuçlar gallik asitten hazırlanmış çözeltilerden elde edilen kalibrasyon eğrisi kullanılarak gallik asit eşdeğerinde, mg GAE/g yaş katı ve mg GAE/g kuru katı olarak hesaplanmıştır.

Meyve örneklerinde antioksidan aktivite, 2,2-difenil-1-pikril-hidrazil (DPPH) serbest radikal yakalama aktivitesi tayini kullanılarak tespit edilmiştir. Absorbans değerleri spektrofotometrede 517 nm'de ölçülmüştür. DPPH serbest radikalleri yakalama aktivitesi aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanmış ve sonuçlar % inhibisyon değerleri olarak verilmiştir [25].

kullanılarak hesaplanmıştır. Meyvelerde protein içeriği, AOAC 2011'de yer alan 920.152 no'lu metoda göre Kjeldahl Metodu kullanılarak belirlenmiştir [23]. Protein tayininde Kjeldahl Metodu ile azot miktarları saptanıp, proteinlerin yapısında bulunan azot miktarından (100/16) elde edilmiş olan 6.25 faktörü ile çarpılarak protein değerleri tespit edilmiştir. Karbonhidrat değerleri, nem, kül, protein ve yağ miktarlarının örneklerdeki yüzde değerlerinin toplamının 100'den çıkarılması ile tespit edilmiştir [27] Meyvelerde yağ içeriği, Soxhlet cihazı kullanılarak belirlenmiştir [28]. Ekstraksiyonda yağ çözücü olarak hekzan kullanılmıştır. Sonuçlar g/100 g olarak hesaplanmıştır. Enerji değeri hesaplanırken aşağıda belirtilen denklem kullanılmıştır (Denklem 5). Meyvede lif oranı %4.9 olarak alınmıştır [3, 18].

$$\text{Enerji (kcal/100 g)} = (\text{Yağ} \times 9) + (\text{Protein} \times 4) + [(\text{Karbonhidrat-Diyet Lif}) \times 4] \quad (5)$$

Örneklerde suda çözünebilir kuru madde içeriği, değerler doğrudan refraktometreden okunarak, belirlenmiştir [22]. Örneklerde su aktivitesi (a_w) dijital Aqualab CX-2 su aktivitesi ölçüm cihazı (Decagon Devices Inc. Pulman, Washington, ABD) ile belirlenmiştir [23].

Fenolik Kompozisyonunun Belirlenmesi

Örneklerdeki fenolik maddelerin kompozisyonu HPLC (yüksek performanslı sıvı kromatografi) ile belirlenmiştir [29]. Meyve örneklerinden öncelikle 10 g tartılarak 20 mL metanol:su (4:1) çözeltisiyle homojenize edilmiştir. Homojenizasyon işlemi için UltraTorax (IKA T18, Staufen, Almanya) kullanılmıştır. Devamında örnekler santrifüj tüplerine alınarak santrifüj cihazında (Sigma 2-6E, Osterode am Harz, Almanya), 4000 devir/dakika, 4°C, 20 dakika süre ile santrifüjlenerek üstteki berrak kısım alınmıştır. Elde edilen bu kısımlar HPLC analizi öncesi 0.45µm gözenek çaplı membran filtrelerden (Millex, HV) geçirilip, filtratlardan 20 µL cihaza enjekte edilerek, fenolik madde kompozisyonu belirlenmiştir. Analiz HPLC cihazı (Shimadzu, Kyoto, Japonya) ile gerçekleştirilmiştir. DAD dedektör ile 278 nm dalga boyunda ölçüm yapılmıştır. Kolon sıcaklığı 30°C'ye ayarlanmıştır. Kolon olarak Agilent Eclipse XDB-C18 (250 x 4.60 mm, partikül büyüklüğü 5 µm) kolonu kullanılmıştır. Analizde gradient program kullanılmıştır. Kullanılan mobil fazlar, çözücü A; su:asetik asit (3:97; v/v), çözücü B; metanoldür. Akış hızı 0.8 mL/dakikaya ayarlanmıştır. Gradient sistem çözücü akış konsantrasyonu, çözücü B oranları: 0 dakika, %7; 0-10 dakika, %7; 10-20 dakika, %7-28; 20-28 dakika, %25; 28-35 dakika, %25-30; 35-50 dakika, %30; 50-60 dakika, %30-33; 60-62 dakika, %33-42; 62-70 dakika, %42-50; 70-73 dakika, %50-70; 73-75 dakika, %70-80; 75-80 dakika, %80-100; 80-81 dakika, %100-7; 81-90 dakika, %7 şeklindedir.

Karotenoit Kompozisyonunun Belirlenmesi

Karotenoit kompozisyon tayini için, HPLC (yüksek performanslı sıvı kromatografi) ile örneklerde α-karoten ve β-karoten miktarları belirlenmiştir [30]. Analiz için HPLC cihazı (Shimadzu, Kyoto, Japonya) kullanılmıştır. Öncelikle hekzan, aseton ve etanolün (50/25/25, v/v/v) karıştırılmasıyla ekstraksiyon çözeltisi elde edilmiştir. Daha sonra 5 g numuneye 50 mL ekstraksiyon çözeltisi ilave edilmiştir. Çözelti manyetik karıştırıcıda 30 dakika karıştırılmıştır. Üzerine 10 mL saf su ilave edilerek üst faz bir balona aktarılmıştır. Evaporatörde (IKA Rv10, Staufen, Almanya) kurutma işlemi gerçekleştirilip daha sonra balon 1 mL kloroform ile yıkanmıştır. Seyreltmeler metanol/asetonitril/tetrahidrofuran (55/30/15, v/v/v) ile yapılip örneklerden 20 µL cihaza enjekte edilerek analiz uygulanmıştır. DAD dedektör ile 450 nm'de ölçüm yapılmıştır. Kolon sıcaklığı 30°C'ye ayarlanmıştır. Kolon olarak Luna C18 (250 x 4.60 mm, partikül büyüklüğü 5 µm) kolonu kullanılmıştır. Kullanılan mobil fazlar; Metanol/Asetonitril (90/10) ve 9 µM trietil amindir. Akış hızı 1.2 mL/dakikaya ayarlanmıştır.

Şeker Kompozisyonunun Belirlenmesi

Örneklerde şeker kompozisyon analizi, HPLC (yüksek performanslı sıvı kromatografi) ile belirlenmiştir [31]. Ekstraksiyon su ile gerçekleştirilmiştir. 10 g örneğe 40 mL su eklenerek ultratoraksta (IKA T18, Staufen, Almanya) homojenize edilmiştir. Daha sonra santrifüj cihazında (Sigma 2-6E, Osterode am Harz, Almanya) 6000 devir/dakikada 30 dakika santrifüj gerçekleştirilmiştir. Üstteki berrak kısım, 0.45 µm gözenek çaplı membran filtrelerden (Millex, HV) geçirilecek 20 µL'si HPLC'ye enjekte edilmiştir. Analiz için Shimadzu markalı (Kyoto, Japonya) HPLC cihazı kullanılmıştır. RID 10A dedektör ile ölçüm yapılmıştır. Kolon sıcaklığı 80°C'ye ayarlanmıştır. Kolon olarak Aminex HPX-87C (300 x 7.8 mm) karbonhidrat kolonu kullanılmıştır. Kullanılan mobil faz ultra saf sudur. Akış hızı 0.6 mL/dakikaya ayarlanmıştır.

İstatistik Analizleri

İstatistik analizlerinde, SPSS programı (versiyon 19, IBM, 2010) kullanılmıştır. Analizler, üçer kez tekrar edilmiş ve ortalamaları alınmıştır ve tüm analizler üç paralelli gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Altınçilek meyve örneklerinde gerçekleştirilen fizikokimyasal analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Titrasyon asitliği değerleri sitrik asit cinsinden literatürde, %1.90-2.10 arasında [5] ve %1.827 olarak [32] bildirilmiştir. Meyvelerde olgunlaşma ile asitlik miktarının azaldığı ve şeker miktarının arttığı bilinmektedir. Olgunlaşma ile sitrik asit miktarı da düşmektedir [33]. Bu bağlamda meyvenin olgunluk düzeyi titrasyon asitliği değerlerinde önemli etkiye sahiptir. Çalışmamızda bulunan meyve titrasyon asitliğinin yukarıda belirtilen iki çalışmaya kıyasla daha düşük olması muhtemelen bu nedenden kaynaklanmaktadır. Yapılan çalışmalarda altınçilek meyvesinin pH değeri, 4.46 olarak [32] ve 3.39-3.67 değerleri arasında [5] bildirilmiştir. Çalışmamızda tespit edilmiş olan meyvenin pH değerinin bu sonuçlarla oldukça yakın olduğu görülmektedir. Meyvelerde renk değerleri ise, tüketici tercihlerini etkileyebilen bir kalite kriteridir. Çalışmamızda belirlenen renk değerlerinden L değeri yüzey parlaklığını, a değeri yeşilden kırmızıya renk değerlerini, b değeri de maviden sarıya renk değerlerini ifade ederken, kroma ve hue açısı ise rengin yoğunluğu ve algılanan renk farkını belirtmede kullanılmaktadır [34]. Literatürde, yapılan bir çalışmada, altın çileğin L değerini; 56.62, a değerini; 5.45 ve b değerini; 31.98 olarak tespit edilmiştir [32]. Bir başka çalışmada L değeri; 69.56, a değeri; 17.12, b değeri; 60.78, kroma değeri; 63.15 ve hue açısı değeri; 74.26 olarak tespit edilmiştir [16].

Karotenoitler meyve ve sebzelerde renk maddeleri olmalarının yanı sıra antioksidan özellikleri, A vitamininin öncül vitamini olmaları gibi önemli fonksiyonel özelliklere sahip olan bileşiklerdir. Meyvede toplam karotenoit

İçeriği ortalama 2.52 mg/100 g (yaş ağırlık) olarak tespit edilmiştir. Literatürde yapılan çalışmalarda, 1.60 mg/100 g (yaş ağırlık) olarak [9] ve yaklaşık 1.80 mg/100 g (yaş ağırlık) [16] bildirilmiştir. Sebze ve meyvelerde karotenoit miktarları olgunluk seviyesi, iklim, toprak tipi, gübre kullanımı gibi çeşitli faktörlerden etkilenmektedir [35]. Çalışmamızda bulduğumuz karotenoit değerlerinin diğer iki çalışmaya göre yüksek olması muhtemelen bu faktörlerden kaynaklanmaktadır. Farklı meyve ve sebzelerle yapılan çalışmalarda da toplam karotenoit içeriğinde, yukarıda belirtilen nedenlerle önemli farklılıklar görülebilmektedir. Yapılan bir çalışmada; yaş ağırlıkta havucun 15.9 mg/100 g, domatesin 12.7 mg/100 g, portakalın 0.40 mg/100 g, kayısının 1.13 mg/100 g, çileğin 0.05 mg/100 g ve böğürtlenin 0.90 mg/100 g toplam karotenoit içerdiği ve genel olarak sebzelerde, meyvelere göre karotenoit içeriğinin daha fazla olduğu tespit edilmiştir [36]. Altınçilek meyvesinde toplam fenolik madde miktarı gallik asit eşdeğeri olarak ortalama 42.2 mg/100 g (yaş ağırlık) olarak bulunmuştur. Literatürde, yapılan bir çalışmada, altınçilek meyvesinde yaş ağırlıkta ve gallik asit eşdeğerinde 40.45 mg/100 g toplam fenol [37], bir diğer çalışmada ise, 39.15 mg/100 g toplam fenol tespit edilmiştir [38]. Farklı meyve ve sebzelerin toplam fenolik madde içeriklerini belirlemek için yapılan bir çalışmada; gallik asit eşdeğeri olarak yaş ağırlıkta şeftalinin 19.46 mg/100 g, armutun 9.48 mg/100 g, ananasın 44.14 mg/100 g, portakalın 79.73 mg/100 g, domatesin 17.89 mg/100 g, muzun 10.22 mg/100 g toplam fenolik madde içerdiği tespit edilmiştir [39].

Meyvelerde gerçekleştirilen bir diğer analiz de antioksidan aktivite analizidir. Antioksidan aktivite, fenolik bileşikler, karotenoitler, askorbik asit gibi meyvedeki biyoaktif bazı bileşenlerin sinerjik etkisiyle gerçekleşmekle birlikte başlıca etki fenolik bileşiklerce oluşturulur. Literatürde, yapılan bir çalışmada, altınçilek suyunun DPPH indirgeme oranı %78 olarak bildirilmiştir [40]. Buradan altınçilek meyvesinin karakteristik olarak yüksek antioksidan aktivite sergilediği görülmektedir. Meyvenin protein miktarı için, literatürde, yapılan çalışmalarda protein içeriğinin yaş ağırlıkta %0.3-1.9 değerleri arasında olduğu bildirilmiştir [5]. Bizim çalışmamızda da meyvenin protein oranı yaş ağırlıkta %1.64 ile bu değerler aralığı içinde tespit edilmiştir. Yağ oranı için, yapılan bir çalışmada, altınçilek meyvesinin yaş ağırlıkta %2 yağ içerdiği bildirilmiştir [8]. Bir diğer çalışmada, yapılan çalışmalarda yaş ağırlıkta %0.2-0.5 arasında değerler bulunduğu bildirilmiştir [5]. Başka bir çalışmada ise, altınçilekte yağ miktarı, kurumadde bazında %3.16 olarak belirtilmiştir [41]. Bizim çalışmamızda meyvede yağ oranı yaş ağırlıkta %0.98 olarak saptanmıştır. C vitamini insan sağlığı açısından özel bir öneme sahiptir. Vücutta sentezlenemediği ve depolanamadığı için düzenli olarak tüketimi gereklidir. Suda çözünen bir vitamin olan C vitamini, pek çok sebze ve meyvede doğal olarak bulunmaktadır [42]. Altınçilek meyvesinin de oldukça yüksek oranda (159.76 mg/100 g kurumadde) ihtiva ettiği bu vitamin, ne var ki çok duyarlı

bir gıda bileşenidir. Özellikle işlenmiş gıdalarda yüksek sıcaklık, oksijen, ağır metaller gibi nedenlerle kolaylıkla parçalanarak denatüre olabilmektedir. Literatürde altınçilek meyvesinde C vitamini için farklı değerler bildirilmiştir. Yapılan bir çalışmada, yaş ağırlıkta 43 mg/100 g [3], bir diğerinde, 95-97 mg/100 g kuru ağırlık [43], başka bir çalışmada, yaklaşık olarak 90 mg/100 g kuru ağırlık [44], son bir çalışmada ise, yaş ağırlıkta 20-43 mg/100 g arası [5] değerler bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda ise yaş ağırlıkta 34.98 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. İklim şartları, özellikle de sıcaklık ve ışık yoğunluğunun meyvelerde besinsel özellikler üzerinde güçlü etki sahibi olduğu bilinmektedir. Düşük sıcaklıklarda C vitamini sentezinin arttığı ve oksidasyonunun azaldığı ve ışık yoğunluğundaki artışın C vitamini miktarını arttırdığı bildirilmiştir [45, 46]. Farklı çalışmalarda C vitamini değerlerinin farklı çıkması muhtemelen bu nedenlerden kaynaklanmaktadır. Farklı meyve ve sebzelerin C vitamini miktarlarının verildiği bir kaynaktan; yaş ağırlıkta, portakalın 40-55 mg/100 g, elmanın 2-10 mg/100 g, çileğin 60 mg/100 g, eriğin 3-5 mg/100 g, muzun 10-25 mg/100 g, havucun 6-10 mg/100 g ve domatesin 25-35 mg/100 g C vitamini içerdiği bildirilmiştir [47]. Bu değerler ışığında, altınçilek meyvesinin C vitamini açısından iyi bir kaynak olduğu belirtilebilecektir.

Meyve örneklerinde ayrıca α -karoten ve β -karoten içeriği saptanmış, β -karoten miktarının α -karoten miktarından belirgin düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Tablo 1). Altınçilekte belirlenen fenolik bileşikler ise, Tablo 2'de gösterilmiştir. Meyvede rutin, gallik asit, vanilin, *p*-kumarik asit, ferulik asit ve sinamik asit saptanmıştır. Başlıca saptanan fenolik bileşik rutindir. İkinci en yüksek saptanan fenolik bileşik gallik asittir. Literatürde, bir çalışmada, altınçilek meyvesinde bulunan flavanoller çalışılmıştır [48]. Bu çalışmada, meyvede rutin, mirisetin ve kuersetin varlığı gözlenmiş, kuersetin bulunmadığı başlıca rutin ayrıca mirisetin bulunduğu tespit edilmiştir [48]. Olgun meyvede 6.76-6.90 μ g/g rutin olduğunu tespit etmişlerdir. Bu değer bizim çalışmamızda bulunan rutin içeriğine (0.0058 mg/g yaş ağırlık) oldukça yakındır. Literatürde altınçilek meyvesinin fenolik kompozisyonu ile ilgili daha kapsamlı bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Altınçilek meyvesinde başlıca şekerler ise, sakkaroz, glikoz ve fruktoz olarak belirlenmiştir (Tablo 3). Literatürde altınçilek meyvesinin şeker kompozisyonunun belirlendiği bir çalışmada, çalışmamızda bulunan sonuç ile uyumlu olarak meyvede, sakkaroz miktarı, glikoz ve fruktozdan daha yüksek olarak tespit edilmiştir [2]. Portakal, kavun, ananas, şeftali, kayısı ve muz meyvelerinin de en fazla içerdikleri şeker sakkarozdur. Elma, armut, çilek ve nar meyvelerinin başlıca içerdikleri şeker ise fruktozdur [2, 45]. Altınçilek meyvesinin en fazla içerdiği şeker sakkaroz olmakla birlikte, sakkaroz ve fruktoz miktarları birbirine çok yakın tespit edilmiştir.

Tablo 1. Altınçilek meyvesinin bazı fizikokimyasal özellikleri

Table 1. Some physicochemical properties of cape gooseberry fruit

Özellikler	Ortalama±Standart Sapma
pH	3.64±0.01
Titre edilebilir asitlik (%)	1.69±0.04
Su aktivitesi (a _w)	0.97±0.01
Kül (% km*)	4.62±0.04
Suda çözünebilir kuru madde	15.10±0.10
Kuru madde	21.90±0.19
L	57.89±0.15
a	14.35±0.31
b	41.07±0.22
Kroma	43.51±0.19
Hue açısı	70.73±0.44
Protein (% km)	7.49±0.13
Yağ (% km)	4.47±0.51
Karbonhidrat (% km)	83.43±0.63
Enerji (kcal/100 g)	68.87±1.12
Toplam fenolik madde (mg/g km)	1.92±0.03
Toplam karotenoit madde (mg/100 g km)	11.50±0.05
Vitamin C (mg/100 g km)	159.76±8.25
Antioksidan inhibisyon (%)	88.03±0.13
α-karoten (mg/100 g km)	2.79±0.05
β-karoten (mg/100 g km)	5.37±0.07

Tablo 2. Altınçilek meyvesinin fenolik kompozisyonu (mg /100 g km)

Table 2. Phenolic composition of cape gooseberry (mg /100 g dry matter)

Fenolik bileşen	Ortalama±Standart Sapma
Rutin	2.65±0.15
Gallik asit	2.10±0.92
Vanilin	0.37±0.10
Ferulik asit	0.27±0.10
p-Kumarik asit	0.18±0.00
Sinamik asit	0.09±0.00

Tablo 3. Altınçilek meyvesinin şeker kompozisyonu (g /100 g km)

Table 3. Carbohydrate composition of cape gooseberry (mg /100 g dry matter)

Şeker bileşeni	Ortalama±Standart Sapma
Sakkaroz	11.42±0.65
Früktöz	10.11±1.54
Glikoz	8.57±1.12

SONUÇ

Meyveler insan metabolizmasının fonksiyonlarını yerine getirmesi için düzenli olarak ihtiyaç duyulan bileşenleri içerir. Ayrıca sağlık üzerinde olumsuz etkilere neden olan pek çok etkene karşı koruyucu etki gösterdikleri bilinmektedir. Bu nedenle sağlıklı bir diyet için yeterli miktarda meyve tüketimi önemlidir. Altınçilek meyvesi, fenolik bileşikler, vitamin C ve karotenoidler gibi biyoaktif özelliklere sahip bileşenleri içeren tropikal bir meyvedir. Ayrıca yüksek miktarda diyetel lif ve mineral içeriğine sahiptir. Bu özellikleri ile ve kendine has farklı tadı ile yeni geliştirilecek gıda ürünlerine işlenmeye aday bir meyvedir. Bu çalışmada, son yıllarda tropikal meyve yetiştiriciliğinin oldukça yaygınlaştığı Antalya ilinde yetiştirilen altınçilek meyvelerinin fizikokimyasal özellikleri ve besin değerleri incelenmiştir. Meyvenin, C

vitamini, karotenoidler ve fenolik bileşikler açısından oldukça zengin olduğu tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Rodrigues, E., Rockenbach, I.I., Cataneo, C., Gonzaga, L.V., Chaves, E.S., Fett, R. (2009). Minerals and essential fatty acids of the exotic fruit *Physalis peruviana* L. *Ciencia e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 29(3), 642-645.
- [2] Fischer, G., Lüdders, P. (1997). Developmental changes of carbohydrates in cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) fruits in relation to the calyx and the leaves. *Agronomia Colombiana*, XIV(2), 95-107.
- [3] Ramadan, M.F. (2011a). Bioactive phytochemicals, nutritional value, and functional properties of cape

- gooseberry (*Physalis peruviana* L.): An overview. *Food Research International*, 44, 1830-1836.
- [4] Berger R.G., Drawert F., Kollmannsberger H. (1989). The flavour of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.). *Z Lebensm Unter Forsch*, 188, 122-126.
- [5] Puente, L.A., Pinto, C.A., Castro, E.S., Cortes, M. (2011). *Physalis peruviana* Linnaeus, the multiple properties of a highly functional fruit: A review. *Food Research International*, 44, 1733-1740.
- [6] Anonim. (2007). Mystery fruit-poha, or cape gooseberry. Erişim Tarihi: 19.01.2014. <http://lastcrumb.com/2007/10/21/mystery-fruit-poha-or-cape-gooseberry/>
- [7] Trincherro, G.D., Sozzi, G.O., Cerri, A.M., Vilella, F., Frasciara, A.A. (1998). Ripening-related changes in ethylene production, respiration rate and cell-wall enzyme activity in goldenberry (*Physalis peruviana*) a solanaceous species. *Postharvest Biology and Technology*, 16, 139-145.
- [8] Ramadan, M.F., Moersel, J.T. (2003). Oil goldenberry (*Physalis peruviana* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 969-974.
- [9] Ramadan, M.F. (2011b). *Physalis peruviana*: A rich source of bioactive phytochemicals for functional foods and pharmaceuticals. *Food Reviews International*, 27, 259-273.
- [10] Anonim. (2014). Altınçilek (*Physalis peruviana* goldenberry). Erişim Tarihi: 15.01.2014. http://web.ogm.gov.tr/birimler/merkez/odundisiurun/Dkmanlar/bitkisel_urunler_sube_mudurlugu/BITKIS_EL%20URUNLER/ALTIN%20C3%87%C4%B0L_EK.pdf
- [11] Mayorga, H., Knapp, H., Winterhalter, P., Duque, C. (2001). Glycosidally bound flavor compounds of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 1904-1908.
- [12] Klinac, D.J. (1986). Cape gooseberry (*Physalis peruviana*) production systems. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*, 1986(14), 425-439.
- [13] Anonim. (2010). Malatya'nın yeni ürünü altın çilek. Erişim Tarihi: 15.01.2014. <http://www.kobiden.com/malatyanin-yeni-urunu-altin-cilek-7941h.htm>
- [14] Çelik, H. (2011). Altınçilek, yeni alternatif meyve. Erişim Tarihi: 01.10.2012. http://www.gifimey.com/altin_cilek_hakinda.pdf
- [15] El-Tohamy, W.A., El-Abagy, H.M., Abou-Hussein, S.D., Gruda, N. (2009). Response of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) to nitrogen application under sandy soil conditions. *Gesunde Pflanzen*, 61, 123-127.
- [16] Valdenegro, M., Almonacid, S., Henriquez, C., Lutz, M., Fuentes, L., Simpson, R. (2013). The effects of drying processes on organoleptic characteristics and the health quality of food ingredients obtained from goldenberry fruits (*Physalis peruviana*). *Open Access Scientific Reports*, 642(2), 2.
- [17] Sugiyama, N., Roemer, K., Bünemann, G. (1991). Sugar pattern of exotic fruits from the Hannover market, Germany. *Gartenbauwissenschaft*, 56(3), 126-129.
- [18] National Research Council. (1989). Lost crops of the Incas: Little known plants of the Andes with promise for worldwide cultivation. 240-251. Washington D.C., National Academy Press
- [19] Wu, S., Ng, L., Huang, Y., Lin, D., Wang, S., Huang, S., Lin, C. (2005). Antioxidant activities of *Physalis peruviana*. *Biological Pharmaceutical Bulletin*, 28(6), 963-966.
- [20] Valdenegro, M., Fuentes, L., Herrera, R., Moya-Leon, M.A. (2012). Changes in antioxidant capacity during development and ripening of goldenberry (*Physalis peruviana* L.) fruit and in response to 1-methylcyclopropene treatment. *Postharvest Biology and Technology*, 67, 110-117.
- [21] Gutierrez, M.S., Trincherro, G.D., Cerri, A.M., Vilella, F., Sozzi, G.O. (2008). Different responses of goldenberry fruit treated at four maturity stages with the ethylene antagonist 1-methylcyclopropene. *Postharvest Biology and Technology*, 48, 199-205.
- [22] Cemeroglu, B. (2010). Gıda Analizleri, 2. baskı. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 34, 657 s, Ankara.
- [23] AOAC. (2011). Official methods of analysis, 18th ed. (2005) Revizyon 4. Gaithersburg, MD.
- [24] Singleton, V.L., Rossi, J.R., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolibdic-phosphothungstic acid. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.
- [25] Dorman, H.J.D., Peltoketo, A., Hiltunen, R., Tikkanen, M.J. (2003). Characterization of the antioxidant properties of de-odourised aqueous extracts from selected Lamiaceae herbs, *Food Chemistry*, 83(2), 255-262.
- [26] Dere, Ş., Güneş, T., Sivacı, R. (1997). Spectrophotometric determination of chlorophyll-A, B and total carotenoid contents of some algae species using different solvents. *Turkish Journal of Botany*, 22, 13-17.
- [27] Otles, S. (1993). The nutrient composition of watermelons (*Citrullus vulgaris*) in Turkey. *Tropicultura*, 11, 70-71.
- [28] Uylaşer, V., Başoğlu, F. (2011). Temel Gıda Analizleri. Dora Yayınları, 125s, Bursa.
- [29] Tomas Barberan, F.A., Gil, M.I., Cremin, P., Waterhouse, A., Hess Pierce, B., Adel, K. (2001). HPLC-DAD_ESIMS analysis of phenolic compounds in nectarines, peaches and plums. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 4748-4760.
- [30] Olives Barba, A.I., Camara Hurtado, M., Sanchez Mata, M.C., Fernandez Ruiz, V., Lopez Saenz de Tejada M. (2006). Application of a UV-vis detection-HPLC method for a rapid determination of lycopene and β -carotene in vegetables. *Food Chemistry*, 95, 328-336.
- [31] Karkacier, M., Erbaş, M., Uslu, M.K., Aksu, M. (2003). Comparison of different extraction and detection methods for sugars using amino-bonded phase HPLC. *Journal of Chromatographic Science*, 41, 331-333.
- [32] Ersoy, N., Bağcı, Y. (2011). Altınçilek (*Physalis peruviana* L.), pepino (*Solanum muricatum* Ait.) ve passiflora (*Passiflora edulis* Sims) tropikal meyvelerinin bazı fizikokimyasal özellikleri ve

- antioksidant aktiviteleri. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25(3), 67-72.
- [33] Anton, G.E., Lestrage, M., Barrett, D.M. (2011). Changes in pH, acids, sugars and other quality parameters during extended vine holding of ripe processing tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(7), 1175-1181.
- [34] McGuire, R.G. (1992). Reporting of objective color measurements. *Hort Science*, 27, 1254-1255.
- [35] Akdoğan, A., Özdemir, F. (2006). Gıdaların işlenmesi sırasında karotenoid bileşiklerde meydana gelen değişiklikler. Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs 2006, Bolu.
- [36] Müller, H. (1997). Determination of carotenoid content in selected vegetables and fruit by HPLC and photodiode array detection. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung*, 204, 88-94.
- [37] Restrepo, A. (2008). Nuevas perspectivas de consumo de frutas: Uchuva (*Physalis peruviana L.*) y Fresa (*Fragaria vesca L.*) minimamente procesadas fortificadas con vitamina E. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Magister en Ciencia y Tecnología de Alinoentos, 107.
- [38] Botero, A. (2008). Aplicacion de la Ingenieria de matrices en el desarrollo da la uchuva minimamente procesada fortificada con calcio y vitaminas C y E. Facultad de quimica farmaceutica, Magister en Ciancias Farmaceuticas, Entasis en Alimentos, 185.
- [39] Youn, G., Yeum, K., Cho, Y., Oliver Chen, C., Tang, G., Blumberg, J.B., Russell, R.M., Yoon, S., Lee-Kim, Y. (2012). Carotenoids and total phenolic contents in plant foods commonly consumed in Korea. *Nutrition Research and Practice*, 6, 481-490.
- [40] Ramadan, M.F., Moersel, J.T. (2007). Impact of enzymatic treatment on chemical composition, physicochemical properties and radical scavenging activity of goldenberry (*Physalis peruviana L.*) juice. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87, 452-460.
- [41] Zhang, Y.J., Deng, G.F., Xu, X.R., Wu, S., Li, H.B. (2013). Chemical components and bioactivities of cape gooseberry (*Physalis peruviana*). *International Journal of Food Nutrition and Safety*, 3(1), 15-24.
- [42] Iqbal, K., Khan, A., Khattak, M.A.K. (2004). Biological significance of ascorbic acid (vitamin C) in human health-a review. *Pakistan Journal of Nutrition*, 1, 5-13.
- [43] Rop, O., Mlcek, J., Jurikova, T., Valsikova, M. (2012). Bioactive content and antioxidant capacity of cape gooseberry fruit. *Central European Journal of Biology*, 7(4), 672-679.
- [44] Lopez, J., Vega-Galvez, A., Torres, M.J., Lemus-Mondaca, R., Quispe-Fuentes, I., Scala, K.D. (2013). Effect of dehydration temperature on physico-chemical properties and antioxidant capacity of goldenberry (*Physalis peruviana L.*). *Chilean Journal of Agricultural Research*, 73(3), 293-300.
- [45] Anonim. (2001). Nutritional quality and its importance to human health. Erişim Tarihi:12.08.2014. <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/nutritionalQuality.pdf>
- [46] Schonhof, H., Krumbein, A., Clauben, W., Schreiner, M. (2007). Effect of temperature increase under low radiation conditions on phytochemicals and ascorbic acid in greenhouse grown broccoli. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 119, 103-111.
- [47] Cemeroglu, B.S. (2013). Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi 1. Bizim Grup Basımevi, 707s, Ankara.
- [48] Licodiedoff, S., Koslowski, L.A.D., Ribani, R.H. (2013). Flavonols and antioxidant activity of *Physalis peruviana L.* fruit at two maturity stages. *Acta Scientiarum Technology, Maringa*, 35(2), 393-399.