

ALTIN ÇİLEK SUYUNDA (*Physalis peruviana* L.) RANDIMAN İLE BAZI FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLER ÜZERİNE MAYŞE ENZİMASYONUNUN ETKİSİ

Buket Aşkın^{1*}, Yeşim Öcal², Sevgi Atılğan²,
Neslihan Tatlıcı², Tuğba Atılğan², Erdoğan Küçüköner²

¹Kırklareli Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Kırklareli

²Süleyman Demirel Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Isparta

Geliş tarihi / Received: 12.02.2015

Düzeltilerek Geliş tarihi / Received in revised form: 08.04.2015

Kabul tarihi / Accepted: 01.05.2015

Özet

Bu araştırmada, Antalya ilinde konvansiyonel olarak yetiştirilen altın çilek (*Physalis peruviana* L.) meyvesi araştırma materyali olarak seçilmiş ve meyve suyu üretiminde kullanılmıştır. Yürütülen çalışmada, elde edilen altın çilek suyu 4 farklı kısma ayrılıp üçü farklı oranlarda pektolitik enzim katılarak (kontrol, %0.1, %0.2, %0.3) depektinize edilmiştir. Mayşe enzimasyonunun altın çilek suyu randımanı ve fizikokimyasal bileşimi üzerine etkisi incelenmiştir. Ayrıca, altın çilek suyunda; genel bileşim özellikleri (pH, asitlik, briks), askorbik asit, toplam karotenit, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite değerleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar; enzim uygulamasının meyve suyu verimini arttırmada etkili olduğunu göstermiş, enzim uygulanmamış kontrol örneğinin (K) verimi %76 iken enzim uygulanmış örneklerin meyve suyu verimi sırasıyla %83 (E2), %81 (E1) ve %79 (E3) olarak belirlenmiştir. Diğer önemli değişim askorbik asit değerinde gözlenmiş, enzim uygulaması askorbik asit değerini önemli miktarda değiştirmiştir ($P<0.05$). Ayrıca uygulanan enzim dozajı arttıkça, askorbik asit ve karotenit kaybında da artış meydana gelmiştir. Bununla birlikte, enzim uygulaması ile örneklerin antioksidan aktivite değeri ve toplam fenolik madde miktarlarında bir değişim gözlenmemiştir ($P>0.05$).

Anahtar kelimeler: Altın çilek, depektinizasyon, meyve suyu, randıman.

THE EFFECT OF MASH ENZYMATION ON SOME PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES AND ON JUICE YIELD OF GOLDBERRY (*Physalis peruviana* L.) JUICE

Abstract

In this research, the goldenberry fruit (*Physalis peruviana* L.), which was grown conventionally in Antalya, was selected as the research material and used in the production of fruit juice. In the study, the goldenberry juice was separated into four groups (control, 0.1%, 0.2%, and 0.3%) and three of them were depectinized by being treated with pectolytic enzyme at different rates. The effect of mash enzymation on the goldenberry juice yield and on physicochemical composition was examined. In addition, the general composition characteristics of the goldenberry (pH, acidity, brix, ascorbic acid content, total carotenoids, total phenolic, and antioxidant activity values) were determined. The results showed that the enzyme applications were effective in increasing the juice yield. The yield was 76% in the control sample (K), while the juice yield ratios of enzyme treated samples were 83% (E2), 81% (E1), and 79% (E3), respectively. Other important changes were observed in the ascorbic acid value, and it was determined that the enzyme application changed the ascorbic acid value significantly ($P<0.05$). Besides this, it was observed that as the enzyme dosage increased, the ascorbic acid and carotenoid loss also increased. However, no difference was observed in antioxidant activity value and in the total phenolic amounts of the samples with enzyme application ($P>0.05$).

Keywords: Goldenberry, depectinization, fruit juice, juice yield.

*Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ buketaskin@klu.edu.tr, ☎ (+90) 288 214 0514, 📠 (+90) 288 214 0516

GİRİŞ

Fonksiyonel özelliğe sahip meyvelerden biri olan altın çilek, ulusal ve uluslararası pazarda her geçen gün artan ekonomik öneme sahiptir. Ülkemizde üretim miktarları ile ilgili net veriler henüz belirlenememiş olsa bile, besin içeriği ve sağlık üzerine faydalarının anlaşılmasına başlanmasıyla birlikte grubunda öne çıkan bir meyve olmuştur. Bu nedenlerle son zamanlarda altın çilek meyvesine olan ilginin arttığı ve üretiminin teşvik edildiği gözlenmektedir.

Altın çilek meyvesinin içermiş olduğu besin öğeleri incelendiğinde yüksek lif içeriği, yoğun fenolik madde ve karotenoit miktarı ve dolayısıyla yüksek antioksidan aktivite değeri ilk dikkati çeken özellikleridir. Ayrıca, yağ asidi kompozisyonu açısından da zengin olan altın çilek, yüksek miktarlarda E vitamini, C vitamini, vitamin K1 ve birçok mineral madde de içermesi nedeniyle son derece önemli bir üründür (1-3).

Altın çilek, % 15 suda çözünür kuru madde değerine ve yetiştirildiği bölgeye bağlı olarak % 70 meyve suyu randımanına sahip bir meyvedir. Diğer yandan, meyve suyu için optimal şeker ve asitlik değerine de sahiptir (4). Kısaca altın çilek meyvesi, yağda çözünen biyoaktif bileşenlerin ilave edilmesini gerektirmeyen, doğal olarak zengin bir içeriğe sahip olan, adı gibi "altın içecek" sunmaktadır.

Görüldüğü gibi, altın çileğin bu derece büyük öneme sahip olması fonksiyonel özelliğe sahip bir ürün olmasından kaynaklanmaktadır. Özellikle elde edilen altın çilek suyu, önemli bir potansiyele sahip olan yeni bir fonksiyonel içecektir (5, 6).

Birçok meyvenin meyve suyuna işlenmesinde mayşe enzimasyonu ile preslemenin kolaylaştığı, kapasitenin arttığı ve randımanın yükseldiği bilinmektedir (7-9). Üzümsü meyvelerde bulunan pektin miktarı ve özellikleri diğer meyvelerde bulunan pektinden farklıdır. Bunun yanı sıra, bu meyvelerin, pH değerleri de daha düşüktür. Bu nedenle bu çalışmada, ticari pektolitik enzim (Novaferm 61) preparatı ile depektinize edilmiş, altın çilek suyunun randımanı ve kimyasal bileşimi üzerine etkisinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Antalya ilinde konvansiyonel olarak yetiştirilen altın çilek (*Physalis peruviana* L.) meyvesi araştırma materyali olarak kullanılmıştır. Dış kabuğundan ayrılan meyveler, yıkama işleminden sonra sapları ayrılmış ve blender ile 5 dk süre ile homojenize edilerek mayşe haline getirilmiştir. Mayşe 80 °C'ye ısıtılmış ve sonrasında 40 °C'ye soğutulduktan sonra 4 eşit kısma ayrılmış, ticari pektolitik enzim (Novaferm 61) preparatından 3 farklı dozajda ilave edilmiştir (E1 grubu 150 g/ton, E2 grubu 300 g/ton ve E3 grubu 450 g/ton). Kontrol grubu (K), enzim uygulaması yapılmadan aynı işlemlere tabi tutulmuştur. Farklı dozajlarda enzim ilave edilen örnekler 40 °C'de 2 h süreyle çalkalamalı su banyosunda 250 rpm'de bekletildikten sonra tül bent bezi yardımıyla tortuları uzaklaştırılmış ve şişelere doldurulmuştur. Şişelenen örnekler 90 °C'de 5 dk süre ile pastörize edilmiş ve hemen ardından su banyosunda soğutulmuştur. Elde edilen altın çilek suları analizler gerçekleştirilene kadar -20 °C'de muhafaza edilmiştir.

Meyve sularının; verim (%), genel bileşim özellikleri (pH, asitlik, briks), askorbik asit miktarı, toplam karotenoit miktarı, toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerleri belirlenmiştir. Çalışmada gerçekleştirilen tüm kimyasal analizler 3 paralel olarak çalışılmıştır.

Metot

Randıman

Çalışmada elde edilen mayşe 4 eşit kısma ayrıldıktan sonra ağırlığı ile elde edilen son meyve suyunun ağırlığı tespit edilerek, farklı oranlarda enzim uygulaması sonucunda varılan "% verim" belirlenmiştir.

Genel bileşim özellikleri

Çalışmada, örneklerin suda çözünür kuru madde (briks) değerleri refraktometrik yöntem ile saptanmıştır. Titrasyon asitliği değeri titrasyonla saptanırken, pH potansiyometrik olarak pH metre (HANNA HI 221, şehir, A.B.D.) ile belirlenmiştir (10).

Askorbik asit miktarının belirlenmesi

Askorbik asit tayini 2,6-diklorofenolindofenol-ksilen ekstraksiyon metoduna göre spektrofotometrik yöntem ile tespit edilmiştir (10). Bu amaçla,

örnekler önce %6'lık metafosforik asit (HPO_3) ile seyreltilmiş ve her örnek grubu için 3 paralel ve 1 şahit çalışılmıştır. Sırasıyla deney tüplerine örnek, asetat tampon ve 2,6-diklorofenolindofenol çözeltisi ilave edilmiş, ardından karışım vortekslenmiş ve ksilen eklendikten sonra tekrar vortekslenerek santrifüj edilmiştir. Absorbans değerleri, spektrofotometrede 500 nm dalga boyunda ksilene karşı okunmuştur. Örnekler için askorbik asit değeri aşağıda verilen eşitlik ile hesaplanmıştır.

$$\text{Askorbik asit (mg/L)} = \frac{(\text{ABS}_{\text{şahit}} - \text{ABS}_{\text{örnek}}) / \text{Eğim}}{\text{seyreltme faktörü}} \quad (1.1)$$

Antioksidan Aktivite Miktarının Belirlenmesi

Bu amaçla, Miller ve Rice-Evans (1997) ile Arts vd. (2001) tarafından önerilen yöntem kullanılmıştır (11, 12). Antioksidan aktivite tayini analizinde öncelikle 2.45 mM potasyum persülfat içeren 7 mM'lık ABTS⁺ çözeltisi hazırlanmıştır. Radikal çözeltisi, örnekler ve troloks standardının seyreltilmesi amacıyla pH 7.4 olan PBS (fosfat tamponu; Phosphate Buffer Saline) çözeltisi kullanılmıştır. ABTS⁺ radikal çözeltisi, PBS çözeltisi ile 734 nm'de 0.700 (± 0.010) absorbans değeri verecek şekilde seyreltilmiştir. Radikal çözeltisi üzerine sırasıyla 10 µl, 20 µl ve 30 µl seyreltik örnek ilave edilmiş ve 6 dak. sonundaki absorbans değeri kaydedilmiştir. Bu süre sonunda, saptanmış olan absorbans değeri esas alınarak, başlangıç değerine göre "% azalma oranı (inhibisyon oranı)" hesaplanmıştır. Bu işlem üç kez tekrarlanmış ve inhibisyon oranları hesaplanarak bu değerlerin ortalamaları saptanmıştır.

$$\text{Recovery (\%)} = \frac{A_B - A_S}{A_B} \times 100 \quad (1.2)$$

Burada; A_B başlangıç absorbars değeri, A_S son absorbans değeri.

Böylece 6 dak. sonunda belirlenmiş ortalama yüzde inhibisyon değerleri seyreltik örnek miktarlarına (hacimlerine) karşı bir grafiğe aktarılıp linear regresyon analizi uygulanmak suretiyle, örneğe ait eğriye ve bu eğriyi tanımlayan eşitliğe ulaşılmıştır. Örneğe ait olan eğrinin eğimi, troloks ile hazırlanmış olan standart eğrinin eğimine oranlanarak örneğin TEAC değeri hesaplanmıştır. Bu hesaplamada, örneğe ait seyreltme faktörü de dikkate alınmıştır (11, 12).

Toplam Karotenoit Miktarının Belirlenmesi

Altın çilek suyu örneklerinde toplam karotenoit miktarının belirlenmesi Lee et al. (2001)'e göre

yapılmıştır (13). Bu amaçla, 1:2 (v/v) oranında damıtık su ile seyreltilmiş meyve suyu örneği üzerine ekstraksiyon çözeltisi ilave edilerek (etil alkol:hekzan, 2:5) 4100 rpm ve 4 °C'de 10 dak. santrifüj edilmiştir. Spektrofotometrede 445 nm'de absorbans değerleri okunmuştur. Toplam karotenoit miktarı hazırlanan β -karoten standart eğri yardımıyla hesaplanmış ve yine β -karoten cinsinden ifade edilmiştir.

Toplam Fenolik Madde Miktarının Belirlenmesi

Altın çilek suyunda toplam fenolik madde miktarı Singleton and Rossi (1965) tarafından tanımlanmış metot kullanılarak gerçekleştirilmiştir (14). Bu amaçla 0.5 mL örnek, 37.5 mL su ve 0.5 mL Folin Cioceltau çözeltisi karıştırılarak 3 dakika bekletilmiştir. Daha sonra 5 mL % 20'lik Na_2CO_3 çözeltisi ilave edilip su banyosunda 25 °C'de 1 saat bekletilen örneklerin absorbans değerleri UV-VIS spektrofotometrede 720 nm dalga boyunda okunmuştur. Bu amaçla; 0.5 mL ekstrakt, 7 mL su ve 0.5 mL Folin Cioceltau çözeltisi karıştırılarak 3 dakika bekletilmiştir. Daha sonra 5 ml % 20'lik Na_2CO_3 çözeltisi ilave edilip su banyosunda 25 °C'de 1 saat bekletilen örneklerin absorbans değerleri UV-VIS spektrofotometrede (Unicam, İngiltere) 720 nm dalga boyunda okunmuştur. Gallik asit standart eğrisi hazırlanmış bu eğriyi tanımlayan eşitliğe ulaşılmıştır. Sonuçlar, seyreltme faktörü de dikkate alınarak bu eşitlik yardımıyla hesaplanmış ve mg gallik asit/L olarak ifade edilmiştir.

İstatistik Değerlendirme

Araştırmada farklı enzim dozajlarının askorbik asit, toplam karotenoit, toplam fenolik miktarları ve antioksidan aktiviteleri için varyans homojenlik testleri yapılmış olup, sonuçlar homojen bulunduğu için ortalamaların karşılaştırılmasında parametrik test olan varyans analizi uygulanmıştır. İstatistik olarak önemli derecede farklı bulunan gruplar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmiştir.

ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Mayşe Enzimasının Altın Çilek Suyu Randımanı Üzerine Etkisi

Her bir denemede kontrol (K) ve farklı enzim dozaj grupları (E1, E2, E3) için altın çilek suyu randımanları sırasıyla %77, %82, %83 ve %79 olarak hesaplanmıştır.

Mayşe enzimasyonu %3 oranında uygulandığında altın çilek suyu randımanının kontrol grubundan %6 oranında arttığı, preslemenin kolaylaştığı ve presleme süresinin kısaldığı görülmüştür. Meyve suyu endüstrisinde yaygın olarak kullanılan pektinaz enzimi meyve dokusunda hücre içi ve hücreler arasında bulunan kompleks polisakkaritleri galaktronik asit gibi daha basit moleküllere parçalamaktadır (15, 16). Böylece meyve suyu randımanını arttırmakta, son üründe ki renk, vizkozite, bulanıklık, briks gibi kalite değerlerini düzenlemekte ve ayrıca tattaki acılığı da azaltmaktadır (16-18).

Diğer farklı araştırmalarda da mayşe enzimasyonunun randıman ve kapasite üzerine etkili olduğu bildirilmektedir (7, 8, 19-22). Karadeniz ve Ekşi (1997) çalışmasında, vişne suyu üretiminde pektinaz enzimi uygulamasının verimi %4-7 oranında arttırdığını göstermiştir (9). Elma suyu üretiminde pektin uygulamasının randıman artışını %10'dan daha fazla oranda arttırdığını gösteren birçok çalışma bulunmaktadır (19).

Mayşe Enzimasyonunun Altın Çilek Suyunun Kimyasal Bileşimi Üzerine Etkisi

Mayşe enzimasyonu uygulanan altın çilekler (E1, E2, E3) ile uygulanmayan (K) altın çileklerden elde edilen meyve sularının genel kimyasal bileşimi Çizelge 1'de görülmektedir. Pektolitik enzim denen altın çilek suyunda, polisakkarit degradasyonundan

dolayı meyve suyu randımanının yanı sıra çözünür katı madde ve titrasyon asitliği değerlerinin artışına neden olmuştur. Demir et al. (2001) havuç püresi ile yaptıkları çalışmada "Pectinex Ultra SP-L" enzimi kullanılmış, uygulama sonrasında üründe pH ve vizkozite düşerken toplam kuru madde ile randımanının arttığı belirlenmiştir (23). Kyamuhangire et al. (2002) muzdan meyve suyu ekstraksiyonunda mekaniksel ve enzimatik yöntemleri karşılaştırmışlardır (24). Çalışmada, enzim ekstraksiyonu ile elde edilen meyve suyunun asitlik, birks, yoğunluk, toplam nitrojen ve mineral potasyum miktarının daha yüksek olduğu ifade edilmiştir. Pektinaz enziminin meyve suyu uygulamalarında randıman ve briks değerini arttırdığını gösteren birçok çalışma yer almaktadır (25).

Mayşeye enzim uygulanmasının altın çilek suyunun askorbik asit miktarı, toplam fenolik madde miktarı, toplam karotenoit miktarı ve antioksidan aktivite değeri üzerine etkisi ise Çizelge 2'de görülmektedir.

Enzim uygulanan gruplar ile kontrol grubu arasındaki askorbik asit miktarları arasındaki farklar istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Kontrol grubu altın çilek suyunda askorbik asit miktarı 44 mg/100 mL olup, bu değer enzim uygulanan örneklerde (E1, E2, E3) sırasıyla 29, 31, 27 mg/100 mL olarak belirlenmiştir.

İncelenen bir diğer özellik toplam karotenoit madde miktarı kontrol grubu altın çilek suyunda

Çizelge 1. Altın çilek sularının genel kimyasal bileşimi

Table 1. General chemical composition of goldenberry juices

Örnek (Sample)	Briks (%) (Brix, %)	pH	TA
Kontrol (K) (Control, C)	16.30	4.00	1.62
Enzim 1 (E1) (Enzyme 1, E1)	17.00	3.90	1.64
Enzim 2 (E1) (Enzyme 2, E2)	17.10	3.90	1.60
Enzim 3 (E1) (Enzyme 3, E3)	17.10	3.90	1.67

* TA: Titrasyon Asitliği, Sitrik Asit g/100 mL (Titratable Acidity, citric acid g/100 mL)

Çizelge 2. Altın çilek sularının Askorbik asit, Fenolik madde, Karotenoit miktarı ve Antioksidan aktiviteleri

Table 2. Ascorbic acid, phenolic compound, carotenoid content and antioxidant activity of goldenberry juices

Örnek (Sample)	Kontrol (K) (Control, C)	Enzim 1 (E1) (Enzyme 1, E1)	Enzim 2 (E2) (Enzyme 2, E2)	Enzim 3 (E3) (Enzyme 3, E3)
AAM	44 ^a ±5.696	29 ^{bc} ±2.849	31 ^a ±2.476	27 ^c ±0.950
TF	756 ^a ±26.269	738 ^a ±10.392	785 ^a ±13.856	745 ^a ±16.743
TK	20.17 ^a ±0.089	13.74 ^c ±0.059	17.04 ^b ±0.019	13.52 ^c ±0.068
AA	4.23 ^a ±0.006	4.28 ^a ±0.006	4.23 ^a ±0.006	4.49 ^a ±0.006

Not: AAM; Askorbik asit miktarı (mg/100 mL), TF; Toplam fenolik madde miktarı (mg/L), TK; Toplam karotenoit madde miktarı (µg/mL), AA; Antioksidan aktivite, (Trolox mM/L).

Note: AAM: Ascorbic acid content (mg/100 mL), TF: Total phenolic content (mg/L), TK: Total carotenoid content (µg/mL), AA: Antioxidant activity (Trolox mM/L).

en yüksek miktarda (20.17 µg/mL) bulunmuştur. Enzim uygulamasının ardından belirlenen toplam karotenoid miktarlarında, E1 (13.74 µg/mL) ve E3 (13.52 µg/mL) gruplarının önemli miktarda karotenoid kaybı olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). En yüksek randıman gösteren E2 grubunun, hem askorbik asit değerinde (31 mg/100 mL) hem de toplam karotenoid miktarında (17.04 µg/mL) en az kayba sahip olduğu görülmüştür. Sharoba and Ramadan (2009) yaptıkları çalışmada altın çilek suyu üretiminde 300 ppm ve 600 ppm olmak üzere iki farklı dozaj denemişlerdir. Çalışmada, işlem görememiş meyve suyunun kimyasal özellikleri belirlenmiş ve enzim uygulaması ardından reolojik ve duyuşal özellikleri değerlendirilmiştir. Altın çilek suyunun askorbik asit değeri 51.8 mg/100 mL olarak belirlenmiştir. Bu değer çalışmamızda kullanmış olduğumuz meyvenin içerdiği askorbik asit değerinin biraz üzerindedir. Karoten miktarı ise bizim belirlediğimiz sonuç aralığında olan 2.38 mg/100g olarak ifade edilmiştir (26).

Mayşe enzimasyonunun toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite üzerine etkisi istatistik olarak incelendiğinde, yine kontrol grubu (K) ve enzim grupları (E1, E2, E3) arasındaki farklar önemli bulunmamıştır ($P>0.05$).

Literatürlerde altın çilek meyvesinin içerdiği askorbik asit miktarının (46 mg/100 g), elma (6 mg/100 g), şeftali (7 mg/100 g) gibi birçok meyveden daha yüksek olduğu, bunun yanında askorbik asit içeriğinin yüksek olduğu bilinen portakal (50 mg/ 100g) ve çilek (60 mg/ 100 g) gibi meyvelere ise yakın olduğu yer almaktadır (24). Fenolik içeriğini ayrıntılı bir şekilde inceleyen çalışmalarda ise, altın çilek meyvesindeki başat fenolik bileşiğin kuersetin olduğu ve ardından en çok kamferol ve mirisetin içerdiği yer almıştır (6, 27). Ayrıca, birçok kaynakta altın çilek suyunun yüksek miktarda toplam fenolik madde miktarına sahip olduğu ifade edilmiştir (4). Nur et al. (2009) tarafından yapılan ve kırmızı pitaya meyvesinden pektinaz enzimi yardımıyla meyve suyu üretimini konu alan çalışmada enzim uygulamasının meyve suyu kimyasal kompozisyonu ve fonksiyonel özelliklerini etkilediği ortaya konmuştur. Araştırmacılar çalışmamızla benzer şekilde, C vitamini başta olmak üzere total fenol içeriği ve diğer kimyasal özelliklerin önemli seviyede

azaldığını belirtmişlerdir. Ancak, antioksidan kapasitesinde enzim uygulamasının ardından %7'lik artış olduğu ifade edilmiştir (28). Antioksidan aktivite değerini konu alan çalışmalarda, altın çilek gibi bazı üzüm sü meyvelerden meyve suyu üretiminde antosiyaninler, polifenoller vb. antioksidan aktiviteye sahip bazı bileşiklerin meyve suyuna geçişi nedeniyle antioksidan aktivitede artış olabileceği yer almıştır (29, 30). Ayrıca mevcut çalışmalarda altın çilek meyvesinin yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu ve domates, şeftali, elma, havuç gibi meyveler ile yakın değer gösterdiği yer almıştır (29-33).

Meyve sularında fenolik maddelerin antioksidan aktivite değerinde önemli rolü olduğu, bu nedenle de altın çilek suyu antioksidan aktivite değerinin yüksek olduğu veya olması gerektiği geniş yer bulmuştur. Birçok çalışmada altın çilek suyu antioksidan aktivite değeri belirlenmiş, ancak farklı yöntemler tercih edilmiştir (4, 6, 11, 34, 35).

Yapılan birçok farklı araştırma ile altın çileğin yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu ve diğer antioksidanlarla sinerjistik etki gösterdiği ortaya konmuştur (36-39). Örneğin, meyvelerde yüksek antioksidan kapasitesinden yüksek fenolik madde içeriğinin sorumlu olduğu bilinmektedir (39). Askorbik asit miktarının ise antioksidan kapasite değeri üzerine minör rol oynadığı, ancak %15'ten daha az bir total antioksidan kapasitesine neden olduğu ortaya konmuştur (39, 40). Araştırmalarda, altın çilek meyvesinin antioksidan aktivitesi ile fenolik madde içeriği arasında korelasyon olduğunu gösteren ve yüksek korelasyon tespit edemeyen (41-44) farklı çalışmalar mevcuttur. Çalışmamızda altın çilek sularının farklı oranlarda enzim uygulaması sonucunda antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde bileşimi arasındaki korelasyon katsayıları yorumlanmış ve herhangi bir ilişki saptanmamıştır. Benzer şekilde askorbik asit miktarı ile antioksidan aktivite değişimi arasında da herhangi bir ilişki saptanmamıştır.

Meyve suyu işlemede enzim uygulamaları hammaddenin daha verimli kullanımı ve dolayısıyla maliyet kontrolü için gerekli bir işlemdir. Ayrıca, enzimasyon uygulamaları ürün kalitesi ve sürekliliği açısından da önem taşımaktadır. Meyve sularındaki geniş ürün çeşitliliğine rağmen, üzüm sü meyveler son yıllarda büyük önem kazanmıştır. Özellikle altın çilek lezzeti ve biyolojik değeri ile öne çıkmayı

başarmıştır. Çalışmamızda elde edilen veriler altın çilek meyvesinin özellikle C vitamini değerinin oldukça yüksek olduğunu göstermiştir. Yine belirlenen toplam fenolik ve antioksidan aktivite miktarlarının yüksek olması biyolojik değerini artırmaktadır. Depektinizasyon uygulanmış meyve suyu üretimi ile askorbik asit ve toplam karotenoit değerinin önemli oranda düştüğü, ancak toplam fenolik miktarı ile antioksidan aktivite değerinin ise değişmediği belirlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, 2209-Üniversite Öğrencileri Yurt İçi Araştırma Projeleri Destekleme Programı (2011) tarafından desteklenmiş olup, yazarlar TÜBİTAK'a teşekkürü bir borç bilirler.

KAYNAKLAR

1. Ramadan MF, Mörsel JT. 2003. Oil Goldenberry (*Physalis peruviana* L.). *J Agric Food Chem*, 51: 969-974.
2. Anonim. 2008. <http://www.family-content.com/health/herbs/cape-gooseberry>. (Erişim tarihi 23.12.2014).
3. Sharoba AM, Ramadan MJT. 2007. Rheological behavior and physicochemical characteristics of goldenberry (*Physalis peruviana*) juice as affected by enzymatic treatment. *J Food Process Preserv*, 35: 452-460.
4. Ramadan MF, Morsel JT. 2007. Impact of enzymatic treatment on chemical composition, physicochemical properties and radical scavenging activity of goldenberry (*Physalis peruviana* L.) juice. *J Sci Food Agric*, 87: 452-460.
5. Puente MJ, Merino S, Tomas G. 2010. The blood parasite Haemoproteus reduces survival in a wild bird: A education experiment. *Biol Letters*, 6: 663-665.
6. Ramadan, MF. 2011. Bioactive phytochemicals, nutritional value, and functional properties of cape gooseberry (*Physalis peruviana*): An overview. *Food Res Int.*, 44(7): 1830-1836.
7. Junker R. 1987. Lohnt Sich Die Investition In Ein Apfelmalscheenzym. *Flüss Obst*. 54: 435-444.
8. Schobinger U, Dürr P, Waldvogel R. 1988. Versuche über den Einsatz von Enzymen in der Maische bei der Apfelsaferherstellung. *Flüss Obst*, 55: 121-124.

9. Karadeniz F, Ekşi A. 1997. Mayşe Enzimasyonunun Vişne Suyu Randımanı ve Kimyasal Bileşimi Üzerine Etkisi. *Turk J of Agric*, 23: 347-353.
10. Cemeroglu B. 2010. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisinde Analiz Metotları, s1-s65, Biltav Yayınları, Ankara.
11. Miller NJ, Rice-Evans, CA. 1997. Factors influencing the antioxidant activity determined by the ABTS radical cation assay. *Free Radic Res Commun*, 26: 195-199.
12. Arts IC, Hollman PC, Feskens EJ. 2001. Catechin intake might explain the inverse relation between tea consumption and ischemic heart disease: The Zutphen Elderly Study. *Am J Clin Nutr*, 74: 227-32.
13. Lee HS, Castle WS. 2001. Seasonal Changes of Carotenoid Pigments and Color in Hamlin, Earlygold, and Budd Blood Orange Juices. *J Agr Food Chem*, 49: 877-88.
14. Singleton VL, Rossi JA. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic*, 16: 144-158.
15. Kashyap DR, Vohra PK, Chopra S, Tewari R. 2001. *Bioresource Technol*, 77: 215-227.
16. Riberiro DS, Henrique SMB, Oliveria LS, Macedo GA, Fleuri LF. 2010. Enzyme in juice processing: A review. *International J Food Sci Tech*, 45: 635-641.
17. Uçan F, Akyıldız A, Ağçam E, Polat S. 2014. Limon Ekşisi Üretimi Üzerine Bir Araştırma. *GIDA*, 39 (5): 283-290.
18. Yücel RY. 1993. Mayşe Sıvılaştırmanın Elma Pres Suyu Randımanı ve Kimyasal Bileşimi Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara, 56 s.
19. Srivastava S, Tyagi SU. 2013. Effect of Enzymatic Hydrolysis on the Juice Yield from Apple Fruit (*Malus domestica*) Pulp. *Int J Biotech Bioeng Res*, 4 (4): 299-306.
20. Sharma PH, Patel H, Sharma S. 2014. Enzymatic extraction and clarification of juice from various fruits-A Review. *Trends in Postharvest Tech*, 2(1): 01-14.
21. Kumar L, Nagar S, Mittal A, Garg N, Gupta VK. 2014. Immobilization of xylanase purified from *Bacillus pumilus* VLK-1 and its application in enrichment of orange and grape juices. *J Food Sci Tech*, 51(9): 1737-1749.

22. Toaldo IM, Gois JS, Fogolari O, Hamann D, Borges DLG, Bordignon-Luiz, MT. 2014. Phytochemical Polyphenol Extraction and Elemental Composition of *Vitis labrusca* L. Grape Juices Through Optimization of Pectinolytic Activity. *Food Bioprocess Tech*, 7(9): 2581-2594.
23. Demir N, Acar J, Sarioğlu K, Mutlu M. 2001. The use of commercial pectinase in fruit juice industry. Part 3: Immobilized pectinase for mash treatment. *J Food Eng*, 47(4): 275-280.
24. Kyamuhangire W, Myhre H, Sørensen HT, Pehrson R. 2002. Yield, characteristics and composition of banana juice extracted by the enzymatic and mechanical methods. *J Sci Food Agric*, 82 (4): 478-482.
25. Landbo AK, Kaack K, Meyer AS. 2007. Statistically designed two step response surface optimization of enzymatic prepress treatment to increase juice yield and lower turbidity of elderberry juice. *Innov Food Sci Emerging Tech*, 8(1): 135-142.
26. Sharoba AM, Ramadan MF. 2011. Rheological behavior and physicochemical characteristics of goldenberry (*Physalis peruviana*) juice as affected by enzymatic treatment. *J Food Process Pres*, 35: 201-219.
27. Häkkinen SH, Kärenlampi SO, Heinonen IM, Mykkänen HM, Riitta AT. 1999. Content of the flavonols quercetin, myricetin, and kaempferol in 25 edible berries. *J Agric Food Chem*, 47: 2274-2279.
28. Nur AR, Mazlina MK, Taip FS. 2011. Effects of Commercial pectinases application on selected properties of red pitaya juice. *J Food Process Eng*, 34: 1523-1534.
29. Cao X, Zhang Y, Zhang F, Wang Y, Yi J, Liao X. 2011. Effects of high hydrostatic pressure on enzymes, phenolic compounds, anthocyanins, polymeric color and color of strawberry pulps. *J Sci Food Agric*, 91, 877-885.
30. Vega-Gaálvez A, Lopez J, Torres-Ossandón MJ, Galotto MJ, Puente-D az L, Quispe-Fuentes I, Scala KD. 2014. High hydrostatic pressure effect on chemical composition, color, phenolic acids and antioxidant capacity of Cape gooseberry pulp (*Physalis peruviana* L.). *Food Sci Tech*, 58: 519-526.
31. Huang W, Bi X, Zhang X, Liao X, Hu X, Ji-hong W. 2013. Comparative study of enzymes, phenolics, carotenoids and color of apricot nectars treated by high hydrostatic pressure and high temperature short time. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 18: 74-82.
32. Patras A, Brunton N, Da Pieve S, Butler, F. 2009. Impact of high pressure processing on total antioxidant activity, phenolic, ascorbic acid, anthocyanin content and colour of strawberry and blackberry purées. *Innov Food Sci Emerg Tech*, 10: 308-313.
33. Queiroz C, Moreira CFF, Lavinas FC, Lopes MLM, Fialho E, Valente-Mesquita VL. 2010. Effect of high hydrostatic pressure on phenolic compounds, ascorbic acid and antioxidant activity in cashew apple juice. *High Pressure Res*, 30(4): 507-513.
34. Meyer AS, Yi OS, Pearson DA, Waterhouse AL, Frankel EN. 1995. Inhibition of human low-density lipoprotein oxidation in relation to composition of phenolic antioxidants in grapes (*Vitis vinifera*). *J Agric Food Chem*, 45: 1638-1643.
35. Rapisarda P, Tomaino A, Lo Cascio R, Bonina F, De Pasquale A, Saija, A. 1999. Antioxidant effectiveness as influenced by phenolic content of fresh orange juices. *J Agric Food Chem*, 47: 4718-4723.
36. Ramadan MF, Moersel JT. 2009. Oil extractability from enzymatically treated goldenberry (*Physalis peruviana* L.) pomace: range of operational variables. *International J Food Sci Tech*, 44 (3): 435-444.
37. Ramadan MF. 2011. Bioactive phytochemicals, nutritional value, and functional properties of cape gooseberry (*Physalis peruviana*): An overview. *Food Res Int*, 44: 1830-1836.
38. Ramadan MF, Mörsel JT. 2007. Impact of enzymatic treatment on chemical composition, physicochemical properties and radical scavenging activity of goldenberry (*Physalis peruviana* L.) juice. *J Sci Food Agric*, 87: 452-460.
39. Valdenegro M, Almonacid S, Henríquez 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, 2, 642, doi:10.4172/scientificreports.

40. Wang H, Cao GH, Prior RL. 1996. Total Antioxidant Capacity of Fruits. *J Agric Food Chem*, 44: 701-705.
41. Chan EWC, Lim YY, Wong SK, Lim KK, Tan SP. 2009. Effects of different drying methods on the antioxidant properties of leaves and tea of ginger species. *Food Chem*, 113, 166-172.
42. Ching CH, Lin HY, Chang CY, Liu YC. 2006. Comparisons on the antioxidant properties of fresh, freeze-dried and hot-air-dried tomatoes. *J Food Eng*, 77: 478-485.
43. Kwok BHL, Hu C, Durance T, Kitts DD. 2004. Dehydration Techniques Affect Phytochemical Contents and Free Radical Scavenging Activities of Saskatoon berries (*Amelanchier alnifolia* Nutt). *J Food Sci*, 69, 122-126.
44. Henriquez C, Speisky H, Chiffelle I, Valenzuela T, Araya M. 2010. Development of an ingredient containing apple peel, as a source of polyphenols and dietary fiber. *J Food Sci*, 75: 172-181.