

HİNT İNCİRİ (OPUNTIA FİCUS-İNDİCA) MEYVE SUYUNUN KİMYASAL ve ANTIOKSİDAN ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Tuba Nil DENGİZ^{1*}

Hatice ZENGİN²

Özet

Hint inciri (*Opuntia ficus-indica*) olarak bilinen meyve *Cactaceae* familyasına ait bir bitki türüdür. Ülkemizde Akdeniz bölgesinde yetişmektedir. Hint inciri meyvesinin sağlığa yararları ve besleyici değeri üzerine son yıllarda önemli çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışma, son yıllarda kullanımı artmakta olan hint incirinden taze olarak sıkılmış meyve suyu ile -18 °C'de 4 hafta boyunca depolanan meyve suyunun, depolama periyodu boyunca bazı fiziksel, kimyasal ve antioksidan kapasitesindeki değişimleri incelemeyi amaçlamıştır. Elde edilen analiz sonuçlarında, pH, L, a, b, briks, kuru madde, kül, antioksidan aktivite, toplam fenolik içerik, toplam canlı sayısı, toplam şeker içeriğinde düşme eğilimi görülürken, titrasyon asitliği değerlerinde artma eğilimi

¹İstanbul Aydın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü, tubanildengiz@gmail.com

²İstanbul Aydın Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, haticezengin@aydin.edu.tr

gözlemlenmiştir. Yapılan antimikrobiyal analiz sonuçlarına göre hint inciri meyve suyunun *E. coli*, *S. aureus* bakterileri ve *Candida* spp. mayası üzerine antimikrobiyal bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Hint inciri, donmuş depolama, antioksidan, meyve suyu*

Evaluation of Antioxidant and Chemical Properties of Prickly Pears Fruit (*Opuntia Ficus-İndica*) Juice

Abstract

The prickly pears fruit (*Opuntia ficus-indica*) belongs to *Cactaceae* family. It grows in the Mediterranean region of Turkey. In recent years, there are some studies on the nutritious value and health benefits of this fruit. This study aims to evaluate the physical, chemical and antioxidant properties of fresh and -18°C stored fruit juice during the storage period of 4 weeks. Results showed that there is a decreasing trend in pH, L, a, b, brix, dry matter, ash, antioxidant activity, total phenolic content, total bacterial count and sugar values, whereas an increasing trend in titration acidity value. According to the result of antimicrobial activity analysis it is stated that prickly pears fruit juice had no antimicrobial effect on *E.coli*, *S.aureus*, and also *Candida* spp.

Keywords: *Indian fig, prickly pears fruit, frozen storage, antioxidant, fruit juice*

1.Giriş

Hint inciri, *Cactaceae* familyasına ait olup kurak ve yarı-kurak bölgelerde yetişmektedir (Duru ve Turker, 2005). *Opuntia ficus-indica* meyvesine ait 200-300 tür olduğu bilinmektedir. Hint inciri meyvesi yüksek ekolojik adaptasyona sahip bir bitkidir (Stintzing ve Carle, 2005; Carle ve diğ., 2006). Bu meyve, Meksika orijinli olup birçok Akdeniz ülkesinde tarımı yapılmaktadır (Inglese ve diğ., 2002; Carle ve diğ., 2006). Ülkemizde de Mersin, Antalya, Muğla gibi şehirlerde yetiştirilmektedir (Duru ve Turker, 2005). En son Akdeniz Üniversitesi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Mustafa Kemal Üniversitesinin yürütmüş olduğu bir çalışmada en iyi genotipe sahip hint inciri türünün Anamur'da yetiştirildiği saptanmıştır (Anonim, 2015). Hint incirinin pulpu, çekirdeği ve kabuğu; aminoasitler, vitaminler, yağlar, mineraller, fenolik bileşiklerce zengin olduğundan meyvenin bu parçaları farklı alanlarda kullanılmaktadır (El-Mostafa Kharrassi ve diğ., 2014; Ramadan, 2003; Ramadan M.F., 2003; Ennouri ve diğ., 2005). Hint inciri meyvesinden meyve suyu, meyve suyu konsantresi, renklendirici gıda maddesi, toz ürünler, alkolsüz içecekler, reçel ve marmelat olmak üzere bir çok gıda ürünü üretiminde, aynı zamanda kozmetik sektöründe bir çok alanda yararlanılmaktadır (Catellar ve diğ., 2003; Stintzing ve diğ., 2001; Stintzing ve diğ., 2003; Moßhammer ve diğ., 2005a; Moßhammer ve diğ., 2006a; Carle ve diğ., 2006). Hint inciri beslenme açısından askorbik asit, potasyum, fosfor, magnezyum, sodyum, kalsiyum (El Kossori ve diğ., 1995; Medina ve diğ., 2007; El-Mostafa ve diğ., 2014), glutamin, prolin, tarin, olmak üzere başlıca aminoasitler (Nassar, 2008; Uchoa ve diğ., 1998), fenolik maddeler, antioksidan gibi değişik gıda

bileşenleri içermesi ile önem taşımaktadır. Ayrıca yine yüksek antioksidan aktivite ve fenolik maddelerce zengin olduğundan sağlık üzerinde de olumlu etkilerinin olduğu bildirilmektedir (El- Mostafa ve diğ., 2014). Meyvelerde farklı miktarlarda ve türlerde renk pigmentleri bulunmaktadır (Garzon ve diğ., 2001; Tokgöz ve diğ., 2013). Üzüm, çilek, böğürtlen, nar, kan portakalı, hint inciri (betalain) gibi meyvelerin kırmızı rengi içerdikleri antisiyoninlerden ileri gelmektedir. Hint inciri özellikle betalanince zengin bir meyvedir. Bu çalışmada, hint incirinin taze sıkılmış meyve suyu ve -18 °C’de muhafaza edilen meyve suyu 4 hafta depolanarak, depolama süresi boyunca meydana gelen bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile antioksidan kapasitesindeki değişimler incelenmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Hint inciri (*Opuntia ficus-indica*) meyvesinden elde edilen meyve suyunun bazı fiziksel, kimyasal özellikleri ile antioksidan aktivitesinde 4 haftalık depolama periyodu boyunca meydana gelen değişimlerin saptanması amacıyla yapılan bu çalışmada, materyal olarak ülkemizin Akdeniz kıyılarında yetişen hint inciri kullanılmıştır. Hint inciri meyveleri, 2015 Temmuz ayında; Antalya ve Silifke yöresindeki köylerden temin edilmiştir. Hint inciri örnekleri turuncu-yeşil-sarı renklere sahiptir. Hint inciri meyvelerinin analizleri gerçekleştirinceye kadar İstanbul Aydın Üniversitesi Teknocenter Gıda Mühendisliği Bölümüne ait dondurucularda 4 hafta boyunca muhafaza edilmiştir. Meyve suyu hint inciri meyvesinden preslenerek elde edilmiştir. Daha

sonra meyve suyu filtre edilmiş ve her analiz öncesinde de santrifüjlenerek üst faz alınmıştır. Antimikrobiyal aktivite tayininde; *E.coli* (NRRL B-3008), *S. aureus* (ATCC 29213) bakterileri ve *Candida* spp. mayası kullanılmıştır.

2.2. Metot

2.2.1. pH ve Titrasyon Asitliği

Taze sıkılmış meyve suyu ile -18 °C’de depolanmış meyve suyunun pH değerleri pH metre kullanılarak, titrasyon asitliği ise titrimetrik yöntemle tespit edilmiş ve asitlik değerleri sitrik asit cinsinden hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 1992).

2.2.2. Briks, Toplam Kuru Madde ve Toplam Kül Tayini

Briks ölçümü için örnekler Reichert, USA marka Abbe refraktometresinin plazmasına yerleştirilerek direkt olarak 20 °C’ de suda çözünür katı madde miktarı olarak bulunmuştur (MEGEP, 2007). Kül miktarı tayini Protherm PLF 110/15 Furnace marka kül fırını kullanılarak, 525 °C ye ayarlanmış kül fırınında yapılmıştır. Kuru madde analizi ise Binder marka 53 model etüvde örnekler 105 °C’ de kurutularak gerçekleştirilmiştir (MEGEP,2007).

2.2.3. Renk Ölçümü ve Toplam Şeker Tayini

Hint inciri taze sıkılmış meyve suyu ve -18 °C’de muhafaza edilmiş meyve suyunun renk tayini HunterLabColorFlex (A60-1010-615 model renk ölçer, HunterLab, Reston VA) model renk cihazı ile yapılmıştır. Meyve suları 5:5 seyreltilerek ölçüm gerçekleştirilmiştir. Ölçüm yapılan

değerlerden; a:kırmızılık (-a, yeşillik) ; b:sarılık (-b, mavilik) ; L:ışık geçirgenlik değerini; 0 (geçirgenlik yok) ve 100 (tamamen geçirgen) değerlerini belirtmektedir (Bakker ve diğ., 1986). Örneklerin şeker miktarları Lane Eynon metodu ile belirlenmiştir. Bu amaçla, 25 mL örnek alınarak Carez çözeltileriyle durultulmuş, son hacim 250 mL'ye tamamlanarak filtre edilmiştir. İnvert şeker tayininde doğrudan bu çözelti kullanılırken toplam şeker tayininde HCl ve sıcaklık (67-70 °C' de 5 dakika) yardımıyla inversiyona uğratılmış filtrat kullanılmıştır. Titrasyon yapılarak invert şeker ve toplam şeker hesaplanmıştır. Bu iki şekerin farkları 0,95 ile çarpılarak sakkaroz içerikleri hesaplanmış ve sonuçlar % olarak verilmiştir (Cemeroğlu, 2007; Altan, 2014; MEGEP,2007).

2.2.4. Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi

2.2.4.1. TEAC (ABTS) yöntemi

Hint inciri meyve suyunun toplam antioksidan aktivitesinin belirlenmesi amacıyla 7 mM 2,2'- azinobis (3-etil-benzotiazolin-6-sülfonik asit) diamonyum tuzu (ABTS) stok solüsyonu ve 2,45 mM potasyum persülfat çözeltisi karanlıkta 12-16 saat reaksiyona sokulmuş ve ABTS⁺ radikal katyonu elde edilmiştir. ABTS⁺ radikal çözeltisi 734 nm dalga boyunda absorbans değeri 0,700 ± 0,02 olana kadar fosfat tamponu ile seyreltilmiştir. Daha sonra 3 mL ABTS⁺ radikali üzerine 20, 30, 40 µL örnek (1/10 kat seyreltilmiş) ilave edilmiştir. Antioksidanların radikal reaksiyonu radikalın 734 nm'deki absorbansının düşürülmesi ile ölçülmüştür. Farklı troloks konsantrasyonları için standart eğri oluşturulmuş ve ayrıca aşağıdaki denklem kullanılarak % inhibisyon

değerleri hesaplanmıştır. Sonuçlar troloks eşdeğeri antioksidan kapasite (TEAC) mM olarak ifade edilmiştir (Re ve diğ., 1999)

$$\% \text{İnhibisyon} = ((A_0 - A_{\text{ort}}) / A_0) * 100$$

A_0 = ABTS⁺ radikalinin absorbans değeri

A_{ort} = 0-6. dakika okunan absorbans değerleri ortalaması

2.2.4.2. DPPH Aktivitesinin Tayini

DPPH (2,2- difenil-1-pikrilhidrazil) ticari olarak elde edilebilen 515 nm’de maksimum absorbansa sahip stabil organik nitrojen radikalidir. Antioksidan (A-H) tarafından DPPH serbest radikale proton transferi 517 nm’ de absorbansın azalmasına neden olmaktadır. Bu süreç görünür alanda spektrofotometre ile absorbans sabitlenene kadar takip edilmiştir. 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH)’den 20mg/L olacak şekilde günlük olarak hazırlanmıştır. 50 mL’lik DPPH çözeltisi hazırlamak için 0,001 g tartılmış, Merck metanolde çözüldürülerek balonjojede 50 mL’ye tamamlanmıştır. Balon joje alüminyum folyoya sarılarak karanlıkta muhafaza edilmiştir. 1/10 kat metonolle seyreltilmiş örnekten 550, 650,750 µL alınarak 1,5 mL DPPH çözeltisi üzerine ilave edilmiş, 517 nm’de 5,10,30,60. dakikalardaki değerleri okunmuştur. 0. dakikadaki absorbans değerinden (A_0), 30. dakikadaki absorbans değeri (A_{30}) çıkartılarak ΔA değeri elde edilmiştir. ΔA değerleri kullanılarak aşağıdaki formüle göre % inhibisyon değerleri hesaplanmıştır (MacDonald-Wicks ve diğ., 2006; Scalzo, 2008).

$$\% \text{İnhibisyon} = ((A_0 - A_{30}) / A_0) * 100$$

2.2.5. Toplam Fenolik Madde Analizi

1:10 oranında seyreltilmiş hint inciri meyve suyundan 20, 30, 40 µL alınarak tüplere ilave edilmiş, üzerine 2,5 mL Folin-Ciocalteu ayıracağı (distile su ile 1:9 oranında seyreltilmiş) eklenmiştir. 2,5 dakika bekletildikten sonra üzerine % 7,5'lik Na₂CO₃'den 2 mL ilave edilip tüpler karıştırılmıştır. 40 dakika karanlıkta bekletildikten sonra meydana gelen mavi rengin absorbansı ekstrenin yerine 3 mL distile su içeren köre karşı 760 nm'de ölçülmüştür. Gallik asit (20-220 µg/ML) ile standart eğri çizilerek sonuçlar mgGA/100 mL olarak ifade edilmiştir (Singleton ve Rossi,1965; Singleton ve diğ., 1999).

2.2.6. Toplam Mezofil Bakteri Sayısı

Toplam Mezofil Bakteri sayımı için uygun dilüsyonlar hazırlanarak Nutrient Agar'a ekim yapılmıştır. Petriler 37°C' de 24 saat inkübe edilerek koloni bulunduran petrilere sayım yapılmıştır.

2.2.7. Antimikrobiyal Aktivite Testi

E.coli , *S.aureus* ve *Candida* spp. petrilere 37 °C' de 16 saat etüvde bekletilerek büyümeleri sağlanmıştır.9 ml fts+1 lob bakteri ve maya tüplerde vortexlenmiştir.Etüvde 37 °C'de 6 saat bekletilmiştir. 0,5 McFarland elde edilinceye kadar seyreltilmiştir.0,5 McFarland'a ayarlanmış seyreltik Nutrient agar bulunan petrilere 0,1 ml drigalski ile yayılmıştır. Kuyucuklar yardımıyla petrilere kuyucuk açılmıştır. 1 kuyucuğa -18 °C'deki meyve suyu, 2 kuyucuğa taze sıkılmış hint inciri meyve suyu ve 1 kuyucuğada saf etil alkol koyulmuştur.24 saat 37 °C'de

inkübasyona bırakılarak ertesi gün petriplerdeki zone oluşup oluşmadığına bakılmıştır.

3.Bulgular ve Tartışma

Taze hint inciri meyve suyu ve -18 °C’de muhafaza edilen meyve suyunun 4 hafta boyunca, her hafta alınan örneklerle yapılan pH, titrasyon asitliği, renk ölçümü, briks, toplam şeker, toplam kuru madde, toplam kül, antioksidan kapasitesi, toplam fenolik madde, toplam canlı sayısı, antimikrobiyal aktivite ve duyu analizleri sonucu elde edilen değerler aşağıda verilmiştir.

Diğer meyve çeşitlerinde olduğu gibi hint incirinde de tür, yetiştirildiği bölge, iklim, toprak yapısı, hasat zamanı, olgunluk faktörü, meyvenin meyve suyuna işlenmesi sırasında fiziksel ve kimyasal özelliklerinde önemli farklılıklar görülmektedir. Duru ve Turker tarafından (2005) olgunlaşma döneminde hint incirinin fiziksel ve kimyasal bileşiminin önemli oranda değiştiği tespit edilmiştir. Cruz-Cansino ve diğ., (2015) tarafından yapılan çalışmada, hint inciri meyve suyu 28 gün boyunca depolanmış, her hafta hint inciri meyve suyu bileşiminin değiştiği saptanmıştır.

3.1. pH, Briks, Titrasyon Asitliği, Kuru Madde, Kül Tayini

Taze meyve suyu ve -18°C’de muhafaza edilen meyve suyunun, 4 haftalık pH, briks, titrasyon asitliği, kuru madde, kül bileşimindeki değişim tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. pH, briks, titrasyon asitliği, kuru madde, kül tayini

Faktörler	Depolama Haftası	Taze Meyve Suyu	-18°C'deki meyve suyu
pH	1	5,87±0,0047	5,32±0,0047
	2	5,85±0,0047	5,29±0,0122
	3	5,81±0,0047	5,23±0,0047
	4	5,80±0,0047	5,20±0,0047
Briks	1	12,54±0,0124	9,75±0,0471
	2	12,36±0,0286	9,10±0,3741
	3	12,24±0,0081	8,10±0,0816
	4	12,21±0,0169	8,02±0,0205
T. asitliği(%)	1	0,17±0,0000	0,17±0,0000
	2	0,20±0,0000	0,2±0,0000
	3	0,23±0,0000	0,23±0,0000
	4	0,25±0,0000	0,25±0,0000
Kuru madde(%)	1	13,72±0,0518	6,61±0,0047
	2	11,84±0,0368	6,03±0,0249
	3	10,76±0,0828	5,78±0,0124
	4	9,6±0,0471	4,57±0,0081
Kül miktarı(%)	1	0,44±0,0205	0,77±0,0081
	2	0,42±0,0141	0,79±0,1633

3	0,4±0,0124	0,74±0,0094
4	0,35±0,0081	0,44±0,0205

Ortalama ± standart sapma

Hint inciri meyve suyunun pH değeri, taze meyve suyunda 5,87-5,80 ve -18 °C’de 4 hafta boyunca depolanan meyve suyunda 5,32-5,20 değerleri arasında değişmektedir. 1. haftadan 4. haftaya kadarki depolama periyodu boyunca taze meyve suyu ve -18°C’de depolanan meyve suyunun pH değerinin düşüş eğiliminde olduğu saptanmıştır. Cruz-Cansino ve diğ., (2015) tarafından yapılan çalışmada hint inciri meyve suyu 28 gün boyunca buzdolabı koşullarında depolanmış ve bu çalışmayla paralellik göstererek pH değerlerinin 5,31-4,58 arasında düşüş eğiliminde olduğu tespit edilmiştir.

Hint inciri meyve suyunun 4 haftalık depolama periyodu sonucu haftalık olarak titrasyon asitliği değişimi %0,17-0,25 oranları arasında saptanmıştır. Taze meyve suyu ve derin dondurucuda depolanan meyve suyunda görülüyor ki sitrik asit cinsinden asitlik 4 hafta boyunca artış göstermiştir. Cruz ve diğ., (2015) hint incirini 28 gün boyunca buzdolabı koşullarında depolamış ve titrasyon asitliğinin %0,20-0,26 oranlarında olduğunu tespit etmişlerdir. Bir başka çalışmada asitlik %0,15-0,25 değerleri arasında tespit edilmiştir (Duru ve Turker,2005).

Meyve suyu kalitesini etkileyen önemli parametrelerden biri olan kuru madde miktarının 4 hafta depolama boyunca incelenen taze meyve suyunda %13,72-9,6 ve -18 °C’de depolanan meyve suyunda %6,61-4,51

değerleri arasında değiştiği saptanmıştır. Her iki aşamada da kuru madde miktarının 4 haftalık inceleme sonucunda düşüş eğiliminde olduğu tespit edilmiştir.

4 haftalık bir depolama periyodu boyunca yapılan analizlerde, briks değerlerinin taze meyve suyunda 12,54-12,21 ve -18°C 'de muhafaza edilen meyve suyunda 9,75-8,02 değerleri arasında düşüş eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Taze olarak analiz edilen meyve suyunda briks değerlerinin daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Saenz HC,(1995) tarafından yapılan çalışmada briks değeri %13-14 olarak rapor edilmiştir. Kül miktarı taze meyve suyu örneğinde %0,44-0,36 ve -18 °C'de depolanan örnekte %0,77-0,44 değerleri arasında saptanmıştır. Muhamed-Yasseen ve diğ., (1996); Carle ve diğ., (2006) tarafından kül miktarı %0,3 olarak tespit edilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda -18°C'de depolanan meyve suyunun, taze sıkılmış meyve suyuna oranla değerlerinin çok daha düşük olduğu saptanmıştır. Bu düşüşün ve farkın depolama sıcaklığı, depolama türü, depolama periyodu boyunca meydana gelen bazı kimyasal reaksiyonlardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablo 2.Toplam şeker, invert şeker, sakkaroz

Faktörler	Depolama Haftası	Taze Meyve Suyu	-18°C'deki meyve suyu
Toplam Şeker(%)	1	8,62±0,0024	6,66±0,0245
	2	8,54±0,0008	5,55±0,0249
	3	8,47±0,0016	5,43±0,0041
	4	8,47±0,0016	5,34±0,0008
İnvert Şeker (%)	1	4,85±0,0032	5,0±0,8164
	2	4,90±0,0032	4,31±0,0047
	3	4,90±0,0024	4,16±0,0225
	4	4,76±0,0021	4,0±0,0024
Sakkaroz(%)	1	3,58±0,0016	1,57±0,0024
	2	3,45±0,0016	1,18±0,0016
	3	3,39±0,0024	1,2±0,0009
	4	3,52±0,0021	1,27±0,0024

Ortalama ±
standart sapma

Taze hint inciri meyve suyu ve -18 °C'de 4 hafta boyunca depolanan meyve suyunda toplam şeker, invert şeker ve sakkaroz değerleri düşüş eğilimi göstermiştir (Tablo 2). 4 haftalık depolama periyodu boyunca toplam şeker oranının düşüş eğilimi göstermesi enzimatik olmayan renk esmerleşme reaksiyonundan kaynaklanabilmektedir (Saenz HC, 1995;

Cantwell ve diğ., 1992). Duru ve Turker, (2005) tarafından yapılan çalışmada şeker oranının %6-14 arasında, Yahia ve diğ. (2011) tarafından yapılan çalışmada ise %12-17 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Carle ve diğ., (2006) tarafından yapılan incelemede de hint incirindeki şeker oranı %17 olarak saptanmıştır.

Tablo 3. Renk ölçümü

Faktörle	Depolama	Taze	Meyve	-18°C'deki	meyve
r	Haftası	Suyu		suyu	
L*	1	28,16±0,0163		19,32±0,4833	
	2	26,54±0,0124		14,04±0,6642	
	3	22,07±0,0081		12,08±1,2643	
	4	21,33±0,0081		11,16±0,6130	
a*	1	32,77±0,0377		36,21±0,6168	
	2	32,08±0,0866		29,62±0,9620	
	3	30,02±0,0816		17,67±0,5603	
	4	29,53±0,0471		25,41±0,6532	
b*	1	48,25±0,0496		33,3±0,8744	
	2	45,5±0,0449		25,39±0,5257	
	3	37,82±0,0543		20,69±2,1511	
	4	36,54±0,0124		20,36±0,0873	

Ortalama ± standart sapma

Taze ve -18°C 'de muhafaza edilen meyve suyunda depolama süresindeki artışa paralel olarak L renk değerinde bir düşüş, dolayısıyla renkte bir koyulaşma meydana gelmiştir. Bunun nedenleri arasında en başta enzimatik olmayan esmerleşme olduğu düşünülmektedir. 4 haftalık depolama periyodu sonunda -18°C 'de muhafaza edilen meyve suyunda L renk değerinde %42,23'lük bir azalma meydana gelirken, taze sıkılmış meyve suyunda bu oran %24,25'lerde kalmıştır. Dolayısıyla Tablo 3'de görüldüğü üzere sonuçlar, -18°C 'de muhafaza edilen meyve suyundaki renk değerlerinin önemli oranda değişime uğradığını göstermektedir.

Hint inciri meyve suyunun kırmızı-turuncu rengi betalain ve antosiyaninlerden ileri gelmektedir. Meyvenin dondurulması ve çözündürülmesi sırasında bu maddelerin olumsuz yönde etkilendiği yapılan çalışmalar sonucunda belirlenmiştir (Skrede ve diğ., 1996).

Taze olarak meyve suyunda a renk değeri 32,77-29,53, -18°C 'de muhafaza edilen meyve suyunda ise 36,21-25,41 değerleri aralığında saptanmıştır. Depolama periyodu boyunca -18°C 'de muhafaza edilen meyve suyunda a renk değerinde %29, taze meyve suyunda ise %9,58 oranında düşüş tespit edilmiştir.

b renk değeri taze meyve suyunda 48,25-36,54 ve -18°C 'de muhafaza edilen meyve suyunda depolama boyunca 33,30-20,36 aralığında tespit edilmiştir. Taze meyve suyunda 4 haftalık depolama boyunca b renk değerinde % 24,26, -18°C 'de muhafaza edilen meyve suyunda %38,85 oranında düşüş tespit edilmiştir. Yahia ve diğ., (2011) tarafından *Opuntia*

cinsine ait 4 türde araştırma yapılmış ve Liria türünde a=34,93; b=3,95;L=34,54 Naranjone türünde a=19,24;b=28,89,L=43,23 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 4. DPPH,Toplam Fenolik Madde(mgGA/100 ml), Toplam Antioksidan Madde Miktarı(mmol TE/L)

Faktörler	Haftalar	Taze Meyve Suyu -18°C'deki meyve suyu	
DPPH(%)	1	87,09±0,0326	84,46±0,4348
	2	86,06±0,0124	78,05±0,1224
	3	84,79±0,0081	80,84±0,0653
	4	87,87±0,0124	75,57±0,0081
T.Fenolik madde	1	1426,6±11,6714	842,6±0,9428
	2	1378,3±11,4406	835±1,6329
	3	1335,6±15,1070	824±2,4494
	4	1304,3±2,0548	810,6±2,8674
T.Antioks idan	1	8,47±0,0319	5,55±0,7935
	2	7,92±0,0254	4,6±0,1009
	3	7,14±0,1637	4,03±0,0117
	4	6,58±0,0719	3,25±0,2709
<i>Ortalama</i>	±		
<i>standart sapma</i>			

Hint inciri meyve suyunun 4 haftalık depolama periyodu sonucunda taze meyve suyu ve -18°C’de muhafaza edilen meyve suyunun DPPH yüzdeleri sırasıyla %87,09-84,79 ve %84,46-75,57 değerlerinde düşüş eğilimi göstermiştir. Cruz-Casino ve diğ., (2015) tarafından yapılan çalışmada hint inciri meyve suyunda DPPH 1016,07-3084-52 µmol TE/L olarak saptanmıştır. Bakan, (2012) tarafından, 4°C’de 12 ay boyunca depolanan portakal suyu, üzüm suyu, nar suyu ve kayısı nektarında DPPH oranları sırasıyla, portakal suyunda %44,65-30,46; üzüm suyunda %89,03-92,78; nar suyunda %90,24-93,08; kayısı nektarında %16,77-34,03 olarak tespit edilmiştir.

-18 °C’de 4 hafta boyunca depolanan meyve suyunda toplam fenolik madde miktarı 842,6-810,6 mg GA/100ml, taze olarak sıkılmış meyve suyunda ise 1426,6-1304,3 mg GA/100 ml olarak düşüş eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Gıdalarda fenolik maddeler bitkinin olgunluğuna, çevresel faktörlere, besinin işlenmesi, depolama ve depolama süresi gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Uyar ve diğ., 2013). Bakan, (2012) tarafından yapılan çalışmada, üzüm suyunda, nar suyunda ve vişne nektarında toplam fenolik madde miktarı sırasıyla, 225,76-181,50 mgGAE/100 ml; 504,6-394,84 mgGAE/100ml; 1110,28-105,31 mgGA/100 ml olarak saptanmıştır.

ABTS yöntemi ile taze meyve suyundaki antioksidan aktivite 8,47-6,52 mmol TE/L, -18 °C’de 4 haftalık depolama periyodu boyunca 5,55-3,2552 mmol TE/L değerleri arasında düşüş eğilimi göstermiştir. Ekşi, (2006) tarafından yapılan çalışmada, 2 farklı ticari portakal suyunda

toplam antioksidan miktarını 4,5-4,6 mmol TE/L; 7 farklı ticari üzüm suyunda TEAC antioksidan aktivite miktarı 3,2-19,9 mmol/L; 3 farklı ticari nar suyunda antioksidan aktivite değeri 15,5-34,7 mmol TE/L; 12 farklı ticari vişne nektarında antioksidan kapasitesi 3,9-8,1 TEACmmol/L olarak saptanmıştır. Dondurulmuş gıdaların depolanmasında depo sıcaklığı düştükçe enzimlerin aktiviteleri oldukça azalmaktadır. Fakat -18 °C'de bile bir çok enzim inaktif hale gelmemektedir. Bu enzimler antioksidan maddeler gibi bir çok kayba neden olmaktadır. Donmuş olan bir ürünün çözündürülmesi sırasında, donmuş halde depolanması sırasında besin öğeleri ve antioksidan içeriğinde kayıplar tespit edilmiştir (Demiray ve diğ. , 2010).

Tablo 5.Toplam Mezofil Sayısı ($\times 10^3$ kob/ml)

Faktörler	Depolama Haftası	Taze Meyve Suyu	-18°C'deki meyve suyu
	1	2±0,0000	4±1,4142
T. Canlı	2	2±0,8164	2,33±0,4714
sayısı	3	2±1,6329	2±0,8164
	4	3,3±1,2472	2±0,8164

Ortalama±standart sapma

Toplam mezofil bakteri sayısı taze hint inciri meyve suyunda $2,0 \times 10^3$ kob/ml, -18°C'de muhafaza edilen meyve suyunda ise 4 haftalık depolama periyodu boyunca $4,0-2,0 \times 10^3$ kob/ml değerleri aralığında saptanmıştır. Depolamada sıcaklık düştükçe mikrobiyal yük de

azalmaktadır. Fellers ve diğ., (1988) tarafından yapılan çalışmada ananas suyunu ve hamlin portakalı sıklıp 2 hafta boyunca depolanarak toplam canlı sayısındaki değişimi incelenmiş, ananas suyunda-1,7°C’de 2 haftalık depolama boyunca düşüş eğilimde olduğu saptanmıştır. Hamlin portakalı suyunda -1.7°C, 1.1°C ve 4.4°C’de 3 hafta boyunca depolama sonucunda düşüş eğiliminde olduğu tespit edilmiştir.

Antimikrobiyal Analiz

Hint inciri meyve suyunun *E.coli*, *S.aureus* ve *Candida* spp. üzerindeki antimikrobiyal etkisi araştırılmış ve yapılan analizler sonucunda zone oluşumuna dolayısıyla antimikrobiyal etkiye rastlanmamıştır. Castillo ve diğ., (2011) tarafından yapılan çalışmada hint incirinin *C. jejuni* ve *C.coli* büyümesi üzerinde antimikrobiyal etkisinin olduğu saptanmıştır.

SONUÇ

Araştırma bulguları, taze olarak sıkılan hint inciri meyve suyuna kıyasla -18°C’de muhafaza edilen meyve suyunun kimyasal özellikleri ve antioksidan değerlerinin daha fazla düşüş eğilimde olduğunu göstermiştir. Depolama türü, depolama süresi, depolama sıcaklığı, ürünün taze ve dondurulduktan sonra işlenerek meyve suyunun elde edilmesinden sonra -18°C’de muhafaza edilmesi ve dondurulan meyve sularının çözündürülmesi gibi bir çok sebep bu düşüş eğilimini destekler niteliktedir. Hint inciri meyve suyunun yapılan analiz sonuçlarına göre sıkıldıktan sonra herhangi bir işlem görmeden -18°C’de depolanması sonucunda bazı fiziksel, kimyasal özellikler ile antioksidan kapasitesinde düşüşler tespit edilmiş, bunun yerine pastörizasyon ya da termoultrasonik

işlemlere tabi tutularak derin dondurucuda saklanması, depolama süresini, fiziksel ve kimyasal özellikleri ile antioksidan kapasitesini olumlu yönde etkileyeceği düşünülmektedir. Hint inciri meyvesinin Akdeniz Bölgesinde oldukça fazla miktarda olduğu ve besin içeriği yüksek olan bu meyvenin ülkemizde ticari olarak bir ürüne işlenmemesi bu meyve ile ilgili araştırmaların yapılmasını gerekli kılmaktadır.

KAYNAKÇA

- [1] Altan D.D., (2014). Kuşburnu Meyvesinin Geleneksel Yöntemle Meyve Suyuna İşlenmesi Aşamalarında Antioksidan Kapasite Değişiminin İncelenmesi, Namık Kemal Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s32.
- [2] Bakan A., (2012). Meyve sularında raf ömrü süresince antioksidan aktivite ve kalite değişimi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- [3] Bakker, J., P. Pridle, C.F. Timberlake, (1986). Tristimulus Measurements (CIELAB 76) of Portwine Colour. *Vitis*. 25: 67-78.
- [4] Cemeroğlu, B., (1992). Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisinde Temel Analiz Metotları. 381 s. Biltav Yayınları, Ankara.
- [5] Cemeroğlu, B., (2007). Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:34. Bizim Büro Basımevi, 535s, Ankara
- [6] Cantwell, M., Rodriguez-Felix, A., Rables-Contreras, F. (1992). Postharvest physiology of prickly pear cactus stems. *Scientia Horticulturae* 50:1-9.

- [7] Castillo, S.L.; Heredia, N.; Contreras, J.F.; García, S., (2011). Extracts of edible and medicinal plants in inhibition of growth, adherence, and cytotoxin production of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli*. *J. Food Sci.*, 76, M421–M426.
- [8] Carle R., Markus R. Moßhammer, Florian C. Stintzing, (2006). Cactus Pear Fruits (*Opuntia spp.*): A Review of Processing Technologies and Current Uses. Hohenheim University, Germany.
- [9] Cassano A., Conidi C., Drioli E., (2010). Physico-chemical parameters of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) juice clarified by microfiltration and ultrafiltration process, *Desalination* 1101-1104
- [10] Castellar, M.R., Obón, J.M., and J.A. Fernández-López (2006). The isolation and properties of a concentrated red-purple betacyanin food colourant from *Opuntia stricta* fruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 86: 122-128.
- [11] Cruz-Cansino N. S., Ramirez-Moreno E., Leon-Rivera J.E., Delgado-Olivares L., Alanis-Garcia E., Ariza-Ortega J.A., Manriquez-Torres J.J., Jaramillo-Brustos D.P., (2015). Shelf life, physicochemical, microbiological and antioxidant properties of purple cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) juice after thermoultrasound treatment, *Ultrasonics Sonochemistry, Mexico* 277-286.
- [12] Demiray E., Tülek Y., (2010). Donmuş Muhafaza Sırasında Meyve Ve Sebzelerde Oluşan Kalite Değişimleri, *Akademi Gıda* 8.36-44

- [13] Duru B.,Turker N., (2005). Changes in Physical Properties and Chemical Composition of Cactus Pear (*Opuntia ficus-indica*) During Maturation. University of Mersin,Food Engineering 33342 Mersin.
- [14] Ekşi, A. (2006). Antioksidan kaynağı olarak meyve suyu ve meyve nektarı. Dünya Gıda. Vol.11(6), s.85-88
- [15] El Kossori, R.L.; Villaume, C.; El Boustani, E.; Sauvaire, Y.; Méjean, L.,(1998). Composition of pulp,skin and seeds of prickly pears fruit (*Opuntia ficus indica* sp.). *Plant Food Hum. Nutr.*52,263–270.
- [16] El-Mostafa K., El Kharrassi Y., Badreddine A., Andreoletti P., Vamecq J., Kebbaj M.H.S.E., Latruffe N., Lizard G., Nasser B., Cherkaoui-Malki M., (2014). Nopal Cactus (*Opuntia ficus-indica*) as Source of Bioactive Compounds for Nutrition, Health and Disease,Molecules 190914879.
- [17] Ennouri, M.; Evelyne, B.; Laurence, M.; Hamadi, A., (2005). Fatty acid composition and rheological behaviour of prickly pear seed oils. *Food Chem.* 93, 431–437.
- [18] Fellers, P.J., (1988). Shelf life and quality of freshly squeezed, unpasteurized, polyethylene- bottled citrus juice, *Journal of Food Science*, 53(6), 1699-1703.
- [19] Garzon, G.A., Wrolstad, R.E., (2001). The stability of pelargonidin based anthocyanins at varting water activity.*Food Chemistry*, 75: 185-196
- [20] Inglese, P., Basile, F., and M. Schirra , (2002) . Cactus pear fruit production. In *Cacti: Biology and Uses*; P.S. Nobel, Ed.;

- University of California Press: Berkley and LA, CA; London, England, pp 163-183.
- [21] MacDonald-Wicks, L.K., Wood L.G and Garg, M.L., (2006). Methodology for the determination of biological antioxidant capacity in vitro: a review, *J. Sci. Food Agric.*, 86, 2046-2056.
- [22] Medina, E.M.D.; Rodríguez, E.M.R.; Romero, C.D., (2007). Chemical characterization of *Opuntia dillenii* and *Opuntia ficus indica* fruits. *Food Chem*, 103, 38–45.71. Ayadi, M.A.; Abdelmaksoud, W.; Ennouri, M.; Attia, H. Cladodes from *Opuntia*
- [23] MEGEP (Mesleki Eğitim Ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi), (2007). Gıdalarda Nem ve Toplam Kuru Madde Tayini, Gıda Teknolojisi Föyü, Ankara.
- [24] MEGEP (Mesleki Eğitim Ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi), (2007). Gıdalarda Toplam Şeker Tayini, Gıda Teknolojisi Föyü, Ankara.
- [25] Moßhammer, M.R, Stintzing, F.C., and R. Carle (2005a). Development of a process for the production of a betalain-based colouring foodstuff from cactus pear. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 6: 221-231.
- [26] Moßhammer, M.R., Stintzing, F.C., and R. Carle (2006a). Evaluation of different methods for the production of juice concentrates and fruit powders from cactus pear. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*: in press.

- [27] Mohamed-Yasseen, Y., Barringer, S. A., and W.E. Splittstoesser (1996). A note on the uses of *Opuntia spp.* in Central/North America. *Journal of Arid Environments* 32: 347-353.
- [28] Nassar, A.G., (2008). Chemical composition and functional properties of prickly pear (*Opuntia ficus indica*) seeds flour and protein concentrate. *World J. Dairy Food Sci.* 3, 11–16.
- [29] Ramadan, M.F.; Mörsel, J.-T., (2003). Recovered lipids from prickly pear [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill] peel: A good source of polyunsaturated fatty acids, natural antioxidant vitamins and sterols. *Food Chem.* 83, 447–456.
- [30] Ramadan, M.F.; Morsel, J.-T., (2003). Lipid profile of prickly pear pulp fractions. *J. Food Agric. Environ.* 1, 66–70.
- [31] Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice- Evans, C.A., (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26, 1231–1237.
- [32] Scalzo, R.L., (2008), organic acids influence on DPPH scavenging by ascorbic acid, *Food Chem.*, 107, 40-43.
- [33] Singleton V.I., Rossi J.A., (1965): “Colorimetry Of Total Phenolics With Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents.” *American Journal Of Enology And Viticulture*, 16, 144-158.
- [34] Singleton V.I, Orthofer R, Lamuela-Raventos Rm., (1999). Analysis Of Total Phenols And Other Oxidation Substrates And Antioxidants By Means Of Folin-Ciocalteu Reagent. *Methods Enzymol*, 299,152-178.)

- [35] Skrede, G. (1996). Fruits. In Freezing Effects on Food Quality, Edited by E.J. Lester, Marcel Dekker Inc., New York.pp 183-245
- [36] Sáenz-Hernández, C. (1995). Food manufacture and by-products. In: Barbera, G., Inglese, P., and E. Pimienta-Barrios (Eds) Agroecology, cultivation and uses of cactus pear. FAO Plant Production and Protection Paper 132: 137-143.
- [37] Stintzing, F.C., Schieber, A., and R. Carle (2001). Phytochemical and nutritional significance of cactus pear. European Food Research and Technology 212: 396-407.
- [38] Stintzing, F.C., Schieber, A., and R. Carle (2003). Evaluation of colour properties and chemical quality parameters of cactus juices. European Food Research and Technology 216: 303-311.
- [39] Stintzing, F.C. and R. Carle (2005). Cactus stems (*Opuntia spp.*): A review on their chemistry, technology, and uses. Molecular Nutrition and Food Research 49: 175-194.
- [40] Tokgöz, H., Gölükcü M., Toker R., (2013). Kan Portakalı Suyunun Bazı Kalite Parametreleri Üzerine Işık, Ph, Depolama, Sıcaklık ve Süresinin Etkisi,Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, Cilt:8, No:3.
- [41] Uchoa, A.F.; Souza, P.A.S.; Zarate, R.M.L.; Gomes-Filho, E.; Campos, F.A.P.,(1998). Isolation and characterization of a reserve protein from the seeds of *Opuntia ficus-indica* (Cactaceae). *Braz. J.Med. Biol. Res.* 31, 757–761.
- [42] Uyar, B., Karadağ, M., Şanlıer, N., Günyel S., (2013). Toplumumuzda Sıklıkla Kullanılan Bazı Bitkilerin Toplam Fenolik Madde Miktarının Saptanması. *Gıda* (2013) 38 (1):23-29

- [43] M. Yahia E., Mondragon-Jacobo, (2011). Nutritional components and anti-oxidant capacity of ten cultivars and lines of cactus pear fruit (*Opuntia spp.*), Food Research International, 2311-2318
- [44] Anonim, 2015. <http://www.haberler.com/kaynana-dili-nin-dna-si-cikarildi-7607113-haberi/>