T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HİNT İNCİRİ (*Opuntia ficus-indica* L.) MEYVESİ VE TOHUMLARININ BAZI FİZİKO-KİMYASAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE LOKASYONUN ETKİSİ

Büşra BELVİRANLI

DOKTORA TEZİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Kasım-2016
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

DOKTORA TEZİ

Hint inciri (*Opuntia ficus-indica* L.) meyvesi ve tohumlarının bazı fiziko-kimyasal özellikleri üzerine lokasyonun etkisi

Büşra BELVİRANLI

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mehmet Musa ÖZCAN

2016, 78 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. Mehmet Musa ÖZCAN
Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA
Prof. Dr. Abdullah ÇAĞLAR
Doç. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN
Yrd. Doç. Dr. Kürşat DEMİR

Beş farklı lokasyondan toplanan hint inciri (*Opuntia ficus-indica* L.) meyvelerine ait pulpların brix^{o}, ham selüloz, şeker içerikleri, toplam fenolik madde, serbest radikal süpürücü aktivite, β-karoten, askorbik asit, mineral madde içerikleri ve fenolik bileşen miktarları tespit edilmiştir. Ayrıca meyvelere ait tohumlardaki yağ içerikleri ve tohum yağlarının yağ asidi bileşimleri belirlenmiştir.

Genel olarak hint inciri meyve pulplarının brix^{o} değerleri 10.27-13.67 aralığında yer alırken, toplam fenolik madde, serbest radikal süpürücü aktivite, β-karoten ve askorbik asit içeriklerinin sırasıyla 490.74-932.87 mg/100 g , % 52.21-53.41, 40.93-130.76 µg/kg ve 124.82-240.25 mg/kg arasında değiştiği görülmüştür. Lokasyonlar arası en yüksek brix^{o} değeri Fethiye meyve pulplarında tespit edilmiştir. Adana, Alanya ve Fethiye meyve pulplarının en yüksek toplam fenolik madde, Fethiye meyve pulplarının en yüksek askorbik asit, Adana ve Anamur meyve pulplarının ise en yüksek β-karoten içeriklerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Hint inciri meyve pulplarının kurumaddedeki fruktoz, glukoz ve sakkaroz içerikleri sırasıyla 24.95-29.17 g/100 g, 38.92-44.71 g/100 g ve 0.15-0.36 g/100 g arasında değişmiştir. Ayrıca Anamur ve Fethiye meyve pulplarında rafinoz tespit edilememiştir ve diğer lokasyonlardaki rafinoz değerleri 0.01-0.05 g/100 g arasında yer almıştır. Lokasyonlar arasındaki en yüksek sakkaroz ve rafinoz içeriklerinin Alanya meyve pulplarında olduğu görülmüştür.

Farklı lokasyonlara ait hint inciri meyve pulplarının kurumaddedeki P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Mn, B, Cu ve Mo değerleri sırasıyla 174.40-403.97 mg/kg, 1908.10-3981.90 mg/kg, 136.79 -1224 mg/kg, 205.15-393.01 mg/kg , 211.45 -288.41 mg/kg, 13.80 -30.48 mg/kg, 1.70-17.85 mg/kg, 0.73-12.95 mg/kg, 5.45 -7.70 mg/kg, 1.52-4.33 mg/kg ve 0.21-0.35 mg/kg arasında değişmiştir. Ayrıca, tüm lokasyonlara ait hint inciri meyve pulplarının K, Ca, P, Mg ve S minerallerince zengin olduğu ve Anamur meyve pulplarının en yüksek P ve K, Alanya meyve pulplarının en yüksek Ca, Anamur ve İskenderun meyve pulplarının en yüksek Mg ve Alanya ile Anamur meyve pulplarının en yüksek S içeriklerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Farklı lokasyonlarda yetişen hint inciri meyvelerine ait pulpların kurumaddedeki gallik asit, 3,4-dihidroksibenzoik asit, kateşin, 1,2-dihidroksibenzen, şiringik asit, kafeik asit, rutin, p-kumarik asit, trans-ferulik asit, apigenin 7-glukozit, rezveratrol, kersetin, trans-sinamik asit, naringenin, kamferol ve izoramnetin miktarları sırasıyla 0.86-166.02 mg/kg , 2.17-4.75 mg/kg , 3.29-15.55 mg/kg , 1.63-14.14 mg/kg , 0.46-6.02 mg/kg , 1.03-9.12 mg/kg , 0.50-1.53 mg/kg , 0.05-0.36 mg/kg, 0.21-0.37 mg/kg , 0.33-1.57 mg/kg , 1.50-2.76 mg/kg , 2.26-7.88 mg/kg, 0.35-1.18 mg/kg, 0.72-3.12 mg/kg , 1.75-5.62 mg/kg ve

1.31-7.23 mg/kg arasında değişmiştir. Tüm lokasyonlara ait hint inciri meyvelerinin pulplarında en yüksek miktarlarda bulunan flavonoit grubu bileşiklerin kersetin, kamferol, izoramnetin, kateşin ve 1,2-dihidroksibenzen olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, Adana meyve pulplarının en yüksek kersetin, Alanya, Anamur ile İskenderun meyve pulplarının en yüksek kamferol, Alanya meyve pulplarının en yüksek izoramnetin, İskenderun meyve pulplarının ise en yüksek kateşin ve 1,2-dihidroksibenzen içeriklerine sahip olduğu görülmüştür.

Genel olarak hint inciri tohumlarının kurumaddedeki yağ miktarları % 5.34-7.67 arasında değişmiştir. Ayrıca tohum yağlarının miristik asit, palmitik asit, stearik asit, oleik asit, linoleik asit, araşidik asit, linolenik asit, behenik asit ve erusik asit içerikleri sırasıyla % 0.08-0.13, % 11.22-11.77, % 2.97-3.23, % 13.61-15.46, % 60.94-63.38, % 0.28-0.32, % 0.25-0.31, % 0.05-0.17 ve % 0.21-0.26 arasında yer almıştır. Ayrıca Alanya tohum yağları % 0.04 seviyesinde araşidonik asit içerirken, bu yağ asidi diğer lokasyonlara ait tohum yağlarında tespit edilememiştir. En yüksek yağ miktarları Alanya ve Fethiye tohumlarında tespit edilmiştir. Tüm lokasyonlara ait hint inciri tohum yağlarında en fazla bulunan yağ asitlerinin linoleik, oleik ve palmitik asit olduğu tespit edilmiştir. En yüksek palmitik asit ve linoleik asit içerikleri sırasıyla İskenderun ve Fethiye tohum yağlarında tespit edilirken, en yüksek oleik asit içerikleri ise Anamur, İskenderun ve Adana tohum yağlarında tayin edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hint inciri, lokasyon, *Opuntia ficus-indica* L., meyve pulpu, tohum yağı

ABSTRACT

Ph.D THESIS

Effect of location on some physico-chemical properties of prickly pear (*Opuntia ficus-indica* L.) fruit and seeds

Büşra BELVİRANLI

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN FOOD ENGINEERING

Advisor: Prof. Dr. Mehmet Musa ÖZCAN

2016, 78 Pages

Jury
Prof. Dr. Mehmet Musa ÖZCAN
Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA
Prof. Dr. Abdullah ÇAĞLAR
Assoc. Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN
Asst. Prof. Dr. Kürşat DEMİR

Contents of brix^{o}, crude cellulose, sugars, total phenolics, free radical scavenging activity, β-carotene, ascorbic acid, minerals and phenolic compounds of the pulps of prickly pear (*Opuntia ficus-indica* L.) fruits harvested from five different locations were determined. In addition, oil contents in seeds of the fruits and fatty acid compositions of the seed oils were identified.

Generally, while brix^{o} values of prickly pear fruit pulps were in the range of 10.27-13.67, it was seen that contents of total phenolics, free radical scavenging activity, β-carotene and ascorbic acid varied from 490.74 to 932.87 mg/100 g, 52.21 to 53.41 %, 40.93 to 130.76 µg/kg and 124.82 to 240.25 mg/kg, respectively. The highest brix^{o} value between the locations were found in Fethiye fruit pulps. It was found that fruit pulps of Adana, Alanya and Fethiye had the highest total phenolic contents, Fethiye fruit pulps had the highest ascorbic acid and fruit pulps of Adana and Anamur had the highest β-carotene contents.

Fructose, glucose and saccharose contents (in dry matter) of prickly pear fruit pulps varied from 24.95 to 29.17 g/100 g, 38.92 to 44.71 g/100 g and 0.15 to 0.36 g/100 g, respectively. In addition, raffinose was not detected in fruit pulps of Anamur and Fethiye and raffinose values of other locations varied from 0.01 to 0.05 g/100 g. It was seen that the highest saccharose and raffinose contents between the locations were in fruit pulps of Alanya.

P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Mn, B, Cu and Mo values (in dry matter) of prickly pear fruit pulps of different locations varied from 174.40 to 403.97 mg/kg, 1908.10 to 3981.90 mg/kg, 136.79 to 1224 mg/kg, 205.15 to 393.01 mg/kg , 211.45 to 288.41 mg/kg, 13.80 to 30.48 mg/kg, 1.70 to 17.85 mg/kg, 0.73 to 12.95 mg/kg, 5.45 to 7.70 mg/kg, 1.52 to 4.33 mg/kg and 0.21 to 0.35 mg/kg, respectively. In addition, it was found that prickly pear fruit pulps of all locations were rich in K, Ca, P, Mg and S minerals and Anamur fruit pulps had the highest P and K, Alanya fruit pulps had the highest Ca, Anamur and İskenderun fruit pulps had the highest Mg and Alanya and Anamur fruit pulps had the highest S contents.

Amounts of gallic acid, 3,4-dihydroxybenzoic acid, catechin, 1,2-dihydroxybenzene, syringic acid, caffeic acid, rutin, p-coumaric acid, trans-ferulic acid, apigenin 7-glucoside, resveratrol, quercetin, trans-cinnamic acid, naringenin, campherol and isorhamnetin (in dry matter) of prickly pear fruit pulps grown in different locations varied from 0.86 to 166.02 mg/kg, 2.17 to 4.75 mg/kg , 3.29 to 15.55 mg/kg , 1.63 to 14.14 mg/kg , 0.46 to 6.02 mg/kg , 1.03 to 9.12 mg/kg, 0.50 to 1.53 mg/kg , 0.05 to 0.36 mg/kg, 0.21 to

0.37 mg/kg , 0.33 to 1.57 mg/kg , 1.50 to 2.76 mg/kg , 2.26 to 7.88 mg/kg, 0.35 to 1.18 mg/kg, 0.72 to 3.12 mg/kg , 1.75 to 5.62 mg/kg and 1.31 to 7.23 mg/kg, respectively. It was found that flavonoid compounds present in the highest levels in fruit pulps of all locations were quercetin, campherol, isorhamnetin, catechin and 1,2-dihydroxybenzene. In addition, it was seen that Adana fruit pulps had the highest quercetin, Alanya, Anamur and İskenderun fruit pulps had the highest campherol, Alanya fruit pulps had the highest isorhamnetin and İskenderun fruit pulps had the highest catechin and 1,2-dihydroxybenzene contents.

Generally, oil amounts (in dry matter) of prickly pear seeds varied from 5.34 to 7.67 %. In addition, miristic acid, palmitic acid, stearic acid, oleic acid, linoleic acid, arachidic acid, linolenic acid, behenic acid and erusic acid contents of seed oils were in the range of 0.08-0.13 %, 11.22-11.77 %, 2.97-3.23 %, 13.61-15.46 %, 60.94-63.38 %, 0.28-0.32 %, 0.25-0.31 %, 0.05-0.17 % and 0.21-0.26 %, respectively. In addition, while Alanya seed oils contained 0.04 % of arachidonic acid, this fatty acid wasn't detected in seed oils of other locations. The highest oil amounts were found in seeds of Alanya and Fethiye. It was found that dominant fatty acids in prickly pear seed oils of all locations were linoleic, oleic acid and palmitic acid. While the highest palmitic acid and linoleic acid contents were found in İskenderun and Fethiye seed oils, respectively, the highest oleic acid contents were determined in Anamur, İskenderun and Adana seed oils.

Keywords: Prickly pear, location, *Opuntia ficus-indica* L., fruit pulp, seed oil

ÖNSÖZ

Hint inciri (*Opuntia ficus-indica* L.) Akdeniz ülkelerinin çoğunda önemli bir tüketim ve ihracat ürünüdür. Türkiye'de Akdeniz ve Ege bölgesinde yabani olarak yetişen hint inciri hem tüketim, hem de farklı ürünlere işleme açısından yeterli potansiyele sahip değildir. Hint inciri meyve ve tohumlarının fiziko-kimyasal parametreleriyle ilgili Türkiye'de yeterli seviyede bilimsel çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada farklı lokasyonlardan toplanan hint inciri meyveleri ve tohumlarının fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenerek lokasyonun bu özellikler üzerindeki etkisinin tespit edilmesi, böylece hint incirinin kültüre alınma ve farklı ürünlere işlenme olanaklarının arttırılarak ülke ekonomisine kazandırılması amaçlanmıştır.

Tez çalışmamın her aşamasında büyük katkı sağlayan danışmanım Sayın Prof. Dr. Mehmet Musa ÖZCAN'a, laboratuvar aşamasındaki katkılarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Meryem KARA'ya ve Arş. Gör. Nurhan USLU'ya, istatistiksel analizlerdeki desteklerinden dolayı Doç. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN'a, Yrd. Doç. Dr. Selma KAHRAMAN'a ve Yrd. Doç. Dr. Saliha DİNÇ'e, öğrenim hayatım boyunca her an en büyük destekçilerim olan anneme, babama ve kardeşime teşekkürlerimi sunarım.

Büşra BELVİRANLI
KONYA-2016

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **vi**

ÖNSÖZ ..... **viii**

İÇİNDEKİLER ..... **ix**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **x**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **8**

3. MATERYAL VE YÖNTEM **16**

3.1. Materyal **16**

3.2. Yöntem **16**

3.2.1. Hint inciri meyve pulpunda yapılan fiziksel ve kimyasal analizler 16
3.2.2. Hint inciri tohumunda yapılan kimyasal analizler 20
3.2.3. İstatistiksel analizler 21

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **22**

4.1. Hint İnciri Meyve Pulplarının Fiziksel ve Kimyasal Bileşimi **22**

4.1.1. Hint inciri meyve pulplarının fiziksel ve kimyasal özellikleri 22
4.1.2. Hint inciri meyve pulplarının mineral madde içerikleri 32
4.1.3. Hint inciri meyve pulplarındaki fenolik bileşenlerin miktarları 39

4.2. Hint İnciri Tohumlarının Yağ İçerikleri ve Yağların Yağ Asidi Bileşimleri **51**

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER **59**

KAYNAKLAR **62**

EKLER **75**

ÖZGEÇMİŞ **78**

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

β	:Beta
μ	:Mikro
°C	:Santigrat derece
%	:Yüzde
P	:Fosfor
K	:Potasyum
Ca	:Kalsiyum
Mg	:Magnezyum
S	:Kükürt
Fe	:Demir
Zn	:Çinko
Mn	:Manganez
B	:Bor
Cu	:Bakır
Mo	:Molibden
g	:Santrifüj birimi

Kısaltmalar

g	:Gram
mg	:Miligram
kg	:Kilogram
μg	:Mikrogram
l	:Litre
ml	:Mililitre
μl	:Mikrolitre
dk	:Dakika
s	:Saniye
mm	:Milimetre
μm	:Mikrometre
nm	:Nanometre
Na_2CO_3	:Sodyum bikarbonat
HPLC	:Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
GC	:Gaz Kromatografi
ICP-AES	:İndüktif Eşleşmiş Plazma-Atomik Emisyon Spektroskopisi
DPPH	:2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
IOOC	:Uluslararası Zeytinyağı Konseyi
TSE	:Türk Standartları Enstitüsü
K.O.	:Kareler Ortalaması
S.D.	:Serbestlik Derecesi

1. GİRİŞ

Cactaceae familyasına ait *Opuntia* cinsi kaktüs tarafından üretilen ve anavatanı Güney Amerika olan hint inciri (*Opuntia ficus-indica*), suyun yetiştiricilik açısından sınırlayıcı olduğu kurak ve yarı kurak bölgelere özgü bir türdür. Uzun süreli kuraklığa dayanabilmesinden dolayı, bu tür kurak bölgeler için potansiyel bir alternatif ürün olarak düşünülmektedir (Benson 1982, Duru ve Türker 2005, Trombetta ve ark 2006, Matthaus ve Özcan 2011).

Opuntia cinsi kserofit bir bitki olup dikkat çekici genetik değişkenlikten dolayı *Opuntia* cinsi yüksek derecede ekolojik adaptasyona sahiptir ve bundan dolayı da hemen hemen tüm iklim şartlarındaki yerlerde bu bitkiye rastlanabilir (Stintzing ve Carle 2005). *Opuntia* cinsi yaklaşık 1500 kaktüs türünü kapsar ve bu türler başlıca olarak Afrika, Akdeniz ülkeleri, Amerika Birleşik Devletleri'nin güneybatısı, Kuzey Meksika ve diğer alanlarda dağılım gösterir (Hegwood 1990). Meksika'da yaygın bir dağılım gösteren hint inciri Afrika, Avustralya, Akdeniz havzasında ve Asya'nın bazı bölümlerinde de yetişir (ASERCA 1999). Hint inciri Türkiye'de yüksek derecede nemle uyumlu Akdeniz ve Ege gibi bölgelerde yabani olarak yetişir (Karababa ve ark 2004).

Günümüze kadar gelen gelişim verileri dikkate alındığında, Hunt ve Taylor (2002), kaktüs ailesinin ilk atasının büyük ihtimalle Güney Amerika orjinli olduğunu düşünmektedir. *Opuntia* cinsi yüksek bir gelişimsel yayılmaya uğramıştır ve Cactaceae familyasındaki en yaygın coğrafik alanı kaplayan tür haline gelmiştir (Hunt ve Taylor 2002). *Opuntia* cinsi Meksika'dan Amerika kıtasının neredeyse tamamına (Kanada'daki Alberta'dan, Arjantin'deki Patagonya'ya kadar) ve İspanya'nın işgal edilip ele geçirilmesinden sonra dünyanın geri kalan kısmına yayılmıştır (Flores-Valdez ve Aguirre-Rivera 1979).

İspanya'nın işgal edilip ele geçirilmesinden sonraki ilk yıllara ait kanunlar ve tarihsel dökümanlar *Opuntia* yetiştiriciliğinin Meksika'da 700 yıldan fazla öncesinde büyük öneme sahip bir tarımsal aktivite olduğunu ortaya koymuştur. *Opuntia* türleri sıklıkla kolomb öncesindeki botanik bahçelerinde sergilenmiş veya ikonografik olarak binaların duvarlarında gösterilmiştir (Martín del Campo 1957, Humboldt 1966, Dahlgren 1990).

Avrupalılar'ın *Opuntia* cinsiyle ilk tanışması Kristof Kolomb'un 1492'deki ilk yolculuğuyla gerçekleşmiş ve Kolomb bu kaktüs cinsine ait aldığı örnekleri 1493'te Lizbon'a getirmiştir (Anderson 2001). 16. yüzyılda *Opuntia*'nın canlı örnekleri

Avrupa'nın belirli botanik bahçelerinde sergilenmiş ve yüzyıllar boyunca bu bahçelerde yetiştirilmiştir (Humboldt 1966). 1700 yılında Tournefort bu kaktüsleri Yunanistan'ın Opus kasabasında yetişen dikenli bir bitkiye benzerliğinden dolayı *Opuntia* olarak isimlendirmiştir (Velázquez 1998). *Opuntia ficus-indica*'ya ait yaygın bir isim olan hint inciri bu bitkiye ait olağanüstü büyük ve sulu meyvelerden kaynaklanır (Teles 1977).

O. ficus-indica ve diğer dikenli türlerin ısıtılan yaprakları, Yerli Amerikalı'lar tarafından romatizma ve eklem iltihabında bölgesel olarak lapa şeklinde uygulanmıştır. Haşlanmış yapraklar gözlerdeki iltihabı yıkayarak gidermeyi sağlamıştır (Angier 1978, Krochmal ve Krochmal 1984, Moerman 1998). Yaprak suyu ağrıyı hafifletmek ve iyileşmeye yardımcı olmak için yanıklar ve yaralar, sıyrıklar ve çıngıraklı yılanın soktuğu bölgeler üzerine uygulanmıştır (Train ve ark 1957, Moerman 1998). Amerikalı Kızılderililer romatizma için bölgesel olarak meyve kısmından da faydalanmıştır, *O. ficus-indica*'nın kaynatılmış meyvelerinin dahilen tüketiminin müshil etkisi olduğu belirlenmiştir (Bocek 1984, Moerman 1998). Aztekler ve diğer Mezoamerikan uygarlıkları, kaktüs yaprağını sebze olarak ve meyveyi de mevsimsel tüketim amaçlı kullanmışlardır (Anonymous 2001).

Hint incirine ait ağaçlar, Akdeniz ülkelerinde doğal olarak veya kültüre alınmış şekilde bulunabilir. Bununla birlikte, ticari plantasyonlar başlıca olarak İtalya, özellikle de Sicilya'da yetiştirilir (Barbera 1995). Orjini Meksika olmakla birlikte *Opuntia* türleri her iki yarımkürede ve Antartika hariç tüm kıtalarda kültüre alınmaktadır (Inglese ve ark 2002). Yalnızca Meksika'da taze tüketime yönelik kültüre alınmış hint inciri üretimi 50.000 hektara yakın alanda yaklaşık 300.000 tondur (ASERCA 1999). Diğer taraftan, bu kaktüs türü Türkiye gibi çok sayıda diğer Akdeniz ülkesinde yeterince faydalanılmayan ürün olarak kategorize edilir (Karababa ve ark 2004).

Hint inciri, tipik olarak cilde kolayca nüfuz eden ve bitkiden kolayca ayrılan iki çeşit dikenle (büyük, düz ve sabit dikenler ile küçük ve tüysü dikenler) dolu düz ve yuvarlak yapraklarla gelişir (Cota-Sanchez 2002). İspanya'da 'nopal' adı verilen genç ve gevrek *Opuntia* yaprakları çok sayıda yerli Amerika'lı ve Meksika'lı için geleneksel bir gıda kaynağıdır. Yapraklar renk, kalınlık ve şekil bakımından farklılık gösterir. Yapraktaki müsilaj kaynaklı kaygan yapı gıdalara sirke ilavesiyle giderilebilir. *Opuntia* cinsine ait çok sayıda kaktüs türü 'kaktüs meyvesi' olarak bilinen yenilebilir ve son derece lezzetli meyve vermektedir. Sulu hint inciri meyveleri Meksika'da 'tuna' olarak adlandırılır (Coyle ve Roberts 1975, Teles 1977, Barbera ve ark 1992a). Yaprak başına 6-12 adet arasında değişen silindirik meyve olgunlaşmamış halde yeşil ve olgun halde sarı-

kırmızı renktedir (Kearney ve Peebles 1951, Coyle ve Roberts 1975, Teles 1977). Hint inciri meyvesi çok lezzetli, kalın bir meyve kabuğuna sahip çok çekirdekli yumuşak bir meyvedir. Çok sayıda hint inciri meyvesi çeşitlerinin tatları çilek, karpuz, kavun, incir, muz veya turunçgilleri andırır (Savio 1987).

Hint incirinin vitaminler, mineraller, aminoasitler ve şekerlerce zengin olduğu çok sayıda yapılan araştırmalarda ortaya konmuştur (Stintzing ve ark 2003, Khatabi ve ark 2011). Hint inciri meyvesinin beslenme açısından önemi başlıca olarak askorbik asit, lif ve serbest aminoasit (özellikle prolin, glutamin ve taurin) içeriğinden kaynaklanır (Stintzing ve ark 2001). Meyvenin içerdiği 17 aminoasite ilaveten C vitamini, prolin, taurin, serin, A vitamini, niasin (B3), mineraller (kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum, demir), diyet lifi (lignin, selüloz, hemiselüloz), pektin, gam ve müsilajdan dolayı da önemi artmaktadır (Feugang ve ark 2006).

Hint inciri (*Opuntia ficus-indica*) meyvesinin bileşimiyle ilgili yapılan çalışmalarda, bu meyvenin fonksiyonel gıdalarda kullanımının yanısıra, pigmentler ve lezzet maddeleri, başlıca olarak betalainler, polifenoller, beslenme açısından önemli bileşenler (amino asitler, şekerler, organik asitler, vitaminler, mineraller ve lif) ve tohumların yağ bileşimiyle ilgili değerler bildirilmiştir (El Kossori ve ark 1998). *O. streotacantha* ve *O. ficus-indica* gibi belirli *Opuntia* türlerine ait tohumların iyi kalitede yemeklik yağ içerdiği bildirilmiştir (Sawaya ve Khan 1982).

Opuntia ficus–indica'nın bütün haldeki meyvelerinin preslenmesi sonucu elde edilen meyve suyunda kamferol-3-O-rutinosit, izoramnetin-3-O-rutinosit ve izoramnetin-3-O-glukozit gibi flavonoitler tespit edilmiştir (Galati ve ark 2003). Meyvede en fazla bulunan flavonol, aglikon olarak miktarı belirlenen kersetindir, meyvenin içerdiği iki temel betalain mor-kırmızı betanin ve eşsiz sarı renkteki indikaksantindir (Stintzing ve ark 2002, Kuti 2004).

Biyolojik fonksiyonları üzerine çok sayıda çalışma ve raporun yayınlandığı 1980'lerin başına kadar hint inciri bilim dünyası tarafından büyük ölçüde ihmal edilmiştir. *Opuntia* türlerinin kimyasal bileşenleri ve besin değeri üzerine yapılan daha güncel araştırmalar gıda, beslenme ve hatta eczacılık bilimleri üzerine dikkat çekmiştir (Saenz 2000, Stintzing ve ark 2001, Hernandez-Perez ve ark 2005, Feugang ve ark 2006).

O. ficus-indica'ya ait çeşitli kısımların diüretik ve antigut etkileri olduğu bilimsel çalışmalarla ortaya konmuştur (Galati ve ark 2002a). *O. ficus indica* yapraklarının antiülser etkileri kanıtlanmıştır (Galati ve ark 2001, Lee ve ark 2002, Galati ve ark 2002b). Hem *O. ficus indica*'ya, hem de *O. dillenii*'ye ait meyvelerin antienflamatuar ve

ağrı kesici etkilere sahip olduğu bildirilmiştir (Loro ve ark 1999, Park ve ark 2001). Hint inciri meyve pulpunun fenolikleri ve biyotioller gibi diğer antioksidanları içerdiği, bu bileşiklerin LDL hidroperoksit seviyelerini düşürmelerinden dolayı insanlardaki redoks dengesi üzerinde olumlu bir etki gösterdiği tespit edilmiştir. Nutrasötik etkiler betalainler ve flavonoitlerin sinerjik etkilerine atfedilir (Galati ve ark 2003, Stintzing ve ark 2005).

Normal toprak koşulları altında yetişen *Opuntia ficus-indica* fazla kan şekerinin yağa dönüşümünü azaltan, toplam kolesterol, trigliserit ve düşük yoğunluklu lipit seviyelerini azaltan, bağışıklık ve sinir sistemini güçlendiren, oksidatif stresi azaltan, serbest radikalleri süpüren, gastriti tedavi eden, hiperglisemi ve aterosklerozu azaltan ve tip II diyabetle prostat hipertrofisini önleyen özellikleri doğal olarak içerir (Feugang ve ark 2006). Hint incirinin insan kanındaki glukoz ve kolesterol seviyelerini düşürebildiği ve düşük yoğunluklu lipoprotein bileşimini değiştirebildiği deneysel çalışmalarla ispatlanmıştır (Frati 1992, Gurbachan ve Felker 1998, Stintzing ve ark 2001).

Hint inciri (*Opuntia ficus-indica* [L.] Miller) meyvesi beslenmeyle ilgili ve sağlığı iyileştirici özelliklerle karakterize edilmiş kimyasal bileşenleri yüksek miktarda içermesinden dolayı nutrasötik ve fonksiyonel öneme sahip bir gıda olarak ele alınabilir (Piga 2004). Hint inciri meyvesinin içerdiği potansiyel olarak aktif antioksidan fitokimyasallar gibi besleyici olmayan bileşenlerin özellikle ele alınması sonucunda, bu meyvenin sindiriminin *in vivo*'daki olumlu etkileri (insanlarda vücuttaki oksidatif stresin azalması ve kalp-damar sistemini koruyucu etkiler, ratlarda antiülser ve karaciğeri koruyucu etkiler) bilimsel olarak ispatlanmıştır (Livrea ve Tesoriere 2006).

Hint incirinin hem yaprağı, hem de meyvesi taze olarak tüketilir, güveçlere ilave edilir, pişirilir, konservelenir veya salatalara ilave edilir (Munoz-de-Chavez ve ark 1995). Hint incirine ait yapraklar, Meksika ve Amerika'da çok sayıda farklı pişirme tekniğiyle hazırlanarak geleneksel olarak tüketilir. Bu yapraklar genellikle salata olarak tüketilmekle beraber, daha olgun çeşitler pişirilmiş tüketime hazır maddeler şeklinde kullanılır. Yağış azlığından dolayı taze gıdanın yetersiz olması durumunda ileri düzeyde olgunlaşmış yapraklar bazen hayvan yemi olarak kullanılır. Hint inciri yaprakları ucuzdur, bol miktarda bulunur ve erozyon kontrolü için de kullanılır (Le Houerou 1996). Bu uygulamalara ilaveten yaprak ve meyveler eş zamanlı yüksek çevre sıcaklığından dolayı sınırlı olan suyu sağlar (Villareal 1959). Krassulasean asit metabolizmasını yöneten bu kaktüs cinsinin güneş enerjisi, su ve mineralleri kuru organik maddeye dönüştürmede çoğu yeşilliğe göre 4-5 kat daha etkili olduğu bildirilmiştir (Hegwood 1990).

Hint incirine ait gövde ve yapraklar insan beslenmesi açısından iyi bir lif ve önemli bir mineral kaynağıdır, bundan dolayı da tıbbi kullanım açısından potansiyel teşkil etmektedir. Hint inciri (*Opuntia ficus–indica*) meyveleri dünyanın çok sayıdaki yarı kurak arazilerinde önemli bir ürün haline gelmiştir. Genç kaktüs sürgünleri olan 'nopalitos'lar gibi bu meyveler de genellikle taze olarak tüketilir. Bununla birlikte, son on yılda kaktüs işlemeyle ilgili yapılan araştırmalar bu tip ürünlerin değerinin arttırılmasını teşvik eden diğer alternatifleri ortaya koymuştur (Russell ve Felker 1987, Hegwood 1990, Decortazar ve Nobel 1992, Lopez 1995, Park ve ark 2001).

Hint inciri meyveleri meyve suyu ve reçel gibi diğer gıdaların üretiminde de kullanılır, şekerleme benzeri ürünlere işlenir, meyvenin biyokütle üretiminde de kullanıldığı bildirilmiştir (Paradez-Lopez 1973, 1976, Hoffman 1980, Sawaya ve ark 1983). Bazı ülkelerde hint incirine ait meyve suyu evde, vejeteryan restoranlarında veya bölgesel sağlıklı gıda mağazalarında tüketilir (Saenz 2000).

Hint inciri meyvelerinden ekstrakte edilen pigmentler gıda, kozmetik ve ilaç preparatlarında katkı maddesi olarak kullanılır (Fernandez-Lopez ve ark 2002, Piga 2004). Diğer tarafta betalain pigmentlerini içeren kaktüs meyvesi doğal bir gıda renklendiricisi olarak kullanım açısından iyi bir potansiyeldir. Bu meyve sarı betaksantinlere ilaveten kırmızı-menekşe renkli betasiyaninleri de içerir (Merin ve ark 1987, Forni ve ark 1992, Türker ve ark 2001). Süzülmüş pulptan elde edilen meyve suyunun iyi bir doğal tatlandırıcı ve renklendirici kaynağı olduğu öne sürülmektedir (Saenz ve ark 1998, Türker ve ark 2001).

Meyve işleme sırasında elde edilebilen diğer bir potansiyel ürün tohum yağıdır. Bu yağ yenilebilir ve tohumdaki yağ verimi % 5.8 ile 13.6 arasındadır (Sawaya ve Khan 1982).

Hint inciri [*Opuntia ficus indica* (L.) Mill.] çeşitli ülkelerdeki (özellikle Güney Amerika, Akdeniz ülkeleri, Kuzey Afrika ve İsrail) popülasyonların besin maddesi ihtiyaçlarını karşılama açısından çok önemli bir gıda kaynağıdır (Pimienta-Barrios 1993). Hint inciri evde, küçük işletmelerde veya endüstriyel düzeyde yapılan reçel, jelatin, şuruplar, kuru meyve, şekerlemeler, sabun ve meyve suyu konsantresi gibi çok çeşitli ürünlerde kullanılabilir (Hegwood 1990) .

Hint inciriyle ilgili temel problemlerden biri meyve kabuğu üzerindeki dikenlerin varlığıdır. Dikenlerden dolayı hint incirinin hasadı ve hasat sonrası işlenmesi zordur. Tüketiciler dikenli meyveyi tercih etmez. Bundan dolayı, piyasa için ayrılan meyve için yapılacak hasat sonrası işlemler arasında dikenlerin ayrılması yer alır. Dikenler meyve

yeşillik üzerine veya delikli masalar üzerinde yayılarak ve süpürgeyle fırçalanarak uzaklaştırılabilir. Ambalajlama bölümlerinde dikeni yakalamak ve uzaklaştırmak için meyveler su spreyleri veya vakum uygulamasıyla birlikte bir dizi süpürme işleminden geçirilir (Dimitris ve ark 2005).

Türkiye'de hint incirleri engebeli alanlarda, evlerin çevresinde olduğu gibi bireysel bitkiler veya gruplar şeklinde doğal olarak yetişir. Mevcut hint incirlerinin çoğunluğu dikenlidir ve portakal-sarı renkli yenilebilir meyveler verir. Yalnızca çekirdekli pulp bölgesel olarak tüketilir ve meyveler geleneksel olarak sokaklarda meyve perikarpını tüketici önünde soyan kişiler tarafından satılır. Dikenli kabuğa sahip olan ve atılan perikarp kısmı meyvenin % 48'ini ihtiva eder ve yüksek seviyede pigmente sahiptir (Aksay ve ark 1998, Coşkuner ve ark 2000, Türker ve ark 2001).

Hint inciri meyveleri genellikle taze olarak tüketilmekle birlikte, meyvenin sezonunun kısa olmasından dolayı soğukta depolamayla meyvenin temin edilme süresinin uzatılmasıyla ilgili çalışmalar artmaktadır (Berger ve ark 1978). Hint inciri meyvesine yönelik artan pazar talebi hasat sonrası ve gıda teknolojisi uzmanlarını bu meyvenin raf ömrünü uzatmak amacıyla prosedürler geliştirmeye yöneltmiştir. İşlenmiş ürünlerin üretimi, çeşitliliğe olan ihtiyacın karşılanması, raf ömrünün ve elverişliliğin arttırılması üzerinde de çalışmalar yapılmaktadır (Piga ve ark 2003).

Çeşitlilik arz eden bir diyet ve değişik ürünlere olan talebin artmasından dolayı hint inciri tüketimi son birkaç yıldır Avrupa'nın her tarafında sürekli olarak artmaktadır (Dimitris ve ark 2005). Hint incirinin besinsel, tıbbi ve insan sağlığıyla ilgili özellikleri bu ürünün tüketiminin artışına katkı sağlayan faktörlerdir (Hegwood 1990). Gelecekte azalan su kaynakları ve global çölleşmenin *Opuntia* türlerinin hem meyve hem de sebze kısımlarının etkili bir gıda üretim sistemi olarak önemini tamamıyla artırma ihtimali sözkonusudur (Stintzing ve Carle 2005).

Bu çalışmada Türkiye'deki Akdeniz ve Ege bölgelerinde yer alan farklı lokasyonlardan hasat edilen hint inciri (*Opuntia ficus-indica* L.) meyveleri ve meyvelere ait tohumların fiziko-kimyasal özellikleri incelenerek lokasyonun bu özellikler üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Türkiye'de hint inciri meyvesi ve tohumlarının özellikle kimyasal bileşimiyle ilgili yeterli düzeyde çalışma mevcut değildir, mevcut çalışmalar daha çok tek tip materyalin fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine yapılmıştır. Yurtdışında ise çoğunlukla farklı türler ve varyeteler üzerinde yapılmış çalışmalar mevcuttur. Bu çalışma sonucu hint inciri meyvesindeki şekerler, mineraller, askorbik asit gibi besin unsurlarıyla toplam fenol, fenolik bileşikler, β-karoten gibi fonksiyonel özelliklere sahip bileşenlerin

miktarlarının, tohumların yağ içeriği ve yağ bileşiminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Böylece Türkiye'de hint inciri meyvesinin öneminin artması, kültüre alma olanaklarının arttırılarak yetiştiriciliğin geliştirilmesi ve tüketimin arttırılması hedeflenmektedir. Ayrıca yapılacak çalışmayla elverişsiz arazilerde yetişen bu bitkinin tarıma kazandırılıp kültüre alma olanaklarının arttırılmasıyla istihdam gücünün sağlanabileceği düşünülmektedir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Hint inciri meyvesi kalın kabuklu, sulu bir pulpa ve genellikle çok sayıda sert çekirdeğe sahip oval ve uzun yumuşak bir meyvedir. *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill'in ticari amaçlı kullanılan olgun meyve perikarbı meyvenin % 33-55'ini, pulp ise % 45-67'sini içerir. Ayrıca pulp kısmının % 2-10'u çekirdekten ibarettir. Yüzde değerler arasındaki büyük farklılıkların ekim, kültüre alma uygulamaları, çekirdek sayısında verimin sağlanıp sağlanamaması, meyve ağırlığı, ışıklandırma periyodu, iklim ve hasat sezonuna bağlı olduğu rapor edilmiştir (Lakshminarayana ve ark 1979, Sawaya ve ark 1983, Sepulveda ve Saenz 1990, Nerd ve ark 1991, Barbera ve ark 1994, Inglese ve ark 1995a, Mondragon-Jacobo ve Perez-Gonzalez 1996, Nieddu ve ark 1997) .

Hint incirinde meyve gelişim periyodu dünya çapında çok geniş bir iklim aralığında yer alır ve bu periyot 70 ile 150 gün arasında değişir (Brutsch 1979, Nerd ve ark 1990, Pimienta Barrios 1990, Inglese ve Barbera 1992, Kuti 1992). Meyvenin olgunlaşması sıcaklığa karşı oldukça duyarlıdır ve günlük ortalama sıcaklığın 15±1.6 $^{\circ}$C olması durumunda meyve gelişim periyodu sonbaharın sonuna kadar uzarsa sonuçta meyveler kışı geçirecek ve gelecek ilkbaharda olgunlaşacaktır (Barbera ve Inglese 1993). Diğer taraftan, genellikle günlük ortalama sıcaklıklar 25±2.5 $^{\circ}$C'ye ulaştığında olgunlaşan yaz meyveleri bu durumda aniden olgunlaşma sonucu ticari kalitesini hızla kaybedecek, dolayısıyla hasat zamanının düzenlenmesi zor olacaktır. Fizyolojik ve yüksek sıcaklığın teşvik ettiği bozulmaların meyve gelişim periyodunun farklı aşamalarındaki meyveleri etkilediği bildirilmiştir (Brutsch 1992).

Opuntia ficus-indica meyvesinin yenilebilir kısmı olan pulpun başlıca olarak su (% 84-90) ve indirgen şekerlerden (% 10-15) oluştuğu tespit edilmiştir (Feugang ve ark 2006). Toplam şeker içeriği % 6 ile % 14 arasında değişir ve bu içeriğin % 53'ü glukoz ve % 47'si fruktozdan oluşur (Saenz 2000, Hernandez-Perez ve ark 2005). Yapılan şeker analizi sonucunda pulp kısmının kurumaddede sırasıyla % 35 ve % 29.6 konsantrasyonlarında glukoz ve fruktoz içerdiği ortaya konmuştur (El Kossori ve ark 1998).

Opuntia yaprakları ve meyveleri çok sayıda besin unsurlarının bir kaynağı olarak bilinmektedir (El Kossori ve ark 1998, Betancourt-Dominguez ve ark 2006). Kaktüs meyve pulpunda bulunan protein (% 0.21-1.6), yağ (% 0.09-0.7), lif (% 0.02-3.15) ve kül (% 0.4-1) bileşenlerine ait değerlerin diğer meyvelerdekine benzer nitelikte olduğu ve pulpun kalori değerinin (209.34 kj/100 g) armut, kayısı ve portakal gibi diğer meyvelerle

kıyaslanabilir düzeyde olduğu görülmüştür. *Opuntia* meyvesinin kuru erik, kayısı ve şeftali gibi diğer meyvelerden daha yüksek seviyede askorbik asit (20-40 mg/100 g yaş meyve) ve çözünür katı madde (> % 16) içerdiği tespit edilmiştir (Felker ve ark 2002, Hernandez-Perez ve ark 2005).

Hint inciri üretiminde tüketiciler açısından hem iç özellikler (tatlılık, asitlik, tekstür, aroma, besin değeri, lezzet ve raf ömrü) hem de dış özellikler (büyüklük, renk, ezik olmama ve şekil) temel düzeyde önem arz eder (Kader 2001, Hewett 2006). Meyve büyüklüğü çekirdek sayısı (Barbera ve ark 1994), yaprak yükü (Wessels 1988, Brutsch 1992, Inglese ve ark 1995a), suyun elverişliliği (Barbera 1984) ve olgunlaşma süresine (Brutsch ve Scott 1991, Nerd ve ark 1991, Barbera ve ark 1994) bağlıdır. İtalya'da hint inciri meyveleri büyüklüklerine göre 160 g üzeri ekstra büyük, 120-160 g arası birinci sınıf, 80-100 g arası ikinci sınıf ve 80 g altı üçüncü sınıf şeklinde ticari olarak ayrılır (Brutsch 1979).

İdeal kaktüs ürününe ait genelde kabul görmüş özellikler dikensiz yapraklar, mekanik fırçalama teknikleriyle kolayca uzaklaştırılabilen tüysü dikenler, minimum zararla –9 $^{\circ}$C'ye tolerans, meyvede % 55'in üzerinde pulp yüzdesi ve 13'ün üzerinde pulp brix^{o} değeri, 1 kg'ın üzerinde pulp sertliği, hektar başına 20000 kg olgun meyve verimi, hasat sonrası 2 $^{\circ}$C'de 4 haftadan uzun raf ömrü, 100 g pulp için 3.5 g'dan az çekirdek içeriği ve meyvede renk (sarı, portakal rengi, pembe ve mor) çeşitliğidir (Inglese ve ark 1995b, Felker ve ark 2005). Uluslararası pazarda en iyi kabul gören sarı-portakal renkli hint inciri meyveleridir. Kırmızı-mor renkli meyveler de özellikle Kuzey Amerika pazarlarında kabul görür, fakat bu meyvelere sahip türlerin kültüre alınması henüz sınırlıdır. Pembe-portakal ve açık yeşil meyveler sadece bölgesel pazarlarda satış açısından uygundur. Bu meyveler diğerlerine göre genellikle daha ince kabuklu olup kolayca Akdeniz meyve sineği zararına uğrayabilir, tüysü dikenlerin uzaklaştırılması ve ambalajlama sırasında kabukta kolayca kahverengileşme gelişebilir (Barbera ve ark 1992b). Meyve kalitesi çevresel özellikler, iklim ve meyve bahçesinin organizasyonundan büyük ölçüde etkilenir ve yıla bağlı olarak değişebilir (Inglese ve ark 2002, Ochoa ve ark 2006, Mokoboki ve ark 2009). Felker ve ark (2002)'na göre, meyve kalitesindeki temel farklılık çevresel veya edafik faktörlerden ziyade genetik faktörlere atfedilir.

Hint inciri meyvesinin tüketimini sınırlandıran temel faktörlerden birisi şüphesiz pulptaki iri ve sert tohumların varlığıdır. Tohum sayısı başlangıçtaki tohumcuk sayısı (Pimienta Barrios 1990) ile tozlaşma etkinliğine bağlıdır ve çeşit ile olgunlaşma süresine

göre değişir (Pimienta-Barrios ve Mauricio-Leguizamo 1989, Barbera ve ark 1994). Tohum sayısı ve ağırlığı ile meyve ve pulp ağırlığı arasında yakın bir ilişki sözkonusudur (Barbera ve ark 1994), tohum ve pulp gelişimi arasındaki ilişki de anatomik olarak kanıtlanmıştır (Pimienta Barrios ve Engleman 1985, Wessels ve Swart 1990, Wessels ve Croukamp 1992).

Piga ve ark (2003)'nın yaptıkları çalışmada, hasat edilen ve elle kabukları soyulan hint inciri (*Opuntia ficus-indica* Mill, cv. Gialla) meyveleri, yüksek gaz geçirgenliğine sahip bir filmle kaplanmış plastik kutulara yerleştirilmiş ve 4 °C'de 9 gün bekletilmiştir. 3, 6 ve 9 gün sonra kimyasal, fiziksel, mikrobiyolojik ve duyusal parametreler, toplam fenol, C vitamini ve antioksidan kapasitesi belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda 6 günlük depolama süresi sonrası polifenollerin miktarı azalırken, C vitamini ve antioksidan kapasitesinin değişmediği görülmüştür. Kimyasal parametreler arasında yalnızca pH ve asitlik önemli ölçüde değişim göstermiş, bununla birlikte bu durum duyusal özellikleri olumsuz yönde etkilememiştir. Ayrıca depolama süresince mikrobiyal gelişimin sınırlı olduğu ve küf kolonilerinin görülmediği tespit edilmiştir.

Fernandez-Lopez ve ark (2010), İspanya'da yetişen 3 farklı kaktüs türüne (*Opuntia ficus-indica, Opuntia undulata* ve *Opuntia stricta*) ait meyvelerdeki antioksidan özellik gösteren bileşenleri ve antioksidan kapasitesini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda meyvelerde sırasıyla önemli miktarlarda kersetin, izoramnetin, luteolin ve kamferol tespit edilmiştir. *O. ficus-indica* meyvesinin en yüksek antioksidan kapasitesi ve taurin içeriğine sahip olduğu, *O. stricta* meyvesinin en yüksek miktarda askorbik asit ve toplam fenolik içerdiği ve *O. undulata* meyvesinin ise en yüksek karotenoit seviyesine sahip olduğu ortaya konmuştur. Meyvelerdeki askorbik asit içeriği 14.5-23.3 mg/l00 g aralığında değişirken kersetin, izoramnetin ve kamferol içeriklerinin sırasıyla 30-90 µg/g, 9.6-50.3 µg/g ve 5.6-7.8 µg/g aralığında yer aldığı tespit edilmiştir.

Asidik olmayan gıdalara ait aralıkta yer alan pH değerlerine (5.3-7.1) sahip olan (Saenz 1996, Piga ve ark 1997) hint inciri meyvesi yüksek derecede bozulabilir özelliğe sahip bir meyve olarak karakterize edilir. Oda sıcaklığında depolama çürümeyi, meyvede ağırlık ve renk kaybını, yumuşamayı ve istenmeyen tat gelişimini kolaylaştırır. Dikenlerin uzaklaştırılması sırasında kabukta meydana gelen fiziksel hasar kaktüs meyvesini bozulmaya neden olan patojenlerin saldırısına hazır hale getirir. Tüysü dikenlerin uzaklaştırılması da hasat edilmiş meyvenin yüzeyine zarar vererek yüzeyde bozuk renkli (paslı kahverengi) alanların oluşumuna neden olabilir (Cantwell 1995). Patojenik mikrooganizmaların gelişimini önlemek için sterilizasyon işlemine gereksinim

duyulur (Piga 2004). Meyvenin depolanabilirliği hasat sonrası ısıl işlemlerle geliştirilebilir. Çok geniş bir aralıktaki taze meyve üretiminde hasat sonrasındaki çürüme ile böcek istilasını kontrol altında tutmak ve depolamadaki bozulmaları azaltmak için sıcak su, sıcak hava veya buharlı ısı şeklinde uygulamalar geliştirilmiştir (Barkai-Golan ve Phillips 1991, Lurie 1998, Fallik ve ark 2000, Ferguson ve ark 2000).

Hasat edilen *Opuntia ficus-indica* meyveleri genellikle taze olarak tüketilir. Meyve suyu taze meyve açısından değerli bir alternatif olabilir, bununla birlikte meyve suyu Meksika ile ABD'nin güneybatısı haricinde dünya çapında çok fazla dikkate alınan bir ürün değildir. Serbest radikal süpürücüler ve antioksidanlar gibi yüksek derecede reaktif moleküller meyve suyu hazırlama gibi gıda proseslerinde zarar görebilir (Livrea ve Tesoriere 2006). Yakın zamanda Tesoriere ve ark (2005), Sicilya'daki bölgesel *Opuntia ficus-indica* meyvelerinden meyve suyu hazırlamışlar ve işlem sonrasında biyoaktif bileşenlerdeki değişimi görmek için meyve suyunu analiz etmişlerdir. Bütün haldeki meyveden endüstriyel olarak işlenerek elde edilen meyve suyunun sistein ve C vitamini konsantrasyonlarının yenilebilir meyve pulpuna göre sırasıyla beş ve on kat daha düşük olduğu, meyve suyuna işleme sonrasında β-karoten ve glutatyonun tamamen kaybolduğu ve bu durumun başlıca olarak ısıl işlem sırasındaki bozulmadan kaynaklandığı görülmüştür. Bunun aksine ısıya daha az duyarlı olan E vitamini (Machlin 1991) ve taurin miktarının işlem sonrası aynı kaldığı görülmüştür.

Yahia ve Mondragon-Jacobo (2011), ticari ve geliştirilen varyeteler, yabani türler, yabani türden elde edilen genotipler ve seleksiyonları içeren 10 adet kaktüs varyetesi ve hattına ait meyvelerin pulpları üzerine çalışmışlardır. Meyve pulplarında yapılan β-karoten, askorbik asit ve toplam fenolik bileşen analizi sonucunda en yüksek β-karoten (5 µg/g yaş meyve) ve askorbik asit içeriği (4000 µg/100 g yaş meyve) *O. robusta* Camuesa'da, en yüksek toplam fenolik bileşen içeriği (130 mg gallik asit/g) ise *O. megacantha* Naranjona ve *O. robusta* Camuesa'da tespit edilmiştir.

Al-Juhaimi ve Özcan (2013), Türkiye'deki 25 farklı lokasyondan toplanan hint inciri (*Opuntia ficus-indica* L.) meyvelerine ait tohumların mineral madde içeriklerini incelemişlerdir. Genel olarak hint inciri meyve tohumlarının mineral madde içeriklerinin lokasyona göre farklılık gösterdiği görülmüştür. Tüm meyve tohumlarında Ca, K, Mg ve P içeriklerinin çok yüksek olduğu tespit edilmiştir. Tohumlarda kurumaddede Ca içeriğinin 268.5-674.8 mg/kg, K içeriğinin 346.7-676.1 mg/kg, P içeriğinin 1173.6-1871.3 mg/kg ve Mg içeriğinin ise 101.8-214.7 mg/kg arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Medina ve ark (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, Tenerife Adası'nda yetişen *Opuntia dillenii* ve *Opuntia ficus-indica* meyvelerine ait pulplarda ortalama olarak sırasıyla 10.35, 14.58 brix^{o}; 29.7 mg/100 g, 17.2 mg/100 g askorbik asit; 117 mg/100 g, 45.2 mg/100 g toplam fenolik bileşen; 3.34, 6.32 pH; kurumaddede 153 mg/kg, 6.25 mg/kg Na; 908 mg/kg, 1583 mg/kg K; 535 mg/kg, 263 mg/kg Ca; 454 mg/kg, 251 mg/kg Mg; 1.53 mg/kg, 1.98 mg/kg Fe; 0.334 mg/kg, 0.389 mg/kg Cu; 1.29 mg/kg, 2.05 mg/kg Zn; 5.09 mg/kg, 3.03 mg/kg Mn; 0.204 mg/kg, 0.285 mg/kg Ni ve 0.144 mg/kg, 0.109 mg/kg Cr tespit edilmiştir.

Stintzing ve ark (2003)'nın *O. ficus-indica*'ya ait kültivarlar ve *Hylocereus polyrhizus*'un meyve suları üzerinde yaptıkları çalışmada *O. ficus-indica* cv. Gialla'nın portakal-sarı renkli meyve suyunda 1.3 mg/l betasiyanin ve 48.3 mg/l betaksantin, *O. ficus indica* cv. Rossa'nın kırmızı renkli meyve sularında ise 73.9 mg/l betasiyanin ve 36.4 mg/l betaksantin bulunduğu tespit edilmiştir. *O. ficus-indica*'nın 3 farklı renkli çeşitleri üzerinde yapılan başka bir araştırmada meyvelerdeki başlıca betaksantin bileşiklerinin indikaksantin, vulgaksantin I ve vulgaksantin II olduğu doğrulanmıştır (Stintzing ve ark 1999). Kırmızı pancarda toprağımsı tat veren geosminin yüksek seviyelerde bulunmasından kaynaklanan teknolojik ve duyusal problemlerden dolayı, kaktüs meyveleri betalainler açısından kırmızı pancara göre çok daha iyi bir betalain kaynağı olabilir (Acree ve ark 1976, Henry 1996).

El Mannoubi ve ark (2009), *Opuntia ficus-indica*'nın tohum yağı üzerinde çalışmışlar ve tohumdaki yağ içeriğinin kurumaddede % 11.75 olduğunu, tohum yağındaki dominant yağ asidinin % 60.69 oranında bulunan linoleik asit olduğunu ve bunu sırasıyla oleik asit (% 21.42) ve palmitik asidin (% 12.76) izlediğini bildirmişlerdir. Ayrıca yağda tokoferol ve sterolleri de tespit etmişler ve tohum yağındaki toplam sterollerin % 71.60'ını β-sitosterolün oluşturduğunu ve mevcut tokoferoller içerisindeki başlıca bileşenin 421.08 mg/kg seviyesinde bulunan γ-tokoferol olduğunu ortaya koymuşlardır.

Pantaleon ve ark (2009), *Opuntia boldinghii* tohum yağında % 67.20 linoleik, % 18 oleik, % 10.40 palmitik ve % 3 stearik asit tespit etmişlerdir.

Barbagallo ve ark (1998), hint inciri (*Opuntia ficus-indica*) meyvelerindeki organik asit içerikleri üzerine yaptıkları çalışmada meyvedeki başlıca organik asitin sitrik asit (62 mg/100 g) olduğunu, bunu sırasıyla malik asit (23.3 mg/100 g), kinik asit (19.1 mg/100 g), şikimik asit (2.8 mg/ 100 g) ve okzalik asitin izlediğini tespit etmişlerdir.

Meyve pulpunda iz miktarda izositrik, fumarik, glikolik ve süksinik asitlerin bulunduğu tespit edilmiştir (Askar ve Elsamahy 1981, Stintzing ve ark 2001).

El Kossori ve ark (1998)'nın hint inciri (*Opuntia ficus-indica* sp.) meyveleriyle ilgili yaptıkları çalışmada meyvenin pulp, kabuk ve tohumlarında kurumaddede ortalama olarak sırasıyla % 5.13, % 8.30, % 11.8 protein; % 0.97, % 2.43, % 6.77 yağ ve % 20.5, % 40.8, % 54.2 toplam lif tespit edilmiştir. Pulptaki hemiselüloz, selüloz, pektin ve lignin içeriklerinin toplam lifin sırasıyla % 15.5, % 14.2, % 70.3 ve % 0.01'ini oluşturduğu bildirilmiştir. Ayrıca pulp liflerinin pektince, kabuk ve tohumdaki liflerin ise selülozca zengin olduğu bildirilmiştir.

Opuntia ficus indica'nın 6 farklı kültivarına ('Apastillada', 'Bianca', 'Gialla', 'Gymno carpo', 'Morado' ve 'Rossa') ait meyve pulpları üzerine yapılan çalışmalarda, pulplardaki dominant amino asidin prolin olduğu (883.4-1929 mg/l), bunu sırasıyla taurin (323.6-407.3 mg/l), glutamin (98.3-574.6 mg/l) ve serinin (130.6-392.6 mg/l) izlediği tespit edilmiştir (Stintzing ve ark 1999, Kugler ve ark 2006).

Hint inciri meyveleri ve gövde kısımları doğu halk tıbbında diyabet, hipertansiyon, astım, yanıklar, ödem ve hazımsızlığı tedavi etmek için geleneksel olarak kullanılmıştır (Lopez 1995, Ahn 1998). Aynı zamanda meyve veya gövde ekstraktlarının hipoglisemik (Ibanez-Camacho ve Roman-Ramos 1979, Trejo-Gonzalez ve ark 1996) ve antiülser (Galati ve ark 2001) aktivite gösterdiği de bildirilmiştir. Ayrıca Park ve ark (1998), meyve ve gövde ekstraktlarının ağrı kesici ve iltihap giderici aktivitesi olduğunu bildirmişlerdir. Gövde ekstraktından aktif bir iltihap giderici olarak β-sitosterol izole edilmiştir (Park ve ark 2001). Hint incirindeki yüksek pektin ve lif yüzdesi fekal kitle ve bağırsak hareketliliğini arttırabilmekte ve sırasıyla plazma kolesterol ve glukoz seviyelerini etkilemektedir (Fernandez ve ark 1992).

Tesoriere ve ark (2004a), Sicilya'da yetişen *Opuntia ficus-indica* meyve pulpunun sağlıklı insanlara günlük 2 kez ve 250 g seviyesinde 15 gün boyunca verilmesinin mevcut LDL hidroperoksitleri azalttığını, dolayısıyla da LDL'nin oksidatif durumunu düzenlediğini ortaya koymuşlardır. Başka bir çalışmada, Sicilya'da yetişen *Opuntia ficus-indica* meyve pulpunu günlük tek seferde 500 g tüketen sağlıklı gönüllülerin plazmasından tüketimden 3 saat sonra saflaştırılarak elde edilen LDL'nin tüketim öncesindeki LDL'ye göre bakır iyonlarının sebep olduğu oksidasyona karşı daha dirençli olduğu bildirilmiştir (Tesoriere ve ark 2004b).

Galati ve ark (2003), hint inciri (*Opuntia ficus-indica* L.) meyve suyunun antioksidan kapasitesini ferulik asit, rutin ve izoramnetin flavonol glikozitlerine

atfetmişlerdir. Ayrıca yapılan çalışmada hint inciri meyve suyunun etanolle muamele edilen ratlarda mide ülserlerini önlemede olumlu bir etki sergilediği ve antiülser aktivitenin flavonoitlerin prostaglandinleri stimüle etmesi sonucu desteklendiği sonucuna varılmıştır. Wolfram ve ark (2003), günlük 250 g *O. robusta* tüketiminin hastalarda ve gönüllülerde trombosit proteinlerini ve trombosit kümeleşmesini önemli ölçüde azalttığı ve trombositin prostaglandin (PGI_2 ve $PGEI_1$) hassasiyetini arttırdığını ortaya koymuşlardır.

Nassar (2008), *Opuntia ficus-indica*'nın öğütülmüş tohumlarının kimyasal bileşimi ve tohumdan elde edilen protein konsantresinin fonksiyonel özelliklerini incelediği çalışmasında tohum unu ve protein konsantrelerinin sırasıyla % 13.62 ve % 62.41 protein içerdiğini tespit etmiş, ayrıca hem tohum unu, hem de protein konsantrelerinin pH 11'de maksimum protein çözünürlüğü, pH 10'da ise maksimum seviyede emülsiyon ve köpüklenme özellikleri sergilediğini ortaya koymuştur. Aynı çalışmada tohum unu ve protein konsantresinin yüksek düzeyde su ve yağ absorbsiyon kapasitesine sahip olduğu, dolayısıyla gıda formülasyon sistemine dahil edilebileceği bildirilmiştir.

Saenz ve ark (1998), hint incirine (*Opuntia ficus-indica* L.) ait meyve suyunu enzim ilavesiyle berraklaştırmışlar, rengi aktif karbonla gidermişler ve vakum altında 60 brix^{o}'e kadar konsantre ederek şurup (sıvı tatlandırıcı) elde etmişlerdir. Sonrasında da elde edilen ürünün fiziksel ve kimyasal özelliklerini incelemişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda şurubun tatlılık değerinin (65.5) fruktoz ve glukoz şurubu arasında yer aldığı, viskozite değerinin (27.05 cps) sakkaroz çözeltilerine, şeker konsantrasyonunun (32.5 Bé^{o}) ticari mısır şuruplarına göre düşük olduğu, su aktivitesi değerinin (0.83) ise mikrobiyal stabilite açısından uygun olduğu tespit edilmiştir. Sonuçta hint inciri meyvesinin doğal tatlandırıcıların üretiminde hammadde olarak kullanılabileceği görülmüştür.

Hint incirinin lezzeti kısmen uçucu bileşenlerden kaynaklanır. *Opuntia ficus-indica* L. Mill.'in beyaz meyve renkli kültivarında çoğu alkol olan 61 uçucu aroma bileşeni tespit edilmiştir (Flath ve Takahashi 1978). Sarı meyveli diğer varyetelerde 2,6 nonadienal ve 2-nonenal gibi bazı doymamış aldehitler dominant olarak yer alır (Di Cesare ve ark 1993). Arena ve ark (2001), *O. ficus indica*'ya ait sarı, kırmızı ve beyaz meyveli İtalyan kültivarlarının en önemli aroma verici bileşenlerinin tipik meyve kokusu veren (E,Z)-2,6-nonadien-1-ol ve taze meyve kokusu veren 2-metil-asit ester olduğunu ve bu bileşiklerin toplam aroma değerinin yaklaşık % 97'sinden sorumlu olduğunu ortaya

koymuşlardır. Agozzino ve ark (2005), Sicilya'daki *O. ficus-indica* meyveleri arasında sarı renkli olanların en kuvvetli lezzet yoğunluğuna sahip olduğunu, bunları sırasıyla kırmızı ve beyaz renkli meyvelerin takip ettiğini bildirmişlerdir.

Forni ve ark (1994), *O. ficus indica* (L.) Mill. meyvelerinden pektinleri ekstrakte etmişler ve bu pektinlerin gıda veya kozmetik katkısı olarak kullanım açısından yeterli galakturonik asit içeriğine sahip olduğu ve düşük metoksilasyon derecesinden (% 10) dolayı düşük kalorili gıdalarda düşük metoksilli pektin (LM pektin) şeklinde jelleştirici ajan olarak kullanım imkanının olduğunu tespit etmişlerdir.

Farklı araştırmacıların hint inciri meyvesindeki kompleks polisakkaritler olan müsilajlar üzerinde yaptıkları çalışmalarda müsilaj içeriğinin başlıca olarak arabinoz, galaktoz, ramnoz ve galakturonik asitten oluştuğu tespit edilmiştir (Paulsen ve Lund 1979, Saenz ve ark 1992, Lee ve ark 1998). Hint inciri meyvesindeki müsilajlar yüksek su tutma kapasitesine sahip olmalarından dolayı yoğunlaştırıcı ve emülsifiye edici ajanlar olarak görev yapar, viskoz ve jel yapısında kolloitler oluşturur (Piga 2004).

Teixeira ve ark (2000) ile Pintado ve ark (2000), *O. ficus indica* (L.) Mill'e ait olgunlaşmamış meyvelerden enzimleri ekstrakte etmişler ve tanımlamışlardır. Yapılan çalışmalarda güzel kokusu, yapısal özellikleri ve diğer bitkisel peynir mayalarının aksine pıhtılaşma süresini farkedilir düzeyde uzatmamasından dolayı bu ekstraktların sütçülük endüstrisi için iyi bir süt pıhtılaştırıcı enzim kaynağı olabileceği sonucuna varılmıştır.

Ewaidah ve Hassan (1992), hint incirine ait Taifi çeşidinin meyvelerinden kurutma sonucu elde ettikleri hint inciri katmanlarının bileşimini analiz etmişlerdir. Çalışma sonucunda optimum formülasyonun meyve pulpuna % 10 sakkaroz, % 1.1 sitrik asit, % 0.15 sodyum metabisülfit ve % 0.5 zeytinyağı ilave edilmesi sonucu elde edildiği tespit edilmiştir. Aynı çalışmada sodyum metabisülfitin rengi iyileştirdiği ve sitrik asitin üründe geleneksel kurutulmuş kayısı katmanlarına benzer asidik bir tat oluşturduğu görülmüştür, ayrıca yapılan tadım paneli sonucunda ürünün duyusal açıdan kabul edilebilirliğinin son derece yüksek olduğu ortaya konmuştur.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada materyal olarak olgunlaşmış turuncumsu renkli hint inciri (*Opuntia ficus-indica* L.) meyveleri kullanılmış olup, bu meyveler de Ağustos 2013'te 5 farklı lokasyonda [Adana (Merkez), Antalya (Alanya-Merkez), Mersin (Anamur-Merkez), Muğla (Fethiye-Merkez) ve Hatay (İskenderun-Merkez)] yetişen kaktüs bitkilerinden ve herbir lokasyondan 45 kg olacak şekilde meyveye bağlı yaprak kısmıyla birlikte toplanmıştır. Toplanan meyveler ısı iletkenliği düşük olan polietilen torbalarda laboratuvara götürülmüş ve laboratuvarda meyvenin bağlı olduğu yaprak kısımları, ezilmiş meyveler ve taş, toprak, vs. gibi diğer yabancı maddeler ayrılmıştır. Daha sonra bu meyvelere ait dikenler de tazyikli su yardımıyla uzaklaştırılmıştır. Bunu takiben meyvelerin her iki ucundan yaklaşık 0.5 cm bıçakla kesilerek ve meyveye boyuna çizik atılarak kabuk kısımları soyulmuştur. Kabuğun ayrılmasından sonra elde edilen ve tohumları içeren pulp blendırda parçalanarak homojenize edilmiş, daha sonra da elekten geçirilerek tohum ve pulp kısımları ayrılmıştır. Elek altına geçen pulp kısımlarında toplam çözünür katı madde (brix^{o}) değerleri ölçüldükten sonra meyve pulplarının bir kısmı ham selüloz, şekerler ve fenolik bileşenlerin analizi için kurutulmak üzere liyofilizasyon için ayrılmış, geri kalan kısımlar ise soğuğa dayanıklı kaplara konularak analize kadar -20 $^{\circ}$C'de muhafaza edilmiştir. Elek üstünde kalan tohumlar saf suyla birkaç kez yıkanarak ve süzme işlemi uygulanarak tohumda kalan pulp kalıntıları uzaklaştırılmıştır. Sonrasında tohumlar 60 $^{\circ}$C'de kurutulmuş, laboratuvar tipi öğütücüde öğütülmüş ve ışık geçirmeyen kaplara konularak analize kadar -20 $^{\circ}$C'de muhafaza edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Hint inciri meyve pulpunda yapılan fiziksel ve kimyasal analizler

Toplam çözünür katı madde (Brix^{o}): El refraktometresi kullanılarak ölçülmüş ve sonuçlar brix^{o} olarak ifade edilmiştir.

Ham selüloz (%): Meyve pulpunun kurutulması sonucu elde edilen örneğin yağ kısmının uzaklaştırılmasından sonra sülfürik asit çözeltisinin standart konsantrasyonuyla

kaynatılması, çözünmeyen kalıntının ayrılması ve yıkanması, bu kalıntının sodyum hidroksit çözeltisinin standart konsantrasyonu ile kaynatılması, ayrılması, yıkanması, kurutulması, tartılması ve yakma sonucu kütledeki kaybın tayin edilmesi esasına dayanır. Ham selüloz miktarı kurumaddede % şeklinde ifade edilmiştir (TSE 1989).

Şeker içerikleri (%): Pulp örneği saf suda çözünerek belirli oranda seyreltilmiştir. Sonrasında bu karışım 15 dakika boyunca 1400 g ivme ile santrifüj edilmiştir. Daha sonra karışım şırınga filtreden süzülmüştür ve yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) cihazına enjekte edilerek ölçüm yapılmıştır (TSE 2001).

HPLC cihazının çalışma şartları:

Cihaz: Agilent 1200 Series

Software: Agilent ChemStation for LC systems

Hareketli faz: Kalsiyum-disodyum-EDTA çözeltisi (0.1 mmol/l)

Akış hızı: 0.5 ml/dk.

Kolon: Kalsiyum yapısındaki, tanecik büyüklüğü 10 µm, uzunluğu 30 cm, iç çapı 6.5 mm olan sülfolanmış polistiren-divinil benzen katyon değiştiricili kolon

Kolon sıcaklığı: 90 $^{\circ}$C

Dedektör: Refractive Index Detector (Agilent)

Enjeksiyon hacmi: 10 µl

Analizde kullanılan standartlar fruktoz, glukoz, sakkaroz ve rafinozdur (Merck, Germany). Sonuçlar örnek çözeltisi için elde edilen kromatogramdaki piklerin alıkonma zamanları, standart çözelti ile elde edilen piklerin alıkonma zamanları ile karşılaştırılarak ve farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış standart şeker çözeltileriyle hazırlanan kalibrasyon eğrisi kullanılarak belirlenmiştir.

Mineral madde analizi: Meyve pulpu hava sirkülasyonlu kurutma kabininde 70 $^{\circ}$C'de sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuştur. 0.5 g kurutulup öğütülmüş örneğe 5 ml % 65'lik HNO_3 ve 2 ml % 35'lik H_2O_2 ilave edilmiş ve sonrasında örnek kapalı mikrodalga sistemde (Cem-MARS Xpress) 200 $^{\circ}$C'de yakılmıştır. Yakılan örnekler ultra saf suyla 20 ml'ye tamamlanmıştır. Bu şekilde elde edilen örnekler İndüktif Eşleşmiş Plazma-Atomik Emisyon Spektroskopisi (ICP-AES; Varian-Vista, Australia) cihazında okunarak mineral madde içerikleri belirlenmiştir (Skujins 1998) .

ICP-AES cihazının çalışma şartları:

Cihaz	: ICP-AES (Varian – Vista)
RF güç	: 0.7 – 1.5 kw (1.2 – 1.3 kw aksiyal)
Plazma gaz akış hızı (Ar)	: 10.5 – 15 l/dk (radyal), 15 l/dk (aksiyal)
Yardımcı gaz akış hızı (Ar)	: 1.5 l/dk
Algılama yüksekliği	: 5 – 12 mm
Kopyalama ve okuma süresi	: 1 – 5 s (en çok 60 s)
Kopyalama süresi	: 3 s (en çok 100 s)

Toplam fenolik madde içeriğinin belirlenmesi: 1 g meyve pulpu üzerine 10 ml metanol-su karışımı (50:50, v/v) ilave edilmiştir. Bu ekstrakttan 1 ml alınarak üzerine 1 ml Folin-Ciocalteu reaktifi/su karışımı (50:50, v/v) eklenmiş ve karışım 5 dakika bekletilmiştir. Sonrasında bu karışım üzerine 2 ml % 35'lik Na_2CO_3 ilave edilmiş ve oda sıcaklığında 10 dakika bekletilmiştir. Bekleme sonrası karışım 150 g'de 8 dakika santrifüj edilmiş ve üst fazın absorbansı spektrofotometrede (Shimadzu UV-Vis spectrophotometer 1240) 730 nm'de ölçülmüştür. Sonuçlar, belli konsantrasyonlardaki gallik asit standartlarının okunmasıyla oluşturulan kalibrasyon eğrisinden faydalanarak hesaplanmış ve mg/100 g olarak ifade edilmiştir (Kujala ve ark 2000, Medina ve ark 2007).

Serbest radikal süpürücü aktivitenin belirlenmesi: Antioksidanların 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) karşısındaki indirgeme yeteneğinin ölçülmesine dayanan bu spektrofotometrik metotta, meyve pulpunun metanollü ekstraktının 1 ml'si metanollü DPPH çözeltisinin (10 mg/l) 2 ml'si ile karıştırılmış ve karışım kuvvetlice çalkalanmıştır. Sonrasında karışım 30 dakika karanlıkta bekletilmiş ve absorbans spektrofotometrede (Shimadzu UV-Vis spectrophotometer 1240) 517 nm'de okunmuştur. Sonuçlar % olarak ifade edilmiştir (Lee ve ark 1998).

Fenolik bileşenlerin ekstraksiyonu ve belirlenmesi: Meyve pulpundan fenolik bileşenlerin ekstraksiyonunda 1 g liyofilize pulp örneğine 50 mM sodyum askorbat içeren metanol-su karışımından (50:50) 3 ml eklenmiş ve karışım karanlıkta 225 rpm'de 10 dakika karıştırılmıştır, sonrasında ise 12000 g'de ve 10 $^{\circ}$C'de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj işlemi sonrasında üst faz ayrı bir tüpe alınmıştır. Altta kalan faza aynı işlem birkez daha metanol-su karışımı (50:50) ve son kez de % 100 metanolle uygulanmıştır. Toplanan ekstrakt 30 $^{\circ}$C'de vakum altında yaklaşık 3 ml'ye kadar konsantre edilmiş ve sonrasında saf suyla 4 ml'ye tamamlanmıştır (Cejudo-Bastante ve ark 2014).

Fenolik bileşenlerin belirlenmesi yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) cihazı kullanılarak Kara ve ark (2014)'na göre yapılmıştır. Analizde kullanılan standartlar şunlardır: Gallik asit, 3,4-dihidroksibenzoik asit, kateşin, 1,2-dihidroksibenzen, şiringik asit, kafeik asit, rutin, p-kumarik asit, trans-ferulik asit, apigenin 7-glukozit, rezveratrol, kersetin, trans-sinamik asit, naringenin, kamferol ve izoramnetin (Sigma-Aldrich, Steinheim, Germany). Fenolik bileşenler standart çözeltilere ait piklerin alıkonma süreleri ve UV spektrumları ile tespit edilmiş, miktar belirlemede ise farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış standart çözeltilerden elde edilen kalibrasyon eğrisi kullanılmıştır.

HPLC cihazının çalışma şartları:

Cihaz: Shimadzu LC 10A vp, Kyoto, Japan

Software: PC running Class VP chromatography manager software (Shimadzu)

Mobil faz: A (% 2 asetik asit sulu çözeltisi), B (asetonitril-su karışımı (70:30, v/v)

Akış hızı: 1.2 ml/dk.

Kolon: Inertsil ODS3 (GL Sciences, 150 mm x 4.6 mm, 5µm)

Kolon sıcaklığı: 30 °C

Enjeksiyon hacmi: 25 µl

Dedektör: Shimadzu SPD-20A UV-VIS Detector

Dalgaboyu: 280 nm

Gradient çalışma programı:

t=0 A=95 B=5

t=3.00 A=95 B=5

t=8.00 A=85 B=15

t=10.00 A=80 B=20

t=12.00 A=75 B=25

t=20.00 A=60 B=40

t=30.00 A=20 B=80

β-karoten ekstraksiyonu ve tayini: Meyve pulpundan β-karotenin ekstraksiyonunda 5 g pulp örneği erlen içerisine alınmış, ışıktan korunarak üzerine 100 ml ekstraksiyon solventi (hekzan:aseton:etanol, 50:25:25, v/v/v) ilave edilmiş ve manyetik karıştırıcıda 30 dakika karıştırılmıştır. Sonrasında karışım üzerine 15 ml saf su ilave edilmiş ve faz ayrımı için beklenmiştir. Daha sonra üst fazın 10 ml'si evapore edilmiş ve ekstrakt metanol ile 1 ml'ye tamamlanmıştır. Son çözelti 0.45 µm'lik membran filtreden geçirilmiştir (Barba ve ark 2006). Elde edilen çözeltinin 20 µl'si HPLC cihazına enjekte edilerek β-karoten miktarı belirlenmiştir (Mu-Lin ve ark 2007) .

HPLC cihazının çalışma şartları:

Cihaz: Shimadzu, Kyoto, Japan

Software: PC running Class VP chromatography manager software (Shimadzu)

Mobil faz: A (asetonitril:su karışımı, 9:1, v/v), B (etil asetat)

Akış hızı: 1 ml/dk.

Kolon: Inertsil ODS2 (250 mm x 4.6 mm, 5 µm, GL Sciences, Tokyo, Japan)

Kolon sıcaklığı: 25 °C

Dedektör: Shimadzu SPD-20A UV-VIS Detector

Dalgaboyu: 471 nm

Gradient çalışma programı:

t=0 A=100 B=0

t=15 A=0 B=100

t=20 A=0 B=100

Askorbik asit ekstraksiyonu ve tayini: Askorbik asit ekstraksiyonunda 5 g pulp örneğine % 2'lik metafosforik asitten 50 ml ilave edilmiş ve 11000 rpm'de 3 dakika homojenize edilmiştir. Sonrasında 15 dakika çalkalanan karışım filtre edilmiştir. Elde edilen filtrat % 2'lik metafosforik asitle 50 ml'ye seyreltilmiş ve HPLC'ye 20 µl enjekte edilerek askorbik asit miktarı belirlenmiştir (Karipçin ve ark 2016).

HPLC cihazının çalışma şartları:

Cihaz: Shimadzu, Kyoto, Japan

Software: PC running Class VP chromatography manager software (Shimadzu)

Mobil faz: A (% 1' lik asetik asit), B (metanol) (A:B, 95:5, v/v)

Akış hızı: 1 ml/dk.

Kolon: Inertsil ODS4 (250 mm x 4.6 mm, 5 µm, GL Sciences, Tokyo, Japan)

Kolon sıcaklığı: 30 °C

Dedektör: Shimadzu SPD-20A UV-VIS Detector

Dalgaboyu: 278 nm

.

3.2.2. Hint inciri tohumunda yapılan kimyasal analizler

Yağ tayini (%): Öğütülmüş hint inciri tohumunun Soxhlet tipi özütleyicide petrol eteriyle özütlenmesi, özütleme sonrasında elde edilen maddeden çözücünün uzaklaştırılması ve elde edilen özütün kütlesinin belirlenmesi prensibine dayanır. Yağ miktarı kütlece % olarak ifade edilmiştir (TSE 2010).

Yağ asitleri bileşiminin belirlenmesi: Yağ asitleri bileşiminin belirlenmesinde kullanılan yağ örnekleri hint inciri tohumlarından petrol eteriyle özütleme sonucu elde edilmiştir (TSE 2010). Yağ asidi metil esterleri Uluslararası Zeytinyağı Konseyine (IOOC) ait analiz metoduna göre yapılmıştır (IOOC 2001). 5ml'lik vida kapaklı deney tüpüne 0.1 g yağ örneği tartılmıştır. Üzerine 2 N metanollü potasyum hidroksit çözeltisinden 2 ml ve birkaç damla metiloranj çözeltisi ilave edilmiş, sonrasında PTFE-septumla birlikte tüpün kapağı kapatılmış ve 30 saniye kuvvetlice çalkalandıktan sonra üst faz oluşuncaya kadar beklenmiştir. Oluşan üst faz gaz kromatografi (GC) cihazına (Shimadzu GC-2010) enjekte edilerek yağ asitleri bileşimi belirlenmiştir**.**

Gaz kromatografi cihazının çalışma şartları:

Mobil faz: Azot

Azotun akış hızı (ml/dk) : 1.51

Toplam akış hızı (ml/dk) : 80

Split oranı: 1/40

Enjeksiyon hacmi: 1 µl

Enjeksiyon bloğu sıcaklığı: 260 °C

Dedektör sıcaklığı: 260 °C

Dedektör: FID (Flame Ionization Detector (Alev İyonizasyon Dedektörü), Shimadzu)

Kullanılan kolon: Fused silika kolon (kapiler) (Teknokroma TR-CN100, Barcelona, Spain, 60 m x 0.25 mm iç çap, film kalınlığı 0.20 µm)

Sıcaklık programı : 90 °C'de 7 dakika tut, 5 °C /dakika artarak 240 °C'ye yüksel, bu sıcaklıkta 15 dakika bekle şeklindedir.

3.2.3. İstatistiksel analizler

Araştırma sonuçlarının istatistiksel değerlendirmesinde SPSS 15.0 for Windows Evaluation Version istatistik programı kullanılmıştır. Lokasyonun analiz parametreleri üzerindeki etkisi varyans analiziyle (One-way ANOVA) değerlendirilmiş ve gruplar arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testiyle tespit edilmiştir.

Analiz ve denemeler üçer tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Hint İnciri Meyve Pulplarının Fiziksel ve Kimyasal Bileşimi

4.1.1. Hint inciri meyve pulplarının fiziksel ve kimyasal özellikleri

Hint inciri meyve pulplarına ait brix°, ham selüloz, şeker içerikleri, toplam fenolik madde, serbest radikal süpürücü aktivite, β-karoten ve askorbik asit değerleri Çizelge 4.1.1.1'de, bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.1.1.2'de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.1.1.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.1.1.1. Hint inciri meyve pulplarının bazı fiziko-kimyasal özellikleri

Özellikler	Lokasyonlar				
	Adana (Merkez)	**Alanya (Merkez)**	**Anamur (Merkez)**	**Fethiye (Merkez)**	**İskenderun (Merkez)**
Brix°	11.33±1.40**	10.27±0.50	10.73±0.50	13.67±0.23	10.73±0.30
Ham selüloz (%)*	1.20±0.16	1.57±0.11	1.27±0.20	1.51±0.06	1.37±0.20
Fruktoz (g/100 g)*	26.53±1.64	29.17±2.50	25.34±1.89	24.95±0.45	26.50±2.08
Glukoz (g/100 g)*	38.92±3.27	44.71±4.51	39.69±5.88	41.65±1.53	39.32±2.75
Sakkaroz (g/100 g)*	0.18±0.02	0.36±0.05	0.20±0.03	0.15±0.04	0.15±0.03
Rafinoz (g/100 g)*	0.02±0.02	0.05±0.03	-***	-***	0.01±0.01
Toplam fenolik madde (mg/100 g)	824.07±183.38	844.91±80.19	490.74±95.81	932.87±44.10	502.31±31.31
Serbest radikal süpürücü aktivite (%)	53.31±1.44	52.24±0.70	52.21±0.75	53.41±0.76	52.83±0.43
β-karoten (µg/kg)	110.71±18.30	66.59±21.07	130.76±22.55	54.20±7.84	40.93±2.01
Askorbik asit (mg/kg)	124.82±25.02	137.50±10.35	191.07±23.32	240.25±25.38	139.46±6.27

*****Kurumaddede
**Ortalama±standart sapma
***Tespit edilemedi.

Çizelge 4.1.1.2. Hint inciri meyve pulplarının bazı fiziko-kimyasal özelliklerine ait varyans analizi sonuçları

Özellikler	Varyasyon Kaynağı (Lokasyon)			Hata	
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.
Brix°	**4**	5.476	10.424*	**10**	0.525
Ham selüloz (%)	**4**	0.073	3.034ns	**10**	0.024
Fruktoz (g/100 g)	**4**	8.180	2.406ns	**10**	3.400
Glukoz (g/100 g)	**4**	17.203	1.139ns	**10**	15.100
Sakkaroz (g/100 g)	**4**	0.022	20.021*	**10**	0.001
Rafinoz (g/100 g)	**4**	0.001	7.534*	**10**	0.000
Toplam fenolik madde (mg/100 g)	**4**	128765.687	12.342*	**10**	10432.842
Serbest radikal süpürücü aktivite (%)	**4**	0.976	1.258ns	**10**	0.776
β-karoten (µg/kg)	**4**	4416.854	16.325*	**10**	270.556
Askorbik asit (mg/kg)	**4**	7014.217	17.888*	**10**	392.119

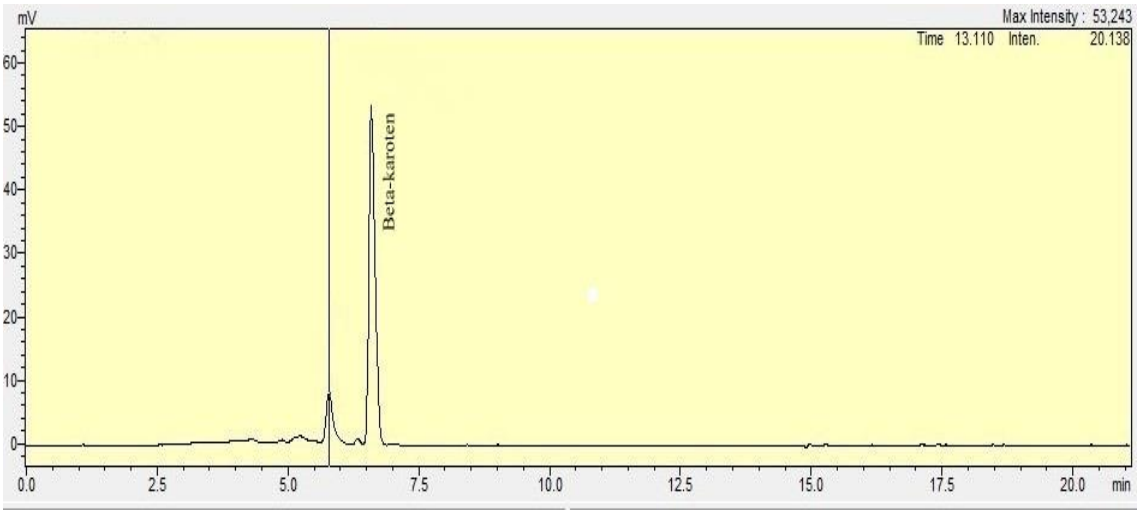
*p<0.01 seviyesinde önemlidir.
ns:önemsizdir.

Çizelge 4.1.1.3. Hint inciri meyve pulplarının bazı fiziko-kimyasal özelliklerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

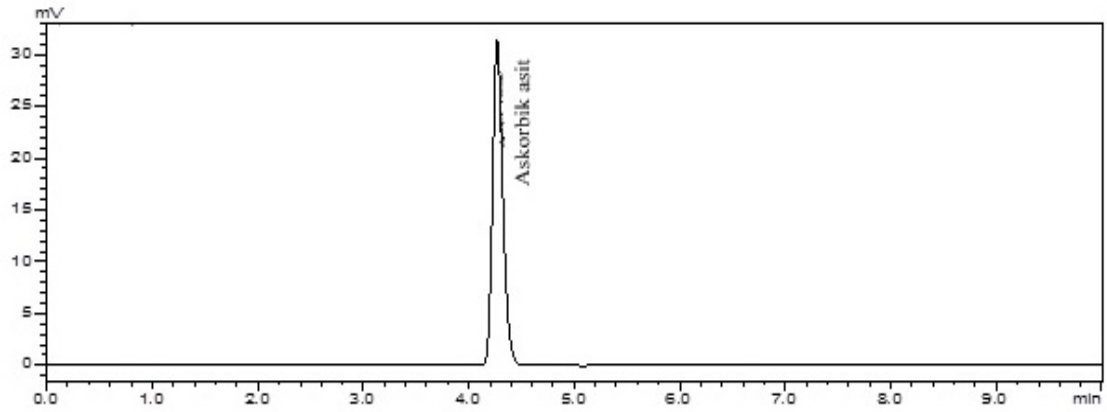
Özellikler	Lokasyonlar				
	Adana (Merkez)	**Alanya (Merkez)**	**Anamur (Merkez)**	**Fethiye (Merkez)**	**İskenderun (Merkez)**
n	3	3	3	3	3
Brix°	11.33b	10.27b	10.73b	13.67a	10.73b
Ham selüloz (%)	1.20	1.57	1.27	1.51	1.37
Fruktoz (g/100 g)	26.53	29.17	25.34	24.95	26.50
Glukoz (g/100 g)	38.92	44.71	39.69	41.65	39.32
Sakkaroz (g/100 g)	0.18b	0.36a	0.20b	0.15b	0.15b
Rafinoz (g/100 g)	0.02b	0.05a	0b	0b	0.01b
Toplam fenolik madde (mg/100 g)	824.07a	844.91a	490.74b	932.87a	502.31b
Serbest radikal süpürücü aktivite (%)	53.32	52.24	52.21	53.41	52.83
β-karoten (µg/kg)	110.71a	66.59b	130.76a	54.20b	40.93b
Askorbik asit (mg/kg)	124.82c	137.50c	191.07b	240.25a	139.46c

*Aynı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farksızdır.

Farklı lokasyonlara ait hint inciri meyvelerinin pulplarında yapılan β-karoten ve askorbik asit analizlerine ait standart kromatogramları sırasıyla Şekil 4.1.1.1 ve Şekil 4.1.1.2'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1.1.1. Hint inciri meyve pulplarının β-karoten analizine ait standart HPLC kromatogramı



Şekil 4.1.1.2. Hint inciri meyve pulplarının askorbik analizine ait standart HPLC kromatogramı

Farklı lokasyonlara ait hint inciri meyve pulplarının brix^{o}, toplam fenolik madde, serbest radikal süpürücü aktivite, β-karoten ve askorbik asit değerlerinin sırasıyla 10.27 (Alanya-Merkez)-13.67 (Fethiye-Merkez), 490.74 (Anamur-Merkez)-932.87 mg/100 g (Fethiye-Merkez), % 52.21 (Anamur-Merkez)-53.41 (Fethiye-Merkez), 40.93 (İskenderun-Merkez)-130.76 µg/kg (Anamur-Merkez) ve 124.82 (Adana-Merkez)-240.25 mg/kg (Fethiye-Merkez) arasında değiştiği görülmektedir (Çizelge 4.1.1.1). Meyve pulplarına ait kurumaddedeki ham selüloz, fruktoz, glukoz, ve sakkaroz değerleri ise sırasıyla % 1.20 (Adana-Merkez)-1.57 (Alanya-Merkez) , 24.95 (Fethiye-Merkez)-29.17 g/100 g (Alanya-Merkez), 38.92 (Adana-Merkez)-44.71 g/100 g (Alanya-Merkez) ve

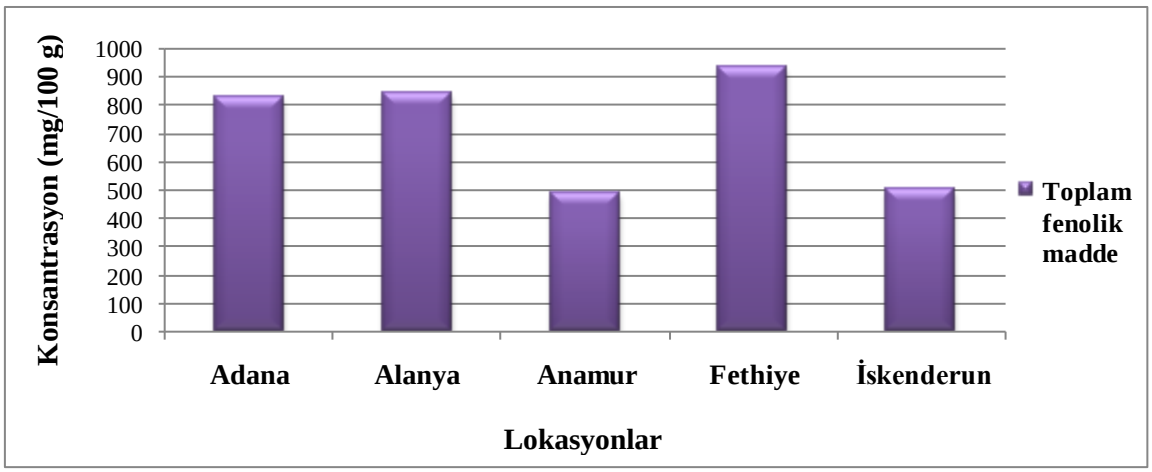
0.15 (Fethiye-Merkez ve İskenderun-Merkez)-0.36 g/100 g (Alanya-Merkez) arasında yer almaktadır. Ayrıca Anamur ve Fethiye örneklerinde rafinoz tespit edilememiştir ve diğer lokasyonlardaki rafinoz değerleri 0.01 (İskenderun-Merkez)-0.05 (Alanya-Merkez) g/100 g arasında yer almaktadır (Çizelge 4.1.1.1).

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.1.1.2), hint inciri meyve pulplarının brix^{o}, sakkaroz, rafinoz, toplam fenolik madde, β-karoten ve askorbik asit değerleri üzerine lokasyonun etkisi $p<0.01$ seviyesinde önemlidir ve lokasyon ham selüloz, fruktoz, glukoz ve serbest radikal süpürücü aktiviteyi etkilememiştir. Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.1.1.3), en yüksek brix^{o} değeri Fethiye örneklerindedir, diğer lokasyonlara ait örneklerin brix^{o} değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemsizdir. Medina ve ark (2007), Tenerife Adası'nda yetişen iki farklı *Opuntia* türünün kimyasal bileşimini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda *O. ficus indica*'nın portakal renkli meyve pulpunda brix^{o} değerinin 14.05 olduğunu tespit etmişlerdir. Brix^{o} değeri açısından bakıldığında kendi bulgularımızın Medina ve ark (2007)'nın değerlerinden daha düşük olduğu ve literatür değerine en yakın brix^{o} değerinin Fethiye örneklerinde olduğu görülmektedir. Bununla birlikte Felker ve ark (2005) ile Inglese ve ark (1995b), ideal kaktüs ürününe ait kabul görmüş özellikler arasında pulp brix^{o} değerinin 13'ün üzerinde olmasını bildirmişlerdir. Fethiye örneklerinin kalite açısından bu brix^{o} değerini karşıladığı görülmektedir.

Lokasyonlar arasındaki en yüksek sakkaroz ve rafinoz içerikleri Alanya örneklerindedir, diğer lokasyonlara ait örneklerin sakkaroz ve rafinoz değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemsizdir (Çizelge 4.1.1.3). Şeker içerikleri incelendiğinde tüm lokasyonlara ait meyve pulplarında baskın olan şekerlerin fruktoz ve glukoz olduğu görülmektedir (Çizelge 4.1.1.1). Şeker içeriği tatlı meyveyi tercih eden tüketiciler açısından meyve kalitesiyle ilgili önemli bir kriterdir (Inglese ve ark 1995b). Fruktoz ve glukozun en fazla bulunan şekerler olmasının tatlılık açısından tüm lokasyonlardaki hint inciri meyveleri için bir avantaj olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte, tüm lokasyonlara ait hint inciri meyvelerindeki yüksek fruktoz ve glukoz içerikleri duyusal kalite ve besin değeri açısından önem arz etmektedir ve hint inciri meyve sularının farklı ürünlerde tatlandırıcı olarak kullanımına da olanak sağlamaktadır. El Kossori ve ark (1998), *Opuntia ficus-indica*'nın pulp, kabuk ve tohumlarının bileşimini incelemişler ve pulp kısmının kurumaddede % 29.6 fruktoz, % 35 glukoz ve % 0.22 sakkaroz içerdiğini, ayrıca pulp kısmının rafinoz içermediğini tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada hint inciri meyve pulpunun kurumaddede % 20.5 oranında toplam lif

içerdiği ve toplam lif içeriğinin % 14.2'sini selülozun oluşturduğu bildirilmiştir. Lokasyonlara ait değerler incelendiğinde fruktoz değerlerinin El Kossori ve ark (1998)'nın tespit ettiği değere göre daha düşük, glukoz değerlerinin ise daha yüksek olduğu, ayrıca Alanya örneklerinin sakkaroz içeriğinin El Kossori ve ark (1998)'nın sakkaroz değerinden daha yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 4.1.1.1). Kendi bulgularımızla El Kossori ve ark (1998)'nın değerleri arasındaki farklılıkların iklim ve çevresel faktörlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Mondragon-Jacobo (2001), kuru arazilerde yetişen hint inciri meyvesinin nemli arazilerde yetişene göre daha tatlı olduğunu bildirmiştir. Bununla birlikte, Anamur ve Fethiye örneklerinin rafinoz içermemesi de El Kossori ve ark (1998)'nın sonucu ile uyum sağlamıştır. Kendi çalışmamızda tespit ettiğimiz ham selüloz değerleri El Kossori ve ark (1998)'nın değerinden daha düşüktür ve değerler arasındaki farklılıkların iklim ve çevre şartlarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Liflerin insan sağlığı üzerindeki faydalı etkileri geniş çapta bilinmektedir, diyet liflerinin çeşitli hastalıkları önlemede yardımcı olabilen önemli diyet bileşenleri olduğu şüphesizdir (Roehrig 1988). Tüm lokasyonlardaki hint inciri meyve pulplarının ham selüloz içermesinin beslenme açısından bu meyvelere avantaj sağladığı düşünülmektedir.

Farklı lokasyonlardan toplanan hint inciri meyvelerine ait pulpların toplam fenolik madde içerikleri Adana, Alanya ve Fethiye örneklerinde en yüksek, Anamur ve İskenderun örneklerinde ise en düşüktür (Çizelge 4.1.1.3 ve Şekil 4.1.1.3). Adana, Alanya ve Fethiye örneklerinin toplam fenolik madde miktarları arasındaki farklılıklar ile Anamur ve İskenderun örneklerinin toplam fenolik madde miktarları arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemsizdir (Çizelge 4.1.1.3).



Şekil 4.1.1.3. Hint inciri meyve pulplarının toplam fenolik madde içeriklerinin lokasyona bağlı değişimi

Fernandez-Lopez ve ark (2010), İspanya'da yetişen 3 farklı kaktüs türüne ait kabuklu meyvelerde yaptıkları çalışma sonucunda *Opuntia ficus-indica*'nın kırmızı renkli yaş meyvelerinde 218.8 mg gallik asit/100 g toplam fenolik madde bulunduğunu bildirmişlerdir. Yahia ve Mondragon-Jacobo (2011), 10 adet kaktüs varyetesi ve hattına ait meyvelerin pulpları üzerine yaptıkları çalışmada, *O. ficus-indica*'ya ait seleksiyonlardan birinde yaş meyve pulpunda 10 mg gallik asit/g, başka bir seleksiyonuna ve diğer varyetelerine ait yaş meyve pulplarında ise 10-70 mg gallik asit/g arasında toplam fenolik madde tespit etmişlerdir. Osorio-Esquivel ve ark (2011), *Opuntia joconostle* meyvelerindeki fenolikler, betasiyaninler ve antioksidan aktivite üzerine çalışmışlar ve *Opuntia joconostle* meyvesinde yaş mezokarpta toplam fenolik madde miktarının 1.38 mg gallik asit/g, mezokarpa ait metanollü ekstraktta antioksidan aktivitenin (DPPH yöntemiyle elde edilen) ise % 42.27 olduğunu bildirmişlerdir. Kendi çalışmamızdaki tüm lokasyonlara ait toplam fenolik madde içeriklerinin Yahia ve Mondragon-Jacobo (2011)'nun bildirdikleri değerlere göre düşük, Fernandez-Lopez ve ark (2010) ile Osorio-Esquivel ve ark (2011)'nın değerlerine göre yüksek olduğu görülmektedir. Çalışmamızdaki lokasyonlara ait serbest radikal süpürücü aktivite değerleri, Osorio-Esquivel ve ark (2011)'nın bildirdiği değere göre daha yüksektir. Kendi çalışmamızdaki toplam fenolik madde ve serbest radikal süpürücü aktivite bulgularımızla literatürler arasındaki farklılıkların varyete, tür, meyve rengi, lokasyon, iklim, toprak yapısı ve çevre şartlarındaki farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

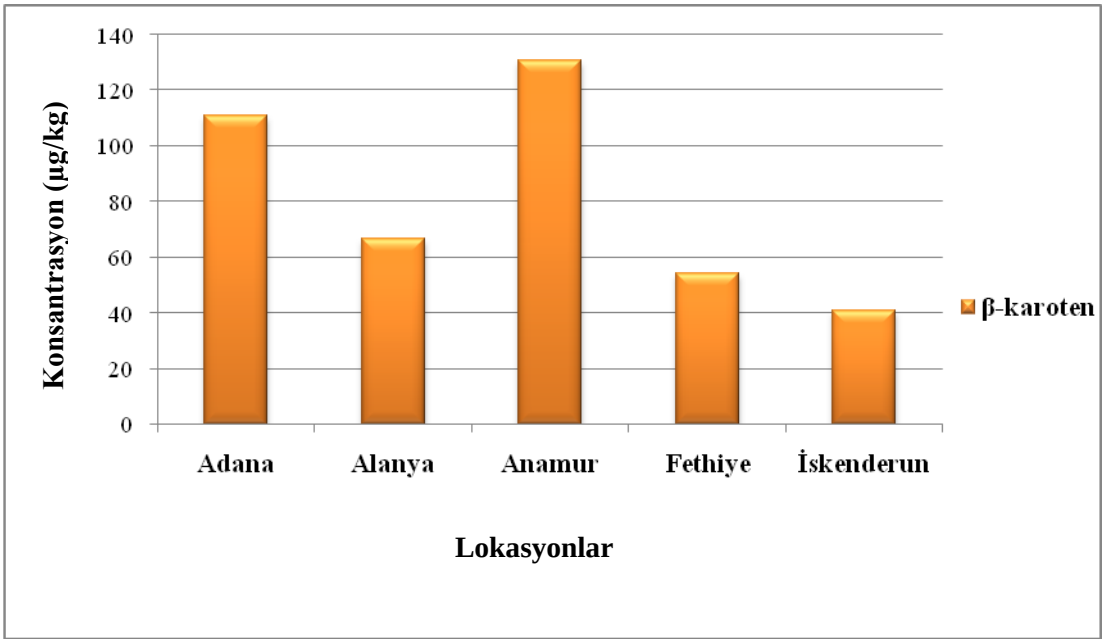
Huang ve ark (2004), farklı meyvelerde yaptıkları çalışmada fenolik madde içeriğinin meyve ekstraktlarının antioksidan aktivitesine katkı sağladığını tespit etmişlerdir. Ayrıca Feugang ve ark (2006), *Opuntia* meyvesinin beslenme ve sağlıkla ilgili faydalarının bu meyvenin antioksidan özellikleriyle, antioksidan özelliklerin de askorbik asit, fenolik bileşikler ve pigment karışımıyla (sarı betaksantin ve kırmızı betasiyanin pigmentleri) ilgili olduğunu bildirmişlerdir. Dolayısıyla bulgularımızdaki yüksek serbest radikal tutucu aktivite değerlerine, lokasyonlardaki yüksek toplam fenolik madde ve askorbik asit içeriklerinin katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Seeram ve ark (2008), polifenolce zengin içeceklerle ilgili yaptıkları çalışmada, Concord üzümü, yabanmersini, vişne, kızılcık, portakal ve elma sularında serbest radikal süpürücü kapasite değerlerinin sırasıyla % 28.2, % 20.6, % 11.3, % 19.2, % 12.7 ve % 11.8 olduğunu bildirmişlerdir. Kendi çalışmamızda elde ettiğimiz tüm lokasyonlara ait serbest radikal süpürücü aktivite değerlerinin, Seeram ve ark (2008)'nın değerlerine göre yüksek olduğu görülmektedir. Beslenmeyle ilgili ve sağlık üzerindeki olumlu etkiler göz önünde

bulundurulduğunda, çalışmamızda elde ettiğimiz yüksek serbest radikal süpürücü aktivite değerlerinin tüm lokasyonlardaki hint inciri meyvelerinin önemini arttırdığı düşünülmektedir.

Lokasyonlar arasındaki en yüksek β-karoten değerleri Adana ve Anamur örneklerinde, en düşük β-karoten değerleri ise Alanya, Fethiye ve İskenderun örneklerindedir (Çizelge 4.1.1.3, Şekil 4.1.1.4). Adana ve Anamur örneklerinin β-karoten değerleri arasındaki farklılıklar ile Alanya, Fethiye ve İskenderun örneklerinin β-karoten değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemsizdir (Çizelge 4.1.1.3). Yahia ve Mondragon-Jacobo (2011), 10 adet kaktüs varyetesi ve hattına ait meyvelerin pulpları üzerine yaptıkları çalışmada *O. ficus-indica*'nın seleksiyonlarından birinin yaklaşık 1 µg/g, diğer seleksiyonların ve varyetelerin ise 0.50 µg/g'dan daha az β-karoten içerdiğini tespit etmişlerdir. Kendi çalışmamızdaki tüm lokasyonlara ait β-karoten değerlerinin Yahia ve Mondragon-Jacobo (2011)'nun 0.50 µg/g'ın altında β-karoten içerdiğini bildirdikleri seleksiyon ve varyetelerle uyum sağladığı, diğer seleksiyondan ise düşük olduğu görülmektedir. Setiawan ve ark (2001), Endonezya'da tüketilen meyvelerle ilgili yaptıkları çalışmada elma, muz, guava, Jack meyvesi, kedondong, kemang, mango, portakal, papaya, ananas, yıldız meyvesi, mandalina, kırmızı karpuz ve sarı karpuzun yenilebilir kısımlarının yaş meyvede ortalama olarak sırasıyla 72 µg/100 g, 97 µg/100 g, 984 µg/100 g, 360 µg/100 g, 201 µg/100 g, 59 µg/100 g, 553 µg/100 g, 275 µg/100 g, 440 µg/100 g, 230 µg/100 g, 42 µg/100 g, 162 µg/100 g, 592 µg/100 g ve 140 µg/100 g β-karoten içerdiğini tespit etmişlerdir. Manthey ve Perkins-Veazie (2009), farklı lokasyonlardaki farklı mango varyeteleri üzerinde çalışmışlar ve mango meyve pürelerindeki β-karoten değerlerinin 3.08-39.02 mg/kg arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Çalışmamızda elde ettiğimiz tüm β-karoten değerleri Setiawan ve ark (2001)'nın ve Manthey ve Perkins-Veazie (2009)'nin bildirdikleri değerlerden düşüktür. Kendi çalışmamızda bulduğumuz β-karoten değerleri ile literatürler arasındaki farklılıkların meyve çeşidi, tür, genetik yapı, lokasyon, bitkilerin toplam sıcaklık istekleri ve meyve renginin farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Meyveler kırmızı, portakal renkli ve sarı pigmentlerin bir grubu olan çeşitli karotenoitleri içerir. Karotenoitlerin çoğunluğu A vitamininin ön maddeleridir (Bendich 1993). Biyokimyasal ve epidemiyolojik çalışmalar karotenoitlerin nörolojik, iltihabi ve bağışıklıkla ilgili rahatsızlıklarda olduğu gibi kanser, kalp-damar hastalığı, kataraktlar ve maküler hastalığın önlenmesinde de koruyucu etkilere sahip olabileceğini bildirmiştir (Bendich 1993, Langseth 1995). Karotenoit grubunda yer alan ve nutrasötik öneme sahip

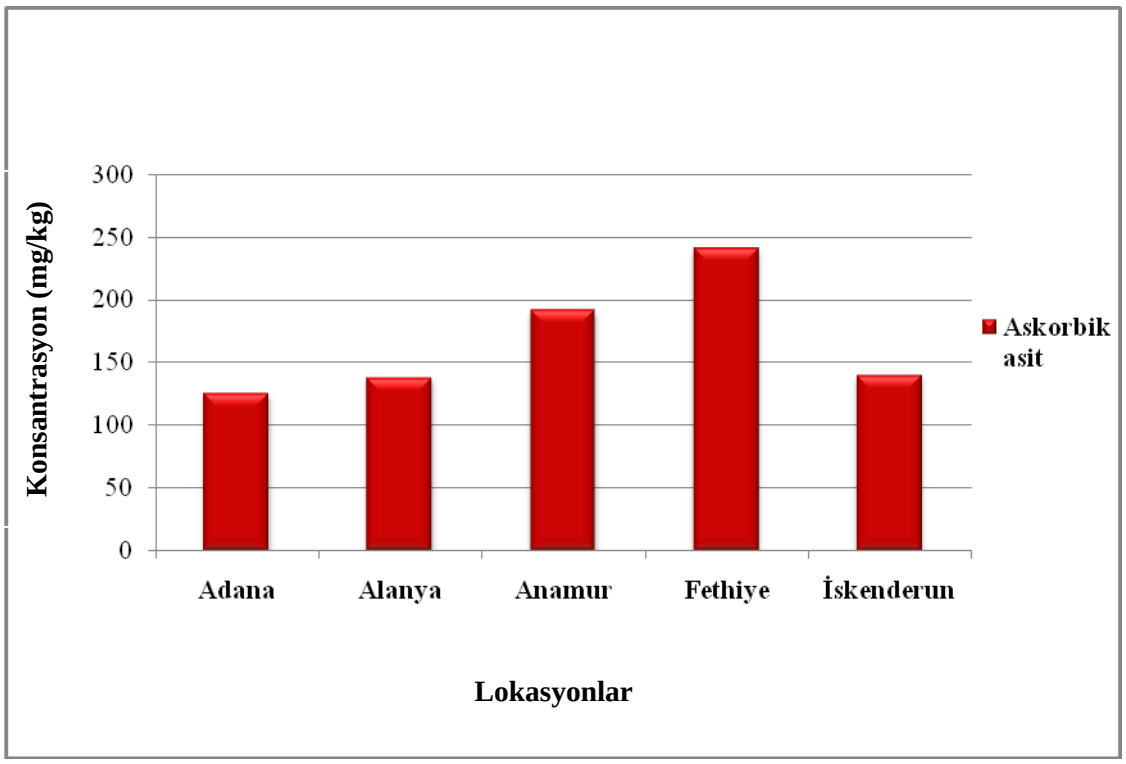
β-karotenin çalışmamızda yer alan tüm lokasyonlara ait hint inciri meyvelerindeki varlığının bu meyvelerin tüketiminin önemini arttırdığı düşünülmektedir.



Şekil 4.1.1.4. Hint inciri meyve pulplarının β-karoten değerlerinin lokasyona bağlı değişimi

Lokasyonlar arasındaki en yüksek askorbik asit değerleri Fethiye, daha sonra da Anamur örneklerindedir. En düşük askorbik asit değerleri ise Adana, Alanya ve İskenderun örneklerindedir, bu üç lokasyonun askorbik asit değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemsizdir (Çizelge 4.1.1.3). De Wit ve ark (2010), farklı *Opuntia ficus-indica* varyetelerine ait meyve pulplarının kalite parametreleri üzerine lokasyonun etkisini incelemişler ve çalışma sonucunda tüm varyetelerde askorbik asit değerlerinin lokasyonlar arasında önemli seviyede farklılık gösterdiğini ortaya koymuşlardır. Kendi çalışmamızda lokasyon faktörünün askorbik asit üzerindeki etkisinin istatistiksel anlamda önemli olması (Çizelge 4.1.1.2) De Wit ve ark (2010) ile uyum sağlamaktadır. Kuti (2004), *Opuntia* cinsine ait dört farklı kaktüs türünün meyvelerindeki antioksidan bileşenlerle ilgili yaptığı çalışmada *O. ficus-indica*'nın açık yeşil renkli meyve pulplarının 458 µg/g askorbik asit içerdiğini tespit etmiştir. Kendi çalışma sonuçlarımıza bakıldığında askorbik asit bulgularımızın Kuti (2004)'ye göre daha düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 4.1.1.1). Medina ve ark (2007)'nın Tenerife Adası'nda yetişen iki farklı *Opuntia* türünün kimyasal bileşimini inceledikleri çalışmada, *O. ficus indica*'nın portakal renkli meyve pulpunun 17.2 mg/100 g askorbik asit içerdiği bildirilmiştir. Fernandez-Lopez ve ark (2010) ise İspanya'da yetişen 3 farklı kaktüs

türüne (*Opuntia ficus-indica, Opuntia undulata* ve *Opuntia stricta*) ait kabuklu meyveler üzerinde çalışmışlar ve *Opuntia ficus-indica*'nın meyvelerinin 18.5 mg/100 g askorbik asit içerdiğini tespit etmişlerdir. Anamur ve Fethiye örneklerinin askorbik asit değerleri Medina ve ark (2007) ile Fernandez-Lopez ve ark (2010)'nın değerlerinden daha yüksek, diğer lokasyonların askorbik asit değerleri ise daha düşüktür. Değerler arasındaki bu farklılığın analizini yaptığımız meyvelerle sözkonusu literatürdeki meyveler arasındaki renk farklılığından, iklim, çevre şartları ve lokasyon farklılıklarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Askorbik asidin önemli bir antioksidan kaynağı olduğu ve kaktüs meyvelerindeki askorbik asit içeriklerinin erik, nektarin ve şeftalideki askorbik asit içeriklerinden (sırasıyla 7 mg/100 g, 10 mg/100 g ve 9 mg/100 g) daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Gil ve ark 2002, Fernandez-Lopez ve ark 2010). Lokasyonlara ait değerler incelendiğinde tüm lokasyonların askorbik asit değerlerinin bu literatürle uyumu görülmektedir, bununla birlikte nispeten yüksek askorbik asit içeriğinin Fethiye örneklerini besleyici değer bakımından diğer lokasyonlara ait örneklere göre üstün kıldığı düşünülmektedir (Şekil 4.1.1.5).



Şekil 4.1.1.5. Hint inciri meyve pulplarının askorbik asit içeriklerinin lokasyona bağlı değişimi

4.1.2. Hint inciri meyve pulplarının mineral madde içerikleri

Hint inciri meyve pulplarına ait mineral madde içerikleri Çizelge 4.1.2.1'de, bu içeriklere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.1.2.2'de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.1.2.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.1.2.1. Hint inciri meyve pulplarının mineral madde içerikleri* (mg/kg)

Mineraller	**Lokasyonlar**				
	Adana (Merkez)	**Alanya (Merkez)**	**Anamur (Merkez)**	**Fethiye (Merkez)**	**İskenderun (Merkez)**
P	222.96±25.53**	298.27±13.15	403.97±3.81	174.40±27.12	258.14±10.31
K	1908.10±8.36	2190.20±41.12	3981.90±37.94	1981.70±30.48	2409.20±6.53
Ca	228.41±14.14	1224±11.54	136.79±39.16	283.09±12.26	366.63±14.20
Mg	258.34±36.11	258.34±36.11	347.87±16.42	205.15±32.34	393.01±2.83
S	243.14±27.48	282.75±18.84	288.41±27.02	228.09±17.71	211.45±14.24
Fe	22.66±17.37	30.48±5.89	24.80±3.55	29.23±1.87	13.80±9.31
Zn	3.42±0.99	3.54±0.88	2.02±1.28	1.70±0.07	17.85±0.87
Mn	0.91±0.51	12.95±1.70	6.56±1.01	0.73±0.67	2.35±0.56
B	6.08±1.02	6.19±1.31	7.70±0.78	5.45±0.89	5.57±0.56
Cu	2.45±1.55	4.33±1.18	2.63±0.67	2.71±0.45	1.52±0.89
Mo	0.35±0.14	0.24±0.05	0.21±0.01	0.23±0.21	0.21±0.06

*Kurumaddede
**Ortalama±standart sapma

Çizelge 4.1.2.2. Hint inciri meyve pulplarının mineral madde içeriklerine ait varyans analizi sonuçları

Mineraller	**Varyasyon Kaynağı (Lokasyon)**			**Hata**	
	S.D.	**K.O.**	**F**	**S.D.**	**K.O.**
P (mg/kg)	**4**	22671.427	67.435*	**10**	336.199
K (mg/kg)	**4**	2189280.957	2624*	**10**	834.326
Ca (mg/kg)	**4**	585836.447	132*	**10**	443.699
Mg (mg/kg)	**4**	117350.223	22.069*	**10**	786.167
S (mg/kg)	**4**	3418.349	7.251*	**10**	471.402
Fe (mg/kg)	**4**	131.723	1.500ns	**10**	87.805
Zn (mg/kg)	**4**	140.213	168.804*	**10**	0.831
Mn (mg/kg)	**4**	80.387	81.377*	**10**	0.988
B (mg/kg)	**4**	2.418	2.705ns	**10**	0.894
Cu (mg/kg)	**4**	3.086	2.950ns	**10**	1.046
Mo (mg/kg)	**4**	0.011	0.790ns	**10**	0.014

*p<0.01 seviyesinde önemlidir.
ns:önemsizdir.

Çizelge 4.1.2.3. Hint inciri meyve pulplarının mineral madde içeriklerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

Mineraller	**Lokasyonlar**				
	Adana (Merkez)	**Alanya (Merkez)**	**Anamur (Merkez)**	**Fethiye (Merkez)**	**İskenderun (Merkez)**
n	3	3	3	3	3
P (mg/kg)	222.96d	298.27b	403.97a	174.40e	258.14c
K (mg/kg)	1908.10e	2190.20c	3981.90a	1981.70d	2409.20b
Ca (mg/kg)	228.41d	1224a	136.79e	283.09c	366.63b
Mg (mg/kg)	258.34b	258.34b	347.87a	205.15b	393.01a
S (mg/kg)	243.14b	282.75a	288.41a	228.09b	211.45b
Fe (mg/kg)	22.66	30.48	24.80	29.23	13.80
Zn (mg/kg)	3.42bc	3.54b	2.02bc	1.70c	17.85a
Mn (mg/kg)	0.91c	12.95a	6.56b	0.73c	2.35c
B (mg/kg)	6.08	6.19	7.70	5.45	5.57
Cu (mg/kg)	2.45	4.33	2.63	2.71	1.52
Mo (mg/kg)	0.35	0.24	0.21	0.23	0.21

*Aynı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farksızdır.

Farklı lokasyonlara ait hint inciri meyve pulplarının kurumaddedeki P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Mn, B, Cu ve Mo değerleri sırasıyla 174.40 (Fethiye-Merkez)-403.97 mg/kg (Anamur-Merkez), 1908.10 (Adana-Merkez)-3981.90 mg/kg (Anamur-Merkez), 136.79 (Anamur-Merkez)-1224 mg/kg (Alanya-Merkez), 205.15 (Fethiye-Merkez)-393.01 mg/kg (İskenderun-Merkez), 211.45 (İskenderun-Merkez)-288.41 mg/kg (Anamur-Merkez), 13.80 (İskenderun-Merkez)-30.48 mg/kg (Alanya-Merkez), 1.70 (Fethiye-Merkez)-17.85 mg/kg (İskenderun-Merkez), 0.73 (Fethiye-Merkez)-12.95 mg/kg

(Alanya-Merkez), 5.45 (Fethiye-Merkez)-7.70 mg/kg (Anamur-Merkez), 1.52 (İskenderun-Merkez)-4.33 mg/kg (Alanya-Merkez) ve 0.21 (Anamur-Merkez ve İskenderun-Merkez)-0.35 mg/kg (Adana-Merkez) arasında değişmiştir (Çizelge 4.1.2.1).

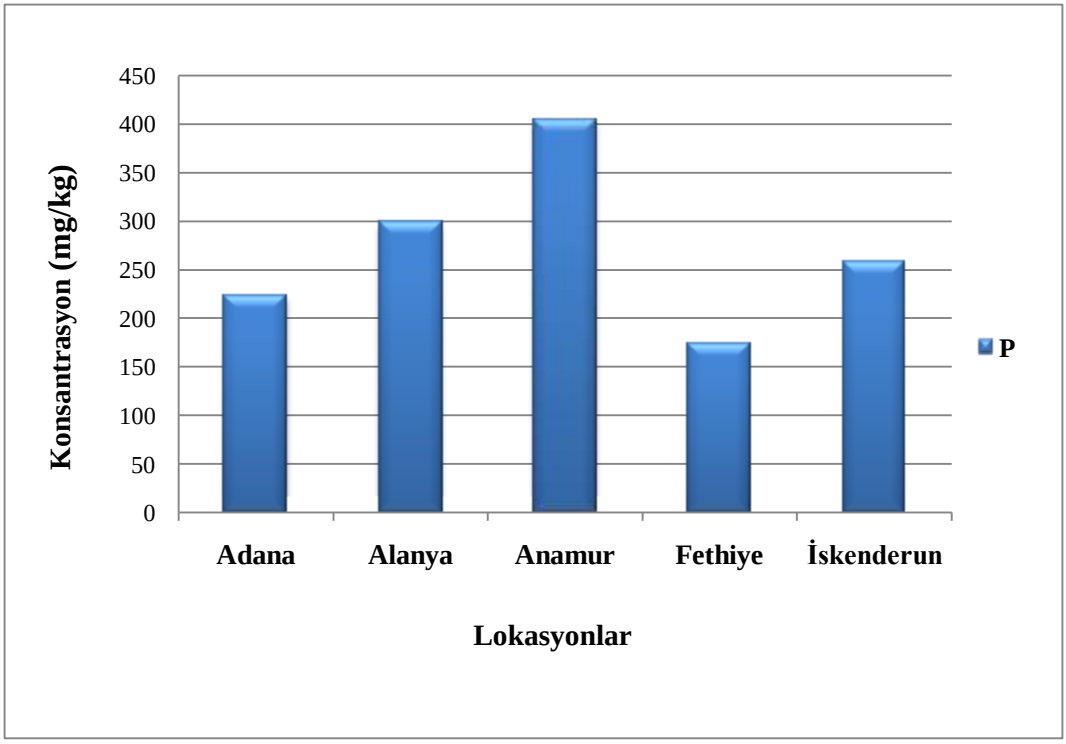
Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.1.2.2), hint inciri meyve pulplarının P, K, Ca, Mg, S, Zn ve Mn değerleri üzerine lokasyonun etkisi $p<0.01$ seviyesinde önemlidir, lokasyon Fe, B, Cu ve Mo değerlerini etkilememiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.1.2.3), Anamur örnekleri en yüksek P ve K içeriğine sahipken, en düşük P ve K içerikleri sırasıyla Fethiye ve Adana örneklerindedir. Ca içeriği en yüksek Alanya, en düşük Anamur örneklerindedir. En yüksek Mg içerikleri Anamur ve İskenderun örneklerinde, en düşük Mg içerikleri ise Adana, Alanya ve Fethiye örneklerindedir. Anamur ve İskenderun örneklerinin Mg içerikleri arasındaki farklılıklar ile Adana, Alanya ve Fethiye örneklerinin Mg içerikleri arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemsizdir (Çizelge 4.1.2.3). En yüksek S içerikleri Alanya ve Anamur örneklerinde, en düşük S içerikleri ise Adana, Fethiye ve İskenderun örneklerindedir. Alanya ve Anamur örneklerinin S değerleri arasındaki farklılıklar ile Adana, Fethiye ve İskenderun örneklerinin S değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemsizdir (Çizelge 4.1.2.3). İskenderun örnekleri en yüksek, Fethiye örnekleri ise en düşük Zn içeriğine sahiptir. Adana ve Anamur örneklerinin Zn değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemsizdir (Çizelge 4.1.2.3). En yüksek Mn içeriği Alanya, en düşük Mn içerikleri ise Adana, Fethiye ve İskenderun örneklerindedir. Adana, Fethiye ve İskenderun örneklerinin Mn içerikleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsizdir (Çizelge 4.1.2.3).

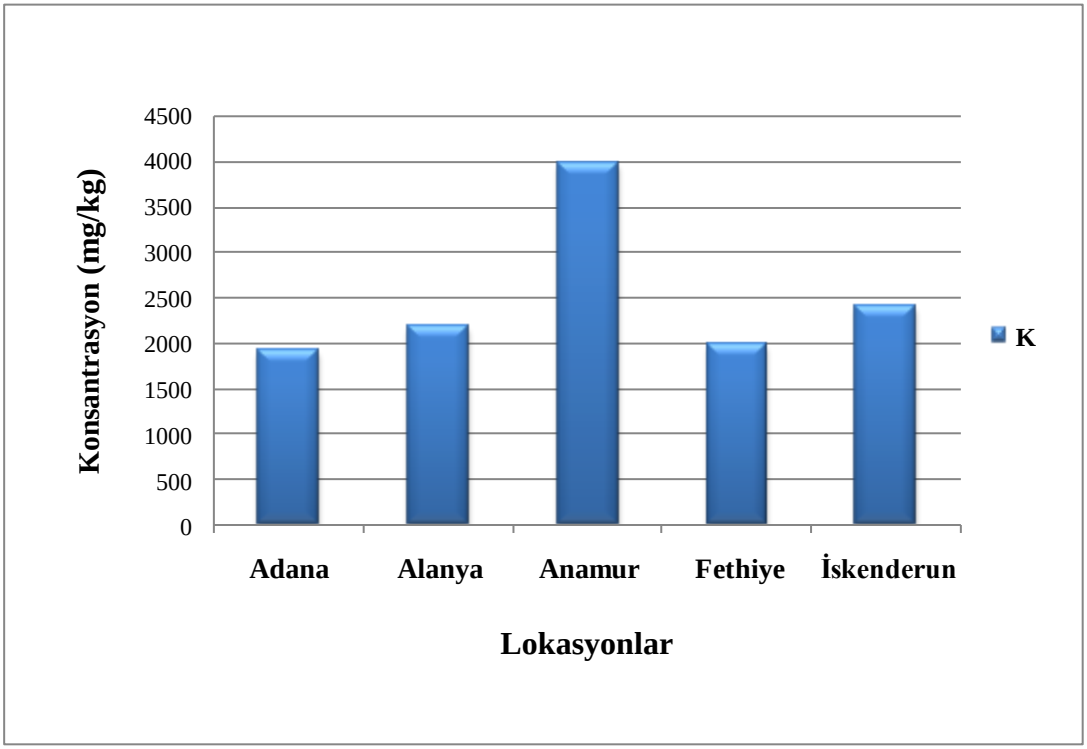
El Kossori ve ark (1998), yaptıkları çalışma sonucunda *Opuntia ficus-indica*'nın çekirdeksiz meyve pulpunun kurumaddede 163 mg/100 g Ca, 76.1 mg/100 g Mg, 559 mg/100 g K, 0.063 mg/100 g P, 16.5 mg/100 g Fe, 0.78 mg/100 g'dan daha az Cu, 1.55 mg/100 g Zn ve 6.99 mg/100 g Mn içerdiğini bildirmişlerdir. Salim ve ark (2009), *Opuntia ficus-indica* (L.) meyvesi üzerine çalışmışlar ve çekirdeksiz meyve pulpunun kurumaddede 12.4 mg/100 g Ca, 199 mg/100 g K ve 18.8 mg/100 g Mg içerdiğini tespit etmişlerdir. Çalışmamızdaki tüm lokasyonlara ait Ca ve Mg değerleri El Kossori ve ark (1998)'nın değerlerinden daha düşük, Salim ve ark (2009)'nın bildirdikleri değerlerden ise daha yüksektir. Bununla birlikte çalışmamızda elde ettiğimiz P değerlerinin El Kossori ve ark (1998)'nın bildirdikleri P değerinden yüksek, Fe ve Mn değerlerimizin ise düşük olduğu görülmektedir. Tüm lokasyonlara ait meyve pulplarının Cu değerleri El Kossori ve ark (1998)'nın çalışmasındaki Cu değeriyle uyum sağlamaktadır.

Çalışmamızdaki İskenderun örneklerinin Zn değeri El Kossori ve ark (1998)'nın bildirdikleri Zn değerinden yüksektir, diğer lokasyonlara ait örneklerin Zn değerleri ise El Kossori ve ark (1998)'nın tespit ettikleri Zn değerinden düşüktür. Mineral içeriği meyve orijini, yani yetiştirme yerindeki edafik faktörlere bağlıdır (Stintzing ve ark 2001). Çalışmamızdaki farklı lokasyonlara ait hint inciri meyve pulplarındaki mineral madde içerikleriyle literatürler arasındaki farklılıkların beslenme, toprağın mineral ve su içeriğiyle besin maddelerinin suda çözünerek bitkiler tarafından alınabilirlik seviyesindeki farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

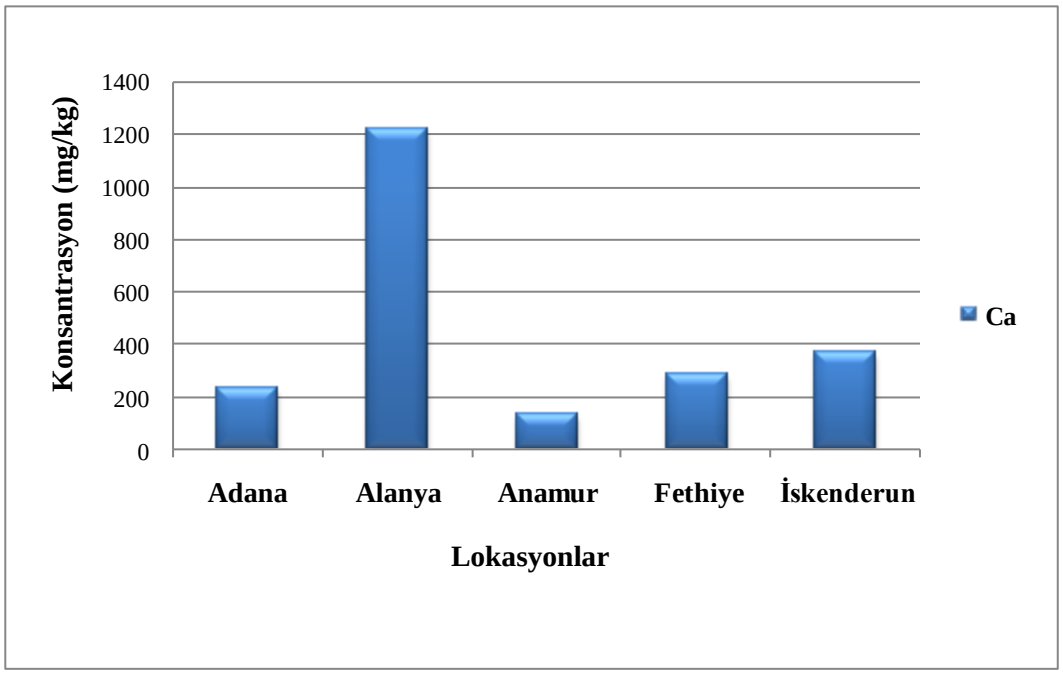
Tüm lokasyonlara ait meyve pulplarının mineral içerikleri incelendiğinde, hint inciri meyve pulplarının K, Ca, P, Mg ve S minerallerince zengin olduğu, diğer minerallerin ise daha düşük seviyelerde yer aldığı görülmektedir (Çizelge 4.1.2.1). Yüksek kalsiyum (59 mg/100 g'a varan miktarlarda) ve magnezyum (98.4 mg/100 g'a varan miktarlarda) içerikleri sırasıyla osteoporoz ve krampların önlenmesi açısından hint inciri meyve sularını yararlı hale getirmektedir. Yüksek kalsiyum, magnezyum ve potasyum içerikleri fiziksel yorgunluk dönemleri boyunca mineral havuzunu desteklemek amacıyla enerji ve sporcu içecekleri için kullanılmaktadır (Blenford 1996, Pszczola 1998). Bu nedenle herhangi bir meyve veya sebze ürününe mineral takviyesi hint inciri meyve suyu veya konsantrelerinin ilavesiyle kolayca elde edilebilir (Blenford 1996, Pszczola 1998). Çalışmamızdaki tüm lokasyonlara ait meyve pulplarında Ca, Mg, K, P ve S içeriklerinin yüksek olmasının beslenme, sağlık üzerindeki olumlu etkiler ve çeşitli gıdalarda mineral takviyesi olarak kullanım açısından hint inciri meyvelerinin önemini arttırdığı düşünülmektedir. Özellikle en yüksek P ve K içeriğine sahip Anamur örnekleri (Şekil 4.1.2.1, Şekil 4.1.2.2), Ca mineralini en fazla içeren Alanya örnekleri (Şekil 4.1.2.3), en yüksek Mg içerikli Anamur ve İskenderun örnekleri (Şekil 4.1.2.4) ile en fazla S içeren Alanya ve Anamur örneklerinin (Şekil 4.1.2.5) önem arz ettiği düşünülmektedir. Ayrıca çalışmamızda Ca, Mg, K, P ve S içeriklerine göre meyve pulplarında daha düşük seviyelerde tespit ettiğimiz Fe, Zn, Mn, B, Cu ve Mo minerallerinin hint inciri meyve pulplarındaki varlığı da bu minerallerin vücuttaki mineral dengesinin sağlanması ve fonksiyonel etkiler açısından önem arz etmektedir.



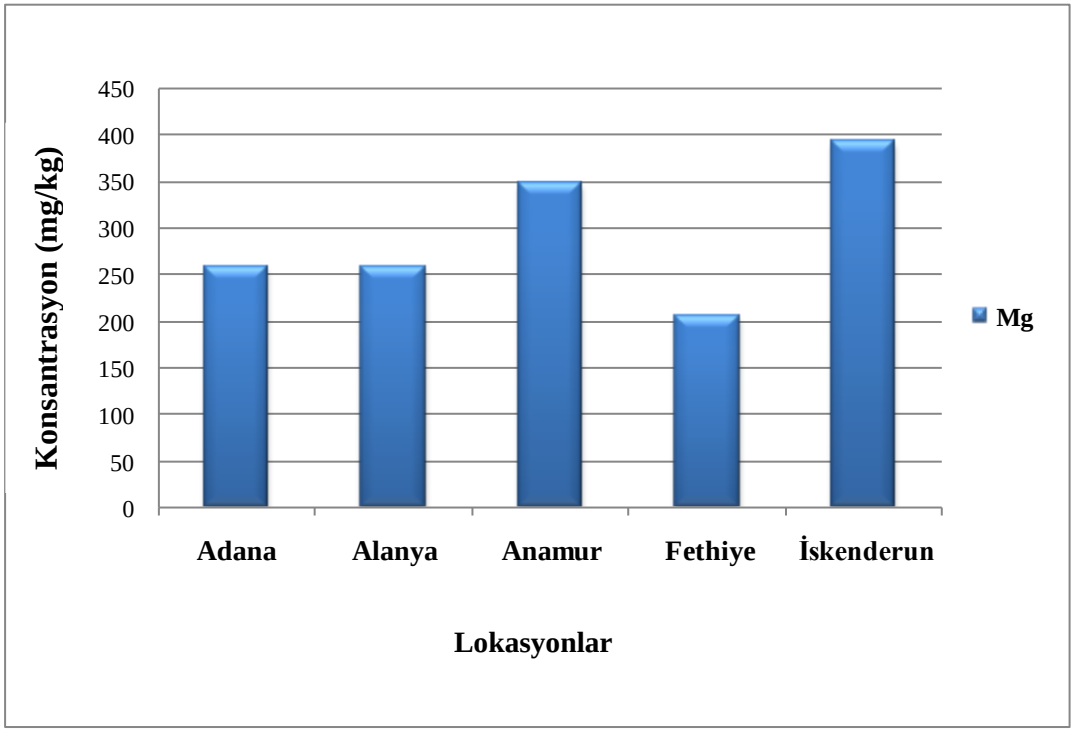
Şekil 4.1.2.1. Hint inciri meyve pulplarının P içeriklerinin lokasyona bağlı değişimi



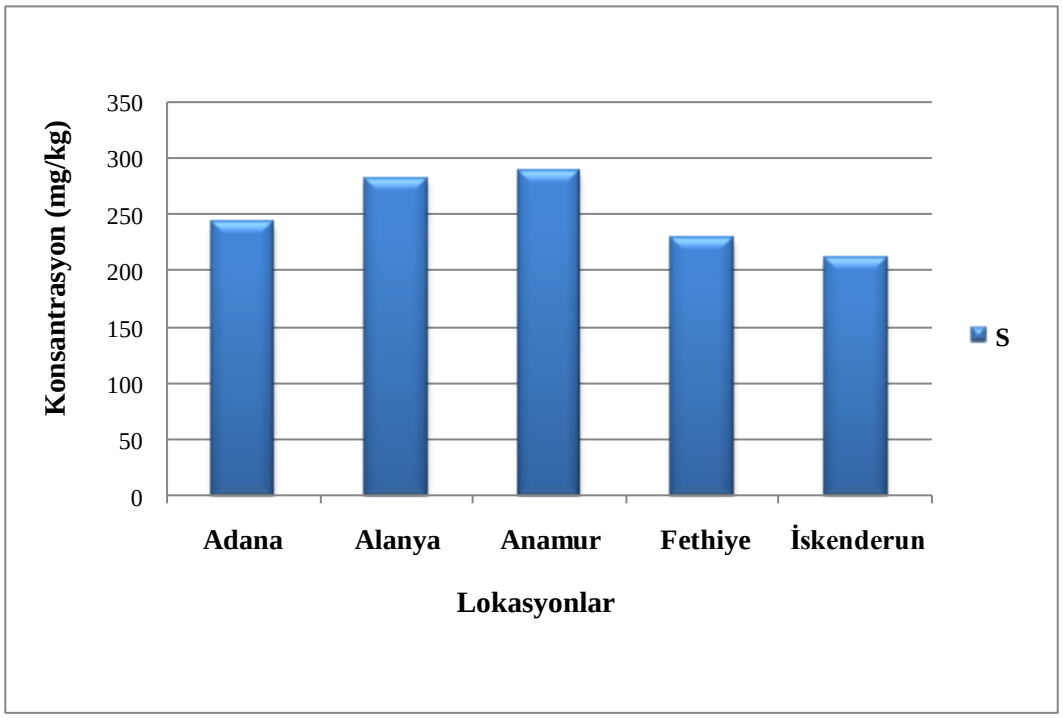
Şekil 4.1.2.2. Hint inciri meyve pulplarının K içeriklerinin lokasyona bağlı değişimi



Şekil 4.1.2.3. Hint inciri meyve pulplarının Ca içeriklerinin lokasyona bağlı değişimi



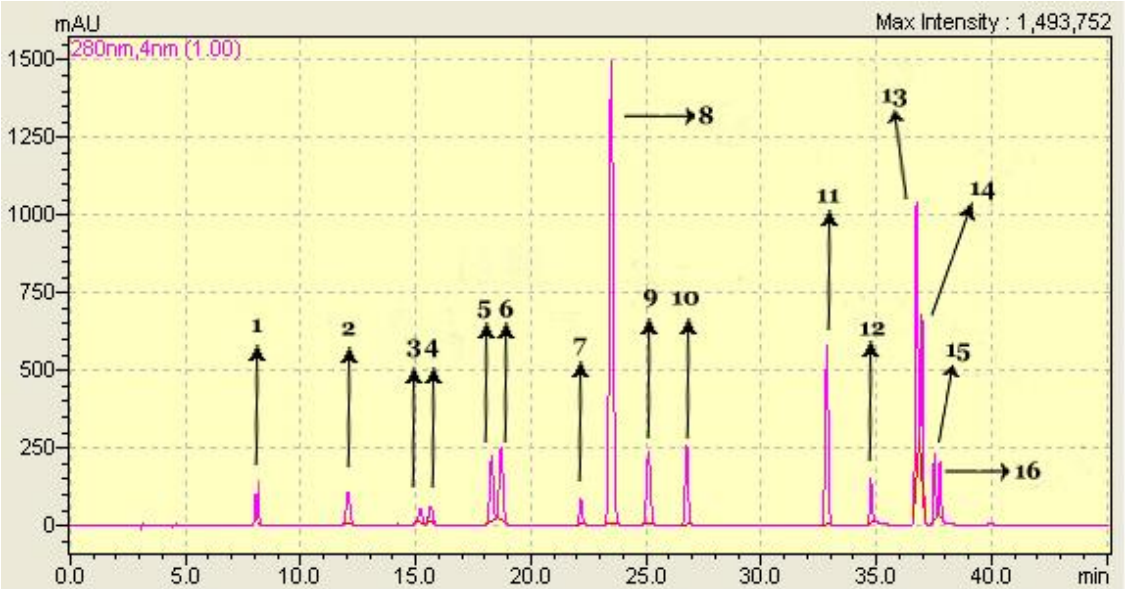
Şekil 4.1.2.4. Hint inciri meyve pulplarının Mg içeriklerinin lokasyona bağlı değişimi



Şekil 4.1.2.5. Hint inciri meyve pulplarının S içeriklerinin lokasyona bağlı değişimi

4.1.3. Hint inciri meyve pulplarındaki fenolik bileşenlerin miktarları

Hint inciri meyve pulplarında yapılan fenolik bileşenlerin analizine ait standart kromatogramı Şekil 4.1.3.1'de verilmiştir. Meyve pulplarındaki fenolik bileşenlerin miktarları Çizelge 4.1.3.1'de, fenolik bileşen içeriklerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.1.3.2'de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.1.3.3'te gösterilmiştir.



Şekil 4.1.3.1. Hint inciri meyve pulplarında belirlenen fenolik bileşenlere ait standart HPLC kromatogramı: (1) gallik asit; (2) 3,4-dihidroksibenzoik asit; (3) kateşin; (4) 1,2-dihidroksibenzen; (5) şiringik asit; (6) kafeik asit; (7) rutin; (8) p-kumarik asit; (9) trans-ferulik asit; (10) apigenin 7-glukozit; (11) rezveratrol; (12) kersetin; (13) trans-sinamik asit; (14) naringenin; (15) kamferol; (16) izoramnetin.

Farklı lokasyonlara ait hint inciri meyve pulplarının kurumaddedeki gallik asit, 3,4-dihidroksibenzoik asit, kateşin, 1,2-dihidroksibenzen, şiringik asit, kafeik asit, rutin, p-kumarik asit, trans-ferulik asit, apigenin 7-glukozit, rezveratrol, kersetin, trans-sinamik asit, naringenin, kamferol ve izoramnetin miktarlarının sırasıyla 0.86 (Anamur-Merkez)-166.02 mg/kg (Alanya-Merkez), 2.17 (Adana-Merkez)-4.75 mg/kg (Fethiye-Merkez), 3.29 (Adana-Merkez)-15.55 mg/kg (İskenderun-Merkez), 1.63 (Anamur-Merkez)-14.14 mg/kg (İskenderun-Merkez), 0.46 (Adana-Merkez)-6.02 mg/kg (Fethiye-Merkez), 1.03 (Alanya-Merkez)-9.12 mg/kg (Adana-Merkez ve İskenderun-Merkez), 0.50 (Anamur-Merkez)-1.53 mg/kg (İskenderun-Merkez), 0.05 (Fethiye-Merkez)-0.36 mg/kg (İskenderun-Merkez), 0.21 (Alanya- Merkez)-0.37 mg/kg (Adana-Merkez ve İskenderun-Merkez), 0.33 (Adana-Merkez)-1.57 mg/kg (İskenderun-Merkez), 1.50 (Anamur-Merkez)-2.76 mg/kg (Fethiye-Merkez), 2.26 (İskenderun-Merkez)-7.88 mg/kg (Adana-Merkez), 0.35 (Adana-Merkez)-1.18 mg/kg (Alanya-Merkez), 0.72 (Fethiye-Merkez)-3.12 mg/kg (Alanya-Merkez), 1.75 (Adana-Merkez)-5.62 mg/kg (İskenderun-Merkez) ve 1.31 (Adana-Merkez)-7.23 mg/kg (Alanya-Merkez) arasında yer aldığı görülmektedir (Çizelge 4.1.3.1).

Çizelge 4.1.3.1. Hint inciri meyve pulplarındaki fenolik bileşenlerin analiz sonuçları*(mg/kg)

Fenolikler	Lokasyonlar				
	Adana (Merkez)	**Alanya (Merkez)**	**Anamur (Merkez)**	**Fethiye (Merkez)**	**İskenderun (Merkez)**
Gallik asit	2.03±0.96**	166.02±0.32	0.86±0.18	4.40±0.79	12.24±2.25
3,4-dihidroksibenzoik asit	2.17±0.80	2.75±0.45	3.78±1.54	4.75±1.18	4.46±1.05
Kateşin	3.29±1.62	4.41±0.42	4.25±2.51	3.61±2.06	15.55±5.83
1,2-dihidroksibenzen	3.16±1.58	2.97±1.80	1.63±0.73	6.38±0.15	14.14±4.21
Şiringik asit	0.46±0.29	1.23±1.06	2.64±0.56	6.02±1.74	1.65±0.40
Kafeik asit	9.12±0.07	1.03±0.34	7.71±1.10	7.51±0.47	9.12±2.90
Rutin	0.76±0.13	0.68±0.21	0.50±0.18	0.72±0.28	1.53±0.45
p-kumarik asit	0.17±0.14	0.14±0.04	0.16±0.11	0.05±0.02	0.36±0.12
Trans-ferulik asit	0.37±0.11	0.21±0.02	0.34±0.03	0.25±0.11	0.37±0.18
Apigenin 7-glukozit	0.33±0.03	0.37±0.05	0.47±0.17	1.44±0.68	1.57±0.23
Rezveratrol	2.06±0.86	2.61±0.40	1.50±0.62	2.76±1.29	1.51±0.48
Kersetin	7.88±0.29	4.42±2.59	3.02±0.20	6.31±0.14	2.26±0.20
Trans-sinamik asit	0.35±0.13	1.18±0.69	0.58±0.22	1.05±0.06	0.78±0.37
Naringenin	1.07±0.32	3.12±0.06	1.59±0.20	0.72±0.08	2.99±0.19
Kamferol	1.75±0.03	5.61±0.24	4.98±0.71	2.86±0.30	5.62±0.07
İzoramnetin	1.31±0.48	7.23±0.17	2.99±0.12	6.56±0.07	4.71±0.03

*Kurumaddede
**Ortalama±standart sapma

Çizelge 4.1.3.2. Hint inciri meyve pulplarındaki fenolik bileşenlerin içeriklerine ait varyans analizi sonuçları

Fenolikler	Varyasyon Kaynağı (Lokasyon)			Hata	
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.
Gallik asit (mg/kg)	**4**	15638.331	11619.237*	**10**	1.346
3,4-dihidroksibenzoik asit (mg/kg)	**4**	3.632	3.186ns	**10**	1.140
Kateşin (mg/kg)	**4**	82.173	8.692*	**10**	9.454
1,2-dihidroksibenzen (mg/kg)	**4**	76.599	15.940*	**10**	4.805
Şiringik asit (mg/kg)	**4**	14.155	15.096*	**10**	0.938
Kafeik asit (mg/kg)	**4**	34.014	17.104*	**10**	1.989
Rutin (mg/kg)	**4**	0.483	6.463*	**10**	0.075
p-kumarik asit (mg/kg)	**4**	0.038	4.074**	**10**	0.009
Trans-ferulik asit (mg/kg)	**4**	0.016	1.384ns	**10**	0.011
Apigenin 7-glukozit (mg/kg)	**4**	1.142	10.581*	**10**	0.108
Rezveratrol (mg/kg)	**4**	1.059	1.675ns	**10**	0.632
Kersetin (mg/kg)	**4**	16.163	11.745*	**10**	1.376
Trans-sinamik asit (mg/kg)	**4**	0.344	2.512ns	**10**	0.137
Naringenin (mg/kg)	**4**	3.633	99.034*	**10**	0.037
Kamferol (mg/kg)	**4**	9.329	71.020*	**10**	0.131
İzoramnetin (mg/kg)	**4**	18.142	325.319*	**10**	0.056

*p<0.01 seviyesinde önemlidir.
**p<0.05 seviyesinde önemlidir.
ns:önemsizdir.

Çizelge 4.1.3.3. Hint inciri meyve pulplarındaki fenolik bileşenlerin içeriklerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

Fenolikler	Lokasyonlar				
	Adana (Merkez)	**Alanya (Merkez)**	**Anamur (Merkez)**	**Fethiye (Merkez)**	**İskenderun (Merkez)**
n	3	3	3	3	3
Gallik asit (mg/kg)	2.03d	166.02a	0.86d	4.40c	12.24b
3,4-dihidroksibenzoik asit (mg/kg)	2.17	2.75	3.78	4.75	4.46
Kateşin (mg/kg)	3.29b	4.41b	4.25b	3.61b	15.55a
1,2-dihidroksibenzen (mg/kg)	3.16bc	2.97bc	1.63c	6.38b	14.14a
Şiringik asit (mg/kg)	0.46c	1.23bc	2.64b	6.02a	1.65bc
Kafeik asit (mg/kg)	9.12a	1.03b	7.71a	7.51a	9.12a
Rutin (mg/kg)	0.76b	0.68b	0.50b	0.72b	1.53a
p-kumarik asit (mg/kg)	0.17b	0.14b	0.16b	0.05b	0.36a
Trans-ferulik asit (mg/kg)	0.37	0.21	0.34	0.25	0.37
Apigenin 7-glukozit (mg/kg)	0.33b	0.37b	0.47b	1.44a	1.57a
Rezveratrol (mg/kg)	2.06	2.61	1.50	2.76	1.51
Kersetin (mg/kg)	7.88a	4.42bc	3.02c	6.31ab	2.26c
Trans-sinamik asit (mg/kg)	0.35	1.18	0.58	1.05	0.78
Naringenin (mg/kg)	1.07c	3.12a	1.59b	0.72d	2.99a
Kamferol (mg/kg)	1.75c	5.61a	4.98a	2.86b	5.62a
İzoramnetin (mg/kg)	1.31e	7.23a	2.99d	6.56b	4.71c

*Aynı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farksızdır.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.1.3.2), hint inciri meyve pulplarının gallik asit, kateşin, 1,2-dihidroksibenzen, şiringik asit, kafeik asit, rutin, apigenin-7 glukozit, kersetin, naringenin, kamferol ve izoramnetin içerikleri üzerine lokasyonun etkisi $p<0.01$ seviyesinde, p-kumarik asit içerikleri üzerindeki etkisi ise $p<0.05$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Lokasyon hint inciri meyve pulplarının 3,4-dihidroksibenzoik asit, trans-ferulik asit, rezveratrol ve trans-sinamik asit içeriklerini etkilememiştir (Çizelge 4.1.3.2).

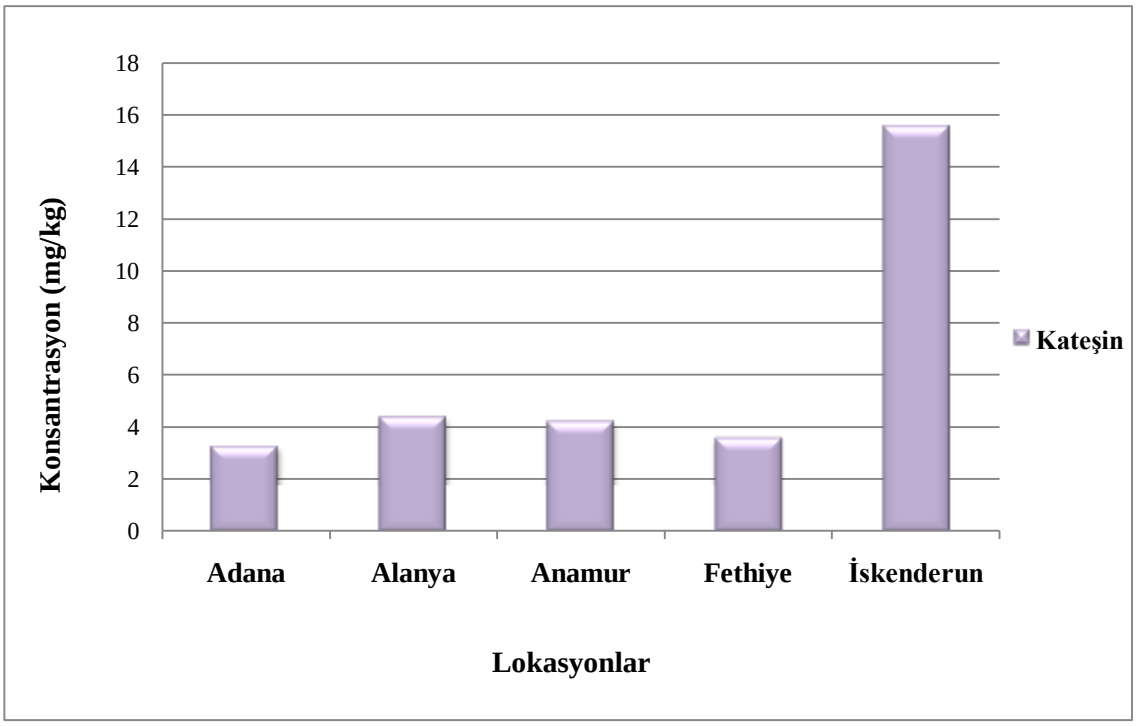
Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.1.3.3), İskenderun örnekleri en yüksek kateşin, 1-2 dihidroksibenzen, rutin ve p-kumarik asit, Alanya örnekleri en yüksek gallik asit ve izoramnetin, Fethiye örnekleri en yüksek şiringik asit, Adana örnekleri en yüksek kersetin, Fethiye ve İskenderun örnekleri ise en yüksek apigenin-7 glukozit içeriklerine sahiptir. Fethiye ve İskenderun örneklerinin apigenin-7-glukozit içerikleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsizdir (Çizelge 4.1.3.3). Adana, İskenderun, Anamur ve Fethiye örnekleri en yüksek kafeik asit, Alanya ve İskenderun örnekleri en yüksek naringenin ve Alanya, Anamur ile İskenderun örnekleri en yüksek kamferol içeriklerine sahiptir. Adana, İskenderun, Anamur ve Fethiye örneklerinin kafeik asit içerikleri, Alanya ve İskenderun örneklerinin naringenin içerikleri ile Alanya, Anamur ve İskenderun örneklerinin kamferol içerikleri arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.1.3.3).

Şiringik asit ve izoramnetin Adana örneklerinde en düşük seviyedeyken, Anamur örnekleri en düşük 1,2-dihidroksibenzen ve Alanya örnekleri ise en düşük kafeik asit içeriğine sahiptir (Çizelge 4.1.3.3). Adana, Alanya, Anamur ve Fethiye örnekleri en düşük kateşin, rutin ve p-kumarik asit içeriklerine sahiptir, bu lokasyonların kateşin, rutin ve p-kumarik asit içerikleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsizdir. (Çizelge 4.1.3.3). En düşük gallik asit içerikleri Adana ve Anamur örneklerindedir, bu iki lokasyonun gallik asit içerikleri arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemsizdir (Çizelge 4.1.3.3). Adana, Alanya ve Anamur örnekleri en düşük seviyede apigenin 7-glukozit içerirken, en düşük kersetin içerikleri Anamur ve İskenderun örneklerindedir. Adana, Alanya ve Anamur örneklerinin apigenin 7-glukozit içerikleri arasındaki farklılıklar ile Anamur ve İskenderun örneklerinin kersetin içerikleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsizdir (Çizelge 4.1.3.3). En düşük naringenin içeriği Fethiye örneklerinde, en düşük kamferol içeriği ise Adana örneklerindedir (Çizelge 4.1.3.3).

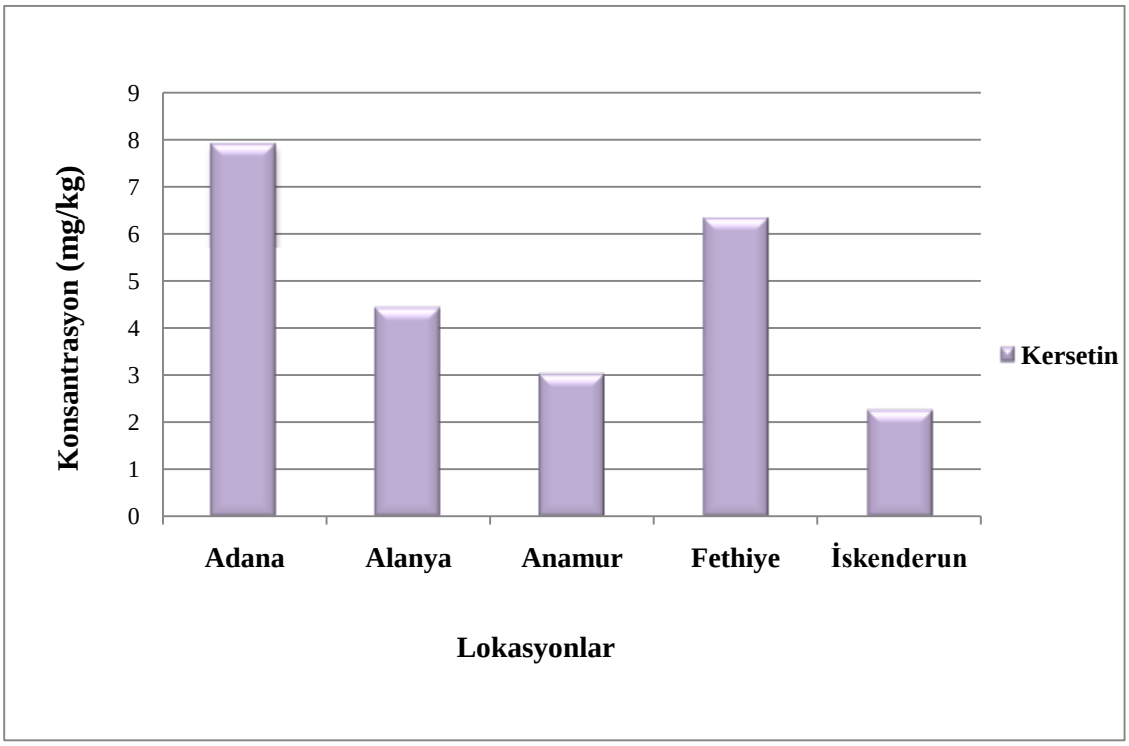
Kuti (2004), *Opuntia* cinsine ait dört farklı kaktüs türünün meyvelerindeki antioksidan bileşenlerle ilgili yaptığı çalışmada *O. ficus-indica*'nın açık yeşil renkli yaş meyvelerinin 43.2 µg/g kersetin ve 24.1 µg/g izoramnetin içerdiğini tespit etmiştir. Fernandez-Lopez ve ark (2010), İspanya'da yetişen 3 farklı kaktüs türüne ait kabuklu meyvelerde yaptıkları çalışma sonucunda *Opuntia ficus-indica*'nın kırmızı renkli yaş meyvelerinin 90 µg/g kersetin, 49.4 µg/g izoramnetin ve 7.8 µg/g kamferol içerdiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızdaki tüm lokasyonlara ait meyve pulplarının kersetin ve izoramnetin içerikleri, Kuti (2004)'nin ve Fernandez-Lopez ve ark (2010)'nın bildirdikleri kersetin ve izoramnetin değerlerinden, bulduğumuz tüm kamferol değerleri ise Fernandez-Lopez ve ark (2010)'nın bildirdikleri kamferol değerinden düşük bulunmuştur. Guzman-Maldonado ve ark (2010), üç farklı bölgedeki *Opuntia matudae* meyveleri üzerine yaptıkları çalışmada *Opuntia matudae* meyve pulplarının kurumaddedeki kateşin içeriklerinin 3.93-4.17 mg/100 g arasında yer aldığını bildirmişlerdir. Çalışmamızdaki tüm lokasyonlara ait tespit ettiğimiz kateşin içerikleri Guzman-Maldonado ve ark (2010)'nın kateşin değerlerine göre daha düşüktür. Miean ve Mohamed (2001), yenilebilir tropik bitkilerin flavonoit seviyelerindeki farklılıkların kültivarlar veya varyete farklılıklarından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Kendi bulgularımızla Kuti (2004)'nin ve Guzman-Maldonado ve ark (2010)'nın değerleri arasındaki farklılıkların kültivar ve yabani türler arasındaki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir. Toor ve Savage (2005), UV radyasyonlarına karşı koruma, tozlaşmada çekici ve patojenler ile yırtıcılara karşı savunucu kimyasallar olarak rol oynama potansiyellerinden dolayı fenoliklerin bitki gövdesinin dermal dokularında birikme eğilimi gösterebileceğini bildirmiştir. Kendi bulgularımızla Fernandez-Lopez ve ark (2010)'nın bildirdikleri değerler arasındaki farklılıkların meyvenin kabuk kısmında flavonoitlerin daha fazla lokalize olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Farklı lokasyonlara ait hint inciri meyvelerindeki fenolik bileşenler incelendiğinde, tüm lokasyonlardaki meyvelerde flavonoit grubu bileşiklerden en yüksek miktarlarda bulunanların flavonol grubu bileşikler (kersetin, kamferol, ve izoramnetin), flavanol grubunda yer alan kateşin ve 1,2-dihidroksibenzen olduğu görülmektedir (Çizelge 4.1.3.1). Diğer flavonoit grubu bileşikler (apigenin 7-glukozit, rezveratrol ve naringenin) meyve pulplarında nispeten düşük seviyelerde yer almaktadır (Çizelge 4.1.3.1). Kuti (2004), yaptığı çalışma sonucunda *Opuntia* meyvelerinde en fazla bulunan flavonoitlerin sırasıyla kersetin, kamferol ve izoramnetin olduğunu bildirmiştir. *Opuntia* meyveleri nispeten yüksek flavonol içeriğine sahiptir, bu bileşikler antioksidan

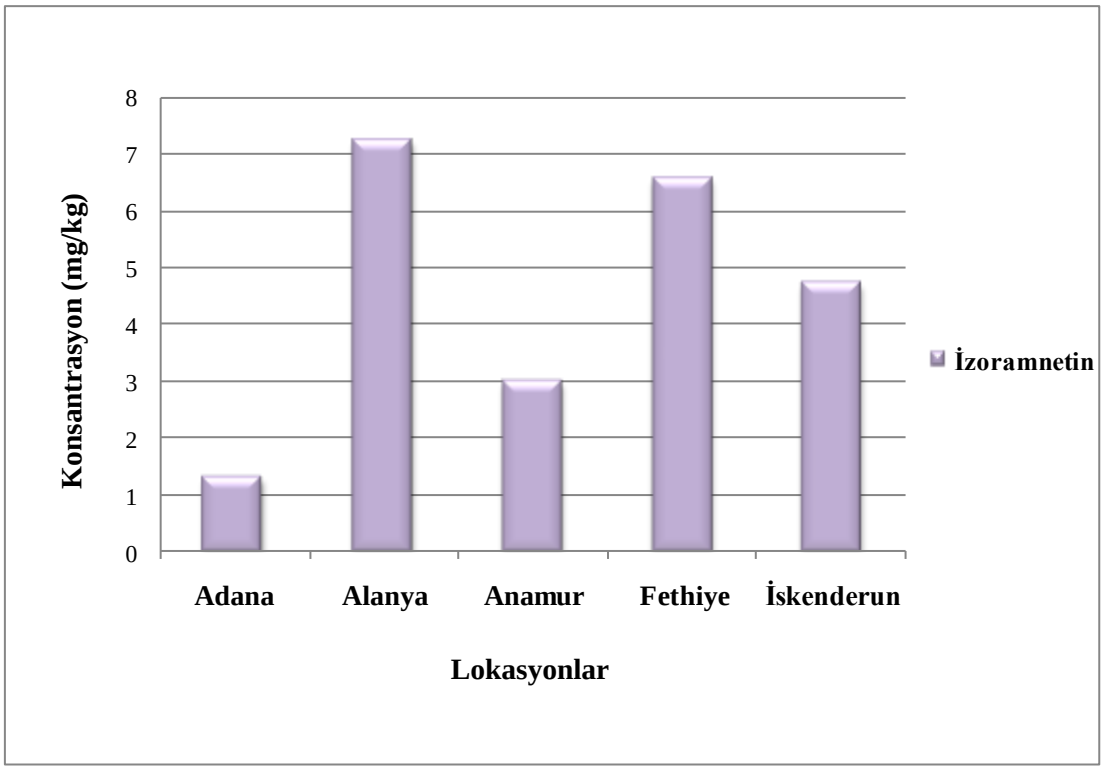
kapasiteye katkıda bulunan ve sağlıkla ilgili potansiyel yararları üzerinde yaygın olarak çalışılmış fitokimyasallardır. Bu bileşikler vitaminlere göre daha etkili antioksidanlardır, çünkü flavonoitler ve genel olarak fenolik bileşikler proteinler, DNA ve lipitlerin prooksidatif etkilerini stabil radikaller oluşturarak geciktirme yeteneğine sahiptir (Feugang ve ark 2006). İnsan sağlığı üzerindeki olumlu etkiler açısından ele alındığında, tüm lokasyonlardaki hint inciri meyvelerinin içerdikleri flavonoitlerden dolayı beslenmeye dahil edilmesi gereken fonksiyonel gıda kaynakları olduğu düşünülmektedir. Özellikle en yüksek kateşin içeriğine sahip İskenderun örnekleri (Şekil 4.1.3.2), en yüksek kersetin içeriğine sahip Adana örnekleri (Şekil 4.1.3.3), en yüksek izoramnetin içeriğine sahip Alanya örnekleri (Şekil 4.1.3.4) ile kamferol içerikleri en yüksek olan Alanya, Anamur ve İskenderun örnekleri (Şekil 4.1.3.5) daha fazla önem arz etmektedir.



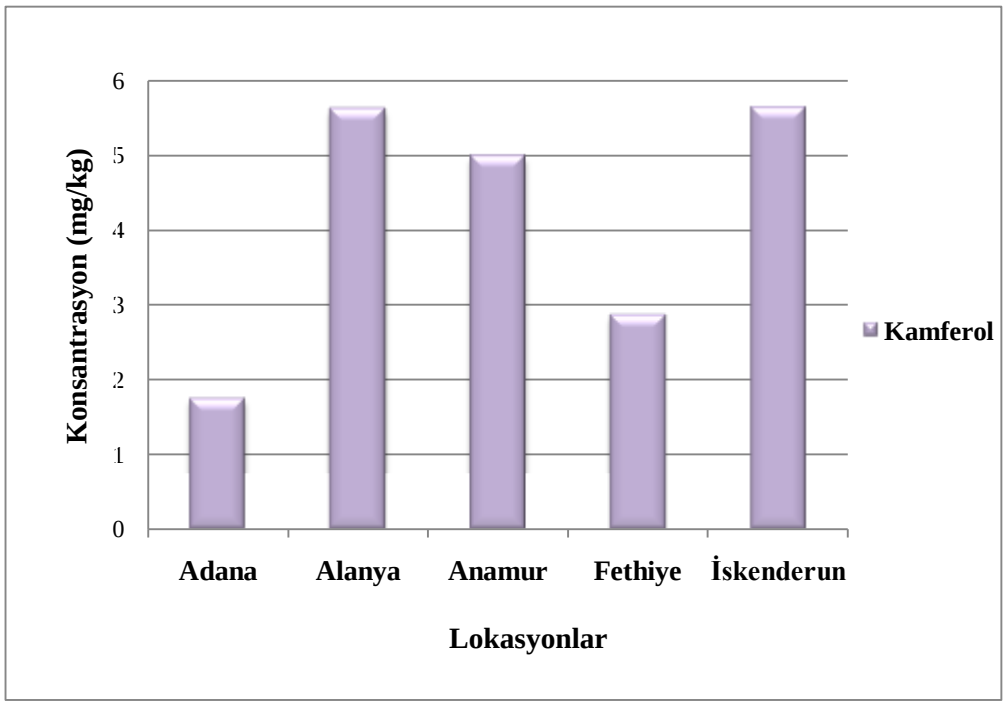
Şekil 4.1.3.2. Hint inciri meyve pulplarının kateşin içeriklerinin lokasyona bağlı değişimi



Şekil 4.1.3.3. Hint inciri meyve pulplarının kersetin içeriklerinin lokasyona bağlı değişimi



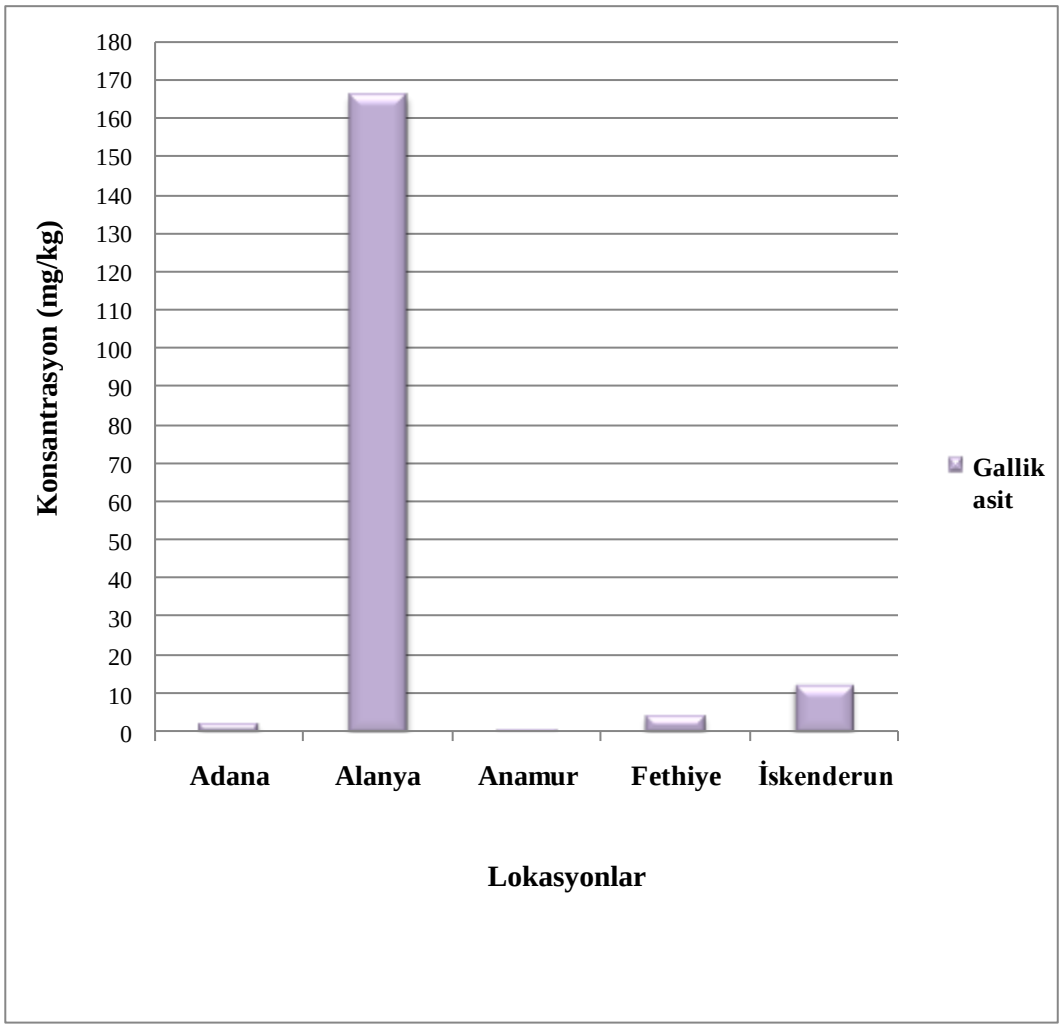
Şekil 4.1.3.4. Hint inciri meyve pulplarının izoramnetin içeriklerinin lokasyona bağlı değişimi



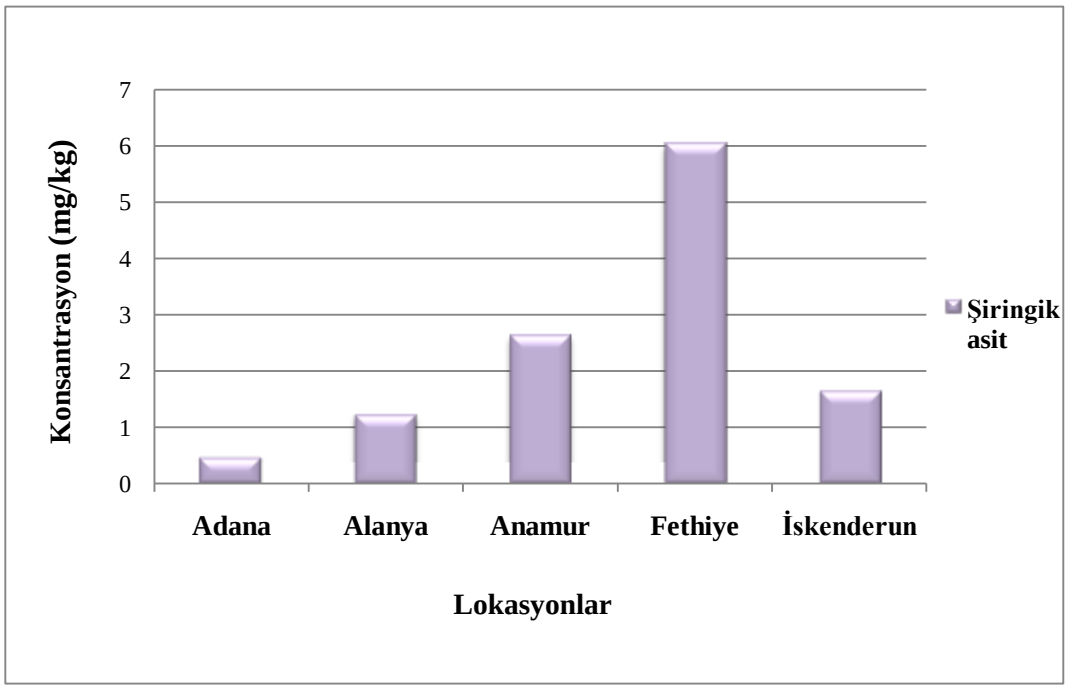
Şekil 4.1.3.5. Hint inciri meyve pulplarının kamferol içeriklerinin lokasyona bağlı değişimi

Fenolik asit profili bakımından tüm lokasyonların çoğunluğunda nispeten yüksek miktarlarda bulunan fenolik asitlerin kafeik asit, 3,4-dihidroksibenzoik asit, gallik asit ve şiringik asit olduğu ve diğer fenolik asitlerin (p-kumarik asit, trans-ferulik asit ve trans-sinamik asit) meyve pulplarında daha düşük miktarlarda bulunduğu görülmektedir (Çizelge 4.1.3.1). Ndhlala ve ark (2007), yaptıkları çalışmada *Opuntia megacantha*'nın meyve pulpunda kafeik asit ve p-kumarik asidin bulunduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızdaki tüm lokasyonlara ait hint inciri meyve pulplarında kafeik asit ve p-kumarik asidin varlığı Ndhlala ve ark (2007) ile uyum sağlamaktadır. Guzman-Maldonado ve ark (2010), üç farklı bölgedeki *Opuntia matudae* meyveleri üzerine yaptıkları çalışmada *Opuntia matudae* meyve pulplarının kurumaddedeki gallik asit içeriklerinin 2.0-2.29 mg/100 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda elde ettiğimiz değerlerden Alanya örneklerine ait gallik asit içerikleri Guzman-Maldonado ve ark (2010)'nın verilerinden daha yüksek, diğer lokasyonların gallik asit değerleri ise daha düşüktür. Gallik asit değerlerindeki farklılıkların tür, lokasyon ve yetişme şartlarındaki farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Mattila ve ark (2006), çeşitli meyveler ve içeceklerdeki fenolik asitler üzerine yaptıkları çalışmada şeftali, muz, kiraz, armut, portakal, kara erik, kivi ve karpuzda gallik asitin tespit edilmediğini bildirmişlerdir. Bulgularımızda tüm

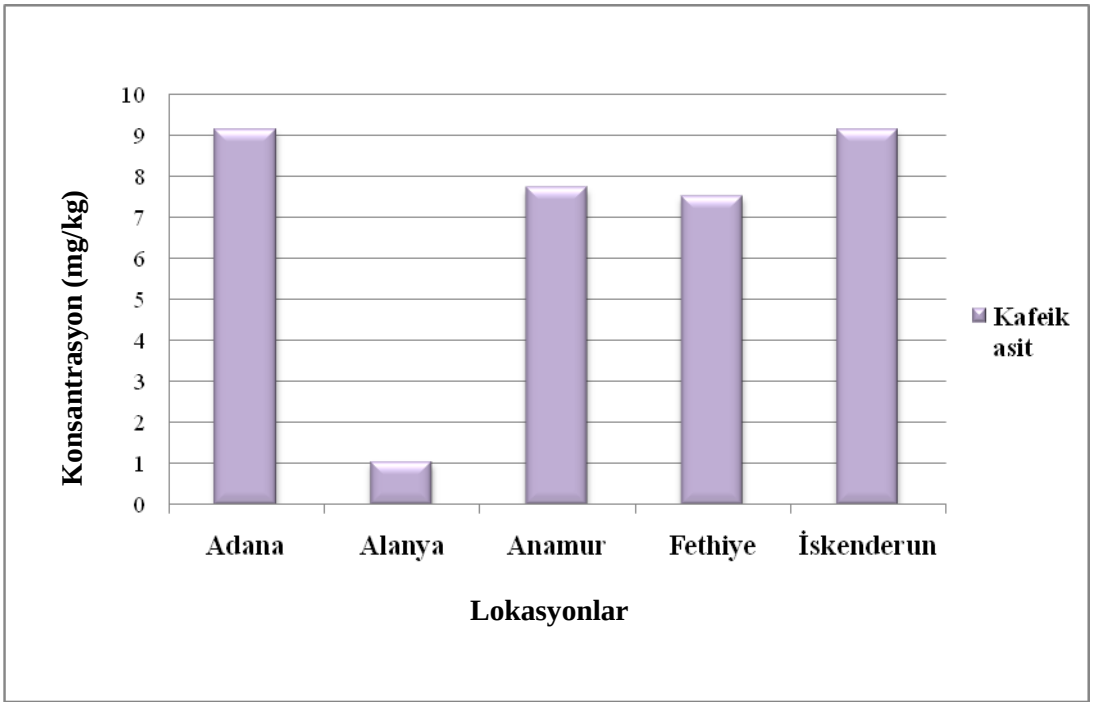
lokasyonlara ait meyve pulplarında, özellikle de yüksek miktarda Alanya örneklerinde gallik asitin bulunmasının (Şekil 4.1.3.6) hint inciri meyvelerini Mattila ve ark (2006)'nın çalışmasında yer alan ve ülkemizde tüketilen yaygın meyvelere göre antioksidan özellikten faydalanma açısından avantajlı hale getirdiği düşünülmektedir. Bununla birlikte en yüksek şiringik asit içeriğine sahip Fethiye örnekleri (Şekil 4.1.3.7) ile en yüksek kafeik asit içeriğine sahip Adana, Anamur, Fethiye ve İskenderun örnekleri de (Şekil 4.1.3.8) antioksidan bileşenler açısından önem arz etmektedir.



Şekil 4.1.3.6. Hint inciri meyve pulplarının gallik asit içeriklerinin lokasyona bağlı değişimi



Şekil 4.1.3.7. Hint inciri meyve pulplarının şiringik asit içeriklerinin lokasyona bağlı değişimi



Şekil 4.1.3.8. Hint inciri meyve pulplarının kafeik asit içeriklerinin lokasyona bağlı değişimi

4.2. Hint İnciri Tohumlarının Yağ İçerikleri ve Yağların Yağ Asidi Bileşimleri

Farklı lokasyonlara ait hint inciri tohumlarının yağ içerikleri ve yağlara ait yağ asidi bileşimi sonuçları Çizelge 4.2.1'de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2.2'de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.2.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.2.1. Hint inciri tohumlarının yağ içerikleri ve yağlara ait yağ asidi bileşimi değerleri

Yağ Miktarı ve Yağ Asitleri	**Lokasyonlar**				
	Adana (Merkez)	**Alanya (Merkez)**	**Anamur (Merkez)**	**Fethiye (Merkez)**	**İskenderun (Merkez)**
Yağ miktarı (%)*	5.99±0.73**	7.09±0.29	5.49±0.27	7.67±0.48	5.34±0.07
Miristik asit (%)	0.08±0.00	0.08±0.01	0.13±0.08	0.09±0.00	0.09±0.01
Palmitik asit (%)	11.69±0.07	11.22±0.05	11.30±0.38	11.54±0.09	11.77±0.23
Stearik asit (%)	2.97±0.09	3.02±0.02	3.23±0.18	3.04±0.02	3.04±0.02
Oleik asit (%)	14.86±0.41	14.14±0.09	15.46±0.45	13.61±0.16	14.87±0.34
Linoleik asit (%)	62.28±0.18	62.84±0.31	60.94±0.89	63.38±0.06	61.49±0.21
Araşidik asit (%)	0.28±0.02	0.31±0.02	0.31±0.02	0.30±0.01	0.32±0.02
Linolenik asit (%)	0.25±0.02	0.26±0.02	0.31±0.09	0.28±0.02	0.30±0.02
Behenik asit (%)	0.09±0.07	0.05±0.01	0.17±0.04	0.05±0.01	0.10±0.07
Erusik asit (%)	0.23±0.02	0.25±0.00	0.21±0.02	0.25±0.01	0.26±0.00
Araşidonik asit (%)	-***	0.04±0.00	-***	-***	-***

*Kurumaddede
**Ortalama±standart sapma
***Tespit edilemedi.

Çizelge 4.2.2. Hint inciri tohumlarının yağ içerikleri ve yağlara ait yağ asidi bileşimi değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Yağ Miktarı ve Yağ Asitleri	Varyasyon Kaynağı (Lokasyon)			Hata	
	S.D.	**K.O.**	**F**	**S.D.**	**K.O.**
Yağ miktarı (%)	**4**	3.137	16.930*	**10**	0.185
Miristik (%)	**4**	0.001	1.219ns	**10**	0.001
Palmitik (%)	**4**	0.169	4.009**	**10**	0.042
Stearik (%)	**4**	0.030	3.681**	**10**	0.008
Oleik (%)	**4**	1.568	14.999*	**10**	0.105
Linoleik (%)	**4**	2.905	15.068*	**10**	0.193
Araşidik (%)	**4**	0.001	2.037ns	**10**	0.000
Linolenik (%)	**4**	0.002	1.123ns	**10**	0.002
Behenik (%)	**4**	0.007	3.159ns	**10**	0.002
Erusik (%)	**4**	0.001	10.676*	**10**	0.000

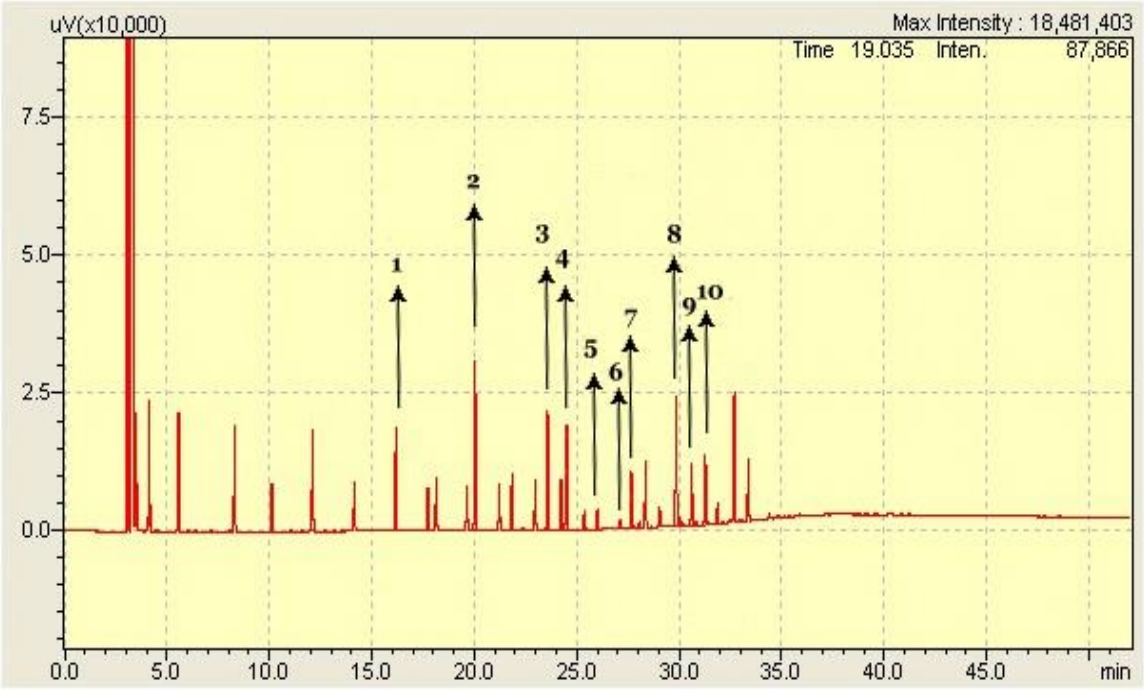
*p<0.01 seviyesinde önemlidir.
**p<0.05 seviyesinde önemlidir.
ns:önemsizdir.

Çizelge 4.2.3. Hint inciri tohumlarının yağ içerikleri ve yağlara ait yağ asidi bileşimi değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

Yağ Miktarı ve Yağ Asitleri	Lokasyonlar				
	Adana (Merkez)	**Alanya (Merkez)**	**Anamur (Merkez)**	**Fethiye (Merkez)**	**İskenderun (Merkez)**
n	3	3	3	3	3
Yağ miktarı (%)	5.99b	7.09a	5.49b	7.67a	5.34b
Miristik (%)	0.08	0.08	0.13	0.09	0.09
Palmitik (%)	11.69ab	11.22c	11.30bc	11.54abc	11.77a
Stearik (%)	2.97b	3.02b	3.23a	3.04b	3.04b
Oleik (%)	14.86a	14.14b	15.46a	13.61b	14.87a
Linoleik (%)	62.28bc	62.84ab	60.94d	63.38a	61.49cd
Araşidik (%)	0.28	0.31	0.31	0.30	0.32
Linolenik (%)	0.25	0.26	0.31	0.28	0.30
Behenik (%)	0.09	0.05	0.17	0.05	0.10
Erusik (%)	0.23b	0.25a	0.21b	0.25a	0.26a

*Aynı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farksızdır.

Hint inciri tohumlarına ait yağların yağ asidi bileşimlerine ait standart kromatogramı Şekil 4.2.1'de gösterilmiştir.



Şekil 4.2.1. Hint inciri tohum yağlarında belirlenen yağ asidi içeriklerine ait GC standart kromatogramı: (1) miristik asit; (2) palmitik asit; (3) stearik asit; (4) oleik asit; (5) linoleik asit; (6) araşidik asit; (7) linolenik asit; (8) behenik asit; (9) erusik asit; (10) araşidonik asit.

Farklı lokasyonlara ait hint inciri tohumlarının kurumaddedeki yağ miktarları % 5.34 (İskenderun-Merkez)-7.67 (Fethiye-Merkez) arasında değişmektedir (Çizelge 4.2.1). Tohum yağlarındaki miristik, palmitik, stearik, oleik, linoleik, araşidik, linolenik, behenik ve erusik asit içeriklerinin sırasıyla % 0.08 (Adana-Merkez ve Alanya-Merkez)-0.13 (Anamur-Merkez), % 11.22 (Alanya-Merkez)-11.77 (İskenderun-Merkez), % 2.97 (Adana-Merkez)- 3.23 (Anamur-Merkez), % 13.61 (Fethiye-Merkez)-15.46 (Anamur-Merkez), % 60.94 (Anamur-Merkez)-63.38 (Fethiye-Merkez), % 0.28 (Adana-Merkez)-0.32 (İskenderun-Merkez), % 0.25 (Adana-Merkez)-0.31 (Anamur-Merkez), % 0.05 (Alanya-Merkez ve Fethiye-Merkez)-0.17 (Anamur-Merkez) ve % 0.21 (Anamur-Merkez)-0.26 (İskenderun-Merkez) arasında yer aldığı görülmektedir (Çizelge 4.2.1). Ayrıca Alanya tohum yağları % 0.04 seviyesinde araşidonik asit içerirken, diğer lokasyonlara ait tohum yağlarında araşidonik asit tespit edilememiştir (Çizelge 4.2.1).

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.2.2), hint inciri tohumlarının yağ miktarları ve yağların oleik asit, linoleik asit ve erusik asit içerikleri üzerine lokasyonun etkisi $p<0.01$ seviyesinde, lokasyonun palmitik ve stearik asit içerikleri üzerindeki etkisi ise $p<0.05$ seviyesinde önemlidir. Lokasyon tohum yağlarının miristik, araşidik, linolenik ve behenik asit içeriklerini etkilememiştir (Çizelge 4.2.2).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.2.3), en yüksek yağ miktarları Alanya ve Fethiye tohumlarında, en düşük yağ miktarları ise Adana, Anamur ve İskenderun tohumlarındadır. Alanya ve Fethiye tohumlarının yağ içerikleri arasındaki farklılıklar ile Adana, Anamur ve İskenderun tohumlarının yağ içerikleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsizdir (Çizelge 4.2.3). Chougui ve ark (2013), Cezayir'deki dört farklı *Opuntia ficus-indica* varyetesinin tohumları üzerine yaptıkları çalışmada tohumların kurumaddedeki yağ içeriklerinin % 7.3-9.3 arasında değiştini tespit etmişlerdir. El Mannoubi ve ark (2009), *Opuntia ficus-indica*'nın tohumları üzerinde çalışmışlar ve tohumların kurumaddede % 11.75 yağ içerdiğini bildirmişlerdir. Matthaus ve Özcan (2011), Türkiye'deki farklı lokasyonlarda yer alan hint incirlerine (*Opuntia ficus-indica* L.) ait tohumlar üzerindeki çalışmalarında tohumların kurumaddedeki yağ içeriklerinin % 5.0-14.4 arasında yer aldığını bildirmişlerdir. Çalışmamızdaki farklı lokasyonlara ait yağ miktarı değerleri Matthaus ve Özcan (2011)'nın bildirdikleri aralıkta yer almaktadır, ayrıca çalışmamızdaki yağ miktarı sonuçlarından sadece Fethiye örneklerinin yağ içerikleri Chougui ve ark (2013)'nın değerleriyle uyum sağlamaktadır ve diğer lokasyonlara ait yağ içerikleri, Chougui ve ark (2013)'nın değerlerinden düşüktür. Tüm lokasyonlara ait yağ miktarları incelendiğinde, tüm değerlerin El Mannoubi ve ark (2009)'nın bildirdikleri yağ değerinden düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 4.2.1). Çalışmamızdaki toplam yağ değerleriyle yukarıda belirtilen çalışmalardaki yağ içerikleri arasındaki farklılıkların lokasyon ve yetişme şartlarındaki farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ramadan ve Mörsel (2003a), *Opuntia ficus-indica* L. tohumlarının toplam yağ seviyelerinin meyvenin kültüre alınması, olgunluk derecesi ve meyve işleme veya depolamayla ilgili şartlara bağlı olabileceğini bildirmişlerdir. Çalışmamıza ait toplam yağ içerikleri bazı yağlı tohum ve meyvelerle karşılaştırıldığında çalışmamızdaki yağ içeriklerinin (% 5.34-7.67) pamuk tohumu, soya, üzüm çekirdeği ve zeytinin yağ içeriklerine göre (sırasıyla % 15-24, % 17-21, % 6-20 ve % 20-25) (Saleem ve ark 1977) düşük olduğu görülmektedir. Bu değerlerden yola çıkılarak, işleme sonucu yemeklik yağ eldesi açısından hint inciri tohumlarının ekonomik açıdan yeterli düzeyde potansiyel teşkil etmediği düşünülmektedir.

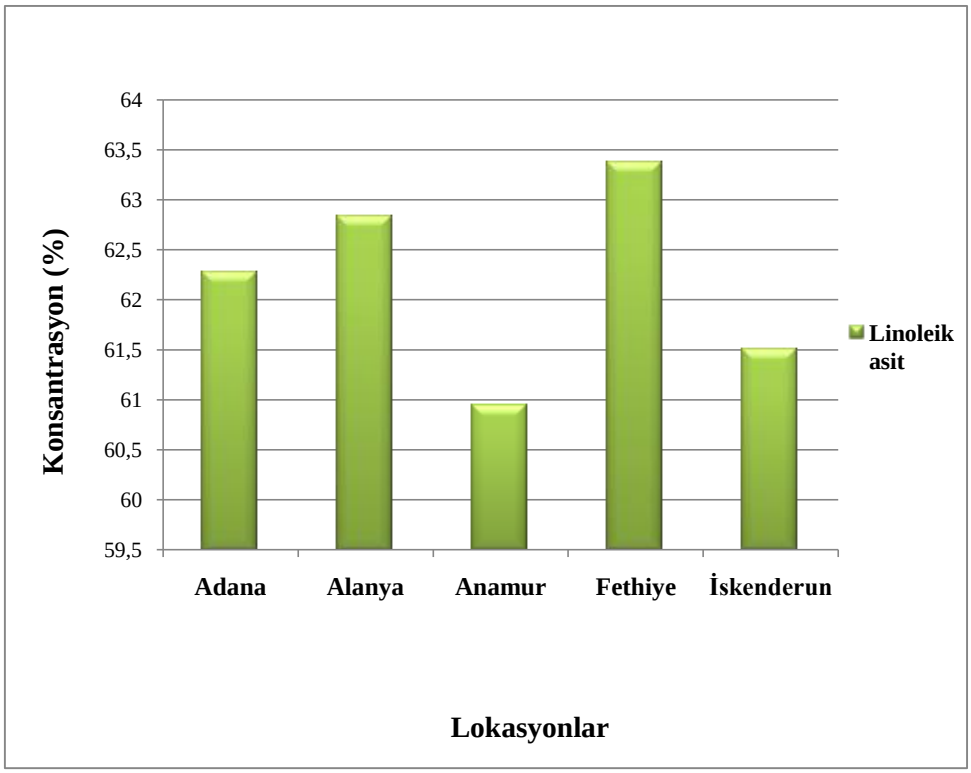
Palmitik asit ve linoleik asit içerikleri sırasıyla en yüksek İskenderun ve Fethiye tohum yağlarında, en düşük Alanya ve Anamur tohum yağlarındadır (Çizelge 4.2.3). Stearik asit Anamur tohum yağlarında en yüksek seviyede, diğer lokasyonlara ait tohum yağlarında ise en düşük seviyede bulunmaktadır, Anamur dışındaki diğer dört lokasyona ait tohumlardaki yağların stearik asit içerikleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak

önemsizdir (Çizelge 4.2.3). Lokasyonlar arasındaki en yüksek oleik asit içerikleri Anamur, İskenderun ve Adana tohum yağlarında, en düşük oleik asit içerikleri ise Alanya ve Fethiye tohum yağlarındadır (Çizelge 4.2.3). Anamur, İskenderun ve Adana tohum yağlarının oleik asit içerikleri arasındaki farklılıklar ile Alanya ve Fethiye tohum yağlarının oleik asit içerikleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.2.3). Lokasyonlar arası değerler incelendiğinde en yüksek erusik asit içeriklerinin Alanya, Fethiye ve İskenderun tohum yağlarında, en düşük erusik asit içeriklerinin ise Adana ve Anamur tohum yağlarında bulunduğu görülmektedir (Çizelge 4.2.3). Alanya, Fethiye ve İskenderun tohum yağlarının erusik asit içerikleri arasındaki farklılıklar ile Adana ve Anamur tohum yağlarının erusik asit içerikleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsizdir (Çizelge 4.2.3).

Lokasyonlar arasındaki yağ asidi bileşimleri incelendiğinde, tüm lokasyonlara ait hint inciri tohum yağlarında en fazla bulunan yağ asitlerinin sırasıyla linoleik, oleik ve palmitik asit olduğu görülmektedir (Çizelge 4.2.1). Ramadan ve Mörsel (2003a), *Opuntia ficus-indica* L.'ye ait tohumlar ve pulp üzerinde yaptıkları çalışmada tohumlardaki toplam yağ kısmının % 53.5 linoleik, % 18.3 oleik, % 20.1 palmitik ve % 2.72 stearik asit içerdiğini, ayrıca tohum yağındaki dominant yağ asidinin linoleik asit olduğunu ve bu yağ asidini sırasıyla palmitik ve oleik asidin takip ettiğini bildirmişlerdir. Matthaus ve Özcan (2011), Türkiye'deki farklı lokasyonlarda yer alan hint incirlerine (*Opuntia ficus-indica* L.) ait tohumlar üzerindeki çalışmalarında tohum yağlarındaki başlıca yağ asitlerinin palmitik, oleik ve linoleik asitler olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca aynı çalışmada hint inciri tohum yağlarındaki palmitik, oleik, linoleik, stearik ve linolenik asit içeriklerinin sırasıyla % 10.6-12.8, % 13-23.5, % 49.3-62.1, % 3.3-5.4 ve % 0.2-0.4 arasında değiştiği bildirilmiştir. Mevcut çalışmada bulduğumuz linoleik ve stearik asit değerleri Ramadan ve Mörsel (2003a)'in bildirdikleri değerlere göre daha yüksek, oleik ve palmitik asit değerleri ise Ramadan ve Mörsel (2003a)'in değerlerinden daha düşüktür. Çalışmamızda belirlenen oleik, palmitik ve linolenik asit değerlerinin Matthaus ve Özcan (2011)'ın bildirdikleri değer aralığı arasında yer aldığı, bazı lokasyonlara ait linoleik asit değerlerinin Matthaus ve Özcan (2011)'ın değerleriyle uyum sağladığı ve tüm lokasyonlara ait stearik asit değerlerinin Matthaus ve Özcan (2011)'ın değerlerinden düşük olduğu görülmektedir. Çalışmamızda elde ettiğimiz yağ asidi bileşim değerleriyle literatürler arasındaki farklılıkların bitkinin yetiştiği lokasyon, iklim, çevre şartları ve meyvenin olgunluk derecesi arasındaki farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ramadan ve Mörsel (2003b), farklı lokasyonlarda yetişen kaktüslerin

herbir yağ asidi içeriği bakımından önemli ölçüde farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir. Kaktüs tohumlarının yağ asidi bileşiminin gelişme yerindeki iklim faktörleri, toprak çeşidi ve genetik faktörlerden çok fazla etkilendiği bilinmektedir (Ramadan ve Mörsel 2003b). Ayrıca *Opuntia* meyvesinin doymuş yağ asidi içeriğinin olgunlaşmayla arttığı bildirilmiştir (Coşkuner ve Tekin 2003). Bununla birlikte, kendi çalışmamızdaki tüm lokasyonlara ait tohum yağlarındaki dominant yağ asidinin linoleik asit olması Ramadan ve Mörsel (2003a) ile Matthaus ve Özcan (2011)'ın bulgularıyla uyum sağlamaktadır.

Farklı lokasyonlara ait tohum yağlarının yağ asidi bileşimleri incelendiğinde hint inciri tohum yağlarının nispeten yüksek miktarda içerdiği doymamış yağ asitlerinden (linoleik ve oleik asit) dolayı (Çizelge 4.2.1) büyük ölçüde doymamış karakterde olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, çalışmamızda tüm lokasyonların tohum yağlarında tespit ettiğimiz esansiyel ve çoklu doymamış yağ asitlerinin (linoleik ve linolenik asit) beslenme ve sağlık üzerindeki etkiler açısından önem arz ettiği düşünülmektedir. Hızlı gelişim gösteren literatür bilgilerinde çoklu doymamış yağ asitlerinin kalp-damar rahatsızlıkları, iltihabi durumlar, kalp hastalıkları, ateroskleroz, otoimmün bozukluğu, diyabetler ve diğer hastalıkları azaltmayla ilgili faydaları açıklanmıştır. Ayrıca, bu yağ asitlerinin insan sütünde bulunması anne sütüyle beslenen bebeklerde bebek formülleriyle beslenenlere göre daha iyi performans sağlamaktadır (Finley ve Shahidi 2001, Riemersma 2001). Bununla birlikte, belirli ticari yemeklik bitkisel yağların linoleik asit içerikleri incelendiğinde, linoleik asit içeriklerinin zeytinyağında % 3.5-21, soya yağında % 49.7, mısır yağında % 47.7, susam yağında % 44.5, ayçiçeği yağında % 49.7 ve pamuk yağında % 50 olduğu bildirilmiştir (Astiasarán ve Candela 2000, Mailer 2007). Mevcut çalışmamızda elde ettiğimiz tüm linoleik asit içerikleri, Astiasarán ve Candela (2000) ile Mailer (2007) tarafından bildirilen değerlere göre yüksektir, dolayısıyla yüksek miktarda doymamış ve esansiyel yağ asitleri içeriklerinden dolayı tüm lokasyonlara ait hint inciri meyvelerinin (meyvenin tohumlarla birlikte tüketilmesinden dolayı) beslenmeye dahil edilmesi gereken önemli yağ kaynakları olduğu düşünülmektedir. Ayrıca yüksek esansiyel yağ asidi içeriğinden dolayı tohum yağlarının fonksiyonel gıda üretimi açısından da potansiyel teşkil edebileceği düşünülmektedir. Özellikle en yüksek linoleik asit içeriğine sahip Fethiye tohumlarının bu açıdan daha fazla önem arz ettiği düşünülmektedir (Şekil 4.2.2).



Şekil 4.2.2. Hint inciri tohum yağlarının linoleik asit içeriklerinin lokasyona bağlı değişimi

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Türkiye'deki beş farklı lokasyondan toplanan hint inciri (*Opuntia ficus-indica* L.) meyvelerinin ve meyvelere ait tohumların fiziko-kimyasal özellikleri üzerine yapılan bu çalışmada hint inciri meyve pulplarının brix°, sakkaroz, rafinoz, toplam fenolik madde, β-karoten ve askorbik asit içeriklerinin lokasyona bağlı değişim gösterdiği görülmüştür. Bununla birlikte ham selüloz, fruktoz, glukoz ve serbest radikal süpürücü aktivitenin lokasyondan etkilenmediği görülmüştür.

Lokasyonlar arası en yüksek brix° değeri Fethiye meyve pulplarındadır. İdeal kaktüs türü açısından kabul edilebilir brix° değerine sahip Fethiye meyveleri hem kalite, hem de farklı ürünlere işleme açısından diğer lokasyonlara göre avantajlıdır. Şeker içerikleri ele alındığında, tüm lokasyonlara ait hint inciri meyvelerinde en yüksek miktarlarda bulunan şekerlerin fruktoz ve glukoz olduğu görülmüştür. Bu şeker içerikleri hem tatlılıktan gelen duyusal kalite, hem de sözkonusu şekerlerin verdiği enerjinin sağladığı besin değeri açısından bu meyvelere değer kazandırmıştır, ayrıca tatlılık hint inciri meyve sularının farklı ürünlerde tatlandırıcı olarak kullanımına da olanak sağlayabilir. Tüm lokasyonlardaki hint inciri meyvelerinin ham selüloz içermesi de beslenme açısından önem arz etmektedir.

Toplam fenolik madde içerikleri Adana, Alanya ve Fethiye meyve pulplarında en yüksek seviyededir. Lokasyonlar arasındaki en yüksek askorbik asit içeriği Fethiye meyve pulplarındadır. Çalışma sonucunda hint inciri meyve pulplarının içerdiği fenolik bileşiklerden gallik asit, kateşin, 1,2-dihidroksibenzen, şiringik asit, kafeik asit, rutin, apigenin-7 glukozit, kersetin, naringenin, kamferol, izoramnetin ve p-kumarik asit lokasyona bağlı değişim göstermiştir. Bununla birlikte hint inciri meyve pulplarının 3,4-dihidroksibenzoik asit, trans-ferulik asit, rezveratrol ve trans-sinamik asit içerikleri lokasyondan etkilenmemiştir. İskenderun meyve pulpları en yüksek kateşin, 1-2 dihidroksibenzen, rutin ve p-kumarik asit, Alanya meyve pulpları en yüksek gallik asit ve izoramnetin, Fethiye meyve pulpları en yüksek şiringik asit, Adana meyve pulpları en yüksek kersetin, Fethiye ve İskenderun meyve pulpları ise en yüksek apigenin-7 glukozit içeriklerine sahiptir. Ayrıca, Adana, İskenderun, Anamur ve Fethiye meyve pulpları en yüksek kafeik asit, Alanya ve İskenderun meyve pulpları en yüksek naringenin ve Alanya, Anamur ile İskenderun meyve pulpları en yüksek kamferol içeriklerine sahiptir. Tüm lokasyonlara ait meyve pulplarında en yüksek miktarlarda bulunan flavonoit grubu bileşikler kersetin, kamferol, izoramnetin, kateşin ve 1,2-dihidroksibenzendir. Fenolik

bileşiklerin ve askorbik asidin antioksidan özellik göstermesi ve tüm lokasyonlara ait meyvelerin yüksek serbest radikal süpürücü aktivite göstermesi bu meyvelere beslenmeye dahil edilmesi gereken gıda kaynakları olma özelliğini vermektedir.

Adana ve Anamur lokasyonlarından toplanan hint incirlerinin meyve pulpları en yüksek β-karoten değerlerine sahip olmuştur. β-karotenin tüm lokasyonlara ait meyvelerdeki varlığı, bu bileşiğin sağlık üzerindeki olumlu fonksiyonel etkileri düşünüldüğünde, hint inciri meyvelerinin, özellikle de Adana ve Anamur meyvelerinin tüketiminin önemini arttırmaktadır.

Hint inciri meyve pulplarının P, K, Ca, Mg, S, Zn ve Mn değerleri lokasyona bağlı değişim gösterirken, lokasyon Fe, B, Cu ve Mo değerlerini etkilememiştir. Anamur meyve pulpları en yüksek P ve K, Alanya meyve pulpları en yüksek Ca, Anamur ve İskenderun meyve pulpları en yüksek Mg, Alanya ve Anamur meyve pulpları en yüksek S, İskenderun meyve pulpları en yüksek Zn ve Alanya meyve pulpları en yüksek Mn içeriklerine sahiptir. Tüm lokasyonlara ait hint inciri meyve pulpları K, Ca, P, Mg ve S minerallerince zengindir. Bu minerallerin vücutta gösterdikleri fonksiyonlar ve sağlık üzerindeki faydalı etkileri hint inciri meyvelerinin beslenmeye dahil edilmesi gereken önemli bir mineral kaynağı olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca mineral içeriklerinden yola çıkılarak, farklı içeceklerde mineral takviyesi olarak hint inciri meyve sularının kullanım olanağı sözkonusudur.

Hint inciri tohumlarının yağ miktarları ve yağların oleik, linoleik, erusik, palmitik ve stearik asit içerikleri lokasyona bağlı değişim gösterirken lokasyon tohum yağlarının miristik, araşidik, linolenik ve behenik asit içeriklerini etkilememiştir. Alanya ve Fethiye tohumları en yüksek yağ miktarlarına sahiptir. Palmitik ve linoleik asit içerikleri sırasıyla en yüksek İskenderun ve Fethiyeden toplanan hint incirlerine ait tohum yağlarındadır. Stearik asit, Anamur tohum yağlarında en yüksek seviyededir. Lokasyonlar arasındaki en yüksek oleik asit içerikleri Anamur, İskenderun ve Adana tohum yağlarında, en yüksek erusik asit içerikleri ise Alanya, Fethiye ve İskenderun tohum yağlarındadır. Fakat erusik asit içeriği çok düşük seviyelerde olduğu için tolere edilebilmektedir. Tüm lokasyonlara ait hint inciri tohumlarında en fazla bulunan yağ asitleri linoleik, oleik ve palmitik asittir. Düşük seviyelerdeki yağ miktarlarından dolayı hint inciri tohumları yemeklik yağ eldesi açısından ekonomik düzeyde yeterli potansiyele sahip değildir. Bununla birlikte, içerdiği esansiyel ve çoklu doymamış yağ asitleri ve bu yağ asitlerinin sağlık üzerindeki faydalı etkilerinden dolayı hint inciri tohumları beslenmede yer alması gereken önemli yağ kaynaklarıdır.

Çalışma sonucunda tüm hint inciri meyve pulplarına ait askorbik asit içeriklerinin Türkiye'de tüketilen bazı meyvelere göre daha yüksek miktarlarda bulunması, ayrıca Türkiye'de yaygın olarak tüketilen çok sayıda meyvede tespit edilmeyen gallik asitin hint inciri meyve pulplarında tespit edilmiş olması, tüm lokasyonlara ait meyve pulplarının P, K, Ca, Mg ve S minerallerince zengin olması ve β-karoten içermesi ve hint inciri tohum yağlarının yüksek esansiyel yağ asidi içerikleri bu meyvelerin tüketilmesi gereken önemli gıda kaynakları olduğunu göstermektedir. Bu özelliklerden dolayı Türkiye'de yabani olarak yetişen bu bitkinin kültüre alma faaliyetinin yaygınlaştırılması, bu şekilde de toplu beslenmede meyve olarak takdim edilerek tüketimin arttırılması sağlık açısından uygundur.

KAYNAKLAR

Acree TE, Lee CY, Butts RM, Barnard J, 1976. Geosmin, the earthy component of table beet odor. J Agr Food Chem, 24, 2, 430-1.

Agozzino P, Avellone G, Ceraulo L, Ferrugia M, Filizzola E, 2005. Volatile profiles of Sicilian prickly pear (*Opuntia ficus indica*) by SPME-GC/MS analysis. Ital J Food Sci, 17, 3, 341-8.

Ahn DK, 1998. Illustrated Book of Korean Medicinal Herbs, Seoul, Korea, *Kyohaksa*.

Aksay S, Coşkuner Y, Karababa E, Ekiz Hİ, 1998. Physical, chemical and technological properties of prickly pear (*Opuntia* spp.) fruits. Gıda Mühendisliği Kongre ve Sergisi. Gaziantep**:** 281-9.

Al-Juhaimi F, Özcan MM, 2013. Determination of some mineral contents of prickly pear (*Opuntia ficus-indica* L.) seed flours. Environ Monit Assess, 185, 5, 3659-63.

Anderson EF, 2001. The Cactus family, Portland, Timber Press.

Angier B, 1978. Field guide to medicinal wild plants, Mechanicsburg, USA, Stackpole Books.

Anonymous, 2001. Análisis Agropecuario de TUNA. Servicio de Información Agropecuaria y Pesquera.

Arena E, Campisi S, Fallico B, Lanza MC, Maccarone E, 2001. Aroma value of volatile compounds of prickly pear (*Opuntia ficus indica* (L.) Mill. Cactaceae). Ital J Food Sci, 13, 3, 311-9.

ASERCA, 1999. La tuna base del desarrollo del las culturas mesoamericanas. Revista Claridades Agropecuarias, 71, 9−44.

Askar A, Elsamahy SK, 1981. Chemical-composition of prickly pear fruits. Deut Lebensm-Rundsch, 77, 8, 279-81.

Astiasarán I, Candela M, 2000. Alimentos: composición y propiedades, Madrid, McGraw-Hill Interamericana, p. 109-133.

Barba AIO, Hurtado MC, Mata MCS, Ruiz VF, de Tejada MLS, 2006. Application of a UV-vis detection-HPLC method for a rapid determination of lycopene and beta-carotene in vegetables. Food Chem, 95, 2, 328-36.

Barbagallo RN, Pappalardo P, Tornatore G, 1998. Varietal comparison of *Opuntia ficus-indica* juices by HPLC determination of organic acids. Industrie delle Bevande, 27, 155, 273-5.

Barbera G, 1984. Ricerche sull'irrigazione del ficodindia [*Opuntia ficus indica* Mill.]. Frutticoltura, 8, 49-55.

Barbera G, 1995. Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear, Rome, Publishing Division, FAO, p. 1-11.

Barbera G, Carimi F, Inglese P, 1992a. Past and present role of the Indian-fig prickly-pear (*Opuntia ficus-indica* (L) Miller, Cactaceae) in the Agriculture of Sicily. Econ Bot, 46, 1, 10-20.

Barbera G, Carimi F, Inglese P, Panno M, 1992b. Physical, morphological and chemical changes during fruit development and ripening in three cultivars of prickly pear, *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller. J Hortic Sci, 67, 3, 307-12.

Barbera G, Inglese P, 1993. La coltura del ficodindia, Bologna, Edagricole Edizioni Agricole della Calderini.

Barbera G, Inglese P, Lamantia T, 1994. Seed content and fruit characteristics in cactus pear (*Opuntia ficus-indica* Mill). Sci Hortic-Amsterdam, 58, 1-2, 161-5.

Barkai-Golan R, Phillips DJ, 1991. Postharvest heat treatments of fresh fruit and vegetables for decay control. Plant Dis, 75, 11, 1085-9.

Bendich A, 1993. Carotenoids in human health, New York, New York Academy of Sciences, p. 61-67.

Benson L, 1982. Cacti of United States and North America, Stanford, Stanford University Press.

Berger SH, Ortuza RX, Auda MC, Lizana LA, Reszesyuski PA, 1978. Cold storage of prickly pears, *Opuntia ficus-indica*. Investigation Agricola, 4, 21-4.

Betancourt-Dominguez MA, Hernandez-Perez T, Garcia-Saucedo P, Cruz-Hernandez A, Paredes-Lopez O, 2006. Physico-chemical changes in cladodes (Nopalitos) from cultivated and wild cacti (*Opuntia* spp.). Plant Food Hum Nutr, 61, 3, 115-9.

Blenford DE, 1996. Winner drinks: use of amino acids and peptides in sports nutrition. International Food Ingredients, 3, 20-5.

Bocek BR, 1984. Ethnobotany of Costanoan Indians, California, Based on Collections by Harrington, John, P. Econ Bot, 38, 2, 240-55.

Brutsch MO, 1979. Prickly pear (*Opuntia ficus-indica*) as a potential fruit crop for the drier regions of the Ciskei. Crop Production, 8, 131-7.

Brutsch MO, 1992. Crop manipulation in spineless prickly pear (*Opuntia ficus-indica*) in South Africa. Second International Conference on Cactus Pear and Cochineal. Santiago-Chile**:** 40-7.

Brutsch MO, Scott MB, 1991. Extending the fruiting season of spineless prickly pear (*Opuntia ficus-indica*). South African Soc Hort Sci, 1, 73-6.

Cantwell M, 1995. Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear, Rome, Publishing Division, FAO, p. 120-141.

Cejudo-Bastante MJ, Chaalal M, Louaileche H, Parrado J, Heredia FJ, 2014. Betalain profile, phenolic content, and color characterization of different parts and varieties of *Opuntia ficus-indica*. J Agr Food Chem, 62, 33, 8491-9.

Chougui N, Tamendjari A, Hamidj W, Hallal S, Barras A, Richard T, Larbat R, 2013. Oil composition and characterisation of phenolic compounds of *Opuntia ficus-indica* seeds. Food Chem, 139, 1-4, 796-803.

Coşkuner Y, Tekin A, 2003. Monitoring of seed composition of prickly pear (*Opuntia ficus-indica* L) fruits during maturation period. J Sci Food Agr, 83, 8, 846-9.

Coşkuner Y, Türker N, Ekiz HI, Aksay S, Karababa E, 2000. Effect of pH and temperature on the thermostability of prickly pear (*Opuntia ficus-indica*) yellow-orange pigments. Nahrung, 44, 4, 261-3.

Cota-Sanchez JH, 2002. Taxonomy, distribution, rarity status and uses of Canadian cacti. Haseltonia, 9, 17-25.

Coyle J, Roberts NC, 1975. A field guide to the common and interesting plants of Baja California, La Jolla, California, Natural History Publishing Company.

Dahlgren B, 1990. La grana cochinilla, Mexico, UNAM.

De Wit M, Nel P, Osthoff G, Labuschagne MT, 2010. The effect of variety and location on cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) fruit quality. Plant Food Hum Nutr, 65, 2, 136-45.

Decortazar VG, Nobel PS, 1992. Biomass and fruit production for the prickly pear cactus, *Opuntia ficus-indica*. J Am Soc Hortic Sci, 117, 4, 558-62.

Di Cesare LF, Testoni A, Sansovini G, 1993. Studio dei componenti volatili del fico d'india durante la conservazione in atmosfera normale e controllata. Industrie Alimentari, 32, 317, 725-30.

Dimitris L, Pompodakis N, Markellou E, Lionakis SM, 2005. Storage response of cactus pear fruit following hot water brushing. Postharvest Biol Tec, 38, 2, 145-51.

Duru B, Türker N, 2005. Changes in physical properties and chemical composition of cactus pear (*Opuntia ficus-indica)* during maturation. J Prof Assoc Cactus, 7, 22-33.

El Kossori RL, Villaume C, El Boustani E, Sauvaire Y, Mejean L, 1998. Composition of pulp, skin and seeds of prickly pears fruit (*Opuntia ficus-indica* sp.). Plant Food Hum Nutr, 52, 3, 263-70.

El Mannoubi I, Barrek S, Skanji T, Casabianca H, Zarrouk H, 2009. Characterization of *Opuntia ficus-indica* seed oil from Tunisia. Chem Nat Compd, 45, 5, 616-20.

Ewaidah EH, Hassan BH, 1992. Prickly pear sheets - a new fruit product. Int J Food Sci Tech, 27, 3, 353-8.

Fallik E, Aharoni Y, Copel A, Rodov R, Tuvia-Alkalai S, Horev B, Yekutieli O, Wiseblum A, Regev R, 2000. A short hot water rinse reduces postharvest losses of 'Galia' melon. Plant Pathol, 49, 333-8.

Felker P, Rodriguez SDC, Casoliba RM, Filippini R, Medina D, Zapata R, 2005. Comparison of *Opuntia ficus indica* varieties of Mexican and Argentine origin for fruit yield and quality in Argentina. J Arid Environ, 60, 3, 405-22.

Felker P, Soulier C, Leguizamon G, Ochoa J, 2002. A comparison of the fruit parameters of 12 *Opuntia* clones grown in Argentina and the United States. J Arid Environ, 52, 3, 361-70.

Ferguson IB, Ben-Yehoshua S, Mitcham EJ, McDonald RE, Lurie S, 2000. Postharvest heat treatments: introduction and workshop summary. Postharvest Biol Tec, 21, 1, 1-6.

Fernandez-Lopez JA, Almela L, Obon JM, Castellar R, 2010. Determination of antioxidant constituents in cactus pear fruits. Plant Food Hum Nutr, 65, 3, 253-9.

Fernandez-Lopez JA, Castellar R, Obon JM, Almela L, 2002. Screening and mass-spectral confirmation of betalains in cactus pears. Chromatographia, 56, 9-10, 591-5.

Fernandez ML, Lin EC, Trejo A, McNamara DJ, 1992. Prickly pear (*Opuntia* sp.) pectin reverses low density lipoprotein receptor suppression induced by a hypercholesterolemic diet in guinea pigs. J Nutr, 122, 12, 2330-40.

Feugang JM, Konarski P, Zou DM, Stintzing FC, Zou CP, 2006. Nutritional and medicinal use of cactus pear (*Opuntia* spp.) cladodes and fruits. Front Biosci, 11, 2574-89.

Finley JW, Shahidi F, 2001. Omega-3 fatty acids, chemistry, nutrition and health effects, Washington, American Chemical Society, p. 1-13.

Flath RA, Takahashi JM, 1978. Volatile constituents of prickly pear (*Opuntia ficus-indica* Mill., de Castilla variety). J Agric Food Chem, 26, 4, 835-7.

Flores -Valdez CA, Aguirre-Rivera JR, 1979. El nopal como forraje, Chapingo, México, UACH-CIESTAAM.

Forni E, Penci M, Polesello A, 1994. A preliminary characterization of some pectins from quince fruit *(Cydonia oblonga* Mill) and prickly pear (*Opuntia ficus-indica*) peel. Carbohyd Polym, 23, 4, 231-4.

Forni E, Polesello A, Montefiori D, Maestrelli A, 1992. High-Performance Liquid-Chromatographic analysis of the pigments of blood-red prickly pear (*Opuntia ficus-indica*). J Chromatogr, 593, 1-2, 177-83.

Frati A, 1992. Medical implication of prickly pear cactus. 3rd Annual Texas prickly pear council. Kingsville, Texas**:** 29-34.

Galati EM, Mondello MR, Giuffrida D, Dugo G, Miceli N, Pergolizzi S, Taviano MF, 2003. Chemical characterization and biological effects of Sicilian *Opuntia ficus indica* (L.) Mill. fruit juice: Antioxidant and antiulcerogenic activity. J Agr Food Chem, 51, 17, 4903-8.

Galati EM, Monforte MT, Tripodo MM, d'Aquino A, Mondello MR, 2001. Antiulcer activity of *Opuntia ficus indica* (L.) Mill. (Cactaceae): ultrastructural study. Ethnopharm, 76, 1, 1-9.

Galati EM, Pergolizzi S, Miceli N, Monforte MT, Tripodo MM, 2002b. Study on the increment of the production of gastric mucus in rats treated with *Opuntia ficus indica* (L.) Mill. cladodes. Ethnopharm, 83, 3, 229-33.

Galati EM, Tripodo MM, Trovato A, Miceli N, Monforte MT, 2002a. Biological effect of *Opuntia ficus indica* (L.) Mill. (Cactaceae) waste matter. Note I: diuretic activity. Ethnopharm, 79, 1, 17-21.

Gil MI, Tomas-Barberan FA, Hess-Pierce B, Kader AA, 2002. Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids, and vitamin C contents of nectarine, peach, and plum cultivars from California. J Agr Food Chem, 50, 17, 4976-82.

Gurbachan S, Felker P, 1998. Cactus: new world foods. Indian Hort, 43, 1, 29-31.

Guzman-Maldonado SH, Morales-Montelongo AL, Mondragon-Jacobo C, Herrera-Hernandez G, Guevara-Lara F, Reynoso-Camacho R, 2010. Physicochemical, nutritional, and functional characterization of fruits xoconostle (*Opuntia matudae*) pears from Central-Mexico Region. J Food Sci, 75, 6, 485-92.

Hegwood DA, 1990. Human health discoveries with *Opuntia* sp. (Prickly pear). HortSci, 25, 12, 1515-6.

Henry BS, 1996. Natural Food Colorants, Glasgow-UK, Blackie Academic&Professional, p. 40-79.

Hernandez-Perez T, Carrillo-Lopez A, Guevara-Lara F, Cruz-Hernandez A, Paredes-Lopez O, 2005. Biochemical and nutritional characterization of three prickly pear species with different ripening behavior. Plant Food Hum Nutr, 60, 4, 195-200.

Hewett EW, 2006. An overview of preharvest factors influencing postharvest quality of horticultural products. Int J Postharvest Technol Innov, 1, 1, 4-15.

Hoffman W, 1980. The many uses of prickly pears (*Opuntia* Mill.) in Peru and Mexico. Plant Res Develop, 12, 58-68.

Huang HY, Chang CK, Tso TK, Huang JJ, Chang WW, Tsai YC, 2004. Antioxidant activities of various fruits and vegetables produced in Taiwan. Int J Food Sci Nutr, 55, 5, 423-9.

Humboldt A, 1966. Political essay on the kingdom of New Spain, New York, AMS Press.

Hunt DR, Taylor N, 2002. Studies in the *Opuntioideae* (Cactaceae), Milborne Port, Dorset, UK., D. Hunt.

Ibanez-Camacho R, Roman-Ramos R, 1979. Hypoglycemic effect of *Opuntia* cactus. Archiv Invest Med, 10, 4, 223-30.

Inglese P, Barbera G, 1992. Prickly pear (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.) intensive production in Italy. III Congreso Internacional sobre el conocimiento y aprovechamento del nopal. Chapingo-Mexico.

Inglese P, Barbera G, Lamantia T, Portolano S, 1995a. Crop production, growth, and ultimate size of cactus pear fruit following fruit thinning. Hort Sci, 30, 2, 227-30.

Inglese P, Barbera G, Lamantia T, 1995b. Research strategies for the improvement of cactus pear (*Opuntia ficus-indica)* fruit-quality and production. J Arid Environ, 29, 4, 455-68.

Inglese P, Basile F, Schirra M, 2002. Cacti: Biology and Uses, California-USA, University of California Press, p. 163-183.

IOOC, 2001. International Olive Oil Council.

Kader AA, 2001. Quality assurance of harvested horticultural perishables. Proceedings of the 4th International Conference on Postharvest Science, Vols 1 and 2, 553, 51-5.

Kara M, Şahin H, Turumtay H, Dinç S, Gümüşçü A, 2014. The phenolic composition and antioxidant activity of tea with different parts of *Sideritis condensate* at different steeping conditions. Food Nutr Res, 2, 5, 258-62.

Karababa E, Coskuner Y, Aksay S, 2004. Some physical fruit properties of cactus pear (*Opuntia* spp) that grow wild in the eastern Mediterranean region of Turkey. J Prof Assoc Cactus, 6, 1-8.

Karipçin MZ, Dinç S, Kara M, Kahraman S, Alp İ, Çiçekçi H, 2016. High temperature-tolerant tomato lines: bioactive compounds. J Verbraucher Lebensmittel, 1-9.

Kearney TH, Peebles RH, 1951. Arizona flora, California, USA, University of California Press.

Khatabi O, Hanine H, Elothmani D, Hasib A, 2011. Extraction and determination of polyphenols and betalain pigments in the Moroccan prickly pear fruits (*Opuntia ficus indica*). Arabian J Chem. (in press)

Krochmal A, Krochmal C, 1984. A field guide to medicinal plants, New York, Times Books.

Kugler F, Graneis S, Schreiter PPY, Stintzing FC, Carle R, 2006. Determination of free amino compounds in betalainic fruits and vegetables by gas chromatography with

flame ionization and mass spectrometric detection. J Agr Food Chem, 54, 12, 4311-8.

Kujala TS, Loponen JM, Klika KD, Pihlaja K, 2000. Phenolics and betacyanins in red beetroot *(Beta vulgaris*) root: Distribution and effect of cold storage on the content of total phenolics and three individual compounds. J Agr Food Chem, 48, 11, 5338-42.

Kuti JO, 1992. Growth and compositional changes during the development of prickly pear fruit. J Hortic Sci, 67, 6, 861-8.

Kuti JO, 2004. Antioxidant compounds from four *Opuntia* cactus pear fruit varieties. Food Chem, 85, 4, 527-33.

Lakshminarayana S, y Sosa LA, Barrientos-Pérez F, 1979. The development and postharvest physiology of the fruit of prickly pear (*Opuntia amyclaea* Tenore). Tropical Foods, 1, 69-93.

Langseth L, 1995. Oxidants, antioxidants, and disease prevention, Washington, International Life Sciences Institute (ILSI).

Lee EB, Hyun JE, Li DW, Moon YI, 2002. Effects of *Opuntia ficus-indica* var. Saboten stem on gastric damages in rats. Archiv Pharm Res, 25, 1, 67-70.

Lee SK, Mbwambo ZH, Chung HS, Luyengi L, Gamez EJC, Mehta RG, Kinghorn AD, Pezzuto JM, 1998. Evaluation of the antioxidant potential of natural products. Comb Chem High T Scr, 1, 1, 35-46.

Le Houerou HN, 1996. The role of cacti (*Opuntia* spp) in erosion control, land reclamation, rehabilitation and agricultural development in the Mediterranean basin. J Arid Environ, 33, 2, 135-59.

Livrea MA, Tesoriere L, 2006. Health benefits and bioactive components of the fruits from *Opuntia ficus-indica* [L.] Mill. J Prof Assoc Cactus, 8, 73-90.

Lopez AD, 1995. Review: Use of the fruits and stems of the prickly pear cactus (*Opuntia* spp) into human food. Food Sci Technol Int, 1, 2-3, 65-74.

Loro JF, del Rio I, Perez-Santana L, 1999. Preliminary studies of analgesic and anti-inflammatory properties of *Opuntia dillenii* aqueous extract. J Ethnopharm, 67, 2, 213-8.

Lurie S, 1998. Postharvest heat treatments. Postharvest Biol Tec, 14, 3, 257-69.

Machlin LJ, 1991. Handbook of vitamins, New York, Marcel Dekker, Inc., p. 99-144.

Mailer RJ, 2007. The natural chemistry of Australian extra virgin olive oil. Canberra, RIRDC.

Manthey JA, Perkins-Veazie P, 2009. Influences of harvest date and location on the levels of β-carotene, ascorbic acid, total phenols, the in vitro antioxidant capacity, and phenolic profiles of five commercial varieties of mango (*Mangifera indica* L.). J Agr Food Chem, 57, 22, 10825-30.

Martín del Campo R, 1957. Las cactáceas entre los mexicas. Cact Suc Mex, 2, 1, 27-38.

Matthaus B, Özcan MM, 2011. Habitat effects on yield, fatty acid composition and tocopherol contents of prickly pear (*Opuntia ficus-indica* L.) seed oils. Sci Hortic-Amsterdam, 131, 95-8.

Mattila P, Hellstrom J, Torronen R, 2006. Phenolic acids in berries, fruits, and beverages. J Agr Food Chem, 54, 19, 7193-9.

Medina EMD, Rodriguez EMR, Romero CD, 2007. Chemical characterization of *Opuntia dillenii* and *Opuntia ficus indica* fruits. Food Chem, 103, 1, 38-45.

Merin U, Gagel S, Popel G, Bernstein S, Rosenthal I, 1987. Thermal-degradation kinetics of prickly-pear-fruit red pigment. J Food Sci, 52, 2, 485-6.

Miean KH, Mohamed S, 2001. Flavonoid (myricetin, quercetin, kaempferol, luteolin, and apigenin) content of edible tropical plants. J Agr Food Chem, 49, 6, 3106-12.

Moerman DE, 1998. Native American Ethnobotany, Portland, Timber Press.

Mokoboki K, Kgama T, Mmbi N, 2009. Evaluation of cactus pear fruit quality at Mara ADC, South Africa. African J Agric Res, 4, 1, 028-32.

Mondragon-Jacobo C, 2001. Plant breeding reviews, New York, John Wiley and Sons.

Mondragon-Jacobo C, Perez-Gonzalez S, 1996. Progress in new crops, Arlington, ASHS Press, p. 446-450.

Mu-Lin L, Bo-Di H, Ke-Nuo P, 2007. Quantitative analysis of lycopene from tomato and its processed products by C18-HPLC-PDA. Food Sci, 28, 7, 453-6.

Munoz-de-Chavez M, Chavez A, Valles V, Roldan JA, 1995. Plants in human nutrition, Karger, p. 109-134.

Nassar AG, 2008. Chemical composition and functional properties of prickly pear (*Opuntia ficus indica*) seeds flour and protein concentrate. World J Dairy Food Sci, 3, 1, 11-6.

Ndhlala AR, Kasiyamhuru A, Mupure C, Chitindingu K, Benhura MA, Muchuweti M, 2007. Phenolic composition of *Flacourtia indica*, *Opuntia megacantha* and *Sclerocarya birrea*. Food Chem, 103, 1, 82-7.

Nerd A, Aronson JA, Mizrahi Y, 1990. Advances in new crops, Portland-USA, Timber Press, p. 353-363.

Nerd A, Karady A, Mizrahi Y, 1991. Out-of-season prickly pear-fruit characteristics and effect of fertilization and short droughts on productivity. HortSci, 26, 5, 527-9.

Nieddu G, De Pau L, Schirra M, D'hallewin G, 1997. Chemical composition of fruit and seeds of cactus pears during early and late-induced crop ripening. Third International Congress on Cactus Pear and Cochenille, 438, 105-11.

Ochoa MJ, Leguizamon G, Uhart SA, 2006. Nitrogen availability and fruit yield generation in cactus pear (*Opuntia ficus-indica*): IV. Effects on fruit quality. Proceedings of the Vth International Congress on Cactus Pear and Cochineal, 728, 137-44.

Osorio-Esquivel O, Alicia-Ortiz-Moreno, Alvarez VB, Dorantes-Alvarez L, Giusti MM, 2011. Phenolics, betacyanins and antioxidant activity in *Opuntia joconostle* fruits. Food Res Int, 44, 7, 2160-8.

Pantaleon DMG, Ortiz MF, Alvarez MJM, Camacho DRB, Martinez CAM, Escalona CEO, Pereira CAP, 2009. Chemical, biochemical, and fatty acids composition of seeds of *Opuntia boldinghii* Britton et Rose. J Prof Assoc Cactus, 11, 45-52.

Paradez-Lopez O, 1973. Study of prickly pear juice. Technol Aliment, 8, 237-40.

Paradez-Lopez O, 1976. Utilization of Nopal fruit juice for the production of microbial protein by batch and continuous culture. Technol Aliment, 11, 155-65.

Park EH, Kahng JH, Lee SH, Shin KH, 2001. An anti-inflammatory principle from cactus. Fitoterapia, 72, 3, 288-90.

Park EH, Kahng JH, Paek EA, 1998. Studies on the pharmacological actions of cactus: identification of its anti-inflammatory effect. Archiev Pharm Res, 21, 1, 30-4.

Paulsen BS, Lund PS, 1979. Water-soluble polysaccharides of *Opuntia ficus-indica* cv "Burbank's spineless". Phytochemistry, 18, 4, 569-71.

Piga A, 2004. Cactus pear: A fruit of nutraceutical and functional importance. J Prof Assoc Cactus, 6, 9-22.

Piga A, D'hallewin G, D'Aquino S, Agabbio M, 1997. Influence of film wrapping and UV irradiation on cactus pear quality after storage. Packag Technol Sci, 10, 1, 59-68.

Piga A, Del Caro A, Pinna I, Agabbio M, 2003. Changes in ascorbic acid, polyphenol content and antioxidant activity in minimally processed cactus pear fruits. Lebensm-Wiss Technol, Food Sci Technol, 36, 2, 257-62.

Pimienta-Barrios E, 1993. El nopal (*Opuntia* spp.): Una alternativa Ecolo´gica productiva para las zonas a´ridas y semia´ridas. Ciencia, 44, 39-350.

Pimienta-Barrios E, Mauricio-Leguizamo R, 1989. Variación en componentes del fruto maduro entre formas de nopal *(Opuntia* spp.) tunero. Rev Fitotec Mex, 12, 183-96.

Pimienta Barrios E, 1990. El nopal tunero, Universidad de Guadalajara.

Pimienta Barrios E, Engleman EM, 1985. Desarrollo de la pulpa y proporción en volúmen, de los componentes del lóculo maduro en tuna *(Opuntia ficus-indica* (L.) Miller). Agrociencia, 62, 51- 6.

Pintado AI, Macedo AC, Teixeira G, Pais MS, Clemente A, Malcata FX, 2000. Caseinolytic activity of fruit extract from *Opuntia ficus-indica* on bovine, caprine, and ovine sodium caseinates. Biotechnol Progr, 17, 4, 643-6.

Pszczola DE, 1998. The ABCs of nutraceutical ingredients. Food Technol 52, 70-82.

Ramadan MF, Mörsel JT, 2003a. Oil cactus pear (*Opuntia ficus-indica* L.). Food Chem, 82, 3, 339-45.

Ramadan MF, Mörsel JT, 2003b. 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, 3, 447-56.

Riemersma RA, 2001. The demise of the n-6 to n-3 fatty acid ratio? A dossier. Eur J Lipid Sci and Tech, 103, 6, 372-3.

Roehrig KL, 1988. The physiological effects of dietary fiber—a review. Food Hydrocolloid, 2, 1, 1-18.

Russell CE, Felker P, 1987. The prickly-pears (*Opuntia* Spp Cactaceae) - a source of human and animal food in semiarid regions. Econ Bot, 41, 3, 433-45.

Saenz C, 1996. Foods products from cactus pear (*Opuntia ficus-indica*). Food Chain, 18, 10-1.

Saenz C, 2000. Processing technologies: an alternative for cactus pear (*Opuntia* spp.) fruits and cladodes. J Arid Environ, 46, 3, 209-25.

Saenz C, Estevez AM, Sepulveda E, Mecklenburg P, 1998. Cactus pear fruit: a new source of natural sweetener. Plant Food Hum Nutr, 52, 2, 141-9.

Saenz C, Vasquez M, Trumper S, Fluxa C, 1992. Extracción y composición quimica de mucilage de tuna (*Opuntia ficus-indica*). II Congreso Internacional de la tuna y cochinilla. Santiago-Chile**:** 93-6.

Saleem M, Sarwar M, Khan SA, Bhatty MK, 1977. Fatty acids of indigenous resources for possible industrial applications. V. Investigation on the commercial species of Rutaceae. Pakistan J Sci Ind R, 20, 305-6.

Salim N, Abdelwaheb C, Rabah C, Ahcene B, 2009. Chemical composition of *Opuntia ficus-indica* (L.) fruit. Afr J Biotechnol, 8, 8, 1623-4.

Savio Y, 1987. Prickly pear cactus: the pads are "nopales," and the fruits are "tunas": they're easy to grow and wonderful to eat, Cact Succ J, 59, 3, 13-117.

Sawaya WN, Khan P, 1982. Chemical characterization of prickly pear seed oil, *Opuntia ficus-indica*. J Food Sci, 47, 6, 2060-1.

Sawaya WN, Khatchadourian HA, Safi WM, Almuhammad HM, 1983. Chemical characterization of prickly pear pulp, *Opuntia ficus-indica*, and the manufacturing of prickly pear jam. J Food Technol, 18, 2, 183-93.

Seeram NP, Aviram M, Zhang Y, Henning SM, Dreher M, Heber D, 2008. Comparison of antioxidant potency of commonly consumed polyphenol-rich beverages in the United States. J Agr Food Chem, 56, 1415-22.

Sepulveda E, Saenz C, 1990. Chemical and physical characteristics of prickly pear (*Opuntia ficus-indica*) pulp. Rev Agroquim Tecnol, 30, 4, 551-5.

Setiawan B, Sulaeman A, Giraud DW, Driskell JA, 2001. Carotenoid content of selected Indonesian fruits. J Food Compos Anal, 14, 2, 169-76.

Skujins S, 1998. Handbook for ICP – AES (Varian-Vista). A Short Guide To Vista Series ICP – AES Operation. Variant Int. AG, Zug, Switzerland.

Stintzing FC, Carle R, 2005. Cactus stems (*Opuntia* spp.): A review on their chemistry, technology, and uses. Mol Nutr Food Res, 49, 2, 175-94.

Stintzing FC, Herbach KM, Mosshammer MR, Carle R, Yi WG, Sellappan S, Akoh CC, Bunch R, Felker P, 2005. Color, betalain pattern, and antioxidant properties of cactus pear (*Opuntia* spp.) clones. J Agr Food Chem, 53, 2, 442-51.

Stintzing FC, Schieber A, Carle R, 1999. Amino acid composition and betaxanthin formation in fruits from *Opuntia ficus-indica*. Planta Med, 65, 7, 632-5.

Stintzing FC, Schieber A, Carle R, 2001. Phytochemical and nutritional significance of cactus pear. Eur Food Res Technol, 212, 4, 396-407.

Stintzing FC, Schieber A, Carle R, 2002. Identification of betalains from yellow beet (*Beta vulgaris* L.) and cactus pear [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.] by high-performance liquid chromatography-electrospray ionization mass spectrometry. J Agr Food Chem, 50, 8, 2302-7.

Stintzing FC, Schieber A, Carle R, 2003. Evaluation of colour properties and chemical quality parameters of cactus juices. Eur Food Res Technol, 216, 4, 303-11.

Teixeira G, Santana AR, Pais MS, Clemente A, 2000. Enzymes of *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller with potential industrial applications-I. Appl Biochem Biotechnol, 88, 1-3, 299-312.

Teles FFF, 1977. Nutrient analysis of prickly pear (*Opuntia ficus-indica*, Linn.), University of Arizona, Tucson.

Tesoriere L, Allegra M, Butera D, Livrea MA, 2004b. Absorption, excretion, and distribution of dietary antioxidant betalains in LDL's: potential health effects of betalains in humans. Am J Clin Nutr, 80, 4, 941-5.

Tesoriere L, Butera D, Pintaudi AM, Allegra M, Livrea MA, 2004a. Supplementation with cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) fruits decreases oxidative stress in healthy humans: a comparative study with vitamin C. Am J Clin Nutr, 80, 2, 391-5.

Tesoriere L, Fazzari M, Allegra M, Livrea MA, 2005. Biothiols, taurine, and lipid-soluble antioxidants in the edible pulp of Sicilian cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) fruits and changes of bioactive juice components upon industrial processing. J Agr Food Chem, 53, 20, 7851-5.

Toor RK, Savage GP, 2005. Antioxidant activity in different fractions of tomatoes. Food Res Int, 38, 5, 487-94.

Train P, Archer WA, Henrichs JR, 1957. Medicinal uses of plants by Indian tribes of Nevada, Quarterman Publishing.

Trejo-Gonzalez A, Gabriel-Ortiz G, Puebla-Perez AM, Huizar-Contreras MD, Munguia-Mazariegos MR, Mejia-Arreguin S, Calva E, 1996. A purified extract from prickly pear cactus (*Opuntia fuliginosa*) controls experimentally induced diabetes in rats. J Ethnopharmacol, 55, 1, 27-33.

Trombetta D, Puglia C, Perri D, Licata A, Pergolizzi S, Lauriano ER, De Pasquale A, Saija A, Bonina FP, 2006. Effect of polysaccharides from *Opuntia ficus-indica* (L.) cladodes on the healing of dermal wounds in the rat. Phytomedicine, 13, 5, 352-8.

TSE, 1989. Gıda maddelerinde ham selüloz tayini- Genel metot. **TS 6932**.

TSE, 2001. Meyve ve Sebze Suları-Glikoz, fruktoz, sorbitol ve sakaroz muhtevası tayini-Yüksek performanslı sıvı kromotografisi metodu. **TS EN 12630**.

TSE, 2010. Yağlı tohumlar- Yağ muhtevasının tayini (Referans yöntem) **TS EN ISO 659**.

Türker N, Coşkuner Y, Ekiz HI, Aksay S, Karababa E, 2001. The effects of fermentation on the thermostability of the yellow-orange pigments extracted from cactus pear (*Opuntia ficus-indica*). Eur Food Res Technol, 212, 2, 213-6.

Velázquez E, 1998. El nopal y su historia, Mexico, Clio Libros y Videos.

Villareal A, 1959. El nopal como forrage. Revista Chapingo, 220-5.

Wessels AB, 1988. Spineless prickly pear, Johannesburg-South Africa, Perskor Publishers.

Wessels AB, Croukamp L, 1992. Development of the pulp of *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. fruit: a new look at fruit classification. Segundo Congreso Internacional de Tuna y Cochinilla. Santiago-Chile**:** 22-5.

Wessels AB, Swart E, 1990. Morphogenesis of the reproductive bud and fruit of the prickly pear (*Opuntia ficus- indica* (L.) Mill. cv. Morado). Acta Hort, 275, 245-54.

Wolfram R, Budinsky A, Efthimiou Y, Stomatopoulos J, Oguogho A, Sinzinger H, 2003. Daily prickly pear consumption improves platelet function. Prostag Leukotr Ess, 69, 1, 61-6.

Yahia EM, Mondragon-Jacobo C, 2011. Nutritional components and anti-oxidant capacity of ten cultivars and lines of cactus pear fruit (*Opuntia* spp.). Food Res Int, 44, 7, 2311-8.

EKLER

EK-1 Hint inciri (*Opuntia ficus-indica* L.)



EK-2 Hint inciri (*Opuntia ficus-indica* L.) meyvesi



EK-3 Hint inciri (*Opuntia ficus-indica* L.) tohumları



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Büşra BELVİRANLI
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : KONYA-16.05.1983
Telefon : 05064244392
e-mail : busrabelviranli@hotmail.com

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	Özel Yavuz Selim Lisesi/Karatay/KONYA	2001
Üniversite	:	Selçuk Üniversitesi/Selçuklu/KONYA	2005
Yüksek Lisans	:	Selçuk Üniversitesi/Selçuklu/KONYA	2008
Doktora	:	Selçuk Üniversitesi/Selçuklu/KONYA	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2007-2009	İstanbul Tarım İl Müdürlüğü-Kontrol Şube Müdürlüğü	Gıda Mühendisi
2009-Devam ediyor	Konya Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü	Gıda Mühendisi

YABANCI DİL

İngilizce