

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**HİNT İNCİRİ (OPUNTIA FICUS-INDICA) MEYVESİNDEN MEYVE SUYU
ELDESİ KİMYASAL ve ANTİOKSİDAN ÖZELLİKLERİNİN
İNCELENMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

**Tuba Nil DENGİZ
(Y1313.040002)**

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Gıda Mühendisliği Programı**

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Hatice ZENGİN

Mart,2016





T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

Yüksek Lisans Tez Onay Belgesi

Enstitümüz Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı Gıda Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı Y1313.040002 numaralı öğrencisi **Tuba Nil DENGİZ**'in "**HİNT İNCİRİ (OPUNTIA FİCUS-İNDİCA) MEYVESİNDEN MEYVE SUYU ELDESİ KİMYASAL VE ANTIOKSİDAN ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**" adlı tez çalışması Enstitümüz Yönetim Kurulunun 26.02.2016 tarih ve 2016/06 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından ay ..br. ile Tezli Yüksek Lisans tezi olarak .. kabul edilmiştir.

Öğretim Üyesi Adı Soyadı

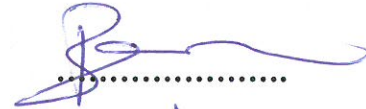
İmzası

Tez Savunma Tarihi :23/03/2016

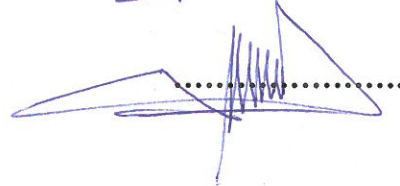
1)Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Hatice ZENGİN

.....


2) Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Banu METİN

.....


3) Jüri Üyesi : Prof. Dr. Şükrü KARATAŞ

.....


Not: Öğrencinin Tez savunmasında **Başarılı** olması halinde bu form **imzalanacaktır**. Aksi halde geçersizdir.

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Hint İnciri (*Opuntia ficus- İndica*) Meyvesinden Meyve Suyu Eldesi, Kimyasal ve Antioksidan özelliklerinin İncelenmesi” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Bibliyografya’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim. (23.03.2016)

Tuba Nil DENGİZ





Herşeyimi borçlu olduğum Sevgili Annem ve Babama,



ÖNSÖZ

Yüksek lisans çalışmalarım boyunca bilgi ve deneyimleriyle yardımlarını esirgemeyen tez danışman hocam İstanbul Aydın Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Öğretim üyesi sayın Yrd. Doç. Dr. Hatice ZENGİN'e en içten teşekkür ve saygılarımı sunarım. Analizlerim sırasında bana yardımcı olan sevgili hocam İsmail Hakkı TEKİNER'e ve Burcu MARANGOZ'a teşekkür ederim. Çalışmalarına katkılarından ve yardımlarından dolayı değerli arkadaşım Gülşen NAS'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tezim süresince yardımlarını esirgemeyen biricik arkadaşım Burcu ESKİOCAK'a ve meyvelerimi temin eden sevgili hocam Esra KASAPBAŞI, amcalarım Mustafa DENGİZ ve Metin DENGİZ'e, sevgili arkadaşım Dilara ŞENER'in annesi Ceyhun ŞENER'e teşekkürlerimi sunarım. Tez yazım aşamamın her anında benim en büyük yardımcım annem Ayşe DENGİZ'e, manevi ve maddi desteklerinden ötürü babam İsmail DENGİZ, kardeşim Taha DENGİZ'e ve teyzem Emine TOPHAN'a teşekkürlerimi sunarım.

23/03/2016

Tuba Nil DENGİZ



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	ix
İÇİNDEKİLER	xi
KISALTMALAR	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xv
ŞEKİL LİSTESİ.....	xvii
DENKLEM LİSTESİ	xix
ÖZET	xxi
ABSTRACT.....	xxiii
1 GİRİŞ.....	1
2 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
2.1 Hint İnciri (<i>Opuntia ficus-indica</i>) Meyvesi	3
2.2 Hint İnciri Meyvesi çeşitleri ve Kullanım Alanları	4
2.3 Hint İncirinin Sağlığa Yararları.....	8
2.4 Hint İncirinin Fiziksel ve Kimyasal Bileşimi	10
2.5 Meyve ve Sebzelerde Dondurma İşlemi ve Temel Prensipleri	22
2.5.1 Dondurma yöntemleri ve depolama	24
2.5.2 Donmuş muhafaza sırasında meyve ve sebzelerde meydana gelen kalite değişimleri	26
2.6 Antioksidanlar ve Etki Mekanizmaları.....	30
2.6.1 Antioksidan aktivitesi ölçüm yöntemleri	34
2.7 Fenolik Maddeler.....	44
2.7.1 Fenolik asitler.....	45
2.7.2 Flavonoidler	46
2.7.2.1 Antosiyaninler	48
3 MATERYAL VE METOT.....	57
3.1 Materyal.....	57
3.2 Metot.....	59
3.2.1 pH tayini.....	59
3.2.2 Titrasyon asitliği	59
3.2.3 Briks tayini	60
3.2.4 Renk tayini	60
3.2.5 Toplam kuru madde tayini	60
3.2.6 Toplam kül tayini	60
3.2.7 Şeker analizi	61
3.2.8 Toplam fenolik madde tayini	61
3.2.9 Antioksidan aktivite tayini	62
3.2.9.1 ABTS yöntemi	62
3.2.9.2 DPPH radikali giderme aktivitesinin tayini	62
3.2.10 Toplam mezofil bakteri sayısı.....	63
3.2.11 Antimikrobiyal aktivite tayini	63
3.2.12 Duyusal analiz.....	63

3.3	İstatistiksel çalışma.....	65
4	ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	67
4.1	pH	67
4.2	Titrasyon Asitliği	69
4.3	Briks Tayini	70
4.4	Renk Tayini	71
4.5	Toplam Kuru Madde Tayini	75
4.6	Toplam Kül Tayini	76
4.7	Şeker Tayini.....	77
4.8	Toplam Fenolik Madde Tayini	78
4.9	Antioksidan Aktivite Tayini	81
4.9.1	ABTS.....	81
4.9.2	DPPH.....	83
4.10	Toplam Mezofil Bakteri Sayısı.....	84
4.11	Antimikrobiyal Aktivite Tayini	85
4.12	Hint İnciri Meyve Suyu Örneklerinin Duyusal Analiz Sonuçları	86
5	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	87
	KAYNAKÇA	91
	EKLER	103
	ÖZGEÇMİŞ.....	105

KISALTMALAR

ABTS	: 2,2'-azinobis-(3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonat)
C 14:0	: Miristik asit
C16:0	: Palmitik Asit
C18:0	: Stearik Asit
C18:1	: Oleik Asit
C18:2	: Linoleik Asit
C18:3	: Linolenik Asit
CFU	: Colony forming units
Cm	: Santimetre
DNA	: Deoksiribonükleik asit
DPPH	: 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
FC	: Folin ciocalteu
FRAP	: Ferric Reducing Antioxidant Power
G	: Gram
GAE	: Gallik Aside Esdeğer
HMF	: Hidroksi Metil Furfurol
Kg	: Kilogram
L	: Litre
MAP	: Modifiye atmosferde paketleme
Mg	: Miligram
mL	: Mililitre
mM	: Milimolar
ORAC	: Oksijen Radikal Absorbans Kapasitesi
Ppm	: Milyonda Bir Kısım
TEAC	: Trolox Equivalent Antioxidant Capacity
TROLOX	: 6-Hidroks-2,5,7,8-tetrametilkroman-2 karboik asit
UV	: Ultraviole (Ultraviyolet)
YY	: Yüzyıl
Mg	: Mikrogram
µL	: Mikrolitre



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1: Hint inciri meyvesinin bileşimi	13
Çizelge 2.2: Hint inciri meyvesi ve diğer yağlarda bulunan yağ asitleri ve miktarları g/100g.	14
Çizelge 2.3: Hint inciri meyvesinin pulp, çekirdek, meyve kabuğu ve cladodesindeki vitamin içerikleri ve miktarları mg/100g.....	14
Çizelge 2.4: Hint inciri meyvesinin pulp, çekirdek ve meyve kabuğunda bulunan sterol madde içerikleri ve miktarları g/kg.....	15
Çizelge 2.5: Hint incirinin fiziksel ve kimyasal özellikleri	16
Çizelge 2.5: (devam) Hint incirinin fiziksel ve kimyasal özellikleri	17
Çizelge 2.6: O. dilleni ve O. ficus-indica meyvelerinin fizikokimyasal özellikleri ve miktarları	22
Çizelge 2.7: Meyve ve sebzelerde yaygın olarak bulunan antosiyanidinlerin yapısal farkları	54
Çizelge 4.1: Hint inciri meyve suyunun depolama boyunca pH değişimleri	68
Çizelge 4.2: Hint inciri meyve suyunun depolama boyunca titrasyon asitliği değişimleri	69
Çizelge 4.3: Hint inciri meyve suyunun depolama boyunca briks değişimleri	70
Çizelge 4.4: Hint inciri meyve suyunun depolama boyunca L renk değişimi.....	72
Çizelge 4.5: Hint inciri meyve suyunun depolama boyunca a renk değişimi	73
Çizelge 4.6: Hint inciri meyve suyunun depolama boyunca b renk değişimi	74
Çizelge 4.7: Hint inciri meyve suyunun depolama boyunca toplam kuru madde değişimi	75
Çizelge 4.8: Hint inciri meyve suyunun depolama boyunca toplam kül değişimi	76
Çizelge 4.9: Hint inciri meyve suyunun depolama boyunca toplam şeker, invert şeker ve sakkaroz değişimi	77
Çizelge 4.10: Hint inciri meyve suyunun depolama boyunca toplam fenolik madde değişimi	79
Çizelge 4.11: Hint inciri meyve suyunun depolama boyunca TEAC değerleri	81
Çizelge 4.12: Hint inciri meyve suyunun depolama boyunca DPPH değerleri.....	83
Çizelge 4.13: Hint inciri meyve suyunun depolama boyunca toplam mezofil bakteri sayıları	84



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: (1)Juana, (2) Roja pelona, (3) Cristalina, (4) Naranjona, (5) Xoconostle, (6) Cardona, (7) Cuerno de venado (8) Platanera.....	4
Şekil 2.2: <i>Opuntia ficus-indica</i> (Hint inciri-kırmızı).....	5
Şekil 2.3: Sarı-turuncu hint inciri (<i>Opuntia ficus-indica</i>).....	5
Şekil 2.4: Betalamik asit (a), betasiyaninler (b) and betaksantinler (c)	17
Şekil 2.5: Kaktüs meyvesinin farklı genotipleri	21
Şekil 2.6: ORAC yöntemi ile antioksidan aktivitenin hesaplanması.....	36
Şekil 2.7: Fe(III)- TPTZ + indirgen antioksidan Fe(II) – TPTZ (595 nm deşiddetli mavi renk)	39
Şekil 2.8: Cu(II)' nin antioksidan madde ile Cu (I)' e indirgemesi.....	39
Şekil 2.9: ABTS' nin kimyasal yapısı	40
Şekil 2.10: DPPH radikalinin kimyasal yapısı	41
Şekil 2.11: Fenolik asitlerin temel kimyasal yapısı	46
Şekil 2.12: Flavonoidlerin C6-C3-C6 iskelet yapısı.....	47
Şekil 2.13: Flavonoid alt gruplarının temel yapısı.....	47
Şekil 2.14: Antosiyanidinlerin kimyasal yapıları ve yapıya bağlanan gruplar	50
Şekil 2.15: Antosiyanidinlere şeker bağlanması.....	51
Şekil 2.16: Siyanidin-3-glukozit yapısı	51
Şekil 2.17: Flavilium katyonu	53
Şekil 3.1: Hint inciri meyvesi	57
Şekil 3.2: Toplatılan meyveler ve kabuklarından ayrılmış meyveler	58
Şekil 4.1: 4 haftalık depolama periyodu boyunca pH değişim grafiği	68
Şekil 4.2: 4 haftalık depolama periyodu boyunca titrasyon asitliği değişim grafiği .	69
Şekil 4.3: 4 haftalık depolama periyodu boyunca briks değişim grafiği	71
Şekil 4.4: 4 haftalık depolama periyodu boyunca L renk değeri değişim grafiği.....	72
Şekil 4.5: 4 haftalık depolama periyodu boyunca a renk değeri değişim grafiği	73
Şekil 4.6: 4 haftalık depolama periyodu boyunca b renk değeri değişim grafiği	74
Şekil 4.7: 4 haftalık depolama periyodu boyunca toplam kuru madde değişim grafiği	75
Şekil 4.8: 4 haftalık depolama periyodu boyunca toplam kül miktarındaki değişim grafiği	76
Şekil 4.9: 4 haftalık depolama periyodu boyunca toplam şeker, invert şeker ve sakkaroz miktarındaki değişim grafiği	78
Şekil 4.10: Standart gallik asit grafiği	79
Şekil 4.11: 4 haftalık depolama periyodu boyunca toplam fenolik madde miktarındaki değişim grafiği	80
Şekil 4.12: ABTS ^{*+} radikalinin Troloks standardına ait eğri.....	81

Şekil 4.13: 4 haftalık depolama periyodu boyunca antioksidan miktarındaki (ABTS/TEAC) değişim grafiği.....	82
Şekil 4.14: 4 haftalık depolama periyodu boyunca antioksidan miktarındaki (DPPH) değişim grafiği	83
Şekil 4.15: 4 haftalık depolama periyodu boyunca toplam mezofil bakteri sayısındaki değişim grafiği	85
Şekil 4.16: Hint inciri meyve suyu duyusal analiz sonuçlarının grafiği.....	86
Şekil 4.17: -18 ⁰ C'deki meyve suyu Şekil 4.18: Taze olarak sıkılmış meyve suyu ...	86



DENKLEM LİSTESİ

	Sayfa
Denklem 1: Toplam Titrasyon Asitliği	59
Denklem 2: %Nem Miktarı	60
Denklem 3: %Kuru Madde Miktarı	60
Denklem 4: %Kül Miktarı.....	61
Denklem 5: %Toplam Şeker Miktarı	61
Denklem 6: %İnvert Şeker Miktarı	61
Denklem 7: %Sakkaroz Miktarı.....	61
Denklem 8: Toplam Şeker Miktarı	61
Denklem 9: İnvert Şeker Miktarı	61
Denklem 10: mgGA/100 Ml cinsinden Toplam Fenolik Madde Miktarı	62
Denklem 11: DPPH %İnhibisyon Hesabı	63



HİNT İNCİRİ (*OPUNTIA FICUS-INDICA*) MEYVESİNDEN MEYVE SUYU ELDESİ, KİMYASAL ve ANTIOKSİDAN ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

ÖZET

Hint inciri (*Opuntia ficus-indica*) olarak bilinen meyve *Cactaceae* familyasına ait bir bitki türüdür. Ülkemizde Akdeniz bölgesinde yetişmektedir. Hint inciri meyvesinin sağlığa yararları ve besleyici değeri üzerine son yıllarda önemli çalışmalar yapılmaktadır. Hint inciri meyvesi fenolik maddeler ve antioksidanlarca zengindir. Meksika, Şili, İspanya gibi birçok ülkede taze olarak tüketilmesinin yanı sıra marmelat, reçel, meyve suyuna işlenmiş halde de tüketilmektedir. Ülkemizin Akdeniz kıyılarında çok miktarda yetişmesine karşın bu meyve herhangi bir ticari ürün olarak kullanılmamaktadır. Bu çalışma, hint incirinin meyve suyu olarak kullanılma potansiyelini değerlendirmek amacıyla tasarlanmış ve depolanan meyvelerden taze olarak sıkılmış meyve suyu ile -18°C 'de meyve suyu halinde bir ürün olarak 4 hafta boyunca depolanan meyve suyunun, depolama periyodu boyunca bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile antioksidan kapasitesindeki değişimleri incelemeyi amaçlamıştır. Depolama süresi boyunca toplam fenolik madde miktarındaki değişim % leri şu şekildedir; taze meyve suyunda % 8,5 ve -18°C 'de depolanan meyve suyunda % 4,13 oranında azalma görülmüştür. 4 haftalık depolama periyodu boyunca hint inciri meyve suyunda antioksidan aktivitesindeki (ABTS) % değişimleri; taze meyve suyunda % 22,31 ve -18°C 'de depolanan meyve suyunda % 41,44 oranında azalma belirlenmiştir. DPPH metodu ile taze meyve suyu ve -18°C 'de depolanan meyve suyunda belirlenen antioksidan aktivite yüzdeleri sırasıyla % 87,87-87,09; % 84,46-75,57 oranlarında belirlenmiştir. Depolama boyunca belirlenen renk değerlerinin; L renk değeri taze meyve suyunda 28,16-21,33 , a renk değeri 32,77-29,53 , b renk değeri 48,25-36,54 ve -18°C 'de depolanan meyve suyunda L renk değeri 19,32-11,16 , a renk değeri 36,21-25,41 , b renk değeri 33,30-20,36 değerleri aralığında saptanmıştır. 4 haftalık depolama periyodu sonunda , pH , L, a, b, briks, kuru madde, kül, antioksidan aktivitesi, toplam fenolik madde, toplam canlı sayısı, toplam şeker içeriğinde düşüş eğilimi görülürken, titrasyon asitliği değerlerinde artma eğilimi gözlemlenmiştir. Yapılan antimikrobiyal analiz sonuçlarına göre hint inciri meyve suyunun *E. coli*, *S. aureus*, bakterileri ve *Candida spp.* mayası üzerine antimikrobiyal bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Hint inciri (Opuntia ficus-indica), meyve suyu, antioksidan, fenolik madde*



OBTAINMENT FRUIT JUICE FROM INIAN FIG (OPUNTIA FICUS-INDICA) AND EVALUATION OF CHEMICAL AND ANTIOXIDANT PROPERTIES

ABSTRACT

The fruit known as Indian fig (*Opuntia ficus-indica*) belongs to *Cactaceae* family. It grows in the Mediterranean region of Turkey. In recent years, significant studies about health benefits and nutritious value of this fruit have been conducted. The fruit is rich in terms of phenolic substances and antioxidants. Along with being consumed as fresh fruit in various countries such as Mexico, Chile and Spain, it is also consumed as marmalade, jam and fruit juice. Although the abundance of this fruit in the coastlines of Mediterranean region of our country, it is not considered as a commercial product. This study aimed to evaluate the consumption potential of this fruit as fruit juice. For this purpose, the changes in physical, chemical and antioxidant properties of fresh fruit juice from the storage fruits and -18°C stored fruit juice were determined during 4 weeks storage period. During the 4 week period phenolic contents percentages changed as follow; a 8.5% decrease in fresh fruit juice and a 4.13% decrease in -18°C stored fruit juice. Throughout the 4 week storage period, a decrease rate of 22.31% in fresh fruit juice and 41.44% in -18°C stored fruit juice was observed for the antioxidant activity (ABTS) of Indian fig juice. The antioxidant activities of fresh and -18°C stored fruit juices obtained from DPPH method were 87.87-87.09% and 84.46-75.57% respectively. The changes in color during storage period were also investigated. L value in fresh fruit juice changed between 28.16 and 21.33, while a and b values changed between 32.77-29.53 and 48.25-36.54 respectively. 19.32-11.16 for L value, 36.21-25.41 for a value and 33.30-20.36 for b value were detected for -18°C stored fruit juice. At the end of the 4 week storage period, pH, L, a, b, brix, dry matter, ash, antioxidant activity, total phenolic content, total bacteria count and total sugar content of fruit juices had a tendency of decrease; whereas, the titratable acidity showed an increase. The results of antimicrobial activity analysis showed that Indian fig fruit juice had no antimicrobial activity against the tested organisms; *E. coli*, *S. aureus* and *Candida* spp.

Key words: *Indian fig (Opuntia ficus-indica), fruit juice, antioxidant, phenolic content*



1 GİRİŞ

Hint inciri, *Cactaceae* familyasına ait olup kurak ve yarı-kurak bölgelerde yetişmektedir (Duru ve Turker, 2005). *Opuntia ficus-indica* meyvesine ait 200-300 tür olduğu bilinmektedir. Hint inciri meyvesi yüksek ekolojik adaptasyona sahip bir bitkidir (Stintzing ve Carle, 2005; Carle ve diğ., 2006). Hint inciri çeşidi Meksika orijinli olup birçok Akdeniz ülkesinde tarımı yapılmaktadır (Inglese ve diğ., 2002; Carle ve diğ., 2006). Ülkemizde de Mersin, Antalya, Muğla gibi şehirlerde yetiştirilmektedir (Duru ve Turker, 2005). En son Akdeniz Üniversitesi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi ve Mustafa Kemal Üniversitesinin yürütmüş olduğu çalışmada en iyi genotipe sahip hint inciri türünün Anamur da yetiştirildiği saptanmıştır (Anonim, 2015). Hint incirinin pulpu, çekirdeği ve kabuğu, aminoasitler, vitaminler, yağlar, mineraller ve fenolik bileşiklerce zengin olduğundan meyvenin bu parçaları farklı alanlarda kullanılmaktadır (El-Mostafa Kharrassi ve diğ., 2014; Ramadan, 2003; Ramadan M.F., 2003; Ennouri ve diğ., 2005). Hint inciri meyvesinden meyve suyu, konsantre, renklendirici gıda maddesi, toz ürünler, alkol­süz içecekler, reçel, marmelat olmak üzere bir çok gıda ürünü üretiminde aynı zamanda kozmetik sektörü gibi bir çok alanda yararlanılmaktadır (Catellar ve diğ., 2003; Stintzing ve diğ., 2001; Stintzing ve diğ., 2003; Moßhammer ve diğ., 2005a; Moßhammer ve diğ., 2006a; Carle ve diğ., 2006). Hint inciri beslenme açısından askorbik asit, potasyum, fosfor, magnezyum, sodyum, kalsiyum (El Kossori ve diğ., 1995; Medina ve diğ., 2007; El-Mostafa ve diğ., 2014), başlıca glutamin, prolin, tarin, olmak üzere aminoasitler (Nassar, 2008; Uchoa ve diğ., 1998), fenolik maddeler, antioksidan gibi değişik gıda bileşenleri içermesi ile önem taşımaktadır. Ayrıca yine antioksidan ve fenolik maddelerce zengin olduğundan sağlık üzerinde de olumlu etkilerinin olduğu bildirilmektedir (El-Mostafa ve diğ., 2014). Meyvelerde farklı miktarlarda ve türlerde renk pigmentleri bulunmaktadır (Garzon ve diğ., 2001; Tokgöz ve diğ., 2013).

Üzüm, çilek, böğürtlen, nar, kan portakalı, hint inciri(betalain) gibi meyvelerin kırmızı rengi, içerdikleri antosiyoninlerden ileri gelmektedir. Hint inciri ise özellikle betalanince zengin bir meyvedir.

Bu çalışmada; taze sıkılmış meyve suyu ve -18°C 'de 4 hafta depolanan meyve suyunda, depolama süresi boyunca meyve suyunda meydana gelen bazı fiziksel ve kimyasal özellikler ile antioksidan kapasitesindeki değişimler incelenmiştir. Ayrıca alışma ülkemizde yetişmekte olan, ticari ürün olarak kullanılmayan, besleyici değeri bir hayli yüksek bu meyvenin meyve suyu gibi bir çok ürüne işlenerek kullanılabilceğini göstermesi ve bu konu ile ilgilenecekler için kaynak ve gıda endüstrisi için yol gösterici olması açısından önem taşımaktadır.



2 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1 Hint İnciri (*Opuntia ficus-indica*) Meyvesi

Opuntia ficus-indica tropikal ve subtropikal bir bitkidir. Akdeniz ülkeleri, Güney Afrika, Latin Amerika, Meksika gibi kurak ve yarı kurak iklimlerde büyüyen bir bitkidir. Genellikle 15. yy da Orta Amerika'dan sonra kuzeybatı Afrika topraklarından İspanya'da incir ağacı nopal olarak tanınıp kabul görmüştür (El-Mostafa ve diğ., 2014).

Ayrıca *Opuntia* yüksek ekolojik adaptasyona sahip, Antartika dışındaki tüm kıtalarda ve iki yarım kürede görülen Meksika kökenli bir bitkidir (İnglese ve diğ., 2002).

Opuntia ficus-indica prickly pear veya nopal cactus olarak adlandırılır. *Cactaceae* familyasından çift çenekli kapalı tohumlu bir bitkidir. Kaktüs familyası 1500 tür içermektedir (Butera, 2002).

Opuntia kaktüsüne ait 200-300 tür meyve olduğu bilinmektedir ve bu türler kurak ve yarıkurak bölgelerde yetişmektedir. *Opuntia* türlerinin dikkate değer bir genetiği vardır (Stintzing ve Carle, 2005).

Günümüzde Fas'da *Opuntia ficus-indica*, üç çeşit yerli popülasyon ayırt edilmiştir. İlki prickly clodedes, denilen “Hristiyanlar” nopal ve tarlada çit olarak kullanılmıştır. İkincisi İnermiş clodedes “Müslüman” nopal ve büyükbaş hayvanların beslenmesi için yem olarak kullanılmıştır. Son çeşidi de büyük inermiş clododes “Musa” nopal olarak anılmaktadır ve güney Fas'da yetişmektedir (El-Mostafa ve diğ., 2014).

2.2 Hint İnciri Meyvesi çeşitleri ve Kullanım Alanları



Şekil 2.1: (1)Juana, (2) Roja pelona, (3) Cristalina, (4) Naranjona, (5) Xoconostle, (6) Cardona, (7) Cuerno de venado (8) Platanera

(<http://sapta-loka.tumblr.com/post/89283658228/1-juana-2-roja-pelona-3-cristalina-4>, 2015).



Şekil 2.2: *Opuntia ficus-indica* (Hint inciri-kırmızı)

(https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Indian_Fig_-_Opuntia_ficus-indica.jpg, 2015)



Şekil 2.3: Sarı-turuncu hint inciri (*Opuntia ficus-indica*).

Yetiştigi bazı ülkelerde taze meyve olarak tüketimi ürün olarak kullanımından daha düşük düzeydedir (Saenz-Hernandez ve diğ., 2002). Avrupa ülkelerine bakıldığında ise taze meyve olarak tüketimi daha yaygındır ve marketlerde satışı yapılmaktadır (Mizrahi ve diğ., 1997; Saenz-Hernandez ve diğ., 2002). Hint inciri meyvesi (Şekil 2.1-2.2-2.3) yetiştigi ülkelerde beslenme için çok önemli bir rol oynamaktadır. Örneğin; Meksika ve Şili’de. Kabuğu soyularak elde edilen taze meyve vejeteryan restoranlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Son dönemlerde hint incirinin yüksek besin içeriği ile ilgili üzerinde çalışılmış bir çok çalışma mevcuttur (Feugang ve diğ., 2006; Piga, 2004; Stintzing ve diğ., 2001). Yapılan son çalışmalar gösteriyor ki hint inciri betalain içeriği nedeniyle renklendirici madde olarak ayrıca konsantre meyve suyu, toz ürün, alkolsüz içecek pazarındaki kullanımı artmıştır (Castellar ve diğ., 2003; Stintzing ve diğ., 2001; Stintzing ve diğ., 2003; Moßhammer ve diğ., 2005a; Moßhammer ve diğ., 2006a). Ayrıca taze olarak marketlerde satışı yapılmaktadır (Mizrahi ve diğ., 1997; Saenz-Hernandez ve diğ., 2002).

Hint incirinin meyve suyuna işlenmesine yönelik ilk çalışmalar Espinosa ve diğ., (1973) tarafından yapılmıştır. Hem tüketiciler için hem de üreticiler için değerli ve cazip bir meyve suyu yapmak için; tat, lezzet bunların yanı sıra renk, uzun raf ömrü, uygun ambalajlama gibi özelliklerin olması gerekmektedir. Hint incirinin sağlığa yararları ve doğal besinsel bir çok madde içermesi dikkatleri üzerine çektiğinden meyve hakkında bir çok çalışma yapılmıştır (Stintzing ve diğ., 2000; Piga, 2004). Buna ek olarak içerdiği betalain pigmentleri ile dikkat çekmektedir. Hint incirinin besin içeriği bakımından yüksek potansiyeli olmasına karşın laboratuvara taşınmış çalışmalar sınırlıdır (Stintzing ve Carle, 2006). Endüstride kullanılan meyve sularının besinsel değerinin yeterli olmadığı ve hint inciri meyvesinin prosesine ait çalışmalar henüz araştırılmaktadır (Joubert,1993). Çünkü hint inciri meyvesinin mikrobiyal bozulmalara karşı yeterli direnci yoktur. Özellikle mayalara ve mezofilik bakterilere karşı hassastır. Hasat sonrası zararları önlemek için transformasyon ve muhafaza prosesleri ön koşul olarak uygulanmalıdır. Colonche hint incirinden elde edilen bir içecektir ve geleneksel yolla muhafaza edilmektedir. Hint incirinin suyu ve pulpu ile ahşap varillerde fermantasyon yolu ile elde edilmiş düşük alkollü bir içecektir (Saenz-Hernandez, 1995; Ortiz-Laurel ve Mendez-Gallegos, 2000).

Hint inciri meyvesinin yenilebilir en değerli yeri pulpudur. Her hangi bir gıda maddesine işlemek için en elverişli kısmı olarak kabul edilir. Tüketici bu meyvenin

çok sayıda çekirdek içermesinden dolayı taze olarak tüketmeye olumsuz bakmaktadır. Bu nedenle de bir gıda ürünü elde etmek isteniyorsa hint incirinin pulpundan çekirdekleri ayırmak gerekmektedir. Geleneksel muhafaza yöntemleri günümüzde hala uygulanmaktadır. Mesela kaktüs meyvesinden hazırlanan şekerleme; kuru üzüm, fındık ve çam fıstığı ile lezzet ve tat açısından zenginleştirilmiştir (Saenz-Hernandez, 1995; Ortiz-Laurel ve Mendez-Gallegos, 2000). Ayva ve hint inciri pulpu 25:75 oranında karıştırılarak doğal şekerleme elde edilmiştir (Sepulveda ve diğ., 2000). Hint inciri sağlık, beslenme ve kozmetik alanında kullanılmıştır. Meyvenin tohumlarından ekstrakte edilmiş yağ, meyve suyu, reçel ve çay olarak bir çok alanda kullanılmıştır. Bunun yanı sıra yerli halk bu meyveyi taze ve kuru olarak da önemli miktarda tüketmektedir (El-Mostafa ve diğ., 2014).

Bir araştırmada hint inciri ile hurma kullanılarak reçel üretilmiştir. Yapılan bu araştırmada şeker/pulp oranı, asitliği düzenleyici ajanlar, pektin dozu, tatlandırıcı, hurma/pulp oranı ve haşlama işlemlerinin reçelin kalitesi açısından önem taşıdığı rapor edilmiştir. Çalışmada pH değeri 3.2, en iyi duyuşal sonuçlar pulp/şeker oranı 60:40, %1,25 pektin ilavesi, sitrik asit veya tartarik asit kombinasyonu 1:1 oranında ve hurma %20 oranında olanlarda saptanmıştır (Sawaya ve diğ., 1983).

Kaktüste yüksek miktarda doğal betalain pigmentleri mevcuttur. Tüketici sentetik renklendirici yerine doğal renklendiriciyi tercih etmektedir. Gıda endüstrisinde talebi karşılamak için doğal olan alternatifleri tercih etmektedir. Bunlar kırmızı betasiyaninler ve sarı betaksantindir (El-Mostafa ve diğ., 2014). Araştırmalar, hint incirinin potansiyel doğal gıda renklendiricisi olduğunu ispatlamıştır (Moßhammer ve diğ., 2005a). Betalain esaslı renklendirici gıda maddesini içeren kırmızı, yeşil ve turuncu hint incirinden geleneksel yollarla meyve suyu elde edilmiştir.

Hint inciri yıkanmakta, kabuklarından arındırılmakta, dilimlenmekte, süzülerek çekirdeklerinden arındırıldıktan sonra dondurulmaktadır (Carle ve diğ., 2006). Meyvelerde yapılan işlemlerden biri raf ömrünü uzatmaktır.

Yapılan bir çalışmada, elle soyma işleminden geçmiş meyve polyolefinik film ile sızdırmaz hale getirilerek polistiren tepsilerde saklanmış ve 8 gün boyunca +4°C'de depolanarak kimyasal ve duyuşal olarak incelenmiştir (Carle ve diğ., 2006). Saenz ve diğ. (2002) benzer bir çalışma yapmıştır ve etilen-vinil asetat torba içerisinde

+5°C'de 7 gün muhafaza etmiştir. Son yapılan çalışmalarda ise MAP (Modifiye Atmosferde Paketleme) önerilmektedir. Böylelikle mezofilik bakterilerin neden olduğu mikrobiyal bozulmalar en aza indirgenmektedir (Corbo ve diğ., 2004).

Hint inciri meyvesi kabukları soyularak %20 oranında sükröz şurubu ilaveli 100°C'de 15 dakika konserve edilmiştir. Yumuşak olan meyvelerde proses süresi artmaktadır. %0,25 CaCl₂ şurubu katılarak tekstür geliştirilmiştir. 22 ay boyunca konservelenen meyveler muhafaza edilmiş ve sarı, turuncu renkli olan meyvelerde renk kaybı meydana gelmiştir. Alternatif muhafaza yöntemi olarak uygulanan bir diğer yöntemde ise dilimlenmiş, kabuklu ya da kabuksuz -40°C'de akışkan yataklı tünellerde dondurma işlemi kullanılmaktadır (Joubert, 1993).

2.3 Hint İncirinin Sağlığa Yararları

En son bilimsel raporlarda insan sağlığı ve tıp için yüksek potansiyel faydaya sahip, doğal kaktüs moleküllerinin olduğu vurgulanmıştır (Alimi ve diğ., 2010; Valente ve diğ., 2010). Kaktüs bileşenlerinin hastalıklar için çeşitli faydaları vardır ve geleneksel tıpta kullanılması önerilmektedir. Kaktüs meyvesi önemli miktarda askorbik asit, vitamin E, karatenoidler, lifler, aminoasitler ve antioksidan bileşikler içermektedir. Hipoglisemik ve hipolipidemik, antioksidan etkileri ile sağlığa yararının olduğu tespit edilmiştir (Osorio ve diğ., 2005). Kaktüsün vitamin ve mineral miktarları çeşitli çalışmalarla belirlenmiştir (Stintzing ve diğ., 2003).

Farklı hastalıkların tedavisinde kaktüs bileşenlerinin kullanılması önerilmektedir (El-Mostafa, 2014). Tip2 diyabet, obetize, karaciğer yağlanması tedavisi için önerilmektedir. Romatizma, beyin iskemisi, kanser, virüsel ve bakteriyel enfeksiyonların tedavisinde önerilmektedir (Ahmad ve diğ., 1996; Lee ve diğ., 2012). Alkol bağımlılığında iyileştirici etkisi araştırmalarla desteklenmektedir (Tomczyk ve diğ., 2012). Meyve değişik ülkelerde çeşitli sağlık problemlerinde bitkisel çare olarak kullanılmaktadır. Örneğin; sub-Saharan'da geleneksel tıp kodeksi kaktüsün çiçekleri ve meyvesi antiülserojen veya antidiyareik ajanlar olarak bilinmektedir.

Ayrıca çiçek yapısı antihemoroid ilaç ve clodode bitki özü öksürük tedavisinde kullanılmıştır (El-Mostafa ve diğ., 2014). Güncel bilgilere dayanarak hastalıklı hücreler ve normal biyolojik reaksiyonlu hücreler kanser olan insanlarda fitokimyasalların antioksidan özelliği dikkatle değerlendirilmektedir. Geleneksel

tıpta hint inciri yanık, yara, ödem, hiperlipidemi, obezite, gastritin tedavisinde kullanılmaktadır. Alkoloid bileşikleri antiinflamatuvar, hipoglisemik ve antiviral etki göstermektedir (El-Mostafa, 2014; Kaur ve diğ., 2012). Genel bir kural olarak bitkisel ilaç biyoaktif bileşenlerin ekstraksiyonu için geçirgen katı bitki materyalleri çözücü olarak kullanılması fitokimyasalların üretimi için anahtar basamaktır. Antiinflamatuvar özellikler ve antioksidanlar, polifenoller olarak zengin bir içeriğe sahip oldukları bilinmektedir (Kuti ve diğ., 2004; Butera ve diğ., 2002).

Opuntia ficus-indica clododes nitolifrolin bakımından zengin olmasının yanısıra vitaminler, antioksidanlar ve çeşitli flavonoidler, kuarsetin, 3- metil eter özellikte pek çok radikal tutucu içermektedir (Lee ve diğ., 2002; Stintzing ve diğ., 2005). *Opuntia ficus-indica*'nın bitkisel özleri kolesterol seviyesini azaltmakta ve antiülser ve antiinflamatuvar mekanizmalar ve bitki özünün suyu yaraları iyileştirmede kullanılmaktadır (Galati ve diğ., 2003). Antiinflamatuvar ve neroprotektif mekanizmalar aracılığı ile beyindeki zararlı hücrelerin büyüklüğünü düşürdüğü saptanmıştır. İskemi hastalığının hafiflemesine yardımcı olmaktadır. Nikotiflorin nanomolar konsantrasyonu nöroprotektif karşı hypoxia-glutamate veya indüklenmiş oksidatif stres kaynaklı retinal gonglikon hücreleri öldürmektedir (Nakayama ve diğ., 2011; Huang ve diğ., 2007).

Kaktüs meyvesinin başlıca besinsel içeriği; askorbik asit, vitamin E, karotenoidler, lifler, aminoasitler ve büyük miktarda glukoz ve früktozudur. Hint inciri yüksek miktarda fenoller, flavonoidler, betaksantin ve betasiyanin içerir. Antioksidan özellikler, hipolipidemik etkiler ve hipoglisemik etkileri ile sağlığı desteklemektedir (Valente ve diğ., 2010; Osorio-Esquivel ve diğ., 2011; Paiz ve diğ., 2010; Schaffer ve diğ., 2005). Kaktüsün antioksidan veya radikal temizleme gibi sağlığa yararlı etkileri içeriğinde yüksek miktarda bulunan gallik asit gibi polifenollerden kaynaklanmaktadır (Khan ve diğ., 2000).

İlginç şekilde kaktüsten izole edilen çeşitli flavonoidler, neobetanın, indikasantin, alkaloidler de vardır. Polisakkaritlerle birlikte clodode özleri bol antidiyabetik ve antiglycation etkiye sahiptir (Yang ve diğ., 2008).

DNA zararını azaltma yeteneğine sahip antioksidan aktivitesi yüksek ve serbest radikalleri azaltan yetenektedir (Khan ve diğ., 2000; Yenve diğ., 2002). Gallik asitin

tümör hücreleri, lösemi, akciğer ve prostat kanserine sititoksik aktiviteyle etki ettiği bilinmektedir (You ve diğ., 2010).

2.4 Hint İncirinin Fiziksel ve Kimyasal Bileşimi

Hint inciri meyvesi pulplu, oldukça tohumlu, lezzetli, kalın kabuklu bir meyvedir. Uzun süreli kuraklığa dayanabilir ve bu yüzden de kurak bölgeler için potansiyeli olan alternatif bir meyvedir (Nobel ve diğ., 1987; Kutı, 1992; Barbera ve diğ., 1995; Mizrahi ve diğ., 1997). Meyveler genel olarak 67-216 g ağırlığındadır. İçerdikleri betalainlerden ötürü geniş renk spektrumuna sahiptirler. Genellikle meyveler beyaz, turuncu, sarı, kırmızı, mor renktedir (Stintzing ve diğ., 2005).

%85 su, %15 şeker, %0,3 kül ve %1 az miktarda protein içermektedir (Mohamed-Yasseen ve diğ., 1996). Kalın kabuklu hint incirinin pulplu suyunda 150-300 adet yenmeyen çekirdek bulunmaktadır. Meyvenin gerçek ağırlığının %3-7'sini çekirdek oluşturmaktadır. Perikarp ve mezokarp meyvenin %36-48 ve yenilebilir pulp ise %39-64'ünü oluşturmaktadır (Felker ve diğ., 2002; Felker ve diğ., 2005; Hoicke ve Stintzing 1999). Yani meyvenin ticari ürün olarak kullanılabilen çekirdek, kabuk ve pulp olmak üzere üç kısmı bulunmaktadır.

Hint inciri meyvesinin briksi %12-17 arasında değişirken, invertaz aktivitesine bağlı olarak glikoz ve fruktoz, 1:1 oranında en baskın karbonhidratlardır (Kutı ve Galloway, 1994; Sawaya ve diğ., 1983). Duyusal analiz yapılmış şeker:asit oranı 90:1 ile 490:1 hafif tattan sorumludur ve test sonuçları 10-18 aralığında hafif tat olarak saptanmıştır (Felker ve diğ., 2005; Joubert, 1993 ; Stintzing ve Carle, 2006).

Tam olgunlaşmış meyvelerde pH 5,6-6,5 arasında bulunmuştur (Felker ve diğ., 2005). Asitlik ise 0,05-0,18 arasında tespit edilmiştir. Düşük asidik bir gıdada ısıl işleme asitleşme öncesinde yüksek ısıdaki sterilizasyon yerine pastörizasyon bir ön koşuldur. Bu işlemler ile besinsel öneme sahip komponentlerde betalain tutulmuş olur (Feugang ve diğ., 2006; Piga, 2004; Stintzing ve diğ., 2001).

Hint incirindeki esas organik asitlerin en başında sitrik asit gelirken (62.0 mg/100g meyve ağırlığı) bunu malik asit(23.3 mg/100g), kinik asit(19.1 mg/100g), şikimik asit(2.8 mg/100g), oksalik asit izlemektedir (Barbagallo ve diğ., 1998). İzositrik, fumarik, glikolik ve süksenik asitler de iz miktarda bulunmaktadır (Askar ve El-Samahy, 1981 ; Stintzing ve diğ., 2001).

Farklı *Opuntia* türlerinde askorbik asit 10-410 mg/kg miktarlarında değişmektedir. Hint incirinde ise askorbik asit miktarı 180-300 mg/kg arasında saptanmıştır (Piga, 2004).

Hint inciri; elma, armut, üzüm ve muzdan daha fazla askorbik asit içermektedir. Fakat diğer karotenoidlerden; tiyamin, riboflavin ve niasin eser miktarda bulunmaktadır (Sawaya ve diğ., 1983; Sepulveda ve Saenz, 1990). Hint inciri pulpu yüksek kalsiyum (59.0 mg/100g) ve magnezyum (98.4 mg/100g) içermektedir (Askar ve El-Samahy, 1981; Stintzing ve diğ., 2001).

Hint inciri meyvesinde toplamda 883,4-1929,1 mg/L tarin (323,6-407,3 mg/L) , glutamin (98,3-574,6 mg/L) ve serin (130,6-392,6 mg/L) bulunmaktadır (Stintzing ve diğ., 2003; Kugler ve diğ., 2006).

Son dönemde yapılan çalışmalarda meyvenin pulpunda polifenoller bulunmuştur. Yüksek miktarda bulunan flavonoidler; kuersetin, kaempferol ve isorhamnetin türevleridir (Kuti, 2004).

Kaktüs *clododes*'in meyve ve çiçekleri antioksidanlar, pektin, polisakkaritler ve lifler olarak zengin bir içeriğe sahiptir (El-Mostafa ve diğ., 2014).

Kaktüs meyvesi önemli miktarda askorbik asit, vitamin E, karatenoidler, lifler, aminoasitler ve antioksidan bileşikler içermektedir. Hipoglisemik ve hipolipidemik, antioksidan etki ile sağlığa yararının olduğu tespit edilmiştir (Osorio ve diğ., 2005). Kaktüsün vitamin ve mineral miktarları çeşitli çalışmalarla belgelenmiştir (Stintzing ve diğ., 2003). Bu meyve iyi bir besin kaynağı (Stintzing ve diğ., 2001) olmasının yanı sıra antiülserojenik (Galati ve diğ., 2003a; Galati, 2003b), antioksidan antikanser ajan, neroprotektif, hepoprotektif ve hücre büyümesini engelleyen bileşiklerin kaynağıdır (El-Mostafa ve diğ., 2014).

Meyvenin çiçekleri kaempferol ve kuersetin başta olmak üzere başka flavonoidler de içermektedir (De Leo ve diğ., 2010). Meyvenin kabuğu ve çekirdeklerinden yağ elde edilmektedir.

Kabuğundaki yağlar esansiyel yağ asitleri ve yağda çözünen antioksidanlarca zengindir (Ramadan ve diğ., 2003). Kaktüs *cladodes* vitaminler, antioksidanlar ve çeşitli flavonoidler, kuersetin, 3-metil eter özellikte pek çok radikal tutucu içermektedir (Lee ve diğ., 2002; Stintzing ve Carle, 2005). *Opuntia ficus-indica*'nın bitkisel özleri kolesterol seviyesini azaltmakta ve antiülser ve antiinflamatuvar

mekanizmalar ve bitki özünün suyu yaraları iyileştirmede kullanılmaktadır (Galati ve diğ., 2003).

Fenolik kompozisyonu sağlık açısından alevlenmeyi engellemektedir. Kardiyovasküler bozukluk ve nerodejeneratif hastalıkları engellemektedir (El-Mostafa ve dğr, 2014).

Polifenollerin ayrıca antikanser aktivitesi kanıtlanmıştır (El-Mostafa ve dğr, 2014). Fenolik asitler ve çeşitli flavonoidler olarak kaktüs bitkisi tüm yönleriyle zengin içerikler barındırmaktadır. Çiçekte sırasıyla gallik asit, 6-isorhamnetin, 3-O-robinobioside başlıca bileşenler 4900 ve 4269 mg/100g kuru madde bulunmaktadır (De Leo ve diğ., 2013; Ahmed ve diğ., 2005; Ammar ve diğ., 2012; Clark ve diğ., 1980). Diğer fenolik moleküller 10 mg/g az miktarda bulunmaktadır. Meyvenin pulpunda toplam fenolik bileşenler 218,8 mg/100g (Fernández-López, ve diğ., 2010), diğer flavonoidler ile karşılaştırırsak isorhamnetin glikosidaz yüksek içeriğe sahiptir(50,6 mg/100g). Meyvenin tohumları yüksek miktarda fenolik bileşen (48-89 mg/100 g) ile feruloyl türevleri tanenler ve sinapoly diglucoside içermektedir (Chougui ve diğ., 2013). İlginç şekilde meyve kabuğu 45,7 mg/100g fenolik bileşen içermektedir. Flavonoid türevleri kaemphenol ve kuarsetin sırasıyla 0,22-4,32 mg/100g içermektedir. Kaktüsün çiçekleri polifenollerin ve flavonoidlerin en önemli kaynağı olarak belirlenmiştir (Jorge ve diğ., 2013; Kutı ve diğ., 2004; Moussa-Ayoub ve diğ., 2011). Sadece bazı flavonoidleri içeren clododesin bir çeşidi de snowshoeing kaktüstür. Bu bitki nikotiflorin (146,5 mg/100g) ve narsissin (137,1 mg/100 g) içermektedir. İsokuersetin ve ferullik asid 36,67 ve 34,77 mg/100g değerlerinde bulunmuştur (Valente ve diğ., 2010; Bensadón ve diğ., 2010; Gallegos-Infante ve diğ., 2009; Ginestra ve diğ., 2009; Guevara-Figueroa ve diğ., 2010).

Çizelge 2.1: Hint inciri meyvesinin bileşimi (El-Mostafa ve diğ., 2014)

Bitki dokusu	Belirlenen ana bileşenler	mg/100 g
Pulp	Toplam fenolik asit	218,8
	Quercetin	9
	Isorhamnetin	4,64
	Kaempferol	0,78
	Luteolin	0,84
	isorhamnetin glycosides	50,6
	Kaempferol	2,7
Çekirdek	Toplam fenolik asit	48-89
	Feruloyl-sucrose isomer 1	7,36-17,62
	Feruloyl-sucrose isomer 2	2,9-17,1
	Sinapoyl-diglucoside	12,6-23,4
	Toplam flavonoid	1,5-2,6
	Toplam tanin	4,1-6,6
M. Kabuğu	Toplam fenolik asit	45,7
	Toplam flavonoid	6,95
	Kaempferol	0,22
	Quercetin	4,32
	Isorhamnetin	2,41-91

Kromotografik analizler sonucunda toplam lipitler sırasıyla (Abidi ve diğ., 2009) ; palmitik asit (%13,87), oleik asit (%11,16), linoleik asit (-%34,87), linolenik asit (%32,83) toplam yağ asidi içeriğidir. Dört yağ asidi toplam yağ asidinin %90'nını yansıtmaktadır. Linoleik ve linolenik asitlerle birlikte çoklu doymamış yağ asitleri %67,7 miktarındadır. Kaktüs clodede linoleik asit yüzdesi argan yağının yüzdesine yakın bulunmuştur. Bununla birlikte indirgenmiş ekstraktlar %51,26 ve soya yağı %53,0 aralığındadır (Abidi ve diğ., 2009; El-Mostafa ve diğ., 2014). Çeşitli çalışmalarda meyve, pulp, çekirdek ve meyve kabuğunun linoleik, oleik, palmitik asitlerce zengin olduğu gösterilmiştir (Ramadan, 2003a,b,c). Omega 6 linoleik asit kaktüsün çekirdek yağında %53,5 ile 70,29 arasında rapor edilmiştir ve ayçiçek yağı, üzüm yağı ile susam yağında daha yüksek oranda tespit edilmiştir. Omega 3 linolenik

asiti kardiyovasküler hastalıklar, inflamatuvar, otoimmün rahatsızlıklar ve diyabet gibi hastalıklara karşı yararlı etkileri saptanmıştır (El-Mostafa ve diğ., 2014).

Çizelge 2.2: Hint inciri meyvesi ve diğer yağlarda bulunan yağ asitleri ve miktarları g/100g (El-Mostafa ve diğ., 2014).

Yağ asitleri	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3
Cladode	1,96	13,8	0,24	3,33	11,1	34,8	33,2
Kaktüs çekirdek yağı	-	9,32	1,42	3,11	16,7	70,2	Nd
Meyvelerin pulp yağı	1,13	34,4	1,62	2,37	10,8	37	12,6
Meyve kabuğu yağı	1,95	23,1	2,48	2,67	24,1	32,3	9,27
Argan yağı	0,1	11,7	0,14	4,9	36,6	31,3	0,09
Soya yağı	-	6	0,4	2,2	26,1	50,1	14,5
Mısır yağı	-	13,4	-	1,5	27,4	56	0,9
Ayçiçeği yağı	0,08	7,4	0,09	4,56	25,1	60,1	0,3

Kaktüsün pulp kısmında vitamin E den α -tokofenol 17,6 g/kg miktarında bulunmaktadır. Meyvenin çekirdeklerinden ekstrakte edilen yağında vitamin E: 0,403 g/kg çoğunlukla γ -tokoferol: 0,330 g/kg miktarda bulunmaktadır (Ramadan ve diğ., 2003a,b,c). Meyvenin pulpundan elde edilen yağ σ -tokoferol (4,220 g/kg)' ca zengindir. Kaktüs meyvesi 180-300 mg/kg vitamin C içerir. Bu özelliği ile elma, muz ve üzümünden daha yüksek miktarda C vitamini içermektedir (Piga, 2004). Vitamin K1 içeriği 1-0,5 g/kg saptanmıştır. Vitamin B eser miktarda sadece clododede bulunmuştur (Feugang ve diğ., 2006).

Çizelge 2.3: Hint inciri meyvesinin pulp, çekirdek, meyve kabuğu ve cladodesindeki vitamin içerikleri ve miktarları mg/100g (El-Mostafa ve diğ., 2014).

Vitaminler	Pulp	Çekirdek	M.kabuğu
Vitamin K1	53,2	52,5	109
Vitamin C	34-40	-	-
α -Tocopherol	84,9	56	1760
β -Tocopherol	12,6	12	222
γ -Tocopherol	7,9	33	174
Toplam vitamin E	527,4	106	2182

Meyvenin farklı parçalarındaki meyve yağlarının ana sterolü β -sitosterol, pulp, meyve kabuğu ve çekirdekleri 6,75 ile 21,1 g/kg içermektedir (Ramadan, 2003a,b).

Yine pulp, meyve kabuğu ve çekirdeklerde bulunan kampesterol miktarı 1,66-8,76 g/kg arasındadır. Eser miktarda stigmasterol, lanosterol, avenasterol Δ^5 , Δ^7 -avenasterol, Δ^7 -avenasterol and ergosterol bulunmaktadır (Gharby ve ark., 2011).

Çizelge 2.4: Hint inciri meyvesinin pulp, çekirdek ve meyve kabuğunda bulunan sterol madde içerikleri ve miktarları g/kg (El-Mostafa ve diğ., 2014)

İçerik	Pulp	Çekirdek	M.kabuğu
Campesterol	8,74	1,66	8,76
Stigmasterol	0,73	0,3	2,12
Lanosterol	0,76	0,28	1,66
β -Sitosterol	11,2	6,75	21,1
Δ^5 -Avenasterol, Δ^7 -Avenasterol	1,43	0,29	2,71

Kaktüs meyvesinin çekirdekleri mineral içerik açısından oldukça zengindir. Potasyum ve fosfor (163-152 mg/100g) ile en çok bulunan minerallerdir (El Kossori ve diğ., 1995; Sawaya ve diğ., 1983; Medina ve diğ., 2006). Yüksek miktarda magnezyum, sodyum ve kalsiyum içeriğindedir. Clodode'de ana mineraller potasyum, kalsiyum 235-5520 mg/100g arasında değişmektedir. Pulpunda bulunan potasyum 160 mg/100g, kalsiyum 27,6 mg/100g ve magnezyum 27,7 mg/100g arasında değişmektedir (El-Mostafa ve diğ., 2010; Feugang ve diğ., 2006; Trachtenberg ve diğ., 1982).

Clododes'de ana aminoasit glutamin saptanmış bunu takiben lösin, lisin, valin, arjinin, fenillalanin ve izolösin saptanmıştır. Kaktüsün çekirdeklerinde ana aminoasit olan glutamik asit %15,73-20,27; arjinin% 4,81-14,62 arasındadır. Meyvesinde iki tane baskın aminoasit vardır bunlar proline ve taurine, toplam aminoasit içeriğinin %46 ve %15,78'ini temsil etmektedir. Meyve çekirdeğindeki toplam protein clododesten daha fazladır (El-Mostafa ve diğ., 2010; Nassar , 2008; Uchoa ve diğ., 1998).

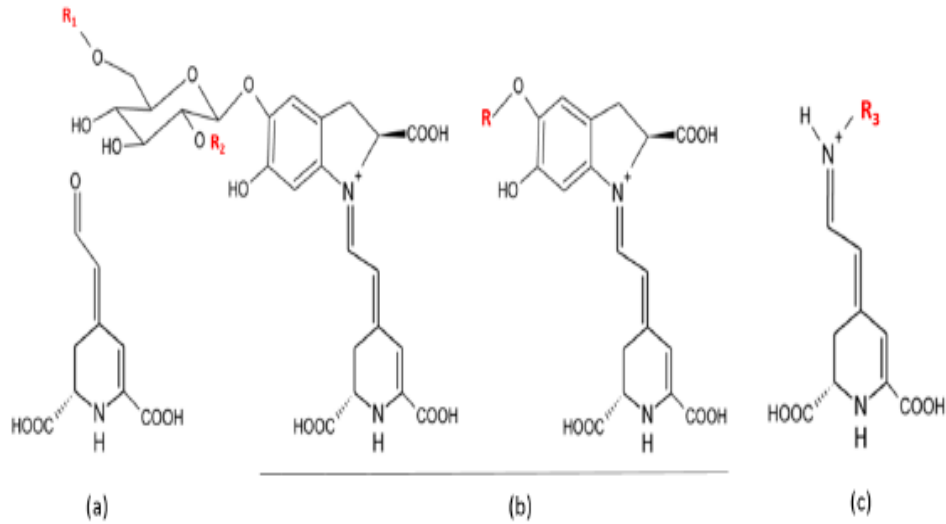
Çizelge 2.5: Hint incirinin fiziksel ve kimyasal özellikleri (Feugang ve diğ., 2006; Piga, 2004; Ramadan ve Mörsel 2003,a,b,c; Saenz-Hernandez 1995)

Parametreler	İçerik ve miktarlar
Ağırlık(g)	67-216
Çekirdekler	%3-7 (meyvenin ağırlığının)
Çekirdek adedi	150-300
Hidrokolloitler (endosperm)	arabinoz, ramnogalakturonan
Toplam lipitler (mg/kg)	98,8
Esas lipitler	linoleik, oleik, palmitik asit
Esas steroller	β -sitosterol, kampesterol
Meyve kabuğu	% 36-48 (meyve ağırlığının)
Renk	yeşil, turuncu, kırmızı, mor
Hidrokolloitler (endosperm)	pectin
Toplam lipitler (mg/kg)	36,8
Esas lipitler	linoleik, oleik, palmitik, γ -linoleik, α -linoleik asit
Esas steroller	β -sitosterol, kampesterol
Vitaminler (yağ)	vitamin E
Pulp	%39-64 (meyve ağırlığının)
Renk	beyaz,sarı-turuncu, kırmızı,mor
Esas pigmentler	indicaxanthin (proline-betaxanthin) γ -aminobutyric acid-betaxanthin, muscaaurin VII (histidine-betaxanthin), vulgaxanthin I (glutamine-betaxanthin), betanin, isobetanin
Pigment içeriği (mg/kg)	66-1140
Ph	5,6-6,5
Esas asit	sitrik asit
Briks (%)	12-17 %

Çizelge 2.5: (devam) Hint incirinin fiziksel ve kimyasal özellikleri (Feugang ve diğ., 2006; Piga, 2004; Ramadan ve Mörsel 2003,a,b,c; Saenz-Hernandez 1995)

Esas şekerler	glukoz, früktoz
Toplam şeker içeriği (g/L)	100-130
Şeker:asit oranı	90:1-450:1
Esas aminoasitler	prolin, tarin, glutamin, serin
Esas mineraller	kalsiyum, magnezyum
Esas vitamin	vitamin C
Esas polifenoller	quercetin, kaempferol, isorhamnetin
Esas lipitler	linoleik, palmitik, oleik, γ -linolenik , α -linolenik
Esas steroller	β -sitosterol, kampesterol
Toplam lipitler (mg/kg)	8,7

Meyvenin içerdiği betalain pigmentleri doğal renklendirici olarak kullanılmak üzere iyi bir potansiyele sahiptir. Hint inciri kırmızı, menekşe rengi betasiyanin içermesine ek olarak sarı rengi veren betaksantin içermektedir (Merin ve diğ., 1987; Forni ve diğ., 1992; Coskuner ve diğ., 2000; Turker ve diğ., 2001; Duru ve Turker, 2005).



Şekil 2.4: Betalamik asit (a), betasiyaninler (b) and betaksantinler (c) (Strack ve diğ., 2003).

Hint inciri meyvesinin besin değerleri ve ekonomik potansiyeli nedeniyle meyvenin büyümesi ve hasat sonrası fizyolojisi üzerine son yıllarda çalışmalar hız kazanmıştır

(Duru ve Turker, 2005). Meksika, Şili ve İtalya'da kaktüs meyvesi ticari olarak kullanılmakta ve bununla ilgili kapsamlı araştırmalar yürütülmektedir (Retamal ve diğ., 1987; Rodriguez-Felix ve Ochoa, 1998, Barbera ve diğ., 1994; Mizrahi ve diğ., 1997; Duru ve Turker, 2005).

Türkiye'de Akdeniz bölgesinde yetiştirilen hint inciri meyvesinin olgunlaşma süresi ve maksimum pigment konsantrasyonu üzerine Duru ve Turker (2005) bir çalışma yapmıştır. Yapılan bu çalışmada olgunlaşma dönemi boyunca meyvede meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişiklikler ayrıca hasat sonrası işleme prosedürlerine ek olarak en yüksek betalain konsantrasyon süresini belirlemek amaçlanmıştır.

Meyvede örneklem 49 DAF(Day After Flowers) günün sonunda pigmentasyonun başladığı zaman yapılmıştır. Olgunlaşma sırasında meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişimler 15 hafta boyunca izlenmiştir. Meyvenin boyu 5 cm ila 10 cm, genişliği 4 cm ila 8 cm arasındadır. Meyve kabuğu kalınlığı meyvenin %30 ve %45'inin üzerinde olmuştur ve geriye kalan kısmını ise çok miktarda tohum ve pulp oluşturmaktadır. Tohum içeren pulp ağırlığı %5-10 arasında değişmektedir (Kuti, 1992, Barbera ve diğ., 1994; Redhead, 1990; Cantwell, 1991; Duru ve Turker, 2005). Bütün bir meyvede tohumların yüzdesi 2,19-5,59 arasında değişiklik göstermektedir. Arjantin ve Amerika'da yetiştirilen meyvelerde tohum yüzdesi pulp başına 10,51 için 4,32 tüm meyve başına ise 5,59 için 2,19'dur (Felker ve diğ., 2002). Tüm meyve ağırlığı 80-120 g aralığında gelmekte ve %85 su içermektedir (Weiss ve diğ., 1993; Sawaya ve Khan, 1982). Meyvenin pH'sı 5,4-5,75, toplam titrasyon asitliği %0,15-0,25 arasında değişmektedir (Sawaya ve diğ., 1983; Coskuner ve diğ., 2000). Toplam şeker içeriği %6-14, toplam suda çözünür kuru madde %13-14 arasında değişmektedir. Meyve şekerinin %53'ünü glikoz ve geriye kalan kısmını ise fruktoz oluşturmaktadır (Sawaya ve diğ., 1983; Saenz HC, 1995; Cantwell ve diğ., 1992; Duru ve Turker, 2005).

Meyvenin sakkaroz içeriği invertaz seviyesi etkinliği ile ilişkili olduğu gözlenmiştir. Meyvenin mineral içeriği ile ilgili araştırmalar çok fazla olmamakla birlikte; 100 g meyve pulpu içerisinde 27,6 mg Ca; 27,7 mg Mg; 0,8 mg Na; 161 mg K; 14,4 g P ve 1,5 mg Fe bulunmuştur (Duru ve Turker, 2005). %0,44 oranında kül miktarı rapor edilmiştir. Beyaz ve sarı Sicilya kaktüs meyvesi çeşidinde 1,7 ppm ile 2,9 ppm Mn^{+2} ; 0,3 -0,4 ppm Zn^{+2} ve 0,6-1,2 ppm Fe^{+2} bulunmuştur (Duru ve Turker, 2005).

İndirgenmiş büyüme basamağı çiçeklenmeden sonra 49 ve 63 gün arasında gözlemlenmiştir (Duru ve Turker, 2005).

Meyve hasat zamanına kadar olgunlaşarak sigmoidal biçimde bir büyüme göstermiştir. *Opuntia* türüne ait kaktüs meyveleri sigmoidal bir büyüme eğrisi göstermekte, hâlbuki büyüme oranı ve olgunlaşma zamanı meyvenin türüne ve yetiştiği yere göre değişmektedir (Kuti, 1992; Barbera ve diğ., 1992). Genellikle hızlı büyüme 20-30 DAF arasında gözlemlenmiştir. Daha sonra indirgenmiş büyüme oranı başlamaktadır. Meyve hasat olgunluğuna kadar büyümeye devam eder. 40-80 DAF arasında daha hızlı bir büyüme görülmektedir (Barbera ve diğ., 1992). Meyve hızlı büyümeye başladığı dönem kimyasal kompozisyonu ve fiziksel yapısında aynı anda değişimler başlamaktadır. Olgunlaşan meyvenin büyüme periyodu durmasına karşı fiziksel ve kimyasal değişiklikler daha hızlı gerçekleşmektedir.

Kimyasal kompozisyon ve kuru ağırlıkta da olgunlaşma ile benzer özellikler gözlemlenmiştir. Meyve ağırlığının hızla arttığı bir dönemde pulp ağırlığı aynı anda artmıştır (Barbera ve diğ., 1995; Duru ve Turker, 2005). Ve çekirdek ağırlığı 63-77 gün süresinde azalmıştır. Hızlı gelişme periyodu boyunca meyvenin pulp ve çekirdek oranı artmıştır. Bu sırada ıslak çekirdek ağırlığı 70 DAF sonunda 0,141 miktarında artmış ve bu seviyede kalmıştır. Meyve içeriği de 0,065 g/g miktarında azalmıştır. Ayrıca başlangıçtaki çekirdek sayısına göre artış göstermiş, sonra azalmış ve 2,96 g/g'da sabitlenmiştir. Kaktüs meyvesinin çekirdekli pulpu insanların tüketmesi için kullanılmaktadır ve bu nedenle pulpun maksimum seviyeye ulaştığı zaman periyodunu saptamak önemlidir. 77 DAF sonunda ulaşılan ortalama pulp değeri 0,45-0,50 gpulp/g 'dır (Duru ve Turker, 2005). Literatürde ise meyve, hasat olgunluğunda %60 pulp oranına ulaşmıştır (Kuti, 1992; Cantwell, 1991; Barbera ve diğ., 1992).

Briks ve toplam şeker içeriği aynı anda artmış, 63 DAF'da meyve ağırlığı artmıştır. Başlangıçta briks 4,5 ve 91 DAF sonunda 14,42 brikse ulaşmıştır, daha sonra briks azalmıştır. Toplam şeker içeriği benzer eğilim göstermiş fakat 84 DAF sonunda %8,5 değerine ulaştıktan sonra sabit kalmıştır. Meyve tamamen olgunlaştıktan sonra briks değeri biraz azalmış, toplam şeker içeriği sabit kalmıştır. 70 DAF sonunda titrasyon asitliği maksimum %0,88 ve sürekli azalarak 0,161'e düşmüştür. Bunun yanı sıra 98 DAF sonra pH değeri artarak 5,5 olmuş ve sabit kalmıştır (Duru ve Turker, 2005).

Cruz-Cansino ve diğ., (2015) yaptığı çalışmada; hint inciri meyve suyuna %80 genlikte 15 dakika ve 25 dakika termoultrasonikasyon uygulanarak, pastörize meyve suyu ile depolama boyunca meydana gelen değişiklikler incelenmiştir. 25 dakikalık termoultrasonik muamelede renk stabilitesi artmıştır. 15 dakika ve 25 dakikalık muamelede toplam canlı sayısı depolamada 1. Gün 1,38 ve 1,43 logCFU/mg azalmıştır. Kontrollerle karşılaştırıldığında her iki muamelede *Enterobacteriaceae* sayısı indirgenmiştir (1,54 log CFU/mg). 3,76-3,82 VPE/ml askorbik asit, 252,05-257,18 mgAA/ml tespit edilmiş ve antioksidan aktivitesi korunmuştur.

ABTS metodu ile: 124,8 ve 115,6 mg/VCEAC/ml ve DPPH metodu ile : 3114,2 ve 2757,1 mmol TE/L askorbik asit tespit edilmiştir. Depolamada 14. günün sonunda fenolik bileşiklerde artış %80, 25 dakika muamele için depolama sonunda antioksidan aktivitede bir artış görülmüştür.

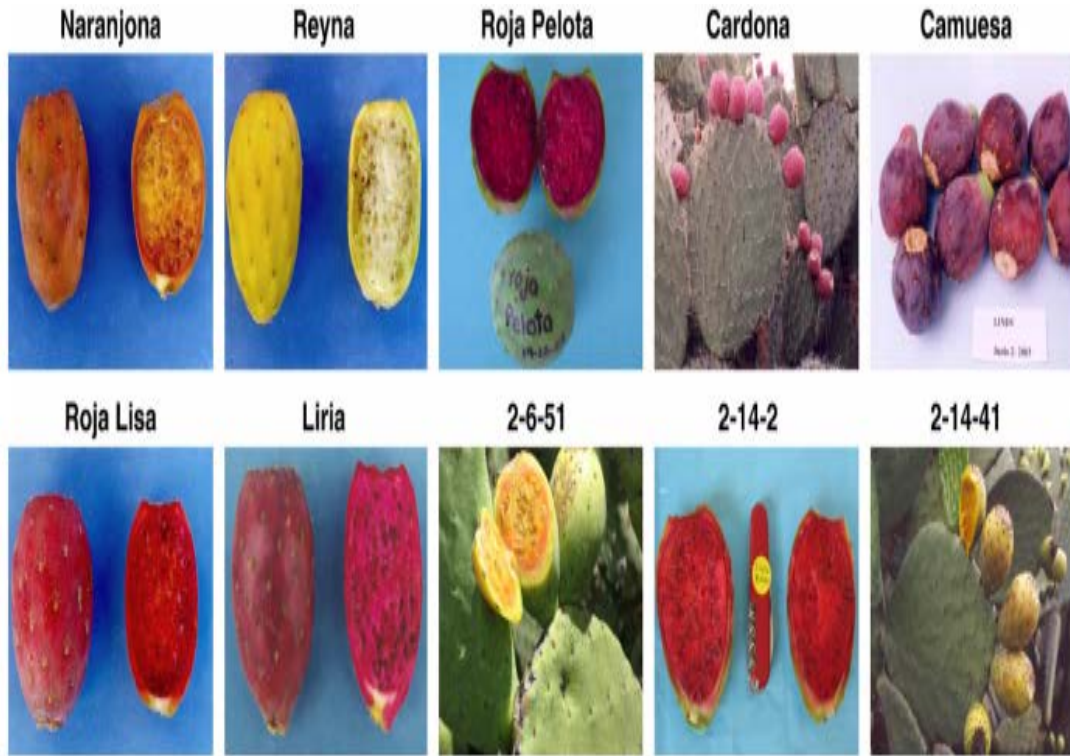
Meyve suyunda pH 4,61 ile 5,31; briks 11,91-12,80; titrasyon asitliği 0,14-0,32 arasında değişmiştir (Cruz-Cansino ve diğ., 2015).

Meyve suyunun kalitesinde renk önemli bir unsurdur. Çünkü tüketici için bir meyve suyunun uygun olmasında rengin iyi algılanması şarttır. Kabarcıklar, kimyasal reaksiyonlar, difüzyon oranının artması, dispersiyon, küçük parçacıkların çökmesi renkte önemli değişikliklere sebep olmaktadır. 1. Gün %80 genlikte 25 dakika uygulanan termoultrasonik muamele L değerini 1,28'e indirmişti. 7.gün pastörize meyve suyu ve kontrol karşılaştırıldığında termoultrasonik örneklerde parlaklık az oranda artmıştır. 14.günde L renk değeri 1,70 ve 2,90 aralığında tespit edilmiştir. Kısmi olarak parçacıklar çöktürülerek uzaklaştırılmıştır. Depolamanın sonunda oksidatif esmerleşmeden kaynaklanan düşüşler görülmüştür. b değerinde depolama boyunca önemli bir değişiklik görülmemiştir. Depolama boyunca a değeri kontrol ve pastörize örneklerde artmış ve termoultrasonik meyve sularında özellikle %80 genlikte 25 dakika muamele edilmiş örnekte benzer değişiklikler saptanmıştır (Cruz-Cansino ve diğ., 2015).

7.günde kontrol ve pastörize meyve suyundaki örneklerde düşük mikrobiyal yük ile karşılaşılmıştır. Sonraki iki hafta depolamada tüm örneklerde benzer mikrobiyal sayı elde edilmiştir. *Enterobacteriaceae* açısından da termoultrasonik meyve sularında mikrobiyal sayı olarak önemli oranda düşüşler gözlenmiştir. Ulusal ve uluslararası sağlık kurallarına göre pastörize meyve sularında, taze ultrasonik işlenmiş meyve

sularında toplam bakteri sayısı 2 logCFU/ml'yi geçmemesi gerekmektedir (Cruz-Cansino ve diğ., 2015).

Hint inciri meyvesinde şeker oranı %17-12 arasında, toplam asitlik %0,12-0,03 aralığında değişiklik göstermektedir. Yahia ve diğ., (2011) 10 farklı *Opuntia* türünde analizler yapmış (Şekil 2.5) ve mor ila turuncu hint inciri pulpunda düşük miktarda karetonoidlere rastlanmıştır. Briks 11,6-15,3 arasında değişmektedir. En yüksek briks değeri Cardona(15,3)-Liria (14)-Naranjona ve Lisa (13,86) ile sıralanmaktadır. Naranjona, Reyna en yüksek b ve L değerine sahiptir. Beklendiği gibi turuncu ve kırmızı meyvelerde en yüksek L ve a değerine rastlanmıştır.



Şekil 2.5: Kaktüs meyvesinin farklı genotipleri (Yahia ve diğ., 2011).

Ochoa ve diğ., (2011) yaptığı çalışmada; olgun, koyu mor, pembemsi *Opuntia* cinsleri ve yeşil *Opuntia ficus-indica*, turuncu *Opuntia megacantha* meyvelerinin fizikokimyasal özellikleri üzerine yaptıkları çalışmada, briks değerlerini 8-13, askorbik asit miktarını 0,26-0,48 mg/gr arasında saptamıştır.

Medina ve diğ., (2007) *Opuntia ficus-indica* ve *Opuntia dillenii* üzerine yapıları çalışmalarda; lif, yağ, kül, asitlik, askorbik asit, toplam fenolik madde, Na, Mg, Mn, Cr *Opuntia dillenii*'de *Opuntia ficus-indica*'ya kıyasla daha yüksek miktarlardadır.

Yeşil meyvelerde yüksek pH, lif ve Mg konsantrasyonuna ve en düşük Ca yüzdesi saptanmıştır (Çizelge 2.6).

Çizelge 2.6: *O. dilleni* ve *O. ficus-indica* meyvelerinin fizikokimyasal özellikleri ve miktarları (Medina ve diğ., 2007).

İçerik	<i>O. dilleni</i>	<i>O. ficus-indica</i>
% Nem	81.68 ± 2.42	82.27 ± 2.22
Brix	10.35 ± 1.13	14.58 ± 2.39
Refraktif indeks	1.3482 ± 0.0017	1.3546 ± 0.0036
Toplam lif içeriği (%)	9.49 ± 1.51	5.37 ± 0.87
Protein (%)	0.52 ± 0.12	0.90 ± 0.26
Yağ (%)	0.71 ± 0.19	0.50 ± 0.13
Kül (%)	0.437 ± 0.062	0.392 ± 0.085
Ph	3.34 ± 0.11	6.32 ± 0.17
Asitlik (g/100g)	1.23 ± 0.272	0.078 ± 0.034
Askorbik asit (mg/100g)	29.7 ± 2.95	17.2 ± 4.43
Fenolikler (mg/100g)	117 ± 10	45.2 ± 7.4
Na (mg/kg)	153 ± 162	6.25 ± 8.22
K (mg/kg)	908 ± 251	1583 ± 328
Ca (mg/kg)	535 ± 187	263 ± 76
Mg (mg/kg)	454 ± 102	251 ± 57
Fe (mg/kg)	1.53 ± 0.31	1.98 ± 0.57
Cu (mg/kg)	0.334 ± 0.054	0.389 ± 0.095
Zn (mg/kg)	1.29 ± 0.49	2.05 ± 0.51
Mn (mg/kg)	5.09 ± 3.80	3.03 ± 1.58
Ni (mg/kg)	0.204 ± 0.082	0.285 ± 0.105
Cr (mg/kg)	0.144 ± 0.036	0.109 ± 0.036

2.5 Meyve ve Sebzelerde Dondurma İşlemi ve Temel Prensipleri

Meyve ve sebzelerin kalitesini en iyi şekilde muhafaza etmeyi amaçlayan yaygın yöntemlerden biridir dondurma işlemi (Demiray ve Tülek, 2010).

Dondurarak depolamada hemen hemen tüm meyve ve sebzelerin rengi, aroması ve besin değeri korunmuş olur (Şengül, 2014). Taze meyve ve sebzelerin hasatından

sonra yapılarında kimyasal, biyokimyasal ve mikrobiyolojik değişimler devam etmektedir. Dondurarak muhafaza ile bu tür reaksiyonlar ya tamamen durdurulmakta ya da en aza indirilmektedir. Kaliteli dondurulmuş meyve sebze üretimi için dondurulacak meyve sebzenin kaliteli olması zorunludur.

Ek olarak kullanılan ürünün türü, çeşidi, olgunluk durumu, dondurma işlemi öncesinde uygulanan bazı ön işlemler, ambalaj tipi, depolama koşulları ve dondurma derecesi de kaliteli ürün elde edilmesinde dikkat edilmesi gereken özellikler arasındadır (Demiray ve Tülek, 2010).

Ayrıca dondurma işlemi sonunda meyve ve sebzelerin sıcaklığı -18°C 'ye düşmekte ve bu sıcaklıkta depolanan ürünler uzun süre dayanıklı kalmaktadır (Skrede, 1996; Rickman ve diğ., 2007). Dondurulmuş gıdalarda rastlanan kalite kayıplarına dondurulmuş gıda zincirindeki kırılmalar, suyun difüzyonu, proteinlerin yapısının bozulması ve yağların oksidasyonu sebep olmaktadır (Demiray ve Tülek, 2010).

Gıdaların dondurulması, gıda sıcaklığının donma noktasının altındaki uygun bir sıcaklığa düşürüldüğü, gıdanın içerdiği suyun önemli bir kısmının buz kristallerine dönüştüğü işlemdir. Meyve ve sebzelerde %85-90 oranları arasında donabilir nitelikte serbest su bulunmaktadır ve serbest suyun buza dönüştürülmesiyle ürünlerin su aktivitesi düşmektedir. Su aktivitesi ve sıcaklık olarak bu iki kriterin düşürülmüş olması kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonlar ile mikrobiyal faaliyetlerin hızını azaltmaktadır (Şengül, 2014). Gıdaların su aktivitesine göre, dondurma işlemi sırasında ilk buz kristallerinin oluştuğu sıcaklık değişmektedir. Meyveler fazla su içeriğine sahip olmasına rağmen içerdikleri şeker ve organik asit konsantrasyonunun fazla olması su aktivitelerinin daha düşük olmasına neden olmaktadır. Bitkisel doku dondurulurken, suyun ilk kristalizasyonu hücreler arası boşluklarda gerçekleşmektedir. (Cemeroğlu, 2009).

Dondurma işleminin tanımına bakıldığında iki ısısızsal olay ile tanımlanır: birincisi buz kristallerinin oluşması ve ikincisi kristallerin boyutundaki değişimlerdir. Kristallerin büyüme hızı ise üç ana faktöre bağlıdır. Bunlar; kristal yüzeyinde reaksiyon oranı, büyüyen kristallerdeki suyun difüzyon oranı ve ısı uzaklaşma oranıdır (Demiray ve Tülek, 2010).

Gıda maddesinin dondurulması, gıdanın cinsine, gıdanın bileşimine, kütlesine, dondurma işleminde kullanılan ortam koşullarına ve ısı transfer şekline bağlı olarak farklı hızlarda gerçekleşebilmektedir (Şengül, 2014). Bitki dokusunun donması yönünden donma hızı önemli bir parametre olarak gösterilmektedir. Genel olarak, kaliteli bir meyve sebze ürünü elde edilmek isteniyorsa hızlı dondurma yöntemi kullanılarak elde edilir. Hızlı dondurma yöntemi ve yavaş dondurma yöntemini karşılaştıracak olursak: hızlı dondurma işlemi ile oluşan küçük buz kristalleri hücre içinde ve dışında aynı oranda büyüme gösterir ve hücre yapısında daha az hasar oluştururken, yavaş dondurma ile hücrenin dışında yavaşça büyük ve keskin şekilde buz kristalleri oluşmaktadır (Demiray ve Tülek, 2010). Bu buz kristalleri hücre membranında kırılmalara, hücre organellerinde çökmelere, hücrenin besinsel içeriklerinde (şeker, vitamin, renk pigmentleri, uçucu bileşenler) azalmalara ve hücre duvarında bulunan, meyve dokularının yapısını etkileyen pektin yıkımlarına sebep olmaktadır. Bu hasarlar sonucunda gıdanın yapısındaki su miktarında meydana gelen değişimler, gıdada aroma ve renk kaybı gibi olumsuz oluşumlara sebep olacak enzimatik reaksiyonlar görülebilmektedir. Ayrıca yavaş dondurulan gıdalar düşük sıcaklıkta depolanırsa üründe hacim genişlemesi, büzülme ve iç basınç gibi faktörlerden dolayı çatlamalar meydana gelebilmektedir (Şengül, 2014).

2.5.1 Dondurma yöntemleri ve depolama

Meyve ve sebzelerin dondurulması için farklı dondurma yöntemlerinin uygulanması ve bu uygulamaların seçimi için; gıdanın boyutları, fiziksel nitelikleri, ambalajlı olup olmaması, ulaşılmak istenen donma hızı ve üretim maliyeti gibi bir çok unsur göz önüne alınmaktadır (Şengel, 2014).

Durgun havada dondurma: Bu tipteki dondurucular iyi izole edilmiş soğuk oda şeklindedir. Soğuk odanın sıcaklığı -15°C ile -30°C arasındadır ve kullanılan soğuk hava hareketsizdir. Hareketsiz ya da çok yavaş hareketli bu havanın ısı iletkenliği çok düşüktür. Bu sebepten dolayı ham maddenin donması uzun zaman sürmektedir. Durgun havada dondurma da donma süresi birkaç saatten bir haftaya kadar değişebilmektedir. Dondurulan ürünün büyüklüğü, ambalajın özelliği ve dondurulan birimler arasındaki boşluk gibi faktörler durgun havada dondurma süresini belirlemektedir (Megep, 2009).

Hava akımında dondurmada: Hava dondurucularda güçlü fanlar yardımı ile gıda madde-evaporatör arasında hızlı hareket etmektedir. Böylelikle hızlı ve kısa sürede

gıda maddesinin dondurulması sağlanmaktadır. Hava akımında dondurma yönteminde kullanılan hava -30 ile -40°C arasında değişmektedir. Bu yöntemde tünel, akışkan 16 yatak ve spiral bantlı donduruculardan yararlanılmaktadır (Şengül, 2014).

Akışkan yatak dondurucular bir bant dondurucudur. Bantın altından verilen çok yüksek hızlı hava dondurulacak gıdaları havada yüzer hâlde tutmaktadır. Bu sistemle gıda maddeleri kaynamaya benzer bir hareketle hava içinde yükselmekte ve geri düşmektedir. Böylece parçacıkların her biri tüm yüzeyleriyle soğuk hava ile temas eder ve hızla donmaktadır. Akışkan yatak dondurucularda diğer yöntemlerde görülmeyen bir hızda dondurma sağlanır ve donan ürünler bir blok hâlinde değil daneler hâlinde donmaktadır. Bu şekilde her parçacığın ayrı ayrı donmasına bireysel hızlı dondurma (IQF-Individual Quick Frozen - Bireysel Şok Dondurma) denmektedir (Megep, 2009).

İndirekt kontakt metoduyla dondurma yönteminde içten soğutulan iki plaka arasına yerleştirilen ambalajlı ürünler plaka ile temas ederek dondurulmaktadır. Gıdaların indirekt kontakt metoduyla dondurulmasının tek koşulu ürünlerin dikdörtgen prizma şeklinde ambalajlanmasıdır. Ambalaj içine ısı iletiminin iyi olması için boşluk kalmayacak şekilde gıda maddesi ile doldurulmalıdır (Şengül, 2014).

Daldırarak dondurma, çoğunlukla ambalajsız dondurulacak ürünün düşük derecelere kadar soğutulmuş uygun bir sıvıya (frizant) daldırılması şeklinde uygulanmaktadır. Frizant ile gıda maddesi arasında iyi bir ısı iletimi sağlanarak hızlı bir donma sağlanmaktadır. Belirgin şekli olmayan ürünlerin başarılı şekilde dondurulmasını sağlamaktadır. Doğrudan hava ile teması kesildiği için oksidatif değişimler önlenmekte, renk ve aromaları korumaktadır. Daldırılarak dondurmada kullanılan frizantlardan yaygın olarak kullanılanları salamura (tuz çözeltisi), şeker şurubu ve gliserol çözeltisidir. Frizantların uygun konsantrasyonlarda olması gerekmektedir (Megep, 2009).

Kriyojenik sıvılarla dondurma; sıvı azot (LN₂) ile sıvı karbondioksit (LCO₂) kullanılarak soğutulan gıdalardan ısı absorbe ederek donma işlevinin sağlandığı bir yöntemdir. Gıdalar doğrudan LN₂, LCO₂ ya da bunların buharı ile karşılaştırılarak donma -60°C veya altındaki soğuk bir atmosferde gerçekleştirilmektedir. Pahalı bir

yöntem olmasının yanı sıra sınırlı uygulama alanına sahiptir. Sebze ve meyve sektöründe pratikte uygulanmamaktadır (Cemeroğlu, 2009; Anonim 1).

Dondurarak muhafazada dondurma işlemi, muhafazanın uygulanan aşamalardan aşamalardan bir tanesidir. Dondurma işlemi sonrasında gıdalar en az -18°C ve -20°C gibi iyi sıcaklık değerlerinde depolanması, muhafazanın önemli basamaklarından biridir (Cemeroğlu, 2009). Dondurulmuş meyve sebzeler dondurma tesisinde üretim deposu, transit deposu ve perakende satış deposu olmak üzere üç farklı yerinde depolanmaktadır. Genel olarak gıda maddelerinin tat, koku gibi karakteristik özelliklerinin tüketime kadar olan zamanda bozulmalarını önleyecek soğuk ortamlarda muhafazası soğuk zincir olarak adlandırılmaktadır. Gıdaların depolar arası taşınmalarda ürün sıcaklığı -18°C 'nin üzerine çıkmamalı ve asla çözünmemelidir (Anonim 1).

2.5.2 Donmuş muhafaza sırasında meyve ve sebzelerde meydana gelen kalite değişimleri

Dondurulmuş gıdalara kıyasla daha çok tercih edilen, tazesini ya da uygun koşullarda soğukta saklanmış olanıdır. Ancak hiçbir dondurma yöntemi, dondurmaya alınan hammaddenin sahip olduğu kaliteyi arttırıp geliştirmez, sadece mevcut olan kaliteyi en iyi şekilde korumaktadır. Dondurma ve donmuş halde depolamada, çözdürmede kaliteyi olumsuz yönde etkileyen bazı kimyasal, biyokimyasal ve fiziksel değişimler meydana gelmektedir. Fakat iyi bir dondurma yöntemi ve iyi bir depolama koşulunun sağlanması halinde, beklenen olumsuzluklar en aza indirilebilmektedir (Demiray ve Tülek, 2010). Bu değişimler yavaşta olsa, başta besin değeri olmak üzere duyu özelliklerinde de kayıplar meydana gelebilmektedir. Dondurma işlemindeki bu kayıpları en aza indirmek için dikkatli işlem yapılması gerekmektedir. Kaliteli ve güvenli donmuş meyve ve sebze üretimi için iki önemli faktör vardır (Şengül, 2014).

1) Hammadde-İşlem-Ambalajlama (PPP)

Hammadde: Yüksek kalitede donmuş bir meyve-sebze isteniyorsa hammadde ve yardımcı maddelerin de kaliteli olmasına özen gösterilmelidir.

İşlem: Hızlı ve etkili dondurma yöntemleri ile uygun ön işlemler tercih edilmelidir.

Ambalajlama: Kullanılacak ambalaj materyalinin fiziksel ve kimyasal etkilere karşı koruyucu nitelikte olması gerekmektedir.

2) Zaman-Sıcaklık-Tolerans (TTT)

1. Kullanılacak hammadde uygun olmalı
2. Hammadde-işlem-ambalajlama faktörlerine dikkat edilmeli
3. Dondurma, donmuş halde depolama ile çözme esnasında meyve ve sebze dokusunda meydana gelebilecek fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal değişimlerin nasıl önlenebileceği bilinmeli
4. Çözme işlemi uygun koşullarda yapılmalıdır. Zaman-sıcaklık-tolerans faktörleri donmuş halde depolama aşamasında kaliteyi korumak açısından önemlidir (Demiray ve Tülek, 2010).

Kaliteli bir hammadde ile yüksek kalitede bir donmuş meyve-sebze üretimi yapılmaktadır. Dondurma işleminde kalitede bir artma meydana gelmezken kayıplar olabilmektedir. Meyve ve sebzeler olgun olarak hasat edildikten sonra dondurulduklarında kalitesi en yüksek seviyeye ulaşmaktadır. Renk, tekstür, aroma ve besin değeri açısından kalite korunmuş olmaktadır. Dondurma işlemi

sırasında her meyve ve sebze için farklı kayıplar meydana gelebilmektedir. Çünkü her meyve ve sebzenin kendine özgü bir hücre duvarı yapısı, enzim aktivitesi, şeker, organik asit ve vitamin içeriği vardır. Dondurma işleminin meyve ve sebzeler üzerindeki etkisini daha iyi anlayabilmek için bitki hücresinin yapısını iyi bilmek gerekmektedir. Bu nedenle hücre yapısı ve donmuş hücrede meydana gelen zararlar arasındaki ilişki çoğu araştırmacı tarafından araştırılmaktadır.

Bitki hücresi incelendiğinde hücre içinde organeller görülmekte, hayvan hücresiyle karşılaştırıldığında hayvan hücresinde bulunmayan fakat bitki hücresinde bulunan kloroplast vardır. Ek olarak bitki hücresinde bulunan koful daha büyük yapıda ve hücrenin merkezine yayılmış bir şekildedir. Koful hücre hacminin büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Bu yapı, hücre içinde yüksek ozmotik basıncın oluşmasını engellemektedir. Bu sayede hücre içindeki bazı bileşiklerin (inorganik iyonlar, organik asitler, şekerler, asitler, aminoasitler, lipidler, flavonoidler gibi) korunmasına yardım etmektedir (Şengül,2014; Demiray ve Tülek, 2010).

Hacim Değişimi: Gıdaların donma aşamasında gerçekleşen en belirgin değişim hammadde hacminde gözlenmektedir. Saf su 0°C’de buz hâline dönüşürken hacmi ortalama %8,3 oranında artmaktadır. Bu oranda bir hacim artışı meyve ve sebzeler

donarken görülmemektedir. Bunun nedeni donma sonucu suyun hacmi artış gösterirken ortamdaki katı maddelerin hacmi azalmaktadır. Diğer bir sınırlayıcı etken de bitkisel dokularda hücreler arası boşluklar da hacim artışının meydana gelmesidir. Bu boşluklar hacim artışını dengelemektedir (Cemeroğlu, 2005).

Hücre Özsuyu Kaybı: Donma aşamasında meyve ve sebzede önemli değişiklikler olmaktadır. Bunun en baştaki sebeplerinden bir tanesi de hücre içi suyunu kaybetmesidir. Yavaş dondurma da hücrenin su kaybetmesi ile birlikte hücre kurumaması bunun sonucu olarakta hücrenin büzüştüğü görülmektedir. Bunların yanı sıra donma sonucunda oluşan buz kristalleri mekanik hasarlara da neden olur. Dokuda oluşan bu hasarın nedeni şu şekilde açıklanabilir; buz kristallerinin sert oluşu ve hücre içi unsurların esnek yapısı nedeniyle buz kristallerinin oluştuğu noktalarda meydana gelen gerilimdir (Anonim, 2009).

Yapı Değişimi: Donma olayında yapıda da bir takım değişiklikler meydana gelmektedir. Taze meyvelerin sertlik kaybında hücre içi basıncı önem taşımaktadır. Taze meyveler ağızda çiğnenirken meyve dokusunu oluşturan hücrelerin iç basıncı dişlerin basıncına bir direnç gösterir ve bu durum gevreklik diye adlandırılan özelliği oluşturmakta ve donma sırasında bu özellik kaybolmaktadır. Taze meyveler gibi dondurulmuş ve tüketilmek üzere çözülen meyvelerde direnç göstermemektedir.

Sebzelerde ise pişirme işlemiyle zaten turgor kaybı gerçekleşeceği için donma sırasındaki kayıp çok önemli değildir.

Hızlı dondurma işlemi ile sebze ve meyvelerin dondurulması sırasında oluşacak yapısal hasar en düşük seviyede kalmaktadır. Bununla birlikte hammaddeye uygulanan haşlama gibi ön işlemler de yapı hasarlarını azaltıcı bir faktördür. Haşlama işlemi ile enzimlerin katalize ettiği biyokimyasal değişiklikler önemli ölçüde azaltılmaktadır (Demiray ve Tülek, 2010).

Nem kaybı: Hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın ambalajsız olarak doldurulan bir ürünün az ya da çok miktarda su kaybetmesi donma sırasında gerçekleşen bir durumdur. Ürünün su kaybetmesi ağırlık kaybına neden olmaktadır. Ayrıca su kaybı, yüzeyde oluşmuş buzun küçük bölgeler hâlinde süblimasyonu ile gerçekleştiği takdirde yüzeyde don olarak adlandırılan hasar oluşabilmektedir. Üründe meydana gelen su kaybı, hammaddenin dondurucuya girdiği andaki sıcaklığı ile doğru orantılıdır. Ve bu nedenlerden dolayı dondurulacak meyve-sebzelere soğuk hava ile

ön soğutma uygulanarak su ve ağırlık kaybı azaltılabilmektedir. Ürünlerdeki su kaybını önlemenin başka bir yolu da ambalajsız ürünün önce ıslatılıp sonra ön soğutma bölgesinde hafifçe dondurularak yüzeyde ince bir buz tabakası (glaze) oluşturulmasıdır. Glaze kaplanmış parçacıklar, esas dondurma sırasında süblimasyonla bir miktar nemi yalnızca bu tabaka kaybederek nem kaybı önlenmiş olmaktadır (Anonim, 2009).

Renk Değişimleri: Donmuş meyve ve sebzelerde önemli bir kalite kriteri de renktir. Çünkü tüketiciler bir ürün alırken dikkatlerini çeken en önemli unsur ürünün rengidir. Ve ürünün işlemeye uygun olup olmadığını belirlemede de

rengine bakılmaktadır. Meyve ve sebzelerin dondurulmaları ile meydana gelen renk değişimleri kimyasal, biyokimyasal ve fizikokimyasal reaksiyonlar sonucu oluşmaktadır. Meyve ve sebzelerde renk değişimleri; kloroplast ve kromoplast yapısının bozulması, klorofil, karotenoid ve antosiyanin gibi doğal renk maddelerinin değişimi, enzimatik esmerleşme reaksiyonları ile olmaktadır. Donma işlemi sırasında kloroplast ve kromoplast kırılabilir yapısının dağılmasıyla mekaniksel zararlar (buz kristalleri ve hacim genişlemesi) oluşmaktadır.

Bu nedenle klorofil ve karotenoidler serbest kalmakta, böylece oksidasyon ve enzimatik reaksiyonların oluşması kolaylaşırken, bunun yanı sıra meydana gelen antosiyanin kayıpları da hacim genişlemesinden kaynaklanmaktadır (Demiray ve Tülek, 2010).

Besin Öğeleri ve Antioksidan İçeriğindeki Değişimler: Su, karbonhidratlar, proteinler, yağlar, vitaminler ve mineraller gibi bileşenler başta olmak üzere bu bileşikler meyve ve sebzelerin besin öğelerini oluşturmaktadır. Meyve ve sebzeler antioksidan içeriği bakımından oldukça zengindir. Bu nedenle de insan sağlığı açısından da önemli gıdalar arasında yer almaktadır. Meyve ve sebzelerin içerdiği A ve C vitaminleri, karotenoidler ve fenolik maddeler insan sağlığı açısından oldukça önemli antioksidan bileşiklerdir. Meyve ve sebzelerin dondurulması ve donmuş halde depolanması sırasında gerek besin öğeleri gerekse antioksidan madde içeriği az da olsa zarar görmektedir (Demiray ve Tülek, 2010).

2.6 Antioksidanlar ve Etki Mekanizmaları

Antioksidan oksidasyona karşı koyan, oksijen veya peroksitlerle ilerleyen reaksiyonları engelleyen madde olarak adlandırılır (Huang ve diğ., 2005). Başta bir tanım olarak; antioksidanlar, yiyeceklerde, vücutta düşük derişimlerde bulunduğu taktirde, oksidasyonu önemli derecede engelleyen veya geciktiren madde olarak bilinir (Yıldız ve diğ., 2008). Bu maddelerin çoğunun çeşitli ürünlerde koruyucu olarak kullanıldığı bilinmektedir. Biyolojik olarak antioksidan maddenin tanımlanması gerekirse, havanın oksijeni ile bozulan ürünlere ilave edilerek bu bozulmayı engelleyen ya da geciktiren sentetik veya doğal madde olarak tanımlanmaktadır (Huang ve diğ., 2005). Bilimsel araştırmalara da konu olan; organizmada oluşan anabolik ve katabolik olayları, bakıldığında tüm metabolizmayı etkileyen, bir kısmı enzimlerin aktif gruplarında bulunan, yokluğu ve yetersizliği fizyolojik fonksiyonların durmasına veya önemli ölçüde azalmasına sebep olan antioksidan maddelere karşı ilgi artmıştır (Keleştemur ve Özdemir, 2011). Araştırmalar gösteriyor ki antioksidanlar gıda endüstrisinde de geniş bir alana sahiptir. Diyetset antioksidanlara bakacak olursak, oksijen ve nitrojen gibi reaktif türlerin insanlardaki normal fizyolojik fonksiyonları üzerindeki ters etkilerini önemli bir şekilde azaltmakta ve yağların bozunmasını engelleyen maddeler içeren antioksidanlar gibi bir çok antioksidan birçok alanda kullanılmaktadır buda antioksidanların ne kadar fazla kullanım alanının olduğunu bir göstergesidir (Huang ve diğ., 2005). Araştırmalar; prooksidanları lipidler, proteinler ve nükleik asitlerde oksidatif hasara sebep olan ve bunun sonucunda çeşitli patolojik hastalıklara neden olan zararlı maddeler olarak tanımlar. Prooksidan terimi, reaktif türler için kullanılan bir terimdir (Cao ve Prior, 1999). Birçok hastalığın tedavisi olarak antioksidan ajanlar önem kazanmıştır. İnsan antioksidan savunması incelendiğinde katalaz, süperoksit dismutaz ve glutatyon peroksidaz gibi enzimatik süpürücüler ve üre, askorbat, glutatyon ve flavonoidler gibi hidrofilik süpürücüler ve tokoferoller, karotenoidler ve ubikinol gibi lipofilik radikal süpürücüler ile donatılmıştır (Ratnam ve diğ., 2006).

Temel antioksidan kaynakları dört gruba ayrılmıştır (Prior ve diğ., 2005).

- 1- Enzimler= Süperoksit dismutaz, peroksidaz, katalaz
- 2- Büyük moleküller= Albumin, Ferritin ve diğer proteinler

3- Küçük moleküller= Askorbik asit, urik asit, tokoferol, karetonoidler, polifenoller (Epigallokateşin, epigallokateşingallat, epikateşin, kateşin, kafeik asit, klorojenik asit, gallik asit, ferulik asit, kumarik asit vb)

4- Bazı hormonlar= Östrojen, melatonin gibi antioksidanların hikayesi serbest radikallerle başlamaktadır. Serbest radikaller ile reaktif karakterli maddeler ve bu maddeleri üreten tüm faktörler “oksidan” veya “prooksidan” olarak adlandırılmaktadır (Özyurt, 2005).

Dış orbitallerinde bir ya da daha fazla eşleşmemiş elektron bulunan, kısa ömürlü, reaktif atom veya moleküllere serbest radikaller ve oksidanlar denilmektedir. Serbest radikaller, radikal olmayan bir atom veya molekülden bir elektron ayrılmasıyla ya da radikal olmayan bir atom veya moleküle bir elektron eklenmesiyle oluşurlar (Karafakoğlu, 2004).

Radikaller incelendiğinde görülüyor ki elektrik yükü olarak; pozitif, negatif ya da nötr olabilmektedirler. Bir serbest radikaldeki eşlenmemiş elektron, herhangi bir kimyasal bağ içinde bir başka elektronla spin paylaşmadığından, radikaller, ekstra elektronları başka atomlara lokalize oluncaya veya elektron alıncaya kadar oldukça reaktiftir. Aşırı reaktif olan maddeler diğer atom ve moleküllerle elektron alışverişinde bulunarak, onların kendi kimyasal yapılarını değiştirerek kararsız (reaktif) bir atom haline bürünmeleri eğilimindedirler (Karafakoğlu, 2004).

Oksijenden türeyen bazı reaktif oksijen türleri ise süperoksit radikali, hidrojen peroksit, Hidroksil radikali, Hipokloröz asit, Singlet O_2 ($O_2\uparrow\downarrow$), alkil radikali, peroksil radikali, organik peroksit radikali, olarak sıralanabilmektedir (Huang ve diğ., 2005; Prior ve diğ., 2005; Naczk ve Shahidi, 2004). Hücre içi ortamda oluşan serbest radikaller, önemli büyük olan hücresel yapı ve bileşiklere etki ederler. Proteinler ve DNA; hücrede zarar gören önemli noktalardan bazıları gibi gözükmektedir. Biyolojik sistemlerde, serbest radikalın saldıracağı diğer bir nokta da hücre membranında bulunan lipitlerdir (Naczk ve Shahidi, 2004).

Etki Mekanizmaları: Oksidanların neden oldukları zararları antioksidanlar 4 farklı mekanizma ile önlerler:

1. Temizleme etkisi= Enzimler tarafından oksidan molekülleri zayıf hale getirilerek oksijen ile reaksiyona girdirilerek oksijen konsantrasyonunu azaltırlar.

2. Baskılama etkisi= Vitaminler ve flavonoidler'den oksidanlara bir hidrojen atomu verilerek hidroksil radikali yapısında bulunan hidrojen atomları ile bağ oluşturabilecek yapıdaki ürünleri temizleyerek peroksidasyonun başlamasını önlerler.

3. Onarma etkisi= Serbest radikalleri neden olduğu hasarları onarırlar.

4. Zincir koparma etkisi= Oksidanları bağlayarak fonksiyonlarını engelleyebilirler. Zincir kırıcı antioksidanlara örnek vermek gerekirse; fenoller, aromatik aminler ve en yaygın olan α - tokoferoller yer almaktadır (Keleştemur ve Özdemir, 2011; Memişoğulları, 2005).

Hidrojen atomu verme kabiliyetine sahip kimyasal bileşenlerdir antioksidanlar. Dolayısıyla, birincil radikalleri radikal olmayan kimyasallara dönüştürerek, okside olmuş antioksidan radikallere çevirirler. Antioksidanların molekül yapısı yalnızca hidrojen atomu verme açısından değil, aynı zamanda radikalleri düşük reaktiviteli hale getirerek lipitler ile reaksiyona girmesini engellemesinden dolayı da oldukça uygundur (Madhavi, 1996).

Antioksidan etki mekanizması basitçe;

Başlama= $ROO + AH \rightarrow ROOH + A$

Gelişme= $ROO + A \rightarrow ROOA$

Sonlanma= $A + A \rightarrow A-A$

Sistemdeki antioksidan yapısının etkin mekanizması, antioksidan özellikleri ile çözünürlük partisyon katsayısı ve sistemde kullanılan çözen benzeri etkenlerle belirlenir. Mekanizmayı ve antioksidan etkinliğini belirleyen en önemli iki faktörden birincisi bağ disosiyasyon enerjisi (BDE) ve ikincisi iyonizasyon potansiyeli (IP)dir (Prior ve diğ., 2005).

Oksidan ve antioksidanlara bakıldığında her birinin farklı kimyasal ve fiziksel karaktere sahip olduğu bilinmektedir. Antioksidanların her biri reaksiyon sistemine bağlı olarak çoklu mekanizmalarıyla ya da farklı bir tekli mekanizma ile rol alır. Ek olarak antioksidanlar için şöyle bir şeyde söylenir, farklı radikal ya da oksidan kaynağına karşı farklı karşılık verirler. Örneğin; Karotenoidler, fenoller ile mukayese edildiğinde peroksil radikallerine karşı iyi radikal yakalayıcısı değildirler. Öte yandan singlet oksijene karşı fenolik ve diğer antioksidanlar hemen hemen etkisiz

kalırken karotenoidlerin iyi bir radikal giderici etkiye sahip olduğu bilinmektedir (Prior ve diğ., 2005).

Antioksidanlar, yağların oksidasyonunu önlemeyi ve/veya yavaşlatmasına neden olurlar. Gıdalardaki antioksidanlara bakıldığında, serbest radikal oluşumunu engelleyici veya mevcut olan serbest radikalleri etkisiz hale getirici özelliğe sahiptir. Lipidlerin (L) radikalik oksidasyon zincir reaksiyonu şu şekildedir;

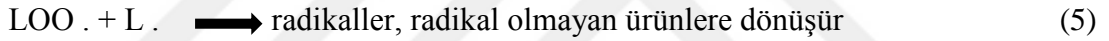


Çoğalma

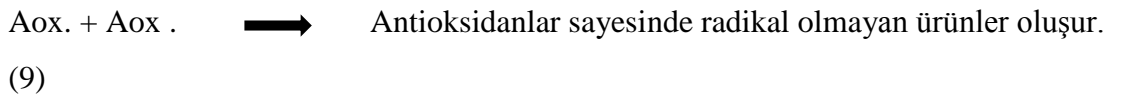


(Oluşan L. radikali, ilk reaksiyona geri döner ve yeni LOO . oluşturur.)

Zincirin son bulması



Antioksidanların bu zinciri kırıcı etkileri vardır.



Antioksidanlar yükseltgenebilen maddeler olduğundan zincir reaksiyonlarını (örneğin lipidlerin oksidatif parçalanmasına yol açan radikalik zincir reaksiyonunu) kırmaları sırasında kendileri yükseltgenerek bozunurlar. Bu nedenle antioksidanlar yalnız sınırlı bir zaman için yükseltgenebilen maddeyi (örneğin biyolojik makromolekülleri) koruyabilir ve belli bir noktadan sonra madde ortamda hiç antioksidan yokmuş gibi yükseltgenmeye devam ederler (Shahıdı, 1996).

Antioksidanların iki tipi vardır bunlar;

1- Birincil veya zincir kırıcı antioksidanlar

2- İkincil veya önleyici

Birincil antioksidanlar eser miktarda bulunurlar ve peroksil radikalleri ile reaksiyona girerek peroksil radikallerin doymamış lipit molekülleri ile reaksiyona girmesini engelleyerek böylelikle bunların daha kararlı ürünlere dönüşmesini sağlar. Çeşitli mekanizmalar ile zincir başlatıcı reaksiyonları geciktirenler ise ikincil antioksidanlardır. Lipit otooksidasyon oranını azaltan ikincil antioksidanların etkisi metal iyonlarını bağlama, oksijen yakalama, UV absorblama ve singlet oksijeni inaktif hale getirme şeklinde olmaktadır İkincil antioksidanların etkili olabilmeleri için, metal iyonları, indirgenme ajanları, tokoferoller veya diğer fenolikler gibi ikincil bir komponentin varlığına ihtiyaç duyarlar (Madhavi, 1996). İkincil oksidanlar antioksidan sinerjistleri olarak bilinirler. İkincil antioksidanların sinerjistik etkileri ortamda bulunan diğer birincil antioksidanlara bağlıdır. Bunlar ortamda primer antioksidanlar bulunmadığı takdirde antioksidan aktiviteleri çok düşüktür veya antioksidan aktivite göstermezler. Örneğin; askorbik asit, ortamda fenolik maddelerin bulunması ile sinerjistik etki göstermektedir (Hudson, 1990). Fiziksel faktörler, substrat faktörleri, gıda maddesinin fizikokimyasal durumu gibi çeşitli faktörler antioksidan aktivitesini etkilemektedir. Antioksidan aktiviteyi azaltan etkenler ise; yüksek oksijen basıncı, oksijenle temas yüzeyinin genişliği, ısıtma ve ışınlama gibi durumlar zincir reaksiyonunun başlama ve yayılma basamaklarını hızlandırdığından aktioksidan aktivite azalacaktır. Antioksidan aktivitesi farklı sıcaklıklarda değişiklik gösterir. Konsantrasyonun yükselmesi ile antioksidan aktivite artar. Oksidasyonun istenilen derecede engellenebilmesi için konsantrasyon belli bir kritik değerin üzerinde olması gerekmektedir (Pokorny ve diğ., 2001).

2.6.1 Antioksidan aktivitesi ölçüm yöntemleri

Antioksidanlarla ilgili araştırılan ve üzerine birçok inceleme yapılan makalelerde görülüyor ki antioksidan kapasitesini belirlemek, tanımını yapabilmek için bir birinden farklı birçok terim kullanılmaktadır. Toplam antioksidan kapasitesini belirten bu terimler, etkinlik, güç parametre, potansiyel ve aktivite gibi terimlerdir. Kimyasal aktivite özgün reaksiyon koşullarındaki basınç, sıcaklık, reaksiyon ortamı gibi birçok etkene bağlıdır. Dolayısıyla, antioksidan aktivitesi özgün reaksiyon koşullarındaki ölçümü yansıtır. Adı geçen diğer terimler ise spesifik reaksiyondan daha bağımsızdır (Huang ve diğ., 2005).

Antioksidan aktivitesi bir bileşenin oksidatif degradesyonu önleme kabiliyeti olarak adlandırılır (Roginsky ve Lissi, 2005). Güncel olarak bugünlerde antioksidan aktivitesi ölçümleri için birçok farklı yöntem mevcuttur. Bu yöntemler genel itibariyle serbest radikalleri içermektedir. Reaktan olarak kullanılan serbest radikalın özelliğine bağlı olarak elde edilen sonuçlara bakıldığında farklı sonuçlar görülebilmektedir (Prakash, 2001). Birbirinde farklı antioksidan bileşimler vardır fakat gıda bileşimlerinin karmaşık yapısından dolayı bu farklı antioksidan bileşimlerini ayırmak ve özel olarak bu bileşenle çalışmak hem yeterince etkili değildir hem de oldukça masraflı bir seçimdir. Tüm bu nedenlerden dolayı, hızlı ve uygun bir antioksidan tayin yöntemi keşfetmeyle alakalı bir çok çalışma yapılmakta ve bu konunun üzerinde durulmaktadır (Huang ve diğ., 2005). Literatürde daha önceden yapılmış çalışmalara gözetildiğinde radikal kaynağına, reaksiyon mekanizmasına vb özelliklere göre çeşitli gruplandırmalar olduğu görülmektedir.

Başlıca antioksidan aktivitesi analizlerini ikiye ayırabiliriz;

1-Hidrojen Atom Transferine Dayanan Metot (HAT): Antioksidan kapasitesi (AOK), antioksidan maddenin hidrojeninin serbest radikalleri etkisiz hale getirmesiyle ölçülür.

2- Singlet Elektron Transferine Dayanan Metot (SET): Potansiyel olan antioksidanların elektron transfer etmesi ile metal, karbonil ve radikal içeren bileşiklerin azaltılmasına dayanan metottur (Prior ve diğ., 2005).

ORAC: Oksijen Radikali Absorplama Aktivitesi (Oxygen Radical Absorbance Capacity)

Cutler ve Cao tarafından geliştirilmiştir bir metottur (Huang ve diğ., 2005). ORAC yönteminde oksidasyon sonucunda oluşan peroksil radikallerinin, antioksidan maddelerce inhibe edilmesi yoluyla ölçülür ve bakıldığında klasik radikal zincir kırma reaksiyonlarından oluştuğu bilinmektedir. Antioksidan madde tarafından hidrojen atomu radikale transfer edilmektedir. Bu yöntemde AOK ölçülmesi şu şekildedir:

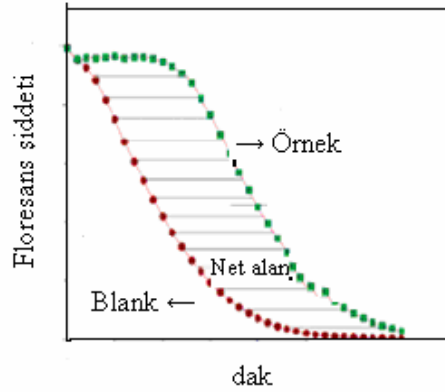
Peroksil radikalleri floresans bir madde (prob) ile reaksiyona girerek floresans özelliklere sahip olmayan bir ürün oluşturur. Miktar tayini için floresans spektrofotometre kullanılır. Bu oluşan ürünün miktarında meydana gelen azalmalar ile antioksidan kapasitesi belirlenir (Prior ve diğ., 2005).

$ROO + Prob \rightarrow ROOH + \text{okside olmuş prob (floresans şiddetini kaybetmiş)}$

$ROO + AH \rightarrow ROOH + A$

$ROO + A \rightarrow ROOA$

ORAC metodunda antioksidan kapasitesi blank ve örnek arasındaki floresans şiddeti farkına bakılarak hesaplanmaktadır. Şekil 2.6'da antioksidan aktivitesinin nasıl hesaplandığı gösterilmiştir.



Şekil 2.6: ORAC yöntemi ile antioksidan aktivitenin hesaplanması

Gıda ve fizyolojik sistemlerde peroksil radikalinin kontrolü ORAC metodu sağlar. Bu metot çözgen ve radikal kaynağı farklılaştırılarak hidrofilik ve hidrofobik sistemlere uyarlanabilir. Metot seçimi yaparken analiz süresinin uzun olması sınırlayıcı bir etken olarak göze çarpmaktadır (Prior ve diğ., 2005).

TRAP: Toplam Radikal Kapanı Antioksidan Parametresi (Total Radical Trapping Antioxidant Parameter)

Bu metot incelendiğinde prensibi antioksidan maddenin, AAPH veya ABAP bileşeninden oluşan peroksil radikalleri ve prob madde arasındaki reaksiyona engel olmasına dayanmaktadır. Bileşenin antioksidan kabiliyeti belirleyebilmek için reaksiyon gözlemlenmektedir.

Oksijen kaynağı olarak kullanılmak üzere farklı metotlar kullanılabilir. R-phycoerythrin floresansı ya da ABTS absorbansı reaksiyon prob maddesi diye kullanılır (Prior ve diğ., 2005). R-PE ve AAPH arasındaki reaksiyonun ilerlemesi florometrik olarak 495 ve 575 nm de izlenerek sonuca varılır (Huango ve diğ., 2005). Antioksidan aktivitesi; zaman geçtikçe antioksidanların bitmeye yakın olması yani

okside olmuş prob maddenin görülme süresinin uzaması veya reaksiyon yüzdesinin azalması ile belirlenir. TRAP genellikle Troloksu karşılayan süre ile karşılaştırılarak verilmektedir. TRAP metodu glutathione, askorbik asit, tokoferol, beta karoten gibi enzimatik olmayan antioksidanları belirlediğinden genellikle serum ve plazmada in vivo olarak antioksidan kapasitesini ölçmek amacı ile yararlanılır (Prior ve diğ., 2005).

TOCS: Toplam Oksidan Yakalama Aktivitesi (Total Oxidant Scavenging Capacity)

Toplam oksidan yakalama aktivitesi, hidroksil-peroksil ve peroksinitril radikallerine karşı antioksidan reaksiyonunun absorban ölçümüne dayanmaktadır. Etilen oluşumu keto-&-methiobütrik asit (KMBA) substratının okside olması ile oluşturur. Bu olay sonucunda oluşan etilen GC "head space" analizi ile belirlenir. Antioksidan kapasitesine bakılacak olursada o da; antioksidan maddenin etilenin ortaya çıkış olayını inhibe etmesi ile ölçülür. Antioksidan maddenin kontrol reaksiyonuna karşı etilen oluşumunu inhibe etmesine dikkat edilir (Prior ve diğ., 2005).

CL: Kemiluminesans (Chemiluminescence)

Bu metot radikal oksidanların işaretleyici bileşenlerle tepki vererek uyarılmış duruma geçmesi ve kemiluminesans ışığı yaymasına dayanır. Işık oluşumunu engelleyen faktör başlatıcı radikallerle reaksiyona giren herhangi bir moleküldür. Işık emisyonunun zamanla azalmasına dayılarak antioksidan kapasite ölçülmektedir. Kemiluminesans çok düşük emisyon şiddeti ile karakterize edilmektedir. Luminol işaretleyici olarak ise en yaygın olarak kullanılan bileşiktir (Prior ve diğ., 2005).

Krosin veya Beta Karoten Ağartma Metodu (Crocic or β -karotene Bleaching Method)

Linoleik asitin ısı etkisi ile otooksidasyonu sonucu oluşan hidroperoksitlerin meydana getirdiği serbest radikal reaksiyonu beta karoten renk kaybı olarak adlandırılır. Bu metoda bakıldığında, linoleik asit, β karoten ve antioksidan içeren bir sistem oluşturulmaktadır. Oksidasyon ya da otooksidasyona uğrayan karotenoidlerin renginde ağarma gözlenir bunun sebepleride ısı veya ışık etkisi ile olmaktadır. Sonuçta oksidasyon sonunda peroksil radikali oluşur. β karotenin oksidatif yıkımı sonucu oluşan renk kaybı kolorimetrik olarak 470 nm de bu sistem ile ölçülür.

Karotenodilerdeki bu renk açılmasının antioksidan maddenin hidrojeninin, radikal maddeyi yakalaması ile ya azalabilir ya da engellenebilir (Prior ve diğ., 2005; Hudson, 1990). Genellikle bakıldığında hedef olarak β -karoten kullanılmasına karşın 470 nm de β -karoten dekolarizasyonu farklı bir sürü aşamadan geçtiğinden dolayı sonuçların yorumlanması komplike olabilir. Fakat Krosin doğruca reaksiyona girerek sadece radikal oksidasyonu ile dekolarize olur. Bundan dolayıda reaktant olarak β -karoten'e karşın tercih edilebilir (Prior ve diğ., 2005).

Serbest radikal oluşturucu AAPH tarafından Krosin'in rengi açılmaktadır. Buna ek olarak antioksidan madde de serbest radikal ile reaksiyona girerek bu renk değişimini engelleyerek olayı değiştirir. Reaksiyonun ilerleyişi UV-Vis spektrofotometre aracılığı ile 443 nm de izlenir (Huang ve diğ., 2005).

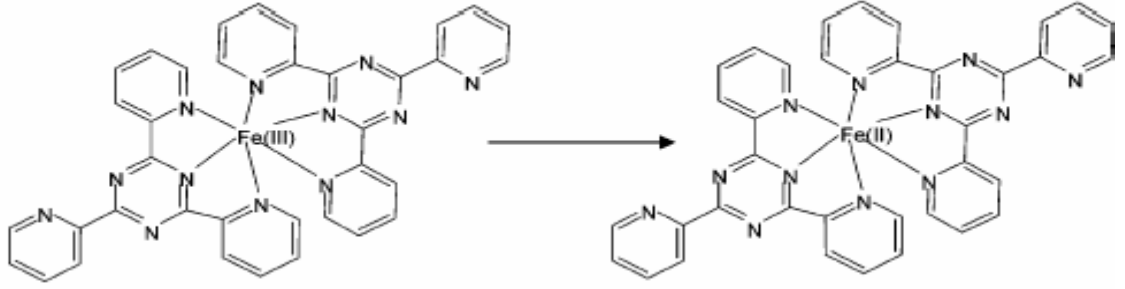


LDL: Düşük Yoğunluklu Lipoprotein Oksidasyonu (Low Density Lipoprotein Oksidasyonu)

Antioksidan ölçümü için LDL nin canlı dışındaki oksidasyonunu ölçmeye dayanan, bu metot lionelik asit ya da LDL otooksidasyonunu Cu(II) veya azo bir başlatıcı ile suni olarak azaltılmasını ölçer (Huang ve diğ., 2005). Bunun yanında LDL oksidasyonu uygulamaları ile fizyolojik sistemlerdeki antioksidan kapasitesi hakkında fikir edilebilir. Düşük Yoğunluklu Lipoprotein Oksidasyonu metodunda Düşük Yoğunluklu Lipoprotein Oksidasyonu metodunda görülen oksidatif reaksiyonlar canlıda görülen oksidatif reaksiyonlarla birebir ilişkilidir (Prior ve diğ., 2005). Ve otooksidasyon 234 nm de UV absorbansı ile izlenir. Linoleik asit oksidasyonu ile oluşan konjuge dien peroksitler 234 nm'de maksimum absorbansa sahiptir (Huang ve diğ., 2005).

FRAP: Demir (III) İndirgeyici Antioksidan Aktivite (Ferric Reducing Antioxidant Power)

Bu metotda Fe(III) tripiridiltriazin (TPTZ) kompleksinin antioksidanlar ortamdaki varlığı ile renkli Fe(II) şelatına indirgenmesinden ileri gelmektedir (Şekil 2.7) (Apak, 2005). Reaksiyon bileşenleri 0-7 V redoks potansiyelde dedekte edilir. 0.7 V = (Fe⁺³-TPTZ redoks potansiyeli) (Prior ve diğ., 2005).

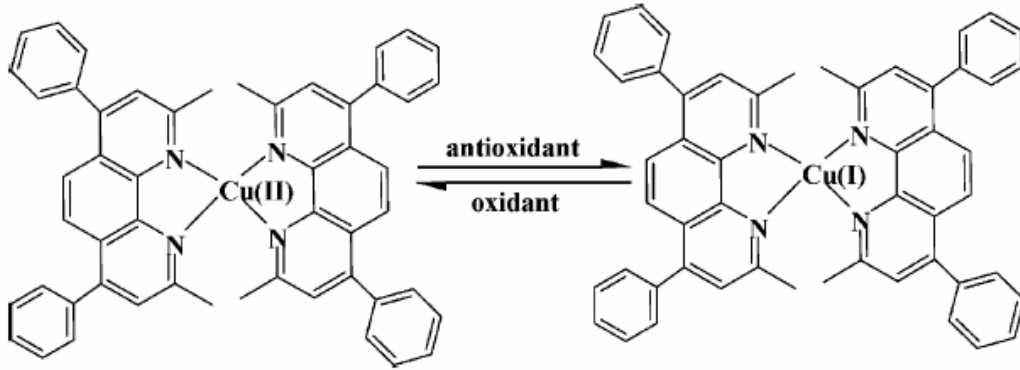


Şekil 2.7: Fe(III)- TPTZ + indirgen antioksidan \rightarrow Fe(II) – TPTZ (595 nm deşiddetli mavi renk)

Bu metot da reaksiyon süresi kısadır (yaklaşık olarak 4 dk) fakat bazı polifenoller daha yavaş reaksiyon vererek süreyi uzatabilir. FRAP yalnızca ferrik iyonları indirgeyebilen maddeleri ölçer (Prior ve diğ., 2005).

CUPRAC: Bakır(II) İndirgeyici Antioksidan Aktivitesi

Bu metot da bakır metali kullanılmaktadır. Bu metot antioksidan maddenin Cu(II)'yi Cu (I)'e indirgemesinden ileri gelmektedir (Şekil 2.8) (Prior ve diğ., 2005).



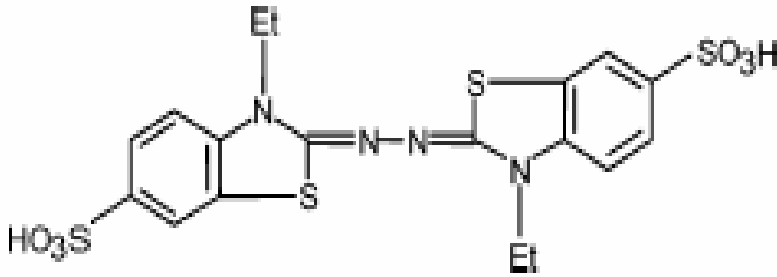
Şekil 2.8: Cu(II)' nin antioksidan madde ile Cu (I)' e indirgemesi

Bathocuprione ve Neocuproine Cu(I) ile 2:1 oranında bir araya gelerek renkli bir kompleks oluşturur. Bathocuprione (2,9-dimetyl-4,7-diphenyl-1,10 phenanthroline) ile Cu (I) ile 490 nm' de gözlenen bir kromofor oluşturmaktadır. Neocuproine (2,9- dimethyl-1,10 phenanthrolin) de 450 nm'de gözlenen bir kromofor absorbans ölçülür (Prior ve diğ., 2005). Diğerlerine nazaran bu metodun en önemli

avantajlarından birisi fizyolojik pH'lara yakın olan pH=7 ortamında yürütülmesi yani fizyolojik koşulları yansıtmaya olasığının daha fazla olmasıdır (Apak, 2005).

TEAC veya ABTS Metodu

TEAC analizi ilk olarak Miller ve Rice-Evans tarafından 1993 te bulunmuştur. Daha sonraları ise bu metot bir çok kişi tarafında araştırma konusu yapılarak geliştirilmiştir (Huang ve diğ., 2005). Bu metotta $ABTS^{+}$ radikal katyonunun oluşumu, ABTS [2,2'-azonobis 3-etilbenzothiazoline-6-sulfonat] peroksil veya diğ. oksidanlara okside olması ile oluşum göstermektedir. Oluşan ABTS radikal katyonu oldukça şiddetli bir renge sahiptir. Antioksidan kapasite, test bileşeninin $ABTS^{+}$ radikal katyonu ile direkt olarak reaksiyona girmesiyle bu renk şiddetindeki azalmanın ölçülerek tespit edilmesine dayanmaktadır (Prior ve diğ., 2005). 1 mM deneysel numunenin absorbansta yaptığı değişim kadar değişim yaratan Troloks konsantrasyonu TEAC (Troloks eşdeğer antioksidan kapasite) değeri olarak adlandırılmaktadır (Huang ve diğ., 2005).



Şekil 2.9: ABTS' nin kimyasal yapısı

$ABTS^{+}$ radikal katyonundaki azalma denklem 2.9'de verilmiştir (Wettasinghe ve diğ., 2002).

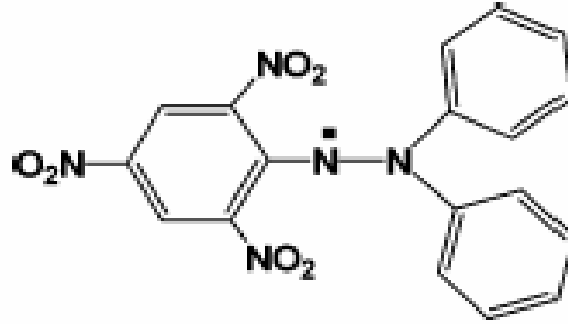
$$\% ABTS^{+} \text{ azalması} = [(Absba\text{ş}langı\text{ç} - Absson) / Absba\text{ş}langı\text{ç}] \times 100 \quad (2.9)$$

$ABTS^{+}$ radikal katyonu 415, 645, 734, 815 nm de maksimum absorpsiyona sahiptir. Yapılan bir çok araştırma sonucu bunlardan 415 ve 734 nm, $ABTS^{+}$ radikal katyonu ve antioksidan arasındaki reaksiyonu spektrofotometrik olarak gözlemlemek için seçilmiştir (Prior ve diğ., 2005). TEAC yöntemi kullanılması basit ve kolay ve hızlı

olduğundan bir çok laboratuarda AOK tayininde sıklıkla tercih edilen bir yöntemdir (Huang ve diğ., 2005).

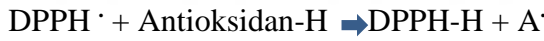
DPPH Metodu

DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) serbest radikal yakalama metodunda, kararlı ve sentetik bir radikal olan DPPH kullanılmakta ve antioksidanın bu serbest radikali yakalama yeteneği saptanarak antioksidan aktivite tanımlanır (Pokorny ve diğ., 2001).



Şekil 2.10: DPPH radikalinin kimyasal yapısı

Antioksidan-DPPH radikali reaksiyon mekanizması aşağıda olduğu gibidir.



DPPH radikali, koyu mor renkte bir radikaldır. Antioksidan bir proton alarak renksiz olan α, α - difenil- β -pikrilhidrazil molekülüne dönüşür. Antioksidan madde ile indirgenmesi sonucu renkte açılma meydana gelir. 515-517 nm'de DPPH'in antioksidan madde ile reaksiyonunun absorbansının ölçülmesi en yaygın kullanılan dekolarizasyon test metodudur (Pokorny ve diğ., 2001; Huang ve diğ., 2005). DPPH analizinde genellikle belirli miktarda DPPH çözeltisi ve örnek çözeltisi karıştırıldıktan 5,10,30 ve ya 60 dk sonra absorbans sabit oluncaya kadar geçen süre, 515 nm de absorbans okunur. İndirgenme reaksiyonu boyunca çözeltinin rengi değişmeye devam eder (Huang ve diğ., 2005).

$$\% \text{DPPH kalan} = 100 \times \frac{[\text{DPPH} \cdot]}{[\text{DPPH} \cdot]_0}$$

İndirgeme Potansiyeli Metodu

Serbest radikalleri yakalama aktivitesine dayanan diğer yöntemlerden biri olan bu metotta yüksek absorbans, yüksek indirgeme potansiyelini işaret etmektedir. Bu metotta antioksidan maddenin indirgeme gücüne dayanarak antioksidan aktivite belirlenir. Potasyum ferrisiyanid $[\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6]$ maddesindeki Fe(III) iyonlarının

antioksidan reaksiyon sistemi içerisinde Fe(II) iyonlarına indirgenmesi 700 nm de ölçülerek antioksidan aktivite tespit edilmektedir. Burada yüksek absorbanans değeri yüksek indirgeme potansiyelini gösterir. Sonuçlar askorbik asit eşdeğeri olarak hesaplanır (Mathew ve Abraham, 2006).

Linoleik Asit Emülsiyonu veya Demir-Tiyosiyanat Metodu

Oksijenin alkil radikallerle reaksiyona girmesi sonucunda oluşan peroksil radikalının fazlasıyla iyi bir oksidasyon ajanı olduğu bilinmektedir. Bu radikal düşük redüksiyon potansiyeli ile hidrojeni diğer moleküllerden çeker. Reaksiyon genel itibari ile lipit peroksidasyonunun ilerleme safhasında görülür. Lipit peroksidasyonunun direkt hedefi hücre membranlarıdır. Linoleik asit emülsiyonuna karşı antioksidan özellik sergileyen maddelere bakıldığında lipit peroksidasyonunu belirli oranlarda inhibe edebilmektedirler (Siddhuraju ve Becker, 2006). Bu metot ile linoleik asitin antioksidan maddenin olduğu ve olmadığı durumlarda, okside olma derecesi belirlenerek antioksidan aktivitesi ölçülür.

Linoleik asit ve antioksidan maddenin birlikte bulunduğu bir sistem oluşturulur ve antioksidan maddenin lipit peroksidasyonunu inhibe etme derecesi, antioksidan aktivitesinin bir göstergesi olarak kabul görür (Mathew ve Abraham, 2006).

$$\%LPI= 100 -[Ab_{\text{örnek}} / Ab_{\text{kontrol}}] \times 100]$$

Metal Şelatlama Aktivitesi

Demir elementi lipit, protein ve diğer bileşenlerle istenmeyen oksidatif reaksiyonlara neden olabilmektedir. Ayrıca demir elementi fenton reaksiyonları sonucunda serbest radikal oluşturma özelliğine sahiptir. Bu nedenle Fenton reaksiyonlarındaki Fe⁺² miktarının azalması ile oksidatif hasara karşı koruyucu etki tespit edilmiştir (Rival ve diğ., 2001). Geçiş metalleri içerisinde Fe⁺² iyonlarının yüksek reaktivitesinden ötürü lipit oksidasyonuna yol açan en önemli pro-oksidan olduğu işaret edilmektedir (Gülçin, 2005).

Fenton reaksiyonu:



Metal şelatlama özelliği olan antioksidanlar serbest demiri bağlamaları ile onu etkisiz hale getirirler ve fenton reaksiyonları sonucu oluşan hidroksil ve peroksit gibi radikal oluşumunu da böylece inhibe ederler. Antioksidan aktiviteyi belirlemede metal

şelatlama özelliği önemli rol oynamaktadır (Arora ve diğ., 1998). Bir başka ifadeyle, metal şelatlama aktivitesi, ortamda bulunan Fe^{2+} iyonlarının inhibisyonuna dayanır. Aktiviteyi şelat ajanlarının demir iyonlarını şelatlaması sonucunda kırmızı renkteki azalmayla anlaşılır. Lipit peroksidasyonundaki katalize olmuş geçiş metallere indirgediği için metal şelatlama aktivitesi büyük önem taşımaktadır. Şelatlama ajanları redoks potansiyelini indirgeyerek metal iyonlarının oksidasyonunu stabilize edebilme yeteneğine sahiplerdir. Bu nedenle de şelatlama ajanlarının ikincil antioksidanlar olduğunu söyleyebiliriz (Mathew ve Abraham, 2006).

$$\% \text{ Şelatlama Aktivitesi} = [1 - \text{Abs}_{\text{örnek}} / \text{Abs}_{\text{kontrol}}] \times 100$$

Folin Ciocalteu (FC) Metodu: Toplam Fenol Metodu

Antioksidan aktiviteyi sağlayan hidroksil grupları hakkında fikir vermesi açısından, gıdaların içeriğinde bulunan toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. FC metodu doğal ürünlerde toplam fenolik madde analizi için kullanılmaktadır. Fakat aynı zamanda metodun temel mekanizması oksidasyon redüksiyon reaksiyonlarına dayandığı için de diğer bir AOK metotlarından biri olarak kullanılabilir. Genellikle toplam fenol içeriği ve antioksidan aktivitesi arasında oldukça iyi bir lineer korelasyon vardır (Huang ve diğ., 2005; Prior ve diğ., 2005). FC reaktantı ile fenolik maddelerin okside olması ile 745-765 nm de yapılan ölçümlerde renkli bir ürün oluştuğu görülür (Prior ve diğ., 2005). Sadece fenolik maddeler tarafından indirgenmeyen aynı zamanda fenolik olmayan maddeler tarafından da indirgenen FC reaktantı sadece fenolliere karşı spesifik olmadığı görülmektedir. Sodyum karbonat ile pH yaklaşık 10'a ayarlanarak fenolik bileşenler FCR ile reaksiyon verirler. Fenolik protonların disosiyasyonu ile fenolat anyonu oluşur ve buda FCR yi indirgeyebilme özelliği gösterir. Fenolat anyonu ve FCR reaksiyona girmesi ile oluşan mavi renkli madde fenolik maddenin yapısından bağımsızdır (Huang ve diğ., 2005).

Bu metodun basit, duyarlı ve kesinliği yüksek bir metot olduğu söylenebilir. Ancak reaksiyon asidik pH ta yavaştır ve spesifikliğini kaybeder. Metodun en önemli olumsuz tarafı, ortamda bulunan ekstrakte edilebilir proteinleri de ekstrakte etmesidir. Bu nedenle özgün bir metot olarak kabul edilmemektedir. Metodun birkaç dezavantajında biriside analiz sırasında ortamda bulunan askorbik asit gibi indirgen maddelerle etkileşime girmesidir (Huang ve diğ., 2005). Gallik asit fenol referans

standartı olarak kullanılır. Fakat bazı kaynaklarda farklı standartların kullanıldığına rastlanmıştır (Prior ve diğ., 2005).

Standart bir analiz olmadığından ötürü bir çok kişinin yaptığı araştırma sonuçlarını da birbiriyle karşılaştırmak oldukça güçtür. En önemli problem ise gıda maddelerindeki ve biyolojik örneklerdeki antioksidan aktiviteyi güvenilir ve iyi bir şekilde ölçen analiz metotlarının validasyon eksikliğidir (Huang ve diğ., 2005; Prior ve diğ., 2005). Analı karşılaştırmalar yapılmak isteniyorsa antioksidan ölçüm metotlarının standartlaştırılması gerekmektedir.

Standartlaştırılmış bir metot;

- + Potansiyel uygulamalardaki kimyasal olayları engellemelidir.
- + Biyolojik olarak alakalı bir radikal kaynağı barındırmalıdır.
- + Basit olması gerekmektedir.
- + Metot belirli bir son noktaya ve kimyasal bir mekanizmaya sahip olmalıdır.
- + Enstrümanlar rahat bir şekilde temin edilebilmelidir.
- + Tekrarlanabilirlik iyi olmalıdır.
- +Metot farklı radikal kaynağı kullanılarak lipofilik ve hidrofilik antioksidanlara uyarlanabilir özelliklere sahip olmalıdır (Prior ve diğ., 2005).

2.7 Fenolik Maddeler

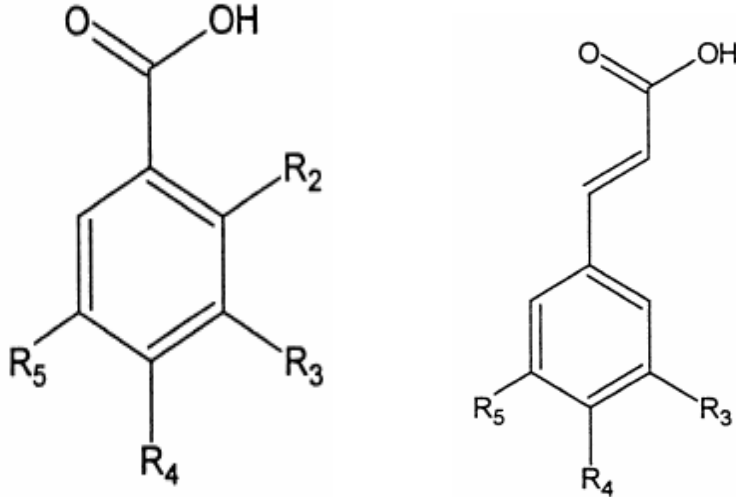
Fenolik bileşikler bitkinin normal gelişimi esnasında sentezlenen ikincil metabolitler olarak tanımlanır. Başka bir tanımı da; genellikle bir veya birden fazla hidroksil grup içeren bir aromatik halkaya sahip, farklı yapı ve fonksiyona sahip metabolitlerdir (Öztan, 2006). Gıda olarak bakıldığında fenolik bileşiklere daha çok meyvelerde rastlanmaktadır ve meyvenin çeşidine bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Ayrıca meyvenin türü aynı olsa bile; büyüme mevsimi, cins, çevresel ve iklimsel koşullar, bitki hastalıkları, toprak çeşidi, coğrafik bölge, olgunluk gibi etkenler fenolik bileşik içeriğini etkilemektedir (Sellapan ve diğ., 2002). Renk, acılık, burukluk, tat, koku ve ürünün oksidatif stabilitesine gıdalarda bulunan fenolik maddeler etki edebilmektedir (Öztan,2006). Fenolik bileşikler besinsel olarak bir fonksiyona sahip olmamasına rağmen sağlık üzerine pozitif etkiler yaratmaktadır. Yüksek redoks potansiyelleri ile önemli antioksidanlardan olan flavonoidler ve diğer bitki polifenollerini sayılabilir.

Serbest radikalleri bağlamaları, metallere şelat oluşturmaları, bazı enzimleri inaktive etmeleriyle fenolik bileşiklerin antioksidan etkilerini açıklamaktadır (Yang ve Tsao, 2003).

Flavonoidleri doğal olarak oluşan fenolik maddelerin en yaygın grubu olarak bilinir. Basit fenoller, fenolik asitleri (benzoik ve sinamik asitler), kumarinleri, stilbenleri, hidrolize ve kondense tanenleri, lignan ve ligninleri flavonoidlerin dışında bitki fenollerinde bulunmaktadır (Öztaş,2006). Fenolik maddelere bakıldığında bitkilerde homojen olarak dağıldığı görülmektedir. Suda çözünmeyen fenolikler hücre duvarının bileşeni sayılırken, suda çözünenler bitki hücresinin içinde yer alırlar. Bitkisel dokular incelendiğinde dış tabakasında iç tabakasından daha fazla miktarda fenolik madde olduğu tespit edilmiştir. Lignin ve hidroksi sinamik asitler gibi hücre duvarında bulunanlar maddeler, çeşitli hücrel bileşenlerle bağlantılıdır. Bunların hücre duvarının mekanik gücüne katkıda bulunmasının yanında bir de bitki gelişiminde düzenleyici rol oynarlar (Öztaş,2006).

2.7.1 Fenolik asitler

Sinamik ve benzoik asitler olmak üzere iki gruptan oluşmaktadır fenolik asitler. Fenol karbon asitleri olarak da bilinen fenolik asitlerden biri olan sinamik asitlerin yapısı C6-C3 iskeletine dayanmaktadır. Fenolik asitlerin dağılışa bakılacak olursa meyvelerde en fazla görülenler sinamik asitler, kafeik asit, kumarik asit ve ferulik asittir. Sinamik asitler meyvelerde esterleşmiş olarakta bulunabilmektedir. Kafeik asitin kuinik asit ile yaptığı ester yapıdaki klorojenik asit en yaygın görülen sinamik asit türevidir (Çimen,1999). C6-C1 iskeletine dayalı olan bileşiklerde benzoik asit bileşikleridir. Meyvelerde benzoik asit türevleri çoğunlukla ester halinde bulunur. Salisilik asit (2-hidroksibenzoik asit), p-hidroksibenzoik asit (4-hidroksibenzoik asit), protokateşik asit (3,4-dihidroksibenzoik asit), vanilik asit (3-metoksi-4-hidroksibenzoik asit), gallik asit (3-4-5-trihidroksibenzoik asit) en önemli benzoik asit türevleridir. Şekil 2.11'da benzoik asit ve sinamik asit iskelet yapısı gösteren fenolik maddelerin temel kimyasal yapısı gösterilmiştir (Öztaş,2006).



Benzoik asit

Sinnamik asit

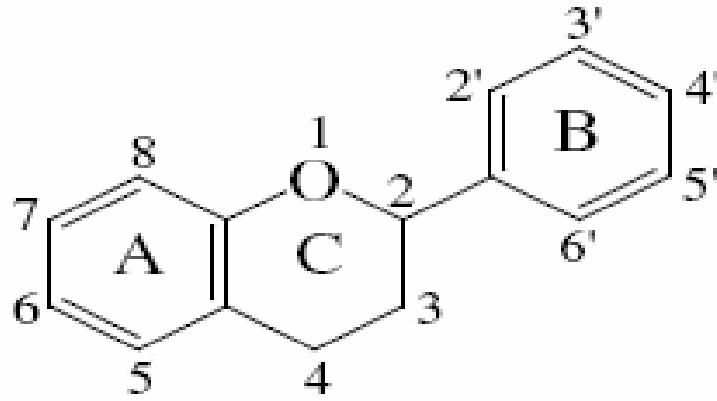
Şekil 2.11: Fenolik asitlerin temel kimyasal yapısı

Zengin bir flavon ve fenolik asit kaynağı olarak lifli materyaller örnek gösterilebilir. Kumarik asit ve ferulik asit gibi bazı yaygın fenolikler düşük antioksidan aktivitesi göstermektedir. Gallik asit ve esterleri ise bilinen en güçlü antioksidanlardır (Hudson, 1990).

2.7.2 Flavonoidler

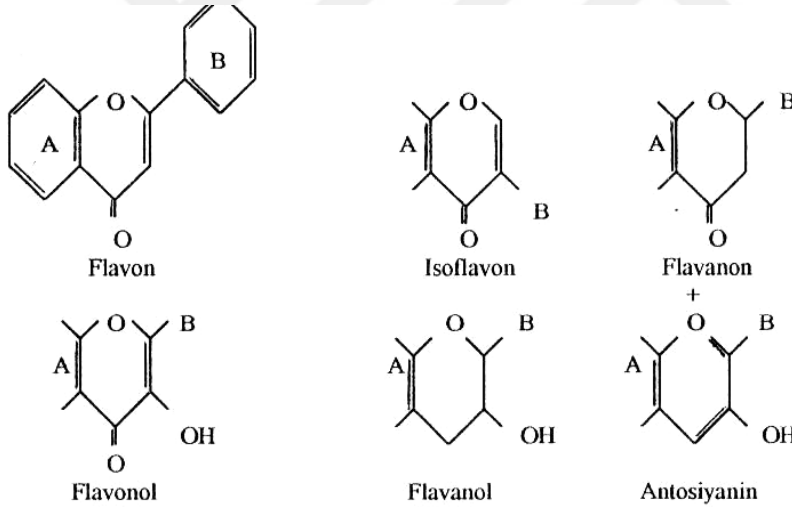
Flavon, Latince flavus (sarı) kelimesinden gelmektedir. Satı renkli ve çoğunlukla bitkilerden elde edilen bu bileşikler “flavonoid” olarak adlandırılmıştır. Bitkilerden izole edilmiş yaklaşık 4000’den fazla flavonoid olduğu yapılan çalışmalarla desteklenmektedir. Ve bunların hepsiantioksidan aktivite göstermekte olup, yaklaşık olarak 50 ye yakını gıdalarda bulunmaktadır. Flavonoidlerin birçoğu polifenolik bitki pigmentidir ve meyvelere kırmızı, turuncu, sarı, mavi ve mor renk verirler. Flavonoidlerden yeşil çayda bulunan bilinen EGCG (epigallokateşin gallat) en umut verici antikansorejen maddelerden biridir (Çimen,1999).

Tüm flavonoidler; üç fenolik halkaya sahip, hidroksil ile metil grubuna göre değişen 2 -fenilkromonun türevleridirler. Kimyasal yapılarına bakıldığında (C6-C3-C6) iskelet yapısına dayanır (Şekil 2.12) (Öztan,2006).



Şekil 2.12: Flavonoidlerin C6-C3-C6 iskelet yapısı

Doğal olarak oluşan flavonoidler, kimyasal yapılarına göre altı gruba ayrılır; flavanon, flavonlar, izoflavonoidler, flavanlar (flavanoller), antosiyaninler ve flavonoller (Şekil 2.13) (Öztaş,2006).



Şekil 2.13: Flavonoid alt gruplarının temel yapısı

Pratt ve Hudson bu bileşenlerin genel mekanizmalarını incelemiş yapı ve antioksidan aktivitesi arasındaki ilişkiye bakmışlardır. Flavonoidlerin antioksidan aktivitesine bakıldığında genellikle üç türlü olduğu görülmektedir. Flavonoidler birincisi, birincil antioksidan olarak, ikincisi şelatlayıcı olarak üçüncüsü de süperoksit anyon yakalayıcısı olarak serbest radikallerin etkisini giderirler. B halkasındaki 3'-4'-5' pozisyonlarındaki hidroksil grupları, tek hidroksil içeren gruplara oranla antioksidan aktiviteyi arttırmaktadır. Aynı zamanda C halkasındaki 3- hidroksil gruplarının antioksidan özelliklik yaratmalarının yanında 2-3 çift bağlar da antioksidan özellik

üzerinde etki yapmaktadır (Çimen, 1999). Difenilpropan iskeletinin (C6-C3-C6) farklı yapılarda düzenlenme özelliğinin yanı sıra, her sınıf içinde, molekülün aromatik halkalarına bağlanan süstitüent sayısı, özelliği ve bağlanma pozisyonlarına göre flavonoidlerin yapı çeşitliliği ortaya çıkmaktadır. Flavonoid yapılarında bulunan en yaygın süstitüentler hidroksil gruplarıdır. Doğal flavonoidler en fazla yedi hidroksil grubu bulundurmaktadır (Özta,2006).

2.7.2.1 Antosiyaninler

Antosiyanin, Yunancadaki çiçek (anthos) ve mavi (kianos) kelimelerinden türetilmiş bir kavramdır (Damar, 2010) ve bitki çeşitlerinin meyve, çiçek, yaprak, kök gibi organlarında varolan bitkiye kendine özgü pembe, kırmızı, mor ve mavi gibi renkleri veren ve suda çözünen doğal pigment grubunun adıdır (Damar, 2014). Üzüm, çilek, kiraz, vişne gibi meyvelerin rengi (kırmızı, mor, pembe, mavi) antosiyaninlerden ileri gelmektedir ve bu maddeler en iyi doğal renklendiricilerdir (Özta,2006). Antosiyaninler flavilyum veya 2- fenilbenzopirilyum tuzlarının polihidroksi ile polimetoksi türevleridir ve fenolik bileşiklerin flavonoid grubunda bulunmaktadır. Kimyasal olarak bakıldığında glikozit yapıdadırlar. Antosiyanidin glikozidin aglikon kısmına verilen isimdir ve antosiyanidinlere farklı sakkaritlerin glikozidik olarak bağlanması ile farklı antosiyaninler meydana gelmektedir (Damar, 2014). Heterosiklik bir halka olan pirilyum katyonu antosiyaninlerin yapısında bulunmaktadır. Pirilyum ise yapısında pozitif yüklü oksijen bulunan bir oksonyum iyonudur. Antosiyaninlerin bu eksik elektrondan ötürü bir hayli aktif nitelikte olduğu söylenebilir. Antosiyaninler 2-fenilbenzopirilin'in polihidroksi ve polimetoksi türevlerinden oluşan glikozitlerdir. Bu yapı, şeker gruplarının (monoditri sakkaritler), şeker olmayan (aglikon) maddelerle birleşmesi ile meydana gelmektedir. Fenolik maddelerden antosiyanidinler (C6-C3-C6) olarak adlandırılan antosiyaninlerin şeker olmayan kısmıdır. Her bir antosiyanidin farklı şeker veyahut asitlerle, farklı pozisyonlarda bağlanması ile çok sayıda antosiyanin meydana gelebilmektedir (Özta,2006). Bilinen en yaygın antosiyanidin türleri, dephinidin, siyanidin, pelargonidin, malvidin, peonidin ve petunidindir (Özta, 2006).

Antosiyanidinlerin glikozitleri halinde doğada antosiyaninler bulunmaktadır ve bu glikozit yapıya bağlı aromatik ve alifatik asitler bulunabilir. P-kumarik asit, kafeik asit, ferulik, sinapik asit, gallik ya da p-hidroksibenzoik asitler gibi asitler ile açillenme antosiyaninlerin stabilitesi açısından oldukça büyük bir etkiye sahiptir

(Türker ve diğ., 2004). Bitkilerde genellikle serbest formda değil şekerlerle oluşturduğu glikozit ya da antosiyanin yapısında bulunur antosiyanidinler (Damar, 2010). Antosiyanin flavonoidleri, pigment olarak rengin meydana gelmesinde oldukça önemli etkiye sahiptirler. Bu bileşenler, taze yapraklarda ultraviyole ışınlarının sebep olduğu olumsuzluklara(zarara) karşı koruyucu etki göstermekte, patojenlere direnci üst seviyelere çıkartmaktadır. Ek olarak, antosiyaninler antioksidan enzim inhibitörü olarak da rol oynayabilmektedirler. Ayrıca flavonoidler fotosentez ile enerji transfer bileşenleri olarak da görev alabilir ve bitkinin gelişimine katkıda bulunabilir (Damar, 2010). Moleküler yapıları ve buldukları ortamın pH derecesine göre antosiyaninlerin renkleri değişim göstermektedir. Örneğin hidroksil gruplarının sayısı artış gösterdikçe renk pembeden maviye dönüşür. Metoksil gruplar ise bu renk dönüşümünü tersine çevirir.

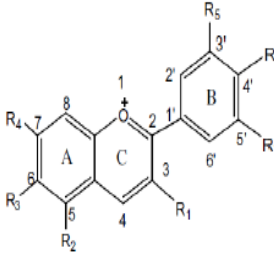
Kırmızı renge sahip olan bu renk maddeleri asidik sulu çözeltide $pH > 4,5$ olduğunda tamamen renksizleşir. Kırmızı renge sahip olan bu maddelerin renklendirici olarak kullanımında gıdanın ve ürünün $pH < 3,5$ değerinde olması gerekmektedir. Bunlar düşük pH da kararlıdır ve etkin bir kırmızı renk meydana getirirler (Çoruh, 2014). Antosiyaninlerin stabilitesini etkileyen faktörler; pH, sıcaklık, ışık, kopigmentler, metalik iyonlar, oksijen, askorbik asit, şeker, degradasyon ürünleri şeklinde sayılabilir.

Bu faktörlere ek olarak daha başka bir de açillenme gibi antosiyanin yapısını etkileyen durumlar da stabilizeyi etkilemektedir (Türker ve diğ., 2004). Üzüm suyu ve şarap yapımında atık olarak kalan posalar, bazı üzüm çeşitleri, kuşburnu, (0.6-0.8 mg/g meyve) mürver ağacı meyvesi (2-10 mg/g meyve) kiraz (43,6 mg/100 g) ve vişne (35-82 mg/100 g meyve) en önemli antosiyanin kaynakları olarak belirtilmektedir (Çoruh, 2014).

Yapılan araştırma ve incelemelere bakıldığında antosiyaninler doğal renklendirici olarak kullanılmaktadırlar. Alkolsüz içecekler, meyve şurupları, konserve meyveler, şarap, alkollü içecekler, tatlı ve yoğurtlarda üzümde elde edilen antosiyanin ticari amaçlı mor ve kırmızı renklendiriciler olarak kullanılmaktadır (Özcan, 2006). Antosiyaninlerin çözücü yöntemiyle ekstraksiyonu ile ilgili yapılan incelemelere bakıldığında, kuşburnu ve üzüm suyu ya da şarap üretiminde atık olan posalardan antosiyaninler elde edilmektedir ve bu asit-alkol ekstraksiyonu kullanılarak

yapılmaktadır. Bu amaçla yaygın olarak etanol 0.1 N HCl kullanılırken, kuşburnu posasında metanol %0,03 HCl ile ekstraksiyon yapılmıştır (Öztaş, 2006).

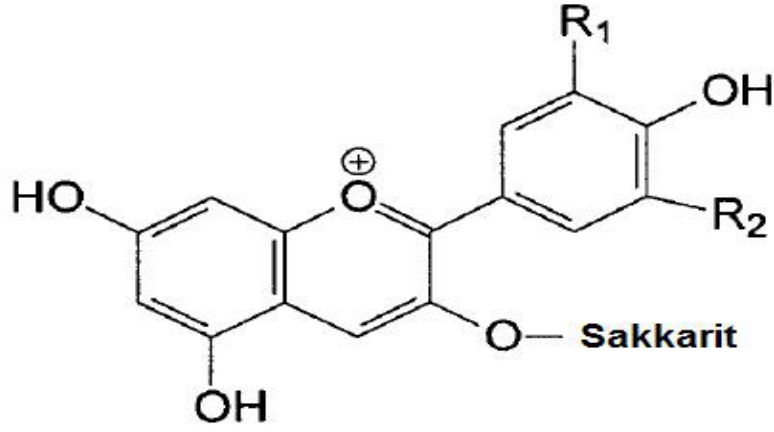
Gıdalarda bulunan bilindik antosiyanidinlerin kimyasal yapısı ve yapıya bağlı gruplar Şekil 2.15’de verilmiştir (Damar, 2010).

Antosiyanidin	Bağlı Gruplar							Renk
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	
								
Siyanidin	OH	OH	H	OH	OH	OH	H	Turuncu-kırmızı
Delfinidin	OH	OH	H	OH	OH	OH	OH	Mavi-kırmızı
Malvidin	OH	OH	H	OH	OCH ₃	OH	OCH ₃	Mavi-kırmızı
Pelargonidin	OH	OH	H	OH	H	OH	H	Turuncu-somon
Peonidin	OH	OH	H	OH	OCH ₃	OH	H	Turuncu-kırmızı
Petunidin	OH	OH	H	OH	OCH ₃	OH	OH	Mavi-kırmızı

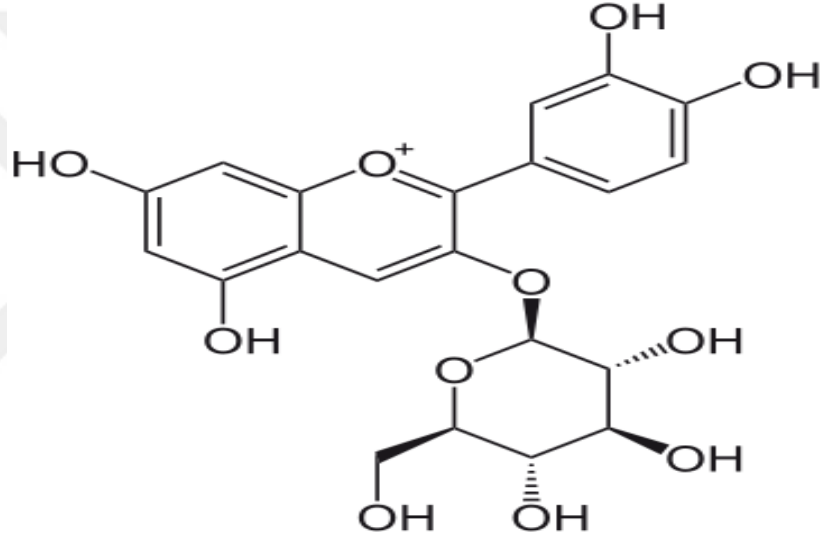
Şekil 2.14: Antosiyanidinlerin kimyasal yapıları ve yapıya bağlanan gruplar (Damar, 2010)

Antosiyanidinlere en çok bağlanan yapılar monosakkaritler glukoz, galaktoz, ramnoz ve arabinozdur. Bağlanma sonucunda genellikle 3-glikozit veya 3,5-diglikozit yapı meydana gelmektedir. Rutinoz (6-O- α -L-ramnozyl-D-glukoz), sofroroz (2-O- β -D-glukozyl-Dglukoz) ve sambubiyoz (2-O- β -D-ksilozyl -D-glukoz) gibi şekerler ise 3,7-diglikozit ve 3-trioz yapı meydana getirebilmektedirler (Damar, 2010).

İçerdikleri şeker molekülü sayısına bakılarak antosiyaninler sınıflandırılabilir. Tek yönlü antosiyaninler yalnızca 3. pozisyonunda tek bir şeker molekülü bulundururken, çift yönlü antosiyaninler 3. veya 5., bazen de 3. veya 7. pozisyonlarında iki şeker molekülü bulundururlar. Üç yönlü antosiyaninler ise 3 tane şeker içerirler. Çoğunlukla bunlardan iki tanesi 3. pozisyonunda, bir tanesi de 5. pozisyonundadır. İstisna olarak da 3 şeker doğrusal olarak 3. pozisyonunda olabildiği gibi, iki tanesi 3. pozisyonunda, bir tanesi ise 7. pozisyonunda da olabilmektedir (Saldamlı ve diğ., 2005). Sakkaritlerin antosiyanidinlere genel olarak bağlanma şekli Clifford’a göre Şekil 2.16’de verilmiştir. Mesela siyanidin 3. pozisyonuna bir glukoz molekülünün bağlanması ile doğada en yaygın olarak bulunan, kimyasal yapısı Şekil 2.17’de ki gibi gösterilen (Anonymous, 2009), siyanidin 3-glukozit meydana getirmektedir (Cemeroğlu ve diğ., 2004).



Şekil 2.15: Antosiyanidinlere şeker bağlanması (Clifford, 2000)



Şekil 2.16: Siyanidin-3-glukozit yapısı (Anonymous, 2009)

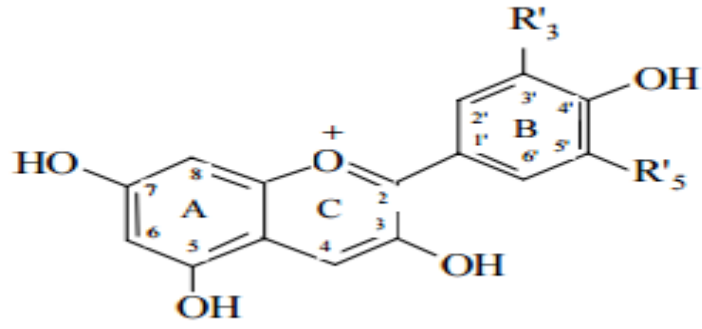
Antosiyanidinlere bağlanan bileşiklere bakıldığında sadece şekerlerle sınırlı olmadığı görülmektedir. Bazen sinamik asitler (kafeik, p-kumarik, ferulik ve sinapik) ya da alifatik asitler (asetik, malik, malonik, oksalik ve süksinik) de bağlanabilmektedir (Damar, 2010).

Bitki dokularında mevcut olan antosiyaninler; topraktaki mineral bileşiklere, bitkinin genetik mirasına, bitkinin maruz kaldığı stres koşullarına, büyümesi sırasındaki çevresel faktörlere, kullanılabilir su miktarına ve organik bileşiklerin varlığı ve miktarına bağlı olarak farklı konsantrasyonlarda sentezlenmektedirler. Ayrıca yetiştirme yılı ile olgunluk derecesi, hasat sonrası depolama süresi ve sıcaklığı da meyvedeki antosiyanin miktarı üzerine etkili olan faktörlerdir (Gonçalves ve diğ., 2004).

Klorofil ve karotenoidlerden sonra bitkiler aleminde en yaygın olarak bulunan doğal renk maddeleri antosiyaninlerdir. Meyve, sebze ve çiçeklerin kendilerine özgü pembe, kırmızı, viole, mavi ve mor renk tonları antosiyaninlerden kaynaklanmaktadır (Cemeroğlu vd. 2004). Yapılan birçok çalışma kanıtlamıştır ki sentetik renklendiriciler insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir bu nedenle de araştırmacılar doğal renklendiriciler üzerinde çalışmalar başlatmıştır. Antosiyaninlerin molekül yapıları incelendiğinde kompleks yapılarından ve ısı işlemlere dayanıksızlıkları dolayısıyla kendine gıda endüstrisinde geniş bir uygulama alanı yaratamamıştır. Fakat buna rağmen yapı ve özelliklerinin ortaya çıkartılması için yapılan çalışmalarda;

- Antioksidan özellikleri sebebi ile yiyecekleri renklendirme açısından gıda endüstrisinde,
- Antienflamatuar-iltihapla savaşan ve antialerjik özellikleri nedeniyle ilaç endüstrisinde,
- pH derecesine bağımlı renk değişimleri ile pH indikatörü olarak birçok endüstriyel alanlarda,
- Serbest radikal süpürücü özellik göstermeleri sebebi ile antikanser araştırmalarında,
- Elektrokimyasal özellik göstermeleri sebebiyle ışığa duyarlılaştırılmış boyar maddeli güneş gözelerinde ve fotokataliz araştırmalarında önemli bir yer edinmiştir (Çoruh, 2014).

Antosiyaninlerin özelliklerine bakıldığında birçok özelliğinden birisi olan bitkiyi zararlı UV radyasyonundan ayrıca da anti-viral ve anti-mikrobiyel aktivite göstererek mikroorganizmalara karşı korumaktadırlar (Turfan,2008). Antosiyaninlere, antosiyanidinlerin şekerlerle esterleşmiş formları denilmektedir. Antosiyanidinlerin ve antosiyaninlerin, temel yapıtaşları flavilium katyonudur (2-fenilbenzopirillium) Şekil 2.18'da flavilium katyonunun kimyasal yapısı gösterilmiştir.



Şekil 2.17: Flavilium katyonu

Flavilium katyonunun C₆C₃C₆ karbon iskeleti ile karakterize edilen yapısının, fenolik bileşiklerin gruplarından olan flavanoidlerle aynı olması dolayısıyla temel yapı taşı flavilium katyonu olan antosiyaninler de flavonoid grubunda yer alan fenolik bileşiklerdendir (Cemeroğlu vd. 2004). Ayrıca, diğer flavonoidlerden apayrı bir özelliğide vardır ki, antosiyaninler görünür bölgedeki ışığı absorbe ederler. Doğada yaklaşık 20 kadar antosiyanidin olduğu bilinmektedir. Bunlardan 6 tanesi meyve ve sebzelerin yapısında yaygın olarak bulunmaktadır. Bu yaygın 6 antosiyanidini birbirinden farklı kılan özellikleri ise, B halkasına bağlanan hidroksil (OH), metoksil (OCH₃) ve hidrojen (H) gruplarının sayı ve bağlanma yerlerinin birbirinden farklı olmasıdır (Damar, 2010).

Çizelge 2.7: Meyve ve sebzelerde yaygın olarak bulunan antosiyanidinlerin yapısal farkları (Turfan, 2008)

Antosiyanidin	R ₃ '	R ₅ '	Rengi
Siyanidin (Cy)	OH	H	Turuncu-kırmızı
Pelargonidin (Pg)	H	H	Turuncu
Peonidin (Pn)	OCH ₃	H	Turuncu-kırmızı
Delfinidin (Dp)	OH	OH	Mavi-kırmızı
Petunidin (Pt)	OCH ₃	OH	Mavi-kırmızı
Malvidin (Mv)	OCH ₃	OCH ₃	Mavi-kırmızı

Antosiyanidinlere doğada serbest halde rastlanmaz bir şekerle esterleşmiş halde yani antosiyanin halinde rastlanır. Her hangi bir aksi durum olmazsa eğer çoğunlukla antosiyanin molekülüne bağlanan şeker molekülleri 3. pozisyondaki karbon atomuna bağlanır. Eğer birden fazla şeker molekülü bağlanmış ise, şeker moleküllerinin birisi mutlaka 3. pozisyona bağlanmış olmakla birlikte, diğerleri genellikle 5. pozisyona ve nadiren de 7. pozisyona bağlanmış olabilir. Antosiyanidinlere bağlanan şekerler yaygın olarak, bulunuş sıklığına göre şöyle sıralanır; glukoz, ramnoz, galaktoz, ksiloz ve arabinozdur (Turfan, 2008). Bazen antosiyanidinlere bu monosakkaritlerden oluşan di- veya tri-sakkaritler de glukozit bağı ile bağlanmaktadır fakat bu olaya çok seyrek rastlanmaktadır. 3-glukozitler antosiyanidin glukozitlerinin doğada en yaygın olanlarıdır, bu glukozit formu 3,5-diglukozitlere kıyasla yaklaşık 2.5 kat daha fazla bulunmaktadır (Kırca, 2004). Antosiyaninlerin yapısında, şekerler dışında bazen üçüncü bir bileşen de yer almaktadır. Bunlar çoğunlukla fenolik asit çeşitlerinden olabilmekte (p-kumarik, ferulik, kafeik, sinapik, gallik veya p-hidroksibenzoik asit) ya da seyrekte de olsa organik asitlerden (malonik, okzalik, malik, süksinik veya asetik asit) birisi olabilmektedir. Bu bahsedilen fenolik ve organik asitler 3. karbon atomundaki şeker molekülünün çoğunlukla 6-OH ya da daha az sıklıkla 4-OH grubuna açillenecek şekilde bağlanmıştır (Turfan, 2008). Antosiyaninler arasında farklar bulunmaktadır bu farklar da sırasıyla şöyle sıralanmaktadır, moleküldeki hidroksil gruplarının sayısı, bu hidroksil gruplarının metilasyon derecesi, moleküle bağlanmış şekerlerin türü ve sayısı ve bu şekerlere bağlanmış fenolik ve organik asitlerin yapı

ve sayısı gibi faktörlerdir. (Damar, 2010). Farklı grupların bağlanmasıyla, yaklaşık 600 farklı antosiyanin molekülü teşhis edilmiştir (Turfan, 2008).





3 MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

Hint inciri (*Opuntia ficus-indica*) meyvesinde elde edilen meyve suyunun bazı fiziksel, kimyasal özellikleri ile antioksidan aktivitesinde 4 haftalık depolama periyodu boyunca meydana gelen değişimlerin saptanması amacıyla yapılan bu çalışmada, materyal olarak ülkemizin Akdeniz kıyılarında yetişen hint inciri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan hint inciri meyveleri, 2015 Temmuz ayında; Antalya ve Silifke yöresindeki köylerden temin edilmiştir. Hint inciri örnekleri turuncu-yeşil-sarı renklere sahiptir. Hint inciri meyvelerinin analizleri gerçekleştirinceye kadar İstanbul Aydın Üniversitesi Teknocenter Gıda Mühendisliği Bölümüne ait dondurucularda 4 hafta boyunca muhafaza edilmiştir (Şekil 3.1 ve 3.2).



Şekil 3.1: Hint inciri meyvesi



Şekil 3.2: Toplatılan meyveler ve kabuklarından ayrılmış meyveler

Hint inciri meyvesinden meyve suyu çıkarma işleminde tel süzgeç, filtre kağıdı ve kaşık kullanılmıştır.

Antimikrobiyal aktivite tayininde ; *Escherichia coli* (NRRL B-3008), *Staphylococcus aureus* (ATCC 29213) bakterileri ve *Candida* spp. mayası kullanılmıştır.

Meyve suyuna ait bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerin belirlenmesinde İstanbul Aydın Üniversitesi Teknocenter Gıda Mühendisliği Laboratuvarlarında kullanılan cihazlar ;

pH cam elektrotlu (WTW-Inolab, Germany marka) pH- metre,

Brix tayini için Abbe refraktometre (Reichert, USA marka),

Kül analizlerinde Protherm PLF 110/15 furnace marka kül fırını,

Meyvelerin parçalanması için blender (WARING 8011 , USA marka),

Antioksidan ve toplam fenol bileşikleri tayini için spektrometre (Jenway 6315 Spectrophotometer),

Renk tayini HunterLabColorFlex (A60-1010-615 model renk ölçer, HunterLab, Reston,VA) model renk tayin cihazı,

Kuru madde tayini için etüv (BINDER marka 53 model etüv),

Mikrobiyolojik analizler için etüv (BINDER marka KB-115 model Soğutmalı etüv) kullanılmıştır.

3.2 Metot

Hint inciri meyvesi yıkama, kabuk soyma, dilimleme, ezme, süzgeçten ardından tülbentten geçirme işlemlerinden sonra steril kaplara doldurulmuş, her analizden önce santrifüj ve üst fazın alınması işlemlerinden sonra; -18⁰C'deki meyve suyu ve taze meyve suyunda 4 hafta boyunca her hafta pH, titrasyon asitliği, briksi, renk tayini, kuru madde, kül, şeker içeriği, antioksidan kapasitesi, fenolik madde içeriği, toplam mezofil bakteri sayısı, antimikrobiyal etkileri belirlenmiş ve örneklere duyuusal analiz uygulanmıştır.

3.2.1 pH tayini

Hint inciri meyve suyu santrifüjden geçirilerek, pH ölçümleri 20⁰C'de cam elektrotlu pH-metre kullanılarak yapılmıştır.

3.2.2 Titrasyon asitliği

Asitliği saptanacak Hint inciri meyve suyundan 5 ml pipetle çekilerek bir erlene aktarılmış ve üzerine 100 ml saf su eklenerek hiç posa kalmayacak şekilde süzgeç kağıdından süzölmüştür. Süzölmüş meyve suyundan 5 ml alınarak uygun bir erlene aktarılmıştır. Ardından kaynatılıp soğutulmuş saf sudan 50 ml eklenerek karıştırılmıştır. Üzerine birkaç damla %1'lik fenolftalein indikatörü ilave edilmiş ve 0,1 N'lik ayarlı NaOH ile kalıcı pembe renk gözlenene kadar titre edilmiştir. Sonuçlar sitrik asit cinsinden g/100 ml olarak hesaplanmıştır (Megep, 2007).

$$\% \text{Toplam asitlik} = (N \cdot V \cdot F \cdot mEq \cdot 100) / G = \text{g/100 ml} \quad \text{(Denklem 1)}$$

N=NaOH normalitesi

V=Harcanan (0,1 N) NaOH miktarı (ml)

F=NaOH faktörü

mEq=Gıdadaki etkin, en çok bulunan organik asidin miliekivalent ağırlığı (g)

G=Alınan örnek miktarı (ml)

3.2.3 Briks tayini

Briks ölçümü için örnek Reichert, USA marka Abbe refraktometresinin plazmasına konulup direkt olarak 20°C’de suda çözünür katı madde miktarı bulunmuştur (Megep, 2007).

3.2.4 Renk tayini

Hint inciri taze sıkılmış meyve suyu ve -18°C’de muhafaza edilmiş meyve suyunun renk tayini HunterLabColorFlex (A60-1010-615 model renk ölçer, HunterLab, Reston VA) model renk cihazı ile yapılmıştır. Meyve suları 5:5 oranında seyreltilerek cihaza yüklenmiş ve L,a,b değerleri ölçülmüştür. Hunter’ın a:kırmızılık (-a, yeşillik) ; b:sarıklık (-b, mavilik) ; L:ışık geçirgenlik değerini ; 0 (geçirgenlik yok) ve 100 (tamamen geçirgen) aralığında değerlerini belirtmektedir (Bakker ve dğr., 1986).

3.2.5 Toplam kuru madde tayini

Kurutma kabı ve ağırlığı 105⁰C’de önceden ısıtılmış etüvde kurutulmuş sabit ağırlığa getirilmiştir. Desikatörde soğutularak darası alınmıştır. Hint inciri meyve suyunda 2,5 ml pipetle alınmış ve kurutma kaplarına tartılmıştır. 105 ⁰C’ye ısıtılmış etüvde 1-1,5 saat bekletilmiştir. Kurutma kapları desikatörde soğutulduktan sonra tartıma alınmıştır (Megep, 2007).

$$\%Nem = [(m_2 - m_3) / (m_2 - m_1)] * 100 \quad \text{(Denklem 2)}$$

m₁=Kurutulmuş boş kurutma kabı ve kapağın ağırlığı (g)

m₂=İçinde deney örneği bulunan kurutma kabı ve kapağının kurutma işlemi öncesi ağırlığı (g)

m₃=İçerisinde deney örneği, kurutma kabı ve kapağının kurutma işlemi sonrası ağırlığı (g)

$$\%Kuru Madde = [(m_3 - m_1) / (m_2 - m_1)] * 100 \quad \text{(Denklem 3)}$$

3.2.6 Toplam kül tayini

Porselen krozeler kullanılmadan bir gün önce içerisinde HNO₃ koyularak bekletilmiştir. Ertesi gün musluk suyu ile iyice çalkalandıktan sonra saf sudan geçirilerek kurutulduktan sonra sabit tartıma getirilmiş ve krozenin darası alınarak kaydedilmiştir. Daha sonra numuneden 2 ml krozelere aktarılmıştır. Kaynar su banyosu 100⁰C’ye ayarlanarak numunedeki suyun uçması sağlanmıştır, bu işlem kül fırınındaki taşmaları engellemek amacıyla yapılmıştır. Krozeler sıcaklığı 525⁰C’ye

ayarlanmış kül fırınında 7-8 saat bekletilmiştir. Daha sonra krozeler desikatöre alınarak soğutulmuş ve tartıma alınmıştır. Sonuçlar %kül miktarı cinsinden aşağıda verilen formül ile hesaplanmıştır (Megep, 2007).

$$\%Kül = [(Dara + Kül) - Dara] / (Dara + Örnek - Dara)] * 100 \quad \text{(Denklem 4)}$$

3.2.7 Şeker analizi

Hint inciri meyve suyu numunesinde şeker miktarı Lane Eynon metodu ile belirlenmiştir. 25 mL örnek alınarak Carez çözeltileriyle durultulmuş, son hacim 250 mL'ye tamamlanarak filtre edilmiştir. İnvirt şeker tayininde doğrudan bu çözelti kullanılırken toplam şeker tayininde HCl ve sıcaklık (67-70°C'de 5 dakika) yardımıyla inversiyona uğratılmış filtrat kullanılmıştır. Titrasyon yapılarak invert şeker ve toplam şeker hesaplanmıştır. Bu iki şekerin farkları 0,95 ile çarpılarak sakkaroz içerikleri hesaplanmıştır ve sonuçlar % olarak verilmiştir (Cemeroğlu, 2007; Altan, 2014; Megep, 2007).

$$\% \text{ Toplam şeker} = (250 * F * 100 * 100) / (m * V * 1000 * 50) \quad \text{(Denklem 5)}$$

$$\% \text{ İnvirt şeker} = (250 * F * 100) / (m * V * 1000) \quad \text{(Denklem 6)}$$

$$\% \text{ Sakkaroz} = (\text{Toplam şeker} - \text{İnvirt şeker}) * 0,95 \quad \text{(Denklem 7)}$$

$$\text{İnvirt şeker} = (V_2 * F) / (V * V_1) \quad \text{(Denklem 8)}$$

$$\text{Toplam şeker} = [(V_2 * F) / (V * V_1)] * 2 \quad \text{(Denklem 9)}$$

V_2 = Seyreltilmiş hacim (ml)

V_1 = Alınan örnek miktarı (ml)

F = Faktör

V = Titrasyonda bürette harcanan miktar (sarfiyat)

3.2.8 Toplam fenolik madde tayini

1/10 kat seyreltilmiş hint inciri meyve suyundan 20, 30, 40 µL alınarak tüplere ilave edilmiş, üzerine 2,5 mL Folin-Ciocalteu ayırıcı (distile su ile 1/9 oranında seyreltilmiş) eklenmiştir. 2,5 dakika bekletildikten sonra üzerine % 7,5'lik Na_2CO_3 'den 2 mL ilave edilip tüpler karıştırılmıştır. 40 dakika karanlıkta bekletildikten sonra meydana gelen mavi rengin absorbansı ekstrenin yerine 3 mL distile su içeren köre karşı 760 nm de ölçülmüştür. Gallik asit (20-220 µg/mL) ile

standart eğri çizilerek sonuçlar mgGA/100 mL olarak ifade edilmiştir (Singleton ve Rossi,1965; Singleton ve diğ., 1999).

GAEq (mg GA/g örnek) = [A*DF*V* solvent (ml)] / [11,957* örnek değeri]
(Denklem 10)

3.2.9 Antioksidan aktivite tayini

3.2.9.1 ABTS yöntemi

Hint inciri meyve suyunun toplam antioksidan aktivitesinin belirlenmesi amacıyla 7 mM 2,2'- azinobis (3-etil-benzotiazolin-6-sülfonik asit) diamonyum tuzu (ABTS) stok solüsyonu ve 2,45 mM potasyum persülfat çözeltisi karanlıkta 12-16 saat reaksiyona sokulmuş ve ABTS⁺ radikal katyonu elde edilmiştir. ABTS⁺ radikal çözeltisi 734 nm dalga boyunda absorbans değeri 0,700 ± 0,02 olana kadar fosfat tamponu ile seyreltilmiştir. ABTS⁺ radikal çözeltisi ve karanlıkta 48-72 saat bozulmadan saklanabilmektedir. 3 mL ABTS⁺ radikali üzerine 20, 30, 40 µL örnek (1/10 kat seyreltilmiş) ilave edilmiştir. Antioksidanların radikal reaksiyonu radikalın 734 nm'deki absorbansının düşürülmesi ile ölçülmüştür. Sonuçlar troloks eşdeğeri antioksidan kapasite (TEAC) mM olarak ifade edilmiştir (Re ve diğ., 1999)

3.2.9.2 DPPH radikali giderme aktivitesinin tayini

DPPH (2,2- difenil-1-pikrilhidrazil) ticari olarak elde edilebilen stabil organik nirtrojen radikalidir. 515 nm'de maksimum absorbansa sahiptir. Antioksidan (A-H) tarafından DPPH serbest radikaline proton transferi reaksiyonu 517 nm'de absorbansın azalmasına neden olmaktadır. Bu süreç görünür alanda spektrofotometre ile absorbans sabitlenene kadar takip edilmiştir. 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH)'den 20mg/L olacak şekilde hazırlanmıştır. Çözelti dayanıksız olduğundan günlük hazırlanmıştır. 50 mL'lik DPPH için 0,001 g tartılmış, metanolde çözüldürülerek balon jodede 50 mL'ye tamamlanmıştır. Balon joje alüminyum folyoya sarılarak karanlıkta muhafaza edilmiştir. 1/10 kat metonolle seyreltilmiş örnekten 550, 650, 750 µL alınarak, üzerine 1,5 mL DPPH çözeltisi ilave edilmiş, 517 nm'de 5,10,30,60 ıncı dakikalardaki değerleri okunmuştur. 0. dakikadaki absorbans değerlerinden (A₀), 30 uncu dakikadaki absorbans değeri (A₃₀) çıkartılarak ΔA değeri elde edilmiştir. ΔA değerleri kullanılarak aşağıdaki formüle göre % inhibisyon değerleri hesaplanmıştır (MacDonald-Wicks ve diğ., 2006; Scalzo, 2008).

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

(Denklem 11)

3.2.10 Toplam mezofil bakteri sayısı

Toplam mezofil bakteri sayımı için uygun dilusyonlar hazırlanarak Nutrient Agar besiyerine ekim yapılmıştır. 37°C'de 24 saat inkübe edilerek koloni bulunduran petrilere sayım yapılmıştır.

3.2.11 Antimikrobiyal aktivite tayini

E.coli, *S.aureus* ve *Candida* spp. petrilere 37°C' de 16 saat inkübe edilmiştir. 9 ml Nutrient Broth +1 lob bakteri ve maya tüplerde vortexlenmiştir. Sap Culture yapılmıştır (6 saat). 0,5 McFarland'a ayarlanmıştır. 0,5 McFarland'a ayarlanmış seyreltik Nutrient agar bulunan petrilere 0,1 ml drigalski ile yayılmıştır. Petrilere kuyucuk açılmıştır. Kuyucuğa 30 µL örnek koyulmuştur.

1 kuyucuğa -18°C'deki meyve suyu, 2 kuyucuğa taze sıkılmış hint inciri meyve suyu ve kontrol olarak 1 kuyucuğa da %70'lik etil alkol koyulmuştur. 24 saat 37°C'de inkübasyona bırakılarak ertesi gün petrilereki zone oluşup oluşmadığına bakılmıştır.

3.2.12 Duyusal analiz

Tüketici bir ürünü alırken o ürüne fiziksel ve kimyasal analizler uygulayamadığından, tüketicinin beğenisi, ürüne olan talebi etkileyen en önemli etken olmaktadır. İnsan, duyularıyla en ufak farklılıkları bile algılayabilir. Duyusal analiz, gıdaların kalite kontrolünde erken uyarı sistemini yerine getirmektedir (Ekşi, 1993).

Hint inciri meyve suyunda duyusal analiz, 10 kişilik bir panelist grubu tarafından yapılmıştır. Değerlendirmede hint incirinin meyve suyunun görünüş, tat, renk ve kokuları dikkate alınarak hazırlanmış Şekil 3.3'de gösterilen 9 ifadeli hedonik skalalı değerlendirme formu kullanılarak yapılmıştır. Hedonik skala ile panelistlerin tercih veya beğenip / beğenmeme durumları değerlendirilmiştir (Yönel, 2009).

HEDONİK TEST

İSİM:

TARİH:

DİREKTİFLER: Belirlenen parametreler, aşağıdaki skalaya göre değerlendirilecektir.

Renk: Rengin beğenilip beğenilmemesine göre değerlendirilecek

Görünüş: Pulplu meyve suyu görünümünde olup olmamasına göre değerlendirilecek.

Koku: Hint inciri meyvesinin kendine has fresh kokusunun hissedilip hissedilmemesine göre değerlendirilecek.

Lezzet: Ürüne özgül tat yönünden değerlendirilecek.

Örnek Kodu	RENK	GÖRÜNÜŞ	KOKU	LEZZET	AÇIKLAMALAR
H1					
H2					

9 : Çok fazla beğendim

4 : Biraz beğendim.

8 : Çok beğendim

3 : Orta derecede beğenmedim

7 : Orta derecede beğendim.

2 : Çok beğenmedim

6 : Az beğendim.

1 : Hiç beğenmedim.

5 : Ne beğendim, ne beğenmedim

Şekil 3.3: Hint inciri meyve suyu örneklerine uygulanan duyuusal değerlendirme formu örneği

3.3 İstatistiksel çalışma

Analizler üç kez tekrarlanmış ve sonuçlar ortalama değer \pm standart sapma olarak verilmiştir. Yapılan analizlerle elde edilen sonuçlar taze meyve suyu ve dondurucuda muhafaza edilen meyve suyu, kendi içinde istatistiksel olarak yorumlanması ile yapılmıştır.





4 ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Hint inciri meyvesinin geleneksel olarak meyve suyuna işlenmesi, taze hint inciri meyve suyu ve -18°C 'de muhafaza edilen meyve suyunun 4 hafta boyunca, her hafta alınan örneklerle yapılan pH, titrasyon asitliği, renk ölçümü değerleri, briks, toplam şeker, toplam kuru madde, toplam kül miktarları, antioksidan kapasitesi, toplam fenolik madde miktarı, toplam mezofil bakteri sayısı, antimikrobiyal aktivite ve duyu analizleri sonucu elde edilen değerler aşağıda verilmiştir.

Birçok meyve çeşidinde olduğu üzere hint inciri meyvesinde de tür, yetiştiği bölge, ilkim, toprak yapısı, hasat zamanı, olgunlaşma faktörü, meyvenin depolanması, dondurulması, dondurulmuş meyvenin çözündürülmesi meyvenin meyve suyuna işlenmesi sırasında fiziksel ve kimyasal özelliklerinde önemli farklılıklar görülmektedir. Nitekim Duru ve Turker (2005) tarafından yapılan çalışmada olgunlaşma döneminde hint incirinin fiziksel ve kimyasal bileşiminin önemli oranda değiştiği tespit edilmiştir. Cruz- Cansino ve diğ. , (2015) tarafından hint inciri meyve suyu 28 gün boyunca depolanmış, her hafta hint inciri meyve suyu bileşiminin değiştiği tespit edilmiştir.

4.1 pH

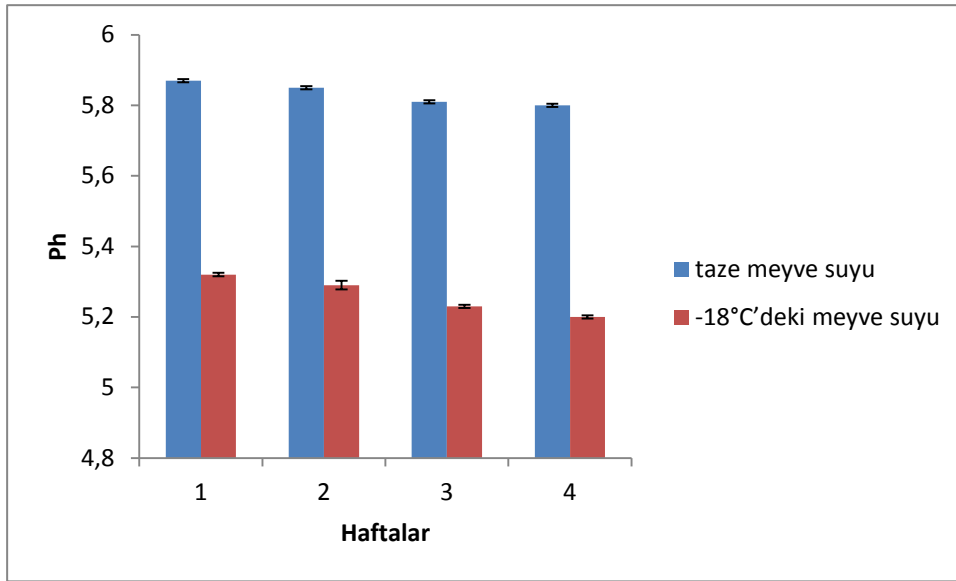
Hint inciri meyve suyunun pH'sı taze meyve suyu ve -18°C 'deki meyve suyu 4 haftalık depolama periyodu boyunca düşüş eğilimi göstermiştir.

pH değerleri Çizelge 4.1.'de, değişim grafiği ise Şekil 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1: Hint inciri meyve suyunun depolama boyunca pH değişimleri

Faktör	Depolama Haftası	Taze Meyve Suyu	-18°C'deki meyve suyu
Ph	1	5,87±0,0047	5,32±0,0047
	2	5,85±0,0047	5,29±0,0122
	3	5,81±0,0047	5,23±0,0047
	4	5,80±0,0047	5,20±0,0047

Ortalama±standartsapma



Şekil 4.1: 4 haftalık depolama periyodu boyunca pH değişim grafiği

Hint inciri meyve suyunun pH değeri; taze meyve suyunda 5,87-5,80 ve -18°C'de 4 hafta boyunca depolanan meyve suyunda 5,32-5,20 değerleri arasında değişiklik göstermektedir. 1. Haftadan 4. Haftaya kadar pH değerinde azalma olduğu tespit edilmiştir. -18°C'de meyve suyu olarak depolanan ürün kabuklarından arındırılmış olduğu için ve yüzey alanı daha geniş olduğu için hem oksidasyona hem de enzimatik reaksiyonlara daha açık duruma gelmektedir. Ve meyve suyu halinde depolandığından mikroorganizmaların neden olduğu değişikliklere daha açık hale gelmektedir. Bu düşüşün sebebinin mikrobiyal aktivite olabileceği düşünülmektedir. Cruz-Cansino ve diğ., (2015) tarafından yapılan çalışmada hint inciri meyve suyu 28 gün boyunca +4°C'de depolanmış ve pH değerinin 5,31-4,58 olarak düşüş eğilimi gösterdiğini tespit edilmiştir. Hint inciri meyve suyunda pH'yı; Felker ve diğ.,

(2005); Carle ve diğ., (2006) 5,6-6,5 ; Sawaya ve diğ., (1983); 5,4-5,75 olarak saptanmıştır.

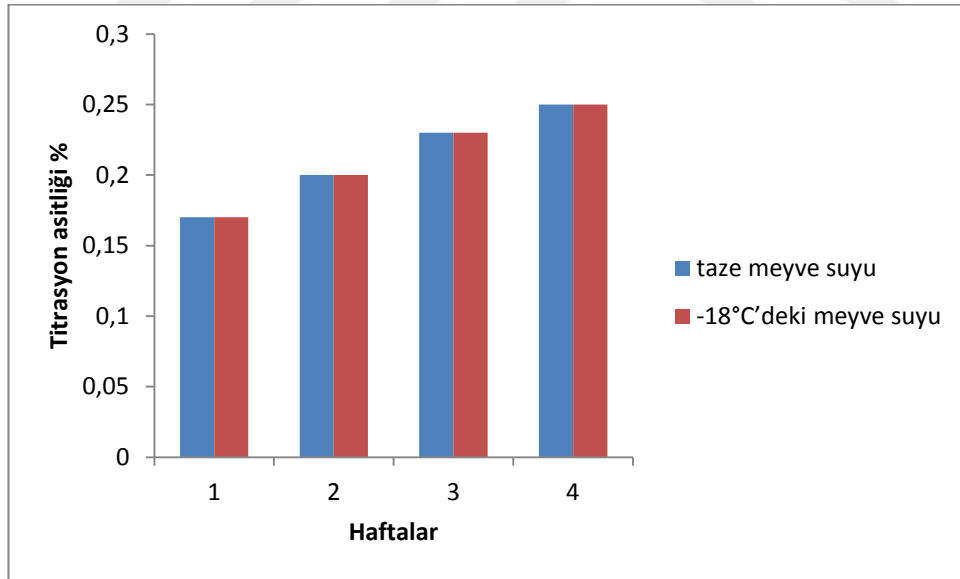
4.2 Titrasyon Asitliği

Titrasyon asitliği değerleri sitrik asit cinsinden bulunmuştur. Titrasyon asitliği değerleri Çizelge 4.2.'da değişim grafiği ise Şekil 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2: Hint inciri meyve suyunun depolama boyunca titrasyon asitliği değişimleri

Faktör	Depolama Haftası	Taze Meyve Suyu	-18°C'deki meyve suyu
Titrasyon asitliği(%)	1	0,17±0,0000	0,17±0,0000
	2	0,20±0,0000	0,2±0,0000
	3	0,23±0,0000	0,23±0,0000
	4	0,25±0,0000	0,25±0,0000

Ortalama ± standart sapma



Şekil 4.2: 4 haftalık depolama periyodu boyunca titrasyon asitliği değişim grafiği

Hint inciri meyve suyunun 4 haftalık depolama periyodu boyunca taze meyve suyu ve -18°C'deki meyve suyunun titrasyon asitliği değişimi % 0,17-0,25 değerleri arasında belirlenmiştir. Taze meyve suyu ve -18°C'de depolanan hint inciri meyve suyunda görülüyor ki sitrik asit cinsinden asitlik 4 hafta boyunca artış göstermiştir. Cruz ve diğ., (2015) tarafından hint inciri meyve suyu 28 gün boyunca +4°C'de

depolanmış ve asitlik yüzdesi %0,20-0,26 oranlarında tespit edilmiştir. Bir başka çalışmada asitlik %0,15-0,25 değerleri arasında tespit edilmiştir (Duru ve Turker, 2005). Feugang ve diğ., 2006; Piga, 2004; Stinteing, 2001; Carle ve diğ., 2006 hint inciri meyvesinde titrasyon asitliğini %0,05-0,18 ile Sawaya ve diğ., 1983; Saenz HC, 1995; Cantwell ve diğ., 1992; Duru ve Turker, (2005) tarafından yapılan çalışmada titrasyon asitliği %0,15-0,25 aralığında tespit edilmiştir. Bireysel hızlı dondurma tekniği ve dondurulmuş vişnelerde 4 aylık depolama süresini inceleyen bir çalışmada da 1,95-1,86 g sitrik asit/100g olarak saptanmıştır (Kasnak ve diğ., 2015). Bu çalışmada bulunan değerler literatür bigileriyle uyumlu çıkmıştır.

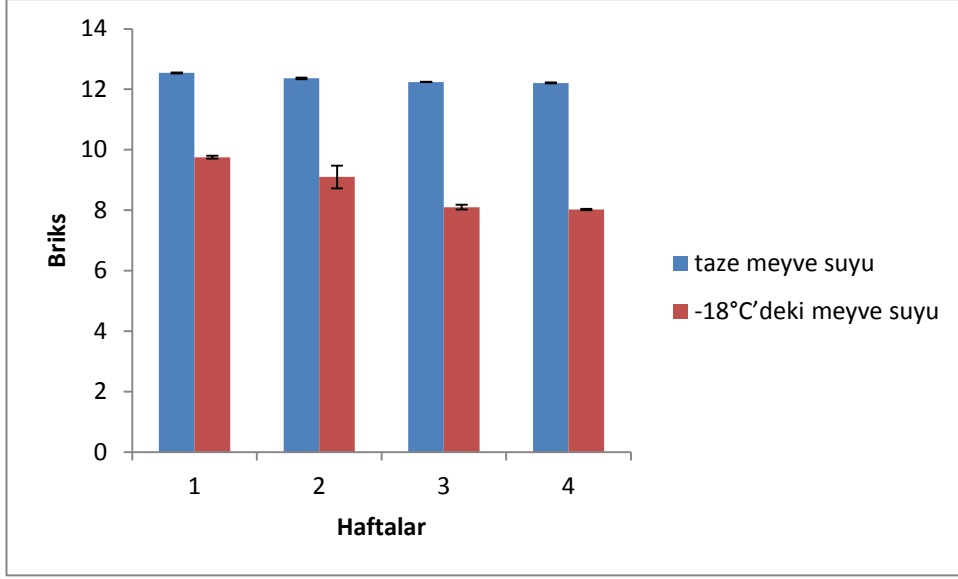
4.3 Briks Tayini

4 haftalık depolama periyodu boyunca -18°C 'de depolanan meyve suyu ile taze meyve suyunun briks değerleri Çizelge 4.3'de, değişim grafiği ise Şekil 4.3' de verilmiştir.

Çizelge 4.3: Hint inciri meyve suyunun depolama boyunca briks değişimleri

Faktör	Depolama Haftası	Taze Meyve Suyu	-18°C 'deki meyve suyu
Briks	1	12,54±0,0124	9,75±0,0471
	2	12,36±0,0286	9,10±0,3741
	3	12,24±0,0081	8,10±0,0816
	4	12,21±0,0169	8,02±0,0205

Ortalama±standartsapma



Şekil 4.3: 4 haftalık depolama periyodu boyunca briks değişim grafiği

4 haftalık depolama periyodu boyunca yapılan analizlerde, briks değerleri taze meyve suyunda 12,54-12,21 ve -18°C'de depolanan meyve suyunda 9,75-8,02 değerleri arasında değişiklik göstermiştir. Her iki örnekte de azalma olduğu tespit edilmiştir. Her iki örnekteki depolama boyunca görülen azalmanın mikrobiyal aktiviteden kaynaklı olarak şeker miktarındaki düşüşle bağlantılı olabileceği düşünülmektedir. Saenz HC, (1995) tarafından yapılan çalışmada briks değerleri 13-14 arasında, Cruz-Casino ve diğ., (2015) tarafınan yapılan çalışmada 28 günlük depolama periyodu boyunca 12,80-12,53, Yahia, (2011) 10 farklı *Opuntia* türünde yaptığı araştırmada ; Cardona 15,3; Liria 14 ; Naranjona ve Roja Lisa 13,86; Camuesa 11,6-11,9 değerleri arasında saptanmıştır.

4.4 Renk Tayini

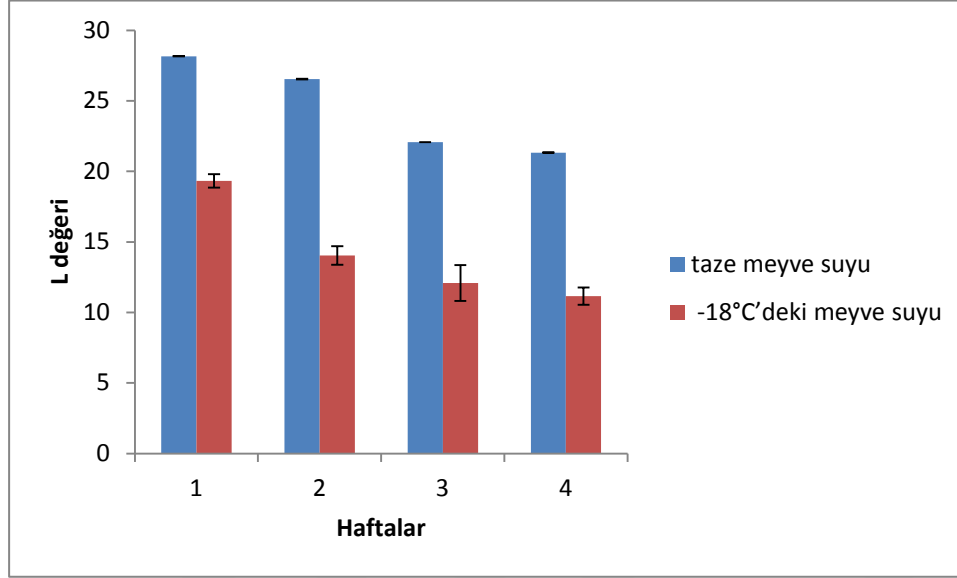
Renk analizinde a:kırmızılık (-a, yeşillik); b:sarıklık (-b, mavilik); L:ışık geçirgenlik değerini ; 0 (geçirgenlik yok) ve 100 (tamamen geçirgen) değerlerini belirtmektedir.

Hint inciri meyve suyunun L renk değeri Çizelge 4.4'de, L renk değerinin değişimi ise Şekil 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4: Hint inciri meyve suyunun depolama boyunca L renk değışımi

Faktör	Depolama Haftası	Taze Meyve Suyu	-18°C'deki meyve suyu
L*	1	28,16±0,0163	19,32±0,4833
	2	26,54±0,0124	14,04±0,6642
	3	22,07±0,0081	12,08±1,2643
	4	21,33±0,0081	11,16±0,6130

Ortalama±standartsapma



Şekil 4.4: 4 haftalık depolama periyodu boyunca L renk değeri değışim grafiği

Taze meyve suyu ve -18°C'deki meyve suyunda artışa paralel olarak L renk değerinde bir düşme, dolayısıyla renkte bir koyulaşma meydana gelmiştir. Bunun nedenlerinde başta çözüldürme işlemiyle alakalı olması, enzimatik olmayan esmerleşme gibi nedenler kaynaklandığı düşünölmektedir. 4 haftalık depolama periyodu sonunda -18°C'deki meyve suyunda L renk değeri %42,23, taze meyve suyunda %24,25 oranında bir azalma saptanmıştır. Yahia ve diğ., (2011) tarafından yapılan incelemede *Opuntia* türüne ait 10 meyvede L renk değerini; Naranjona 41,31; Liria 34,54; Reina 58,00 olarak tespit edilmiştir.

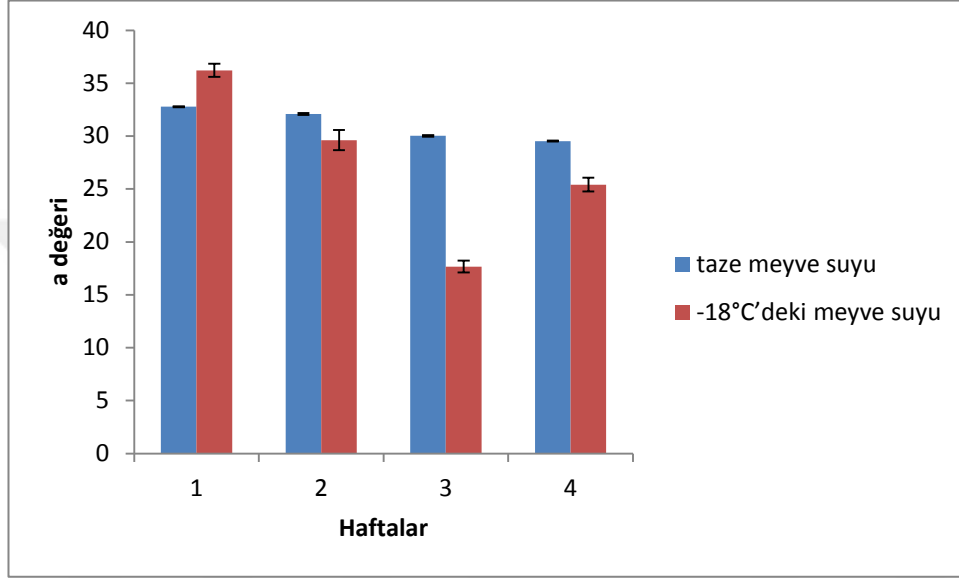
Moussa-Ayoub ve diğ., (2011) tarafından yapılan çalışmada *O. macrorhiza*, *O. ficus-indica* ve *Beta vulgaris* meyveleriyle yaptıkları çalışmada L renk değerini sırasıyla 23,5-28,8-22,3 olarak tespit edilmiştir.

Hint inciri meyve suyunun a renk değeri Çizelge 4.5'de, a renk değerinin değışimi ise Şekil 4.5' de verilmiştir.

Çizelge 4.5: Hint inciri meyve suyunun depolama boyunca a renk değişimi

Faktör	Depolama Haftası	Taze Meyve Suyu	-18°C'deki meyve suyu
a*	1	32,77±0,0377	36,21±0,6168
	2	32,08±0,0866	29,62±0,9620
	3	30,02±0,0816	17,67±0,5603
	4	29,53±0,0471	25,41±0,6532

Ortalama±standartsapma



Şekil 4.5: 4 haftalık depolama periyodu boyunca a renk değeri değişim grafiği

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

Taze olarak meyve suyunda a renk değeri 32,77-29,53, -18°C'de muhafaza edilen meyve suyunda ise 36,21-25,41 değerleri aralığında saptanmıştır. Depolama periyodu boyunca -18°C'de muhafaza edilen meyve suyunda a renk değeri %29, taze meyve suyunda %9,58 oranında düşüş tespit edilmiştir. Moussa-Ayoub ve diğ, (2011) *O. macrorhiza*, *O. ficus-indica* ve *Beta vulgaris* meyveleriyle yaptıkları çalışmada a renk değerini sırasıyla 1,9-8,5-21,9 olarak tespit edilmiştir. Yahia ve diğ, (2011) tarafından yapılan çalışmada *Opuntia* türüne ait 10 meyvede a renk değerini; Naranjona 22,21; Liria 34,93; Reina 0,22 olarak tespit edilmiştir. Yönel, (2009) tarafından yapılan farklı turuncu meyve suyu konsantreleri ile hazırlanan Trabzon hurması nektarında a renk değerini 12,80-9,70 aralığında saptanmıştır. Tokgöz,

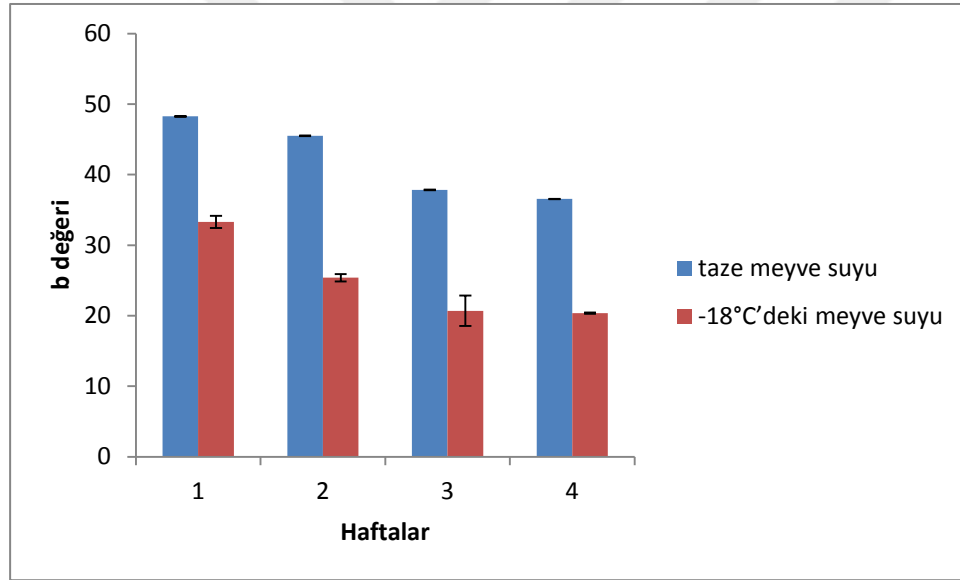
(2013) tarafından yapılan incelemede kan portakalı suyunda 4 aylık depolama boyunca a renk değeri 21,92-16,89 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada diğer çalışmalardan daha yüksek a değeri saptanmıştır.

Hint inciri meyve suyunun b renk değeri Çizelge 4.6’de, b renk değerinin değişimi ise Şekil 4.6’ de verilmiştir.

Çizelge 4.6: Hint inciri meyve suyunun depolama boyunca b renk değişimi

Faktör	Depolama Haftası	Taze Meyve Suyu	-18°C’deki meyve suyu
b*	1	48,25±0,0496	33,3±0,8744
	2	45,5±0,0449	25,39±0,5257
	3	37,82±0,0543	20,69±2,1511
	4	36,54±0,0124	20,36±0,0873

Ortalama±standartsapma



Şekil 4.6: 4 haftalık depolama periyodu boyunca b renk değeri değişim grafiği

b renk değeri taze meyve suyunda 48,25-36,54 ve -18°C’de muhafaza edilen meyve suyunda depolama boyunca 33,30-20,36 aralığında tespit edilmiştir. Taze meyve suyunda 4 haftalık depolama boyunca b renk değerinde % 24,26, -18°C’de muhafaza edilen meyve suyunda %38,85 oranında düşüş tespit edilmiştir. Yahia ve diğ., (2011) tarafından *Opuntia* cinsine ait 4 tür de araştırma yapılmış ve Liria türünde b=3,95; Naranjone türün de b=28,89 olarak tespit edilmiştir.

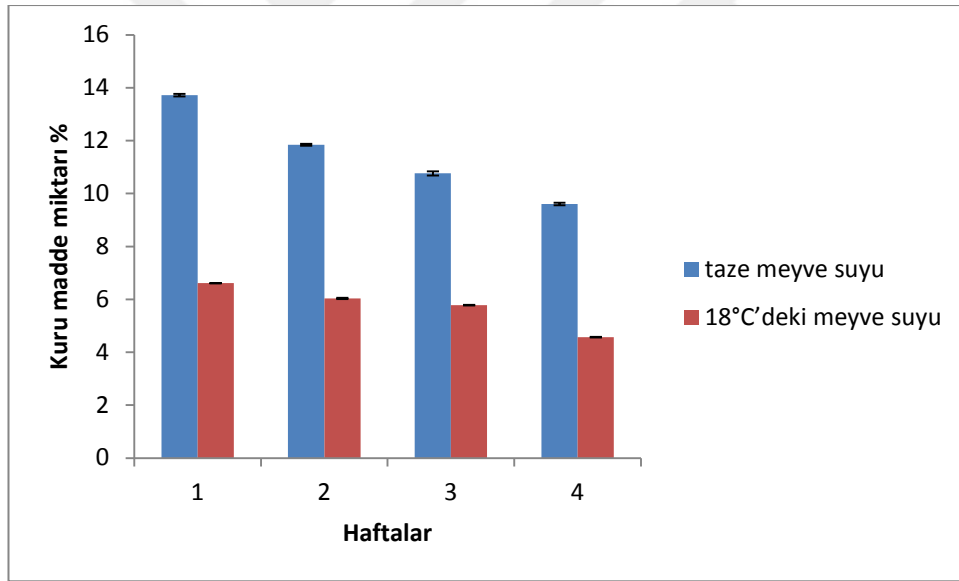
4.5 Toplam Kuru Madde Tayini

Hint inciri meyve suyunda kalite kriterlerinden biri olan kuru madde miktarı Çizelge 4.7’de, kuru madde değişim grafiği ise Şekil 4.7’ de verilmiştir.

Çizelge 4.7: Hint inciri meyve suyunun depolama boyunca toplam kuru madde değişimi

Faktör	Depolama Haftası	Taze Meyve Suyu	-18°C’deki meyve suyu
Kuru madde(%)	1	13,72±0,0518	6,61±0,0047
	2	11,84±0,0368	6,03±0,0249
	3	10,76±0,0828	5,78±0,0124
	4	9,6±0,0471	4,57±0,0081

Ortalama ± standart sapma



Şekil 4.7: 4 haftalık depolama periyodu boyunca toplam kuru madde değişim grafiği

Meyve suyu kalitesini etkileyen önemli parametrelerden biri olan kuru madde miktarı 4 hafta depolama boyunca incelenen taze meyve suyunda %13,72-9,6 ve -18°C’de depolanan meyve suyunda %6,61-4,51 değerleri arasında düşüş eğiliminde olduğu saptanmıştır. Bu azalmanın sebebinin; donmuş muhafaza sırasında suyun hacminde artış, katı madde miktarındaki azalıştan meydana gelebileceği düşünülmektedir. Ayrıca depolama süresi uzadıkça kuru madde miktarında istenmeyen düşüşlerin meydana gelebileceği düşünülmektedir. Cassano ve diğ.,

(2010) tarafından yapılan çalışmada ultrafiltrasyon ve mikrofiltrasyon uygulanmış hint inciri suyunda kuru madde miktarı 5,13-6,55, Tokgöz (2013) tarafından yapılan çalışmada Moro kan portakalında kuru madde miktarı %13,50 , Altan (2014) tarafından yapılan çalışmada kuşburnu meyve suyunda kuru madde miktarı %7,58 olarak saptanmıştır.

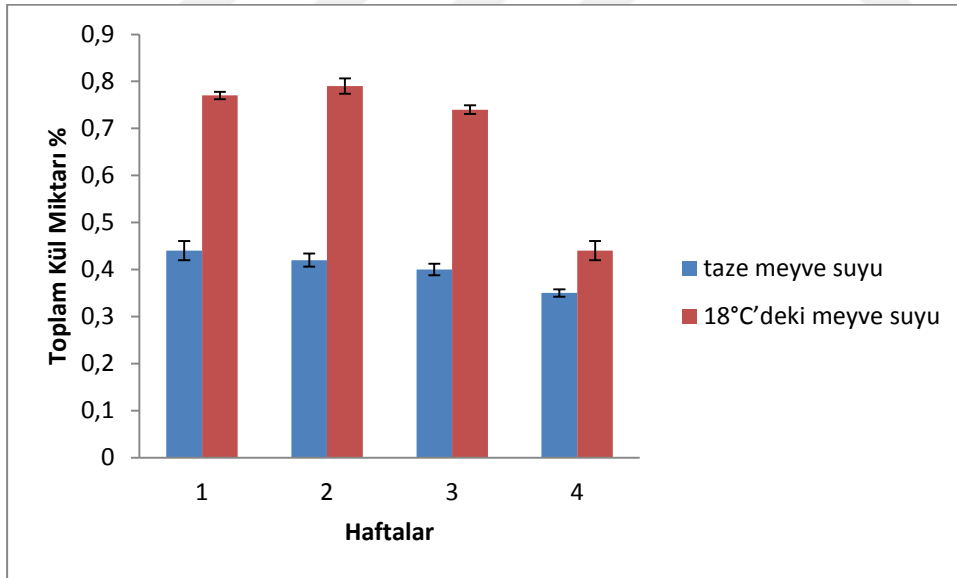
4.6 Toplam Kül Tayini

Analiz sonucu kül değerleri Çizelge 4.8'de, değişim ise Şekil 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8: Hint inciri meyve suyunun depolama boyunca toplam kül değişimi

Faktör	Depolama Haftası	Taze Meyve Suyu	-18°C'deki meyve suyu
Kül miktarı(%)	1	0,44±0,0205	0,77±0,0081
	2	0,42±0,0141	0,79±0,0163
	3	0,4±0,0124	0,74±0,0094
	4	0,35±0,0081	0,44±0,0205

Ortalama ± standart sapma



Şekil 4.8: 4 haftalık depolama periyodu boyunca toplam kül miktarındaki değişim grafiği

Kül miktarı taze meyve suyu örneğinde %0,44-0,36 ve -18°C'de depolanan örnekte %0,77-0,44 değerleri arasında saptanmıştır. Kül miktarı 4 haftalık depolama periyodu boyunca düşüş eğilimindedir. Muhamed-Yasseen ve diğ, (1996); Carle ve

diğ. (2006), tarafından yapılan aişmada kül miktarı %0,3 olarak tespit edilmiştir. Medina ve diğ., (2006) tarafından yapılan çalışmada *O. dilleni* ile *O. ficus-indica* meyveleri karşılaştırılmış ve kül miktarı sırası ile %0,437-%0,392 olarak saptanmıştır.

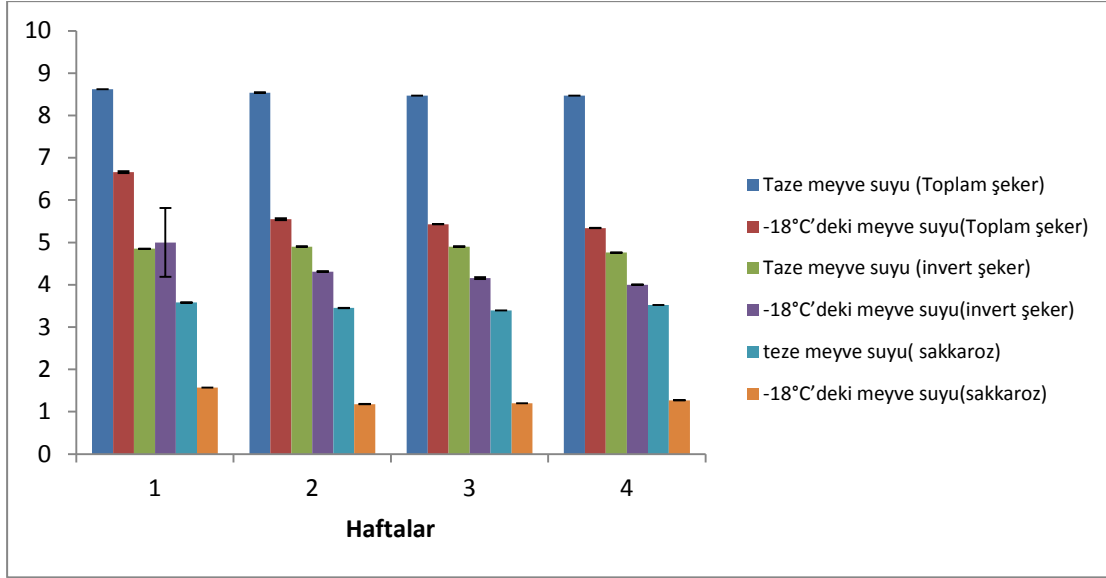
4.7 şeker Tayini

Taze ve -18°C’de depolanan hint inciri meyve suyunda toplam şeker, invert şeker ve sakkaroz miktarı izelge 4.9 ‘da, değişim ise şekil 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9: Hint inciri meyve suyunun depolama boyunca toplam şeker, invert şeker ve sakkaroz değişimi

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

Ortalama±standart sapma

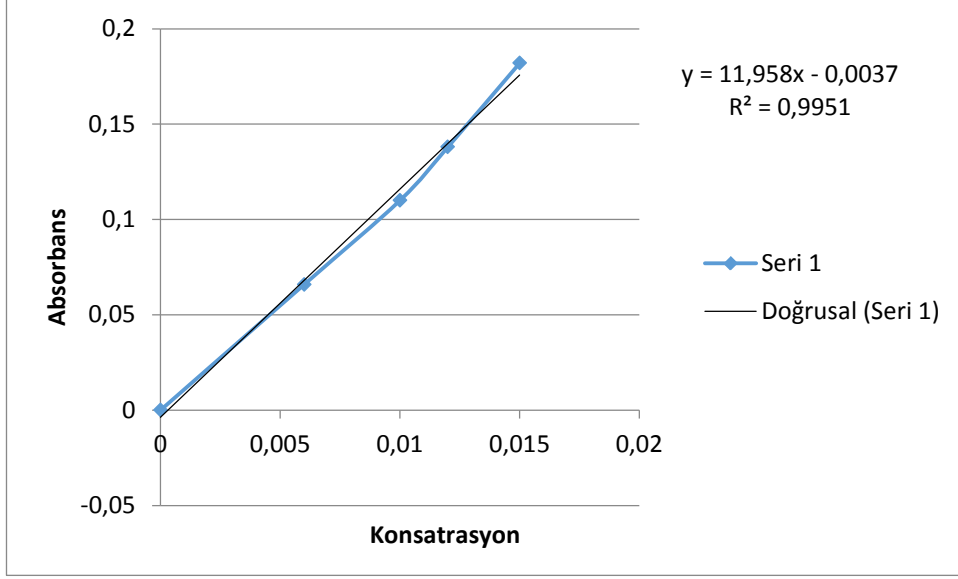


Şekil 4.9: 4 haftalık depolama periyodu boyunca toplam şeker, invert şeker ve sakkaroz miktarındaki değişim grafiği

Taze hint inciri meyve suyu ve -18°C'de 4 hafta boyunca depolanan meyve suyunda toplam şeker, invert şeker ve sakkaroz değerleri düşüş eğilimi göstermiştir. 4 haftalık depolama periyodu boyunca toplam şeker oranının düşüş eğilimi göstermesi enzimatik olmayan renk esmerleşme reaksiyonundan kaynaklanabilir (Saenz HC, 1995; Cantwell ve diğ., 1992). Şeker oranının düşüş göstermesinin nedenin mikroorganizmaların aktivitelerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Duru ve Turker, (2005) tarafından yapılan çalışmada şeker oranı %6-14 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Yahia ve diğ., (2011) tarafından yapılan çalışmada şeker oranı %12-17 arasında tespit edilmiştir. Carle ve diğ., (2006) tarafından yapılan incelemede hint incirindeki şeker oranı %17 olarak saptanmıştır.

4.8 Toplam Fenolik Madde Tayini

Hint inciri meyve suyu örnekleri için yapılan deneylerde elde edilen absorbans değerleri bu grafiğin denkleminde yerine konularak derişimi bulunmuş ve mg gallik asit/ml olarak toplam fenolik madde miktarı bulunmuştur.



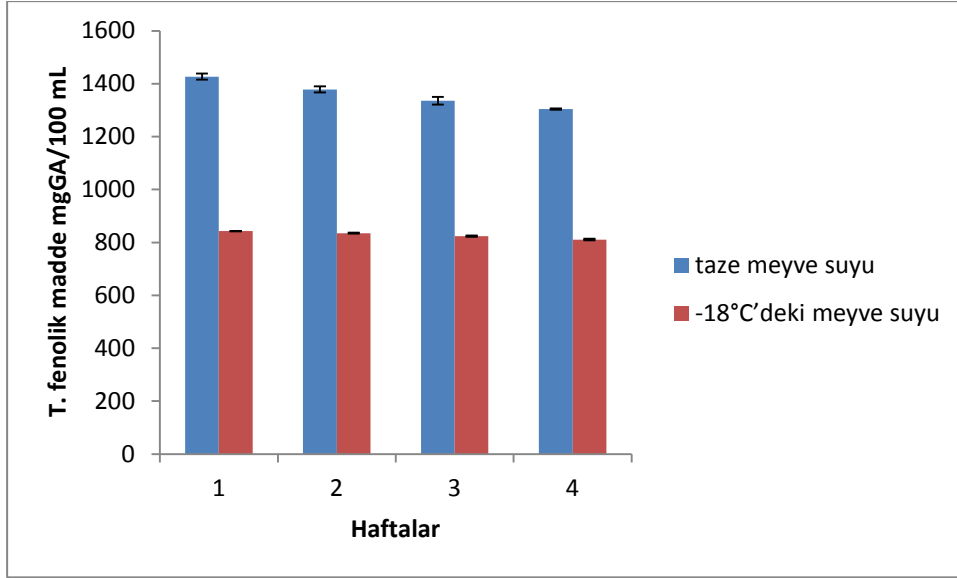
Şekil 4.10: Standart gallik asit grafiği

Hint inciri meyve suyunda toplam fenolik madde miktarları çizelge 4.10.'da, değişim grafiği ise Şekil 4.11'da verilmiştir.

Çizelge 4.10: Hint inciri meyve suyunun depolama boyunca toplam fenolik madde değişimi

Faktör	Depolama Haftası	Taze Meyve Suyu	-18°C'deki meyve suyu
T.Fenolik madde (mgGA/100ml)	1	1426,6±11,671	842,6±0,9428
	2	1378,3±11,440	835±1,6329
	3	1335,6±15,107	824±2,4494
	4	1304,3±2,0548	810,6±2,8674

Ortalama±standart sapma



Şekil 4.11: 4 haftalık depolama periyodu boyunca toplam fenolik madde miktarındaki değişim grafiği

-18°C'de 4 hafta boyunca depolanan meyve suyunda toplam fenolik madde miktarı 842,6-810,6 mg GA/100 ml, taze olarak sıkılmış meyve suyunda 1426,6-1304,3 mg GA/100 ml olarak düşüş eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Gıdalarda fenolik maddeler bitkinin olgunluğuna, çevresel faktörlere, besinin işlenmesi, depolama ve depolama süresi, çözündürme işlemleri gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Uyar ve diğ., 2013). Dondurma işlemi ve depolama süresinin artması meyve suyundaki toplam fenolik madde içeriğini olumsuz yönde etkilemiştir.

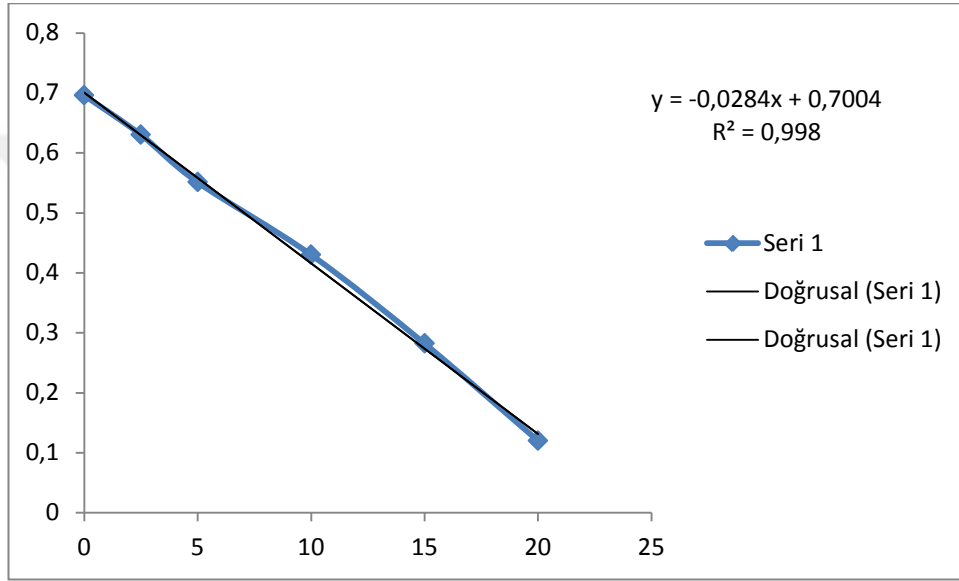
-18°C'de depolanan meyve suyunda, yüzeyi daha geniş bir ürün haline gelmesi nedeniyle oksijenle teması ve oksidasyonla fenolik madde kaybı, depolanarak her hafta sıkılan meyve suyuna oranla daha yüksek olduğu düşünülmektedir. Bakan, (2012) tarafından yapılan çalışmada üzüm suyu, nar suyu ve vişne nektarında antioksidan madde miktarı sırasıyla, 225,76-181,50 mgGAE/100 ml; 504,6-394,84 mgGAE/100ml; 1110,28-105,31 mgA/100 ml olarak saptanmıştır. Medina ve diğ., (2006) tarafından yapılan çalışmada *O. dillanii* ve *O. ficus-indica* meyveleri karşılaştırılmış sırasıyla toplam fenolik madde miktarı 117 mg/100g ve 45,2 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Fernandez-lopez ve diğ., (2010) tarafından yapılan çalışmada meyvenin pulpunda 218,8 mg/100 gr, Chouqui ve diğ., (2013) tarafından yapılan çalışmada 0,48-0,89 mg/g. Farklı turuncgil meyve suyu konsantreleri ile hazırlanan Trabzon hurması nektarında toplam fenolik madde içeriği 94,22-44,45 mgGAE/ 100

g olarak tespit edilmiştir (Yönel, 2009). Kuşburnu meyve suyunda 15290 mg/kg olarak saptanmıştır (Altan, 2014).

4.9 Antioksidan Aktivite Tayini

4.9.1 ABTS

Hint inciri meyve suyu örnekleri için yapılan deneylerde elde edilen absorbans değerleri bu grafiğin denkleminde yerine konularak derişimi bulunmuş ve mM troloks antioksidan aktivite olarak hesaplanmıştır.



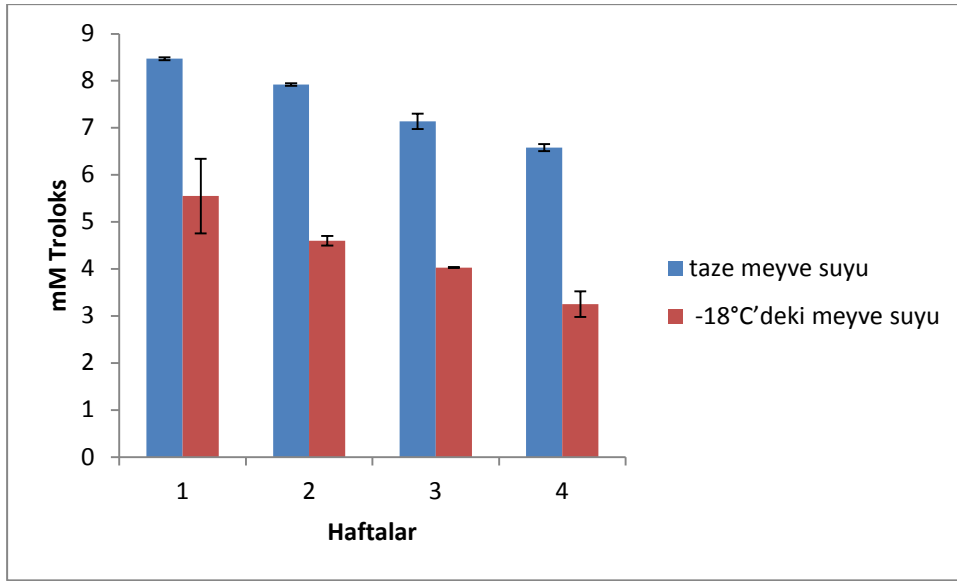
Şekil 4.12: ABTS*+ radikalinin Troloks standardına ait eğri

Antioksidan aktiviteye ilişkin değerler Çizelge 4.11’de, değişim grafiği ise Şekil 4.13’de verilmiştir.

Çizelge 4.11: Hint inciri meyve suyunun depolama boyunca TEAC değerleri

Faktör	Depolama Haftası	Taze Meyve Suyu	-18°C’deki meyve suyu
T.A.	1	8,47±0,0319	5,55±0,7935
mM troloks	2	7,92±0,0254	4,6±0,1009
	3	7,14±0,1637	4,03±0,0117
	4	6,58±0,0719	3,25±0,2709

Ortalama±standart sapma



Şekil 4.13: 4 haftalık depolama periyodu boyunca antioksidan miktarındaki (ABTS/TEAC) değişim grafiği

ABTS yöntemi ile taze meyve suyundaki antioksidan aktivite 8,47-6,52 mM Troloks, -18°C'de 4 haftalık depolama periyodu boyunca 5,55-3,25 mM Troloks değerleri arasında düşüş eğilimi göstermiştir. Ekşi, (2006) tarafından yapılan çalışmada 2 farklı ticari portakal suyunda toplam antioksidan miktarı 4,5-4,6 mmol TE/L; 7 farklı ticari üzüm suyunda TEAC antioksidan aktivite miktarı 3,2-19,9 mmol/L; 3 farklı ticari nar suyunda antioksidan aktivite değeri

15,5-34,7 mmol TE/L; 12 farklı ticari vişne nektarında antioksidan kapasitesini 3,9-8,1 TEACmmol/L olarak saptanmıştır. Cassano ve diğ., (2010) tarafından yapılan çalışmada toplam antioksidan madde içeriği 4,33-3,43 mM Troloks değerleri aralığında saptanmıştır. Taze meyve suyunda depolama boyunca %23,02 ve -18°C'de muhafaza edilen meyve suyunda %41,44 oranında düşüş meydana gelmiştir. F. Jimenez-Aspee ve diğ., (2014) tarafından yapılan çalışmada antioksidan miktarı 520,5 µM TE/g olarak tespit edilmiştir. Dondurulmuş gıdaların depolanmasında depo sıcaklığı düştükçe enzimlerin aktiviteleri oldukça azalmaktadır. Fakat -18°C'de bile birçok enzim inaktif hale gelmemektedir. Bu enzimler antioksidan maddeler gibi birçok kayba neden olmaktadır. Donmuş olan bir ürünün çözündürülmesi sırasında, donmuş halde depolanması sırasında besin ögeleri ve antioksidan içeriğinde kayıplar tespit edilmiştir (Demiray ve diğ., 2010).

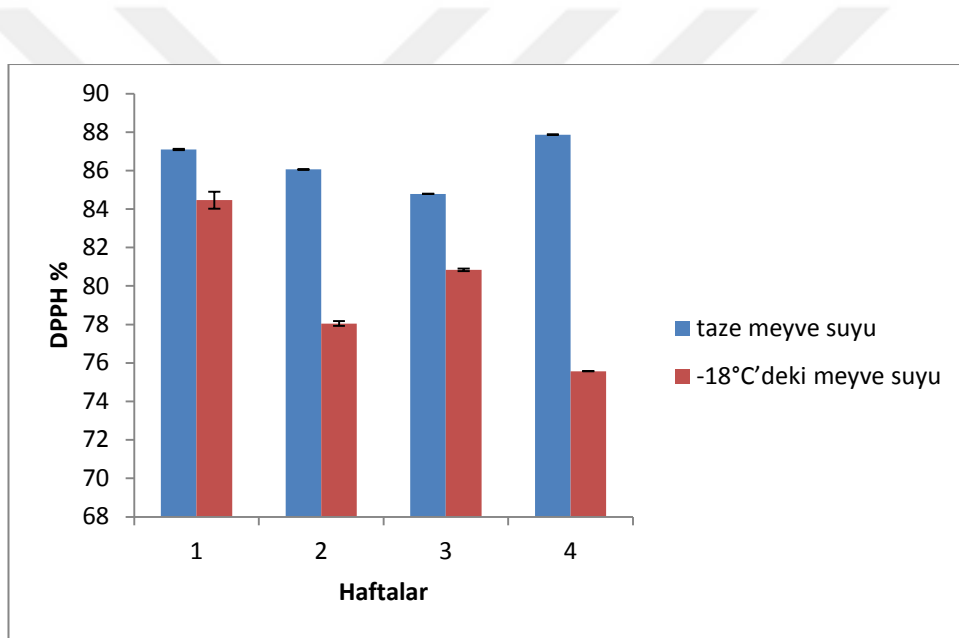
4.9.2 DPPH

Hint inciri meyve suyunun DPPH değerleri izelge 4.12’de, değişimi ise Şekil 4.14’de verilmiştir.

Çizelge 4.12: Hint inciri meyve suyunun depolama boyunca DPPH değerleri

Faktör	Depolama Haftası	Taze Meyve Suyu	-18°C’deki meyve suyu
DPPH%	1	87,09±0,0326	84,46±0,4348
	2	86,06±0,0124	78,05±0,1224
	3	84,79±0,0081	80,84±0,0653
	4	87,87±0,0124	75,57±0,0081

Ortalama±standart sapma



Şekil 4.14: 4 haftalık depolama periyodu boyunca antioksidan miktarındaki (DPPH) değişim grafiği

Hint inciri meyve suyunun 4 haftalık depolama periyodu sonucunda taze meyve suyu ve -18°C’de muhafaza edilen meyve suyunun DPPH yüzdeleri sırasıyla %87,09-84,79 ve %84,46-75,57 değerlerinde düşüş eğilimi göstermiştir. Taze meyve suyunda depolama boyunca %2,64 ve -18°C’de muhafaza edilen meyve suyunda %10,52 oranında düşüş meydana gelmiştir. Cruz-Casino ve diğ., (2015) tarafından yapılan çalışmada hint inciri meyve suyunda 1016,07-3084-52 µmol TE/L olarak saptanmışlar. Bakan, (2012) tarafından yapılan çalışmada 4°C’de 12 ay boyunca depolanan portakal suyu, üzüm suyu, nar suyu ve kayısı nektarında DPPH’ı sırasıyla, portakal suyunda %44,65-30,46; üzüm suyunda %89,03-92,78; nar suyunda %90,24-

93,08; kayısı nektarında %16,77-34,03 olarak tespit edilmiştir. Antioksidan aktivitede meydana gelen bu kayıplar meyvenin meyve suyuna işlenmesi aşamasında meyvenin içerdiği askorbik asidinde yüksek oranda kayba uğraması ile açıklanabilir. Antioksidan aktivitedeki düşüş polifenollerin polimerisasyonun ilerleyip kritik limiti aşması ve DPPH ile reaksiyona girecek hidroksil gruplarının azalması şeklinde ifade edilmiştir (Bakan, 2012).

4.10 Toplam Mezofil Bakteri Sayısı

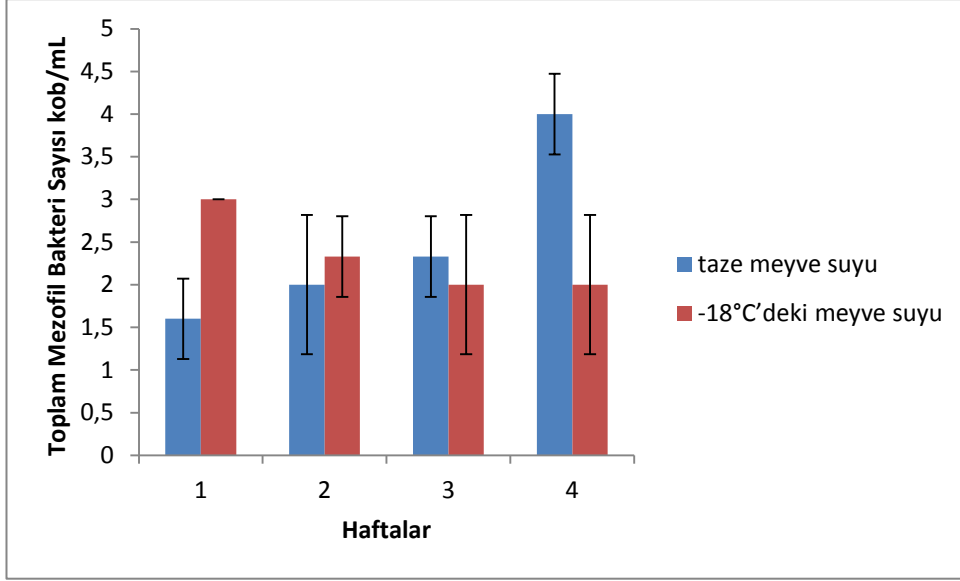
Hint inciri meyve suyunun toplam mezofil bakteri sayısı taze meyve suyunda 4 haftalık depolama boyunca artış gösterirken, -18°C’de muhafaza edilen meyve suyunda azalma eğilimi göstermiştir.

Toplam mezofil bakteri sayısı Çizelge 4.13’de, değişim grafiği ise Şekil 4.15’de verilmiştir.

Çizelge 4.13: Hint inciri meyve suyunun depolama boyunca toplam mezofil bakteri sayıları(10^3 xkob/ml)

Faktör	Depolama Haftası	Taze Meyve Suyu	-18°C’deki meyve suyu
	1	1,6±0,4714	3±0,0000
T. Mezofil Bakteri Sayısı	2	2±0,8164	2,33±0,4714
	3	2±1,6329	2±0,8164
	4	4±1,2472	2±0,8164

Ortalama±standart sapma



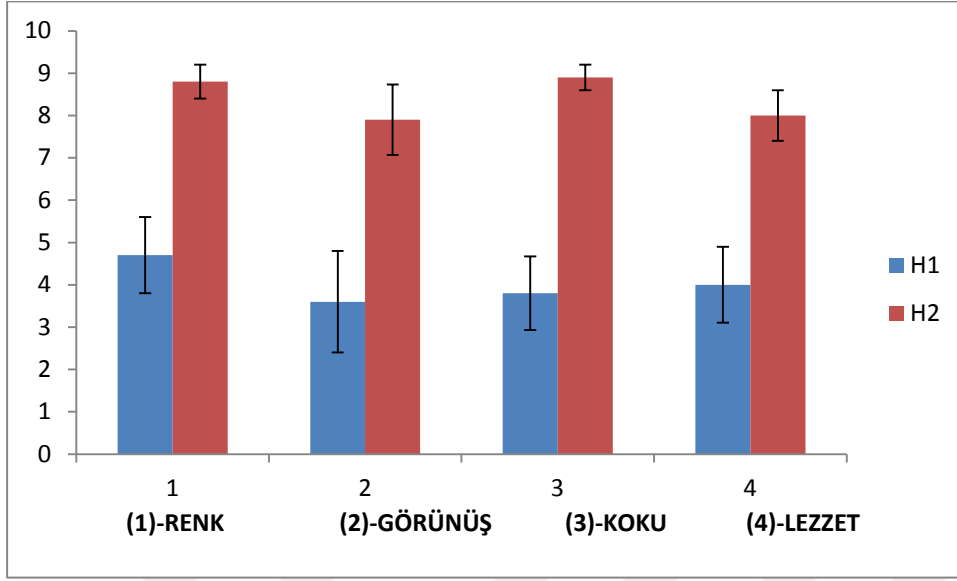
Şekil 4.15: 4 haftalık depolama periyodu boyunca toplam mezofil bakteri sayısındaki değişim grafiği

Toplam mezofil bakteri sayısı taze hint inciri meyve suyunda $1,6-4,0 \times 10^3$ kob/ml, -18°C 'de muhafaza edilen meyve suyunda 4 haftalık depolama periyodu boyunca $3,0-2,0 \times 10^3$ kob/ml değerleri aralığında saptanmıştır. Depolamada sıcaklık düştükçe mikrobiyal yükte azalmaktadır. Fellers ve diğ., (1988) tarafından yapılan çalışmada ananas suyunu ve hamlin portakalı sıkılıp 2 hafta boyunca depolanarak toplam canlı sayısındaki değişimi incelenmiş, ananas suyunda $-1,7^\circ\text{C}$ 'de 2 haftalık depolama boyunca düşüş eğilimde olduğu saptanmıştır. Hamlin portakalı suyunda $-1,7^\circ\text{C}$, $1,1^\circ\text{C}$ ve $4,4^\circ\text{C}$ 'de 3 hafta boyunca depolama sonucunda düşüş eğiliminde olduğu tespit edilmiştir.

4.11 Antimikrobiyal Aktivite Tayini

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

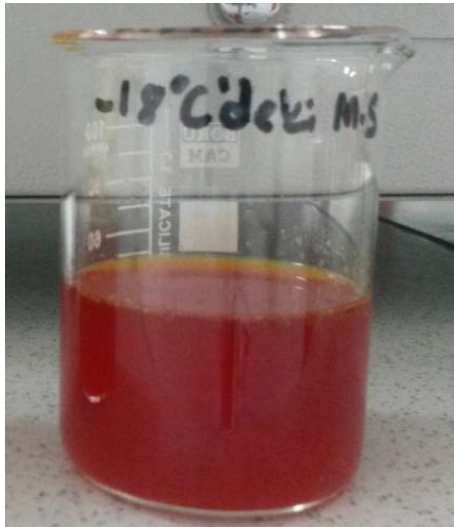
4.12 Hint İnciri Meyve Suyu Örneklerinin Duyusal Analiz Sonuçları



Şekil 4.16: Hint inciri meyve suyu duyusal analiz sonuçlarının grafiği

10 panelist tarafından yapılan değerlendirmede; H1(-18°C'deki meyve suyu) 'de renk:4,7±0,9 görünüş:3,6±1,2 koku:3,8±0,87 lezzet:4±0,89 ve H2 (taze meyve suyu)'de renk:8,8±0,4 görünüş:7,9±0,83 koku:8,9±0,3 lezzet:8±0,63 olarak saptanmıştır. Panelistlerin en beğendiği meyve suyu taze olarak sıkılan

meyve suyu olarak belirlenmiştir. H2 kodlu meyve suyu daha parlak renkte, kokusu ilk haftadaki gibi ferahlatıcı olduğu belirtilmiştir. H1 kodlu örneğin daha az beğenilmesinin nedeni depolama periyodu boyunca bozulmaya bağlı olarak renk, görünüş, koku ve lezzette meydana gelen olumsuz değişimlerdir.



Şekil 4.17: -18°C'deki meyve suyu Şekil 4.18: Taze olarak sıkılmış meyve suyu

5 SONUÇ VE ÖNERİLER

Hint inciri meyvesi yurt dışında özellikle Meksika, Şili, İspanya gibi ülkelerde marmelat, reçel, toz ürün, renklendirici madde ve taze olarak tüketilmektedir. Besin değeri ve sağlığa yararları yönünden meyve ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Ülkemizde de son yıllarda meyvenin en iyi genotipinin belirlenmesi, olgunlaşma aşamalarındaki değişimler başta olmak üzere birçok çalışma yapılmaktadır. Ülkemizin Akdeniz Bölgesi hint inciri açısından oldukça zengindir. Fakat meyvenin hem bu kadar fazla miktarda yetişmesi hem de besin içeriğinin ve sağlığa olan yararlarının bu denli fazla olmasına rağmen ticari bir ürün haline getirilmiş gıda yoktur. İnsanlar artık sağlıklı ve doğal ürünleri talep etmektedir. Tüm bunlar göz önüne alınarak araştırma kapsamında hint inciri meyvesinin geleneksel olarak meyve suyuna işlenmesi ve hem taze hem de derin dondurucuda depolanarak besin içeriğindeki değişimlerin incelenmesi amaçlanmıştır.

Araştırmada kullanılan hint incirinin taze meyve suyu ve -18°C 'de 4 hafta depolanarak pH, asitlik, briks, kuru madde, kül, renk, şeker, fenolik madde, antioksidan aktivitesi, toplam mezofil bakteri sayısı, antimikrobiyal aktivitesinde meydana gelen değişimler incelenmiştir.

1309 gram tartılan meyveden, 670 ml meyve suyu elde edilmiştir. Yüzde verim(%v/w) %51.18 olarak tespit edilmiştir.

Depolama periyodu boyunca yapılan analiz sonucunda taze meyve suyu ve -18°C 'de 4 hafta depolanan meyve suyunda, pH değerlerinin düşüş eğiliminde olduğu, titrasyon asitliği değerlerinde ise bir artış eğiliminin olduğu belirlenmiştir. Hint inciri meyve suyunun pH değeri, taze meyve suyunda 5,87-5,80 ve -18°C 'de 4 hafta boyunca depolanan meyve suyunda 5,32-5,20 değerleri arasında değişmektedir. Hint inciri meyve suyunun 4 haftalık depolama periyodu sonucu haftalık olarak titrasyon asitliği değişimi %0,17-,25 oranları arasında saptanmıştır. Depolama süresi boyunca ve sonunda gerçekleşen çözülme ve bozulma reaksiyonları meyve suyundaki serbest karboksil gruplarının ve serbest hidrojen iyonlarının artmasına yol açar.

Gıdadaki pH değerinin azalmasına ve toplam asitlik değerlerinin artmasına sebep olur. Bunlara ek olarak depolama süresi boyunca meyvelerde doğal olarak bulunan asitlerin solunum ve şeker sentezi gibi çeşitli amaçlarla kullanılması toplam asitlik değerlerinde artışa sebep olduğu belirtilmiştir.

4 haftalık bir depolama periyodu boyunca yapılan analizlerde, briks değerlerinin taze meyve suyunda 12,54-12,21 ve -18°C'de muhafaza edilen meyve suyunda 9,75-8,02 değerleri arasında düşüş eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Bu azalmanın sebebinin gıdanın yapısında bulunan şekerlerin solunumda kullanılmasından dolayı gerçekleştiği belirtilmiştir.

Taze ve -18°C'de muhafaza edilen meyve suyunda artışa paralel olarak L renk değerinde bir düşüş, dolayısıyla renkte bir koyulaşma meydana gelmiştir. Bunun nedenleri arasında en başta enzimatik olmayan esmerleşme olduğu düşünülmektedir. 4 haftalık depolama periyodu sonunda -18°C'de muhafaza edilen meyve suyunda L renk değerinde %42,23'lük bir azalma meydana gelirken, taze sıkılmış meyve suyunda bu oran %24,25'lerde kalmıştır. Taze olarak meyve suyunda a renk değeri 32,77-29,53, -18°C'de muhafaza edilen meyve suyunda ise 36,21-25,41 değerleri aralığında saptanmıştır. Depolama periyodu boyunca -18°C'de muhafaza edilen meyve suyunda a renk değeri %29, taze meyve suyunda %9,58 oranında düşüş tespit edilmiştir. b renk değeri taze meyve suyunda 48,25-36,54 ve -18°C'de muhafaza edilen meyve suyunda depolama boyunca 33,30-20,36 aralığında tespit edilmiştir. Taze meyve suyunda 4 haftalık depolama boyunca b renk değerinde %24,26, -18°C'de muhafaza edilen meyve suyunda %38,85 oranında düşüş tespit edilmiştir. Donmuş bir ürünün çözündürülmesi sırasında ürünün hücre duvarında hasarlar oluşur, meyvedeki pigmentler merkezden hücre tabakasının dışarısına doğru hareket eder ve bu durumda a değerinde artış görülür.

Taze hint inciri meyve suyu (toplam şeker: %8,62-8,47 ; invert şeker: %4,58-4,76; sakkaroz: % 3,58-3,52) ve -18°C'de 4 hafta boyunca depolanan meyve suyunda (toplam şeker: %6,66-5,34; invert şeker: 5,0-4,0; sakkaroz:1,57-1,27) toplam şeker, invert şeker ve sakkaroz değerleri düşüş eğilimi göstermiştir. 4 haftalık depolama periyodu boyunca toplam şeker oranının düşüş eğilimi göstermesi enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonundan kaynaklanabilir.

Meyve suyu kalitesini etkileyen önemli parametrelerden biri olan kuru madde miktarı 4 hafta depolama boyunca incelenen taze meyve suyunda %13,72-9,6 ve -18°C'de depolanan meyve suyunda %6,61-4,51 değerleri arasında değiştiği saptanmıştır. Her iki aşamada da kuru madde miktarının 4 haftalık inceleme sonucunda düşüş eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Kül miktarı taze meyve suyu örneğinde %0,44-0,36 ve -18°C'de depolanan örnekte %0,77-0,44 değerleri arasında saptanmıştır.

-18°C'de 4 hafta boyunca depolanan meyve suyunda toplam fenolik madde miktarı 842,6-810,6 mg GA/100ml, taze olarak sıkılmış meyve suyunda 1426,6-1304,3 mg GA/100 ml olarak düşüş eğiliminde olduğu tespit edilmiştir.

ABTS yöntemi ile taze meyve suyundaki antioksidan aktivite 8,47-6,52 mmol TE/L, -18°C'de 4 haftalık depolama periyodu boyunca 5,55-3,2552 mmol TE/L değerleri arasında düşüş eğilimi göstermiştir. Hint inciri meyve suyunun 4 haftalık depolama periyodu sonucunda taze meyve suyu ve -18°C'de muhafaza edilen meyve suyunun DPPH yüzdeleri sırasıyla %87,09-84,79 ve %84,46-75,57 değerlerinde düşüş eğilimi göstermiştir. Dondurulmuş gıdaların depolanmasında depo sıcaklığı düştükçe enzimlerin aktiviteleri oldukça azalmaktadır. Fakat -18°C'de bile birçok enzim inaktif hale gelmemektedir. Bu enzimler antioksidan maddeler gibi birçok kayba neden olmaktadır. Donmuş olan bir ürünün çözündürülmesi sırasında, donmuş halde depolanması sırasında besin ögeleri ve antioksidan içeriğinde kayıplar tespit edilmiştir

Toplam mezofil bakteri sayısı taze hint inciri meyve suyunda $1,6-4,0 \times 10^3$ kob/ml, -18°C'de muhafaza edilen meyve suyunda 4 haftalık depolama periyodu boyunca $3,0-2,0 \times 10^3$ kob/ml değerleri aralığında saptanmıştır. Depolamada sıcaklık düştükçe mikrobiyal yükte azalmaktadır.

Hint inciri meyve suyunun *E.coli*, *S.aureus* ve *Candida* spp. üzerindeki antimikrobiyal etkisi araştırılmış ve yapılan analizler sonucunda zone oluşumuna dolayısıyla antimikrobiyal etkiye rastlanmamıştır.

Hint inciri meyve suyunda 10 panelist tarafından değerlendirilen H1 ve H2 kodlu meyve sularının renk, görünüş, koku ve lezzet olarak en beğenileni H2 (taze meyve suyu) olmuştur. H1 kodlu meyve suyunun beğenilmeme sebebi ise depolama periyodu boyunca meydana gelen bozulmaya bağlı değişimlerdir.

Depolanan meyvelerden her hafta taze olarak sıkılan meyve suyundaki kimyasal ve antioksidan içeriğin, kabuklarından arındırıldıktan sonra sıkılarak bir ürün halinde -18°C'de depolanan meyve suyundan daha yüksek çıkmasının sebeplerinin şunlar olduğu düşünülmektedir; meyvenin kabuklarından arındırıldıktan sonra yani dış etkenlerden meyveyi koruyan kabuk ortadan kalkar ve meyve suyu olarak bir ürüne işlenmesi ile yüzey alanı genişler dolayısıyla hem oksijen ile temas ederek oksidasyona açık hale gelebileceği hem de enzimatik bir takım reaksiyonlara açık hale gelebileceği düşünülmektedir. Bu çalışmadaki toplam fenolik madde miktarı, DPPH ve ABTS analiz sonuçlarının bu nedenlere bağlı olduğu düşünülmektedir. Analiz sonuçlarına bakıldığı zaman şunları söyleyebiliriz; mikroorganizmaların şekeri kullanmaya başlamasıyla birlikte şeker miktarında bir düşüş meydana gelebilmekte ve bu düşüş briks değerlerindeki düşüşü destekler nitelikte olduğu, depolama süresinin artmasıyla birlikte ,fermantasyonun ilerlemesi şeker miktarındaki düşüş ile asitlikte de bir artış meydana getirebileceği düşünülmektedir. Donmuş muhafaza sırasında hücre konsantrasyonu artacağı için, suyun hacminde bir artış katı madde miktarında bir azalışın olabileceği bilinmektedir. Bu durumun da, kuru madde miktarındaki azalışın nedenini destekler nitelikte olduğu düşünülmektedir.

Hint inciri meyve suyunun yapılan analiz sonuçlarına göre sıkıldıktan sonra herhangi bir işlem görmeden -18°C'de depolanması sonucunda bazı fiziksel, kimyasal özellikler ile antioksidan kapasitesinde düşüşler tespit edilmesine rağmen taze meyve suyunun 1 ay boyunca tüketime uygun değerler gösterdiği tespit edilmiştir. Hint inciri meyve suyuna soğuk sıkım tekniği kullanılarak vitamin, mineral gibi besin içerikleri korunarak tüketiciye kaliteli bir ürün sunulmasına yardımcı olunabilir.

Eğer meyve suyu depolanarak tüketiciye sunulacak ise; meyve suyunun yüksek hidrostatik basınç ve ultrasonik işlemlere tabi tutularak saklanması, depolama süresini, fiziksel ve kimyasal özellikleri ile antioksidan kapasitesini olumlu yönde etkileyeceği düşünülmektedir. Hint inciri meyvesinin Akdeniz bölgesinde fazla miktarda yetişmesi ve besin içeriği zengin olan bu meyvenin ülkemizde ticari bir ürüne işlenmemesi nedeniyle bu meyve ilgi ilgili araştırmaların detaylı olarak yapılması önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

- Abidi, S.; Ben Salem, H.; Vasta, V.; Priolo, A.** (2009). Supplementation with barley or spineless cactus (*Opuntia ficus indica* f. *inermis*) cladodes on digestion, growth and intramuscular fatty acid composition in sheep and goats receiving oaten hay. *Small Rumin. Res.* 87, 9–16.
- Ahmad, A.; Davies, J.; Randall, S.; Skinner, G.R.B.** (1996). Antiviral properties of extract of *Opuntia streptacantha*. *Antivir. Res.* 30, 75–85.
- Ahmed, M.S.; Tanbouly, N.D.E.; Islam, W.T.; Sleem, A.A.; Senousy, A.S.E.** (2005). Antiinflammatory flavonoids from *Opuntia dillenii* (Ker-Gawl) Haw. flowers growing in Egypt. *Phytother. Res.* 19, 807–809.
- Alimi, H.; Hfaiedh, N.; Bouoni, Z.; Hfaiedh, M.; Sakly, M.; Zourgui, L.; Rhouma, K.B.** (2010). Antioxidant and antiulcerogenic activities of *Opuntia ficus indica* f. *inermis* root extract in rats. *Phytomedicine*, 17, 1120–1126.
- Altan D.D.** (2014). Kuşburnu Meyvesinin Geleneksel Yöntemle Meyve Suyuna İşlenmesi Aşamalarında Antioksidan Kapasite Değişiminin İncelenmesi, Namık Kemal Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s32.
- Ammar, I.; Ennouri, M.; Khemakhem, B.; Yangui, T.; Attia, H.** (2012). Variation in chemical composition and biological activities of two species of *Opuntia* flowers at four stages of flowering. *Ind. Crop. Prod.* 37, 34–40.
- Anonim** (2009). Dondurulmuş Sebze ve Meyve Üretimi. *Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi, Gıda Teknolojisi*, Ankara.
- Apak, R.** (2005). Gıda maddelerinde toplam antioksidan kapasite tayin yöntemleri arasında Cu(II) indirgeyici antioksidan kapasite CUPRAC. *XIX. Ulusal Kimya Kongresi*, Kuşadası, 30 Eylül-4 Ekim.
- Arena, E., Fallico, B. and Maccarone, E.** (2001). Evaluation of antioxidant capacity of blood orange juices as influenced by constituents, concentration process and storage. *Food Chemistry*, Cilt:74, pp. 423-427.
- Arora, A., Nair, M.G. and Strasburg, G.M.** (1988). Structure activity relationships for antioxidant activities of a series of flavonoids in a liposomal system. *Free Radical Biology and Medicine*, 24, 1355-1363.
- Askar, A. and S.K. El-Samahy** (1981). Chemical composition of prickly pear fruits. *Deutsche Lebensmittelrundschaу* 77: 279-281.
- Bakan A** (2012). Meyve sularında raf ömrü süresince antioksidan aktivite ve kalite değişimi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Bakker, J., P. Pridle, C.F. Timberlake** (1986). Tristimulus Measurements (CIELAB 76) of Portwine Colour. *Vitis*. 25: 67-78.
- Barbera, G., Inglese, P., La Mantia, T.** (1994). Influence of seed content on the some characteristics of the fruit of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* Mill.). *Scientia Horticulturae* 58:161-165.

- Barbera, G., Inglese, P., Pimienta-Barrios, E.** (1995). Agro-Ecology Cultivation and Uses of Cactus Pear. FAO Plant Production and Protection Paper No. 132, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Bensadón, S.; Hervert-Hernández, D.; Sáyago-Ayerdi, S.G.; Goñi, I.** (2010). By-Products of *Opuntia ficus-indica* as a Source of Antioxidant Dietary Fiber. *Plant Food Hum. Nutr.* 65, 210–216.
- Blando, F., Gerardi, C. and Nicoletti I.** (2004). Sour cherry anthocyanins as ingredients for functional foods. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 5, 253-258.
- Butera, D., Tesoriere, L., Di Gaudio, F., Bongiorno, A., Allegra, M., Pintaudi, A.M., Kohen, R., and M.A. Livrea** (2002). Antioxidant activities of Sicilian prickly pear (*Opuntia ficus indica*) fruit extracts and reducing properties of its betalains: betanin and indicaxanthin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50: 6895-6901.
- Cabrita, L., Fossen, T. and Anderson, O.M.** (2000). Colour and stability of the six common anthocyanidin 3-glucosides in aqueous solutions. *Journal of Food Science*, 68, 101-107.
- Cantwell, M., Rodriguez-Felix, A., Rables-Contreras, F.** (1992). Postharvest physiology of prickly pear cactus stems. *Scientia Horticulturae* 50:1-9.
- Cantwell, M., Rodriguez-Felix, A., Rables-Contreras, F.** (1992). Postharvest physiology of prickly pear cactus stems. *Scientia Horticulturae* 50:1-9.
- Cao, G., Prior, R. L.** (1999). The measurement of oxygen radical absorbance capacity in biological samples, *Methods in Enzymology* 299, 50-62.
- Carle R., Markus R. Moßhammer, Florian C. Stüntzing** (2006). Cactus Pear Fruits (*Opuntia* spp.): A Review of Processing Technologies and Current Uses. Hohenheim University, Germany.
- Cassano A., Conidi C., Drioli E.** (2010). Physico-chemical parameters of cactuspear (*Opuntia ficus-indica*) juice clarified by microfiltration and ultrafiltration process, *Desalination* 1101-1104
- Castellar, M.R., Obón, J.M., Alacid, M., and J.A. Fernández-López** (2003). Color properties and stability of betacyanins from *Opuntia* fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 2772-2776.
- Castillo, S.L.; Heredia, N.; Contreras, J.F.; García, S.** (2011). Extracts of edible and medicinal plants in inhibition of growth, adherence, and cytotoxin production of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli*. *J. Food Sci.* 76, M421–M426.
- Cemeroğlu B.** (2009). Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi 2. cilt Meyve ve Sebzelerin Dondurularak Muhafaza Edilmeleri, 37-166.
- Cemeroğlu, B.** (2005). Gıda Mühendisliğinde Temel İşlemler, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No:29, Ankara.
- Cemeroğlu, B.,** (2007). Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:34. Bizim Büro Basımevi, 535s, Ankara
- Cemeroğlu, B., Yemencioğlu, A. ve Özkan, M.** (2004). Meyve ve sebzelerin bileşimi. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, Cilt I, Cemeroğlu, B. (ed.), s. 1-188, Bizim Büro Basımevi, Ankara.
- Chandra, A., Nair, M. G. and Iezzoni, A.F.** (1993). Isolation and Stabilization of Anthocyanins from Tart Cherries (*Prunus cerasus* L.) *J. Agrlc. Food Chem.* 47, 1062-1065

- 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, 796–803.
- Clark, W.D.; Brown, G.K.; Mays, R.L.** (1980). Flower flavonoids of *Opuntia* subgenus *Cylindropuntia*. *Phytochemistry.* 19, 2042–2043.
- Coşkuner, Y., Türker, N., Ekiz, H.I., 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):261-263.
- Cruz-Cansino N. S., Ramirez-Moreno E., Leon-Rivera J.E., Delgado-Olivares L., Alanis-Garcia E., Ariza-Ortega J.A., Manriquez-Torres J.J., Jaramillo-Brustos D.P.** (2015). Shelf life, physicochemical, microbiological and antioxidant properties of purple cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) juice after thermoultrasound treatment, *Ultrasonics Sonochemistry, Mexico* 277-286.
- Çimen M.B.Y.** (1999). Flavonoidler Ve Antioksidan Özellikleri, *T Klin J Med Sci* 1999, 19:296-304.
- Çoruh M.O.** (2014). Kırmızı Lahana Antosiyaninlerinin Mika/Titanya Özel Etki Pigmentleri Üzerine Çöktürülmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- D’Hallewin, G., Mulas, M.** (1997). Fruit quality of four cactus pear (*Opuntia ficus-indica* Mill.) cultivars as influenced by irrigation. In Proceedings of III. International Congress on Cactus Pear and Cochenille, *Acta Horticulturae* pp. 115-121.
- Damar İ.** (2010). Vişne Suyunun Antosiyanin Profili Ve Antioksidan Kapasitesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- De Leo, M.; Abreu, M.B.D.; Pawlowska, A.M.; Cioni, P.L.; Braca, A.** (2010). Profiling the chemical content of *Opuntia ficus-indica* flowers by HPLC–PDA-ESI-MS and GC/EIMS analyses. *Phytochem. Lett.* 3, 48–52.
- Demiray, E. ve Tülek, Y.** (2010). Donmuş Muhafaza Sırasında Meyve ve Sebzelere Oluşan Kalite Değişimleri. *Akademik Gıda*, 8, 36-44s.7
- Duru B., Türker N.** (2005). Changes in Physical Properties and Chemical Composition of Cactus Pear (*Opuntia ficus-indica*) During Maturation. University of Mersin, Food Engineering 33342 Mersin.
- Ekşi, A.** (1993). Gıdalarda Kimyasal Bileşim Değişimleri ve Kontrolü. I. Uluslararası Gıda Sempozyumu. Bursaç 89-96 s.
- Ekşi, A.** (2006). Antioksidan kaynağı olarak meyve suyu ve meyve nektarı. *Dünya Gıda.* Vol.11(6), s.85-88
- El Kossori, R.L.; Villaume, C.; El Boustani, E.; Sauvaire, Y.; Méjean, L.** (1998). Composition of pulp, skin and seeds of prickly pears fruit (*Opuntia ficus indica* sp.). *Plant Food Hum. Nutr.* 52, 263–270.
- El-Mostafa K., El Kharrassi Y., Badreddine A., Andreoletti P., Vamecq J., Kebbaj M.H.S.E., Latruffe N., Lizard G., Nasser B., Cherkaoui-Malki M.** (2014). Nopal Cactus (*Opuntia ficus-indica*) as Source of Bioactive Compounds for Nutrition, Health and Disease, *Molecules* 190914879.
- Ennouri, M.; Evelyne, B.; Laurence, M.; Hamadi, A.** (2005). Fatty acid composition and rheological behaviour of prickly pear seed oils. *Food Chem.* 93, 431–437.
- Espinosa, J., Borrocal, R., Jara, M., Zorrilla, C., Zanabria, C., and J. Medina** (1973). Quelques propriétés et essais préliminaires de conservation des

- fruits et du jus de figue de barbarie (*Opuntia ficus indica*). *Fruits* 28: 285-289.
- Felix, A.R., Ochoa, M.A.V.** (1998). Postharvest handling of cactus leaves (Nopalitos). In *Proceedings of International Symposium, Cactus Pear and Nopalitos Processing and Uses* (pp. 7), Santiago, Chile.
- Felker, P., del C. Rodriguez, S., Casoliba, R.M., Filippini, R., Medina, D., R. Zapata** (2005). Comparison of *Opuntia ficus-indica* varieties of Mexican and Argentine origin for fruit yield and quality in Argentina. *Journal of Arid Environments* 60: 405-422.
- Felker, P., Soulier, C., Leguizamon, G., and J.A. Ochoa** (2002). A comparison of the fruit parameters of 12 *Opuntia* clones grown in Argentina and the United States. *Journal of Arid Environments* 52: 361-370.
- Fellers, P.J.** (1988). Shelf life and quality of freshly squeezed, unpasteurized, polyethylene- bottled citrus juice, *Journal of Food Science*, 53(6), 1699-1703.
- Fernández-López, J.A.; Almela, L.; Obón, J.M.; Castellar, R.** (2010). Determination of Antioxidant Constituents in Cactus Pear Fruits. *Plant Food Hum. Nutr.* 65, 253–259.
- Feugang, J.M., Konarski, P., Zou, D., Stintzing, F.C., and C. Zou** (2006). Nutritional and medicinal use of cactus pear (*Opuntia* spp.) cladodes and fruits. *Frontiers in Bioscience* 11: 2574-2589.
- 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*). *Journal of Chromatography* 593:177-183.
- Galati, E.M.; Mondello, M.R.; Lauriano, E.R.; Taviano, M.F.; Galluzzo, M.; Miceli, N.** (2005). *Opuntia ficus indica* (L.) Mill. fruit juice protects liver from carbon tetrachloride-induced injury. *Phytother. Res.* 19, 796–800.
- Galati, E.M.; Mondello, M.R.; Monforte, M.T.; Galluzzo, M.; Miceli, N.; Tripodo, M.M.** (2003). Effect of *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. cladodes in the wound-healing process. *J. Prof. Assoc. Cactus Dev.* 5, 1–16.
- Gallegos-Infante, J.-A.; Rocha-Guzman, N.-E.; González-Laredo, R.-F.; Reynoso-Camacho, R.; Medina-Torres, L.; Cervantes-Cardozo, V.** (2009). Effect of air flow rate on the polyphenols content and antioxidant capacity of convective dried cactus pear cladodes (*Opuntia ficus indica*). *Int. J. Food Sci. Nutr.* 60, 80–87.
- Garzon, G.A., Wrolstad, R.E.** (2001). The stability of pelargonidin based anthocyanins at varying water activity. *Food Chemistry*, 75: 185-196
- Gharby, S.; Harhar, H.; Guillaume, D.; Haddad, A.; Matthäus, B.; Charrouf, Z.** (2011). Oxidative stability of edible argan oil: A two-year study. *LWT-Food Sci. Technol.* 44, 1–8.
- Ginestra, G.; Parker, M.L.; Bennett, R.N.; Robertson, J.; Mandalari, G.; Narbad, A.; Lo Curto, R.B.; Bisignano, G.; Faulds, C.B.; Waldron, K.W.** (2009). Anatomical, Chemical, and Biochemical Characterization of Cladodes from Prickly Pear [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.]. *J. Agric. Food Chem.* 57, 10323–10330.
- Gonçalves, B., Landbo, A. K., Knudsen, D., Silva, A. P., Moutinho-Pereira, J., Rosa, E. and Meyer, A. S.** (2004). Effect of Ripeness and Postharvest Storage on the Phenolic Profiles of Cherries (*Prunus avium* L.) *J. Agric. Food Chem.*, 52, 523-530.

- Guevara-Figueroa, T.; Jiménez-Islas, H.; Reyes-Escogido, M.L.; Mortensen, A.G.; Laursen, B.B.; Lin, L.-W.; de León-Rodríguez, A.; Fomsgaard, I.S.; Barba de la Rosa, A.P.** (2010). Proximate composition, phenolic acids, and flavonoids characterization of commercial and wild nopal (*Opuntia* spp.). *J. Food Compos. Anal.* 23, 525–532.
- Gurrieri, S., Micelli, L., Lanza, C.M., Tomaselli, F., Bonomo, R.P., Rizzarelli, E.** (2000). Chemical characterization of Sicilian prickly pear (*Opuntia ficus indica*) and perspectives for the storage of its juice. *Journal of Agricultural Food and Chemistry* 48:5424-5431.
- Gülçin, İ.** (2005). Antioxidant activity of caffeic acid (3,4-dihydroxycinnamic acid). *Toxicology.* 217, 213-220.
- Huang, D., Ou, B. and Prior, R.L.** (2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 1841-1856.
- Hudson, B.** (1990). *Food Antioxidants*, Elsevier Science, USA, pp 173-188.
- Inglese, P., Basile, F., and M. Schirra** (2002) . Cactus pear fruit production. In *Cacti: Biology and Uses*; P.S. Nobel, Ed.; University of California Press: Berkley and LA, CA; London, England, pp 163-183.
- Jorge, A.J.; de La Garza, T.H.; Alejandro, Z.C.; Ruth, B.C.; Noé, A.C.** (2013). The optimization of phenolic compounds extraction from cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) skin in a reflux system using response surface methodology. *Asian Pac. J. Trop. Biomed.* 3, 436–442.
- Joubert, E.** (1993). Processing of the fruit of five prickly pear cultivars grown in South Africa. *International Journal of Food Science Technology* 28:377-387.
- Karafakoğlu, Y.S.** (2004). Tütün çalışanlarında oksidan-antioksidan durum. *The Medical Journal of Kocatepe*, 5,7.
- Kasnak C., Toğrul H., Çağlar A.** (2013). Bireysel Hızlı Dondurma Tekniği ile Dondurulmuş Vişnelerde Depolama Süresince Yapısal Değişimler. Afyon Kocatepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü, 03200
- Kaur, M.; Kaur, A.** (2012). Sharma, R. Pharmacological actions of *Opuntia ficus indica*: A Review. *J. Appl. Pharm. Sci.* 2, 1.
- Keleştemur, G. T., Özdemir, Y.** (2011). Balıklarda antioksidan savunma ve oksidatif stres, *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 4(1), 69-73.
- Khan, N.S.; Ahmad, A.; Hadi, S.M.** (2004). Anti-oxidant, pro-oxidant properties of tannic acid and its binding to DNA. *Chem. Biol. Interact.* 125, 177–189.
- Kırca, A.** (2004). Siyah havuç antosiyaninlerinin bazı meyve ürünlerinde ısıl stabilitesi. Yüksek lisans tezi (basılmamış). Ankara Üniversitesi, 109 s., Ankara.
- Kuti, J.O.** (1992). Growth and compositional changes during the development of prickly pear fruit. *Journal of Horticultural Science* 67(6):861-868.
- Kuti, J.O.** (2004). Antioxidant compounds from four *Opuntia* cactus pear fruit varieties. *Food Chem.* 85, 527–533.
- Kuti, J.O., Galloway, C.M.** (1994). Sugar composition and invertase activity in prickly pear fruit. *Journal Food Science* 59(2):387-393.
- Lee, J.-A.; Jung, B.-G.; Lee, B.-J.** (2012). Inhibitory effects of *Opuntia humifusa* on 7, 12-dimethylbenz[a]anthracene and 12-*O*-tetradecanoylphorbol-13-acetate induced two-stage skin carcinogenesis. *Asian Pac. J. Cancer Prev.* 13, 4655–4660.

- MacDonald-Wicks, L.K., Wood L.G and Garg, M.L.** (2006). Methodology for the determination of biological antioxidant capacity in vitro: a review, *J. Sci. Food Agric.*, 86, 2046-2056.
- M. Yahia E., Mondragon-Jacobo** (2011). Nutritional components and anti-oxidant capacity of ten cultivars and lines of cactus pear fruit (*Opuntia spp.*), *Food Research International*, 2311-2318.
- Mathew, S. and Abraham, T.E.** (2006). Studies on the antioxidant activities of cinnamon (*Cinnamomum verum*) bark extracts, through various in vitro models, *Food Chemistry*, 94, 520-528.
- Mazza, G. and Brouillard, R.** (1990). The mechanism of co-pigmentation of anthocyanins in aqueous solutions. *Phytochemistry*, 29(4), 1097-1102.
- Medina, E.M.D.; Rodríguez, E.M.R.; Romero, C.D.** (2007). Chemical characterization of *Opuntia dillenii* and *Opuntia ficus indica* fruits. *Food Chem*, 103, 38–45.71. Ayadi, M.A.; Abdelmaksoud, W.; Ennouri, M.; Attia, H. Cladodes from *Opuntia*.
- Megep (Mesleki Eğitim Ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi)**, (2007). Gıdalarda Nem ve Toplam Kuru Madde Tayini, Gıda Teknolojisi Föyü, Ankara.
- Megep (Mesleki Eğitim Ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi)**, (2007). Gıdalarda Toplam Şeker Tayini, Gıda Teknolojisi Föyü, Ankara.
- Memişoğulları, R.** (2005). Diyabette Serbest Radikallerin Rolü ve Antioksidanların Etkisi, *Düzce Tıp Fakültesi Dergisi*, 3, 30-39.
- Merin, U., Gagel, S., Popel, G., Bernstein, S., Rosenthal, I.** (1987). Thermal degradation kinetics of prickly pear fruit red pigment. *Food Science* 52:485-486.
- Mizrahi, Y., Nerd, A., and P.S. Nobel** (1997). Cacti as Crops. *Horticultural Reviews* 18: 291- 320.
- Mohamed-Yasseen, Y., Barringer, S. A., and W.E. Splittstoesser** (1996). A note on the uses of *Opuntia spp.* in Central/North America. *Journal of Arid Environments* 32: 347-353.
- Moßhammer, M.R, Stintzing, F.C., and R. Carle** (2005a). Development of a process for the production of a betalain-based colouring foodstuff from cactus pear. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 6: 221-231.
- Moßhammer, M.R., Stintzing, F.C., and R. Carle** (2006a). Evaluation of different methods for the production of juice concentrates and fruit powders from cactus pear. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*: in press.
- Moussa-Ayoub, T.E.; El-Samahy, S.K.; Kroh, L.W.; Rohn, S.** (2011). Identification and quantification of flavonol aglycons in cactus pear (*Opuntia ficus indica*) fruit using a commercial pectinase and cellulase preparation. *Food Chem.* 124, 1177–1184.
- Nassar, A.G.** (2008). Chemical composition and functional properties of prickly pear (*Opuntia ficus indica*) seeds flour and protein concentrate. *World J. Dairy Food Sci.*3, 11–16.
- Nerd, A., Gutman, F., Mizrahi, Y.** (1999). Ripening and postharvest behaviour of fruits of two *Hylocereus* species (Cactaceae). *Postharvest Biology and Technology* 17:39-45.

- Nobel, P.S., Russell, C.E., Felker, P., Medina, J.G., Acuna, E.** (1987). Nutrient relations and productivity of prickly pear cacti. *Agronomy Journal* 79:550-555.
- Ochoa M.J.; Cayupan Y.S.C. ; Nazareno M.A.** (2011). Health-promoting substance and antioxidant properties of *Opuntia* sp. Fruits. Changes in bioactive-compound contents during ripening process. *Food Chemistry*, 514-519.
- Ortiz-Laurel, H. and S.J. Mendez-Gallegos** (2000). Production of melcocha and queso de tuna from cactus pear fruit in the centre of Mexico. *Food Chain* 26: 20-21.
- Osorio-Esquivel, O.; Alicia-Ortiz-Moreno; Álvarez, V.B.; Dorantes-Álvarez, L.; Giusti, M.M.** (2011). Phenolics, betacyanins and antioxidant activity in *Opuntia joconostle* fruits. *Food Res. Int.* 44, 2160–2168.
- Öztaş T.** (2006). Mor Havuç, Konsantresi, Şalgam Suyu, Nar Suyu Ve Nar Ekşisi Ürünlerinde Antioksidan Aktivitesi Tayini Ve Fenolik Madde Profilinin Belirlenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Özyurt, D.** (2005). Toplam flavonoid miktarının geliştirilen spektrofotometrik yöntem ile tayini. *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Paiz, R.C.; Juárez-Flores, B.I.; Aguirre, R.J.R.; Cárdenas, O.C.; Reyes, A.J.A.; García, C.E.; Álvarez, F.G.** (2010). Glucose-lowering effect of xocostle (*Opuntia joconostle* A. Web. Cactaceae) in diabetic rats. *J. Med. Plants Res.* 4, 2326–2333.
- Piga, A.** (2004). Cactus pear: A fruit of nutraceutical and functional importance. *J. Prof. Assoc. Cactus Dev.* 6, 9–22.
- Pokorny, J., Yanishlieva, N. And Gordon, M.** (2001). Antioxidants in food, CRC Press, USA.
- Prakash, A.** (2001). Antioxidant activity. *Medallion Laboratories Analytical Progress.* 19(2); www.medlabs.com/file.aspx.
- Prior, R. L., Wu, X., Schaich, K.** (2005), Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements, *J. Agric. Food Chem.*, 53, 4290-4302.
- Ramadan, M.F.; Moersel, J.-T.** (2003). Lipid profile of prickly pear pulp fractions. *J. Food Agric. Environ.* 1, 66–70.
- Ramadan, M.F.; Mörsel, J.-T.** (2003). Oil cactus pear (*Opuntia ficus-indica* L.). *Food Chem.* 82,339–345.
- Ramadan, M.F.; Mörsel, J.-T.** (2003). Recovered lipids from prickly pear [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill] peel: A good source of polyunsaturated fatty acids, natural antioxidant vitamins and sterols. *Food Chem.* 83, 447–456.
- Ratnam, D. V., Ankola, D.D., Bhardwaj, V., Sahana, D.K., Kumar, M.N.V. R.** (2006). Role of antioxidants in prophylaxis and therapy: A pharmaceutical perspective, *Journal of Controlled Release*, 113, 189–207.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice- Evans, C.A.** (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26, 1231–1237.

- Redhead, J.** (1990). Utilization of tropical foods: fruits and leaves. FAO Food and Nutrition Paper No: 47/7. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Retamal, N., Duran, J.M., Fernandez, J.** (1987). Seasonal variations of chemical composition in prickly pear (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 38:303-311.
- Rickman, C.J., Barrett, D. M., Bruhn, M. C.** (2007). Nutritional comparison of fresh, frozen and canned fruits and vegetables. Part 1. Vitamins C and B and phenolic compounds. *Journal of Science of Food and Agriculture* 87: 930-944.
- Rival, S.G., Boerriu, C.G. and Wichers, H.J.** (2001). Caseins and casein hydrolysates antioxidative properties and relevance to lipoxygenase inhibition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 295-302.
- Roginsky, V. And Lissi, E.A.** (2005). Rewives of methods to determine chainbreaking antioxidant activity in food. *Food Chemistry*, 92, 235-254.
- Saenz, H.C.** (1995). Food manufacture and by-products, Barbera, G., Inglese, P. and Barrios, P. (ed.), In agro ecology and uses of cactus pear, FAO Plant Production and Protection Paper No. 132. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, p. 132-137-142.
- Sáenz-Hernández, C., Corrales-Garcia, J., and G. Aquino-Pérez** (2002). Nopalitos, mucilage, fiber, and cochineal, in: Nobel, P.S. (Ed.), *Cacti. Biology and Uses*, University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London, pp. 211-234.
- Scalzo, R.L.** (2008), organic acids influence on DPPH scavenging by ascorbic acid, *Food Chem.*, 107, 40-43.
- Saldamli, İ. (ed.)** (2005). *Gıda Kimyası*. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 2. baskı. 587 s. Hacettepe Üniversitesi Hastaneleri Basımevi. Ankara.
- Sawaya, W.N., Khan, P.** (1982). Chemical characterization of prickly pear seed oil, *Opuntia ficus-indica*. *Journal of Food Science* 47(6):2060-2061.
- Sawaya, W.N., Khatchadourian, H.A., Safi, W.M., Al-Muhammad, H.M.** (1983). Chemical characterization of prickly pear pulp, *Opuntia ficus-indica*, and the manufacturing of prickly pear jam. *Journal of Food Technology* 18:183-193.
- Schaffer, S.; Schmitt-Schillig, S.; Müller, W.E.; Eckert, G.P.** (2005). Antioxidant properties of Mediterranean food plant extracts: Geographical differences. *J. Physiol. Pharmacol.* 56 (Suppl. S1), 115–124.
- Sellapan, S., Akoh, C.C., Krewer, G.** (2002). Phenolic compounds and antioxidant capacity of Georgia grown blueberries and blackberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 2432-2438.
- Sepúlveda, E. and C. Sáenz** (1990). Chemical and physical characteristics of prickly pear (*Opuntia ficus-indica*). *Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos* 30: 551-555.
- Sepúlveda, E., C. Sáenz, and M. Alvarez** (2000). Physical, chemical and sensory characteristics of dried fruit sheets of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.) and quince (*Cydonia oblonga* Mill.). *Italian Journal of Food Science* 1: 47-54.
- Singleton VI, Orthofer R, Lamuela-Raventos Rm.** (1999). Analysis Of Total Phenols And Other Oxidation Substrates And Antioxidants By Means Of Folin-Ciocalteau Reagent. *Methods Enzymol*, 299,152-178.)

- Singleton V.L., Rossi J.A.** (1965): "Colorimetry Of Total Phenolics With Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents." *American Journal Of Enology And Viticulture*, 16, 144-158.
- Siddhuraju, P. and Becker, K.** (2006). Antioxidant and free radical scavenging activities of processed cowpea (*vigna unguiculata L. walp.*) seed extracts. *Food Chemistry*. 101, 10-19.
- Skrede, G.** 1996. Fruits. In *Freezing Effects on Food Quality*, Edited by E.J. Lester, Marcel Dekker Inc., New York. pp 183-245.
- Stintzing, F.C. and R. Carle** (2005). Cactus stems (*Opuntia* spp.): A review on their chemistry, technology, and uses. *Molecular Nutrition and Food Research* 49: 175-194.
- Stintzing, F.C. and R. Carle** (2006). Cactus fruits – more than colour. *Fruit Processing* 16: 166-171.
- Stintzing, F.C., Schieber, A. and R. Carle** (2000). Cactus pear – a promising component to functional food. *Obst-, Gemüse- und Kartoffelverarbeitung/Fruit, Vegetable and Potato Processing* 85: 40-47.
- Stintzing, F.C., Schieber, A., and R. Carle** (2001). Phytochemical and nutritional significance of cactus pear. *European Food Research and Technology* 212: 396-407.
- Stintzing, F.C., Schieber, A., and R. Carle** (2003). Evaluation of colour properties and chemical quality parameters of cactus juices. *European Food Research and Technology* 216: 303-311.
- Strack, D.; Vogt, T.; Schliemann, W.** (2003). Recent advances in betalain research. *Phytochemistry*, 62, 247–269.
- Şengül Y.** (2014). Different Freezing And Thawing Methods Effect On Antioxidant And Physical Properties Of Pomegranate. Istanbul Technical University, Graduate School Of Science Engineering And Technology. S14
- Tokgöz, H., Gölükcü M., Toker R.** (2013). Kan Portakalı Suyunun Bazı Kalite Parametreleri Üzerine Işık, Ph, Depolama, Sıcaklık ve Süresinin Etkisi, Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, Cilt:8, No:3.
- Tomczyk, M.; Zovko-Končić, M.; Chrostek, L.** (2012). Phytotherapy of alcoholism. *Nat. Prod. Commun.* 7, 273–280.
- Trachtenberg, S.; Mayer, A.M.** (1982). Mucilage Cells, Calcium Oxalate Crystals and Soluble Calcium in *Opuntia ficus-indica*. *Ann. Bot.* 50, 549–557.
- Turfan Ö.** (2008). Nar Suyu Konsantresi Üretim Ve Depolama Sürecinde Antosiyaninlerdeki Değişimler. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Turker, N., Aksay, S. and Ekiz, H.I.** (2004). Effects of storage temperature on the stability of anthocyanins of a fermented black carrot (*Daucus carota var. L.*) beverage: shalgam. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 52, 3807-3813.
- Turker, N., Coskuner, Y., Ekiz, H.I., Aksay, S., Karababa, E.** (2001). The effects of fermentation on the thermostability of the yellow-orange pigments extracted from cactus pear (*Opuntia ficus indica*). *European Food Research and Technology* 12: 213-216.
- Uchoa, A.F.; Souza, P.A.S.; Zarate, R.M.L.; Gomes-Filho, E.; Campos, F.A.P.** (1998). Isolation and characterization of a reserve protein from the seeds of *Opuntia ficus-indica* (Cactaceae). *Braz. J. Med. Biol. Res.* 31, 757–761.

- Uyar, B., Karadağ, M., Şanlier, N., Günyel S.** (2013). Toplumumuzda Sıklıkla Kullanılan Bazı Bitkilerin Toplam Fenolik Madde Miktarının Saptanması. *Gıda* (2013) 38 (1):23-29.
- Valente, L.M.M.; da Paixão, D.; do Nascimento, A.C.; dos Santos, P.F.P.; Scheinvar, L.A.;Moura, M.R.L.; Tinoco, L.W.; Gomes, L.N.F.; da Silva, J.F.M.** (2010). Antiradical activity, nutritional potential and flavonoids of the cladodes of *Opuntia monacantha* (Cactaceae). *Food Chem.* 123, 1127–1131.
- Weiss, J., Nerd, A., Mizrahi, Y.** (1993). Vegetative parthenocarpy in the cactus pear (*Opuntia ficus-indica* Mill.). *Annals of Botany* 72:521-526.
- Wettasinghe, M., Bolling, B., Pihak, L., Xiao, H. and Parkin, K.** (2002). Phase II enzyme-inducing and antioxidant activities of beetroot (*beta vulgaris L.*) extracts from phenotypes of different pigmentation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 50, 6704-6709.
- Wrolstad, R.E.** (2004). Anthocyanin pigments-Bioactivity and coloring properties. *Journal of Food Science*, 69(5), C419–C421.
- Yang, N.; Zhao, M.; Zhu, B.; Yang, B.; Chen, C.; Cui, C.; Jiang, Y.** (2008). Anti- diabetic effects of polysaccharides from *Opuntia monacantha* cladode in normal and streptozotocin-induceddiabetic rats. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* 9, 570–574.
- Yang, R., Tsao, R.** (2003). Optimization of a new mobile to know the complex and real polyphenolic composition: Towards a tool phenolic index using high performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, 1018, 29-40.
- Yen, G.-C.; Duh, P.-D.; Tsai, H.-L.** (2002). Antioxidant and pro-oxidant properties of ascorbic acid and gallic acid. *Food Chem.* 79, 307–313.
- Yıldız, L., Başkan, K., Tütem, E., Apak, R.** (2008), Combined HPLCCUPRAC (cupric ion reducing antioxidant capacity) assay of parsley, celery leaves, and nettle, *Talanta*,77, 304–313.
- You, B.R.; Park, W.H.** (2010). Gallic acid-induced lung cancer cell death is related to glutathione depletion as well as reactive oxygen species increase. *Toxicol. In Vitro* , 24, 1356–1362.
- Yönel S.P.** (2009). Farklı Turunçgil Meyve Suyu Konsantreleri Katkısı İle Hazırlanan Trabzon Hurması Nektarı Üretiminin Optimizasyonu. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

İnternet kaynakları

Anonim (2015). [http://www.haberler.com/kaynana-dili-nin-dna-si-cikarildi-7607113-haberi/\(http://sapta-loka.tumblr.com/post/89283658228/1-juana-2-roja-pelona-3-cristalina](http://www.haberler.com/kaynana-dili-nin-dna-si-cikarildi-7607113-haberi/(http://sapta-loka.tumblr.com/post/89283658228/1-juana-2-roja-pelona-3-cristalina)
4,2015).(https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Indian_Fig__Opuntia_ficus-indica.jpg, 2015)

Anonim 1. Meyve ve Sebzelerin Dondurularak Muhafazası
www.food.hacettepe.edu.tr

Anonymous 2009. Web Sitesi: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cyanidin-3-glucosid.svg> Wikimedia commons. Erişim Tarihi: 11.09.2009.

Anonymous (2009). R&C Chemical. Web sitesi.
http://www.rdchemicals.com/chemicals.php?mode=details&mol_id=7984 Erişim Tarihi: 12.09.2009

Anonymous (2009). R&C Chemical. Web sitesi.
http://www.rdchemicals.com/chemicals.php?mode=details&mol_id=7980 Erişim Tarihi: 12.09.2009.



EKLER

EK-1Kullanılan Kimyasallar

D(+)-Saccharose (Carl Roth Marka-Art No: 4621.1/Change:362189673/EG-nr: 2003346)

(+)-6- Hydroxy-2,5,7,8- tetra-methyl charemane-2-carboxylic acid (Aldrich-Code:101281447/238813-256)

Pherolphthalein (Merck-1.07233.0100)

Methylenblau (Merck-1.15943.0100)

Copper(II) sulfate pentahydrate (Sigma-Aldrich-12849/Lot: SZBA2230)

McFarland Standard (BioMerieux-Lot: 1000636650/Ref:70900)

ABTS (AS30931-67-01/A1888-56)

Potasyum ferri siyanür (Düzey Lab)

Zinc acetate (Carlo Erba-493807/Batch Number:1C295051D)

Gallic Acid monohydrate (Sigma-Aldrich-27645-2506-R/Lot:SZBB0130V)

Zinc sulfate heptahydrate(Merck-1.08883.1000)

Potassium sodium tartrate tetrahydrate (Merck-1.08087.1000)

Sodium hydroxide (Sigma-Aldrich-06203/Lot:SZBA0260)

Etil Alkol (Düzey Lab/64-17-5)

Methanol (Merck-1.06009.2511)

2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (Sigma-Aldrich-D9132-1G/Lot:STBC5116V)

Sodium carbonate (Merck-1.06392.1000)

Folin –ciocalteu’s Phenolreagent (Merck-1.09001.0500)

Potasyum per sülfat (Merck-1.05091.0250)

Kullanılan Pipetler ve Markaları

Pipette 1000-5000 μ l (Lamtek)

Pipette 50-1000 μ l (AxyPET)

Pipette 20-200 μ l (Lampet)

Pipette 200 μ l (Research)



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Tuba Nil DENGİZ

Doğum Yeri ve Tarihi : Merzifon/07.02.1991

Yabancı Dili : İngilizce

İletişim (Telefon/e-posta) : 0 541 885 51 27/ tubanildengiz@gmail.com

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Suluova Şehit Metehan Atmaca Anadolu Lisesi

Lisans : Mustafa Kemal Üniversitesi

Yüksek Lisans : İstanbul Aydın Üniversitesi

Yayınları (SCI ve diğer) : İAÜD-Hint inciri(*Opuntia ficus-İndica*) Meyvesinden Meyve Suyu Eldesi Kimyasal ve Antioksidan Özelliklerinin İncelenmesi

Diğer konular

Hobiler: Gitar çalmak, ney üflemek, illüstrasyon yapmak

STAJ DENEYİMİ :

Temmuz – Ağustos 2012

Tatbak Gıda Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti.-İstanbul

Ar & Ge Laboratuvarına gelen numuneler işlenip incelenmiş.

Numune verileri incelenip raporlanmıştır.

Üretilen gıdaların yapım aşamaları tek tek görülmüştür.

YETENEKLER :

Bilgisayar : İşletim sistemleri olarak Windows

Ofis programları olarak MS Word , Excel , Power Point , Outlook ;

SERTİFİKALAR:

Gıda Mühendisliği 4. Öğrenci Kongresi
Sakarya Üniversitesi - 04.2013

Gençsen Geleceksin 5.0
Yazılım Ve İnovasyon Topluluğu - 05.2012

Cv Hazırlama Ve Mülakat Teknikleri
Kariyer.Net - 10.2011

Communication,Body Laguage And Interview Techniques

Nokta Akademi - 10.2011

Iso 9001:2008 Quality Management System Internal Auditor Education
Mec Certification - 05.2011

Iso 9001:2008 Kalite Tönetim Sistemi Temel Eğitimi
Mec Certification - 05.2011

Iso: 9001:2008 Kalite Yönetim Sistemi İç Denetçi Eğitimi
Mec Certification - 05.2011

Iso 19011 İç Denetçi Eğitimi
Mec Certification - 05.2011

Iso 22000:2005 Food Safety Management System Internal Auditor Education
Mec Certification - 05.2011

Iso 22000:2005 Food Safety Management System Basic Education
Mec Certification - 05.2011

2. Gıda Mühendisleri Öğrenci Kongresi
Erciyes Üniversitesi - 12.2010