

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BERRAK KAYISI SUYU ELDESİNDE BETA-KAROTEN
KAZANIMININ ARTTIRILMASI



EMİNE BETÜL AKALIN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

MALATYA

EYLÜL 2016

Tezin Başlığı: “Berrak Kayısı Suyu Eldesinde Beta-Karoten Kazanımının Arttırılması”

Tezi Hazırlayan: Emine Betül Akalın

Sınav Tarihi: 22.09.2016

Yukarıda adı geçen tez jürimizce değerlendirilerek Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Sınav Jüri Üyeleri

Tez Danışmanı: **Doç. Dr. Gökhan DURMAZ**

İnönü Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. İncilay GÖKBULUT

İnönü Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Bayram YURT

Bingöl Üniversitesi

Prof. Dr. H. İbrahim ADIGÜZEL

Enstitü Müdürü

ONUR SÖZÜ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Berrak Kayısı Suyu Eldesinde Beta-Karoten Kazanımının Arttırılması” başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün kaynakların, hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Emine Betül AKALIN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BERRAK KAYISI SUYU ELDESİNDE BETA KAROTEN KAZANIMININ ARTTIRILMASI

Emine Betül AKALIN

İnönü Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

75 + x sayfa

2016

Danışman: Doç. Dr. Gökhan DURMAZ

Bu çalışmada kayısı meyvesindeki β -karoten'in berrak kayısı suyu üretimi sırasında posadan su fazına geçiş düzeyini artırmak amacıyla yüzey aktif madde (YAM) ilavesinin etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla gıda katkısı olarak kullanımı mümkün olan ve farklı hidrofilik-lipofilik denge değerlerine sahip olan polisorbhatlar (Tween 20, Tween 40, Tween 60 ve Tween 80) kullanılmıştır. Bu maddelerin % 0.05-1.0 aralığındaki farklı oranları kullanılarak elde edilen berrak kayısı sularındaki β -karoten miktarı spektrofotometrik ve kromatografik (HPLC) metotla belirlenmiştir. Ekstraksiyon sırasında uygulanan ısıl işlemin süresi ve sıcaklığı, sıvılaştırıcı mayşe enzimi miktarı, dispersiyon yöntemleri gibi farklı parametrelerin karotenoid kazanımına etkisi tez kapsamında araştırılmıştır. Elde edilen mikroemülsiyonların partikül boyutu ve zeta potansiyeli dinamik ışık saçınımı ve lazerli doppler mikroeletroforez yöntemiyle belirlenmiştir. Berrak kayısı sularının toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasiteleri, Folin&Ciocalteus ve DPPH metotları ile belirlenmiştir. Berrak kayısı suyu eldesinde yapılan ön işlemlerin optimizasyonu amacıyla yapılan çalışmalarda, optimum ısıl işlem süre ve sıcaklığı 50 °C'de 30 dakika, optimum enzim miktarı ise % 0.05 olarak belirlenmiştir. Berrak meyve suyu eldesi öncesi boyut küçültmek amacıyla yüksek devirli parçalayıcı, yüksek basınçlı homojenizatör ve sonikatör kullanılmış, yüksek devirli parçalayıcı ile en yüksek β -karoten kazanımı sağlanmıştır. Farklı YAM'lerin karşılaştırıldığı çalışmalarda, en yüksek karotenoid kazanımının Tween-20 kullanılan örnekte gerçekleştiği görülmüştür. Artan YAM miktarının karotenoid kazanımında artışa sebep olduğu belirlenmiştir. YAM eklenerek elde edilen berrak kayısı sularında partikül boyutlarının mikroemülsiyon/nanoemülsiyon partikül boyutu aralığında (100-200 nm) olduğu gözlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELEER: Berrak kayısı suyu, β -karoten, Ekstraksiyon, Yüzey aktif madde

ABSTRACT

Master Thesis

ENHANCING BETA CAROTENE RECOVERY DURING CLEAR APRICOT JUICE PRODUCTION

Emine Betül AKALIN

İnönü University
Graduate School of Natural and Applied Science
Department of Food Engineering

75 + x pages

2016

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Gökhan DURMAZ

In this study the contribution of the surfactants on the passage of β -carotene from pulp to the clear apricot juice was investigated. With this aim, food-grade polysorbates (Tween 20, Tween 40, Tween 60 and Tween 80) having different lipophilic-hydrophilic balance value (HLB) were used. β -Carotene concentration was determined by spectrophotometer and HPLC in clear apricot juice obtained by the presence of various concentrations (0.05-1.0%) of these surfactants. The effect of some parameters such as temperature and time of the pre-heating, liquefaction enzyme concentration and dispersion method on carotenoid recovery during extraction were investigated. Particle size and zeta potential of the obtained microemulsions were measured by dynamic light scattering and laser doppler micro-electrophoretic methods, respectively. Total phenolic content and antioxidant capacity of clear apricot juices were determined by Folin&Ciocalteu and DPPH methods. According to the results of the optimisation of pretreatment parameters in the production of clear apricot juice, optimum temperature and time were determined as 30 min at 50 °C and enzyme concentration was 0.05%. For particle size reduction, high speed disperser, high pressure homogenisator and ultrasound homogenisator were used and the highest carotene recovery was obtained from high speed disperser. In this study among different surfactants used, Tween-20 gave the highest results. With the increasing rate of the surfactant, increasing carotenoid recovery was recorded. Particle size of clear apricot juices obtained via surfactant addition were measured to be in the range of micro/nano-emulsion (100-200 nm).

KEYWORDS: Clear apricot juice, β -carotene, Extraction, Surfactant

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın her aşamasında bilgisini, deneyimlerini, desteğini ve değerli zamanını benden esirgemeyen, danışman hocam Sayın Doç Dr. Gökhan DURMAZ' a;

Bölümümüzde mevcut olan her türlü imkandan faydalanmamı sağlayan İnönü Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü yöneticilerine, tüm öğretim üyelerine ve Sayın Ydr. Doç.Dr İncilay Gökbulut'a;

Çalışmalarım boyunca bana destek olan sevgili arkadaşlarım Arş. Grv. Hüseyin KARAKAYA, Arş. Grv. Hacer GÜRKAN, Fatma Sezer ÖZTÜRK ve Kübra TEKELİOĞLU' na;

Bu çalışmada kullandığım kayısı numunesini temin ettiğim Malatya Kayısı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne;

2016/21 nolu proje kapsamında bu çalışmayı destekleyen İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine;

2210-C Öncelikli Alanlara Yönelik Yurtiçi Yüksek Lisans Bursu ile bu çalışmayı destekleyen TÜBİTAK BİDEB Daire Başkanlığı'na;

Ve tüm varlıklarıyla bana güç vererek yaşamımı kolaylaştıran, maddi ve manevi desteğini her anımda yanımda hissettiğim sevgili aileme;

En içten dileklerimle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
1.GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ	4
2.1. Kayısı.....	4
2.1.1. Kayısı meyvesinin yapısı ve özellikleri.....	4
2.1.2. Kayısı tüketim şekilleri.....	7
2.1.3. Berrak kayısı suyu üretimi.....	8
2.1.4. Kayısının insan sağlığı üzerine etkileri	11
2.2. Karotenoidler	11
2.2.1. Karotenoidlerin yapısı ve özellikleri	12
2.2.2. β -karoten'in yapısı ve özellikleri.....	14
2.2.3. Karotenoidlerin insan sağlığı üzerine etkileri.....	16
2.3. Emülsiyon.....	16
2.3.1. Emülsiyonların bazı özellikleri.....	20
2.3.2. Yüzey aktif maddeler	23
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	28
3.1. Cihaz ve Malzemeler	28
3.1.1. Kullanılan kimyasallar.....	28
3.1.2. Kullanılan alet, ekipman, cihazlar	28
3.1.3. Materyal.....	29
3.2. Yöntem	29

3.2.1. Berrak kayısı suyu üretimi.....	29
3.2.2. Karotenoid kazanım düzeyinin belirlenmesi	30
3.2.3. Deney koşullarının optimizasyonu	31
3.2.4. Karotenoid analizleri	32
3.2.5. Toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite analizi.....	35
3.2.6. Mikroemülsiyonların partikül büyüklüğü ve yükü.....	37
3.2.7. İstatistiksel analiz	37
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	38
4.1. Deney Koşullarının Optimizasyonu	38
4.1.1. Enzim miktarının etkisi	38
4.1.2. Ekstraksiyon sırasında uygulanan ısı işlemin etkisi	40
4.1.3. Yüzey aktif madde çeşit ve miktarının etkisi	42
4.1.4. Farklı homojenizasyon metotlarının etkisi	47
4.2. Ekstraksiyon Etkinliğinin Değerlendirilmesi	50
4.3. HPLC ile Karotenoid Analizi	53
4.4. Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Analizi	57
4.4.1. Toplam fenolik madde analizi	57
4.4.2. Antioksidan aktivite tayini	57
4.5. Mikroemülsiyonların Partikül Büyüklüğü ve Yüğü	58
4.5.1. Mikroemülsiyon partikül boyutu	58
4.5.2. Mikroemülsiyonların partikül yükü.....	59
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	61
6. KAYNAKLAR	64
7. EKLER.....	72
8. ÖZGEÇMİŞ	75

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.	Karotenoidlerin kimyasal yapısı.....	12
Şekil 2.2.	Meyvelerde yaygın olarak bulunan karotenoidlerin kimyasal yapıları...	14
Şekil 2.3.	β -karotenin kimyasal yapısı.....	14
Şekil 2.4.	Parçacığın sıvıdaki iyonlarla etkileşiminin şematik gösterimi.....	21
Şekil 2.5.	Yüzey aktif maddenin yapısı.....	23
Şekil 2.6.	Misel oluşum şekilleri.....	25
Şekil 2.7.	Polisorbat çeşitlerinin yapısal formülleri.....	25
Şekil 3.1.	Yüzey aktif madde destekli berrak kayısı suyu eldesi basamakları.....	30
Şekil 3.2.	Su içerisinde mikroemülsiyeye β -karotenin kalibrasyon eğrisi.....	33
Şekil 3.3.	β -karotenin THF içerisindeki çözeltisinin kalibrasyon eğrisi.....	34
Şekil 3.4.	Toplam fenolik madde için çizilen Gallik asit kalibrasyon eğrisi.....	35
Şekil 3.5.	Antioksidan aktivite için çizilen Trolox kalibrasyon eğrisi.....	36
Şekil 4.1.	Enzim oranının karotenoid miktarı üzerine etkisi.....	38
Şekil 4.2.	50 °C sıcaklıktaki farklı ısıtma sürelerinin β -karoten kazanımına etkisi.....	40
Şekil 4.3.	Farklı ısıtma sürelerinin β -karoten kazanımına etkisi.....	41
Şekil 4.4.	Kontrol örneği ve T-20 içeren örnek.....	42
Şekil 4.5.	Farklı konsantrasyonlarda yüzey aktif madde kullanımının berrak kayısı suyundaki β -karoten kazanımına etkisi (I) T-20 (II) T-40 (III) T-60 (IV) T-80.....	43
Şekil 4.6.	Farklı miktar ve çeşitteki yüzey aktif madde kullanımının berrak kayısı suyundaki β -karoten kazanımına etkisi.....	44
Şekil 4.7.	Farklı oranlarda T-20 kullanımının berrak kayısı suyundaki β -karoten kazanımına etkisi.....	44
Şekil 4.8.	Yüzey aktif maddelerin ikili kombinasyonlarından elde edilen berrak kayısı suyunun β -karoten miktarları.....	45
Şekil 4.9.	T-20 - T-80 kombinasyonlarının berrak kayısı suyundaki β -karoten kazanımına etkisi.....	46
Şekil 4.10.	Homojenizasyon metotlarının uygulama süresinin β -karoten kazanımına etkisi (%0.5 T-20 varlığında) (I) Yüksek devirli parçalayıcı (II) Sonikasyon (III) Yüksek basınçlı homojenizasyon.....	48

Şekil 4.11.	Homojenizasyon yöntemlerinin kıyaslanması.....	50
Şekil 4.12.	% 0.5 yüzey aktif madde çeşitleri kullanılan kademeli ekstraksiyonun β -karoten kazanımına etkisi.....	51
Şekil 4.13.	THF ve T-20 kullanılan kademeli ekstraksiyonların β -karoten kazanımına etkisinin kıyaslanması.....	51
Şekil 4.14.	Yüzey aktif madde ile kademeli ekstraksiyon (I) 1. Ekstraksiyon (II) 2. Ekstraksiyon (III) 3. Ekstraksiyon (IV) 4. Ekstraksiyon.....	53
Şekil 4.15.	Yüzey aktif madde çeşit ve miktarları için β -karoten kromatogramları (I) T-20 (II) T-40 (III) T-60 ve (IV) T-80.....	54
Şekil 4.16.	% 0.5 oranlarında yüzey aktif madde çeşitleri kullanılan örnekler için çizilen (I) β -karoten ve diğer karotenoidlerin kromatogramları (II) diğer karotenoidlerin yakınlştırılmış kromatogramları.....	55
Şekil 4.17.	β -karoten pik alanı ve toplam karotenoid pik alanı arasındaki korelasyon.....	56
Şekil 4.18.	Berrak kaybı suyunun toplam fenolik madde miktarı üzerine yüzey aktif madde miktar ve çeşidinin etkisi.....	57
Şekil 4.19.	Berrak kaybı suyunun antioksidan aktivitesi üzerine yüzey aktif madde çeşit ve miktarının etkisi.....	58
Şekil 4.20.	Farklı konsantrasyon ve çeşitte yüzey aktif madde kullanılan örneklerin ortalama partikül çapı.....	59
Şekil 4.21.	% 0.05 T-20 kullanılan örneğinin ortalama partikül çapı.....	59
Şekil 4.22.	% 1.0 T-20 kullanılan örneğinin ortalama partikül çapı.....	59
Şekil 4.23.	Farklı konsantrasyon ve çeşitte yüzey aktif madde kullanılan örneklerin zeta potansiyeli.....	60
Şekil 4.24.	% 1.0 T-20 kullanılan örneğin emülsiyon zeta potansiyeli.....	60
Şekil 4.25.	Kontrol örneğinin emülsiyon zeta potansiyeli.....	60

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Kayısı ve kayısı ürünlerinin besin öğeleri (100 gr).....	6
Çizelge 2.2. Emülsiyonlar çeşitlerinin benzerlik ve farklılıkları.....	17
Çizelge 3.1. HPLC gradient koşulları.....	34
Çizelge 4.1. Yüzey aktif madde miktar ve çeşitlerinin numaralandırılması.....	56



SİMGELER VE KISALTMALAR

α	Alfa
β	Beta
γ	Gama
ϵ	Epsilon
ζ	Zeta potansiyeli
Σ	Sigma (Toplam Sembolü)
d.nm	Yarıçap nanometre
η	Viskozite
kHz	Kilohertz
μg	Mikrogram
μL	Mikrolitre
μm	Mikrometre
mPa	Megapascal
mV	Milivolt
nm	Nanometre
ppm	Parts per million (milyonda bir kısım)
rpm	Revolution per minute (dakikada devir sayısı)
W	Watt
ANOVA	Varyans (değişkenlik) analizi
Abs	Absorbans
CMC	Critical Micellar Concentration (Kritik Misel Konsantrasyonu)
DPPH	2,2- Diphenyl-1-picrylhydrazyl
DAD	Diode Array Dedektör
DATEM	diacetyl tartaric acid ester of mono- and diglycerides
FAO	Food and Agriculture Organization (Gıda ve Tarım Örgütü)
FAOSTAT	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FDA	Food and Drug Administration (Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi)
GAE	Gallik asit eşdeğeri

HLB	Hydrophilic-Lipophilic Balance (Hidrofilik-Lipofilik Denge)
HPLC	High Performance Liquid Chromatography (Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi)
IU	International Unit (Uluslararası Birim)
MeOH	Metanol
Na ₂ CO ₃	Sodyum karbonat
Span 80	Sorbitan monostearat
TEAC	Trolox eşdeğeri
T-20	Polioksietilen sorbitan monolaurat (Tween- 20)
T-40	Polioksietilen sorbitan monopalmitat (Tween- 40)
T-60	Polioksietilen sorbitan monostearat (Tween- 60)
T-80	Polioksietilen sorbitan monooleat (Tween- 80)
THF	Tetrahidrofuran
Trolox	6-Hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchromane-2-carboxylic Acid
USDA	United States Department of Agriculture (ABD Tarım Bakanlığı)
UV-VIS	Ultraviolet-Visible (Mor ötesi-Görünür bölge)
YAM	Yüzey aktif madde

1.GİRİŞ

Kayısı; duyuusal özellikleri ve içerdği şeker, lif, yağ asitleri, γ -karoten, β -karoten, likopen ve β -kriptoksantin gibi karotenoidler, kateşin, epikateşin, rutin, klorojenik ve neoklorojenik gibi fenolik bileşikler, pektin, vitaminler ve mineraller bakımından zengin bir meyvedir (Erdogan – Orhan ve Kartal, 2010).

Türkiye, 2013 FAO verilerine göre yıllık yaklaşık 812 bin ton yaş kayısı üretimi ile Dünya lideri durumundadır. Türkiye'yi 458 bin ton ile İran, 430 bin ton ile Özbekistan takip etmektedir. Bu üretim sonucu ülkemize giren döviz girdisi ise 101,8 milyon dolar civarındadır (FAOSTAT, 2015). Türkiye yaş kayısı üretiminin yaklaşık % 55'i, kuru kayısı üretiminin yaklaşık % 85'i Malatya'da gerçekleşmektedir (Ünal, 2015). Ülkemizde özellikle Malatya ili ve çevresinde yetiştirilen kayısılar, iklim ve toprak yapısı gibi sebeplerden dolayı kuru madde ve şeker oranı gibi kalite kriterleri bakımından üstün özelliklere sahiptir (Akın vd., 2008). Dünya ölçeğinde kayısı ile markalaşma yolunda olan Türkiye ve özelde Malatya yöresi için, kayısı ürün çeşitliliği ve kalitesinin artırılması bu önemli tarım ürününden ülkemiz yararına elde edilecek katma değerin artırılması bakımından oldukça büyük önem taşımaktadır. Bu ürünlerin besin değeri, raf ömrü, tüketici beğenisi gibi parametrelerini iyileştirmek, uzun vadede ülkemizin bu alandaki liderliğini pekiştirecektir. Çoğunlukla güneşte kurutulduktan sonra veya taze olarak tüketilen kayısıdan, endüstriyel ölçekte; meyve nektarı, reçel, marmelat, pekmez, pestil vb. gibi ürünler de elde edilmektedir. Kayısı üretimimizin önemli bir kısmı kuru kayısı olarak ihraç edilmekte ve yurtdışında raflarda yerini almaktadır. Ancak kayısı suyu, kayısı reçeli gibi endüstriyel ürünlerde maalesef aynı durum söz konusu değildir. Kalitesi tartışmasız olan kayısılarımız, yaş veya kuru kayısı olarak alındıktan sonra yurtdışında farklı ürünlere işlenmekte ve önemli düzeyde katma değer, ülkemiz ekonomisine kazandırılmamaktadır. Giderek artan miktarlarda üretimi yapılan kayısının değerlendirilmesi ve katma değeri yüksek ürünlere dönüştürülmesi için bilimsel bulgular ışığında çeşitli üretim proseslerinin tanımlanması gerekmektedir.

Sekiz adet izopren ünitesinden oluşan karotenoidler, suda hemen hemen hiç çözünmezken organik çözücülerde büyük oranda çözünebilen bileşiklerdir (Namitha ve Negi, 2010). Bitkilerde karotenoidler proteinlere bağlı halde kromoplastlarda etrafları bir membranla sarılmış durumda veya kloroplastta iç membrana tutunmuş bir şekilde bulunurlar (Mao vd., 2009). Bu membranlar fosfolipid yapısında olduğu için bitki canlı

iken veya bütünlüğü korunuyorken karotenoidlerin su fazında dağılımı gibi bir durum söz konusu değildir (Rich vd., 2003). Ancak meyve ve sebzeler parçalandığında bu membran yapıları bozulur ve doku parçalanması sonucu oluşan süspansiyonda, eğer ortamda yağ veya benzeri lipofilik bir faz yok ise, karotenoidler su içerisinde asılı halde bulunan katı parçacıklara tutunmuş halde bulunurlar. Dolayısıyla fiziksel bir işlemle su fazının ayrılması durumunda, karotenoidler büyük oranda bu partiküllerle birlikte posada kalırlar (Leoni vd., 2002). Meyve püreleri veya meyve sularında lipit türevi maddelerin miktarının oldukça düşük düzeyde olduğu düşünülürse, katı parçacıklardan arındırılan sulu ortamda karotenoidlerin dağılımını sağlamak için farklı stratejilerin uygulanması gerektiği açıktır.

Önemli bir karotenoid olan β -karoten, birçok meyve ve sebzede bulunan ve gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılan doğal bir renk pigmentidir. A vitamini öncülü olarak aktivite gösteren β -karoten, kardiyovasküler hastalıklara ve bazı kanser çeşitlerine yakalanma riskini azaltabilen bir antioksidan olarak insan vücudunda önemli bir role sahiptir. Bu özellikler β -karoten'i gıdalarda önemli fonksiyonlara sahip bir bileşen yapmaktadır. Fakat β -karoten; ısı, ışık ve oksijene karşı çok duyarlıdır ve hidrofobik yapısından dolayı sadece yağlar ve organik solventlerde çözünebilen, suda çözünürlüğü oldukça zayıf olan bir moleküldür (Hejri vd., 2013).

Kayısıdan elde edilen meyve suyu ve benzeri ürünlerden biri de berrak kayısı suyudur. Berrak kayısı suyu, meyve püresinde bulanıklık oluşturan fraksiyonların enzimatik olarak parçalanması, presleme ve ekstraksiyon işleminin uygulanması, ekstraksiyon sonucu oluşan turbiditeyi yok etmek için fiziksel ve kimyasal durultma işleminin uygulanması ve son olarak filtrasyon işleminin uygulanması sonucu elde edilen bir üründür (Siddiq, 2006).

Berrak kayısı suyu ve bundan elde edilen konsantre, direkt olarak tüketime sunulduğu gibi meyveli dondurma, yoğurt, şekerleme, meyveli süt, bebek mamaları ve karışık meyve suları gibi birçok ürünün formülasyonuna girebilen, yarı mamül olma özelliği taşıyan bir gıda maddesidir. Berrak kayısı suyu, katı parçacık içermemesinden dolayı bu gıdaların tekstürel özelliklerini ve ağızda bıraktığı hissi minimal düzeyde etkilemektedir.

Ancak berrak kayısı suyunda β -karoten miktarının kayısı meyvesine göre çok daha düşük düzeyde bulunması bu ürünün besinsel değerini olumsuz yönde

etkilemektedir. Son yıllarda, değeri katılmış veya değeri arttırılmış gıdalar konusunda ciddi bir hassasiyet ortaya çıkmıştır. Bu tez çalışmasında berrak kayısı suyunda β -karotenin varlığının arttırılması amacıyla yapılacak çalışmalar bu ürünün besinsel ve teknolojik değerinin iyileştirilmesine katkı sağlayacaktır.

Mikroemülsiyonlar temelde termodinamik olarak dayanıklı, izotropik olarak yüzey aktif madde ve/veya kosürfektant sayesinde stabilize olmuş yağ ve su gibi birbiri içinde karışmayan iki sıvının dispersiyonudur (Mehta ve Kaur, 2011). Noniyonik yüzey aktif maddelerle oluşturulan mikroemülsiyonlar iyonik yüzey aktif maddelerle oluşturulan mikroemülsiyonlardan daha etkilidir. Yüzey aktif maddenin yapısı, mikroemülsiyonların özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir (Thatai vd., 2015).

Bu çalışmada berrak kayısı suyu eldesinde, β -karoten moleküllerini, miseller içerisine alarak su içinde dağılımını sağlayan yüzey aktif maddelerle mikroemülsiyon oluşturularak β -karoten'in su fazına geçişi amaçlanmıştır. Yüzey aktif madde miktar ve çeşiti, ekstraksiyon öncesi uygulanan ısı işlemin süresi ve sıcaklığı, enzim miktarı, kayısı püresinde boyut küçültmek amacıyla uygulanan farklı homojenizasyon yöntemleri gibi farklı parametrelerin β -karoten kazanımına etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca elde edilen mikroemülsiyonların partikül büyüklüğü ve yükünü belirlemek amacıyla partikül boyutu ve zeta potansiyeli analizi gerçekleştirilmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Kayısı

Kayısı, insanoğlu tarafından üretilen en eski tarım ürünlerinden biridir ve kayısı meyvesi dünyanın hemen her kıtasında özellikle de ılıman iklime sahip bölgelerde yetiştirilmektedir (Southwick, 2003).

Kayısının kökeni Çin'in kuzey ve kuzeydoğu bölgelerine dayanmaktadır. Dünyada en çok kayısı üretimi; Türkiye, Akdeniz ülkeleri, Orta Asya, Rusya, ABD, İran, Irak, Afganistan, Pakistan ve Suriye' dendir (Raj vd., 2012). Türkiye'de kayısı, Doğu Karadeniz Bölgesi ve Doğu Anadolu'nun yüksek bölgeleri hariç tüm bölgelerde yetiştirilmektedir. Üretimin yaklaşık yarısı Malatya, Erzincan, Iğdır-Kağızman, İçel-Mut, Elazığ, Sivas, Kahramanmaraş, Kayseri, Niğde, Hatay ve Nevşehir gibi illerden sağlanmaktadır. Eşsiz ekolojisi ve toprağı sayesinde benzersiz tat ve aromaya sahip olan en kaliteli kayısı ise Malatya'da üretilmektedir. Türkiye, taze ve kuru kayısı üretiminde dünyanın önde gelen üreticilerinden biridir. Dünya kuru kayısı üretiminin % 65-70' i Malatya'dan sağlanmaktadır. Günümüzde taze kayısı ticaret hacmi kaydadeğer bulunmasa da yakın gelecekte bu potansiyelin arttırılması beklenmektedir (Ercişli, 2009).

2.1.1. Kayısı meyvesinin yapısı ve özellikleri

Kayısı; sert bir endokarp, etli bir mezokarp ve bir dış eksokarptan (zar) oluşan, üzeri tüylü, sarımsı – turuncu renkli, eriksi bir meyvedir (Southwick, 2003).

Kayısı, *Rosales* takımının *Rosaceae* familyasının *Prunus* cinsine ait bir bitkidir. *Prunus* L. cinsi *armeniaca* seksiyonu altında 8 tür bulunmaktadır: *P. ansu Maxima*, *P. armeniaca* L., *P. brigantiaca* Vill., *P. xdasycarpa* Ehrh., *P. holosericea* (Batal) Kost., *P. mandshurica* (Maxima.) Koehne, *P. mume* (Sieb.) Sieb. Et Zucc. ve *P. siberica* L. (Maghuly vd., 2005). Türkiye'de yetiştirilen tüm kayısı çeşitleri *Prunus armeniaca* L. cinsine aittir (Ercişli, 2009). Türkiye'de yetiştirilen en yaygın kayısı çeşitleri ise Hacıhaliloğlu (kurutmalık), Çataloğlu (kurutmalık), Kabaası (kurutmalık), Soğanoğlu (sofralık), Hasanbey (sofralık) ve Zerdali'dir (sofralık) (Hacıseferoğulları vd., 2007). Malatya'da yetiştirilen kayısı meyvesinin % 75' ini eşsiz kalite ve özelliklere sahip Hacıhaliloğlu çeşidi oluşturmaktadır. Oval, orta boyutta (25-35 gr), sert tekstürlü ve

turuncu renge sahip olan bu kayısı çeşidi oldukça tatlı ve aromatik, su içeriği düşük, toplam çözünebilir katı miktarı (brix) yüksek (% 24-28), asitliği düşük (yaklaşık % 0.3) ve çekirdeği tatlıdır (Demirtaş vd., 2010; Coşkun vd., 2013).

Kayısının besinsel değerleri Çizelge 2.1.'de belirtildiği gibidir (USDA, 2016). Kayısı; karbonhidrat (mono ve polisakkarit), polifenol, karotenoid, C ve K vitamini, tiamin, niasin, demir, organik asit, fenol ve uçucu bileşenler açısından oldukça zengindir (Raj vd., 2012). Kayısı, şeftalinin 3 katından daha fazla karotenoid (özellikle β -karoten) ve armutun 3 katı C vitamini içermektedir. Kayısındaki en önemli fenolik bileşikler klorojenik ve neoklorojenik asit, kateşin, epikateşin ve rutin (kuversetin-3-rutinosit)'dir (Erdogan–Orhan ve Kartal, 2010). Kayısı meyvesi ayrıca potasyum, kalsiyum ve fosfor bakımından diğer meyvelere nazaran daha zengindir. Özellikle kuru kayısı oldukça önemli bir besinsel lif kaynağıdır. Bu meyve sodyum, yağ ve kalori bakımından fakirdir ve kolesterol içermez (Sartaj vd., 2011).

Çizelge 2.1. Kayısı ve kayısı ürünlerinin besin öğeleri (100 gr) (USDA, 2016)

Besin	Birim	Taze Kayısı	Konserve Kayısı ^a	Dondurulmuş Kayısı ^b	Kuru Kayısı	Kayısı Nektarı
Su	g	86.35	77.56	73.3	30.89	84.87
Enerji	kcal	48	83	98	241	56
Protein	g	1.40	0.64	0.7	3.39	0.37
Yağ	g	0.39	0.11	0.1	0.51	0.09
Doymuş yağ asidi	g	0.027	0.007	0.007	0.017	0.006
Karbonhidrat	g	11,12	21.31	25.1	62.64	14.39
Lif	g	2	2.7	2.2	7.3	0.6
Şeker	g	9.24	18.65	-	53.44	13.24
A vitamini	IU	1926	2924	1680	3604	1316
C vitamini	mg	10	3.1	9	1	17.6
Tiamin	mg	0.03	0.021	0.02	0.015	0.009
Riboflavin	mg	0.04	0.024	0.04	0.074	0.014
Niasin	mg	0.6	0.376	0.8	2.589	0.26
Pantotenik asit	mg	0.24	0.092	0.2	0.516	0.096
B ₆ vitamini	mg	0.054	0.055	0.06	0.143	0.022
Folik asit	mcg	9	2	2	10	1
E vitamini	mg	0.89	0.89	-	4.33	0.31
K vitamini	mcg	3.3	3.3	-	3.41	1.2
Kalsiyum	mg	13	10	10	55	7
Demir	mg	0.39	0.3	0.9	2.66	0.38
Magnezyum	mg	10	7	9	32	5
Fosfor	mg	23	13	19	71	9
Potasyum	mg	259	143	229	1162	114
Sodyum	mg	1	4	4	10	3
Çinko	mg	0.2	0.11	0.1	0.39	0.09
Bakır	mg	0.078	0.079	0.064	0.343	0.073
Manganez	mg	0.077	0.052	0.05	0.235	0.032

a: Az şuruplu

b: Tatlandırılmış

Erdoğan-Orhan ve Kartal (2010) tarafından yapılan bir çalışmada olgun meyvenin bileşimi; toplam katı madde % 12.4-16.7 suda çözünmeyen katı madde % 2.1-3.1, malik asit % 0.7-2.2, invert şeker % 5.3-8.6, glukoz % 3.2-4.8, fruktoz % 1.4-4.25, sükröz % 1.4-5.4 ve tanen % 0.06-0.1 olarak bulunmuştur.

Yapılan bir çalışmada Malatya’da yetiştirilen kayısı çeşitlerinin fizikokimyasal içerikleri analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre kayısıda protein % 2.8-4.29, yağ % 0.55-3.12, lif % 0.77-2.41, pH 4.16-5.23, kül % 2.72-5.34, suda çözünür madde % 48.3-74.7, alkolde çözünen içerik % 19.9-25.9, kuru madde % 16.73- 22.63, asitlik oranı

(malik asit) % 0.17-0.79, Potasyum 20791-33364 ppm, Kalsiyum 843.28-1896.53 ppm ve Magnezyum 402.82-765.62 ppm olarak tespit edilmiştir (Hacıseferoğulları vd., 2007). Malatya'da yetiştirilen Kabaası kayısının vitamin, mineral ve şeker içeriğinin yetiştiği bölgeden, çevresel koşullardan ve genetik faktörlerden etkilendiği kaydedilmiştir (Özşahin ve Yılmaz, 2010).

Yapılan bir başka çalışmada HPLC ile kayısıda vitamin ve selenyum analizi gerçekleştirilmiştir. C vitamini, A vitamini, E vitamini (α -tokoferol), β -karoten ve selenyum miktarının taze ve kuru kayısının yetiştiği bölgelere bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir. Vitamin, selenyum ve β -karoten miktarının kuru kayısıda, taze kayısıya nazaran 3-4 kat fazla olduğu da rapor edilmiştir (Munzuroğlu vd., 2003).

Kayısının kompozisyonunun, toplam fenolik madde miktarının, antioksidan aktivitesinin ve karotenoid miktarının; kayısı çeşidine, coğrafi şartlara, iklim ve toprak koşullarına, bağlı olarak değişiklik gösterdiği belirtilmiştir (Siddiq, 2006). Yapılan bir çalışmada Pakistan’ da farklı bölgelerde yetiştirilen taze kayıların toplam fenolik bileşimi kuru ağırlık üzerinden 4591-7310 μ g GAE/100 gr kayısı; toplam karotenoid içeriği 10.12-18.13 mg/100 gr kayısı ve antioksidan aktivite % 55.70-82.33 olarak belirlenmiştir (Sartaj vd., 2011). Yapılan bir diğer çalışmada Malatya’da yetiştirilen kayısıda toplam fenolik madde miktarı kuru ağırlık üzerinden 4233.70-8180.49 mg /100 g olarak belirlenmiştir (Akın vd., 2008). İspanya yapılan bir çalışmada kayısının fenolik madde miktarı taze ağırlık üzerinden 326-1600 mg/100 gr kayısı olduğu saptanmıştır (Ruiz vd., 2005).

2.1.2. Kayısı tüketim şekilleri

Kayısı meyvesi taze olarak tüketildiği gibi kuru kayısı olarak, konserve, nektar, reçel, marmelat, jöle, komposto, kayısı tozu, şerbet, pestil, pekmez, sirke, turşu ve likör olarak tüketimi de yaygındır (Sobutay, 2003; Southwick, 2003; Ercişli, 2009). Türkiye’de kayısı genellikle taze, kurutulmuş ve konserve edilmiş şekilde tüketilmektedir. Malatya kayısı çeşitleri ise genellikle kurutularak tüketilmektedir (Ercişli, 2009).

Türkiye’de kayısı doğal kurutma (günkurusu) ve kükürtleme (kükürtlenmiş kayısı) olmak üzere 2 şekilde kurutulmaktadır. Doğal şekilde kurutulan kayısının rengi kahverengiye dönmekte ve farklı bir tada sahip olmaktadır. Kükürtleme, kayısının doğal

rengini korumakta, böceklenmesini önlemekte, kurutma işlemi süresini kısaltmakta ve depolama süresini uzatmaktadır. Fakat kükürtlenmiş kayısı bazı bireylerde astım gibi hastalıklara neden olduğu için kükürt miktarı sınırlandırılmaktadır. Avrupa Birliği kuru kayısının maksimum kükürt miktarını 2000 ppm, Kanada 2500 ppm, ABD 3000 ppm ve Türkiye 2000 ppm ile sınırlamaktadır (Karabulut vd., 2007; Ercişli, 2009; Coşkun vd., 2013).

Depolama sırasında mikrobiyal ve enzimatik bozulmayı önlemek için kayısının nemi düşük, doğal şeker oranı yüksek, kükürt dioksit ve asit içeriği yüksek ve pH değeri düşük olmalıdır. Kuru kayısının raf ömrünü maksimum yapmak için; kayısı direkt güneş ışığından korunmalı, hava almayacak şekilde paketlenmeli, sıcaklık ve nem sabit tutulmalıdır. Bu şartlar sağlandığında kayısı 6-9 ay bozulmadan depolanabilmektedir (Sobutay, 2003).

Kayısı suyu denildiğinde akla kayısı nektarı gelmektedir. Kayısı nektarı üretiminde meyve termal bir pervanede 98.9 °C'ye kadar ısıtılmakta ve ardından posa makinesine gönderilmektedir. Isıtılmış posa kabuk gibi lifli yapıların ortadan kaldırılması için prese pompalanmaktadır. Posadan ayrılan meyve suyu evaporasyon işlemi için nektar odasına gönderilmekte burada şeker, su ve sitrik asit ilave edilerek aseptik olarak paketlenmektedir (Sobutay, 2003).

2.1.3. Berrak kayısı suyu üretimi

Berrak meyve suları; meyve suyunda bulanıklık yapan unsurların enzimler ve durultucu ajanlar yardımıyla elimine edilmesi yoluyla üretilen ürünlerdir (Chatterjee vd., 2004).

Berrak meyve sularının üretiminde teknolojik gerekliliklerden dolayı %100 katkısız bir üretim söz konusu değildir ve meyve suyu ekstraksiyonu ve durultma aşamalarında çeşitli enzimler, bentonit, silisik asit, jelatin, polivinil polipirrolidon gibi birçok yardımcı ajan endüstriyel düzeyde kullanılmaktadır (Horvath-Kerkai, 2006).

Kayısı suyunun kalitesi temelde hammaddenin kalitesine bağlıdır. Genellikle mayhoş, yüksek şeker içeriğine sahip ve belirgin aromaya sahip meyveler meyve suyu üretimi için daha uygundur. Taze meyvenin olgunluğu kritik öneme sahiptir çünkü optimum olgunluğa sahip meyve ideal şeker/asit oranına ve en avantajlı tat, aroma bileşenlerine sahiptir. Az olgunlaşmış meyve daha az aroma ve şeker içerir. Öte yandan

aşırı olgunlaşmış meyve, asiditesini, C vitamini, rengini ve tüketim değerini yitirebilir (Horvath-Kerkai, 2006).

Kayısı suyu üretiminde ilk işlem hazırlık aşamasıdır. Yeterli olgunluğa erişen, yeterli aromaya sahip, herhangi bir bozulmaya uğramamış, yabancı maddelerden ve patojen organizmalardan arındırılmış meyveler meyve suyu üretimi için kullanılmaktadır. Ayrıca bu meyveler yasal düzenleme ve sınırlara uygun olmak durumundadır. Fabrikaya kabul edilen bu meyveler fiziksel, kimyasal ve mikrobiyal temizlik amacıyla yıkanmaktadır. Yıkama işlemi 3 bölümden oluşmaktadır; suda bekletme (50-60 °C), yıkama ve durulama. Yıkama işleminin ardından kayısı yabancı madde, sap, yaprak, çöplerinden ayrılmakta, hasarlı kayısılar da seçilmektedir (Horvath-Kerkai, 2006).

Hazırlık aşamasının ardından ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilir. Bu işlem 2 basamaktan oluşmaktadır; meyve doğrama ve suyun posadan ayrılması. Doğrama işleminde meyve parçalanarak yüzey alanı artırılmaktadır. Fakat bu işlem önemli meyve bileşenlerinin enzimatik reaksiyonuna sebep olduğu için meyve, doğramadan hemen sonra işleme sokulmalıdır. Doğrama işleminden sonra suyun posadan ayrılması için enzimatik, dondurma, mekanik, titreşim, ultrasonik, elektro-plazmolitik ve iyon ışınımı gibi ön işlemler uygulanmaktadır. Bunlardan en yaygın kullanılanları ısı uygulaması, mekanik işlemler ve enzimatik solüsyon uygulamasıdır. Mekanik işlemde meyve eti kesilerek parçalanıp yüzey alanı artırılmakta, ısı uygulamasında ise parçalanmış meyve 80-85 °C' ye kadar ısıtılıp hemen ardından soğutulmaktadır. Isı uygulama süresi çok uzun olursa meyve dokuları yumuşayarak parçalanmakta ve bu yüzden presleme işlemi zorlaşmakta, meyve suyunun tadı değişmektedir (Horvath-Kerkai, 2006). Enzim ilavesinde ise pektinaz–selülaz enzimi ilave edilmektedir. Taze kayısı suyunda çözünmüş halde bulunan pektin, meyve suyu ekstraksiyonu sırasında meyve suyunun viskozitesini artırarak ekstraksiyon verimini düşürmektedir (Helbig, 2001). Pektinaz enzimi pektini depolimerize etmekte, selülaz enzimi ise meyvenin maserasyonu ve yumuşamasına engel olmaktadır (Horvath-Kerkai, 2006). Bu sayede kayısı suyunun verimi, işlem performansı, çözünebilir katı içeriği, şekeri ve asitliği artmakta; ham lif ve C vitamini azalmakta, işlem süresi kısalmaktadır (Bhat, 2000; Siddiq, 2006). Enzim uygulaması presleme işleminden önce soğuk veya ılık koşullarda gerçekleştirilmektedir. Soğuk uygulamada 20-25°C sıcaklık uygulanır ve saatler süren bu işlem meyvesuyu

kalitesini düşürmekte, sıcak uygulamada ise 50-55 °C sıcaklık 0.5-1.0 saat süre ile uygulanmaktadır. Bu işlemin ardından presleme ve ekstraksiyon (50-70 °C) işlemi uygulanmaktadır. Preslemede ayrılan sıvı faz meyve suyu iken katı faz posadır (Horvath-Kerkai, 2006).

Ekstraksiyon sonucu oluşan turbiditeyi yok etmek için ekstraksiyon aşamasından sonra fiziksel ve kimyasal durultma işlemi gerçekleştirilmektedir (Siddiq, 2006). Lif, pektin, protein gibi suda çözünmeyen parçacıklardan dolayı ekstrakte olan meyve suyu bulanıktır. Bu nedenle enzim veya durultma ajanları eklenerek fiziksel-mekanik durultma gerçekleştirilmekte, durultma işleminin ardından santrifüj ve filtrasyon işlemi uygulanmaktadır.

Son olarak 82-85 °C'ye ısıtılan kayısı suyu cam veya plastik şişelere ya da kutulara doldurularak ağzları kapatılarak hemen ardından 84-88 °C'de 15-45 dakika süre ile pastörizasyon işlemine tabii tutulup oda koşullarına soğutulmaktadır.

Elde edilen son ürün ya direkt tüketilir veya konsantre edilerek ara ürün olarak kullanılmaktadır. Konsantrasyon; raf ömrünü uzatmak, ulaşım ve depolama koşullarını iyileştirmek amacıyla su içeriğinin azaltılarak katı kısmın artırılması işlemidir. Bu amaçla meyve suyu kaynatılarak suyun evapore olması sağlanmakta, evaporasyon sırasında uçucu aroma bileşiklerini tekrar suya almak için kondensatör kullanılmaktadır. Meyve suyu genellikle konsantreye su ilave edilmesi ile üretilmektedir (Horvath-Kerkai, 2006).

Kayısı ve kirazdan berrak meyve suyu konsantresi elde edilen bir çalışmada meyve suyunun toplam karotenoid miktarının 10 mg kg⁻¹ civarında olduğu bildirilmiştir (Aider ve Halleux, 2008). Bu değer meyvedeki β -karoten konsantrasyonu ile karşılaştırıldığında oldukça düşük bir değerdir.

Berrak kayısı suyu ve konsantresi uluslararası piyasada bulunabilen bir mamul/yarımamuldür. Ancak bu ürünün β -karoten içeriğinin zenginleştirilmesi adına yapılmış bir bilimsel çalışmaya rastlanmamıştır. β -karoten bakımından zengin bir meyve olan kayısıdan üretilen endüstriyel ürünlerde β -karoten'in kazanımı konusunda araştırma yapılması önem arz etmektedir.

2.1.4. Kayısının insan sağığı üzerine etkileri

Kayısının içerdiği organik ve inorganik bileşenler insan sağığı üzerinde olumlu etki yaratmaktadır (Uğraş vd., 2010).

Kayısı, A vitamini öncülü olan β -karoten açısından zengindir. Kayısının, içerdiği β -karotenden dolayı sahip olduğı sağılıkla ilgili bazı olumlu etkileri çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur. Kayısı ve içeriğindeki β -karotenin ince bağırsak hasarı, alzaimer ve iskemi-reperfüzyon hasarını önleyici özellikler gösterdiği rapor edilmiştir (Katayama vd., 2011; Parlakpınar vd., 2009; Vardi vd., 2008). A vitamini eksikliğinde ise büyüme geriliğı, anemi, immün sisteminde zayıflama ve körlük gibi sağık problemleri ortaya çıkmaktadır (Ribaya-Mercado, 2002).

Kayısı, önemli bir lif kaynağıdır bu sayede klosterol seviyesini düşürür ve formda kalmaya yardımcı olur (Siddiq, 2006).

Ayrıca kayısının kabızlık giderici, karaciğer ve kalp koruyucu, ateş düşürücü olarak kullanıldığı; antiinflamatuvar, antitüberküloz, antimutajenik, antiseptik, antinosiseptif ve emetik (kusturucu) özelliğe sahip olduğı bildirilmektedir (Sartaj vd., 2011; Raj vd., 2012).

Kayısı *Helicobacter pylori*, *Micrococcus luteus*'a karşı maksimum inhibisyon etki göstermektedir.

Tüm bunlara ilaveten kayısı, geleneksel tıpta çeşitli hastalıkları tedavi amacıyla da kullanılmaktadır. Kayısı kabuğı astrenjan (kanama durdurucu) olarak kullanılmakta, kayısı çekirdeğı vajinal enfeksiyonları iyileştirici etki yapmaktadır. Kayısı ekirdeğı yağı kozmetik sanayisinde cildi ultraviyole ışınlardan koruyan ve farmasötik bir ajan (balgam söktürücü ve kabızlık giderici) olarak kullanılmaktadır (Raj vd., 2012).

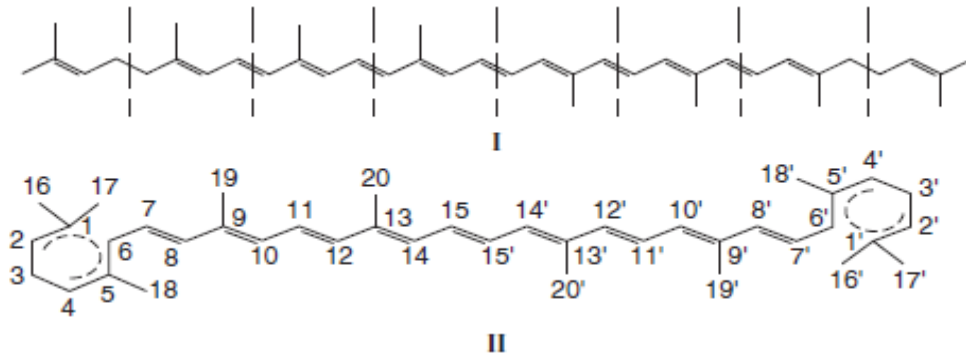
2.2. Karotenoidler

Karotenoidler; yağda çözünebilen, genellikle fotosentetik bitkilerde bulunan, doğal bitki pigmentlerinin en yaygın sınıfını temsil ederler (Moreno vd., 2006; Palozza vd., 2006). Karotenoidler yüksek düzeyde konjugasyon gösteren, meyvelere sarı, turuncu ve kırmızı rengini veren, yoğun renklere sahip bitki bileşenleridir (Ancos vd., 2006; Palozza, 2006). Karotenoidler iek, meyve, çekirdek, yumru kök, kök, kuş tüyü ve yumurta sarısı gibi birçok yapıya rengini veren doğal pigmentlerdir. Bu yüzden

hayvanlar arasındaki iletişim, polinasyon, tohum dağılımı, gıdaların kabul görmesi gibi birçok olayda önemli rol oynarlar. Fotosentez sırasında ışığın toplanmasında önemli bir role sahiptirler. Ayrıca fotosentetik organizmaları, fotooksidasyonun sağlığa zararlı etkilerinden korurlar (Melendez-Martinez vd., 2011).

2.2.1. Karotenoidlerin yapısı ve özellikleri

Karotenoidler, Şekil 2.1.'de gösterildiği üzere genellikle bir merkeze simetrik olarak konumlanmış, sekiz C_5 isopren biriminden oluşurlar. Her iki uçta simetrik şekilde halkalı yapı üzerinde yan metil grupları vardır (Rodriguez, 2001). Tüm karotenoidler, asiklik $C_{40}H_{56}$ birimden hidrojenasyon, dehidrojenasyon, siklizasyon ve/veya oksidasyon reaksiyonlarıyla türetilmektedir. Konjuge çift bağ sistemi karotenoidlerin fiziksel, biyokimyasal ve kimyasal özelliklerini etkilemektedir. Karotenoidler kimyasal yapılarına göre 2 gruba ayrılmaktadırlar. Sadece karbon ve hidrojen atomu içeren birinci grup likopen, β -karoten, α -karoten gibi karotenlerdir. İkinci grup karotenoidler ise keto, hidroksi ya da epoksi grup gibi en az bir oksijen içeren oksokarotenoidler ya da ksantofillerdir. Doğal karotenoidlerin çoğu bu gruptadır (Shadidi vd, 1998).



Şekil 2.1. Karotenoidlerin kimyasal yapısı (Rodriguez, 2001)

Karotenoidler genellikle plastidlerden (bitkiler), maya, alg ve bakterilerden elde edilirler (Rodriguez, 2001; Melendez-Martinez vd., 2011).

Doğada bulunan 620 karotenoidin yaklaşık % 10'u besinlerde bulunur. Karotenoidler önemli bir A vitamini (retinol) öncülüdür, gerektiğinde vücutta A vitaminine dönüşürler (Palozza vd., 2006).

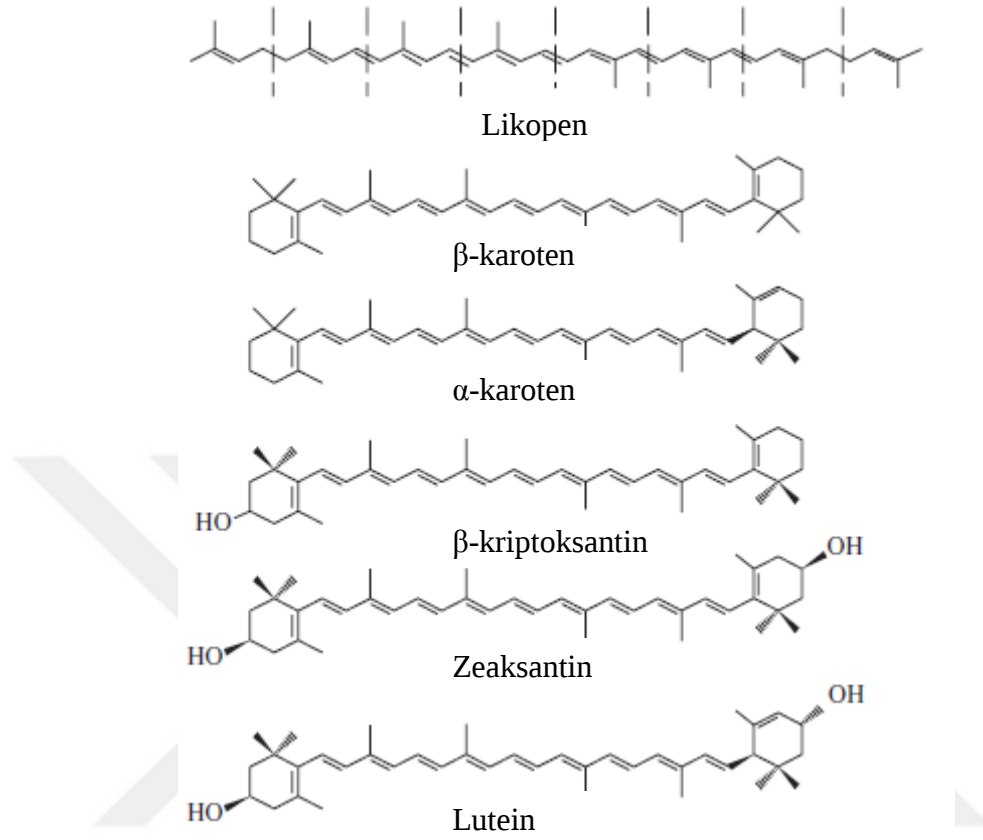
Flavonoidler, antosiyaninler ve C vitamini gibi birçok bitki kaynaklı biyoaktif maddenin aksine karotenoidler hidrofobik yapıdadırlar; yağda, aseton, alkol, etil eter, kloroform ve etil asetat gibi organik çözücülerde iyi çözünürler. Suda çok az çözünürler yada hiç çözünmezler, insan vücudunda emilebilmeleri için lipoprotein, yağ damlacığı yada safra tuzu tarafından çözünmeye ihtiyaç duyarlar (Palozza vd., 2006; Rodriguez, 2001). Karotenoidlerin uzun polien yapısı ultraviyole ışığı emebilmesini ve oksidasyon duyarlılığının artmasını sağlar ve böylece karotenoidler kuvvetli bir antioksidan olma özelliğine sahip olurlar. Karotenoidler yağların peroksidasyonunu engelleyebilmektedirler (Ancos vd., 2006).

Karotenoidler ekstrem pH, enzim, ışık ve oksijene maruz kaldıklarında dayanıklılıklarını yitirirler (Ancos vd., 2006; Palozza vd., 2006). Karotenoidlere zarar veren ana ayrışma reaksiyonu izomerasyondur. Karotenoidler doğal kaynaklarında *all-trans* formunda üretilir fakat yüksek sıcaklık, ışık varlığı, asit gibi katalizörler varlığında *cis* formuna izomerasyon artar ve biyolojik aktivite önemli ölçüde azalır (Ancos vd., 2006; Moreno vd., 2006).

Çoğu karotenoid ısıya karşı dirençli olmasına rağmen epoksikarotenoid gibi karotenoidler ısıdan etkilenirler. Isı etkisiyle veya mekanik ayrışma ile kromoplastların parçalanması organik solventlerle ekstraksiyonu ve biyoyararlanımını kolaylaştırır (Ancos vd., 2006).

Gıdalardan alınan en yaygın karotenoidler Şekil 2.2.' de gösterildiği üzere likopen, β -karoten, α -karoten, β -kriptoksantin, zeaksantin ve lutein'dir. β -karoten ve lutein meyvelerin çoğunda bulunan karotenoidlerdir (Ancos vd., 2006). Likopen kırmızı bir pigmenttir ve genellikle pembe greyfurt, guava, domates ve türevleri, papaya, karpuz ve kuşburnunda bulunur. α -karoten en çok tatlı patates, muz, avakado, brokoli, yeşil fasulye, ıspanak, havuç, mısır, bal kabağı ve sarı biberde bulunmaktadır. β -karoten en çok yeşil turp, tatlı patates, bal kabağı, papaya, kayısı, havuç, kırmızı biber, mango, kara lahana, ıspanak, yeşil fasulye, brüksel lahanası, marul, bezelye, domates, portakal, pembe greyfurt, brokoli gibi sarı- turuncu- yeşil renkli sebze ve meyvelerde bulunmaktadır. β -kriptoksantin turuncu bir pigmenttir ve en çok avakado, portakal, turuncu etli papaya, biber, Trabzon hurmasında bulunur. Lutein ve zeaksantin ise en çok bezelye, ıspanak, Trabzon hurması, mısır, kara lahana, portakal, papaya,

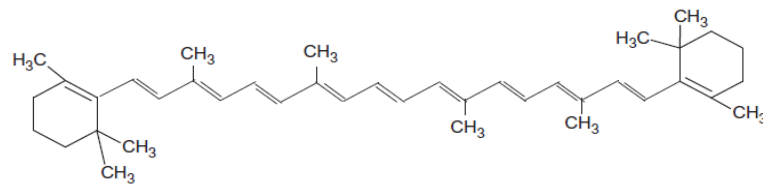
kabak ve brokolide bulunmaktadır (Ancos vd., 2006; Voutilainen vd., 2006; Farre, 2010).



Şekil 2.2. Meyvelerde yaygın olarak bulunan karotenoidlerin kimyasal yapıları (Ancos vd., 2006)

2.2.2. β -karoten'in yapısı ve özellikleri

β -karoten birçok sebze ve meyvede bulunan, en önemli karotenoidlerden biridir. Şekil 2.3.'te gösterildiği üzere, β -karoten, konjuge çift bağ zincirinin sonunda iki halkaya sahip, 40 karbonlu, sekiz isopren biriminden oluşan merkezi iskeletten oluşurlar (Riberio vd., 2008).



Şekil 2.3. β -karotenin kimyasal yapısı (Riberio vd., 2008)

β -karoten A vitamini öncülü karotenoidlerden biridir ve en çok tatlı patates, bal kabağı, kayısı, havuç, kırmızı biber, mango, kara lahana, ıspanak, brokoli gibi sarı-turuncu- yeşil renkli sebze ve meyvelerde bulunmaktadır (Farre, 2010).

β -karoten en önemli gıda katkı maddelerinden biridir ve margarin, fırıncılık yağları ve içeceklerde doğal renk verici madde olarak kullanımı oldukça yaygındır (Chen vd., 2016).

β -karoten suda çözünmez, yağda ise çok az çözünür. β -karoten, içerdiği çift bağlardan dolayı ışık, ısı ve oksijen gibi etmenlerin varlığında çok kolay bozulabilen bir moleküldür bu nedenle gıda endüstrisinde uygulamaları sınırlıdır. Son yıllarda gelişen Y/S nanoemülsion uygulaması β -karoten'in suda çözünürlüğünü, renk verme potansiyelini ve mide-bağırsak geçişinde biyoyararlılığını artırmaktadır (Woodall vd., 1997; Silva vd., 2011).

Kayısı, yüksek β -karoten içeriği ile öne çıkan bir meyvedir. Kayısıda bulunan karotenoidlerin yaklaşık % 50'sini β -karoten oluşturmaktadır (Akın vd., 2008).

Taze, konserve edilmiş ve kurutulmuş kayısıların karotenoid içeriğinin araştırıldığı bir çalışmada sırasıyla 64, 192 ve 346 mg kg⁻¹ civarında β -karoten bulunduğu bildirilmiştir (Khachik vd., 1989). Başka bir çalışmada ise Malatya-Elazığ bölgelerinde yetiştirilen taze ve kükürtlenmiş kayısı çeşitleri selenyum, vitamin (A, E ve C) ve β -karoten miktarı açısından kıyaslanmıştır. Kurutulmuş kayısının taze kayısıya kıyasla 3-4 kat fazla vitamin, selenyum ve β -karoten içerdiği bildirilmiştir (Munzuroğlu vd., 2003).

Birçok kayısı çeşidinin incelendiği bir çalışmada, toplam karotenoid miktarının 15 ila 165 mg kg⁻¹ arasında değiştiği ve bu miktarın önemli bir kısmının β -karoten'den ibaret olduğu bildirilmiştir. Bu yüksek içerikten dolayı, yetişkin bir insanın günlük A vitamini ihtiyacını karşılamak için ortalama olarak 250 g taze veya 30 g kuru kayısının yeterli olduğu belirtilmiştir (Ruiz vd., 2005).

Türkiye'de yetiştirilen farklı kayısı türlerinin β -karoten içeriğinin ise 57-486 mg β -karoten /100 gr kayısı arasında değiştiği rapor edilmiştir (Akın vd., 2008).

2.2.3. Karotenoidlerin insan sağlığı üzerine etkileri

Karotenoidler bitkilerde biyolojik fonksiyonlara sahiptirler, insan ve hayvanlarda; kardiyovasküler hastalıklara, nörolojik hastalıklara, maküler dejenerasyona ve yaşı bağlı diğer hastalıklara karşı koruyucu etkiye sahiptirler (Palozza vd., 2006; Fiedor ve Burda, 2014).

Embriyonun anne karnında büyümesi, çocukların genel gelişimi, epitel hücrelerin farklılaşmasının düzenlenmesi ve görme fonksiyonları açısından önem taşıyan karotenoidlerin, kalp damar hastalıkları (özellikle damar sertliği), katarakt ve çeşitli kanser türleri gibi kalıtsal hastalıklara karşı da koruyucu olduğu bildirilmiştir (Daly vd., 2010; Tang, 2010).

Antioksidanlar; dokuları ve hücre bileşenlerini serbest radikal hasarlarına karşı koruyan yapılardır. Karotenoidlerin büyük bir bölümü antioksidan aktiviteye sahiptir ve bu pigmentler bağışıklık tepkisinin artırılması, kanserojen metabolizma, enzim aktivitesi ve düzenli hücre büyümesi için de önemli olabilmektedir (Palozza vd., 2006; Fiedor ve Burda, 2014).

Likopen önemli bir antioksidan kaynağıdır ve kanser (prostat kanseri) ve koroner kalp hastalığı riskini azaltmada etkin bir rol oynar (Farre, 2010).

β -karoten vücutta hem retinol (A vitamini) öncülü hem de antioksidan olarak işlev görmektedir (Maiani vd., 2009). A vitamini öncülü diğer karotenoidlerden farklı olarak, β -karoten'in bir molünden 2 mol A vitamini ortaya çıkmaktadır (Tang, 2010). β -Karoten; vücutta serbest radikallerin sönmölendirilmesi, bu radikallerin oluşumuna sebep olan tekil (singlet) oksijenin etkisiz hale getirilmesi, α -tokoferol ve fenolik bileşikler gibi diğer antioksidanların aktivitesini artırması gibi birçok mekanizmayla antioksidan savunma sistemine katkı sağlamaktadır. Ayrıca göz sağlığı, kemik ve diş gelişimi için de oldukça önemlidir. (Kiokias ve Gordon, 2004).

2.3. Emülsiyon

Emülsiyon, birbiri içinde çözünmeyen iki sıvının (genellikle su ve yağ) birbiri içerisinde damlacık oluşturarak dağıldığı kolloidal sistemlerdir. Su fazında yağ damlacıklarının asılı olduğu sistem su içinde yağ (Y/S) ve yağ içinde su

damlacıklarının asılı olduğu sistem ise yağ içinde su (S/Y) olarak isimlendirilir. Gıdalarda Y/S emülsiyonlarına süt, mayonez, çorba, et ürünleri, kahve kreması, salata sosu; S/Y emülsiyonlarına margarin, tereyağı örnek verilebilir. Ayrıca gıda endüstrisinde daha karmaşık yapıda olan su içinde yağ içinde su (S/Y/S) ve yağ içinde su içinde yağ (Y/S/Y) emülsiyonları da kullanılmaktadır (McClements, 2010; Kargar, 2014).

Emülsiyonlar gıda, eczacılık, kozmetik, petrol ve boya endüstrisinde oldukça yaygın kullanılmaktadır (Kargar, 2014).

Emülsiyonlar işleme veya depolama sırasında faz ayrımına meyilli olan sıvı gıdalarda homojenlik sağlamak açısından gereklidir (Raju ve Bawa, 2006).

Emülsiyonlar damlacık boyutuna göre; mikroemülsiyonlar (10-100 nm), mini(nano)emülsiyonlar (100-1000 nm) ve makroemülsiyonlar (0.5-100 µm) olarak sınıflandırılır. Çizelge 2.2.'de emülsiyonların bazı özellikleri karşılaştırılmıştır (Windhab vd., 2005).

Çizelge 2.2. Emülsiyonlar çeşitlerinin benzerlik ve farklılıkları (Windhab vd., 2005)

Özellik	Makroemülsiyon	Nanoemülsiyon	Mikroemülsiyon
Görünüş	Opak	Geçirgen	Geçirgen
Oluşturma metodu	Klasik homojenizasyon	Yüksek enerjili	Düşük enerjili
Emülgatör miktarı	Oldukça az	Orta (<%10)	Oldukça yüksek (% 10-20)
Damlacık boyutu	0.5-100 µm	100-1000 nm	10-100 nm
Termodinamik dayanıklılık	Stabil değil	Stabil değil	Stabil

Emülsiyon damlacık boyutu; kullanılan emülgatör konsantrasyonu ve çeşidine (en önemli parametre), dispers-sürekli faz konsantrasyonuna, sıcaklığa ve emülsiyon viskozitesine bağlıdır (McClements ve Weiis, 2005).

Makroemülsiyonlar termodinamik olarak stabil değildirler çünkü yağ ve su fazının arayüzey gerilimi (serbest enerji) oldukça büyüktür. Damlacık boyutları ışık

dalgaboyu ile neredeyse aynıdır ve bu yüzden ışığı büyük oranda saçarlar, optiktirler (McClements, 2010).

Nanoemülsiyonlar, makroemülsiyonlarda olduğu gibi arayüzey geriliminin büyük olmasından dolayı termodinamik olarak stabil değildirler. Nanoemülsiyonların damlacık boyutu ışık dalgaboyundan daha küçüktür bu yüzden ışığı saçmazlar, transparandırlar. Damlacık boyutunun küçük olması makroemülsiyonlara nazaran yerçekimi kaynaklı ayrılmaya, kümeleşmeye ve birleşmeye karşı daha iyi stabilite sağlamaktadır (Saber vd., 2013). Nanoemülsiyonların optik özelliği, dayanıklılık, reoloji, salınım karakteri gibi fiziksel özellikleri temelde partikül kompozisyonu, konsantrasyonu, boyutu, yükü, arayüzey özelliği gibi parametrelere bağlıdır. Nanoemülsiyon damlacıkları yüksek arayüzey geriliminden dolayı küresel şekildedirler (McClements, 2010).

Mikroemülsiyonlar yüksek optik berraklık, faz ayrımına karşı yüksek stabilite, lipofilik bileşenleri çözme gibi fizikokimyasal özellikler açısından nanoemülsiyonlara benzerlik göstermektedirler (Saber vd., 2013). Çevresel koşulların (sıcaklık, kompozisyon) değişmesi termodinamik stabiliteyi azaltmakta, mikroemülsiyon; nanoemülsiyona, makroemülsiyona, sıvı kristal sisteme veya iki faza ayrılmış sisteme dönüşmektedir. Fakat çevresel koşulların eski haline gelmesi ile tekrar mikroemülsiyona dönüşmektedirler. Mikroemülsiyonların arayüzey gerilimi düşük olduğu için yüzey aktif maddenin moleküler yapısına bağlı olarak damlacık şekilleri küresel veya elips şeklindedir (McClements, 2010).

Emülsiyon oluşturma teknikleri yüksek ve düşük enerjili olmak üzere iki başlıkta incelenebilir. Yüksek enerjili emülsiyon oluşturma metotunda ya yüksek miktarda enerji yada sürfektan yada her ikisinin kombinasyonu kullanılır. Düşük enerjili emülsiyon oluşturma metotunda ise sistemin hidrofilik - lipofilik denge (HLB) değerini etkileyen sıcaklık, elektrolit konsantrasyonu gibi faktörler değiştirilerek faz değişimi gerçekleştirilir. Bu metotlar, yüksek miktarda yüzey aktif madde kullanımı, yüzey aktif madde-kosürfektan kombinasyonunun dikkatli seçilmesi ve geniş ölçekli endüstriyel üretimlere uygun olmaması gibi birkaç sınırlamaya sahiptir (Jafari vd., 2008).

Yüksek enerjili emülsiyon oluşumunda yağ ve su fazının birbiri içerisinde karışmasını sağlamak amacıyla yüksek basınçlı homojenizatör, mikro akışkanlaştırıcı ve

sonikatör (ultrasonik cihaz) gibi enstrümanlar kullanılmaktadır (McClements, 2010; Saberi vd., 2013). En çok kullanılan metot olan yüksek basınçlı homojenizasyonda, homojenizasyon geçiş sayısı ya da basıncı artırıldığında, ara yüzey gerilimi azalmakta, emülgatörün ara yüzeye adsorpsiyon oranı artmakta, dispers - sürekli faz viskozite oranı ($0.05 < \eta/\eta < 5$) düşmekte ve damlacık boyutu küçülmektedir (McClements, 2010). Mikro akışkanlaştırıcı kullanılan metotta homojenizasyon basıncı ve geçiş sayısı arttıkça, yüzey aktif madde konsantrasyonu arttıkça, disperse-sürekli faz viskozite oranı azaldıkça damlacık boyutu azalmaktadır. Sonikasyon kullanılan metotta ise emülsiyon oluşumu için yoğun ultrasonik dalgalardan (frekans > 20 kHz) faydalanılmaktadır. Kentish ve arkadaşlarının (2006) yaptığı bir çalışmada gıdada kullanılabilir maddelerden nanoemülsiyon oluşturmak için sonikatör kullanılmıştır. 70 nm'den daha az yarıçapta nanemülsiyon oluşturmak için keten tohumu yağı ve non- iyonik emülgatör olan Tween 40 kullanılmıştır. Sonikasyon süresi, güç seviyesi ve yüzey aktif madde konsantrasyonu arttıkça damlacık boyutu azalmıştır. Başka bir çalışmada Tween 80, Span 80 ve ayçiçek yağı kullanılarak oluşturulan nanaoemülsiyonların yoğun ultrasonik ses dalgaları kullanılarak partikül yarıçapının 20 nm' ye kadar düşürüldüğü belirlenmiştir (McClements, 2010). Tween 20 ve balık yağı kullanılarak nanoemülsiyon oluşturulan bir çalışmada ise homojenizasyon metodu olarak mikro akışkanlaştırıcı kullanılmıştır. Optimum basınç 42-63 MPa, optimum geçiş sayısı 1-2 olarak belirlenmiştir (Jafari vd., 2007a).

Düşük enerjili emülsiyon oluşumu ise su-yağ fazı arayüzeyinin kontrolüne dayanmaktadır. Damlacık boyutu; yüzey aktif maddelerin yapısı (çözünürlük, iyonik direnç ve molekül yapısı), sistemin sıcaklığı ve karıştırma hızı gibi faktörlerden etkilenmektedir. Düşük enerjili emülsiyon oluşturma metotları; spontane emülsiyon, faz değiştirme kompozisyon metodu, emülsiyon evirtim noktası metodu ve faz geçiş sıcaklığı yöntemidir. Spontane emülsiyon oluşturma oluşturma tekniğinde belli bir sıcaklıkta iki sıvı (genellikle organik faz ve sıvı faz) karıştırıldığında emülsiyon kendiliğinden oluşmaktadır. Organik ve sıvı fazın kompozisyonu, çevresel koşullar (sıcaklık, pH, iyonik direnç) ve karıştırma şekilleri (karıştırma hızı, organik/sıvı faz ekleme oranı ve ekleme sırası) gibi parametreler emülsiyon oluşumunu etkilemektedir. Faz geçiş sıcaklığı metotunda sıcaklık değişimi ile noniyonik yüzey aktif maddelerin optimum çözünürlüğü veya optimum molekül geometrileri değişmektedir. Faz geçiş kompozisyon metodu da faz geçiş sıcaklık metoduyla benzerlik göstermektedir, tek fark

bu metotta yüzey aktif maddelerin optimum moleköl geometrileri; sıcaklık değişiminden ziyade sistem kompozisyonu ile değişmektedir. Emülsiyon geçiş noktası metotu ise emülsiyon çeşitinin birbirine dönüşmesi (S/Y Y/S'ya dönüşmekte veya tam tersi olmaktadır) temeline dayanmaktadır. Düşük enerjili emülsiyon oluşum tekniği küçük damlacık boyutu oluşturma konusunda yüksek enerjili tekniğe göre daha etkilidir. Ayrıca bu teknik pahalı ekipman kullanımına ihtiyaç duymamaktadır (McClements, 2010; Saberi vd., 2013).

2.3.1. Emülsiyonların bazı özellikleri

Emülsiyon partiköl büyüklüğü-dağılımı ve zeta potansiyeli kolloidal-süspansiyon sistemlerin en önemli fizikokimyasal özellikleridir (Mehnert ve Mader, 2001). Dayanıklılık, reoloji, görünüş, renk, tekstür, raf ömrü gibi birçok emülsiyon özelliği boyut dağılımı ve damlacık boyutuna bağlıdır (Jafari vd., 2008).

2.3.1.1. Partiköl boyutu

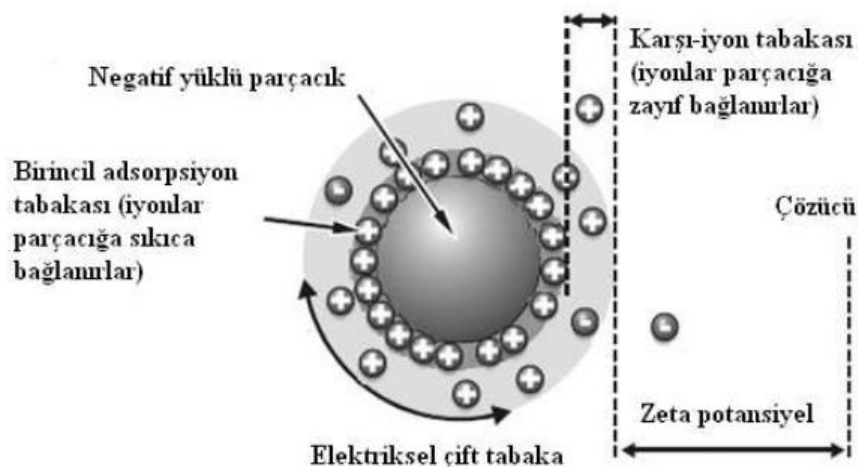
Partiköl boyutu; emülsiyonların optik, reolojik ve salınım özelliklerini karakterize ettiği için emülsiyonlar için oldukça önemlidir (McClements, 2010). Partiköl büyüklüğü ve dağılımını etkileyen önemli parametreler; yağ kompozisyonu, yüzey aktif madde çeşit ve konsantrasyonu, arayüzey gerilimi, sürekli-dispers fazın viskozitesi, iyonik direnç, sıcaklık, karıştırma hızı gibi faktörlerdir. Genellikle, emülgatör miktarını belirli bir noktaya kadar artırmak, ortalama partiköl büyüklüğünü azaltmaktadır. Patiköl boyutu küçüldükçe yerçekimsel ayrılmaya ve topaklanmaya karşı daha iyi stabilite sağlanmakta ve böylece emülsiyonların dayanıklılık süresi uzamaktadır. Emülgatörler damlacıkların yüzeylerini kaplayarak mekanik veya elektriksel engel oluşturmaya damlacıkların kümeleşmesini ve uzun vadede partiköl birleşmesini önlemektedirler. Ayrıca bu damlacıklar uzun süre stabil durumda kalırsa partiküllerin boyutu nanometrik aralıkta olmaktadır (Mehnert ve Mader, 2001; McClements, 2010).

Emülsiyon partiköl boyutunu ölçmek için Mie teorisi kullanılmaktadır. Bu teori ışığın süspansiyon ortamı içerisindeki hem kırılmasını hem de geçirgenliğini dikkate almaktadır. Emülsiyonların ortalama damlacık boyutları ve damlacık boyutu dağılımları dinamik ışık saçılımı tekniği ile ölçülmektedir. Yarıçap nanometre (d.nm) cinsinden ifade edilmektedir (Mehnert ve Mader, 2001).

2.3.1.2. Partikül yükü (Zeta potansiyeli)

Emülsiyon damlacıkları genellikle elektriksel yüke sahiptirler çünkü iyonlaşmış yüzey aktif maddeleri, mineral iyonlarını ve biyopolimerleri yüzeylerine emmektedirler. Damlacığın elektriksel yükünün büyüklüğü ve işaretinin, emülsiyon stabilitesine ve fonksiyonel performansına etkisi oldukça büyüktür. Damlacıkların elektriksel karakterleri kullanılan yüzey aktif madde ile kontrol edilmektedir. Tween, Span gibi noniyonik yüzey aktif maddelerle oluşturulan damlacıklar yüke sahip değilken lesitin, DATEM gibi anyonik yüzey aktif madde ile oluşturulan damlacıklar negatif yüke, katyonik yüzey aktif madde ile oluşturulan damlacıklar pozitif yüke sahiptir (McClements, 2010).

Birçok sıvı madde anyon-kasyon diye adlandırılan pozitif ve negatif iyonlar içermektedir. Yüklü bir parçacık sıvı içinde süspansiyon oluşturduğunda sıvıdaki zıt yüklü iyonlar parçacıktaki iyonlara doğru çekilmektedir. Negatif yüklü parçacıklar pozitif yüklü partikülleri, pozitif yüklü parçacıklar ise negatif yüklü partikülleri kendine doğru çekmektedir. Şekil 2.4.'te gösterildiği gibi, negatif yüklü parçacık sıvıdaki pozitif yüklü iyonları kuvvetlice kendine çekmektedir. Kendinden daha uzak olan diğer pozitif iyonlar da bu parçacık tarafından daha zayıf bir şekilde çekilmektedir. Bu iyonlar elektriksel çift tabakayı oluşturmaktadır ve bu ikisi arasında zeta potansiyel olarak adlandırılan bir potansiyel oluşmaktadır. Zeta potansiyeli parçacıkla çözücü sıvı arasındaki mesafeye bağlı olarak değişmektedir.



Şekil 2.4. Parçacığın sıvıdaki iyonlarla etkileşiminin şematik gösterimi (Malvern, 2008).

Zeta potansiyelini ölçen sistemler, zeta potansiyel değerini parçacıkların elektroforetik mobilitelerini belirleyerek, Henry formülünü kullanarak hesaplamaktadır. Yüklü bir parçacık sıvı içinde süspansiyon oluşturduğunda sıvıdaki zıt yüklü iyonlar parçacıktaki iyonlara doğru çekilmektedir. Fakat viskozite bu harekete ters yöndedir. Bu zıt güçler bir noktada dengeye gelmekte ve parçacıklar sabit hız kazanmaktadır. Bu hız elektroforetik mobilite olarak adlandırılmaktadır. Zeta potansiyeli etkileyen faktörler; pH, sıcaklık, iletkenlik ve konsantrasyondur.

Henry eşitliği $U_E = 2\varepsilon Z f(ka) / 3\eta$

U_E = Elektroforetik mobilite

ε = Dielektrik sabiti

Z = Zeta potansiyel

$f(ka)$ = Henry fonksiyonu

η = viskozite

a = parçacığın yarıçapı

k = ikili elektriksel tabakanın kalınlığı

Ortam polarsa hesaplama yaparken $F(ka)$ değeri 1,5 apolarsa 1,0 olarak kullanılır.

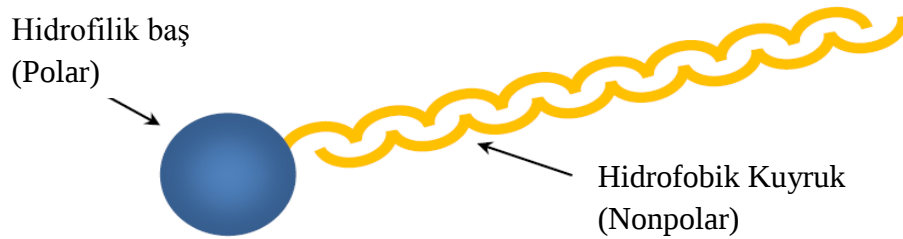
Eğer süspansiyondaki parçacıkların zeta potansiyeli çok fazla negatif veya pozitif ise parçacıklar birbirini itmektedirler. Eğer tam tersi bir durum söz konusu ise bir araya gelip kümeleşebilmekte ve çökebilmektedirler. Zeta potansiyel ± 30 mV'dan büyükse süspansiyon kararlıdır küçükse kararsızdır ve partiküller çökme eğilimindedir. Zeta potansiyelin 0 olduğu nokta ' *izoelektronik nokta* ' olarak adlandırılır ve bu noktada pozitif ve negatif yükler dengededir, net yük ise 0'dır. Yani elektrik akımında partikül hareket etmemektedir. Birimi milivolt (mV) cinsinden ifade edilmektedir (Malvern, 2008).

2.3.2. Yüzey aktif maddeler

Emülsiyonlar termodinamik olarak dayanıklı değildir. Serbest enerjilerini ve arayüzey alanını azaltmak için iki faza (üst faz yağ, alt faz su) ayrılmaya meyillidirler. Uzun vadeli stabil emülsiyonlar oluşturmak için yüzey aktif maddelere ihtiyaç vardır (Kargar, 2014). Emülgatörler emülsiyon damlacıklarının, emülsiyon oluşumu sırasında bir araya gelip topaklanmasını önleyen, yağ ve su ara yüzeyi arasındaki ara yüzey gerilimini azaltan ve böylece faz ayrımını engelleyen maddelerdir (Jafari vd., 2007b). Emülgatörler faz ayrımını engellemenin yanı sıra yağlarda ransiditenin başlamasını engelleyerek lezzetin dayanıklılığını artırmaktadırlar. Ayrıca fırıncılık ürünlerinde en uygun nişasta kompleksi oluşturarak iç yapıyı iyileştirmektedirler .

Emülgatörler petrol ve eczacılık ürünlerinde, gıda endüstrisinde salata soslarında, meyve tatlılarında, turta dolgu maddesinde, içeceklerde ve aroma emülsiyonlarında kullanılmaktadırlar (Raju ve Bawa, 2006).

Şekil 2.5.'te gösterildiği gibi, emülgatörler hidrofilik baş ve hidrofobik kuyruktan oluşmaktadırlar (Kargar, 2014).



Şekil 2.5. Yüzey aktif maddenin yapısı (Kargar, 2014)

Yüzey aktif maddeler genellikle baş gruplarının yüküne göre 5 gruba ayrılırlar (Kargar, 2014):

1. Anyonik: Baş grup negatif yüklü,
2. Katyonik: Baş grup pozitif yüklü,
3. Noniyonik: Baş grubun yükü sıfır (Yüksüz)
4. Zwitterion: Hem pozitif hem negatif yüke sahip

5. Amfoterik: Yüksek pH'a göre değişmektedir.

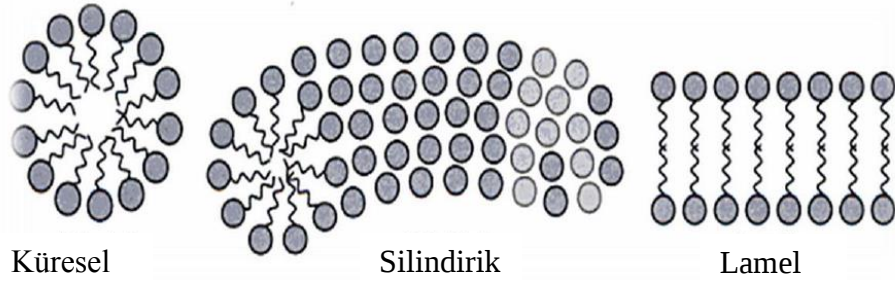
Katyonik ve anyonik yüzey aktif maddelere sırasıyla laurik arjinat ve biyosülfektanlar örnek olarak verilebilir. Noniyonik yüzey aktif maddelere sorbitan yağ asidi esterleri çeşitleri (Span), polioksietilen sorbitan yağ asidi esterleri çeşitleri (Tween), şeker esterleri ve monoglisitler örnek olarak verilebilir (Kralova ve Sjoblom, 2009).

Genellikle çoğu emülgatör (lesitin hariç) kombinasyon oluşturarak kullanılmaktadır. Yaygın olarak kullanılan emülgatörler; mono-digliserid, asetille monogliserid, sükroz yağ asiti esteri, stearyl-2-laktilat, sorbitan ester ve DATEM' dir (Raju ve Bawa, 2006).

Yüzey aktif maddeler HLB' ye göre sınıflandırılmaktadırlar. HLB, molekül içindeki hidrofilik grupların lipofilik gruplarına ağırlık yüzdesince oranı anlamına gelmektedir. Genellikle S/Y emülsiyonları, düşük HLB (3-8) değerine sahip yüzey aktif maddeler kullanılarak; Y/S emülsiyonları, yüksek HLB (8-18) değerine sahip yüzey aktif maddeler kullanılarak oluşturulmaktadır (Kralova ve Sjoblom, 2009).

$$HLB=7+\sum (\text{Hidrofilik grup sayısı}) -\sum (\text{Lipofilik grup sayısı})$$

Miseller, ortamda yeterli miktarda yüzey aktif madde bulunduğunda yüzey aktif madde moleküllerinin kendiliğinden bir araya gelmesi sonucu oluşan, termodinamik olarak dayanıklı kolloidal kümelerdir. Miseller, yüzey aktif maddelerin non-polar kuyrukları ile su molekülleri arasındaki istenmeyen etkileşimi azaltma eğiliminden dolayı oluşmaktadırlar. Misel oluşumu başlangıcındaki yüzey aktif madde konsantrasyonu kritik misel konsantrasyonu (CMC) olarak adlandırılmaktadır. CMC konsantrasyonunun altındaki konsantrasyonlarda, yüzey aktif madde su molekülü ile çevrilmiş birimlere, CMC üstündeki konsantrasyonlarda ise misel formuna dönüşmektedir. Şekil 2.6.'da gösterildiği gibi miseller küresel, silindirik ve lamel şeklindedir ve 50-100 monomerden oluşurlar (Kargar, 2014).

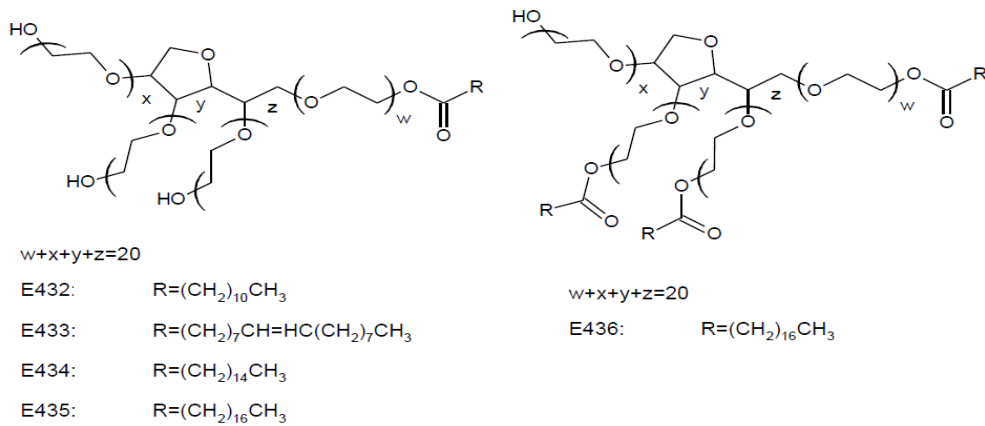


Şekil 2.6. Misel oluşum şekilleri (Kargar, 2014)

Polisorbatlar (E 432-E 436) gıdalarda önemli sayılabilecek dozlarda kullanımına izin verilen gıda katkı maddeleridir. Bunlar; sorbitol, yağ asitleri ve etilen oksidin reaksiyonu sonucu oluştururlar. Yapısındaki polioksietilen sorbitan kısmı ile bağlantılı olan yağ asitlerinin çeşitlerine göre numaralandırılırlar:

- Polisorbat 20 (Polioksietilen (20) Sorbitan Monolaurat, E 432)
- Polisorbat 40 (Polioksietilen (20) Sorbitan Monopalmitat, E 434)
- Polisorbat 60 (Polioksietilen (20) Sorbitan Monostearat, E 435)
- Polisorbat 80 (Polioksietilen (20) Sorbitan Monooleat, E 433)
- Polisorbat 65 (Polioksietilen (20) Sorbitan Tristearat, E 436)

Şekil 2.7.'de polisorbat çeşitlerinin molekül yapıları gösterilmektedir. Polisorbatların kendine özgü kimyasal karakteristiği yapısında bulunan farklı yağ asidi ester gruplarından kaynaklanmaktadır. Polisorbat 20, 40, 60 ve 80 molekül başına yalnızca bir yağ asidi grubu içerirken, polisorbat 65' te üç stearat grubu mevcuttur. (EFSA Journal, 2015).



Şekil 2.7. Polisorbat çeşitlerinin yapısal formülleri (EFSA Journal, 2015)

Polisorbatlar ya da bilinen adıyla Tween çeşitleri noniyonik yüzey aktif maddelerdir, evsel, bilimsel veya endüstriyel uygulamalarda deterjan veya emülgatör olarak kullanılırlar. Bu maddeler toksik değildir ve bunların diğer yüzey aktif maddeler ile kullanımı yaygındır (Mahmood ve Al-Koofee, 2013). Bu maddeler yüksek hidrofilik lipofilik dengesine (HLB) sahiptirler ve birçok gıdada kullanılmaktadırlar (HLB değerleri; T-20: 16.7, T-40: 15.6, T-60: 14.9, T-80: 15.0 ve T-85: 11.0). Yüksek HLB değeri bu maddeleri yağ veya diğer lipofilik maddelerin su içinde dağılımı için ideal bir emülgatör yapmaktadır (Weyland ve Hartel, 2008; Saberi vd., 2013). İyonlaşmayan ve biyoparçalanabilir olan Tween serisi yüzey aktif maddelerin gıda uygulamalarında yaygın olarak kullanıldığı belirtilmiştir (McClements ve Weiss, 2005). Bu maddelerin günlük alınabilir dozunun 25 mg kg⁻¹ vücut ağırlığı olduğu bildirilmiştir (Smith ve Hong-Shum, 2003).

Karotenoidlerin meyve ve sebzelerden biyogeçişliliği genellikle düşüktür. Karotenoidlerin biyogeçişliliğini etkileyen faktörler; gıdalara uygulanan ısı ve homojenizasyon, gıdanın yapısı, gıdada bulunan yağın yapısı gibi faktörlerdir. Karotenoidlerin ve diğer biyoaktif bileşenlerin stabilitesini ve biyogeçişliliğini artırmak için enkapsülasyon veya emülsion oluşturma teknikleri kullanılmaktadır. Bu tekniklerin uygulanmasında, uygun enkapsüle edici ajanlar veya yüzey aktif maddelerin kullanılması son derece önemlidir (Fernandez-Garcia vd., 2008).

Endüstriyel domates atıklarından likopen ekstraksiyonunun artırılması amacıyla ultrases destekli mikroemülsiyon tekniği kullanılarak yapılan bir çalışmada; optimize edilmiş koşullar altında, verimde % 100' ün üzerinde bir artış olduğu gözlenmiştir (Amiri-Rigi vd., 2016). Mikroemülsiyon tekniğiyle domatesten likopen ekstraksiyonunun yapıldığı bir başka çalışmada, yüzey aktif madde çeşitleri, kosürfektan çeşitleri ve sonikatör (ultrases) ve enzim uygulaması gibi ön işlemlerin etkileri araştırılmıştır. En yüksek karotenoid geri kazanımının T-60 ile elde edildiği bildirilmiştir (Amiri-Rigi ve Abbasi, 2016).

Enzimatik ön işlem uygulaması ve Tween, Span gibi farklı yüzey aktif maddelerin domates kabuklarından likopen geri kazanımına etkisinin araştırıldığı bir çalışmada en yüksek likopen geri kazanımı Span 20 kullanımı ile sağlanmıştır. Pektinolitik enzim ve yüzey aktif madde kullanılarak yapılan ekstraksiyondan elde edilen likopen geri kazanımının 1 saatlik enzimatik ön işlem uygulanan örneklerden 4

kat fazla olduğu ve hiç işlem uygulanmamış kabuklarla kıyaslandığında ise yaklaşık 10 kat daha fazla olduğu saptanmıştır (Papaioannou ve Karabelas, 2012).

Kırmızı etli portakal suyu ve işlenmiş zeytin pirina atık sularından bulutlanma noktası ekstraksiyonu kullanılarak karotenoidlerin ve fenollerin ayrıldığı bir çalışmada Span 20, PEG 400, T-80 ve T-20 kullanıldığı ve en yüksek verimin T-80 kullanımı ile sağlandığı belirtilmiştir (Katsoyannos, vd. 2012). Kırmızı etli portakal suyundan likopen ve toplam karotenoid maddenin Genapol X-80 noniyonik yüzey aktif maddesi kullanılarak bulutlanma noktası ekstraksiyonu ile ekstrakste edildiği bir çalışmada; pH, tuz konsantrasyonu, yüzey aktif madde konsantrasyonu, inkübasyon sıcaklığı gibi parametrelerin ekstraksiyona etkisi incelenmiştir. Likopen ve toplam karotenoid madde geri kazanımı için optimum koşullar pH 2.3, % 5 Genapol X-80 (v/v), 55  C inkübasyon sıcaklığı ve örneklerin NaCl ile muamele edilmesi olarak belirlenmiştir (Chatzilazarou vd., 2011).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Cihaz ve Malzemeler

3.1.1. Kullanılan kimyasallar

Bu tez çalışmasında sıvılaştırıcı enzim karışımı olarak kullanılan mayşe enzimi (pektinaz–selülaz) ticari enzim üreten bir firmadan, polisoksietilen sorbitan monolaurat (Tween-20), polioksietilen sorbitan monopalmıtat (Tween-40), polioksietilen sorbitan monostearat (Tween-60), polioksietilen sorbitan oleat (Tween-80) yüzey aktif maddeleri (YAM) Sigma ALDRİCH firmasından, saf su Gıda Mühendisliğı Bölümü’ndeki saf su cihazından, ultra saf su Gıda Mühendisliğı Bölümü’ndeki ultra saf su cihazından, aseton, metanol, gallik asit, DPPH radikali, metanol, trolox, Folin & Ciocalteus reaktifi, THF, β-karoten ve Na₂CO₃ MERCK firmasından temin edilmiştir.

3.1.2. Kullanılan alet, ekipman, cihazlar

Bu tez çalışması kapsamında ultrasonik su banyosu (BANDELİN SONOREX, RK514H), yüksek devirli parçalayıcı (IKA T18 Digital ULTRA TURRAX), yüksek basınçlı homojenizatör (Nanodisperser ISA-NLM 100 SUFLUX), sonikatör (Soniprep 150 SANYO), HPLC (SHIMADZU), C₁₈ HPLC kolonu (Inertsil ODS-3, 5 µm 4,6 x 250 mm), UV-VIS Çift Işın Yollu Spektrofotometre (UV-1800 SHIMADZU), vortex karıştırıcı (UM_96B JE10 TECH), çok noktalı manyetik karıştırıcı (Velp Scientifica), santrifüj (MSE MISTRAL1000), Zeta Potansiyel ve Mobilite Ölçüm Cihazı (Zetasizer Nano-ZS,model ZEN3600, Malvern Instruments), hassas terazi (OHAUS PA214), saf su cihazı (GFL, typ 2004), ultra saf su cihazı (Millipore), ev tipi blender, ev tipi buzdolabı, termometre, otomatik pipet seti ve çalışma için gerekli olan muhtelif malzemeler kullanılmıştır.

3.1.3. Materyal

Bu tez çalışması için gerekli olan taze kayısı meyvesi (Hacıhaliloğlu) Malatya Kayısı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Kayıslar çekirdekleri çıkartılıp ikiye bölünmüş, ev tipi blender ile püre haline getirilmiş ve küçük porsiyonlar halinde ev tipi buzdolabında -40 °C' de muhafaza edilmiştir. Dondurulmuş haldeki kayısı numunelerinin, her bir analiz öncesi buzluktan çıkartılarak oda koşullarında çözünmesi sağlanmıştır.

Sıvılaştırıcı mayşe enzimi (pektinaz–selüloz) +4 °C' de buzdolabında muhafaza edilmiştir. Analizden hemen önce buzdolabından çıkarılarak oda koşullarına gelmesi sağlanmıştır. Her bir analizde kullanılacak enzim miktarı, analizde kullanılan kayısı püresi miktarı üzerinden belirlenmiştir.

Ekstraksiyon işleminde kullanılmak üzere YAM olarak T-20, T-40, T-60 ve T-80 kullanılmıştır. Viskoz sıvı haldeki bu maddeler kullanım kolaylığı sağlamak amacıyla saf su ile 10 kat seyreltilmiş ve iyice çözünene kadar çok noktalı manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır. Bu çözeltilerin ağızları kapatılarak daha sonra analizlerde kullanılmak üzere +4 °C'de buzdolabında muhafaza edilmiştir. Çözeltiler analiz yapılmadan hemen önce buzdolabından çıkartılarak çözelti sıcaklığının oda koşullarına gelmesi beklenmiştir.

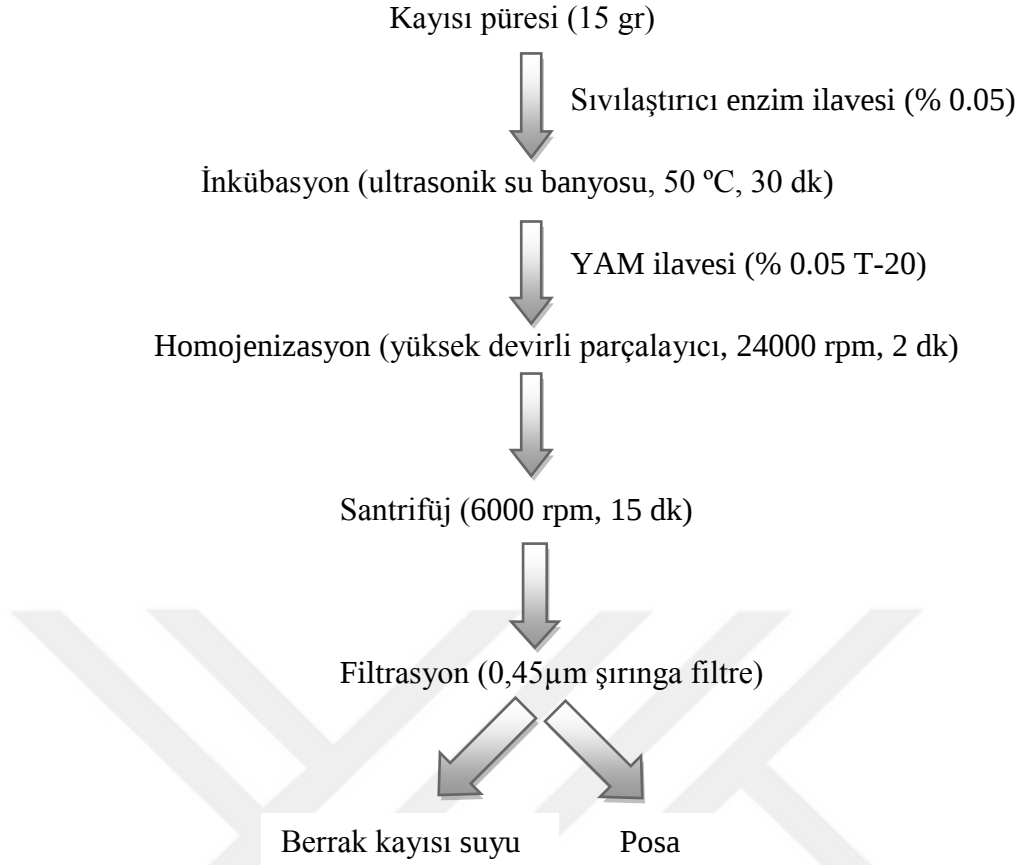
3.2. Yöntem

Bu çalışmada gerçekleştirilen partikül büyüklüğü analizi haricindeki tüm çalışmalar İnönü Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Araştırma Laboratuvarında, partikül büyüklüğü ve yükü analizleri ise İnönü Üniversitesi Bilimsel ve Teknoloji Araştırma Merkezi'nde gerçekleştirilmiştir.

3.2.1. Berrak kayısı suyu üretimi

Bu çalışmada öncelikle β -karoten kazanımını etkileyen çalışma şartları, çalışma öncesi optimize edilerek belirlenmiştir.

Berrak kayısı suyu elde etmek için uygulanan YAM destekli ekstraksiyon basamakları Şekil 3.1.'de gösterildiği gibidir.



Şekil 3.1. Yüzey aktif madde destekli berrak kayısı suyu eldesi basamakları

Berrak kayısı suyu numunelerinde bulunan β -karotenin, ne kadarının kaç kademeli ekstraksiyon ile alınabildiğini belirlemek amacıyla, örneklere ardışık ekstraksiyon işlemi uygulanmıştır. İlk ekstraksiyon sonucu oluşan posaya YAM ilave edilmiş ardından homojenizasyon, santrifüj ve filtrasyon işlemi aynı şekilde gerçekleştirilmiştir. Posadan daha fazla karotenoid alamayınca kadar (renksiz ekstrakt elde edilinceye kadar) ekstraksiyon işlemine devam edilmiş, bu amaçla art arda 5 ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir.

3.2.2. Karotenoid kazanım düzeyinin belirlenmesi

Su bazlı sistemle ekstrakte edilebilen karotenoid miktarının belirleyebilmek için kayısı püresindeki karotenoidler THF ile klasik solvent ekstraksiyonu işlemine tabi tutulmuştur. Bu amaçla 15 g kayısı püresine 15 ml THF eklenmiş ve 1 dk 24000 rpm hızda parçalanmış ve whatman no:1 filtre kağıdından süzülerek süzüntü elde edilmiştir.

Aynı işlem 4 defa tekrarlanarak ekstraktlar birleştirilmiş ve 0.45 µm gözenek çaplı PTFE filtreden süzülerek karotenoid analizi gerçekleştirilmiştir.

3.2.3. Deney koşullarının optimizasyonu

Bu çalışmada β-karoten ekstraksiyonu etkileyen deneysel koşullar optimize edilmiştir. Bu koşullar; sıvılaştırıcı enzim miktarı, ekstraksiyon sırasında uygulanan ısıl işlemin süre ve sıcaklığı, farklı homojenizasyon metotları ve YAM miktar ve çeşitidir.

3.2.3.1. Enzim miktarı

Berrak kayısı suyu eldesinde β-karoten kazanımına enzim etkisinin belirlenmesi amacıyla Şekil 3.1.'de gösterilen ekstraksiyon basamakları, kayısı püresi farklı konsantrasyonlarda (% 0.01-0.1) mayşe enzimi ile muamele edilerek gerçekleştirilmiştir. Ekstraksiyon sonunda elde edilen berrak kayısı suyunun β-karoten miktarı Bölüm 3.2.4.1.'de anlatıldığı gibi hesaplanmıştır.

3.2.3.2. Ekstraksiyon sırasında uygulanan ısıl işlemin sıcaklık ve süresi

Berrak kayısı suyu eldesinde β-karoten kazanımına ısıl işlemin etkisinin belirlenmesi amacıyla Şekil 3.1.'de gösterilen ekstraksiyon işlemleri, farklı sıcaklık değerlerinde (20-70 °C) ve farklı sürelerde (10-60 dk) ısıl işlem uygulanarak (ultrasonik su banyosu, 35 kHz) gerçekleştirilmiştir. Ekstraksiyon sonunda elde edilen berrak kayısı suyunun β-karoten miktarı Bölüm 3.2.4.1'de anlatıldığı gibi hesaplanmıştır.

3.2.3.3. Yüzey aktif madde çeşit ve miktarının etkisi

β-karoten kazanımına YAM miktar ve çeşitinin etkisinin belirlenmesi amacıyla Şekil 3.1.'de verilen akış şemasında farklı konsantrasyonlarda (% 0.05-1.0) T-20, T-40, T-60 ve T-80 kullanılmıştır.

Ayrıca % 0.25 konsantrasyonda YAM çeşitlerinin (T-20, T-40, T-60, T-80) kombinasyonlarının β-karoten kazanımına etkisi Bölüm 3.2.1.'de anlatıldığı şekilde analiz edilmiştir. T-20 ve T-80' nin farklı konsantrasyonlarının (% 0-% 0.5) da β-karoten kazanımına etkisi analiz edilmiştir.

Tüm bunlara ilaveten sadece T-20 kullanılarak daha yüksek konsantrasyonların (% 0.5- % 10.0) β-karoten kazanımına etkisi Bölüm 3.2.1.'de ifade edildiği şekilde

analiz edilmiştir. Ekstraksiyonlar sonunda elde edilen berrak kayısı sularının β -karoten miktarı Bölüm 3.2.4.1'de anlatıldığı gibi hesaplanmıştır.

3.2.3.4. Farklı homojenizasyon metotlarının etkisi

Bu çalışmada ekstraksiyon sırasında uygulanan farklı homojenizasyon yöntemlerinin β -karoten kazanımına etkisinin belirlenmesi amacıyla yüksek devirli parçalayıcı (Ultra turrax), yüksek basınçlı homojenizasyon (Nanodisperser) ve sonikasyon (ultrasonik prob) olmak üzere 3 farklı homojenizasyon metodu karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Şekil 3.1.'de verilen akış şemasında görüldüğü gibi, 15'er gr kayısı numuneleri % 0.05 enzim ile muamele edilmiş, daha sonra bu numuneler ultrasonik su banyosunda 50 °C' de 30 dakika inkübasyona bırakılmıştır. Bu numunelerin her birine % 0.5 T-20 ilave edilmiş ardından numuneler yüksek devirli parçalayıcı ile 24000 rpm hızda 1-5 dk homojenize edilmiştir. Numuneler 15 dakika 6000 rpm hızda santrifüj edilmiş ve ardından filtre edilmiştir.

Yüksek devirli parçalayıcı için yukarıda anlatılan işlem basamakları sonikasyon için de uygulanmıştır. Yüksek devirli parçalayıcı yerine ultrasonik prob (frekans:23 kHz) 1-5 dk süre ile kullanılarak işlem gerçekleştirilmiştir.

Yüksek devirli parçalayıcı yerine yüksek basınçlı homojenizatör ((basınç:1000 mPa, hız:1000 rpm, geçiş sayısı:1-6) kullanılarak yukarıda anlatılan tüm bu işlemler gerçekleştirilmiştir. Ekstraksiyonlar sonunda elde edilen berrak kayısı sularının β -karoten miktarı Bölüm 3.2.4.1'de anlatıldığı gibi hesaplanmıştır.

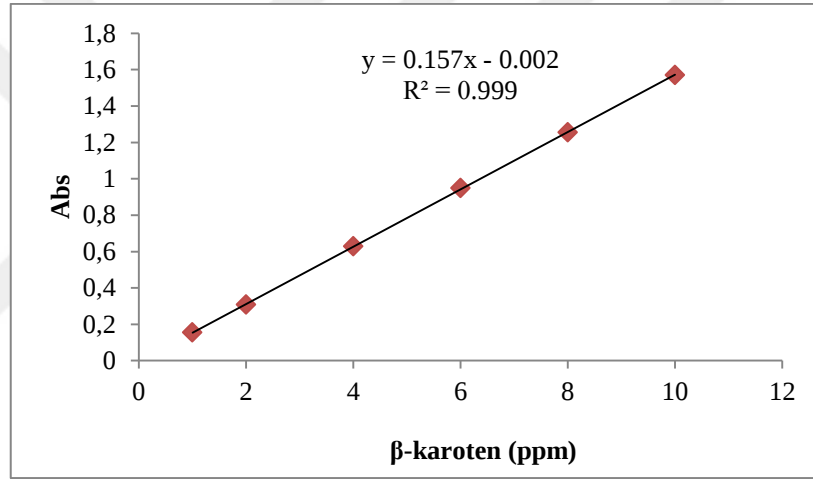
3.2.4. Karotenoid analizleri

3.2.4.1. Spektrofotometrik toplam karotenoid analizi

Berrak kayısı sularındaki β -karoten miktarını hesaplamak için saf β -karoten'in su içerisindeki kalibrasyon grafiği kullanılmıştır. Ayrıca THF destekli ekstraksiyon ile alınabilen toplam karotenoid miktarını belirlemek için saf β -karoten'in THF içerisindeki kalibrasyon grafiğinden yararlanılmıştır. Berrak kayısı suları plastik spektrofotometre küvetlerine aktarılmış, 470 nm'de saf suya karşı absorbans değerleri ölçülmüştür. Şekil

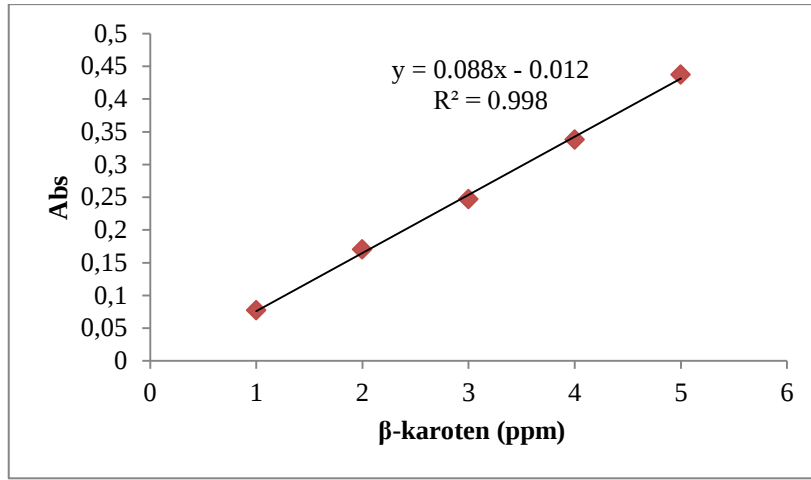
3.2. ve Şekil 3.3.'te gösterilen standart β -karoten kalibrasyon grafiklerinden yararlanılarak örneklerdeki toplam karotenoid miktarları belirlenmiştir.

Su içerisinde mikroemülsiyeye β -karotenin kalibrasyon grafiğini çizmek için, 2 mg saf β -karoten 2 ml THF içinde tamamen çözünene kadar karıştırılmıştır. Bu çözeltiden 100 μ l alınarak 100 mg T-20 ile iyice çözünene kadar karıştırılmıştır. Ardından bu çözeltiden azot gazı altında THF tamamen uzaklaştırılmıştır. Kalan kısım manyetik karıştırıcıda karışmaya devam ederken üzerine toplamda 10 mL olacak şekilde damla damla saf su eklenerek berrak β -karoten mikroemülsiyonu elde edilmiştir. Bu çözeltiden 1-10 ppm aralığında farklı konsantrasyonlar su ile seyreltme yoluyla elde edilmiş ve spektrofotometre kuvvetlerine aktararak 470 nm'de saf suya karşı absorbans değerleri ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar ile Şekil 3.2.'deki kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur.



Şekil 3.2. Su içerisinde mikroemülsiyeye β -karotenin kalibrasyon eğrisi

THF içinde β -karotenin kalibrasyon grafiği için, 2 mg saf β -karoten 2 ml THF içinde tamamen çözünene kadar karıştırılmıştır. Bu çözelti 10 ppm olacak şekilde seyreltilerek stok çözeltisi hazırlanmıştır. Bu stoktan 1-5 ppm alınarak çalışma çözeltileri elde edilmiştir. Tüplerdeki çözeltiler cam spektrofotometre kuvvetlerine aktarılmış ve 470 nm'de spektrofotometre ile THF'e karşı absorbans değerleri ölçülmüştür. Absorbans değerleri konsantrasyona karşı grafiğe geçirilerek Şekil 3.3.'teki kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur.



Şekil 3.3. β-karotenin THF içerisindeki çözeltisinin kalibrasyon eğrisi

3.2.4.2. HPLC ile karotenoid analizi

Berrak kayısı sularının HPLC kromatogramlarını elde etmek amacıyla gradient ters faz HPLC sistemi kullanılmıştır. Kullanılan yöntemin gradient koşulları Çizelge 3.1'de belirtildiği gibidir. Çalışmada C₁₈ kolon ve DAD dedektör kullanılmıştır. Mobil faz olarak aseton (A), metanol (B) ve ultra saf su (C) kullanılmıştır. Numune olarak bölüm 3.2.3.3.'te hazırlanan kayısı ekstraktları kullanılmıştır. Dondurucuda muhafaza edilen bu numunelerin analizden önce buzluktan çıkarılarak oda koşullarında çözünmesi sağlanmıştır. Analizden önce numuneler vortekslenmiş ve hemen ardından HPLC cihazına enjekte edilmiştir. Analizlerde enjeksiyon hacmi 100 µL, analiz süresi 23 dk, akış hızı 1 mL/dk, kolon fırını sıcaklığı 30 °C ve dedeksiyon dalga boyu 450 nm olarak ayarlanmıştır. Sonuçlar spektrofotometre ile ölçülen analiz sonuçları ile kıyaslanarak da doğruluğu değerlendirilmiştir.

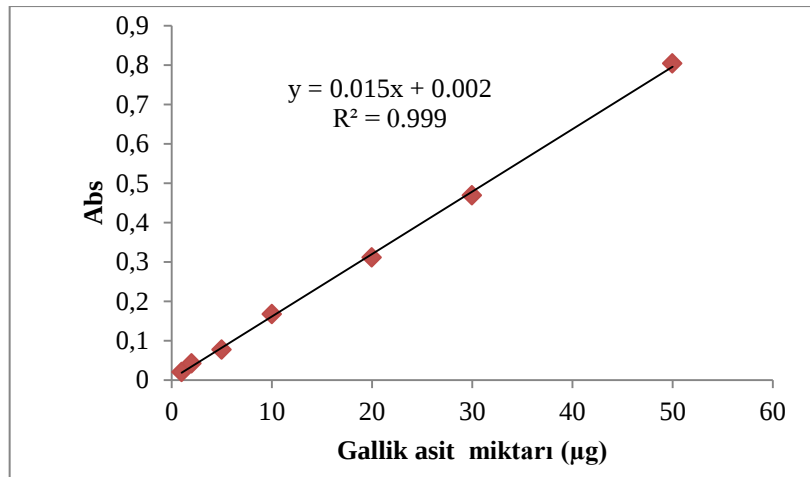
Çizelge 3.1. HPLC gradient koşulları

Zaman (dk)	A (%)	B (%)	C (%)
0	30	30	40
3	50	50	0
22	50	50	0
23	30	30	40

3.2.5. Toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite analizi

3.2.5.1. Toplam fenolik madde analizi

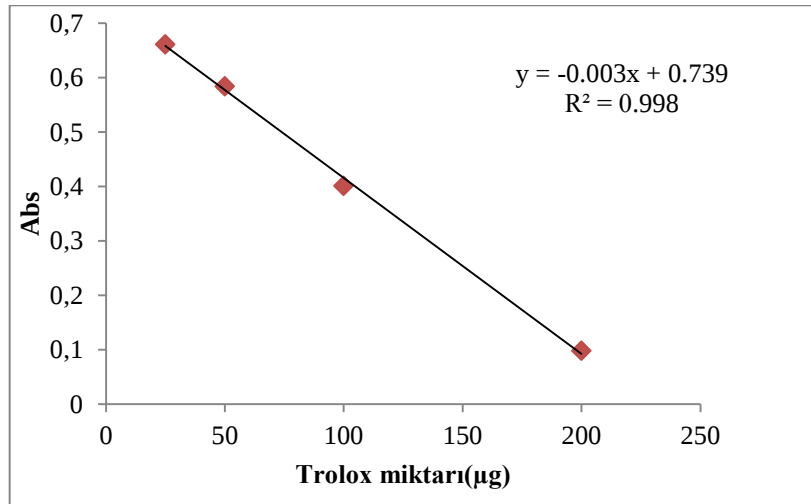
Berrak kayısı sularında bulunan toplam fenolik madde miktarı Folin&Ciocalteu yöntemi ile belirlenmiştir (Yıldırım vd., 2001). Toplam fenolik madde miktarını Gallik asit cinsinden ifade etmek için, öncelikle Gallik asit standardı hazırlanmıştır. Bunun için 100 mg Gallik asit bir miktar saf su içerisinde manyetik karıştırıcı yardımıyla çözülmüş ve saf su ile hacmi 100 mL'ye tamamlanmıştır. Bu stoktan 10, 20, 50, 100, 200, 300, 500 µL alınarak tüplere konulmuş ve hacimleri 1000 µL'ye saf su ile tamamlanarak çalışma çözeltileri elde edilmiştir. Cam tüplere 100 µL berrak kayısı suları veya gallik asit çalışma çözeltilerinden konulmuş ve hepsinin hacmi saf su ile 1 mL'ye tamamlanmış ardından karıştırılmıştır. Her bir tüpe 1 mL 1:10 oranında seyreltilmiş Folin&Ciocalteu reaktifi eklenmiş, 2 dk sonra üzerine 1 mL % 2' lik Na₂CO₃ eklenerek karıştırılmıştır. Bu çözeltiler oda sıcaklığında 1 saat inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda tüplerdeki çözeltiler plastik spektrofotometre küvetlerine aktarılmış ve 750 nm'de UV-VIS Çift Işın Yollu Spektrofotometre ile saf suya karşı absorbans değerleri ölçülmüştür. Gallik asit standartları ile Şekil 3.4.'teki kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur. Bu grafiğe göre gerekli hesaplamalar yapılarak numunelerdeki toplam fenolik madde miktarı Gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak ifade edilmiştir.



Şekil 3.4. Toplam fenolik madde için çizilen Gallik asit kalibrasyon eğrisi

3.2.5.2. Antioksidan aktivite analizi

Berrak kayısı sularının antioksidan aktivitesini belirlemek amacıyla yapılan bu analiz DPPH yöntemi ile gerçekleştirilmiştir (Bondet vd., 1997). Bir miktar (5-10 mg) DPPH ve bir miktar metanol karıştırılmıştır. Bu çözeltinin 520 nm’de absorbanısı 0.700-0.800 civarında olacak şekilde ayarlanmıştır. Diğer tarafta antioksidan aktivite sonuçlarını Trolox eşdeğeri olarak ifade etmek için trolox çözeltisi hazırlanmıştır. Bunun için 50 mg trolox tartılmış ve bir miktar metanolde çözülerek hacmi metanolle 50 mL’ye tamamlanmış ve vortex karıştırıcıda çözülene kadar karıştırılmıştır. Bu çözeltiden 25, 50, 100, 200, 300 µL alınarak tüplere konulmuş ve hacimleri % 70 metanolle 1 mL’ye tamamlanarak çalışma çözeltileri elde edilmiştir. Berrak kayısı suları ve gallik asit çalışma çözeltilerinden 100’er µL ayrı tüplere alınmış ve herbirinin üzerine 2.9 mL DPPH çözeltisi eklenerek karıştırılmıştır. Daha sonra bu çözeltiler oda sıcaklığında, karanlıkta 30 dk bekletilmiştir. Süre sonunda tüp içerikleri plastik spektrofotometre küvetlerine aktarılmış ve 520 nm’de UV-VIS Çift Işın Yollu Spektrofotometre ile metanole karşı absorban değerleri ölçülmüştür. Trolox standartları ile Şekil 3.5.’teki kalibrasyon grafiği oluşturulmuştur. Bu grafiğe göre gerekli hesaplamalar yapılarak numunelerin antioksidan aktivitesi Trolox eşdeğeri (TEAC) cinsinden ifade edilmiştir.



Şekil 3.5. Antioksidan aktivite için çizilen Trolox kalibrasyon eğrisi

3.2.6. Mikroemülsiyonların partikül büyüklüğü ve yükü

Berrak kayısı suyu numunelerinin partikül büyüklüğü ve zeta potansiyelleri, dinamik ışık saçınımı ve lazerli doppler mikroeletroforez yöntemine göre Zeta Potansiyel ve Mobilite Ölçüm Cihazı (Zetasizer Nano-ZS) ile tayin edilmiştir (Uluata vd., 2015). Bu analizde konsantrasyonun etkisini görmek için T-20' nin farklı konsantrasyonları analiz edilmiştir. Örnekler saf su ile 10 kat seyreltilmiş, ardından 3 mL'lik zeta plastik küvetlere transfer edilerek ölçümler oda sıcaklığında (25°C) gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar Z- ortalama partikül çapı (d.nm) ve zeta potansiyel (mV) olarak ifade edilmiştir.

3.2.7. İstatistiksel analiz

Tüm analizler kontrol örneği de dahil olmak üzere üç tekerrürlü gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları, ortalamaları alınmış ve $\pm$ standart sapmaları belirtilmiş şekilde grafiklerde gösterilmiştir.

İstatistiksel analizde "SPSS 16.0 for Windows" programı kullanılmıştır. Analizler sonucu elde edilen veriler ANOVA analizine tabii tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklar Duncan ($\alpha=0.05$) çoklu karşılaştırmalı testi kullanılarak belirlenmiştir. Örneklere ilişkin istatistiksel tablolar Ek'de verilmiştir.

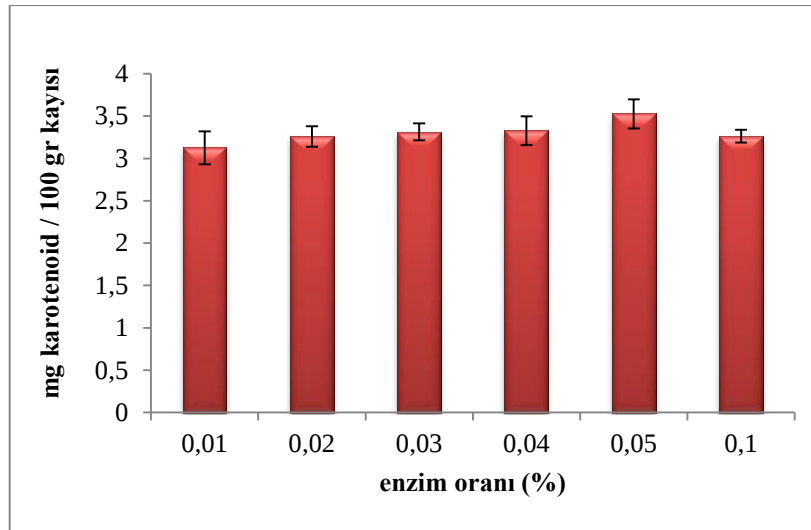
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Deney Koşullarının Optimizasyonu

4.1.1. Enzim miktarının etkisi

Taze meyve suyunda çözünmüş halde bulunan pektin, meyvenin hücre duvarında bulunan pektolitik enzimlerin aktivitesi ve hücrelerin fiziksel yıkımı sonucu meydana gelmektedir. Bu pektin, meyve suyu ekstraksiyonu sırasında meyve suyunun viskozitesini artırarak ekstraksiyon verimini düşürmektedir (Helbig, 2001). Maserasyon enzimleri (selüloz-pektinaz) kayısı, şeftali, elma, armut, böğürtlen, ahududu, üzüm ve çilek gibi berrak meyve sularının ekstraksiyon ve klarifikasyonunda berraklık ve meyve su oranını artırmak amacıyla pektin ve diğer hücre duvarı polisakkaritlerini hidrolize ederek viskozitenin azalmasına, preslemeyi kolaylaştırmaya, filtrasyon hızının artmasına, meyvenin önemli ya da değerli bileşenlerinin ekstraksiyonunun artmasına, işlem süresinin kılmasına ve maliyetin azalmasına katkıda bulunmaktadır (Liliana, 1998; Bhat, 2000; Kashyap vd., 2001; Raju ve Bawa, 2006; Brito ve Vaillant, 2012).

Yaptığımız deneysel çalışmaların istatistiksel sonuçlarına göre gruplar arasında anlamlı bir fark olmamasına rağmen % 0.05 oranında enzim kullanılması durumunda β -karoten kazanımında maksimum değere ulaşıldığı gözlenmiştir (Şekil 4.1.)



Şekil 4.1. Enzim oranının karotenoid miktarı üzerine etkisi

Ahududu suyu üretiminde kullanılan farklı pektolitik enzim çeşitlerinin ahududu suyunun kalitesine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, pektolitik enzimlerin pektinin daha hızlı ve kolayca parçalanmasını sağladığı, filtrasyon ve klarifikasyonu kolaylaştırdığı, antosiyanin ve polifenol içeriğini arttırdığı ve böylece meyve suyu verimini arttırdığı ifade edilmiştir (Juhasz vd., 2010).

Yapılan bir çalışmada mango suyu üretiminde verimi artırmak için farklı miktarlarda sıvılaştırıcı enzim karışımı (selüloz-pektinaz-ksilanaz) ve farklı sürelerde inkübasyon uygulanmıştır. Enzim aktivitesi için optimum süre ve sıcaklığın 60 dk, 45-50 °C ve optimum enzim miktarının 150 mL/kg olduğu belirtilmiştir. Enzim karışımının suda çözünmeyen katı madde miktarını yaklaşık % 30 azalttığı kaydedilmiştir (Brito ve Vaillant, 2012). Yapılan bir diğer çalışmada amilaz-pektinaz enzim kombinasyonu optimum muz suyu üretimi için durultma amacıyla kullanılmıştır. Benzer şekilde selüloz enzimi meyve suyu üretiminde selülotik matriksi parçalayarak meyve suyu verimini artırmıştır. (Raju ve Bawa, 2006).

Portakal kabuğu, tatlı patates ve havuçtan karotenoidlerin ekstrakte edildiği bir çalışmada farklı selüloz-pektinaz enzim kombinasyonlarının ve ekstraksiyon süresinin karotenoid pigmentlerinin renk verimine etkisi araştırılmıştır. Selüloz pektinaz enzimlerinin hücre duvarından karotenoidlerin ayrılmasını ve böylece ekstraksiyon süresini kısalttığı, ekstraksiyon verimini, renk kazanımını arttırdığı kaydedilmiştir. Ayrıca düşük miktarda enzim kullanımında ekstraksiyon süresi uzatılarak da aynı renk verimine ulaşılabildiği ifade edilmiştir (Çınar, 2005).

İşlenmiş domates atıklarından likopen analizi yapılan bir çalışmada, enzim kullanımıyla likopen geri kazanımında hiç işlem görmemiş bitki materyallerine göre 8-18 kat artış gözlenmiştir (Zuorro vd., 2011). Organik solvent kullanılmadan domates kabuğu atıklarından likopen ekstraksiyonunun araştırıldığı bir çalışmada domates atıklarının likopen konsantrasyonunun enzimatik muameleye tabi tutulmayan kabukların likopen konsantrasyonlarına göre 30 kat fazla olduğu bildirilmiştir (Cuccolini vd., 2013).

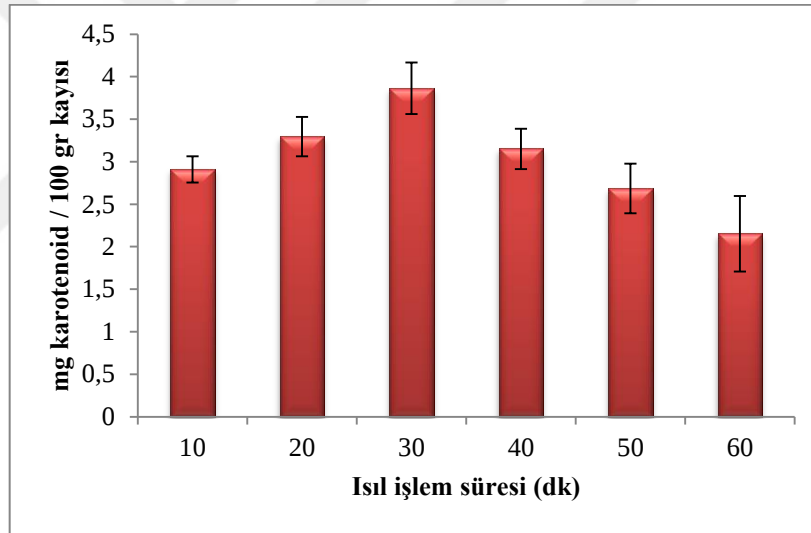
Enzimatik ön işlem uygulaması ve yüzey aktif maddelerin domates kabuklarından likopen geri kazanımına etkisinin araştırıldığı bir çalışmada en yüksek likopen geri kazanımı Span 20 kullanımı ile sağlanmıştır. Enzim uygulaması ve yüzey aktif madde kullanılarak yapılan ekstraksiyondan elde edilen likopen geri kazanımının 1 saatlik

enzimatik ön işlem uygulanan örneklerden 4 kat fazla olduğu ve hiç işlem uygulanmamış kabuklarla kıyaslandığında ise yaklaşık 10 kat daha fazla olduğu belirtilmiştir (Papaioannou ve Karabelas, 2012).

Kayıp örnekleri enzimatik muameleye tabii tutularak pürede bulanıklık sebebi olan pektin parçalanmış ve viskozitesi azalmış bu sayede filtrasyon işlemi kolaylaştırılmıştır. Ön işlem olarak uygulanan enzimin karotenoid kazanımını arttırdığı, berrak meyve suyu üretimde filtrasyon-klarifikasyonu kolaylaştırdığı ve verimi arttırdığı söylenebilmektedir.

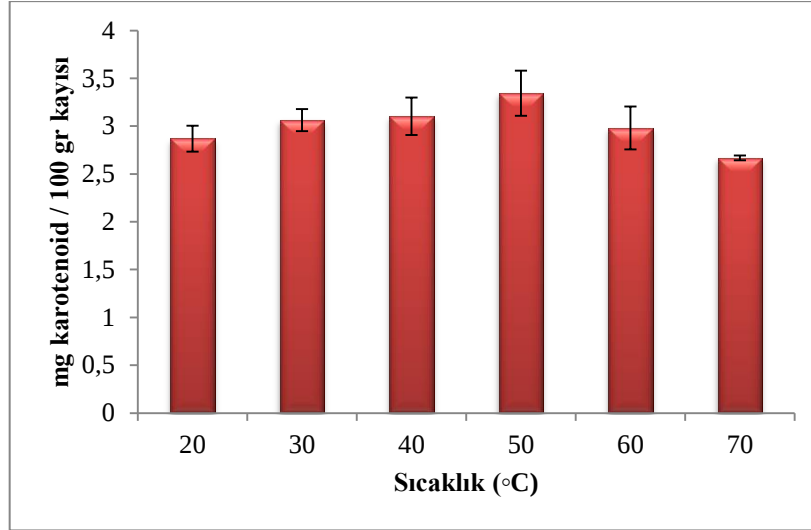
4.1.2. Ekstraksiyon sırasında uygulanan ısıl işlemin etkisi

Şekil 4.2.'de gösterildiği gibi, 50 °C' de farklı ısıl işlem süreleri uygulandığında β -karoten geri kazanım değerinin 30 dakikaya kadar arttığı, bu süreden sonra ise β -karoten geri kazanımda önemli bir azalma olduğu gözlenmiştir ($P<0.05$).



Şekil 4.2. 50 °C sıcaklıktaki farklı ısıl işlem sürelerinin β -karoten kazanımına etkisi

Şekil 4.3.'te gösterildiği üzere, 30 dakikalık sürede farklı ısıl işlem sıcaklıkları uygulandığında β -karoten geri kazanım değerinin 50 °C' ye kadar arttığı, bu süreden sonra ise β -karoten geri kazanım miktarının azaldığı belirlenmiştir.



Şekil 4.3. Farklı ısıtım sıcaklıklarının β -karoten kazanımına etkisi

Kayısıdan pektin esterase ve poligalakturonaz içeren sıvılaştırıcı enzim preparatı ile berrak kayısı suyu üretilmiş ve enzim miktarı, inkübasyon süresi ve sıcaklığı gibi parametrelerin verim üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada meyve suyunda % 0.5 enzim varlığında 45°C’ de 5 saat inkübasyon ile %78 civarında verim alındığı belirtilmiştir (Chauhan vd., 2001).

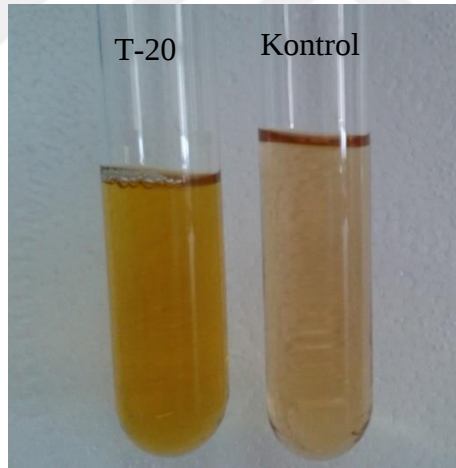
Pitaya suyu üretiminde pektolitik enzim kullanımının ve inkübasyon süre (40-81 dk) ve sıcaklığının (40-49°C) pitaya suyunun fizikokimyasal özelliklerine etkisinin incelendiği bir çalışmada enzim kullanımı ve inkübasyonun pitaya suyunun protein içeriğini % 0.17’den % 0.33’e, karbonhidrat oranını % 3 ve toplam polifenol miktarını % 15.0 oranında arttırdığı kaydedilmiştir (Nur’ Aliaa vd., 2010).

Ekstraksiyon tekniği, gıdanın yapısı gibi koşullara bağlı olarak ekstraksiyon sırasında uygulanan ısıtım işlemi belli bir noktaya kadar karotenoid kazanımını artırmakta, belli bir noktadan itibaren azaltmaktadır (Vilkhu vd., 2008). 50 °C ve 30 dakikaya kadar artan sıcaklığın ve zamanın viskozitenin azalmasını sağladığı, parçacık boyutunu küçülterek yüzey alanını artırdığı ve böylece ekstraksiyon oranını arttırdığı, hücre bozunmasına sağlayarak kütle transferini ve difüzyonu artırmış olduğu; bu noktadan sonra devam eden artışın ise enzimin inaktivite olmasına ve karotenoidlerin yapısının bozulmasına sebep olduğu düşünülmektedir.

4.1.3. Yüzey aktif madde çeşit ve miktarının etkisi

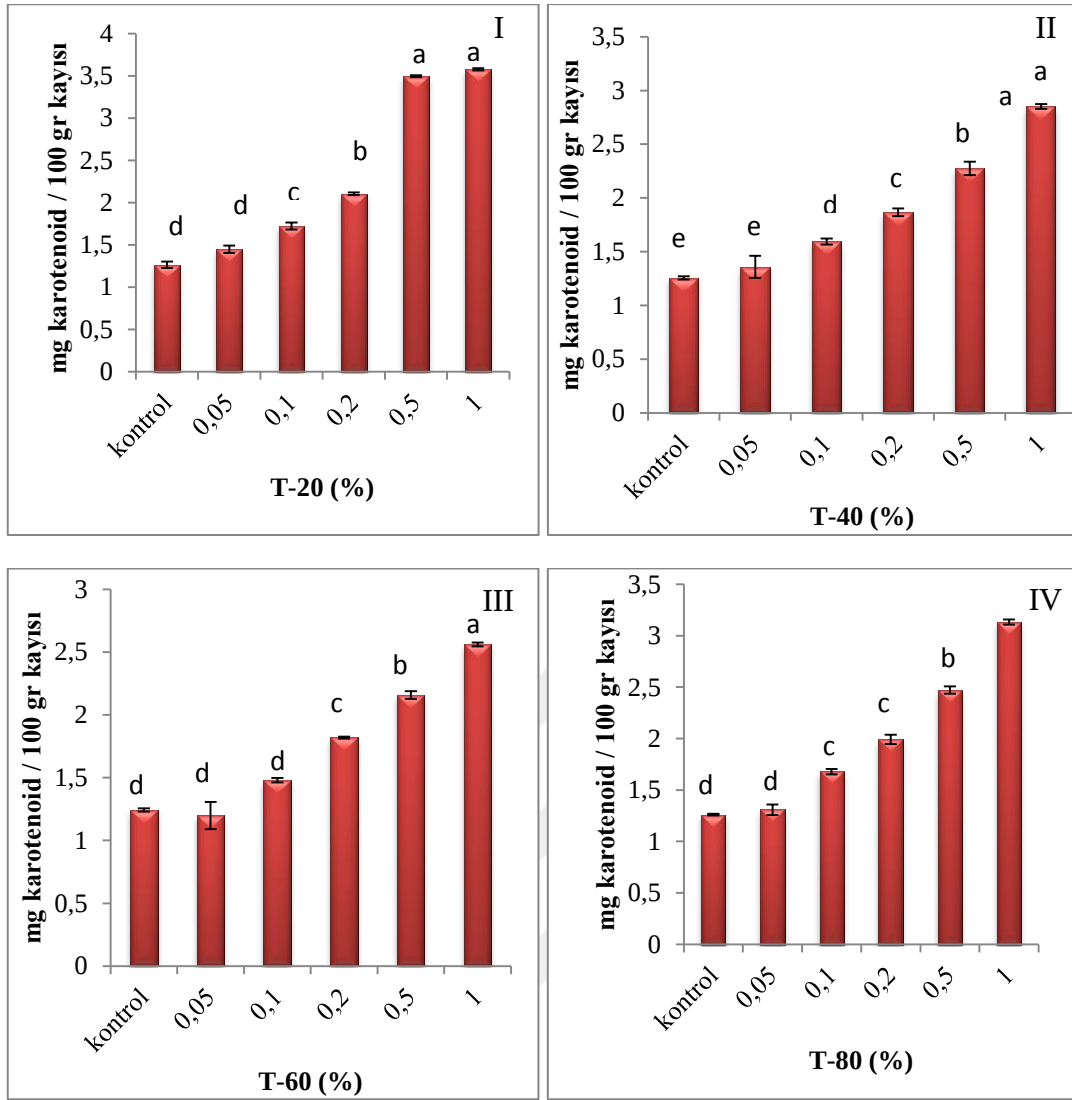
β -karoten; ısı, ışık ve oksijene karşı çok duyarlıdır ve hidrofobik yapısından dolayı sadece yağlar ve organik solventlerde çözünebilen, suda çözünürlüğü oldukça zayıf olan bir moleküldür (Hejri vd., 2013). Dolayısıyla berrak kayısı suyu üretiminde, β -karoten su fazına çok düşük düzeyde geçmekte ve çoğunlukla posada kalmaktadır. Tween çeşitleri (Tween 20, 40, 60, 80) farklı lipofilik/hidrofilik dengesine sahip noniyonik yüzey aktif maddelerdir. Farklı yağ asitleriyle esterleşmiş polisorbata türevleri olan, yüksek HLB değerine sahip olan bu maddeler, yağ veya diğer lipofilik maddelerin su içinde dağılımını ve misel oluşumunu sağlamaktadırlar (Saberı vd., 2013). Bu nedenle bu çalışmada berrak kayısı suyu eldesinde, yüzey aktif madde destekli ekstraksiyonda β -karoten moleküllerini, miseller içerisine alarak su içinde dağılımını sağlayan Tween çeşitleri kullanılmıştır.

Şekil 4.4.'te, T-20 varlığında elde edilen berrak kayısı suyunun kontrol örneğine göre çok daha yoğun bir renge sahip olduğu görülmektedir.



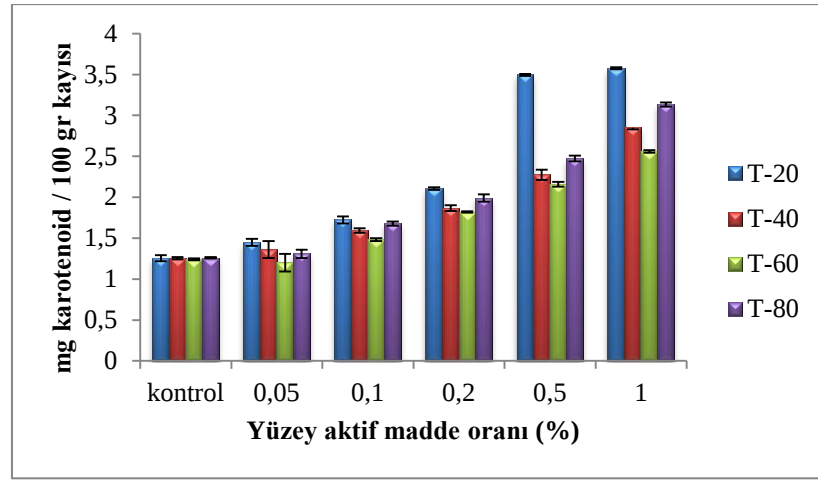
Şekil 4.4. Kontrol örneği ve T-20 içeren örnek

Şekil 4.5.'te görüldüğü gibi, farklı oranlarda YAM kullanımı kıyaslandığında T-40, T-60 ve T-80 kullanılan örneklerde en yüksek β -karoten kazanımı % 1.0 oranında YAM kullanılan örneklerde olduğu belirlenmiştir. Bir diğer deyişle YAM konsantrasyonu arttıkça berrak kayısı suyundaki β -karoten kazanımı artmaktadır fakat % 0.5 T-20 kullanılan örnek ile % 1.0 T-20 kullanılan örnekteki β -karoten miktarı arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür.



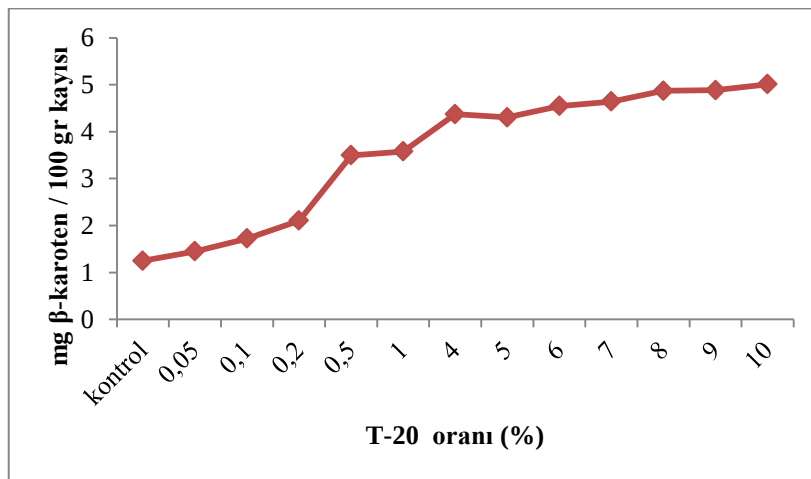
Şekil 4.5. Farklı konsantrasyonlarda yüzey aktif madde kullanımının berrak kayısı suyundaki β -karoten kazanımına etkisi (I) T-20 (II) T-40 (III) T-60 (IV) T-80 (Farklı harfler farklı konsantrasyonlara göre elde edilen sonuçların ANOVA testi (SPSS) ile belirlenen istatistiksel gruplarını göstermektedir, ($p < 0.05$))

Tüm YAM çeşit ve konsantrasyonları birlikte değerlendirildiğinde ise Şekil 4.6.'da gösterildiği gibi, en yüksek β -karoten kazanım miktarı T-20 kullanılan örneklerde gözlenmiştir. Bunu sırası ile T-80 ve T-40 kullanılan örnekler takip etmektedir. En düşük karotenoid kazanımı ise T-60 kullanılan örneklerde gözlenmiştir.



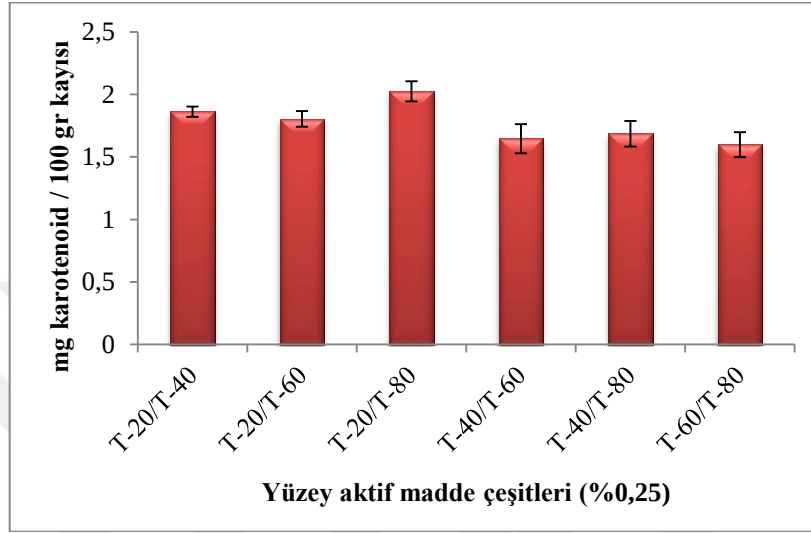
Şekil 4.6. Farklı miktar ve çeşitteki yüzey aktif madde kullanımının berrak kayısı suyundaki β -karoten kazanımına etkisi

En yüksek β -karoten kazanımının sağlandığı YAM olan T-20 miktarının % 1,0' dan daha fazla kullanımının β -karoten kazanım miktarında önemli bir artış sağlayıp sağlamadığını gözlemlemek amacıyla T-20 % 0,5-10,0 oranında analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre Şekil 4.7.'de gösterildiği gibi, T-20'nin konsantrasyonunun % 0,5'ten % 10,0'a doğru artmasının karotenoid kazanımı üzerinde çok fazla etkiye sahip olmadığı görülmüştür. Bunun nedeninin YAM oranının arttıkça, yüksek devirli parçalayıcı ile homojenizasyon işleminde köpük oluşumunun artması ve bunun homojenizasyon işlemini zorlaştırması olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle sonraki çalışmalarda T-20'nin % 0,5' lik oranı kullanılmıştır.



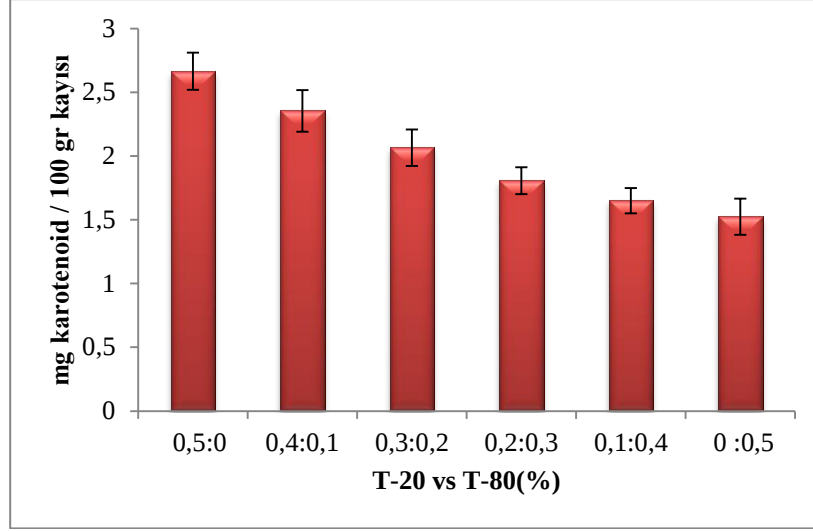
Şekil 4.7. Farklı oranlarda T-20 kullanımının berrak kayısı suyundaki β -karoten kazanımına etkisi

Genellikle çoğu yüzey aktif maddeler kombinasyon oluşturarak kullanılmaktadır (Raju ve Bawa, 2006). Bu amaçla % 0.25 konsantrasyonda Tween çeşitlerinin (T-20, T-40, T-60, T-80) kombinasyonlarının β -karoten kazanımına etkisi analiz edilmiş ve Şekil 4.8.'de gösterildiği üzere en yüksek kazanım % 0.25 T-20 + % 0.25 T-80 kullanılan örneklerde gözlenmiştir.



Şekil 4.8. Yüzey aktif maddelerin ikili kombinasyonlarından elde edilen berrak kayısı suyunun β -karoten miktarları. Tüm yüzey aktif maddelerin % 0.25:0.25 oranları kullanılmıştır

En yüksek β -karoten geri kazanım miktarının sağlandığı T-20 ve T-80' nin farklı konsantrasyonlarının (%0-0.5) da β -karoten kazanımına etkisi araştırılmış ve Şekil 4.9.'da gösterildiği gibi maksimum kazanım% 0.5 T-20 - % 0 T-80 kullanılan örneklerde gözlenmiştir ($P < 0.05$).



Şekil 4.9. T-20 - T-80 kombinasyonlarının berrak kayısı suyundaki β -karoten kazanımına etkisi

β -karoten'in nano boyutta su içinde dağılımının amaçlandığı bir çalışmada homojenizasyon/evaporasyon tekniği kullanılmıştır. T-20 varlığında yüksek basınçlı homojenizasyona tabi tutulan β -karoten'in hegzan içindeki çözeltisinden, hegzan evaporasyonla uzaklaştırılarak nano boyutlu damlacıklar içeren β -karoten emülsiyonu elde edilmiştir (Tan ve Nakajima, 2005).

Endüstriyel domates atıklarından likopen ekstraksiyonunun artırılması amacıyla ultrases destekli mikroemülsiyon tekniği kullanılarak yapılan bir çalışmada; optimize edilmiş koşullar altında, veriminde % 100'ün üzerinde bir artış olduğu gözlenmiştir (Amiri-Rigi vd., 2016). Mikroemülsiyon tekniğiyle domatesten likopen ekstraksiyonunun yapıldığı bir başka çalışmada, yüzey aktif madde çeşitleri, kosürfektan çeşitleri ve sonikatör ve enzim uygulaması gibi ön işlemlerin etkileri araştırılmıştır. En yüksek karotenoid geri kazanımı T-60 ile elde edildiği bildirilmiştir (Amiri-Rigi ve Abbasi, 2016).

Kırmızı etli portakal suyu ve işlenmiş zeytin pirina atık sularından bulutlanma noktası ekstraksiyonu kullanılarak karotenoidlerin ve fenollerin ayrıldığı bir çalışmada Span 20, PEG 400, T-80 ve T-20 kullanıldığı ve en yüksek verimin T-80 kullanımı ile sağlandığı belirtilmiştir (Katsoyannos, vd. 2012).

Yapılan bir çalışmada Tween çeşitlerinin (Tween 20, 40, 60, 80) oluşturduğu misellerin β -karoten moleküllerini hapsederek suda dağılır hale getirdiği bildirilmiştir.

Bu şekilde enkapsüle edilen β -karoten moleküllerinin serbest olanlara göre ısı ışık gibi etkenlere karşı daha dayanıklı olduğu rapor edilmektedir (Paloza vd., 2006).

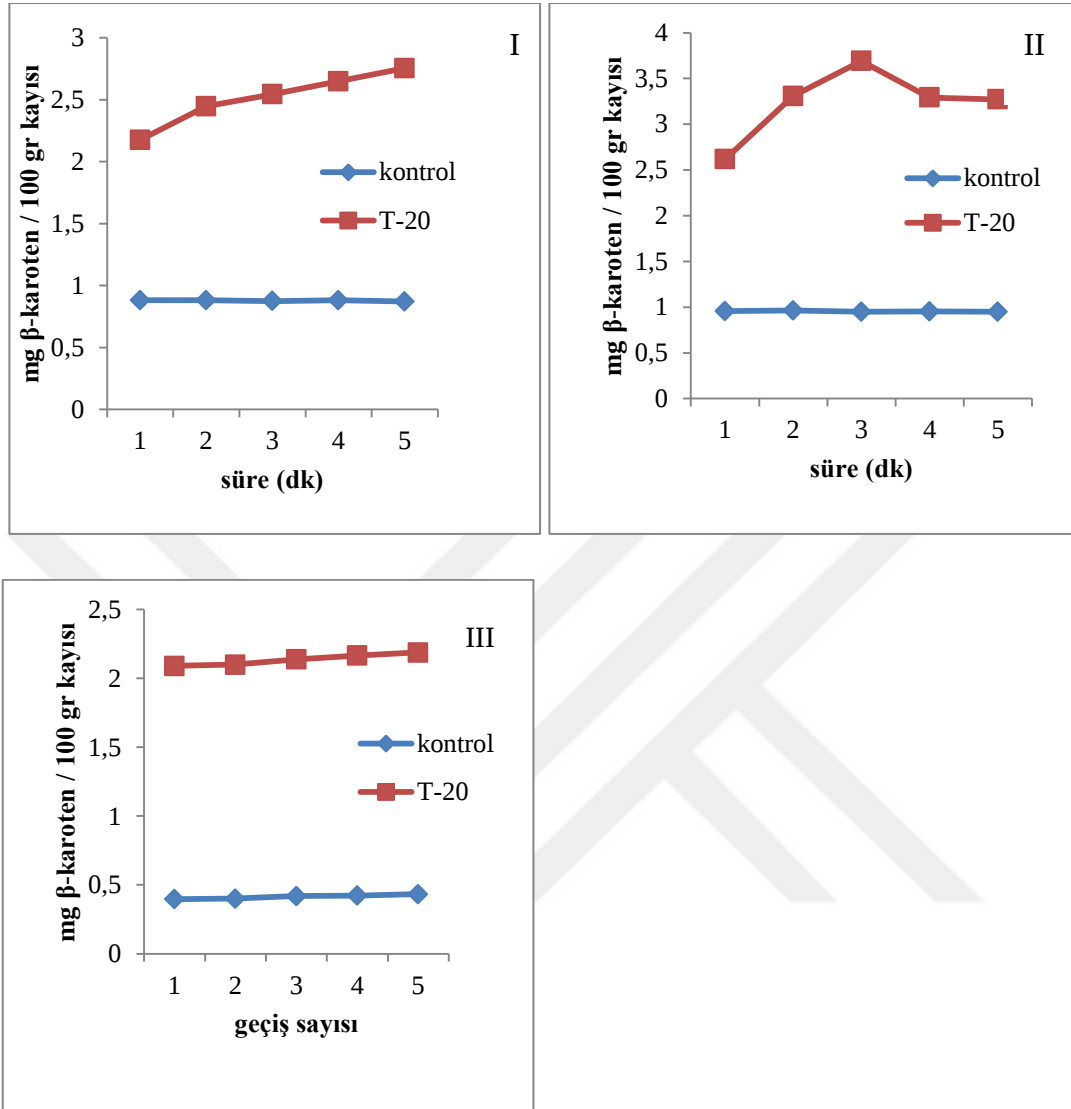
T-80 yüzey aktif maddesi kullanılarak, yüksek basınçlı homojenizasyon uygulanarak oluşturulan domates suyundan elde edilen likopen nanoemülsiyonun biyogeçişliliğinin araştırıldığı bir çalışmada damlacık boyutunun azaltılarak ($d < 200$ nm) biyogeçişliliğinin artırıldığı ifade edilmektedir (Salvia-Trujillo ve McClements, 2016).

Bu çalışmalarda da belirtildiği gibi emülsiyon karakterine uygun miktar ve çeşitte YAM seçilmesi koşuluyla YAM kullanılmayan durumlara kıyasla karotenoidlerin emülsiyeye edilebilme ve karotenoid ekstraksiyon oranlarında artış gözlenmektedir. Bizim sonuçlarımız da bunu doğrulamaktadır.

4.1.4. Farklı homojenizasyon metotlarının etkisi

Homojenizasyon yöntemleri gibi mekanik veya termal işlemler gıdanın matriks yapısını bozarak likopen, β -karoten gibi lipofilik karotenoidlerin absorpsiyon oranını arttırmaktadır. Karotenoid ekstraksiyon verimi, büyük oranda, ekstraksiyon sırasında uygulanan homojenizasyonun özelliklerinden etkilenen matriks yapısının bozulmasına bağlıdır (Buggenhout vd., 2010). Ultrases destekli ekstraksiyon gıda endüstrisinde enzim inaktivasyonuna, homojenizasyon ve ekstraksiyon veriminin artmasına, emülsiyon oluşumuna ve filtrasyon işleminine katkı sağlamaktadır (Chemat vd., 2011; Wijngaard vd., 2012).

Şekil 4.10'da gösterildiği gibi, yüksek devirli parçalayıcı ile 2 dakikadan daha uzun süre homojenizasyonun, gerek β -karoten miktarında çok belirgin bir artışa neden olmaması ve gerekse de uzun homojenizasyon işleminin iş yükünü artırması sebebiyle ileriki çalışmalarda bu işlem 2 dakika ile sınırlandırılmıştır. Sonikatör ile homojenizasyon süresi 3. dakikaya kadar arttıkça β -karoten kazanımı artmakta fakat 3. dakikadan itibaren azalmaktadır. Bunun nedeninin yüksek frekanslı ses dalgaları etkisiyle oluşan ısı olduğu, bu ısının karotenoid kaybına neden olduğu düşünülmektedir. Yüksek basınçlı homojenizatör ile homojenizasyon yönteminde geçiş sayısı arttıkça β -karoten kazanım miktarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca tüm homojenizasyon metotlarıyla analiz edilen kontrol örneklerine uygulanan homojenizasyon süresinin artırılmasıyla β -karoten kazanımında herhangi bir değişiklik olmadığı görülmüştür.



Şekil 4.10. Homojenizasyon metotlarının uygulama süresinin β -karoten kazanımına etkisi (%0.5 T-20 varlığında) (I) Yüksek devirli parçalayıcı (II) Sonikasyon (III) Yüksek basınçlı homojenizasyon

Domates suyunun fiziksel dayanıklılığına yüksek basınçlı homojenizasyonun etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, bu homojenizasyon metotunun domates suyunun viskozitesini azalttığı, yoğunluk, vizkoz ve esnekliğini artırdığı, serum ayırımı ve partikül sedimentasyonunu azalttığı belirtilmiştir (Kubo vd., 2013).

Mango suyunun toplam fenolik bileşik, antioksidan aktivite ve karotenoid miktarına yüksek basınçlı homojenizasyon ve ısı uygulamasının etkisinin karşılaştırıldığı bir çalışmada ısı uygulamasının biyoaktif bileşenleri ve antioksidan

kapasitesini azalttığı, yüksek basınçlı homojenizasyonun ise karotenoid ve toplam fenol miktarını sırasıyla % 11.8 ve 21.4 oranında arttırdığı bildirilmiştir (Guan vd., 2016).

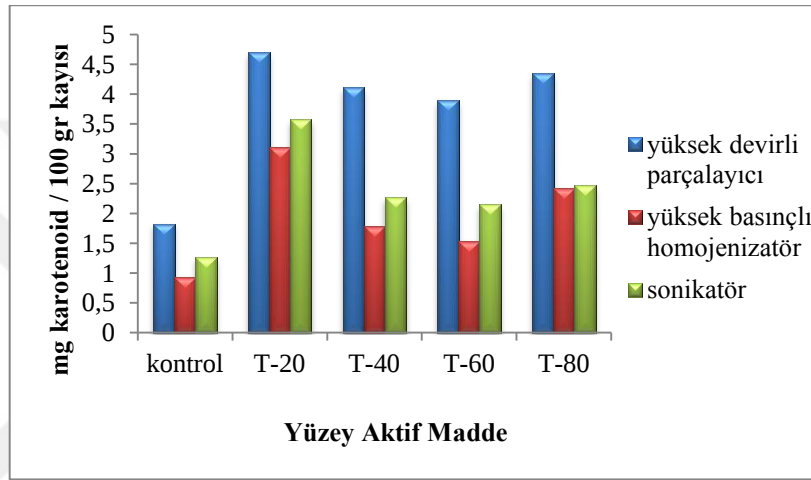
Havuçtan β -karoten ekstraksiyonun yapıldığı bir çalışmada, ultrases destekli ekstraksiyonun ultrases uygulanmadan yapılabileceğine göre % 15-25 daha fazla β -karoten geri kazanımı sağladığı kaydedilmiştir (Vilkhu vd., 2008). Sun ve arkadaşları tarafından (2011) turuncu kabağundan ultrases destekli β -karoten ekstraksiyonuna partikül boyutu, solvent çeşidi, ekstraksiyon süresi, sıcaklık gibi farklı parametrelerin etkisinin incelendiği bir çalışmada klasik solvent ekstraksiyonuna nazaran daha fazla verim aldığı belirtilmiştir.

Ananas suyu üretiminde sonikatör uygulamasının meyve suyu verimine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada farklı frekansta, farklı sürede ve farklı sıcaklıkta sonikasyon işlemi uygulanmıştır. Sonikasyonun 225 W'a kadar uygulanması ananas ekstraksiyonunu % 5.9 artırdığı fakat daha yüksek güçte uygulanmasının ekstraksiyon verimini çok fazla etkilemediği gözlenmiştir. Ayrıca sonikasyon işleminin çok yüksek güçte uygulanmasının meyve dokularından pektin ve hemiselüloz gibi makromoleküllerin ekstraksiyonunu kolaylaştırdığı, viskoziteyi arttırdığı ve presleme işlemini zorlaştırdığı bildirilmiştir. 2 dakika sonikasyon uygulamasının ekstraksiyonu % 9.8 artırdığı, 2 dakikadan fazla uygulamanın ise çok fazla etkilemediği bildirilmiştir. Sonikasyon sıcaklığının 30-40 °C aralığında ekstraksiyon verimini çok az artırdığı, 40-60 °C aralığında hiç artırmadığı ve 60-70 °C aralığında ise verimi azalttığı bildirilmiştir. Optimum sonikasyon süresinin 2 dk, optimum sıcaklığın 40-60°C ve optimum gücün 225 W olduğu belirtilmiştir. Sonikasyon işleminin uygulandığı ekstraksiyon veriminin sonikasyon uygulanmayana göre % 10.8 arttığı bildirilmiştir. Ayrıca şeker miktarının % 9.9, organik asit miktarının % 14.3, toplam fenolik madde miktarının % 45.3 ve C vitamini miktarının % 17.2 arttığı belirtilmiştir (Nguyen ve Le , 2012).

Yüksek devirli parçalayıcı, yüksek basınçlı homojenizatör ve sonikatör gibi dispersiyon metotları sayesinde β -karoten kazanımının daha yüksek düzeyde gerçekleştiği görülmüştür. Nitekim bu uygulamalar, doku ve hücrelerin daha etkin parçalanmasını, dokuda bağlı halde bulunan β -karoten moleküllerinin daha yüksek düzeyde serbest kalmasını, YAM ile β -karoten'in temas etkinliğini dolayısıyla misel oluşumunu teşvik ettiği düşünülmektedir. Ayrıca optimum sonikasyon süresinin,

analizde kullanılan numunenin miktarına, sıcaklığa, gücüne bağlı olarak değiştiği söylenebilmektedir.

Şekil 4.11.'de gösterildiği gibi, YAM çeşitleri için uygulanan bu üç homojenizasyon yönteminin β -karoten kazanım miktarına etkisi karşılaştırılmıştır. En yüksek β -karoten geri kazanımı yüksek devirli parçalayıcı kullanılarak elde edilmiştir. Bunu sırası ile sonikatör ve yüksek basınçlı homojenizatör ile yapılan işlemler takip etmektedir. Literatürde bu üç homojenizasyon yönteminin kıyaslandığı herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

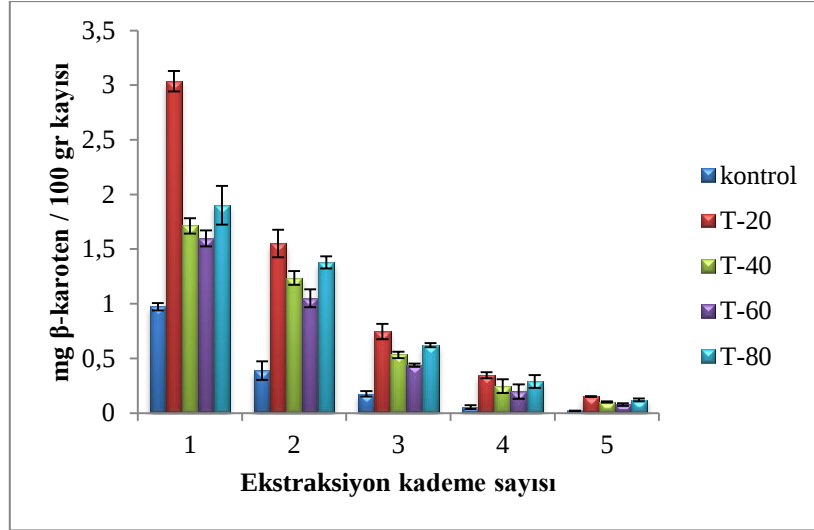


Şekil 4.11. Homojenizasyon yöntemlerinin kıyaslanması

4.2. Ekstraksiyon Etkinliğinin Değerlendirilmesi

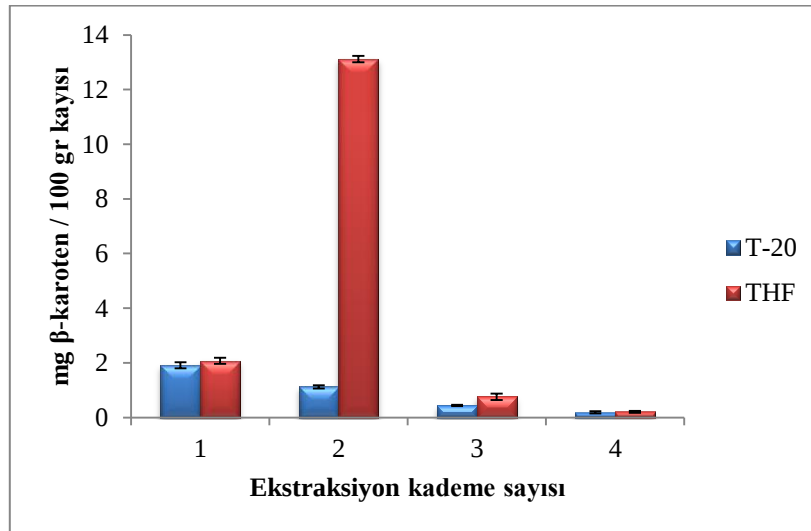
THF; β -karoten ve luteininin ekstraksiyonunda en yaygın kullanılan organik solventlerden biridir ve karotenoidlerin çözünürlüğünü büyük oranda artırmaktadır (Rodriguez-Amaya, 2010).

Kayısı numunelerinde bulunan β -karotenin, ne kadarının kaç kademeli ekstraksiyon ile alınabildiğini belirlemek amacıyla, örnekler art arda 5 kademeli ekstraksiyon işlemi uygulanmıştır. Şekil 4.12.'de gösterildiği gibi, β -karotenin tamamına yakınının alınabildiği gözlenmiştir. En yüksek verim T-20 kullanılan örneklerde gözlenmiştir.



Şekil 4.12. % 0.5 yüzey aktif madde çeşitleri kullanılan kademeli ekstraksiyonun β -karoten kazanımına etkisi

Ayrıca THF ile art arda ekstraksiyon işlemi uygulanmıştır. Şekil 4.13.'te gösterildiği gibi, % 0.5 T-20 kullanılan örneklerle THF kullanılan örneğin tekrarlı ekstraksiyon sonucu karotenoid değerleri kıyaslanmıştır. THF ile T-20'ye nazaran daha fazla β -karoten alındığı gözlenmiştir, 1. ekstraksiyonda THF az miktarda kullanıldığı için ekstraksiyon gerçekleştirilemediği düşünülmektedir.



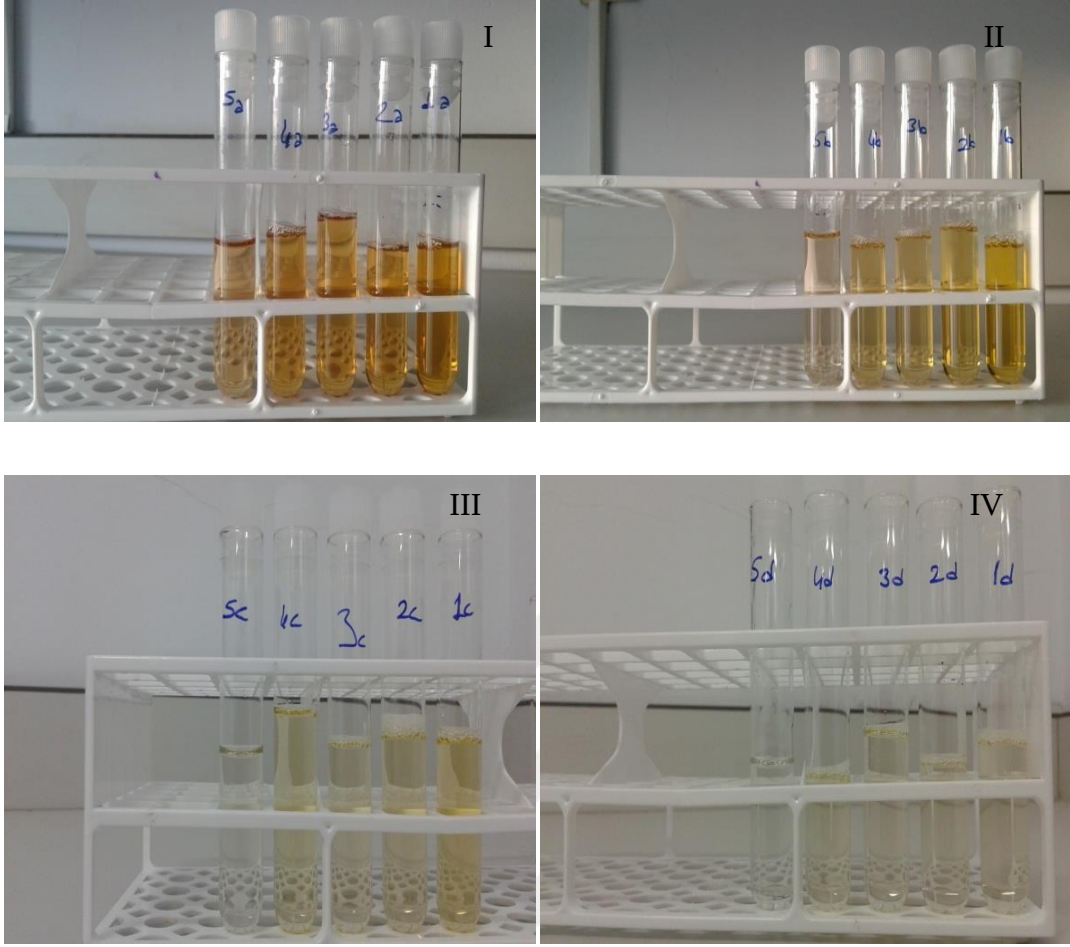
Şekil 4.13. THF ve T-20 kullanılan kademeli ekstraksiyonların β -karoten kazanımına etkisinin kıyaslanması

Noniyonik YAM (Tween ve Span çeşitleri) ve THF'in β -karoten'in çözünürlüğüne ve stabilitesine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada YAM'ın oksidasyonu önleyerek stabilite ve çözünürlüğü arttırdığı, THF' in ise çözünürlüğü arttırırken stabiliteye katkıda bulunmadığı gözlenmiştir. (Palozza vd., 2006).

Leccese ve arkadaşlarının (2011) yaptığı bir çalışmada İtalya'nın bazı kayısı çeşitlerinin solvent ekstraksiyonu ile antioksidan özellikleri incelenmiştir. THF ile ekstrakte edilen kayısı numunelerinin antioksidan aktivite (1.49-3.58 $\mu\text{mol TE/g}$ kayısı) ve toplam fenolik madde miktarlarının (0.35-0.665 mg GAE/g kayısı) ethanol ile ekstrakte edilen kayısı numunelerinin antioksidan aktivite (1.86-4.00 $\mu\text{mol TE/g}$ kayısı) ve toplam fenolik madde miktarlarından (0.4-0.76 mg GAE/g kayısı) biraz yüksek olduğu fakat toplam karoten ekstraksiyonunda oldukça etkili olduğu gözlenmiştir. THF ile ekstrakte edilen kayısı numunelerinin toplam karoten miktarının (β -karoten) 9.79-14.90 mg karotenoid/kg kayısı olduğu belirlenmiştir. Kayısı çeşitlerinin tümünde solvent çeşiti ve ekstraksiyon metodundan bağımsız olarak antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarı arasında linear bir korelasyon olduğu gözlenmiştir.

Kaur ve arkadaşlarının (2008) domates atığından likopen geri kazanımını konusunda yaptığı bir çalışmada ekstraksiyon kademesi ve süresinin artmasıyla likopen kazanımının arttığı gözlenmiştir.

Şekil 4.14'te YAM ile tekrarlı ekstraksiyonda, kayısı örneklerindeki β -karoten kazanımına bağlı olarak örneklerdeki renk değişimi gözlenmektedir. Örnekler sağdan sola % 0.5 T-20, T-40, T-60, T-80 ve kontrol olarak sıralanmaktadır. β -karoten kazanım miktarı en fazla olan örnek, en sarı renkte olan % 0.5 T-20 kullanılan örnektir. Kontrol örneği ise en açık renkli olan örnektir. Ekstraksiyon kademesi arttıkça tüm örneklerin rengi sarı amber renginden beyaza dönmektedir. Bu durum bize örneklerden β -karotenin neredeyse tamamının ekstrakte edilebildiğini göstermektedir.



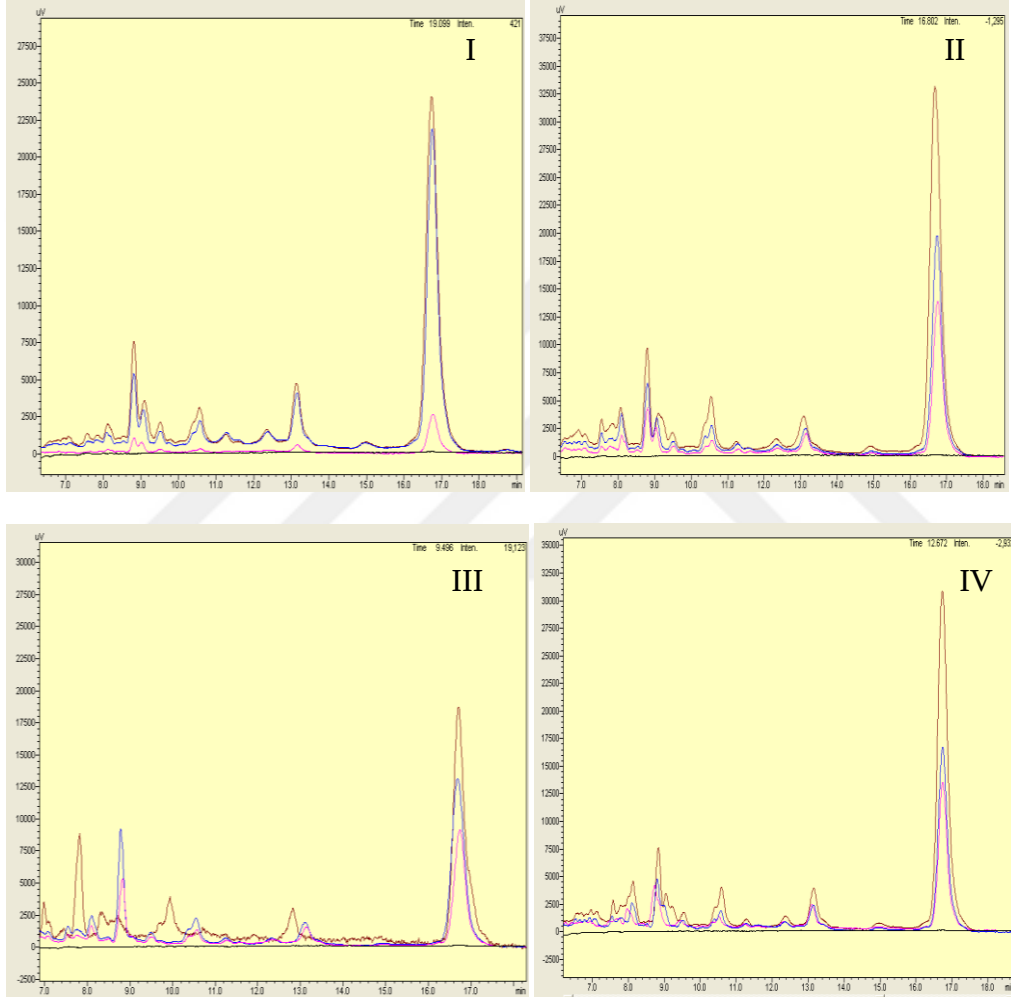
Şekil 4.14. Yüzey aktif madde ile kademeli ekstraksiyon (I) 1. Ekstraksiyon (II) 2. Ekstraksiyon (III) 3. Ekstraksiyon (IV) 4. Ekstraksiyon

4.3. HPLC ile Karotenoid Analizi

Kayısıdaki karotenoid miktar ve çeşidinin kayısı ağacının yetiştiği coğrafi bölgeye ve çeşidine bağlı olduğu bildirilmiştir. Genellikle Akdeniz iklimine sahip bölgelerde yetişen kayısının karotenoid miktarının Avrupa'da yetişen kayısınıninkine nazaran daha fazla olduğu, ayrıca olgunlaşmış kayısı meyvesinin olgunlaşmamış kayısı meyvesine göre 10 kat fazla karotenoid içerdiği kaydedilmiştir (Dragovic-Uzelac vd., 2007).

Analiz sonucunda elde edilen veriler, T-20, T-40, T-60 ve T-80'nin farklı konsantrasyonları (% 0.2, % 0.5, % 1.0) kendi aralarında ve % 0.5 T-20, T-40, T-60 ve T-80 kendi aralarında olacak şekilde karşılaştırılarak kromatogramlar çizilmiştir.

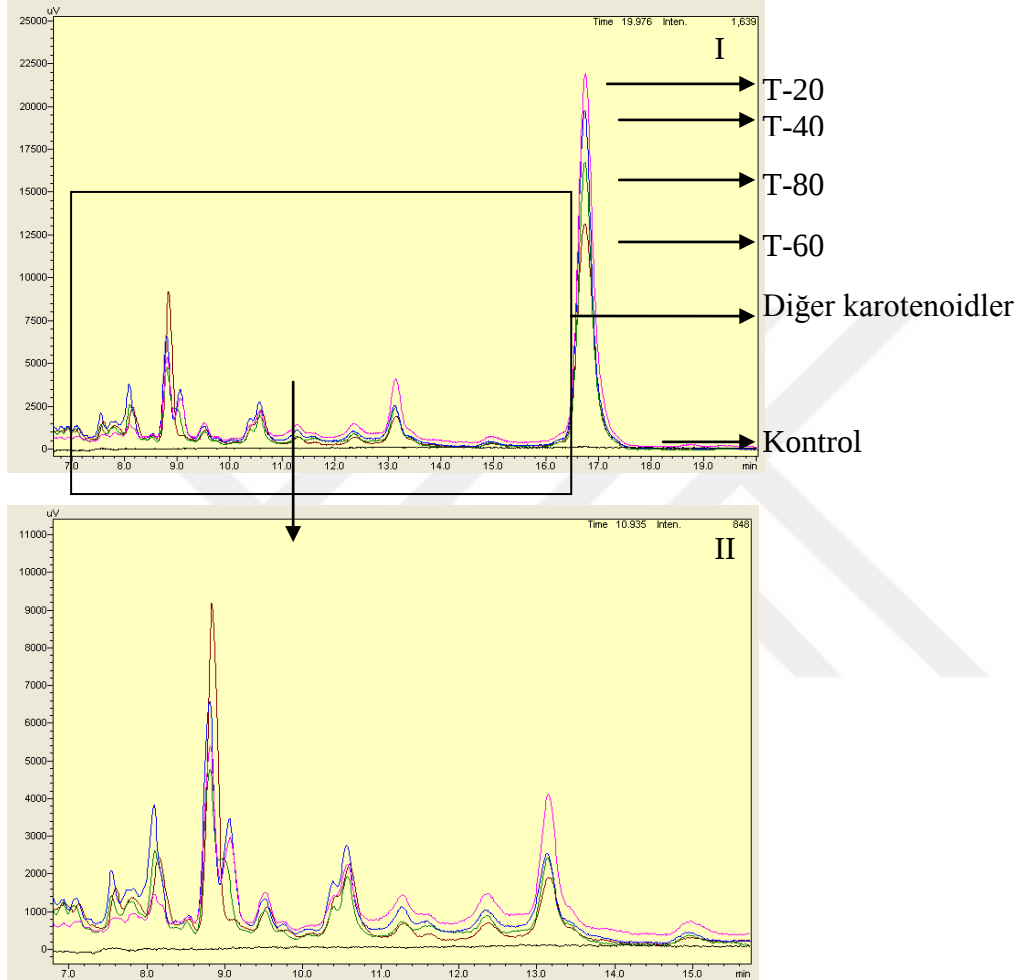
Şekil 4.15.'te % 0.2, % 0.5 ve % 1.0 konsantrasyonlarda YAM çeşidi kullanılan örneklerin β -karoten kromatogramları gösterilmiştir. Kayısı örneklerinde ekstraksiyon sırasında kullanılan YAM çeşitlerinin miktarı arttıkça β -karoten ve toplam karotenoid miktarında artış olduğu gözlenmiştir. En yüksek pik değerinin % 1.0 konsantrasyonda YAM kullanılan örneklerde, en düşük pik değerinin kontrol grubu örneklerinde ölçüldüğü belirlenmiştir.



Şekil 4.15. Yüzey aktif madde çeşit ve miktarları için β -karoten kromatogramları (I) T-20 (II) T-40 (III) T-60 ve (IV) T-80. Kontrol örneği (siyah diyagram), % 0.2 (pembe), % 0.5 (mavi) ve % 1.0 (kahverengi)

Şekil 4.16.'da % 0.5 oranlarında YAM çeşitleri kullanılan örnekler için çizilen β -karoten ve diğer karotenoidlerin kromatogramları gösterilmektedir. Analiz sonuçlarına göre, en yüksek pik değerinin % 0.5 T-20 kullanılan örnekte, en düşük pik değerinin kontrol örneğinde ölçüldüğü gözlenmiştir. Spektrofotometrik analiz sonuçlarına göre en

fazla β -karoten kazanımının T-20 kullanılan örneklerde olduğu gözlenmiştir. Bunu sırası ile T-80, T-40 ve T-60 kullanılan örnekler izlenmektedir. HPLC analiz sonuçlarına göre ise β -karoten kazanım sırası çoktan aza doğru T-20, T-40, T-80 ve T-60 şeklindedir. Bunun nedeninin kayısı ekstraktlarında lutein gibi diğer karotenoidlerin de var olması olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.16. % 0.5 oranlarında yüzey aktif madde çeşitleri kullanılan örnekler için çizilen (I) β -karoten ve diğer karotenoidlerin kromatogramları (II) diğer karotenoidlerin yakınlaştırılmış kromatogramları. Kontrol örneği (siyah diyagram), T-20 (pembe), T-40 (mavi), T-60 (kahverengi) ve T-80 (yeşil)

Çizelge 4.1.'de farklı çeşit ve konsantrasyonlarda YAM kullanılan örneklerin HPLC analizi ile β -karoten ve toplam karotenoid miktarı, pik alanları kullanılarak hesaplanmıştır. Şekli 4.17.'de gösterildiği gibi, bu pik alanları arasındaki korelasyon katsayısı 0.975972 olarak hesaplanmıştır. Korelasyon katsayısı 1.0 'a yakın olduğu için

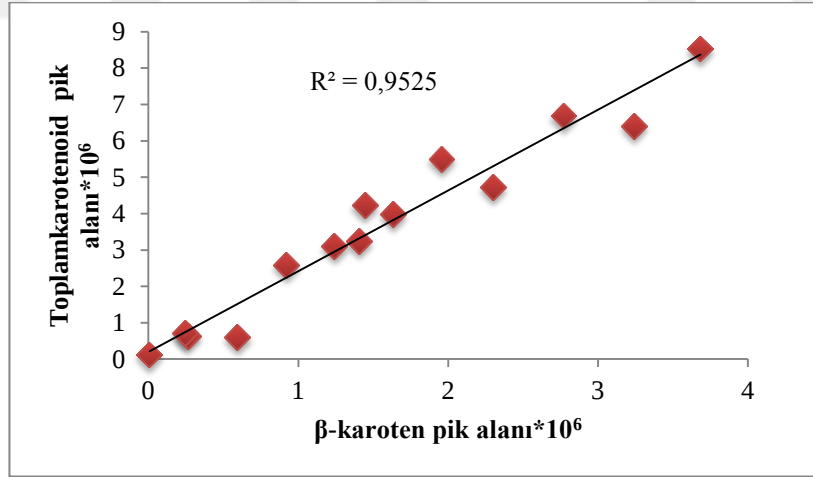
toplam karotenoid pik alanı ile β -karoten pik alanı arasında pozitif yönde güçlü bir ilişki vardır.

Çizelge 4.1. Yüzey aktif madde miktar ve çeşitlerinin numaralandırılması

Deney No	Numune	KPA ^a	TPA ^b
1	1 ppm	596861	596861
2	% 0.2 T-20	264220	629040
3	% 0.5 T-20	2302810	4725320
4	% 1.0 T-20	2771960	6691230
5	% 0.2 T-40	1407390	3234140
6	% 0.5 T-40	1959475	5499290
7	% 1.0 T-40	3683250	8523960
8	% 0.2 T-60	923870	2586585
9	% 0.5 T-60	1445715	4234945
10	% 1.0 T-60	247160	707170
11	% 0.2 T-80	1243365	3092755
12	% 0.5 T-80	1635490	3981650
13	% 1.0 T-80	3244955	6403800
14	Kontrol	7240	123215

a: β -karoten pik alanı

b: Toplam karotenoid pik alanı



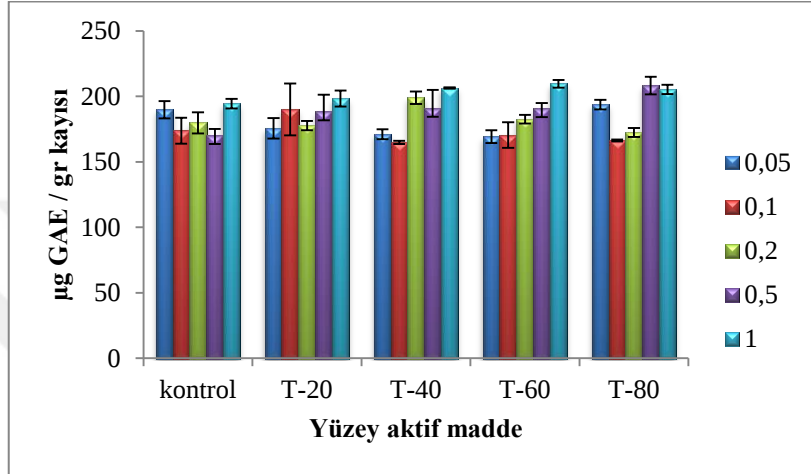
Şekil 4.17. β -karoten pik alanı ve toplam karotenoid pik alanı arasındaki korelasyon

Tüm analiz sonuçları değerlendirildiğinde ise genel olarak HPLC analiz sonuçlarının spektrofotometrik analiz sonuçları ile benzer olduğu söylenebilmektedir.

4.4. Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Analizi

4.4.1. Toplam fenolik madde analizi

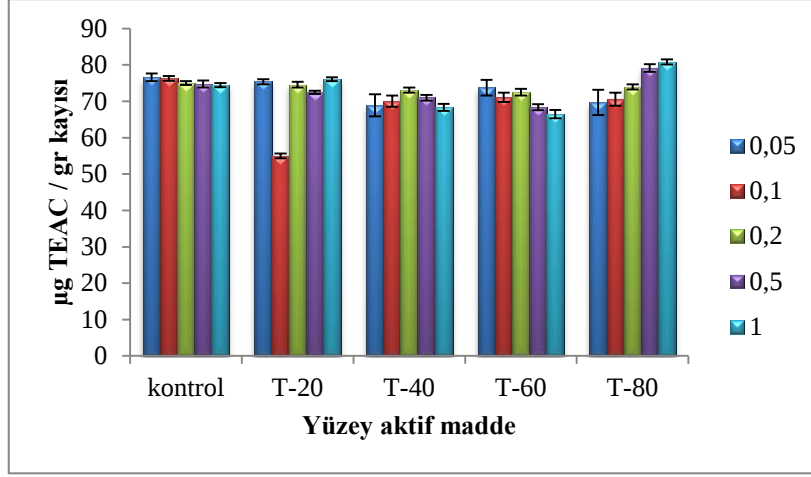
İstatistiksel analiz sonuçlarına göre; en yüksek fenolik madde miktarı yüzey aktif madde oranı % 0.05 olduğunda T-80, % 0.1 olduğunda T-20, % 0.2 olduğunda T-40, % 0.5 olduğunda T-80 ile elde edilmiştir. Yüzey aktif madde oranı % 1.0 olduğunda analiz sonuçları arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir.



Şekil 4.18. Berrak kayısı suyunun toplam fenolik madde miktarı üzerine yüzey aktif madde miktar ve çeşidinin etkisi

4.4.2. Antioksidan aktivite tayini

Şekil 4.19.'da gösterildiği üzere, istatistiksel analiz sonuçlarına göre en yüksek antioksidan aktivite yüzey aktif madde oranı % 0.05 olduğunda kontrol, T-20 ve T-60 arasında anlamlı bir farklılık görülmezken T-80 ve T-40 arasında belirgin bir farklılık vardır. Yüzey aktif madde oranı % 0.1 olduğunda yüzey aktif madde oranlarına göre gruplar kendi içerisinde antioksidan aktivite bakımından anlamlı düzeyde bir farklılık göstermemiş, T-80 kullanılan örnekte belirgin bir farklılık görülmüştür. Yüzey aktif madde oranı % 0.2 olduğunda gruplar kendi içerisinde antioksidan aktivite bakımından anlamlı düzeyde bir farklılık göstermemiştir. Yüzey aktif madde oranı % 0.5 ve % 1.0 olduğunda en yüksek antioksidan aktivite T-80 ile elde edilmiştir.



Şekil 4.19. Berrak kayısı suyunun antioksidan aktivitesi üzerine yüzey aktif madde çeşit ve miktarının etkisi

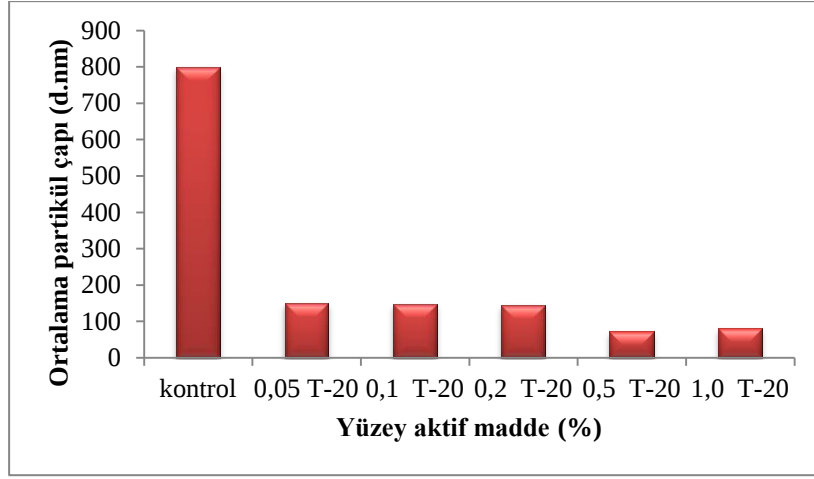
Kayısının kompozisyonu, toplam fenolik madde miktarı, antioksidan aktivitesi ve karotenoid miktarı; kayısı çeşidine, coğrafi şartlara, iklim ve toprak koşullarına, erken-geç hasat etme ve hasat yılına, zirai uygulamalara, işleme tekniklerine, olgunlaşma miktar ve süresine bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Akbulut ve Artık, 2002; Siddiq, 2006).

Gerek toplam fenolik madde miktarı gerekse de antioksidan aktivite analizi sonuçları, karotenoid kazanımının artmasının antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarına belirgin bir katkısının olmadığını göstermiştir.

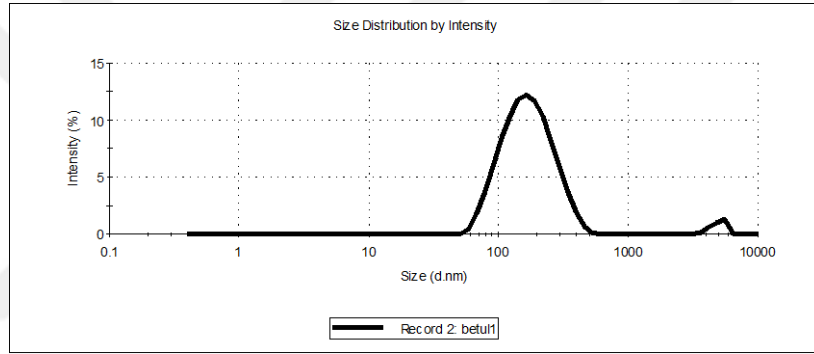
4.5. Mikroemülsiyonların Partikül Büyüklüğü ve Yüğü

4.5.1. Mikroemülsiyon partikül boyutu

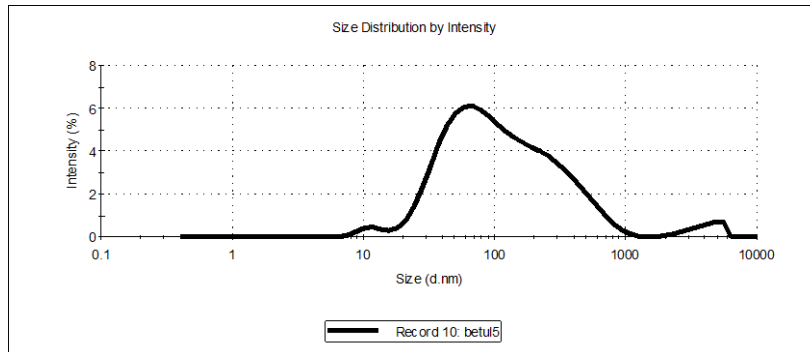
Berrak kayısı sularında partikül boyutu ölçüm sonuçlarına göre, en küçük partikül boyutu % 0.5 T-20 kullanılan örnekte 73.2 d.nm, en yüksek partikül boyutu kontrol örneğinde 800 d.nm olarak belirlenmiştir. YAM eklenerek elde edilen berrak kayısı sularında partikül boyutlarının mikroemülsiyon/nanoemülsiyon partikül boyutu aralığında (100-200 nm) olduğu gözlenmiştir.



Şekil 4.20.Farklı konsantrasyon ve çeşitte yüzey aktif madde kullanılan örneklerin ortalama partikül çapı



Şekil 4.21. % 0.05 T-20 kullanılan örneğinin ortalama partikül çapı

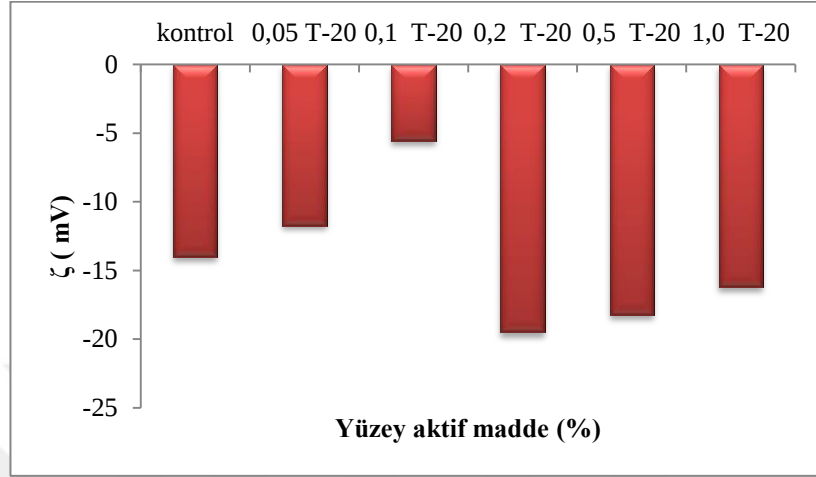


Şekil 4.22. % 1.0 T-20 kullanılan örneğinin ortalama partikül çapı

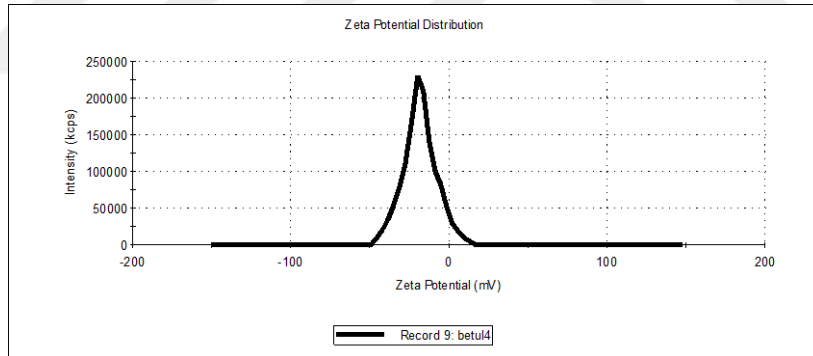
4.5.2. Mikroemülsiyonların partikül yükü

Berrak kayısı sularında zeta potansiyeli ölçüm sonuçlarına göre, negatifliği en düşük zeta potansiyel % 0.1 T-20 kullanılan örnekte -5.54 mV, negatifliği en yüksek

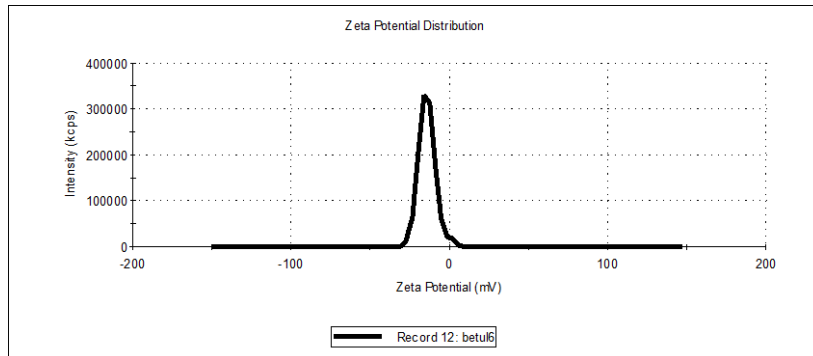
zeta potansiyel % 0.2 T-20 kullanılan örnekte -19.5 mV olarak belirlenmiştir. Kontrol örneğinde ise zeta potansiyelinin -14.0 mV olduğu saptanmıştır. Tüm değerlerin -30 mV'tan düşük olması ekstraktların noniyonik (yüksüz) olduğunu göstermektedir ve bu sonuç YAM enkapsülasyon kullanımı için uygun olduğunun bir göstergesidir.



Şekil 4.23. Farklı konsantrasyon ve çeşitte yüzey aktif madde kullanılan örneklerin zeta potansiyeli



Şekil 4.24. % 1.0 T-20 kullanılan örneğin emülsiyon zeta potansiyeli



Şekil 4.25. Kontrol örneğinin emülsiyon zeta potansiyeli

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Berrak kayısı suyu endüstriyel olarak üretimi yapılan bir ürün olmasına rağmen bu konuda yapılmış bilimsel çalışmalar çok sınırlıdır. Bu çalışmalarda da berrak kayısı suyu üretiminde β -karoten miktarının artırılmasına yönelik herhangi bir veriye rastlanmamıştır. Dolayısıyla bu tez çalışması, bu alanda yapılan ilk çalışma olması niteliğini taşımaktadır.

Günümüzde meyve suyu benzeri ürünler de dahil birçok işlenmiş gıda, β -karoten bakımından zenginleştirilmektedir. Ancak bu, çoğunlukla sentetik yollardan elde edilen β -karotenin son ürüne katılması şeklinde uygulanmaktadır. β -karoten bakımından en zengin meyvelerden biri olan kayısı mamullerinde, bu bileşiğin ham maddeden kazanım düzeyinin artırılması amacıyla bir dizi prosedür öneren bu çalışma, bu bakımdan özgün bir değere sahiptir.

Bu çalışmadaki karotenoid ekstraksiyon metodu bulutlanma noktası ekstraksiyonu örnek alınarak geliştirilmiştir. Bu yöntem hâlihazırda karotenoidlerin ekstraksiyonunda kullanılan pahalı bir yöntem olan süper kritik ekstraksiyon ve toksik solventlerin kullanıldığı çözücü ekstraksiyonuna alternatif bir yöntem olma özelliği taşımaktadır. Kayısıda bulunan karotenoidlerin yaklaşık % 50'sini oluşturan β -karoten hidrofobik yapısından dolayı sadece yağlar ve organik solventlerde çözünebilen, suda çözünürlüğü oldukça zayıf olan bir moleküldür. Bu nedenle berrak kayısı suyu eldesinde, yüzey aktif madde destekli ekstraksiyonda β -karoten moleküllerini, miseller içerisine alarak su içinde dağılımını sağlayan yüzey aktif maddelerle mikroemülsiyon oluşturularak β -karoten'in su fazına geçişi sağlanmıştır. Yüzey aktif madde olarak farklı HLB değerlerine sahip, yapılarında bulunan uzun polioksietilen zincirlerinden dolayı sudaki çözünürlükleri oldukça iyi olan, noniyonik yüzey aktif maddeler olan polisorbit serisi bileşikler (T-20, T-40, T-60 ve T-80) farklı konsantrasyonlarda kullanılmıştır. En yüksek β -karoten kazanımı, en yüksek HLB değerine sahip olan T-20'nin % 0.5 konsantrasyonu kullanılan örneklerde gözlenmiştir. Bunu sırası ile T-80 ve T-40 ve T-60 kullanılan örnekler takip etmektedir. Ayrıca T-20 ile T-80'nin farklı oranlarda kombinasyonu kullanılarak da berrak kayısı suyu elde edilmiş ancak T-20'nin tek başına kullanımından daha düşük β -karoten kazanımı sağlamaktadır.

Yapılan çalışmalarda 5 kademeli ekstraksiyon işlemi ile β -karotenin tamamına yakınının YAM destekli su bazlı sistemle alınabildiği gözlenmiştir. En yüksek β -karoten geri kazanımı T-20 kullanılan örneklerde gözlenmiş bunu sırası ile T-80, T-40 ve T-60 kullanılan örnekler takip etmiştir.

Sıvılaştırıcı enzim miktarı (selüloz-pektinaz) optimum % 0.05 olarak belirlenmiştir. Tüm püreler mayşe enzimi (sıvılaştırıcı enzimler veya filtre yardımcı enzimleri) ile enzimatik muameleye tabi tutularak meyve suyunun ekstrakte edilebilirliği artırılırken aynı zamanda pürede bulanıklık sebebi olan pektin parçalanmış ve viskozitesinin azalması sağlanarak filtrasyon işlemi kolaylaştırılmıştır. Berrak meyve suyu üretiminde kullanılan mayşe enzimleri hücre duvarı polisakkaritlerini parçalayarak meyvenin önemli ya da değerli bileşenlerinin ekstraksiyonunu artırmakta ancak bu enzim bitki hücre duvarını parçalayan enzimler içermekte, hücre membranını direkt olarak etkilememektedirler. Karotenoidler çoğunlukla hücre içinde lokalize olduğundan etkin bir karotenoid kazanımı için mekanik bir parçalama işlemine ihtiyaç duyulmuştur. Bu amaçla fiziksel işlem olarak yüksek devirli parçalayıcı, yüksek basınçlı homojenizatör ve sonikatör gibi homojenizasyon cihazları kullanılmıştır. Maksimum β -karoten kazanımı yüksek devirli parçalayıcı ile yapılan yöntemden elde edilmiştir. Bunu sırası ile sonikatör ve yüksek basınçlı homojenizatör takip etmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucunda optimum ısı işlem süresi 30 dakika ve optimum ısı işlem sıcaklığı 50 °C olarak belirlenmiştir. Isıl işlem süresinin 30 dakikanın üzerine çıkması ve ısı işlem sıcaklığının 50 °C'nin üzerine çıkması karotenoid miktarında azalmaya sebep olmuştur. Bunun sebebinin enzimlerin denature olmasından veya karotenoidlerin yapısının bozulmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Berrak kayısı suyunun toplam karotenoid miktarı, antioksidan aktivitesi ve toplam fenolik madde miktarı da analiz edilmiştir. Yüzey aktif madde miktar ve çeşidinin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasitesine herhangi bir katkısının olmadığı gözlenmiştir. HPLC analiz sonuçlarına göre β -karoten miktarı ile toplam karotenoid miktarı paralel artış göstermektedir. HPLC ile elde edilen analiz sonuçlarının spektrofotometre ile elde edilen sonuçları destekler nitelikte olduğu gözlenmiştir.

Elde edilen mikroemülsiyonların partikül büyüklüğü ve yükünü belirlemek amacıyla partikül boyutu ve zeta potansiyeli analizi gerçekleştirilmiştir. Örneklerin partikül boyutlarının nanoemülsiyon/mikroemülsiyon partikül boyutu aralığında (100-200 nm) olduğu gözlenmiştir. Tüm örneklerin zeta potansiyel değerlerinin -30 mV'tan düşük olması ise ekstraktların non-iyonik (yüksüz) olduğunu göstermektedir ve bu sonuç Tween serisinin enkapsülasyon kullanımı için uygun olduğunun bir göstergesidir.



6. KAYNAKLAR

- Aider, M., Halleux, D.D. (2008). Production of concentrated cherry and apricot juices by cryoconcentration technology. *LWT - Food Science and Technology*. 41, 1768-1775.
- Akbulut, M., Artık, N. (2002). Phenolic compounds profile of apricot and wild apricot fruits and their changes during the process (pp: 57-64). 7. *Gıda Kongresi*, Ankara Üniversitesi, 22-24 Mayıs, Ankara.
- Akın, E.B., Karabulut, İ., Topçu, A. (2008). Some compositional properties of main Malatya apricot (*Prunus armeniaca* L.) varieties. *Food Chemistry*. 107, 939–948.
- Amiri-Rigi, A., Abbasi, S., Scanlon, M.G. (2016). Enhanced lycopene extraction from tomato industrial waste using microemulsion technique: Optimization of enzymatic and ultrasound pre-treatments. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 35, 160-167.
- Amiri-Rigi, A., Abbasi, S. (2016). Microemulsion-based lycopene extraction: Effect of surfactants, co-surfactants and pretreatments. *Food Chemistry*. 197, 1002-1007.
- Ancos, B. D., Moreno, C. S., Teresa, S. D. P., Cano, M. P. (2006). Fruit Freezing Principles. *Handbook of Fruits and Fruit Processing*, Ed. Y.H. Hui, Blackwell Publishing, 4, 59-79 p.
- Bhat, M. K. (2000). Cellulases and related enzymes in biotechnology. *Biotechnology Advances*. 18, 355-383.
- Bondet, V., Brand-Williams, W. and Berset, C. (1997). Kinetics and mechanism of antioxidant action using the DPPH free radical method. *LWT – Food Science and Technology*. 30, 609–615.
- Brito, B., Vaillant, F. (2012). Enzymatic Liquefaction of Cell-Wall from Kent and Tommy Atkins Mango Fruits. *International Journal of Food Science and Nutrition Engineering*. 2(5), 76-84.
- Buggenhout, S. V., Alminger, M., Lemmens, L., Colle, I., Knockaert, G., Moelants, K., Loey, A. V., Hendrickx, M. (2010). In vitro approaches to estimate the effect of food processing on carotenoid bioavailability need through understanding of process induced microstructural changes. *Trends in Food Science & Technology*. 21, 607-618.
- Chatterjee, S., Chatterjee, S., Chatterjee, B.P., Guha, A.K. (2004). Clarification of fruit juice with chitosan. *Process Biochemistry*. 39, 2229–2232.
- Chatzilazarou, A., Katsoyannos, E., Lagopoulou, M., Tsaknis, J. (2011). Application of cloud point extraction with the aid of Genapol X-080 in the pre concentration of lycopene and total carotenoids from red fleshed orange. *Science Wissenschaft*. 35, 5–13.
- Chauhan, S.K., Tyagi, S.M., Singh D. (2001). Pectinolytic liquefaction of apricot, plum, and mango pulps for juice extraction. *International Journal of Food Properties*. 4, 103–109.

Chemat, F., Zill-e-Huma, Khan, M.K. (2011). Applications of Ultrasound in Food Technology: Processing, Preservation and Extraction. *Ultrasonics Sonochemistry*. 18, 813–835.

Chen, X-W., Fu, S-Y., Hou, J-J., Guo, J., Wang, J-M., Yang, X-Q. (2016). Zein based oil-in-glycerol emulgels enriched with β -carotene as margarine alternatives. *Food Chemistry*. 211, 836-844.

Coşkun, A. L., Türkyılmaz, M., Aksu, Turfan-Aksu, Ö., Erkan-Koç, B., Yemiş, O., Özkan, M. (2013). Effects of various sulphuring methods and storage temperatures on the physical and chemical quality of dried apricots. *Food Chemistry*. 141, 3670-3680.

Cuccolini, S., Aldini, A., Visai, L., Daglia, M., Ferrari, D. (2013). Environmentally friendly lycopene purification from tomato peel waste: Enzymatic assisted aqueous extraction. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 61(8), 1646-1651.

Çınar, İ. (2005). Effects of cellulase and pectinase concentrations on the colour yield of enzyme extracted plant carotenoids. *Process Biochemistry*. 40(2), 945-949.

Daly, T., Jiwan, M.A., O'Brien, N.M., Aherne, S.A. (2010). Carotenoid Content of Commonly Consumed Herbs and Assessment of Their Bioaccessibility Using an In Vitro Digestion Model. *Plant Foods for Human Nutrition*. 65, 164–169.

Demirtaş, M. N., Bolat, İ., Erçişli, S., İkinci, A., Ölmez, H. A., Şahin, M., Altındağ, M., Çelik, B. (2010). The Effects of Different Pruning Treatments on the Growth, Fruit Quality and Yield of 'Hacıhaliloğlu' Apricot. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus*. 9(4),183-192.

Dragovic-Uzelac, V., Levaj, B., Mrkic, V., Bursac, D., Boras, M. (2007). The content of polyphenols and carotenoids in three apricot cultivars dependent on stage of maturity and geographical region. *Food Chemistry*. 102, 966-975.

EFSA ANS Panel (EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food), EFSA Journal 13(7), 4152, (2015).

Ercişli, S. (2009). Apricot culture in Turkey. *Scientific Research and Essay*. 4(8), 715-719.

Erdogan – Orhan, İ., Kartal, M., (2010). Insight into research on phytochemistry and biological activities of *Prunus armeniaca* L.(apricot). *Food Research International*. 44, 152.

FAOSTAT, Erişim; Haziran 2015.

Farré, G. (2010). Travel advice on the road to carotenoids in plants. *Plant Science*. 179, 28-48.

Fernandez-Garcia, E., Rincon, F., Perez-Galvez, A. (2008). Developing an Emulsifier System To Improve the Bioaccessibility of Carotenoids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 56, 10384-10390.

Fiedor, J., Burda, K. (2014). Potential role of carotenoids as antioxidants in human health and disease. *Nutrients*. 6(2), 466–488.

- Gonnet, M., Lethuaut, L., Boury, F. (2010). New trends in encapsulation of liposoluble vitamins. *Journal of Controlled Release*. 146, 276–290.
- Guan, Y., Zhou, L., Bi, J., Yi, J., Liu, X., Chen, Q., Wu, X., Zhou, M. (2016). Change of microbial and quality attributes of mango juice treated by high pressure homogenization combined with moderate inlet temperatures during storage. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 36, 320-329.
- Hacıseferoğlu, H., Gezer, İ., Özcan M. M., Asma, B. M. (2007). Post harvest chemical and physical – mechanical properties of some apricot varieties cultivated in Turkey. *Journal of Food Engineering*. 79, 364-373.
- Hejri, A., Khosravi, A., Gharanjig, K., Hejazi, M. (2013). Optimisation of the formulation of β -carotene loaded nanostructured lipid carriers prepared by solvent diffusion method. *Food Chemistry*. 141, 117-123.
- Horvath-Kerkai, E. (2006). *Manufacturing Fruit Beverages, in Handbook of Fruits and Fruit Processing*, Ed. Y.H. Hui, Blackwell Publishing. 12, 205-215p.
- Jafari, S. M., He, Y., Bhandari, B. (2007a). Effectiveness of encapsulating biopolymers to produce sub-micron emulsions by high energy emulsification techniques. *Food Research International*. 40(7), 862–873.
- Jafari, S. M., He, Y., Bhandari, B. (2007b). Optimization of nano-emulsions production by microfluidization. *Eur Food Res Technol*. 225, 733-741.
- Jafari S. M., Assadpoor, E., He, Y., Bhandari, B. (2008). Re-coalescence of emulsion droplets during high-energy emulsification. *Food Hydrocolloids*. 22, 1191-1202.
- Juhász, R., Steger-Mate, M., Szabo-Notin, B., Monspart-Senyi, J., Barta, J. (2010). Comparison of Pretreatment Methods for Raspberry Juice Production. Department of Food Preservation, Corvinus University of Budapest, Hungary.
- Karabulut, İ., Topçu, A., Duran, A., Turan, S., Öztürk, B. (2007). Effect of hot air drying and sun drying on color values and β -carotene content of apricot (*Prunus armenica* L.). *LWT – Food Science and Technology*. 40, 753-758.
- Kargar, M. (2014). *Emulsion Design for Protection of Chemically Sensitive Bioactive Ingredients*. Doktora Tezi, Birmingham Üniversitesi, İngiltere.
- Kashyap, D. R., Vohra, P. K., Chopra, S., Tewari, R. (2001). Applications of pectinases in the commercial sector: a review. *Bioresource Technology*. 77, 215-227.
- Katayama, S., Ogawa, H., and Nakamura, S. (2011). Apricot Carotenoids Possess Potent Anti-amyloidogenic Activity *in vitro*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 59, 12691–12696.
- Katsoyannos, E., Gortzi, O., Chatzilazarou, A., Athanasiadis, V., Tsaknis, J., Lalas, S. (2012). Evaluation of the suitability of low hazard surfactants for the separation of phenols and carotenoids from red-flesh orange juice and olive mill wastewater using cloud point extraction. *Journal of Separation Science*. 35(19), 2665–2670.

Kaur, D., Wani, A. A., Oberoi, D. P. S., Sogi, D. S. (2008). Effects of extraction conditions on lycopene extractions from tomato processing waste skin using response surface methodology. *Food Chemistry*. 108, 711–718.

Khachik, F., Beecher, G.R., Lusby, W.R. (1989). Separation, identification, and quantification of the major carotenoids in extracts of apricots, peaches, cantaloupe, and pink grapefruit by liquid chromatography, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 37, 465–473.

Kiokias, S., Gordon, M.H. (2004). Antioxidant Properties of Carotenoids In vitro and In Vivo, *Food Reviews International*. 20, 99-121.

Kralova, I., Sjoblom, J. (2009). Surfactants Used in Food Industry : A Review. *Journal of Dispersion Science and Technology*. 30(9), 1363-1383.

Kubo, M. T. K., Augusto, P. E. D., Cristianini, M. (2013). Effect of high pressure homogenization (HPH) on the physical stability of tomato juice. *Food Research International*. 51,170-179.

Leccese, A., Viti, R., Bartolini, S. (2011). The effect of solvent extraction on antioxidant properties of apricot fruit. *Central European Journal of Biology*. 6(2), 199-204.

Liliana C., Jorge L. (1998). Determination of enzymatic activities of commercial pectinases for the clarification of apple juice. *Food Chemistry*. 61, 237-241.

Maghuly, F., Borroto-Fernandez, E., Ruthner, S., Pedryc, A., Laimer, M. (2005). Microsatellite Variability in Apricots (*Prunus armeniaca* L.) Reflects Their Geographic Origin and Breeding History. *Tree Genetics Genomes*. 1, 151–165.

Mahmood, M. E., Al-Koofee, D. A. F. (2013). Effect of Temperature Changes on Critical Micelle Concentration For Tween Series Surfactant (pp: *Global Journal of Science Frontier Research Chemistry*. Vol 13, Global Journal Inc. USA

Maiani, G., Periago, M.J., Catasta, G., Toti, E., Goni, I., Bysted, A., Granado-Lorencio, F., Olmedilla-Alonso, B., Knuthsen, P., Valoti, M., Böhm, V., Mayer-Miebach, E., Behnlian, D., Schlemmer, U.(2009). Carotenoids: actual knowledge on food sources, intakes, stability and bioavailability and their protective role in humans. *Molecular Nutrition and Food Research*. 53, 194–218.

Malvern Instruments Ltd. Printed in England, (2008). Zetasizer Nano User Manual.

Mao, L., Xu, D., Yang, J., Yuan, F., Gao, Y., Jian Zhao, J. (2009). Effects of Small and Large Molecule Emulsifiers on the Characteristics of β -Carotene Nanoemulsions Prepared by High Pressure Homogenization, *Food Technology and Biotechnology*. 47, 336–342.

McClements, D.J., Weiss, J. (2005). Lipid Emulsions, in *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, Ed. Shahidi, F., John Wiley & Sons. 457-512 p.

McClements, D.J., (2010). Edible nanoemulsions: fabrication, properties, and functional performance. *The Royal Society of Chemistry*. 7, 2297-2316.

Mehnert, W., Mader, K.(2001). Solid lipid nanoparticles production, characterization and applications. *Adv. Drug Del. Rev.*, 47, 165-196 .

Mehta, S.K., Kaur, G. (2011). Microemulsions:Thermodynamic and Dynamic Properties. *Thermodynamics*.Ed. Prof. Mizutani Tadashi, InTech Publishing. 18,381-406p.

Melendez- Martinez A. J., Ayala F., Echavarri J. F., Negueruela, A. I., Escudero-Gilete, M.L., Gonzalez- Miret, M. L., Vicario, I. M., Heredia, F. J. (2011).A novel and enhanced approach for the assesment of the total carotenoid content of foods based on multipoint spectrsoscopic measurements. *Food Chemistry*. 126,1862-1869.

Moreno, C. S., Teresa, S. D. P., Ancos, B. D., Cano, M. P. (2006). Nutritional Values of Fruits. *Handbook of Fruits and Fruit Processing* Ed. Y.H. Hui, Blackwell Publishing. 2, 29-43p.

Munzuroğlu, Ö.,Karataş, F.,Geçkil, H. (2003). The vitamin and selenium contents of apricot fruit of different varieties cultivated in different geographical regions. *Food Chemistry*. 83, 205-212.

Namitha, K.K., Negi, P.S. (2010).Chemistry and biotechnology of carotenoids. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*.50,728–760.

Nguyen, T. P., Le, V. V. M. (2012). Application of ultrasound to pineapple mash treatment in juice processing. *İnternational Food Research Journal*. 19 (2), 547-552.

Nur' Aliaa, A. R., Siti Mazlina, M. K., Taip, F. S. (2010).Impact of Commercial Pectolytic Enzymes on Selected Properties of White Dragon Fruit Juice (pp:25-31). Vol.71, Journal - The Institution of Engineers, Malaysia.

Özşahin, A. D., Yılmaz, Ö. (2010). Fruit Sugar, Flavonoid and Phytosterol Contents of Apricot Fruits (*Prunus Armenica* L. cv. Kabaaşı) and Antioxidant Effects in The Free Radicals Environment (pp:6403-6412) . *Asian Journal of Chemistry*. Vol.22.

Palozza, P., Muzzalupo, R., Trombino, S., Valdannini, A., Picci, N. (2006). Solubilization and stabilization of beta-carotene in niosomes: delivery to cultured cells. *Chemistry and Physics of Lipids*. 139, 32–42.

Papaioannou, E.H.,Karabelas, A.J. (2012). Lycopene recovery from tomato peel under mild conditions assisted by enzymatic pre-treatment and non-ionic surfactants. *Acta Biochimica Polonica*, 59(1), 71-74.

Parlakpınar, H., Olmez E., Acet A., Ozturk F., Tasdemir S., Ates B., Gül, M., Otlı, A.(2009). Beneficial effects of apricot-feeding on myocardial ischemia–reperfusion injury in rats. *Food and Chemical Toxicology*. 49, 802–808.

Raj, V., Jain, A., Chaudhary, J. (2012). *Prunus Armeniaca* (Apricot): Overview. *Journal of Pharmacy Research*. 5(8), 3964-3966.

Raju, P. S., Bawa, A. S. (2006). Food Additives in Fruit Processing . *Handbook of Fruits and Fruit Processing*, Ed. Y.H. Hui, Blackwell Publishing. 9, 145-170 p.

- Ribaya-Mercado, J.D. (2002). Influence of Dietary Fat on Carotene Absorption and Bioconversion into Vitamin A. *Nutrition Reviews*. 60, 104-110.
- Ribeiro, H. S., Chu, B. S., Ichikawa, S., Nakajima, M. (2008). Preparation of nanoemulsions containing β -carotene by solvent displacement method. *Food Hydrocolloids*. 22(1), 12-17.
- Rich, G.T., Bailey, A.L., Faulks, R.M., Parker, M.L., Wickham, M.S.J., Fillery-Travis, A. (2003). Solubilization of Carotenoids from Carrot Juice and Spinach in Lipid Phases: I. Modeling the Gastric Lumen, *Lipids*. 38, 933-945.
- Rodriguez, D. (2001). A Guide to Carotenoid Analysis in Foods. *Life Sciences*. 64.
- Rodriguez-Amaya, D.B. (2010). Quantitative analysis, *in vitro* assesment of bioavailability and antioxidant activity of food carotenoids- A review. *Journal of Food Composition and Analysis*. 23(7), 726-740.
- Ruiz, D., Egea, J., Tomas-Barberan, F.A., Gil, M.I. (2005). Carotenoids from New Apricot (*Prunus armeniaca* L.) Varieties and Their Relationship with Flesh and Skin Color, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53, 6368-6374.
- Saberi, A. H., Fang, Y., McClements, D. J. (2013). Fabrication of vitamin E-enriched nanoemulsions: Factors affecting particle size using spontaneous emulsification. *Journal of Colloid and Interface Science*. 391, 95-102.
- Salvia-Trujillo, L., McClements, D. J. (2016). Enhancement of lycopene bioaccessibility from tomato juice using excipient emulsions: Influence of lipid droplet size. *Food Chemistry*. 210, 295-304.
- Sartaj, A., Tariq, M., Kashif, S., A. (2011). Physico- chemical characteristics of apricot (*Prunus armeniaca* L.) grown in Northern Areas of Pakistan. *Scientia Horticulturae*. 130, 386-392.
- Shadidi, F, Metusalach, Brown J.A. (1998). Carotenoid pigment in seafoods and aquaculture. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 38, 1-69.
- Siddiq, M. (2006). Apricots. *Handbook of Fruits and Fruit Processing*, Ed. Y.H. Hui, Blackwell Publishing. 17, 279-292p.
- Silva, H. D., Cerqueira, M. A., Souza, B. W. S., Ribeiro, C., Avides, M. C., Quintas, M. A. C., Coimbra, J. S. R., Carneiro-da-Cunha, M. G., Vicente, A. A. (2011). Nanoemulsions of β -carotene using a high energy emulsification-evaporation technique. *Journal of Food Engineering*. 102, 130-135.
- Smith, J., Hong-Shum, L. (2003). *Food Additives Data Book*, Bölüm 4: Food Emulsifiers, Blackwell Science. 380-381 p.
- Sobutay, T. (2003). Kayısı sektör araştırması. İstanbul Ticaret Odası Dış Ticaret Şubesi Araştırma Servisi, 37.
- Southwick, S.M. (2003). Apricots. University of California, Davis, CA, USA.

- Sun, Y., Liu, D., Chen, J., Ye, X., Yu, D. (2011). Effects of different factors of ultrasound treatment on the extraction yield of the all-trans -beta-carotene from citrus peels. *Ultrasonics Sonochemistry*. 18, 243-249.
- Tan, C., Nakajima, M. (2005).β-carotene nanodispersions: preparation, characterization and stability evaluation, *Food Chemistry*. 661–671.
- Tang, G. (2010).Bioconversion of dietary provitamin A carotenoids to vitamin A in humans. *American Journal of Clinical Nutrition*. 91,1468-1473.
- Thatai, P., Tiwary, A.K., Sapra, B. (2015). The physicochemistry and percolation behavior of microemulsions as a function of chain length of cosurfactant and surfactant. *J.Excipients and Food Chem*. 6(2), 47-60.
- Uğraş, M., Kuruş, M., Ateş, B., Söylemez, H., otlu, A., Yılmaz, İ. (2010). Prunus Armeniaca L. (apricot) protects sıcan testes from detrimental effects of low-dose x-rays. *Nutrition Research*. 30, 200-208.
- Uluata, S., McClement,D. J., Decker, E.A. (2015). How the Multiple Antioxidant Properties of Ascorbic Acid Affect Lipid Oxidation in Oil-in-Water Emulsions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 63, 1819-1824.
- USDA (2016). Nutrient Database, ABD.
- Ünal, M. R.(2015). Kayısı Araştırma Raporu. www.fka.org.tr
- Vardi, N., Parlakpınar, H., Ozturk, F., Ates, B., Gul, M., Cetin, A., Erdogan, A., Otlu, A. (2008).Potent protective effect of apricot and b-carotene on methotrexate-induced intestinal oxidative damage in rats. *Food and Chemical Toxicology*. 46, 3015–3022.
- Vilkhu, K., Mawson, R., Simons, L., Bates, D. (2008). Applications and opportunities for ultrasound assisted extraction in the food industry-A review. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 9, 161-169.
- Voutilainen, S., Nurmi, T., Musru, J., Rissanen, T.H. (2006). Carotenoids and cardiovascular health. *The American journal of Clinical Nutrition*. 83, 1265-1271.
- Weyland, M., Hartel, (2008).*R.Emulsifiers in Confectionery, in Food Emulsifiers and Their Applications*, Springer Publishing., 285-305.
- Wijngaard, H., Hossain, M. B., Rai, D.K., Brunton, N. (2012). Techniques to extract bioactive compounds from food by-products of plant origin. *Food Research International*. 46, 505-513.
- Windhab, E. J., Dressler, M., Feigl, K., Fisher, P., & Megias- Alguacil, D. (2005). Emulsion processing –from single –drop deformation to design of complex processes and products. *Chemical engineering Science*. 60, 2101-2113.
- Woodall, A.A., Lee, S.W., Weesie, R.J., Jackson, M.J., Britton, C.(1997). Oxidation of carotenoids by free radicals: relationship between structure and reactivity, *Biochimica et BiophysicaActa (BBA) - General Subjects*. 1336, 33–42.

Yıldırım, A., Mavi, A., Kara, A.A. (2001). Determination of antioxidant and antimicrobial activities of *Rumex crispus* L. extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 49(8), 4083–4089.

Zuorro, A., Fidaleo, M., Lavecchia, R. (2011). Enzyme-assisted extraction of lycopene from tomato processing waste. *Enzyme and Microbial Technology*. 49(6-7), 567–573.



7. EKLER

Toplam Fenolik Madde İstatistik Sonuçları

Örnek 0, 1, 2, 3, 4 sırasıyla kontrol, T-20, T-40, T-60, T-80'i temsil etmektedir.

YAM 1, 2, 3, 4, 5 ise sırasıyla % 0.05, 0.1, 0.2, 0.5 ve 1.0'ı temsil etmektedir.

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
yam1	Between Groups	1503,054	4	375,763	12,018	,001
	Within Groups	312,678	10	31,268		
	Total	1815,732	14			
yam2	Between Groups	1234,420	4	308,605	2,640	,097
	Within Groups	1169,090	10	116,909		
	Total	2403,510	14			
yam3	Between Groups	1203,789	4	300,947	12,307	,001
	Within Groups	244,535	10	24,454		
	Total	1448,325	14			
yam4	Between Groups	2185,934	4	546,483	6,054	,010
	Within Groups	902,722	10	90,272		
	Total	3088,656	14			
yam5	Between Groups	462,079	4	115,520	8,037	,004
	Within Groups	143,728	10	14,373		
	Total	605,806	14			

yam1

Duncan

örnek	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
3	3	169,1975	
2	3	171,0759	
1	3	175,6545	
0	3		189,8600
4	3		193,7342
Sig.		,207	,416

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

yam2

Duncan

örnek	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
2	3	164,8537	
4	3	166,2625	
3	3	170,3715	170,3715
0	3	173,7761	173,7761
1	3		190,0948
Sig.		,368	,058

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

yam3

Duncan

örnek	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
4	3	1,7237E2		
1	3	1,7777E2	1,7777E2	
0	3	1,7976E2	1,7976E2	
3	3		1,8258E2	
2	3			1,9890E2
Sig.		,111	,282	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

yam4

Duncan

örnek	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
0	3	1,7025E2		
1	3		1,8833E2	
3	3		1,9080E2	1,9080E2
2	3		1,9103E2	1,9103E2
4	3			2,0829E2
Sig.		1,000	,747	,056

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

yam5

Duncan

örnek	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
0	3	1,9444E2		
1	3	1,9843E2	1,9843E2	
4	3		2,0524E2	2,0524E2
2	3			2,0641E2
3	3			2,0958E2
Sig.		,226	,052	,210

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

8. ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Emine Betül AKALIN

Doğum Yeri ve Tarihi: MALATYA - 1988

E-posta: betulakalin88@gmail.com/ betusss_akalin@hotmail.com

Lisans:

Gaziantep Üniversitesi

Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği (2006 - 2011)

Anadolu Üniversitesi

İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme (2012 – 2016)

Mesleki Deneyim ve Ödüller:

Simeks Tarım Ürünleri San. Ve Tic. Ltd. Şti. (Kalite Kontrol Müdürü, 2011-2013)

Ts 485 Kuru Kayısı Kalite Denetim Yeterlik Belgesi, Ekonomi Bakanlığı (2012-2013)

2210- C Öncelikli Alanlara Yönelik Yurtiçi Yüksek Lisans Bursu, Tübitak (Türkiye Bilimsel Ve Teknolojik Araştırma Kurumu)