

**T.C
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MİKROENKAPSÜLE İNSTANT MEYAN KÖKÜ (*Glycyrrhiza glabra* L.)
ŞERBETİ (ÇAYI) ÜRETİMİ ve DEPOLAMANIN KALİTE ÜZERİNE
ETKİSİ**

Bülent BAŞYİĞİT

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2017**

Prof. Dr. İbrahim HAYOĞLU danışmanlığında, Bülent BAŞYİĞİT'in hazırladığı “**Mikroenkapsüle İstant Meyan Kökü (*Glycyrrhiza glabra L.*) Şerbeti (Çayı) Üretimi ve Depolamanın Kalite Üzerine Etkisi**” konulu bu çalışma 26/12/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Prof. Dr. İbrahim HAYOĞLU

Üye : Prof. Dr. A. Ferit ATASOY

Üye : Yrd. Doç. Dr. Nurcan DOĞAN

Bu Tezin Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Prof. Dr. Halil Murat ALĞIN
Enstitü Müdürü

Bu çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: 17042

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
SİMGELER DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
2.1. Meyan Bitkisi (<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.)	5
2.2. Mikroenkapsülasyon	12
2.2.1. Püskürtmeli kurutucu	15
2.2.2. Kaplama ve çekirdek materyali	16
2.2.3. Enkapsülasyon tekniği üzerine kaplama materyali ve prosesin etkisi	17
3. MATERYAL ve YÖNTEM	21
3.1. Materyal	21
3.1.1. Meyan kökü	21
3.1.2. Meyan köklerine uygulanan ön işlemler	21
3.1.3. Kimyasallar	21
3.1.4. Alet ve ekipmanlar	22
3.2. Yöntem	22
3.2.1. Ekstraksiyon koşulları	22
3.2.2. Meyan kökü instant çayı üretimi	23
3.2.2.1. Besleme çözeltisinin hazırlanması	24
3.2.2.2. Mikroenkapsülasyon koşulları	25
3.2.3. Fiziksel ve fizikokimyasal analiz metotları	25
3.2.3.1. Instant çay üretimi için püskürtmeli kurutma işleminin etkinliği	25
3.2.3.2. Instant çay üretimi için püskürtmeli kurutma işleminin verimi	25
3.2.3.3. Renk analizi	26
3.2.3.4. Kitle yoğunluğu (bulk density) ve sıkıştırılmış kitle yoğunluğu (tapped density)	26
3.2.3.5. Hausner oranı ve Carr indeksi	26
3.2.3.6. Su aktivitesi	27
3.2.3.7. Suda çözünürlük analizi	27
3.2.3.8. Islatılabilirlik	28
3.2.3.9. Nem tayini	28
3.2.3.10. Mikroyapı analizi	28
3.2.3.11. Meyan kökü ekstraktlarında pH	28
3.2.3.12. Fenolik madde miktarı	29
3.2.3.12.1. Meyan kökü ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarı	29
3.2.3.12.2. Instant ürünlerde toplam fenolik madde miktarı	29
3.2.3.12.3. Toplam fenolik madde miktarı analizinin uygulanışı	29
3.2.3.12.4. Instant ürünlerde yüzey fenolik madde miktarı	30
3.2.3.13. ABTS ile antioksidan kapasite analizi	30
3.2.3.13.1. Meyan kökü ekstraktlarında antioksidan kapasite analizi	30
3.2.3.13.2. Instant ürünlerde antioksidan kapasite analizi	31
3.2.3.13.3. Antioksidan kapasite analizinin uygulanışı	31
3.3. Duyusal Analiz Metotları	32
3.4. Depolama	32
3.5. İstatistiksel Analiz Metotları	33

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	34
4.1. Meyan Kökü Bitkisinden Biyoaktif Bileşiklerin Ekstraksiyonu	34
4.1.1. Meyan bitkisinde biyoaktif maddelerin ekstraksiyonu üzerine farklı parametrelerin etkisi	34
4.2. İstant Meyan Kökü Çayı Üretimi ve Analizleri	34
4.2.1. Simple Lattice metodu ile deneme tasarımının oluşturulması	34
4.2.1.1. İstant çayların biyoaktif özellikleri	36
4.2.1.2. İstant çayların fiziksel özellikleri	37
4.2.1.3. İstant çayların morfolojik özellikleri	38
4.2.1.4. Kaplama maddesinin optimizasyonu	40
4.2.2. İstant meyan kökü çaylarının üretimi	40
4.2.3. Meyan kökü instant çaylarının depolama analizleri	42
4.2.3.1. Meyan kökü instant çaylarının depolamada fenolik madde miktarları ve etkinlik değerleri.....	42
4.2.3.2. Meyan kökü instant çaylarının depolamada antioksidan kapasiteleri	45
4.2.3.3. Meyan kökü instant çaylarının depolamada fiziksel özellikleri.....	46
4.2.3.4. Meyan kökü instant çaylarının depolamada morfolojik özellikleri.....	53
4.2.3.5. Meyan kökü instant çaylarının depolamada duyuşal özellikleri	54
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	57
5.1. Sonuçlar	57
5.2. Öneriler.....	59
KAYNAKLAR.....	60
ÖZGEÇMİŞ	74

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MİKROENKAPSÜLE MEYAN KÖKÜ (*Glycyrrhiza glabra* L.) ŞERBETİ (ÇAYI) ÜRETİMİ ve DEPOLAMANIN KALİTE ÜZERİNE ETKİSİ

Bülent BAŞYİĞİT

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. İbrahim HAYOĞLU

Yıl: 2017, Sayfa:76

Bu çalışmada meyan bitkisinin (MB) (*Glycyrrhiza glabra* L.) en fazla kullanılan kısmını oluşturan köklerinin (*Liquiritiae radix*) klasik ekstraksiyonu, elde edilen ekstraktların herhangi bir kurutma yardımcı materyali (KYM) kullanmadan (toz) ve KYM kullanarak (mikroenkapsül) instant meyan kökü şerbetine/çayına (İMKS/Ç) dönüştürülmesi ve bu İMKS/Ç'lerinin depolama stabilitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Üretim ve analizler süresince fiziksel, kimyasal, spektrofotometrik, morfolojik ve duyu analizi yöntemleri kullanılmıştır. Meyan kökü (MK) ekstraksiyonu 60°C ve 60 dakikada gerçekleştirilmiştir. İlgili sıcaklık ve sürede elde edilen ekstrakt püskürtmeli kurutucu yardımıyla instant forma dönüştürülmüştür. Toz ve mikroenkapsüle olmak üzere iki farklı İMKS/Ç üretilmiş ve mikroenkapsüle İMKS/Ç için KYM olarak maltodekstrin (MD) ve gam arabik (GA) kullanılmıştır. Bu materyallerin konsantrasyonlarının optimizasyonunda Simple Lattice metodundan yararlanılmıştır. Deneme tasarımı için 3 adet cevap (verim, etkinlik ve carr indeks) sistemin optimize edilmesinde kullanılmıştır. Farklı oranlarda ve tiplerde KYM'nin kullanımının mikroenkapsüle İMKS/Ç'nin mikroenkapsülasyon etkinliği üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı ancak carr indeks ve verim üzerine önemli olduğu saptanmıştır ($p < 0.05$). Deneme tasarımından alınan yanıtlara göre %100 MD kullanımının mikroenkapsüle İMKS/Ç üretimi için optimum nokta olduğu belirlenmiş ve mikroenkapsüller depolamaya alınmadan önce bu noktaya göre üretilmiştir. Mikroenkapsüle ve toz halde üretilen İMKS/Ç'ler oda sıcaklığında 6 aylık depolamaya alınmış ve depolama süresince her iki üründe biyoaktif ve duyu özelliklerini korudukları saptanmıştır. Mikroenkapsüle ve toz örneklerin depolama süresince sırasıyla toplam fenolik madde miktarı (TFMM) 8.09-9.09 ve 34.59-39.02 mg GAE g⁻¹; antioksidan aktivitesi (AA) 44.78-51.27 ve 136.13-171.08 mg TEAC g⁻¹ arasında olduğu tespit edilmiştir. İstant ürünlerin biyoaktif özelliklerinde meydana gelen değişim depolama boyunca istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Ayrıca depolama sonunda dahi bu çayların genel beğeni puanları 6.8 değerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Bu verilerin ışığında mikroenkapsüle İMKS/Ç üretimi için uygun KYM'nin MD olduğu, KYM kullanmadan da İMKS/Ç'nin üretilebileceği ve bu şekilde üretilen instant ürünün de depolama süresince yapısını KYM kullanılarak üretilen mikroenkapsüle ürün gibi koruduğu saptanmıştır. Ayrıca, dayanım süresi sadece bir gün olan meyan kökü çayı/şerbeti (İMKS/Ç) KYM kullanılarak ve kullanılmadan instant forma getirilerek raf ömrünün artırılabilirliği tespit edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: *Glycyrrhiza glabra*, instant, mikroenkapsül, toz, Simple Lattice

ABSTRACT

MSc Thesis

PRODUCTION of MICROENCAPSULATED SHERBET (TEA) of LICORICE (*Glycyrrhiza Glabra* L.) and EFFECT of STORAGE on QUALITY

Bülent BAŞYİĞİT

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. İbrahim HAYOĞLU

Year: 2017, Page:76

The main aims of this study were water extraction of bioactive compounds from licorice (*Glycyrrhiza Glabra* L.) and produced instant licorice teas using wall materials (microcapsul) and without using wall materials (powder) and determined storage stability of the products. Physical, chemical, spectrophotometric, morphological and sensory analysis methods were used during production and analysis. Licorice was extracted at 60°C for 60 min. The extract was converted to instant form by spray dryer. Maltodextrin and gum Arabic as wall materials were used to produce microcapsule. Optimization of the wall materials concentrations were determined by Simple Lattice method. Three parameters: yield, entrapment and carr index as response were evaluated for optimization. Wall materials ratio and type were no statistically significant for entrapment. However, changes of the parameters were statistically significant for yield and carr index ($p < 0.05$). %100 maltodextrin were the best point to produce microcapsul. Microcapsul was produced according to this point before storage period. All products (microncapsul and powder) were stored for 6 months. The bioactive and sensory properties of instant products were preserved during storage period. Total phenolic content and antioxidant activity of microcapsul and powder were ranged from 8.09-9.09 and 34.59-39.02 mg GAE g⁻¹ (Total phenolic content); 44.78-51.27 ve 136.13-171.08 mg TEAC g⁻¹ (Antioxidant activity) respectively during storage. There were no statistically significant differences in phenolic content and antioxidant activity of microcapsul and powder for the storage periods for 6 months ($p > 0.05$). Moreover, overall acceptability sensory properties of products were still more than 6.8 value during storage period. As a result, maltodextrin was suitable wall material to produce microcapsul and instant licorice was produced without using wall material. The product (powder) were stabil as microcapsul during storage period. Furthermore, licorice tea has short shelf life, the tea shelf life can improve converting instant form.

KEY WORDS: *Glycyrrhiza glabra*, instant, mikroencapsul, powder, Simple Lattice

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince bilgi ve birikimiyle beni motive eden, farklı bakış açıları ve bilimsel katkılarıyla beni aydınlatan, hiçbir konuda desteğini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. İbrahim HAYOĞLU'na ,

Çalışmalarım boyunca her türlü destek, anlayış ve yardımlarından dolayı Sayın Prof. Dr. Ayhan ATLI'ya, Prof. Dr. Ahmet Ferit ATASOY'a, Yrd. Doç. Dr. Eyyüp KARAOĞUL'a, bölüm hocalarıma ve ayrıca Harran Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünde araştırma görevlisi olarak görev yapan arkadaşlarıma,

Lisans eğitimime başladığımda tanıştığım ve tanıştığım günden beri gerek tez çalışmamda gerekse mesleki hayatımda benden bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen kendisi ile çalışmaktan mutlu olduğum değerli hocam Doç. Dr. Mustafa ÇAM'a,

Yüksek lisans tez çalışmam süresince görüş ve önerileriyle farklı bakış açıları kazanmamı sağlayan Sayın Yrd. Doç. Dr. Nurcan DOĞAN'a,

Laboratuvar çalışmalarının başlangıcından itibaren yardımlarını esirgemeyen Gıda Mühendisleri Sara BULUT'a, Gülbahar AKYAR'a, değerli arkadaşlarım Arş. Gör. Hamza ALAŞALVAR'a, Öğr. Gör. Kutlu ÇEVİK'e, İzzet TÜRKER'e,

17042 nolu proje kapsamında bu tez çalışmasında maddi destek veren Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Komisyonu (HÜBAK)'na,

Bugüne kadar desteklerini sürekli hissettiğim annem Emine BAŞYİĞİT, babam Mehmet BAŞYİĞİT'e

Ayrıca; çalışmam dolayısıyla yeterince zaman ayıramadığım, bana her zaman şanslı olduğum hissettiren sevgili eşim Nazlı BAŞYİĞİT'e anlayışı, hoşgörüsü, desteği ve sabrı için, Teşekkür ediyorum.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 2. 1. Meyan bitkisi	5
Şekil 2. 2. Meyan kökünde esas yapıyı oluşturan bileşiklerin kimyasal yapısı	8
Şekil 2. 3. Mikroenkapsüllerin yapısı	14
Şekil 3. 1. Çalışmada kullanılan meyan köklerinin fiziksel yapısı	21
Şekil 3. 2. İstant meyan kökü çayı üretimi	23
Şekil 3. 3. Kaplama materyali kullanılmadan instant meyan kökü çayı üretim akış şeması	24
Şekil 3. 4. Kaplama materyali kullanılarak instant meyan kökü çayı üretim akış şeması	24
Şekil 4. 1. Meyan kökü instant çaylarının mikroyapıları	39
Şekil 4. 2. İstant meyan kökü çayları	40
Şekil 4. 3. 6 aylık depolama süresince meyan kökü instant çaylarının mikroyapılarında meydana gelen değişim	54



ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3. 1. Carr indeks, Hausner oranı ve akışkanlık ilişkisi	27
Çizelge 3. 2. Duyusal analiz formu	32
Çizelge 4. 1. Meyan kökü ekstraktlarının özellikleri	34
Çizelge 4. 2. Simple Lattice metodu ile oluşturulan deneme planı ve alınan cevaplar	35
Çizelge 4. 3. Verim için kuadratik model varyans analizi	35
Çizelge 4. 4. Carr İndeks için kuadratik model varyans analizi	35
Çizelge 4. 5. Etkinlik için varyans analizi	36
Çizelge 4. 6. Meyan kökü instant çaylarının biyoaktif özellikleri	37
Çizelge 4. 7. Meyan kökü instant çaylarının ısılatılabilirlik ve renk değerleri	37
Çizelge 4. 8. Meyan kökü instant çaylarının nem, suda çözünürlük ve su aktivitesi değerleri	38
Çizelge 4. 9. Meyan kökü instant çaylarının mikroenkapsülasyon verimi ve ürün miktarı	41
Çizelge 4. 10. Meyan kökü instant çaylarının 6 aylık depolama boyunca toplam fenolik madde miktarında meydana gelen değişim	43
Çizelge 4. 11. Meyan kökü instant çaylarının 6 aylık depolama boyunca yüzey fenolik madde miktarında meydana gelen değişim	44
Çizelge 4. 12. Meyan kökü instant çaylarının 6 aylık depolama boyunca etkinlik değerlerinde meydana gelen değişim	45
Çizelge 4. 13. Meyan kökü instant çaylarının 6 aylık depolama boyunca antioksidan aktiviterinde meydana gelen değişim	45
Çizelge 4. 14. Meyan kökü instant çaylarının 6 aylık depolama boyunca nem değerlerinde meydana gelen değişim	47
Çizelge 4. 15. Meyan kökü instant çaylarının 6 aylık depolama boyunca su aktivitesi değerlerinde meydana gelen değişim	48
Çizelge 4. 16. Meyan kökü instant çaylarının 6 aylık depolama boyunca suda çözünürlük değerlerinde meydana gelen değişim	49
Çizelge 4. 17. Meyan kökü instant çaylarının 6 aylık depolama boyunca ısılatılabilirlik değerlerinde meydana gelen değişim	50
Çizelge 4. 18. Meyan kökü instant çaylarının 6 aylık depolama boyunca carr indeks değerlerinde meydana gelen değişim	50
Çizelge 4. 19. Meyan kökü instant çaylarının 6 aylık depolama boyunca hausner oranı değerlerinde meydana gelen değişim	51
Çizelge 4. 20. Meyan kökü instant çaylarının 6 aylık depolama boyunca L* değerlerinde meydana gelen değişim	52
Çizelge 4. 21. Meyan kökü instant çaylarının 6 aylık depolama boyunca a* değerlerinde meydana gelen değişim	52
Çizelge 4. 22. Meyan kökü instant çaylarının 6 aylık depolama boyunca b* değerlerinde meydana gelen değişim	53
Çizelge 4. 23. İstant çay üretimi formülasyonunun belirlenmesi için duyusal analiz sonuçları	55
Çizelge 4. 24. İstant ürünlerin 6 aylık depolama boyunca duyusal özelliklerinde meydana gelen değişim	55

SİMGELER DİZİNİ

MB	Meyan bitkisi
KYM	Kurutma yardımcı materyali
Toz	Kurutma yardımcı materyali kullanılmadan üretilen instant meyan kökü şerbeti/çayı
Mikroenkapsül	Kurutma yardımcı materyali kullanılarak üretilen instant meyan kökü şerbeti/çayı
İMKS/Ç	İstant meyan kökü şerbeti/çayı
MK	Meyan kökü
SÇKM	Suda çözünür kuru madde
MD	Maltodekstrin
GA	Gam arabik
TFMM	Toplam fenolik madde miktarı
YFMM	Yüzey fenolik madde miktarı
AA	Antioksidan aktivite
MKS/Ç	Meyan kökü şerbeti/çayı
GL	Glisirizin
GLA	Glisirizik asit
GLD	Glabridin
kHz	Kilohertz
g	Gram
dk	Dakika
nm	Nanometre
um	Mikrometre
mL	Mililitre
°C	Derece

1. GİRİŞ

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de doğal yollarla koruma ve iyileştirme çabaları gün geçtikçe hız kazanmaktadır. Ancak yüzyıllardır insanoğlunun doğal olmayan yolları tercih etmesi de göz ardı edilemez. Üreticilerin doğal olmayan yollara dayanan metotları tercih etmesi, sağlık açısından tehlike oluşturmaktadır. Ancak sağlıklı beslenme alışkanlığının arttığı günümüzde insanlar tüketmekte oldukları gıdaların içeriği ve raf ömrü gibi özelliklerini daha detaylı olarak sorgulamaktadır. Bu yüzden hastalıklardan koruyucu etkisi olan, vücudun gereksinim duyduğu temel besin öğelerini yapısında bulunduran tıbbi ve aromatik bitkiler son yıllarda gerek güncel haberler gerekse bilimsel yayınlarda ön plana çıkan konulardan biridir. Bu bitkiler doğrudan tüketim amaçlı kullanılmalarının yanı sıra bitkilerden alınan ekstraktlardan antik çağlardan beri kozmetik ve gıda sanayinde yaygın olarak aroma verici, renklendirici ve koku verici olarak ayrıca hastalıkların tedavisinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Geçmişten günümüze kadar bu bitkilerin hangi hastalık üzerine tedavi edici etkiye sahip olduğunu belirlemek için birçok klinik ve laboratuvar çalışmaları yapılmış ve yapılmaya da devam edilmektedir (Fecka ve Turek, 2007; Delamare ve ark., 2007; Martínez-Ballesta ve ark., 2010).

Meyan bitkisi (*Glycyrrhize glabra* L.) *Fabaceae* familyasına ait son yıllarda biyoaktif özellikleri üzerine çalışmaların arttığı tıbbi aromatik bitkilerden bir tanesidir (Baytop, 1999). Bitkinin kullanılan kısmını kökleri (*Liquiritiae radix*) ve köklerin kaynatılıp suyunun uçurulmasıyla elde edilen konsantre sulu ekstresi (*Liquiritiae succus*) oluşturulmaktadır (Acartürk, 2001). Meyan bitkisi subtropical ve ılıman iklime sahip olan Akdeniz ülkelerinde yaygın bir şekilde yetiştirilmekte (Vibha ve ark., 2009), tıpta 3 bin yıldan beri tedavi amaçlı kullanılmaktadır (Van Marle ve ark., 1981). Meyan bitkisi *G. glabra* L, *G. uralensis*, *G. inflata*, *G. aspera*, *G. korshinskyi* ve *G. Eurycarpa*'nın da yer aldığı yaklaşık 30 türden oluşmaktadır. Bu türler ülkelere göre farklılık göstermektedir. Türkiye ve İran'da *G. glabra* var.*violacea*, Rusya'da *G. glabra* L.var *gladulifera* İspanya ve İtalya'da ise *G. glabra* L.var.*typical* türleri yaygın olarak yetiştirilmektedir (Nomura ve ark., 2002).

Halk arasında farklı isimlerle ifade edilen ülkemizde serinletici etkisinden dolayı özellikle yaz aylarında Güneydoğu ve Doğu Anadolu bölgelerinde kolaya alternatif olarak üretilen ve tüketilen meyan kökü çayı/şerbetinin hammadesi MB (*Glycyrrhize glabra* L.)'dir. Ancak meyan kökü çayının/şerbetinin ulusal ve uluslararası tanınırlığı kısıtlıdır. Ayrıca meyan kökü kullanılarak üretilen çayın/şerbetin raf ömrünün kısıtlı olması bu ürünün en büyük dezavantajıdır.

Günümüzde iş yoğunluğu, seyahatler ve farklı uğraşlardan dolayı insanoğlu her şeyin en hızlısına ve en pratiğine yönelmiştir. Gıda sektöründe de tüm bu durumlara paralel olarak hem üretim hem de tüketim noktasında instant ürünlere olan talep gün geçtikçe artmaktadır. Instant kahve, instant çay ve instant çorba bunlara örnek gösterilebilir. Bu ürünler kolay hazırlanmasının yanı sıra her seferinde aynı dozda aktif madde sağlama gibi avantajları da vardır. Tüm bunlara ilaveten kolay taşınabilir, depolanabilir olması ekonomik avantajlar ve kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Ayrıca MKŞ/Ç gibi raf ömrü kısa olan ürünler bu forma getirilerek raf ömürleri arttırılabilmektedir.

Instant ürünlerde öne çıkan materyallerden biri olan çay dünyada sudan sonra tüketimi en yaygın olan alkolsüz bir içecektir (Serpen ve ark., 2012; Alasalvar ve ark., 2012). Çayın geleneksel demleme usulü ile tüketimi değişen yaşam koşulları nedeniyle yerini belli oranda süzen poşet şeklinde tüketime bırakmıştır. Ancak süzen poşetler şeklinde tüketimin geleneksel demleme usulüyle karşılaştırıldığında biyoaktif maddelerin suya geçişinde ve atık madde olarak miktarının büyük olması gibi problemleri mevcuttur. Ancak instant olarak hazırlanmış ürünlerde belirtilen olumsuzluklar görülmez.

Mikroenkapsülasyon farklı kurutma yardımcı materyali kullanarak hassas bir malzemenin kapsülasyonu olarak tanımlanabilir (Madene ve ark., 2006). Bu teknik gıda bileşenlerinin, enzimlerin, hücrelerin ve diğer maddelerin kapsüller içerisinde tutulmasına olanak sağlamaktadır (Shahidi ve Han, 1993; Gibbs ve ark., 1999). Mikroenkapsülasyon prosesinde gıda bileşenleri, enzimler, hücreler ve diğer maddeler hassas materyaller olup iç faz, çekirdek veya aktif madde olarak

tanımlanmaktadır. Bu materyaller için kullanılan KYM ise kabuk, duvar, membran, taşıyıcı veya kapsülleyici olarak adlandırılmaktadır (Sagis, 2015). Mikroenkapsülasyondan farklı amaçlar için yararlanılsa da asıl amaç dış çevrenin sebep olduğu bozulmalara karşı çekirdek materyalin stabilizasyonunu ve yapısında var olan materyallerin kontrollü salınımını sağlamaktır (Greay ve Hammer, 2011). Gıda endüstrisinde mikroenkapsülasyon uygulamalarından;

- Çekirdek materyali çevresel faktörlerden koruma,
- Esansiyel yağlar gibi uçucu bileşiklerin stabilitesini koruma,
- Çekirdek materyalin fiziksel özelliğini koruma,
- Daha kolay taşıma ve depolama,
- Materyalin tat ve aromasını maskeleyme,
- Materyalin diğer maddelerle reaksiyonunu engelleme,
- Kontrollü salınımı sağlama amacıyla yararlanılmaktadır (Re', 1998; Shahidi ve Han, 1993).

MK'den elde edilen MKŞ/Ç süzen poşetlerden (kökleri öğütülmüş halde poşetlere ilave edilir) ya da direkt bitkinin köklerinden su infüzyonu şeklinde elde edilip tüketilmektedir. Ancak yaygın olarak bu şekilde üretilen ve tüketilen içeceğin dayanım süresi hem kısa, hem de tüketiciye göre değiştiğinden standart bir ürün olmamaktadır. Bütün bu nedenlerden dolayı bu çalışmada,

- Meyan kökünün ekstraksiyonu,
- Elde edilen ekstraktlardan tıpkı hazır kahve ve diğer toz içecek üretiminde olduğu gibi suda çözünür toz ve mikroenkapsüle instant meyan kökü şerbeti (çayı) üretilmesi,
- İMKŞ/Ç üretiminde püskürtmeli kurutma tekniğinden yararlanılması,
- Mikroenkapsüle İMKŞ/Ç üretiminde farklı kurutma yardımcı materyali kullanımının verim, etkinlik ve carr indeks üzerine etkisinin belirlenmesi ve kullanılan kurutma yardımcı materyali konsantrasyonunun optimizasyonu,
- Farklı KYM kullanımının İMKŞ/Ç'nin biyoaktif, fiziksel, morfolojik ve duyu özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi,

- Üretim ve depolama sırasında mikroenkapsüle ve toz ürünler arasında oluşabilecek farklılıkların ortaya konması,
- Elde edilen toz ve mikroenkapsüle instant ürünlerin depolamaya alınması ve bu süreçte ürünlerde meydana gelebilecek fiziksel, kimyasal, morfolojik ve duyuşal özelliklerin izlenmesi,

amaçlanmıştır.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Meyan Bitkisi (*Glycyrrhiza glabra* L.)

Glycyrrhiza türleri güneşli ve azot oranınca zengin kurak alanlara sahip subtropikal ve sıcak bölgelerde yetişmektedir. Doğu Avrupa'dan Rusya'ya kadar yayılış gösteren bu türler özellikle Çin ve Moğalistan'da çok yaygın bulunmaktadır (Tung ve ark., 2016). Yaklaşık 1.5 m boyunda çok yıllık çalılıklar olarak bilinen bu bitkilerin yer altı gövdeleri olup toprak altında yatay bir şekilde uzanan köklere sahiptir. *Glycyrrhiza* türleri mavi ve/veya mor çiçekler açmaktadır (Lee ve Lee, 2003). Çiçekler başak şeklinde olup yaz aylarında kendilerini gösterirken kış aylarında dökülmektedirler. MB'nin (Şekil 2.1.) meyveleri badıç olarak bilinmekte ve *glabra* (çıplak) ya da *glandulifera* (tüylü) olarak adlandırılmaktadır (Baytop, 1999; Şerbetçi, 2007). Bitkinin kökleri: MK, bitkinin en çok kullanılan kısmı olup uzun ve silindirik şeklindedir. Yaklaşık çapı 0.5-2.5 cm arasındadır (Wealth of India, 1985; Baytop, 1999; Şerbetçi, 2007).



Şekil 2. 1. Meyan bitkisi

Meyan yetiştiriciliğinin kayıtları üçüncü yüzyıla kadar uzanmaktadır (Olukoga ve Donaldson, 1998). Avrupa’ da ise tarihsel bir geleneğe sahip olan bu bitkinin farmakolojik etkileri İskitler tarafından keşfedilmiş ve yine bu topluluk aracılığıyla Yunanlılara tanıtılmıştır (Fiore ve ark., 2004). Meyanın tıbbi olarak kullanıldığına yönelik ilk kaynaklar antik Asur, Mısır, Çin ve Hindistan topluluklarına aittir (Thompson, 1930; Chopra ve ark., 1958). Yapılan çalışmalar MB’nin farklı coğrafyalarda farklı zamanlarda kullanıldığını destekler niteliktedir (Armanini ve ark., 2002).

MK antik Çin, İspanya, Pers, Hindistan ve Rusya’da yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Seo ve ark., 2010). Ülkemizde de serinletici etkisinden dolayı meyan kökü çayı/şerbeti özellikle yaz aylarında Güneydoğu ve Doğu Anadolu bölgelerinde soğuk içeceklere alternatif olarak yaygın bir şekilde tüketilmektedir. Ancak farklı bitkilerden elde edilen ürünlerde olduğu gibi ülkemizde potansiyeli yüksek olan MKŞ/Ç’nin üretimi küçük aile işletmeleriyle sınırlı kalmıştır.

Yapılan araştırmalara göre İskandinav ülkelerinde kişi başına şekerleme ürünü şeklinde yaklaşık 1-2.5 kg MK tüketirken bu miktar Hollanda’da yıllık 22 kg civarındadır (Scientific Committee on Food, European Commission, 2003). Benzer şekilde Amerika’da MK yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Isbrucker ve Burdock, 2006; Nakagawa ve ark., 2008a,b). Farklı kuruluşlar tarafından bu bitkinin kullanımının güvenilir olduğu beyan edilmiş ancak tüketimine sınırlamalar getirilmiştir. Örneğin, Avrupa Gıda Bilimi Komitesi bu bitkinin günlük tüketiminin maksimum 3.5 kg olacağını belirlemiştir (Scientific Committee on Food, European Commission, 2003). Bu limit yaklaşık olarak 100 mg day⁻¹ glisirizin (GL)’ye karşılık gelmektedir. Ancak günlük meyan ve meyan ekstraktı tüketimi için tolere edilebilir bir miktar henüz bilinmemektedir (Isbrucker ve Burdock, 2006).

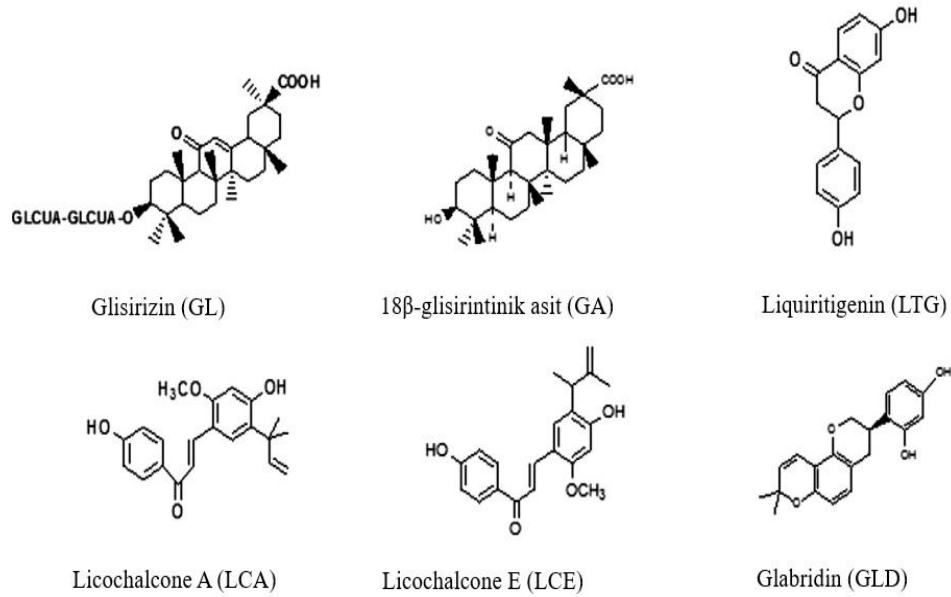
Glycyrrhiza türü bitkilerin hem köklerinden hem de gövdelerinden elde edilen meyan kökü dünya çapında gıda ve ilaç sektörünün önemli girdisini oluşturan son derece besleyici ve rahatlatıcı tıbbi aromatik bir bitkidir. Köpürtücü ve emülsifiye ajan olarak kullanılan MK içermiş olduğu biyoaktif maddelerden dolayı rafine

şekerle karşılaştırıldığında yaklaşık 50-60 kat daha fazla tatlılık göstermektedir. Göstermiş olduğu bu tatlılıktan dolayı tütün, şekerleme, sakız, diş macunu ve içecek gibi farklı endüstrilerde tatlandırıcı ve aroma verici olarak kullanılmaktadır. MK'nın sahip olduğu bu aromatik özelliği ise yapısında bulunan anetol ve GL'den ileri gelmektedir (Fiore, 2005; The State Pharmacopoeia Commission of PR China, 2010; The United States Pharmacopoeial Convention, 2010; Coiffard ve ark., 1998; İbanoğlu ve İbanoğlu, 2000; Dehpour ve ark., 1995; Paolini ve ark., 1999). MK'nın tütün endüstrisinde kullanımı 1800'lü yıllara dayanmaktadır (Tilley, 1948) Tütün endüstrisinde meyan kökü lezzet ve muhafaza amaçlı kullanımının yanında birçok nedenden dolayı önem kazanmıştır, bunlar;

- Duman aromasını artırır ve uyumlu hale getirir.
- Ağız ve boğazdaki kuruluğu azaltır.
- Tütünün nem tutma özelliğini artırır ve böylece tütünün stabilitesi ve raf ömrünü artırır.
- Tütün dumanının genel lezzet profilini dengeleyerek kaba duman karakterini en aza indirir (Vora, 1984)

Meyan, kök ve ekstrakt olmak üzere iki ana formda kullanılır. Kökünde yaklaşık olarak %20 oranında suda çözünebilir madde bulunmaktadır (Dewick, 1997). Meyanda 20 den fazla triterpenoid ve yaklaşık 300 flavonoid (flavanonlar, flavanonoller, kalkonlar, flavonlar, flavonollar ve izoflavonlar) olmak üzere ortalama 500 farklı yapı tanımlanmıştır (Tung ve ark, 2016, Wang ve ark., 2015; Zhang ve Ye, 2009). Ancak, GL, 18 β -glisirintinik asit, liquiritigenin, licochalcone A, licochalcone E ve glabridin (GLD) vb. gibi flavonoidler, polisakkaritler ve triterpen saponinler esas yapıyı oluşturan başlıca bileşiklerdir (Şekil 2.2.) (Wang ve ark., 2015; Asl ve Hosseinzadeh, 2008). B1, B2, B3, B6 ve E vitaminleri, pentasiklik terpetenler, folik asit, inositol, lesitin, östrojenik maddeler, pantotenik asit, para-amino benzoik asit, protein, şeker, sarı boya, saponinler, kumarinler, steroller, kolinler, ligninler, gum, biyotin MK'nın yapısında yer alan diğer önemli yapılarıdır (Ohyashiki ve ark., 1986; Pietta ve ark., 1998). Bu bileşikler içerisinde antioksidatif, antiviral ve anti-enflamatuar etkiye sahip 2 triterpenoid GL ve glisirizik asit (GLA) ön plana çıkmış ve bunlar üzerine çalışmalar yoğunlaştırılmıştır (Matsumoto ve ark., 2013; Wang ve

ark., 2013a; Yeh ve ark., 2013; Wang ve ark., 2016; Wang ve ark 2013b; M.K, 1973). Yapılan çalışmalarla MK'nın ihtiva ettiği oleanane tipi bir saponin olan GL'nin miktarının (%5-10, 10-25, 3-5) tür içerisinde farklılık gösterdiği saptanmıştır (Isbrucker ve Burdock, 2006; Fenwick ve ark., 1990; Chandler, 1985; Samuelsson, 1992; Stormer ve ark., 1993). Benzer şekilde MK ekstraktının yaklaşık %1'lik kısmını oluşturan ve meyan kökünde en fazla bulunan fenolik bileşikler liquiritigenin, izoliquiritigenin ve bunların glikozitleri türe, coğrafi koşullara, hasat dönemine ve bitki işleme prosesine göre değişkenlik göstermektedir (Fiore ve ark., 2008). Ayrıca belirtilen bu bileşiklerdeki farklılıklar *Glycyrrhiza* türlerinin ayırt edilmesinde de önemli rol oynamaktadır. *G. Glabra*, *G. Uralensis* ve *G. İnflata* kimyasal yapılarının karşılaştırıldığı çalışmada *G. Glabra* diğer iki türe göre hem GL'nin hem de bir izoflavonoid olan GLD miktarı daha yüksek olduğu saptanmıştır. (Asl ve Hosseinzadeh, 2008; Simmler ve ark., 2013). *G. Glabra* türlerinde triterpenik saponinler baskın olmasına rağmen *G. Uralensis* ve *G. İnflata*'da esas yapı fenolik maddelerden oluşmaktadır. Licochalcone A/C/E sadece *G. İnflata* yapısında yer alırken Licochalcone D bu türün tanımlanmasında önemli rol üstlenmektedir (Furusawa ve ark.,2009). Kanzonol'un da *G. İnflata*'da diğer iki türe göre daha fazla olduğu yapılan çalışmalarda saptanmıştır (Dao ve ark., 2011).



Şekil 2. 2. Meyan kökünde esas yapıyı oluşturan bileşiklerin kimyasal yapısı

Meyan önemli tıbbi ve aromatik bitkilerden olup çok eski zamanlardan beri hastalıkların tedavisinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Van Marle ve ark.,1981). Meyanı ilk kez Yunanlıların gastrit ve ülser tedavisinde kullandığı kayıtlarda mevcuttur. Meyandan Asya ve Avrupa’da sedef hastalığının ve geleneksel Hint tıbbında göz rahatsızlıklardan karaciğer rahatsızlığına, geleneksel Çin tıbbında tüberkülozdan ülsere kadar çeşitli hastalıkların tedavisinde yararlanılmaktadır (The Ayurvedic Pharmacopoeia of India, 2001; Huang ve Wan, 1959). Günümüzde de MK mikrobik enfeksiyon, inflamasyon ve kanser gibi çeşitli hastalıkların tedavisinde en sık kullanılan bitkilerden birisidir. Ayrıca MK “Naolejing Oral Liquid, Mistura Glycyrrhizae Composita ve Huoxiang Zhengqi Tincture” gibi birkaç geleneksel Çin Tıbbi ürünlerinin önemli girdisini oluşturmaktadır (Liu ve ark., 2014). Yapılan klinik ve laboratuvar çalışmaları ile kronik hepatit de dahil olmak üzere MK’nin birçok hastalığın tedavisi üzerine etkili olduğu saptanmıştır (Vaya ve ark., 1997). Meyan, solunum (Blumenthal ve ark., 2000), mide bağırsak (Blumenthal ve ark., 2000; Bradley, 1992; Wichtl ve Bisset, 1994; Armanini ve ark., 2002), kardiyovasküler (Fuhrman ve ark., 1997; Fuhrman ve ark., 2002), genitoüriner (Ross, 2001), deri (Saeedi ve ark., 2003; Fujita ve ark., 1980; Halder ve Richards, 2004) sistemleri üzerine pozitif etki sağladığı literatürde belirtilmiştir. Bitkinin göstermiş olduğu bu etkiler yapısında var olan triterpenik saponinlerden ve likakalkon A, likiritin, izolakiritin gibi flavonoidler ve bunların sorumlu olduğu aglikonlardan ileri gelmektedir (Isbrucker ve Burdock, 2006, Kiso ve ark., 1984, Vaya ve ark.,1997; Zheng ve ark.,2010).

Glycyrrhiza türleri arasında özellikle *Glycyrrhiza glabra* hastalıkların tedavinde çok eski zamanlardan beri kullanılmaktadır (Armanini ve ark., 2002). Bu türün antimikrobiyal aktivite gösterdiği bilinmekte (Haraguchi ve ark., 1998a) ve bitkinin ekstraktının hidrofobik fraksiyonunda esas yapıyı oluşturan polifenol bir flavonoid olan GLD’nin bazı suşlara karşı antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu belirtilmiştir (Choi, 2005; Tian ve ark., 2008). GLD *Helicobacter pylori* (Fukai ve ark., 2002a) ve *Staphylococcus aureus*’a (Hatano ve ark., 2000) karşı aktivite göstermekte olup gram pozitifler üzerine gram negatiflerden daha etkilidir (Gupta ve ark., 2008). Bu bileşiğin melanogenesis, düşük yoğunluklu lipoprotein oksidasyonu

üzerine pozitif etkilere sahip olduğu da bilinmektedir. Ayrıca GLD mitokondriyal fonksiyonları oksidatif strese karşı koruduğu yapılan çalışmalarla belirlenmiştir (Choi, 2005; Tian ve ark., 2008). *Glycyrrhiza glabra*'nın yapısında var olan önemli bir kalkan izolikuiritigenin de GLD gibi mitokondriyal hücreler üzerinde koruyucu etkiye sahip olduğu saptanmıştır (Choi ve ark., 2010). Ayrıca izolikuiritigenin antioksidatif, anti-inflamatuar, antitümör, antiplatelet ve anti-peptik ülser gibi aktiviteler gösterdiği literatürde belirtilmiştir (Haraguchi ve ark., 1998b).

MB'nin köklerinin yanında yaprakları da flavonoidce zengindir. Özellikle yapıda bulunan Pinocembrin anti-mikrobiyal, anti-inflamatuar, antioksidatif ve farmakolojik etkilere sahiptir. Ancak bu kadar biyoaktif özelliğe sahip olan yapraklar daha çok yem olarak kullanılmaktadır (Rasul ve ark., 2013).

Hayoğlu ve ark. (2010), yapmış oldukları çalışmada meyan kökü ekstresine kimyasal koruyucu ilavesinin ve ısıtma işlem uygulamanın raf ömrü üzerine etkisini araştırmışlar. Yapılan bu çalışmada meyan kökü ekstresinin raf ömrü üzerine ısıtma işlem uygulamanın kimyasal koruyucu ilavesinde daha etkin bir role sahip olduğu saptanmıştır. Ancak ısıtma işlem görmüş bu üründe tat bozuklukları olabilmektedir. Bu yüzden hem mikrobiyal gelişmeyi önlemek hem de ürünün özelliklerini korumak için Yüksek Hidrostatik Basınç teknolojisi, ışınlatma, vurgulu elektrik alan, ultrases gibi farklı teknolojiler ön plana çıkmıştır (Fellows, 2000).

Guo ve ark. (2015), meyan kökünde 18 flavonoid izole etmişler ve bu flavonoidlerin α -glycosidase aktivitelerini incelemişler. İzole edilen bu flavonoidlerin tamamının kontrolden, 12 tanesinin ise diyabet tedavisinde kullanılan akarbozan daha yüksek aktiviteye olduğu tespit edilmiştir.

Kutlu (2013), MK ve karanfil (*Syzygium aromaticum*) baharatlarından elde edilen ekstraktların invitro antioksidan özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada her baharat örneği için 3 farklı çözücü (su, su-etanol, metanol) sisteminden yararlanılmış ve meyan kökünün su, su-etanol, metanol ekstraktının antioksidan aktiviteye sahip olduğunu doz artışına bağlı olarak antioksidan aktivitenin arttığını belirlemiştir.

Statti ve ark. (2004), yapmış oldukları çalışmada İtalya, Calabria bölgesinde farklı koordinatlarda toplanan 9 *Glycyrrhiza glabra* örneğinin farklı özelliklerini incelemişler ve aynı bölgede yer almasına rağmen örneklerin kimyasal kompozisyonları ve biyolojik aktiviteleri önemli derecede farklı bulunmuştur.

Ultrason tekniği kullanarak MK'den GLA'nın ekstraksiyonunun optimize edildiği bir çalışmada ekstraksiyon için en iyi noktalar: 10 dk ve 40 °C, solvent-çözücü oranı 1:30, 25 kHz frekans olarak belirlenmiştir. Bu noktalarda GLA miktarı 36.4 mg g MK⁻¹ olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Soxhlet gibi diğer ekstraksiyon metotlarıyla karşılaştırıldığında ultrason tekniğinin daha avantajlı olduğu saptanmıştır (Charpe ve Rathod, 2012). MK'dan GLA'nın bir önceki çalışmada olduğu gibi ultrason destekli ekstraksiyon metodu kullanılarak ekstraksiyon koşulları optimize edilmiştir. Bu metot için ekstraksiyon koşulları: sıcaklık, 69 °C; ekstraksiyon süresi, 34 dk; ve metanol konsantrasyonu %57'dir (Jang ve ark., 2017). Superkritik akışkan ekstraksiyon metodu kullanarak MK'dan biyoaktif maddelerin ekstraksiyonu için yapılan diğer bir çalışmada 200 °C, 60 dk ya da 300 °C derece, 30 dakikadan daha uzun bir sürenin optimum noktalar olduğu tespit edilmiştir. MK'dan yapıyı oluşturan GLA, GL ve önemli bir biyoaktif madde olan liquiritin için optimum ekstraksiyon koşullarının birbirlerinden farklı bulunmuştur. GLA ve GL için sırasıyla 100 °C, 30 ve 60 dk; liquiritin 300 °C, 60 dk uygun ekstraksiyon koşulları olarak belirlenmiştir (Baek ve ark., 2008). Shabkhiz ve ark. (2016) aynı metotla GLA'nın ekstraksiyonu gerçekleştirmiş, sıcaklık ve çözücü akış hızı gibi parametrelere bağlı olarak modelleme yapılmış ve ekstraksiyon için en iyi çalışma koşullarının 100 °C, 5 ml dk⁻¹ akış hızı ve 120 dk olduğu saptanmıştır. *Glycyrrhiza glabra*'dan polisakkaritlerin ekstraksiyon prosesi için en uygun noktanın ekstraksiyon süresi, ekstraksiyon sayısı ve çözücü oranının sırasıyla 270 dakika, 6 ve 35 olduğu saptanmıştır (RenJie, 2008).

Çınar (2012), yapmış olduğu çalışmada sıcaklık ve sürenin MK'nın ekstraksiyonuna etkisi ve kinetik modellenmesini incelemiştir. Ekstraksiyon farklı sıcaklıklarda (30, 40, 50, 60 °C) ve 10 dakikalık periyotlarla 90 dakika boyunca gerçekleştirilmiştir. Sıcaklık ve süre arttıkça % ekstraksiyon oranının da arttığı ve

ekstraksiyonun büyük oranda ilk 10 dakikalık sürede gerçekleştiği tespit edilmiştir. Ayrıca sıcaklık ve süreye bağlı renk absorbansında meydana gelen değişime bağlı olarak ekstraksiyonun modellenmesinde 1. Derece reaksiyon kinetiği kullanılmış ekstraksiyon hız sabitleri ve aktivasyon enerjisi hesaplanmıştır.

Gaziantep, Şanlıurfa ve Diyarbakır'da toplanan MK'de eser elementlerin miktarı araştırılmıştır. Na miktarı farklı yörelere ait meyanlarda en yüksek bulunan eser element olduğu saptanmıştır. Co, Mo, ve Se ise örneklerde tespit edilememiştir. Bu yörelere ait MK'de var olan toplam eser element düzeyleri karşılaştırıldığında Şanlıurfa ve Diyarbakır illerinde toplanan ham maddede eser element düzeyi Gaziantep'e göre daha yüksek olduğu saptanmıştır (Dirican, 2016).

2.2. Mikroenkapsülasyon

Enkapsülasyon tekniğinin gıda endüstrisinde kullanımı 1930'lu yıllara dayanmaktadır. Özellikle aroma kapsüllemeye ön plana çıkmış bir teknik olan enkapsülasyon 1930'da püskürtmeli kurutma ile kuru aroma üretimi amaçlanmıştır. Yapılan bu çalışmayla birlikte kapsülleme uygulamaları gıda endüstrisinin önemli girdilerinden birisi olmaya başlamıştır. Bu teknik üzerine yapılan çalışmalar her geçen gün artmaktadır. Son 40 yılda yapılan çalışmaların sayısı da bunları destekler niteliktedir. Scopus veri tabanı incelendiğinde bu teknik hakkında 2012 yılında yaklaşık 7000 yayın mevcuttur (Estevinho ve ark., 2013).

Mikroenkapsülasyon işlemi KYM kullanarak bir solüsyonun, süspansiyonun ya da emülsiyonun sıvı halden katı hale dönüştürülmesi işlemidir. Mikroenkapsüle ürünler orijinalleriyle kıyaslandığında taşıma ve kullanma gibi birçok avantajı vardır (Christensen ve ark., 2001; Turchiuli ve ark., 2014). Ayrıca, mikroenkapsülasyon bazı bileşenlerin ve katkı maddelerinin gıdaya entegrasyonu için önemli tekniklerden birisidir (Gouin, 2004). Başka bir ifadeyle mikroenkapsülasyon tekniği gıda endüstrisinde çeşitli gıda bileşenlerinin KYM'ler yardımıyla mikroskobik boyutta kapsüllenecek korunması ve kontrollü salınımının yapılması olarak tanımlanabilir. Daha spesifik olarak bir sıvıyı ya da gazı KYM'ler veya bir matris içerisinde tutma

işlemidir. 100 nm ile 1000 nm aralığındaki kapsülasyonlar mikroenkapsülasyon; 1 nm ile 100 nm arasındakiler nanokapsülasyon olarak adlandırılır (Thies, 1996).

Mikroenkapsülasyon tekniği gıda, ilaç ve kimya endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu teknik gıda endüstrisinde yenilebilir yağlar, uçucu yağlar, uçucu bileşikler, bitki özleri, enzimler, mikroorganizmalar, renklendiriciler, mineraller ve vitaminler gibi farklı materyallerin enkapsülleme işleminde yararlanılan önemli tekniklerden biridir (Sagis, 2015).

Enkapsülasyon işleminde,

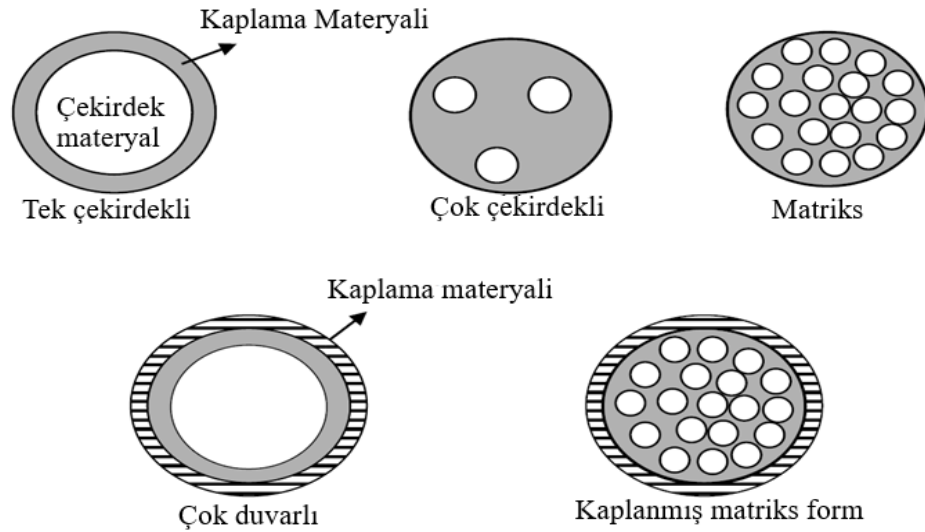
- Kapsüllenecek aktif gıda maddesi,
- Aktif maddenin fizikokimyasal yapısı,
- Seçilen aktif maddenin fonksiyonel özelliği,
- Kapsüllenecek maddenin çevresel faktörlere karşı olan istikrarsızlığı,
- Kapsüllemenin son ürünlerdeki işlevi,
- Kapsüllemiş son ürünün nihai fiziksel biçimi (toz veya sıvı),
- Seçilen KYM'nin türü,
- Seçilen KYM'nin fizikokimyasal özellikleri,
- Kapsülleme tekniği,
- Beslenecek solüsyonda KYM ve çekirdek materyali oranı,
- Mikroenkapsülasyonda aktif maddenin konsantrasyonu,
- Enkapsüle edilmiş materyalin boyutu, yoğunluğu ve stabilitesi gibi parametreler göz önünde bulundurularak dizayn kurulmalıdır (Anandharamakrishnan, 2015).

Püskürtmeli kurutucu tekniğinde üretilen enkapsüllerin yapıları üzerine KYM ve çekirdek materyal gibi solüsyonla ilgili parametrelerin yanı sıra cihazın özellikleri de büyük önem arz etmektedir:

- Düşük nem oranına ve yüksek termal etkinliğe sahip bir ürün elde etmek için giriş sıcaklığı olabildiğince yüksek olmalıdır.

- Besleme akış oranının artması çıkış sıcaklığını düşürür. Böylelikle giriş ve çıkış sıcaklığı arasındaki fark artar. Bu da daha yüksek nem oranına sahip ürünlerin üretimine yol açmaktadır.
- Aspiratör hızının yüksek olması siklondaki ayrılma derecesini arttırmaktadır.
- Aspiratör hızının düşük olması nihai ürünün nem içeriğini düşürür.
- Besleme hızındaki artış ile son ürünün çapı arasında pozitif bir kolerasyon vardır.
- Besleme konsantrasyonu ile de son ürünün nem içeriği arasında pozitif bir kolerasyon vardır. Konsantrasyon artışına bağlı olarak nem içeriği de artar. Nem içeriği yüksek olan son üründe aglomerasyon ve düzensiz parçacık şekillerinin oluşma ihtimali daha yüksektir (Anandharamakrishnan, 2015).

Bu yüzden mikroenkapsüller üretilirken belirtilen özellikler dikkate alınarak üretim yapılmalıdır. Mikroenkapsülasyon sonucunda elde edilen mikroenkapsüllerde kendi içerisinde sınıflandırılmaktadır. Tek bir aktif maddenin etrafının duvar materyali ile kaplanmasıyla üretilen mikrokapsüller mononükleer; duvar materyalinin içerisinde birden fazla aktif madde bulunduranlar polinükleer; aktif maddenin duvar materyali içerisinde homojen olarak bulunduğu kapsüller ise matriks kapsüller olarak adlandırılır (Şekil 2.3.).



Şekil 2. 3. Mikroenkapsüllerin yapısı

2.2.1. Püskürtmeli kurutucu

Tüm enkapsülasyon tekniklerinde aktif bir maddenin duvar materyaliyle kaplanması ortak bir amaç olmasına rağmen prosesler farklıdır. Bu yüzden enkapsülasyon teknikleri fiziksel ve kimyasal olmak üzere iki kısımda incelenmiştir (Sanguansri ve Augustin, 2010). Püskürtmeli kurutucu, dondurarak kurutma fiziksel; basit ve kompleks koaservasyon kimyasal enkapsülasyona örnek verilebilir (Anandharamkrishnan, 2015). Ancak püskürtmeli kurutma tekniği bu alanda ön plana çıkmıştır (Eichler, 2003).

Püskürtmeli kurutma en eski mikroenkapsülasyon tekniklerinden birisi olup gıda endüstrisinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Püskürtmeli kurutma tekniği ile gerçekleştirilen mikroenkapsülasyon besleme, atomizasyon, kurutma ve siklon ayrılması olarak farklı bölümlerden oluşmaktadır. Basit olarak bu teknik solüsyon ya da emülsiyon halindeki bir sıvının sıcak hava ile kuru hale getirilmesi işlemidir. Bu işlem birkaç dakikada meydana gelir ve kuru materyal ile nemli hava siklonda birbirinden ayrılır. Elde edilen materyaller küresel olup partikül boyutları küçüktür (Sagis, 2015). Bu teknik ile büyük çapta üretimler yapılabilmektedir (Eichler, 2003). Moreau ve Rosenberg (1996), püskürtmeli kurutucunun dondurarak kurutmaya karşılaştırıldığında 30-50 kat daha az masraflı olduğunu belirtmiştir. Bu tekniğin kolay kullanımının, düşük maliyetinin, katıların enkapsülasyonuna uygun olması, uçucu ve aroma maddelerinin stabilitesini koruması diğer avantajlarından (Reineccius, 2004). Fakat bu teknikte uygulanan sıcaklık deavantaj olabilir çünkü uzun süreli yüksek sıcaklığa maruz kalan materyallerde degradasyon meydana gelebilir. Bu yüzden kurutma öncesi bu parametre dikkate alınarak metot oluşturulmalıdır (Botrel ve ark., 2014a). Püskürtmeli kurutma tekniğinde ekipman duvarına yapışan parçacıklar diğer önemli sorunlardan birisi olup dolaylı yoldan ürünün kalitesini olumsuz etkilemektedir. Bu sorunla karşılaşıldığında duvar birikimini en aza indirecek ve böylece ürün kalitesini arttıracak optimum kurutma koşulları seçilmelidir (Keshani ve ark., 2015).

Püskürtmeli kurutma işlemi solüsyonun hazırlanması, emülsiyonun dispersiyonu, dispersiyonun homojenizasyonu, solüsyonun beslenmesi ve kurutulmuş partiküllerin dehidrasyonu olmak üzere 5 adımda ilerlemektedir (Shahidi and Han, 1993). Bu teknikte KYM ve çekirdek materyalin özelliği, besleme çözeltisi, kurutma koşulları prosesin verimi için önem arz eden parametrelerdir. Hava debisi, giriş hava nemi ve sıcaklığı, besleme hızı, besleme konsantrasyonu, besleme formülasyonu, reolojik özellikler, termodinamik özellikler ve püskürtmeli kurutucu özellikleri gibi kurutma koşulları enkapsülasyon prosesi için çok önemlidir (Keshani ve ark., 2015).

2.2.2. Kaplama ve çekirdek materyali

Enkapsüllenen materyal çekirdek, aktif, iç faz; aktif maddeyi saran malzemeye ise kabuk, duvar, kaplama, dış faz, destek fazı veya membran gibi özel adlar verilmektedir (Gibbs ve ark., 1999). KYM olarak proteinler, karbonhidratlar ön planda olsa da lipitler yeni duvar materyalleri olarak enkapsülasyon teknolojisinde yer almaktadır.

Nişasta ve gıdalar gibi karbonhidratlar uygunluğu ve ekonomik olmasından dolayı enkapsülasyon prosesinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca bu KYM'lerin çözünebilirliği yüksek ve yüksek katı konsantrasyonlarda düşük viskoziteli çözeltiler oluşturabilmektedir. MD ve B-siklodekstrin gibi nişastanın modifikasyonu ile elde edilmiş karbonhidratlar aroma endüstrisinde enkapsüle ajan olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Anandharamakrishnan, 2015).

Proteinlerin KYM olarak uygunluğu, farklı kimyasal gruplarından, bunların amfifilik özelliklerinden, kendi kendine birleşebilme ve farklı türde maddelerle etkileşime girme yeteneklerinden, molekül ağırlığının yüksek olmasından ve moleküler zincir esnekliğinden kaynaklanmaktadır. Proteinler ayrıca çözünürlük, viskozite, emülsiyonlaşma ve film oluşturma gibi mükemmel özelliklere sahiptir. Bu yüzden Peyniraltı suyu, sodyum kazeinat ve jelatin esansiyel yağ asiti (Karthik ve Anandharamakrishnan, 2013), probiotikler (Rajam ve ark., 2012) ve uçucu bileşenler

(Rosenberg ve Sheu, 1996) gibi farklı biyoaktif maddelerin kapsülasyonunda duvar materyali olarak kullanımları yaygındır.

KYM'lerin seçiminde bazı kriterler dikkate alınmalıdır. Bu kriterler:

- Dış çevre ve çekirdek materyalle uyumlu,
- İnert,
- Ekonomik,
- Enkapsülasyon özelliği iyi,
- Üretilecek kapsüllerin özellikleri ile uyumlu olmalıdır (Desai ve Park, 2005).

Çekirdek materyali doğada katı, sıvı ya da gaz formda olabilir. Sıvı bir çekirdek materyal dispers ve çözülmüş materyal ya da emülsiyon olabilir. Katı bir çekirdek materyal ise farklı aktif maddelerin bir karışımı olabilir (Umer ve ark., 2011). Çekirdek materyalleri aroma, renk maddeleri, enzimler, tatlandırıcılar, proteinler, mineraller, yağlar, probiyotik hücreler, antioksidanlar, polifenoller ve asitler örnek gösterilebilir (Anandharamakrishnan, 2015). Ancak bu materyaller içerisinde çevre koşullarına (sıcaklık, ışık vs) karşı hassasiyeti yüksek ve depolama stabiliteleri düşük olan aroma maddeleri, lipitler, fenolik ve renk maddeleri kullanımı en yaygın çekirdek materyalleridir (Alaşalvar, 2017).

2.2.3. Enkapsülasyon tekniği üzerine kaplama materyali ve prosesin etkisi

Enkapsülasyon; meyveler, sebzeler veya atık maddelerden (antioksidan, biyoaktif bileşikler, vitaminler, asitleyici maddeler, tat ve aroma maddeleri, enzimler, mikrobiyal hücreler) ekstrakte edilen katma değeri yüksek bileşiklerin stabilizasyonunu ve kontrolünü sağlayan önemli bir tekniktir. Doğal ekstraktların biyoaktivitesinin korunması veya geliştirilmesinde yaygın bir şekilde kullanılan uygulamadır (Nikmaram ve ark., 2017).

Medina-Torres ve ark. (2016), defne ekstrelerinin mikroenkapsülasyonunda KYM olarak MD kullanmıştır. Mikroenkapsülasyonda 140, 160 ve 180 °C giriş sıcaklığı; 8 ve 10 mL dk⁻¹ besleme oranı olmak üzere 3 farklı sıcaklık 2 farklı akış

hızı denenmiştir. Defne ekstraktının mikroenkapsülasyonu için en iyi noktanın 160 °C giriş sıcaklığı, 8 mL dk⁻¹ besleme oranı olduğu saptanmıştır.

Karim ve ark. (2017), süperkritik antisolvent prosesi kullanılarak balık yağını mikrokapsüle hale getirilmiştir. Mikroenkapsülasyon işleminde sıcaklık, basınç ve besleme oranı dikkate alınarak yüzey yanıt yöntemiyle optimum nokta/noktalar belirlenmiştir. Sıcaklık 60 °C, basınç 150 bar besleme oranı ise 1.36 mL dk⁻¹ olan nokta optimum nokta olarak saptanmış bu noktada partikül boyutu 58.35 um olarak bulunmuştur.

Hu ve ark. (2017), *Brucea javanica* yağının mikroenkapsülasyonu için püskürtmeli kurutma giriş hava sıcaklığı, besleme akış hızı ve kuru hava akış hızı göz önünde bulundurularak bir deneme tasarımı kurulmuştur. Deneme tasarımında Boxe Behnken metodu kullanılmış, sistemin optimizasyonunda nem miktarından ve enkapsülasyon etkinliğinden yararlanılmıştır. Giriş hava sıcaklığı, besleme akış hızı ve kuru hava akış hızının 151.3 °C, 1.32 mL dk⁻¹, 80 L min⁻¹ *Brucea javanica* yağının mikroenkapsülasyonu için optimum nokta olduğu saptanmıştır.

Comunian ve ark. (2013), normal şartlarda stabilitesi düşük olan askorbik asit kompleks koaservasyon yöntemi ile mikrokapsüle etmiş, enkapsülasyonda KYM olarak jelatin ve GA'nın farklı konsantrasyonları kullanmıştır. Bu çalışmada askorbik asitin kararlılığı en yüksek olan koşullar belirlenmiştir.

Antosiyanince zengin olan bir böğürtlen (*Rubus* spp.) ekstraktının dondurarak kurutma yöntemi ile mikrokapsüle edildiği çalışmada MD'nin 10 ve 20 dekstroz eşdeğerleri KYM olarak kullanılmıştır. Dekstroz eş değerlerinin farklı olması ne mikrokapsüllerin boyutunu ne de çözünürlüğünü etkilememiştir. Ancak kurutma süreci, higroskopiklik, nem içeriği, asitlik, su aktivitesi ve renk indeksleri dekstroz 10 kullanılarak üretilen proseste daha iyi olduğu saptanmıştır (Yamashita ve ark., 2017).

Tontul ve Topuz (2013), Hi-Cap, GA, peyniraltı suyu ve MD gibi duvar materyallerini keten tohumu yağı mikroenkapsülasyonunda kullanmıştır. Yapılan çalışmada farklı kombinasyonların prosesin farklı parametreleri üzerine etkili olduğu saptanmıştır. Hi-cap-GA-Peynir altı suyu (4:0:1) ile hazırlanmış emülsiyonun enkapsülasyon verimliliği en yüksek bulunurken MD-GA-peynir altı suyu (4:0:1) hazırlanmış emülsiyon oksidasyon stabilitesinde ön plana çıkmıştır.

Mikroenkapsülasyonda KYM olarak hemiselülozun kullanımının araştırıldığı çalışmada çekirdek materyal olarak balık yağı kullanılmıştır. Solüsyon GA, GA-hemiselüloz ve hemiselüloz kullanılarak hazırlanmıştır. Yapılan fiziksel ve kimyasal analizler ile hemiselülozun da kaplama materyali olarak GA ile birlikte kullanılabilmesi saptanmıştır (Tatar ve ark., 2014).

Mardiyati ve Kaswati (2015), glutenin enkapsülasyonunda MD-GA ve MD-kazein kombinasyonları kaplama materyali olarak kullanmıştır. Kurutma prosesinde püskürtmeli kurutucu ve fırında kurutma tekniklerinden yararlanılmıştır. Enkapsülasyon materyali olarak MD:GA; kurutma prosesi olarak da püskürtmeli kurutmanın daha avantajlı olduğu saptanmıştır. Optimum koşulların ise MD:GA oranının 2:1, püskürtmeli kurutma sıcaklığının 170 °C olduğu saptanmıştır.

Karaaslan (2010), meyan kökü ekstraktını püskürtmeli kurutucu ile mikroenkapsüle ettiği çalışmada ekstraksiyon için su kullanmıştır. Çalışmada MK su oranı 1:3'ün ekstraksiyon için 25 °C' de optimum nokta olduğunu belirlenmiştir. Mikroenkapsülasyon işlemi için ise MD (12, 18 ve 19 DE) kullanılmıştır. MD konsantrasyonundaki artışa paralel olarak verimin arttığını saptanmıştır.

Busch ve ark. (2017), 3 propolisin püskürtmeli kurutma ile enkapsülasyonunda MD, MD-vinil gam ve MD-GA KYM olarak kullanmıştır. Farklı kaplama materyali kombinasyonları kullanılarak elde edilen ürünlerin fiziksel, kimyasal ve fizikokimyasal özellikleri araştırılmıştır.

Biber tohumu yağı MD-nişasta sodyum oktenil süksinat 4:1 oranında kullanılarak püskürtmeli kurutucu ile enkapsüle edilmiştir. Biber yağları süperkritik karbon dioksit metoduyla ekstrakte edilmiştir. %30 yağ ihtiva eden bir emülsiyon, %10 KYM ile stabilize edilmiştir. Elde edilen ürünlerde yapılan analizler sonucunda biber yağı enkapsülasyonu için KYM olarak MD-nişasta sodyum oktenil süksinat kullanımının etkili olduğu saptanmıştır (Wang ve ark., 2017).

Garofulić ve ark. (2017), kurutma sıcaklığının ve KYM'nin vişne suyu enkapsülasyonunda yapıda yer alan polifenoller üzerine etkilerini araştırmıştır. KYM olarak MD 4-7 DE, MD 13-17 DE ve GA kullanılmıştır. Suda çözünür kuru madde miktarı (SÇKM) 15 olan vişne suları içerisine, SÇKM:KYM 1:1, 2:1 ve 3:1 olacak şekilde solüsyonlar hazırlanmış ve püskürtmeli kurutucuya 150, 175 ve 200 °C beslenmiştir. Polifenoller ve antosiyaninleri hapsedme açısından en iyi noktanın SÇKM:MD 1:3, giriş sıcaklığının 200 °C; flavonol glikozitler için SÇKM:GA 1:2, sıcaklığın 180 °C olduğu saptanmıştır. Bu noktalarda fenolik asitler, antosiyaninler ve flavonol glikozitler %93.31, 88.68 ve 84.01 olarak tespit edilmiştir.

Başığit ve Çam (2017a), püskürtmeli kurutucu ile nane uçucu yağı mikroenkapsülasyonu için KYM'nin oranını belirlemede Simple Lattice metodunu kullanarak optimizasyon yapmışlardır. Simple Lattice metodunun sonucuna göre GA:MD (%38-62) ve %100 gam arabik kullanımının uçucu yağ enkapsülasyonu için uygun noktalar olduğu saptanmıştır.

Başığit ve Çam (2017b), tarafından püskürtmeli kurucutu ile mikroenkapsüle edilmiş nane (*Mentha piperita* ve *Mentha spicata*) esansiyel yağının salınım profili araştırılmıştır. Nane uçucu yağının salınım profilinin 0. dereceden reaksiyon kinetiğine uygun olduğu belirlenmiştir. Belirlenen reaksiyon derecesi parametreleri kullanarak mikroenkapsüle örneklerin aktivasyon enerjileri, z, Q10, desimal azalma süreleri ve raf ömürleri belirlenmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Meyan kökü

Çalışmada kullanılan MK materyali sertifikalı ürünlerden yaş olarak lifler halinde Şanlıurfa'da yerel aktarlardan temin edilmiştir.

3.1.2. Meyan köklerine uygulanan ön işlemler

MK'den lifli yapı dışındaki materyaller ayıklanmıştır. Çalışmada kullanılan lifler güneşten izole hava sirkülasyonlu ortamda 1-2 hafta boyunca karıştırılarak kurutulmuştur. Kurutma işleminin ardından lifli yapıların bir kısmı mikser kullanılarak toz haline getirilmiştir (Şekil 3.1.) . Elde edilen materyaller (lif ve toz) ekstraksiyon işlemi gerçekleşinceye kadar polietilen ambalajlar içerisinde oda sıcaklığında depolanmıştır.



Şekil 3. 1. Çalışmada kullanılan meyan köklerinin fiziksel yapısı

3.1.3. Kimyasallar

Çalışmada kullanılan kimyasallar analitik saflıkta olup tüm malzemeler aracı firmalar vasıtasıyla temin edilmiştir.

Kullanılan kimyasallar maddeler ve reaktifler; Folin & Ciocalteau reaktifi (109001 Merck), Gallik asit (G7384 Sigma), Trolox (238813 Aldrich), Maltodekstrin (DE-18-20, 01051 Tito), Gam arabik (01053 Tito), Jelatin (SJ240 Tito) Sodyum fosfat monobazik (106346 Merck), Sodyum fosfat dibazik (106586 Merck), ABTS (2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid) (A1888 Sigma), Sodyum klorür (106404 Merck), Sodyum karbonat (106392 Merck), Sodyum hidroksit (106498 Merck), Hidroklorik asit (H1758 Sigma), Etanol (34923 Sigma).

3.1.4. Alet ve ekipmanlar

Spektrofotometre: Anthos Zenyth 200rt Microplate Spectrophotometer (Salzburg, Avusturya), Santrifüj cihazı: Nüve NF 615 (Ankara, Türkiye), Etüv: POL-EKO SLN 53 (Wodzisław Śląski, Polonya), Su banyosu: Heat Tech 26 L (Almanya), Analitik terazi: Radwag AS 220.R2 Polonya), Vorteks: Velp Scientifica ZX3 Advanced Vortex Mixer (İtalya), Püskürtmeli kurutucu: Büchi Mini Spraydryer B-290 (Flawil, İsviçre), Su aktivitesi: HygroPalm AW1, rotronic ag (Almanya), Ultra turrax: IKA-T18 Basic (Japonya), Öğütücü: Waring Commercial Blender (ABD), pH metre: Hach HQ40D Dijital iki kanallı multimetre (Türkiye), Çalkalamalı su banyosu: MEMMERT WNB 14 (Almanya), Termometre: ACHEN (Almanya), İnkübatör: Nüve EN 120 İnkübatör (Ankara, Türkiye)

3.2. Yöntem

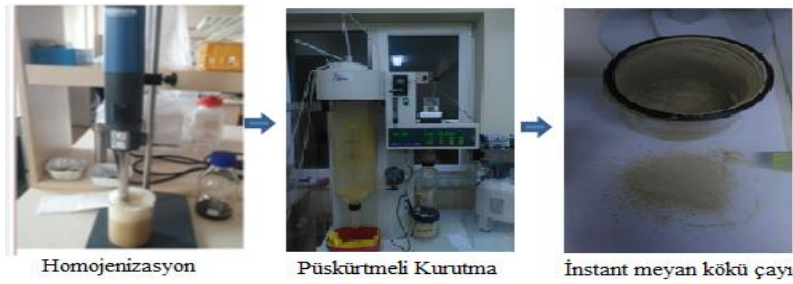
3.2.1. Ekstraksiyon koşulları

Ekstraksiyon koşulları Çınar (2012) tarafından geliştirilen metodun modifikasyonu ile belirlenmiştir. Lifli ve toz haldeki meyanelerin ekstraksiyonunda solvent olarak su kullanılmış ve 10 ml g⁻¹ olacak şekilde ekstraktlar hazırlanmıştır. Ancak toz materyallerin kullanıldığı ekstraktlarda çamurlaşmalar görülmüştür. Bu yüzden ekstraksiyon işleminde sadece lifli yapıdaki meyane kökleri kullanılmıştır. Ayrıca, 60 °C'nin üzerinde alınan ekstraktlarda kararmalar ve bulanıklaşmalar olduğu ve instant ürün elde ederken önemli kriterlerden bir tanesi olan suda çözünür

madde miktarında da 60 dk süreden sonra önemli bir artış olmadığı gözlemlenmiştir. Bu yüzden, ekstraksiyon işlemi 60 °C’de çalkalamalı su banyosunda 60 dakika süreyle gerçekleştirilmiştir. Elde edilen ekstraktlar kaba filtre kâğıdı yardımıyla 100 mL hacimli şişelere süzölmüş ve bu işlem 1 ekstraksiyon döngüsü olarak tanımlanmıştır. Filtre kâğıdının üzerinde kalan kısımlar tekrar kullanılmak üzere şişelere alınmış ve aynı sıcaklık, süre ve konsantrasyonda ikinci kez aynı işlemler uygulanmış ve ekstraksiyon 2 döngüde gerçekleştirilmiştir. Birinci ve ikinci döngüde alınan ekstraktlar bir araya getirilmiş ve son hacim su ile 100 mL’ye tamamlanmıştır.

3.2.2. Meyan kökü instant çayı üretimi

Glycyrrhize glabra’dan elde edilen ekstraktlar kurutma yardımcı materyali kullanmadan ve kurutma yardımcı materyali kullanarak püskürtmeli kurutucu yardımıyla kuru forma dönüştürölmüştür. KYM olarak maltodekstrin, gam arabik gibi karbonhidratlar ve protein orijinli püskürtmeli kurutma tekniğinde KYM olarak kullanımının kendi içerisinde avantajları olan jelatin kullanılmıştır (Lee ve ark., 1999). İMKS/Ç üretimi için en uygun KYM ve/veya kombinasyonunu belirlemek için deneme tasarımı SÇKM:KYM 1:3 olacak şekilde Simple Lattice ile kurulmuştur. Ancak jelatin kullanılarak üretilen insant ürünlerin enkapsülasyon verimi çok düşük olduğu için deneme tasarımı bu materyal dâhil edilmemiştir. Sistemin optimizasyonunda, püskürtmeli kurutma tekniğinde en önemli 2 parametre olan verim, etkinlik ve instant ürünlerde kalite üzerine önemli etkisi olan akışkanlık hakkında bilgi veren carr indeks cevap olarak kullanılmıştır. Nihai ürün olan *Glycyrrhize glabra* instant çayları özet olarak Şekil 3.2.’de verildiği gibi üretilmiştir.

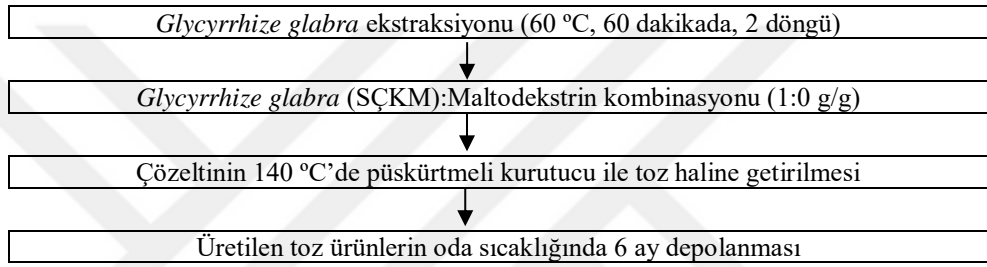


Şekil 3. 2. İstant meyan kökü çayı üretimi

3.2.2.1. Besleme çözeltisinin hazırlanması

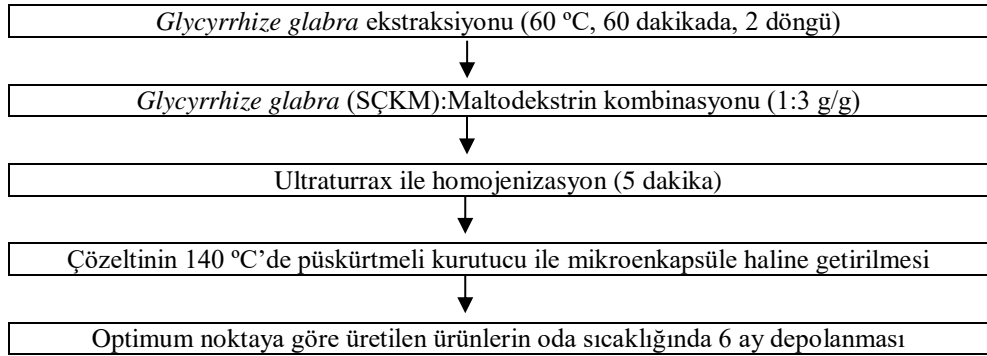
İki ekstraksiyon döngüsüyle 60 °C’de 60 dakikada alınan *Glycyrrhize glabra* ekstraktları iki farklı şekilde püskürtmeli kurutucu yardımıyla instant forma dönüştürülmüştür:

Birincisi ekstrakt içerisine herhangi bir KYM ilavesi yapılmadan üretilmiştir. *Glycyrrhize glabra* ekstraktları herhangi bir işleme tabi tutulmadan 140 °C giriş sıcaklığında doğrudan püskürtmeli kurutucuya beslenmiştir (Şekil 3.3.)



Şekil 3. 3. Kaplama materyali kullanılmadan instant meyan kökü çayı üretim akış şeması

İkincisinde ise KYM kullanılarak ürünler elde edilmiştir. KYM konsantrasyonunu belirlemek için deneme tasarımı Simple lattice ile kurulmuştur. Ekstraktın suda çözünür kuru madde (SÇKM) miktarı belirlenmiş ve SÇKM:KYM oranı 1:3 olacak şekilde ekstrakt içerisine KYM ilave edilmiştir. Daha sonra bu solüsyon Ultraturaxda 5 dakika homojenize edildikten sonra 140 °C giriş sıcaklığında püskürtmeli kurutucuya beslenmiştir (Şekil 3.4.).



Şekil 3. 4. Kaplama materyali kullanılarak instant meyan kökü çayı üretim akış şeması

3.2.2.2. Mikroenkapsülasyon koşulları

Besleme çözeltisi 100 mL olacak şekilde püskürtmeli kurutucuya beslenmiştir. Püskürtmeli kurutucu giriş sıcaklığı 140 °C, aspiratör çalışma hızı %100, çözelti besleme hızı 8 mL/dakika olacak şekilde ayarlanmıştır. Sistem sıcaklık açısından dengeye gelene kadar saf su, dengeye geldikten sonra hazırlanan çözelti belirtilen giriş sıcaklığında beslenmiştir.

3.2.3. Fiziksel ve fizikokimyasal analiz metotları

Mikroenkapsüle ve toz ürünlerin 6 aylık depolama boyunca meydana gelen değişimlerini ortaya koymak için 1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180'inci günlerde, deneme tasarımına göre elde edilen ürünlerin ve meyan kökü ekstraktlarının öngörülen fiziksel ve fizikokimyasal özellikleri araştırılmıştır.

3.2.3.1. İstant çay üretimi için püskürtmeli kurutma işleminin etkinliği

Püskürtmeli kurutma etkinliği literatürde belirtilen bir metoda göre hesaplanmıştır (Zhang ve ark., 2007). Üretilen insant ürünlerin TFMM ve yüzey fenolik madde miktarları (YFMM) belirlenmiş ve aşağıdaki formül kullanılarak etkinlik hesaplanmıştır.

$$\text{Etkinlik (\%)} = \left(1 - \frac{\text{İstant ürünlerin yüzey fenolik madde miktarı}}{\text{İstant ürünlerin toplam fenolik madde miktarı}}\right) \times 100 \quad (3.1)$$

3.2.3.2. İstant çay üretimi için püskürtmeli kurutma işleminin verimi

Glycyrrhiza glabra ekstraktı toz ve mikroenkapsüle hale getirildikten sonra elde edilen instant ürün miktarı ve buna girdi oluşturan bileşenlerin kütleleri arasındaki ilişkiden yararlanılarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Quispe-Condori ve ark., 2011; Çam ve ark., 2014).

$$\text{Verim (\%)} = \frac{\text{Püskürtmeli kurutucudan elde edilen instant ürünlerin kütlesi (g)}}{\text{Püskürtmeli kurutucuya beslenen girdilerin kuru madde üzerinden kütlesi (g)}} \quad (3.2)$$

3.2.3.3. Renk analizi

MK ekstraktlarının ve püskürtmeli kurutucu ile üretilen mikroenkapsüle ve toz instant ürünlerin aydınlık değeri olan L^* , kırmızılık indeksi olarak bilinen $a^*\pm$ ve sarılık indeksi olan $b^*\pm$ değerleri HunterLab ile belirlenmiştir (Duangmal ve ark., 2008).

3.2.3.4. Kitle yoğunluğu (bulk density) ve sıkıştırılmış kitle yoğunluğu (tapped density)

Instant ürünlerin kitle yoğunluğu ve sıkıştırılmış kitle yoğunluğu analizleri Tatar ve ark. (2014) tarafından belirtilen metodun kısmi modifikasyonu uygulanarak yapılmıştır. Metoda göre mikroenkapsüle ve toz ürünlerden 5 gram alınarak 25 mL hacimli mezür içerisine belirli bir yükseklikten aktarılmış ve hacim not edilmiştir. Ürünlerin kütlesi kapladığı hacme oranlanarak kitle yoğunluğu değerleri belirlenmiştir. Ardından sıkıştırılmış kitle yoğunluğunu hesaplamak amacıyla instant örneklerin bulunduğu mezürler düz bir zemine 200 defa elle vurulmuş ve okunan yeni hacim not edilerek işlem gerçekleştirilmiştir. Sıkıştırılmış kitle yoğunluğu ise kütlenin sıkıştırılmış hacme oranı ile belirlenmiştir.

3.2.3.5. Hausner oranı ve Carr indeks

Carr index ve Hausner oranına göre akışkanlık değerleri instant haldeki ürünlerin akışkanlık durumları hakkında bilgi vermektedir (Turchiuli ve ark., 2005) (Çizelge 3.1.). Toz ve mikroenkapsüle instant ürünlerin Carr indeks ve Hausner oranı aşağıdaki formüllere göre kitle yoğunluğu ve sıkıştırılmış kitle yoğunluğundan yararlanılarak hesaplanmıştır.

$$Carr\ indeks = \frac{(sıkıştırılmış\ kitle\ yoğunluğu - kitle\ yoğunluğu) * 100}{sıkıştırılmış\ kitle\ yoğunluğu} \quad (3.3)$$

$$Hausner\ oranı = \frac{sıkıştırılmış\ kitle\ yoğunluğu}{kitle\ yoğunluğu} \quad (3.4)$$

Çizelge 3. 1. Carr indeksi, Hausner oranı ve akışkanlık ilişkisi

Carr indeksi	Akışkanlık	Hausner oranı
≤10	Mükemmel	1,00-1,11
11-15	İyi	1,12-1,18
16-20	Orta	1,19-1,25
21-25	Geçerli	1,26-1,34
26-31	Zayıf	1,35-1,45
32-37	Çok zayıf	1,46-1,59
38≥	Çok kötü	1,60≥

3.2.3.6. Su aktivitesi

Püskürtmeli kurutma yöntemiyle üretilen mikroenkapsüle ve toz ürünlerin su aktiviteleri (a_w) Tatar ve ark. (2014) tarafından belirtilen metoda uygun olarak yapılmıştır. Bu amaçla Rotronic Hygropalm model (HygroPalm AW1, rotronic ag, Almanya) bir su aktivitesi cihazı kullanılmıştır. Örnekler cihazın ilgili bölümüne yerleştirildikten sonra doğrudan okuma yapılmış ve sonuçlar kaydedilmiştir.

3.2.3.7. Suda çözünürlük analizi

Mikroenkapsüle ve toz İMKŞ/Ç'lerin suda çözünürlükleri gravimetrik olarak Cano-Chauca ve ark. (2005) tarafından belirtilen metoda uygun olarak yapılmıştır. Bu amaçla 0.5 g mikroenkapsüle ve toz ürünlerden tartılmış tartılan örneklerin üzerine 50 ml saf su ilave edilmiş ve 1 dakika boyunca vorteks yardımıyla çözümlenmiştir. Çözümlenen instant ürünler daha sonra 4000 rpm'de 5 dakika süreyle santrifüjlenmiştir. Santrifüjleme işleminin ardından üst fazdan 25 mL alınarak sabit tartıma getirilmiş petrilere ilave edilmiş ve 70 °C'de 24 saat süreyle fanlı etüvlerde bekletilmiştir. 24 saatlik sürenin sonunda petrilere desikatörlerde soğutulmuş ve son tartımlar not edilmiştir. Sonuçlar % suda çözünürlük olarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Suda çözünürlük (\%)} = \frac{[(m_2 - m_1) / m_3 * S_1]}{S_2} * 100 \quad (3.5)$$

m1: petrinin ilk ağırlığı (g)

m2: petrinin son ağırlığı (g)

m3: instant ürün miktarı (g)

S1: instant ürüne eklenen başlangıç su miktarı (mL)

S2: petrilere ilave edilen su miktarı (mL)

3.2.3.8. Islatılabilirlik

Islatılabilirlik değerinin belirlenmesi amacıyla mikroenkapsüle ve toz ürünlerden 1'ere gram tartılmış ve bu ürünlerin su (100 ml, 20 °C) yüzeyinden kaybolma süresi hesaplanmıştır (Turchiuli ve ark., 2005).

3.2.3.9. Nem tayini

Üretilen instant ürünlerin nem miktarları gravimetrik olarak belirlenmiştir. Bu amaçla 1 gr örnek sabit tartıma getirilmiş petrilere ilave edilmiş ve 70 °C'de 24 saat süreyle fanlı etüvlerde kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Süre sonunda desikatörde soğutulan petrilere son tartımları not edilmiş ve sonuçlar % nem olarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (İçyer, 2012).

$$Nem (\%) = \frac{(m_2 - m_3)}{m_1} * 100 \quad (3.6)$$

m1: örneğin ilk ağırlığı (g)

m2: Örneğin ilk ağırlığı+petri ağırlığı (g)

m3: son tartım (petri+kurutulmuş örnek miktarı) (g)

3.2.3.10. Mikroyapı analizi

Örneklerin mikroyapıları Harran Üniversitesi Merkezi Laboratuvarında ZEİSS Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) (Almanya) yardımıyla incelenmiştir. Instant ürünler cihazın ilgili bölmesine çift taraflı bant aracılığıyla yerleştirilmiş, yüksek iletkenlik için ürünlerin kaplanmasında paladyum kullanılmıştır. Paladyum ile kaplanan ürünler yüksek vakuma maruz bırakılmış ve Taramalı Elektron Mikroskobu ile 30 kV'da 5000 kat büyütülerek görüntüleri alınmıştır (İçyer, 2012).

3.2.3.11. Meyan kökü ekstraktlarında pH

MK ekstraktlarının pH değeri literatürde not edilmemiş bir metoda göre yapılmıştır (Cemeroğlu, 2010). Ekstraktların pH değeri cam elektrotlu HQ40D dijital

iki kanallı multimetre (Türkiye) pH metre kullanılarak belirlenmiştir. Ekstraktlar içerisine pH metrenin cam elektrodu daldırılmış ve sonuçlar kaydedilmiştir.

3.2.3.12. Fenolik madde miktarı

MK ekstraktlarının ve İMKŞ/Ç'lerin toplam fenolik madde miktarı Folin & Ciocalteu reaktifi ile spektrofotometrik olarak Çam ve İçyer (2015) tarafından belirtilen metoda uygun olarak belirlenmiştir. Toplam fenolik madde miktarı her bir ürün için bir gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak $y=77.628x(A765)-1.7671$ 'e göre hesaplanmıştır.

3.2.3.12.1. Meyan kökü ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarı

MK ekstraktlarının TFMM belirlemek için öncelikli olarak ekstraktlar su ile 25, 50 ve 100 kat seyreltilmiş ve analiz aşamasında ilgili seyreltmelerden 0.4 mL alınmıştır.

3.2.3.12.2. İstant ürünlerde toplam fenolik madde miktarı

Mikroenkapsüle ve toz ürünlerin TFMM içeriği için 0.5 g örnek tartılmıştır. Tartılan örnekler üzerine 10 mL saf su ilave edilmiş ve 1 dakika boyunca vortekslenerek çözündürülme işlemi gerçekleştirilmiştir. Tamamen çözündürülen örnekler 4000 rpm'de 5 dakika santrifüjlenme işlemine tabi tutulmuştur. Süre sonunda üst kısım alınmış ve alınan sıvı kısımda gerekli seyreltmeler yapılmış ve analiz aşamasında bu seyreltmelerden 0.4 mL alınmıştır.

3.2.3.12.3. Toplam fenolik madde miktarı analizinin uygulanışı

MK ekstraktlarının ve İMKŞ/Ç'lerin TFMM'yi belirlemek için ilk aşamada Folin & Ciocalteu reaktifi saf su ile 1:9 olacak şekilde seyreltilmiş ve %7.5'lük Na_2CO_3 çözeltisi hazırlanmıştır. Analiz için bu çözeltiler hazırlandıktan sonra sırasıyla deney tüplerine 0.4 mL seyreltilmiş örneklerden, 2 mL Folin & Ciocalteu

reaktifinden ve 1.6 mL Na₂CO₃ çözeltisinden eklenmiştir. Daha sonra hazırlanan bu örnekler oda sıcaklığında 1 saat karanlıkta inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda örneklerin absorbanları 765 nm dalga boyunda Anthos Zenyth 200rt (Salzburg, Avusturya) model spektrofotometrede ölçülmüştür.

3.2.3.12.4. İstant ürünlerde yüzey fenolik madde miktarı

İstant ürünlerin yapısını bozmamak için saf suyun aksine çözücü olarak YFMM analizinde etanol kullanılmıştır (Singleton ve ark., 1999). 0.5 g instant ürün 10 mL etanol ile 1 dakika süreyle vortekslenmiştir. Süre sonunda örnek 4000 rpm'de 5 dakika santrifüjlenme işlemine tabi tutulmuştur. Üst faz kaba filtre kâğıdından süzölmüştür. Süzöntüden 0.4 mL örnek alınmış ve örnekteki etanolü uzaklaştırmak amacıyla su banyosunda 60°C' de 30 dakika beklenmiştir. Belirtilen işlemler sonunda TFMM analizinde olduğu gibi etanolü uçurulmuş örneğe 0.4 mL saf su, 2 mL Folin & Ciocalteu reaktifinden ve 1.6 mL Na₂CO₃ çözeltisinden eklenmiş ve 1 saat karanlıkta inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda örneklerin absorbanları 765 nm dalga boyunda Anthos Zenyth 200rt (Salzburg, Avusturya) model spektrofotometrede ölçülmüştür.

3.2.3.13. ABTS ile antioksidan kapasite analizi

MK ekstraktlarının ve İMKŞ/Ç'lerinin AA analizleri Dai ve ark. (2010)'a göre yapılmıştır. Gerekli seyreltmeler yapılarak ABTS reaktifi ile AA belirlenmiş ve sonuçlar troloks eşdeğeri antioksidan kapasite (TEAC) olarak (Cam ve ark., 2009; Re ve ark, 1999) $y=0.1296x(A_{734})-0.0394$ 'e göre hesaplanmıştır.

3.2.3.13.1. Meyan kökü ekstraktlarında antioksidan kapasite analizi

MK ekstraktları önceden hazırlanmış fosfat tamponu ile 25 ve 50 kat seyreltilmiştir. Analiz aşamasında ise küvetlere her bir seyreltmeden 20, 40 ve 60 µl alınmıştır.

3.2.3.13.2. İstant ürünlerde antioksidan kapasite analizi

Mikroenkapsüle ve toz ürünlerin antioksidan aktivite analizi için TFMM'de olduğu gibi 0.5 g örnek tartılmış ve 10 mL saf suda 1 dakika vortekslenerek çözündürülmüştür. Daha sonra tamamen çözündürülen ürünler 4000 rpm'de 5 dakika santrifüjlenme işlemine tabi tutulmuştur. Süre sonunda üst kısım alınmış ve fosfat tamponu ile gerekli seyreltmeler yapılmıştır. Analiz aşamasında bu seyreltmelerden 20, 40 ve 60 µl alınmıştır.

3.2.3.13.3. Antioksidan kapasite analizinin uygulanışı

Antioksidan aktivite analizinde ABTS (2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid)) radikali ve fosfat tamponunun hazırlanması analizin ilk aşamasını oluşturmaktadır:

ABTS radikali; 96 mg ABTS radikali tartılmış ve üzerine 10 mL saf su ilave edilerek radikal çözündürülmüştür. Çözündürülme işleminden sonra bu solüsyonun üzerine daha önceden hazırlanmış 12.25 mM'lik potasyum persülfat çözeltisinden 5 mL ilave edilmiştir. Daha sonra 25 mL'ye saf su ile tamamlanmıştır.

Fosfat tamponu; ilk olarak 0.2 M Na_2HPO_4 ve NaH_2PO_4 çözeltileri hazırlanmış ve hazırlanan bu çözeltilerden sırasıyla 81 ve 19 mL alınarak bir karışım elde edilmiştir. Daha sonra bu karışım içerisine 8.77 g NaCl ilave edilmiştir. pH 7.4' e getirilen çözelti saf su ile 1 L'ye tamamlanmıştır.

ABTS radikali 16 saat oda sıcaklığında karanlık ortamda inkübasyona bırakılmış ve süre sonunda 734 nm dalga boyunda fosfat tamponu ile seyreltilerek absorbansı $0,700 \pm 0,020$ 'ye ayarlanmıştır. Daha sonra fosfat tamponu ile seyreltilmiş örneklerden 20, 40 ve 60 µl alınmış ve 2 mL ayarlı ABTS çözeltisi ilave edilmiştir. Hazırlanan örnekler 6 dk karanlıkta inkübasyona bırakılmış ve süre sonunda absorbansları okunmuştur.

3.3. Duyusal Analiz metotları

MK'den üretilen mikroenkapsüle ve toz ürünlerin duyusal analizleri için benzer çalışmalardan yararlanılmıştır (Koch ve ark., 2012; Francisco ve Resurrection, 2012). Bu amaçla mikroenkapsüller tartılmış ve 100 ml kaynatılmış suda çözündürülmüştür. Çözündürülen bu ürünler +4 °C'de 60 dk soğumaya bırakılmış ve süre sonunda servis edilmiştir. Duyusal analizler 6 kişilik panelist grubuyla gerçekleştirilmiştir. Panelistlerin 3'ü bayan 3'ü erkektir. Yaş grupları ise 20-52 arasındadır. Panelist seçiminde de literatürde not edilmiş çalışmalardan yararlanılmıştır (Francisco ve Resurrection, 2012). Duyusal özellikler ve tanımları Çizelge 3.2.'de verilmiştir. İlgili parametreler için en düşük puan 1 en yüksek puan ise 10 olacak şekilde değerlendirilmiştir.

Çizelge 3. 2. Duyusal analiz formu

Duyusal özellik grupları	Duyusal özellik	Tanım	Örnek Kodu
Tat	Tatlılık (Sweetness)	Üründe yavan ya da yetersiz tat bulunmaz.	
	Acı (Bitter)	Acı lezzet	
	Metalik tat	Metalik lezzeti	
Aroma	Meyan Aroması	Belirgin meyan kokusu	
Renk	Genel beğeni (Overall acceptability)	Ürünün renk açısından kabul edilebilirliği	
	Taze olmayan (Lack of freshness)	Meyan şerbeti lezzeti gitmiş	
Lezzet	Olağandışı lezzet (Unnatural flavor)	Meyan şerbeti içerisindeki olağandışı lezzet	
	Genel beğeni (Overall acceptability)	Taze, hoş, ve aroma açısından dengeli. Ekşi, metalik okside, tat yok. Depo kokusu içermez.	

3.4. Depolama

Püskürtmeli kurutma teknolojisi ile kurutma yardımcı materyali kullanılarak ve kurutma yardımcı materyali kullanılmadan üretilen mikroenkapsüle ve toz örnekler oda sıcaklığında depolamanın kalite parametreleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla 6 ay boyunca cam şişelerde depolamaya alınmıştır. Depolamanın 1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180'inci günlerinde periyodik olarak instant ürünlerin fiziksel,

kimyasal, morfolojik ve duyusal parametrelerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir.

3.5. İstatistiksel Analiz Metotları

Deneme tasarımları, elde edilen cevapların yorumlanması ve optimizasyonu Design Expert 7.0 paket programı (Stat-Ease, Minneapolis, ABD) programı ile gerçekleştirilmiştir. İstant ürünlerde yapılan analizlerin sonuçlarının yorumlanmasında ise veri setlerinin normal dağılıma uyup uymadığı Shapiro-Wilk testi ile belirlenmiştir. Normal dağılıma uyan gruplar için ANOVA ve bağımsız iki örneklem t testi; normal dağılıma uymayanlar için Kruskal-Wallis ve Mann-Whitney testleri uygulanmıştır. Çoklu gruplarda ortalamalar arasındaki farklar Tukey HSD testi ile belirlenmiştir. Belirtilen hesaplamalarda $p < 0.05$ anlamlı olarak kabul edilmiş ve istatistiksel çalışmalarda 22.0 SPSS (SPSS Inc., Chicago, USA) paket programı kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Meyan Kökü Bitkisinden Biyoaktif Bileşiklerin Ekstraksiyonu

Glycyrrhize glabra'dan nihai hedef instant çay üretimi olmak üzere biyoaktif maddelerin uygun koşullarda ekstraksiyonu için literatür verileri mevcuttur. Bu yüzden ekstraksiyon için sıcaklık, süre ve partikül boyutu gibi faktörler literatürdeki veriler dikkate alınarak incelenmiştir.

4.1.1. Meyan bitkisinde biyoaktif maddelerin ekstraksiyonu üzerine farklı parametrelerin etkisi

Biyoaktif özellikleri üzerine birçok çalışma yapılan MK ekstresinin mikroorganizma yükünün yüksek olması ürünün en büyük olumsuzluklarından bir tanesidir (Fenercioğlu ve Baran, 1991). Ancak instant ürünlerde uygulanan prostenen dolayı bu tür olumsuzluklar görülmemektedir. Instant meyan kökünde kullanılan ekstraktın bazı fiziksel ve fizikokimyasal özellikleri Çizelge 4.1. 'de verilmiştir.

Çizelge 4. 1. Meyan kökü ekstraktlarının özellikleri

	TFMM ²	TEAC ³	Renk ⁴			pH	SÇKM ⁵
			L*	a*	b*		
MK ¹	10.2±1.3	65.9±17.9	18.06±0.8	0.51±0.0	1.16±0.1	9.4±0.0	4.0±0.1

¹MK: Meyan kökü ekstraktı

²TFMM: Toplam fenolik madde miktarı, mg gallik asit eşdeğeri/g

³TEAC: Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite, mg TEAC/g

⁴L*: Açıklık-koyuluk a*: Kırmızı-yeşil b*: Sarı-mavi

⁵SÇKM: Suda çözünür kuru madde

4.2. İstant Meyan Kökü Çayı Üretimi ve Analizleri

4.2.1. Simple Lattice metodu ile deneme tasarımının oluşturulması

Mikroenkapsüle örneklerin üretimi için en uygun kurutma yardımcı mateyali ve/veya kombinasyonunu belirlemek için deneme tasarımı SÇKM:KYM 1:3 olacak

şekilde Simple Lattice ile kurulmuştur. Sistemin optimizasyonunda verim, etkinlik ve carr indeks yanıt olarak kullanılmış ve her bir yanıt için elde edilen sonuçlar Çizelge 4.2.' de verilmiştir. KYM olarak farklı miktarlarda MD ve GA kullanımının verim ve carr indeks üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Çizelge 4.3., 4.4.)

Çizelge 4. 2. Simple Lattice metodu ile oluşturulan deneme planı ve alınan cevaplar

Kod	SÇKM-MD-GA (g/g/g) ¹	% Verim	% Etkinlik	Carr indeks ²
1	1:0.75:2.25	53.95	98.43	35.29
2	1:0:3	47.65	98.52	29.16
3	1:0:3	44.95	98.72	28.57
4	1:1.5:1.5	59.61	98.59	33.33
5	1:3:0	66.34	97.25	23.52
6	1:3:0	63.04	98.40	20.00
7	1:2.25:0.75	64.22	98.57	30.00
8	1:1.5:1.5	58.31	97.70	33.00

¹SÇKM: Suda Çözünür Kuru madde, MD: Maltodekstrin, GA: Gam Arabik

²Carr indeks birimsizdir.

Çizelge 4. 3. Verim için kuadratik model varyans analizi

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	p-değeri
Model	413.92	2	206.96	88.45	0.0001**
Doğrusal Karışım	390.29	1	390.29	166.79	0.0001**
AB*	23.64	1	23.64	10.10	0.0246**
Kalıntı	11.70	5	2.34		
Model	1.75	2	0.87	0.26	0.7843
Uyumsuzluğu					
Saf Hata	9.95	3	3.32		
Toplam	425.62	7			

*A: Gam arabik, B: Maltodekstrin

** : $P<0,05$

Çizelge 4. 4. Carr İndeks için kuadratik model varyans analizi

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	p-değeri
Model	173.46	2	86.73	45.76	0.0006**
Doğrusal Karışım	62.09	1	62.09	32.76	0.0023**
AB*	111.38	1	111.38	58.77	0.0006**
Kalıntı	9.48	5	1.90		
Model	3.04	2	1.52	0.71	0.5600
Uyumsuzluğu					
Saf Hata	6.44	3	2.15		
Toplam	182.94	7			

*A: Gam arabik, B: Maltodekstrin

** : $P<0,05$

KYM olarak MD'nin konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak verim ve akışkanlığın arttığı saptanmıştır. Ancak MD veya GA miktarını arttırmak veya azaltmak etkinlik sonucuna istatistiksel olarak etki etmemektedir (Çizelge 4.5.). Bu durumun MK ekstraktında doğal olarak var olan polisakkaritlerin ve gamların, hedef bileşenleri KYM gibi kapsülleme ve hapsetme özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4. 5. Etkinlik için varyans analizi

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	p-değeri
Model	0.52	1	0.52	2.30	0.1799
Doğrusal Karışım	0.52	1	0.52	2.30	0.1799
Kalıntı	1.35	6	0.22		
Model	0.27	3	0.091	0.26	0.8542
Uyumsuzluğu					
Saf Hata	1.07	3	0.36		
Toplam	1.87	7			

Performans katsayıları daha yüksek modeller oluşturmak üzere deneme tasarımında önemsiz olan terimler çıkarılmış ve elde edilen model denklemler aşağıda verilmiştir:

$$Verim = 3.855 * A + 5.407 * B + 0.106 * AB \quad (R^2=0.97)$$

$$Carr indeks = 2.427 * A + 1.808 * B + 0.232 * AB \quad (R^2=0.94)$$

4.2.1.1. İstant çayların biyoaktif özellikleri

Glycyrrhize glabra'dan elde edilen ekstraktlar farklı KYM ve bunların kombinasyonları kullanılarak instant forma dönüştürülmüş ve instant formdaki ürünlerin TFMM ve AA belirlenmiştir (Çizelge 4.6.). Simple Lattice metoduna göre kurulan deneme noktaları için TFMM ve TEAC değerleri sırasıyla 6.21-7.02 mg GAE g⁻¹, 49.65-61.20 mg TEAC g⁻¹ arasında olduğu tespit edilmiştir. Farklı çalışmalarda biyoaktif maddelerin kaplanması MD ön plana (Ersus ve Yurdagel, 2007; Saénz ve ark., 2009) çıksa da Çizelge 4.6.'dan anlaşıldığı üzere farklı KYM ve bunların kombinasyonlarının kullanımının TFMM ve TEAC değeri üzerine istatistiksel olarak herhangi bir etkisinin olmadığı saptanmıştır.

Çizelge 4. 6. Meyan kökü instant çaylarının biyoaktif özellikleri¹

Kod	SÇKM-MD-GA (g/g/g) ²	TFMM ³	TEAC ⁴
1	1:0.75:2.25	7.02 ±0.47 ^a	60.15±0.16 ^a
2	1:0:3	6.85±0.38 ^a	51.89±18.62 ^a
3	1:0:3	6.95±0.18 ^a	61.20±16.17 ^a
4	1:1.5:1.5	6.52±0.46 ^a	47.00±10.79 ^a
5	1:3:0	6.21±0.17 ^a	49.65±0.95 ^a
6	1:3:0	6.95±0.49 ^a	52.89±8.61 ^a
7	1:2.25:0.75	6.81±0.41 ^a	51.48±7.12 ^a
8	1:1.5:1.5	6.39±0.17 ^a	53.34±11.69 ^a

¹Tukey HSD testine göre aynı sütundaki aynı harfler ilgili değerlerin istatistiksel olarak aynı olduğunu göstermektedir (p>0.05)

²Suda çözünür kuru madde-maltodekstrin-gam arabik oransal miktarları

³TFMM: Fenolik bileşikler mg gallik asit eşdeğeri/ g örnek olarak verilmiştir.

⁴TEAC: mg troloks eşdeğeri antioksidan kapasite/g örnek miktarı

4.2.1.2. İstant çayların fiziksel özellikleri

Simple Lattice metoduna göre tasarlanmış instant çayların fiziksel özellikleri Çizelge 4.7.'de verilmiştir. Deneme desenine göre üretilmiş instant ürünlerin ıslatılabilirlik ve L* değerlerinde istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır. Ancak kırmızılığı ifade eden a* ve sarılığı ifade eden b* değerlerindeki değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). a* ve b* değerlerinin kullanılan MD miktarındaki artışa bağlı olarak arttığı saptanmıştır.

Çizelge 4. 7. Meyan kökü instant çaylarının ıslatılabilirlik ve renk değerleri^{1,2}

Kod	SÇKM-MD-GA (g/g/g) ³	Islatılabilirlik (sn)	Renk		
			L*	a*	b*
1	1:0.75:2.25	215±7.07 ^a	74.83±0.05 ^a	3.11±0.01 ^{cd}	26.38±0.53 ^{bcd}
2	1:0:3	242±10.60 ^a	75.86±1.11 ^a	2.51±0.16 ^d	24.62±0.16 ^d
3	1:0:3	227±17.67 ^a	75.88±1.16 ^a	2.58±0.04 ^d	25.68±1.71 ^{cd}
4	1:1.5:1.5	220±14.14 ^a	74.68±0.59 ^a	3.27±0.23 ^{bcd}	27.89±0.13 ^{bc}
5	1:3:0	215±7.07 ^a	74.04±1.05 ^a	4.16±0.34 ^a	31.95±1.17 ^a
6	1:3:0	230±14.14 ^a	73.18±0.19 ^a	4.03±0.13 ^{ab}	31.23±0.01 ^a
7	1:2.25:0.75	232±3.53 ^a	73.28±2.41 ^a	3.48±0.29 ^{abc}	28.91±0.49 ^{ab}
8	1:1.5:1.5	215±21.21 ^a	74.48±0.30 ^a	3.26±0.21 ^{bcd}	27.76±0.47 ^{bcd}

¹Ortalamalar minimum 2 tekrerrür içindir.

²Tukey HSD testine göre aynı satırdaki aynı harfler ilgili değerlerin istatistiksel olarak aynı olduğunu göstermektedir (p>0.05)

³Suda çözünür kuru madde-maltodekstrin-gam arabik oransal miktarları

Üretilen instant ürünlerin nem, suda çözünürlük ve su aktivite değerleri üzerine farklı KYM ve/veya kombinasyonlarının kullanımının ıslatılabilirlik ve L* değerleri gibi bu özellikler üzerine istatistiksel olarak herhangi bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.8.). Örneklerin nem, suda çözünürlük ve su aktivitesi

değerleri sırasıyla %1.46-2.33, %97.97-99.50 ve 0.16-0.21 arasında bulunmuştur. Örneklerin nem değerleri literatürle uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Suda çözünürlüklerinin ise istenilen düzeyde olduğu saptanmıştır. Her deneme noktası için su aktivitesi değeri de mikrobiyal gelişme için sınır kabul edilen değerlerin altında ölçülmüştür.

Çizelge 4. 8. Meyan kökü instant çaylarının nem, suda çözünürlük ve su aktivitesi değerleri ^{1,2}

Kod	SÇKM-MD-GA (g/g) ³	Nem (%)	Suda çözünürlük (%)	Su aktivitesi
1	1:0.75:2.25	2.09±0.24 ^a	99.40±0.01 ^a	0.21±0.01 ^a
2	1:0:3	1.47±0.04 ^a	98.70±0.42 ^a	0.16±0.01 ^a
3	1:0:3	1.46±0.04 ^a	98.69±0.41 ^a	0.16±0.02 ^a
4	1:1.5:1.5	1.73±0.46 ^a	99.22±0.06 ^a	0.20±0.02 ^a
5	1:3:0	2.33±0.06 ^a	97.98±1.30 ^a	0.17±0.02 ^a
6	1:3:0	2.33±0.07 ^a	97.97±1.30 ^a	0.18±0.03 ^a
7	1:2.25:0.75	1.58±0.01 ^a	99.50±0.01 ^a	0.16±0.01 ^a
8	1:1.5:1.5	1.75±0.05 ^a	99.22±0.06 ^a	0.20±0.03 ^a

¹Ortalamalar minimum 2 tekrür içindir.

²Tukey HSD testine göre aynı satırdaki farklı harfler ilgili değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

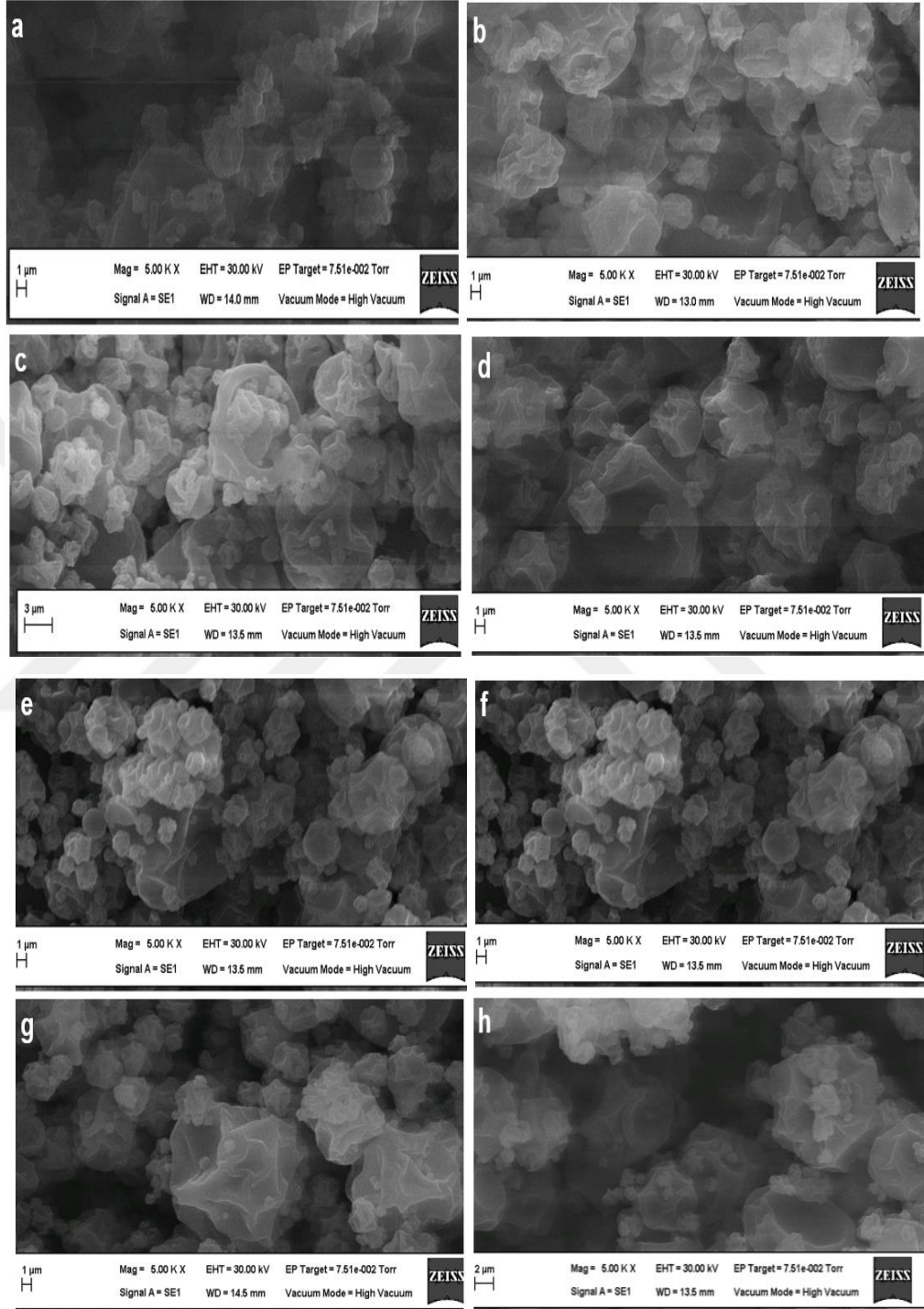
³Suda çözünür kuru madde-maltodekstrin-gam arabik oransal miktarları

Elde edilen sonuçlara göre renk (a* ve b*) değerlerindeki farklılıklar dışında genel olarak farklı KYM ve/veya bunların kombinasyonlarının kullanımının nihai ürün olan İMKŞ/Ç'lerin fiziksel özellikleri üzerine belirgin bir üstünlük ya da farklılık katmadığı saptanmıştır.

4.2.1.3. İntant çayların morfolojik özellikleri

Simple lattice deneme tasarımından alınan noktalara göre instant forma dönüştürülen mikrokapsüllerin morfolojik yapıları taramalı elektron mikroskopuyla incelenmiş ve elde edilen görüntüler Şekil 4.1.'de verilmiştir. Sadece MD veya GA kullanılarak üretilen mikrokapsüllere ait görüntüler KYM kombinasyonu kullanılarak üretilen mikrokapsüllerden daha iyi olduğu saptanmıştır. Ancak alınan görüntülerden de anlaşılacağı üzere üretilen tüm mikroenkapsüle örneklerin yüzeylerinin pürüzsüz bir görüntüye sahip oldukları tespit edilmiştir. Ayrıca taramalı elektron mikroskopu görüntülerinde mikroenkapsüle örneklerde herhangi bir delik, çatlaklık olmadığı belirlenmiştir. Benzer sonuçların farklı kaplama materyalleri

kullanılarak mikroenkapsüle edilen balık yağı (Botrel ve ark., 2014b) ve zencefil uçucu yağında da (de Barros Fernandes ve ark., 2016) saptanmıştır.



Şekil 4. 1. Meyan kökü instant çaylarının mikroyapıları¹

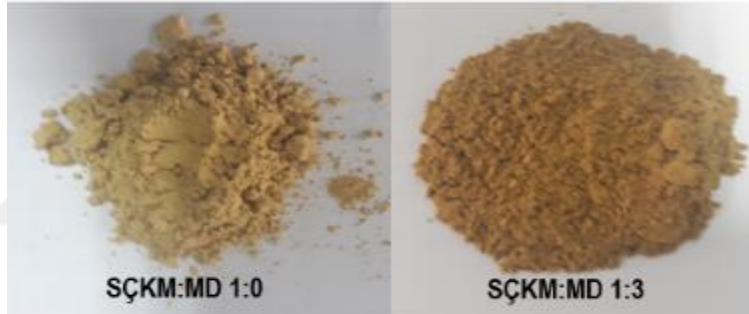
¹SÇKM-MD-GA a) 1:0.75:2.25 b) 1:0:3 c) 1:0:3 d) 1:1.5:1.5 e) 1:3:0 f) 1:3:0 g) 1:2.25:0.75 h) 1:1.5:1.5

4.2.1.4. Kaplama maddesinin optimizasyonu

Deneme tasarımında cevap olarak kullanılan model denklemler incelendiğinde % 100 MD kullanımının mikroenkapsüle İMKŞ/Ç üretimi için optimum nokta olduğu saptanmıştır. Bu koşullarda ‘kabul edilebilirlik’ değeri ise 0.909 olarak belirlenmiştir.

4.2.2. İstant meyan kökü çaylarının üretimi

60°C ve 60 dk alınan ekstraktlar toz (SÇKM:MD 1:0) ve mikroenkapsül olarak (SÇKM:MD 1:3) püskürtmeli kurutma yardımıyla instant forma dönüştürülmüştür (Şekil 4.3.).



Şekil 4. 2. İstant meyan kökü çayları

Etkinliğin yanı sıra verim ve kurutma sonrası kütle olarak elde edilen ürün miktarı da mikroenkapsülasyonda önemli parametrelerdir. KYM’ye bağlı olarak verim de artmakta ki bu da beklenen bir durumdur (Çizelge 4.9.). Demirhindi suyu (Cynthia ve ark., 2015), üzüm suyu (Papadakis ve ark., 2006), siyah dut suyu (Fazaeli ve ark., 2012) nar suyu (Vardin ve Yasar, 2012) gibi farklı materyallerin mikroenkapsülasyonunda da KYM’ye bağlı olarak verimin arttığı belirtilmektedir. Fakat KYM’deki artışın belirli bir noktadan sonra verimi negatif yönde etkilediği yapılan çalışmalarda tespit edilmiştir (Chong ve Wong, 2015; Ho ve ark., 2015). Bu duruma ise emülsiyonun artan viskozitesinin sebep olduğu ileri sürülmektedir (Tonon ve ark., 2008). Toz üretim için beslenen üründe siklona yapışmalar mikroenkapsüle üretim için beslenen örneklerinkinden daha fazladır. Çünkü MK’nın

bileşiminde yer alan farklı yapılar (nişasta, gam vb.) doğrudan ürünün siklonun iç çeperlerine yapışmasına ve dolayısıyla verimin düşmesine sebep olmaktadır. Bu durum mikroenkapsülasyon veriminin azalmasında karşılaşılan en büyük sorunlardan biridir (Can Karaca ve ark., 2016). Ancak İMKŞ/Ç üretiminde verim SÇKM:MD oranı 1:3 ve 1:0 oranı için sırasıyla %78.29 ve 64.04 olduğu saptanmış ki bu da kritik seviye olan %50'nin üzerindedir (Bhandari ve ark., 1997). Sonuçlar İMKŞ/Ç üretiminde KYM kullanmadan da üretimin gerçekleşebileceğini göstermiştir. Mikroenkapsüle ve tozların hazırlanan solüsyonlarında kuru madde miktarı sırasıyla 16 ve 4 g olarak püskürtmeli kurutucuya beslenmiş, elde edilen ürün miktarları Çizelge 4.9.'da verilmiştir.

Çizelge 4. 9. Meyan kökü instant çaylarının mikroenkapsülasyon verimi ve ürün miktarı¹

Örnekler ²	Verim (%)	Örnek miktarı (gr)
1:3:0	78.29±4.31 ^a	12.52±0.69
1:0:0	64.04±2.81 ^b	2.56±0.011

¹Bağımsız iki örneklem t testine göre aynı sütündeki farklı harfler ilgili değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

²Suda çözümlü kuru madde-maltodekstrin-gam arabik oransal miktarları

Mikroenkapsülasyon verimi püskürtmeli kurutma şartları (Ersus ve Yurdagel, 2007; Frascareli ve ark., 2012; Toneli, ve ark., 2010), emülsiyondaki KYM ve oranı (Couto ve ark., 2011; Fernandes ve ark., 2012), ve çekirdek KYM oranı (Frascareli ve ark., 2012) gibi birçok faktöre bağlıdır. Yapılan çalışmalarda bu parametrelerin verim üzerine etkisini destekler niteliktedir. Aytemur (2017) yapmış olduğu çalışmada adaçayı yağının mikroenkapsülasyonunda farklı kompozisyonlarda KYM kullanmış ve proses veriminin %80,8-94,9 aralığında olduğunu saptamıştır. Benzer şekilde KYM kullanımının İMKŞ/Ç üretiminde enkapsülasyon verimi üzerine istatistiksel (p<0.05) olarak etki ettiği saptanmıştır. Benzer proseslerle MD ve GA'nın KYM olarak kullanıldığı çalışmada çekirdek materyali olarak nane uçucu yağı kullanılmış ve mikroenkapsülasyon veriminin %26.55-46.12 arasında değerler aldığı saptanmıştır (Başyigit ve Çam, 2017a). Kasapoğlu (2015), verim üzerine püskürtmeli kurutucu giriş sıcaklığı, KYM konsantrasyonu ve besleme debisinin etkisini incelemiştir. Yüksek KYM düşük debinin, yüksek giriş sıcaklığı yüksek debinin verim üzerine pozitif etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Laokuldilok ve Kanha (2015),

benzer şekilde hava giriş sıcaklığındaki artışa bağlı olarak çeperde yapışmanın azaldığını ve neticesinde verimin arttığını belirlemiştir.

4.2.3. Meyan kökü instant çaylarının depolama analizleri

Kurutma yardımcı materyali kullanımının instant meyan kökü çaylarının raf ömrü üzerine etkisini belirlemek için instant ürünler 6 aylık depolamaya alınmış ve 1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180'inci günlerde meydana gelebilecek muhtemel değişimler araştırılmıştır.

4.2.3.1. Meyan kökü instant çaylarının depolamada fenolik madde miktarları ve etkinlik değerleri

Glycyrrhize glabra'dan mikroenkapsüle ve toz halde üretilen ürünler depolamaya alınmış TFMM'de meydana gelen değişim saptanmıştır (Çizelge 4.10.). TFMM mg gallik asit g örnek⁻¹ olarak ifade edilmiştir. Mikroenkapsüle ve toz ürünlerin depolama boyunca toplam fenolik madde miktarı sırasıyla 8.10-9.08 ve 34.59-39.02 mg GAE/g örnek arasında değiştiği saptanmıştır. Her iki ürün içinde depolama boyunca TFMM içeriğinde istatistiksel olarak herhangi bir fark bulunmamıştır. Bu da ürünlerin uzun süre boyunca biyoaktif madde içeriğini koruduğunun göstergesidir. Toz ürünlerin depolama süresince TFMM içeriği daha yüksek bulunmuştur ki bu beklenen bir durumdur ($p < 0.05$). Çünkü mikroenkapsüle ürünlerde kullanılan KYM herhangi bir biyoaktif aktiviteye sahip değildir. Ayrıca toz ürünlerin bu denli uzun süre yapılarını korumasında yapılarında doğal olarak bulunan polisakkarit ve gamlardan ileri geldiği düşünülmektedir. Benzer sonuçlar Çam ve ark. (2014) yapmış oldukları çalışmada nar kabuğundan elde edilen fenolik maddelerin mikroenkapsülasyonunda saptanmıştır. Bu çalışmada mikroenkapsüle haldeki fenolik maddeler 3 aylık depolamaya alınmış ve depolama boyunca ürünlerin fenolik madde içeriğindeki değişimler incelemiş, kaplama materyali kullanmadan üretilen tozların ilk 15 gün fenolik madde miktarında azalma görülmüştür. Ancak kaplama materyali kullanılarak üretilen mikroenkapsüle ürünlerin yapısında yer alan fenolik maddelerin miktarında meydana gelen değişim depolama boyunca

istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Mikroenkapsülasyon tekniğinin en fazla kullanıldığı alanlardan birisi olan yağlarda tam tersi durumların olduğu yani süreye bağlı olarak TFMM'de azalmalar meydana geldiği belirtilmektedir (Méndez ve Falqué, 2007; Bastıoğlu ve ark., 2017). Süreyle birlikte sıcaklık (Gutierrez ve Fernandez, 2002; Bastıoğlu ve ark., 2017), çekirdek materyali, çekirdek materyalin ekstraksiyonu ve KYM de depolama süresince TFMM'de meydana gelen değişimleri etkilemektedir (Bastıoğlu ve ark., 2017).

Çizelge 4. 10. Meyan kökü instant çaylarının 6 aylık depolama boyunca toplam fenolik madde miktarında meydana gelen değişim^{1,2,3}

Günler	Örnekler ⁴	
	1:3:0	1:0:0
1	8.10±0.01 ^{aA}	35.01±4.97 ^{aB}
30	8.45±0.76 ^{aA}	38.81±3.32 ^{aB}
60	9.08±0.01 ^{aA}	35.71±5.12 ^{aB}
90	8.39±0,50 ^{aA}	35.52±5.60 ^{aB}
120	8.62±1.49 ^{aA}	39.02±5.75 ^{aB}
150	8.55±1.08 ^{aA}	34.90±4.20 ^{aB}
180	8.75±0.99 ^{aA}	34.59±4.47 ^{aB}

¹Fenolik bileşikler mg gallik asit eşdeğeri/ g örnek olarak verilmiştir.

²Tukey HSD testine göre aynı sütündaki aynı harfler ilgili değerlerin istatistiksel olarak aynı olduğunu göstermektedir (p>0.05)

³Bağımsız iki örneklem t testine göre aynı satırdaki farklı harfler ilgili değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

⁴Suda çözünür kuru madde-maltodekstrin-gam arabik oransal miktarları

Etkinlik mikroenkapsülasyonda en önemli parametrelerden bir tanesidir. Toplam fenolik madde miktarı ile birlikte toz ürünlerin yüzeyinde bulunan fenolik maddenin miktarına bağlıdır. Mikroenkapsüle ve toz instant ürünlerin yüzey fenolik madde miktarları ve etkinlikleri aylık olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.11. ve 4.12.). Her iki ürünün hem yüzey fenolik madde miktarında hem de etkinliğinde depolama süre boyunca meydana gelen değişimler istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Ancak Çizelge 4.11.'de görüldüğü üzere toz ürünlerin YFMM tüm aylarda mikroenkapsüle örneklerinkinden daha yüksek bulunmuştur (p<0.05). Bu beklenen bir durum olup mikroenkapsülasyon etkinliği için dezavantaj oluşturmaktadır. Ancak toz ürünlerin YFMM yüksek olmasına rağmen YFMM ile ters orantılı olan etkinlik değeri de tüm aylar toz ürünlerde daha yüksek bulunmuştur (p<0.05) (Çizelge 4.12.). Bu da toz ürünün içermiş olduğu yüksek TFMM'den ileri gelmediği düşünülmektedir.

Çizelge 4. 11. Meyan kökü instant çaylarının 6 aylık depolama boyunca yüzey fenolik madde miktarında meydana gelen değişim^{1,2,3}

Günler	Örnekler ⁴	
	1:3:0	1:0:0
1	0.26±0.01 ^{aA}	0.47±0.01 ^{aB}
30	0.22±0.04 ^{aA}	0.44±0.56 ^{aB}
60	0.28±0.01 ^{aA}	0.50±0.05 ^{aB}
90	0.27±0.01 ^{aA}	0.51±0.01 ^{aB}
120	0.24±0.01 ^{aA}	0.52±0.03 ^{aB}
150	0.25±0.02 ^{aA}	0.51±0.01 ^{aB}
180	0.23±0.03 ^{aA}	0.51±0.01 ^{aB}

¹Fenolik bileşikler mg gallik asit eşdeğeri/ g örnek olarak verilmiştir.

²Tukey HSD testine göre aynı sütündeki aynı harfler ilgili değerlerin istatistiksel olarak aynı olduğunu göstermektedir (p>0.05)

³Bağımsız iki örneklem t testine göre aynı satırdaki farklı harfler ilgili değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

⁴Suda çözümlü kuru madde-maltodekstrin-gam arabik oransal miktarları

Alaşalvar (2017), yapmış olduğu çalışmada *Mentha spicata* ve *Mentha piperita* türü nane ekstraktlarını püskürtmeli kurutma teknolojisi ile toz haline getirmiş ve elde edilen mikroenkapsüle ürünlerin yüzey fenolik madde miktarının sırasıyla 0.64±0.47, 2.47±0.67 mg GAE/g örnek olduğunu saptamıştır. Başka bir çalışmada gilaburu suyu benzer teknoloji ile mikroenkapsülasüle hale getirilmiştir. Elde edilen mikroenkapsülinin yüzey fenolik madde miktarı üzerine farklı sıcaklık, maltodekstrinin farklı dekstroz eşdeğerliğinin etkisi araştırılmış ve yüzey fenolik madde miktarı 0.58-1.55 mg GAE/g örnek arasında değerler aldığı tespit edilmiştir (Dinç ve ark., 2012). Püskürtmeli kurutucu yöntemiyle kurutma yardımcı materyali kullanılarak ve kurutma yardımcı materyali kullanılmadan üretilen instant ürünlerin etkinlik değerlerinin sırasıyla 0.22-0.28 ve 0.44-0.52 mg GAE/g örnek arasında değiştiği tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar gerek kurutma yardımcı materyali kullanılarak gerekse kurutma yardımcı materyali kullanılmadan üretilen mikroenkapsüle ve toz ürünlerin yüzey fenolik madde miktarı hem mikroenkapsüle nane örnekleri hem de gilaburu suyu için belirtilen değerlerden daha düşük olduğu saptanmıştır. Çünkü daha öncede bahseldiği gibi meyanın yapısında yer alan nişasta ve gamların KYM gibi davranması böyle bir sonucun oluşmasında en büyük etkidir. Ayrıca diğer parametrelerde olduğu gibi etkinlik üzerine kurutma yardımcı materyalinin etkisinin incelendiği başka bir çalışmada kurutma yardımcı materyalinin artışıyla etkinlik arasında pozitif bir kolerasyon olduğu belirtilmiştir (Çam ve ark., 2014).

Çizelge 4. 12. Meyan kökü instant çaylarının 6 aylık depolama boyunca etkinlik değerlerinde meydana gelen değişim^{1,2,3}

Günler	Örnekler ⁴	
	1:3:0	1:0:0
1	96.69±0.22 ^{aA}	98.63±0.22 ^{aB}
30	96.59±0.35 ^{aA}	98.84±0.17 ^{aB}
60	96.54±0.01 ^{aA}	98.47±0.18 ^{aB}
90	96.71±0.01 ^{aA}	98.53±0.02 ^{aB}
120	97.14±0.27 ^{aA}	98.66±0.10 ^{aB}
150	97.01±0.13 ^{aA}	98.59±0.14 ^{aB}
180	97.18±0.40 ^{aA}	98.50±0.31 ^{aA}

¹Etkinlik % olarak ifade edilmiştir

²Tukey HSD testine göre aynı sütündaki aynı harfler ilgili değerlerin istatistiksel olarak aynı olduğunu göstermektedir (p>0.05)

³Bağımsız iki örneklem t testine göre aynı satırdaki farklı harfler ilgili değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

⁴Suda çözünür kuru madde-maltodekstrin-gam arabik oransal miktarları

4.2.3.2. Meyan kökü instant çaylarının depolamada antioksidan kapasiteleri

Depolama koşulları diğer biyoaktif bileşiklerde olduğu gibi antioksidan kapasite üzerine negatif bir etkiye sahip olabilmektedir. Bu yüzden önemli bileşiklerden olan antioksidanların depolama süresince korunması elzem bir konu olmuştur. İMKŞ/Ç'lerin depolama boyunca AA'larında meydana gelen değişim Çizelge 4.13.'de verilmiştir.

Çizelge 4. 13. Meyan kökü instant çaylarının 6 aylık depolama boyunca antioksidan aktivitelerinde meydana gelen değişim^{1,2,3}

Günler	Örnekler ⁴	
	1:3:0	1:0:0
1	51.27±2.30 ^{aA}	171.08±16.94 ^{aB}
30	49.19±0.42 ^{aA}	171.89±18.46 ^{aB}
60	49.18±2.85 ^{aA}	173.61±16.55 ^{aB}
90	44.91±3.20 ^{aA}	176.00±6.46 ^{aB}
120	44.31±2.02 ^{aA}	165.41±22.30 ^{aB}
150	44.78±0.89 ^{aA}	136.26±19.50 ^{aB}
180	44.90±0.12 ^{aA}	136.13±18.79 ^{aB}

¹TEAC değeri mg troloks eşdeğeri antioksidan kapasite/g örnek miktarı

²Tukey HSD testine göre aynı sütündaki aynı harfler ilgili değerlerin istatistiksel olarak aynı olduğunu göstermektedir (p>0.05)

³Bağımsız iki örneklem t testine göre aynı satırdaki farklı harfler ilgili değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

⁴Suda çözünür kuru madde-maltodekstrin-gam arabik oransal miktarları

Mikroenkapsüle ve toz örneklerin başlangıç antioksidan kapasiteleri sırasıyla 51.27 ve 171.08 mg TEAC/g örnek olduğu ve depolama boyunca bu değerlerde azalmaların meydana geldiği tespit edilmiştir. Ancak depolama boyunca meydana gelen bu azalmalar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. KYM kullanılmadan

üretilen instant ürünlerin AA'sı mikroenkapsüle ürünlerin AA'sından tüm aylar yaklaşık 3.5-4 kat daha fazla olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Teorik olarak da bu sonuçlar desteklenmektedir. Çünkü doğrudan beslenen ürünlerde kütle olarak elde edilen tozların %100 ekstraktı temsil ederken KYM ile üretilen örneklerin %25'i ekstraktı temsil etmektedir. Geriye kalan %75'lik kısım KYM'dir ki bu materyallerin herhangi bir AA göstermemektedir. Literatürde İMKŞ/Ç'lerin biyoaktif özellikleri ile ilgili herhangi bir çalışma olmadığı için sonuçlar farklı materyallerle karşılaştırılmıştır. Bakowska-Barczak ve Kolodziejczyk (2011) siyah frenk üzümünden elde edilen polifenollerin mikroenkapsülasyonunu ve 12 aylık depolama sürecince mikroenkapsüle hale getirilen örneklerin yapılarında var olan biyoaktif maddeler meydana gelen değişimi araştırmıştır. Farklı KYM'nin kullanımının ve depolama sıcaklığındaki artışın mikroenkapsüllerin yapısındaki biyoaktif maddelerinin depolama süresince stabilitesini etkilemektedir. KYM olarak MD'nin kullanıldığı tozlarda AA'da 12 ay boyunca 8 °C'de herhangi bir değişim gözlemlenmemiş ancak 25 °C'de çok az bir azalma gözlemlenmiştir. KYM olarak inülinin kullanıldığı ürünlerde ise hem 8 °C'de hem de 25 °C'de AA'da 12 ay boyunca herhangi bir değişim gözlemlenmemiştir.

4.2.3.3. Meyan kökü instant çaylarının depolamada fiziksel özellikleri

Nem değeri ve su aktivitesi instant ürünlerin depolamasında kritik faktörlerden iki tanesidir. Çünkü bu parametreler akışkanlık (Teunou ve Fitzpatrick, 1999), partikül büyüklüğü (Maa ve ark., 1998) gibi ürünün farklı özellikleri üzerine önemli etkilere sahiptir. Bu yüzden bu parametrelerin depolama süresinde kontrol altında tutulması önem arz etmektedir (Adhikari ve ark., 2001). İMKŞ/Ç'ler de 6 aylık depolama boyunca nem değerleri korunmuş ve süreç içerisinde meydana gelen değişim istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.14.). Ancak aynı durum su aktivitesi için geçerli değildir. Bu da nem ve su aktivitesi arasında genel bir kolerasyon olmasına rağmen her zaman doğrusal bir ilişkinin mümkün olmadığını göstergesidir (Bicudo ve ark., 2015; Das ve Langrish, 2012). Depolama süresince ürünlerin nem değerlerinin benzer olduğu saptanmıştır. Mikroenkapsüle (%1.54-2.43) ve toz (%1.84-3.12) ürünler için elde edilen değerler Santana ve ark. (2017)

püskürtmeli kurutma ile üretilen instant ürünlerin nem değerleri için belirtmiş oldukları skala (%5'in altı) ile paralellik göstermiştir. Benzer sonuçlara farklı çalışmalarda da rastlanmıştır (Patil ve ark., 2014; Quek ve ark., 2007; Sanchez-Reinoso ve ark., 2017). Diğer tüm sonuçlarda olduğu gibi nem değeri de kurutma sıcaklığı, emülsiyonun viskozitesi, duvar materyali ve besleme oranı gibi birçok faktörden etkilenmektedir (Fernandes ve ark., 2013; Koç ve ark., 2015). Ancak İMKŞ/Ç üretiminde KYM kullanımının nem değeri açısından bariz bir farklılığı ya da üstünlüğü saptanmamıştır.

Çizelge 4. 14. Meyan kökü instant çaylarının 6 aylık depolama boyunca nem değerlerinde meydana gelen değişim^{1,2,3}

Günler	Örnekler ⁴	
	1:3:0	1:0:0
1	2.34±0.06 ^{aA}	1.84±0.90 ^{aA}
30	2.36±0.20 ^{aA}	3.12±0.19 ^{aB}
60	2.10±1.08 ^{aA}	2.39±0.29 ^{aA}
90	2.43±0.57 ^{aA}	2.42±0.03 ^{aA}
120	1.54±0.03 ^{aA}	2.42±0.25 ^{aB}
150	1.74±0.85 ^{aA}	2.38±1.55 ^{aA}
180	1.89±0.92 ^{aA}	3.04±0.32 ^{aB}

¹Nem değerleri % olarak ifade edilmiştir.

²Tukey HSD testine göre aynı sütündaki aynı harfler ilgili değerlerin istatistiksel olarak aynı olduğunu göstermektedir (p>0.05)

³Bağımsız iki örneklem t testine göre aynı satırdaki farklı harfler ilgili değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

⁴Suda çözünür kuru madde-maltodekstrin-gam arabik oransal miktarları

Su aktivitesi ve nem birbirinden farklı indeksler olup su aktivitesi gıda sistemlerinde biyokimyasal reaksiyonlardan sorumlu serbest suyu temsil ederken nem gıdadaki toplam suyu temsil etmektedir (Quek ve ark., 2007). Bu yüzden su aktivitesinin yüksek olması biyokimyasal olaylar için daha fazla serbest suyun olması demektir ki bu indeksteki artış ürünün raf ömrünü önemli düzeyde azaltmaktadır (Vardin ve Yaşar, 2012). Mikroenkapsüle instant meyan köklerinin su aktivitelerinde 1. aya kadar istatistiksel olarak fark görülmemiştir. Ancak 2. ay sonunda bu faktör önemli bulunmuş (p<0.05) ve 4. aydan itibaren su aktivitesi dengeye gelmiştir. Toz ürünlerde ise su aktivitesi değeri 1. ayda artış göstermiş ve bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05) ve bu ürünün su aktivitesi de 3. aydan itibaren dengeye gelmiştir (Çizelge 4.15.). Depolama boyunca da toz ürünlerin su aktivitelerinin mikroenkapsüle ürünlerin su aktivitelerinden genel olarak daha yüksek olduğu saptanmıştır (p<0.05). Ürünler arasındaki bu farklılıkların reolojik

özelliklerinden ve/veya kompozisyonlarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu özelliklerin su aktivitesi üzerine etkisi ile ilgili farklı çalışmalar literatürde mevcuttur (Gray ve ark., 2008). Bastıoğlu ve ark. (2017) yapmış oldukları çalışmada mikroenkapsüllerin su aktivitesindeki artışın başlangıçta amorf yapıda olan KYM'nin zaman içerisinde kristalleşmesinden kaynaklanabileceğini belirtmiştir.

Çizelge 4. 15. Meyan kökü instant çaylarının 6 aylık depolama boyunca su aktivitesi değerlerinde meydana gelen değişim^{1,2,3}

Günler	Örnekler ⁴	
	1:3:0	1:0:0
1	0.18±0.01 ^{cA}	0.16±0.01 ^{cB}
30	0.18±0.01 ^{cA}	0.22±0.01 ^{bB}
60	0.22±0.01 ^{bA}	0.26±0.01 ^{bB}
90	0.22±0.01 ^{bA}	0.32±0.01 ^{aB}
120	0.29±0.02 ^{aA}	0.33±0.02 ^{aB}
150	0.30±0.01 ^{aA}	0.32±0.01 ^{aB}
180	0.31±0.01 ^{aA}	0.32±0.11 ^{aA}

¹Su aktivitesi birimsizdir.

²Tukey HSD testine göre aynı sütündaki farklı harfler ilgili değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

³Bağımsız iki örneklem t testine göre aynı satırdaki farklı harfler ilgili değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

⁴Suda çözünür kuru madde-maltodekstrin-gam arabik oransal miktarları

Toz ürünler genel olarak mikrobiyolojik ve kimyasal tehlikeler karşı depolama süresince güvenli kabul edilebilir. Çünkü depolama süresince instant çayların su aktivitesi için belirtilmiş olan 0.3 değerinin altında değerlere sahip olduğu saptanmıştır (Bicudo ve ark., 2015). Nem değerinde olduğu gibi KYM kullanmanın örneklerin su aktivitelerinde de bariz bir değişikliğe neden olmamıştır. Farklı materyallerin mikroenkapsülasyonunda da benzer şekilde MD konsantrasyonundaki herhangi bir artışın ürünlerin su aktivitesine etki etmediği yapılan çalışmalarla saptanmıştır (Chong ve Wong, 2015; Tuyen ve ark., 2010).

Çözünürlük püskürtmeli kurutma ile üretilen instant ürünlerin suda çözelti veya süspansiyon oluşturabilme kabiliyetinin bir göstergesidir (Bicudo ve ark., 2015). Bu parametrenin toz ürünlerinde yüksek olması istenen bir durumdur. KYM olarak MD'nin konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak çözünürlükte artmaktadır (Moghaddam ve ark., 2017). Çünkü MD'nin suda çözünürlüğü yüksek ve yapısında hidrofilik gruplar fazladır (Avaltroni ve ark., 2004) Ancak MD kullanılarak üretilen mikroenkapsüle instant çayların toz ürünlere göre bariz bir farklılığı ya da üstünlüğü

görülmemiştir ($p>0.05$) (Çizelge 4.16.). Bu durum çekirdek materyalin farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Her iki ürününde suda çözünürlüğünün yüksek seviyede olduğu saptanmıştır. İstant ürünlerin suda çözünürlüğü zaman içerisinde düşüş eğiliminde olmasına rağmen bu düşüşler istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Mikroenkapsüle ve toz ürünlerin suda çözünürlükleri sırasıyla %94.16-97.62, 93.54-99.22 arasında olduğu tespit edilmiştir. Yapılan farklı çalışmalarda da benzer sonuçlar bulunmuştur (Tuyen ve ark., 2014; İcyer ve ark., 2017)

Çizelge 4. 16. Meyan kökü instant çaylarının 6 aylık depolama boyunca suda çözünürlük değerlerinde meydana gelen değişim^{1,2,3}

Günler	Örnekler ⁴	
	1:3:0	1:0:0
1	97.05±2.60 ^{aA}	99.22±0.28 ^{aA}
30	97.62±0.01 ^{aA}	97.30±3.64 ^{aA}
60	95.87±1.13 ^{aA}	93.54±0.50 ^{aB}
90	94.56±1.61 ^{aA}	93.95±4.21 ^{aA}
120	94.39±1.38 ^{aA}	94.85±3.34 ^{aA}
150	94.16±0.67 ^{aA}	94.97±0.60 ^{aA}
180	94.66±0.49 ^{aA}	94.36±0.93 ^{aA}

¹Suda çözünürlük% olarak ifade edilmiştir.

²Tukey HSD testine göre aynı sütündaki aynı harfler ilgili değerlerin istatistiksel olarak aynı olduğunu göstermektedir ($p>0.05$)

³Bağımsız iki örneklem t testine göre aynı satırdaki farklı harfler ilgili değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir ($p<0.05$)

⁴Suda çözünür kuru madde-maltodekstrin-gam arabik oransal miktarları

Islatılabilirlik kitle halindeki instant ürünlerin su emme kabiliyeti olarak tanımlanabilir (Gaiani ve ark., 2007). Burada önemli olan nokta instant ürünün yüzeyi ve bu yüzeye nüfus eden sudur (Freudig ve ark., 1999; Singh ve Newstead, 1992). Genel olarak bu değer yüzey kapsamı yağlar gibi hidrofobik yapılardan oluşuyorsa düşük, laktoz gibi hidroskobik yapılardan oluşursa yüksektir (Fäldt ve Bergenståhl, 1996). İMKŞ/Ç'ler depolama boyunca kısa süre içerisinde tamamen ıslanabilme özelliği göstermiştir (Çizelge 4.17.). Mikroenkapsüle ve toz ürünlerin ıslatılabilirlik değerleri saniye olarak ifade edilmiş ve depolama boyunca bu iki ürün için sırasıyla 180-235 ve 176-240 s arasında değerler aldığı tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar literatürle karşılaştırıldığında benzer sonuçlar mikroenkapsüle biberiye uçucu yağında (155-481 s) (Fernandes ve ark., 2013) ve süt tozunda (313 s) saptanmıştır (Jinapong ve ark., 2008). İMKŞ/Ç'lerin ıslatılabilirlik süreleri belirtilen çalışmalarla benzerlik göstermiş, aradaki bariz olmayan farklılıklar da özellikle çekirdek materyalinin yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4. 17. Meyan kökü instant çaylarının 6 aylık depolama boyunca ıslatılabilirlik değerlerinde meydana gelen değişim^{1,2,3}

Günler	Örnekler ⁴	
	1:3:0	1:0:0
1	210±14.14 ^{aA}	222±31.81 ^{aA}
30	219±21.92 ^{aA}	240±28.28 ^{aA}
60	220±14.14 ^{aA}	235±21.21 ^{aA}
90	200±28.28 ^{aA}	202±24.74 ^{aA}
120	235±7.07 ^{aA}	176±5.65 ^{aB}
150	180±42.42 ^{aA}	187±24.7 ^{aA}
180	192.5±24.74 ^{aA}	192±10.60 ^{aA}

¹Islatılabilirlik saniye olarak ifade edilmiştir.

²Tukey HSD testine göre aynı sütündaki aynı harfler ilgili değerlerin istatistiksel olarak aynı olduğunu göstermektedir (p>0.05)

³Bağımsız iki örneklem t testine göre aynı satırdaki farklı harfler ilgili değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

⁴Suda çözünür kuru madde-maltodekstrin-gam arabik oransal miktarları

Carr indeks ve hausner oranı instant örneklerin kitle yoğunluğu ve sıkıştırılmış kitle yoğunluğu değerleri kullanılarak hesaplanır. Bu değerler instant ürünlerin akışkanlığı hakkında bilgi vermekte ve arasında pozitif bir kolerasyon vardır. Ancak, carr indeks ve hausner oranı ile örneklerin akışkanlığı arasında negatif bir kolerasyon vardır. Yani bu değerlerdeki azalmaya paralel olarak ilgili örneğin akışkanlığı artmaktadır ki bu da kaliteli bir instant ürün için istenilen bir durumdur. Özellikle bu değerler ürünün paketlenmesi ve taşınmasında önem arz etmektedir (Başyigit ve Çam, 2017a).

Çizelge 4. 18. Meyan kökü instant çaylarının 6 aylık depolama boyunca carr indeks değerlerinde meydana gelen değişim^{1,2,3}

Günler	Örnekler ⁴	
	1:3:0	1:0:0
1	22.50±3.53 ^{aA}	35.63±3.25 ^{aB}
30	25.65±0.93 ^{aA}	29.51±0.68 ^{aB}
60	23.02±2.79 ^{aA}	31.58±0.78 ^{aB}
90	23.75±1.76 ^{aA}	33.04±0.40 ^{aB}
120	25.32±0.45 ^{aA}	34.35±1.45 ^{aB}
150	24.72±1.29 ^{aA}	33.31±1.37 ^{aB}
180	23.75±1.76 ^{aA}	35.04±2.42 ^{aB}

¹Carr indeks birimsizdir.

²Tukey HSD testine göre aynı sütündaki aynı harfler ilgili değerlerin istatistiksel olarak aynı olduğunu göstermektedir (p>0.05)

³Bağımsız iki örneklem t testine göre aynı satırdaki farklı harfler ilgili değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

⁴Suda çözünür kuru madde-maltodekstrin-gam arabik oransal miktarları

Her iki örnekte depolama boyunca akışkanlık özelliklerini korumuş ve değişimler önemsiz bulunmuştur (p>0.05). Depolama boyunca mikroenkapsüle

instant ürünlerin carr indeks dolayısıyla hausner oranı toz halde üretilen örneklerinkinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$) (Çizelge 4.18. ve 4.19.). Örnekler arasındaki bu farklılıklar ortalama parçacık boyutlarından ileri geldiği düşünülmektedir. Parçacık boyutundaki azalma ile örneklerin akışkanlıkları düşmektedir (Tze ve ark., 2012).

Mikroenkapsüle örneklerin carr indeks ve hausner oranı depolama boyunca sırasıyla 22.5-25.65 ve 1.29-1.34; toz örneklerinki 29.51-35.63 ve 1.42-1.56 arasında olduğu tespit edilmiştir. Bu veriler ışığında mikroenkapsüle ürünlerin akışkanlığının tozlara göre daha iyi olduğu saptanmıştır. Ancak her iki ürün içinde elde edilen sonuçlar istenilen düzeyde değildir. Farklı materyaller kullanılarak benzer proseslerle nane uçucu yağında (Başyiğit ve Çam, 2017a) , sebze yağlarında (Turchhiuli ve ark., 2005), keten tohumu yağında (Quispe-Condori ve ark., 2011) benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 4. 19. Meyan kökü instant çaylarının 6 aylık depolama boyunca hausner oranı değerlerinde meydana gelen değişim^{1,2,3}

Günler	Örnekler ⁴	
	1:3:0	1:0:0
1	1.29±0.06 ^{aA}	1.56±0.07 ^{aB}
30	1.34±0.02 ^{aA}	1.42±0.01 ^{aB}
60	1.30±0.05 ^{aA}	1.46±0.02 ^{aB}
90	1.31±0.03 ^{aA}	1.49±0.01 ^{aB}
120	1.34±0.01 ^{aA}	1.52±0.03 ^{aB}
150	1.33±0.02 ^{aA}	1.50±0.03 ^{aB}
180	1.31±0.03 ^{aA}	1.54±0.06 ^{aB}

¹Hausner oranı birimsizdir.

²Tukey HSD testine göre aynı sütundaki aynı harfler ilgili değerlerin istatistiksel olarak aynı olduğunu göstermektedir ($p>0.05$)

³Bağımsız iki örneklem t testine göre aynı satırdaki farklı harfler ilgili değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir ($p<0.05$)

⁴Suda çözünür kuru madde-maltodekstrin-gam arabik oransal miktarları

Mikroenkapsüle ve toz ürünlerin depolama boyunca renk değerlerinde meydana gelen değişimler ölçülmüştür (Çizelge 4.20., 4.21. ve 4.22.). Her iki üründe 6 aylık depolama süresince renk açısından stabilitesini korumuş ve depolama süresince meydana gelen değişimler tüm renk skalaları için önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Mikroenkapsüle örneklerin depolama boyunca L* (siyah-beyaz) ve a*(kırmızı-yeşil) değerleri sırasıyla 72.02-73.90 3.99-4.64 arasında değer alırken bu skalalar toz ürünler için 61.79-63.08 ve 6.37-6.76 arasındadır. Elde edilen sonuçlar

KYM kullanımına bağlı olarak L* (siyah-beyaz) değerinin arttığını ancak a* değerinin azaldığını göstermiştir (p<0.05).

Çizelge 4. 20. Meyan kökü instant çaylarının 6 aylık depolama boyunca L* değerlerinde meydana gelen değişim^{1,2}

Günler	Örnekler ³	
	1:3:0	1:0:0
1	73.31±0.02 ^{aA}	62.13±0.96 ^{aB}
30	73.90±1.17 ^{aA}	62.20±0.74 ^{aB}
60	73.04±1.11 ^{aA}	62.28±0.86 ^{aB}
90	72.93±0.01 ^{aA}	61.79±1.58 ^{aB}
120	72.02±0.07 ^{aA}	63.08±0.32 ^{aB}
150	73.90±0.73 ^{aA}	62.82±0.15 ^{aB}
180	73.79±0.84 ^{aA}	62.81±1.56 ^{aB}

¹Tukey HSD testine göre aynı sütundaki aynı harfler ilgili değerlerin istatistiksel olarak aynı olduğunu göstermektedir (p>0.05)

²Bağımsız iki örneklem t testine göre aynı satırdaki farklı harfler ilgili değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

³Suda çözünür kuru madde-maltodekstrin-gam arabik oransal miktarları

Örneklerin b*(sarı-mavi) değerinde kurutma yardımcı materyali kullanılıp kullanılmamasının bariz bir farklılığa neden olmadığı saptanmıştır. İMKŞ/Ç'lerinin L* değerleri KYM olarak MD'nin kullanıldığı farklı çalışmalarla benzer bulunmuştur (Alaşalvar, 2017; Dinç ve ark., 2012). Bu durumda elde edilecek olan son ürünün L*, a* ve b* değeri üzerine kurutma yardımcı materyallerinin etkisinin yanında kapsüllenecek olan çekirdek materyalinin de etkisinin olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4. 21. Meyan kökü instant çaylarının 6 aylık depolama boyunca a* değerlerinde meydana gelen değişim^{1,2}

Günler	Örnekler ³	
	1:3:0	1:0:0
1	4.16±0.35 ^{aA}	6.40±0.62 ^{aB}
30	3.99±0.68 ^{aA}	6.51±0.60 ^{aB}
60	4.28±0.20 ^{aA}	6.70±0.28 ^{aB}
90	4.23±0.16 ^{aA}	6.37±0.43 ^{aB}
120	4.64±0.05 ^{aA}	6.72±0.13 ^{aB}
150	4.57±0.37 ^{aA}	6.76±0.24 ^{aB}
180	4.54±0.42 ^{aA}	6.71±0.16 ^{aB}

¹Tukey HSD testine göre aynı sütundaki aynı harfler ilgili değerlerin istatistiksel olarak aynı olduğunu göstermektedir (p>0.05)

²Bağımsız iki örneklem t testine göre aynı satırdaki farklı harfler ilgili değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

³Suda çözünür kuru madde-maltodekstrin-gam arabik oransal miktarları

Renk tüm gıda ürünlerinde olduğu gibi instant ürünlerde de önemli fiziksel bir parametredir. Bu yüzden uygulanacak prosesin esas materyalin renginde çok bir

değişime sebep olmaması önemli bir husustur. İMKŞ/Ç'lerde de L* değeri dışında MD kullanımının çok bariz bir farklılığa yol açmadığı saptanmıştır. Literatürde de MD kullanımının elde edilen ürünlerin rengi üzerine düşük düzeyde etki ettiği tespit edilmiştir (Bernstein ve Noreña, 2015).

Çizelge 4. 22. Meyan kökü instant çaylarının 6 aylık depolama boyunca b* değerlerinde meydana gelen değişim^{1,2}

Günler	Örnekler ³	
	1:3:0	1:0:0
1	33.65±1.23 ^{aA}	30.89±0.70 ^{aB}
30	33.61±1.13 ^{aA}	30.85±1.61 ^{aB}
60	33.17±0.04 ^{aA}	31.13±1.33 ^{aB}
90	32.25±0.07 ^{aA}	30.58±0.41 ^{aB}
120	33.74±0.62 ^{aA}	30.53±0.31 ^{aB}
150	32.13±0.96 ^{aA}	32.63±0.18 ^{aA}
180	31.91±0.52 ^{aA}	32.01±1.15 ^{aA}

¹Tukey HSD testine göre aynı sütundaki aynı harfler ilgili değerlerin istatistiksel olarak aynı olduğunu göstermektedir (p>0.05)

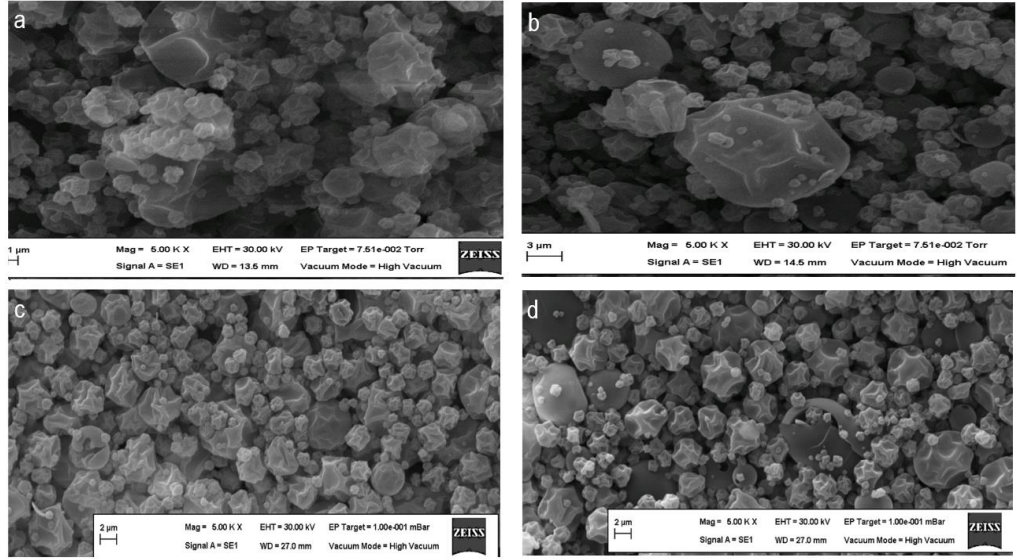
²Bağımsız iki örneklem t testine göre aynı satırdaki farklı harfler ilgili değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

³Suda çözünür kuru madde-maltodekstrin-gam arabik oransal miktarları

4.2.3.4. Meyan kökü instant çaylarının depolamada morfolojik özellikleri

Morfoloji, akışkanlık, nem içeriği, hacim ve parçacık yoğunluğu (Anandharamakrishnan, 2015) gibi farklı parametreler üzerine etkisi olup KYM'nin dekstroz eşdeğeri (Loksuwan, 2007) ve konsantrasyonu, kurutma sıcaklığı (Tze ve ark., 2012) KYM'nin tipi (de Barros Fernandes ve ark., 2016) gibi parametrelerden etkilenmektedir.

İstant ürünler 5000 kat büyütme oranı ile taramalı elektron mikroskobu kullanılarak ilk ve son ay görüntüleri alınmıştır (Şekil 4.4.). Depolama süresince örneklerin fiziksel, fizikokimyasal özelliklerinde olduğu gibi morfolojik özelliklerinde de bariz bir değişim görülmemiştir. Her iki örnek için de hem depolamanın ilk gününde hem de son gününde pürüzsüz ancak yüksek vakumdan dolayı küresel olmayan şekiller elde edilmiştir. Mikroenkapsüle örneklerin partikül çapının son ay ile karşılaştırıldığında arttığını toz örneklerinin ise azaldığı tespit edilmiştir. Gerek depolamanın ilk gününde gerekse son gününde mikroenkapsüle örneklerin partikül boyutlarının daha büyük olduğu saptanmıştır.



Şekil 4. 3. 6 aylık depolama süresince meyan kökü instant çaylarının miyroyapılarında meydana gelen değişim

- a) SÇKM:MD:GA 1:3:0 1. gün b) SÇKM:MD:GA 1:0:0 1. Gün
c) SÇKM:MD:GA 1:3:0 6. ay d) SÇKM:MD:GA 1:0:0 6. Ay

4.2.3.5. Meyan kökü instant çaylarının depolamada duyuşal özellikleri

MKŞ/Ç'lerin içermiş olduğu biyoaktif maddelerden ziyade tüketiciyi en çok ilgilendiren kısmı duyuşal olarak kabul edilip edilmediğidir. Bu yüzden duyuşal olarak kabul gören bir ürün elde etmek çalışmanın ana amaçlarından biridir. MKŞ/Ç üretimi aşamasında farklı formülasyonlarda mikroenkapsüller içeren çaylar/şerbetler üretilmiştir (Çizelge 4.23.).

Duyuşal değerlendirme sonucundan elde edilen verilere göre en iyi puanı 5 g mikroenkapsül 100 mL⁻¹ olan formülasyon almıştır. Belirtilen formülasyon için genel beğeni puanı 8.40 olarak belirlenmiştir. Örneklerdeki konsantrasyon artışına bağılı olarak renk, tat, koku ve genel beğeni puanı da artmıştır. Ancak bu 4 parametre içinde 4 ve 5 g mikroenkapsül 100 mL⁻¹ olan formülasyonlar arasında istatistiksel olarak herhangi bir fark olmadığı saptanmıştır. Daha yüksek konsantrasyonlar denenmiş ancak özellikle ürünün tatında yüksek konsantrasyona bağılı olarak bozulmalar meydana gelmiştir. Ayrıca %5'ten daha yüksek konsantrasyonda instant formdaki ürünlerin çözündülmesi zorlaşmıştır.

Çizelge 4. 23. İstant çay üretimi formülasyonun belirlenmesi için duyu analizi sonuçları¹

Girdiler ²	Parametreler			
	Mikroenkapsüller	Renk	Tat	Koku
1	3.50±0.58 ^c	3.80±0.84 ^c	3.80±0.83 ^c	4.20±0.84 ^c
2	4.67±0.58 ^{bc}	4.80±1.30 ^{bc}	5.20±1.48 ^{bc}	4.80±1.10 ^{bc}
3	5.75±0.50 ^b	6.20±0.84 ^{ab}	6.00±0.70 ^b	6.40±0.89 ^{ab}
4	8.00±1.23 ^a	7.60±0.90 ^a	8.20±0.84 ^a	8.00±1.22 ^a
5	8.40±0.55 ^a	8.00±1.00 ^a	8.00±0.70 ^a	8.40±1.52 ^a

¹Tukey HSD testine göre aynı sütundaki farklı harfler ilgili değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

²Mikroenkapsüller g/100 ml olarak ifade edilmiştir.

Formülasyonu belirlenen örnekler her ay aynı konsantrasyonda mikroenkapsül ve tozlar için sırasıyla 5 g mikroenkapsül ve 1.25 g toz 100 mL⁻¹ olacak şekilde hazırlanmış ve depolama boyunca meydana gelen değişimler incelenmiştir (Çizelge 4.24.)

Çizelge 4. 24. İstant ürünlerin 6 aylık depolama boyunca duyu özelliklerinde meydana gelen değişim

Duyusal özellik ¹	Örnek ²	Günler						
		1	30	60	90	120	150	180
Tatlılık	1:3:0*	7.8±0.7	7.0±1.0	7.2±1.3	7.2±1.1	7.5±1.3	8.1±0.9	8.0±1.0
	1:0:0*	8.2±0.4	8.6±0.5	8.6±0.9	7.8±1.1	7.4±0.9	7.8±0.8	7.8±0.4
Acı (Bitter)	1:3:0*	1.7±0.8	1.6±0.5	2.5±1.3	2.1±0.9	1.8±0.7	1.7±0.6	2.0±1.0
	1:0:0*	5.6±1.1	6.6±0.9	7.2±1.3	6.6±1.3	6.0±1.2	5.8±1.1	5.4±0.9
Metalik tat	1:3:0*	0.7±0.6	0.3±0.6	0.3±0.5	1.3±1.5	1.0±1.0	1.7±0.6	0.7±0.6
	1:0:0*	2.0±0.7	2.0±1.0	1.8±0.8	1.2±0.4	1.4±0.5	1.4±0.5	1.8±0.4
Meyan aroması	1:3:0*	7.9±0.9	7.9±0.7	8.0±0.7	8.0±0.8	7.7±0.5	7.8±0.8	7.3±1.0
	1:0:0*	8.2±0.4	8.6±0.5	9.2±0.4	8.8±0.8	8.2±0.4	8.6±0.9	8.8±0.8
Renk	1:3:0*	9.4±0.9	8.3±0.4	8.6±0.9	7.8±0.8	8.2±0.6	9.0±1.0	9.2±0.8
	1:0:0*	8.8±0.8	7.6±0.5	8.2±1.6	9.2±0.8	8.6±0.5	8.2±0.4	8.8±0.8
Taze olmayan lezzet	1:3:0	-	-	-	-	-	-	-
	1:0:0	-	-	-	-	-	-	-
Olağandışı lezzet	1:3:0	-	-	-	-	-	-	-
	1:0:0	-	-	-	-	-	-	-
Genel beğeni	1:3:0*	7.4±0.9	7.8±0.6	7.8±0.8	8.3±0.7	7.5±0.5	8.5±0.5	8.2±0.6
	1:0:0*	7.6±0.5	7.6±0.9	7.8±1.3	8.0±1.4	6.8±0.8	7.8±0.4	7.8±0.5

¹Duyusal analizler 5 panelistle gerçekleştirilmiştir.

²Suda çözünür kuru madde-maltodekstrin-gam arabik oransal miktarları

^{*}Tukey HSD testine göre aynı sütundaki değerlerin istatistiksel olarak farklı olmadığını göstermektedir (p>0.05)

Püskürtmeli kurutma teknolojisi ile üretilen hem mikroenkapsüle hem de toz haldeki İMKŞ/Ç'lerin 6 aylık depolama boyunca duyu özelliklerini koruduğu tespit edilmiştir. Genel beğeni puanları tüm aylarda 6.8 üzerinde değerler almış ki bu da ürünlerin beğenildiğinin en önemli göstergesidir. Bu sonuçlardan da raf ömrü çok kısa olan MKŞ/Ç'nin püskürtmeli kurutma işlemi ile raf ömrünün arttırılabileceği ve

uzun süre duyusal özelliklerinin korunabileceği anlaşılmıştır. Mikroenkapsüle ve toz ürünlerin içermiş olduğu örnek konsantrasyonları aynı olduğu için genel olarak puanmalarda paralellik göstermiştir. Ancak acı (bitter) tadın tüm aylar toz ürünlerde daha fazla hissedildiği saptanmıştır.



5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu çalışmada, *Glycyrrhiza glabra* ekstraktının instant hale dönüştürülmesi esas amaç olup insant haldeki ürünlerin depolamasında ürünlerin fiziksel, fizikokimyasal, morfolojik ve duyuşsal özelliklerinde meydana gelen değişim araştırılmış ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- Literatür verileri dikkate alınarak *Glycyrrhiza glabra* ekstraksiyonu 60 °C’de 60 dakika gerçekleştirilmiştir.
- Elde edilen ekstraktlar farklı KYM kullanılarak ve kullanılmadan instant forma dönüştürülmüş ve KYM kullanımının nihai ürünün biyoaktif maddesi, raf ömrü, suda çözürlüğü gibi fiziksel ve fizikokimyasal özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır.
- Püskürtmeli kurutma prosesinde KYM kullanılarak üretilen mikroenkapsüle ürünlere ilave edilen KYM miktarını belirlemede elde edilen ekstraktların SÇKM miktarı dikkate alınmıştır.
- SÇKM:KYM 1:3 oranında olacak şekilde Simple Lattice metoduyla deneme tasarımı kurutulmuştur.
- KYM olarak jelatin, MD ve GA kullanılmış ancak jelatinin mikroenkapsüle İMKŞ/Ç üretimi için uygun olmadığı tespit edilmiştir. Bu yüzden deneme tasarımı kurulurken protein orijinli bu materyal dikkate alınmamıştır.
- Deneme tasarımında verim, etkinlik ve carr indeks olmak üzere 3 adet cevap sistemin optimizasyonunda kullanılmış ve sırasıyla %44.95-66.34, %97.25-98.72, 20-35.29 arasında değerler almıştır. KYM olarak GA’nın kullanıldığı örneklerde etkinlik ve carr indeks yüksek bulunurken verim MD kullanılarak üretilen mikroenkapsüllerde daha yüksek olduğu saptanmıştır.
- Optimizasyon işleminde carr indeksin düşük olması istenirken verim ve etkinliğin yüksek olması önem arz etmektedir. Cevap olarak kullanılan bu 3 parametreden farklı KYM’lerin kullanımının etkinlik üzerine istatistiksel olarak herhangi bir etkisinin olmadığı ancak verim ve carr indeksi etkilediği

belirlenmiştir ($p<0.05$). Bu veriler ışığında %100 MD kullanımının mikroenkapsüle meyan kökü üretimi için en uygun nokta ve bu noktadaki “kabul edilebilirlik” değeri 0.909 olduğu tespit edilmiştir.

- Mikroenkapsüle ve toz haldeki instant örnekler 6 aylık depolamaya alınarak fiziksel, fizikokimyasal, morfolojik ve duyuşal değişimleri incelenmiştir. Örnekler depolama süresince genel olarak tüm özelliklerini korumuştur. Toz ürünlerin depolama süresince özelliklerini kaybetmesi beklenmekteydi ancak beklentinin aksine bir durum meydana gelmiştir. Bu da ürünün yapısında doğal olarak var olan polisakkarit ve gamların ekstraktları toza dönüştürme esnasında KYM gibi davrandığından kaynaklandığı düşünölmektedir.
- Folin & Ciocalteu reaktifini kullanılarak yapılan TFMM analizinde depolama süresince mikroenkapsüle ve toz ürünlerin sırasıyla 8.09-9.09, 34.59-39.02 mg gallik asit eşdeğeri/ g örnek arasında olduğu tespit edilmiş ve depolama süresince her iki örneğinde TFMM’de meydana değişimler istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.
- Depolama boyunca mikroenkapsüle ve toz ürünlerin ürünlerin AA’ları sırasıyla 44.78-51.27, 136.13-171.08 mg troloks eşdeğeri antioksidan kapasite/g örnek miktarı arasında olduğu saptanmış ve TFMM’de olduğu gibi değişimler önemsiz bulunmuştur.
- Teorik olarak da hem TFMM hem de AA sonuçları desteklenmektedir. Çünkü bu sonuçlar birim kütle başına ifade edilmiştir. Ayrıca, örneklerin TFMM ile AA’larının paralellik gösterdiği tespit edilmiştir.
- Duyusal analiz sonuçlarına göre 5 (mikrokapsül) ve 1.25 (toz) g 100 ml⁻¹ oranında hazırlanan ürünler en çok beğenilmiş ve depolama süresince örneklerin duyuşal analizleri için bu oranda üretimler gerçekleştirilmiştir.
- Hem mikroenkapsüle hem de toz örnekler depolama boyunca duyuşal özelliklerini koruduğı tespit edilmiştir.
- Toz ürünlerde birim kütleler baz alınarak mikroenkapsüle ürünlerin 4’te 1’i olacak şekilde hazırlanmıştır.

- Mikrobiyal yükü yüksek ve raf ömrü çok kısa olan meyan kökü instant forma dönüştürülerek 6 ay boyunca genel olarak stabilesini koruduğu belirlenmiştir.

5.2. Öneriler

- Farklı çalışmalarda MK gibi mikrobiyal yükü fazla olan materyalde stabiliteyi sağlamak için sıcaklık uygulaması yapılmaktadır. Ancak bu tür proseslerde ürünün biyoaktif madde içeriği de bozulmaktadır. Bu yüzden ısı işlem yerine İMKŞ/Ç üretiminde olduğu gibi benzer prosesler uygulanabilir.
- Çalışmada farklı KYM'lerin İMKŞ/Ç üretimi üzerine etkisi araştırılmıştır. Ancak çalışma bunla sınırlı kalmayıp aşağıda belirtilen farklı parametreler dikkate alınarak deneme tasarımları kurulabilir.
 - KYM'lerin çeşidini artırarak
 - Cihaz sıcaklığı, besleme oranı gibi farklı parametreler değiştirilerek
 - MK ekstraksiyonunda ultrason gibi farklı alternatiflerden yararlanılarak
- MK tüketiminde aroma vermesi amacıyla ekstrakt içerisine karanfil gibi farklı materyaller ilave edilmektedir. Ekstrakt içerisine karanfil türü ürünler ilave edebilir ve bu solüsyon kurutulup instant forma getirilebilir. İlave edilecek materyalin oran olarak optimizasyonu yapılabilir.
- İMKŞ/Ç'lerde oda sıcaklığında 6 aylık depolama boyunca genel olarak bir değişim gözlemlenmemiştir. Bu sıcaklık ve süre arttırılıp oluşabilecek değişimler araştırılabilir.
- Ayrıca elde edilen ürünler sıcak tüketiliyorsa çay; soğuk tüketiliyorsa şerbet olarak adlandırılabilir.

KAYNAKLAR

- ACARTÜRK, R., 2001. Şifalı Bitkiler, Flora Ve Sağlığımız. Orman Genel Müdürlüğü Mensupları Yardımlaşma Vakfı, Ankara, 60s.
- ADHIKARI, B., HOWES, T., BHANDARI, B. R., and TRUONG, V., 2001. Stickiness in Foods: A Review Of Mechanisms And Test Methods. International Journal of Food Properties, 4(1): 1-33.
- ALASALVAR, C., TOPAL, B., SERPEN, A., BAHAR, B., PELVAN, E., and GÖKMEN, V., 2012. Flavor Characteristics Of Seven Grades Of Black Tea Produced in Turkey. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 60(25): 6323-6332.
- ALAŞALVAR, H., 2017. Tıbbi ve Aromatik Nane Türlerinden Buzlu Çay Üretimi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 80s.
- ANANDHARAMAKRISHNAN, C., 2015. Spray Drying Techniques for Food Ingredient Encapsulation. John Wiley & Sons, 294s.
- ARMANINI, D., FIORE, C., MATTERELLO, M.J., BIELENBERG, J., and PALERMO, M., 2002. History of The Endocrine Effects of Licorice. Experimental and Clinical Endocrinology & Diabetes, 110: 1-5.
- ASL, M. N., and HOSSEINZADEH, H., 2008. Review of Pharmacological Effects of *Glycyrrhiza* sp. and Its Bioactive Compounds. Phytotherapy Research, 22(6): 709-724.
- AVALTRONI, F., BOUQUERAND, P. E., and NORMAND V., 2004. Maltodextrin Molecular Weight Distribution Influence on the Glass Transition Temperature and Viscosity in Aqueous Solutions. Carbohydrate Polymers, 58(3): 323-334.
- AYTEMUR, E., 2017. Adaçayı Yağının Püskürtmeli Kurutucu ile Enkapsülasyonuna Taşıyıcı Malzemelerin Etkisi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 50s.
- BAEK, J. Y., LEE, J. M., and LEE, S. C., 2008. Extraction of Nutraceutical Compounds from Licorice Roots with Subcritical Water. Separation and Purification Technology, 63(3): 661-664.
- BAKOWSKA-BARCZAK, A. M., and KOŁODZIEJCZYK, P. P., 2011. Black Currant Polyphenols: Their Storage Stability and Microencapsulation. Industrial Crops and Products, 34(2): 1301-1309.
- BASTIOĞLU, A. Z., Koç, M., Yalçın, B., Ertekin, F. K., and ÖTLEŞ, S., 2017. Storage Characteristics of Microencapsulated Extra Virgin Olive Oil Powder: Physical and Chemical Properties. Journal of Food Measurement and Characterization, 1-17.
- BAŞYİĞİT, B., ve ÇAM, M., 2017a. Püskürtmeli Kurutucu ile Nane (*Mentha piperita* ve *Mentha spicata*) Esansiyel Yağı Mikroenkapsülasyonu. Harran Tarım ve Gıda, 21(1): 24-34.
- BAŞYİĞİT, B., ve ÇAM, M., 2017b. Püskürtmeli Kurutucu İle Mikroenkapsüle Edilmiş Nane (*Mentha Piperita* ve *Mentha Spicata*) Esansiyel Yağının Salınım Profili. GIDA/The Journal of FOOD, 42(2): 186-196.
- BAYTOP, T. 1999. Türkçe Bitki Adları Sözlüğü. Türk Dil Kurumu Yayınları, Ankara, 578s.

- BERNSTEIN, A., and NOREÑA, C. P. Z., 2015. Encapsulation of Red Cabbage (*Brassica oleracea* L. var. capitata L. f. rubra) Anthocyanins by Spray Drying using Different Encapsulating Agents. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 58(6): 944-952.
- BHANDARI, B. R., DATTA, N., CROOKS, R., HOWES, T., and RIGBY, S., 1997. A Semi-Empirical Approach to Optimise The Quantity of Drying Aids Required to Spray Dry Sugar-Rich Foods. *Drying Technology*, 15(10): 2509-2525.
- BICUDO, M. O. P., JÓ, J., OLIVEIRA, G. A. D., CHAIMSOHN, F. P., SIERAKOWSKI, M. R., FREITAS, R. A. D., & RIBANI, R. H., 2015. Microencapsulation of Juçara (*Euterpe edulis* M.) Pulp by Spray Drying Using Different Carriers and Drying Temperatures. *Drying Technology*, 33(2): 153-161.
- BLUMENTHAL, M., GOLDBERG, A., BRINCKMANN, J., and FOSTER, S., 2000. *Herbal Medicine—Expanded Commission E Monographs*. American Botanical Council, Austin, TX, pp. 233–239.
- BOTREL, D. A., BORGES, S. V., FERNANDES, R. V. D. B., and LOURENÇO DO CARMO, E., 2014b. Optimization of Fish Oil Spray Drying Using A Protein: Inulin System. *Drying Technology*, 32(3): 279-290.
- BOTREL, D.A., FERNANDES, R.V.B., BORGES, S.V., YOSHIDA, M.I., 2014a. Influence of Wall Matrix Systems on The Properties of Spray-Dried Microparticles Containing Fish Oil. *Food Research International*, 62: 344-352.
- BRADLEY, P.R. (Ed.), 1992. *British Herbal Compendium*, vol. 1. British Herbal Association, Bournemouth, pp. 145–148.
- BUSCH, V. M., PEREYRA-GONZALEZ, A., ŠEGATOIN, N., SANTAGAPITA, P. R., ULRIH, N. P., and BUERA, M. P., 2017. Propolis Encapsulation by Spray Drying: Characterization and Stability. *LWT-Food Science and Technology*, 75: 227-235.
- CAN KARACA, A., GUZEL, O., and AK, M. M., 2016. Effects of Processing Conditions and formulation on Spray Drying of Sour Cherry Juice Concentrate. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(2): 449-455.
- CANO-CHAUCA, M., STRINGHETA, P.C., RAMOS, A.M., and CAL-VIDAL, J., 2005. Effect of Carriers on the Microstructure of Mango Powder Obtained by Spray Drying and Its Functional Characterization. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 6: 420-428.
- CEMEROGLU, B., 2010. *Gıda Analizleri*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Ankara, 674s.
- CHANDLER, R.F., 1985. Licorice, more than just a flavor. *Canadian Pharmaceutical Journal*, 118(9): 421–424.
- CHARPE, T. W., and RATHOD, V. K., 2012. Extraction of Glycyrrhizic Acid from Licorice Root Using Ultrasound: Process Intensification Studies. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 54: 37-41.
- CHOI, E. M., 2005. The Licorice Root Derived Isoflavan Glabridin Increases The Function of Osteoblastic MC3T3-E1 cells. *Biochemical Pharmacology*, 70(3): 363-368.
- CHOI, S. H., KIM, Y. W., and KIM, S. G., 2010. AMPK-Mediated GSK3 β Inhibition by Isoliquiritigenin Contributes to Protecting Mitochondria Against

- Iron-Catalyzed Oxidative Stress. *Biochemical Pharmacology*, 79(9): 1352-1362.
- CHONG, S. Y., and Wong, C. W., 2015. Production of Spray Dried Sapodilla (*Manilkara zapota*) Powder from Enzyme Aided Liquefied Puree. *Journal of food processing and preservation*, 39(6): 2604-2611.
- CHOPRA, R.N., CHOPRA, I.C., HANDA, K.L., and KAPUR, L.D., 1958. *Indigenous Drugs of India*. Dhur & Sons Private Ltd., Calcutta, 183s.
- CHRISTENSEN, K.L., PEDERSEN, G.P., and KISTENSEN, H.G., 2001. Preparation of Redispersible Dry Emulsions by Spray Drying. *International Journal of Pharmaceutics*. 212: 187-194.
- COIFFARD, C. A., COIFFARD, L. J., PEIGNE, F. M., and DE ROECK-HOLTZHAUER, Y. M., 1998. Monoammonium Glycyrrhizinate Stability in Aqueous Buffer Solutions. *Journal Of The Science Of Food And Agriculture*, 77(4): 566-570.
- COMUNIAN, T. A., THOMAZINI, M., ALVES, A. J. G., DE MATOS JUNIOR, F. E., DE CARVALHO BALIEIRO, J. C., and FAVARO-TRINDADE, C. S., 2013. Microencapsulation of Ascorbic Acid by Complex Coacervation: Protection and Controlled Release. *Food Research International*, 52(1): 373-379.
- COOK, M. K., 1973. Makes Natural Sweeteners More Versatile. *Food Engineering*, 45(5): 145.
- COUTO, R. O., ARAÚJO, R. R., TACON, L. A., CONCEIÇÃO, E. C., BARA, M. T. F., PAULA, J. R., and FREITAS, L. A. P., 2011. Development of A Phytopharmaceutical Intermediate Product Via Spray Drying. *Drying Technology*, 29(6): 709-718.
- CYNTHIA, S. J., BOSCO, J. D., and BHOL, S., 2015. Physical and Structural Properties of Spray Dried Tamarind (*Tamarindus indica* L.) Pulp Extract Powder with Encapsulating Hydrocolloids. *International Journal of Food Properties*, 18(8): 1793-1800.
- ÇAM, M., and İÇYER, N. C. (2015). Phenolics of Pomegranate Peels: Extraction Optimization by Central Composite Design and Alpha Glucosidase İnhibition Potentials. *Journal of Food Science and Technology*, 52(3): 1489-1497.
- ÇAM, M., HİŞİL, Y., and DURMAZ, G., 2009. Classification of Eight Pomegranate Juices Based on Antioxidant Capacity Measured by Four Methods. *Food Chemistry*, 112(3): 721-726.
- ÇAM, M., İÇYER, N. C., and ERDOĞAN, F., 2014. Pomegranate Peel Phenolics: Microencapsulation, Storage Stability and Potential Ingredient for Functional Food Development. *LWT - Food Science and Technology*, 55(1): 117-123.
- ÇINAR, I., 2012. Sıcaklık ve Sürenin Meyan Kökü (*Glycyrrhiza glabra* L.) Ekstraksiyonuna Etkisi ve Ekstraksiyon Kinetiğinin Modellenmesi. *Electronic Journal of Food Technologies*, 7(2): 21-30.
- DAI, J., ORSAT, V., VIJAYA RAGHAVAN, G. S., and YAYLAYAN, V., 2010. Investigation of Various Factors for the Extraction of Peppermint (*Mentha piperita* L.) leaves. *Journal of Food Engineering*, 96(4): 540-543.
- DAO, T. T., NGUYEN, P. H., LEE, H. S., KIM, E., PARK, J., LIM, S. I., and OH, W. K., 2011. Chalcones as Novel İnfluenza A (H1N1) Neuraminidase İnhibitors from *Glycyrrhiza inflata*. *Bioorganic & medicinal chemistry letters*, 21(1): 294-298.

- DAS, D., and LANGRISH, T. A., 2012. Combined Crystallization and Drying in a Pilot-Scale Spray Dryer. *Drying Technology*, 30(9): 998-1007.
- DE BARROS FERNANDES, R. V., BOTREL, D. A., SILVA, E. K., BORGES, S. V., DE OLIVEIRA, C. R., YOSHIDA, M. I., and DE PAULA, R. C. M., 2016. Cashew Gum and Inulin: New Alternative for Ginger Essential Oil Microencapsulation. *Carbohydrate Polymers*, 153: 133-142.
- DEHPOUR, A. R., ZOLFAGHARI, M. E., SAMADIAN, T., KOBARFARD, F., FAIZI, M., and ASSARI, M., 1995. Antiulcer Activities of Liquorice and Its Derivatives in Experimental Gastric Lesion Induced by İbuprofen in Rats. *International Journal of Pharmaceutics*, 119(2): 133-138.
- DELAMARE, A. P. L., MOSCHEN-PISTORELLO, I. T., ARTICO, L., ATTISERAFINI, L., and ECHEVERRIGARAY, S. 2007. Antibacterial Activity of the Essential Oils of *Salvia Officinalis* L. and *Salvia Triloba* L. Cultivated in South Brazil. *Food Chemistry*, 100(2): 603-608.
- DESAI, K.G.H., and PARK, H.Y., 2005. Recent Developments in Microencapsulation of Food Ingredients. *Drying Technology*, 23:1361–1394.
- DEWICK, P.M., 1997. Medicinal Natural Products. A Biosynthetic Approach. John Wiley and Sons, New York, p. 203–204.
- DİNÇ, M., ASLAN, D., İÇYER, N. C., and ÇAM, M., 2012. Gilaburu Suyunun Mikroenkapsülasyonu. *Electronic Journal of Food Technologies*, 7(2): 1-11.
- DİRİCAN S., 2016. Diyarbakır Yöresinde Doğal Olarak Yetişen Meyan Kökü (*Glycyrrhiza Glabra*) Bitkisinde Bazı Eser Elementlerin Spektroskopik Yöntemlerle Tayini. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 70s.
- DUANGMAL, K., SAICHEUA, B., SUEEPRASAN, S. 2008. Colour Evaluation of Freeze-Dried Roselle Extract as a Natural Food Colorant in a Model System of a Drink. *Lwt-Food Science and Technology*, 41 (8): 1437-1445.
- EICHLER, K., 2003. Trend in the European Encapsulation Market. *Food Marketing and Technology*, 17: 42-44.
- ERSUS, S., and YURDAGEL, U., 2007. Microencapsulation of Anthocyanin Pigments of Black Carrot (*Daucus carota* L.) by Spray Drier. *Journal of Food Engineering*, 80(3): 805-812.
- ESTEVINHO, B.N., ROCHA, F., SANTOS, L. and ALVES, A., 2013. Microencapsulation with Chitosan Spray Drying for Industry Applications – A review. *Trends in Food Science and Technology*, 31: 138–155.
- FÄLDT, P., and BERGENSTÄHL, B., 1996. Spray-dried Whey Protein/Lactose/Soybean Oil Emulsions. 2. Redispersability, Wettability and Particle Structure. *Food Hydrocolloids*, 10(4): 431-439.
- FAZAELI, M., EMAM-DJOMEH, Z., and YARMAND, M. S., 2016. Influence of Black Mulberry Juice Addition and Spray Drying Conditions on Some Physical Properties of Ice Cream Powder. *International Journal of Food Engineering*, 12(3): 277-285.
- FECKA, I., and TUREK, S., 2007. Determination of Water-Soluble Polyphenolic Compounds in Commercial Herbal Teas from *Lamiaceae*: Peppermint, Melissa and Sage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(26): 10908-10917.
- FELLOWS, P.J., 2000. *Food Processing Technology: Principles and Practice*. Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC.

- FENERCIOGLU H., ve BARAN A., 1991. Meyan Kökünden Elde Edilen Ekstraktların Özelliklerinin Belirlenmesi ve Dayandırılması Üzerine Bir Araştırma. *Gıda*, 16(6): 391-396.
- FENWICK, G. R., LUTOMSKI, J., and NIEMAN, C., 1990. Liquorice, *Glycyrrhiza glabra* L.—Composition, uses and analysis. *Food chemistry*, 38(2): 119-143.
- FERNANDES, L. P., CANDIDO, R. C., and OLIVEIRA, W. P., 2012. Spray Drying Microencapsulation of Lippia Sidoides Extracts in Carbohydrate Blends. *Food and Bioproducts Processing*, 90(3): 425-432.
- FERNANDES, R. V. D. B., BORGES, S. V., and BOTREL, D. A., 2013. Influence of Spray Drying Operating Conditions on microencapsulated Rosemary Essential Oil Properties. *Food Science and Technology (Campinas)*, 33: 171-178.
- FIGLIORE, C., CALÒ, L. A., RAGAZZI, E., BIELENBERG, J., and ARMANINI, D., 2004. Licorice from Antiquity to the End of the 19th Century: Applications in Medical Therapy. *Journal of Nephrology*, 17(2): 337-341.
- FIGLIORE, C., EISENHUT, M., KRAUSSE, R., RAGAZZI, E., PELLATI, D., ARMANINI, D., and BIELENBERG, J., 2008. Antiviral Effects of *Glycyrrhiza* Species. *Phytotherapy research*, 22(2): 141-148.
- FIGLIORE, C., EISENHUT, M., RAGAZZI, E., ZANCHIN, G., and ARMANINI, D., 2005. A History of the Therapeutic Use of Liquorice in Europe. *Journal of Ethnopharmacology J. Ethnopharmacol*, 99(3): 317-324.
- FRANCISCO, M. L. D., and RESURRECCION, A. V. A., 2012. Antioxidant Capacity and Sensory Profiles of Peanut Skin Infusions. *LWT - Food Science and Technology*, 47(1): 189-198.
- FRASCARELI, E. C., SILVA, V. M., TONON, R. V., and HUBINGER, M. D., 2012. Effect of Process Conditions on the Microencapsulation of Coffee Oil by Spray Drying. *Food and Bioproducts Processing*, 90(3): 413-424.
- FREUDIG, B., HOGEKAMP, S., and SCHUBERT, H., 1999. Dispersion of Powders in Liquids in A Stirred Vessel. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 38(4): 525-532.
- FUHRMAN, B., BUCH, S., VAYA, J., BELINKY, P. A., COLEMAN, R., HAYEK, T., and AVIRAM, M., 1997. Licorice Extract and Its Major Polyphenol Glabridin Protect Low-Density Lipoprotein against Lipid Peroxidation: In Vitro and Ex Vivo Studies in Humans and in Atherosclerotic Apolipoprotein E-Deficient Mice. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 66(2): 267-275.
- FUHRMAN, B., VOLKOVA, N., KAPLAN, M., PRESSER, D., ATTIAS, J., HAYEK, T., and AVIRAM, M., 2002. Antiatherosclerotic Effects of Licorice Extract Supplementation on Hypercholesterolemic Patients: Increased Resistance of LDL to Atherogenic Modifications, Reduced Plasma Lipid Levels, and Decreased Systolic Blood Pressure. *Nutrition*, 18(3): 268-273.
- FUJITA, H., SAKURAI, T., and YOSHIDA, M., 1980. Antiinflammatory Effect of Glycyrrhizinic Acid. Effects of Glycyrrhizinic Acid against Carrageenin-induced Edema, UV-Erythema and Skin Reaction Sensitized with DNCB. *Pharmacometrics*, 19: 481-484.
- FUKAI, T., SATOH, K., NOMURA, T., and SAKAGAMI, H., 2003. Preliminary Evaluation of Antinephritis and Radical Scavenging Activities of Glabridin from *Glycyrrhiza glabra*. *Fitoterapia*, 74(7): 624-629.

- FURUSAWA, J. I., FUNAKOSHI-TAGO, M., MASHINO, T., TAGO, K., INOUE, H., SONODA, Y., and KASAHARA, T., 2009. Glycyrrhiza Inflata-Derived Chalcones, Licochalcone A, Licochalcone B and Licochalcone D, Inhibit Phosphorylation of NF- κ B p65 in LPS Signaling Pathway. *International immunopharmacology*, 9(4): 499-507.
- GAIANI, C., SCHER, J., EHRHARDT, J. J., LINDER, M., SCHUCK, P., DESOBRY, S., and BANON, S., 2007. Relationships between Dairy Powder Surface Composition and Wetting Properties During Storage: Importance of Residual Lipids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(16): 6561-6567.
- GAROFULIĆ, I. E., ZORIĆ, Z., PEDISIĆ, S., and DRAGOVIĆ-UZELAC, V., 2017. Retention of Polyphenols in Encapsulated Sour Cherry Juice in Dependence of Drying Temperature and Wall Material. *LWT-Food Science and Technology*, 83: 110-117.
- GIBBS, B.F., KERMASHA, S., INTEZ, A., and MULLIGAN, N., 1999. Encapsulation in the Food Industry: A review. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 50: 13-224.
- GOUIN, S. 2004. Microencapsulation: Industrial Appraisal of Existing Technologies and Trends. *Trends in Food Science & Technology*, 15: 330-347.
- GRAY, D. A., BOWEN, S. E., FARHAT, I., and HILL, S. E., 2008. Lipid Oxidation in Glassy and Rubbery-State Starch Extrudates. *Food Chemistry*, 106(1): 227-234.
- GREAY, S. J., and HAMMER, K. A., 2015. Recent developments in the bioactivity of mono- and diterpenes: anticancer and antimicrobial activity. *Phytochemistry reviews*, 14(1): 1-6.
- GUO, Z., NIU, X., XIAO, T., LU, J., LI, W., and ZHAO, Y., 2015. Chemical Profile and Inhibition of α -Glycosidase and Protein Tyrosine Phosphatase 1B (PTP1B) Activities by Flavonoids from Licorice *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. *Journal of Functional Foods*, 14: 324–336.
- GUPTA, V. K., FATIMA, A., FARIDI, U., NEGI, A. S., SHANKER, K., KUMAR, J. K., and DAROKAR, M. P., 2008. Antimicrobial Potential of *Glycyrrhiza glabra* roots. *Journal of Ethnopharmacology*, 116(2): 377-380.
- GUTIERREZ, F., and FERNANDEZ, J. L., 2002. Determinant Parameters and Components in the Storage of Virgin Olive Oil. Prediction of Storage Time Beyond Which the Oil is No Longer Of “Extra” Quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(3): 571-577.
- HALDER, R.M., and RICHARDS, G.M., 2004. Topical Agents Used in the Management of Hyperpigmentation. *Skin Therapy Letter*, 9: 1–3.
- HARAGUCHI, H., ISHIKAWA, H., MIZUTANI, K., TAMURA, Y., and KINOSHITA, T., 1998b. Antioxidative and Superoxide Scavenging Activities of Retrochalcones in *Glycyrrhiza inflata*. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 6(3): 339-347.
- HARAGUCHI, H., TANIMOTO, K., TAMURA, Y., MIZUTANI, K., and KINOSHITA, T. (1998a). Mode of Antibacterial Action of Retrochalcones from *Glycyrrhiza inflata*. *Phytochemistry*, 48(1): 125-129.
- HATANO, T., SHINTANI, Y., AGA, Y., SHIOTA, S., TSUCHIYA, T., and YOSHIDA, T., 2000. Phenolic Constituents of Licorice. VIII. Structures of Glicophenone and Glicoisoflavanone and Effects of Licorice Phenolics on

- Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*. Chemical and Pharmaceutical Bulletin, 48(9): 1286-1292.
- HAYOĞLU, İ., ÇELİK, S., ve TURKOĞLU, H., 2010. Güneydoğunun Vazgeçilmezi: Meyan Şerbeti. 1. Uluslararası Adriyatik'ten Kafkaslar'a Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 15-17 Nisan 2010 Tekirdağ/Türkiye, 1037-1038.
- HO, L. P., PHAM, A. H., ve LE, V. V. M., 2015. Effects of Core/Wall Ratio and Inlet Temperature on the Retention of Antioxidant Compounds during the Spray Drying of Sim (*Rhodomyrtus tomentosa*) juice. Journal of Food Processing and Preservation, 39(6): 2088-2095.
- HU, L., ZHANG, J., HU, Q., GAO, N., WANG, S., SUN, Y., and YANG, X., 2016. Microencapsulation of *Brucea javanica* oil: Characterization, Stability and Optimization of Spray Drying Conditions. Journal of Drug Delivery Science and Technology, 36: 46-54.
- HUANG, K. H., and WAN, C., 1959. Use of Liquid Extract of Liquorice for Pulmonary Tuberculosis. [Shandong yi kan][Shantung medical publication], 21: 17.
- ICYER, N. C., TOKER, O. S., KARASU, S., TORNUK, F., KAHYAOGU, T., and ARICI, M., 2017. Microencapsulation of Fig Seed Oil Rich in Polyunsaturated Fatty Acids by Spray Drying. Journal of Food Measurement and Characterization, 11(1): 50-57.
- IBANOGLU, E., and IBANOGLU, S., 2000. Foaming Behaviour of Liquorice (*Glycyrrhiza glabra*) Extract. Food chemistry, 70(3): 333-336.
- ISBRUCKER, R. A., and BURDOCK, G. A., 2006. Risk and Safety Assessment on the Consumption of Licorice Root (*Glycyrrhiza* sp.), Its Extract and Powder as a Food Ingredient, with Emphasis on the Pharmacology and Toxicology of *Glycyrrhizin*. Regulatory Toxicology and Pharmacology, 46(3): 167-192.
- İÇYER, N.C., 2012. Nar Kabuğu Fenolik Bileşiklerinin Su ile Ekstraksiyonu ve Ekstraktların Mikroenkapsülasyonu. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 90s.
- JANG, S., LEE, A. Y., LEE, A. R., CHOI, G., and KIM, H. K., 2017. Optimization of Ultrasound-Assisted Extraction of Glycyrrhizic Acid from Licorice Using Response Surface Methodology. Integrative Medicine Research, Article in Press.
- JINAPONG, N., SUPHANTHARİKA, M., and JAMNONG, P., 2008. Production of Instant Soymilk Powders by ultrafiltration, Spray Drying And Fluidized Bed Agglomeration. Journal of Food Engineering, 84(2): 194-205.
- KARAASLAN, İ. 2010. Spray Drying of Liquorice *Glycyrrhiza glabra* Extract. Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep, 73s.
- KARIM, F. T., GHAFOR, K., FERDOSH, S., AL-JUHAIMI, F., ALİ, E., YUNUS, K. B., and SARKER, M. Z. I., 2017. Microencapsulation of Fish Oil Using Supercritical Antisolvent Process. Journal of Food and Drug Analysis, 25(3): 654-666.
- KARTHIK, P., and ANANDHARAMAKRISHNAN, C., 2013. Microencapsulation of Docosahexanoic Acid by Spray, Freeze Drying Method and Comparison of Its Stability with Spray Drying and Freeze Drying Methods. Food and Bioprocess Technology, 6(10): 2780–2790.

- KASAPOĞLU, C., 2015. Püskürtmeli Kurutucu ile Çözünür İhlamur Çayı Üretimi, İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 74.
- KESHANI, S., DAUD, W.R.W., NOUROUZI, M.M., NAMVAR, F., GHASEMI, M., 2015. Spray Drying: An Overview on Wall Deposition, Process and Modeling. *Journal of Food Engineering*, 146: 152162.
- KISO, Y., TOHKIN, M., HIKINO, H., HATTORI, M., SAKAMOTO, T., and NAMBA, T., 1984. Mechanism of Antihepatotoxic Activity of Glycyrrhizin, I: Effect on Free Radical Generation and Lipid Peroxidation. *Planta Medica*, 50(04): 298-302.
- KOCH, I. S., MULLER, M., JOUBERT, E., VAN DER RIJST, M., and NÆS, T. (2012). Sensory Characterization of Rooibos Tea and The Development of A Rooibos Sensory Wheel and Lexicon. *Food Research International*, 46(1): 217-228.
- KOÇ, M., GUNGOR, O., ZUNGUR, A., YALCIN, B., SELEK, I., ERTEKIN, F. K., and OTLES, S., 2015. Microencapsulation of Extra Virgin Olive Oil by Spray Drying: Effect of Wall Materials Composition, Process Conditions, And Emulsification Method. *Food and Bioprocess technology*, 8(2): 301-318.
- KUTLU, Z. 2013. Meyan kökü (*Glycyrrhiza glabra*) ve Karanfil (*syzygium aromaticum*) baharatlarından Elde Edilen Ekstraktların İnvitro Antioksidan Özelliklerinin Araştırılması. Atatürk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 81s.
- LAOKULDILOK, T., and KANHA, N., 2015. Effects of Processing Conditions on Powder Properties of Black Glutinous Rice (*Oryza Sativa L.*) Bran Anthocyanins Produced by Spray Drying and Freeze Drying. *LWT-Food Science and Technology*, 64(1): 405-411.
- LEE, J. S., and LEE, J. P., 2003. Review of Advances in Biological CO₂ Mitigation Technology. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 8: 354-359.
- LEE, S. W., KIM, M. H., and KIM, C. K., 1999. Encapsulation of Ethanol by Spray Drying Technique: Effects of Sodium Lauryl Sulfate. *International Journal of Pharmaceutics*, 187(2): 193-198.
- LIU, J.M., WANG, Q.L., YAO, T.W., and YANG, B.C., 2014. Research on Distribution and Dosage of Liquorice. *Chin. Arch. Tradit. Chin. Med.*, 32: 3021–3024.
- LOKSUWAN, J. (2007). Characteristics of Microencapsulated β -Carotene Formed by Spray Drying with Modified Tapioca Starch, Native Tapioca Starch and Maltodextrin. *Food hydrocolloids*, 21(5): 928-935.
- MAA, Y. F., NGUYEN, P. A., and YA, J. D., DASOVICH, N., SWEENEY, T. D., SHIRE, S. J., and HSU, C. C., 1998. Effect of Spray Drying and Subsequent Processing Conditions on Residual Moisture Content and Physical/Biochemical Stability of Protein Inhalation Powders. *Pharmaceutical research*, 15(5): 768-775.
- MADENE, A., JACQUOT, M., SCHER, J., and DESOBRY, S., 2006. Flavour encapsulation and controlled release—a review. *International journal of food science & technology*, 41(1): 1-21.
- MARDLIYATI, E., and KASWATI, N. M. N., 2015. Encapsulation of Gluten. *Procedia Chemistry*, 16: 457-464.

- MARTÍNEZ-BALLESTA, M. C., DOMINGUEZ-PERLES, R., MORENO, D. A., MURIES, B., ALCARAZ-LÓPEZ, C., BASTÍAS, E., and CARVAJAL, M., 2010. Minerals in Plant Food: Effect of Agricultural Practices and Role in Human Health. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 30(2): 295-309.
- MATSUMOTO, Y., MATSUURA, T., AOYAGI, H., MATSUDA, M., HMWE, S. S., DATE, T., and WAKE, K., 2013. Antiviral Activity of Glycyrrhizin against Hepatitis C Virus in Vitro. *PLoS One*, 8(7): e68992.
- MEDINA-TORRES, L., SANTIAGO-ADAME, R., CALDERAS, F., GALLEGOS-INFANTE, J. A., GONZÁLEZ-LAREDO, R. F., ROCHA-GUZMÁN, N. E., and MANERO, O., 2016. Microencapsulation by Spray Drying of Laurel Infusions (*Litsea glaucescens*) with Maltodextrin. *Industrial Crops and Products*, 90: 1-8.
- MÉNDEZ, A. I., and FALQUÉ, E., 2007. Effect of Storage Time and Container Type on The Quality of Extra-Virgin Olive Oil. *Food control*, 18(5): 521-529.
- MESTRY, A. P., MUJUMDAR, A. S., and THORAT, B. N., 2011. Optimization of Spray Drying of An Innovative Functional Food: Fermented Mixed Juice of Carrot and Watermelon. *Drying Technology*, 29(10): 1121-1131.
- MOGHADDAM, A. D., PERO, M., and ASKARI, G. R., 2017. Optimizing Spray Drying Conditions of Sour Cherry Juice Based on Physicochemical Properties, Using Response Surface Methodology (RSM). *Journal of Food Science and Technology*, 54(1): 174-184.
- MOREAU, D.L., and ROSENBERG, M., 1996. Oxidative Stability of Anhydrous Microencapsulated Whey Proteins. *Journal of Food Science*, 61: 39-43.
- NAKAGAWA, K., HIDAKA, T., KITANO, M., ASAKURA, M., KAMIGAITO, T., NOGUCHI, T., and HOSOE, K., 2008b. Genotoxicity Studies on Licorice Flavonoid Oil (LFO). *Food and Chemical Toxicology*, 46: 2525–2532.
- NAKAGAWA, K., KITANO, M., KISHIDA, H., HIDAKA, T., NABAE, K., KAWABE, M., and HOSOE, K., 2008a. 90-Day Repeated-Dose Toxicity Study of Licorice Flavonoid Oil (LFO) in Rats. *Food and Chemical Toxicology*, 46: 2349–2357.
- NIKMARAN, N., ROOHINEJAD, S., HASHEMI, S., KOUBAA, M., BARBA, F. J., ABBASPOURRAD, A., and GREINER, R., 2017. Emulsion-Based Systems for Fabrication of Electrospun Nanofibers: Food, Pharmaceutical and Biomedical Applications. *RSC Advances*, 7: 28951-28964.
- NOMURA, T., FUKAI, T., and AKIYAMA, T. 2002. Chemistry of Phenolic Compounds of Licorice *Glycyrrhiza* Species and Their Estrogenic and Cytotoxic Activities. *Pure and Applied Chemistry*, 74(7): 1199-1206.
- OBEROI, D. P. S., and SOGI, D. S., 2015. Effect of Drying Methods and Maltodextrin Concentration on Pigment Content of Watermelon Juice Powder. *Journal of Food Engineering*, 165: 172-178.
- OHYASHIKI, T., OHTSUKA, T., and MOHRI, T. (1986). A Change in the Lipid Fluidity of the Porcine Intestinal Brush-Border Membranes by Lipid Peroxidation. Studies Using Pyrene and Fluorescent Stearic Acid Derivatives. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Biomembranes*, 861: 311-318.
- OLUKOGA, A., and DONALDSON, D., 1998. Historical Perspectives on Health The History of Licorice: The Plant, Its Extract, Cultivation,

- Commercialisation and Etymology. The Journal of the Royal Society for the Promotion of Health, 118(5): 300-304.
- PAOLINI, M., BARILLARI, J., BROCCOLI, M., POZZETTI, L., PEROCCO, P., and CANTELLI-FORTI, G., 1999. Effect of Liquorice and Glycyrrhizin on Rat Liver Carcinogen Metabolizing Enzymes. Cancer letters, 145(1): 35-42.
- PAPADAKIS, S. E., GARDELI, C., and TZIA, C. (2006). Spray Drying of Raisin Juice Concentrate. Drying Technology, 24(2): 173-180.
- PATIL, V., CHAUHAN, A. K., and SINGH, R. P., 2014. Optimization of the Spray-Drying Process for Developing Guava Powder Using Response Surface Methodology. Powder Technology, 253: 230-236.
- PIETTA, P., SIMONETTI, P., and MAURI, P., 1998. Antioxidant Activity of Selected Medicinal Plants. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46(11): 4487-4490.
- QUEK, S. Y., CHOK, N. K., and SWEDLUND, P., 2007. The Physicochemical Properties Of Spray-Dried Watermelon Powders. Chemical Engineering and Processing: Process Intensification, 46(5): 386-392.
- QUISPE-CONDORI, S., SALDAÑA, M. D., and TEMELI, F., 2011. Microencapsulation of Flax Oil with Zein Using Spray and Freeze Drying. LWT-Food Science and Technology, 44(9): 1880-1887.
- RAJAM, R., KARTHIK, P., PARTHASARATHI, S., JOSEPH, G.S., and ANANDHARAMAKRISHNAN, C., 2012. Effect of Whey Protein – Alginate Wall Systems on Survival of Microencapsulated *Lactobacillus Plantarum* in Simulated Gastrointestinal Conditions. Journal of Functional Foods 4(4): 891–898.
- RASUL, A., MILLIMOUNO, F. M., ALI ELTAYB, W., ALI, M., LI, J., and LI, X., 2013. Pinocembrin: A Novel Natural Compound with Versatile Pharmacological and Biological Activities. Biomed Research International, 2013: 1-9.
- RE, R., PELLEGRINI, N., PROTEGGENTE, A., PANNALA, A., YANG, M., and RICE-EVANS, C., 1999. Antioxidant Activity Applying an Improved ABTS Radical Cation Decolorization Assay. Free Radical Biology and Medicine, 26(9-10): 1231-1237.
- RE', M.I., 1998. Microencapsulation by Spray Drying. Drying Technology, 16: 1195-1236.
- REINECCIUS, G.A., 2004. The spray drying of food flavors. Drying Technology, 22: 1289-1324.
- RENJIE, L., 2008. Optimization of Extraction Process of *Glycyrrhiza Glabra* Polysaccharides by Response Surface Methodology. Carbohydrate Polymers, 74(4): 858-861.
- ROSENBERG, M., and SHEU, T.Y., 1996. Microencapsulation of Volatiles by spray Drying in Whey Protein Based Wall Systems. International Dairy Journal, 6: 273–284.
- ROSS, I.A., 2001. Glycyrrhiza glabra. Medicinal Plants of the World. Chemical Constituents, Traditional and Modern Medicinal Uses, vol. 2. Humana Press, Totowa, NJ, pp. 191–240.
- SAEEDI, M., MORTEZA-SEMNANI, K., GHOREISHI, M.R., 2003. The Treatment of Atopic Dermatitis with Licorice Gel. Journal of Dermatology Treatment, 14: 153–157.

- SAÉNZ, C., TAPIA, S., CHÁVEZ, J., and ROBERT, P., 2009. Microencapsulation by Spray Drying of Bioactive Compounds from Cactus Pear (*Opuntia ficus-indica*). *Food Chemistry*, 114(2): 616-622.
- SAGIS, L. M., (Ed.). 2015. *Microencapsulation and Microspheres for Food Applications*. Academic Press, USA, 435s.
- SAMUELSSON, G., 1992. *Drugs of Natural Origin. A Textbook of Pharmacognosy*. Swedish Pharmaceutical Press, Stockholm, pp. 169–170.
- SANCHEZ-REINOSO, Z., OSORIO, C., and HERRERA, A., 2017. Effect of microencapsulation by spray drying on cocoa aroma compounds and physicochemical characterisation of microencapsulates. *Powder Technology*, 318: 110-119.
- SANGUANSRI, L., and ANN AUGUSTIN, M., 2010. *Microencapsulation in Functional Food Product Development*. *Functional Food Product Development*, 1-23.
- SANTANA, A. A., MARTIN, L. G. P., DE OLIVEIRA, R. A., KUROZAWA, L. E., and PARK, K. J., 2017. Spray Drying of Babassu Coconut Milk Using Different Carrier Agents. *Drying Technology*, 35(1): 76-87.
- SCIENTIFIC COMMITTEE on FOOD, EUROPEAN COMMISSION., 2003. Opinion of the Scientific Committee on Food on Glycyrrhizic Acid and Its Ammonium Salt (opinion expressed on 4 April 2003), <http://www.ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out186_en.pdf> (accessed January 2011).
- SEO, J. Y., LEE, Y. S., KIM, H. J., LIM, S. S., LIM, J. S., LEE, I. A., and KIM, J. S., 2010. Dehydroglyasperin C Isolated from Licorice Caused Nrf2-Mediated Induction of Detoxifying Enzymes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(3): 1603-1608.
- SERPEN, A., PELVAN, E., ALASALVAR, C., MOGOL, B. A., YAVUZ, H. T., GOKMEN, V., and ÖZÇELİK, B., 2012. Nutritional and Functional Characteristics of Seven Grades of Black Tea Produced in Turkey. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(31): 7682-7689.
- SHABKHIZ, M. A., EIKANI, M. H., SADR, Z. B., and GOLMOHAMMAD, F., 2016. Superheated Water Extraction of Glycyrrhizic Acid from Licorice Root. *Food Chemistry*, 210: 396-401.
- SHAHIDI, F., and HAN, X.Q., 1993. Encapsulation of Food Ingredients. *Critical reviews in Food Science and Nutrition*, 33: 501-547.
- SIMMLER, C., PAULI, G. F., and CHEN, S. N., 2013. Phytochemistry and Biological Properties of Glabridin. *Fitoterapia*, 90: 160-184.
- SINGH, H., and NEWSTEAD, D. F., 1992. Aspects of Proteins in Milk Powder Manufacture. *Advanced Dairy Chemistry*, 1: 735-765.
- SINGLETON, V.L., ORTHOFER, R., and LAMUELA-RAVENTÓS, R.M., 1999. Analysis of Total Phenols and Other Oxidation Substrates and Antioxidants by Means of Folin-Ciocalteu Reagent. *Methods in Enzymology*, 299: 152-178.
- STATTI, G. A., TUNDIS, R., SACCHETTI, G., MUZZOLI, M., BIANCHI, A., and MENICHINI, F., 2004. Variability in the Content of Active Constituents and Biological Activity of *Glycyrrhiza Glabra*. *Fitoterapia*, 75(3): 371-374.
- STORMER, F.C., REISTAD, R., and ALEXANDER, J., 1993. Glycyrrhizic Acid in Licorice—Evaluation of Health Hazard. *Food and Chemical Toxicology*, 31(4): 303–312.

- ŞERBETCİ, H., 2007. Meyan (*Glycyrrhiza Glabra* L.) Bitkisinin Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 93s.
- TATAR, F., TUNÇ, M. T., DERVISOĞLU, M., CEKMECELİOĞLU, D., and KAHYAĞLU, T., 2014. Evaluation of Hemicellulose as a Coating Material with Gum Arabic for Food Microencapsulation. *Food Research International*, 57: 168-175.
- TEUNOU, E., and FITZPATRICK, J. J., 1999. Effect of Relative Humidity and Temperature on Food Powder Flowability. *Journal of Food Engineering*, 42(2): 109-116.
- THE AYURVEDIC PHARMACOPOEIA of INDIA, 2001. Vol. I: Part I, The Controller of Publication, Delhi, India, p. 260.
- THE STATE PHARMACOPOEIA COMMISSION of PR CHINA., 2010. Pharmacopoeia of People's Republic of China. (Vol. 1, p. 247). Peking: China Medical Science Press.
- THE UNITED STATES PHARMACOPEIAL CONVENTION., 2010. The United States Pharmacopeia, Dietary Supplements Chapters (p. 1184). Baltimore: United Book Press, Inc.
- THIES, C., 1996. A survey of microencapsulation processes. *Drugs and the pharmaceutical sciences*, 73: 1-19.
- THOMPSON, C., 1930. Assyrian Prescriptions for Treating Bruises or Swelling. *American Journal Semitic Languages and Literatures*, 47: 1-25.
- TIAN, M., YAN, H., and ROW, K. H., 2008. Simultaneous Extraction and Separation of Liquiritin, Glycyrrhizic Acid, and Glabridin from Licorice Root with Analytical and Preparative Chromatography. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 13(6): 671-676.
- TILLEY, N.M., 1948. *The Bright Tobacco Industry, 1860-1929*. University of North Carolina Press, Chapel Hill, p. 511-512.
- TONELI, J., PARK, K., NEGREIROS, A., and MURR, F., 2010. Spray-Drying Process Optimization of Chicory Root Inulin. *Drying Technology*, 28(3): 369-379.
- TONON, R. V., BRABET, C., and HUBINGER, M. D., 2008. Influence of Process Conditions on the Physicochemical Properties of Açai (*Euterpe oleraceae* Mart.) Powder Produced by Spray Drying. *Journal of Food Engineering*, 88(3): 411-418.
- TONTUL, I., and TOPUZ, A., 2013. Mixture Design Approach in Wall Material Selection and Evaluation of Ultrasonic Emulsification in Flaxseed Oil Microencapsulation. *Drying Technology*, 31(12): 1362-1373.
- TUNG, N. H., TANAKA, H., TSUJIMURA, A., MIYAGAWA, Y., and WADA, M., 2016. In vitro Fertilization with Mouse Sperm Activated by Components of Licorice Root Extract. *Natural Products Chemistry & Research*, 4(217): 2.
- TURCHIULI, C., FUCHS M., BOHIN, M., CUVELIER, E., ORDONNAUD, C., PEYRAT-MAILLARD, M.N., and DUMOULIN E. 2005. Oil Encapsulation by Spray Drying and Fluidised Bed Agglomeration. *Inn. Food Sci. Emerg. Technol*, 6: 29-35.
- TURCHIULI, C., MUNGUÍA, M.T.J., SANCHEZ, M.H., FERRE, H.C., and DUMOULIN, E., 2014. Use of Different Supports for Oil Encapsulation in Powder by Spray Drying. *Powder Technology*, 255: 103108.

- TUYEN, C. K., NGUYEN, M. H., and ROACH, P. D., 2010. Effects of Spray Drying Conditions on the Physicochemical and Antioxidant Properties of the Gac (*Momordica Cochinchinensis*) Fruit Aril Powder. *Journal of Food Engineering*, 98(3): 385-392.
- TUYEN, C. K., NGUYEN, M. H., ROACH, P. D., and STATHOPOULOS, C. E., 2014. Microencapsulation of Gac Oil: Optimisation of Spray Drying Conditions Using Response Surface Methodology. *Powder Technology*, 264: 298-309.
- TZE, N. L., HAN, C. P., YUSOF, Y. A., LING, C. N., TALIB, R. A., TAIP, F. S., and AZIZ, M. G., 2012. Physicochemical and Nutritional Properties of Spray-Dried Pitaya Fruit Powder as Natural Colorant. *Food Science and Biotechnology*, 21(3): 675-682.
- UMER, H., NIGAM, H., TAMBOLI, A. M. and NAINAR, S. M. M., 2011. Microencapsulation: Process, Techniques and Applications. *International Journal of Research in Pharmaceutical and Biomedical Sciences*, 2(2): 474–481.
- VAN MARLE, J., AARSEN, P. N., LIND, A., and VAN WEEREN-KRAMER, J., 1981. Deglycyrrhizinised Liquorice (DGL) and the Renewal of rat Stomach Epithelium. *European Journal of Pharmacology*, 72(2-3): 219-225.
- VARDÍN, H., and YASAR, M., 2012. Optimisation of Pomegranate (*Punica Granatum* L.) Juice Spray Drying as Affected by Temperature and Maltodextrin Content. *International Journal of Food Science & Technology*, 47(1): 167-176.
- VAYA, J., BELINKY, P. A., and AVIRAM, M., 1997. Antioxidant Constituents from Licorice Roots: Isolation, Structure Elucidation and Antioxidative Capacity Toward LDL Oxidation. *Free Radical Biology and Medicine*, 23(2): 302-313.
- VIBHA, J. B., CHOUDHARY, K., SINGH, M., RATHORE, M. S., SHEKHAWAT, N. S., 2009. A Study on Pharmacokinetics and Therapeutic Efficacy of *Glycyrrhiza Glabra*: a Miracle Medicinal Herb. *Bot Res Int*, 2(3): 157-63.
- VORA, P.S., 1984. Characteristics and Applications of Licorice Products in tobacco. *Tobacco International* (April 27), 15–20.
- WANG, C., JIN, Y., and JIN, Y., 2016. Promoting Effect of Licorice Extract on Spermatogonial Proliferation and Spermatocytes Differentiation of Neonatal Mice in vitro. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Animal*, 52(2): 149-155.
- WANG, J., CHEN, X., WANG, W., ZHANG, Y., YANG, Z., JIN, Y., and YANG, G., 2013a. Glycyrrhizic Acid as the Antiviral Component of *Glycyrrhiza Uralensis* Fisch. against Cocksackievirus A16 and Enterovirus 71 of Hand Foot and MOUTH DISEASE. *Journal of Ethnopharmacology*, 147(1): 114-121.
- WANG, L., YANG, R., YUAN, B., LIU, Y., and LIU, C., 2015. The Antiviral and Antimicrobial Activities of Licorice, a Widely-Used Chinese herb. *Acta Pharmaceutica Sinica B*, 5(4): 310-315.
- WANG, X., ZHANG, H., CHEN, L., SHAN, L., FAN, G., and GAO, X., 2013b. Licorice, a Unique “Guide Drug” of Traditional Chinese Medicine: a Review of Its Role in Drug Interactions. *Journal of ethnopharmacology*, 150(3): 781-790.

- WANG, Y., LIU, B., WEN, X., LI, M., WANG, K., and NI, Y., 2017. Quality Analysis and Microencapsulation of Chili Seed Oil by Spray Drying with Starch Sodium Octenylsuccinate and Maltodextrin. *Powder Technology*, 312: 294-298.
- WEALTH of INDIA,. 1985. Publication and Information Directorate, vol. I–XI. CSIR, New Delhi, India.
- WICHTL, M., and BISSET, N.G., (Eds.), 1994. *Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals*. Medpharm Scientific Publishers, Stuttgart, pp. 486–489.
- YAMASHITA, C., CHUNG, M. M. S., DOS SANTOS, C., MAYER, C. R. M., MORAES, I. C. F., and BRANCO, I. G., 2017. Microencapsulation of an Anthocyanin-Rich Blackberry (*Rubus* spp.) by-Product Extract by Freeze-Drying. *LWT-Food Science and Technology*, 84: 256-262.
- YEH, C.F., WANG K.C., CHIANG, L.C., SHIEH D.E., YEN, M.H., CHANG, J.S., 2013. Water Extract of Licorice Had Anti-Viral Activity against Human Respiratory Syncytial Virüs in Human Respiratory Trac Tcell Lines *Journal of Ethnopharmacology*, 148:466–73.
- ZHANG, L., MOU, D., and DU, Y., 2007. Procyanidins: Extraction and Microencapsulation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87: 2192-2197.
- ZHANG, Q., and YE, M., 2009. Chemical Analysis of the Chinese Herbal Medicine Gan-Cao (licorice). *Journal of Chromatography A*, 1216(11): 1954-1969.
- ZHENG, Y. F., QI, L. W., ZHOU, J. L., and LI, P., 2010. Structural Characterization and Identification of Oleanane Type Triterpene Saponins in *Glycyrrhiza uralensis* Fischer by Rapid Resolution Liquid Chromatography Coupled With Time Of Flight mass spectrometry. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 24(22): 3261-3270.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Bülent BAŞYİĞİT
Uyruğu : T.C
Doğum Yeri ve Tarihi : İslahiye, 31.05.1989
Telefon : 04143183000-1583
Fax :
e-mail : bulentbasyigit@harran.edu.tr

EĞİTİM

Derece	Adı, İl, İlçe	Bitirme Yılı
Lise	Davut Zeki Akpınar Lisesi, Şanlıurfa	2007
Üniversite	Erciyes Üniversitesi, Kayseri	2014
Yüksek Lisans	Harran Üniversitesi, Şanlıurfa	-

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2016-...	Harran Üniversitesi	Araştırma Görevlisi

UZMANLIK ALANI

Mikroenkapsülasyon, Uçucu Yağlar, HPLC, Meyve ve Sebze Teknolojisi

YABANCI DİLLER

İngilizce

PROJELERDE YAPTIĞI GÖREVLER

Instant Nane Çayı Buzlu Nane Çayı ve Mikroenkapsüle Nane Esansiyel Yağı Üretimi, TÜBİTAK PROJESİ, Bursiyer, , 01/12/2013 - 22/04/2016 (ULUSAL)

YAYINLAR

Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler

- BAŞYİĞİT, B.**, ve **ÇAM, M.**, 2017. Püskürtmeli Kurutucu ile Nane (*Mentha Piperita* ve *Mentha Spicata*) Esansiyel Yağı Mikroenkapsülasyonu. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 21(1): 24-34.
- BAŞYİĞİT, B.**, ve **ÇAM, M.**, 2017. Püskürtmeli Kurucutu ile Mikroenkapsüle Edilmiş Nane (*Mentha Piperita* ve *Mentha Spicata*) Esansiyel Yağının Salınım Profili. Gıda / The Journal of Food, 42(2): 186-196., Doi: 10.15237/gida.GD16090.
- HAYOĞLU, İ.**, **BAŞYİĞİT, B.**, ve **DİRİK, A.**, 2017. Tane Nar İlaveli Lokum Üretimi ve Vakum Ambalajlamanın Raf Ömrü Üzerine Etkisi. Gıda / The Journal Of Food, 42(5): 553-560., Doi: 10.15237/gida.GD17023.
- SOYDİNÇ, H.**, **BAŞYİĞİT, B.**, ve **HAYOĞLU, İ.**, 2016. Effect of Fruit Addition on The Quality Characteristics of Tahini Halva. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 20(4): 266-275.
- HAYOĞLU, İ.**, **BAŞYİĞİT, B.**, **HAYOĞLU, G.**, and **ATASOY A.F.**, 2016. Cream Zahter: A Functional Food Some Chemical and Sensory Properties. Current Research in Nutrition and Food Science Journal, 4(Special-Issue-October), 32-36., Doi: 10.12944/CRNFSJ.4.Special-Issue-October.05 (Yayın No: 2932960)

Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında (proceedings) basılan bildiriler

- KORKMAZ, A.**, **YILDIRIM, A.**, **HAYOĞLU, İ.**, **BAŞYİĞİT, B.**, and **ATASOY, A.F.**, 2017. Nonenzymatic Browning Kinetics of Traditional İsoot Production During Sun Drying. International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies (Özet Bildiri/Sözlü Sunum).
- YILDIRIM, A.**, **KORKMAZ, A.**, **HAYOĞLU, İ.**, **BAŞYİĞİT, B.**, and **ATASOY, A.F.**, 2017. Some Quality Characteristics of Homemade İsoot. International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies (Özet Bildiri/Sözlü Sunum).
- YILDIRIM, A.**, **BAŞYİĞİT, B.**, **HAYOĞLU, İ.**, and **ATASOY, A.F.**, 2017. Effect of Chickpea Flour on Quality Characteristics of Mardin Peksimet. International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies (Özet Bildiri/Sözlü Sunum).
- AKYAR, G.**, **BAŞYİĞİT, B.**, **BULUT, S.**, **HAYOĞLU, İ.**, and **ATASOY, A.F.**, 2017. Determination of Antioxidant Activity and Totalphenolic Content of Arbuscula Foliis, Folliculisennae and Urtica Leave. I. Intenational Congress On Medicinal and Aromatic Plants: "Natural And Healthy Life" (Özet Bildiri/Poster).
- ÇETİNER, Ş.**, **BAŞYİĞİT, B.**, and **HAYOĞLU, İ.**, 2017. Comparative of Their Functional Properties by Mixing Vegetable Oil in The Different Ratio. I. Intenational Congress on Medicinal and Aromatic Plants: "Natural And Healthy Life" (Özet Bildiri/Poster).
- BULUT, S.**, **BAŞYİĞİT, B.**, **AKYAR, G.**, **HAYOĞLU, İ.**, and **ATASOY, A.F.**, 2017. Bioactive Potential and Health Effects of *İlexparaguariensis* and *Persea*

Americana Leaves. I. Intenational Congress on Medicinal and Aromatic Plants: “Natural And Healthy Life” (Özet Bildiri/Poster).

BAŞYİĞİT, B., ve HAYOĞLU, İ., 2016. Farklı Parametrelerin Süt Verimi Üzerine Etkileri. International Congress on Food of Animal Origin “Industry Partnership” (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:3027011)

BAŞYİĞİT, B., HAYOĞLU, İ., HAYOĞLU, G., and ATASOY, A.F., 2016. Cream Zahter: A Functional Food. 1st International Multidisciplinary Conference on Nutraceuticals and Functional Foods (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:3026762)

