T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞALGAM SUYU ÜRETİMİNDE BULGUR KAYNATMA SUYUNUN ETKİSİ VE MİKROENKAPSÜLASYONU

Zeynep ÇAVUŞ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2021

T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞALGAM SUYU ÜRETİMİNDE BULGUR KAYNATMA SUYUNUN ETKİSİ VE MİKROENKAPSÜLASYONU

Zeynep ÇAVUŞ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2021

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET ……...i
ABSTRACT ... ii
TEŞEKKÜR ... iii
ŞEKİLLER DİZİNİ ... iv
ÇİZELGELER DİZİNİ ... v
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ ... vi
1. GİRİŞ ... 1
1.1. Şalgam (Brassica rapa) ... 1
1.2. Şalgam Suyunun Bileşimi ... 2
1.3. Şalgam Suyu Üretim Yöntemleri ... 3
1.3.1. Geleneksel yöntem ile şalgam suyu üretimi ... 6
1.3.2. Hızlı yöntem ile şalgam suyu üretimi ... 8
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR ... 10
2.1. Şalgam Suyuna İlişkin Yapılan Çalışmalar ... 10
2.2. Mikroenkapsülasyona ilişkin Yapılan Çalışmalar ... 13
3. MATERYAL ve YÖNTEM ... 16
3.1. Materyal ... 16
3.2. Yöntem ... 16
3.2.1. Şalgam üretimi ... 16
3.2.2. Şalgam suyu mikroenkapsülasyonu ... 18
3.2.3. Fiziksel ve fizikokimyasal analiz metotları ... 21
3.2.3.1. Su aktivitesi ... 21
3.2.3.2. Islanabilirlik düzeyi ... 21
3.2.4. Toplam fenolik madde miktarı analizi ... 24
3.2.5. Kondense tanen analiz miktarı ... 26
3.2.6. DPPH ile antioksidant madde analizi ... 27
3.2.7. Antosiyanin madde analizi ... 28
3.2.8. Duyusal analiz ... 29
3.2.9. SEM analizi ... 30
3.2.10. XRD analizi ... 31
3.2.11. HPLC analizi ... 32
3.2.12. İyon kromotografi cihazı ... 33
3.2.13. LC-MS analizi ... 33
3.2.14. İstatistiksel analiz ... 36
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA ... 37
4.1. Şalgam Suyu ve Bunların Enkapsüle Tozlarının Fizikokimyasal Analizleri ... 37
4.1.1. Şalgam suyu ve bunların enkapsüle tozlarının DPPH % inhibisyon analiz sonuçları ... 37
4.1.2. Şalgam suyu ve enkapsüle tozlarının tanen, antosiyanidin, TFMM, flavanoid analiz sonuçları ... 39
4.1.3. Organik asitlerin HPLC analiz sonuçları ... 42
4.1.4. İyon kromatografi analiz sonuçları ... 46
4.1.5. LC-MS analiz sonuçları ... 49
4.1.6. Elementel analiz sonuçları ... 54
4.1.7. Enkapsülasyon sonuçları ... 56
4.1.8. Püskürtmeli kurutucu ile enkapsüle edilen tozların SEM analizine ilişkin görüntüleri 59
4.1.9. Dondurarak kurutma yöntemine göre enkapsüle edilen tozların SEM analizine ilişkin görüntüleri ... 62
4.2. Şalgam Suyu ve Enkapsüle Tozlarının XRD Analize İlişkin Sonuçları ... 64
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER ... 67
KAYNAKLAR ... 70

EKLER 79
EK-1: MD/GA Kaplama Materyalinin PBŞ'de Kullanılması ile Elde Edilen Tozların SEM Görüntüleri 79
EK-2: MD/GA Kaplama Materyalinin PHŞ'de Kullanılması ile Elde Edilen Tozların SEM Görüntüleri 80
EK-3: MD/GA Kaplama Materyalinin PMŞ'de Kullanılması ile Elde Edilen Tozların SEM Görüntüleri 81
EK-4: MD/GA Kaplama Materyalinin DMŞ'de Kullanılması ile Elde Edilen Tozların SEM Görüntüleri 82
EK-5: MD/GA Kaplama Materyalinin DHŞ'de Kullanılması ile Elde Edilen Tozların SEM Görüntüleri 83
EK-6: MD/GA Kaplama Materyalinin DMŞ'de Kullanılması ile Elde Edilen Tozların SEM Görüntüleri 84
EK-7: HPLC Organik Asit Analizine Ait Laktik Asit Kalibrasyon Eğrisi 85
EK-8: HPLC Organik Asit Analizine Ait Sitrik Asit Kalibrasyon Eğrisi 86
EK-9: HPLC Organik Asit Analizine Ait Malik Asit Kalibrasyon Eğrisi 87
EK-10: HPLC Organik Asit Analizine Ait Oxcalik Asit Kalibrasyon Eğrisi 88
EK-11: HPLC Organik Asit Analizine Ait Asetik Asit Kalibrasyon Eğrisi 89
EK-12: İyon Kromotografi analizine ait Na Kalibrasyon Eğrisi 90
EK-13: İyon Kromotografi analizine ait K Kalibrasyon Eğrisi 91
EK-14: İyon Kromotografi analizine ait Cl Kalibrasyon Eğrisi 92
EK-15: İyon Kromotografi analizine ait F Kalibrasyon Eğrisi 93
EK-16: İyon Kromotografi analizine ait Ca Kalibrasyon Eğrisi 94
EK-17: İyon Kromotografi analizine ait SO_4 Kalibrasyon Eğrisi 95
EK-18: İyon Kromotografi analizine ait PO_4 Kalibrasyon Eğrisi 96
EK-19: İyon Kromotografi analizine ait NO_3 Kalibrasyon Eğrisi 97
EK-20: İyon Kromotografi analizine ait Mg Kalibrasyon Eğrisi 98
EK-21: LC-MS analizine ait Fumarik Asit Kalibrasyon Eğrisi 99
EK-22: LC-MS analizine ait Gallik Asit Kalibrasyon Eğrisi 100
EK-23: LC-MS analizine ait Kafeik Asit Kalibrasyon Eğrisi 101
EK-24: LC-MS analizine ait Hydoxycinamic Asit Kalibrasyon Eğrisi 102
EK-25: LC-MS analizine ait Kuarsetin Asit Kalibrasyon Eğrisi 103
EK-26: LC-MS analizine ait Floridindihidrat Asit Kalibrasyon Eğrisi 104
EK-27: LC-MS analizine ait Protokateşin Asit Kalibrasyon Eğrisi 105
EK-28: LC-MS analizine ait Hidroksibenzonat Kalibrasyon Eğrisi 106
EK-29: LC-MS analizine ait Timokinon Kalibrasyon Eğrisi 107
EK-30: LC-MS analizine ait Vanilik Asit Kalibrasyon Eğrisi 108
EK-31: LC-MS analizine ait Alizarin asit Kalibrasyon Eğrisi 109
EK-32: LC-MS analizine ait Bütein Asit Kalibrasyon Eğrisi 110
EK-33: LC-MS analizine ait salisilik Asit Kalibrasyon Eğrisi 111
EK-34: LC-MS analizine ait Curmin Kalibrasyon Eğrisi 112
EK-35: LC-MS analizine ait Kaempferol Kalibrasyon Eğrisi 113
EK-36: LC-MS analizine ait Luteolin Kalibrasyon Eğrisi 114
EK-37: LC-MS analizine ait Naringenin Kalibrasyon Eğrisi 115
EK-38: LC-MS analizine ait 2-Hidroksi-1, 4-Naftkinon Kalibrasyon Eğrisi 116

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ŞALGAM SUYU ÜRETİMİNDE BULGUR KAYNATMA SUYUNUN ETKİSİ VE MİKROENKAPSÜLASYONU

Zeynep ÇAVUŞ

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç.Dr. Eyüp KARAOĞUL
Yıl: 2021, Sayfa: 116

Şalgam suyu; bulgur unu, şalgam, mor havuç, su, tuzun belli oranlarda karıştırılarak uygun süre fermantasyona bırakılması sonucu elde edilen bir içecektir. İçerdiği fenolik bileşikleri ve antioksidan kapasitesiyle bağışıklığı destekleyici, kendine özgü aromasıyla beğenilerek tüketilen bir gıda maddesi olan şalgam suyu aynı zamanda, fermantasyon sonucu oluşan laktik asit içeriğiyle de raf ömrü uzundur. Şalgam üretiminde kullanılan maya olarak ekmek mayası (Saccharomyces cerevisiae) ile beaber ekşi maya da kullanılmaktadır. Hızla gelişen bir teknoloji olan mikroenkapsülasyon, gıda endüstrisinde 60 yılı aşan süredir kullanılmaktadır. Mikroenkapsülleme tekniği, genellikle gıda endüstrisinde ürünlerin fonksiyonel özelliklerini iyileştirmek, katı partiküllerin, sıvı damlacıkların veya gaz bileşenlerinin gıda saflığında kaplanan materyallerinin raf ömürlerini uzatmak için kullanılmaktadır. Bu çalışmada bulgur unu yerine bulgur kaynatma suyundan şalgam suyu üretilmiştir. Elde edilen şalgam sularına farklı mikroenkapsülasyon teknikleri uygulanarak şalgam suyunun fizikokimyasal özelliklerine olan etkisinin araştırılılmıştır. Şalgam suyunun mikroenkapsülasyonunda maltodekstrin-gam arabik kombinasyonu kaplama materyali olarak kullanılmıştır. Mikroenkapsüle edilmiş şalgam suyunun flavonoid miktarı (TFM) analizi ve toplam fenolik madde içerği miktarı hesaplanmıştır. Şalgam suyu ve bunların enkapsüle tozlarının toplam kondanse tanen miktarları belirlenmiştir. Çalışma sonucunda püskürtmeli kurutmayla inhibisyon değerinin analiz sonuçları dondurarak kurutmadan elde edilen analiz sonuçlarına göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Püskürtmeli kurutma ile kurutulan örneklerdeki TFFM düzeyi dondurarak kurutmaya göre daha yüksek bulunmuştur. Toplam fenolik madde miktarı açısından değerlendirildiğinde ise dondurarak kurutma yöntemi uygulanan gruplarda toplam flavanoid madde (TFM) miktarının püskürtmeli dondurma yöntemine kıyasla daha yüksek değerde oçıktığı görülmüştür. Püskürtmeli kurutma ile kurutma numunelerden elde edilen tozların fizikokimyasal özelliklerinin dondurarak kurutma ile kurutulan numunelerden elde edilen tozlara göre daha iyi olduğu söylenebilir.

ANAHTAR KELİMELER: Bulgur Suyu, Şalgam, mikroenkapsülasyon, püskürtmeli kurutma, dondurarak kurutma

ABSTRACT

MSc Thesis

THE EFFECT AND MICROENCAPSULATION OF BULGUR BOILING WATER ON TURNIP JUICE PRODUCTION

Zeynep ÇAVUŞ

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

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Eyüp KARAOGUL
Year: 2021, Page: 116

Turnip juice; It is a beverage obtained as a result of mixing bulgur flour, turnip, purple carrot, water, salt in certain proportions and leaving it for fermentation for an appropriate time. Turnip juice, which is a food product that supports immunity with its phenolic compounds and antioxidant capacity and is consumed with pleasure with its unique aroma, also has a long shelf life with its lactic acid content formed as a result of fermentation. Baker's yeast (Saccharomyces cerevisiae) and beer sour yeast are also used as yeast used in turnip production. Microencapsulation, a rapidly developing technology, has been used in the food industry for over 60 years. Microencapsulation technique is generally used in the food industry to improve the functional properties of products, to extend the shelf life of solid particles, liquid droplets or gas components coated at food grade.In this study, turnip juice was produced from bulgur boiling water instead of bulgur flour. The effect of different microencapsulation techniques on the physicochemical properties of turnip juice was investigated by applying different microencapsulation techniques to the obtained turnip juices. The combination of maltodextrin and gum arabic was used as the coating material in the microencapsulation of turnip juice. Flavonoid content (TFM) analysis and total phenolic content of microencapsulated turnip juice were performed. Total condensed tannin amounts of turnip juice and their encapsulated powders were determined. As a result of the study, it was observed that the inhibition value obtained by spray drying was higher than the powders obtained from freeze drying. The TFFM level in the samples dried by spray drying was higher than freeze drying. When evaluated in terms of total phenolic substance content, it was observed that the total flavonoid substance (TFM) amount was higher in the freeze-drying groups compared to the spray-freezing method. It can be said that the physicochemical properties of the powders obtained from the samples cooled by spray drying are better than the powders obtained from the samples dried by freeze drying.

KEY WORDS: Bulgur Juice, Turnip, microencapsulation, spray drying, freeze drying

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tez çalışmalarımın tüm aşamasında beni destekleyen, Sayın Doç. Dr. Eyyüp KARAOĞUL'a, tez savunma jurisine katılım sagladıklarından ötürü Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Sabri ÜNSAL'a ve Doç. Dr. Ertuğrul ALTUNTAŞ'a teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca İstatistik hesaplamalara katkı sağlayan Doç. Dr. Hakim ÇELİK'e, öneri ve tavsiyeleri ile hep yanımda olan, motivayon desteğini hiç esirgemeyen ve tez yazım sürecindeki katkıları için değerli mesai arkadaşım Yüksek Mühendis Veysel YILDIZ'a, desteği için değerli hocam Doç. Dr. Murat CEYLAN'a, ve Hamza EROĞLU'na, Hammadde temininde yardımları için Bekir BEKİROĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin yazım sürecinde özellikle manevi desteğini hiç esirgemeyen ve her zaman yanımda olduğunu hissettiğim babam Zeki ÇAVUŞ ve annem Nazire ÇAVUŞ nezdinde tüm aileme, yıllardır kendi evlerinde misafir olarak kaldığımı düşünen ve büyük bir tevazü ile bu duruma anlayış gösteren kedilerim Gofret ve Turşu'ya , ve son olarak tezimde doğrudan veya dolaylı katkısı olan herkese sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Şalgam turpu ve havuç 1
Şekil 1.2. Geleneksel Yöntemle Şalgam üretim şeması 6
Şekil 1.3. Hızlı yöntem ile Şalgam üretim şeması 9
Şekil 4.1. Numune türüne göre antosiyanidin, fenolik madde, flavanoid ve tanen düzeyleri 40
Şekil 4.2. HPLC organik asit sonuçları 43
Şekil 4.3. İyon Kromotografi analiz sonuçları 46
Şekil 4.4. LC-Ms analiz değerleri 51
Şekil 4.5. Elementel analiz değerleri 55
Şekil 4.6. MD-GA Kaplama Materyalinin PBŞ Numunesinde Kullanılması ile Elde Edilen Tozların SEM Analizine İlişkin Görüntüleri 60
Şekil 4.7. MD-GA Kaplama Materyalinin PHŞ Numunesinde Kullanılması ile Elde Edilen Tozların SEM Analizine İlişkin Görüntüleri 61
Şekil 4.8. MD-GA Kaplama Materyalinin PMŞ Numunesinde Kullanılması ile Elde Edilen Tozların SEM Analizine İlişkin Görüntüleri 62
Şekil 4.9. MD-GA Kaplama Materyalinin DMŞ Numunesinde Kullanılması ile Elde Edilen Tozların SEM Analizine İlişkin Görüntüleri 62
Şekil 4.10. MD-GA Kaplama Materyalinin DHŞ'de Kullanılması ile Elde Edilen Tozların SEM Analizine İlişkin Görüntüleri 63
Şekil 4.11. MD-GA Kaplama Materyalinin DBŞ'de Kullanılması ile Elde Edilen Tozların SEM Analizine İlişkin Görüntüleri 64
Şekil 4.12. Püskürtmeli Kurutmadan Elde Edilen Tozların XRD Görüntüleri 64
Şekil 4.13. Dondurarak Kurutmadan Elde Edilen Tozların XRD Görüntüleri 65

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1.1. Şalgam suyunun ortalama bileşimi ve TS 11149 Şalgam Suyu Standardı 2
Çizelge 3.1. Şalgam suyu üretimi için optimum reçeteler..... 17
Çizelge 3.2. Bulgur kaynatma suyu ile hazırlanan şalgam suyu için optimum reçeteler 17
Çizelge 3.3. Hausner oranı Carr indeks, ve akışkanlık ilişkisi (Turchiuli ve ark., 2005) 23
Çizelge 3.4. Duyusal analiz değerlendirme formu 30
Çizelge 3.5. LC-MS/MS'de kullanılan standartların metot verileri 35
Çizelge 4.1. DPPH (%) inhibisyon, trolox eş değeri ve IC50 değerleri analiz sonuçları 38
Çizelge 4.2. Şalgam Suyu ve bunların enkapsüle tozlarında bulunan Antosiyanidin,Tanen , TFMM, Flavanoid analiz değerleri..... 40
Çizelge 4.3. Organik Asit Analiz Sonucu 45
Çizelge 4.4. Şalgam suyu ve ekstre enkapsüle tozlarının İyon Kromotografi analiz değerleri 47
Çizelge 4.5. Şalgam suyu ve bunların enkapsüle tozlarının LC-MS analiz değerleri 53
Çizelge 4.6. Şalgam suyu ve Bunların Enkapsüle tozlarının Elementel analiz değerleri 54
Çizelge 4.7. Enkapsülasyon sonuçları 56
Çizelge 4.8. Dondurarak elde edilen şalgam suyu tozlarının boyutları 66
Çizelge 4.9. Püskürterek elde edilen şalgam suyu tozlarının boyutları 66

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

µL	: Mikrolitre
BS	: Bulgur suyu
BŞ	: Bulgur şalgam
DBS	: Dondurarak Kurutma Bulgur Suyu Şalgam
DHŞ	: Dondurarak Kurutma Hazır Şalgam
Dk	: Dakika
DMS	: Dondurarak Kurutma Musluk Şalgam
g	: Gram
GA	: Gram arabik
HPLC	: Yüksek Performanslı Sıvı Kromotografisi
HŞ	:Hazır şalgam
L	: Litre
LC-MS	: Sıvı Kromatografisi-Kütle Spektrometresi
MD	: Maltodekstrin
mL	: Mililitre
nm	: Nanometre
PBŞ	: Püskürtmeli Kurutma Bulgur Suyu Şalgam
PHŞ	: Püskürtmeli Kurutma Hazır Şalgam
PMŞ	: Püskürtmeli Kurutma Musluk Suyu Şalgam
SEM TFM	: Taramalı elektron mikroskopu Toplam flavanoid miktarı
TEDB	: Tespit Edilen değerde bulunamamıştır
TFMM	: Toplam flavanoid miktarı
XRD	: X-ışını dikraktometresi

1. GİRİŞ

1.1. Şalgam (Brassica rapa)

Curiciferae familyasına ait *Brassica* türüne mensup olan Şalgam (*Brassica rapa*), kazık kök yapısına sahip olmakla beraber beyaz-mor renginde, yaprakları şekil bakımından oval, iklimsel olarak serin ve ılık yerlerde yetiştemeye elverişli bir sebzedir (Canbaş ve Fenercioğlu, 1984; Sethi, 1990; Okçu, 2003). İçerisinde Zengin, besleyici içeriklere sahip olan şalga, demir ve kalsiyum minarelleri bakımıdan zengin olup, A, B ve C grubuna ait vitaminlere ek olaarak, şeker gurubundan glukoz (1.41g/100g), sakaroz (0.206 g/100g) fruktoz (1.10 g/100g) bulunmaktadır (Rodriguez-Sevilla ve ark., 1999; Erten ve ark., 2008; Tangüler ve Erten, 2009).

Şalgam suyunun ismi şalgam turpu bitkisinden alıyor olarak bilinsede üretim aşamasında çoğunlukla şalgam turpu maliyeti arttırdığı için kullanılması çok tercih edilmemektedir. Ancak piyasada şalgam turbu bulunuyorsa şalgam üretimi sırasında %2 (m/m) oranında kullanılabilir. (Erten ve ark., 2008; Erten ve Tangüler, 2010). Şalgam turpu ilavesinin şalgam suyuna karaekteristik ve görünüş bakımından iyileştirici katkı sağladığı bildirilmişlerdir (Canbaş ve Fenercioğlu, 1984; Erten ve ark., 2008: akt. Güven, N ve ark. 2019).



Şekil 1.1. Şalgam turpu ve havuç

1.2. Şalgam Suyunun Bileşimi

Fermantasyonda etkili bir bileşeni olan laktik asit, şalgam suyuna koruyucu özellik vermesi ve kendine özgü aroma-tat oluşturması bakımından da katkı sağlamaktadır (Erginkaya ve Hammes, 1992; Erginkaya ve Aksan, 2004).

Şalgam suyunu oluşturan bileşenleri tespit etmek üzere Adana şalgam piyasasındaki şalgam suyu örnekleri inclenmiş ve yapılan çalışmalar neticesinde ; pH 3.33-3.67, toplam asit 6.64-9.90 g/L, laktik asit 5.18-8.44 g/l, alkol 1.32-7.30 g/l, protein 0.88-1.83 g/l, karbondioksit 0.44-1.41 g/l, renk indisi 71-131, toplam kül 1.46-2.06 g/l, tuz % 13.7-19.7, uçar asit 0.57-1.16 g/l, Fe 0.9-2.9 mg/l, kurumadde 22.90-29.20 g/l, K 300-1000 ml/l, P 10.60-22.20 mg/l, Ca 89-173 mg/l, kurumadde 22.90-29.20 g/l, olarak tespit edimiştir (Canbaş ve Deryaoğlu, 1993: Güven, N ve ark. 2019).

Antosiyanin içeriği açısından en mühim besin kaynakları arasında kabul edilen şalgam suyunun antosiyanin madde miktarı konsantrasyonu 88.3-134.6 g/L aralığında değişmektedir. Yapılmış olan çalışmalar sonucu üretilen, şalgam sularındaki ortalama bileşenler ile TS 11149 Şalgam Suyuna ait Standart değerler Çizelge 1.1'de mukayese edilmiştir (Canbaş ve Deryaoğlu, 1993; Mişoğlu, 2004; T.S.E., 2003; Erten ve ark., 2008).

Çizelge 1.1. Şalgam suyunun ortalama bileşimi ve TS 11149 Şalgam Suyu Standardı

	Şalgam Suyunun Bileşimi			**TS 11149 Şalgam Suyu Standardı**
	Minimum	**Maksimum**	**Ortalama**	
Toplam asitlik * (g/L)	5.94	8.91	7.11	>6
pH	3.33	3.67	3.49	3.3-3.8
Laktik Asit (g/L)	5.18	8.05	6.81	>4.5-5.5
Uçar asit ** (g/L)	0.57	1.16	0.89	0.7-1.2
Alkol (g/L)	1.32	6.41	3.64	Belirtilmemiş
Kuru madde (g/L)	22.9	29.2	26.0	>25
Protein (g/L)	0.88	1.83	1.25	Belirtilmemiş
Toplam Kül (g/L)	1.46	2.06	1.72	<1.5
NaCl (%)	1.37	1.97	1.63	<2
Karbondioksit (g/L)	0.44	0.79	0.74	Belirtilmemiş
Renk İndisi (D_{520})	71	131	102	Belirtilmemiş
Antosiyanin *** (mg/L)	88.3	134.6	114.1	Belirtilmemiş

*: Laktik asit cinsinden, **: Asetik asit cinsinden, ***: Siyanidin-3-glikozid cinsinden

1.3. Şalgam Suyu Üretim Yöntemleri

Şalgam suyu, geleneksel olarak üretilmesinin daha fazla olması nedeniyle üretimin aşamasında takip edilen rutin bir üretim yöntemi oluşturulmamıştır. Benzer açıdan, ticari olarak üretilen şalgam suyunun standart bir üretim şeması bulunmamasyla birlikte, şalgam suyu üretimi için gerçekleştirilen fermantasyonun iki kademeli bir şekilde üretildiği klasik teknik ile tek kademeli fermantasyonla üretimin sağlandığı hızlı yöntem bakımından iki aşamadan oluşur (Erten ve ark., 2008, Üçok ve Tosun, 2014).

TS 11149 şalgam suyu standardındaki "Şalgam suyu, yemeklik tuz, ekşi hamur, içme suyu, bulgur unu ile karıştırılması sonucu laktik asit fermantasyon işlemine tabi tutulmasının ardından ortaya çıkan ekstraktın, şalgam ile mor havuçla beraber arzu edilirse toz acı biber eklemesi yapılarak oluşturulan karışımın yeniden laktik asit fermantasyon işlemine maruz bırakılmasıyla hazırlanan arzu edildiğinde ısıl işleme tabi tutularak dayanıklı forma getirilmiş olan bir ürün" olarak tanımlanmasıyla beraber, üretim seçeneklerine bağlı olarak içeriği değişebilmektedir (TSE, 2003).

Şalgam suyunun kırmızı-mor rengini veren madde siyah havuç bitkisinden gelen antosiyanin renk maddeleridir. Şalgam sularının kendine has rengini oluşturması sebebiyle değerli ve güçlü etkiye sahip antioksidan madde içeriği bakımından da önemli olan Antosiyaninler, sağlıka çısından önemli derecede etkileri vardır (Tanrıseven ve ark., 2018).

Şalgam suyunun bileşimi asetik asit başt olmak üzere (0,57-0,83 g/L), şalgam suyunun karekteristik kırmızı-mor rengi vermekte olan antosiyaninler (88,3 mg/L-168,2 g/L), laktik asit (3,92-8,17 g/L) etil alkol (3,64-5,90 g/L), toplam şeker (0,085 g/L-0,82 g/L), kül (17,25 g/L), CO2 (0,47-0,90 g/L g/L), toplam kuru madde (16,9-33,9 g/L) gibi maddelerin ya sıra; sodyum (345,0 mg/L-376,75 mg/L), fosfor (10,6-22,2 mg/L), protein (0,88-2,65 g/L) kalsiyum (81,31 mg/L-173 mg/L), potasyum (300 mg/L-3094 mg/L) demir (0,18 mg/L-7.93 mg/L) ve magnezyum (110,75 mg/L-191,0

mg/L) gibi mineralleri de içermektedir (Tangüler, 2010; Erten ve Tangüler, 2015; Gök, 2017). Bunun yanı sıra, şalgam, en yüksek sıırların epey altında arsenik, biyojen amin ile kalay gibi maddelerden oluşmaktadır (Özdestan ve Üren, 2010; Gök, 2017).

Bulgur, raf ömrü uzun olması, lif bileşikleri, vitamin ve mineral açısından oldukça zengin olması sebebiyle insan beslenmesindeki önemini arttırmaktadır. Bulgur üretiminde tercih edilen buğday cinsi sert durum buğdayıdır. Sert buğdaylar açık sarı renkte olmalarının yanı sıra diğer buğday çeşitlerine göre genellikle daha yüksek protein içeriğine sahiptirler (Kemahlıoğlu ve Demirağ 2010). Bulgur yapımında durum buğdayı dışında ekmeklik buğdaylar da kullanılabilmektedir. Bunların da beyaz renkli ve sert olması tercih edilir (Dönmez ve ark. 2004). Bazı araştırmacılar durum buğdayı kullanmak yerine, mısır (Elgün ve ark. 1990), yulaf ,tritikale (Singh ve Dodda 1979), çavdar ve soya (Bayram 2003),arpa (Köksel ve ark. 1999), gibi ürünleri de kullanmışlardır.Ancak bu ürünler henüz endüstriyel üretimde yer almamaktadır. Bulgurun yapısında B_{12} vitamin dışında bütün vitaminler bulunmaktadır. Magnezyum, bazı fenoller, krom gibi minerallerde bulgurun yapısında bulunurlar. Bulgur kaynatma suyu, kaynama esnasında suya geçen B_1, B_2,B_3 vitaminlerinin yanı sıra karbonhidrat içeriği açısndan da zengindir.

Gıda endüstrisinde 60 yıldan fazla kullanım süresi olan Mikroenkapsülasyon tekniği günümüz gıda tknolojisinde de geniş bir kullanıma sahip olup hızlı bir şekilde ilerleme kaydetmektedir.

Mikroenkapsülleme tekniği, genellikle gıda endüstrisinde ürünlerin fonksiyonel özelliklerini iyileştirmek, katı partiküllerin, sıvı damlacıkların veya gaz bileşenlerinin gıda saflığında kaplanan materyallerinin raf ömürlerini uzatmak için kullanılmaktadır. Gıda ürünlerinin geneline bakıldığında mikroenkapsüle edilen ürünlerin çoğunluğunu aroma bileşenleri, sıvı ve katı yağlar, mineraller, renk bileşenleri ile beraber enzimlerin ve vitaminlerin mikroenkapsülasyon işleminine tabi tutulduğu görülmektedir.

Söz konusu ürünler için Kaplamada kullanalına materyal ise çoğu zaman nişasta, sakkaroz maltodekstrin, maltoz, pullulan gibi karbonhidratların yanı sıra, peynir altı suyu (PAS) proteinleri, jelatin, kazein gibi proteinler, kazeinatlar ile birlikte gam olarakta genellikle gam arabik kullanılmkatadır.

Mikroenkapsülasyon, partiküller şeklindeki bir maddenin üniform bir flim tarafından kaplanması esasına dayanan bir tekniktir. Sözü edilen teknikte, enkapsüle olan maddenin aktif olan kısmını; iç faz, çekirdek ve dolgu oluşurmaktadır.Yüzey kaplama metaryeli ya da duvar kaplama maddesi ise enkapsülasyon materyali olarak adlandırılır. kabuk kaplama maddesi veya duvar metaryali olarak adlandırıldığı ifade edilmektedir. Duvar yapısında ise; selüloz veya jelleşme özelliği olmayan bir hidrokolloidin yanı sıra jelatin, nişasta, modifiye nişasta ve dekstrin yer almaktadır (Peker ve Arslan, 2011).

Mikroenkapsülasyon tekniğinin tercih edilmesinde, çekirdek ile kaplama materyallerinin kimyasal ve fiziksel özelliklerinin yanı sıra kaplanacak olan gıda bileşeninin kullanım alanı da büyük öneme sahiptir. Gıdalarda kaplama için kullanılan mikroenkapsülasyon yöntemleri ile belirlenen yönteme göre temel işlem basamakları takip eden bölümlerde anlatılmıştır.

Günümüz teknolojileri sayesinde işlevselliği çok yüksek olan Modifiye kaplama maddeleri mikroenkapsüle edilmiş gıdalar üretilmektedir. Enkapsüle edilen bileşenlerin olşturulması; sıcaklık, pH değişimi, mekaniksel kuvvet, zaman, ozmotik kuvvet, enzimatik aktivite gibi tetikleyici faktörlerle mümkün olmaktadır. Maliyet açısından, gıda sanayinde oluşturulan enkapsülasyon işlemleri, ilaç endüstrisi veya kozmetik sektörüne kıyasla daha fazla öneme sahiptir (Desai ve Park, 2005).

1.3.1. Geleneksel yöntem ile şalgam suyu üretimi

Şalgam suyu üretimi için geleneksel üretim tekniği yapıldığında, ekşi maya ile hazırlanan fermantasyon (I. Fermantasyon) ile havuç kullanılarak yapılan fermantasyon (II.fermantasyon) olmak kaydıyla iki kademe şeklinde yapılır (Çizelge 1.1). I. Fermantasyon gerçekleşmesi sırasında ve tuz (% 0.2), bulgur unu (%3), maya (%0.2) oranında eklenip üzerlerine su ilave edilerek bekletildikten sonra fermantasyon hamuru oluşturulur.



Şekil 1.2. Geleneksel Yöntemle Şalgam üretim şeması

Su- Hamur karışımı oda şartlarında 3 ile 5 günlük zaman periyodunda fermantasyon sürecine tabi tutulur. Fermantasyon süresi neticesinde edilmiş olan özüt, havuç kullanılarak yapılan fermantasyonu gerçekleştirmek amacıyla tanka ilave edilir ve % 15-20 oranında 2 cm olarak doğranan siyah havuç ilave edilerek, %1 oranında tuz ve dilimlenmiş şalgam ilavesi yapılarak oda şartlarında fermantasyona tabi tutulur. Fermantasyon sıcaklığı 30-35°C sıcaklık aralığında olması istenmektedir.

Fermantasyon sıcaklığını, hammaddelerin içeriği, mikroflorası ve ortamda bulunan tuz seviyesi etkilemektedir.

Şalgam suyu üretim aşamasında saf kültür kullanılmamakla beraber, gıda işletmelerinin bazıları %15 oranına kadar daha önce üretimini yapmış olduğu şalgam suyunu fermantasyonu ait metaryeli bir sonraki fermentesyon için kullanmayı tervih etmektedir.Yürütülen fermantasyonda laktik asit bakterileri etkili olduğu ortamda mayalar da bulunabilmektedir. Fermantasyon sırasında zaman ve biriken asitliğe bağlı olarak fenolik bileşikler ve antosiyaninler çözünmüş halde şalgam suyuna geçerler ve şalgam suyunun kendine özgü kırmızı bir renk verirler. Yapılan bu fermantsayonla Laktik asit, şalgam suyunun ayırt edici olan ekşi tadını oluşturulmaktadır.

Fermantasyonun toplam asitlik düzeyinin kontrolü yapılarak fermantasyon süreci takip edilir.Bu işlem sonucunda üretimi yapılan şalgam suyunu şişelere dolum öncesinde sağlık ve hijyen açısından filtreden geçirilip,yüksek sıcaklık ve kısa süreli pastorizasyona maruz bırakılıp dolumu gerçekleştirilir.

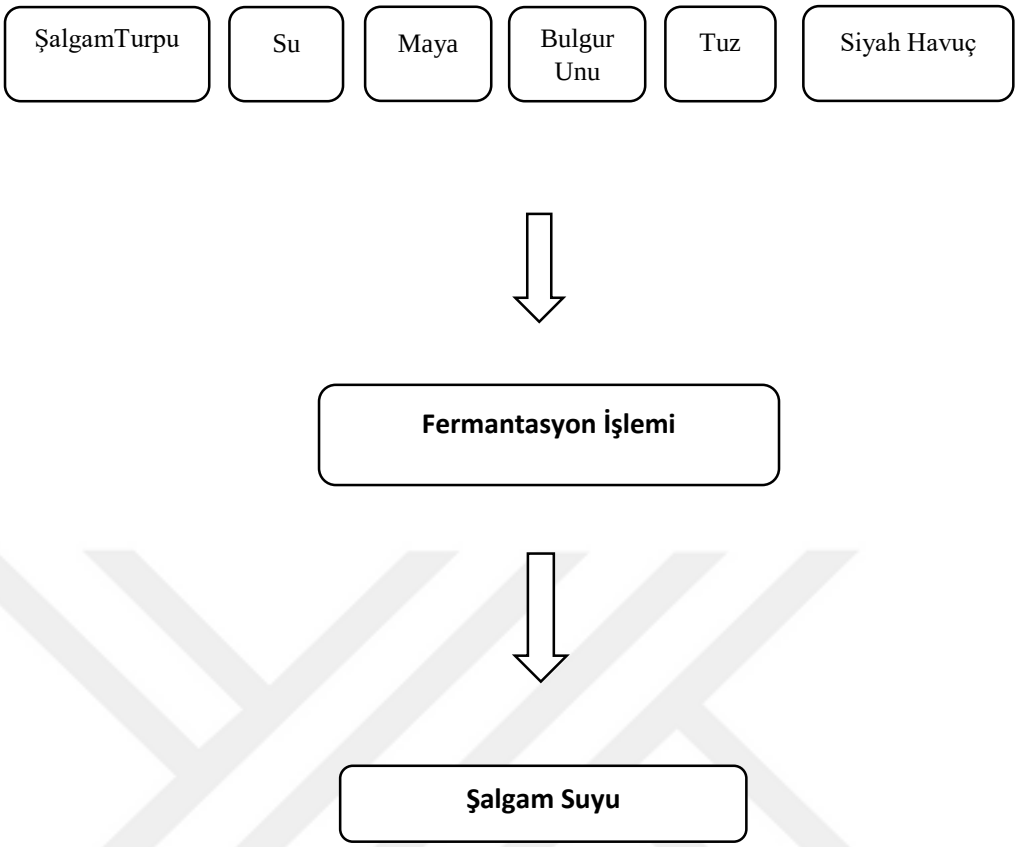
Bulgur unu (setik), bulgura dönüşmek üzere buğdayın kaynatılması ve kurutulması sonucu,endokarptan ayrıldıktan sonra, kırma şekline getirilmesi esnasında meydana gelen ve elek altı kısmı oluşturmakla beraber tanenin % 2-3'lük bölümünü meydana getirir. Bulgur ununda bulunan totalde şeker ile nişastanın sırasıyla 2,23-3,30 g/100g ve 4,45-5,84 g/100g oranlarında değişkenlik gösterebilmektedir (Canbaş ve Fenercioğlu 1984).

Diğer taraftan, protein düzeyi 12,4-17,6 g/100g, kül miktarı ise 2,32-3,59 g/100g seviyesinde değişmekle beraber, inorganik maddeler olarak Fe, K, Ca ve Na tespit edilmiştir. Bulgur unu, gerek geleneksel yöntemin birinci fermentasyonda gerekse doğrudan üretilen teknikle mikroorganizmalarca besin kaynağını oluşturmakatadır (Deryaoğlu, 1990; Tangüler, 2010).

Buğday tek yıllık bir bitki olup, birçok toprak ve iklim şartlarına uyum sağlayabilmektedir. Buğday; insan beslenmesinde en temel gıdalarda biridir. Buğday öğütüldükten sonra bulgur olarak kullanılmaktadır. Bulgur, buğdayın temizleme, kaynatma ve kurutma safhalarından sonra üretilmektedir. Tahıl grubu içerisinde yer alan bulgur besin piramidinin en alt kısmında bulunan, çok önemli ekonomik değeri yüksek olan bir karbonhidrat kaynağıdır. Bulgurun yapısında magnezyum, krom gibi mineraller, bazı fenoller, selenyum ve ayrıca B_{12} vitamin dışında bütün vitaminler bulunmaktadır. Bulgur kaynatma suyu, kaynama sırasında suya geçen B_1, B_2.B_3 vitaminlerinin yanı sıra karbonhidrat bakımından da zengindir.

1.3.2. Hızlı yöntem ile şalgam suyu üretimi

Bu yöntemle, Şalgam suyu üretimindeki klasik yönteme ait iki kısımdan oluşan fermantasyon süreci, bir aşamalı olarak yürütülür (Şekil 1.2.). Bu fermantasyon tekniği ile yapılan şalgam suyu tankı içerisine %20 oranında parçalara ayrılmış siyah havuç ile birlikte %3 oranında hazırlanan bulgur unu, %1 oranında tuz, %1 dilimlenmiş şalgam turpu ve %0.2 oranındaki ekmek yapımında kullanılan (Saccharomyces Cerevisiae) maya eklenir. Fermatsyon işlemi oda sıcaklığı şartlarında tek aşamalı olarak gerçekleştirilir (Tanrıseven ve ark., 2018).



Şekil 1.3. Hızlı yöntem ile Şalgam üretim şeması

Bu çalışmada, bulgur üretim fabrikalarının atığı olan bulgur suyu değerlendirilerek şalgam suyu üretimi gerçekleştirilmesi olanaklarının araştırılması yapılarak, atık suyun ürüne dönüşümü değerlendirilmiştir. Ürün haline geldikten sonra kapsüllenmiş tozların su aktivitesi, kütle yoğunluğu, akış yoğunluğu, , Hausner oranı Carr indeksi ve toplam flavanoid ve toplam fenolik, tanen içeriği, antioksidan aktivite değerleri analiz sonucu incelenerek kullanılabilirlik düzeyleri incelenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Şalgam Suyuna İlişkin Yapılan Çalışmalar

Canbaş ve Fenercioğlu (1984), Adana şalgam piyasasından temin ettikleri şalgam sularına ait bir takım kimyasal bileşimlerini belirlemişlerdir. 10 değişik işletmeden 3'er ayrı zamanlarda toplamış oldukları şalgam sularında, yaklaşık toplam kuru maddenin 22,0-30,0 g/L, asit düzeyinin 39-107 me/L ve içeriğindeki tuz düzeyinin 11,7-20,5 g/L oranlarında değişmekte olduğunu tespit etmişlerdir.

Yener (1997), Mersin ilinde 10 farklı işletmeden aldıkları Şalgam sularında içerdiği totalde kuru madde düzeyinin 23.8-33.8 g/L, uçar asit düzeyinin 0.61-1.25 g/L, toplam asit düzeyinin 62.9-100.4 me/L, pH değerlerinin 3.59-3.97, kül oranının 14.9-21.85 g/L, tuz miktarlarının 13.8-20.9 g/L, karbondioksit miktarlarının ise 0.47-0.90 g/L arasında değiştiğini belirlemiştir.

Aydar (2003), geleneksel yöntem ile üretilen şalgam suyuna, *Lactobacillus plantarum* eklenerek şalgam suyunun pH aralığının 3.48-5.80 olarak değiştiğini belirlemişlerdir.

Güneş (2008), %10, %12,5, %15, %17,5 ve %20 oranlarına sahip mor havuç eklemesiyle klasik metotla ürettiminin yapıldığı şalgam sularında havuç miktarının artış göstermesiyle şalgam suyundaki kalite parametreleri üzerine etkilerini araştırdığı çalışmasında, totalde asit miktarının laktik asit türünden 4.95-7.45g/L, pH değer aralığı 3.39-3.49 ve asetik asit türünden uçar asit düzeyi 0.69-0.80 g/L, kuru madde miktarını 20.34-26.74 g/L, kül miktarını 12.71-15.24 g/L değerleri arasında olduğu belirlenmiştir.

Öztan (2006), şalgam suyu, mor havuç konsantresi, nar ekşisi, nar suyu ile ürünlerinin antioksidan aktivite tayini ile fenolik madde çeşidinin belirlenmesiyle ilgili yapmış olduğu çalışmada maksimum TFMM'nın siyah havuç suyunun ekstraktında 15.5 mg GA/g tespit etmiştir. Mor havuç (1.078 mg GA/g) ile şalgam suyunun (1.052 mg GA/g) fenolik madde düzeyinin oldukça yakın değerlerde olduğunu belirtimiştir . Bu çalışma kapsamında tespit edilen TFMM değerinin daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Bu netice bize şalgam sularına eklenen mor havuçlardaki fenolik madde düzeyleri ve miktarlarıyla alakalı olduğunu göstermektedir.

Peker ve Arslan (2011), makalelerinde gıda maddelerinde kaplama maddeleri karbonhidratlar, gamlar, proteinler, doğal ve yapısı itibariyle modifiye olmuş polisakkaritler, sentetik polimerlerveya yağlar hakkında bilgi vermektedir. Mikroenkapsülasyon tekniği uygulaması, tarım, kozmetik, ilaç, gıda, enerji ve savunma gibi pek çok alanda uygulanmaktadır.

Bayram ve ark. (2014), çalışmasında şalgam suyu prosesinde kullanılan %10, 15 ile 20 oranlarına sahip mor havucun kimyevi nitelikleri, TFMM, duyusal özellikleri, toplamda bulunan antosiyanin miktarına olan etkisi araştırılmıştır. TFMM, toplam antosiyanin, toplam asitlik miktarı eklenen şalgam miktarına oranla artış gösterdiği gözlenmiştir.

Bircan ve Erten (2018), çalışmasında şalgam suyundan ayrılmış olan bazı laktik asit bakteri türleri moleküler tekniklerle tanımı yapılmış olup 72 adet suşun DNA dizi analizlerinin neticesine göre, Lb. buchneri (16), Lb. fermentum (11), Lb. casei (5), Lactobacillus (Lb), brevis (18), Leuconostoc mesenteroides (6), Lb. paralimentarius (2), Lb. casei/paracasei, Lb. plantarum (13) türlerini kapsayan suşlar olduğu tespit edilmiştir.

Çankaya ve Tangüler (2018), çalışmasında şalgam suyu prosesinde geleneksel yöntem uygulanarak farklı sıcaklık derecelerinin mikrobiyal floraya olan etkisi araştırılmıştır. Fermantasyonun başlaması ile birlikte, TMAB ve LAB miktarında artış

ve KB miktarında bir eksilme gözlenmiştir. Farklı sıcaklıklıklardaki uygulamalar, havuç fermantasyonu süresine oldukça önemli düzeyde etki gösterdiği bildirmiştir. Isı artışı fermantasyon süresinin kısalmasına neden olmuştur.

Tanrıseven ve ark. (2018), incelemesinde şalgam suyunun ihtiva ettiği yüksek düzeydeki fenolik bileşikler ve antioksidan aktivite nedeniyle, şalgam suyunun fonksiyonel nitelikte bir içecek olarak ele alınabileceğini göstermiştir.

Güven ve ark. (2019), çalışmasında siyah havuç suyundan elde edilen konsantre ile (SHSK) ile peyniraltı suyu (PAS) kullanılmasıyla şalgam suyunun üretim aşamasında tuz (NaCl) düzeyini azaltma olanakları araştırılmıştır. Şalgam suyu elde edilirken kullanılmakta olan SHSK arttrılıp siyah havuçla beraber tuz miktarındaki azalışa bağlı olarak örneklerin fiziki özelliklerinde beğeni düzeyi düşmüştür. Fakat görünüş özellikleri bakımından beğenilme düzeyi daha düşükte olsa neticede, PAS ve SHSK kullanılmasıyla daha az tuz içeriğine sahip ve besleyicili daha yüksek şalgam sularının üretiminin yapılabileceği sonucuna varılmıştır.

Çavuş ve ark. (2020), çalışmasında bulgur üretim fabrikalarının atık olarak doğaya bıraktıkları bulgur suyu ekonomik ve ticari öneme sahip bir içecek olan şalgama dönüştürülmesi amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre renk-berraklık, tat-aroma, koku, kıvam, keskin tat, gecikmiş tat ve kekremsi tat olarak değerlendirdikleri şalgam sularından hazır market şalgamı en yüksek puanları alırken ikinci sırada en yüksek puanları bulgur suyu ile yapılan şalgam suyunun aldığı gözlemlenmiştir.

Özden (2021), çalışmasında Siirt bölgesinde yetiştirilen bir turp ekotipinden elde edilen şalgam üzerine yapılmıştır. Turptan farklı çözgenler ile elde edilen ekstraklarda antioksidan kapasiteleri, toplam fenolik ve flavonoid miktarları DPPH (serbest radikal süpürme), Ferrik iyon indirgeyici antioksidan gücü (FRAP) analizleri yapılmıştır. Çalışma sonucunda toplam fenolik madde miktarı en yüksek değer ile toprak üstü kısımların metanol ekstraktında tespit edilmiştir. Toplam flavonoid en yüksek değer ile toprak üstü kısımlarına ait metanol ekstraktında tespit edilmiştir. DPPH en yüksek %66,88 inhibisyon değeri ile turp örneklerinin torak üstü kısmında

metanol ekstraktında tespit edilmiştir. Ferrik iyon indirgeyici antioksidan gücü en yüksek değer FeSO4 eşdeğeri olarak toprak üstü kısımlara ait metanol ekstraktında tespit edilmiştir.

2.2. Mikroenkapsülasyona ilişkin Yapılan Çalışmalar

Koç ve ark. (2010), derleme makalesinde, mikroenkapsülasyon teknolojisi, kapsülleme malzemeleri ve gıda endüstrisinde kullanımları ile ilgili konular detaylı şekilde incelenmiştir. Daha bilgi bilgi için incelenebilir.

Tontul (2011), çalışmasında Keten tohumu yağının omega 3 yağ asitleri açısından önemli bir altyapı teşkil ettiğini ve emülsifikasyon metotları ve farklılık gösteren taşıyıcı maddeler kullanılarak mikrokapsüllere oluşumuna imkan sağladığını bildirmiştir. Altı değişik türde karışımla üretimi yapılan mikrokapsüllerin mikroenkapsülasyon verimi ve etkinliğiyle bir takım kalite bakımından özelliklerine etkileri saptanmıştır. Genel bir ifadeyle oksidatif kararlılık, yüzey yağ düzeyinden daha çok taşıyıcı olan maddeyle birleştirilmesiyle bağlantılı olduğu anlaşılmıştır.

Açu ve ark. (2014), araştırmasında önceki çalışmalarda enkapsüle edilmiş enzim ihtiva eden peynirlerin, aromaları, yapısal değerleri ve tat gibi duyusal özelliklerinin daha fazla değerde olmakla beraber, hızlı ve aynı zamanda aşırı proteoliz olayının da önüne geçildiği görülmüştür. Dondurma üretiminde ise laktik asit bakterilerini olumsuz etkileyebilecek durumları ortadan kaldırabilmek maksadıyla laktobasiller hapsedilerek enkapsüle edilebilmek suretiyle dondurmadaki canlı probiyotik sayısında artış gözlemlenebilir.

Başyiğit ve ark. (2017), çalışmasında kekik esansiyel yağı ve mikroenkapsülasyon uygulamalarını incelenmiştir. Bitki esansiyel yağının mikroenkapsülasyonu gıda endrüstrisinde farklı amaçlarla kullanılma potansiyeline sahip olsa da dayanıklılığı yüksek, ve ortam koşullarına hassasiyet gösterebilen bu materyallerin mikroenkapsülasyon yöntemi ile stabilitesi arttırılabilir olduğunu bildirmişlerdir.

Başyiğit ve Çam (2017), çalışmasında yaygın bir kullanım kapasitesine sahip nane bitkisi esansiyel yağlarının mikroenkapsüle edilme imkanları araştırılmış ve mikroenkapsülasyonun yapılabilmesine gerek duyulan kaplama maddesinin düzeyini tespit etmede en uygun koşullar göz önüne alınarak gerçekleştirilmiştir. Yapılmış olan analizler sonucu esansiyel yağın elde edildiği nane türü ile duvar materyali kullanım miktarı verimi, esansiyel yağ hapsetme etkinliğini, ıslanabilirliği (sn), Hausner oranını, su aktivitesini, Carr indeksini deiştirdiği tespit edilmiştir.

Atak ve ark. (2017), çalışmasında gıda endüstrisinde aroma mikroenkapsülasyonu incelenmiştir. Oda sıcaklıklığı koşullarında çoğunlukla sıvı formda bulunan aroma kombinasyonun enkapsülasyonuyla toz halinde ürün meydana getirilirken, ekolojik faktörlerden muhafaza ve raf ömründe artışa benzer faydalar oluşturmaktadır. Aroma maddelerinin enkapsülasyon işleminde püskürterek kurutma tekniğiyle beraber koaservasyon, püskürterek soğutma, dondurarak kurutma, moleküler hapsetme ve ekstrüzyon, gibi çeşitli teknknikler tercih edilmektedir.

Bosnalı ve Ocak (2019), derlemesinde uçucu yağların önemli etkilerini belirtmiş olup mikroenkapsülasyon işlemi ile kazanç elde edilen sonuçlara dikkat çekilmiş, mikrokapsüllerin hazırlanma yöntemleri ve kaplama yapılacak materyallerinin tercihi, gıda endüstrisindeki uygulamaları dikkate alarak açıklanmıştır.

Özdemir (2019), çalışmasında püskürterek kurutma yöntemiyle fesleğen bitkisinin uçucu yağı enkapsüle edilmesi sonucu mikrokapsüllerin karakterizasyonu yapılmıştır. Daha sonrasında, optimum olan mikrokapsül şartları belirlenip örnek ürüne (mayonez) eklenmiş ve örnek ürünün reolojik, mikrobiyal, ve oksidatif niteliklerinde ortaya çıkan değişimler gözlemlenmiştir.

Şahbaz (2021), çalışmasında duvar materyali için aljinat ile jelatin kullanılmasıyla, karmaşık koaservasyon tekniğiyle gül yağının mikroenkapsülasyon işlemi hedeflenmiştir. Ortay açıkan sonuçlara bağlı olarak gül yağı ihtiva eden mikrokapsüllerin;, sağlık, kozmetik, parfümeri ve tekstil iş kolunda ciddi kullanım yerleri oluşturabileceği düşünülmektedir.

Erdem ve ark. (2021), çalışmasında, kuşburnu bitkisinde mevcut olan fenolik bileşiklerin mikroenkapsülasyon işlemi esnasında kaplama materyali türünün ve çekirdek kaplama materyali miktarının enkapsülasyon verimiyle ısıl stabilite üzerine etkileri araştırılmıştır. Isıl stabilite kaplama materyali en yüksek gam arabik, çekirdek kaplama materyali oranı ise 1:30 kullanıldığında sonuç elde edilmiştir.

Kanat ve Günel (2021), makalesinde mikroenkapsülasyon yönteminin gıda ürünlerindeki kullanım amaçları, kullanılan bazı kaplama materyalleri ve kaplama teknikleri açıısndan bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

Nakilcioğlu ve Ötleş (2021), çalışmasında zeytin çekirdeği su ekstraktının, kitosan ile liyofilizasyon tekniği kullanılarak mikroenkapsülasyon işlemi hedeflenmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Yapılan çalışma kapsamında şalgam üretiminde hammadde kaynağı olarak bulgur kaynatma suyu kullanılmıştır. Şanlıurfa Gülel Gıda Üretim Akaryakıt San. ve Tic. Ltd. Şirketi'nden temin edilmiştir. Havuç şalgam turpu Adana Bölgesi hal pazarından temin edilmiştir.

Bu çalışmada kaynamış atık bulgur suyu, havuç, tuz ve nohut ve ince bulgur kullanılmıştır. Bulgur suyu analizleri olana kadar örnekler +4°C'de buzdolabı şartlarında plastik ambalajlarda korunmuştur.

3.2. Yöntem

3.2.1. Şalgam üretimi

Şalgam üretim sürecinde hammadde kaynakları olarak , siyah havuç, tuz, nohut, şalgam turpu kullanılmıştır. Miktarlar çizelge 3.1'de gösterildiği gibi bazı değerler optimum olarak literatürden faydalanılmıştır (Saniye Anne Yemekleri, 2021). Şalgamın üretiminde su materyali olarak içilebilir nitelikte şebeke suyu ve bulgur fabrikalarından arta kalan bulgur kaynatma suyu kullanılmıştır. Kontrol olarak marketten temin edilen hazır şalgam kullanılmıştır. Şalgam bileşenlerinden tuz, şeker ve havuç miktarları sabit tutulmuştur.



Şekil 3.1. Şalgam suyu ve örnekleri

Çizelge 3.1. Şalgam suyu üretimi için optimum reçeteler

Şalgam Elementleri	Şalgam Reçetesi İçin Kullanılan Miktarlar				
	Reçete 1	Reçete 2	Reçete 3	Reçete 4	Reçete 5
Siyah Havuç (g)	200	200	200	200	200
Tuz (g)	10	10	10	10	10
Şeker (g)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
İnce bulgur (g)	20	20	30	20	10
Şalgam turpu (g)	20	20	0	20	0
Sarımsak (g)	1.5	1.5	0.8	1.5	0.8
Nohut (g)	4	3	1	1	1

Bu tez çalışmasında, bulgur kaynatma suyu ve şebeke içme suyundan üretilen şalgamlar kontrol olarak alınan şalgam suyu ile karşılaştırılmıştır. Şalgam yapımıdan kullanılan elementler; siyah havuç, tuz, şeker, ince bulgur, şalgam turpu, sarımsak ve nohut şeklindedir. 5 farklı optimum değer kombinasyonuna yer verilmiştir. Bu değerler çizelge 3.1.'de bulunmaktadır.

Çizelge 3.2. Bulgur kaynatma suyu ile hazırlanan şalgam suyu için optimum reçeteler

Şalgam Elementleri	Şalgam Reçetesi İçin Kullanılan Miktarlar				
	Reçete 1	Reçete 2	Reçete 3	Reçete 4	Reçete 5
Siyah Havuç (g)	200	200	200	200	200
Tuz (g)	10	10	10	10	10
Şeker (g)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
İnce bulgur (g)	20	20	20	20	20
Şalgam turpu (g)	20	20	20	20	20
Sarımsak (g)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Nohut (g)	3	3	3	3	3
Su (ml)	0	200	400	600	800
Bulgur suyu (ml)	1000	800	600	400	200

Musluk suyu ve ince bulgur kullanılarak elde edilen optimum reçete verilerindeki toplam katı bulgur madde miktarı, bulgur suyundan üretilen şalgama da uyarlanmıştır. Bulgur suyu şalgamındaki toplam katı madde miktarı, musluk suyu şalgamı ile aynı miktarda sabit tutulmuştur. Bu yüzden bulgur kaynatma suyundan yapılan şalgam reçetesi, çizelge 3.2.'de gösterilmektedir.

3.2.2. Şalgam suyu mikroenkapsülasyonu

Mikroenkapsülasyon işlemi toz haline getirmek için kullanılmaktadır. Ürünün kaplama materyalleri ile kapsüllenmesiyle elde edilen teknolojidir. Mikroenkapsülasyon teknolojisinde püskürtmeli kurutma ve dondurarak kurutma metotları kullanılmıştır. Püskürtmeli kurutma metodunda Bakon marka cihaz kullanılmıştır. Dondurarak kurutma metodunda ise Biobase marka cihaz kullanılmıştır. Hava giriş ve çıkış sıcaklıkları ve konsantrasyon gibi şartların optimum değerleri önceki çalışmalardan alınmış ve optimum şartlarda çalışmalar hayata geçirilmiştir (Şekil 3.2) (Uğurtay, 2020).



Şekil 3.2. Şalgam suyu enkapsülasyon üretimi için yararlanılan liyofilizasyon ile sprey dryer

Özüt çıkarma işleminin sonucunda ortaya çıkan metaryeller dondurarak kurutma ile püskürtmeli kurutma metotları kullanılarak enkapsüle formuna getirilmiştir. Enkapsüle sürecinde kullanılan duvar materyali gam arabik (Alfasol, Türkiye) ve maltodekstrin (Tito, Türkiye) karışımıdır.

Püskürtmeli kurutma (spray dryer) yöntemi bu tez çalışması kapsamında yapılmıştır. Çalışmada ekstrelerin toz olarak kullanılması için Spray Drayer şartları uygulanmıştır. Bu şartların optimum değerlerinin önceki çalışmalardan birisi olan Uğurtay (2020) çalışmasından alınmıştır. Uğurtay (2020), çalışmasında

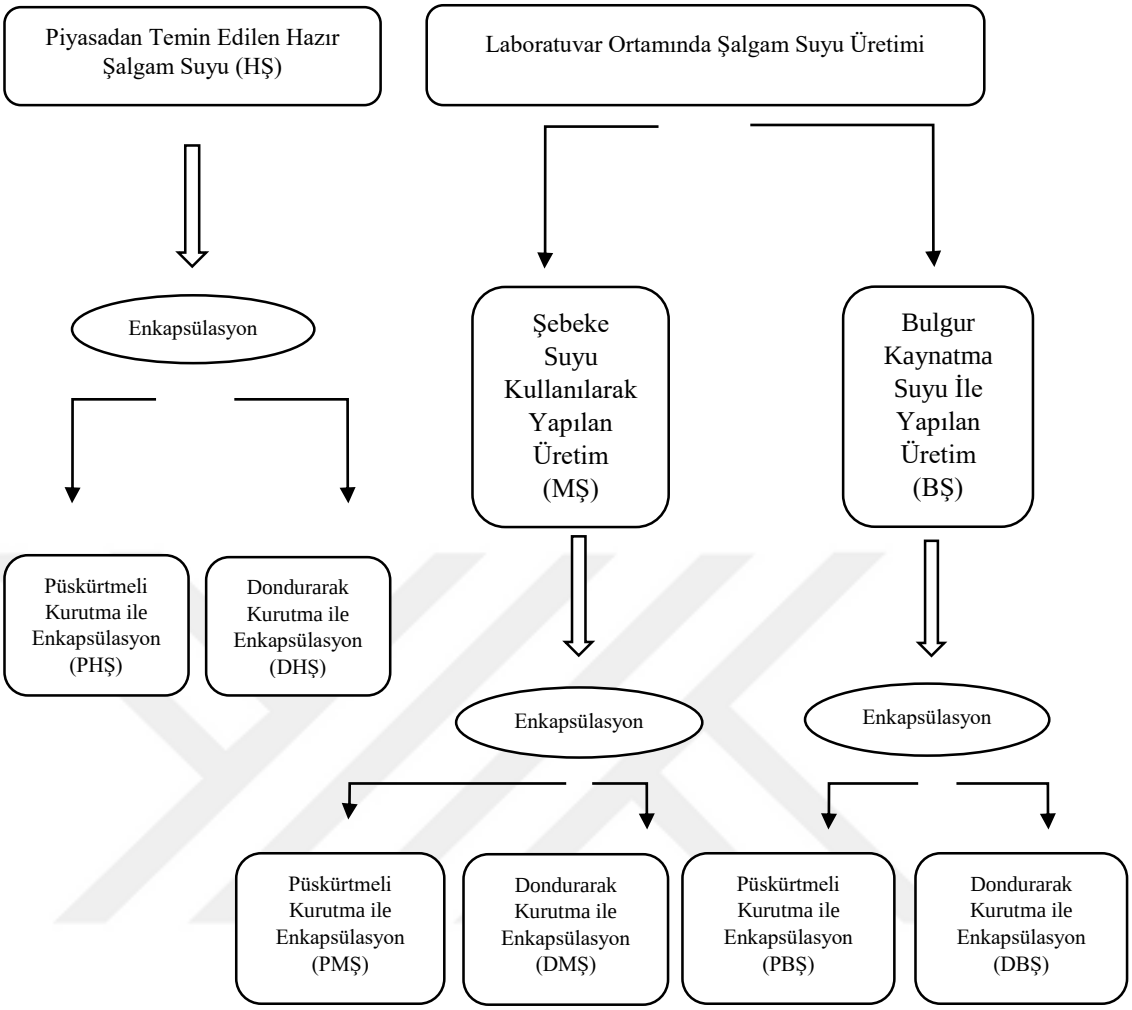
optimizasyon yöntemlerini kullanarak şartların optimum değerlerini belirlemiştir. Bu çalışmada da bu optimum değerler kullanılmıştır.

Püskürtmeli kurutma (spray dryer) yöntemi bu tez çalışması kapsamında kullanılmıştır. Uçucu yağların toz olarak kullanılması için Spray Drayer şartları çalışma kapsamında uygulanmıştır. Optimum Spray Drayer şartları Al (2019) çalışmasından alınmıştır. Bu çalışmaya göre; elde edilen *şalgam suyu* için girişsıcaklığı 132 °C, %80 MD/GA, çözelti besleme hızı 10 ml/dk, aspiratör %90 çalışma hızı değerleri olarak belirlenmiş ve enkapsüle tozlar üretilmiştir (şekil 3.3).

Dondurarak kurutma (liyofilizasyon) yöntemi çalışmamızda kullanılmak üzere önceki çalışmalardan birisi olan Al S. (2019) çalışmasındaki liyofilizasyon şartları temel alınmıştır. Al S. (2019), çalışması liyofilizasyon şartlarının optimize edilmesiyle optimum şartları elde etmiştir. Bu değerler çalışmamızda kullanılmıştır.



Şekil 3.3. Şalgam sularının spray dryer ile enkapsülasyonu



Şekil 3.4. Şalgam sularının spray dryer ile enkapsülasyonu

3.2.3. Fiziksel ve fizikokimyasal analiz metotları

3.2.3.1. Su aktivitesi

Nem düzeyi ve su aktivitesi miktarı toz halindeki metaryallerin işlenmesi ile depolanması esnasında önem arz eden bir kriterdir (Botrel ve ark., 2012). Bu nedenle elde edilmiş olan şalgam suyu tozunun su aktivitesi miktarı belirlenmiştir. Mikroenkapsüle edilen şalgam suyu örneklerin su aktiveleri kaynaklarda geçen bir metot ile Aqualab model su aktivitesi cihazı ile tespit edilmiştir (Tatar ve ark., 2014).

3.2.3.2. Islanabilirlik düzeyi

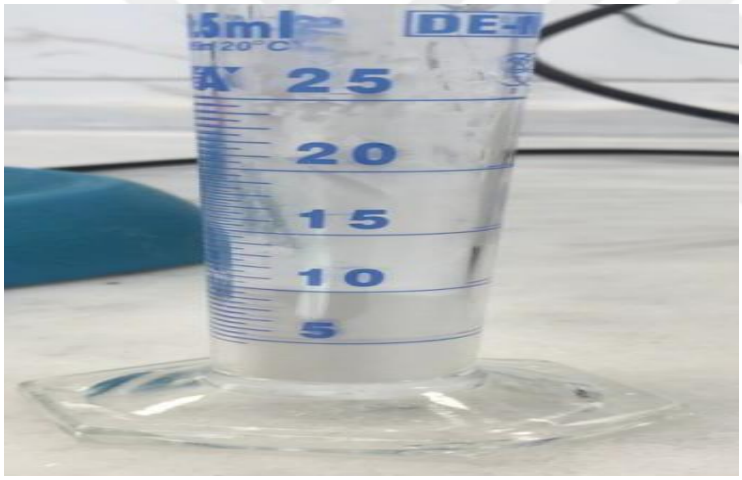
Islanabilirlik düzeyi, toz halindeki ürünün kapiler kuvvetlerin etkisi altında, sıvıyı hapsetme miktarını açıklaya yarayan bir terimdir. Toz halindeki ürünlerin ıslanabilirlik düzeyleri, tozun yüzey kısmı ile penetre olan su arasındaki açı ile bulunmaktadır. Toz ürünün ıslanması sırasında yüzey özelikleri dikkate alınması gereken bir kriterdir. Büyük kitle yoğunluğu ıslanabilirliği güçlendirir (Hui ve ark., 2006). Islanabilirlik miktarının belirlenmesi amacı ile 1 gram mikroenkapsüle haldeki şalgam suyu tozunun su (100 mL, 20 °C) üstünden ayrılması zamanı hesap çizelgelerine çıkarılmıştır (Turchiuli ve ark., 2005).

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

Toz haline getirilmiş gıda maddelerinin sıkıştırılmış kitle yoğunluğu ile kitle yoğunluğu maddenin parçacık çapı ve boyut dağılımı ile değişebilmektedir (Barbosa-Canovas ve ark., 2005). Yığın yoğunluğu düşük maddeler paket hacmini arttırdığı gibi, yığın yoğunluğu düşük olan ürünlerin boşlukları arasında daha çok miktarlarda hava bulunmaktadır. Bu olayın sonucu olarak ürünün okside olma riski fazla olmakla beraber muhafaza süresini kısalmaktadır (Koç ve ark., 2011). Bu nedenle elde edilmiş olan şalgam suyu tozunun sıkıştırılmış kitle yoğunluğu ve kitle yoğunluğu tespit edilmiştir.

Mikroenkapsüle olmuş örneklerin kitle yoğunluğuyla, sıkıştırılmış kitle yoğunlukları kaynaklarda geçen tekniğin modifiye edilmesi ile gerçekleşmiştir.

Mikroenkapsüle edilmiş numunelerden 5 gram (g) alınmak suretiyle 20 mL mezür içine belirlenmiş olan yükseklikten aktarılmıştır. Mikroenkapsüle numunelerinin kütlesi kaplamış olduğu hacme oranlanıp kitle yoğunluğu hesaplanmıştır. Akabinde sıkıştırılmış kitle yoğunluğu hesaplamalarını yapmak için mikroenkapsüle edilen örneklerin yer aldığı mezürler yatay bir yüzeyde 200 defa el yardımı ile vurularak analizi gerçekleştilirmiş bununla beraber kütlenin sıkıştırılmış hacme oranıyla sıkıştırılma sonucu oluşan kitle yoğunluğu değerleri saptanmıştır (Tatar ve ark., 2014).



Şekil 3.5. Kitle yoğunluğu ve sıkıştırılmış kitle yoğunluğu analizi

3.2.3.4. Hausner oranı ve carr indeks

Kitle yoğunluğu ile sıkıştırılmış kitle yoğunluğu, toz halindeki örneğin akışkan olma kabiliyetini belirleyen Carr indeks ile yapışkanlık seviyesini belirleyen Hausner oranıyla ilişkilidir. Akışkanlık sorunu bir ürünün yapışma derecesinin fazla olduğunu gösterir (Koç ve ark., 2011). Bu nedenle şalgam suyu enkapsüle edilmiş tozlarının Hausner oranı ve Carr indeks miktarı belirlenerek ürünün akışkanlığı konusunda yorum yapılmıştır.

Mikroenkapsüle edilen şalgam tozlarının sıkıştırılmış kitle yoğunluğu ile kitle yoğunluğuna oranıyla elde edilen sonuç Hausner oranını vermektedir. Carr indeks hesapları ise aşağıda çıkarılan formüle göre hesaplanmıştır. Carr index ile Hausner oranına ilişkin akışkanlık değerleri (Turchiuli ve ark., 2005). toz haline getirilmiş numunelerin akışkanlık derecesi ile ilgili bilgi vermektedir (Çizelge 3.3).

$$\text{Carr indeks} = \frac{\text{Sıkıştırılmış kitle yoğunluğu} - \text{Kitle yoğunluğu}}{\text{Sıkıştırılmış kitle yoğunluğu}} \; x \quad 100 \qquad (3.1)$$

Çizelge 3.3. Hausner oranı Carr indeks, ve akışkanlık ilişkisi (Turchiuli ve ark., 2005)

Carr İndeks	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≥

3.2.3.5. Şalgam suyu mikroenkapsülasyonu işlemi verimi

Şalgam suyu kaplama maddeleri ile mikroenkapsüle edilme aşamasından sonra oluşturulan enkapsüle şalgam tozu miktarı ile buna katkı sağlayan bileşenlerin kütlesi baz alınarak aşağıya çıkarılan formüle göre hesaplaması yapılmıştır (Quispe-Condori ve ark, 2011; Çam ve ark, 2014).

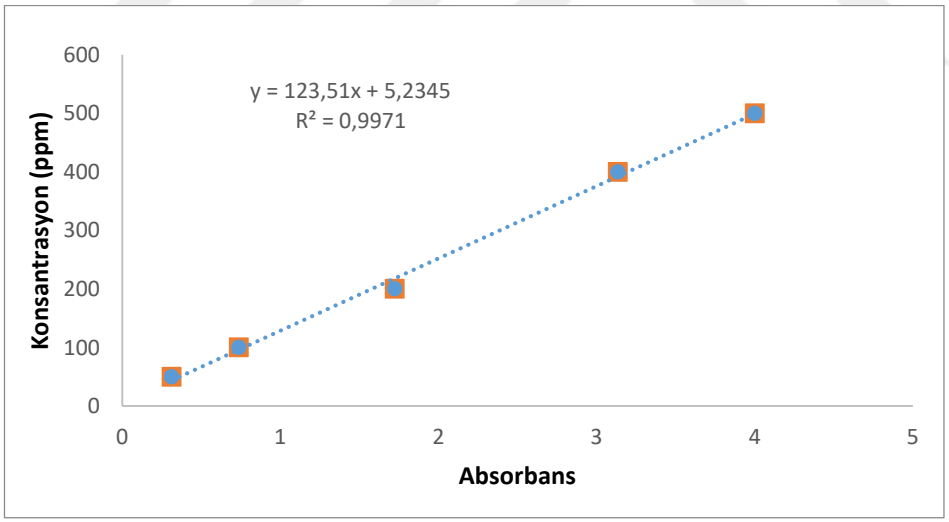
3.2.3.6. Verim analizi

Şalgam suyunun Malto destrin - Gam arabik ile mikroenkapsüle işlemine tabi tutulması neticesinde mikroenkapsüle edilmiş miktarı ve buna girdi oluşturan metaryellerin kütlelerinin hesaplanması aşağıda çıkarılan formüle üzerinden hesaplanmıştır (QuispeCondori ve ark., 2011).

$$\text{Verim (\%)} = \frac{\text{Püskürtmeli kurutucudan elde edilen enkapsüllerin kütlesi}}{\text{Püskürtmeli kurutucuya beslenen girdilerin kütlesi (kuru madde üzerinden)}} x\ 100 \qquad (3.2.)$$

3.2.4. Toplam fenolik madde miktarı analizi

Fenolik içeren maddelerin insan sağlığı açısından etkilerinin araştırıldığı (Bravo, 1998) bir çalışmada enzimatik olayları düzenleyici, serbest radikal süpürücü, antibiyotik, hücre proliferasyonunu önleyici, antialerjik, antiinflamatuar ve gösterdikleri belirtilmiştir. Bu nedenle mikroenkapsüle edilmiş şalgam suyunun toplam fenolik madde miktarı belirlenmiştir. Şalgam suları ve enkapsüle tozlarının TFMM analizi Singletonand Rossi'nin (1965) geliştirdiği, Li ve arkadaşları tarafındanda revize edilen metot baz alınarak gerçekleştirilmiş. Toplam Fenolik Madde Analizi, gallik asit (mg/g) türünden hesaplama yapılmıştır.



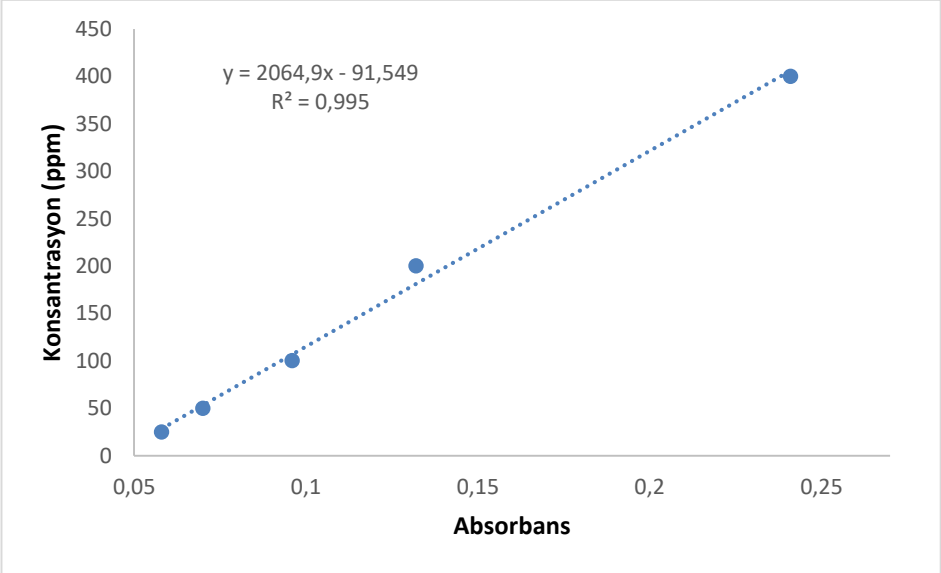
Şekil 3.6. TFMM analizi için oluşturulan gallik asit kalibrasyon eğrisi

Şalgam suyu ve bunların enkapsüle edilen tozlarının TFMM analizi birinci aşamada folin reaktifi, 1/9 oranında saf suyla seyreltilip hazırlandı. Bunun yanında %7.5'lik Na_2CO_3 çözeltisi hazırlandı. Hazırlanma aşamasından sonra deney tüplerine şalgam suyu ile enkapsüle tozlarından 0,4 mL kadar örnek alındı. Bunun üzerine 2 mL folin reaktifi ile 1,6 mL Na_2CO_3 çözeltisi eklendikten sonra vortekst cihazında

homojen karışım elde edilene kadar karıştırıldı. Yapısı itibariyle Şalgam suyu ve enkapsüle tozlarından 0,01 gr tartılıp 0,1 mL saf su ilave edilerek yeterli çözünürlük elde edildi. 1 saat karanlık bekleme aşaması biten numuneler SHIMADZU marka UV-1280 UV-VIS modeline ait spektrofotometre cihazında 518 nm dalga boyu ile okuma gerçekleştirildi. Analiz sonuçları 3 tekerrür olacak şekilde çalışıldı. Toplam Fenolik Madde Miktarı analizinin sonuçları gallik asit türünden (mg/ml) hesaplaması yapıldı.

3.2.4.1. Toplam flavonoid miktarı analizi

Harborne ve Mabry (1982) çalışmalarında doğal antioksidanlar arasında önem arz eden bir yere sahip flavonoidlerin, antioksidan ,enzim inhibitarü, başta olmak üzere önemli özelliklere sahip olduğunu belirtmişlerdir. Yapılacak olan bu analizlerle mikroenkapsüle edilmiş şalgam suyunun yukarıda bahsedilen önemli özellikleri belirlenecektir. Şalgam suyu ve enkapsüle tozlarının TFM analizi Zhinsen ve ark., (1999) yöntemine göre gerçekleştirildi.

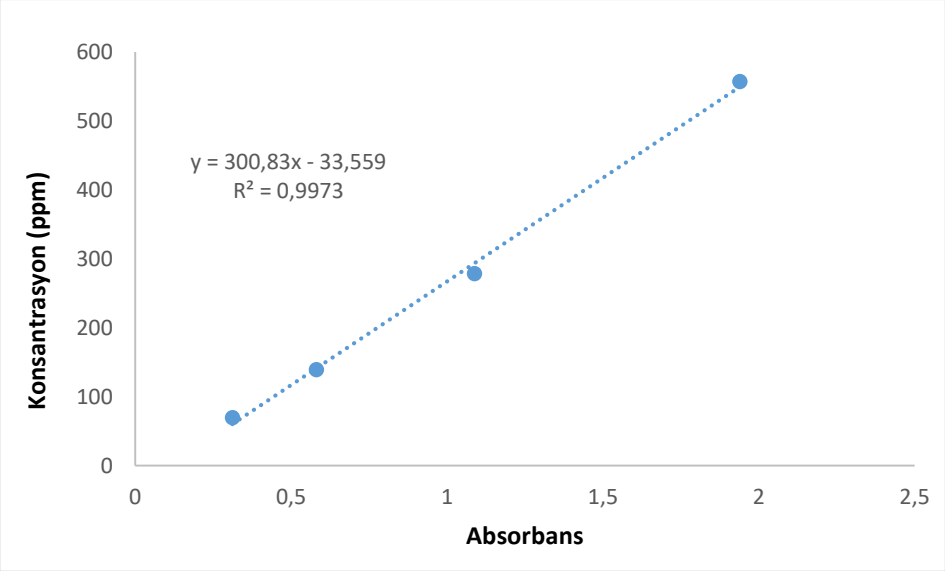


Şekil 3.7. TFM için oluşturulan Quercetin kalibrasyon eğrisi

Şalgam suyu ile bunların enkapsüle tozlarında flavanoid miktarlarını tespit etmek amacıyla ilk olarak %5 oranında $NaNO_2$ çözeltisi, %10 oranında $AlCl_3$ çözeltisi ile berabar 1 M NaOH çözeltisi oluşturuldu. Daha sonra deney tüplerine şalgam sularında 1 mL olmak üzere numune eklendi. Çözücü olarak ise üzerine saf sudan 4 ml eklendikten sonra vortekslenip çözündürüldü. Bununda üzerine 0,3 mL %5 oranında $NaNO_2$ çözeltisi ve 0,3 ml %10 oranında $AlCl_3$ çözeltisi eklenip karıştırılarak 5 dakikalık bir bekleme sürecine tabi tutuldu. Bekletilen numunelerin üzerine 2 mL 1 M NaOH çözeltisi ilave edilip 6 dakika bekletilerek son hacim 10 mL olacak şekilde çözücü eklendi. Şalgam suyu ile bunların enkapsüle edilmiş tozları yapısı itibariyle farklı olduğundan 0,01 gr toz halindeki numuneler deney tüpüne taratılıp üzerine çözeltiler eklenerek hazırlandı. Bekletilen numunelerin absorbansı SHIMADZU marka UV-1280 UV-VIS modeline ait spektrofotometre cihazında 510 nm dalga boyu ile numunelerin ölçümleri gerçekleştirildi.

3.2.5. Kondense tanen analiz miktarı

Şalgam suyu ile bunların enkapsüle tozlarının toplam kondanse tanen miktarları Karaoğul ve ark. (2017)'ye göre yapılmıştır.

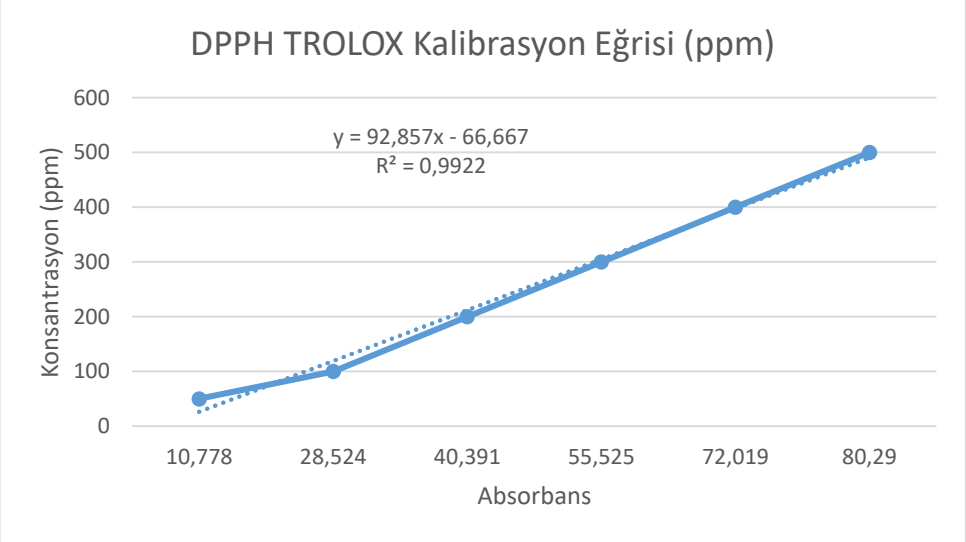


Şekil 3.8. Mimoza taneninin kalibrasyon eğrisi (Karaoğul ve ark., 2017)

Tanen analizi için öncelikle 5 ml HCI (35'lik), 95 ml n-bütanol, 0.05 gr FeSO4 çözeltileri elde edilmiştir. Şalgam suyu numunelerinden 1 mL, enkapsüle toz numunelerdende 0.01 gr numune deney tüpene aktarılmıştır. Daha sonra 10 mL tanen çözeltisi üzerine eklenmiştir. 1 saat su banyosunda kaynamış olan tüplerin absorbans ölçümlerini belirlemek için SHIMADZU marka UV-1280 UV-VIS modeline ait spektrofotometre cihazı kullanılmış olup, 580 nm dalga boyunda numunelerin okuması yapılmıştır.

3.2.6. DPPH ile antioksidant madde analizi

Thomas ve ark., (2010), insanların vücutlarından veya gıda maddelerinden alınarak üretilen çeşitli antioksidanların, birçok hastalıklara sebep olan serbest radikallerle Reaktif oksijen cinslerinin oksidatif etkilerine karşı mühim derecede önem arz ettiklerini ifade etmişlerdir. Buna istinaden mikroenkapsüle edilmiş şalgam suyunun toplam antioksidan kapasitesi Brand Williams ve ark., (1995)'e göre analiz yapılmıştır.



Şekil 3.9. DPPH için Trolox standart Eğrisi

Yöntemin temeli, DPHH ihtiva eden çözeltiyle hidrojen (H) atomu verme meyilindeki molekülün (antioksidan) çözeltisinin karıştırılmasıyla DPHH radikalini süpürmesi temeline dayanmaktadır. Belirlenecek olan dalga boyuna göre spektrofotometre cihazında okuma yapılmıştır.



Şekil 3.10. Spektrofotometre cihazı

Şalgam suyu ve enkapsüle tozlarında antioksidan kapasitesini belirlemek için numunelerden; 10 µL – 25 µL ve 50 µL deney tüplerine alınarak üzerine son hacim 4 ml olacak Şekilde DPPH radikali eklenip vortekste karıştırıldı. Analiz 3 tekerrür olacak şekilde hazırlandı. Şalgam suyu ve enkapsüle tozlarından farklı olarak 0,1 gr toz numune tartıldıktan sonra üzerine 10 mL saf su eklenip homojen hale getirildi. Çözünen karışımdan deney tüplerine 10-25 µL ve 50 µL alınıp normal analizde eklenen çözeltilerile beraber tüplere eklendi. Sonrasında 30 dk oda sıcaklığı koşullarında ışık almayan bir ortamda bekletildi. Daha sonra SHIMADZU marka UV-1280 UV-VIS modeline ait spektrofotometre cihazında 518 nm dalga boyunda numunelerin okuması yapıldı.

3.2.7. Antosiyanin madde analizi

Şalgam suyu ile bunların enkapsüle edilen tozlarında toplam antosiyanidin miktarları belirlemek için Wrolstad (1976) esas alınarak analiz yapılmıştır. İki farklı pH diferansiyel yöntemi uygulaması yapılmıştır.

İki ayrı pH larda hazırlanan buffer PH 1 için 1,86 gr KCL (potasyum klorür) tartılarak, 980 ml saf su ilave edildi. Buffer pH değeri 1'e ayarlanmak için Asetik asit kullanılmıştır. PH 4,5 buffer için ise 54,43 gr sodyum asetat trihidrat tartılıp, Üzerine 960 ml saf su ilave edilmiştir. Buffer pH değeri 4,5'a ayarlamak içinde Hidroklorik asit kullanılmıştır. Şalgam suyu ve bunların enkapsüle tozlarından 0.01 gr tartılarak, 10 ml saf suda çözünmesi sağlandı. Şalgam suyu örneklerinden ise 1 ml alınarak analiz yapıldı**.**

Şalgam suyu ve enkapsüle tozlarının Toplam antosiyanin miktar tayini için 1 ml numune deney tüpüne eklendi. Üzerine pH buffer 1, 4 ml ilave edilip, SHIMADZU marka UV-1280 UV-VIS model spektrofotometre cihazında 520 ile 700 nm aralığında absorbans değerleri ölçülmüş olup, pH 4,5 buffer için de aynı şekilde hazırlık yapılmıştır. Aşağıdaki formül baz alınarak hesaplama yapılmıştır (Güven ve ark., 2019).

$$Toplam\ antosiyanin\ miktarı, \frac{mg}{L} = \frac{AxMWxDFx1000}{\varepsilon x1} \quad (3.3.)$$

$A = Ph\ 1\ (A_{520-700} - A_{520-700}) - Ph\ 4.5\ (A_{520-700} - A_{520-700})$

$DF = Seyreltme\ Faktörü$

MW = Molekül ağırlığı (449.2)

$\varepsilon = 26.900$

3.2.8. Duyusal analiz

Şalgam suları ve Enkapsüle formundaki tozlarının duyusal analizi, HÜBTAM çalışanlarından oluşan 10 panelistin katılımıyla gerçekleşti. Yapılan Duyusal analiz değerlendirme formuyla puan cetvelini gösteren Çizelge 3.4.'te verilmiştir. Puan cetveli tercihleri (mükemmel idare eder fena değil çok kötü ve kötü) ile yapılmıştır.

Çizelge 3.4. Duyusal analiz değerlendirme formu

BULGUR KAYNATMA SUYUNDAN YAPILAN ŞALGAM SUYU DUYUSAL DEĞERLENDİRME RAPORU						
Katılımcının Ad-Soyadı:						
5:Mükemmel, 4: iyi, 3: Orta, 2:Kötü, 1:Çok kötü		**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
1	**Renk ve berraklık**					
2	**Tat-Aroma**					
3	**Koku**					
5	**Kıvam (dolgunluk)**					
6	**Keskin tat**					
8	**Gecikmiş tat (sonradan hissedilen)**					
9	**Kekremsi-burukluk**					
10	**Genel izlenim**					

Örnekler ile ilgili görüşlerinizi yukarıda verilen puan skalasına göre işaretleyiniz.

3.2.9. SEM analizi

Püskürtülerek kurutma ile dondurarak kurutma tekniklerinden elde edilmiş olan enkapsüllerin yüzey morfolojisi ve kimyasal yapısı SEM cihazı kullanılarak incelenmiştir (Zeiss Evo 50 SEM, Almanya). Enkapsüller çift yönlü yapışkan karbon bantlara sabitlenmiş ve kaplama maddesi olarak iletkenliliği yüksek olan altın/paladyum kullanılmıştır. Numuneler 20 kV değerinde ve 5000 büyütmede görüntüleri alınmıştır (Şekil 3.5.).



Şekil 3.11. Sem cihazı

3.2.10. XRD analizi

Liyofilizasyon yöntemiyle oluşturulan nanoenkapsüllerinin yapısal analizleri x-ışını kırınımı prensibine dayanan 40 kV/30 Ma değerinde ölçüm yapan bir difraktometre kullanılmak suretiyle (Rigaku Ultima III) CuKα (1.54 nm) analizi gerçekleştirilmiştir. Tarama için uygulanan açı aralığı 10-100 (2θ) arasında belirlenmiş ve bu parametrelere göre analiz yapılmıştır. Ayrıca XRD cihazında kullanılan numunelerin nanoenkapsüle boyutu aşağıda verilmiş olan yarı maksimumun genişliği (FWHM) aracılığıyla Scherrer's eşitliği baz alınarak hesaplama yapılmıştır.

$$D = \frac{K*\lambda}{\beta*\cos\theta} \quad (3.4)$$

D: Nanoenkapsüle toz boyutu

K: Sayısal sabit 0.941

λ: X − ray dalga boyutu (1.54 nm)

β: FWHM (yarı maksimumun tam genişliği)



Şekil 3.12. XRD cihazı

3.2.10.1. Elementel analiz

Şalgam suyuyla bunların enkapsüle edilmiş tozlarının elementel analiz değerleri, Thermo Scientific Flash 2000 cihazıyla yapılmıştır. Sıvı örnekler 105'c de 2 saat Etüvde kalıp kurutultulmuştur. Ardından örneklerden 2.5-3 mg alınıp tartım kaplarına konulmuştur. 95^0'C kadar ısınmış fırında 12 dak'da 1 örnek sonucunu %'lik olacak şekilde C, H, N değerleri belirlenmiştir.



Şekil 3.13. Elementel cihazı

3.2.11. HPLC analizi

Şalgam suyu ve enkapsüle tozlarının organik asitlerini belirlemek için Shimazdu marka HPLC cihazı kullanılmıştır. Transgenomic ICSEP ICE Goregel model kolon ve dedektör SPD-20 AV ile mobil fazı 0,02N H_2SO_4 isocratic flow akışta kullanılmıştır. Çalışma kapsamında 0,6 ml/dk akış hızında fırın sıcaklığı 40'c dalga boyu 210 nm olacak şekilde ayarlanmıştır.



Şekil 3.14. HPLC cihazı

3.2.12. İyon kromotografi cihazı

Şalgam suyu ve enkapsüle tozlarının iyon analizi sonuçları Shımadzu IC –C4 /IC-SA3 250 L *4.0 Anyon ve katyon kolonunda 1.600 ml ısocratic akış kullanılmıştır. Analiz süresi 23 dk ve kolon sıcaklığı 45^{o}C olarak ayarlanmıştır.



Şekil 3.15. İyon kromotografi cihazı

3.2.13. LC-MS analizi

Shimadzu marka LCMS-8030 model İnertsil ODS 4; 2um 2.1 x 50 mm kolon tercih edilmiştir. Binary gradient moduna göre *şalgam suyu* ve bunların enkapsüle edilmiş tozlarının LC-MS ile kimyasal yapı kompozisyonu belirlenmiştir. Toplam akışı 0.4000 mL/min olan LC-20ADXR markaya ait pompa kullanılmıştır. Mobil fazları sırayla %0.1'lik formik asit + su ve %0.1'lik formik asit ile metil alkol olan

analizde en yüksek basınç 660 bar olacak şekilde CTO-10ASvp marka fırında sıcaklık 40 °C ayarlanarak analizler yapılmıştır.



Şekil 3.16. LC-MS cihazı

Çizelge 3.5. LC-MS/MS'de kullanılan standartların metot verileri

Standartlar	ESI İYON MODU	MRM	Alıkonma Zamanı (dk)	R^2 (Regrasyon)	Kalibrasyon Denklemi
Kuersetin	Negatif	301,1>151	6,091	0,9990363	Y = (13,7831)X+ (-146,951)
Asetohidroksisinamik asit	Pozitif	76,10>43,10	1,986	0,999363	Y = (150,982)X + (23,1833)
Kateşinhidrat	Negatif	291,10>139,00	4,958	0,9991201	Y = (79,2933)X + (-2406,22)
Vanilicacis	Pozitif	168,80>93,00	6,026	0,9976425	Y = (48,0522)X + (-876,904)
Resveratrol	Pozitif	229,10>135,00	5,713	0,9978816	Y = (46,4361)X + (-1314,61)
Fumarik asit	Negatif	115,20>71,00	3,674	0,9989117	Y = (20,2986)X + (-762,592)
Gallik Asit	Negatif	169,20>125,00	4,134	0,998971	Y = (65,3835)X + (-2699,84)
Kafeik Asit	Negatif	179,20>135,00	5,283	0,9956162	Y = (124,785)X + (-487,132)
Floridzin dihidrat	Negatif	435,00>273,10	5,646	0,9986845	Y = (33,4069)X + (-1396,90)
Oleuropein	Negatif	539,10>377,20	5,643	0,9989262	Y = (25,9240)X + (-558,916)
4- Hidroksisinamik	Negatif	163,20>119,00	5,738	0,9949564	Y = (13,1516)X + (717,421)
Elajik Asit	Negatif	300,90>145,10	5,895	0,9995757	Y = (5,25903)X + (-1167,31)
Mirisetin	Negatif	317,10>150,90	5,858	0,9992188	Y = (37,0934)X + (2684,23)
Protokateşik asit	Negatif	181,20>108,00	5,875	0,9943057	Y = (526,954)X + (23026,1)
Silimarin	Negatif	481,00>301,00	5,978	0,9947323	Y = (31,9969)X + (-1823,79)
2-Hiroksi1, 4naptinon	Negatif	173,20>144,90	6,058	0,9971801	Y = (203,469)X + (29033,1)
Bütein	Negatif	271,10>135,00	6,084	0,9992028	Y = (49,3543)X + (367,917)
Naringenin	Negatif	271,10>150,90	6,104	0,9955044	Y = (317,241)X + (33733,3)
Luteolin	Negatif	285,20>132,90	6,19	0,9976786	Y = (34,6668)X + (3721,79)
Kaemferol	Negatif	285,10>116,90	6,288	0,9993608	Y = (2,63905)X + (-206,494)
Kurmin	Negatif	367,00>149,00	6,516	0,9966966	Y = (227,706)X + (-10111,1)
Timokinon	Negatif	164,20>149,00	6,632	0,9991933	Y = (60,4553)X + (2285,92)
Alizarin	Negatif	239,20>210,90	6,8	0,998357	Y = (3,97487)X + (1614,23)
Hidroksibenzoat	Negatif	137,20>93,00	6,13	0,9987579	Y = (735,804)X + (-498,102)
Salisilik asit	Negatif	137,20>93,00	6,104	0,9989762	Y = (746,369)X + (6072,41)

N: Negatif, P: Pozitif

3.2.14. İstatistiksel analiz

Şalgam suyu ve bunların enkapsülasyonu ile elde edilen tozlarının analizleri sonucu değerlendirmek suretiyle istatistiksel çalıçma yapılmıştır. ANOVA testi olağan dağılım gösteren gruplar için uygulandı. TUKEY testi de Çoklu gruplardan elde edilen ortalamalar arasındaki farkları belirlemek için yapıldı. İstatistiksel analizde 22.0 SPSS (SPSS Inc., Chicago, USA) yazılım programları kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bu çalışmada bulgur unu yerine bulgur kaynatma suyundan şalgam suyu üretilmiştir. Elde edilen şalgam sularına farklı mikroenkapsülasyon teknikleri uygulanarak şalgam suyunun fizikokimyasal özelliklerine olan etkisinin araştırılmıştır. Şalgam suyunun mikroenkapsülasyonunda maltodekstrin-gam arabik kombinasyonu kaplama materyali olarak kullanılmıştır. Mikroenkapsüle edilmiş şalgam suyunun flavonoid miktarı (TFM) analizi ve toplam fenolik madde miktarı yapılmıştır. Şalgam suyu ve bunların enkapsüle tozlarının toplam kondanse tanen miktarları belirlenmiştir.

4.1. Şalgam Suyu ve Bunların Enkapsüle Tozlarının Fizikokimyasal Analizleri

4.1.1. Şalgam suyu ve bunların enkapsüle tozlarının DPPH % inhibisyon analiz sonuçları

Antioksidant özellik, gıda ürünlerinin sağlık açısından potansiyelini gösteren önemli analiz parametrelerindendir. Antioksidant potansiyelin tespiti için serbest radikal DPPH standart olarak kullanılmıştır. Serbest radikalin çözücü ortamında numune veya antioksidant ürünler ile temizlenme miktarı, o ürünün antioksidant kapasitesini gösteren önemli bir parametredir.

Numune türüne göre DPPH (%) inhibisyon, trolox eşdeğeri ve IC50 değerleri incelendiğinde hazır şalgam (HŞ), musluk şalgam (MŞ), bulgur şalgam (BŞ), püskürtmeli kurutma hazır şalgam (PHŞ), püskürtmeli kurutma musluk suyu şalgam (PMŞ), püskürtmeli kurutma bulgur suyu şalgam (PBŞ), dondurarak kurutma hazır şalgam (DHŞ), dondurarak kurutma musluk suyu şalgam (DMŞ) ve dondurarak kurutma bulgur suyu şalgam (DBŞ) konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak DPPH (%) inhibisyon oranının arttığı, trolox eş değerinin ise azaldığı görülmüştür. Yine çalışma sonucunda en yüksek IC50 değerinin 361.96±34.78 ile PBŞ, en düşük IC50 değerinin ise 66.33±1.65 ile DMŞ numunesinde olduğu görüldü (Çizelge 4.1). Çizelge 4.1 incelendiğinde HŞ'nin antioksidan etkinliğinin diğer gruplara göre daha yüksek, DBŞ'nin ise daha düşük olduğu görülmektedir. Trolox değerleri açısından

değerlendirildiğinde ise DMŞ'nin trolox değerinin diğer gruplara göre daha yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.1. DPPH (%) inhibisyon, trolox eş değeri ve IC50 değerleri analiz sonuçları

Numune Kodu	***Kns*** *(*mg/L)	***% İnhbs***	***Trolox eş değeri*** *(*mgTEAC/L)	***Denklem***	***R²***	***IC50***
*HŞ	25	61,52±2,05[a]	280,03	y=0,4397x+58,45	0,958	252±10,58
	50	71,56±1,32[b]	206,50			
	75	79,64±1,48[c]	147,36			
*MŞ	25	60,94±0,59[a]	284,23	y=0,3211x+59,05	0,925	339,71±25,47
	50	69,17±1,84[ab]	223,99			
	75	74,31±5,14[b]	186,34			
*BŞ	25	61,28±6,59[a]	281,80	y=0,3386x+60,10	0,83	325,73±55,37
	50	72,11±0,74[ab]	202,51			
	75	75,71±4,57[b]	176,15			
*PHŞ	25	59,43±0,84[a]	264,08	y=0,478x+54,75	0,999	219,14±0,21
	50	66,86±2,68[a]	215,35			
	75	78,60±0,758[b]	138,50			
*PMŞ	25	58,28±1,08[a]	271,61	y=0,355x+58,71	0,676	306,22±99,21
	50	73,29±14,5[1a]	173,27			
	75	74,37±3,71[a]	166,18			
*PBŞ	25	63,86±1,41[a]	235,06	y=0,31x+62,21	0,904	361,96±34,78
	50	72,31±5,50[ab]	179,69			
	75	76,87±1,30[b]	149,79			
*DHŞ	25	37,82±0,99[a]	405,60	y=0,764x+28,71	0,982	103,03±1,85
	50	45,46±1,206[b]	355,55			
	75	67,81±1,53[c]	209,15			
*DMŞ	25	24,57±1,62[a]	492,42	y=1,0072x+16,8	0,975	66,33±1,65
	50	45,67±1,43[b]	354,22			
	75	65,78±0,64[c]	222,44			
*DBŞ	25	44,65±3,56[a]	360,86	y=0,7126x+40,7	0,912	127,30±166,10
	50	63,65±2,45[b]	236,39			
	75	74,44±3,155[c]	295,06			

Not: Aynı sütundaki farklı harfler arasındaki fark anlamlı düzeydedir.

*BS: Bulgur suyu * MŞ: musluk şalgam *HŞ: Hazır şalgam *BŞ: Bulgur şalgam *PMŞ: Sprey musluk şalgam *PBŞ: Sprey bulgur şalgam*PHŞ: Sprey hazır şalgam*DBŞ: Liyo bulgur şalgam *DMŞ: Liyo musluk şalgam *DHŞ: Liyo hazır şalgam

Şalgam tozlarının üretilen metotlara göre antioksidant inhibisyonu karşılaştırıldığında, püskürtmeli kurutma ile elde edilen değer, dondurarak kurutmadan elde edilen verilere (En yüksek 78,60±0,758, en düşük 24,57±1,62) göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Çoksarı (2012), tarafından yapılan çalışmada farklı dozlarda yetiştirilen *Echinacea pallida nutt, E.purpurea* türlerinin farklı kurutma yöntemlerinin ekstrat kalitesine etkisi incelenmiştir. Yapılan çalışma neticesinde

püskürtmeli kurutmayla elde edilen ekstratların inhibisyon değerinin dondurarak kurutmayla elde edilen ekstratların inhibisyon değerinden daha yüksek olduğu saptanmıştır.

4.1.2. Şalgam suyu ve enkapsüle tozlarının tanen, antosiyanidin, TFMM, flavanoid analiz sonuçları

Flavonoidler, bugüne kadar kadar belirlenmiş 8000'i aşkın polifenol'ün 4000'den fazlasını oluşturmaktadır (Harborne ve ark., 1999). Tanenler tannik asit olarakda adlandırılırlar. Polifenolik bir bileşik olan tanenler; kolza, bakla, çay benzeri bitki türlerinden üretilen, açık sarı, kahverengiye dönen toz , süngerimsi, veya pul bir yapı halinde belli bir biçimi olmayan maddeler olarak bilinmektedir. Çoğu zaman Bitkilerdeki çeşitli organlarında bulunan Tanenler bu dokuların gelişiminin düzenlenmesinde rol oynarlar (Kolaç ve ark., 2017).

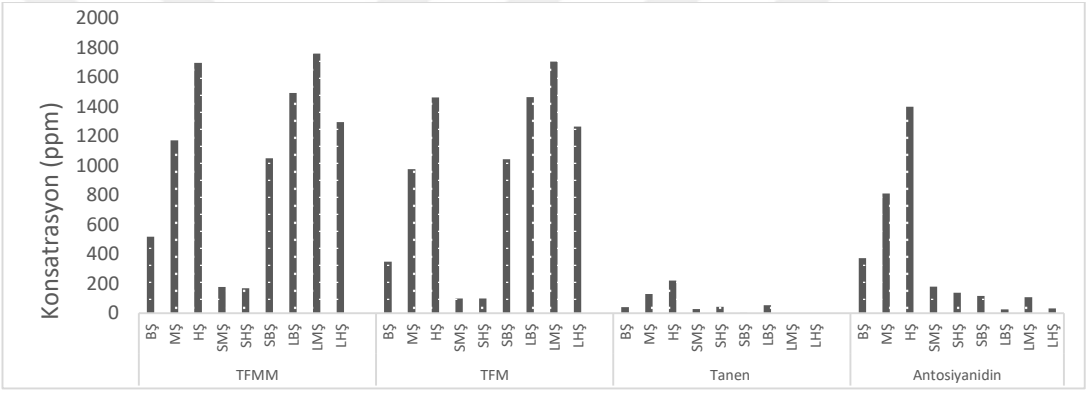
Çalışmadan elde edilen verilerin analizi sonucunda en yüksek TFM düzeyinin 1704.91±109.26 ile DMŞ, en düşük TFM düzeyinin 99.48±2.06 ile PMŞ numunesinde olduğu görülmüştür. En yüksek TFFM düzeyi MŞ numunesinde (195.23±18.14 mg GAE/kg), en düşük TFFM düzeyi ise PBŞ numunesinde (7,21± 4,73 mg GAE/kg); en yüksek kondanse tanen miktarı 223.04±25.43 mg/kg ile HŞ numunesinde saptanmış olup DMŞ ve DHŞ'de kondanse tanen tespit edilememiştir. Antosiyanin düzeyi HŞ numunesinde diğerlerine göre daha yüksek, DBŞ numunesinde ise daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.2; Şekil 4.1).

Çizelge 4.2. Şalgam Suyu ve bunların enkapsüle tozlarında bulunan Antosiyanidin,Tanen , TFMM, Flavanoid analiz değerleri

Numune Türü	*TFM (mg QCE/g)*	*TFMM (mg GAE/kg)*	*Kondanse Tanen (mg/kg)*	*ANTOSİYANİN (mg/kg)*
***BŞ**	351,02±22,74^{e}	519,28±30,12^{c}	42,35±28,22^{cde}	372,94±51,24^{c}
***MŞ**	976,69±103,25^{d}	1171,92±121,39^{a}	131,69±3,31^{b}	812,67±339,60^{c}
***HŞ**	1462,63 ±56,37^{d}	1697,26±67,78^{b}	223,04±25,43^{a}	1400,48±313,59^{a}
***PMŞ**	99,79 ±1,19^{e}	179±2,36^{c}	30±32,20^{cde}	180,90±11,35^{b}
***PHŞ**	100,48± 2,06^{e}	170,68±3,55c^{d}	43,35±42,56^{bcd}	140,27±33,50^{c}
***PBŞ**	1044,14 ±71,53^{c}	1051,35±76,26^{f}	3,24±6,25^{cde}	117,44±13,92^{c}
***DBŞ**	1464±160,39^{ab}	1491,75±61,53e^{f}	55,58±17,57^{bc}	27,27± 8,33^{c}
***DMŞ**	1704,91± 109,26^{a}	1759,96±110,1^{d}	TEDB	109,65±17,04^{bc}
***DHŞ**	1264,40±137,48^{bc}	1296,35±139,04^{e}	TEDB	33,39±4,91^{c}

Not: Aynı sütundaki farklı harfler arasındaki fark anlamlı düzeydedir.

*BS: Bulgur suyu * MŞ: musluk şalgam *HŞ: Hazır şalgam *BŞ: Bulgur şalgam *PMŞ: Sprey musluk şalgam *PBŞ: Sprey bulgur şalgam*PHŞ: Sprey hazır şalgam*DBŞ: Liyo bulgur şalgam *DMŞ: Liyo musluk şalgam *DHŞ: Liyo hazır şalgam*TEDB Tespit edilen değerde bulunamamıştır.



Şekil 4.1. Numune türüne göre antosiyanidin, fenolik madde, flavanoid ve tanen düzeyleri

Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre püskürtmeli kurutma ile kurutulan örneklerdeki TFFM düzeyi, dondurarak kurutmaya göre daha yüksektir. Toplam fenolik madde miktarı açısından değerlendirildiğinde ise dondurarak kurutma yöntemi uygulanan gruplarda, toplam flavanoid madde (TFM) miktarının püskürtmeli kurutma yöntemine göre daha yüksek olduğu görüldü. Beslenme ve sağlık arasındaki ilişki üzerine yapılan araştırmalardan elde edilen sonuçlar beslenme şeklinin tüketilen gıdaların içeriği ve gıda işleme esnasında uygulanmakta olan işlemlerin, sağlık ile sıkı ilişki içerisinde olduğunu göstermektedir.Günümüzde yoğun olarak sağlık açısından olumlu/olumsuz etki gösterme potansiyelindeki gıdaların, bileşenlerin yahut işleme tekniklerinin belirlenmesine ilişkin farklı çalışmalar yapılmaktadır. Gıda sektörü, bilim dünyasının önerdiği sağlık tavsiyelerine ve beslenme nodeline uygun yeni

ürünler meydana getirme yahut ürün modifikasyonuyla tüketici odaklı misyon yüklenmiş durumdadır. Gıdaların besleyicilik kalitesi en önemli konuların başında yer almakta iken bilhassa bitkisel kaynaklı çoğu gıda içeriğindeki biyoaktif bileşiklerden ötürü pek çok alanda önemli hammaddeler arasında yer alır. Gıdaların yapısında yer alan ve tanımlanmış olan biyoaktif bileşikler kimyasal yapıları, fonksiyonları ve sayıları bakımından çeşitlilik arz etmekte olup fenolik maddeler de gıdalardaki en önemli biyoaktif bileşenler olarak karşımıza çıkmaktadır (Kris-Etherton ve ark., 2002; 2004; Filho ve ark., 2007). Fenolik bileşikler insan vücudunu zararlı serbest radikallerden koruyan bileşikler arasında yer almaktadır (Rice-Evans ve ark., 1997). Fenolik bileşikler, özellikle de flavanoidlere karşı ilgi artmaktadır. bunlar anti-infmalatuvar, antialerjik ve antibakteriyel olmak üzere önemli biyolojik etkilere sahiptirler. Flavanoidler antioksidan, serbest radikal giderici ve metaller ile şelat yapabilme kabiliyetine sahip bileşikler olup flavanoidler üzerine gerçekleştirilmiş olan epidemiyolojik çalışmalar sonucunda flavanoid tüketimindeki artışa bağlı olarak kardiyovasküler hastalıklar (Zeka ve ark., 2017; Ciumărnean ve ark., 2020) ve çeşitli kanser türlerinin ortaya çıkma riskinin azaldığı gösterilmiştir (Kuo, 1997; Bondonno ve ark., 2019; Costea ve ark., 2020). Yapılan çalışmalarda kurutma yöntemine göre de fenolik madde miktarlarında farklılıklar olduğu bildirilmiştir. Tarımsal ürünlerin hasat edilmesinden tüketilmesine kadarki süreçte çeşitli kayıplar yaşandığından ürün kaybının önüne geçilmesi, raf ömrünün artırılması ve ürün kalitesinin korunmasına yönelik olarak pek çok koruma yöntemi geliştirilmiş olup bunlar arasında en ekonomik ve yaygın uygulanan yöntem kurutma yöntemidir (Akyıldız ve Öcal, 2006). Kurutma yönteminin avantajları arasında enzimatik bozulma ve mikrobiyal hız gelişimini azaltmanın yanı sıra görsel açıdan da avantajlı olduğu için en fazla tercih edilen yöntemlerin başında yer alır (Bchir ve ark., 2012). Kurutma işlemi aynı zamanda ürünün kokusu, tadı, rengi, aroması vb özelliklerini daha değerli kılmakta olup bu da tüketicilerin ürüne ilgilerini artırmaktadır (Kingsly ve ark., 2006). Pop ve ark (2013), yaptıkları çalışmada dondurarak kurutma yöntemiyle dondurulan numunelerde TFMM düzeyinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Gomes ve ark. (2018) tarafından yürütülen çalışmada püskürtülerek kurutma işleminin yapıldığı numunelerdeki flavanoid içeriğinin dondurarak kurutulan örneklerdekinden daha yüksek olduğu bildirilmiş olup bu sonuçlar çalışmamız ile paralellik arz etmektedir.

Yapmış olduğumuz çalışma sonucunda en yüksek kondanse tanen miktarı 223.04±25.43 mg/kg ile HŞ numunesinde saptanmış olup DMŞ ve DHŞ'de kondanse tanen tespit edilememiştir. Antosiyanin düzeyi HŞ numunesinde diğerlerine göre daha yüksek, DBŞ numunesinde ise daha düşük bulunmuştur. Kondanse tanen protein bypass'ı sağlaması, antimetanojenik ve antiparaziter etki göstermesi vb özelliklerinden ötürü önemlidir. Kondanse tanen veya proantosiyanidinler flavonoid birimlerin polimerlerinden meydana gelmekte olup hidrolize tanene göre molekül ağırlıkları daha yüksektir (McLeod, 1974; Mueller-Harvey ve McAllan, 1992; Mueller-Harvey, 1999). Kondanse tanenler bitkilerin sekonder metaboliti olarak bilinirler. Alt birimler kateşin, epikateşin veya gallokateşin ve epigallokateşinden oluşur (Lorenz, 2011). Kondanse tanenin antimikrobiyal özelliği de bulunmaktadır. Kondanse tanen içeriği yüksek gıdaların tüketimiyle dışkı yoluyla *E.coli* O157:H7 serotipinin atılımında azalma ve ette kontamine olayının azaltacağına yönelik iddialar söz konusudur (Elder ve ark., 2000; Bach ve ark., 2008; Wang ve ark., 2016).

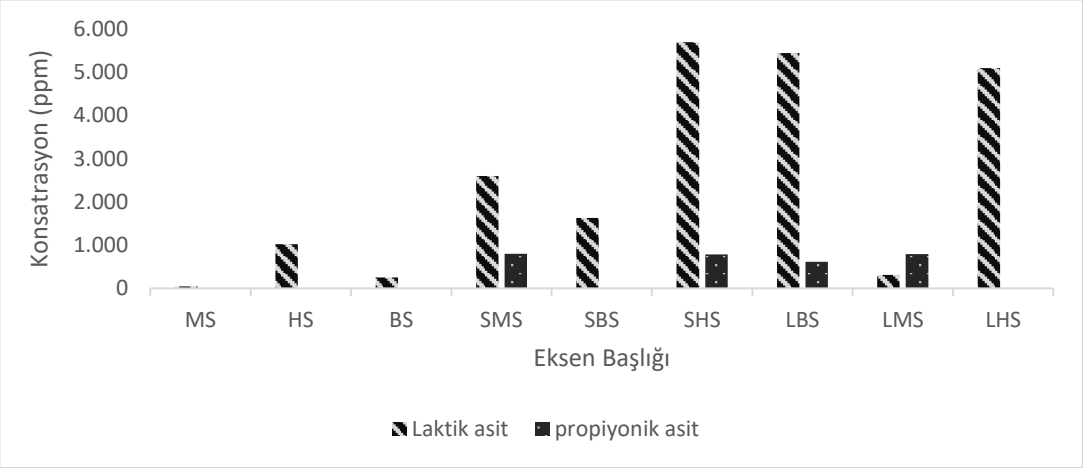
Yapmış olduğumuz çalışma sonucunda antosiyanin düzeyi HŞ numunesinde diğerlerine göre daha yüksek, DBŞ numunesinde ise daha düşük bulunmuştur. Yapılan çalışmalar sonucunda yüksek antosiyonin içeriğine sahip ürünlerin tüketimiyle kalp krizi, sinir sistemi hastalıkları ve kanser gibi hastalıkların ortaya çıkma riski arasında ters yönlü bir ilişki olduğu gösterilmiştir (Wallace, 2011; Tsuda, 2012). Bu bağlamda gıdalarda antosiyanin düzeyinin belirlenmesi oldukça önemlidir.

4.1.3. Organik asitlerin HPLC analiz sonuçları

Organik asitler, trikarboksilik asit döngüsü ve CAM-fotosentez ve glioksilat döngüsü gibi temel yollarda yer aldıkları bitki birincil metabolizmasında ayrılmaz bir rol oynar. Ayrıca daha indirgenmiş bileşiklerin bozunmasının ürünleri olarak ortaya çıkarlar ve birçok bitki dokusunda birbirine dönüştürülürler. Malat, fumarat, laktat ve sitrat gibi organik asitler, stoma fonksiyonu, fosfor alımı, alüminyum toleransı, mikroorganizmalarla iletişim, CO_2 konsantre metabolizması, geçici karbon depolama gibi birçok hücresel süreçte temel fonksiyonlara sahiptir. Ayrıca bitki gelişimi ve büyümesinin düzenlenmesinde ve ayrıca bazıları hem abiyotik hem de biyotik strese

yanıtta yer alan hem birincil hem de özel metabolik yolların düzenlenmesinde kritik bir rol oynarlar (Drincovich ve ark., 2016). Laktik asit, gıda ve kimya endüstrisinde koruyucu, asit verici, aroma verici ve çözücü olarak yaygın olarak kullanılan değerli bir organik asittir (Göçer, ve ark., 2021). Laktik asit üretimi için karbonhidrat, nişasta, selüloz, buğday atıksu, peynir altı suyu ve melas içeren bazı düşük maliyetli hammaddeler kullanılmaktadır (Göçeri, 2013). Laktik asit insanlar, mikroorganizmalar, bitkiler ve hayvanlar tarafından üretilebilir. Besin noktası açısından, laktik asidin L(+) formu esas olarak gıda ve endüstri için talep görmektedir (Göçeri, 2021).

HPLC analiz sonuçları incelendiğinde numune türüne göre laktik asit düzeyinin büyükten küçüğe doğru sırasıyla BŞ, HŞ, PBŞ, PMŞ, PHŞ, DMŞ, DBŞ, DHŞ ve MŞ şeklindedir. Sitrik asit düzeyi en yüksek DBŞ numunesinde saptanmıştır. Malik asit miktarının en fazla olduğu gurubu oluşturan DBŞ, en az olduğu grup ise DHŞ'dir. Oksalik asit düzeyinin en yüksek olduğu grup DBŞ iken asetik asit ve propiyonik asit düzeyinin en yüksek olduğu grup ise BŞ'dir (Çizelge 4.3; Şekil 4.2).



Şekil 4.2. HPLC organik asit sonuçları

HPLC analiz sonuçlarına göre bulgur suyu şalgam (BŞ) numunesinde ve aynı zamanda püskürtmeli kurutma yöntemiyle kurutulan numunelerde laktik asit düzeyinin daha yüksek olduğu görüldü. Çalışma sonucunda aynı zamanda sitrik asit

düzeyinin dondurarak kurutma bulgur suyu şalgam (DBŞ) örneğinde, malik asit düzeyinin de yine DBŞ örneğinde en yüksek düzeyde, dondurarak kurutma hazır şalgam (DHŞ) örneğinde ise en düşük düzeyde olduğu görüldü. Yine çalışmamızda oksalik asit düzeyinin DBŞ'de, asetik asit ve propiyonik asit düzeyinin ise BŞ numunelerinde en yüksek değerde olduğu tespit edilmiştir. Organik asitler bir yahut birden fazla karboksil grubu içeren, doğada pek çok canlının yapısında yaygın bir şekilde bulunan maddelerdir (Mattey, 1992). Bunlardan sitrik asit biyolojik kökenli organik asitler içerisinde endüstriyel alanda en yaygın kullanılanlarındandır. Sitrik asit tüm canlı organizmaların oksidatif metabolizmasında yer alan bir metabolit olduğu bilinmektedir (Blair ve Staal, 1999). Bitkilerdeki organik asit düzeylerinin kurutma yöntemlerine göre farklılık arz ettiği yapılan çalışmalar ile ortaya konmuştur. Erginkaya ve Hammes (1992) yapmış oldukları çalışmada şalgam suyunda bulunan laktik asit bakterisi (LAB) sayısının 108 ile 109 kob/ml aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde şalgam suyu üzerine yapılan diğer çalışmalarda LAB sayının 1,2×104 - 4,8×107 log kob/ml aralığındadır (Arıcı, 2004; Aydar, 2003). Yaldırak (2011), çalışmasından elde edilen LAB sayısı daha önce yapılan çalışmalara oranla daha fazla bulunmuştur (İyiçınar 2007; Güneş, 2008; Utuş 2008). Yıldız Turgut (2012), çalışmasında Nar çeşitleri ve bunların genotiplerinde baskın olan organik asitlerin başında sitrik asitin yer aldığı, malik asit, oksalik asit ve tartarik asitin izlediği saptanmıştır. Okzalik asit içeriğine sahip en yüksek örneğin Hicrannar çeşidini oluşturuken, okzalik asit değeri Yılmaznar çeşidinde en düşük olarak tespit edilmiştir. Bu konudaki çalışmalarda, benzeri biçimde nar suyunda baskın olan organik asitinin başında sitrik asit olmakla beraber, bunu takip edenin de malik asit olduğu gözlenmiştir (Savran, 1999; Melgarejo ve ark., 2000; Poyrazoğlu ve ark., 2002; Özgen ve ark., 2008; Tezcan ve ark., 2009). Kıralan (2019), tarafından farklı kurutma yöntemlerinin kara dut ve beyaz dut meyvelerinin bazı beslenme değerleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışma sonucunda kurutma yöntemlerine bağlı olarak organik asitlerin miktarlarında değişimler olduğu, beyaz dut meyvelerinde en yüksek oksalik asit içeriğinin güneşte kurutulan meyvelerde, en yüksek sitrik asit ve malik asit içeriğinin etüvde kurutulan meyvelerde olduğu bildirilmiştir. Yine aynı çalışmada karadut meyvelerinde en yüksek oksalik asit, malik asit ve sitrik asit

içeriğinin güneşte kurutulan meyvelerde olduğu saptanmıştır. Analiz sonucu değerlendirilen organik asitlere ait kalibrason eğrileri ekler kısmında yer almaktadır.

Çizelge 4.3. Organik Asit Analiz Sonucu

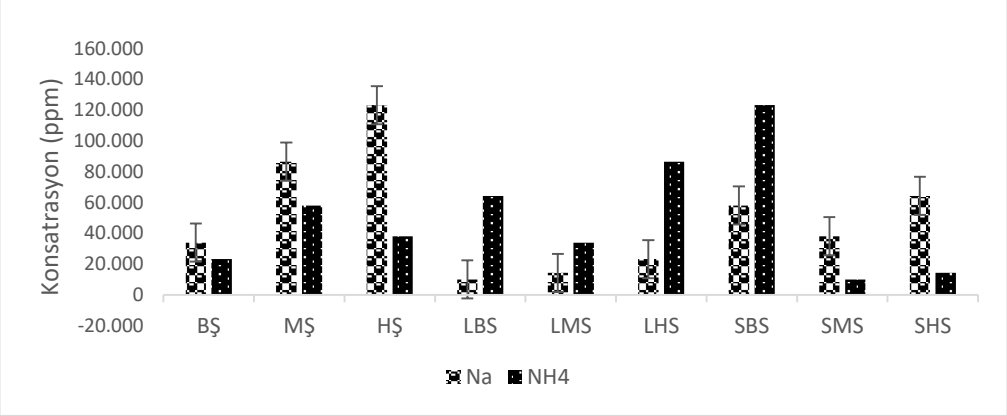
	Numune Türü	Laktik asit (mg/L)	Sitrik asit (mg/L)	Malik asit (mg/L)	Oksalik asit (mg/L)	Asetik asit (mg/L)	Propiyonik asit (mg/L)
Şalgm Suyu	*BS	49,5030± 0,99	TEDB	TEDB	TEDB	639,76	842,22±16,84
	*MŞ	117,36±2,34	11,64 0,23	108.73 ±2,16	55,11 ± 1,10	TEDB	TEDB
	*HŞ	5873,53±117,46	11,70 0,23	34,18 ± 0,68	54,09 ± 1,08	106,89±2,13	TEDB
	*BŞ	6627,7±132,54	12,18 0,24	75.86 ± 1,51	53,77 ±1,07	TEDB	TEDB
Spray dryer	*PMŞ	572,39±11,44	TEDB	159.38 ±3,18	80,97 ± 1,61	TEDB	799,03 ± 15,98
	*PBŞ	612,38± 12,24	TEDB	96.69 ± 1,93	56,73 ± 1,13	TEDB	TEDB
	*PHŞ	449,65±8,99	TEDB	98.78 ± 1,98	69,11 ± 1,38	TEDB	786,16± 15,72
Liyofili sazyon	*DBŞ	151,51±3,03	256,61±5,12	420,78 ± 8,4	131,57± 2,63	543,09 ± 10,86	610,60 ± 12,21
	*DMŞ	384,82±6,97	9,79 ± 0,18	24,50 ± 0,49	52,50 ± 1,05	TEDB	787,70 ± 15,75
	*DHŞ	133,19±2,66	60,06 ± 1,2	2.61 ± 0,43	53,58 ± 1,07	509,80 ± 10,19	740,68 ± 14,81

*BS: Bulgur suyu * MŞ: musluk şalgam *HŞ: Hazır şalgam *BŞ: Bulgur şalgam *PMŞ: Sprey musluk şalgam *PBŞ: Sprey bulgur şalgam*PHŞ: Sprey hazır şalgam*DBŞ : Liyo bulgur şalgam *DMŞ :Liyo musluk şalgam *DHŞ: Liyo hazır şalgam*TEDB Tespit edilen değerde bulunamamıştır.

4.1.4. İyon kromatografi analiz sonuçları

İyonlar insan sağlığı için kritik öneme sahiptir. Bir iyon, bir veya daha fazla elektronun kaybı veya kazanımı ile oluşan elektrik yüklü bir atom grubudur. İnsan vücudu, elementler olarak adlandırılan temel doğal kaynaklardan oluşmasına rağmen, 'tasarımların' en karmaşık olanıdır. İyon olarak; oksijen, karbon, potasyum ve sülfür örnek verilebilir. Sağlıklı bir vücut, bu iyonların yanında farklı iyonlara da (çinko, florür, demir vb.) ihtiyaç duymaktadır. Bu iyonların yokluğu sağlıksız bir vücuda yol açabilir ve onu hastalıklar için daha kolay bir hedef haline getirebilir. Kimyasal formüller, yükler ve özellikler de bulunmaktadır. İyonlar insan sağlığının önemli bir parçasıdır. Bahsi geçen iyonlar, vücudun günlük işlevlerini mümkün kılarak, zararlı bakteri veya hastalıklardan korunmasını sağlar (Jiang ve ark., 2018).

Şalgam suyu ve ekstre enkapsüle tozlarının iyon kromatografi analiz sonuçları incelendiğinde en yüksek Na düzeyinin HŞ, en düşük Na düzeyinin DBŞ; en yüksek K düzeyinin MŞ, en düşük K düzeyi DMŞ; en yüksek Mg düzeyi MŞ numunesinde saptanmış iken BS, BŞ, HŞ, DMŞ ve DHŞ'de Mg tespit edilememiştir. Ca'nın en fazla olduğu grup DHŞ, F'nin en yüksek olduğu grup BŞ, Cl'nin en yüksek olduğu grup HŞ, NO_3'ün en yüksek olduğu şalgam suyu grubu DHŞ, PO_4'ün en yüksek olduğu grup HŞ, SO_4'ün en yüksek olduğu grup MŞ şeklindedir (Çizelge 4.4; Şekil 4.3) Analiz sonucu değerlendirilen İyonlara ait kalibrason eğrileri ekler kısmında yer almaktadır.



Şekil 4.3. İyon Kromotografi analiz sonuçları

Çizelge 4.4. Şalgam suyu ve ekstre enkapsüle tozlarının İyon Kromotografi analiz değerleri

Numune Türü	**$S0_4$ (mg/L)**	***PO4* (mg/L)**	**NO3 (mg/L)**	***Cl* (mg/L)**	***F* (mg/L)**	***Ca* (mg/L)**	***Mg* (mg/L)**	***K* (mg/L)**	**Na (mg/L)**
***BS**	0.514 ±0.01	TEDB	123.32 ±3.6	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	37,954 ±1.13
***BŞ**	0.502±0.19	0.933±0.36	0.436±0.17	63.82±24.96	11.120 ±4.35	TEDB	TEDB	7.51±2.93	33.8 ±13.2
***MŞ**	3.957±1.54	1.991±0.77	0.478±0.18	144.407±54.49	22.055 ±8.62	0.859 ±0.33	0.638 ± 0.24	9.768 ±3.82	86.46 ± 33.8
***HŞ**	1.410±0.55	2.544±0.99	0.715±0.27	195.04 ±76.30	TEDB	0.968±0.37	TEDB	8.028±3.14	123.17. ± 48.28
***PMŞ**	1.690±0.66	0.883±0.34	0.646±0.25	59.96±23.45	9.560 ±3.73	1.574 ±0.61	0.310 ±0 .12	4.980±1.94	37.997 ±14.86
***PHŞ**	1.055±0.41	0.983±0.38	0.565±0.22	98.74±38.62	7.952 ±3.11	3.215 ±1.25	0.357 ±0.13	4.176 ±1.63	64.260 ±25.13
***PBŞ**	2.787±1.09	1.017±0.39	0.423±0.16	95.21 ±37.24	9.988 ±3.90	1.936±0.75	0.378 ±0.14	12.773±5	58.00±22.69
***DMŞ**	TEDB	0.458±0.17	0.357±0.13	23.82±9.31	3.977 ±1.55	0.135±0.05	TEDB	2.108 ±0.82	14.20 ±5.56
***DHŞ**	1.140±0.44	0.476±0.18	0.758±0.29	35.13 ±13.74	TEDB	4.606 ±1.80	TEDB	2.338±0.91	23.109 ±9.04
***DMŞ**	2.405±0.94	0.371±0.14	0.600±0.23	18.33±7.17	2.414 ±0.94	3.130 ±1.22	0.287 ±0.11	2.671 ±1.04	9.956 ± 3.89

*BS: Bulgur suyu * MŞ: musluk şalgam *HŞ: Hazır şalgam *BŞ: Bulgur şalgam
*PMŞ: Sprey musluk şalgam *PBŞ: Sprey bulgur şalgam*PHŞ: Sprey hazır şalgam
*DBŞ :Liyo bulgur şalgam *DMŞ :Liyo musluk şalgam *DHŞ: Liyo hazır şalgam
*TEDB Tespit edilen değerde bulunamamıştır.

İyon kromatografi analiz sonuçlarına göre en yüksek Na düzeyinin hazır şalgam (HŞ), en düşük Na düzeyinin dondurarak kurutma bulgur suyu şalgam (DBŞ) numunesinde, en yüksek K ve Mg düzeyinin musluk suyu şalgam (MŞ), en yüksek Ca düzeyinin dondurarak kurutma hazır şalgam (DHŞ), en yüksek F düzeyinin bulgur suyu şalgam (BŞ), en yüksek Cl düzeyinin HŞ, en yüksek NO_3 düzeyinin DHŞ, en yüksek PO4 düzeyinin HŞ, en yüksek SO4 düzeyinin MŞ numunelerinde saptanmıştır. Meyve ve sebzelerde miktarları az olmakla beraber vücuttaki işlevleri bakımından son drece önemli olan maddelerden birisi de mineral maddelerdir. Mineral maddeler insan sağlığı açısından sorunlu bir gruptur (Doğan ve ark., 2006). Meyve ve sebzeler mineral madde bakımından oldukça zengin olduklarından insanlar mineral ihtiyacının önemli bir kısmını meyve ve sebzelerden sağlar. Gıdalarda mineral madde içeriği üzerinde toprak bileşimi, coğrafi bölge, gübre kullanımı, mevsimler, su kaynağı, gıdanın yapısı gibi pek çok faktör etkili olmaktadır (Demirci, 2010). Minerallerden sodyum (Na) hücre dışı sıvını ana katyonu olup vücutta pek çok fonksiyona sahiptir. Canlılarda sıvı, elektrolit, asit-baz dengesinin sağlanması, normal kas aktivitesinin devam ettirilmesi, kan basıncının düzenlenmesi, sinirlerin uyarılması gibi son derece önemli fonksiyonları vardır. Bununla birlikte aşırı tuz tüketimine bağlı olarak yüksek tansiyon, kalp ve damar hastalıkları, obezite, osteoporoz, kanser, böbrek hastalıkları akciğer enflamasyonu, multipl skleroz vb hastalıklar ortaya çıkabilmektedir (Öztürk ve Garipağaoğlu, 2018). Bir diğer önemli mineral olan potasyum (K) da tıpkı Na minerali gibi vücutta pek çok önemli fonksiyona sahip minerallerden birisidir. Sinir sinyallerinin iletimi, kasların kontraksiyonu, sıvı dengesi ve bazı kimyasal reaksiyonlarda rol oynar (Weaver, 2013). Diğer bir önemli mineral olan magnezyum (Mg) pek çok biyolojik süreçte önemli role sahip temel minerallerdendir (Watson ve ark., 2012). Mg (Magnezyum), Ca (kalsiyumun), K (potasyum) taşınmasının yanı sıra reseptörlerin düzenlenmesi, sinyal transdüksiyonu, enerji metabolizması, enzim aktiviteleri, nükleik asit ve protein sentezi ile hücre proliferasyonunda son drece önemli fonksiyona sahip bir mineraldir (Saris ve ark., 2000; Watson ve ark., 2012). Diğer bir mineral olan kalsiyum (Ca) diğer mineraller gibi pek çok hayati fonksiyona sahiptir (Ross ve ark., 2011). Kalsiyumun rolü üzerine araştırmalar öncelikle kemik sağlığına odaklanmış olsa da, son zamanlarda diyetle alınan kalsiyum veya kalsiyum takviyelerinin etkileri diğer sağlık sonuçlarına yönelik olmuştur. 1980'lerde yapılan bir

gözlem, hamilelik sırasında kalsiyum alımı ile preeklampsi/eklampsi arasındaki ilişkiye dikkat çekmiştir (Belizan ve Villar, 1980). Bu, Guatemala'daki mısırın öğütülmeden önce kireçli suda ıslatılması ve pişirilmesinden oluşan Maya diyetinin değerlendirilmesinden kaynaklanmıştır ve bunun sonucunda yüksek kalsiyum alımının düşük preeklampsi/eklampsi sıklığı ile ilişkili olduğu bulunmuştur (Bressani ve ark., 2002). Farklı kurutma yöntemlerinin meyve ve sebzelerin mineral madde içeriğinde farklılığa neden olabileceği düşüncesinden hareketle gerçekleştirilen çalışmalarda önemli sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Ağar (2017), çalışmasında Sakarya ilinden toplanmış olan 13 farklı su örneğinde 7 tür anyon ile (Nitrit, Florür, Klorür, Bromür, Nitrat, Fosfat ve Sülfat) aynı zamanlı analizlerini iyon kromatografi tekniğiyle gerçekleştirilmiştir. İyon kromatografisi cihazı kullanılarak yapılan analizde, flor, sülfat, klor iyonları belirlenmiş olan seviyenin altında bulunmuştur. Nitrat anyonu ise Sakarya nehri dışında diğer su numunelerinde olması gereken seviyede belirlenmiştir. Sülfat iyonu, klorürden ve bikarbonattan sonra suda en çok bulunan anyon olduğunu bildirmiştir. Barlak (2019), tarafından Gümüşhane yöresinde bir takım yabani meyvelerin değişik kurutma tekniklerine bağlı olarak fizikokimyasal özelliklerindeki değişimin incelenmesi amacıyla gerçekleştirilen çalışmada etüv, liyofilizatör ve açık havada kurutma karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda etüvde kurutulmuş olan meyvelerin mineral madde içeriğinin genel itibariyle daha yüksek, liyofilizatör ile kurutulmuş meyvelerin ise daha düşük olduğu bildirilmiştir. Yine aynı çalışmada mineral içerik sıralamasının bazı mineraller için ters yönde olduğu saptanmıştır. Ahlat meyvesi için en yüksek K değerinin liyofilizatör ile kurutulan numunede, daha sonra açık havada kurutulan numunede, en düşük olarak ise etüvde kurutulan numunede olduğu saptanmıştır. Bu duruma gerekçe olarak ise ahlat meyvesinin sıcaklığa karşı daha dirençli olması gösterilmiştir.

4.1.5. LC-MS analiz sonuçları

Flavonoidler ailesinin bir üyesi olan Kuersetin, diyetteki en önemli antioksidanlardan biridir. Sebze, meyve, çay ve şarabın yanı sıra sayısız gıda takviyesi de dahil olmak üzere gıdalarda her yerde bulunur ve sağlığa yararlı etkileri olduğu iddia edilir. Bu, osteoporoz, belirli kanser grupları, akciğer ile kalp ve damar hastalıklar gibi çeşitli hastalıklara ve bununla beraber yaşlılığa karşı korumayı içerir.

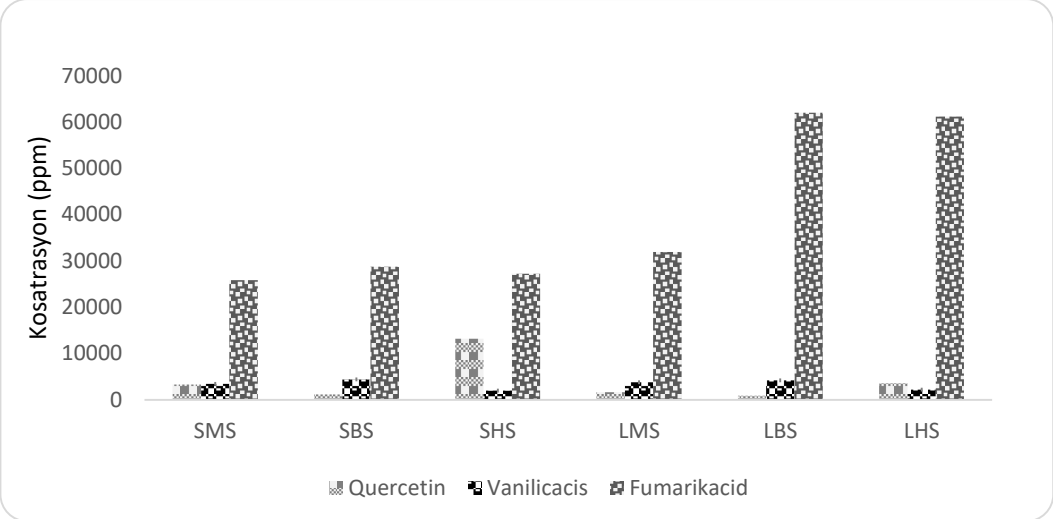
Özellikle quercetin'in peroksinitrit ve hidroksil radikali gibi oldukça reaktif türleri temizleme yeteneğinin, bu olası faydalı sağlık etkilerine dahil olduğu ileri sürülmektedir (Boots ve ark., 2008). Fumarik asit, doğal olarak oluşan bir organik asittir. İlk olarak adını aldığı Fumaria officinalis bitkisinden izole edilmiştir. Birçok mikroorganizma, sitrat döngüsünde önemli bir ara madde olduğu için küçük miktarlarda fumarik asit üretir. Fumarik asit, genel olarak (E)-2-bütendioik asit olarak bilinmekle beraber, trans-1,2-etilendikarboksilik asit olarak da kabul edilir. Bazen "fumaratlar" terimi de kullanılır. Bu derlemede, bu genel terim, dimetil fumarat gibi fumarik asit esterlerini tanımlamak için değil, sadece fumarik asit tuzlarını (sodyum fumarat, kalsiyum fumarat) tanımlamak için kullanılmıştır (Engel ve ark., 2008). Fumarik asit, ilgili süksinik ve malik asitlerle birlikte, biyolojik veya kimyasal dönüşüm yoluyla şekerlerden üretilebilen ilk on yapı taşı kimyasalından biri olarak tanımlanmıştır (Werpy ve Petersen, 2004). Fumarik asit esas olarak sitrat döngüsünün bir ara maddesidir, ancak diğer metabolik yollarda da rol oynar.

Kuersetin abaratuvar koşullarında ve canlı organizmalarda antimutajenik ve antikarsinojenik etkilere sahip oldukları belirtilmektedir. (Bilaloğlu ve Harmandar, 2002). Kimyasal olarak ele alındığında fenolik asitler, hidroksisinnamik (sinamik) ve hidroksibenzoik (benzoik) asitler olarak iki farklı gruba grupta yer almaktadırlar.

Hidroksisinamik asitler C6-C3 (fenilpropan) yapısında olup, Hidroksibenzoik asitler C6-C1 (fenilmetan) yapısındadır. Benzoik asitlere; p-hidroksibenzoik asit, protokateşuik asit,, vanilik asit, salisilik asit örnek olarak verilebilir. Simanik asit türevlerine ise; ferulik asit, sinapik asit, kumarik asit örnek verilebilir. (Nizamlıoğlu ve Nas, 2010).

Şalgam suyu ve bunların enkapsüle tozlarının Lc-MS analiz sonuçları incelendiğinde en yüksek kuersetin düzeyinin (3557,12±71,1) DHS, en düşük kuersetin düzeyinin (222,24 ± 4,44) BŞ ve HŞ'de; en yüksek vanilik asit düzeyinin (4193,4 ± 83,86) PBS, en düşük vanilik asit düzeyinin (115,13 ± 2,30) HŞ; en yüksek fumarik asit düzeyinin (61996,79± 1.239) DBS, en düşük fumarik asit düzeyinin

(169,52 ± 1,70) BŞ'de; en yüksek gallik asit düzeyinin (691,21± 13,82) PBS'de; en yüksek kafeik asit düzeyinin (3031,81 ± 60,62) SMS'de; en yüksek florizidin dihidrat düzeyinin (1690,7± 33,8) DBS'de; en yüksek 4-hidroksisinnamik düzeyinin (1584,95±31,68) DMS'de; en yüksek protokateşik etil ester düzeyinin (22,26±0,4) DHS'de; en yüksek naftkinon düzeyinin (236,91±4,73) LBS'de; en yüksek bütein düzeyinin (1122,77±22,44) DHS'de; en yüksek naringenin düzeyinin (1416,08 ± 28,32) SMS'de; en yüksek luteolin düzeyinin (650,31 ±13) DHS'de; en yüksek kaempferol düzeyinin (342,15 ±6,84) SHS'de; en yüksek kurmin düzeyinin (31,36 ± 0,62) BŞ ve HŞ'de; en yüksek timokinon düzeyinin (838,43 ±16,76) PMS'de; en yüksek hidroksibenzoat düzeyinin (908,06 ±18,16) DHS'de; en yüksek hidroksibenzoat düzeyinin (2126,82 ±42,52) PHS'de; en yüksek salisilik asit düzeyinin (2318,88 ± 46,36) PHS'de olduğu, alizarin'in yalnızca MŞ'de tespit edildiği görüldü (Çizelge 4.5; Şekil 4.4).



Şekil 4.4. LC-MS analiz değerleri

LC-MS analiz sonuçlarına göre en yüksek kuersetin düzeyi dondurarak kurutma hazır şalgam (DHŞ) örneklerinde, en düşük kuersetin düzeyi ise BŞ ve HŞ numunelerinde, Vanilicacis düzeyi en çok PBŞ, en az Vanilicacis düzeyi HŞ, en çok fumarik asit düzeyi DBŞ, en düşük fumarik asit düzeyi BŞ, en yüksek gallik asit düzeyi PBŞ, en yüksek kafeik asit düzeyi PMŞ, en yüksek florizidin dihidrat düzeyi DBŞ, en yüksek 4-hidroksisinnamik asit düzeyi DMŞ, en yüksek prokateşik etil ester düzeyi

DHŞ, en yüksek naftkinon düzeyi DBŞ, en yüksek bütein düzeyi DHŞ, en yüksek naringein düzeyi PMŞ, en yüksek luteolin düzeyi DHŞ, en yüksek kaempferol düzeyi PHŞ, en yüksek kurmin düzeyi BŞ ve HŞ, en yüksek timokinon düzeyi PMŞ, en yüksek hidroksibenzoat düzeyi DHŞ, en yüksek hidroksibenzoat düzeyi PHŞ, en yüksek salisilik asit düzeyi PHŞ numunelerinde saptanmış olup, alizarin'in yalnızca MŞ numunelerinde saptanmıştır.

Çizelge 4.5. Şalgam suyu ve bunların enkapsüle tozlarının LC-MS analiz değerleri

Standartlar	*DHS (µg/kg)	*DBS (µg/kg)	*DMS (µg/kg)	*PHS (µg/kg)	*PBS (µg/kg)	*PMS (µg/kg)	*HŞ (µg/kg)	*MŞ (µg/kg)	*BŞ (µg/kg)
Kuersetin	3557,12±71,1	884 ±17,68	1659,96 ± 33,18	13167,7±263,3	1199,67 ±23,98	3285,48 ± 65,7	222,24 ± 4,44	698,48 ± 13,96	222,24 ±4,4
Vanilik asit	2208,07±44,16	4193,4 ± 83,86	3789,39 ± 75,78	2023,04± 40,46	4408,29 ±88,16	3441 ± 68,82	115,13 ± 2,30	TEDB	510,45 ±10,20
Fumarik Asit	61167,86±1,223	61996,79± 1.239	31913,65 ± 638,26	27220,84 ±544,4	28708,84±574,1	25851,42±517,02	181,92 ± 3,6	197,24 ± 3,94	169,52 ± 1,70
Gallik Asit	250,02±5	164,97± 3,29	TEDB	380,53±7,61	691,21± 13,82	TEDB	145,08 ± 2,90	77,5 ± 1,55	85,28 ± 1,70
Kafeik Asit	1019,62±20,38	124,59± 2,49	1000,58 ± 20	3774,65±75,48	251,72 ± 5,03	3031,81 ± 60,62	360,58 ± 7,21	349,88 ± 6,99	62,78 ±1,2
Floridzin dihidrat	TEDB	1690,7± 33,8	1606,65 ± 32,12	TEDB	TEDB	TEDB	813,25 ± 16,26	TEDB	TEDB
4Hidroksisinnamik	1278,83±25,56	1079,88±21,58	1268,37 ±25,36	1584,95±31,68	1115,41 ± 22,3	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB
Protokateşik etil ester	22,26±0,4	TEDB	16,3 ± 0,32	TEDB	TEDB	16,3 ± 0,3	9,54 ± 0,19	7,32 ± 0,14	TEDB
2-Hidroksi-1, 4-Naftkinon	TEDB	236,91±4,73	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	111,24 ± 2,22	TEDB	117,33 ±2,34
Bütein	1122,77±22,44	1044,88±20,88	970,41 ±19,40	TEDB	TEDB	TEDB	482,33 ± 9,64	TEDB	482,33 ± 9,64
naringenin	847,04±16,94	926,98±18,53	1035,89 ±20,7	977,4 ±19,54	939,25 ± 18,78	1416,08 ± 28,32	423,16 ± 8,46	503,77 ± 10,07	423,16 ± 8,4
Luteolin	613,92±12,27	604,28± 12,08	596,77 ±11,93	650,31 ±13	611,58± 12,23	592,21 ± 11,84	295,24 ± 5,90	294,96 ± 5,89	295,24 ± 5,90
kaempferol	206,69±4,13	TEDB	180,98 ± 3,61	342,15 ±6,84	187,41± 3,74	225,8 ± 4,51	TEDB	96,92 ±1,9	TEDB
Kurmin	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	31,36 ± 0,62	TEDB	31,36 ± 0,62
Timokinon	TEDB	614,56± 12,29	548,9 ±10,97	TEDB	477,01 ±9,54	838,43 ±16,76	218,83 ± 4,37	156,62 ±3,13	142,48 ± 2,84
Alizarin	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	908,06 ±18,16	TEDB
hidroksibenzoat	839,7±6,79	664,04±13,28	755,48± 15,10	2126,82 ±42,52	1025,58 ± 20,5	791,88 ± 15,83	338,93 ± 6,77	300,67 ±6,01	303,95± 6.07
salisilik asit	1261,62±25,22	1180,3±23,6	1144,77 ±22,88	2318,88 ± 46,36	1370,89 ±27,4	1210,11 ±24,2	656,94 ± 13,13	532,7 ± 10,65	535,83 ± 10,71

*BS: Bulgur suyu * MŞ: musluk şalgam *HŞ: Hazır şalgam *BŞ: Bulgur şalgam
*PMŞ: Sprey musluk şalgam *PBŞ: Sprey bulgur şalgam*PHŞ: Sprey hazır şalgam
*DBŞ :Liyo bulgur şalgam *DMŞ :Liyo musluk şalgam *DHŞ: Liyo hazır şalgam
*TEDB Tespit edilen değerde bulunamamıştır.

4.1.6. Elementel analiz sonuçları

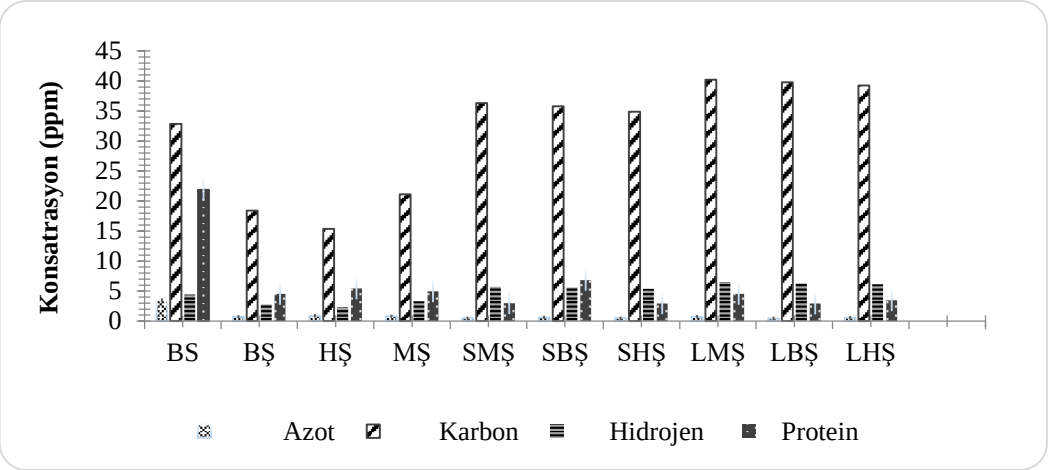
H (hidrojen), N (azot), fosfor (P), C (Karbon), O (oksijen) ve S (kükürt), canlıların yapı taşı olarak bulunan temel elementletlerdir. Söz konusu ekolojik döngüde devamlı bir şekilden başk abir şekile dönüştürülmek suretiyle canlılar için hayati olayları sürdürebilmek için farklı formlarda kullanılırlar. Proteinler, yapı taşı amino asitler olan ,molekül ağırlığı yüksek organik bileşikler olarak bilinmektedir. İçeriğinde, oksijen (% 21-23) karbon (% 51-55), azot (% 15-18), hidrojen (% 6-7); bazıları ise bunlara ilaveten demir, kükürt, çinko, fosfor bakır içermektedir.

Şalgam suyu ve bunların enkapsüle Elementel analiz sonuçları incelendiğinde azot değerleri yüksekten düşüğe doğru BS, HŞ, MŞ, BŞ, DMŞ, PBŞ, DHŞ, PMŞ, PHŞ ve DBŞ şeklindedir. En yüksek karbon düzeyi (40,21± 2,84) DMŞ'de, en düşük karbon düzeyi (15,36± 1,08) HŞ'de; en yüksek hidrojen düzeyi (6,46± 0,45) DMŞ'de, en düşük hidrojen düzeyi (2,28± 0,16) HŞ'de saptanmıştır. Şalgam suyu numuneleri içerisinde en yüksek protein oranına sahip numunenin (6,86± 0,48) PBŞ, en düşük protein oranına (2,92± 0,20) sahip numunenin ise DMŞ olduğu görülmüştür (Çizelge 4.6; Şekil 4.5).

Çizelge 4.6. Şalgam suyu ve Bunların Enkapsüle tozlarının Elementel analiz değerleri

Numune T.	*Azot (%)*	*Karbon (%)*	*Hidrojen (%)*	*Protein (%)*
***BS**	3,50 ± 3,50	32,87± 2,32	4,42± 0,31	21,89±1,55
***BŞ**	0,73± 0,05	18,43± 1,30	2,81± 0,19	4,55± 0,32
***HŞ**	0,87± 0,06	15,36± 1,08	2,28± 0,16	5,45± 0,38
***MŞ**	0,79± 0,05	21,12± 1,49	3,32± 0,23	4,95± 0,35
***PMŞ**	0,47±0,03	36,31±2,57	5,74±0,40	2,98± 0,21
***PBŞ**	0,61±0,04	35,78±2,53	5,62±0,39	6,86± 0,48
***PHŞ**	0,47±0,03	34,91±2,47	5,41±0,38	2,97± 0,21
***DMŞ**	0,72± 0,05	40,21± 2,84	6,46± 0,45	4,54± 0,32
***DMŞ**	0,46± 0,03	39,80± 2,81	6,29± 0,44	2,92± 0,20
***DHŞ**	0,55± 0,03	39,24± 2,779	6,15± 0,43	3,47± 0,24

*BS: Bulgur suyu * MŞ: musluk şalgam *HŞ: Hazır şalgam *BŞ: Bulgur şalgam *PMŞ: Sprey musluk şalgam *PBŞ: Sprey bulgur şalgam*PHŞ: Sprey hazır şalgam*DBŞ :Liyo bulgur şalgam *DMŞ :Liyo musluk şalgam *DHŞ: Liyo hazır şalgam



Şekil 4.5. Elementel analiz değerleri

Elementel analiz sonucunda azot değerleri yüksekten düşüğe doğru sırasıyla BS, HŞ, MŞ, BŞ, DMŞ, PBŞ, DHŞ, PMŞ, PHŞ ve DMŞ numunelerinde saptanmıştır. Yine yapılan analiz sonucunda en yüksek karbon ve hidrojen düzeyinin DMŞ, en yüksek protein düzeyinin PBŞ, en düşük protein düzeyinin ise DMŞ numunelerinde olduğu görüldü. Bu sonuçlar dikkate alındığında azot düzeyinin genel olarak dondurarak kurutulan örneklerde püskürtmeli kurutulan örneklere göre daha yüksek olduğu söylenebilir. Karbon ve hidrojen düzeyi açısından değerlendirildiğinde de benzer şekilde dondurarak kurutma tekniğiyle kurutulan numunelerde karbon ve hidrojen düzeyi daha yüksek çıkmıştır. İnsanlar, diğer tüm hayvanlar gibi, besin kaynakları için nihai olarak bitkilere bağımlıdır. Sağlıklı bir insan, minimum yaklaşık 2 kg yıllık biyolojik olarak mevcut nitrojene ihtiyaç duyar. BM Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) özet kılavuzları, sıfır nitrojen dengesi elde etmek için 0,75 g iyi dengelenmiş protein kg^{-1} vücut ağırlığı $gün^{-1}$ önermektedir. Bu minimum günlük gereksinim, genellikle gerekli 27 besinin her birinden yeterli miktarda içeren bitki ve/veya hayvan yemi ile karşılanır. Bitkisel ve hayvansal gıda ürünlerindeki insan sindirilebilir proteinlerinden türetilen amino asitler, insan diyetindeki başlıca N kaynaklarıdır ve gıdalardaki diğer besleyici olarak yararlı N bileşikleri ile desteklenir; nitratlar, amidler, üre, amino şekerler ve nükleik asitler dahil (Wolfe ve Patz, 2002).

4.1.7. Enkapsülasyon sonuçları

Enkapsülasyon işlemi genel anlamıyla depolama ve işleme aşamasında biyoaktif bileşenlerin bulundukları konumu korumak amacı ile yapılmaktadır.. Enkapsülasyon işlemi diğer yandan gıda matrisleri ile arzu edilmeyen reaksiyonları önüne geçmekte, bu vesile ile stabiliteyi arttırmakta ve enkapsüle olmuş metaryelin kontrollü bir şekilde salınımına olanak vermektedir (Nedovic ve ark., 2011). Bununla beraber enkapsülasyon işlemiyle istenmeyen aromaya sebep olan maddeler hapsedilmekle beraber aktif bileşenlerin biyoaktif formlardaki aktif bileşiklerin gastrointestinal döngüde salınımlarının meydana gelmesine olanak sağlanmaktadır (McClements, 2015).

Enkapsülasyon sonuçları incelendiğinde su aktivitesinin en yüksek olduğu numune (0.22±0.00) PMŞ, en düşük olduğu numune (0.02±0.00) DMŞ; ıslanabilirliğin en yüksek olduğu numune (62.00±2.29) PHŞ, en düşük olduğu numune (24.50±5.26) DMŞ; kitle yoğunluğunun en yüksek olduğu numune (4.90±0.17) DHŞ, en düşük olduğu numune (0.40±0.00) PBŞ; sıkıştırılmış kitle yoğunluğunun en yüksek olduğu numune (0.81±0.03) DMŞ, en düşük olduğu numune (0.49±0.00) PMŞ; Carr indeksi değerinin en yüksek olduğu numune (36.33±6.42) PHŞ, en düşük olduğu numune (11.84±2.85) DHŞ; Hausner oranının en yüksek olduğu numune (1.58±0.15) PHŞ, en düşük olduğu numune (1.13±0.03) DHŞ'dir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Enkapsülasyon sonuçları

Numune Türü	Su Aktivitesi	Islanabilirlik (sn)	Kitle Yoğunluğu (g/ml)	Sıkıştırılmış Kitle Yoğunluğu (g/ml)	Carr İndeksi	Hausner Oranı
***DHŞ**	0.06±0.00	29.00±4.58	4.90±0.17	0.52±0.01	11.84±2.85	1.13±0.03
***PHŞ**	0.10±0.00	62.00±2.29	2.36±0.15	0.63±0.04	36.33±6.42	1.58±0.15
***DMŞ**	0.02±0.00	24.50±5.26	3.96±0.15	0.60±0.01	35.97±1.30	1.56±0.03
***PBŞ**	0.18±0.00	60.00±4.50	0.40±0.00	0.56±0.05	13.33±11.54	1.16±0.14
***DMŞ**	0.14±0.00	28.00±4.58	1.73±0.05	0.81±0.03	19.75±5.70	1.25±0.09
***PMŞ**	0.22±0.00	47.50±7.08	1.86±0.05	0.49±0.00	22.06±3.35	1.28±0.05

*PMŞ: Sprey musluk şalgam *PBŞ: Sprey bulgur şalgam*PHŞ: Sprey hazır şalgam*DMŞ :Liyo bulgur şalgam *DMŞ :Liyo musluk şalgam *DHŞ: Liyo hazır şalgam

Çalışmamız sonucunda püskürtmeli kurutma tekniği kullanılarak dondurulan numunelerdeki su aktivitesinin dondurarak kurutma tekniğiyle kurutulan numunelere göre daha yüksek olduğu görüldü. Su gıdaların güvenilirliği, stabilitesi, kalitesi ve fiziksel özellikleri üzerinde etkili olan temel bileşenlerin başında yer alır (Lewicki, 2004). Suyun içeriğinden çok su aktivitesi göstergesinin fizyolojik işleyiş, kalite ve teknolojik performans üzerinde daha ideal bir ölçüm gerçelkeştirdiği belirtilmektedir (Slade ve ark., 1991). Bunun temel nedenleri su aktivitesinin canlıların gelişiminde belirleyici faktör olmasının yanısıra; su aktivitesinin fiziksel, kimyasal ve enzimatik degredasyon reaksiyonları üzerinde etken olması, kompleks gıda sistemlerinde nem migrasyonunun nem düzeyinden ziyade gıdalardaki serbest su ile ilişkilendirilmesi, nem sorbsiyon eş sıcaklıkları temin edilen tek yüzeyin kurutulmuş olan gıda ürünlerinin nem içeriğine ilişkin parametre oluşturması, su aktivitesi ölçümlerinin nem düzeyi ölçümüne kıyasla çok basit olması ve bu ölçümün gıdalara bir şekilde zarar vermesi olarak sıralanmaktadır (Maltini ve ark., 2003). Laine ve arkadaşları (2008), kaplama materyalinin su aktivitesi üzerindeki etkisini belirlemek için yapmış oldukları çalışmada *Rubus chamaemorus*'tan temin ettikleri fenolik bileşikleri değişik molekül ağırlığındaki maltodekstrinler içine enkapsüle etmişler ve depolama stabilitelerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda maltodekstrinler arasında molekül ağırlığındaki artışla birlikte yahut dekstroz eşdeğerliği değerindeki azalmayla beraber camsı geçiş sıcaklığının arttığını ve enkapsüle sonucu elde edilen meyvelerdeki bütün fenolik bileşiklerin buhar basıncı yüksek ortamlarda depolanmaları halinde olumsuz etkilendiklerini tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada mikroenkapsülasyon işleminin depolama stabilitesini artırdığı saptanmıştır. Başyiğit ve Çam (2017), çalışmasının sonuçlarına istinaden en iyi akışkanlık gösteren Mentha spicata esansiyel yağıyla hazırlanan numunede elde edilmesine rağmen rağmen bütün numunelerin akışkanlık seviyeleri arzu edilen düzeyde olmadığı tespit edilmiştir. Turchhiuli ve ark. (2005), Fuchs ve ark. (2006), Quispe-Condori ve ark. (2011) yapmış oldukları çalışma kapsamında püskürtmeli kurutucuyla mikroenkapsülasyon tekniğinin uygulandığı yağlarda benzeri sonuçlar bulmuşlardır. Başyiğit ve Çam (2017), çalışmasının sonuçlarında mikroenkapsüle olan tozlarda ıslanabilirlik düzeyleri minimum 297.5 sn maxsimum 427.5 sn olarak ölçülmüştür. Jinapong (2008), Islanabilirlik düzeyinin 313 sn ile mikroenkapsüle edilen süt tozunda ; Tonon (2006), maltodekstrin kaplama metaryeli ile kaplanmış olan meyve

suyunda 380-510 sn olarak belirlemiştir. Bulunan sonuçların literatürde mikroenkapsüle olan başka yağ numuneleriyle eş değerde özellikler gösterdiği saptanmıştır. Baranauskiene ve ark. (2013) su aktivitesi düzeyinin çeşitli duvar maddeleri kullanılmak suretiyle mikrokapsüle etmiş oldukları nane esansiyel yağı örneklerine göre daha az seviyede sonuç verdiği çalışma sonucunda tespit edilmiştir.

Mishra ve ark. (2017) yapmış oldukları çalışmada *Spondia pinnata* suyunu püskürtmeli kurutma yöntemiyle kurutarak depolama stabilitesini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda meyve suyu tozlarının su aktivitelerinin 0.20-0.32 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Maltodekstrin ilavesinin ortamdaki serbest su miktarını azalttığı, bunun da üretilmiş olan toz ürünün su aktivitesinde azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir. Rezende ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada Barbados kirazı (*Malpighia emarginata* DC) tortu ve özütü püskürtmeli ve dondurarak kurutma yöntemleri kullanılarak enkapsüle toz formuna dönüştürülmüştür. Çalışmada enkapsüle tozların kimyasal ve morfolojik özellikleri incelenmiştir. Sonuç olarak püskürtmeli kurutma yöntemliyle elde edilen tozlarda su aktivitesinin dondurarak kurutmayla elde edilen tozlara göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir.

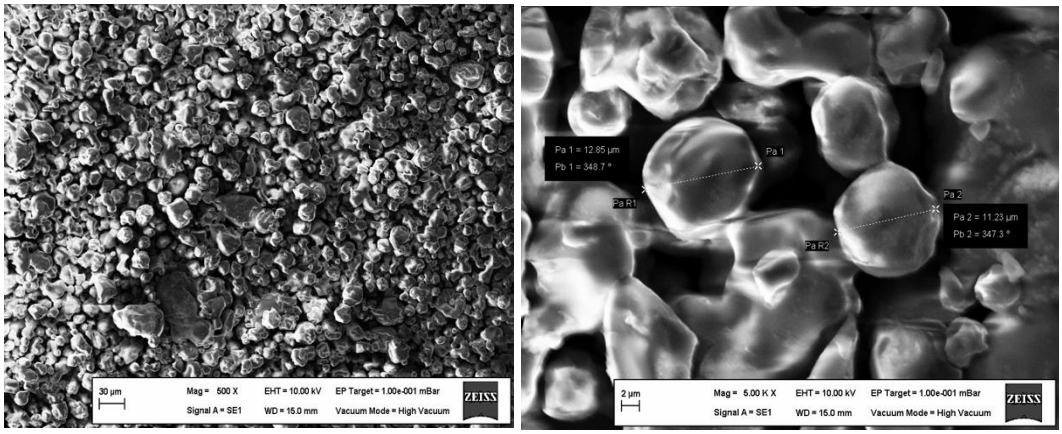
Yapmış olduğumuz çalışmada en iyi Hausner ve Carr indeks değerlerinin püskürtmeli kurutma tekniği kullanılarak elde edilen tozlarda olduğu görülmüştür. Quispe-Condori ve ark. (2011) tarafından keten yağında ve zeinde püskürtmeli ve dondurarak kurutma yöntemleriyle enkapsüle tozlar elde etmişlerdir. Çalışma sonucunda en iyi Hausner ve Carr indeksi değerlerinin dondurarak kurutma tekniğiyle üretilen örneklerde olduğunu bildirmişlerdir.

4.1.8. Püskürtmeli kurutucu ile enkapsüle edilen tozların SEM analizine ilişkin görüntüleri

Enkapsülasyondan sonra elde edilen tozların morfolojik yapılarının yorumlanabilmesi için tarayıcı elektron mikroskobuyla (SEM) görüntüler elde edildi. Numunelerin görüntü çekimleri sırasıyla 500, 1000, 3000 ve 5000 kez büyütülerek alındı. Kapsülasyonun fiziki görünümleri de elde edilen SEM görüntüleri baz alınarak yorumlandı. SEM görüntülerinin 1000 ve 3000 kez yakınlaştırılmış Şekilleri ekler bölümüne çıkarılmıştır. Duvar içerisinde mikrokürecik yapıların en yüksek doluluk kapasiteleri, reçetelerde uygulanmış olan duvar malzeme enkapsülasyonunun en yüksek düzeyde olmasıyla yorumlandı. Bazı görüntüler ise en yüksek doluluğa erişememiş hafif yassılaşma formunda gözlenmiş olup buradan kapsülasyonun arzu edilen seviyede ve verimde bulunmadığı sonucuna varılmaktadır.

4.1.8.1. MD-GA kaplama materyalinin PBŞ numunesinde kullanılması ile elde edilen tozların SEM analizine ilişkin görüntüleri

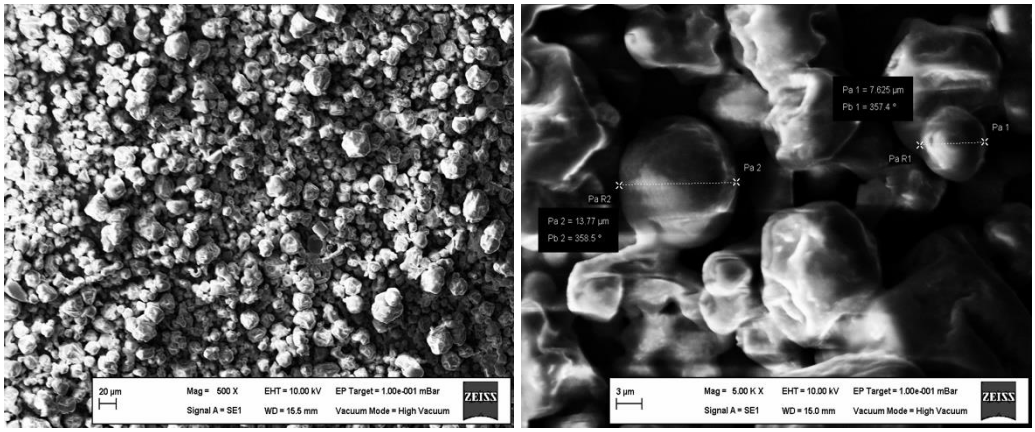
Çalışmada referans kaplama materyali olarak kabul edilen MD/GA'nın PBŞ numunesinde kullanılması sonucunda elde edilmiş olan enkapsüle tozların SEM analizine ilişkin görüntüleri Şekil 4.6'de görülmektedir. Görüntüler materyalin 500 ve 5000 katlarına büyütülerek alınmıştır. Görüntülerden anlaşıldığı üzere mikroküreciklerin maksimum seviyede doluluğa yaklaştığı görülmektedir ki bu sonuç kapsülasyonun en yüksek düzeye yakın olduğunu açıklamaktadır. Bununla birlikte 500 kez büyütme sonucunda bazı küreciklerin yassı formda ve dolayısıyla da düşük kapsülasyon performansında olduğu görülmüştür. Bu durum kapsülasyonlarda bazı küreciklerin kaplama yapabildiği fakat en yüksek düzeyde kapsülasyonun olmadığı anlamına gelmektedir. 5000 kat büyütülerek yakınlaştırılmış görüntülerde mikroküreciklerin çapları da ölçülmüştür. Sonuca göre bulgur suyu şalgam PBŞ numunesinden elde edilen tozların çapı maksimum 12.85 µm olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.6. MD-GA Kaplama Materyalinin PBŞ Numunesinde Kullanılması ile Elde Edilen Tozların SEM Analizine İlişkin Görüntüleri

4.1.8.2. MD-GA kaplama materyalinin PHŞ numunesinde kullanılması ile elde edilen tozların SEM analizine ilişkin görüntüleri

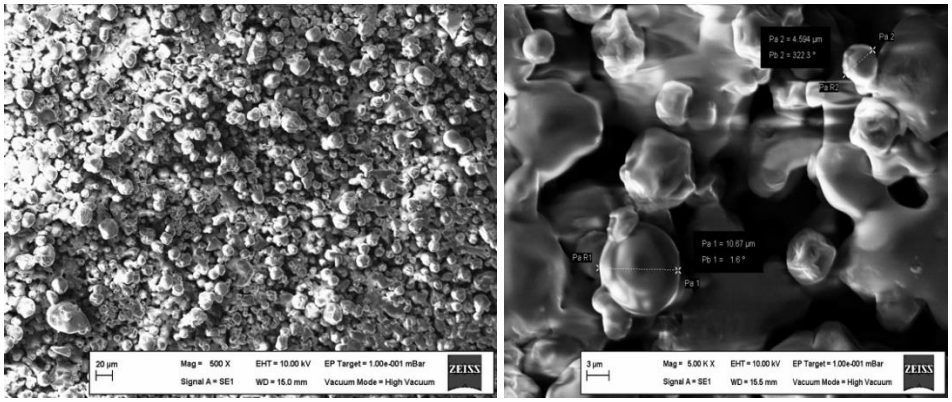
Çalışmada referans kaplama materyali olarak kabul edilen MD-GA'nın PHŞ numunesinde kullanılması sonucu oluşturulan enkapsüle olmuş tozların SEM analizine ilişkin görüntüleri Şekil 4.7'de görülmektedir. Görüntüler materyalin 500 ve 5000 katlarına büyütülerek alınmıştır. Görüntülere bakıldığında bu sonuç bize kapsülasyonun en yüksek düzeye yaklaştığını göstermektedir. Bununla beraber 500 büyütmede bazı küreciklerin yassılaşma formunda ve dolayısıyla düşük kapsülasyon performansı gösterdiği görülmüştür. Bu durum kapsülasyonlarda bazı küreciklerin kaplamaya elverişli olduğunui fakat en yüksek düzeyde kapsülasyonun gerçekleşmediği anlamına gelmektedir. 5000 büyütmede yakınlaştırma yapılmış görüntülerde mikroküreciklerin çapları da incelenmiştirr. Bunun sonuca göre püskürtlemeli kurutma hazır şalgam (PHŞ) tozlarının çapı maksimum 13.77 µm olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.7. MD-GA Kaplama Materyalinin PHŞ Numunesinde Kullanılması ile Elde Edilen Tozların SEM Analizine İlişkin Görüntüleri

4.1.8.3. MD-GA kaplama materyalinin PMŞ numunesinde kullanılması ile elde edilen tozların SEM analizine ilişkin görüntüleri

Çalışmada referans kaplama materyali olarak kabul edilen MD-GA'nın PMŞ numunesinde kullanılması sonucu oluşturulan tozların SEM analizlerine ilişkin görüntüleri Şekil 4.8'de görülmektedir. Görüntüler materyalin 500 ve 5000 katlarına büyütülerek alınmıştır. Görüntülere bakıldığında mikroküreciklerin en yüksek düzeye yaklaştığı görülmektedir. Bu sonuc kapsülasyonun maksimum seviyeye yakın olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte 500 büyütmede bazı küreciklerin yassılaşma formunda olduğu ve dolayısıyla düşük kapsülasyon performansı gösterdiği görülmüştür. Bu sonuc bir takım küreciklerin kaplama yeteneğinde olduğu fakat en yüksek düzeyde kapsülasyonun gerçekleşmediği anlamına gelmektedir. 5000 büyütmede elde edilen görüntülerin ayrıca mikroküreciklerinin çapları da hesaplanmıştır. Bu sonuca göre musluk suyu şalgam (PMŞ) tozlarının çapları da maksimum 10.67 µm olarak tespit edilmiştir.

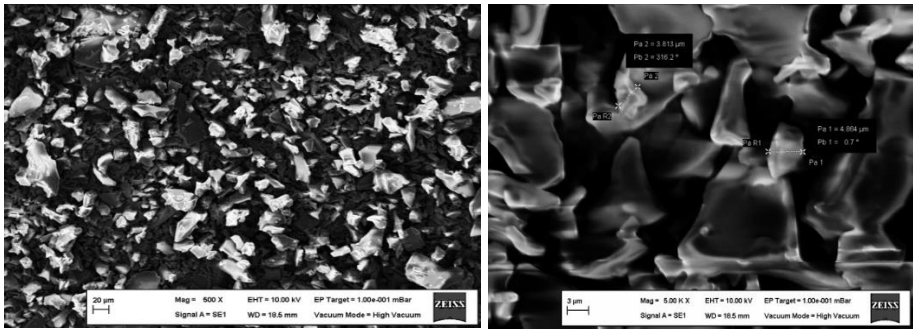


Şekil 4.8. MD-GA Kaplama Materyalinin PMŞ Numunesinde Kullanılması ile Elde Edilen Tozların SEM Analizine İlişkin Görüntüleri

4.1.9. Dondurarak kurutma yöntemine göre enkapsüle edilen tozların SEM analizine ilişkin görüntüleri

4.1.9.1. MD-GA kaplama materyalinin DMŞ numunesinde kullanılması ile elde edilen tozların SEM analizine ilişkin görüntüleri

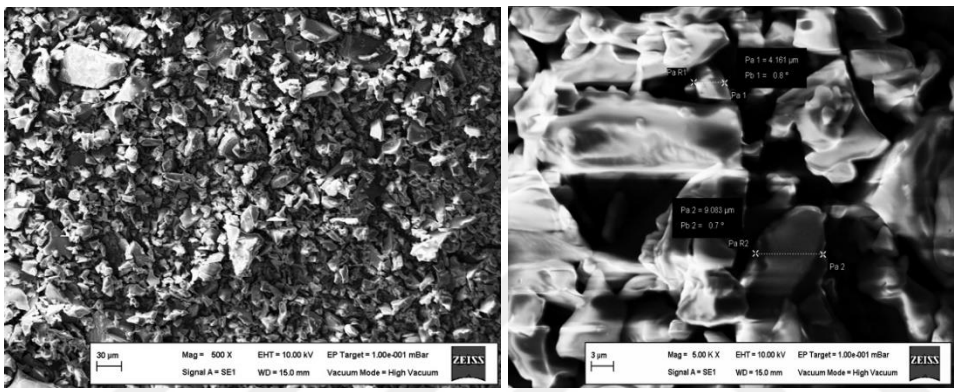
Çalışmada referans kaplama materyali olarak kabul edilen MD-GA'nın DMŞ numunesinde kullanılması sonucu oluşturulan tozların SEM analizlerine ilişkin görüntüleri Şekil 4.9'te görülmektedir. Görüntüler materyalin 500 ve 5000 katlarına büyütülerek alınmıştır. Görüntülere bakıldığında mikrokürecik yapılan gözlemlenmediği görülmüş olup bu da düşük kapsülasyon performansı olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.9. MD-GA Kaplama Materyalinin DMŞ Numunesinde Kullanılması ile Elde Edilen Tozların SEM Analizine İlişkin Görüntüleri

4.1.9.2. MD-GA kaplama materyalinin DHŞ'de kullanılması ile elde edilen tozların SEM analizine ilişkin görüntüleri

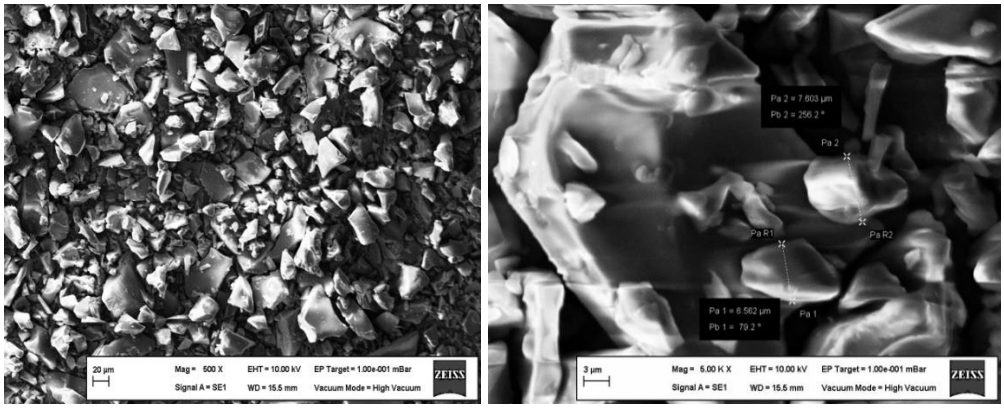
Çalışmada referans kaplama materyali olarak kabul edilen MD-GA'nın DHŞ numunesinde kullanıoması sonucu elde edilmiş olan enkapsüle tozlarının SEM analiizne ilişkin görüntüleri Şekil 4.10'te görülmektedir. Görüntüler 500 ile 5000 kez büyütülmüş olarak verilmiştir. Görüntüler bakıldığında mikrokürecik yapılan gözlemlenmediği görülmüş olup bu da düşük kapsülasyon performansı olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.10. MD-GA Kaplama Materyalinin DHŞ'de Kullanılması ile Elde Edilen Tozların SEM Analizine İlişkin Görüntüleri

4.1.9.3. MD-GA kaplama materyalinin DMŞ numunesinde kullanılması ile elde edilen tozların SEM analizine ilişkin görüntüleri

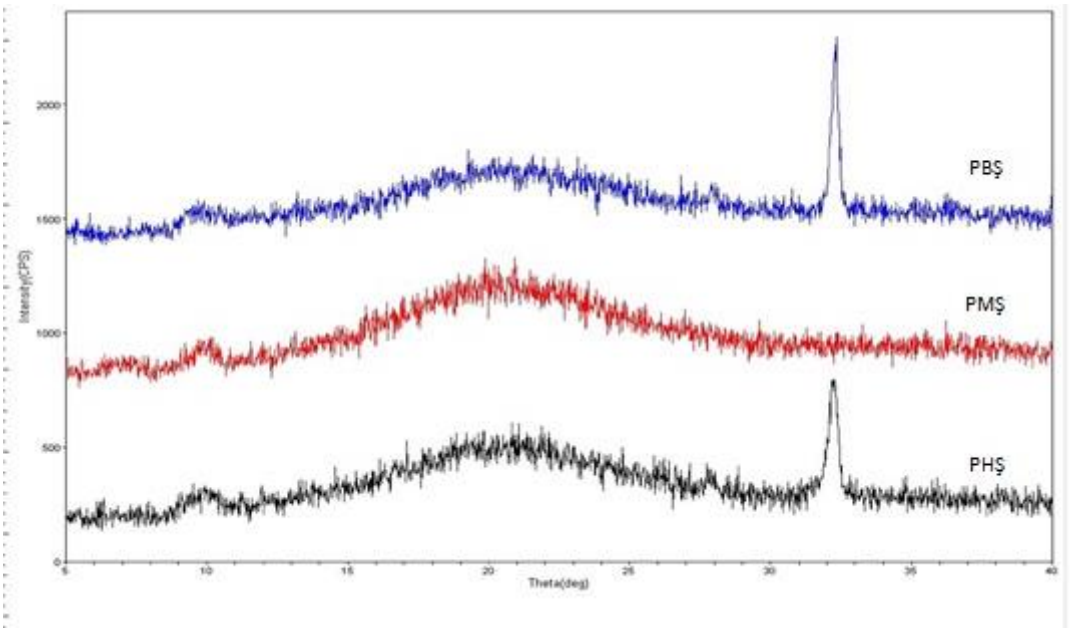
Çalışmada referans kaplama materyali olarak kabul edilen MD-GA'nın DMŞ numunesinde kullanılması sonucu elde edilmiş olan enkapsüle tozların SEM analizine ilişkin görüntüleri Şekil 4.11'da görülmektedir. Görüntüler 500 ve 5000 kez büyütülmüş olarak verilmiştir. Görüntüler bakıldığında mikrokürecik yapılan gözlemlenmediği görülmüş olup bu da düşük kapsülasyon performansı olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.11. MD-GA Kaplama Materyalinin DBŞ'de Kullanılması ile Elde Edilen Tozların SEM Analizine İlişkin Görüntüleri

4.2. Şalgam Suyu ve Enkapsüle Tozlarının XRD Analize İlişkin Sonuçları

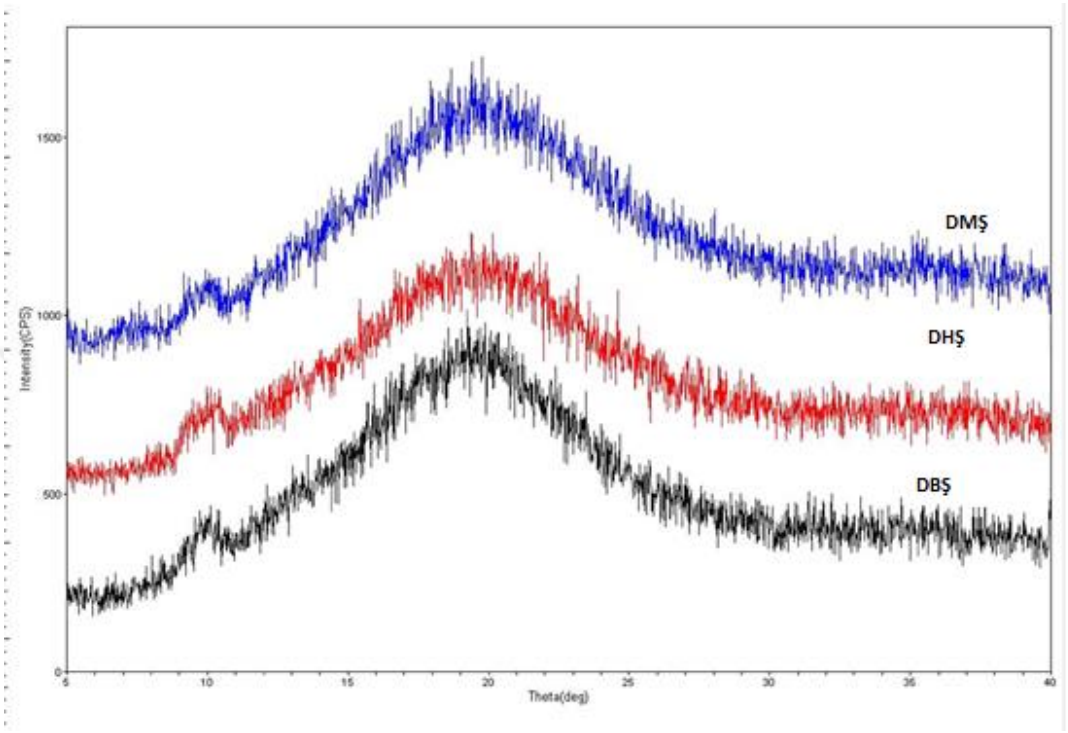
Şalgam suyu ile bunların en kapsüle tozlarının dondurarak kurutma yöntemiyle üretilmesi sonucu bu tozlarırın SEM analiizinde ilişkin görüntülerine bakıldığında mikroküreresecik oluşumlar gözlemlenmemiştir. Bu sebeple XRD analizi yapılmasının uygun olduğu kanısına varılmıştır.



Şekil 4.12. Püskürtmeli Kurutmadan Elde Edilen Tozların XRD Görüntüleri

Şekil 4.12 incelendiğinde PBŞ ve PHŞ'nin 32.1° değerlerinde pik yapı görülmektedir. Şekilden de görüleceği üzere PBŞ ve PHŞ'de kristal bölgeler amorf

yapılara dönüşmüştür. Bai ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmada asetillendirilmiş nişasta yapısındaki kristal bölgelerin amorf yapılara dönüştüğü bildirilmiştir.



Şekil 4.13. Dondurarak Kurutmadan Elde Edilen Tozların XRD Görüntüleri

Şekil 4.13 incelendiğinde DMŞ ve DMŞ'nin 19.1° değerlerinde pik yapı görülmektedir. Şekilden de görüleceği üzere DMŞ, DHŞ ve DMŞ'de kristal bölgeler amorf yapılara dönüşmüştür. Bai ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmada asetillendirilmiş nişasta yapısındaki kristal bölgelerin amorf yapılara dönüştüğü bildirilmiştir.

Çizelge 4.8. Dondurarak elde edilen şalgam suyu tozlarının boyutları

Nunume Türü	Kristallik %	2θ	FWHM	Nano boyut (nm)
DBS	1,771015718	19,261	7,95	2,014233502
DHS	3,139549437	19,45	8,46	2,078493744
DMS	1,187279541	19,5	8,3165	2,192123252

Çizelge 4.9. Püskürterek elde edilen şalgam suyu tozlarının boyutları

Nunume Türü	Kristallik %	2θ	FWHM	Nano boyut (nm)
PHŞ	4,058572039	20,48	7,75	1,998551951
PMŞ	3,208074736	20,44	7,67	2,018750791
PBŞ	5,938612811	20,74	7,075	2,192737896

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada bulgur unu yerine bulgur kaynatma suyundan şalgam suyu üretilmiştir. Elde edilen şalgam sularına farklı mikroenkapsülasyon teknikleri uygulanarak şalgam suyunun fizikokimyasal özelliklerine olan etkisinin araştırılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir.

Bu çalışmada bulgur unu yerine bulgur kaynatma suyundan şalgam suyu üretilmiştir. Elde edilen şalgam sularına farklı mikroenkapsülasyon teknikleri uygulanarak şalgam suyunun fizikokimyasal özelliklerine olan etkisi araştırılmıştır.

Numune türüne göre en yüksek IC50 değeri PBŞ'de ve en düşük DMŞ'de olduğu sonucuna varılmıştır. HŞ'nin antioksidan etkinliğinin diğer gruplara göre daha yüksek, DMŞ'nin ise daha düşük olduğu görülmektedir. Trolox değerlerinde DMŞ'nin trolox değerinin diğer gruplara göre daha fazla olduğu sonucuna varılmıştır.

Püskürtmeli kurutma tekniği ile elde edilmiş olan inhibisyon değerinin dondurularak kurutulması sonucu oluşturulan tozlara kıyasla daha fazla olduğu görülmüştür. Dondurarak kurutma tavsiye edilebilir.

Püskürtmeli kurutma ile kurutulan örneklerdeki TFFM düzeyi dondurarak kurutmaya göre daha yüksektir. Toplam fenolik madde miktarı açısından değerlendirildiğinde ise dondurarak kurutma yöntemi uygulanan gruplarda toplam flavanoid madde (TFM) miktarının püskürtmeli dondurma yöntemine göre daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

Numune türüne göre laktik asit düzeyinin en büyük BŞ ve en küçük MŞ'dir. Sitrik asit, malik asit ve oksalik asit düzeyi en yüksek DMŞ'de olduğu sonucuna varılmıştır. En yüksek PO4, Na ve Cl düzeylerinin HŞ, en düşük K ve Na düzeylerinin DMŞ; en yüksek K düzeyinin MŞ, en yüksek SO4 ve Mg düzeyi MŞ numunesinde saptanmış iken diğerlerinde Mg tespit edilememiştir. NO3 ve Ca'nın en fazla olduğu grup DHŞ, F'nin en yüksek olduğu grup BŞ'de olduğu sonucuna varılmıştır.

Şalgam suyu ve bunların enkapsüle tozlarının Lc-MS analiz sonuçları incelendiğinde en yüksek kuersetin, hidroksibenzoat, protokateşik etil ester, bütein ve uteolin düzeylerinin LHS'de, en düşük kuersetin düzeyinin BŞ ve HŞ'de; en yüksek Vanilicacis, gallik asit düzeylerinin SBS'de, en düşük vanilicacis düzeyinin HŞ; en yüksek fumarik asit, florizidin dihidrat, naftkinon düzeylerinin LBS'de, en düşük fumarik asit düzeyinin BŞ'de; en yüksek kafeik asit, naringenin ve timokinon düzeylerinin SMS'de; en yüksek 4-hidroksisinnamik düzeyinin LMS'de; en yüksek kaempferol, hidroksibenzoat ve salisilik asit düzeylerinin SHS'de; en yüksek kurmin düzeyinin BŞ ve HŞ'de; alizarin'in yalnızca MŞ'de olduğu sonucuna varılmıştır.

Şalgam suyu ve bunların enkapsüle Elementel analiz sonuçları incelendiğinde azot değerleri yüksek BS ve en düşük DMŞ'dir. En yüksek karbon ve hidrojen düzeyi DMŞ'de, en düşük karbon ve hidrojen düzeyi HŞ'de saptanmıştır. Şalgam suyu numuneleri içerisinde en yüksek protein oranı PBŞ'de, en düşük protein oranı DMŞ'de olduğu sonucuna varılmıştır.

Enkapsülasyon sonuçları incelendiğinde su aktivitesinin en fazla olduğu numune PMŞ, en az olduğu numune DMŞ; ıslanabilirliğin en fazla olduğu numune PHŞ, en az olduğu numune DMŞ; kitle yoğunluğunun en fazla olduğu numune DHŞ, en az olduğu numune PBŞ; sıkıştırılmış kitle yoğunluğunun en yüksek olduğu numune DMŞ, en düşük olduğu numune PMŞ; Carr indeksi değerinin ve Hausner oranının en fazla olduğu numune PHŞ, en az olduğu numune DHŞ olduğu sonucuna varılmıştır.

Çalışmada referans kaplama materyali olarak kabul edilen MD-GA'nın PHŞ, PMŞ ve PBŞ numunelerinde kullanılmasıyla elde edilmiş olan enkapsüle tozlarının SEM analizinde mikroküreciklerin maksimum seviyede doluluğa yaklaştığı görülmektedir. Sonuç olarak kapsülasyon işleminin en yüksek seviyeye yaklaştığını gösterir. Bununla birlikte 500 kez büyütmede bazı küre yapılarının yassı formda ve dolayısıyla da az kapsülasyon işlevine sahip olduğu görülmüştür. Sonuç olarak kapsülasyon işleminde küreciklerden bazılarının kaplama yapabilme kalibiyetnin olduğu fakat en yüksek düzeyde kapsülasyonun olmadığı manasına gelmektedir.

Çalışmada referans kaplama materyali olarak kullanılan MD-GA'nın DMŞ ve DHŞ'de kullanılmasıyla enkapsüle edilmiş toz numunelerin SEM analiz görüntüleri incelendiğinde mikrokürecik yapılan gözlemlenmediği görülmüş olup bu da düşük kapsülasyon performansı olduğunu göstermektedir.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar incelendiğinde püskürtmeli soğutma ile soğutulan numunelerden elde edilen tozların fizikokimyasal özelliklerinin dondurarak soğutma ile kurutulan numunelerden elde edilen tozlara göre daha iyi olduğu söylenebilir.

KAYNAKLAR

AÇU, M., YERLİKAYA, O., ve KINIK, Ö., 2014. Mikroenkapsülasyon ve Süt Teknolojisindeki Yeri . Akademik Gıda , 12 (1) , 97-107 .

AĞAR, Ş., 2017. Sakarya Çevresindeki Su Örneklerinde Bazı Anyonların Tayininde İyon Kromotografi Metodunun Kullanılması. Yüksek lisans tezi, Sakarya üniversitesi, Fen bilimleri enstitüsü gıda mühendisliği anabilim dalı, Sakarya. 35 s.

AKIN ŞAHBAZ, D., 2021. Kompleks Koaservasyon Yöntemi ile Gül (Rosaceae Centifolia) Yağının Jelatin ve Aljinat ile Mikroenkapsülasyonu. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 8 (1) , 193-202 .

AKYILDIZ, A., ve ÖCAL, N. D. 2006. Effects of dehydration temperatures on colour and polyphenoloxidase activity of Amasya and Golden Delicious apple cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *86*(14), 2363-2368.

ARICI, M., 2004. Mikrobiologische und chemische eigenschaften von salgam. ErnährungsUmschau, 51(1):10-11.

ATAK, Z., KOÇ, M., ve KAYMAK-ERTEKIN, F., 2017. Gıda Endüstrisinde Aroma Mikroenkapsülasyonu . Akademik Gıda , 15 (4) , 416-425 .

AYDAR, A., 2003. Şalgam Suyu Üretiminde Lactobacillus plantarum İlavesinin Ürün Bileşim ve Kalitesine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilimdalı, Tekirdağ. 35 s.

BACH, S.J., WANG, Y., MCALLISTER, T.A., 2008. Effect of feeding sun-dried seaweed (Ascophyllum nodosum) on fecashedding of *Escherichia coli O157:H7* by feedlot cattle ve on growth performance of lambs. Anim. Feed Sci. Technol, 142, 17–32.

BARANAUSKİENE, R., BYLAİTE, E., ZUKAUSAİTE, J., VENSKUTONİS, R.P., 2007. Flavor retention of peppermint (Mentha piperita L.) essential oil spray-dried in modified starches during encapsulation and storage. *Journal of Agricultural ve Food Chemistry,* pp. 3027–3036.

BARBOSA-CANOVAS, G.V. (ED.), ORTEGA-RİVAS, E., JULİANO, P., and YAN, H., 2005. Food powders: Physical properties, processing, and functionality. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, 372p.

BARLAK, E., 2019. Gümüşhane'de Yetişen Bazı Yabani Meyvelerin Farklı Kurutma Teknikleri İle Muhafaza Edilmesi ve Bazı Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gümüşhane. 97 s.

BAŞYİĞİT, B., HAYOĞLU, İ., ve ATASOY, F., (2017). Kekik Esansiyel Yağı ve Mikroenkapsülasyon Uygulamaları. Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi , 7 (1/2) , 63-70 .

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 .

BAYRAM, M., ERDOĞAN, S., ESİN, Y., SARAÇOĞLU, O., ve KAYA, C., (2014). Farklı Siyah Havuç Miktarlarının Şalgam Suyunun Bileşimine ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi . Akademik Gıda , 12 (1) , 29-34 .

BAYSAL, A. H. D., ÇAM, M., HARSA, H.Ş., 2007. Functional properties of "Şalgam Juice", a traditional fermented Turkish beverage. International Symposium on Functional Foods in Europe International Developments in Science ve Health Claims, 9-11 May 2007, Malta.

BCHIR, B., BESBES, S., KAROUI, R., ATTIA, H., PAQUOT, M., ve BLECKER, C. 2012. Effect of air-drying conditions on physico-chemical properties of osmotically pre-treated pomegranate seeds. *Food ve Bioprocess Technology, 5*(5), 1840-1852.

BELIZAN, J. M., ve VILLAR, J. 1980. The relationship between calcium intake veedema-, proteinuria-, and hypertension-gestosis: an hypothesis. *The American journal of clinical nutrition, 33*(10), 2202-2210.

BİLALOĞLU, G. V., ve HARMANDAR, M., 2002. Flavonoidler, Aktif Yayınevi.

BİRCAN, S. VE ERTEN, H. 2018. Şalgam Suyundan İzole Edilen Bazi Laktik Asit Bakterilerinin Moleküler Karakterizasyonu Ve Bunlarin Starter Kültür Olarak Kullanilma Potansiyellerinin Belirlenmesi. Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 35-6.

BLAIR, G., and STAAL, P., 1999. Citric acid. Kirk-Othmer Concise Encyclopedia of Chemical Technology, Kroschwitz, J.I. (ed.), John Wiley and Sons Ltd., Inc., USA, p. 452-454

BONDONNO, N. P., DALGAARD, F., KYRØ, C., MURRAY, K., BONDONNO, C. P., LEWIS, J. R., and HODGSON, J. M., 2019. Flavonoid intake is associated with lower mortality in the Danish Diet Cancer and Health Cohort. *Nature communications, 10*(1), 1-10.

BOOTS, A. W., HAENEN, G. R., and BAST, A., 2008. Health effects of quercetin: from antioxidant to nutraceutical. *European journal of pharmacology, 585*(2-3), 325-337.

BOSNALI, S., ve ÖZDESTAN OCAK, Ö., (2019). Gıda sanayiinde kullanılan uçucu yağların mikroenkapsülasyon uygulamaları . Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi , 25 (7) , 846-853 .

BRAVO, L., 1998. Polyphenols: chemistry, dietary sources, me tabolism, and nutritional significance. Nutrition reviews, 56(11): 317-333.

BRESSANI, R., TURCIOS, J. C., and DE RUIZ, A. S. C., 2002. Nixtamalization effects on the contents of phytic acid, calcium, iron and zinc in the whole grain, endosperm and germ of maize. *Food science and technology international, 8*(2), 81-86.

CANBAŞ, A., ve DERYAOĞLU, A., 1993. Şalgam suyunun üretim tekniği ve bileşimi üzerinde bir araştırma. Doğa-Turkish Journal of Agricultural and Forestry, 17: 119- 129

CANBAŞ, A., ve FENERCİOĞLU, H., 1984. Şalgam suyu üzerinde bir araştırma. Gıda, Cilt 9(5), 299-286 s.

CIUMĂRNEAN, L., MILACIU, M. V., RUNCAN, O., VESA, Ş. C., RĂCHIȘAN, A. L., NEGREAN, V., and DOGARU, G., 2020. The effects of flavonoids in cardiovascular diseases. *Molecules, 25*(18), 4320.

COSTEA, T., VLAD, O. C., MICLEA, L. C., GANEA, C., SZÖLLŐSI, J., and MOCANU, M. M., 2020. Alleviation of multidrug resistance by flavonoid and non-flavonoid compounds in breast, lung, colorectal and prostate cancer. *International journal of molecular sciences, 21*(2), 401.

ÇANKAYA, A., TANGÜLER H., 2018. Şalgam Suyu Üretiminde Gerçekleştirilen Havuç Fermantasyonu Sırasında Mikrobiyal Değişim Üzerine Sıcaklığın Etkisi. Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji dergisi, 6(6), 749-755.

ÇAVUŞ, Z., KARAOĞUL, E., ÖZER S., 2020. Bulgur Kaynatma Suyu ile Yapılan Şalgamın Duyusal Özelliklerinin Araştırılması, *International Marmara Sciences Congress (Autumn)*, (IMASCON), 4-5, December Kocaeli s. 575-579.

ÇOKSARI, G., 2012. Farklı azotlu gübre dozlarında yetiştirilen Ekinezya türlerinde (Echinacea pallida (Nutt) Nutt, Echinacea purpurea (l.) Moench) uygulanan farklı kurutma yöntemlerinin ekstrakt kalitesi üzerine etkileri. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, doktora tezi, Konya, 106 s.

DEMİRCİ, M., 2010. Gıda Kimyası, Onur Baskı, Topkapı, İstanbul.

DERYAOĞLU, A., 1990. Şalgam Suyu Üretimi ve Bileşimi Üzerinde Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 57 s.

DOĞAN, A., KAZANKAYA, A., ÇELİK, F., ve UYAK, C., 2006. Kuşburnunun Halk Hekimliğindeki Yeri ve Bünyesindeki Bileşenler Açısından Yararları, II. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu, 14-16 Eylül, s 47-53.

DRİNCOVİCH, M. F., VOLL, L. M., and MAURİNO, V. G., (2016). Editorial: On the Diversity of Roles of Organic Acids. Frontiers in Plant Science, 7.

ELDER R.O., KEEN J.E., SIRAGUSA G.R., BARKOCY-GALLAGHER G.A., KOOHMARAIE M., LAEGREID W.W., 2000. Correlation of enterohemorrhagic Escherichia coli O157 prevalence in feces, hides, and carcasses of beef cattle during processing. Proc. Natl. Acad. Sci, USA, 97, 2999–3003.

ENGEL, C. A. R., STRAATHOF, A. J., ZIJLMANS, T. W., Van GULIK, W. M., and VAN DER WIELEN, L. A., 2008. Fumaric acid production by fermentation. *Applied microbiology and biotechnology*, *78*(3), 379-389.

ERGİNKAYA, Z., and AKSAN, E., 2004. Adana ili geleneksel içeceği; şalgam. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 100.Yıl Üniversitesi 23-24 Eylül, Van

ERGİNKAYA, Z., and HAMMES, W. P., 1992. Şalgam suyu fermantasyonu sırasında mikroorganizmaların gelişimi ve izole edilen laktik asit bakterilerinin tanımlamaları üzerine bir araştırma. Gıda, 17(5): 311-314.

ERTEN H., ve TANGÜLER H., 2015. Shalgam (Şalgam): A Traditional Turkish Lactic Acid Fermented Beverage Based on Black Carrot, (Eds: Hui YH and Evranuz EÖ) In: Handbook of Vegetable Preservation and Processing, Second Edition, CRC Press, Chapter 36. pp: 841-849.

ERTEN, H., TANGÜLER, H., and CANBAŞ, A., 2008. A traditional turkish lactic acid fermented beverage: shalgam (Salgam). Food Reviews International, 24: 352-359.

ERTEN, H., ve TANGULER, H., 2014. Fermente Bitkisel Ürünler: Gıda Biyoteknolojisi, (N. Aran Ed.). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

ERTEN, H., TANGULER, H., CANBAŞ, A., 2008. A traditional Turkish lactic acid fermented beverage: Shalgam (Salgam). Food Reviews International, 24(3), 352-359.

FILHO, EBA., VENTURA, E., DO MONTE, SA., OLIVEIRA, B. G., JUNIOR, C. G. L., ROCHA G. B., VASCONCELLOS, M. L. A. A., 2007. Synthesis and conformational study of a new class of highly bioactive compounds. Chem. Physics Letters, Vol. 449, Issues 4–6, 5, 336–340.

FUCHS, M., TURCHİURİ, C., BOHİN, M., CUVELİER, M.E., ORDONNAUD, AND PEYPAT-MAİLLARD, M.N., 2006. Encapsulation of oil in powder using spray drying and fluidised bed agglomeration. *Journal of Food Enginering*, 75: 27-35.

GOMES, W. F., FRANÇA, F. R. M., DENADAI, M., ANDRADE, J. K. S., DA SILVA OLIVEIRA, E. M., DE BRITO, E. S., and NARAIN, N., 2018. Effect of freeze-and spray-drying on physico-chemical characteristics, phenolic compounds and antioxidant activity of papaya pulp. Journal of food science and technology, 55(6): 2095-2102

GÖÇERİ, A., 2013. Bulgur Suyundan Rhizopus oryzae NRRL 395 Fungusu ile Laktik Asit Üretimi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyomühendislik ve Bilimleri Ana Bilim Dalı, Yüksek lisans Tezi, 68 s, Kahramanmaraş.

GÖÇERİ, A., ALMA, M. H., GEZGİNÇ, Y., ve KARAOĞUL, E., 2021. The Effect of Some Parameters on the Production of L(+) Lactic Acid Using Wheat wastewater by Rhizopus oryzae NRRL-395 . Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi , 24 (2) , 293-298 .

GÖKMEN V., ve ACAR J., 1992. Laktoferment yöntemi ile havuç suyu üretimi. 17(6): 395-398.

GÜNEŞ A., 2008. Şalgam Suyu Üretiminde En Uygun Siyah Havuç (Daucus Carota) Miktarının Belirlenmesi Üzerine Bir AraÇtırma. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, 56 s.

GÖK, S., 2017. Adana İlinde Satışa Sunulan Şalgam Sularının Kalite Özelliklerinin ve Türk Gıda Kodeksine Uygunluğunun Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 60 s, Kahramanmaraş, Türkiye.

GÜVEN, N., YETİM, H., ve CANKURT, H., 2019. Siyah Havuç ve Peyniraltı Suyu Kullanılarak Üretilen Tuzu Azaltılmış Şalgam Suyunun Fizikokimyasal ve Duyusal Özellikleri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (15), 599-610.

HARBORNE JB., BAXTER, H., MOSS, G. P., A Handbook of Bioactive Compounds From Plants. 2nd Edition. 1999. Publisher: Taylor- Francis.

İYİÇINAR, H., 2007. Kontrollü Şartlarda Şalgam Suyu Üretimi Üzerine Farklı Formulasyonların Etkisi, Y. Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 57.

JİANG, S. Y., Ma, A., and RAMACHANDRAN, S., 2018. Negative Air Ions and Their Effects on Human Health and Air Quality Improvement. International Journal of Molecular Sciences, 19(10), 2966.

JİNAPONG, N., SUPHANTHARİKA, M., JAMMONG, P., 2008. Production of instant soymilk powders by ultrafiltration, spray drying and fluidized bed agglomeration. *Journal of Food Engineering*, 84:194-205.

KANAT, S., ve TERZİ GÜLEL, G., 2021. Mikroenkapsülasyon ve Gıda Endüstrisinde Kullanım Alanları . Aydın Gastronomy , 5 (1) , 81-89 .

KARAOĞUL, E., ALTUNTAŞ, E., ve ALMA, M.H., 2017. Tanenlerin Quercus Türlerinde Sınıflandırılması ve Kantitatif Analizi. Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi, 2 (3), 17-24.

KOÇ, M,. SAKİN, M., ve KAYMAK, F. E., 2010. Microencapsulation and its Applications in Food Technology. Pamukkale Üniv. Müh. Bilim Derg., 16(1): 77-86.

KINGSLY, A. R. P., SINGH, D. B., MANIKANTAN, M. R., and JAIN, R. K., 2006. Moisture dependent physical properties of dried pomegranate seeds (Anardana). *Journal of Food engineering*, *75*(4), 492-496

KIRALAN, M.,, 2019. Farklı Kurutma Tekniklerinin Kara Dut (*M. nigra*) ve Beyaz Dut (*M. alba*) Meyvelerinin Bazı Beslenme Değerleri Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bolu, 71 s.

KOÇ, M., SAKIN, M., ve ERTEKIN, F. K., 2010. Mikroenkapsülasyon ve Gıda Teknolojisinde Kullanımı . Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi , 16 (1) , 77-86 .

KOLAÇ, T., GÜRBÜZ, P., ve YETİŞ, G., 2017. Doğal Ürünlerin Fenolik İçeriği Ve Antioksidan Özellikleri. İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Dergisi, 5 (1), 26-42.

KRIS-ETHERTON P. M., LEFEYNE M., BEECHER G. R., GROSS M. D., KEEN C. L., ETHERTON T. D., 2004. Bioactive compoundsin nutrition and health-research methodologies for establishing biological function. Ann.Rev. Nutr., 24, 511 –533.

KRIS-ETHERTON P. M., HECKER K. D., BONANOME A., COVAL S. M., BINKOSKI A. E., HILBERT K. F., GRIELD A. E., ETHERTON T. D., 2002. Bioactive compounds in foods: Their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. The Am. J. Medicine, Vol. 113, 71-83.

KUO, S. M., 1997. Dietary flavonoid and cancer prevention: evidence and potential mechanism. *Critical Reviews™ in Oncogenesis*, *8*(1).

LAINE, P., KYLLI, P., HEINONEN, M., JOUPPILA, K., 2008. Storage stability of microencapsulated cloudberry (Rubus chamaemorus) phenolics. *J Agr Food Chem*, *56*(23): 11251-11261

LEWICKI, P. P., 2004. Water as the determinant of food engineering properties. A review. *J Food Eng*, 61(4): 483-495

LORENZ, M., 2011. Sainfoin tannins and their impact on protein degradation during silage and rumen fermentation and testing of novel techniques, Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences, 20112011: 72.

MALTINI, E., TORREGGIANI, D., VENIR, E., BERTOLO, G., 2003. Water activity and the preservation of plant foods. *Food Chem*, 82(1): 79-86

MATTEY, M., 1992. The production of organic acids, Critical Reviews in Biotechnology, 12(1/2):87-132

MCCLEMENTS, D.J., 2015. Encapsulation, protection, and release of hydrophilic active components: Potential and limitations of colloidal delivery systems. Adv Colloid Interfac, 219: 27-53.

MCLEOD M. N., 1974. Plant tannins their role in forage quality. Nutr. Abstr. Rev, 44, 803–15.

MELGAREJO, P., SALAZAR, D. M., ARTES, F., 2000. Organic acids and sugars composition of harvested pomegranate fruits. European Food Research and Technology, 211, 185–190.

MISHRA, P., BRAHMA, A., and SETH, D., 2017. Physicochemical, functionality and storage stability of hog plum (Spondia pinnata) juice powder produced by spray drying. *J Food Sci Technol*, 54(5): 1052-1061

MİŞOĞLU, D., 2004. Şalgam suyu üretiminde enzim uygulamasının verim ve kaliteye etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Şanlıurfa, 68 s.

MUELLER-HARVEY, I., 1999. Tannins: their nature and biological significance. In: Secondary plants products. Antinutritional and beneficial actions in animal feeding (Caygill J.C. and Mueller-Harvey I., eds.). Nottingham Univ Press, s. 17-70.

MUELLER-HARVEY, I., and MCALLAN, A. B., 1992. Tannins: their biochemistry and nutritional properties. *Advances in plant cell biochemistry and biotechnology*, *1*(1), 151-217.

NAKİLCİOĞLU-TAŞ, E., ve ÖTLEŞ, S., 2021. Zeytin çekirdeği antioksidanlarının dondurarak kurutma tekniği ile mikroenkapsülasyonu: Toz ürünün fiziksel ve kimyasal karakterizasyonu . Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi , 10 (1) , 140-149 .

NEDOVİC, V., KALUSEVİC, A., MANOJLOVİC, V., LEVİC, S., BUGARSKİ, B., 2011. An overview of encapsulation technologies for food applications. Proc Food Sci, 1: 1806-1815.

NİZAMLIOĞLU, M. N., ve NAS, S., 2010. Meyve ve Sebzelerde Bulunan Fenolik Bileşikler; Yapıları ve Önemleri. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, No:1, 5, 20-35.

OKÇU, Z., 2003. Bazı Sebzelerin Muhafaza Edilmeleri Sırasında Peroksidaz Aktivitesinde Meydana Gelen Değişmeler. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 64 s.

ÖZDEN, H., 2021. Siirt Yöresinde Halk Tarafından Şalgam Olarak Tüketilen Turp Bitkisinin Metal İçeriği ve Biyolojik Aktivitelerinin Belirlenmesi. Siirt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Siirt. 47 s.

ÖZDEMİR, N., 2019. Fesleğen (Ocimum basilicum L.) uçucu yağının püskürterek kurutma tekniği ile mikroenkapsülasyonu ve model üründe uygulanması. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara. 113 s.

ÖZDESTAN O., ve Üren A., 2010. Biogenic amine content of Shalgam (Şalgam): A traditional lactic acid fermented Turkish beverage. J. Agric. Food Chem., 58: 2602-2608.

ÖZGEN, M., DURGAÇ, C., SERÇE, S., KAYA, C., 2008. Chemical and antioxidant properties of pomegranate cultivars grown in Mediterranean region of Turkey. Food Chemistry, 111, 703–706.

ÖZLER N., ve KILIÇ O., 1996. Şalgam suyu üretimi üzerinde araştırmalar. 21(5):323-330.

ÖZTAN, T., 2006. Mor havuç, konsantresi, şalgam suyu, nar suyu ve nar ekşisi ürünlerinde antioksidan aktivitesi tayini ve fenolik madde profilinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul. 108 s.

ÖZTÜRK, R. İ., ve GARİPAĞAOĞLU, M., 2018. Tuz tüketimi ve sağlık. Turkiye Klinikleri J Health Sci, 3(1):57-65

POP, C., RANGA, F., FETEA, F., AND SOCACİU, C., 2013 . Application of three alternative technologies (spray drying, fluid bed drying and freeze drying) to obtain powdered formulas from plants with antimicrobial potential. Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj -Napoca. Animal Science and Biotechnologies, 70(1): 95-103.

POYRAZOĞLU, E., GÖKMEN, V., ARTIK, N., 2002. Organic acid and phenolic compounds in pomegranates (Punica granatum L.) grown in Turkey. Journal of Food Composition and Analysis, 15 (5), 567-575

RODRÍGUEZ-SEVILLA, M. D., VILLANUEVA-SUÁREZ, M. J., ve REDONDO-CUENCA, A., 1999. Effects of processing conditions on soluble sugars content of carrot, beetroot and turnip. Food Chemistry, 66(1), 81-85.

QUİSPE-CONDORI, S., Saldaña, M. D., and Temelli, F., 2011. Microencapsulation of flax oil with zein using spray and freeze drying. LWT-Food Science and Technology, 44(9): 1880-1887.

REZENDE, Y. R. R. S., NOGUEIRA, J. P., and NARAIN, N., 2018. Microencapsulation of extracts of bioactive compounds obtained from acerola (Malpighia emarginata DC) pulp and residue by spray and freeze drying: Chemical, morphological and chemometric characterization. Food chemistry, 254:281-291

RICE-EVANS, C., MILLER, N., and PAGANGA, G., 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in plant science*, *2*(4), 152-159.

ROSS, A. C., MANSON, J. E., ABRAMS, S. A., ALOIA, J. F., BRANNON, P. M., CLINTON, S. K., and SHAPSES, S. A. 2011. The 2011 report on dietary reference intakes for calcium and vitamin D from the Institute of Medicine: what clinicians need to know. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, *96*(1), 53-58.

SANİYE ANNE YEMEKLERİ 2021. Erişim Tarihi: 15.08.2021 https://www.youtube.com/watch?v=jdAqa4Fa65k

SARIS, N. E. L., MERVAALA, E., KARPPANEN, H., KHAWAJA, J. A., and LEWENSTAM, A., 2000. Magnesium: an update on physiological, clinical and analytical aspects. *Clinica chimica acta*, *294*(1-2), 1-26

SAVRAN, H.E., 1999. Nar suyunda organik asit dağılımı. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 46 s., Ankara,

SETHI, V., 1990. Lactic fermentation of black carrot juice for spiced beverage. Indian Food Packer, 44(3): 7-12

SLADE, L., LEVINE, H., REID, D.S., 1991. Beyond water activity: recent advances based on an alternative approach to the assessment of food quality and safety. *Crit Rev Food Sci*, *30*(2-3): 115-360

TANGÜLER, H., 2010. Şalgam Suyu Üretiminde Etkili Olan Laktik Asit Bakterilerinin Belirlenmesi ve Şalgam Suyu Üretim Tekniğinin Geliştirilmesi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 367 s.

TANGÜLER, H., ve ERTEN, H., 2009. geleneksel laktik asit fermantasyonu ürünü şalgam suyu ve üretim yöntemleri, 650-654 s. II. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 27-29 Mayıs, 2009, Van.

TANRISEVEN, D., DIBLAN, S., SELLİ, S., ve KELEBEK, H., 2018. Şalgam suyunun üretim yöntemleri ve biyoaktif bileşenleri . Artıbilim: Adana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi , 1 (1) , 38-45 .

T.S.E., 2003. TS 11149 Şalgam Suyu Standardı, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.

TATAR, F., TUNÇ, M. T., DERVİSOGLU, M., CEKMECELİOGLU, D., and KAHYAOGLU, T., 2014. Evaluation of hemicellulose as a coating material with gum arabic for food microencapsulation. Food research international, 57:168-175.

TEZCAN, F., GÜLTEKİN-ÖZGÜVEN, M., DİKEN, T., ÖZÇELİK, B., ERİM, F.B., 2009. Antioxidant activity and total phenolic, organic acid and sugar content in commercial pomegranate juices. Food Chemistry, 115, 873–877.

TONON, R.V., 2006. Secagem por atomizaçao do suco de açai: Influencia das variaveis de processo, qualidade e estabilidade do produto. Mater's Thesis. Universidade Estadual de Campinas.

TONTUL, İ., 2011. Keten tohumu yağının püskürterek kurutmayla mikroenkapsülasyonu üzerine farklı taşıyıcı madde ve emülsiyon uygulamalarının etkilerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda. 102 s.

TURCHİULİ, C., FUCHS, M., BOHİN, M., CUVELİER, M. E., ORDONNAUD, C., PEYRAT-MAİLLARD, M. N., and DUMOULİN, E., 2005. Oil encapsulation by spray drying and fluidised bed agglomeration. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 6(1):29-35.

UĞURTAY, A., 2020. Kekik Ekstresinde Asetillendirilmiş Nişastanın Mikroenkapsüle Özelliğinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda. 172 s.

UTUŞ, D., 2008. Şalgam Suyu Üretiminde Kullanılan Siyah Havuç (Daucus carota) Boyutunun Şalgam Suyu Kalitesi Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoteknoloji Anabilim Dalı. 66 s.

ÜÇOK, E. F., TOSUN, H., 2014. Şalgam suyu üretimi ve fonksiyonel özellikleri. Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 8(1): 17-26.

WANG, Y., SINGH, A.P., HURST, W.J., GLINSKI, J.A., KOO, H., and VORSA, N., 2016. Influence of degree-of polymerization and linkage on the quantification of proanthocyanidins using 4-dimethylaminocinnamaldehyde (DMAC) assay. J. Agric. Food Chem, 64, 2190−99.

WATSON, R. R., PREEDY, V. R., and ZIBADI, S., (Eds.). 2012. *Magnesium in human health and disease*. Springer.

WEAVER, C. M., 2013. Potassium and health. *Advances in Nutrition*, *4*(3), 368S-377S.

WERPY, T., PETERSEN, G., 2004. Top ten value added chemicals from biomass feedstocks. U.S. Department of Energy, USA

WOLFE, A. H., and PATZ, J. A., 2002. Reactive nitrogen and human health: acute and long-term implications. *Ambio: A journal of the human environment*, *31*(2), 120-125

YAĞCI C., TOKER, M. C., TOKER, G., Bitki Doku Kültürü Yoluyla Üretilen Flavonoitler . Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 2008; 1 (1): 47-58, ISSN:1308-0040

YALDIRAK, G., 2011. Doğal fermantasyonla üretilen şalgam suyunda farklı fermantasyon sıcaklığının biyojen amin oluşumu üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda. 69 s.

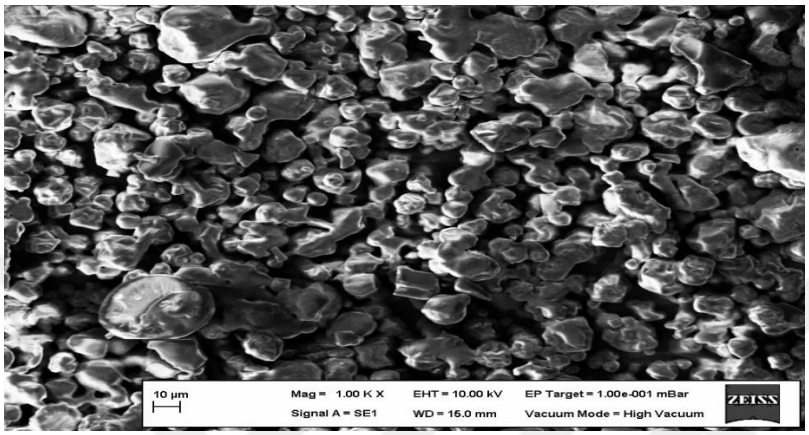
YENER, D., 1997. Mersin il merkezinde değişik satış yerlerinden alınan şalgam suyu örneklerinin fiziksel, kimyasal, duyusal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda. 52 s.

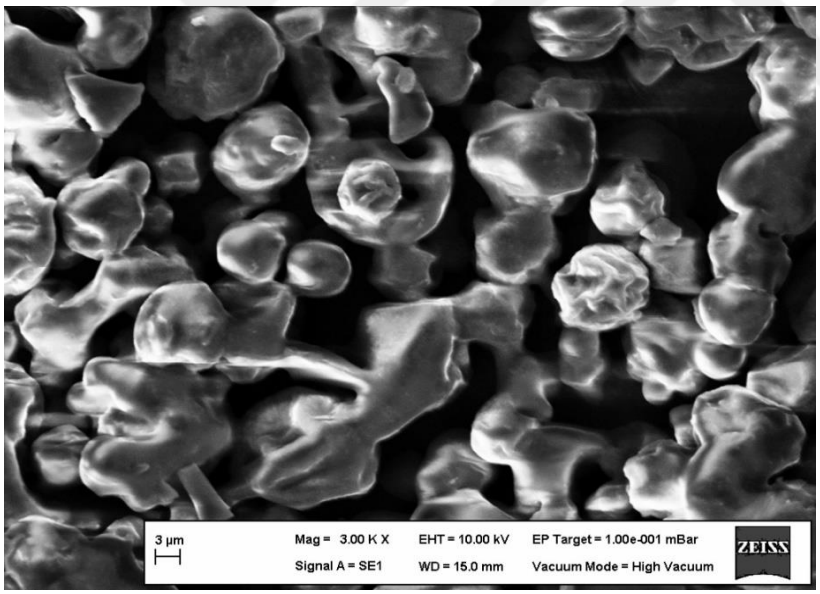
ZEKA, K., RUPARELIA, K., ARROO, R. R., BUDRIESI, R., and MICUCCI, M., 2017. Flavonoids and their metabolites: Prevention in cardiovascular diseases and diabetes. *Diseases, 5*(3), 19.

ZHİSHEN, J., MENGCHENG, T., and JİANMİNG, W., 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. Food chemistry, 64(4): 555-559.

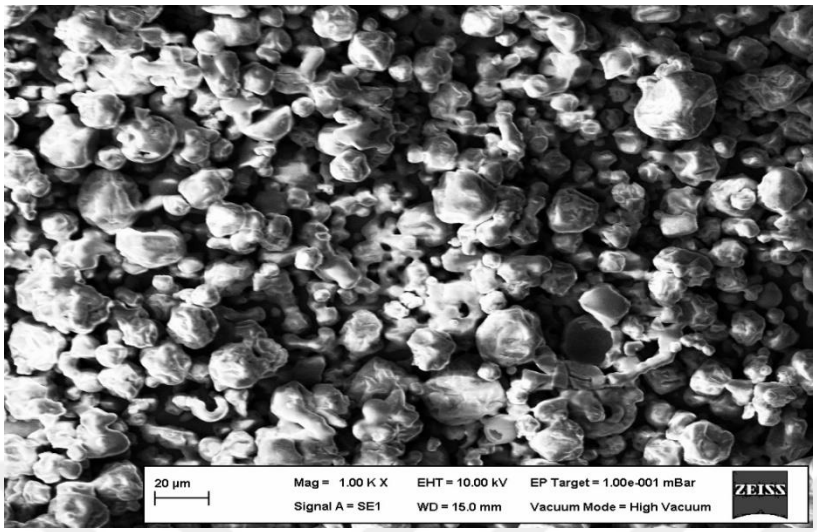
EKLER

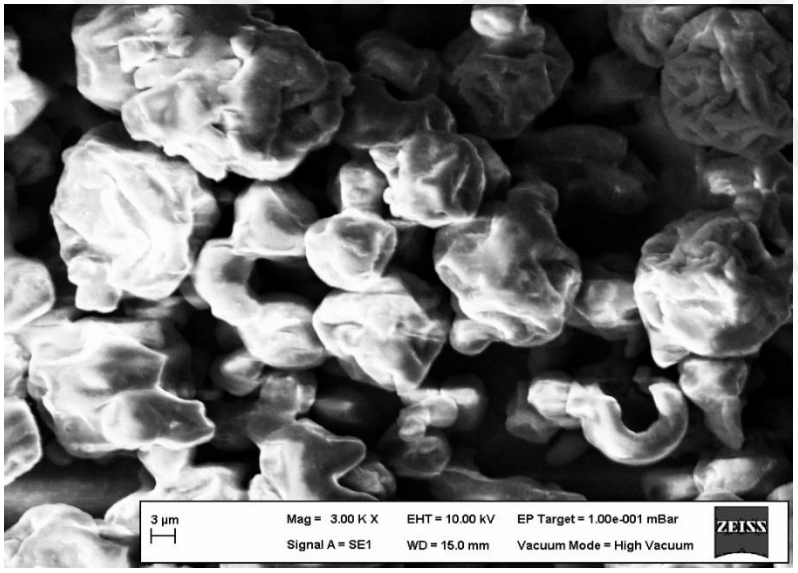
EK-1: MD/GA Kaplama Materyalinin PBŞ'de Kullanılması ile Elde Edilen Tozların SEM Görüntüleri



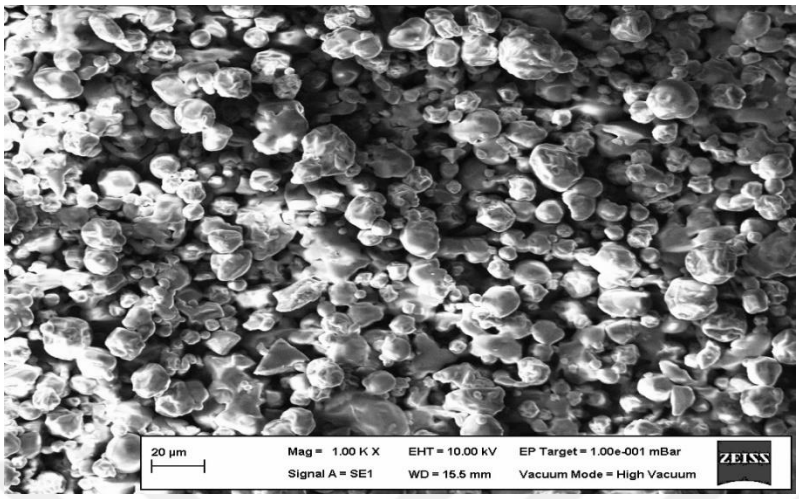


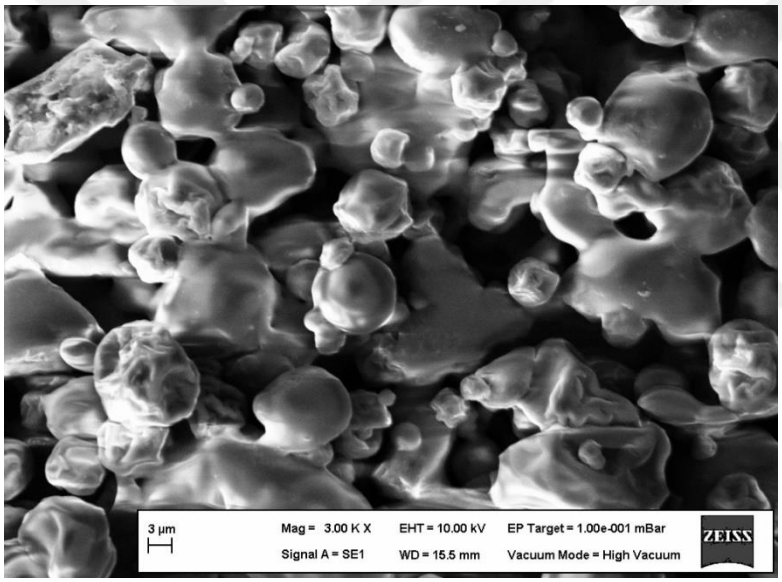
EK-2: MD/GA Kaplama Materyalinin PHŞ'de Kullanılması ile Elde Edilen Tozların SEM Görüntüleri



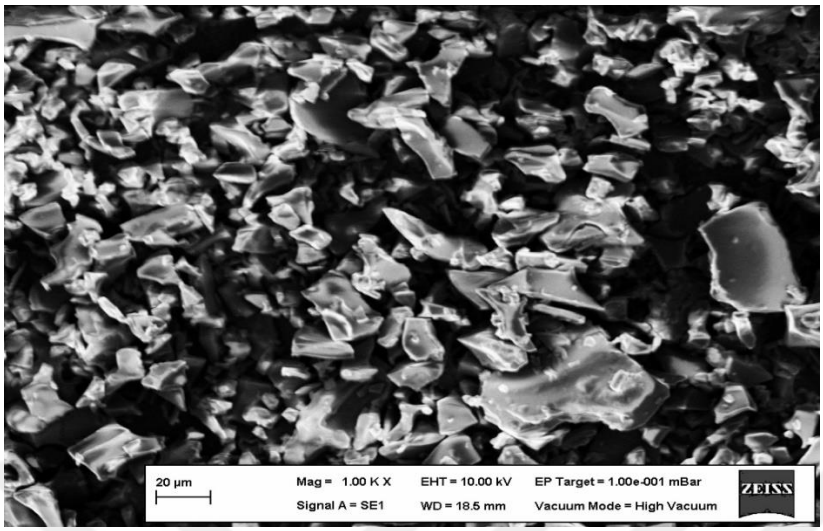


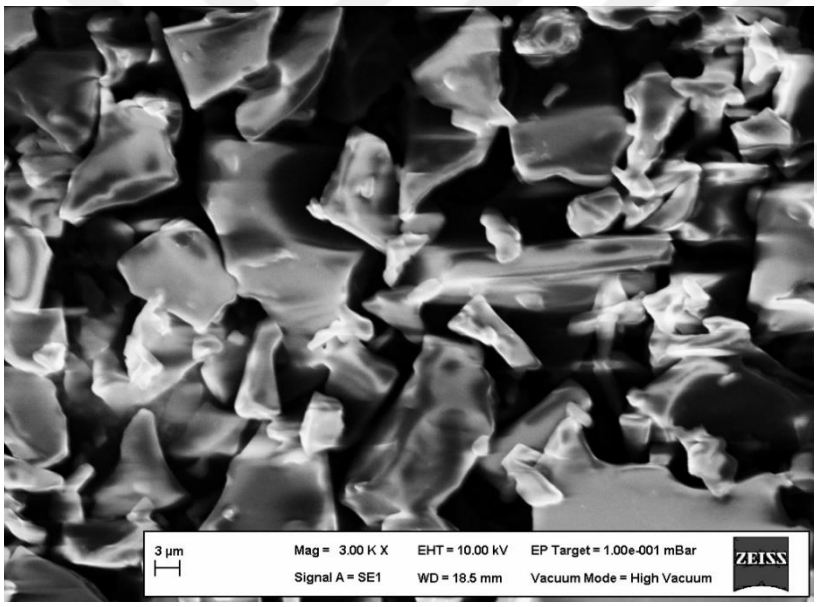
EK-3: MD/GA Kaplama Materyalinin PMŞ'de Kullanılması ile Elde Edilen Tozların SEM Görüntüleri



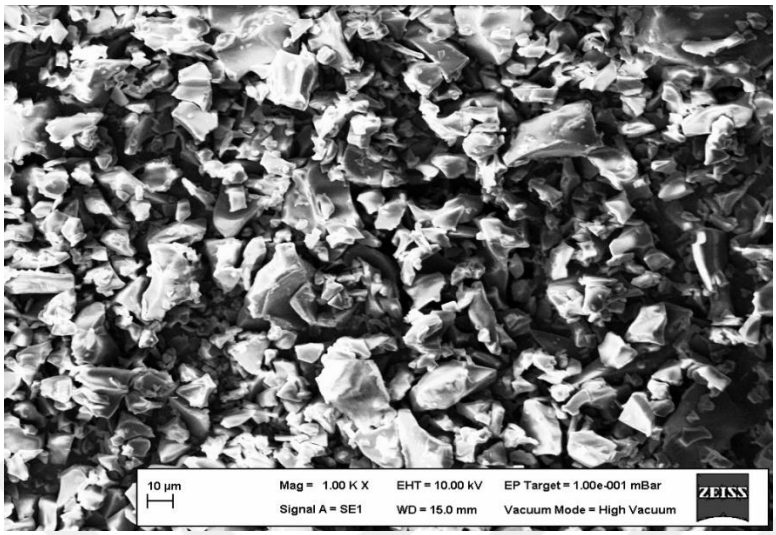


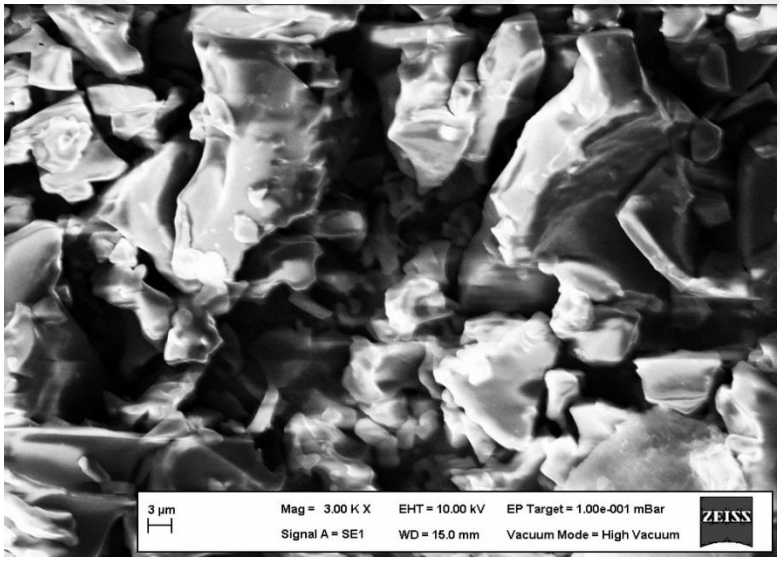
EK-4: MD/GA Kaplama Materyalinin DMŞ'de Kullanılması ile Elde Edilen Tozların SEM Görüntüleri



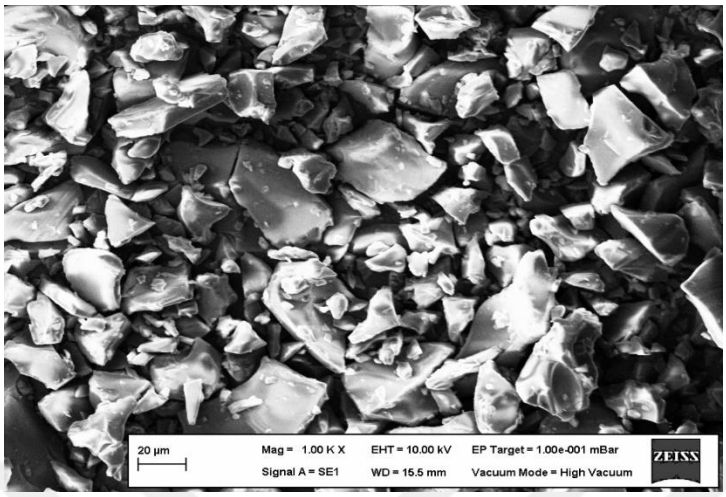


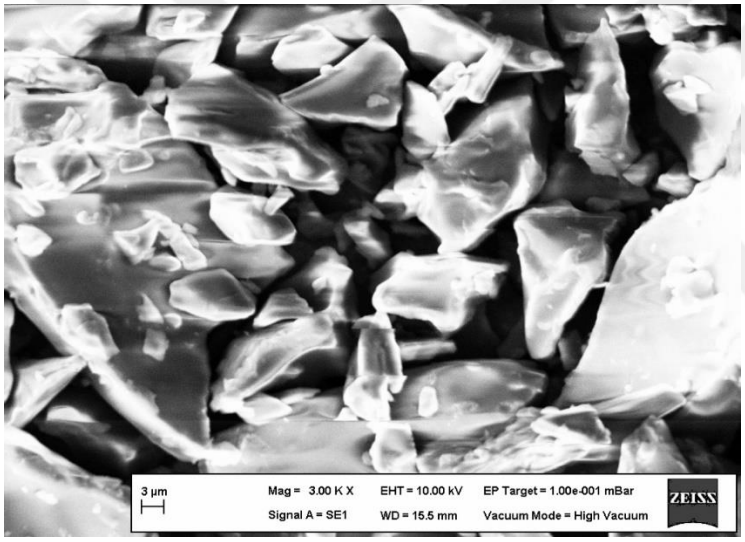
EK-5: MD/GA Kaplama Materyalinin DHŞ'de Kullanılması ile Elde Edilen Tozların SEM Görüntüleri



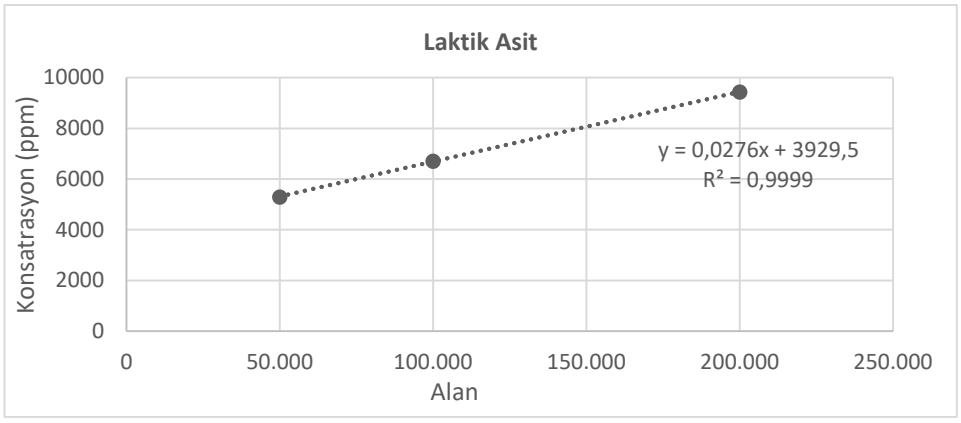


EK-6: MD/GA Kaplama Materyalinin DMŞ'de Kullanılması ile Elde Edilen Tozların SEM Görüntüleri

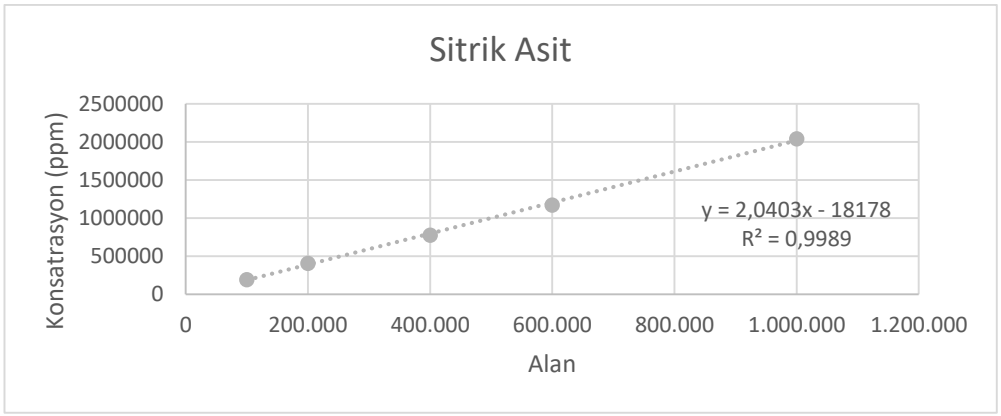




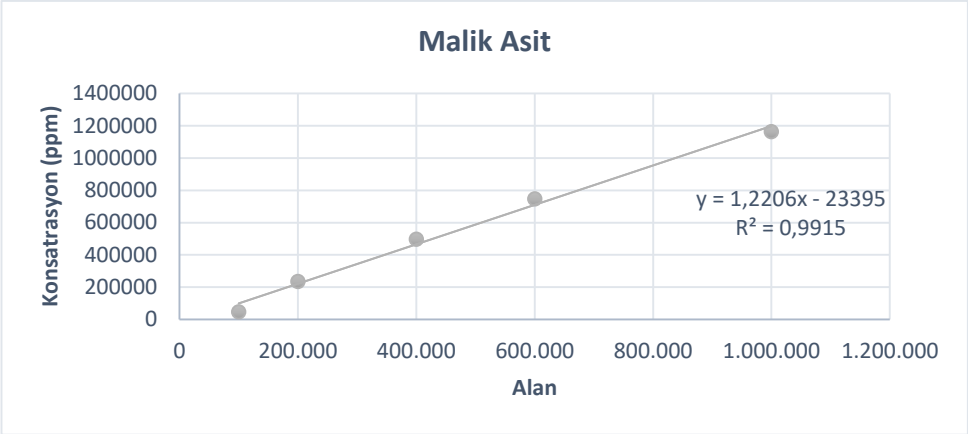
EK-7: HPLC Organik Asit Analizine Ait Laktik Asit Kalibrasyon Eğrisi



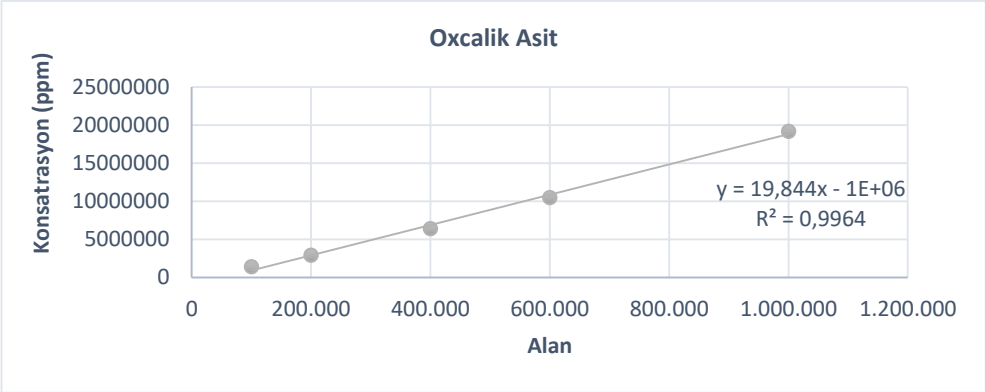
EK-8: HPLC Organik Asit Analizine Ait Sitrik Asit Kalibrasyon Eğrisi



EK-9: HPLC Organik Asit Analizine Ait Malik Asit Kalibrasyon Eğrisi



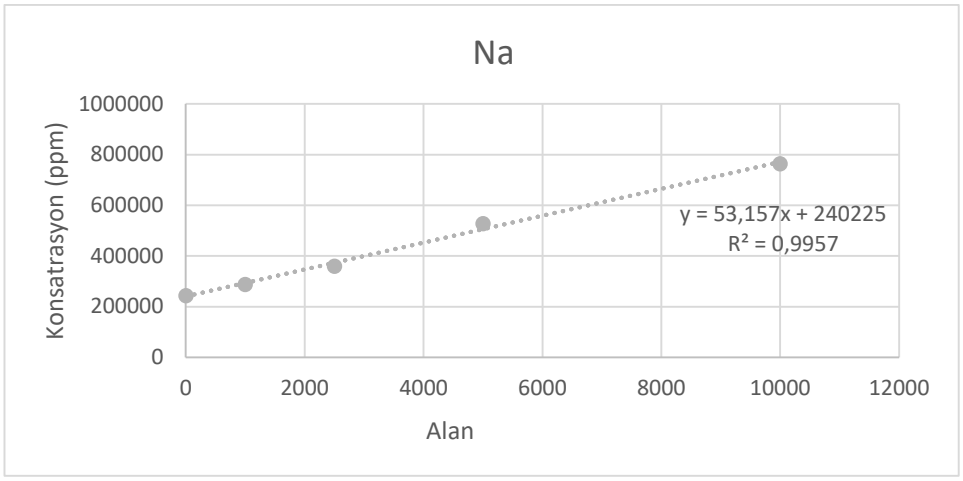
EK-10: HPLC Organik Asit Analizine Ait Oxcalik Asit Kalibrasyon Eğrisi



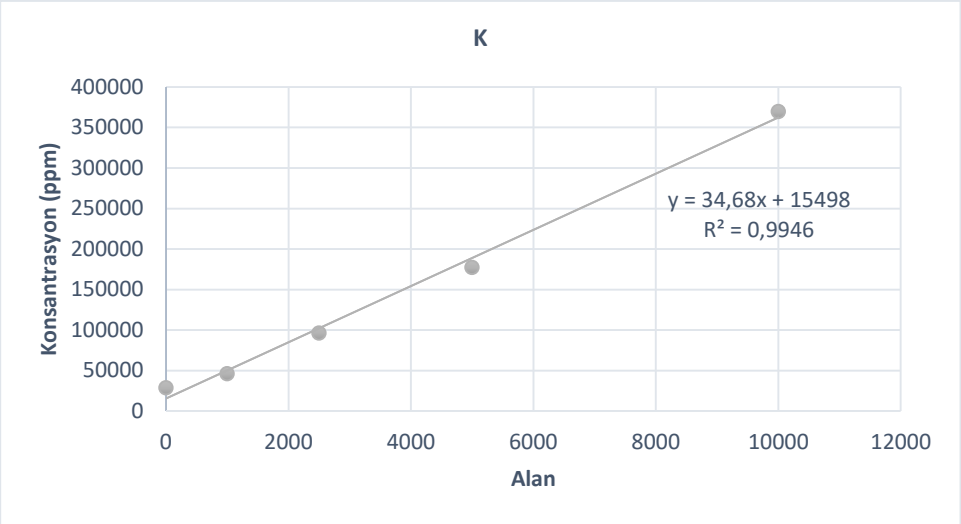
EK-11: HPLC Organik Asit Analizine Ait Asetik Asit Kalibrasyon Eğrisi



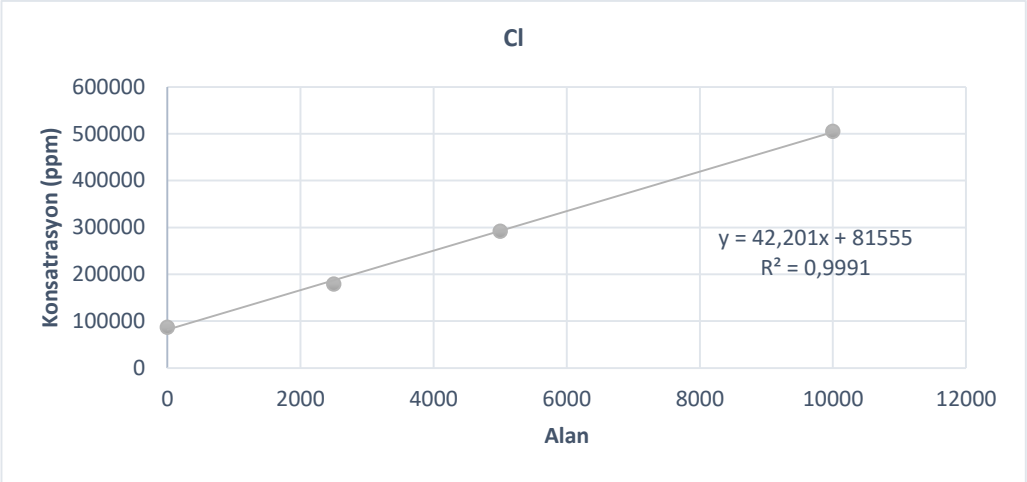
EK-12: İyon Kromotografi analizine ait Na Kalibrasyon Eğrisi



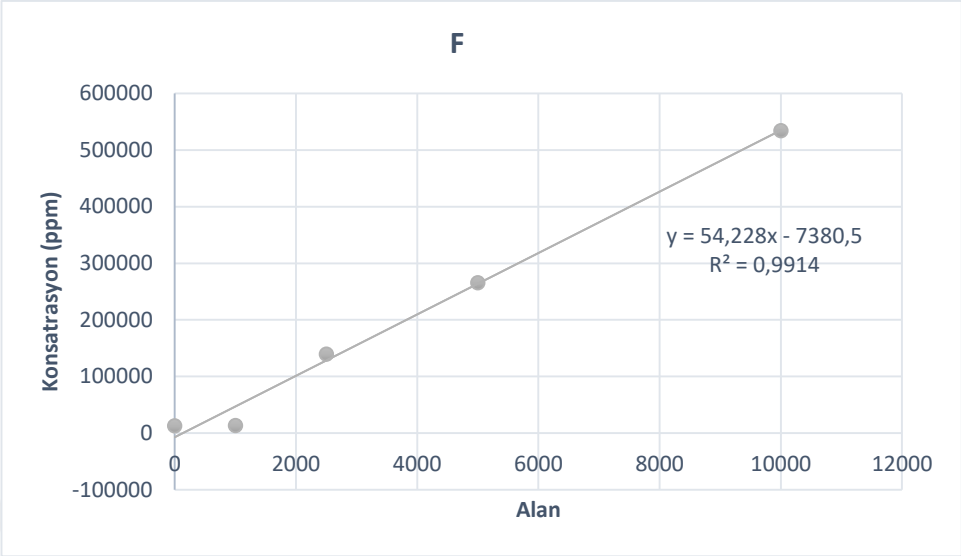
EK-13: İyon Kromotografi analizine ait K Kalibrasyon Eğrisi



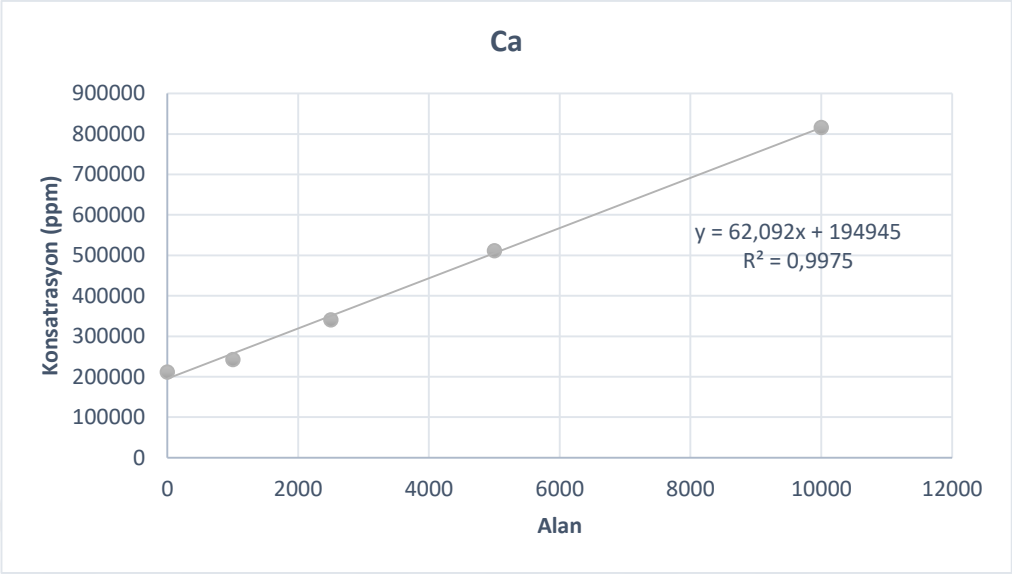
EK-14: İyon Kromotografi analizine ait Cl Kalibrasyon Eğrisi



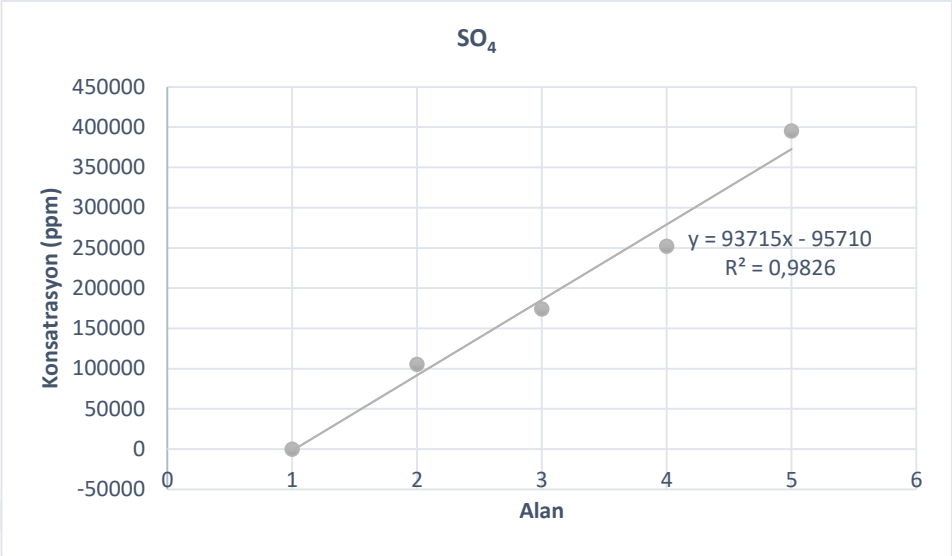
EK-15: İyon Kromotografi analizine ait F Kalibrasyon Eğrisi



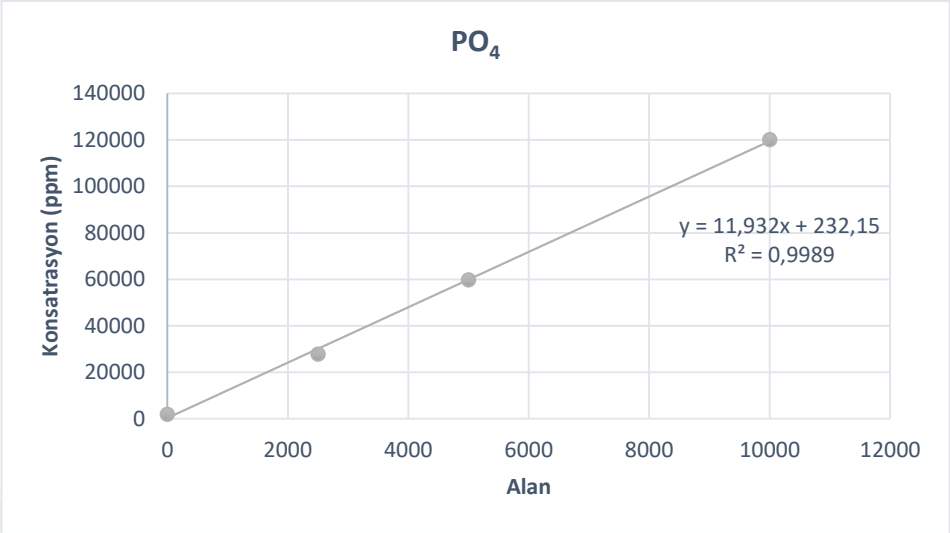
EK-16: İyon Kromotografi analizine ait Ca Kalibrasyon Eğrisi



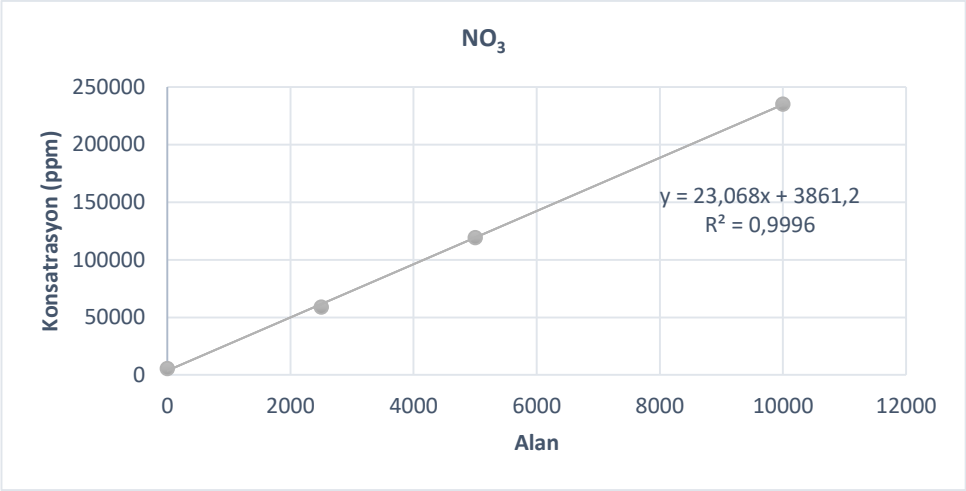
EK-17: İyon Kromotografi analizine ait SO_4 Kalibrasyon Eğrisi



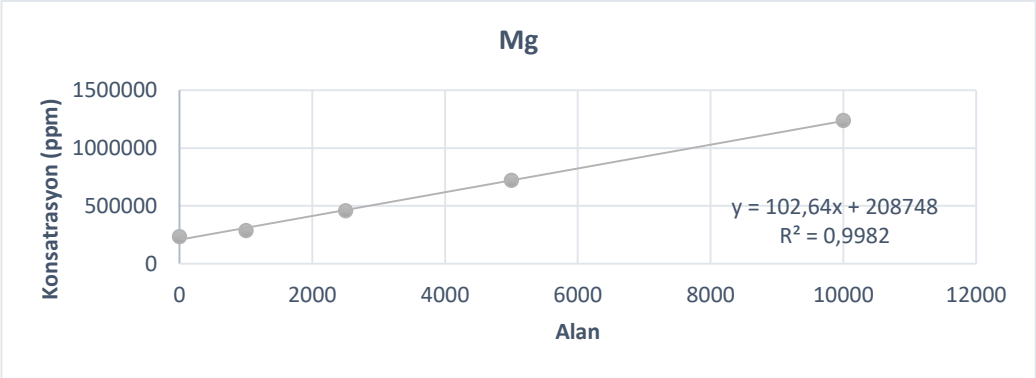
EK-18: İyon Kromotografi analizine ait PO_4 Kalibrasyon Eğrisi



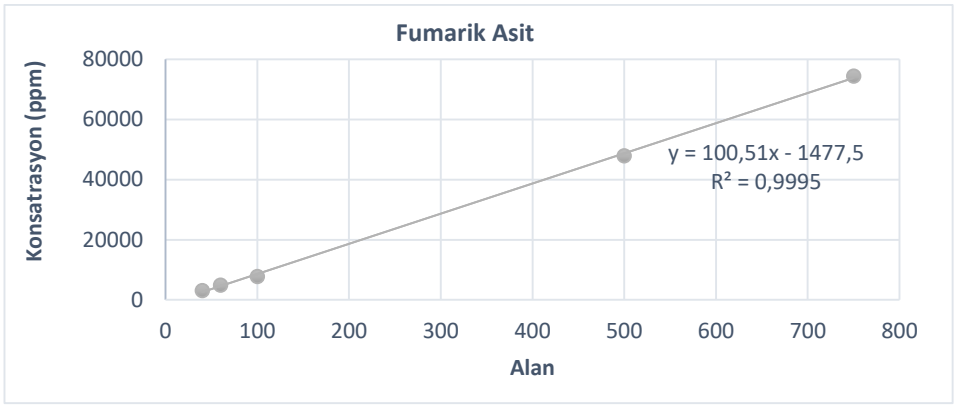
EK-19: İyon Kromotografi analizine ait NO_3 Kalibrasyon Eğrisi



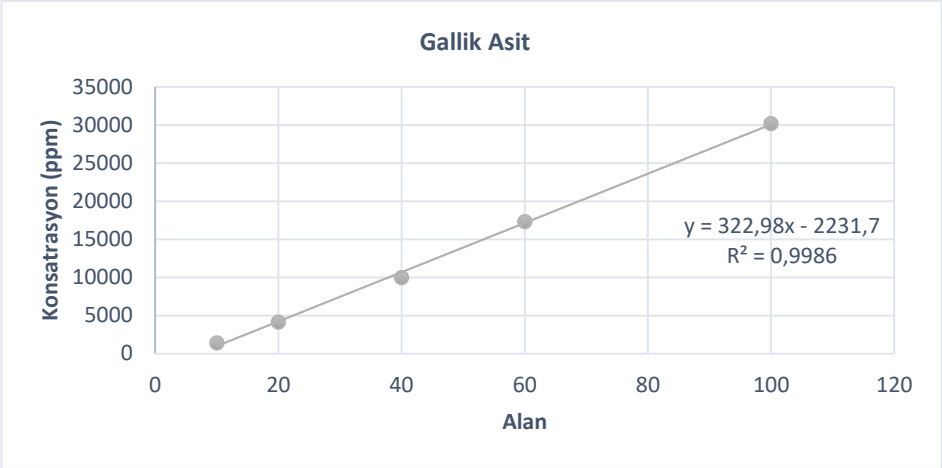
EK-20: İyon Kromotografi analizine ait Mg Kalibrasyon Eğrisi



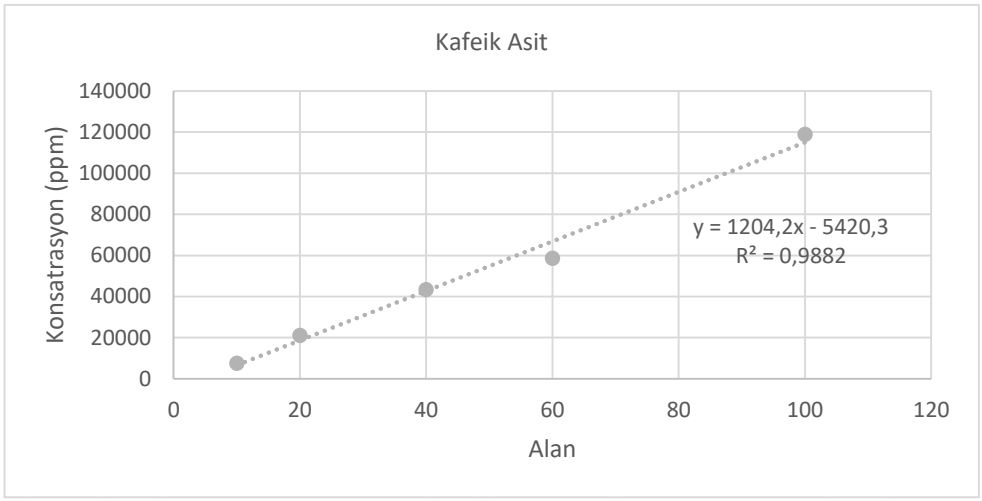
EK-21: LC-MS analizine ait Fumarik Asit Kalibrasyon Eğrisi



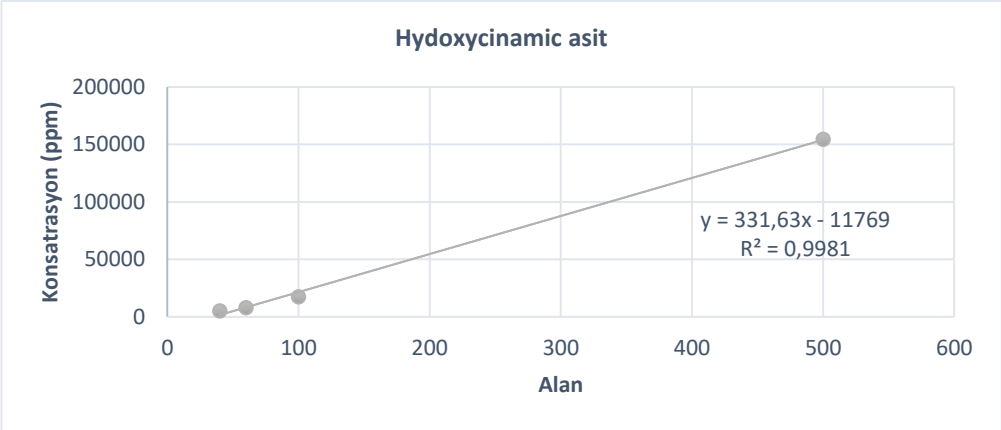
EK-22: LC-MS analizine ait Gallik Asit Kalibrasyon Eğrisi



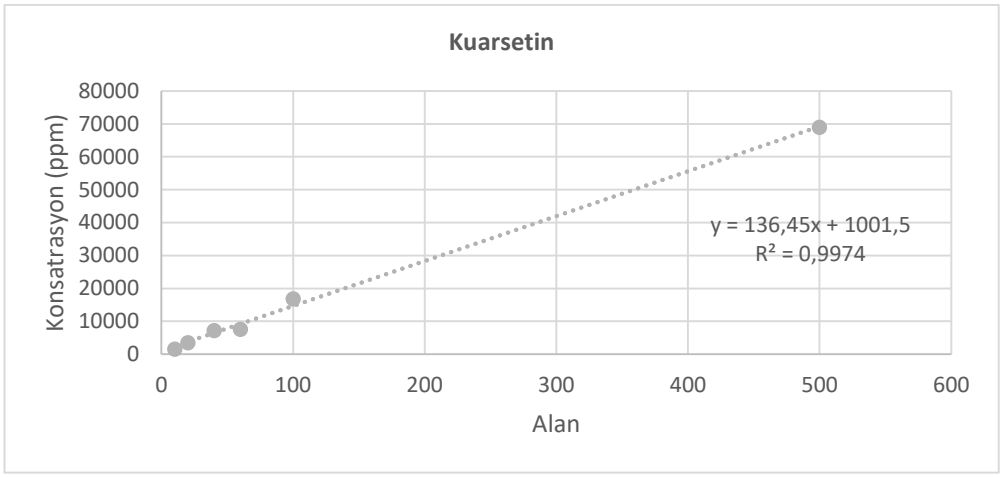
EK-23: LC-MS analizine ait Kafeik Asit Kalibrasyon Eğrisi



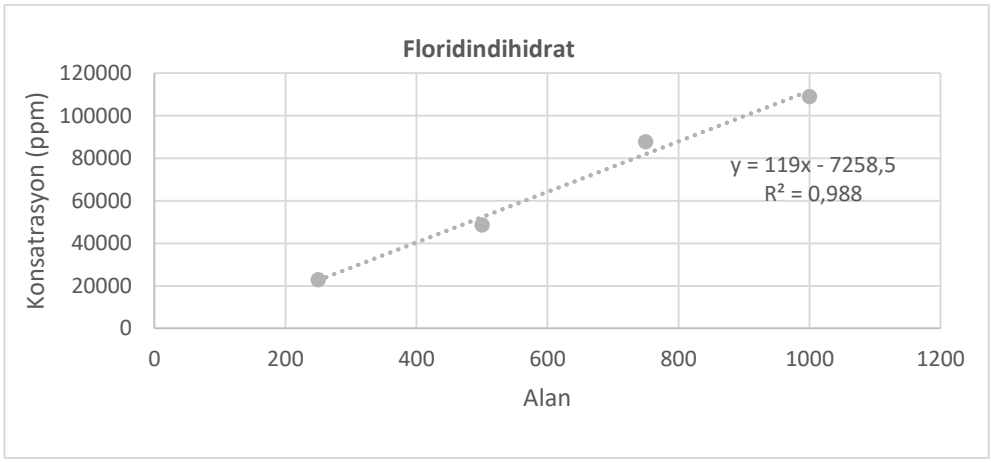
EK-24: LC-MS analizine ait Hydoxycinamic Asit Kalibrasyon Eğrisi



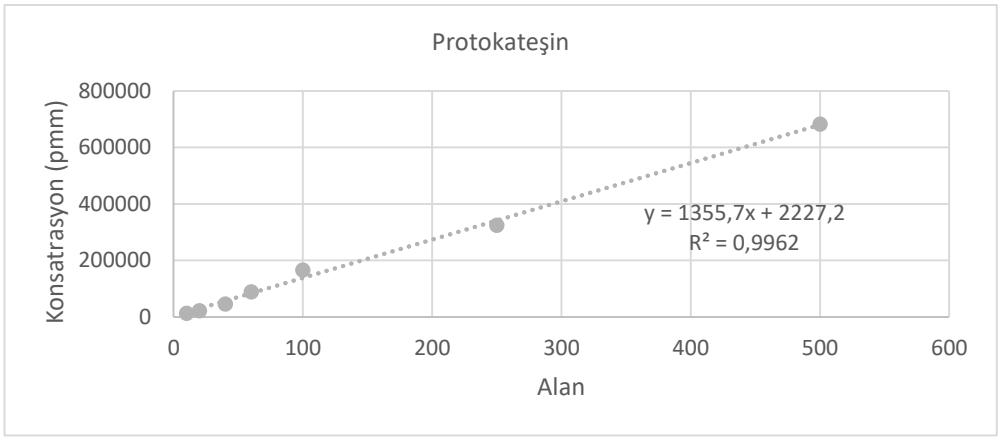
EK-25: LC-MS analizine ait Kuarsetin Asit Kalibrasyon Eğrisi



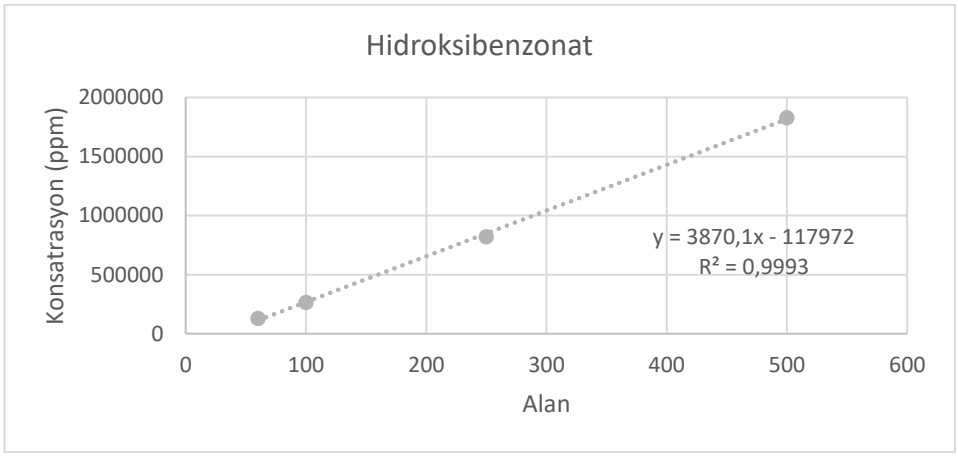
EK-26: LC-MS analizine ait Floridindihidrat Asit Kalibrasyon Eğrisi



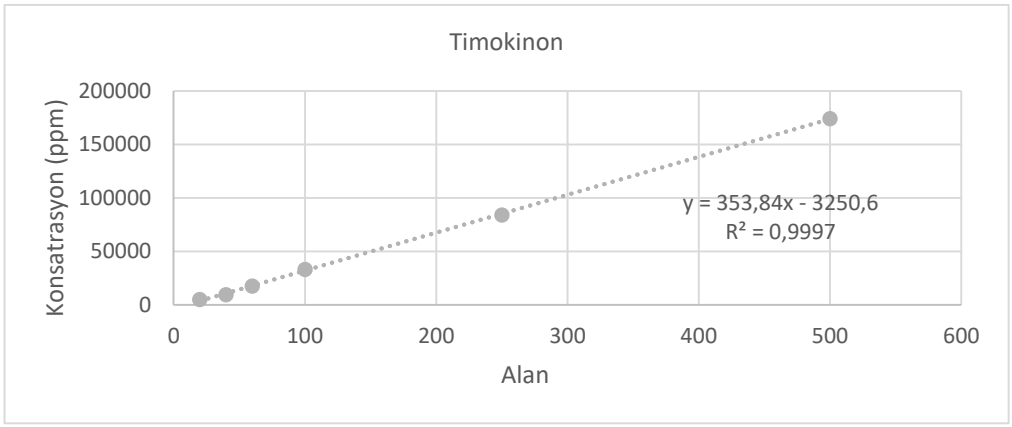
EK-27: LC-MS analizine ait Protokateşin Asit Kalibrasyon Eğrisi



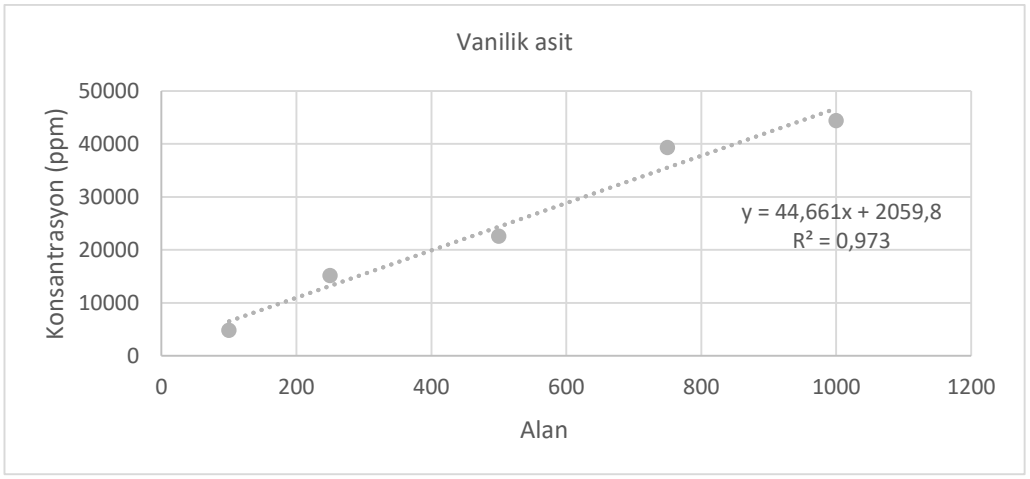
EK-28: LC-MS analizine ait Hidroksibenzonat Kalibrasyon Eğrisi



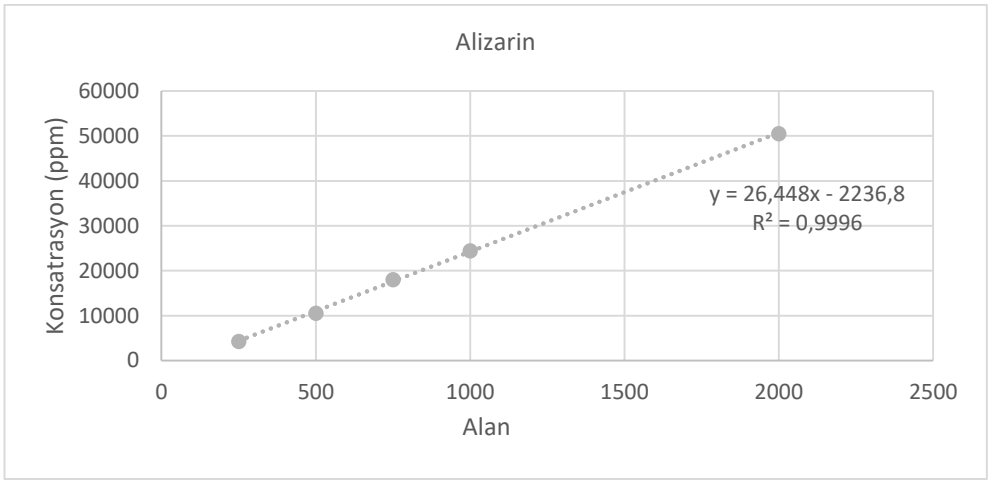
EK-29: LC-MS analizine ait Timokinon Kalibrasyon Eğrisi



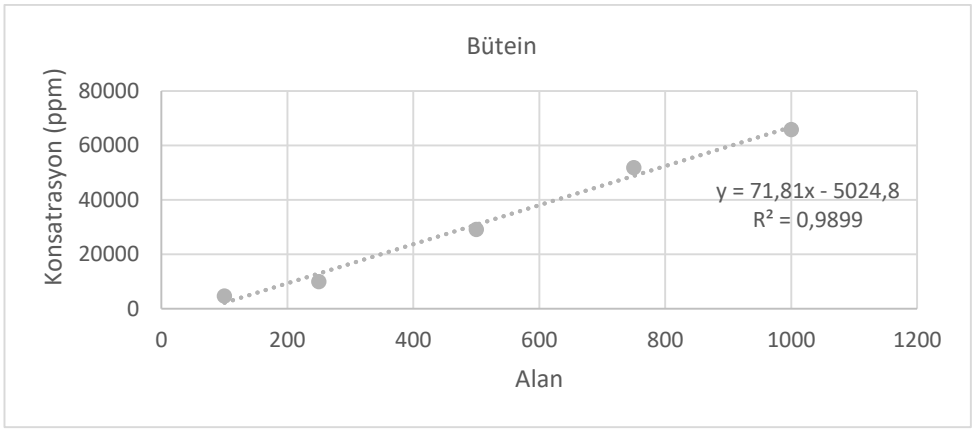
EK-30: LC-MS analizine ait Vanilik Asit Kalibrasyon Eğrisi



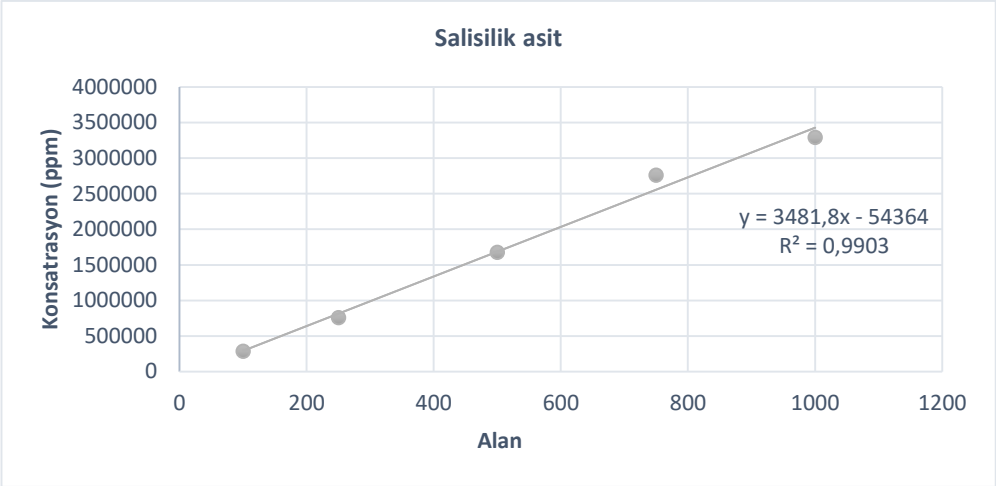
EK-31: LC-MS analizine ait Alizarin asit Kalibrasyon Eğrisi



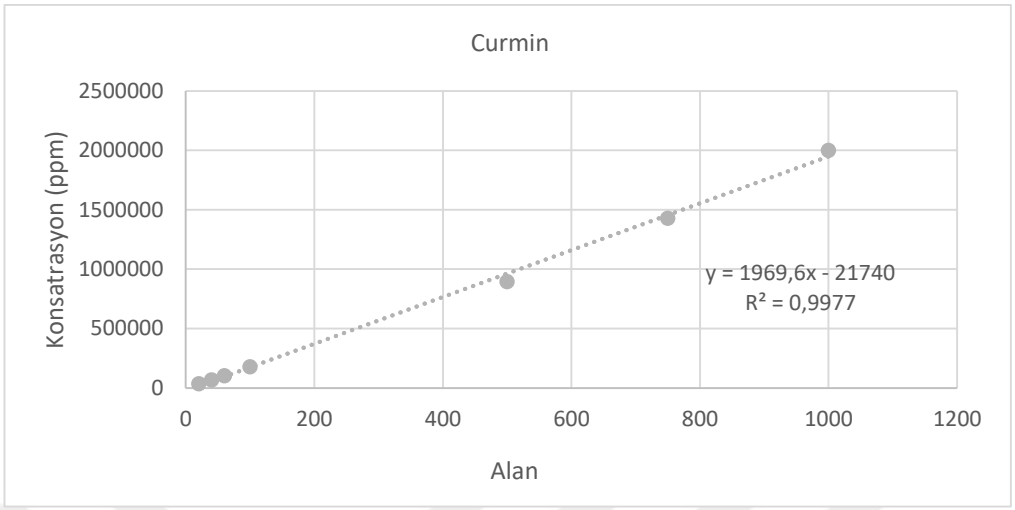
EK-32: LC-MS analizine ait Bütein Asit Kalibrasyon Eğrisi



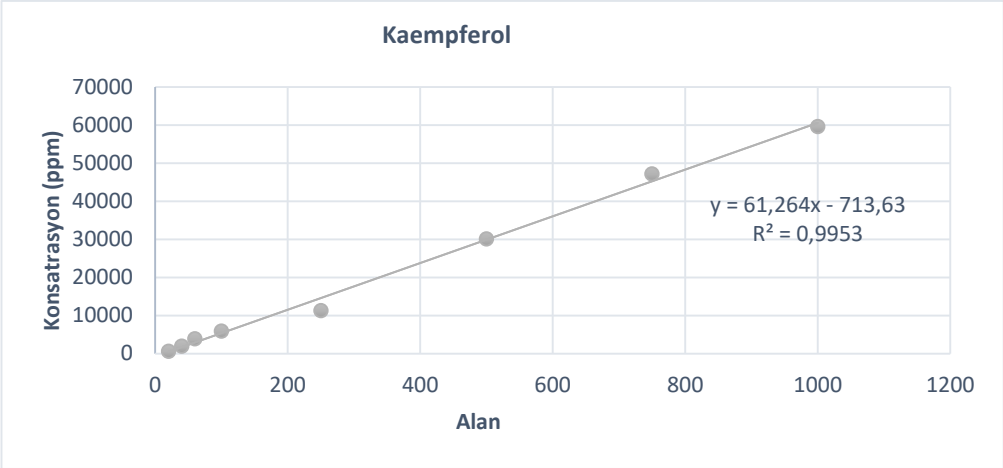
EK-33: LC-MS analizine ait salisilik Asit Kalibrasyon Eğrisi



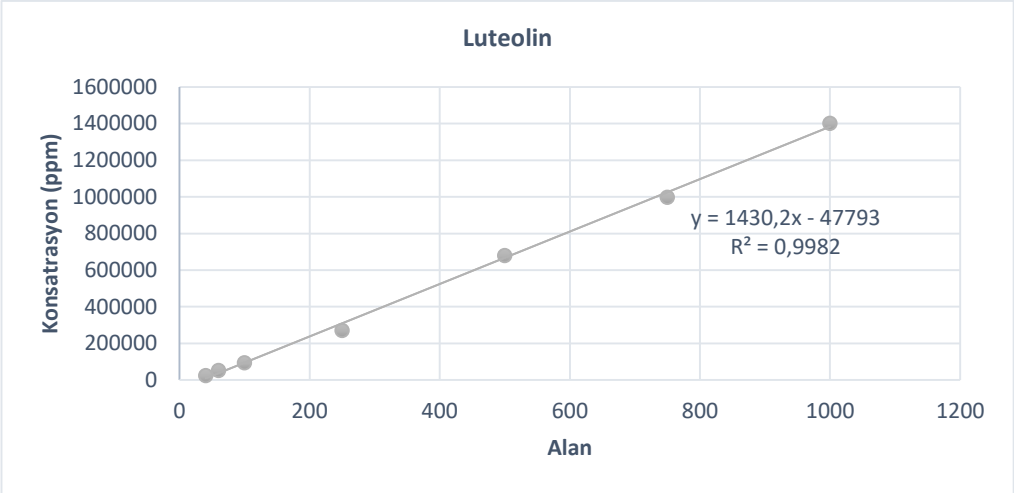
EK-34: LC-MS analizine ait Curmin Kalibrasyon Eğrisi



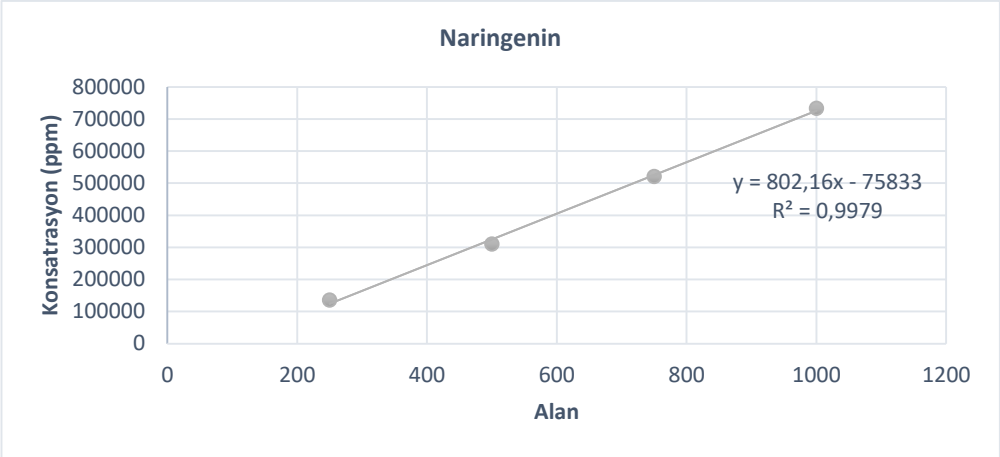
EK-35: LC-MS analizine ait Kaempferol Kalibrasyon Eğrisi



EK-36: LC-MS analizine ait Luteolin Kalibrasyon Eğrisi



EK-37: LC-MS analizine ait Naringenin Kalibrasyon Eğrisi



EK-38: LC-MS analizine ait 2-Hidroksi-1, 4-Naftkinon Kalibrasyon Eğrisi

