



## Usage of *Hypericum perforatum* Microcapsules in the Production of Ayran (Drinking Yoghurt)

Fadime Seyrekoğlu<sup>1,a,\*</sup>, Hasan Temiz<sup>2,b</sup>

<sup>1</sup>Department of Food Processing, Suluova Vocational Schools, Amasya University, 05500 Amasya, Turkey

<sup>2</sup>Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, Ondokuz Mayıs University, 55270 Samsun, Turkey

\*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 19/09/2021 Accepted : 23/10/2021</p> <p><b>Keywords:</b> <i>Hypericum perforatum</i> Encapsulation Ayran Antioxidant Phenolic</p>	<p><i>H. perforatum</i>, which is widely used in traditional medicine due to its bioactive compounds was extracted with ethanol-water (3:7). The extract was encapsulated with maltodextrin and gum arabic in a spray dryer in order to protect the phenolic compounds in its structure. Different amounts of microcapsules were added to our traditional drink, i.e. ayran (drinking yoghurt). The total phenolic content and DPPH radical scavenging activity of the microcapsules, extract of HP, and ayran samples were determined. The amount of total phenolic compounds in the microcapsule provided a superior effect than the extract. The ayran samples were supplemented with 2%, 3%, 4%, 5% and 6% of <i>H. perforatum</i> (HP) microcapsules and it is observed that total phenolic content (TPC) and DPPH radical scavenging activity indicated an increase with concentration. TPC and DPPH activity were determined as 256.94 mg GAE / 100mL and 78.05% for 6% of HP microcapsules supplemented samples. As a result of the sensory analysis, ayran samples which supplemented with 4% of HS microcapsule gained the highest scores by the panellists and received more appreciation than the control group. According to sensory analysis, HP4 (ayran produced with 4% HP added microcapsule) sample was determined as the best sample, while the HP6 (Ayran produced with 6% HP added microcapsule) sample had the highest scores in terms of DPPH scavenging activity and TPC results. The overall results of this study revealed that 4% HP supplemented ayran can be produced with its increased health benefits and desirable properties. In this study, the use of <i>H. perforatum</i> microcapsules in ayran, its effect on antioxidant and phenolic components, the usage rates and acceptability of microcapsules were investigated.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 9(11): 2013-2021, 2021

## *Hypericum perforatum* Mikrokapsüllerinin Ayran (İçilebilir Yoğurt) Üretiminde Kullanımı

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 19/09/2021 Kabul : 23/10/2021</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b> <i>Hypericum perforatum</i> Enkapsülasyon Ayran Antioksidan Fenolik</p>	<p>İçerdiği biyoaktif bileşenler sayesinde geleneksel tıpta yaygın olarak kullanılan <i>Hypericum perforatum</i> L. (HP), etanol-su ile ekstrakte edilmiştir (3:7). Ekstrakt, yapısındaki fenolik bileşiklerini korumak için püskürtmeli kurutucuda maltodekstrin ve gam arabik ile enkapsüle edilmiştir. Geleneksel içeceğimiz olan ayran'a (içilebilir yoğurt) farklı miktarlarda mikrokapsüller eklenmiştir. Elde edilen mikrokapsüller, HP ekstraktı ve ayranların toplam fenolik bileşen miktarı ve DPPH radikal süpürme aktivitesi tayinleri yapılmıştır. Mikrokapsülde toplam fenolik madde miktarı ekstrakta göre daha üstün bir etki sağlamıştır. %2, %3, %4, %5 ve %6 <i>H. perforatum</i> mikrokapsülü eklenen ayran örneklerinde; eklenen oran arttıkça toplam fenolik bileşen miktarı ve DPPH radikal süpürme aktivitesi artış göstermiştir. %6 <i>H. perforatum</i> mikrokapsülü eklenen ayran örneklerinde toplam fenolik bileşen miktarı 256,94 mg GAE/100mL ve DPPH inhibisyonu ise %78,05 olarak tespit edilmiştir. Yapılan duyu analizler sonucunda %4 <i>H. perforatum</i> mikrokapsülü eklenen ayran örnekleri panelistler tarafından yüksek puanlar alarak kontrol grubundan daha çok beğeni almıştır. Duyusal analizlere göre HP4 (%4 HP katkılı mikrokapsül ile üretilen ayran) örneği en iyi örnek olarak belirlenirken, HP6 (%6 HP katkılı mikrokapsül ile üretilen ayran) örneğinin DPPH süpürme aktivitesi ve toplam fenolik bileşen açısından en yüksek değere sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Bu çalışmanın genel sonuçları, sağlık açısından faydaları ve arzu edilen özellikleri ile %4 HP katkılı ayranın üretilebileceğini ortaya koymuştur. Bu çalışma ile <i>H. perforatum</i> mikrokapsüllerinin ayran kullanımı, antioksidan ve fenolik bileşenler üzerine etkisi, mikrokapsüllerin kullanım oranları ve kabul edilebilirliği araştırılmıştır.</p>

<sup>a</sup> [fadime.tokatli@amasya.edu.tr](mailto:fadime.tokatli@amasya.edu.tr)

<sup>b</sup> <http://orcid.org/0000-0001-9787-4115>

[hasant@omu.edu.tr](mailto:hasant@omu.edu.tr)

<http://orcid.org/0000-0003-3586-336X>



## Giriş

Bitkiler, birçok farklı biyolojik etkiye sahip bileşikler içeren doğal kaynaklardır (Korkmaz ve ark., 2021). Sahip oldukları özellikler nedeniyle kardiyovasküler hastalıklar, diyabet, hipertansiyon, Alzheimer hastalığı, ateroskleroz, serebral gibi çeşitli tıbbi durumlarla mücadelede dikkat çekmektedirler (Mohammed ve ark., 2019).

Farmakolojik özellikleri ve minimum yan etkileri sayesinde doğal ürünler, her geçen gün önem kazanmaktadır (Sevindik ve ark., 2017; Aras ve ark., 2018; Farooqi ve ark., 2019; Qureshi ve ark., 2019; Farhan ve ark., 2019; Farooqi ve Ahmad 2019). Hem gelişmekte olan ülkelerde hem de gelişmiş ülkelerde ilaç üretiminde kullanılan bitkilere olan talep, uygun maliyetli olmaları, yan etkilerinin olmaması, toksik etkilerinin düşük olması ve doğal olarak üretilmeleri nedeniyle giderek artmaktadır (Sevindik, 2018). Bazı tıbbi ve aromatik bitkiler, antimikrobiyal, antioksidan, antiinflamatuvar, antiseptik, anti kanserojen, antiviral, antialerjik gibi biyoaktif bileşikler de içerir (Sevindik ve ark., 2017). Farklı hastalıklar üzerinde doğal ürünlerin antioksidan aktivitelerinin önemli derecede etkili olduğu yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur (Mohammed ve ark., 2020; Korkmaz ve ark., 2021).

Sentetik ilaçların yan etkileri ve bunların hastalıkların tedavisinde yetersiz kalmaları, insanları doğal ürünlere yöneltmiştir (Mohammed ve ark., 2020). Kullanılan sentetik antioksidanların olumsuz etkilerini önlemek için birçok bitkinin antioksidan aktivitesiyle ilgili çalışmalar her geçen gün artış göstermektedir (Mohammed ve ark., 2021). Bitkilerin antioksidan aktivitesinden polifenoller, antrakinonlar, fenolik terpenler ve flavonoidler gibi bileşiklerin sorumlu olduğu yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır (Sevindik, 2018; Zengin ve ark., 2018a b; Uysal ve ark., 2018; Lazarova ve ark., 2019; Mohammed ve ark., 2019).

Antioksidan aktivitesi oldukça yüksek olan *Hypericum* cinsine ait olan bitkilerde son yıllarda üzerinde çalışılan gruptadır. *Hypericum* cinsi, Hypericaceae familyasına ait tüm dünyada yayılış gösteren geleneksel ilaç olarak uzun süredir kullanıma sahip olan yaklaşık olarak 500 çiçekli bitki türünden oluşur. Fitokimyasal bileşimleri ve sahip oldukları biyolojik aktiviteleri ile özellikle sağlık alanında kullanımı oldukça yaygındır (Llorent-Martinez ve ark., 2018; Keser ve ark., 2020). *Hypericum* cinsinden *Hypericum perforatum* L. üzerinde oldukça fazla çalışma bulunmasına rağmen *H. perforatum*'un enkapsülasyonu ve gıdalarda kullanımı ile ilgili çalışma oldukça azdır. *Hypericum* türlerinin primer bileşenleri hiperisin, flavonoidler, tanenler, fenolik asitler, hiperosit, kuersitrin, izooktrin, rutin ve klorojenik asittir (Barnes ve ark., 2001; Dall'Agnol ve ark., 2003). *Hypericum* türleri sekonder metabolit olarak nafrodiantronlar, flavonoidler, uçucu yağlar, flurogonol türevleri, ksantonlar, organik asitler, amino asitler, taninler, proksiyanidinler ve suda çözünen bileşenleri içermektedir (Ertürk ve ark., 2020).

Kimyasal koruma teknikleri, ekstraktların antimikrobiyal yeteneklerini, enzim inhibitörlerini ve antioksidan aktivitelerini korumada oldukça etkilidir (Hasanuddin, 2019). Enkapsülasyon biyoaktif bileşenlerce zengin olan bitki ekstraktımızın proses ve depolama esnasında sıcaklık, oksijen ve ısı gibi istenmeyen

reaksiyonlardan korunmasını sağlayan bir yöntemdir (Koç ve ark., 2015; Rosa ve ark., 2019). Enkapsülasyon yöntemleri olarak sprey soğutma / dondurma, ekstrüzyon kaplama, sprey kurutma, lipozom bağlama, koaservasyon ve santrifüj, sıvı yatak kaplama gibi yöntemler vardır (Madene ve ark., 2006). Bu yöntemler içerisinde ekipman kolaylığı, sürekli üretim, geniş taşıyıcı malzeme seçimi, uçucu bileşenlerin iyi tutulması ve düşük maliyeti sayesinde püskürtmeli kurutma en çok tercih edilen yöntemdir (Calvo ve ark., 2012; Mahdavi ve ark., 2016). Enkapsülasyon yönteminde kaplama malzemesinin seçimi proses başarısını etkileyen en önemli faktörlerdendir. Kullanılacak olan kaplama materyali dış etkilere karşı çekirdek malzemeyi korumalı herhangi bir reaksiyona girmesini engellemeli ve yüksek emülsiyon stabilitesine sahip olup, film oluşumuna izin veren bir yapıya sahip olmalıdır (Madene ve ark., 2006). Gıda endüstrisinde maltodekstrin, peynir altı suyu proteini izolatu ve arap zamkı, en çok kullanılan kaplama materyalleri arasındadır (Chew ve ark., 2018); Korma ve ark., 2019;

Özellikle gıda endüstrisinde düşük maliyet, nötr tad, yüksek katı konsantrasyonunda düşük viskozite sağlayarak oksidasyona karşı iyi koruma sağlayan maltodekstrin en çok kullanılan kaplama malzemeleri içerisinde yer almaktadır (Barros Fernandes ve ark., 2014; Korma ve ark., 2019;). İstenen özellikleri sağlamak için genellikle kaplama malzemeleri kombinasyonlar halinde kullanılır. Maltodekstrin, gam arabik ve diğer kaplama materyalleri ile kombine edilerek enkapsülasyonda istenen özelliklerin gerçekleştirilmesi sağlanır (Korma ve ark., 2019).

Literatür incelendiğinde *H. perforatum* bitkisinin kimyasal yapısı, uçucu bileşenleri ve tıbbi kullanımı ile ilgili çalışmalar mevcutken bitkinin enkapsüle edilip, gıdalarda kullanımı ile ilgili çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma ile maltodekstrin ve gam arabik kaplama materyallerinin birlikte kombine edilerek *H. perforatum* bitkisinin sahip olduğu biyoaktif bileşenler ve uçucu yağların korunması sağlanırken, bitki ekstraktının sahip olduğu tat-aroma ve renk maskelenmesi enkapsülasyon işlemi ile sağlanmıştır. Ayrıca geleneksel içeceğimiz olan ayran üretiminde kullanılabilirliği araştırılarak literatürdeki eksiklik giderilmeye çalışılmıştır.

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Çalışmada kullandığımız *H. perforatum* bitkisi 2018 yılında Haziran – Ağustos dönemlerinde Amasya bölgesinden toplanmıştır. Tür teşhisi Doç. Dr. Cengiz Yıldırım tarafından Flora of Turkey (Vol 2) (Davis, 1967) e göre tanımlanmıştır. Sonrasında bitkiler Amasya Üniversitesi Suluova Meslek Yüksek Okulu laboratuvarında muhafaza edilmiştir. *H. perforatum* ekstraktının enkapsülasyonu için kaplama malzemesi olarak maltodekstrin (DE 16,5-19,5, Sigma, St. Louis, MO, A.B.D.) ve gam arabik (Merck, Darmstadt, Almanya) kombinasyonu kullanılmıştır.

Çalışmamızda kullandığımız ayranlar OTAT Gıda Sanayii ve Ticaret Ltd. Şti'nde (Samsun Havza) fabrikanın kendi prosesine göre üretilmiştir ve fabrikadan alınmıştır. Fabrika ayran numunelerini kendi prosesine göre

üretmiştir. Dolum kaplarına ayranlar doldurulduktan hemen sonra ve kapaklama işleminden önce *H. perforatum* mikrokapsülleri eklenmiştir. Üretimde kullanılan sütün kuru madde miktarı ayarlanarak ayran üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen kontrol grubu ayranların bileşimi ise, kuru madde içeriği: %7,9, yağ içeriği: 1,5, tuz içeriği: 0,5, protein içeriği: 2 olarak hesaplanmıştır.

Ekstraksiyon işleminde kullanılan solvent ve analiz sırasında kullanılan tüm kimyasallar analitik saflıkta olup Merck'ten (Darmstadt, Almanya) temin edilmiştir.

Çizelge 1. Ayran üretiminde kullanılan sütün bileşimi  
Table 1. Composition of milk used in ayran production

Özellikler	Yağlı süt	Yağsız süt
Yağ	3,70	0,10
Kuru madde (%)	11,25	10,50
Sh	6,80	7,00
Ph	6,78	6,72
Briks	9,80	10,00



Şekil 1. *Hypericum perforatum*  
Figure 1. *Hypericum perforatum*

#### **Bitkilerin Kurutulması ve Ekstraksiyonu**

*H. perforatum* bitkisinin toprak üstü kısmı Suluova Meslek Yüksekokulu laboratuvarında 3 hafta gölgede kurutulmuştur. Kuruyan *H. perforatum* öğütücüde küçük parçalar haline getirilmiştir. Sonrasında paketlenmiş ve ağızları kapalı kutulara yerleştirilmiştir. *H. perforatum* bitkisinin biyoaktif bileşenlerini ekstrakte etmek için ultrasonik dalga destekli ekstraksiyon tekniği kullanılmıştır. Daha önceden yapılan ön deneme çalışmalarına göre; çözücü olarak %70 su + %30 etanol, sıcaklık olarak 30°C ve süre olarak 40 dakika kullanılmıştır (Seyrekoğlu ve Temiz, 2019). Elde edilen *H. perforatum* bitki ekstraktında toplam fenolik madde miktarı (Singleton ve Rossi, 1965) ve DPPH radikal giderme aktivitesi tayini yapılmıştır (Aksoylu, 2012).

#### **Ekstraktların Enkapsülasyonu**

*H. perforatum* ekstraktının enkapsülasyonu 180°C'de püskürtmeli kurutucuda (B-290, Buchi Corporation, Flawil, İsviçre) gerçekleştirilmiştir. Püskürtmeli kurutucunun aspiratör hızı %100 (35 m<sup>3</sup>sa<sup>-1</sup>), hava akış hızı

%50 (601 Lsa<sup>-1</sup>) ve besleme hızı %30 (9 mLdk<sup>-1</sup>) olarak ayarlanmıştır ve çalışma bu şekilde gerçekleştirilmiştir. Kullanılan kaplama malzemesi ve çekirdek oranı eşit olacak şekilde ve %10 kaplama konsantrasyonu kullanılarak püskürtmeli kurutma işlemi yapılmıştır. Maltodekstrin ve gam arabik eşit oranlarda kaplama malzemesi olarak kullanılmıştır. Elde edilen *H. perforatum* mikrokapsüllerinde toplam fenolik madde miktarı ve DPPH süpürme aktivitesi tayinleri yapılmıştır. Mikrokapsüllerde bu analizleri yapabilmek için, Robert ve ark. (2010), tarafından kullanılan yöntem modifiye edilerek mikrokapsüller çözdürülmüştür. 1g mikrokapsül örneği alınmıştır üzerine 10 mL etanol-asetik asit-su (50:8:42) ilave edilmiştir ve vortekste 2 dakika karıştırılmıştır. Sonra santrifüjde 1000 rpm'de 5 dk santrifüj edilerek ardından 0,45 µm gözenekli filtre kağıdından filtre edilmiştir. Süzüntülerden alınarak ekstraktlarda kullanılan toplam fenolik madde miktarı ve DPPH süpürme aktivitesi tayin yöntemleri kullanılarak gerekli analizler gerçekleştirilmiştir.

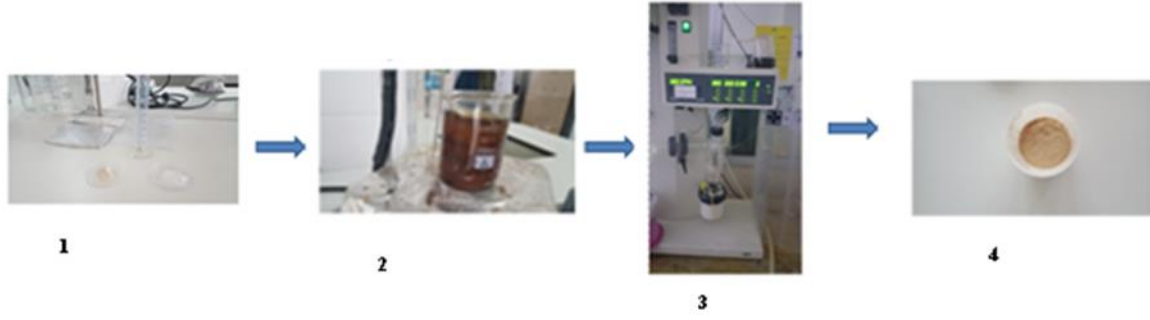
#### **Mikrokapsüllerin Ayran Üretiminde Kullanımı**

Ayran numunelerinin üretimi Otat Gıda Sanayi işletme standartlarına göre gerçekleştirilmiştir. Fabrikanın kendi üretim prosesine göre sütün kuru madde içeriği ayarlanarak ayran numuneleri /üretilmiştir. Doldurma işleminden sonra ayran örneklerine *H. perforatum* mikrokapsülleri eklenmiştir. Ayran üretim süreci şu şekilde gerçekleştirilmiştir; yağlı süt, yağsız süt ve su karıştırılarak sütün kuru madde içeriği ayarlanmış ve ardından standardizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Buharlaştırma ve homojenizasyondan sonra 92±2°C'de 5±1dk'da pastörizasyon uygulanmıştır. Daha sonra 42-43°C sıcaklığa soğutulan süte kültür eklenmiş ve fermentasyon tamamlandıktan sonra pıhtı kırılarak filtrelere gönderilmiştir.

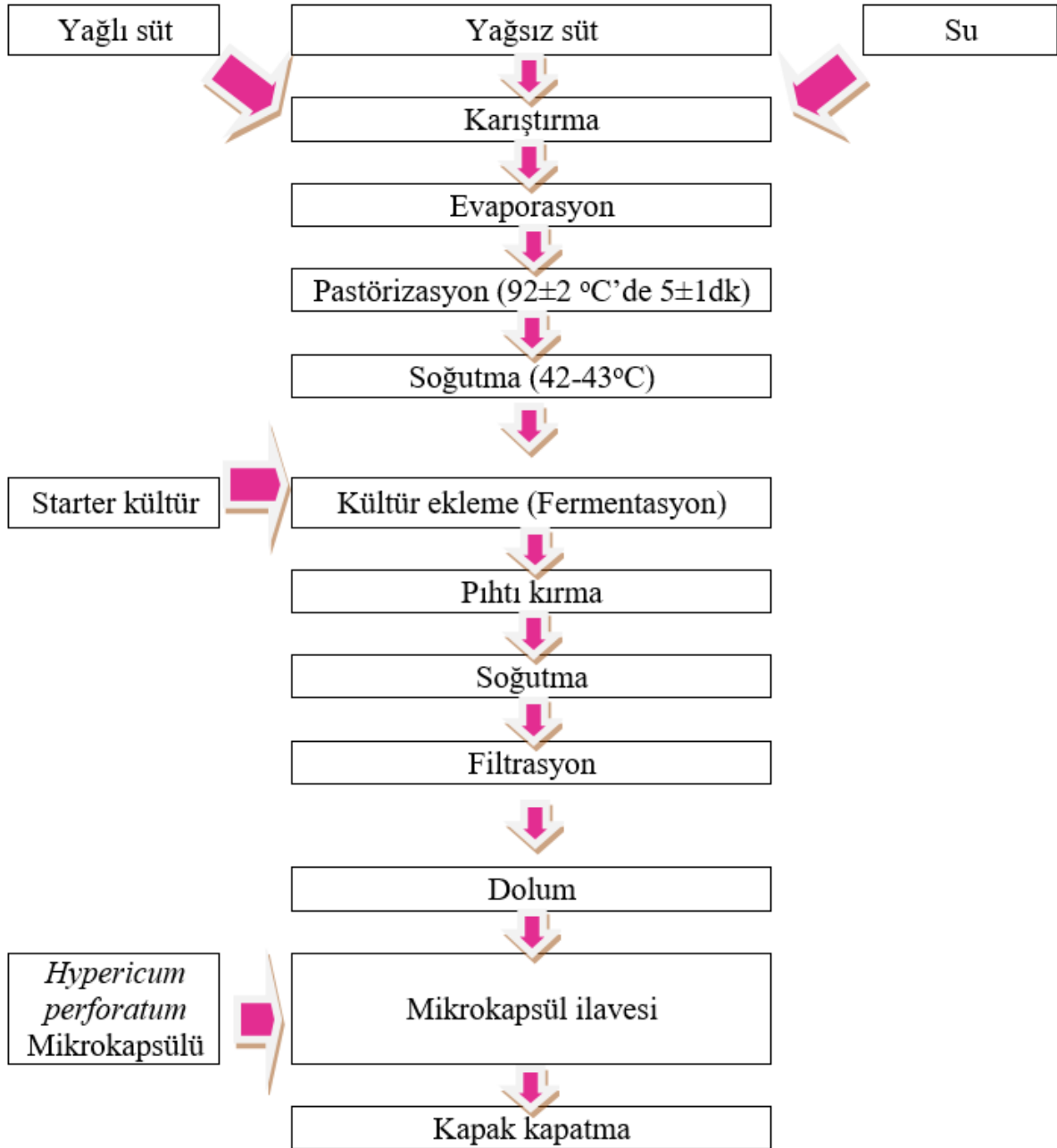
Bu aşamada ayran örneklerine %2 (HP2), %3 (HP3), %4 (HP4), %5 (HP5) ve %6 (HP6) oranlarında *H. perforatum* mikrokapsülleri ilave edilerek dolum makinasında 200ml pet bardaklara doldurulmuştur. Mikrokapsül ilave etmediğimiz kontrol grup (K) ayran örnekleri de diğer mikrokapsül ilave edilen örneklerle karşılaştırılmıştır. Son aşamada kapak kapatma, tarihlleme ve paketleme işlemleri gerçekleştirilmiştir. Ayran örnekleri analiz edilene kadar 4°C'de saklanmıştır. Elde edilen ayran örneklerinde toplam fenolik madde miktarı, DPPH radikal süpürme aktivitesi ve duyu analizler yapılmıştır.

#### **Ayran Örneklerinin Ekstraksiyonu**

*H. perforatum* mikrokapsülü içeren ayranların bioaktif bileşenlerini ekstrakte etmek için; 30 mL asitlendirilmiş etanol 20 mL ayran örneğine ilave edilmiştir ve 4 °C'de 16 saat bekletilmiştir. Sonrasında uygulanan metod modifiye edilerek 6.000 rpm'de 3 dk santrifüj işlemi uygulanmıştır. Metoda belirtilen şekilde yapıldığı zaman bulanıklık olduğu ve düzgün okunma yapılmadığı için belirtilen süre ve rpm'de santrifüj işlemi uygulanarak en iyi sonuç bulunmuştur. Elde edilen solüsyon Whatman No:1 filtre kağıdından geçirilmiştir ve süzüntü elde edilmiştir. Bu süzüntüde toplam fenolik madde miktarı ve serbest radikal giderme aktivitesi (DPPH), analizleri yapılmıştır (Singleton ve Rossi, 1965; Koca ve ark., 2008;).



Şekil 2. *Hypericum perforatum* mikrokapsül üretimi; 1: Kaplama materyallerinin hazırlanması; 2: *Hypericum perforatum* ekstraktı ve kaplama materyallerinin karışımı; 3: Kurutma prosesi; 4: *Hypericum perforatum* mikrokapsülü.  
Figure 2. Production of *Hypericum perforatum* microcapsule; 1: Preparing of coating materials; 2: Mixing of *Hypericum perforatum* extract and coating materials; 3: Drying process; 4: *Hypericum perforatum* microcapsule.



Şekil 3. Ayran üretim akım şeması  
Figure 3. Production of Drinking Yoghurt(Ayran).

### **Toplam Fenolik Madde Miktarı Analizi**

Örneklerin toplam fenolik madde miktarı analizi Singleton ve Rossi, (1965)'ye göre yapılmıştır. Ayran örneği ve mikrokapsül ekstrakte edildikten sonra, ekstrakt, mikrokapsül ve ayran örneklerinde aynı metot kullanılmıştır. Öncelikle deney tüpüne 2,4 mL saf su sonra 200 µL Folin-Ciocalteu solüsyonu ve ardından 40 µL örnek ilave edilmiştir. Daha sonra karışıma 600 µL doymuş sodyum karbonat ve 760 µL saf su konulmuştur. Örnekler karanlık bir ortama koyulmuş ve 2 saat sonra, absorbans değerleri, spektrofotometrede (UV-1601 Shimadzu) 760 nm'de (Standart gallik asit çözeltisi kullanılarak) ölçülmüştür. Sonuçlar mg GA eşdeğeri/g ekstrakt olarak ifade edilmiştir.

### **DPPH Radikal Giderme Aktivitesi Analizi**

HP ekstraktı, mikrokapsülü ve ayran örneklerinde aynı metot kullanılmıştır. Örneğimizden 200 µL alınmıştır ve üzerine 3,8 mL seyreltilmiş DPPH çözeltisi ilave edilmiştir. Sonrasında 15 s vortekslenmiştir ve karanlıkta 60 dk bekletilmiştir. Sürenin sonunda faz ayrımı gerçekleşmiştir. Üst fazdan dikkatlice karıştırmadan alınmıştır ve 515 nm absorbans kullanılarak spektrofotometrede okunmuştur. DPPH süpürme aktivitesi yüzde inhibisyon olarak hesaplanmıştır (Aksoylu, 2012).

### **Duyusal Analizler**

Suluova Meslek Yüksekokulunda bulunan öğretim elemanları tarafından örneklerin renk- görünüm, yapı-kıvam, tat- koku ve genel beğeni özellikleri değerlendirilmiştir. 10 kişiden oluşan panelist grup tarafından *H. perforatum* mikrokapsülleri ilave edilen ayran örnekleri kendi aralarında karşılaştırılmıştır. Değerlendirme 1 (oldukça kötü)'den 5 (oldukça güzel)'e puan aralığında yapılarak beğenilirlik derecelerine bakılmıştır. Duyusal analiz öncesi panelistlere ürün ve uygulayacakları duyusal analizler hakkında bilgi verilmiştir. Ayran örnekleri 200 mL pet bardaklarda kapakları kapalı olarak sunulmuş ve analize kadar 4°C'de saklanmıştır. Örnekler üzerinde kodlar verilerek duyusal analizde bu kodlara karşılık gelen özelliklerin doldurulması istenmiştir (Anonym, 1982).

### **İstatistiksel Analizler**

Çalışmadaki örneklerle uygulanan bütün analizler en az iki tekerrürlü yapılmış ve ortalama standart sapmaları hesaplanmıştır. Yaptığımız çalışma sonucunda elde edilen veriler varyans analizi ve gruplar arasındaki karşılaştırmalar (Duncan testi) SPSS 16.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Grupların önemlilik dereceleri  $P < 0,05$  düzeyinde değerlendirilmiştir (Spss, 2011).

### **Bulgular ve Tartışma**

Toplam fenolik madde miktarı *H. perforatum* ekstraktı için 128,84 mg/g GAE, mikrokapsülü için 280,30 mg/g GAE olarak hesaplanmıştır (Çizelge 2). Enkapsülasyon işlemiyle suyun tamamen uzaklaştırılması ayrıca kaplama çekirdek oranının 1/1 olması mikrokapsülde ki ekstrakt miktarının artmasına ve böylece toplam fenolik madde miktarının artışına sebep olmuştur. *H. perforatum*'un etanol-su ekstresinde toplam fenolik madde miktarı 128,84 mg/g GAE olarak bulunmuştur. Öztürk ve ark. (2009), *H.*

*perforatum* için toplam fenolik madde miktarını sulu ekstresinde 257,78, metanol ekstresinde 319,34 ve etil asetat ekstresinde ise 385,98 mg GAE/g ekstrakt olarak, Rainha ve ark. (2011), sulu ekstresinde toplam fenolik madde miktarını 143,2 mg GAE/g olarak, Şekeroğlu ve ark. (2017), etanol ekstresinde 146,35, sulu ekstresinde ise 175,41 mg GAE/g olarak tespit etmiştir. Bizim ekstraktımızın toplam fenolik madde miktarı Şekeroğlu ve ark. (2017), ile benzerlik gösterirken diğerlerine göre daha düşük çıkmıştır. Bu değişikliğin sebebi bitkinin toplandığı yıl, toplandığı yerin yükseltisi, mevsimsel farklılıklar, ekstraksiyon öncesinde uygulanan kurutma işlemi, ekstraksiyonda kullanılan sıcaklık, süre ve çözücü gibi etkenler olabilmektedir.

Bu çalışmada *H. perforatum*'un etanol-su ekstresinden elde edilen mikrokapsülde toplam fenolik madde miktarı 280,30 mg/g GAE olarak bulunmuştur. Estevinho ve ark. (2021), tarafından yapılan *H. perforatum*'un polifenollerle enkapsüle edildiği çalışmada, mikrokapsülde toplam fenolik madde miktarı etanol ekstresinden yapılan mikrokapsülde 221,5, su ekstresinden yapılan mikrokapsülde ise 209,5mg/g GAE olarak bulunmuştur. *H. perforatum*'un  $\beta$ - siklodekstrin ile kaplanıp dondurularak mikrokapsüle edildiği çalışmada metanolik ekstraktında toplam fenolik madde miktarı 719,1mg /g GAE olarak bulunmuştur. (Kalogeropoulos ve ark., 2010).

Elde ettiğimiz mikrokapsüldeki toplam fenolik bileşen miktarı Estevinho ve ark. (2021)'nin bulduğu değerden daha yüksek çıkarken Kalogeropoulos ve ark. (2010)'nin bulduğu değerden daha düşük çıkmıştır. Sonuçlardaki bu farklılığın sebebi kullanılan çözücü, bitkinin farklı bir ülke ve bölgeden toplanması, kullanılan kaplama materyali, çekirdek materyalinin bileşimindeki farklılıklar, enkapsülasyon proses yöntemindeki farklılıklar, enkapsülasyon işleminde kullanılan parametreler (kullanılan sıcaklık, kaplama/ çekirdek oranı vb.) den kaynaklanmaktadır.

Fenolik bileşikler doğrudan antioksidatif etkiye katkıda bulunarak; insanlarda mutagenез ve karsinojenез üzerinde inhibe edici etkilere sahiptir (Barış ve ark., 2011). Fenolikler, serbest radikalleri temizleme yeteneğine sahip önemli bileşiklerdir. DPPH radikallerini temizleme yöntemi, antioksidan aktiviteyi değerlendirmek için kullanılan kolay ve hızlı bir yöntemdir. DPPH serbest radikallerinin indirgenmesi, flavonoidler, fenolik asitler ve tanenler gibi fenolikler dahil olmak üzere bazı hidrojen veren bileşiklerin hidrojen atomu verme kapasitelerine dayanmaktadır (Barış ve ark., 2011).

DPPH temizleme aktivitesi, *H. perforatum* ekstraktında %75,41 ve mikrokapsülünde ise %79,97 olarak bulunmuştur. Birkaç çalışma, DPPH aktivitesinin toplam fenolik bileşen ile ilişkili olduğunu ortaya koymuştur (Yeo ve Shahidi, 2015; Parikh ve Patel, 2017; Parikh ve Patel, 2018). HP mikrokapsülü, HP ekstraktından daha yüksek miktarlarda toplam fenolik bileşen içermesine rağmen, her ikisi de benzer DPPH radikal süpürme aktiviteleri sergiler (Çizelge 2). Bunun nedeni antioksidan bileşiklerin enkapsülasyon işlemi sırasında uygulanan ısıdan olumsuz etkilenmesi olabilir. Enkapsülasyon işlemi sırasında 180°C sıcaklık uygulanması, DPPH aktivitesi sağlayan bileşiklerin kimyasal yapısına zarar verebilir ve bu nedenle % inhibisyonda azalmaya neden olabilir. Özellikle biyoaktif bileşiklerden biri olan hiperforin, ısıya ve sıcaklığa karşı çok hassas bir bileşiktir ve sıcaklığın yüksek derecelere çıkması, aktif bileşiklerin bozulmasına ve inhibisyonun (%)

azalmasına neden olur. Bu çalışmadaki HP ekstraktının DPPH aktivite sonuçları yaklaşık olarak Şekeroğlu ve ark. (2017), bulduğu sonuç ile benzerlik göstermektedir. Şekeroğlu ve ark. (2017), HP ekstraktının etanol ekstraktının DPPH aktivitesini %78 olarak belirlerken, su ekstraktında %60 olarak bulmuştur. Fakat, Rainha ve ark. (2011), HP'nin sulu ekstresi için daha yüksek DPPH temizleme aktivitesi (%92,30) elde etmiştir. HP ekstraktı, bileşimi nedeniyle güçlü bir antioksidan kaynağıdır. Omid ve ark. (2020), Hypericum türlerinin serbest radikalleri temizleyebilen kersitrin ve kersetin gibi flavonoidler içerdiğini ve bu bileşenler sayesinde *H. perforatum*'un antioksidan kaynağı olarak kullanılabilirliğini belirlemişlerdir. Kalogeropoulos ve ark. (2010), yaptığı çalışmada *H. perforatum* metanolik ekstraktında DPPH süpürme aktivitesini 890,2 mg Trolox ve İndirgeme gücü değerini 184,2 mg Askorbik asit olarak hesaplamıştır. Antioksidan aktivite mikrokapsülasyon ile birlikte normal şartlarda artış gösterirken, oksidasyon şartları altında bile etkinlik göstermiştir. Bu çalışma ile  $\beta$ -siklodekstrin ile kaplanmış *H. perforatum*'un flavonoidce zengin bir gıda takviyesi antioksidan aktiviteyi artırıcı yeni bir katkı maddesi olarak kullanılabilirliğini önermişlerdir.

Daha önce yapılan çalışmalarda mikrokapsüllerin toplam fenolik bileşen miktarının ekstrakt formuna göre oldukça yüksek olduğu ortaya konmuştur. Ayrıca enkapsülasyon işleminin hava giriş sıcaklığının, kaplama malzemesinin, çekirdek bileşiminin ve ultrasonik gücün numunelerin toplam fenolik bileşen miktarını etkilediği

bildirilmektedir (Franceschinis ve ark., 2014; Tatar, 2016; Peanparkdee ve ark., 2016;).

Farklı konsantrasyonlarda HP mikrokapsül ilave edilen ayran örnekleri toplam fenolik bileşen ve DPPH değerleri açısından incelenmiştir. Sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $P<0,05$ ) (Çizelge 3). Artan HP mikrokapsül konsantrasyonu ile birlikte toplam fenolik bileşen miktarı da doğru orantılı olarak artış göstermiştir. Kontrol grubu en düşük toplam fenolik bileşen değerine (11,73 mg GAE/100 mL) sahipken, HP6 en yüksek toplam fenolik bileşen değerine (256,94 mg GAE/100 mL) sahiptir. Ayran örneklerinin DPPH aktivitesinin HP mikrokapsül konsantrasyonunun artmasıyla arttığı da gözlenmiştir. Kontrol grubu en düşük DPPH aktivitesine (%4,98) sahipken, HP6 en yüksek DPPH aktivitesine (%78,05) sahiptir. Literatürde ayran HP mikrokapsül ilavesi ile ilgili bir çalışma bulunmamaktadır. Ancak, bizim sonuçlarımıza benzer şekilde, farklı bitki/gıda ekstraktlarının gıdalardaki takviyeli formu ile toplam fenolik bileşen değerlerinin karşılaştırılması ile ilgili çalışmalar, takviye edilen oranın artmasıyla toplam fenolik bileşen miktarının arttığını ortaya koymuştur (Aydemir, 2015; Jalal, 2018;). Bizim sonuçlarımızdaki gibi gıdalara eklenen takviye arttıkça artan konsantrasyonla birlikte DPPH aktivitesi de artış göstermiştir (Chouchouli ve ark., 2013; Gülfem ve ark., 2018). Bitki ekstraktının kapsülasyonu, antioksidan bileşikleri koruyarak nihai ürün için yüksek inhibisyon değerleri sağlar (Barretto ve ark., 2020).

Çizelge 2. *H. perforatum* ekstraktı ve mikrokapsülünün toplam fenolik madde miktarı ve DPPH süpürme aktivitesi

Table 2. Total Phenolic Content results and DPPH radical scavenging activity of *H. perforatum* extract and microcapsule

Örnek	Toplam Fenolik Miktarı (mg <sub>GAE</sub> /g <sub>extract</sub> )	DPPP Radikal Süpürme Aktivitesi (% İnhibisyon)
<i>H. perforatum</i> ekstraktı	128,84 ± 0,79	75,41 ± 0,18
<i>H. perforatum</i> mikrokapsülü	280,30 ± 0,39	79,97 ± 0,63

Veriler ortalama ± Standart sapma olarak ifade edilmiştir (n = 3)

Çizelge 3. Ayran örneklerinin toplam fenolik madde miktarı ve DPPH süpürme aktivitesi

Table 3. Total Phenolic Content and DPPH radical scavenging activity of ayran samples

Örnek	Toplam Fenolik Miktarı (mg GAE/100ml)	DPPP Radikal Süpürme Aktivitesi (% İnhibisyon)
K	11,73 <sup>f</sup> ± 0,26	4,98 <sup>f</sup> ± 0,19
HP2	97,97 <sup>e</sup> ± 0,48	27,90 <sup>e</sup> ± 0,29
HP3	125,25 <sup>d</sup> ± 0,87	46,09 <sup>d</sup> ± 0,66
HP4	170,85 <sup>c</sup> ± 0,48	67,24 <sup>c</sup> ± 0,71
HP5	210,05 <sup>b</sup> ± 0,58	69,46 <sup>b</sup> ± 0,89
HP6	256,94 <sup>a</sup> ± 0,58	78,05 <sup>a</sup> ± 0,66

Veriler ortalama ± Standart sapma olarak ifade edilmiştir (n = 3), a-f: Aynı sütundaki küçük harfler ayran örneklerinin karşılaştırmasıdır ve aynı harfler örnekler arasında istatistiksel bir fark olmadığını göstermektedir. ( $P>0,05$ ). K: Kontrol ayran örneği, HP2: %2 *H. perforatum* mikrokapsül eklenerek üretilen ayran, HP3: %3 *H. perforatum* mikrokapsül eklenerek üretilen ayran, HP4: %4 *H. perforatum* mikrokapsül eklenerek üretilen ayran, HP5: %5 *H. perforatum* mikrokapsül eklenerek üretilen ayran, HP6: %6 *H. perforatum* mikrokapsül eklenerek üretilen ayran.

HP mikrokapsülünün toplam fenolik bileşen miktarı (280,30±0,39) bütün HP mikrokapsül katkılı ayran örneklerinden daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 2 ve Çizelge 3). Bu sonuç ayranın fermente bir ürün olması, asidik olması ve dolayısıyla mikrokapsülde çözünmeye neden olarak nihai üründeki fenolik bileşik miktarının daha düşük olmasına neden olması ile açıklanabilir. Tseng ve Zhao (2013), oksijen, pH, sıcaklık, ışık, metal iyonları, enzimler ve nem içeriğinin düşük pH değerlerinde daha kararlı olan polifenollerin stabilitesini etkileyen ana

faktörler arasında olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca ayran örneklerinde daha düşük toplam fenolik madde miktarı; ayran bulunan kazein ile *H. perforatum* ekstraktlarındaki fenolik bileşiklerin reaksiyona girerek biyoaktif bileşenlerin maskelenmesinden kaynaklanmaktadır. Ortam şartları, enkapsülasyon yönteminde kullanılan kaplama malzemesi ve kaplama malzemesi oranları değiştirilerek veya enkapsülasyon yönteminde farklı yöntemler kullanılarak bu azalma önlenbilir.

Çizelge 4. Ayran örneklerinin duyusal analiz özellikleri

Table 4. The sensory properties of ayran samples

Örnek	Renk ve görünüm	Yapı-kıvam	Tat-aroma	Genel Beğeni
K	3,60 <sup>a</sup> ± 0,54	3,00 <sup>bc</sup> ± 0,00	3,40 <sup>ab</sup> ± 0,89	3,60 <sup>bc</sup> ± 0,89
HP2	3,60 <sup>a</sup> ± 0,54	4,00 <sup>a</sup> ± 0,70	3,60 <sup>a</sup> ± 0,54	4,00 <sup>ab</sup> ± 0,00
HP3	3,80 <sup>a</sup> ± 0,44	3,80 <sup>ab</sup> ± 0,83	3,20 <sup>abc</sup> ± 0,83	3,40 <sup>bc</sup> ± 0,54
HP4	3,40 <sup>ab</sup> ± 0,54	3,80 <sup>ab</sup> ± 0,83	3,20 <sup>abc</sup> ± 0,44	4,60 <sup>a</sup> ± 0,54
HP5	2,60 <sup>b</sup> ± 0,54	2,40 <sup>c</sup> ± 0,54	2,60 <sup>bc</sup> ± 0,54	2,40 <sup>d</sup> ± 0,54
HP6	3,20 <sup>ab</sup> ± 0,83	3,40 <sup>ab</sup> ± 0,54	2,40 <sup>c</sup> ± 0,54	3,00 <sup>cd</sup> ± 0,00

Veriler ortalama ± Standart sapma olarak ifade edilmiştir (n = 3), a-f: Aynı sütündeki küçük harfler ayran örneklerinin karşılaştırmasıdır ve aynı harfler örnekler arasında istatistiksel bir fark olmadığını göstermektedir. (P>0,05), K: Kontrol ayran örneği, HP2: %2 *H. perforatum* mikrokapsül eklenerek üretilen ayran, HP3: %3 *H. perforatum* mikrokapsül eklenerek üretilen ayran, HP4: %4 *H. perforatum* mikrokapsül eklenerek üretilen ayran, HP5: %5 *H. perforatum* mikrokapsül eklenerek üretilen ayran, HP6: %6 *H. perforatum* mikrokapsül eklenerek üretilen ayran.

Mikrokapsül katkılı ayran örneklerinin duyusal özellikleri Çizelge 4'te verilmiştir. Ayran örneklerinin renk-görünüm, yapı-kıvam, tat-aroma ve genel beğeni puanlarındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (P<0,05). Mikrokapsül miktarındaki artışın renk- görünümüne olumsuz bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir. Böylece kapsülleme işlemi, HP ekstraktının koyu sarı renginin ürüne geçişini engelleyerek yüksek puanlar alınmasını sağlamıştır. Yapı- kıvam ve tat-aromada en yüksek puanları HP2 örneği almıştır. Genel beğeni puanları değerlendirildiğinde en yüksek puanı HP4 örneği almıştır ve kontrole göre yapı- kıvam puanlarında da yüksek puanlar alarak tüketici tarafından daha çok beğenilmiştir. HP5 ve HP6 için daha düşük tat-aroma ve genel beğeni puanları elde edilmiştir. En yüksek genel beğeni puanları HP4 ile elde edilirken, HP5 en düşük puanları almıştır. Deneme ayran örneklerini değerlendirdiğimiz zaman özellikle HP4 örneği tüketici açısından sevilerek tüketilen bir ürün olup tüketici açısından tercih edilebilecek bir ürün olmuştur. Duyusal analizlerin sonucuna göre *H. perforatum* mikrokapsülü %4 oranlara kadar ayrına eklenip fonksiyonel bir ürün olarak, tüketici beğenisine sunulabilir endüstriyel olarak üretilip piyasaya sunulabilir.

## Sonuç

Son yıllarda oksidatif stres ve insan sağlığına etkileri üzerinde durulan önemli konular arasındadır. Artan obezite, kanser, bağışıklık sistemi hastalıkları ve bununla birlikte insanların daha doğal gıdalara yönelme isteği bu çalışmanın oluşmasında en büyük etkenlerden biridir. Bu nedenle doğal katkı maddelerine ve sağlıklı gıdalara olan ilgi her geçen gün artmaktadır. Bu çalışmada sağlık alanında kullanılan ancak yeterince araştırılmamış olan *H. perforatum* bitkisinin sağlıklı fonksiyonel gıdaların üretiminde kullanımı araştırılmıştır. Bu çalışma ile maltodekstrin ve gam arabik ile kaplanmış *H. perforatum*'un fenoliklerce zengin bir gıda takviyesi antioksidan aktiviteyi artırıcı yeni bir katkı maddesi olarak kullanılabilirliği önerilmektedir. Farklı kaplama malzemeleri veya farklı enkapsülasyon yöntemleri ile son ürünün toplam fenolik bileşen miktarı ve antioksidan kapasitesi artırılabilir. Model gıda olarak farklı gıdalara *Hypericum* türlerinin mikrokapsülleri eklenip, özellikle tıpta çok yaygın kullanılan bu bitki türlerinin biyoaktif bileşenlerinden gıda alanında da yararlanılabilir.

## Teşekkür

Bu çalışma Amasya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FMB-BAP 17-0273 numaralı proje ile desteklenmiştir.

## Kaynaklar

- Aksoylu Z. 2012. The fortification of biscuits with some botanical ingredients having functional properties. Msc Thesis, Institute of Natural and Applied Sciences, Celal Bayar University, Manisa, Turkey.
- Anonym, 1982. Türk Standartları. Ayran, T.S. 3810. TSE, Necatibey Cad. Bakanlıklar, Ankara.
- Aras A, Khalid S, Jabeen S, Farooqi A A, Xu B. 2018. Regulation of cancer cell signaling pathways by mushrooms and their bioactive molecules: Overview of the journey from benchtop to clinical trials. Food and Chemical Toxicology, 119 : 206-214. doi: 10.1016/j.fct.2018.04.038
- Aydemir K. 2015. Use of St John's wort (*Hypericum perforatum* L.) extract in the production of ice cream. Msc Thesis, Institute of Natural and Applied Sciences, Ondokuz Mayıs University, Samsun, Turkey.
- Barış D, Kızıl M, Aytakin Ç, Kızıl G, Yavuz M, Çeken B, Ertekin AS. 2011. In vitro antimicrobial and antioxidant activity of ethanol extract of three *Hypericum* and three *Achillea* species from Turkey. International Journal of Food Properties, 14(2): 339-355. doi: 10.1080/10942910903189256
- Barnes J, Anderson LA, Phillipson JD. 2001. St John's wort (*Hypericum perforatum* L.): a review of its chemistry, pharmacology and clinical properties. Journal of pharmacy and pharmacology, 53(5): 583-600. doi: 10.1211/0022357011775910
- Barretto FJDFP, Clemente HA, Santana ALBD, Vasconcelo MADS. 2020. Stability of encapsulated and non-encapsulated anthocyanin in yogurt produced with natural dye obtained from *Solanum melongena* L. Bark. Revista Brasileira de Fruticultura, 42. doi: 10.1590/0100-29452020137
- Calvo P, Castaño ÁL, Lozano M, González-Gómez D. 2012. Influence of the microencapsulation on the quality parameters and shelf-life of extra-virgin olive oil encapsulated in the presence of BHT and different capsule wall components. Food Research International, 45(1): 256-261. doi: 10.1016/j.foodres.2011.10.036
- Chew SC, Tan CP, Nyam KL. 2018. Microencapsulation of refined kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) seed oil by spray drying using  $\beta$ -cyclodextrin/gum arabic/sodium caseinate. Journal of food engineering, 237: 78-85. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2018.05.016
- Chouchouli V, Kalogeropoulos N, Konteles SJ, Karvela E, Makris DP, Karathanos V T. 2013. Fortification of yoghurts with grape (*Vitis vinifera*) seed extracts. LWT-Food Science and Technology, 53(2):522-529.

- da Rosa JR, Nunes GL, Motta MH, Fortes JP, Weis GCC, Hecktheuer L H R, da Rosa C S. 2019. Microencapsulation of anthocyanin compounds extracted from blueberry (*Vaccinium* spp.) by spray drying: Characterization, stability and simulated gastrointestinal conditions. *Food Hydrocolloids*, 89: 742-748. doi: 10.1016/j.foodhyd.2018.11.042
- Dall'Agnol R, Ferraz A, Bernardi AP, Albring D, Nör C, Sarmiento L, Schapoval EES. 2003. Antimicrobial activity of some *Hypericum* species. *Phytomedicine*, 10(6-7):511-516. doi: 10.1078/094471103322331476
- Davis R. 1967. *Aleppo and Devonshire Square: English traders in the Levant in the eighteenth century*. Springer.
- de Barros Fernandes RV, Borges SV, Botrel DA. 2014. Gum arabic/starch/ maltodextrin / inulin as wall materials on the microencapsulation of rosemary essential oil. *Carbohydrate polymers*, 101:524-532. doi: 10.1016/j.carbpol.2013.09.083
- Ertürk Ö, Aydın G, Ayvaz MÇ. 2020. *Hypericum perforatum* L. esansiyel yağının in vitro antimikrobiyal, antioksidan aktivite ve kimyasal karakterizasyonu. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 21(2):330-339.
- Estevinho BN, Horciu IL, Blaga AC, Rocha F. 2021. Development of Controlled Delivery Functional Systems by Microencapsulation of Different Extracts of Plants: *Hypericum perforatum* L., *Salvia officinalis* L. and *Syzygium aromaticum*. *Food and Bioprocess Technology*, 1-15.
- Farhan M, Malik A, Ullah MF, Afaq S, Faisal M, Farooqi AA, Ahmad A. 2019. Garcinol sensitizes NSCLC cells to standard therapies by regulating EMT-modulating miRNAs. *International journal of molecular sciences*, 20(4):800. doi: 10.3390/ijms20040800
- Farooqi AA, Qureshi MZ, Khalid S, Attar R, Martinelli C, Sabitaliyevich U Y, Xu B. 2019. Regulation of cell signaling pathways by berberine in different cancers: searching for missing pieces of an incomplete jig-saw puzzle for an effective cancer therapy. *Cancers*, 11(4): 478. doi: 10.3390/cancers11040478
- Farooqi AA, Ahmad A. 2019. Gaze through the clinical lens: molecular and clinical advancements of botanicals. DOI: <https://doi.org/10.4155/fmc-2018-0371>
- Franceschinis L, Salvatori D M, Sosa N, Schebor C. 2014. Physical and functional properties of blackberry freeze-and spray-dried powders. *Drying Technology*, 32(2): 197-207. doi: 10.1080/07373937.2013.814664
- Gülfem Ü, Karagözlü C, Kınık Ö, Ecem A, Akalın A. 2018. Effect of supplementation with green and black tea on microbiological characteristics, antimicrobial and antioxidant activities of drinking yoghurt. *Journal of Agricultural Sciences*, 24(2): 153-161.
- Hasanuddin A, Anwar K, Mappatoba M. 2019. Antibacterial And Antioxidant Activities Of Ethanol Extracts Of Cocoa Husk (*Theobroma cacao* L.) With Maltodextrine In Various Concentration. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 255, No. 1, p. 012017). IOP Publishing.
- Jalal J. 2018. The effect of addition of fruits on the physicochemical, sensory, and microbiological properties of ayran. Msc Thesis, Institute of Natural and Applied Sciences, Ondokuz Mayıs University, Samsun, Turkey.
- Kalogeropoulos N, Yannakopoulou K, Gioxari A, Chiou A, Makris DP. 2010. Polyphenol characterization and encapsulation in  $\beta$ -cyclodextrin of a flavonoid-rich *Hypericum perforatum* (St John's wort) extract. *LWT-Food science and Technology*, 43(6): 882-889.
- Keser S, Keser F, Kaygili O, Tekin S, Demir E, Turkoglu I, Kirbag S. 2020. Phytochemical compounds and antiradical, antimicrobial, and cytotoxic activities of the extracts from *Hypericum scabrum* L. Flowers. *Natural product research*, 34(5):714-719. doi: 10.1080/14786419.2018.1493735
- Koca I, Ustun NS, Koca AF, Karadeniz B. 2008. Chemical composition, antioxidant activity and anthocyanin profiles of purple mulberry (*Morus rubra*) fruits. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 6(2): 39.
- Koç M, Güngör Ö, Zungur A, Yalçın B, Selek İ, Ertekin FK, Ötles S. 2015. Microencapsulation of extra virgin olive oil by spray drying: effect of wall materials composition, process conditions, and emulsification method. *Food and Bioprocess Technology*, 8(2):301-318. doi: 10.1007/s11947-014-1404-9
- Korkmaz N, Dayangaç A, Sevindik M. 2021. Antioxidant, Antimicrobial and Antiproliferative Activities of *Galium aparine*. *Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University*, 45(3): 554-564.
- Korma SA, Wei W, Ali AH, Abed SM, Zheng L, Jin Q, Wang X. 2019. Spray-dried novel structured lipids enriched with medium-and long-chain triacylglycerols encapsulated with different wall materials: Characterization and stability. *Food Research International*, 116: 538-547. doi: 10.1016/j.foodres.2018.08.071
- Lazarova I, Zengin G, Gevrenova R, Nedialkov P, Aneva I, Aumeeruddy MZ, Mahomoodally MF. 2019. A comparative study of UHPLC/Orbitrap MS metabolomics profiles and biological properties of *Asphodeline taurica* from Bulgaria and Turkey. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, 168: 174-180. doi: 10.1016/j.jpba.2019.02.008
- Llorent-Martínez EJ, Zengin G, Lobine D, Molina-García L, Mollica A, Mahomoodally MF. 2018. Phytochemical characterization, in vitro and in silico approaches for three *Hypericum* species. *New Journal of Chemistry*, 42(7): 5204-5214. doi: 10.1039/C8NJ00347E
- Madene A, Jacquot M, Scher J, Desobry S. 2006. Flavour encapsulation and controlled release—a review. *International journal of food science & technology*, 41(1):1-21. doi: 10.1111/j.1365-2621.2005.00980.x
- Mahdavi SA, Jafari SM, Assadpour E, Ghorbani M. 2016. Storage stability of encapsulated barberry's anthocyanin and its application in jelly formulation. *Journal of food engineering*, 181:59-66. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2016.03.003
- Mohammed FS, Sevindik M, Bal C, Akgül H, Selamoglu Z. 2019. Biological Activities of *Adiantum capillus-veneris* Collected from Duhok Province (Iraq). *Communications Faculty of Sciences University of Ankara Series C Biology*, 28(2): 128-142.
- Mohammed FS, Günel S, Şabik AE, Akgül H, Sevindik M. 2020. Antioxidant and Antimicrobial activity of *Scorzonera papposa* collected from Iraq and Turkey. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(5): 1114-1118.
- Mohammed FS, Korkmaz N, Doğan M, Şabik AE, Sevindik M. 2021. Some Medicinal Properties of *Glycyrrhiza glabra* (Licorice). *Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University*, 45(3): 524-534.
- Omidi G, Rezvani-Kamran A, Ganji A, Komaki S, Etaee F, Asadbegi M, Komaki A. 2020. Effects of *Hypericum scabrum* extract on dentate gyrus synaptic plasticity in high fat diet-fed rats. *The Journal of Physiological Sciences*, 70(1): 1-8. doi: 10.1186/s12576-020-00747-0
- Öztürk N, Tunçel M, Potoğlu-Erkara İ. 2009. Phenolic compounds and antioxidant activities of some *Hypericum* species: A comparative study with *H. perforatum*. *Pharmaceutical biology*, 47(2): 120-127.
- Parikh B, Patel VH. 2018. Total phenolic content and total antioxidant capacity of common Indian pulses and split pulses. *Journal of food science and technology*, 55(4):1499-1507. doi: 10.1007/s13197-018-3066-5
- Parikh B, Patel VH. 2017. Quantification of phenolic compounds and antioxidant capacity of an underutilized Indian fruit: *Rayan* [Manilkara hexandra (Roxb.) Dubard]. *Food Science and Human Wellness*, 6(1): 10-19. doi: 10.1016/j.fshw.2016.11.002



- Peanparkdee M, Iwamoto S, Borompichaichartkul C, Duangmal K, Yamauchi R. 2016. Microencapsulation of bioactive compounds from mulberry (*Morus alba* L.) leaf extracts by protein-polysaccharide interactions. *International journal of food science & technology*, 51(3): 649-655. doi: 10.1111/ijfs.13032
- Qureshi MZ, Attar R, Romero MA, Sabitaliyevich UY, Nurmurzayevich SB, Ozturk O, Farooqi AA. 2019. Regulation of signaling pathways by  $\beta$ -elemene in cancer progression and metastasis. *Journal of cellular biochemistry*, 120(8):12091-12100. doi: 10.1002/jcb.28624
- Rainha N, Lima E, Baptista J. 2011. Comparison of the endemic Azorean *Hypericum foliosum* with other *Hypericum* species: antioxidant activity and phenolic profile. *Natural product research*, 25(2):123-135.
- Robert P, Gorena T, Romero N, Sepulveda E, Chavez J, Saenz C. 2010. Encapsulation of polyphenols and anthocyanins from pomegranate (*Punica granatum*) by spray drying. *International Journal of Food Science & Technology*, 45(7):1386-1394. doi: 10.1111/j.1365-2621.2010.02270.x
- Sevindik M. 2018. Pharmacological properties of *Mentha* species. *J Tradit Med Clin Natur*, 7(2): 259.
- Sevindik M, Akgul H, Pehlivan M, Selamoglu Z. 2017. Determination of therapeutic potential of *Mentha longifolia* ssp. *longifolia*. *Fresen Environ Bull*, 26(7): 4757-4763.
- Seyrekoğlu F, Temiz H. 2020. Effect of Extraction Conditions on the Phenolic Content and DPPH Radical Scavenging Activity of *Hypericum perforatum* L. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(1): 226-229. doi: 10.24925/turjaf.v8i1.226-229.3013
- Singleton VL, Rossi JA. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3): 144-158.
- Spss IBM. 2011. IBM SPSS statistics for Windows, version 20.0. New York: IBM Corp, 440, 394.
- Şekeroglu N, Urlu E, Kulak M, Gezici S, Dang R. 2017. Variation in total polyphenolic contents, DNA protective potential and antioxidant capacity from aqueous and ethanol extracts in different plant parts of *Hypericum perforatum* L. *Indian J Pharm Educ Res*, 51(2): 1-7.
- Tatar Turan F, Cengiz A, Sandıkçı D, Dervisoglu M, Kahyaoglu T. 2016. Influence of an ultrasonic nozzle in spray-drying and storage on the properties of blueberry powder and microcapsules. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(12):4062-4076. doi: 10.1002/jsfa.7605
- Tseng A, Zhao Y. 2013. Wine grape pomace as antioxidant dietary fibre for enhancing nutritional value and improving storability of yogurt and salad dressing. *Food chemistry*, 138(1): 356-365. doi: 10.1016/j.foodchem.2012.09.148
- Uysal S, Senkardes I, Mollica A, Zengin G, Bulut G, Dogan A, Mahomoodally F M. 2018. Biologically active compounds from two members of the Asteraceae family: *Tragopogon dubius* Scop. and *Tussilago farfara* L. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, DOI: <https://doi.org/10.1080/07391102.2018.1506361>
- Yeo J, Shahidi F. 2015. Critical evaluation of changes in the ratio of insoluble bound to soluble phenolics on antioxidant activity of lentils during germination. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(2): 379-381. doi: 10.1021/jf505632p
- Zengin G, Bulut G, Mollica A, Picot-Allain CMN, Mahomoodally M F. 2018. In vitro and in silico evaluation of *Centaurea saligna* (K. Koch) Wagenitz—An endemic folk medicinal plant. *Computational biology and chemistry*, 73:120-126. doi: 10.1016/j.compbiolchem.2018.02.010
- Zengin G, Rodrigues MJ, Abdallah HH, Custodio L, Stefanucci A, Aumeeruddy MZ, Mahomoodally MF. 2018. Combination of phenolic profiles, pharmacological properties and in silico studies to provide new insights on *Silene salsuginea* from Turkey. *Computational biology and chemistry*, 77: 178-186. doi: 10.1016/j.compbiolchem.2018.10.005 <https://doi.org/10.1016/j.compbiolchem.2018.10.005>