

## Sarı kantaron (*Hypericum perforatum*) ve ıtır (*Perlargonium graveolens*) bitkisi ekstraktlarının incelenmesi ve hazır bitki çayı olarak kullanımının araştırılması

### Investigation of herbal extracts from St John's wort (*Hypericum perforatum*) and geranium (*Perlargonium graveolens*) and their usage as instant herbal tea

Merve Silanur YILMAZ<sup>1\*</sup>, Kübra KÖŞKER<sup>2</sup>, Hicran ARSLAN<sup>3</sup>, Fatoş ALTUNKARA<sup>4</sup>,  
Serap ERASLAN<sup>5</sup>, Özge ŞAKIYAN<sup>6</sup>

<sup>1,3,4,5,6</sup>Gıda Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye.

merveyilmaz@ankara.edu.tr, m.hicran.arслан@hotmail.com, fatosaltunkara.4@gmail.com, serapersln26@gmail.com, osakiyan@ankara.edu.tr

<sup>2</sup>Eti Gıda Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi, Eskişehir, Türkiye.

kosker.kubra@gmail.com

Geliş Tarihi/Received: 06.10.2020  
Kabul Tarihi/Accepted: 28.01.2021

Düzeltilme Tarihi/Revision: 13.12.2020

doi: 10.5505/pajes.2021.40403  
Araştırma Makalesi/Research Article

#### Öz

Bitkiler, çok eski zamanlardan beri sağlık üzerine olumlu etkilerinden dolayı çeşitli şekillerde kullanılmaktadır. Bitki çayları bu kullanım şekillerinden en yaygın olanı ve yüksek fenolik madde içeriğinden kaynaklı yüksek antioksidan aktivite özelliğine sahip olanıdır. Bu çalışmanın amacı sarı kantaron (*Hypericum perforatum*) ve ıtır (*Perlargonium graveolens*) bitkilerinden mikrodalga ve ultrason destekli ekstraksiyon yöntemleri kullanılarak elde edilen ekstraktlardan hazır çay üretebilmektir. Kontrol grubu olarak maserasyon yöntemi ile elde edilen ekstraktlar kullanılmıştır. Mikrodalga destekli ekstraksiyon işlemi için farklı mikrodalga güçleri (90, 180 ve 270 W) ve farklı işlem süreleri (10, 20, 30, 40 ve 50 dk.) kullanılmıştır. Aynı amaçla ultrason destekli ekstraksiyonda da farklı ultrason güçleri (14, 35 ve 56 W) ve farklı işlem süreleri (1, 10, 20, 30 ve 60 dk.) uygulanmıştır. Ekstraksiyon işlemlerinden elde edilen toplam fenolik madde miktarlarına göre en uygun işlem koşulları belirlenmiştir. Mikrodalga destekli ekstraksiyonda sarı kantaron bitkisi için 270 W-40 dk. ile en yüksek toplam fenolik madde miktarına ulaşıırken, ıtır bitkisi için en yüksek toplam fenolik madde miktarına 270 W-50 dk. ile ulaşılmıştır. Ultrason destekli ekstraksiyon işlemine göre ise en yüksek toplam fenolik madde miktarına sarı kantaron bitkisi için 56 W-60 dk. koşullarında ulaşıırken, ıtır bitkisi için 35 W-60 dk. koşullarında ulaşılmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgular ışığında, yeni teknolojiler ile daha kısa sürede ve daha yüksek fenolik madde içeriğine sahip ekstraktlar elde edildiği ve çözünürlük değerleri kıyaslandığında hazır bitki çayı üretiminde kullanılacak ekstraktlar için mikrodalga destekli ekstraksiyonun daha tercih edilebilir bir yöntem olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Itır, Sarı kantaron, Ultrason, Mikrodalga, Ekstraksiyon, Liyofilizasyon.

#### Abstract

Plants have been used since ancient times due to their positive effects on health. Herbal teas are most commonly used and have high antioxidant activity due to their high phenolic content. The aim of this study is to produce instant tea from plant extracts obtained from St. John's Wort (*Hypericum perforatum*) and geranium (*Perlargonium graveolens*) by using microwave and ultrasound assisted extraction. Extracts obtained by maceration method were used as control group. Different microwave powers (90, 180 and 270 W) and different processing times (10, 20, 30, 40 and 50 min.) were used for the microwave assisted extraction. For the same purpose, different ultrasound powers (14, 35 and 56 W) and different processing times (1, 10, 20, 30 and 60 min.) were applied in ultrasound assisted extraction. The most proper processing conditions were determined according to the total phenolic content obtained from extraction processes. In the microwave-assisted extraction, 270 W-40 min. was the most proper process condition for St. John's Wort while it was 270 W-50 min. for the geranium which resulted in highest phenolic content including extract. For ultrasound-assisted process, the appropriate conditions were 56 W-60 min. for St. John's Wort plant and 35 W-60 min. for geranium. In the light of the results of the study, it was concluded that the new technologies provide extracts with higher phenolic content obtained in a shorter time and microwave assisted extraction method is found to be more preferable due to its suitability for instant tea production.

**Keywords:** Geranium, St. John's Wort, Ultrason, Microwave, Extraction, Lyophilization.

## 1 Giriş

Çalışmada kullanılan sarı kantaron bitkisinde (*Hypericum perforatum*) naftodiantron, floroglusinoller, flavonoidler, biflavonlar, fenilpropanlar, proantosiyanidinlerin yanı sıra daha az oranlarda tanenler, ksanton, uçucu yağlar ve amino asitler bulunmaktadır [1]. Sarı kantaron bitkisi ülkemizde farklı bölgelerde yetiştirilen ve son zamanlarda yapılan klinik

deneyler ile antidepresan aktivitesinin kanıtlanması sonucu dünyadaki kullanımı artan bir bitki haline gelmiştir [2]. Hazır çay üretimi hammaddesi olarak kullanılan diğer bitki ise ıtırdir. *Geraniaceae* familyasına ait olan ıtır bitkisinin (*Perlargonium graveolens*) kökeni Afrika'nın güneyidir. Günümüzde ise tüm dünyada yetiştirilmektedir. Bitkinin uçucu yağ kısmı kozmetik endüstrisinde, aroma terapide ve gıdalarda tatlandırıcı olarak kullanılmaktadır [3],[4]. Bitkinin yağı, geleneksel tıpta ise

\*Yazışılan yazar/Corresponding author

antiastmatik, antiaterjik, antioksidan, antidiyareik, antihepatotoksik, diüretik, hemostatik, ve antidiyabetik olarak uzun yıllardır kullanılmaktadır [5].

İtır ve sarı kantaron bitkisinde yüksek oranda bulunan fenolik bileşikler, antioksidan, antiinflamatuvar ve antitümör özellikleri gibi çeşitli biyolojik etkinlikleri nedeniyle birçok sağlık yararı sunarken, antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinden dolayı koruyucuları ikame edebilecekleri gibi fonksiyonel gıda bileşenleri olarak da işlev görürler [6]. Fenolik bileşiklerin geleneksel ekstraksiyon teknikleri kullanılarak eldesinin uzun süren işlem süreleri, yüksek enerji tüketimi ve fazla çözgen harcanması gibi dezavantajları vardır. Bu olumsuzluklarının yanı sıra konvansiyonel işlem sırasında ortam koşullarından kaynaklı hedef moleküllerin zarar görmesi kaçınılmazdır. Bu nedenle son yıllarda bazı yeni teknolojiler araştırılmaya başlanmıştır. Geliştirilen yeni yöntemler ile kısa ekstraksiyon süreleri, düşük çözgen kullanımı, daha az toksik kirletici tüketimi, yüksek verimli ekstraksiyon işlemleri ve tekrarlanabilirlik gibi kazançlar ortaya çıkmıştır. Mikrodalga destekli ekstraksiyon ve ultrason destekli ekstraksiyon teknolojileri bu yeni kullanılmaya başlanan yöntemler arasındadır [7]-[10]. Mikrodalga destekli ekstraksiyon numuneye temas eden çözücünün ısınmasını sağlayarak numune içindeki bileşiklerin çözücüye geçmesini sağlar. Bu ekstraksiyonun temel avantajı çözücünün hızlı bir şekilde ısınmasını sağlamasıdır. Mikrodalga ile ekstraksiyon işlemi, bitki içindeki nem mikrodalga enerjisini absorblayarak buharlaşır ve hücre duvarında basınç oluşmasına neden olur. Bu basınç hücre duvarının içeriden dışarıya doğru parçalanmasını sağlayarak ekstraksiyon işleminin kolaylaşmasını sağlar [11], [12]. Ultrason gücünün kullanılması ise bitki ve tohumlardaki organik bileşiklerin ekstraksiyonunu önemli derecede artırmaktadır. Ultrason işleminin mekanik etkisi, çözgenin hücre içine nüfuz etmesini sağlayarak kütle transferine neden olmaktadır [13]. Ultrason işlemi ile sıvı içerisine ses dalgaları gönderilir. Bu ses dalgaları sıvı içerisindeki moleküllerin titreşimine yol açar ve ortamdaki moleküllerde sıkışma ve genişleme meydana getirir. Sıkışma ve genişleme hareketleri sonucunda gaz kabarcıkları oluşur. Bu gaz kabarcıkları patlayarak kaviteasyonları oluşturur. Böylece hücre duvarının yapısında bozulmalar meydana gelir ve hücre içindeki maddelerin çözücüye geçmesi sağlanmış olur [14]-[17].

Elde edilen ekstraktların hazır toz bitki çayları haline getirilmesi için dondurarak kurutma (liyofilizasyon) işlemi kullanılabilir. Liyofilizasyon sulu çözelti veya süspansiyon halindeki katılardaki donmuş suyun veya herhangi bir çözücünün düşük basınç altında (vakum altında) süblimasyon yoluyla uzaklaştırılmasına dayanan bir kurutma yöntemidir [18],[19]. Liyofilizasyon ile kurutma yöntemi diğer kurutma yöntemlerine göre besin değeri, renk, tat ve koku özelliklerindeki değişimin nispeten az olmasından dolayı daha avantajlı olmaktadır [20]. Liyofilizasyon işlemi genellikle tokoferoller, askorbik asit, karotenoidler ve bitki fenolikleri gibi ısıya duyarlı antioksidan bileşenler içeren malzemelerin kurutulması için önerilir. Dondurarak kurutmanın, mikrobiyal gelişimi önleyerek ve lipid oksidasyonunu geciktirerek gıdaların raf ömrünü uzattığı bilinmektedir [21].

Hazır çay tozu, çeşitli çay karışımlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, soğuk su ile de çözünürlüğünün yüksek olması kullanım kolaylığı sağlarken daha kısa sürede soğuk ya da sıcak çay hazırlamayı mümkün kılması bir diğer avantajı olarak öne çıkmaktadır. Bunların yanı sıra yüksek

sıcaklığa maruz bırakılmaması nedeniyle tat ve kokuyu oluşturan bileşiklerin zarar görmemiş olması gerçek tadının hissedilmesini sağlamaktadır [22].

Bu çalışmanın amacı, alternatif ekstraksiyon yöntemleri kullanılarak (mikrodalga destekli ekstraksiyon ve ultrason destekli ekstraksiyon) elde edilen ekstraktların liyofilizasyon işlemi ile kurutulması ile kaliteli hazır bitki çayı elde etmektir. Ekstraktların renk ve toplam fenolik madde içeriğine göre en uygun işlem koşulunun belirlenmesi de çalışmanın diğer bir amacıdır.

## 2 Materyal ve metot

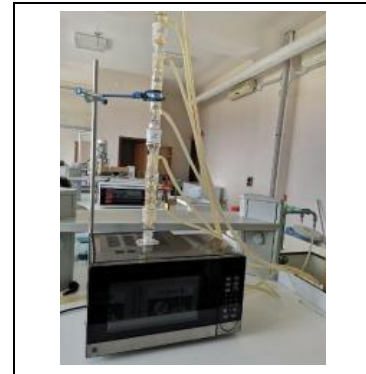
### 2.1 Materyal

Bu çalışmada kullanılan sarı kantaron çiçeği Ankara ilinde aktarlardan kurutulmuş olarak temin edilmiş; ıtır bitkisi ise Ankara ilinin Gölbaşı ilçesinden temin edilmiş ve oda koşullarında, tekli sıralar halinde dizilerek 7 gün süre ile kurutulmuştur. Toz haline getirilen hammaddeler 1180 µm'lik elekten geçirildikten sonra +4 °C'de polietilen ambalaj içinde saklanarak depolanmıştır.

### 2.2 Metot

#### 2.2.1 Ekstraksiyon işlemi

Sarı kantaron ve ıtır örnekleri iki farklı ekstraksiyon işlemine (mikrodalga ve ultrason destekli ekstraksiyon) tabi tutulmuştur. Her iki yöntem için de katı:sıvı oranı 1:100 (w/v) olarak uygulanmış ve çözgen olarak su kullanılmıştır. Mikrodalga destekli ekstraksiyon sokset aparatı ile modifiye edilmiş ev tipi bir mikrodalga fırını (General Electric, GMOM 25 model) (Şekil 1) ile üç farklı güç (90, 180 ve 270 W) ve beş farklı işlem süresi (10, 20, 30, 40 ve 50 dk.) boyunca uygulanmıştır. Ultrason destekli ekstraksiyon ise ultrasonik prob (Bandelin electronic Sonopuls, Almanya) ile üç farklı ultrasonik güçte (14, 35 ve 56 W) ve beş farklı işlem süresinde (1, 10, 20, 30 ve 60 dk.) gerçekleştirilmiştir. Ekstraksiyon işlemi için en son sürenin belirlenmesinde toplam fenolik madde miktarı dikkate alınmıştır, bu değer sabitlendiği ya da ortam koşullarının etkisinin artmasından kaynaklı olarak azalmaya başladığı nokta ekstraksiyon işleminin tamamlandığı nokta olarak belirlenmiştir. Mikrodalga ve ultrason destekli ekstraksiyon işlemi sonunda bitki ekstraktlarının ortalama sıcaklıkları sırasıyla 82 ve 35 °C olarak ölçülmüştür. Elde edilen ekstraktlar analizlere kadar -18 °C'de depolanmıştır. Çalışmada geleneksel ekstraksiyon olarak değerlendirilip kontrol grubu olarak belirlenen maserasyon ise 1:100 (w/v) katı:sıvı oranında, çözgen olarak su ile 25 °C'de 24 sa. sürede gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Mikrodalga destekli ekstraksiyon sistemi.

Figure 1. Microwave assisted extraction system.

## 2.2.2 Liyofilizasyon işlemi

Farklı güç ve sürelerde gerçekleştirilen mikrodalga ve ultrason destekli ekstraksiyon işlemleri sonucu elde edilen ekstraktlar toplam fenolik madde içeriğine göre karşılaştırılmış ve en yüksek toplam fenolik madde içeriğine göre optimum koşullar belirlenmiştir. Bu koşullarda elde edilen örnekler hazır bitki çayı tozu eldesi için -18 °C'de dondurulduktan sonra -55 °C ve 0.1 Pa işlem koşulunda liyofilizatörde (TOPT-10D Freeze dryer, Amerika) bir gün süreyle kurutulmuştur. Liyofilize edilen örnekler amber renkli cam şişelerde +4 °C'de ilgili deney yapılarına kadar depolanmıştır ve liyofilizasyon verimi 0.45 g kuru ekstrakt/100 ml karışım olarak hesaplanmıştır.

## 2.2.3 Yapılan analizler

### 2.2.3.1 Nem miktarının belirlenmesi

Ekstraksiyon işlemine başlamadan önce örnek çözgen oranının belirlenebilmesi için sarı kantaron ve ıtır ham maddelerinin nem miktarları infrared nem tayin cihazı (MA150, Sartorius, Germany) ile belirlenmiştir [23].

### 2.2.3.2 Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi

Toplam fenolik madde tayini sarı kantaron ve ıtır bitkilerinden mikrodalga ve ultrason destekli ekstraksiyon ile elde edilen ekstraktlarda Folin-Ciocalteu reaktif yöntemiye göre yapılmıştır [24]. 0.15 ml örnek 1.35 ml saf su ile tamamlanmıştır. 1.5 ml Folin-Ciocalteu reaktifi ile karıştırıldıktan sonra 10 dk. karanlıkta bekletilmiştir. Karışıma %35'lik 3 ml doymuş sodyum karbonat çözeltisi eklenmiş ve 15 sn. boyunca vortekslenmiştir. 45 dk. karanlıkta bekletilen çözeltilerin spektrofotometrede (PerkinElmer UV/VIS Spectrometer Lambda 35) 750 nm dalga boyundaki absorpsanları (abs) okunmuştur. Fenolik madde miktarı gallik asit standardı kullanılarak mg gallik asit eşdeğeri/g kuru madde olarak ifade edilmiştir.

### 2.2.3.3 Renk değerlerinin belirlenmesi

Bitki ekstraktlarında renk ölçümü kolorimetre (Konica Minolta Sensing Inc., Japonya) ile 10 ml örnek kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sunulan  $L^*$  (açıklık/koyuluk),  $a^*$  (kırmızılık/yeşillik) ve  $b^*$  (sarılık/mavilik) değerleri beş farklı okumanın ortalaması alınarak hesaplanmıştır [25].

### 2.2.3.4 Çözünürlüğün hesaplanması

Çözünürlük analizi için 0.3 g toz örnek 30 ml distile su içerisinde çözündürülmüştür. Çözelti manyetik karıştırıcıyla (Daihan, MSH-20A, Güney Kore) 1250 rpm'de oda sıcaklığında 30 dk. karıştırıldıktan sonra karışımdan 15 ml örnek çözelti alınarak oda sıcaklığında 2120 rpm'de ve 15 dk. santrifüj (Model Z-206A, Hermle, İngiltere) edilmiştir. Süpernatant nem kabına alınarak tartılmıştır, nem kabı bir gece boyunca 105°C'de etüvde (Şimşek Laboratek, Türkiye) bekletilip, desikatörde soğutulmuş ve yeniden tartılmıştır [26]. Eşitlik 1 kullanılarak yüzde çözünürlük değeri hesaplanmıştır [27].

$$\text{Çözünürlük(\%)} = \left( \frac{\text{kurutulmuş tozun ağırlığı}}{\text{örneğin ağırlığı}} \right) \times 100 \quad (1)$$

Burada, kurutulmuş tozun ağırlığı (g), süpernatantın 105 °C'de etüvde kurutulduktan sonra elde edilen ağırlığını, örneğin ağırlığı (g) ise analiz başlangıcında tartılan toz örnek ağırlığını ifade eder.

## 2.2.3.5 İstatistiksel analiz

Analizlerden elde edilen sonuçlar Minitab 17 istatistik paket programı kullanılarak istatistiksel değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Tek yönlü varyans analiz tekniği ile (ANOVA) grup ortalamaları arasındaki farklar belirlenmiştir. Değerlendirme sonucu, istatistiksel açıdan önemli bulunan değerler Tukey testi ile  $p \leq 0.05$  önem derecesine göre verilmiştir.

## 3 Bulgular ve tartışma

Kurutulmuş sarı kantaron ve ıtır bitkilerinin ekstraksiyon öncesi nem miktarları sırasıyla %5 ve %13 olarak bulunmuştur.

### 3.1 Toplam fenolik madde

Mikrodalga destekli ekstraksiyon işleminde sarı kantaron ve ıtır bitkisine üç farklı güç (90, 180 ve 270 W) ve beş farklı işlem süresi (10, 20, 30, 40 ve 50 dk.) uygulanmıştır. Elde edilen örneklerin toplam fenolik madde miktarları bulunmuştur. Tablo 1'de mikrodalga gücü ve işlem süresinin toplam fenolik madde miktarı (mg gallik asit eşdeğeri/g kuru madde) üzerine etkisi sunulmuştur. Benzeri şekilde, ultrason destekli ekstraksiyon işleminde ise üç farklı güç (14, 35 ve 56 W) ve beş farklı işlem süresi (1, 10, 20, 30 ve 60 dk.) uygulanarak elde edilen ekstraktlarda toplam fenolik madde miktarı mg gallik asit eşdeğeri/g kuru madde cinsinden ifade edilmiştir (Tablo 2). Sarı kantaron örneğinde yapılan mikrodalga ekstraksiyonu güce ve zamana göre değerlendirildiğinde toplam fenolik madde miktarı üzerine güç ve işlem süresinin etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ) (Tablo 1). Bulgular incelendiğinde en yüksek fenolik madde miktarına 270 W gücünde 40 dk. sonunda ulaşılmış ve toplam fenolik madde miktarı  $92.63 \pm 0.00$  mg gallik asit eşdeğeri/g kuru madde olarak belirlenmiştir. Sarı kantaron bitkisi ile gerçekleştirilen mikrodalga destekli ekstraksiyon işlemi sırasında yüksek mikrodalga güçlerinde fenolik madde miktarının arttığı görülmüştür. Bunun nedeni artan mikrodalga gücüne bağlı olarak sarı kantaron bitkisi örneğinden ekstrakte edilen fenolik bileşenlerin çözücüye geçme hızının artmasıdır. Benzer olarak Shu ve diğ. [28] yapmış oldukları çalışmada ginseng köklerinden ginsenosid ekstraksiyonu gerçekleştirmişler, 30 ve 150 W kullanılarak yapılan ekstraksiyon işlemi sonucunda 150 W gücünde elde edilen verimin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Ancak sarı kantaron bitkisi ile yapılan bu çalışmada 10, 20, 30, 40 ve 50. dk.'lar incelendiği zaman mikrodalga gücü 90 W'tan 180 W'a çıkarıldığında toplam fenolik madde miktarının arttığı, 180 W'tan 270 W'a çıkarıldığında ise toplam fenolik madde miktarının azalmaya başladığı görülmüştür. 40. dk.'da ise artan mikrodalga gücüne bağlı olarak elde edilen toplam fenolik madde miktarı da artmıştır.

Sarı kantaron bitkisinin ultrason destekli ekstraksiyonu sonucu elde edilen veriler incelendiğinde işlem süresi ve ultrason gücünün toplam fenolik madde miktarı üzerine etkilerinin istatistiksel açıdan önemli olduğu bulunmuş ( $p < 0.05$ ), her iki bağımsız değişkenin de toplam fenolik madde miktarını pozitif etkilediği ve en yüksek fenolik madde miktarına ( $161.40 \pm 0.00$  mg gallik asit eşdeğeri/g kuru madde) 56 W gücünde 60 dk. sürede ulaşıldığı tespit edilmiştir (Tablo 2). Kontrol grubu olarak belirlenen maserasyon (geleneksel ekstraksiyon) yöntemi ile ekstrakte edilen sarı kantaron örneğine ait toplam fenolik madde miktarı ise  $42.81 \pm 0.7$  mg gallik asit eşdeğeri/g kuru madde olarak hesaplanmıştır.

Tablo 1. Mikrodalga destekli ekstraksiyon işlemi sırasında mikrodalga gücü ve işlem süresinin toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisi.

Table 1. Effect of microwave power and processing time during microwave-assisted extraction process on total phenolic content.

MD gücü (W)	İşlem süresi (dk.)	Toplam Fenolik Madde miktarı (mg gallik asit eşdeğeri/g kuru madde)	
		Sarı Kantaron	İtır
90	10	40.47 ± 1.54 <sup>b,AB</sup>	22.50 ± 4.22 <sup>b,B</sup>
90	20	53.33 ± 2.66 <sup>b,AB</sup>	38.34 ± 3.10 <sup>b,AB</sup>
90	30	37.43 ± 1.22 <sup>b,B</sup>	44.47 ± 2.46 <sup>b,A</sup>
90	40	58.71 ± 1.34 <sup>b,A</sup>	45.24 ± 2.46 <sup>b,AB</sup>
90	50	49.59 ± 4.98 <sup>b,AB</sup>	54.94 ± 4.60 <sup>b,A</sup>
180	10	68.30 ± 5.48 <sup>a,AB</sup>	48.30 ± 2.46 <sup>a,B</sup>
180	20	65.03 ± 9.86 <sup>a,AB</sup>	63.63 ± 6.19 <sup>a,AB</sup>
180	30	58.95 ± 5.63 <sup>a,B</sup>	80.49 ± 6.95 <sup>a,A</sup>
180	40	57.54 ± 0.00 <sup>a,A</sup>	72.06 ± 9.14 <sup>a,AB</sup>
180	50	68.54 ± 2.92 <sup>a,A</sup>	82.53 ± 1.33 <sup>a,A</sup>
270	10	54.74 ± 7.57 <sup>a,AB</sup>	59.80 ± 8.46 <sup>a,B</sup>
270	20	55.67 ± 2.11 <sup>a,AB</sup>	68.74 ± 5.79 <sup>a,AB</sup>
270	30	58.48 ± 2.53 <sup>a,B</sup>	90.96 ± 4.66 <sup>a,A</sup>
270	40	92.63 ± 0.00 <sup>a,A</sup>	86.10 ± 9.64 <sup>a,AB</sup>
270	50	64.33 ± 4.29 <sup>a,AB</sup>	110.11 ± 5.53 <sup>a,A</sup>

Aynı sütünlardaki farklı harfe sahip olan ortalama farklar p≤0.05 değerinde önemlidir. (a,b: Güç parametresine göre A,B: Zaman parametresine göre).

Tablo 2. Ultrason destekli ekstraksiyon işlemi sırasında ultrason gücü ve işlem süresinin toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisi.

Table 2. Effect of ultrasound power and processing time during ultrasound-assisted extraction process on total phenolic content.

US gücü (W)	İşlem süresi (dk.)	Toplam Fenolik Madde miktarı (mg gallik asit eşdeğeri/g kuru madde)	
		Sarı Kantaron	İtır
14	1	39.06 ± 2.66 <sup>b,B</sup>	5.37 ± 0.77 <sup>b,D</sup>
14	10	36.73 ± 1.46 <sup>b,AB</sup>	13.79 ± 6.55 <sup>b,CD</sup>
14	20	77.19 ± 0.00 <sup>b,AB</sup>	20.18 ± 6.19 <sup>b,BC</sup>
14	30	74.04 ± 1.75 <sup>b,AB</sup>	22.48 ± 1.40 <sup>b,AB</sup>
14	60	54.50 ± 7.98 <sup>b,A</sup>	29.63 ± 1.36 <sup>b,A</sup>
35	1	15.20 ± 7.03 <sup>b,B</sup>	15.33 ± 4.05 <sup>ab,D</sup>
35	10	25.50 ± 0.41 <sup>b,AB</sup>	16.48 ± 2.68 <sup>ab,CD</sup>
35	20	24.56 ± 2.43 <sup>b,AB</sup>	19.16 ± 4.60 <sup>ab,BC</sup>
35	30	59.18 ± 3.53 <sup>b,A</sup>	31.16 ± 7.86 <sup>ab,AB</sup>
35	60	49.82 ± 5.06 <sup>b,A</sup>	46.74 ± 0.00 <sup>ab,A</sup>
56	1	48.07 ± 7.37 <sup>a,B</sup>	13.54 ± 4.93 <sup>a,D</sup>
56	10	103.86 ± 4.01 <sup>a,AB</sup>	22.61 ± 1.92 <sup>a,CD</sup>
56	20	110.53 ± 11.75 <sup>a,AB</sup>	35.25 ± 0.77 <sup>a,BC</sup>
56	30	150.18 ± 1.72 <sup>a,A</sup>	44.06 ± 1.92 <sup>a,AB</sup>
56	60	161.40 ± 0.00 <sup>a,A</sup>	35.25 ± 3.83 <sup>a,A</sup>

Aynı sütünlardaki farklı harfe sahip olan ortalama farklar p≤0.05 değerinde önemlidir. (a, b: Güç parametresine göre A, B, C, D: Zaman).

Üç farklı ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen toplam fenolik madde miktarı sonuçları değerlendirildiğinde sarı kantaron bitkisi için en uygun ekstraksiyon yönteminin ultrason destekli ekstraksiyon işlemi olduğu sonucuna varılmıştır. Bu durumun mikrodalga destekli ekstraksiyon işleminde, ürün içinde yüksek sıcaklık artışı oluşması nedeniyle hedef bileşenlerin zarar görmesinden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Gullon ve diğ. [29] yapmış oldukları çalışmada okaliptus yapraklarını farklı yöntemler (geleneksel yöntem, mikrodalga destekli ekstraksiyon, ultrason destekli ekstraksiyon ve derin ötektik çözgen ile ekstraksiyon) kullanarak ekstraksiyon işlemine maruz bırakmışlardır. Çalışmada elde edilen veriler ışığında yöntemler toplam fenolik madde içeriğine göre en yüksekten en aza doğru sıralandığında geleneksel yöntem, ultrason, mikrodalga ve derin ötektik çözgen ile ekstraksiyon sıralaması elde edilmiştir. Farahmandfar ve diğ. [30] yapmış oldukları çalışmada su, su-etanol (1:1) ve etanol ile maserasyon ve ultrasonik ekstraksiyon kullanarak *Teucriumpolium* bitkisinde ekstraksiyon yapmışlar ve toplam fenolik madde

içeriği bakımından aynı çözücüler için ultrasonik ekstraksiyonun üstün olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmada incelenen bir diğer örnek olan ıtır bitkisinin mikrodalga ve ultrason teknolojileri kullanılarak işlenmesi sonucu elde edilen ekstraktların toplam fenolik madde değerleri farklı işlem süreleri ve güçlere göre değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre mikrodalga destekli ekstraksiyonda fenolik madde içeriği üzerine güç ve süre değişkenlerinin istatistiksel olarak önemli derecede etkisi olduğu gözlemlenmiştir (p<0.05) (Tablo 1). İtır bitkisinin mikrodalga ekstraktlarında en yüksek fenolik madde miktarına 270 W gücünde 50 dk. sonunda ulaşılmış ve bu değer 110.11±5.53 mg gallik asit eşdeğeri/g kuru madde olarak hesaplanmıştır. İtır örneğinde yüksek mikrodalga güçlerinde ekstrakte edilebilen fenolik madde miktarının arttığı gözlemlenmiştir. Garofulic ve diğ. [31] vişnede konvensiyonel ekstraksiyon ve mikrodalga destekli ekstraksiyonun fenolik asitler üzerine etkisini araştırmışlar ve mikrodalga destekli ekstraksiyon ile daha kısa sürede daha verimli sonuçlar elde ettiklerini bildirmişlerdir. Ultrason destekli ekstraksiyon

işleminde de elde edilen fenolik madde sonuçları üzerine işlem koşullarının istatistiksel olarak önemli etkisi olduğu görülmüştür ( $p < 0.05$ ) (Tablo 2).

İtır bitkisinin ultrason destekli ekstraksiyonu sonucu elde edilen numunelerin toplam fenolik madde miktarının artan ultrason gücü ve işlem süresi ile arttığı gözlemlenmiştir. İşlem sonucunda en yüksek fenolik madde miktarına ( $46.74 \pm 0.00$  mg gallik asit eşdeğeri/g kuru madde) 35 W ultrason gücü ve 60 dk. sürede ulaşıldığı tespit edilmiştir. Kontrol grubu olarak belirlenen maserasyon (geleneksel ekstraksiyon) tekniği ile ekstrakte edilen ıtır örneğine ait toplam fenolik madde miktarı ise  $47.89 \pm 3.4$  mg gallik asit eşdeğeri/g kuru madde olarak hesaplanmıştır. En yüksek toplam fenolik madde değerleri karşılaştırıldığında, sarı kantaron ve ıtır bitkisi için en yüksek değerlere sırası ile ultrason destekli ekstraksiyon ve mikrodalga destekli ekstraksiyon ile ulaşılmıştır.

### 3.2 Renk

Sarı kantaron ve ıtır örneklerinde farklı mikrodalga ve ultrason güçlerinin ve farklı işlem sürelerinin kullanılmasının elde

edilen ekstraktların renk değerleri üzerine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla da  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri gözlemlenmiştir. Sarı kantaron örneklerinin mikrodalga destekli ekstraksiyona ait renk değerleri Tablo 3'te, ultrason destekli ekstraksiyon ile elde edilen renk değerleri ise Tablo 4'te verilmiştir.

Mikrodalga destekli ekstraksiyon işlemi sırasında gücün  $L^*$  değerlerini istatistiksel açıdan önemli derecede etkilediği, 90 W mikrodalga gücüne ait olan  $L^*$  değerlerinin en yüksek olduğu tespit edilmiştir. Zamana göre değerlendirildiğinde ise sonuçlar arasında önemli fark görülmemiştir ( $p > 0.05$ ). En yüksek  $L^*$  değeri 90 W gücünde 10 dk. sürede  $32.78 \pm 0.03$  olarak bulunmuştur.  $a^*$  değerleri için ise güç ve süreler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ( $p < 0.05$ ). Mikrodalga destekli ekstraksiyon ile elde edilen sarı kantaron ekstraktlarının  $b^*$  değerleri üzerine mikrodalga gücünün etkisi istatistiksel olarak önemli iken ( $p < 0.05$ ), işlem süresinin etkisi önemsiz bulunmuştur ( $p > 0.05$ ). 90 W 40 dakikada gerçekleştirilen ekstraksiyonda en yüksek  $b^*$  değerine ulaşılmış ve  $9.83 \pm 0.03$  olarak belirlenmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Sarı kantaron bitkisinin mikrodalga destekli ekstraksiyon işlemi sırasında mikrodalga gücü ve işlem süresinin renk değerleri üzerine etkisi.

Table 3. Effect of microwave power and processing time during microwave-assisted extraction on color values of *St. John's wort* plant.

MD gücü (W)	İşlem süresi (dk.)	Sarı Kantaron		
		$L^*$	$a^*$	$b^*$
90	10	$32.78 \pm 0.03^{a,A}$	$-0.73 \pm 0.03^{c,B}$	$7.47 \pm 0.03^{a,A}$
90	20	$31.30 \pm 0.05^{a,A}$	$-0.44 \pm 0.03^{c,AB}$	$8.82 \pm 0.04^{a,A}$
90	30	$31.03 \pm 0.03^{a,A}$	$-0.36 \pm 0.01^{c,AB}$	$9.19 \pm 0.03^{a,A}$
90	40	$30.58 \pm 0.01^{a,A}$	$0.00 \pm 0.01^{c,B}$	$9.83 \pm 0.03^{a,A}$
90	50	$30.23 \pm 0.03^{a,A}$	$-0.13 \pm 0.02^{c,A}$	$9.68 \pm 0.02^{a,A}$
180	10	$28.19 \pm 0.01^{b,A}$	$0.22 \pm 0.04^{a,B}$	$8.17 \pm 0.02^{b,A}$
180	20	$26.09 \pm 0.01^{b,A}$	$0.25 \pm 0.06^{a,AB}$	$6.36 \pm 0.02^{b,A}$
180	30	$25.05 \pm 0.00^{b,A}$	$0.12 \pm 0.03^{a,AB}$	$4.82 \pm 0.04^{b,A}$
180	40	$25.65 \pm 0.00^{b,A}$	$-0.16 \pm 0.03^{a,B}$	$3.62 \pm 0.03^{b,A}$
180	50	$25.39 \pm 0.01^{b,A}$	$0.56 \pm 0.06^{a,A}$	$6.32 \pm 0.04^{b,A}$
270	10	$27.40 \pm 0.01^{b,A}$	$-0.05 \pm 0.03^{b,B}$	$6.01 \pm 0.02^{c,A}$
270	20	$25.81 \pm 0.00^{b,A}$	$-0.01 \pm 0.06^{b,AB}$	$4.18 \pm 0.02^{c,A}$
270	30	$25.87 \pm 0.01^{b,A}$	$-0.04 \pm 0.03^{b,AB}$	$3.86 \pm 0.02^{c,A}$
270	40	$27.66 \pm 0.01^{b,A}$	$-0.46 \pm 0.03^{b,B}$	$2.93 \pm 0.04^{c,A}$
270	50	$25.79 \pm 0.01^{b,A}$	$-0.04 \pm 0.03^{b,A}$	$3.60 \pm 0.04^{c,A}$

Aynı sütünlardaki farklı harfe sahip olan ortalama farklar  $p \leq 0.05$  değerinde önemlidir. (a,b,c: Güç parametresine göre A,B: Zaman parametresine göre)

Tablo 4. Sarı kantaron bitkisinin ultrason destekli ekstraksiyon işlemi sırasında ultrason gücü ve işlem süresinin renk değerleri üzerine etkisi.

Table 4. Effect of ultrasound power and processing time during ultrasound-assisted extraction on color values of *St. John's wort* plant.

US gücü (W)	İşlem süresi (dk.)	Sarı Kantaron		
		$L^*$	$a^*$	$b^*$
14	1	$34.67 \pm 0.18^{a,A}$	$-0.59 \pm 0.01^{b,B}$	$4.53 \pm 0.03^{a,B}$
14	10	$32.74 \pm 0.04^{a,B}$	$-0.50 \pm 0.03^{b,B}$	$5.14 \pm 0.03^{a,A}$
14	20	$31.30 \pm 0.03^{a,CD}$	$-0.49 \pm 0.01^{b,A}$	$5.20 \pm 0.02^{a,A}$
14	30	$30.29 \pm 0.03^{a,BC}$	$-0.39 \pm 0.02^{b,B}$	$5.81 \pm 0.04^{a,A}$
14	60	$30.06 \pm 0.02^{a,D}$	$-0.29 \pm 0.04^{b,A}$	$5.76 \pm 0.04^{a,AB}$
35	1	$34.73 \pm 0.02^{ab,A}$	$-0.60 \pm 0.04^{b,B}$	$4.41 \pm 0.01^{a,B}$
35	10	$31.15 \pm 0.02^{ab,B}$	$-0.48 \pm 0.02^{b,B}$	$5.72 \pm 0.02^{a,A}$
35	20	$26.80 \pm 3.55^{ab,CD}$	$-0.18 \pm 0.05^{b,A}$	$5.58 \pm 0.04^{a,A}$
35	30	$33.84 \pm 0.02^{ab,BC}$	$-0.74 \pm 0.04^{b,B}$	$6.29 \pm 0.01^{a,A}$
35	60	$27.47 \pm 0.07^{ab,D}$	$-0.03 \pm 0.08^{b,A}$	$4.95 \pm 0.03^{a,AB}$
56	1	$31.74 \pm 0.06^{b,A}$	$-0.48 \pm 0.03^{a,B}$	$4.97 \pm 0.04^{b,B}$
56	10	$30.74 \pm 1.85^{b,B}$	$-0.36 \pm 0.03^{a,B}$	$5.17 \pm 0.02^{b,A}$
56	20	$28.05 \pm 0.21^{b,CD}$	$-0.16 \pm 0.02^{a,A}$	$5.18 \pm 0.05^{b,A}$
56	30	$28.00 \pm 0.11^{b,BC}$	$-0.19 \pm 0.02^{a,B}$	$4.23 \pm 0.07^{b,A}$
56	60	$27.60 \pm 0.08^{b,D}$	$-0.11 \pm 0.03^{a,A}$	$4.60 \pm 0.03^{b,AB}$

Aynı sütünlardaki farklı harfe sahip olan ortalama farklar  $p \leq 0.05$  değerinde önemlidir. (a,b,c: Güç parametresine göre A,B,C,D: Zaman parametresine göre)

Ultrason destekli ekstraksiyona ait renk değerleri güç ve zaman açısından incelendiğinde  $L^*$   $a^*$  ve  $b^*$  değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). En yüksek  $L^*$  değeri 35 W güçte 1 dk. sürede  $34.73 \pm 0.02$  olarak bulunurken, en yüksek  $b^*$  değeri ise aynı güçte 30 dakikada  $6.29 \pm 0.01$  olarak belirlenmiştir. Kontrol grubu olan maserasyon sarı kantaron örneğine ait  $L^*$  değeri  $34.58 \pm 0.3$ ,  $a^*$  değeri  $-0.89 \pm 0.02$  ve  $b^*$  değeri ise  $9.28 \pm 0.01$  olarak bulunmuştur (Tablo 4).

İtır bitkisi ile farklı güçlerde çalışılan mikrodalga destekli ekstraksiyon sonucu elde edilen örneklerin  $L^*$  değerleri incelendiğinde gücün istatistiksel olarak önemli derecede etkili olduğu ( $p < 0.05$ ), işlem süresinin ise etkilemediği tespit edilmiştir ( $p > 0.05$ ) (Tablo 5). En yüksek  $L^*$  değeri 90 W gücünde 40 dk. sürede  $32.92 \pm 0.01$  olarak belirlenmiştir.  $a^*$  değerleri incelendiğinde ise güç ve süreler arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu ve 90 W değerlerinin diğer güç değerlerinden istatistiksel olarak farklı olduğu görülmüştür. Mikrodalga destekli ekstraksiyon ile elde edilen ıtır hazır çayının  $b^*$  değerleri üzerine mikrodalga gücünün

etkisi istatistiksel olarak önemli iken ( $p < 0.05$ ), işlem süresinin etkisi önemsiz bulunmuştur ( $p > 0.05$ ). 270 W 40 dakikada gerçekleştirilen ekstraksiyonda en yüksek  $b^*$  değerine ulaşılmış ve bu değer  $9.93 \pm 0.03$  olarak belirlenmiştir.

Ultrason destekli ekstraksiyona ait renk değerleri güç ve zaman açısından incelendiğinde  $L^*$   $a^*$  ve  $b^*$  değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür ( $p < 0.05$ ) (Tablo 6).

En yüksek  $L^*$  değeri 14 W gücünde 10 dk. sürede gerçekleştirilen ultrason destekli ekstraksiyon işlemi elde edilmiş ve bu değer  $33.48 \pm 0.02$  olarak belirlenmiştir. Kontrol grubu olan maserasyon ıtır örneğine ait  $L^*$  değeri  $34.18 \pm 0.01$ ,  $a^*$  değeri  $-0.36 \pm 0.03$  ve  $b^*$  değeri ise  $3.90 \pm 0.01$  olarak bulunmuştur. Sarı kantaron ve ıtır bitkisinde yapılan mikrodalga destekli ekstraksiyon ve ultrason destekli ekstraksiyon işlemleri için  $L^*$  değeri ultrason destekli ekstraksiyonda daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlardan yola çıkarak ultrason destekli ekstraksiyonla renk pigmentlerinin çözücüye daha fazla geçtiği söylenebilir.

Tablo 5. İtır bitkisinin mikrodalga destekli ekstraksiyon işlemi sırasında mikrodalga gücü ve işlem süresinin renk değerleri üzerine etkisi.

Table 5. Effect of microwave power and processing time during microwave-assisted extraction on color values of geranium plants.

MD gücü (W)	İşlem süresi (dk.)	İtır		
		$L^*$	$a^*$	$b^*$
90	10	$32.65 \pm 0.04^{a,A}$	$-0.44 \pm 0.04^{b,B}$	$6.79 \pm 0.01^{a,B}$
90	20	$31.96 \pm 0.02^{a,A}$	$-0.24 \pm 0.04^{b,AB}$	$8.75 \pm 0.03^{a,B}$
90	30	$31.10 \pm 0.00^{a,A}$	$0.03 \pm 0.03^{b,A}$	$9.33 \pm 0.02^{a,B}$
90	40	$32.92 \pm 0.01^{a,A}$	$0.06 \pm 0.04^{b,A}$	$8.47 \pm 0.03^{a,A}$
90	50	$31.87 \pm 0.05^{a,A}$	$-0.05 \pm 0.04^{b,A}$	$9.44 \pm 0.04^{a,B}$
180	10	$27.76 \pm 0.01^{b,A}$	$0.47 \pm 0.03^{a,B}$	$7.88 \pm 0.02^{b,B}$
180	20	$26.47 \pm 0.01^{b,A}$	$0.84 \pm 0.01^{a,AB}$	$6.67 \pm 0.02^{b,B}$
180	30	$26.54 \pm 0.01^{b,A}$	$1.05 \pm 0.02^{a,A}$	$7.30 \pm 0.03^{b,B}$
180	40	$28.18 \pm 0.27^{b,A}$	$1.82 \pm 0.04^{a,A}$	$9.45 \pm 0.04^{b,A}$
180	50	$25.71 \pm 0.01^{b,A}$	$1.24 \pm 0.02^{a,A}$	$6.60 \pm 0.02^{b,B}$
270	10	$27.14 \pm 0.02^{b,A}$	$0.47 \pm 0.04^{a,B}$	$6.52 \pm 0.04^{b,B}$
270	20	$26.48 \pm 0.01^{b,A}$	$0.91 \pm 0.04^{a,AB}$	$6.62 \pm 0.02^{b,B}$
270	30	$25.08 \pm 0.10^{b,A}$	$1.31 \pm 0.03^{a,A}$	$7.13 \pm 0.03^{b,B}$
270	40	$29.14 \pm 0.01^{b,A}$	$1.45 \pm 0.03^{a,A}$	$9.93 \pm 0.03^{b,A}$
270	50	$26.38 \pm 0.01^{b,A}$	$1.31 \pm 0.05^{a,A}$	$6.58 \pm 0.02^{b,B}$

Aynı sütünlardaki farklı harfe sahip olan ortalama farklar  $p \leq 0.05$  değerinde önemlidir. (a,b,c: Güç parametresine göre A,B,C,D; Zaman parametresine göre)

Tablo 6. İtır bitkisinin ultrason destekli ekstraksiyon işlemi sırasında ultrason gücü ve işlem süresinin renk değerleri üzerine etkisi.

Table 6. Effect of ultrasound power and processing time during the ultrasound-assisted extraction on color values of geranium plants.

US gücü (W)	İşlem süresi (dk.)	İtır		
		$L^*$	$a^*$	$b^*$
14	1	$32.97 \pm 0.18^{a,A}$	$-0.09 \pm 0.02^{a,A}$	$2.74 \pm 0.02^{c,C}$
14	10	$33.48 \pm 0.02^{a,AB}$	$-0.06 \pm 0.02^{a,A}$	$2.49 \pm 0.01^{c,B}$
14	20	$33.20 \pm 0.06^{a,AB}$	$-0.11 \pm 0.03^{a,A}$	$2.83 \pm 0.01^{c,BC}$
14	30	$33.12 \pm 0.03^{a,AB}$	$-0.14 \pm 0.04^{a,A}$	$2.89 \pm 0.03^{c,AB}$
14	60	$33.21 \pm 0.01^{a,B}$	$-0.30 \pm 0.04^{a,B}$	$4.26 \pm 0.02^{c,A}$
35	1	$33.42 \pm 0.02^{a,A}$	$-0.13 \pm 0.02^{b,A}$	$2.61 \pm 0.01^{b,C}$
35	10	$31.59 \pm 0.08^{a,AB}$	$-0.32 \pm 0.02^{b,A}$	$4.57 \pm 0.01^{b,B}$
35	20	$32.18 \pm 2.56^{a,AB}$	$-0.29 \pm 0.03^{b,A}$	$3.65 \pm 0.60^{b,BC}$
35	30	$32.36 \pm 0.02^{a,AB}$	$-0.33 \pm 0.01^{b,A}$	$4.27 \pm 0.01^{b,AB}$
35	60	$30.75 \pm 0.11^{a,B}$	$-0.65 \pm 0.04^{b,B}$	$6.02 \pm 0.05^{b,A}$
56	1	$32.50 \pm 0.08^{b,A}$	$-0.22 \pm 0.02^{b,A}$	$3.13 \pm 0.02^{a,C}$
56	10	$30.28 \pm 0.19^{b,AB}$	$-0.55 \pm 0.03^{b,A}$	$5.62 \pm 0.02^{a,B}$
56	20	$28.00 \pm 2.20^{b,AB}$	$-0.34 \pm 0.05^{b,A}$	$5.50 \pm 1.05^{a,BC}$
56	30	$26.28 \pm 2.00^{b,AB}$	$-0.33 \pm 0.15^{b,A}$	$5.99 \pm 1.20^{a,AB}$
56	60	$27.61 \pm 0.09^{b,B}$	$-0.82 \pm 0.04^{b,B}$	$6.29 \pm 0.03^{a,A}$

Aynı sütünlardaki farklı harfe sahip olan ortalama farklar  $p \leq 0.05$  değerinde önemlidir. (a,b,c: Güç parametresine göre A,B,C,D; Zaman parametresine göre)

### 3.3 Çözünürlük

Sarı kantaron örneğinde her iki ekstraksiyon yöntemi için birer noktada liyofilizasyon işlemi uygulanmıştır. Toz örneklerde çözünürlük analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 7'de yüzde (%) olarak ifade edilmiştir. Sonuçlar arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark olduğu görülmüştür ( $p<0.05$ ). Mikrodalga ile elde edilen ekstraktların çözünürlük değeri %83.9 iken, ultrason ekstraksiyonu ile elde edilen örneklerde çözünürlük miktarı %77.0 olarak hesaplanmıştır. Maserasyon yöntemi ile elde edilen sarı kantaron ekstraktlarının çözünürlük değeri ise %84.8 olarak bulunmuştur. Aynı şekilde ıtır örneğinde de her iki ekstraksiyon yöntemi için birer noktada liyofilizasyon işlemi uygulanmıştır.

Tablo 7. Farklı ekstraksiyon yöntemlerinin çözünürlük değerlerine etkisi.

Table 7. Effects of different extraction methods on solubility values.

Ekstraksiyon Yöntemi	Sarı Kantaron Hazır Çayı	İtir Hazır Çayı
Mikrodalga Destekli	%83.9 <sup>a</sup>	%89.6 <sup>a</sup>
Ultrason Destekli	%77.0 <sup>b</sup>	%77.4 <sup>c</sup>
Maserasyon	%84.8 <sup>a</sup>	%80.2 <sup>b</sup>

Aynı sütünlardaki farklı harfe sahip olan ortalama farklar  $p\leq 0.05$  değerinde önemlidir.

Toz örneklerde çözünürlük analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 7'de yüzde (%) olarak ifade edilmiştir. Sonuçlar arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark olduğu görülmüştür ( $p<0.05$ ). Mikrodalga ile elde edilen ekstraktların çözünürlük değeri %89.6 iken, ultrason ekstraksiyonu ile elde edilen örneklerde çözünürlük miktarı %77.4 olarak hesaplanmıştır. Maserasyon yöntemi ile elde edilen ıtır ekstraktlarının çözünürlük değeri ise %80.2 olarak bulunmuştur. Mikrodalga destekli ekstraksiyon sonucu elde edilen ekstraktlar kullanılarak hazırlanan hazır çay tozlarının çözünürlük verilerinin diğer yöntemlere kıyasla daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Her iki bitki için de çözünürlük değerleri ultrason destekli ekstraksiyonla elde edilen hazır çay tozlarında daha düşük olmasına rağmen, toplam fenol içeriğinin yüksek olması çözünmez özellikteki fenolik bileşikler açısından zengin olduklarını düşündürmektedir.

Shittu ve Lawal [32] toz kakao içeceklerinin instant özelliklerini etkileyen faktörler üzerine yaptıkları çalışmada en iyi çözünürlük değerinin %44-77 arasında olduğunu belirtmişlerdir. Buna göre, mikrodalga ve ultrason destekli ekstraksiyon ile elde edilen toz örneklerin çözünürlüğünün yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

## 4 Sonuç

Yapılan bu çalışmada sarı kantaron bitkisinde en yüksek fenolik madde miktarına ( $92.63\pm 0.00$  mg gallik asit eşdeğeri/g kuru madde) mikrodalga destekli ekstraksiyon ile 270 W gücünde 40 dk. sonunda ulaşılmıştır. Ultrason destekli ekstraksiyonda ise artan ultrason gücünün fenolik madde miktarını artırdığı fakat sürenin artmasının 14 ve 35 W gücünde fenolik madde miktarına negatif yönde etki ettiği görülmüştür. En yüksek fenolik madde miktarı ( $161.40\pm 0.00$  mg gallik asit eşdeğeri/g kuru madde) 56 W gücünde ve 60 dk. işlem süresi koşullarında elde edilmiştir.

Çalışmada işlenen diğer bir materyal olan ıtır bitkisinde de yüksek mikrodalga güçlerinde fenolik madde miktarının arttığı

görülmüş ve en yüksek fenolik madde miktarına ( $110.11\pm 5.53$  mg gallik asit eşdeğeri/g kuru madde) 270 W 50 dk. sonunda ulaşılmıştır. Ultrason destekli ekstraksiyonda ise yüksek ultrason gücünün ve artan sürenin fenolik madde miktarını artırdığı gözlemlenmiştir. Bu bulgular ışığında ultrason destekli ekstraksiyon işlemi için en uygun koşulların 35 W ultrason gücü ve 60 dk. işlem süresi olduğu tespit edilmiştir. Çözünürlük değerleri kıyaslandığında ise mikrodalga destekli ekstraksiyonla en iyi sonuçların elde edildiği bulunmuştur.

Sonuç olarak, mikrodalga ve ultrason destekli ekstraksiyon işlemlerinde güç ve sürenin toplam fenolik madde içeriği üzerine etkili olduğu ve geleneksel yöntemle kıyasla denenen bu yeni teknolojiler ile daha yüksek fenolik madde içeriğine sahip ekstraktlar elde edildiği görülmüştür. Bu yöntemlerin kullanılmasının gıda endüstrisinde yüksek kalitede hazır bitki çayı üretimine olanak sağlayacağı düşünülmektedir. Çözünürlük özellikleri sayesinde soğuk su ile de kullanılabilme kolaylığı sağlayan hazır çay tozlarının bu sayede gelişmiş tat ve koku niteliklerinin bulunacağı da düşünülmektedir. Hazır çay üretiminde önemli bir parametre olan çözünürlük değerleri dikkate alındığında ise ıtır ve sarı kantaron bitkisinde mikrodalga destekli ekstraksiyonun daha tercih edilebilir bir yöntem olduğu söylenebilir.

## 5 Conclusion

In this study, the highest amount of phenolic matter ( $92.63\pm 0.00$  mg gallic acid equivalents/g dry matter) in St. John's wort plant was reached after 40 min. at 270 W power by microwave extraction. In ultrasound-assisted extraction, it was observed that increasing ultrasound power increased the amount of phenolic content, but the increase in extraction time at 14 and 35W had a negative effect on the amount of phenolic content. The highest amount of phenolic matter ( $161.40\pm 0.00$  mg gallic acid equivalents/g dry substance) was obtained at 56 W power and 60 min. treatment time conditions.

For the geranium plant, it was observed that the amount of phenolic content decreased at high microwave powers and the highest phenolic content ( $110.11\pm 5.53$  mg gallic acid/g dry matter) was reached after 270 W 50 minutes. In ultrasound assisted extraction, it was observed that high ultrasound power and increasing time increased the amount of phenolic content. In the light of these findings, it was determined that the optimum conditions for ultrasound assisted extraction were 35 W ultrasound power and 60 min. processing time. When the solubility values were compared, it was found that the best results were obtained with microwave assisted extraction.

As a result, it has been observed that the power and time influence the total phenolic content in microwave and ultrasound assisted extraction processes and extracts with higher phenolic content are obtained with these new technologies compared to the traditional method. It is thought that the use of these methods will enable the production of high-quality instant herbal tea in the food industry. Moreover, instant herbal tea powders provide the advantage of improved taste and odor properties due to solubility values which enable their usage with cold water. Considering the solubility values, which are an important parameter in instant tea production, it can be said that microwave assisted extraction is a more preferable method for geranium and St. John's Wort processing.

## 6 Teşekkür

Bu çalışma, '1919B011801266' No.lu TÜBİTAK Projesi Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında yürütülmüştür.

## 7 Yazar katkı beyanı

Gerçekleştirilen çalışmada Merve Silanur YILMAZ, Kübra KÖŞKER, Hicran ARSLAN, Fatoş ALTUNKARA ve Serap ERASLAN deneylerin planlanması ile yapılışında görev almışlar ve taslak metni oluşturmuşlardır. Özge ŞAKIYAN danışman olarak çalışma fikrinin oluşmasında, deney tasarımının oluşturulmasında, verilerin değerlendirilmesinde ve taslağın kontrolünde/düzenlenmesinde görev almıştır. Yazarlar makalenin son halini okumuş ve onaylamıştır.

## 8 Etik kurul onayı ve çıkar çatışması beyanı

"Hazırlanan makalede etik kurul izni alınmasına gerek yoktur"  
"Hazırlanan makalede herhangi bir kişi/kurum ile çıkar çatışması bulunmamaktadır".

## 9 Kaynaklar

- [1] Altan A, Damlar İ, Aras M, Alpaslan C. "Sarı kantaronun (*Hypericum perforatum*) yara iyileşmesi üzerine etkisi". *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 24(4), 578-591, 2015.
- [2] Ekren S, Sönmez Ç, Bayram E. "Sarı kantaron (*Hypericum perforatum* L.) klonlarında bazı tarımsal ve kalite özelliklerinin belirlenmesi". *Tarım Bilimleri Dergisi*, 16, 225-234, 2010.
- [3] Miller DM. *Geranium and Pelargonium*, 1<sup>st</sup> ed. London, Taylor and Francis, 2002.
- [4] Pohlit AM, Lopes NP, Gama RA, Tadei WP, Neto VFD. "Patent literature on mosquito repellent inventions which contain plant essential oils—a review". *Planta Medica*, 77, 598-617, 2011.
- [5] Boukhris M, Simmonds MS, Sayadi S, Bouaziz M. "Chemical composition and biological activities of polar extracts and essential oil of rose-scented geranium, *Pelargonium graveolens*". *Phytotherapy Research*, 27(8), 1206-1213, 2013.
- [6] Gligor O, Mocan A, Moldovan C, Locatelli M, Crişan G, Ferreira IC. "Enzyme-assisted extractions of polyphenols—a comprehensive review". *Trends in Food Science & Technology*, 88, 302-315, 2019.
- [7] Cravotto G, Binello A, Orio L. "Green extraction techniques: for high-quality natural products". *Agro Food Industry Hi-Tech*, 22(6), 57-59, 2011.
- [8] Shahid M, Yusuf M, Mohammad F. "Plant phenolics: A review on modern extraction techniques". *Analytical and Processing Techniques*, 41, 265-287, 2015.
- [9] Chuyen HV, Nguyen MH, Roach PD, Golding JB, Parks SE. "Chemical engineering & processing: process intensification". *Food Science and Nutrition*, 6, 189-196, 2017.
- [10] Kaderides K, Papaoikonomou L, Searfim M, Goula AM. "Microwave-assisted extraction of phenolics from pomegranate peels: optimization, kinetics, and comparison with ultrasounds extraction". *Chemical Engineering & Processing: Process Intensification*, 137, 1-11, 2019.
- [11] Wang S, Chen F, Wu J, Wang Z, Liao X, Hu X. "Optimization of pectin extraction assisted by microwave from apple pomace using response surface methodology". *Journal of food Engineering*, 78(2), 693-700, 2007.
- [12] Mandal V, Mohan Y, Hemalatha S. "Microwave assisted extraction—an innovative and promising extraction tool for medicinal plant research". *Pharmacognosy Reviews*, 1(1), 7-18, 2007.
- [13] Mason TJ, Paniwnyk L, Lorimer JP. "The uses of ultrasound in food technology. Ultrason". *Sonochem*, 3, 253-260, 1996.
- [14] Goula AM, Ververi M, Adamopoulou A, Kaderides K. "Green ultrasound-assisted extraction of carotenoids from pomegranate wastes using vegetable oils". *Ultrasonics Sonochemistry*, 34, 821-830, 2017.
- [15] Soria AC, Villamiel M. "Effect of ultrasound on the technological properties and bioactivity of food: a review". *Trends in Food Science & Technology*, 21(7), 323-331, 2010.
- [16] Knorr D, Ade-Omowaye BIO, Heinz V. "Nutritional improvement of plant foods by non-thermal processing". *Proceedings of the Nutrition Society*, 61(2), 311-318, 2002.
- [17] Tüfekçi S, Özkal SG. "Gıdaların kurutulmasında ultrases kullanımı". *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 21(9), 408-413, 2015.
- [18] Sadıkoğlu H, Özdemir M. "Dondurarak Kurutma Teknolojisi ve Evreleri". *Gıda*, 28(6), 643-649, 2003.
- [19] İşleroğlu H, Türker İ, Koç B, Tokatlı M. "Biyoteknolojik materyallerin kurutulması: püskürtmeli-dondurarak kurutma işlemi". *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24 (7), 1393-1402-1402, 2018.
- [20] Cemeroglu B. *Gıda Mühendisliğinde Temel İşlemler*. 1. Baskı. Ankara, Türkiye, Bizim Grup Basıevi, 2010.
- [21] Shofian NM, Hamid AA, Osman A, Saari N, Anwar F, Pak Dek MS, Hairuddin MR. "Effect of freeze-drying on the antioxidant compounds and antioxidant activity of selected tropical fruits". *International Journal of Molecular Sciences*, 12(7), 4678-4692, 2011.
- [22] Pandey RK, Manimehalai N. "Production of instant tea powder by spray drying". *International Journal of Agriculture & Food Science Technology*, 5(3), 197-202, 2014.
- [23] Yılmaz MS, Şakiyan Ö, Barutçu Mazı I, Mazı BG. "Phenolic content and some physical properties of dried broccoli as affected by drying method". *Food Science & Technology International*, 25(1), 76-88, 2018.
- [24] İnanç AL, Yüksel D. "İhlamur bitkisinin (*Tilia cordata*) katı-sıvı ekstraksiyonunda toplam fenolik madde kinetiğinin matematiksel modellenmesi". *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(1), 12-20, 2018.
- [25] Akbulut M, Çoklar H. "Physicochemical and rheological properties of sesame pastes (Tahin) processed from hulled and unhulled roasted sesame seeds and their blends at various levels". *Journal of Food Process Engineering*, 31, 488-502, 2008.
- [26] Anema SG, Pinder DN, Hunter RJ, Hemar Y. "Effects of storage temperature on the solubility of milk protein concentrate (MPC85)". *Food Hydrocolloids*, 20, 386-393, 2006.
- [27] Choi HS, Kim HS, Park CS, Kim BY, Baik MY. "Ultra high pressure (UHP)-assisted acetylation of corn starch". *Carbohydrate Polymers*, 78(4), 862-868, 2009.
- [28] Shu YY, Ko MY, Chang YS. "Microwave-assisted extraction of ginsenosides from ginseng root". *Microchemical Journal*, 7(2), 131-139, 2003.
- [29] Gullón B, Muñoz-Mouro A, Lú-Chau TA, Moreira MT, Lema JM, Eibes G. "Green approaches for the extraction of antioxidants from eucalyptus leaves". *Industrial Crops and Products*, 138, 1-8, 2019.



- [30] Farahmandfar R, Asnaashari M, Bakhshandeh T. "Influence of ultrasound-assist and classical extractions on total phenolic, tannin, flavonoids, tocopherol and antioxidant characteristics of *Teucrium polium* aerial parts". *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13(2), 1357-1363, 2019.
- [31] Garofulić IE, Dragović-Uzelac V, Jambrak AR, Jukić M. "The effect of microwave assisted extraction on the isolation of anthocyanins and phenolic acids from sour cherry Marasca (*Prunus cerasus* var. Marasca)". *Journal of Food Engineering*, 117(4), 437-442, 2013.
- [32] Shittu TA, Laval MO. "Factors affecting instant properties of powdered cocoa beverages". *Food Chemistry*, 100(1), 91-98, 2007.