



Termal ve ultrases proseslerinin adaçayı ve hibiskus ekstraktlarının bazı kalite özellikleri üzerine etkisi

Effect of thermal and ultrasound processes on some quality characteristics of sage and hibiscus extracts

Cüneyt DİNÇER^{1,2}

¹Akdeniz Üniversitesi, Gıda Güvenliği ve Tarımsal Araştırmalar Merkezi, 07058, Antalya, Türkiye

²Akdeniz Üniversitesi, Finike Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, 07740, Antalya, Türkiye

Sorumlu yazar (Corresponding author): C. Dinçer, e-posta (e-mail): cdincer@akdeniz.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 28 Ağustos 2020
Düzeltilme tarihi 08 Mart 2021
Kabul tarihi 09 Mart 2021

Anahtar Kelimeler:

Adaçayı
Hibiskus
Termal proses
Ultrases
Kalite özellikleri

ÖZ

Bu çalışmada termal ve ultrases uygulamalarının adaçayı ve hibiskus ekstraktlarının bazı kalite özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla 85°C'de su banyosunda, ultrasonik banyoda (<40°C, 0.031 W mL⁻¹ Akustik Güç Yoğunluğu) ve probu ultrases sisteminde (<40°C, 1.337 W mL⁻¹ Akustik Güç Yoğunluğu) uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Uygulama sürecinde 5, 10, 15 ve 20 dk zaman aralıkları ile örnekleme yapılmış ve örneklerde pH, iletkenlik, renk, bulanıklık ve toplam fenolik madde içeriği analizleri yapılmıştır. Adaçayı (1.3 °Bx) ekstraktlarının pH, iletkenlik ve toplam fenolik madde içerikleri sırasıyla 5.66-5.73, 1.61-1.63 ms cm⁻¹ ve 2.58-2.71 g L⁻¹ GAE arasında belirlenirken, hibiskus ekstraktlarında bu değerler sırasıyla 2.28-2.41, 4.05-4.16 ms cm⁻¹ ve 0.80-0.84 g L⁻¹ GAE arasında değişim göstermiştir. Uygulamaların genel olarak bulanıklık değeri dışında önemli bir değişime neden olmadığı gözlemlenmiştir. Probu ultrases sistemi ile 20 dakikalık uygulamadan sonra adaçayı ekstraktlarında bulanıklık değeri 117 NTU'dan 230 NTU'ya yükselirken, bu değer hibiskus ekstraktlarında 58.95 NTU'dan 153.6 NTU'ya yükselmiştir.

ARTICLE INFO

Received 28 August 2020
Received in revised form 08 March 2021
Accepted 09 March 2021

Keywords:

Sage
Hibiscus
Thermal process
Ultrasound
Quality properties

ABSTRACT

In this study, the effects of thermal and ultrasound applications on some quality properties of sage and hibiscus extracts were investigated. For this purpose, applications were carried out in 85°C water bath, ultrasonic bath (<40°C, 0.031 W mL⁻¹ Acoustic Power Density) and probe ultrasound system (<40°C, 1.337 W mL⁻¹ Acoustic Power Density). The samples were taken at, 5th, 10th, 15th, 20th minutes during the applications and analysis of pH, conductivity, color, turbidity and total phenolic content of the samples were performed. While pH, conductivity and total phenolic content of sage extracts (1.3 °Bx) were determined between 5.66-5.73, 1.61-1.63 ms cm⁻¹ and 2.58-2.71 g L⁻¹ GAE, respectively, these values were changed between 2.28-2.41, 4.05-4.16 ms cm⁻¹ and 0.80-0.84 g L⁻¹ GAE in hibiscus extracts, respectively. It has been observed that the applications generally do not cause any significant change except for the turbidity value. While the turbidity increased from the 117 NTU to 230 NTU in sage extracts, this value increased from the 58.95 NTU to 153.6 NTU in hibiscus extracts after 20 minutes of application with the probe ultrasound system.

1. Giriş

Son yıllarda yapılan çalışmalarla tıbbi ve aromatik bitkilerin içerdiği biyoaktif bileşenlerin sağlık açısından önemli faydaları olduğunun vurgulanması bu bitkilerin değerini ve tüketimini arttırmıştır. Bu kapsamda adaçayı ve hibiskus içerdiği biyoaktif bileşenlerin yanı sıra sahip oldukları aroma ve göz alıcı renk maddeleri sayesinde son yıllarda kozmetikten, parfümeriye, kimyadan gıdaya kadar pek çok sektörde kullanım alanı bulabilmektedir (Dinçer ve ark. 2020; Dinçer 2020).

Ülkemizde adaçayı olarak bilinen *Salvia* cinsi bitkiler Lamiaceae familyasının en önemli üyeleri arasında yer almaktadır. Latince kökenli bir kelime olan *Salvia* "iyileştirmek" veya "tedavi etmek" anlamlarını taşımaktadır. Kökeni ve yayılış alanı Akdeniz çevresi olan *Salvia* cinsinin en iyi bilinen türü ise tıbbi adaçayı olarak da tanınan *Salvia officinalis*'tir (Tepe 2002; Baydar 2005). Ancak *S. officinalis* ülkemizde doğal olarak yetişmemekte, kültür koşullarında

yetiştirilmektedir. Türkiye’de yaygın olarak bulunan ve ticari öneme sahip *Salvia* türlerinin başında ise *Salvia fruticosa* (sinonim *S. triloba*) gelmektedir (Baser 2002; Baydar 2005). *S. fruticosa*’nın önemli miktarda fenolikler ve terpenoidler gibi biyoaktif bileşenler içerdiği, anti-enflamatuar, antimikrobiyal ve antioksidan aktivitelerinin de çoğunlukla rosmarinik asit (fenolik) ve 1,8-sineole (terpenoid) ile ilişkili olduğu rapor edilmektedir (El-Sayed ve ark. 2001; Delamare ve ark. 2007; Şahin-Nadeem ve ark. 2013). Adaçayı kozmetik, parfümeri ve kimya endüstrisinde kullanımının yanında et yemeklerinde aroma verici baharat olarak ve özellikle bitki çayı olarak yaygın şekilde tüketilmektedir (Delamare ve ark. 2007; Yağcıoğlu 2015; Gezek ve ark. 2019).

Hibiskus (*Hibiscus sabdariffa* L.) bitkisi ise tropikal ve subtropikal iklimlerde yetiştirilebilen, Malvaceae familyasından, çalimsı bir bitkidir (Gedik 2014). Bitkinin ticari olarak önemli olan kısmı etli çanak yapraklarıdır (Gedik 2014). Hibiskus çanak yaprakları (kaliksleri) önemli miktarda karbonhidrat, protein, ham lif ve organik asit içermesi yanında hibiskusun ticari olarak önemi özellikle antosiyanin içeriğinden kaynaklanmaktadır (Cid-Ortega ve Guerrero-Beltrán 2015). Son dönemde yapılan çalışmalarda hibiskus ekstraktlarının, içerdiği biyoaktif maddelere bağlı olarak antioksidan, antibakteriyel, diüretik, ateş düşürücü, tansiyon düşürücü, antikoosterol ve anti-diabetik özellikler gösterdiği bildirilmektedir (Da-Costa-Rocha ve ark. 2014; Cid-Ortega ve Guerrero-Beltrán 2015). Hibiskus gıda endüstrisinde bitki çayı, sıcak ve soğuk içecekler, reçel, şekerlemeler, dondurma, çikolata, tatlandırıcılar, puding ve pasta gibi ürünlerin hazırlanmasında kullanılmaktadır (Da-Costa-Rocha ve ark. 2014; Cid-Ortega ve Guerrero-Beltrán 2015).

Adaçayı ve hibiskus gibi bitkisel kaynaklı ürünlerin gıda endüstrisinde istenen amaca uygun olarak değerlendirilebilmesi için ekstraksiyon, pastörizasyon, konsantrasyon vb. işlemlere tabi tutulması gerekmektedir. Bu doğrultuda gıda sanayiinde klasik termal yöntemlerinin kullanımı oldukça yaygındır. Ancak bu yöntemlerde, yüksek düzeyde çözgen kullanımının yanı sıra, süre ve sıcaklığa bağlı olarak ısıya hassas bileşenlerce zengin ürünlerde arzu edilmeyen olumsuzlukların meydana gelmesi yeni yöntemler ile ilgili çalışmaların önemini arttırmıştır. Bu kapsamda ısı ile işlemle kıyasla daha düşük sıcaklıklarda işlemlere imkan tanıyan ultrases gibi yöntemler ön plana çıkmaktadır (Ergün ve ark. 2013; Dinçer ve ark. 2020).

Ultrases, katı, sıvı ve gazlardan geçebilen, insanların duyma sınırı olan, frekansı 20 kHz üzerindeki ses dalgaları olarak tanımlanabilmektedir (Condón ve ark. 2005; Dinçer ve Topuz 2018). Ultrases sıvı içerisinde uygulandığında sonikasyon olarak adlandırılabilir (Tiwari ve Mason 2011). Sonikasyonun temel etki mekanizması ise kavitasyon ile açıklanmaktadır. Ses dalgası sıvının içerisinde geçerken boyuna dalgalar oluşturur ve ardışık olarak kasılıp gevşeme olayları gerçekleşir ve mikro kabarcıklar ile boşluklar oluşur. Sıvı içindeki küçük kabarcıklar ultrases dalgalarının gevşeme-sıkışma hareketleri ile hızlı bir şekilde gelişmekte ve kritik bir değere ulaştığında patlamaktadır ki buna kavitasyon denir (Piyasena ve ark. 2003; Tiwari ve Mason 2011).

Son yıllarda ultrases işleminin adaçayı ve hibiskus gibi bitkilerin ekstraksiyonunda, ayrıca meyve suyu gibi soğuk içeceklerin pastörizasyonunda uygulanabilirliği ile ilgili önemli çalışmalar yürütülmektedir. Ancak özellikle son dönemde adaçayı ve hibiskus gibi bitkilerin soğuk içecek üretimindeki kullanımını önemli düzeyde artmasına rağmen, bu bitki ekstraktlarının ultrases ile işlenmesini konu alan çalışmaların

oldukça sınırlı olduğu görülmektedir. Bu noktadan hareketle bu çalışmanın amacı termal ve farklı ultrases sistemlerindeki uygulamaların adaçayı ve hibiskus ekstraktlarının bazı özellikleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesidir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışmada materyal olarak, sırasıyla 1.3 ve 2.3 °Briks seviyesinde suda çözünür kuru madde içeriğine sahip adaçayı ve hibiskus ekstraktları kullanılmıştır. Ekstraktları hazırlamak için Antalya’da faaliyet gösteren bir aktardan temin edilen adaçayı (*Salvia fruticosa*) ve hibiskus (*Hibiscus sabdariffa* L.) bitkisinin kurutulmuş yaprakları kullanılmıştır. Örnekler blenderda (Beko BKK-2155 Maxi El Blenderı, Türkiye) öğütüldükten sonra elekler (Retsch, GmbH & Co. KG, Almanya) yardımıyla partikül büyüklüğünün 0.5-1.0 mm arasında olması sağlanmıştır. Ekstraksiyon işlemi örnek su oranı 4/100 olacak şekilde 75°C deki su banyosunda (Heidolph Hei VAP Precision, Almanya) 500 d dk-1 karıştırma hızındaki pervaneli karıştırıcı (MTOPS MS3040D Lab. Stirrer Kore) yardımıyla 30 dk süreyle gerçekleştirilmiştir. Ardından elde edilen ekstraktlar kaba filtre kağıdından süzülükten sonra denemelere kadar +4°C’de muhafaza edilmiştir. Refraktometre ile yapılan ölçüme göre adaçayı ve hibiskus ekstraktlarının suda çözünür kuru madde içerikleri sırasıyla 1.3 ve 2.3 °Bx olarak belirlenmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Termal ve ultrases prosesleri

Elde edilen çözeltilere termal ve ultrasonik işlemler uygulanmıştır. Bu amaçla termal proses 85°C’deki su banyosunda (Heidolph Hei VAP Precision, Almanya) gerçekleştirilmiştir. İlk olarak ağız vidalı kapaklı 100 mL’lik cam şişelere 50 mL örnek aktarılmıştır. Ardından su banyosundaki su seviyesi şişe içerisindeki çözelti seviyesinin üzerinde olacak şekilde ayarlanmıştır. Örneklemeler 5, 10, 15 ve 20 dk zaman aralıkları ile su banyosundan ikişer şişenin alınmasıyla gerçekleştirilmiştir. Örneklerin merkez sıcaklıklarının 85°C’ye yaklaşık 5.5 dk içerisinde ulaştığı, harici olarak su banyosuna konulan örnek içerisindeki termokapıl ile belirlenmiştir.

Ultrasonik uygulamalar; problu sistem ve ultrasonik banyo olmak üzere iki farklı sistemde gerçekleştirilmiştir. Problu ultrases sisteminde uygulanan işlem 13 mm prop ve ultrasonik dönüştürücüye sahip 20 kHz sabit frekansta çalışan ultrases cihazı (VC750, 750 W, Sonics and Materials, Inc., Mewtown, Conn., A.B.D.) ile gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar çift cidarlı beher (100 mL hacimli, 4.2 cm iç çap ve 10.5 cm yüksekliğinde) içerisinde gerçekleştirilmiştir. İşlemin 40°C’nin altında gerçekleştirilebilmesi için uygulamalar boyunca çift cidarlı beher içerisinde su banyosu (RW-3025 Lab Copanion, Kore) vasıtasıyla su sirkülasyonu sağlanmış ve örneklerin sıcaklığı K-tipi termokapıl (CHY 500K Thermometer, Taiwan) ile kontrol edilmiştir. Ultrases işlemi %100 genlik seviyesinde beşer saniye aralıklar ile kesikli olarak uygulanmıştır. Ultrases probu örneklerin içerisine, sıçramaların ve köpük oluşumunun minimum olduğu, ön denemeler ile belirlenmiş ~2.5cm derinlikte daldırılmış ve ultrases uygulaması gerçekleştirilmiştir. Uygulama süresi (5, 10, 15 ve 20 dk) sonunda örnekler vidalı kapaklı 100 mL’lik cam şişelere aktarılmış ve analizlere kadar +4°C’de muhafaza edilmiştir. Akustik güç yoğunluğu (AGY) işlem gören sıvının 1 mL’sine uygulanan enerjinin bir

göstergesidir (Tiwari ve Mason 2011, Lee ve ark. 2013) ve bu ölçüm farklı ultrases sistemlerinin karşılaştırılabilmesi ve daha büyük kapasiteli sistemlerin planlanmasında önem arz etmektedir. Bu çalışmada AGY, Tiwari ve Mason (2011)'in rapor ettiği metoda göre kalorimetrik olarak belirlenmiş ve 1.337 W mL⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Bu amaçla ultrases uygulaması sırasında suyun sıcaklığı (T) zamanın bir fonksiyonu olarak termokapıl ile ölçülmüştür. Zamana karşı sıcaklık verilerinden başlangıç sıcaklığının yükselişinin (dT dt⁻¹) polinomal kurveye uygunluğu belirlenmiştir. Ultrasonik güç (P) ve AGY (W mL⁻¹) değerleri aşağıdaki eşitlikler kullanılarak hesaplanmıştır.

$$P = mc_p \left(\frac{dT}{dt} \right)_{t=0} \quad (1)$$

$$AGY = \frac{P}{V} \quad (2)$$

Eşitlikte yer alan, P= Ultrasonik güç (W), m= Örneğin kütlesi (kg), C_p= Suyun özgül ısısı (kJ kg⁻¹C⁻¹), dT dt⁻¹ zamana bağlı sıcaklık değişimi (kurvenin eğimi) (°C s⁻¹), AGY akustik güç yoğunluğu (W mL⁻¹) ve V örnek hacmidir (mL).

Ultrasonik banyoda (Çalışkan Ultrasonic Cleaner, Türkiye) uygulama 40°C, 40 kHz sabit frekansta ve 0.031 W mL⁻¹ Akustik Güç Yoğunluğunda (AGY) gerçekleştirilmiştir. AGY, Tiwari ve Mason (2011)'in rapor ettiği metoda göre problu sistemde olduğu gibi kalorimetrik olarak belirlenmiştir. Termal proste olduğu gibi, 50 mL örnek ağız vidalı kapaklı 100 mL'lik cam şişelere aktarılmıştır. Ultrasonik banyodaki su seviyesi şişe içerisindeki çözelti seviyesinin üzerinde olacak şekilde ayarlanmıştır. Örnekleme 5, 10, 15 ve 20 dk zaman aralıkları ile ultrasonik banyodan ikişer şişenin alınmasıyla gerçekleştirilmiştir.

2.2.2. Analizler

2.2.2.1. Suda çözünür kuru madde tayini (SÇKM)

Örneklerin suda çözünabilir kuru madde miktarı refraktometre (PAL-α ATAGO, Tokyo, Japonya) ile oda sıcaklığında ölçülmüştür.

2.2.2.2. pH ve iletkenlik ölçümü

Örneklerin pH ve iletkenlik değerleri oda sıcaklığında dijital pH metre (Orion 4-Star pH meter, Thermo Scientific, ABD) ve iletkenlik ölçer (Mettler Toledo S230, Switzerland) kullanılarak ölçülmüştür.

2.2.2.3. Renk analizi

Örneklerin renk analizi Konica-Minolta CR-400 (Japonya) renk ölçer cihazı ve sıvı kabı kullanılarak yapılmıştır. Renk, L* (koyuluk-açıklık), a* (yeşillik-kırmızılık), b* (mavilik-sarılık) renk parametreleri cinsinden ifade edilmiştir. Ayrıca Hue açısı (h) ve Chroma (C) değerleri aşağıdaki eşitlikler ile hesaplanmıştır.

$$h^\circ = \frac{180}{\pi} \tan^{-1}(b/a) \quad (3)$$

$$C = \sqrt{(a^2 + b^2)} \quad (4)$$

2.2.2.4. Bulanıklık

Örneklerdeki bulanıklık değeri ölçümü için örnek 95 mm yükseklik ve 25 mm çapa sahip örnek kabına yerleştirilmiş ve turbidimetre (Hach 2100 N Turbidimeter, A.B.D.) kullanılarak NTU (Nephelometric Turbidity Unit) değeri cinsinden belirlenmiştir (Tajchakavit ve ark. 2001).

2.2.2.5. Toplam fenolik madde

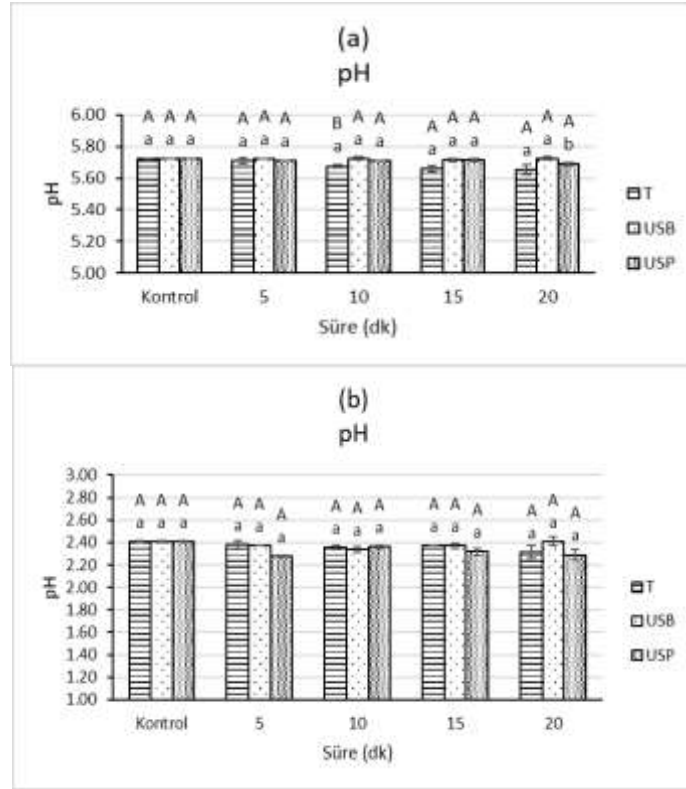
Toplam fenolik madde miktarı spektrofotometrik yöntemle belirlenmiştir. Bu amaçla, 0.5 mL örnek üzerine sırasıyla 2.5 mL Folin-Ciocalteu çözeltisi (saf su ile 10 kat seyreltilmiş) ve (0.5 ile 2 dk arasında bekleme süresinden sonra) 2 mL %7.5'lik sodyum karbonat (Na₂CO₃) çözeltisi eklenmiştir. Elde edilen karışım vorteksle karıştırıldıktan sonra 50°C'deki su banyosunda 5 dk bekletilmiştir. Daha sonra oda sıcaklığına soğutulmuş spektrofotometrede (Thermo Scientific Evolution 160 UV-Vis, ABD) 760 nm dalga boyunda absorbans, okunmuştur. Elde edilen absorbans değerleri gallik asit çözeltileri ile oluşturulan kurve yardımıyla g gallik asit eşdeğeri (GAE) L⁻¹ ekstrakta dönüştürülmüştür (Şkerget ve ark. 2005).

2.2.2.6. İstatistiksel analizler

Araştırma tesadüf parselleri deneme desenine göre iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiş, analizler paralelli olarak yürütülmüştür. Ortalamalar varyans analizine tabi tutularak, önemli bulunan farklılıklar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile ortaya konulmuştur.

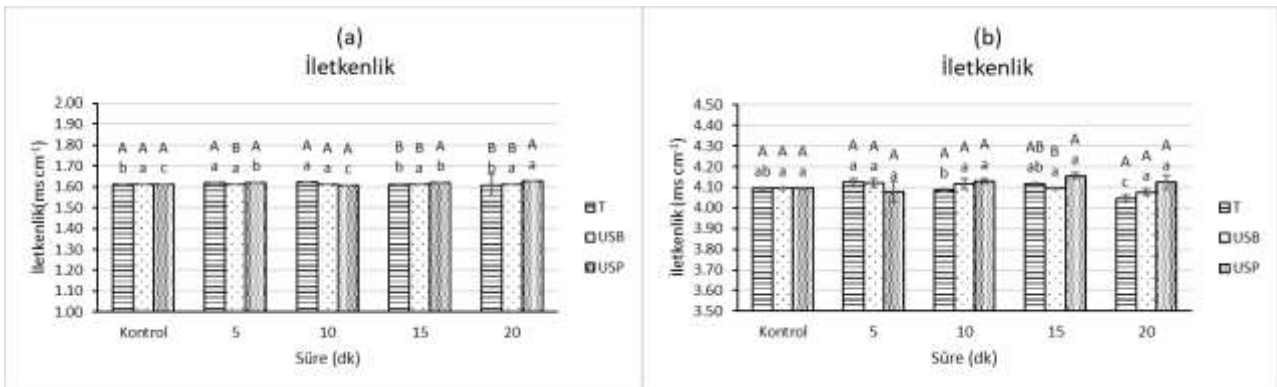
3. Bulgular ve Tartışma

Uygulamalara maruz kalan ekstraktlar %4'lük katı sıvı oranı ile aynı ekstraksiyon şartlarına (75°C, 30 dk 500 d dk⁻¹ karıştırma hızı) tabi tutularak elde edilmiş olsa da hibiskus ekstraktlarının suda çözünür kuru madde içeriğinin (2.3 °Bx) adaçayı ekstraktlarının suda çözünür kuru madde içeriğinden daha yüksek olduğu göze çarpmaktadır. Bu farklılığın en önemli nedeninin adaçayı ve hibiskus örneklerinin bileşimi ve fiziksel yapılarının farklılıklarından kaynaklandığı değerlendirilebilir. Nitekim düzenli zaman aralıkları ile (5, 10, 15, 20 dk) termal ve ultrases işlemi uygulanan örnekler için pH, iletkenlik, bulanıklık ve toplam fenolik madde içeriği sonuçları (Şekil 1-4) incelendiğinde bu farklılık daha net anlaşılmaktadır. Bu kapsamda adaçayı örneklerinin pH değerlerinin 5.66 ile 5.73 arasında, hibiskus örneklerinin ise 2.28 ile 2.41 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Hibiskus örneklerinin adaçayı örneklerine kıyasla daha asidik karakterde olduğu görülmektedir. Bununla birlikte örneklerin pH değerlerinin genel olarak uygulanan (termal işlem 85°C, ultrasonik banyo 0.031 W mL⁻¹ AGY, problu ultrasonik sistem 1.337 W mL⁻¹ AGY) işlem ve süreye bağlı olarak (5, 10, 15, 20 dk) önemli bir değişim göstermediği ifade edilebilir (Şekil 1). Dinçer (2020) 1.4 °Bx seviyesinde suda çözünür kuru madde içeriğine sahip adaçayı ekstraktlarını farklı yöntemler ile konsantrite ettiği çalışmasında benzer şekilde örneklerin pH değerlerinin 5.66 ile 5.76 aralığında tespit edildiğini rapor etmiştir. Chumsri ve ark. (2008) taze ve kurutulmuş hibiskus çanak yapraklarını suda farklı sıcaklık (50, 60°C), süre (30, 60 dk) ve katı/çözücü oranlarında (1/5, 1/10) ekstrakte ettiği çalışmalarında, örneklerin pH değerinin 2.79 ile 2.95, toplam çözünabilir katı madde miktarının ise 5.33-9.80 briks arasında belirlendiğini bildirmişlerdir. Ramirez-Rodrigues ve ark. (2011) 1/40 katı/çözücü oranı ve 25°C'de 30, 60, 120 ve 240 dk ile 90°C'de 2, 4, 8, 16 dk olmak üzere farklı sıcaklık ve sürelerde



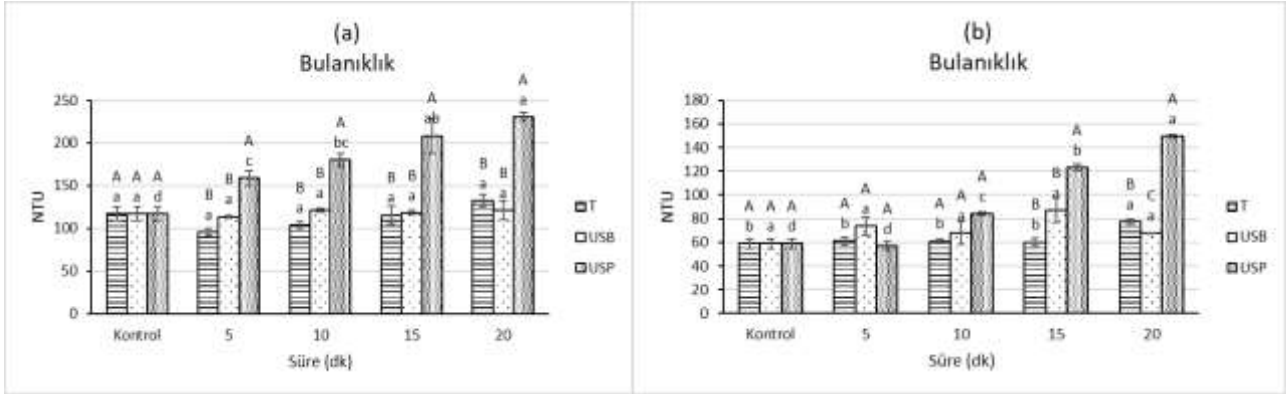
Şekil 1. Farklı yöntemler ile muamele edilen adaçayı (a) ve hibiskus (b) örneklerin zamana bağlı pH değerleri. T: Termal uygulama, 85°C’de, USB: Ultrasonik uygulama, su banyosunda, 0.031 W mL⁻¹ AGY, USP: Ultrasonik uygulama, Probu sistemde, 1.337 W mL⁻¹ AGY. Aynı süredeki farklı büyük harfler metotlar arası farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu gösterir. Ortalama değerler ± standart hata. Aynı desendeki farklı küçük harfler aynı metotta süreler arası farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu gösterir.

Figure 1. Time-dependent pH values of sage (a) and hibiscus (b) extracts treated with different methods. T: Thermal treatment at 85°C, USB: Ultrasonic treatment in water bath at 0.031 W mL⁻¹ APD, USP: Ultrasonic treatment with Probe system at 1.337 W mL⁻¹ APD. Different capital letters on the same time represent that the difference between the different methods is statistically significant. Mean values ± standard error. Different lower case letters in the same pattern represent that the difference between time periods is statistically significant in the same method.



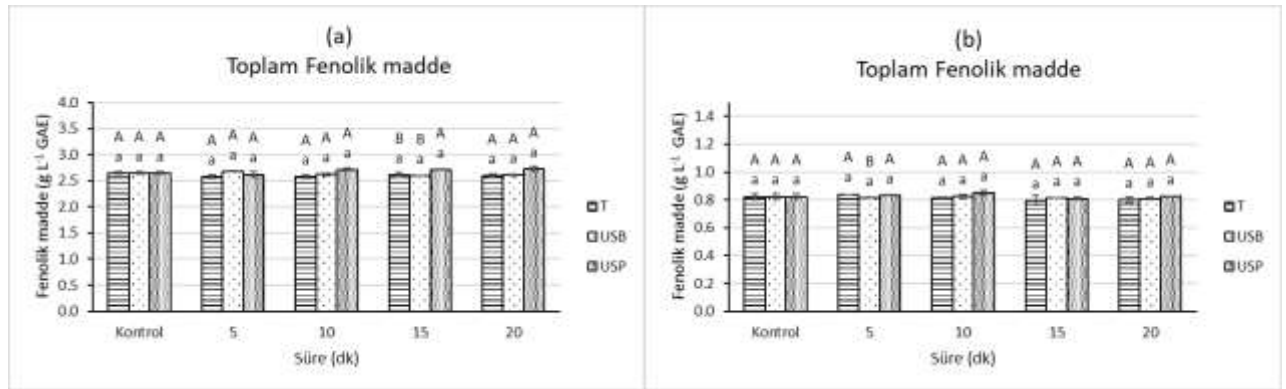
Şekil 2. Farklı yöntemler ile muamele edilen adaçayı (a) ve hibiskus (b) örneklerin zamana bağlı iletkenlik değerleri. T: Termal uygulama, 85°C’de, USB: Ultrasonik uygulama, su banyosunda, 0.031 W mL⁻¹ AGY, USP: Ultrasonik uygulama, Probu sistemde, 1.337 W mL⁻¹ AGY. Aynı süredeki farklı büyük harfler metotlar arası farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu gösterir. Ortalama değerler ± standart hata. Aynı desendeki farklı küçük harfler aynı metotta süreler arası farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu gösterir.

Figure 2. Time-dependent conductivity values of sage (a) and hibiscus (b) extracts treated with different methods. T: Thermal treatment at 85°C, USB: Ultrasonic treatment in water bath at 0.031 W mL⁻¹ APD, USP: Ultrasonic treatment with Probe system at 1.337 W mL⁻¹ APD. Different capital letters on the same time represent that the difference between the different methods is statistically significant. Mean values ± standard error. Different lower case letters in the same pattern represent that the difference between time periods is statistically significant in the same method.



Şekil 3. Farklı yöntemler ile muamele edilen adaçayı (a) ve hibiskus (b) örneklerin zamana bağlı bulanıklık değerleri. T: Termal uygulama, 85°C'de, USB: Ultrasonik uygulama, su banyosunda, 0.031 W mL⁻¹ AGY, USP: Ultrasonik uygulama, Probu sistemde, 1.337 W mL⁻¹ AGY. Aynı süredeki farklı büyük harfler metotlar arası farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu gösterir. Ortalama değerler ± standart hata. Aynı desendeki farklı küçük harfler aynı metotta süreler arası farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu gösterir.

Figure 3. Time-dependent turbidity values of sage (a) and hibiscus (b) extracts treated with different methods. T: Thermal treatment at 85°C, USB: Ultrasonic treatment in water bath at 0.031 W mL⁻¹ APD, USP: Ultrasonic treatment with Probe system at 1.337 W mL⁻¹ APD. Different capital letters on the same time represent that the difference between the different methods is statistically significant. Mean values ± standard error. Different lower case letters in the same pattern represent that the difference between time periods is statistically significant in the same method.



Şekil 4. Farklı yöntemler ile muamele edilen adaçayı (a) ve hibiskus (b) örneklerin zamana bağlı toplam fenolik madde içeriği. T: Termal uygulama, 85°C'de, USB: Ultrasonik uygulama, su banyosunda, 0.031 W mL⁻¹ AGY, USP: Ultrasonik uygulama, Probu sistemde, 1.337 W mL⁻¹ AGY. Aynı süredeki farklı büyük harfler metotlar arası farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu gösterir. Ortalama değerler ± standart hata. Aynı desendeki farklı küçük harfler aynı metotta süreler arası farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu gösterir.

Figure 4. Time-dependent total phenolic content of sage (a) and hibiscus (b) extracts treated with different methods. T: Thermal treatment at 85°C, USB: Ultrasonic treatment in water bath at 0.031 W mL⁻¹ APD, USP: Ultrasonic treatment with Probe system at 1.337 W mL⁻¹ APD. Different capital letters on the same time represent that the difference between the different methods is statistically significant. Mean values ± standard error. Different lower case letters in the same pattern represent that the difference between time periods is statistically significant in the same method.

gerçekleştirdikleri çalışmada; pH değerini 2.31-2.37 arasında, toplam katı miktarını 0.68-1.08 g 100 mL⁻¹ ekstrakt aralığında bildirmişlerdir. Dinçer ve ark. (2020) ise farklı yöntemler ile 1.1 °Bx seviyesine kadar ekstrakte ettikleri hibiskus örneklerinde pH değerinin 2.41-2.42 arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Şekil 2'de sunulan iletkenlik sonuçları incelendiğinde adaçayı örneklerinin iletkenlik değerleri 1.61 ile 1.63 ms cm⁻¹ arasında seyredirken hibiskus örneklerinde bu değer 4.05 ile 4.16 ms cm⁻¹ arasında belirlenmiştir. Hibiskus örneklerinin suda çözünür kuru madde sonuçlarına paralel olarak iletkenlik değerlerinin de adaçayı örneklerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca proses ve uygulama sürelerine bağlı olarak istatistiki açıdan bazı farklılıklar belirlenmesine rağmen bu sonuçların artış ya da azalış şeklinde anlamlı bir eğilimi ifade etmediği görülmektedir (Şekil 2).

Uygulamalar sonucu en önemli değişimin probu ultrases sistemi ile muamele edilen örneklerin bulanıklık değerlerinde olduğu görülmektedir (Şekil 3). Adaçayı kontrol örneğinde 117 NTU olarak belirlenen bulanıklık değerinin probu ultrases sistemi ile 20 dk'lık uygulama sonucu yaklaşık 2 kat artarak 230 NTU değerine, hibiskus kontrol örneğinde ise 58.95 NTU olarak belirlenen bulanıklık değerinin yaklaşık 2.5 kat artarak 153.6 NTU'ya ulaştığı belirlenmiştir. Bununla birlikte termal yöntem ile 85°C'de muamele edilen örnekler ile ultrasonik banyoda muamele edilen örneklerin bulanıklık değerlerinde zamana bağlı olarak önemli bir artış seyri gözlenmemiştir. Probu ultrases sistemindeki örneklerin bulanıklık değerlerinde zamana bağlı önemli ($P < 0.05$) bir artış belirlenirken ultrasonik banyodaki örneklerde böyle bir artış görülmemesi uygulanan ultrases işleminin gücü ile ilişkilendirilebilir. Zira ultrasonik banyodaki işlemin Akustik Güç Yoğunluğu 0.031 W mL⁻¹,

probu ultrasonik sistemin ise 1.337 W mL⁻¹ AGY olarak hesaplanmıştır. Örneklerde ultrasones uygulamasıyla meydana gelen bulanıklık artışı genellikle kavitasyon olgusuyla ilişkilendirilmektedir. Kavitasyon süresince noktasal da olsa meydana gelen yüksek sıcaklık ve basınç değişimleri büyük moleküllerin daha küçük olanlara parçalanmasına neden olmaktadır. Bu da asılı partikül sayısında artışa neden olmakta, yüzey alanının genişlemesiyle partiküller arasındaki mesafe kısalmakta ve böylece çözelti bulanıklığı artabilmektedir (Dinçer ve Topuz 2015).

Adaçayı örneklerinde toplam fenolik madde içeriği 2.58-2.71 g L⁻¹ GAE arasında belirlenirken, hibiskus

örneklerinde ise 0.80 ile 0.84 g L⁻¹ GAE arasında tespit edilmiştir (Şekil 4). Hibiskus örneklerinin suda çözünür kuru madde ve iletkenlik değerleri adaçayıdan daha yüksek belirlenmesine rağmen adaçayı örneklerinin toplam fenolik madde açısından daha zengin olduğu dikkat çekmektedir.

Örneklerin renk ölçüm sonuçları (Çizelge 1-2) incelendiğinde uygulamalar L*, a*, b*, C, h renk değerlerinden bir kısmında istatistiksel açıdan bazı farklılıklara neden olsa da bu etkinin artış ya da azalış şeklinde belirgin bir eğilim göstermediği anlaşılmaktadır.

Çizelge 1. Farklı yöntemler ile muamele edilen adaçayı ekstraktlarının renk değerleri.

Table 1. Color values of sage extracts treated with different methods.

Yöntem	Süre (dk)	L*	a*	b*	C	h
T	Kontrol	18.98±0.06 ^{aA}	1.14±0.14 ^{abA}	3.86±0.08 ^{aA}	4.02±0.11 ^{aA}	73.53±1.64 ^{abA}
	5	18.85±0.13 ^{abA}	1.33±0.05 ^{aA}	4.08±0.08 ^{aA}	4.29±0.09 ^{aA}	72.02±0.29 ^{bA}
	10	18.62±0.05 ^{bcA}	0.96±0.06 ^{bcA}	3.47±0.14 ^{bb}	3.60±0.15 ^{bb}	74.53±0.31 ^{abA}
	15	18.51±0.01 ^{cb}	0.82±0.02 ^{ca}	3.37±0.06 ^{bb}	3.46±0.06 ^{ba}	76.38±0.07 ^{aA}
	20	18.53±0.04 ^{cb}	0.85±0.02 ^{cb}	3.39±0.02 ^{bb}	3.50±0.03 ^{bb}	75.96±0.16 ^{aA}
USB	Kontrol	18.98±0.06 ^{aA}	1.14±0.14 ^{aA}	3.86±0.08 ^{aA}	4.02±0.11 ^{aA}	73.53±1.64 ^{aA}
	5	18.94±0.12 ^{aA}	1.19±0.03 ^{aA}	4.11±0.31 ^{aA}	4.28±0.29 ^{aA}	73.78±1.52 ^{aA}
	10	19.01±0.00 ^{ab}	1.21±0.02 ^{aA}	4.21±0.03 ^{aA}	4.38±0.03 ^{aA}	74.02±0.15 ^{aA}
	15	18.72±0.11 ^{ab}	1.10±0.13 ^{aA}	3.73±0.13 ^{ab}	3.88±0.16 ^{aA}	73.68±1.22 ^{aA}
	20	18.96±0.16 ^{aA}	1.16±0.04 ^{aA}	4.01±0.12 ^{aA}	4.18±0.14 ^{aA}	73.87±0.11 ^{ab}
USP	Kontrol	18.98±0.06 ^{cdA}	1.14±0.14 ^{aA}	3.86±0.08 ^{aA}	4.02±0.11 ^{aA}	73.53±1.64 ^{aA}
	5	18.76±0.08 ^{da}	1.02±0.12 ^{aA}	3.44±0.17 ^{aA}	3.59±0.19 ^{aA}	73.47±1.10 ^{aA}
	10	19.27±0.02 ^{abA}	0.90±0.07 ^{aA}	4.01±0.01 ^{aA}	4.10±0.01 ^{aA}	77.35±0.95 ^{aA}
	15	19.42±0.10 ^{aA}	0.99±0.00 ^{aA}	4.14±0.19 ^{aA}	4.26±0.18 ^{aA}	76.53±0.62 ^{aA}
	20	19.18±0.02 ^{bcA}	1.19±0.07 ^{aA}	4.20±0.17 ^{aA}	4.36±0.18 ^{aA}	74.26±0.20 ^{ab}

T: Termal uygulama, 85°C'de, USB: Ultrasonik uygulama, su banyosunda, 0.031 W mL⁻¹ AGY, USP: Ultrasonik uygulama, Probu sistemde, 1.337 W mL⁻¹ AGY. Aynı sütündeki farklı küçük harfler aynı metotta süreler arası farkın istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) olduğunu gösterir. Ortalama değer±standart hata. Aynı süredeki farklı büyük harfler metotlar arası farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu gösterir.

T: Thermal treatment at 85°C, USB: Ultrasonic treatment in water bath at 0.031 W mL⁻¹ APD, USP: Ultrasonic treatment with Probe system at 1.337 W mL⁻¹ APD. Different lower case letters in the same column represent that the difference between time periods is statistically significant in the same method. Mean values ± standard error. Different capital letters on the same time represent that the difference between the different methods is statistically significant.

Çizelge 2. Farklı yöntemler ile muamele edilen hibiskus ekstraktlarının renk değerleri

Table 2. Color values of hibiscus extracts treated with different methods.

Yöntem	Süre (dk)	L*	a*	b*	C	h
T	Kontrol	17.24±0.03 ^{aA}	0.85±0.18 ^{aA}	2.32±0.06 ^{aA}	2.48±0.01 ^{aA}	69.88±4.50 ^{aA}
	5	17.44±0.10 ^{aA}	0.77±0.11 ^{aA}	2.15±0.05 ^{aA}	2.28±0.08 ^{ba}	70.39±2.20 ^{aA}
	10	17.62±0.05 ^{aA}	0.84±0.01 ^{aA}	2.12±0.00 ^{aA}	2.28±0.00 ^{ba}	68.37±0.34 ^{aA}
	15	17.55±0.05 ^{aA}	1.08±0.02 ^{aA}	2.26±0.01 ^{aA}	2.50±0.01 ^{aA}	64.47±0.25 ^{aA}
	20	17.62±0.18 ^{aA}	1.17±0.05 ^{aA}	2.29±0.05 ^{aA}	2.57±0.02 ^{aA}	62.87±1.41 ^{aA}
USB	Kontrol	17.24±0.03 ^{aA}	0.85±0.18 ^{aA}	2.32±0.06 ^{aA}	2.48±0.01 ^{aA}	69.88±4.50 ^{aA}
	5	17.41±0.11 ^{aA}	0.92±0.04 ^{aA}	2.13±0.04 ^{aA}	2.32±0.05 ^{aA}	66.64±0.38 ^{aA}
	10	17.27±0.03 ^{ab}	0.79±0.07 ^{aA}	2.28±0.03 ^{aA}	2.42±0.01 ^{aA}	70.85±1.77 ^{aA}
	15	17.29±0.05 ^{ab}	0.98±0.12 ^{aA}	2.19±0.05 ^{aA}	2.40±0.01 ^{ab}	65.97±2.90 ^{aA}
	20	17.40±0.08 ^{aA}	0.99±0.03 ^{aA}	2.18±0.12 ^{aA}	2.40±0.12 ^{aA}	65.40±0.52 ^{aA}
USP	Kontrol	17.24±0.03 ^{aA}	0.85±0.18 ^{aA}	2.32±0.06 ^{aA}	2.48±0.01 ^{aA}	69.88±4.50 ^{aA}
	5	17.18±0.02 ^{aA}	1.03±0.05 ^{aA}	2.22±0.01 ^{aA}	2.45±0.03 ^{aA}	65.03±1.02 ^{aA}
	10	17.22±0.04 ^{ab}	1.10±0.10 ^{aA}	2.28±0.08 ^{aA}	2.53±0.11 ^{aA}	64.26±1.32 ^{aA}
	15	17.22±0.03 ^{ab}	1.06±0.05 ^{aA}	2.31±0.00 ^{aA}	2.54±0.02 ^{aA}	65.39±1.01 ^{aA}
	20	17.30±0.04 ^{aA}	1.17±0.24 ^{aA}	2.13±0.21 ^{aA}	2.45±0.07 ^{aA}	61.09±7.28 ^{aA}

T: Termal uygulama, 85°C'de, USB: Ultrasonik uygulama, su banyosunda, 0.031 W mL⁻¹ AGY, USP: Ultrasonik uygulama, Probu sistemde, 1.337 W mL⁻¹ AGY. Aynı sütündeki farklı küçük harfler aynı metotta süreler arası farkın istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) olduğunu gösterir. Ortalama değer±standart hata. Aynı süredeki farklı büyük harfler metotlar arası farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu gösterir.

T: Thermal treatment at 85°C, USB: Ultrasonic treatment in water bath at 0.031 W mL⁻¹ APD, USP: Ultrasonic treatment with Probe system at 1.337 W mL⁻¹ APD. Different lower case letters in the same column represent that the difference between time periods is statistically significant in the same method. Mean values ± standard error. Different capital letters on the same time represent that the difference between the different methods is statistically significant.

4. Sonuç

Halk arasında bitki çayı olarak yaygın şekilde tüketilen adaçayı ve hibiskus gibi bitkiler, sahip oldukları aroma ve renk maddeleri nedeniyle farklı gıda ürünlerinde, özellikle de soğuk içeceklerde daha sık kullanılmaya başlanmıştır. Diğer taraftan söz konusu ürünlerin daha uzun süre muhafaza edilebilmeleri için uygulanan ısı işlemler ürünün ısıya duyarlı bileşenlerine zarar verebilmekte, renk ve aromada istenmeyen değişikliklere neden olabilmektedir. Bu nedenle ultrases gibi ısı olmayan alternatif yöntemlere olan ilgi de artmıştır. Bu çalışmada, hazırlanan adaçayı ve hibiskus ekstraktlarına ultrasonik banyo ve problu sistemde olmak üzere iki farklı ultrases uygulaması ve 85°C'de ısı işlem uygulanmış ve bu örneklerde bazı kalite özellikleri değerlendirilmiştir. Genel olarak analiz sonuçları incelendiğinde uygulamaların bulanıklık değeri dışında önemli bir değişime neden olmadığı belirlenmiştir. Ancak bulanıklığın özellikle içeceklerde önemli bir parametre olarak değerlendirildiği göz ardı edilmemelidir. Bu nedenle, ürünlerin hedeflenen amaca yönelik olarak işlenmesinde kullanılacak yöntemin yanında, yöntemin uygulama şekli, güç ve süresinin, renk ve bulanıklık gibi fiziksel özellikler de göz önüne alınarak optimize edilmesi önem arz etmektedir.

Kaynaklar

- Baser KHC (2002) Aromatic biodiversity among the flowering plant taxa of Turkey. *Pure and Applied Chemistry* 74(4): 527-545.
- Baydar H (2005) Tıbbi, Aromatik ve Keyf Bitkileri Bilimi ve Teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Chumsri P, Sirichote A, Itharat A (2008) Studies on the optimum conditions for the extraction and concentration of roselle (*Hibiscus sabdariffa* Linn.) extract. *Songklanakarın Journal of Science & Technology* 30(1): 133-9.
- Cid-Ortega S, Guerrero-Beltrán JA (2015) Roselle calyces (*Hibiscus sabdariffa*), an alternative to the food and beverages industries: a review. *Journal of Food Science and Technology* 52(11): 6859-6869.
- Condón S, Raso J, Pagán R (2005) Microbial inactivation by ultrasound. In: Barbosa-Cánovas GV, Tapia SM, Cano MP (Ed.) *Novel Food Processing Technologies*. CRC Press, New York.
- Da-Costa-Rocha I, Bonnlaender B, Sievers H, Pischel I, Heinrich M (2014). *Hibiscus sabdariffa* L.–A phytochemical and pharmacological review. *Food Chemistry* 165: 424-443.
- Delamare APL, Moschen-Pistorello IT, Artico L, Atti-Serafini L, Echeverrigaray S (2007) Antibacterial activity of the essential oils of *Salvia officinalis* L. and *Salvia triloba* L. cultivated in South Brazil. *Food Chemistry* 100(2): 603-608.
- Dinçer C, Topuz A (2018) Meyve suyu işlemede ultrases kullanımı. *Gıda* 43(4): 569-581.
- Dinçer C (2020) Adaçayı ekstraktlarının farklı yöntemler ile konsantrasyonunun matematiksel modellenmesi ve kalite özelliklerinin araştırılması. *Gıda* 45(4): 736-747.
- Dinçer C, Tongur T, ErKaymaz T (2020) Farklı ekstraksiyon yöntemlerinin hibiskus ekstraktlarının kalite özellikleri üzerine etkisinin araştırılması. *Gıda* 45(3): 409-420.
- Dinçer C, Topuz A (2015) Inactivation of *Escherichia coli* and quality changes in black mulberry juice under pulsed sonication and continuous thermosonication treatments. *Journal of Food Processing and Preservation* 39(6): 1744-1753.
- El-Sayed NH, Khalifa TI, Ibrahim MT, Mabry TJ (2001) Constituents from *Salvia triloba*. *Fitoterapia* 72(7): 850-853.
- Ergün AR, Baysal T, Bozkır H (2013) Ultrases yöntemi ile karotenoitlerin ekstraksiyonu. *Gıda* 38(4): 239-246.
- Gedik S (2014) Çukurova koşullarında farklı ekim zamanlarının kerkede (*Hibiscus sabdariffa* L.) bitkisinin çanak yaprak verimi ve kalitesine etkisi. Yüksek lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.
- Gezek G, Hashemi P, Kalaycıoğlu Z, Kaygusuz H, Sarioğlu G, Döker S, Dirmenci T, Erim FB (2019) Evaluation of some Turkish *Salvia* species by principal component analysis based on their vitamin B2, mineral composition, and antioxidant properties. *LWT-Food Science and Technology* 100: 287-293.
- Lee H, Kim H, Cadwallader KR, Feng H, Martin SE (2013) Sonication in combination with heat and low pressure as an alternative pasteurization treatment—Effect on *Escherichia coli* K12 inactivation and quality of apple cider. *Ultrasonics Sonochemistry* 20(4): 1131-1138.
- Piyasena P, Mohareb E, Mckellar RC (2003) Inactivation of microbes using ultrasound: a review. *International Journal of Food Microbiology* 87(3): 207-216.
- Ramirez-Rodriguez MM, Plaza ML, Azeredo A, Balaban MO, Marshall MR (2011) Physicochemical and phytochemical properties of cold and hot water extraction from *Hibiscus sabdariffa*. *Journal of Food Science* 76(3): C428-C435.
- Škerget M, Kotnik P, Hadolin M, Hraš AR, Simonič M, Knez Ž (2005) Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. *Food Chemistry* 89(2): 191-198.
- Şahin-Nadeem H, Dinçer C, Torun M, Topuz A, Özdemir F (2013) Influence of inlet air temperature and carrier material on the production of instant soluble sage (*Salvia fruticosa* Miller) by spray drying. *LWT-Food Science and Technology* 52(1): 31-38.
- Tajchakovit S, Boye JI, Bélanger D, Couture R (2001) Kinetics of haze formation and factors influencing the development of haze in clarified apple juice. *Food Research International* 34(5): 431-440.
- Tepe B (2002) Lamiaceae familyasına ait bazı bitki türlerinin antimikrobiyal aktivitelerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas.
- Tiwari BK, Mason TJ (2011) Ultrasound processing of fluid foods. In: Cullen PJ, Tiwari BK, Valdramidis V. (Ed.) *Novel thermal and non-thermal technologies for fluid foods*. Academic Press, Waltham.
- Yağcıoğlu P (2015) Farklı Ekstraksiyon Metotları ile Adaçayı (*Salvia officinalis* L.) Bitkisinden Antioksidan Ekstraksiyonunun Optimizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.