



MAKÜ FEBED  
ISSN Online: 1309-2243  
<http://dergipark.ulakbim.gov.tr/makufebed>

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Özel Sayı 1: 78-83 (2016)  
*The Journal of Graduate School of Natural and Applied Sciences of Mehmet Akif Ersoy University Special Issue 1: 78-83 (2016)*

## Uçucu Yağ Elde Etmede Gelişmiş Ekstraksiyon Yöntemleri<sup>β</sup>

Tuğba YAMAN<sup>1</sup>, Şükran KULEAŞAN<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Burdur

<sup>2</sup>Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Burdur

✉ Sorumlu Yazar (Corresponding author)\*: [skuleasan@mehmetakif.edu.tr](mailto:skuleasan@mehmetakif.edu.tr)

### ÖZ

Ülkemiz iklim koşulları açısından uçucu yağ bitkisi yetiştirme konusunda elverişli bir coğrafik konuma sahiptir. Uçucu yağ üretiminde, hızlı ve güvenilir yöntemlerin kullanılmasının yanısıra, çevreci proseslerin geliştirilmesi öncelikli konular arasında yer almaktadır. Uçucu yağlar, bitkinin cinsine, uçucu yağın bitkide bulunduğu yere ve bitkideki uçucu yağ miktarına göre, klasik (damıtma, ekstraksiyon ve mekanik yöntemler) ve gelişmiş ekstraksiyon yöntemleri uygulanarak elde edilmektedir. Klasik ekstraksiyon yöntemlerinde uygulama süresi uzundur, fazla miktarda organik solvent kullanımı söz konusudur ve bu solvent çevreye için zararlıdır. Bu nedenle ekstraksiyon süresini kısaltan, organik solvent tüketimini azaltan, çevre kirliliğini önleyen ve verimi arttıran yeni ekstraksiyon tekniklerine olan ihtiyaç giderek artmaktadır. Bu derlemede gelişmiş ekstraksiyon yöntemlerinden, basınçlı solvent ekstraksiyonu (BSE), mikrodalga destekli solvent ekstraksiyonu (MSE), süper kritik akışkan ekstraksiyonu (SAE), ultrason destekli ekstraksiyon (UE) yöntemleri hakkında bilgi verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Uçucu yağ, ultrason, süper kritik akışkan ekstraksiyonu, basınçlı solvent ekstraksiyonu, mikrodalga destekli solvent ekstraksiyonu

## Advanced Extraction Methods to Obtain Essential Oil

### ABSTRACT

Turkey has a favorable geographical location for the cultivation of essential oil plants in terms of climatic conditions. Besides the use of fast and reliable methods, development of environmental friendly processes is the priority issues for the production of essential oils. The essential oils are obtained by the application of conventional (distillation, extraction and mechanical methods) or advanced extraction methods depending on the type of plant and drog, and the amount of essential oil in the plant. Conventional extraction methods take a long time, requires excessive amounts of solvents, and are harmful to the environment. Therefore, the demand for novel extraction techniques is increasing in order to achieve reduced extraction times, and organic solvent consumption, maximized efficiency and prevention of environmental pollution. In this review, a brief information about advanced extraction methods, such as pressurized solvent extraction (PSE), microwave-assisted solvent extraction (MAE), supercritical fluid extraction (SFE), and ultrasound assisted extraction (UAE) is presented.

**Keywords:** Essential oil, ultrasound assisted extraction, super-critical fluid extraction, pressurized solvent extraction, microwave assisted solvent extraction

<sup>β</sup> 10 -12 Mayıs 2016 tarihleri arasında Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından düzenlenen "2016 Akademik Gelişim Günleri" kapsamında sunulmuştur.

## GİRİŞ

Uçucu yağlar bitkilerin kök, gövde, yaprak, meyve, kabuk ve çiçek gibi kısımlarından çeşitli yöntemlerle elde edilen; oda sıcaklığında sıvı halde olan, uçucu ve kuvvetli kokulu, kolaylıkla kristalleşebilen, genellikle renksiz veya açık sarı renkte olan, bitkinin karakteristik kokusunu ve lezzetini veren, çok sayıda bileşikten oluşan, su ile sürüklenme özelliğine sahip yağimsi, oksijenli terpenoid türevleri, benzoid yapıdaki bileşenler, azot veya kükürt içeren ve genel olarak terpenlerden oluşan karışımlardır (Adams, 2004; Bayrak, 2006; Çalikoğlu ve ark., 2006; Evren ve Tekgüler 2011; Yaylı, 2013; Kaya ve Ergönül 2015). Bu yağlar bitkilerin buldukları ailyalara göre salgı tüyü, salgı cebi, salgı kanalı veya salgı hücrelerinde bulunabilirler (Çelik ve Çelik, 2007).

Tüm uçucu yağlar depolama boyunca, uzun süre hava, ışık ve ısıya maruz kaldıklarında çoğunlukla oksidasyona, polimerizasyona ve hidrolizasyona uğrarlar. Bundan dolayı uçucu yağların muhafazası hava geçirmez, koyu renkli cam ya da alüminyum kaplarda ağzı sıkıca kapalı bir şekilde, eğer mümkünse azot altında, soğuk ve karanlık yerlerde yapılmalıdır (Kaya ve Ergönül, 2015).

Ülkemiz zengin bir biyo çeşitliliğe sahiptir. Bu zenginlik ülkemize özgü endemik bitkilerin çeşitliliğini de beraberinde getirmektedir. Avrupa'nın tamamında 13000 adet farklı bitki türü varken yalnızca ülkemizde bu değer 12000 civarındadır. Ülkemizde 346 adet bitkinin ticareti yapılmaktadır. Bunlardan 112 adet türün ihraç edildiği, ihraç edilen bu bitkilerin 24 adetinin endemik bitki olduğu bildirilmektedir (Yaylı ve ark., 2005).

## UÇUCU YAĞ ELDE ETME YÖNTEMLERİ

Uçucu yağlar, bitkideki uçucu yağ miktarına, cinsine ve bitki kısmına göre değişik yöntemlerle elde edilmektedir (Bayrak, 2006; Toroğlu ve Çenet, 2006; Coelho et al., 2012; Kaya ve Ergönül, 2015). Bitkilerden uçucu yağ elde edilmesinde kullanılan yöntemler klasik ve gelişmiş ekstraksiyon yöntemleri olarak iki ana başlık altında toplanmaktadır. Klasik ve gelişmiş ekstraksiyon yöntemleri Şekil 1'de özetlenmiştir (Bayrak, 2006; Toroğlu ve Çenet, 2006; Başer, 2010; Yaylı, 2013; Kaya ve Ergönül, 2015).



Şekil 1. Uçucu yağ elde etme yöntemleri

## GELİŞMİŞ EKSTRAKSİYON YÖNTEMLERİ

Klasik ekstraksiyon yöntemlerine alternatif olarak, ekstraksiyon süresini kısaltan, organik solvent tüketimini azaltan ve çevre kirliliğini önleyen üstünlüklerinden dolayı enstrümental ekstraksiyon yöntemlerine olan ilgi artmaktadır (Benthin et al., 1999; Tavman ve ark., 2009). Bu yöntemlerin bazıları aşağıda yer almaktadır.

### **Basıncılı Solvent Ekstraksiyonu (BSE)**

Henüz endüstriyel uygulaması olmayan bu yöntem yüksek sıcaklık ve basınç kullanarak özellikle laboratuvar ölçekli içerik belirleme çalışmalarında ekstraksiyon süresinin kısalığı, daha az solvent kullanımı, ekstraksiyon veriminin yüksek olması, ekstraksiyon etkinliği, otomasyon ve tekrarlanabilirlik açısından geleneksel soxhelet ekstraksiyonuna, maserasyona ve perkolasyon yöntemine alternatif olarak kullanılan bir katı-sıvı ekstraksiyon tekniğidir (Carabias-Martinez et al., 2005; Çam ve Hışıl 2006; Hoşgün ve Bozan, 2013).

BSE yönteminde yüksek sıcaklık uygulamasının avantajı, ekstraksiyonun solventin atmosferik kaynama sıcaklığının üzerinde gerçekleşmesine neden olup, artan sıcaklıkla birlikte analitin çözünürlüğün ve yayılma hızının artmasını sağlamak ve buna bağlı olarak da hızlı ve etkin bir ekstraksiyonun gerçekleşmesine olanak tanınmasıdır (Büyüktünel, 2012). Artan sıcaklıkla birlikte solventin vizkozitesi azalmakta, ortamı ısıtma kapasitesi artmaktadır. Bu durum analitin ekstraksiyonunu kolaylaştırmakla birlikte, ayrıca sıcaklık, analit-ortam bağına kırma ve ortam yüzeyine analit difüzyonunu artırmaktadır (Carabias-Martinez et al., 2005). Bir diğer avantajı ise sıcaklık kaynama noktasının üzerine çıkmış olsa bile solventin sıvı kalmasıdır. Ayrıca yüksek basınç, matrikste bulunan ve solventin analite ulaşmasını engelleyen hava kabarcığı problemlerini kontrol eder. Tüm bu süreçler analitin çözünürlüğünü artırır buna bağlı olarak da ekstraksiyon hızı artar (Büyüktünel, 2012).

BSE yöntemi su veya organik çözeltiler kullanılarak statik, dinamik veya her iki mod birlikte kullanılarak gerçekleştirilebilir. Statik modda örnek ve solvent belli bir zaman boyunca sabit sıcaklık ve basınçta tutulurken, dinamik modda örnek içinden sürekli bir solvent akışı söz konusudur (Çam ve Hışıl, 2006). BSE yöntemi katı ve yarı katı örneklerin ekstraksiyonu için geliştirilmiş bir yöntemdir. Örnekler çoğunlukla toprak, tortu veya gıda örnekleridir (Büyüktünel, 2012). BSE yöntemi polifenollerin ekstraksiyonu, lipit ekstraksiyonu, esansiyel yağların ekstraksiyonu gibi birçok alanda kullanılmıştır (Çam ve Hışıl, 2006). Kaya ve arkadaşları narenciye kabuklarından uçucu yağ eldesinde soxhelet ve BSE yöntemini karşılaştırmış, BSE tekniğinde düşük enerji sarfiyatı, kısa sürede ekstraksiyon ve oldukça yüksek verim saptamışlardır (Kaya ve Ergönül, 2015).

### **Mikrodalga Destekli Solvent Ekstraksiyonu (MSE)**

Mikrodalga enerjisi analitik kimya sahasında uzun zamandır numune çözdürme, çözücü ekstraksiyonu, kurutma, nem ölçümü, çözücü desorbsiyonu-absorbsiyonu, numune temizleme, kromojenik reaksiyonlar, analitik numunelerin analize hazırlanması konularında kullanılmaktadır. Solvent kullanımını azaltması ve ekstraksiyon süresini kısaltması gibi faktörler bu yöntemin yaygınlaşmasını sağlamıştır (Tokkan ve ark., 2012).

Mikrodalgalar yüksek frekanslı elektromanyetik dalgalardır (300-300000 MHz). Burada ısıtmanın temel ilkesi, iyonların iletimi ve dipol rotasyonu yoluyla mikrodalgaın molekül üzerine doğrudan etkisine dayanmaktadır. Bu iki mekanizma bir çok çalışmada aynı anda meydana gelmektedir. Burada iyonik iletim, bir manyetik alan uygulandığında iyonların elektroforetik göçünü ifade ederken, dipol rotasyonu, uygulanan manyetik alanla dipollerin yeniden düzenlenmesi anlamına gelmektedir. Çözeltinin bu iyon akımına karşı direnci ısınmayla sonuçlanır ve çözelti ısınır (Büyüktünel, 2012).

Kapalı kap sistemi (kontrollü sıcaklık ve basınç altında) ve açık kap sistemi (atmosfer basıncında) olmak üzere iki tip MSE sistemi vardır. Kapalı kap sisteminde hücrelerin hepsi aynı anda ısıtılırken, açık kap sisteminde hücreler ayrı ayrı ısıtılmaktadır. Açık kaplarda sıcaklık solventin kaynama noktası ile sınırlıyken, kapalı kaplarda uygulanan basınç ile sıcaklık yükseltilebilmektedir. Uçucu yağ ekstraksiyonunda kapalı kap sisteminin daha iyi sonuç verdiği düşünülmektedir. Ancak kapalı sistemle ekstraksiyonda, ekstraksiyon süresinin 20 dk daha uzun olması gibi bir dezavantajı vardır. Sürenin uzaması kapalı sistemlerde ekstraksiyon bitince kabı açmak için kaptaki sıcaklığın düşmesinin beklenmesinden kaynaklanmaktadır (Büyüktünel, 2012).

Bu yöntem sıvı örnekler için de uygulanabilir olmasına rağmen genellikle katı örnekler için uygulanmıştır (Büyüktünel, 2012; Tokkan ve ark., 2012). MSE uygulamalarına örnek olarak, sudaki poliklori bifenillerin ekstraksiyonu, sudaki fenolik bileşiklerin membran katı faz ekstraksiyonu, gıdalardaki flavinlerin tayini verilebilir (Tokkan ve ark., 2012). Diğer uygulama alanları ise terpenler, alkaloidler, uçucu yağlar ve karotenoidlerin ekstraksiyonudur (Büyüktünel, 2012).

Kaya ve Ergönül (2015) biberiye uçucu yağlarının eldesinde çözücüsüz mikrodalga ekstraksiyonu ve su destilasyonu tekniklerini karşılaştırmışlar, her iki teknikte kalitatif ve kantitatif olarak benzer sonuçlar bulmuşlardır.

### Süperkritik Akışkan Ekstraksiyonu (SAE)

Ekstraksiyon işlemlerinde de diğer gıda temel işlemlerinde olduğu gibi enerji tasarrufunu sağlama, kapasite kullanım oranını yükseltme ve maliyeti azaltmak gibi nedenler ile kaliteden ödün vermeden, işlemde hızlilik ve verimde artış istenmektedir. Çözücü ekstraksiyonunda pahalı organik çözücü kullanımı, ekstrakt içinde çözücü kalması, ekstraksiyon süresinin uzunluğu ve bu süre içinde de oksidasyon riskinin artması bilim insanlarını alternatif yöntemlere yöneltmiş ve son yıllarda çevre dostu olması, ekstraksiyon veriminin yüksek olması ve toksik etki yaratmaması gibi üstünlüklerinden dolayı süperkritik akışkanlar ile ekstraksiyon yöntemi dikkati çekmiştir (Çolak ve Tülek 2003; Sanal ve ark., 2004; Avşar ve ark., 2014; Kaya ve Ergönül, 2015). Bu yöntemde oksidasyon gerçekleşmediği için elde edilen ürünler koku ve özellik bakımından diğer yöntemlerle elde edilen ürünlere göre üstündür ve ayrıca bu yöntem ile yüksek saflıkta ürün elde edilir. Tüm bu üstün özellikleri yöntemin tercih edilmesi açısından diğer yöntemlerden farklı kılar (Ersen ve ark., 2001; Başer, 2010).

SAE yönteminin temel prensibi süperkritik çözücülerin akışkan formda kullanılmasıdır. Bir madde sahip olduğu kritik sıcaklık ve basınç değerinin üzerine getirilirse bu madde süper kritik akışkan olarak adlandırılır. Bu durumdaki madde ne sıvıdır ne de gazdır. Yüksek sıcaklık ve düşük basınçta akışkanın yoğunluğu düşük olacağından gaz gibi davranacakken düşük sıcaklık ve yüksek basınçta akışkanın yoğunluğu artacak ve sıvı gibi davranacaktır (Başer, 2010).

Süperkritik koşullarda madde hem sıvının hem de gazın özelliğini taşımaktadır. Sıvılar gibi yüksek yoğunluk ve çözme gücüne sahipken, gazlar gibi düşük viskozite, sıfır yüzey gerilimine sahiptir (Büyüktuncel 2012). Viskozitesinin düşük, yayılma gücünün yüksek olması katılarda kolay difüzyona ve tepkimelerde istenilen derişime ulaşılmasına olanak verir. Viskozitesinin düşük olması pompalama için enerji tasarrufu sağlar (Çolak ve Tülek, 2003). Süperkritik akışkanın gaz ve sıvının özelliklerini taşıması ekstraksiyon sırasında maddelerin seçici olarak ekstrakte edilmesine olanak verir (Başer, 2010; Kaya ve Ergönül, 2015).

Biyokimyasal ürünler için süperkritik akışkanlar karbondioksit, etan, etilen, nitrozooksit, triflormetan, klortriflor metan, propan, propilen, amonyak ve hekzan gibi maddelerdir (Çolak ve Tülek, 2003; Başer, 2010).

Amonyak gibi bazı süper kritik akışkanların zehirli olması gıdalarda kullanımını sınırlandırmıştır. Propan gibi akışkanların ise patlayıcı olması göz önünde bulundurulduğunda çoğu biyolojik uygulama CO<sub>2</sub> kullanımı ile sınırlanmıştır (Çolak ve Tülek, 2003). Süperkritik CO<sub>2</sub> ekstraksiyonu endüstride kahveden kafein eldesinde, terpenleri alınmış narenciye yağı eldesinde, gıdalardan zararlı maddelerin arındırılması gibi bir çok alanda kullanılmaktadır (Başer, 2010). Kaya ve Ergönül (2015) nandeden uçucu yağ eldesinde su destilasyonu (SD), soxhelet ekstraksiyonu (SE) ve SAE tekniklerini verim açısından karşılaştırmışlar, verimi SD yönteminde %3,19 (w/w), SE yönteminde %8,17 ve SAE yönteminde %3,57 olarak bulmuşlardır.

### Ultrason Destekli Ekstraksiyon (UE)

İnsan kulağının işitme aralığı 15-20 kHz iken (Ulusoy ve Karakaya, 2011), ultrasonik ses dalgaları insanın işittiği frekans aralığının üzerindeki ses dalgalarıdır (İnce ve ark., 2001). Ses dalgasını ortama yaymak için ultrasonik ses üreten cihazlar kullanılır ve bu cihazlar genellikle 20-50 kHz aralığında çalışır (Avşar ve ark., 2014). Ultrason teknolojisinde akustik enerji gıdanın bütününe hızlı bir şekilde yayılır ve aynı zamanda ortamdaki kütle transferi de hızlı bir şekilde gerçekleşir, moleküllerin titreşimi sonucu da üniform ısı enerjisi ortaya çıkar. İşlem süresinin kısalması, yüksek verim ve enerji tasarrufu sağlanmasının yanı sıra; gıda kalitesinin iyileşmesi ve vitaminlerin kısmen korunması nedeniyle gıdada daha az besin kaybına neden olması gıdalarda ultrason yönteminin sağladığı avantajlardandır (Chemat et al., 2004a; Chemat et al., 2004b; Jahouach-Rabai et al., 2008; Chemat et al., 2011). Ultrason uygulaması hücre duvarını mekanik olarak parçalayarak, materyal aktarımını kolaylaştırır. Bu durumda hücre içi bileşeni solvante kolaylıkla geçer ve solvante teması kolay olur ve dolayısı ile ekstraksiyon işlemi diğer yöntemlere göre daha hızlı gerçekleşir (Bayraktaroğlu ve Obuz, 2006; Ercan ve Soysal, 2011).

Gıdalarda ultrason kullanımı düşük enerjili uygulama (<1wcm<sup>2</sup>>100kHz) ve yüksek enerjili uygulama (10-1000 wcm<sup>2</sup>; 20-10kHz) olmak üzere ikiye ayrılır. Düşük enerjili uygulamada çok düşük bir enerji açığa çıkar buda dalganın geçtiği materyal içinde fiziksel ve kimyasal hiçbir değişiklik olmamasına neden olur ve bundan dolayı gıdanın fizikokimyasal özelliklerinin (sertliği, olgunluğu, kompozisyonu) belirlenmesinde yaygın olarak kullanılır. Yüksek enerjili ultrasonik uygulama ise gıdalarda enzimatik ve mikrobiyal inaktivasyonun sağlanması için kullanılır (Şeran, 2013; Ercan ve Soysal, 2011). Ses dalgaları gıda sanayiinde, oksidasyonun hızlandırılmasında, enzim aktivitesinin inhibisyonunda, emülsiyon, ekstraksiyon, kristalizasyon, fermantasyon, kurutma, dondurulmuş gıdalarda filtrasyon ve gaz çıkarma işlemlerinin yapılmasında kullanılır (Tavman ve ark.,

2009; Ulusoy ve Karakaya, 2011; Ercan ve Soysal, 2011). Ayrıca ultrason destekli ekstraksiyon esansiyel yağ eldesinde, antioksidan maddelerin ekstraksiyonunda, şifalı otlardan biyoaktif bileşenlerin ekstraksiyonunda da kullanılmaktadır (Tavman ve ark., 2009).

## SONUÇ

Ülkemiz iklim koşulları açısından uçucu yağ bitkisi yetiştirme konusunda elverişli bir konuma sahiptir. Gül ülkemizde en çok yetiştirilen uçucu yağ bitkisidir. Gül yetiştiriciliğini, kekik, lavanta, defne ve diğer uçucu yağ bitkileri izlemektedir. Gül haricindeki diğer uçucu yağ bitkilerinin üretimi, genellikle küçük ölçekli işletmelerde, uzun süren yöntemler ile yapılmaktadır. Bundan dolayı gül dışındaki diğer uçucu yağ bitkisi üretiminde ve dolayısı ile gül uçucu yağı dışındaki diğer uçucu yağların eldesinde dünya pazarında önemli bir yerimiz bulunmamaktadır. Pazarda daha iyi bir yer sahip olabilmek için; uçucu yağ üretiminde, daha kısa süren, kullanılan solvent miktarını azaltan, çevreye zarar vermeyen, tüm bu etkileri ile birlikte verim artışı sağlayan gelişmiş ekstraksiyon yöntemlerinin uygulanması ve yaygınlaştırılması büyük önem arz etmektedir.

## KAYNAKLAR

- Adams R.P., (2004). Identification of essential oil components by gas chromatography / quadrupole mass spectroscopy. Allured publishing Co, Carol Stream, IL, USA, pp.1-456,
- Avşar, G., Topallar, S., Özdemir, S., Külekçi, B., (2014). Uçucu Bileşen İçeren Bitkilerden Süperkritik Ekstraksiyon Yöntemi ile Özütlenme. 4. Kozmetik Kimyasi, Üretimi, Standardizasyonu Kongresi, Kimyagerler Demegi, 14-16 Subat 2014, Antalya
- Başer, K.H.C. (Ed), (2010). Tıbbi ve Aromatik Bitkisel Ürünlerin Üretimi ve Kalite Kontrolü, Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir, Eylül 2010.
- Bayrak, A., (2006). Gıda Aromaları, Gıda Teknolojisi Demeği Yayın No: 32, Ankara.
- Bayraktaroglu, G., Obuz, E., (2006). Ultrason yönteminin ilkeleri ve gıda endüstrisinde kullanımı. 9. Gıda Kongresi, 24-26. Mayıs. Bolu.
- Benthin, B., Danz, H., Hamburger, M., (1999). Pressurized liquid extraction of medicinal plants. Journal of Chromatography A .837:211-219
- Büyüktuncel, E., (2012). Gelişmiş Ekstraksiyon Teknikleri I. Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi 32(2). 209-242
- Carabias-Martinez, R., Rodriguez-Gonzalo, E., Revilla-Ruiz, P., Hernandez-Mendez, J. (2005). Pressurized liquid extraction in the analysis of food and biological samples. Journal of Chromatography A .1089:1-17
- Chemat, F., Grondin, I., Shum Cheong Sing, A., Smadja, J., (2004a). Deterioration of edible oils during food processing by ultrasound. Ultrasonics Sonochemistry 11: 13-15.
- Chemat, F., Grondin, I., Costes, P., Moutoussamy, L., Shum Cheong Sing, A., Smadja, J., (2004b). Highpower ultrasound effects on lipid oxidation of refined sunflower oil. Ultrasonics Sonochemistry 11: 281-285.
- Chemat, F., Huma, Z., Khan, M.K., (2011). Applications of ultrasound in food technology: processing, preservation and extraction. Ultrasonics Sonochemistry 18: 813-835.
- Coelho, JP., Cristino, AF., Matos, PG., Rauter, AP., Nobre, BP., Mendes, RL, Barroso, CG., Mainar A, Urieta, CS., Fareleira, JMNA., Sovová, H., Palavra, AF.. (2012). Extraction of Volatile Oil from Aromatic Plants with Supercritical Carbon Dioxide: Experiments and Modeling, Molecule, 17(9): 10550-10573.
- Çalikoğlu, E., Kırılan, M., Bayrak, A., (2006). Uçucu Yağ Nedir, Nasıl Üretilir ve Türkiye'deki Durumuna Genel Bir Bakış Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26.
- Çam, M., Hışıl, Y., (2006). Basınçlı Solvent Ekstraksiyonu ve Uygulamaları. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 79-86.
- Çelik, E., Çelik, G.Y., (2007). Bitki uçucu yağlarının antimikrobiyal özellikleri. Orta On-Line Mikrobiyoloji Dergisi, 5(26).
- Çolak, N., Tülek Y., (2003). Süperkritik Akışkan Ekstraksiyonu, Gıda dergisi 28(3) : 313-320
- Ercan, S.Ş., Soysal, Ç., (2011). Ultrasonun Gıdalarda ve Enzimlerin İnaktivasyonunda Kullanılması, Gıda/The Journal of Food, 36(4).225-231
- Ersen, A., Özkan, G., Biçer, A., (2001). Süperkritik CO2 Ekstraksiyonu ile Gül ve Nane Bitkilerindeki Esansiyel Yağların Eldesi XV. Ulusal Kimya Kongresi, İstanbul, KM-S10
- Evren M., Tekgüler B., (2011). 'Uçucu Yağların Antimikrobiyal Özellikleri' Mikrobiyoloji Dergisi , 9(3), 28-40,
- Hoşgün, E.Z., Bozan, B., (2013). Üzüm Çekirdeği Yağının Basınçlı Çözücü ekstraksiyonu ve Ekstraksiyon Parametrelerinin Cevap Yüzey Yöntemi ile Optimizasyonu. 11. Ulusal Kimya Mühendisliği Kongresi
- İnce, N.H., Tezcanlı, G., Belen, R.K., Apikyan, İ.G., (2001). Ultrasound as a catalyzer of aqueous reaction systems: the state of the art and environmental applications. Applied Catalysis B: Environmental 29: 167-176.
- Jahouach-Rabai, W., Trabelsi, M., Van Hoed, V., Adams, A., Verhe, R., De Kimpe, N., Frikha, M.H., (2008). Influence of bleaching by ultrasound on fatty acids and minor compounds of olive oil. Qualitative and quantitative analysis of volatile compounds (by SPME coupled to GC/MS). Ultrasonics Sonochemistry 15: 590-597.
- Kaya, D., Ergönül, PG. (2015). Obtaining methods of volatile oils. GIDA-Journal of Food, 40(5), 303-310.
- Sanal, İ., Salgın,U., Güvenç,A., Bayraktar, E., Mehmetoğlu Ü., Çalimli, A., (2004). "Antioksidanların Süperkritik Akışkanlarla Ayrılması, UKMK-VI Altıncı Ulusal Kimya Mühendisliği Kongresi, Bildiri özetleri kitabı, TOA-4, İzmir,
- Şeran, E.B., (2013). Yağlı Tohumlara Uygulanan Ultrasonik Destekli Ön İşlem İle Soğuk Pres Yağlarında Verim Ve Kalitenin Arttırılması. İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

## Uçucu Yağ Elde Etmede Gelişmiş Ekstraksiyon Yöntemleri

- Tavman, Ş., Kumcuoğlu, S., Akkaya, Z., (2009). Bitkisel Ürünlerin Atıklarından Antioksidan Maddelerin Ultrason Destekli Ekstraksiyonu. *Gıda Dergisi*, 34(3).
- Tokkan, D., Kuşlu, S., Çalban, T., Çolak, S., (2012). Anod Çamurundaki Gümüşün Amonyum Tiyosülfat Çözeltilerinde Mikrodalga Enerjisi ile Ekstraksiyonunun Optimizasyonu. 10. Ulusal Kimya Mühendisliği kongresi
- Toroğlu, S., Çenet, M., (2006). Tedavi amaçlı kullanılan bazı bitkilerin kullanım alanları ve antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi için kullanılan metotlar. *KSÜ. Fen ve Mühendislik Dergisi*, 9(2), 12-19.
- Ulusoy, K., Karakaya, M., (2011). Gıda Endüstrisinde Ultrasonik Ses Dalgalarının Kullanımı. *Gıda Dergisi*, 36(2).113-120.
- Yaylı N., Yaşar A., Güleç C., Usta A., Kolaylı S., Coşkunçelebi K., Karaoğlu Ş., (2005). 'Composition and antimicrobial activity of essential oils from *Centaurea sessilis* and *Centaurea armena*' *Phytochemistry* 66, 1741–1745.
- Yaylı, N., (2013). Uçucu Yağlar ve Tıbbi Kullanımları. 1. İlaç Kimyası, Üretimi, Teknolojisi, Standardizasyonu Kongresi, Kimyagerler Derneği, 29-31 Mart 2013, Antalya
-