

UÇUCU YAĞLARI ELDE ETME YÖNTEMLERİ

Deniz Kaya, Pelin Günc Ergönül*

Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Manisa

Geliş tarihi / *Received*: 14.01.2015

Düzeltilerek Geliş tarihi / *Received in revised form*: 29.01.2015

Kabul tarihi / *Accepted*: 11.02.2015

Özet

Esansiyel ve eterik yağlar olarak da bilinen uçucu yağlar, bitkilerin farklı kısımlarından (çiçek, tohum, yaprak, vb.) elde edilen aromatik bileşiklerdir. Bu doğal ürünler parfüm, kozmetik, aromaterapi, fitoterapi, alternatif tıp, gıda sanayi gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Bunların yanı sıra antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri sayesinde gıda bozulma ve zehirlenmelerine neden olan bakteri, maya ve küfler üzerinde de etkilidirler. Bileşiminde hidrokarbonlar ile azotlu türevleri, monoterpenler, seskiterpenler ve diterpenler bulunur. Ayrıca fenil propanoitler, yağ asitleri ve esterlerine de uçucu yağlarda rastlanabilir. Günümüzde uçucu yağların üretiminde başta destilasyon olmak üzere, presyon ve farklı ekstraksiyon teknikleri de yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu derlemede uçucu yağlar, genel özellikleri ve üretim teknikleri ele alınmıştır.

Anahtar kelimeler: Destilasyon, ekstraksiyon, presyon, uçucu yağ

OBTAINING METHODS OF VOLATILE OILS

Abstract

Volatile oils are also known as essential or etheric oils are obtained from different parts of plants (flowers, seeds, leaves, etc.). These natural products are used several areas like in perfume manufacturing, aroma therapy, phyto therapy, and food industry. In addition to these, they have important affects on bacteria, moulds and yeasts which cause food-borne diseases. Hydrocarbons and their nitrogenous derivatives, monoterpenes, sesquiterpenes and diterpenes are found in their compositions. Also, phenyl propanoids, fatty acids and esters can be found in their compositions. Today, in manufacturing of volatile oils many techniques like distillation, pressing and other extraction methods are widely used. In this review, it was aimed to discuss the literature related to general characteristics and manufacturing techniques of volatile oils.

Keywords: Distillation, extraction, pressing, volatile oil

*Yazışmalardan sorumlu yazar / *Corresponding author*;

✉ pelingunc81@hotmail.com,

☎ (+90) 532 7087039,

☎ (+90) 236 2412143

GİRİŞ

Uçucu yağlar; bitkilerin yaprak, çiçek, kabuk, meyve, tohum ve köklerinden, destilasyon, ekstraksiyon veya presyon yöntemleriyle elde edilen, oda sıcaklığında genellikle sıvı formda olan, kolayca kristallenebilme özelliğine sahip, çoğunlukla renksiz aromatik hidrokarbon karışımlarıdır. Bunlar aynı zamanda bulunduğu bitkiye karakteristik özellik sağlayıp bitkiye ait koku ve lezzeti veren, çok sayıda kimyasal bileşenden oluşan, oda sıcaklığında uçucu özellikte olan ve su ile sürüklenme özelliğine sahip yağimsi karışımlardır. En belirgin özellikleri ise uçucu ve kokulu olmalarıdır. Sabit yağlardan ayrılan en önemli özelliği ise sulu etanolde çözünmesidir (1-5).

Esas olarak terpenlerden oluşan suda çözünmeyen, fakat organik çözücülerde kolaylıkla çözünen kompleks karışımlardır. Özellikle çiçek ve meyvelerde çok fazla bulunurlar. Antiseptik, antioksidan, sindirim uyarıcı, antimikrobiyel ve enzimatik etkileri bilinen en önemli fonksiyonlarıdır (6-7). Bütün uçucu yağlar depolama sürecinde, uzun süre hava, ışık ve ısıya maruz kaldıklarında genellikle oksidasyona, polimerizasyona ve hidrolizasyona uğrarlar. Bu nedenle uçucu yağlar hava geçirmez, koyu renkli cam ya da alüminyum kaplarda ağzı sıkıca kapalı bir şekilde eğer mümkünse azot altında, soğuk ve karanlık yerlerde depo edilmelidirler (8-10).

Birçok kokulu bitkiden ekstraksiyon, presyon ve buhar destilasyonu yöntemleri ile elde edilen uçucu yağlar, gerek aroma kullananlar ve gerekse bu ürünleri üretenler için çok değerli ve önemli bir kaynaktır. Bu ürünlere bitkiler, belirgin ve teşhiste rol oynayan kokularını verirler. Bu kokular bitki türüne, bitki kısmına, çevre koşullarına, iklim ve toprak şartlarına, hasat zamanına ve hasattan sonra destilasyona kadarki bakım ve muhafaza ile orantılı olarak değişen organik maddelerin kompleks bir karışımıdır (8). Uçucu yağ eldesinde; süperkritik akışkan ekstraksiyonu, mikrodalga ekstraksiyonu, ultrasonik destekli mikrodalga ekstraksiyonu, ohmik destekli hidrodestilasyon gibi yöntemler ise son yıllarda gelişme gösteren modern tekniklerdir (11-14).

Bu derlemede; uçucu yağların genel özellikleri, kullanım alanları, çeşitleri ve elde edilme teknikleri üzerinde durulmuştur. Ayrıca uçucu yağ elde etme yöntemlerinin birbiriyle kıyaslaması yapılarak yağ verimi ve ekstrakte edilen uçucu ve uçucu

olmayan bileşenler üzerine olan etkisi de değerlendirilmiştir.

UÇUCU YAĞLARIN ÖZELLİKLERİ VE KULLANIM ALANLARI

Aromatik bitkilerden farklı yöntemlerle elde edilen, kendine has kokusu, tadı ve rengi olan uçucu özelliğe sahip, bitkilerin ikincil metabolit ürünleridir. Suda çözünmezler, ancak suda bekletildikleri zaman bileşimindeki oksijenli bileşiklerin bir kısmı suda çözündüğünden eczacılıkta önemli olan aromatik suları meydana getirirler. Taze elde edildikleri zaman renksizdirler. Kimyasal yapılarında en büyük grubu terpenler oluşturur (15-18). Ayrıca oksijenli terpenoit türevleri (alkoller, aldehitler, ketonlar ve esterler), benzenoit yapıdaki bileşenler (alkoller, esterler, asitler, aldehitler, ketonlar, fenoller, fenol eterler, laktonlar vb.) ve nadir olarak azot ve/veya kükürt içeren bileşenleri de içermektedirler. Çok sayıda bileşikten meydana geldikleri için yapıları karmaşıktır (8-10).

Uçucu yağların, kekik, defne, karanfil, gül, zencefil, biberiye, nane, karabiber, adaçayı, anason, sarımsak yağları olmak üzere birçok çeşidi vardır (19). Biyolojik temelli ürünlerin çoğunun yapısında bulduklarından; parfüm, kozmetik, gıda ve içecek sanayilerinde, tıpta, ev temizlik ürünlerinde, aroma terapilerde ve eczacılık olmak üzere farklı endüstrilerde çeşitli kullanım alanlarına sahiptirler (20-29). Mesela gül yağı antiseptik özelliğiyle tıpta, güzel kokusuyla kozmetik sanayinde ve aroma maddesi olarak gıda sanayinde kullanılmaktadır (30). Bütün bunların yanında uçucu yağların; analjezik, antiseptik, antifungal, antiviral, bakterisit, insektisit, sedatif, stimulan, antioksidan gibi etkileri vardır. Bu özellikler uçucu yağ türüne göre değişiklik gösterse de hepsinin ortak yanı genel olarak antibiyotik, dezenfekte edici, bağışıklık sistemini güçlendirici etkilerinin olmasıdır (31-46). Hidrofobik özellikte olmaları uçucu yağların antimikrobiyal ve antifungal etkilerini arttırmaktadır (47). Ayrıca bu özellikleri sayesinde ambalajlarda ve yenilebilir filmlerde sentetik maddelere alternatif olarak koruyucu madde görevinde kullanılmaktadırlar (48-51).

UÇUCU YAĞ ELDE ETME YÖNTEMLERİ

Uçucu yağlar; bitkilerdeki uçucu yağ miktarına, cinsine ve bitki kısmına göre farklı yöntemlerle elde edilebilmektedirler (52). Uçucu yağ bitkilerinde yağ oranları; bitkinin organlarına, bitkinin gelişme dönemine, gün içindeki sıcaklık değişimlerine, iklim, çevre, topografik koşullara, bitkinin yaşı ve genetik yapısına göre değişim göstermektedir

(52). Uçucu yağ elde etme verimi ise; bitkiden elde edildiği kısma (çiçek, kök, tohum), bitkinin elde edildiği hasat zamanına, bitkinin vejetasyon dönemine (çiçekli, çiçeksiz, tohum), çevresel faktörlere, analitik yöntemlere ve materyalin yapısına (kuru, yaş, öğütülmüş) bağlı olarak değişiklik göstermektedir (53-55). Uçucu yağlar genel olarak; Destilasyon, Presyon ve Ekstraksiyon yöntemleri olmak üzere üç yöntemle elde edilirler (8, 56);

Destilasyon Yöntemi:

İki veya daha fazla sıvı bileşeni kaynama noktası veya uçuculuk farkına dayanarak bir karışım içerisinde ayırma işlemine destilasyon denir. Kaynama noktaları farklı maddelerin oluşturduğu karışımı kaynama noktasına kadar ısıtarak kaynama noktası düşük olan maddeyi buhar haline geçirme ve buharı soğutarak yoğunlaştırmaya dayanır (1). Burada amaç; uçucu bir sıvıyı, çoğu zaman da farklı uçuculukta sıvıları, uçucu olmayan bir madde içerisinde ayırmaktır (56).

Destilasyon çeşitleri ve esasları (3, 8, 15).

Su Destilasyonu (Hydrodistillation - HD): Su içerisinde bulunan materyalin ısı işlem uygulanarak uçucu bileşenlerinin buharlaştırılması ve daha sonra da soğutularak kondense edilmesidir. Yöntem toz halindeki materyallerde daha iyi sonuç vermektedir. Bu yöntemle elde edilen uçucu yağlar diğerlerine göre daha koyu renkli ve daha farklı kokuya sahiptirler.

Buhar destilasyonu (Steam Distillation): Uçucu organik maddeleri su buharı kullanarak ayırmaya dayanır. Isıya karşı hassas olan maddeler (tarçın, kekik) için uygundur. Bu yöntemde buharın hızı ve ısısı kontrol edilebilir. Daha çok büyük ölçekte uçucu yağ üretimi için tercih edilir.

Hidrodiffüzyon: Materyalin bulunduğu kazana alttan değil üstten buhar gönderilerek ayırım yapılmasına dayanır. Burada difüzyon olayı ozmotik basınç prensibiyle gerçekleşir. Kullanımı kolay, kapasitesi düşüktür.

Mikrodalga destekli Destilasyon (MWD): Mikrodalga enerjisi kullanılarak destilasyon yapılmasına dayanır. Burada önemli olan materyalin ve sıvının mikrodalga enerjisini almasıdır. Materyal ve su bu şekilde ısıtılır.

Fraksiyonlu Destilasyonu: Kaynama noktaları birbirine yakın olan maddelerin ayırımına dayanır. Bu işlem buhar fazı ile sıvı fazın bir çok defa dengeye getirilmesine imkân veren kademelerden oluşmaktadır.

Vakum destilasyonu (Vacuum Distillation-VD): Yüksek sıcaklıkta bozulan maddelerin distile edilmesine dayanır. Burada sıcaklığın yükseltilmesi yerine basınç düşürülmesi tercih edilir.

Moleküler destilasyon: Kaynama sıcaklığı yüksek olan ürünlerin destilasyonu ve ayrılması için, bileşenlerin buharlaşmasına dayanan moleküler destilasyonda, buhar fazındaki moleküller kondansörün soğuk yüzeyine yapışmak suretiyle ayrılır.

Presleme:

Narenciye (limon, portakal, mandalina, greyfurt, bergamot) meyvelerinin taze kabuklarından sıkma yoluyla elde edilirler. Limon ve portakal gibi bazı turuncgillerin kabuklarındaki uçucu bileşikler destilasyon yöntemi uygulandığında bozulmaktadır. Bu gibi meyvelerin kabukları bez bir torbaya koyulup, soğuk hidrolik preslerde sıkılarak uçucu yağlar elde edilebilmektedir (3). Uygulama esnasında sıcaklığın olmayışı ve uçucu olmayan bileşenlerin ortamda kalışı bu yöntemle elde edilen yağlara daha üstün aroma özelliği kazandırır. Ayrıca bu yağlar, buharda uçucu olmayan tokoferoller gibi doğal antioksidanlara da sahiptirler (8).

Ekstraksiyon Yöntemi:

Destilasyon yönteminin yüksek buhar sıcaklığından zarar gören aromatik bileşiklere uygulanması verimi düşürür. Bu nedenle bazı uçucu yağların çiçeklerden ayrılmasında çeşitli ekstraksiyon yöntemleri kullanılır. Ekstraksiyon işleminin temeli çözücülerle uçucu yağın alınmasına dayanır. Bu amaçla kullanılan çözücüler uçucu olan ve uçucu olmayan çözücüler olmak üzere ikiye ayrılır. Ekstraksiyon çeşitleri ve esasları (3, 8, 51, 58)

Çözücülerle Ekstraksiyon: Hidrokarbon çözücülerle ekstraksiyon yapılmasına dayanır. Ekstre edilecek malzemenin katı ya da sıvı fazda olmasına göre katı-sıvı veya sıvı-sıvı ekstraksiyonu olarak sınıflandırılır. Çözücülerin toksik olması nedeniyle son zamanlarda tercih edilmemektedir.

Yasemin, sümbülteper gibi bazı çiçekler az miktarda yağ içeriklerinden ve narin yapılarından dolayı uçucu yağları, anfloraj diye adlandırılan zahmetli ve uzun süren işlem ile elde edilir. Anfloraj yöntemi için çözücü olarak sığır don yağı ve domuz don yağı karışımı kullanılır. Her iki yağında çok saf ve kokusuz olması gerekir. Aksi halde istenilen ürün elde edilemez.

Anfloraj, örneklerin soğuk hayvansal yağa temas ettirilmesiyle gerçekleştirilir. Tahta çerçevelerle desteklenmiş cam plakaların yüzeyine sürülen

yağ ile temas eden çiçek, bu plakalar arasında sıkıştırılarak aroma maddelerinin yağ tarafından absorbe edilmesi sağlanır.

Maserasyon, çiçeklerden uçucu yağ eldesi için kullanılan ilkel metotlardan birisidir. 60–70 °C'deki erimiş hayvansal yağa veya bitkisel yağa batırılan çiçekler ısı etkisiyle parçalanarak aroma maddelerinin yağa geçmesi sağlanır. Yağ içinde kalan çiçek parçaları ortamdaki uzaklaştırılarak üzerlerinde kalan yağ hidrolik basınç uygulamasıyla alınır ve aroma maddelerini içeren yağa katılır. Bu işlem, yağ iyice aroma maddeleriyle doyana kadar devam ettirilir.

Süper Kritik Sıvı Ekstraksiyonu (SFE): Çözücülerin süperkritik akışkan forma getirilerek kullanılmasına dayanır. Bu akışkanlar ne gaz ne de sıvı olarak değerlendirilir. Bu da ekstraksiyon işlemleri sırasında maddelerin seçici olarak ekstre edilebilmesine imkân sağlar. Son zamanlarda çevre dostu olması, ekstraksiyon veriminin yüksek olması ve toksik etkisinin olmaması nedeniyle çok tercih edilmektedir.

Mikrodalga Ekstraksiyonu (MWE): Mikrodalga enerjisi ile kısa sürede az miktarda çözücü kullanılarak ekstraksiyon yapılmasına dayanır. Deney sırasında sıcaklık ve süre kontrol edilmelidir.

Mikrodalga Buhar Difüzyon Yöntemi: Kısa ekstraksiyon süresi, düşük enerji tüketmesi, maliyetinin az olması, yüksek verim sağlaması ve çevre dostu olması nedeniyle son günlerde tercih edilen yeni bir yöntemdir.

Katı Faz Mikroekstraksiyonu (SPME): Örnek hazırlama, ekstraksiyon ve yoğunlaştırma aşamalarının çözücü içermeyen tek bir aşamada birleştirilmesine dayanır. SPME, GC veya GC-MS ile birlikte özellikle çevre, biyoloji ve gıda örneklerindeki uçucu ve yarı uçucu organik bileşiklerin ekstraksiyonunda kullanılmaktadır.

Çok Yönlü Ekstraksiyon Yöntemleri (SDE):

Yöntemin çalışma prensibine göre örnek, SDE aparatının sol tarafına su dolu cam balonun içerisine konularak kaynatılmaktadır. Uçucular, buharla destile olarak sol kolondan yukarıya doğru hareket ederken aynı zamanda SDE aparatının sağ tarafındaki çözücü de buharlaştırılmaktadır. Ekstraksiyon işlemi aparatın üst kısmında yer alan soğutucunun cidarlarında su ve çözücü buharının yoğunlaşmasıyla gerçekleşmektedir. Yoğunlaşan su ve çözücü tekrar buldukları cam balonlara dönmekte, su ve çözücü kısmı ayrı ayrı yoğunlaştırılarak uçucu bileşikler elde edilmektedir (3).

UÇUCU YAĞ ELDE ETME YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASINA YÖNELİK ÇALIŞMALAR

Karabiberdeki uçucu yağların HD ve SC-CO₂ yöntemleri kullanılarak ekstrakte edildiği bir çalışmada, HD yönteminde çözücü olarak su kullanıldığında verim %2.88, SC-CO₂ ekstraksiyonunda ise %2.16 bulunmuştur. Çözücünün toksik olmaması, sürenin kısa olması HD yöntemini avantajlı kılmıştır (17).

Milic ve ark. (2006) çalışmalarında nane bitkisinden; SD, Soxhlet ekstraksiyonu (SE) ve SFE yöntemlerini kullanarak uçucu yağ elde etmişler ve yöntemleri kıyaslamışlardır. Sonuçlara bakıldığında verim SD yönteminde %3.19 (w/w), SE yönteminde %8.17 ve SFE yönteminde %3.57 olarak bulunmuştur. En yüksek verimi çözücü ekstraksiyonundan elde etmişlerdir (59).

Gavahion ve ark. (2012), kekikteki uçucu yağları ohmik-elektrik destekli ekstraksiyon (OHAD) ve HD tekniklerini kullanarak ekstrakte etmişlerdir. OHAD yönteminde ekstraksiyon süresi oldukça kısadır, HD yöntemine göre daha ekonomik, çevre dostu ve verimi yüksektir (60).

Zougali ve ark. (2012), SFME ve HD yöntemlerini kullanarak mersin bitkisindeki uçucu yağları elde etmeye çalışmışlardır. Çalışmalar sonucu mersin bitkisinin antioksidan ve antimikrobiyal etkisinin yüksek olduğu bulunmuştur. Yöntemler kıyaslandığında ise SFME yönteminde elde edilen verim (% 0.32) daha yüksek bulunmuştur (61).

Zhao ve ark. (2014); Okaliptus türündeki uçucu yağların ekstrakte edilmesinde SFE ve SE yöntemlerini kullanmışlardır. SFE yönteminde verim %4.78, SE yönteminde %7.9 bulunmuştur (62).

Issartier ve ark. (2013), lavanta uçucu yağının ekstrakte edilmesi için 8 farklı metot kullanmışlardır. Yöntemler için; zaman, verim, uçucu yağ bileşimi ve duyu analizi karşılaştırmaları temel alınmıştır. Yöntemler içerisinde en ideali %5.4 verimle mikrodalga hidrodifüzyon ve ağırlık (MHG) olarak belirlenmiştir (63)

Allaf ve ark.(2013), Anlık kontrol edilen basınç düşüşü yöntemi (DIC) ve HD yöntemlerini kıyaslamışlardır. Portakal kabuğundaki uçucu yağları HD ile 4h, DIC ile 2 dk ekstrakte etmişlerdir. Uçucu yağ verimini HD yönteminde 1.97 mg/g kuru madde, DIC ile 16.57 mg/g kuru madde bulmuşlardır. Daha sonra her iki yöntem için SEM görüntüleri alınmış ve HD ile ekstrakte edilen örneğin Sem görüntüsü düz yapıdayken, DIC ile edilen görüntüsü dağınık şekilde gözlemlenmiştir (64).

Loprsto ve ark. (2014); narenciye kabuklarını soxhlet ekstraksiyonu ve yüksek basınç-yüksek sıcaklık ekstraksiyon yöntemiyle ekstrakte etmişler ve yöntemleri kıyaslamışlardır. Yüksek basınç-yüksek sıcaklık yönteminin enerjisi düşük, ekstraksiyon süresi kısa ve verimi oldukça yüksek bulunmuştur (65).

Filly ve ark. (2014), biberiyede bulunan uçucu yağları çözücüsüz mikrodalga ekstraksiyonu (SFME) ve su destilasyonu yöntemlerini kullanarak farklı sürelerde ekstrakte etmişler ve yöntemleri kıyaslamışlardır. Yapılan çalışma sonucu her iki yöntemin kalitatif ve kantitatif olarak benzer sonuçlar verdiğini gözlemlemişlerdir (66).

Samaram ve ark. (2014), kavun ağacı tohumlarındaki uçucu yağları elde etmek için; çözücü ekstraksiyonu, soxhlet ekstraksiyonu ve ultrason destekli ekstraksiyon yöntemlerini kullanmışlardır. Yöntemleri kıyasladıklarında; arzu edilen fizikokimyasal özellikleri sağlamanın yanı sıra stabil olması, ekstraksiyon süresinin kısa olması ve yüksek verim elde edilmesi nedeniyle ultrasonik destekli ekstraksiyonu daha avantajlı bulmuşlardır (67).

Petrakis ve ark. (2014), farklı bitkilerden uçucu yağ eldesinde MWHHD yönteminin HD yöntemine göre daha kısa süren ve daha az enerji gerektiren bir yöntem olduğunu söylemişlerdir (68).

Boukroufa ve ark. (2014), portakal kabuğundaki uçucu yağları SD ve mikrodalga-ultrasonik destekli teknikleri kullanarak ekstrakte etmişlerdir. Her iki yöntemde de verim açısından benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ancak mikrodalga-ultrasonik optimizasyonu ile elde edilen yöntem, atık suların değerlendirilmesi, zaman ve enerjiden tasarruf sağlanması ve verimin yüksek olması sebebiyle daha avantajlı bulunmuştur (69).

SONUÇ

Literatür çalışmaları incelendiğinde farklı uçucu yağ elde etme yöntemlerinin kullanımının elde edilen uçucu yağ miktarı ve uçucu yağların kimyasal bileşimi üzerine farklı etki yaptığı görülmektedir. Ayrıca bitkilerin farklı kısımları kullanılarak yapılan ekstraksiyon işlemlerinin, verim ve uçucu yağ bileşenleri üzerine de önemli etkisinin olduğu birçok araştırmacı tarafından vurgulanmıştır. Yapılan çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda; SFE yönteminin diğer yöntemlere kıyasla ekstraksiyon veriminin yüksek olması, çevre dostu olması,

toksik çözücü içermemesi sebebiyle daha çok tercih edildiği görülmektedir. Çözücü ekstraksiyonunun toksik etkisi sebebiyle pek tercih edilmediği, klasik destilasyon yöntemlerinden biri olan su destilasyonunda SFE yöntemi kadar kullanımı olduğu da sonuçlar arasındadır.

KAYNAKLAR

1. Cellat K. 2011. Bazı Endemik Bitkilerin Uçucu Yağ Bileşenlerinin Ekstrakte Edilmesi ve İçeriklerinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi 73.
2. Khosvari R, Sendi JJ. 2013. Toxicity, development and physiological effect of Thymus vulgaris and Lavandula angustifolia essential oils on Xanthogaleruca luteola (Coleoptera: Chrysomelidae), *J King Saud Univ Sci* 25(4): 349-355.
3. Sosa RA, Palou E, Mungu a MTJ, Malo AL. 2012. Antifungal activity by vapor contact of essential oils added to amaranth, chitosan, or starch edible films, *Int J Food Microbiol* 153(1-2): 66-72.
4. Raut JS, Karuppaiyil SM. 2014. A status review on the medicinal properties of essential oils, *Ind Crops Prod* 62: 250-264.
5. Nour AH, Sulaiman ZA, Nour AH, Raj ST. 2014. A Comparative Study of Lemongrass (Cymbopogon Citratus) Essential Oil Extracted by Microwave-Assisted Hydrodistillation (MAHD) and Conventional Hydrodistillation (HD) Method, *Int. J. of Chem. Eng. and App.*, 5, 2.
6. Oraby MM, El-Borollosy AM. 2013. Essential oils from some Egyptian aromatic plants as an antimicrobial agent and for prevention of potato virus Y transmission by aphids, *Annals Agric Sci* 58(1): 97-103.
7. Tiên Do TK, Minaglou FH, Antoniotti S, Fernandez X. 2014. Authenticity of essential oils. *Trends Anal Chem*, DOI: 10.1016/j.trac.2014.10.007
8. Bayrak, A. 2006. *Gıda Aromaları*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No:32, Ankara, Türkiye, 497 s.
9. Kawase KYF, Mothé CG, Furtado FA, Coelho VGL. 2013. Changes in essential oil of *Origanum Vulgare* L. Affected by different extraction methods, *IJRRAS*, 14 (2):238-247.
10. Rather MA, Dar BA, Shah WA, Prabhakar A, Bindu K, Banday JA, Qurishi MA, 2014. Comprehensive GC-FID, GC-MS and FT-IR spectroscopic analysis of the volatile aroma constituents of *Artemisia indica* and *Artemisia vestita* essential oils, *Arabian J Chem*, DOI: 10.1016/j.arabjc.2014.05.017

11. Ceylan A. 1983. *Tıbbi Bitkiler II*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını 481, Bornova, İzmir.
12. Morsy NFS, 2015. A short extraction time of high quality hydrodistilled cardamom (*Elettaria cardamomum* L. Maton) essential oil using ultrasound as a pretreatment, *Ind Crops Prod* 65: 287-292.
13. Gavahian M, Farahnaky A, Farhoosh R, Javidnia K, Shahidi F. 2015. Extraction of essential oils from *Mentha piperita* using advanced techniques: microwave versus ohmic assisted hydrodistillation, DOI: 10.1016/j.fbp.2015.01.003.
14. Cheng Z, Yang Y, Liu Y, Liu Z, Zhou H, Hu H. 2014. Two-steps extraction of essential oil, polysaccharides and biphenyl cyclooctene lignans from *Schisandra chinensis* Baill fruits, *J Pharm Biomed Anal* 96: 162-169.
15. Ruiz B, Flotats X. 2014. Citrus essential oils and their influence on the anaerobic digestion process, *Waste Manage* 34(11): 2063-2079.
16. Manika N, Chanotiya CS, Negi MPS, Bagchi GD. 2013. Copious shoots as a potential source for the production of essential oil in *Eucalyptus globulus* *Ind Crops Prod* 46: 80-84.
17. Bagheri H, Manap MYBA, Solati Z. 2014. Response surface methodology applied to supercritical carbon dioxide extraction of *Piper nigrum* L. essential oil, *LWT - Food Sci Technol* 57:149-155.
18. Bagheri H, Manap MYBA, Solati Z. 2014. Antioxidant activity of *Piper nigrum* L. essential oil extracted by supercritical CO extraction and hydro-distillation, *Talanta* 121:220-228.
19. Reza-Sepahvand R, Delfan B, Ghanbarzadeh S, Rashidipour M, Veiskarami GH, Yadegari JG. 2014. Chemical composition, antioxidant activity and antibacterial effect of essential oil of the aerial parts of *Salvia sclareoides*, *Asian Pac J Trop Med*, 7:491-496.
20. Moncada J, Tamayo JA, Cardona CA. 2014. Techno-economic and environmental assessment of essential oil extraction from *Citronella* (*Cymbopogon winteriana*) and Lemongrass (*Cymbopogon citratus*): A Colombian case to evaluate different extraction Technologies, *Ind Crops Prod* 54:175-184.
21. Mansour SA, El-Sharkawy AZ, Hamid NNA. 2015. Toxicity of essential plant oils, in comparison with conventional insecticides, against the desert locust, *Schistocerca gregaria* (Forskål), *Ind Crops Prod* 63: 92-99.
22. Kumar V, Mathela CS, Tewari G, Singh D, Tewari AK, Bisht KS. 2014. Chemical composition and antifungal activity of essential oils from three Himalayan *Erigeron* species, *LWT - Food Sci Technol*. 56: 278-283.
23. Garmus TT, Paviani LC, Queiroga CL, Cabral FA. 2015. Extraction of phenolic compounds from pepper-rosmarin (*Lippia sidoides* Cham.) leaves by sequential extraction in fixed bed extractor using supercritical CO₂ ethanol and water as solvents, *J Supercrit Fluids* DOI: doi.org/doi:10.1016/j.supflu.2015.01.016.
24. Fernandes RVDB, Marques GR, Borges SV, Botrel DA. 2014. Effect of solids content and oil load on the microencapsulation process of rosemary essential oil, *Ind Crops Prod* 58:173-181.
25. Formisano C, Delfino S, Oliviero F, Tenore GC, Rigano D, Senatore F. 2015. Correlation among environmental factors, chemical composition and antioxidative properties of essential oil and extracts of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) collected in Molise (South-central Italy), *Ind Crops Prod* 63:256-263.
26. Prakash B, Kedia A, Mishra PK, Dubey NK. 2015. Plant essential oils as food preservatives to control moulds, mycotoxin contamination and oxidative deterioration of agri-food commodities - Potentials and challenges, *Food Control* 47:381-391.
27. Kasrati A, Jamali CA, Fadli M, Bekkouche K, Hassani L, Wohlmuth H, Leach D, Abbad A. 2014. Antioxidative activity and synergistic effect of *Thymus satyroides* Coss. essential oils with cefixime against selected food-borne bacteria, *Ind Crops Prod* 61:338-344.
28. Munir A, Hensel O, Scheffler W, Hoedt H, Amjad W, Ghafoor A. 2014. Design, development and experimental results of a solar distillery for the essential oils extraction from medicinal and aromatic plants, *Sol Energy* 108:548-559.
29. Acar Ü, Kesbiç OS, Gültepe N, Türker A. 2015. Evaluation of the effects of essential oil extracted from sweet orange peel (*Citrus sinensis*) on growth rate of tilapia (*Oreochromis mossambicus*) and possible disease resistance against *Streptococcus iniae*, *Aquaculture* 437: 282-286.
30. Örmeci-Kart MÇ, İkiz M, Demircan V. 2012. Türkiye'de Yağ Gülü (*Rosa damascena*) Üretimi ve Ticaretinin Gelişimi, *Süleyman Demirel Üniv Ziraat Fak Derg* 7(1): 124-134.

31. Kejlová K, Jrová D, Bendová H, Gajdos P, Kolárová H. 2010. Phototoxicity of essential oils intended for cosmetic use, *Toxicol In Vitro* 24: 2084-2089.
32. Tarek N, Hassan HM, AbdelGhani SMM, Radwan IA, Hammouda O, El-Gendy AO, 2014. Comparative chemical and antimicrobial study of nine essential oils obtained from medicinal plants growing in Egypt, *Beni Suef Univ J Basic and App Sci*, 3:149-156.
33. Zoubiri S, Baaliouamer A, Seba N, Chamouni N. 2014. Chemical composition and larvicidal activity of Algerian *Foeniculum vulgare* seed essential oil, *Arabian J Chem* 7: 480-485.
34. Starliper CE, Ketola HG, Noyes AD, Schill WB, Henson FG, Chalupnicki MA, Dittman DE, 2015. An investigation of the bactericidal activity of selected essential oils to *Aeromonas* spp., *J Adv Res*, 6: 89-97.
35. Haba E, Bouhdid S, Torregó-Solana N, Marqués AM, Espuny MJ, García-Celma MJ, Manresa A. 2014. Rhamnolipids as emulsifying agents for essential oil formulations: Antimicrobial effect against *Candida albicans* and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, *Int J Pharm* 476: 134-141.
36. Roby MHH, Sarhan MA, Selim KAH, Khalel Kl. 2013. Antioxidant and antimicrobial activities of essential oil and extracts of fennel (*Foeniculum vulgare* L.) and chamomile (*Matricaria chamomilla* L.), *Ind Crops Prod* 44:437-445.
37. Nezhadali A, Nabavi M, Rajabian M, Akbarpour M, Pournali P, Amini F. 2014. Chemical variation of leaf essential oil at different stages of plant growth and in vitro antibacterial activity of *Thymus vulgaris* Lamiaceae, from Iran, *Beni Suef Univ J Basic and Appl Sci* 3:87-92.
38. Hosni K, Hassen I, Chaâbane H, Jemli M, Dallali S, Sebei H, Casabianca H. 2013. Enzyme-assisted extraction of essential oils from thyme (*Thymus capitatus* L.) and rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.): Impact on yield, chemical composition and antimicrobial activity, *Ind Crops Prod* 47:291-299.
39. Asensio CM, Grosso NR, Juliani HR. 2015. Quality preservation of organic cottage cheese using oregano essential oils, *LWT - Food Sci Technol* 60: 664-671.
40. Bufalo J, Zheljzkov VD, Cantrell CL, Astatkie T, Ciampa L, Jeliázkova E. 2015. Diurnal effects on spearmint oil yields and composition, *Sci Hort*, 182:73-76.
41. Golbeck JC, Nascimento JED, Jacob RG, Fiorentini AM, Silva WPD. 2014. Bioactivity of essential oils from *Eucalyptus globulus* and *Eucalyptus urograndis* against planktonic cells and biofilms of *Streptococcus mutans*, *Ind Crops Prod* 60:304-309.
42. Selvi MT, Thirugnanasampandan R, Sundarammal S. 2015. Antioxidant and cytotoxic activities of essential oil of *Ocimum canum* Sims. from India, *J Saudi Chem Soc*, 19:97-100.
43. Sahoo S, Parida R, Singh S, Padhy RN, Nayak S. 2014. Evaluation of yield, quality and antioxidant activity of essential oil of in vitro propagated *Kaempferia galanga* Linn, *J Acute Disease*, DOI: 10.1016/S2221-6189(14)60028-7, 124-130.
44. Aldana DS, Andrade-Ochoa S, Aguilar CN, Contreras-Esquivel JC, Nevárez-Moorillón GV. 2015. Antibacterial activity of pectic-based edible films incorporated with Mexican lime essential oil, *Food Control*, 50: 907-912.
45. Barreto HM, Filho ECS, Lima E. de O, Coutinho HDM, Morais-Braga MFB, Tavares CCA, Tintino SR, Rego JV, Abreu APL, Lustosa M. do CG, Oliveira RWG, Citó AMGL, Lopes JAD. 2014. Chemical composition and possible use as adjuvant of the antibiotic therapy of the essential oil of *Rosmarinus officinalis* L., *Ind Crops Prod*, 59: 290-294.
46. Falco DE, Roscigno G, Landolfi S, Scandolera E, Senatore F. 2014. Growth, essential oil characterization, and antimicrobial activity of three wild biotypes of oregano under cultivation condition in Southern Italy, *Ind Crops Prod*, 62:242-249.
47. Ulukanlı Z, Karabörklü S, Bozok F, Ates B, Erdogan S, Cenet M, Karaaslan MG. 2014. Chemical composition, antimicrobial, insecticidal, phytotoxic and antioxidant activities of Mediterranean *Pinus brutia* and *Pinus pinea* resin essential oils, *Chin J Nat Medic*, 12(12): 0901- 0910.
48. Mesomo MC, Corazza ML, Ndiaye PM, Santa ORD, Cardozo L, Scheer AP. 2013. Supercritical CO₂ extracts and essential oil of ginger (*Zingiber officinale* R.): Chemical composition and antibacterial activity, *J Supercrit Fluid*, 80:44-49.
49. Ma T, Luo J, Tian C, Sun X, Quan M, Zheng C, Kang L, Zhan J. 2015. Influence of technical processing units on chemical composition and antimicrobial activity of carrot (*Daucus carota* L.) juice essential oil, *Food Chem*, 170:394-400.
50. Peng Y, Li Y. 2014. Combined effects of two kinds of essential oils on physical, mechanical and structural properties of chitosan films, *Food Hydrocolloid*, 36:287-293.

51. Lin Qi, Ting LT, Wei ZF, Guo N, Luo M, Wang W, Gang ZY, Jie FY, Peng X. 2014. Solvent-free microwave extraction of essential oil from pigeon pea leaves (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) and evaluation of its antimicrobial activity, *Ind Crops Prod*, 58: 322-328.
52. 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, *Molecul*, 17(9): 10550-10573.
53. Samaram S, Mirhosseini H, Tan CP, Ghazali HM, Bordbar S, Serjouie A. 2015. Optimisation of ultrasound-assisted extraction of oil from papaya seed by response surface methodology: Oil recovery, radical scavenging antioxidant activity, and oxidation stability, *Food Chem*, 172: 7-17.
54. Fakir H, Erbaş S, Özen M, Dönmez İE. 2014. Hayıt (*Vitex agnus-castus* L.)' da Farklı Toplama Zamanlarının Uçucu Yağ Oranı ve Bileşenleri Üzerine Etkisi, *Eur J Sci Technol*, 1(2): 25-28.
55. Sintim HY, Burkhardt A, Gawde A, Cantrell CL, Astatkie T, Obour AE, Zheljazkov VD, Schlegel V. 2015. Hydrodistillation time affects dill seed essential oil yield, composition, and bioactivity, *Ind Crops Prod*, 63:190-196.
56. Florido PM, Andrade IMG, Capellini MC, Carvalho FH, Aracava KK, Koshima CC, Rodrigues CEC, Gonçalves CB. 2014. Viscosities and densities of systems involved in the deterpenation of essential oils by liquid-liquid extraction: New UNIFAC-VISCO parameters, *J. Chem Thermo*, 72:152-160.
57. Stanojevic LP, Radulovic NS, Djokic TM, Stankovic BM, Ilic DP, Cakic MD, Nikolic VD. 2014. The yield, composition and hydrodistillation kinetics of the essential oil of dill seeds (*Anethii fructus*) obtained by different hydrodistillation techniques, *Ind Crops Prod*, DOI: 10.1016/j.indcrop.2014.10.067
58. Kiralan M, Özkan G, Bayrak A, Ramadan M. F. 2014. Physicochemical properties and stability of black cumin (*Nigella sativa*) seed oil as affected by different extraction methods, *Ind Crops Prod*, 57:52-58.
59. Milic S, Lepojevic Z, Adamovic D, Mujic I, Zekovic Z. 2006. Comparison of Mentha Extracts Obtained by Different Extraction Methods, *APTEFF*, 37:145-154.
60. Gavahian M, Farahnaky A, Javidnia K, Majzobi M. 2012. Comparison of ohmic-assisted hydrodistillation with traditional hydrodistillation for the extraction of essential oils from *Thymus vulgaris* L., *Innov Food Sci Emerg Technol*, 14: 85-91.
61. Zougali BB, Ferhat MA, Hassani A, Chemat F, Allaf KS. 2012. Comparative Study of Essential Oils Extracted from Algerian *Myrtus communis* L. Leaves Using Microwaves and Hydrodistillation, *Int J Mol Sci*, 13: 4673-4695.
62. Zhao S, Zhang D. 2014. Supercritical CO₂ extraction of Eucalyptus leaves oil and comparison with Soxhlet extraction and hydro-distillation methods, *Sep Puri Technol*, 133:443-451.
63. Issartier SP, Ginies C, Cravotto G, Chemat F. 2013. A comparison of essential oils obtained from lavender via different extraction processes: Ultrasound, microwave, turbohydrodistillation, steam and hydrodistillation, *J Chromatogr A*, 1305: 41-47.
64. Allaf T, Tomao V, Ruiz K, Chemat F. 2013. Instant controlled pressure drop technology and ultrasound assisted extraction for sequential extraction of essential oil and antioxidants, *Ultrason Sonochem*, 20: 239-246.
65. Lopresto CG, Petrillo F, Casazza AA, Aliakbarian B, Perego P, Calabr V. 2014. A non-conventional method to extract D-limonene from waste lemon peels and comparison with traditional Soxhlet extraction, *Sep Puri Technol*, 137:13-20.
66. Filly A, Fernandez X, Minuti M, Visinoni F, Cravotto G. 2014. Solvent-free microwave extraction of essential oil from aromatic herbs: From laboratory to pilot and industrial scale, *Food Chem*, 150:193-198.
67. Samaram S, Mirhosseini H, Tan CP, Ghazali HM. 2014. Ultrasound-assisted extraction and solvent extraction of papaya seed oil: Crystallization and thermal behavior, saturation degree, color and oxidative stability, *Ind Crops Prod*, 52:702-708.
68. Petrakis AE, Kimbaris AC, Perdakis DC, Lykouressis DP, Tarantilis PA, Polissiou MG. 2014. Responses of *Myzus persicae* to three Lamiaceae essential oils obtained by microwave-assisted and conventional hydrodistillation, *Ind Crops Prod*, 62:272-279.
69. Boukroufa M, Boutekedjiret C, Petigny L, Rakotomanomana N. 2014. Bio-refinery of orange peels waste: A new concept based on integrated green and solvent free extraction processes using ultrasound and microwave techniques to obtain essential oil, polyphenols and pectin, *Ultrason Sonochem*, 24:72-79.

GIDA



Yazım Kuralları

GIDA (2009) 34 (1): 55-58

www.gidadernegi.org/ Gıda Dergisi / Yayın kuralları

Makale Gönderimi ve Telif Hakkı Devir Formu

GIDA (2009) 34 (1): 65

www.gidadernegi.org/ Gıda Dergisi / Makale Gönderimi ve Telif Hakkı Devir Formu

Son Kontrol Listesi

GIDA (2009) 34 (1): 66

www.gidadernegi.org/ Gıda Dergisi / Son Kontrol Listesi

adreslerinden erişilebilir. Yazarlar, makale göndermeden önce yazım kurallarını tam olarak okumalı ve makalelerini burada verilen kurallara göre hazırlamalıdır.

Author Instructions

GIDA (2009) 34 (1): 59-63

www.gidadernegi.org / English / The Journal of FOOD /Author Instructions

Manuscript Submission and Copyright Release Form

GIDA (2009) 34 (1): 67

www.gidadernegi.org / English / The Journal of FOOD /Manuscript Submission and Copyright Release Form

Final Check List

GIDA (2009) 34 (1): 68

www.gidadernegi.org / English / The Journal of FOOD /Final Check List

can be reached from those addresses. Authors must read carefully the author instructions and prepare the manuscript accordingly.