



## Extraction Methods of Medicinal and Aromatic Plants, Its Use in Foods and Evaluation in Food Supplement Field

Derya Arslan<sup>1,a</sup>, Merve Aydın<sup>1,b,\*</sup>, Selman Türker<sup>1,c</sup>

<sup>1</sup>Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, Necmettin Erbakan University, 42090 Konya, Turkey

\*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Review Article</i></p> <p>Received : 23/04/2021 Accepted : 03/05/2021</p> <p><b>Keywords:</b> Medicinal and aromatic plants Secondary metabolite Food supplements Bioactive substance Extraction</p>	<p>Medicinal and aromatic plants (MAPs) have come to the fore in the last two decades with the increasing interest of consumers in natural nutrition and life. Turkey has an important place in terms of MAPs thanks to its geographical location, climate, and plant diversity. MAPs, which show a wide variety, are available in various forms (whole, ground, powder, extract (liquid extract), extract (dry extract), hydrosol or essential oils) due to their flavor, odor, taste, antimicrobial, antioxidant and therapeutic effects. Due to the secondary metabolites in their composition, their use as a functional food ingredient and food supplement besides medicine and pharmacy is also important. In recent years, globalization, urbanization, changing living conditions and divergence of nutritional habits have led consumers to supplementary foods. Necessary regulations have been made in this field with the use of more MAPs in the food supplements market. In this review, some information about MAPs and their use in the production of food supplements are included.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 9(5): 926-936, 2021

## Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Ekstraksiyon Yöntemleri, Gıdalarda Kullanımı ve Takviye Edici Gıda Alanında Değerlendirilmesi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Derleme Makale</i></p> <p>Geliş : 23/04/2021 Kabul : 03/05/2021</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b> Tıbbi ve aromatik bitkiler Sekonder metabolit Takviye edici gıdalar Biyoaktif madde Ekstraksiyon</p>	<p>Tıbbi ve aromatik bitkiler (TAB), tüketicilerin doğal beslenme ve yaşama olan ilgisinin artmasıyla birlikte son yirmi yılda ön plana çıkmıştır. Türkiye, bulunduğu coğrafi konum, sahip olduğu iklim ve bitki çeşitliliği sayesinde TAB açısından önemli bir yere sahiptir. Oldukça geniş bir varyete gösteren TAB'ın; lezzet, koku, tat verici, antimikrobiyal, antioksidan ve terapötik gibi etkileri nedeniyle çeşitli formlarda (bütün, öğütülmüş, toz, ekstrakt, ekstre, hidrosol veya uçucu yağlar) kullanımları mevcuttur. Bileşimlerindeki sekonder metabolitlerden dolayı tıp ve eczacılık alanlarının yanı sıra fonksiyonel gıda bileşeni ve takviye edici gıda olarak kullanımları da önem taşımaktadır. Son yıllarda dünya ölçeğinde artarak yaşanan küreselleşme, kentleşme, değişen yaşam koşulları ve beslenme alışkanlıklarının farklılaşması ile birlikte ortaya çıkan yetersiz ve dengesiz beslenme sonucu tüketicilerin takviye edici gıdalara yönelimini artırmıştır. Takviye edici gıdalar pazarında TAB'ın kullanımına daha fazla yer verilmesiyle bu alanda gerekli düzenlemelere gidilmiştir. Bu derlemede, TAB ile bunların takviye edici gıda üretiminde kullanımı üzerine bazı bilgilere yer verilmiştir.</p>

<sup>a</sup> [dears@erbakan.edu.tr](mailto:dears@erbakan.edu.tr)  
<sup>c</sup> [selmanturker@gmail.com](mailto:selmanturker@gmail.com)

<sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0002-6655-9312>  
<sup>b</sup> [merveaydn@hotmail.com](mailto:merveaydn@hotmail.com)  
<sup>c</sup> <https://orcid.org/0000-0003-1233-7906>

<sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0002-0626-9911>



## Giriş

Bitkilerin şifa amaçlı kullanımı çok eski tarihlere dayanır ve modern tıbbın kökenini oluşturur (Mohammed ve ark., 2018; Pehlivan ve ark., 2018). Tıbbi ve aromatik bitkiler (TAB), farklı kısımlarından elde edilen bileşenlerinin, dahili ve harici kullanımlarıyla hastalıkların tedavisinde önemli yararlar sağlayan bitkiler olarak tanımlanır. TAB'ın, antik çağlardan bu yana gıdalara; tat, koku ve renk vermede kullanılmalarının yanı sıra gıda, farmakoloji, parfüm ve kozmetik gibi birçok sanayi dalında da kullanıldıkları bilinmektedir (Sevindik ve ark., 2017; Mohammed ve ark., 2019). Çeşitli şekillerde (tüm, öğütülmüş, ekstrakt, ekstre veya uçucu yağlar) uygulanan TAB'ın bu kadar geniş kullanım alanı bulmaları, içerdikleri aktif kimyasal bileşiklerden (sekonder metabolitler) kaynaklanır (Giannenas ve ark., 2020; Mohammed ve ark., 2020; Mohammed ve ark., 2021).

Bitkilerin yetiştiği çevresel faktörlerden (kuraklık, sıcaklık, tuzluluk ve yüksek ışık gibi) herhangi birisinin optimum tolerans düzeyini aşması durumunda bitki strese girerek sekonder metabolitleri üretir (Yang ve ark., 2018; Isah, 2019). Sekonder metabolitler TAB'ın; tohum, meyve, yaprak ya da köklerinde yer almaktadır. Sekonder metabolit olarak uçucu yağ, flavonoid, alkaloid, saponin, tanen ve reçine salgılanır. Bu metabolitler bir organizmanın normal büyümesi, gelişmesi veya üremesi için gereken ancak elzem olmayan organik bileşiklerdir (Irchhaiya ve ark., 2015). Bunlar, bitkinin aroma ve tadını vermekle birlikte biyoaktif özellik gösterirler. Zengin miktarda sekonder metabolitleri barındıran TAB'ın büyük çoğunluğu yüksek antioksidan aktivite gösterir. Özellikle flavonoid içeren bitkilerin antioksidan aktivitesi daha yüksek bulunmuştur (Mohammed ve ark., 2018; Yakoub ve ark., 2018). TAB'ın sahip oldukları biyoaktif kimyasal bileşikler (sekonder metabolitler) Şekil 1'de yer aldığı gibidir (Yang ve ark., 2018; Shirahigue ve Ceccato-Antonini, 2020).

Sekonder metabolitler, bitki materyaline ve bileşenlerine bağlı olarak bitki dokusundan; damıtma, ekspresyon (soğuk presleme), sıvılaştırılmış gazlar, anfloraj (soğuk yağ ile ekstraksiyon), maserasyon veya çözücüler ile ekstrakte edilir (Mamedov ve Craker, 2012; Ou ve ark., 2015). Ayrıca bu metabolitler, bitki hücre ve doku kültürlerinden yararlanılarak *in vitro* koşullarda da üretilir (Çalışkan ve ark., 2019). Çözücü ekstraksiyonu doğal antioksidanların elde edilmesinde kullanılan en yaygın ve ayrıca en yüksek verim sağlayan bir metottur (Tsao ve Deng, 2004). Bu metot ile en yüksek fenolik madde miktarının elde edilebilmesi için optimum koşulların (çözücü karakteri ve konsantrasyonu, miktarı, ultrason uygulaması, ekstraksiyon sıcaklığı, karıştırma ve süre gibi) belirlenmesi önemlidir (Handa, 2008; Oroian ve ark., 2020). Farklı çözücülerle bitki veya bitki kısımlarından ekstrakte edilen sıvı haldeki bitkisel preparat "ekstrakt" olarak tanımlanırken, bu ekstraktın çözücüsünün uzaklaştırılması ile elde edilen kuru formadaki bitkisel preparat ise "ekstre" olarak tanımlanır (Anonim, 2016a).

Birçok ülkede doğal ürünlerden üretilen ilaçlarda, farmakolojik açıdan yararlı bitki ekstraktlarının kullanımı kabul görmektedir (Inoue ve Craker, 2014; Mohammed ve ark., 2021). Takviye edici gıdaların kullanım yaygınlığı ve

sıklığı son yıllarda artmaktadır. Yapılan bir çalışmada özellikle genç hastaların takviye edici gıdaları, doktor tarafından önerilen ilaçları kullanmaktan daha güvenli ve etkili bulunduğu saptanmıştır (Halsted, 2003). Türkiye'de bitkisel ürünler Avrupa Birliği düzenlemelerine benzer olarak takviye edici gıda veya geleneksel bitkisel tıbbi ürün şeklinde sınıflandırılır (Anonim, 2010). Bu derleme kapsamında TAB'ın; sektörel durumuna, biyoyararlılığının ve tüketim miktarının artırılmasına yönelik yenilikçi yöntemlere, takviye edici gıda veya gıda katkı maddesi olarak kullanımına ve gıda güvenliğine dair çalışmalar ele alınmıştır.

## Ülkemiz ve Tıbbi ve Aromatik Bitki Alanında Mevcut Durum

Türkiye'de birçok TAB doğrudan doğadan toplanmakla birlikte kekikte olduğu gibi bir kısmının da belirli ölçüde tarımı yapılır (Aslan ve Karakuş, 2019; Yıldıztekin ve ark., 2019). Ülkemiz; coğrafi konumu, iklimi ve bitki çeşitliliği, tarımsal potansiyeli ve geniş yüzölçümü sayesinde; gıdadan sağlığa birçok konuyla bağlantılı olan TAB açısından oldukça zengindir. Ülkemizde 12.000'in üzerinde bitki çeşidi mevcuttur. Bunların 3.600 adeti endemiktir (Kendir ve Güvenç, 2010; Anonim, 2019a). Sadece Artvin ilimizde Almanya'nın sahip olduğu kadar TAB çeşidi vardır. Endemik türler açısından en zengin bölgelerimiz arasında Akdeniz, Doğu Anadolu ve İç Anadolu bölgeleri yer alır (Acıbuca ve Budak, 2018). Türkiye'de TAB konusunda yeni çeşitlerin geliştirilmesi, son yıllarda ivme kazanmıştır (Karık ve Tunçtürk, 2019).

2015 yılı Afyonkarahisar Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Merkezi Odaklı Strateji ve Hedeflerin Belirlenmesi Çalıştayı sonuç bildirgesinde, TAB ile ilgili çarpıcı güdümlü çok merkezli ve multidisipliner projelerin desteklenmesi ve başarılı çıktılarının motivasyon unsuru olarak değerlendirilmesi önerisi yer almıştır (Anonim, 2016b). Türkiye'nin bu alandaki önemi, gelişmiş ülkelerdeki yerleşmiş bitkisel ilaç ve kimyasallar, gıda ve gıda katkı maddeleri, kozmetik ve parfümeri sanayilerinin girdisini oluşturan ve pek çok bitkisel ürün veren bitkilerin ülkemiz florasında bulunmasından gelmektedir (Bayraktar ve ark., 2017).

Türkiye'de tıbbi bitkilerin işlenmesi konusunda hala yeterli düzeyde gerekli yatırımlar yapılmaması yanında TAB'a ait düzenli istatistiksel verilerin tutulmadığı, arz talep ilişkisine göre de üretim yapılmadığı ifade edilir (Yıldıztekin ve ark., 2019). Artan ilgi ve bilinçsiz yaklaşımlar nedeniyle doğal floradan aşırı toplanma sonucu TAB baskı altındadır (Karık ve Tunçtürk, 2019). Güncel teknolojiler yeterince değerlendirilememiş ve aynı zamanda katma değer zinciri oluşturulamamıştır. Ülkemiz florasında baskı altında olan TAB'ın kültüre alınması ve genlerinin korunması için gerekli çalışmalarının yapılması, TAB için oldukça önem taşır (Aslan ve Karakuş, 2019). Çeşitli TAB türlerinin yetiştirilmesi, geliştirilmesi ve ıslah çalışmalarının sürdürülmesiyle tescil edilen çeşit sayısının giderek artması öngörülmektedir (Karık ve Tunçtürk, 2019). TAB'ın, daha bilinçli, kontrollü ve denetimli şekilde toplanıp bu konuda, sertifikasyon firmaları ve

resmî kurumlar arasındaki gerekli koordinasyonun sağlanması önerilir. Bu bitkiler hakkında bilgilerin toplanacağı ve erişilebileceği veri bankaları oluşturulmalı ve toplanmasından ve/veya üretiminden ihracatına kadar düzenli kayıtlar tutulmalıdır (Anonim, 2016b; Yıldıztekin ve ark., 2019). Ayrıca bu sektörde çiftçisinden üreticisine kadar aktif rol alan herkesin doğru bilgilendirilmesi ve bu alanda alınan teşviklerin artırılması beklenmektedir.

Ülkemiz hal-i hazırda Avrupa ülkelerinden 100 taneden fazla TAB kaynaklı ürün ithal etmektedir. Türkiye, ticaret hacmi 115 milyar doların üzerinde olan bu pazarda, 370 bin ton TAB üretimi gerçekleştirirken, 404 milyon dolara ulaşan bir ihracat yapmıştır (TOB, 2020a). Ancak burada dikkat edilmesi gereken husus, ihraç ürünlerinin işlenmemiş ham halde olduğudur. İhracatı yapılan bitkilerin başında anason, defne, haşhaş ve kekik gelirken, ithalatta ise karabiber ilk sırada yerini almıştır (Bayraktar ve ark., 2017). Global pazarda TAB'ın katma değerli ürünlere dönüştürülmesinin önemli hale gelmesiyle, uçucu yağ bitkisi yetiştiriciliği ve uçucu yağ üretim sektörünün teşvik edilmesi önem arz eder (Bakkali ve ark., 2008).

Türkiye 2023 yılında TAB'dan 5 milyar dolar gelir sağlamayı hedef olarak belirlemiştir. Bu hedefi tutturmak adına Türkiye Büyük Millet Meclisi'nde 07.11.2018 Tarihinde, TAB çeşitliliğinin korunmasında, bunların üretiminde ve pazarlanmasında karşılaşılan sorunlar ile alınması gereken tedbirlerin belirlenmesi amacıyla "TAB Çeşitliliğinin Korunması Araştırma Komisyonu" kurulmuştur (Anonim, 2019a). Komisyon bu doğrultuda çalışmalarına devam etmektedir. Türkiye, işleme teknolojisi ve eğitilmiş iş gücü bakımından yeterli potansiyele sahiptir. Sahip olunan bu potansiyel etkin bir şekilde kullanılabilirse; Türkiye, mevcut konumundan çıkarak; 2023 hedefine rahatlıkla ulaşabilecektir.

### **Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Ekstraksiyonu**

Biyoaktif bileşikler (sekonder metabolitler), TAB'dan farklı yöntemlerle elde edilmektedir. Bunlardan klasik olanları; damıtma (distilasyon), özellikle su distilasyonu, ekstraksiyon, anfloraj, maserasyon ve presleme yöntemleridir (Ou ve ark., 2015). Ekstraksiyon, biyoaktif bileşiklerin bitki materyalinden elde edilebildiği ana işlem olarak tanımlanır. Ekstraksiyon işleminin amacı, hedef bileşiği en yüksek miktar ve biyolojik aktivitede elde etmektir (Truong ve ark., 2019). Son yıllarda kullanılan modern yöntemlere bazı örnekler şunlardır: süperkritik akışkan ekstraksiyonu, mikrodalga ekstraksiyonu, basınçlı solvent ekstraksiyonu, katı-faz mikroekstraksiyonu ve enzim destekli ekstraksiyon (Handa, 2008; Dahmoune ve ark., 2014; Gligor ve ark., 2019). Her bir yöntemin kendine göre avantaj ve dezavantajları vardır.

#### **Ekstraksiyon Öncesi Hammaddelerin Hazırlanması**

Bitkilerin toplandıktan sonra metabolik aktivitelerinin devam etmemesi için nem içerikleri düşürülmelidir. Bu nedenle toplanan bitki örnekleri hızla kurutulur. Kurutma işlemi (gölgede, güneşte, fırında, etüvde, infrared, mikrodalgada, liyofilizasyon gibi) sonrasında bitkilerde nem içeriği azalır, bazı kimyasal reaksiyonların oluşumu önlenir, mikroorganizmaların gelişmesi yavaşlar, organik bileşen kompozisyonu korunur ve raf ömrü artar (Arslan ve ark., 2010; Hamrouni-Sellami ve ark., 2013; Jin ve ark.,

2018). Bitkinin toplanması ile kurutulması arasındaki sürenin uzun olması durumunda ise örnekler derin dondurucuda saklanmalıdır. Bunun yanı sıra bazı uygulamalarda bitkiler, taze (yaş) olarak da tercih edilmektedir (Öncel ve ark., 2004).

Bir diğer ön işlem olan öğütme aşaması, ekstraksiyon sırasında bitki partiküllerinin çözücü ile etkileşimini ve çözücüye geçen madde miktarını artırmak yönünden önemlidir. Öğütme genellikle, öğütücüler veya çekiçli değirmenler kullanılarak gerçekleştirilir (Handa, 2008). Bitki materyaline darbeli elektrik alan veya yüksek voltajlı elektrik deşarjı ile ön işlem uygulanması, hücresel ve yapısal hasara neden olarak difüzyon katsayılarını ve fenolik ekstraksiyonunu artırmaktadır. Bu ön işlemlerin, daha düşük enerji girdisi ve ekstraktın katı matristen daha kolay ayrılması gibi avantajlar sağlaması ile öğütmenin yerini alabileceği bildirilir (Rajha ve ark., 2014).

TAB'ın çoğu yüksek uçucu yağ içeriğine sahiptir ve yağdan arındırma işlemi ile kalan kalıntıdan fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu daha kolay gerçekleştirilir. Aynı zamanda uçucu yağların alınması işlemi bitki hücrelerine zarar vermesinden dolayı iç kütle transferinin kolaylaşacağı ve fenolik ekstraksiyonun artacağı belirtilmiştir (Tsimogiannis ve ark., 2017).

#### **Ekstraksiyonu Etkileyen Parametreler**

Bitki ekstraktlarının bileşik kompozisyonu, verimi ve antioksidan aktivitesindeki farklılıklar örnek hazırlama, çözücü tipi ve ekstraksiyon metodu gibi hasat sonrası laboratuvar uygulamalarından kaynaklanır (Şekil 2) (Yakoub ve ark., 2018). Ekstraktlar, optimum ekstraksiyon şartlarının (çözücü ve örnek karakterleri ile konsantrasyonları, çözücü-örnek oranı, ultrason uygulaması, ekstraksiyon sıcaklığı, karıştırma ve süre vb) belirlenmesinden sonra elde edilerek kullanıma sunulmalıdır (Handa, 2008; Jisieike ve ark., 2020; Oroian ve ark., 2020).

#### **Çözücü**

TAB ekstraksiyonunda kullanılan çözücünün, sekonder metabolitlerin miktarı ve yapısı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle istenen farmakolojik aktivitenin sağlanabilmesi için uygun ekstraksiyon çözücüsünün seçimi oldukça önem arz eder. Bitki materyallerinden biyoaktif maddelerin ekstraksiyonu için metanol, etanol ve aseton gibi birçok çözücü kullanılır (Truong ve ark., 2019). Fenolik asitler ve glikozitler gibi polar antioksidanlar genellikle su, alkol veya su-alkol karışımları ile ekstrakte edilmektedirler. Bazı flavonoidlerin aglikonları ve birçok karotenoid ise susuz çözücüler ile ekstrakte edilmektedirler (Tsao ve Deng, 2004). Ayrıca lipofilik veya hidrofilik özellik ile çözücünün polaritesi gibi etmenler de ekstraksiyon verimini etkiler (Jisieike ve ark., 2020).

#### **Sıcaklık**

Ekstraksiyon aşamasında sıcaklık, çözünürlüğün ve çözünme hızının artmasını sağlayan bir etkidir. Ekstraksiyon sıcaklığının artması, hücre duvarlarının daha yüksek geçirgenliğine, fenolik bileşiklerin daha yüksek çözünürlüğüne ve bitki matrisi boyunca daha yüksek ısı ve kütle transferine yol açar (Efthymiopoulos ve ark., 2018). Bu nedenle, çok yüksek sıcaklık değerleri bazı bileşiklerin bozunmasına neden olmadıkça, ekstraksiyon hızında ve muhtemelen verimde de bir artış gözlenir (Oreopoulou ve

ark., 2019). Ancak sıcaklığın yükseltilmesiyle birlikte istenmeyen inert bileşenlerin çözücüye geçişinin artması, saflaştırma aşamasında zorluk oluşması ve fazla enerji kullanımı gibi sorunlar da göz önüne alınarak uygun ekstraksiyon sıcaklığı belirlenmelidir (Öncel ve ark., 2004).

#### pH

Lignanlar veya prosiyanidinler gibi bazı bileşikler bağlı veya polimerize durumdadırlar. Bu yüzden ekstraksiyon öncesinde hidroliz aşaması gerekebilir. Hafif alkali hidroliz, ester bağlarını ayırarak fenolik bileşikler serbest bırakır. Asit hidrolizi ise alkil-aril-eter bağlarını serbest bırakır. Bu nedenle bazı araştırmacılar ekstraksiyonu, hafif alkali ve asidik hidroliz altında denemişlerdir (Oreopoulou ve ark., 2019; Ye ve ark., 2019). Enzimatik işlem uygulaması da bitki hücre duvarını hidroliz ederek istenilen bileşenin geri kazanımını artırır (Gligor ve ark., 2019).

#### Süre

Ekstraksiyon süresi üzerine bitki hammaddesinin partikül boyutu, çözücü-katı oranı, pH (Oreopoulou ve ark., 2019), sıcaklık (Oreopoulou ve ark., 2019) ve ultrason uygulaması (Chemat ve ark., 2017) gibi parametreler etki eder. *Pistacia lentiscus* yapraklarından fenolik bileşiklerin geleneksel ekstaksiyonu 2 saat (60°C) sürerken, ultrason (20 kHz, 27°C) ve mikrodalga (500 W) uygulamaları sırasıyla ekstraksiyon süresini 15 dk ve 60 sn'ye düşürmüştür (Dahmoune ve ark., 2014). Benzer bir çalışmada, biberiye yapraklarının 4 saat süren geleneksel ekstraksiyonu (40°C), mikrodalga uygulaması (250 W) ile 7 dk'ya kısaltılmıştır (Rodríguez-Rojo ve ark., 2012).

#### Çözücü-Katı Oranı

Ekstraksiyonda çözücü-katı oranının fazla olması, katı matrisi ile çözücü arasında yüksek konsantrasyon farkı oluşturur ve kütle transferini hızlandırır. Ancak geçiş hızlanırken ekstrakttaki fenolik bileşiklerin konsantrasyonu azalır. Beraberinde istenilmeyen bileşenlerin ekstrakta geçmesiyle ekstrakt saflığında azalma görülür. İşlem maliyetini azaltmak amacıyla çözücü-katı oranının düşük tutulması tercih edilir (Oreopoulou ve ark., 2019; Jisieike ve ark., 2020).

#### Partikül Boyutu

Bitkinin öğütülmesi ile parçalanmış ve yüzey alanı artmış hücre yapılarına çözücü kolay nüfuz eder ve aktif maddenin bitki materyalinden çözücüye kütle transferi hızlanır. Çok küçük partikül boyutu da yapışkanlığa ve filtrasyonda zorluğa neden olacağından dolayı istenmemektedir (Handa, 2008).

İlgili olarak yapılacak çalışmalarda, ekstrakte edilecek fenoliklerin çeşitlerine göre veya ekstraksiyon işleminin nitel/nicel olması durumuna göre ekstraksiyon işleminin ön denemelerle belirlenmesi elzemdir (Efthymiopoulos ve ark., 2018; Ye ve ark., 2019).

#### Yeşil Ekstraksiyon Yöntemleri

Son yıllarda biyomoleküller, nutrasötik potansiyelleri nedeniyle ilgi çekmekte ve bu bileşenlerin çeşitli doğal kaynaklardan ekstraksiyonda kullanılan tekniklerin geliştirilmesi yönünde yapılan çalışmalar artmaktadır (Dahmoune ve ark., 2014; Chemat ve ark., 2017). Bitki hücre duvarında bulunan hemiselüloz, nişasta ve pektin gibi polisakaritlerin varlığı klasik ekstraksiyon tekniklerinin etkinliğini azaltır. Ayrıca klasik teknikler;

uzun ekstraksiyon süreleri, fazla miktarda çözücü ihtiyacı, düşük ekstraksiyon seçiciliği, yüksek maliyet ve fazla miktarlarda çözücünün buharlaştırılma zorunluluğu gibi olumsuz özelliklere de sahiptir. Bu nedenle, biyomoleküllerin etkin şekilde kazanımı için yeşil ve yeni ekstraksiyon teknikleri geliştirilmektedir (Gligor ve ark., 2019; Oroian ve ark., 2020).

Günümüzde ekstraksiyon işleminde yaygın olarak kullanılan ultrason uygulaması ile oluşan mikron ebatındaki oyukcuklar, hücre duvarında bozunmaya ve parçacık boyutlarında küçülmeye neden olur ve böylece kütle transferini hızlandırarak ekstraksiyon etkinliğini artırır. Ultrason destekli ekstraksiyon, işlem süresini kısaltmakla birlikte daha yüksek saflıkta ürün eldesi sağlar, enerji sarfiyatını azaltır ve daha az çözücü kullanımı ile çevreci bir teknoloji olarak karşımıza çıkar (Chemat ve ark., 2017; Oroian ve ark., 2020). Benzer olarak yüksek frekanslı ultrason olarak da bilinen megason uygulaması, 400 kHz'in ötesinde megasonik frekanslarda ve çeşitli güç seviyelerinde (>100 W) dalgalar üreterek, bölgesel mikro akışı sağlar ve daha küçük kaviteasyon baloncukları üretir. Ayrıca bu yüksek frekanslı dalgalar, gıda maddelerinin sıvı/sıvı veya katı/sıvı karışımlarından ayrılması için itici bir güç olarak da kullanılır (Leong ve ark., 2015). Süperkritik akışkan ekstraksiyonunda ise kullanılan çözücü, kritik sıcaklık ve basınç değerlerinin üzerine getirilerek süperkritik akışkan özelliği kazanır. Böylece, sıvılar gibi yüksek yoğunluk ve çözme gücüne, gazlar gibi ise düşük viskozite ve sıfır yüzey gerilimine sahip gaz-sıvı arası bir özellik gösterir (Büyüktuncel, 2012). Bu ekstraksiyon yönteminin avantajları arasında; düşük sıcaklıkta, kısa sürede ve yüksek verimlilikte gerçekleşmesi, kolaylığı ve çevre kirliliği oluşturmaması sayılmaktadır. Ayrıca oksidasyona maruz kalmayan, seçiciliği yüksek ve çözücüsü tamamen uzaklaştırılmış bir ekstrakt elde edilir. Karbondioksit (CO<sub>2</sub>) en yaygın kullanılan süperkritik sıvıdır ve etanol, metanol, hekzan gibi yardımcı çözücülerle beraber kullanıldığında çözücü etkinliği artar (Karale Chandrakant ve ark., 2011; Vijayan ve ark., 2019). Bunun yanı sıra, enzim destekli ekstraksiyonda enzimatik ön muamele, bağlı bileşiklerin serbest bırakılması veya genel anlamda verimin artırılması için etkili bir yol olarak görülmektedir. Selüloz, α-amilaz ve pektinaz gibi spesifik enzimlerin ekstraksiyon esnasında ilavesi, hücre duvarının parçalanmasını sağlar ve polisakaritler ile lipit bileşenlerinin hidrolizini artırır (Gligor ve ark., 2019).

TAB ürünlerinin ekstraksiyonu, doğru ve tekrarlanabilir veriler elde etmek için kontrollü yöntemler altında uygun şekilde yapılmalıdır. Ayrıca, *in vitro* ve *in vivo* deneysel ve farmakolojik çalışmalar, aromatik bitkileri ve bunların ekstraktlarını alternatif tıbbi ürünlere dönüştürmeye odaklanmalıdır. Son olarak, etki mekanizmalarının daha iyi anlaşılması ve bunların kapsamlı bir şekilde kullanılması için; gıda, yem ve diğer ilaçlarla olası etkileşimlerinin değerlendirilmesi gerekir (Doğan ve Avcı, 2018; Giannenas ve ark., 2020).

#### Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Kullanım Alanları

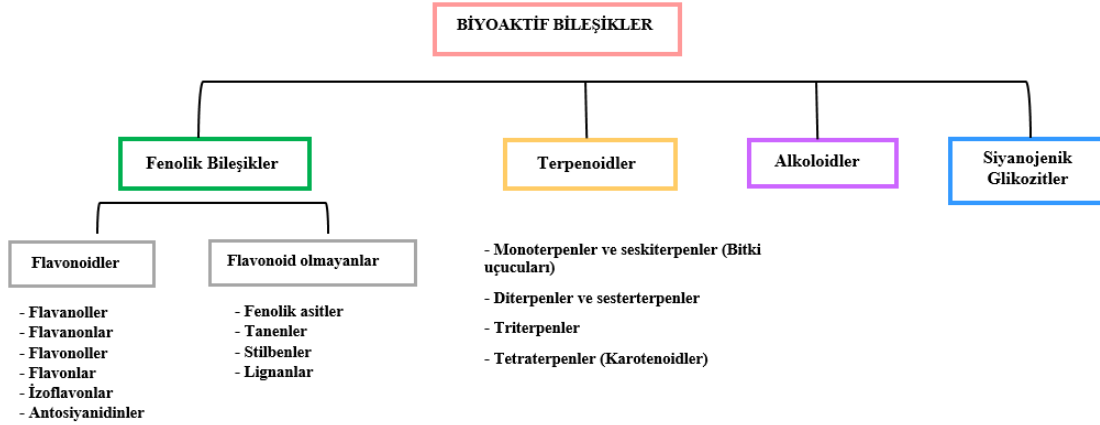
Gelir düzeyi yüksek ülkelerde TAB kullanımının yeniden artması, doğal bitkisel ilaçlar şeklinde farklı bir kullanım türünü ortaya çıkarmıştır. TAB'ın fitoterapi, tıbbi

ve veterinerlik alanında kullanımları, aromaterapi, nutrasötikler, kozmesötikler ve hayvan refahı kullanımları gibi yeni kavramlarla kullanım alanını genişleten “endüstriyel ürünler” haline işlenmektedir (Şekil 3). Yeni, yenilikçi ve katma değer sağlayan uygulamalar, TAB’ın fonksiyonel gıdalarda, hayvancılıkta ve tarımda (bitki koruma) kullanımına olanak tanımıştır (Christaki ve ark., 2012; Klimek-Szczykutowicz ve ark., 2020).

TAB’daki biyoaktif bileşikler, uçucu yağların bünyesinde de bulunmaktadır. Uçucu yağlar gıda endüstrisinde; alkolsüz içeceklerde, şekerlemelerde, kozmetik endüstrisinde ise parfüm, cilt ve saç bakım ürünleri ve aromaterapide kullanılır (Christaki ve ark., 2012; Ribeiro-Santos ve ark., 2017). Uçucu yağlar, kişisel kullanımda antiseptik ve antimikrobiyal maddeler olarak değerlendirilebilir. Örneğin havayı temizleme, kişisel

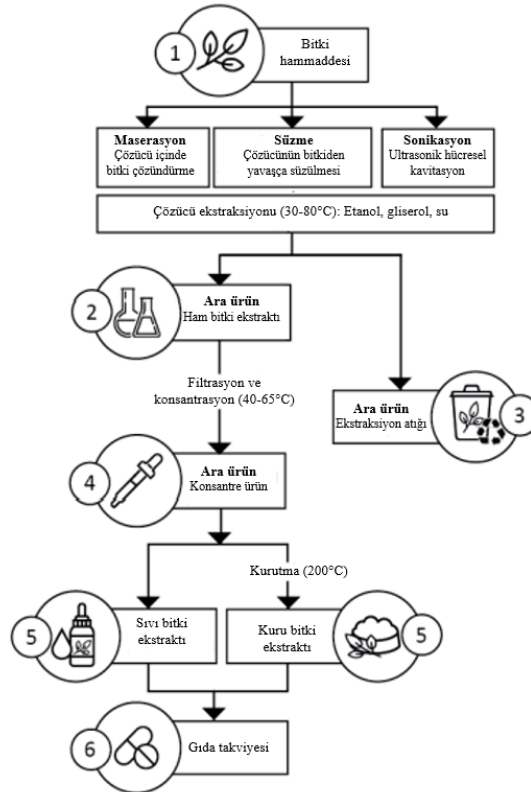
hijyen ve hatta ağızdan tüketim yoluyla dahili kullanımları söz konusudur. Bunların mahsullerin veya gıda yığınlarının korunmasında böcek kovucu olarak kullanım alanları da vardır (Bakkali ve ark., 2008).

Mevcut tıbbi ilaçların %50’den fazlası bitkilerden üretilir (Jamshidi-Kia ve ark., 2018). İlaç endüstrisi, yeni teknoloji yapay ilaçların keşfine odaklanmış olsa da doğal ürünler, yeni bileşikler için kaynak olmaya devam etmektedir. TAB yalnızca geleneksel ilaç olarak değil, aynı zamanda uzak pazarların talebini karşılayan ticari ürünler olarak da merkezi bir rol oynar. Bunun için TAB, gıda sanayisinde; gıda katkı maddesi, baharat, bitki çayı, takviye edici gıda gibi ürünlere işlenmek için uygun kalite ve standartlarda üretilmesi gerekir (Christaki ve ark., 2012; Varlı ve ark., 2020).



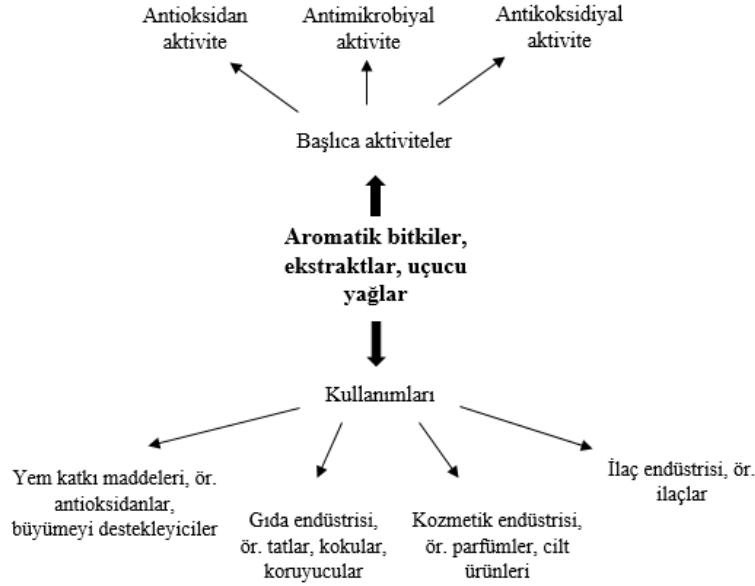
Şekil 1. Biyoaktif bileşiklerin başlıca sınıflandırılması (Yang ve ark., 2018; Shirahigue ve Ceccato-Antonini, 2020)

Figure 1. Major classification of bioactive compounds (Yang et al., 2018; Shirahigue and Ceccato-Antonini, 2020)



Şekil 2. Tıbbi ve aromatik bitkilerin (TAB) endüstriyel üretiminin akış şeması (Frigerio ve ark., 2019)

Figure 2. Flow chart of industrial production of medicinal and aromatic plants (MAPs) (Frigerio et al., 2019)



Şekil 3. Aromatik bitkilerin aktiviteleri ve kullanımları (Christaki ve ark., 2012)  
Figure 3. Activities and uses of aromatic herbs (Christaki et al., 2012)

### Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Gıdalarda Koruyucu Olarak Kullanımı

İnsan beslenmesinde TAB, içerdikleri biyoaktif bileşenler sayesinde fonksiyonel gıda uygulamalarında ya da doğal antioksidan kullanımlarında önemli bir yere sahiptir (Karadağ, 2019; Mohammed ve ark., 2020). TAB ve uçucu yağları, fenolik bileşikler, öjenol, timol, karvakrol gibi doğal antioksidanları içerir. Antioksidanlar, serbest radikallerin etkilerini yok eden veya geciktiren bileşiklerdir. Günümüzde, yapay antioksidanların güvenilirlikleri üzerinde artan endişelerden dolayı çeşitli bitkilerden elde edilen doğal antioksidanların gıda endüstrisinde kullanımına yoğun bir ilgi oluşmuştur (Özcan ve Arslan, 2011). TAB ve baharatlar eski çağlardan bu yana geleneksel olarak ilaçlarda ve çeşitli gıdalarda koruyucu madde olarak kullanılır (Igwillo ve ark., 2019). Bu durum, doğal antioksidan kaynağı olarak büyük bir potansiyele sahip olan TAB'ın, özellikle et, süt ve fırıncılık ürünleri gibi yağlı gıdalarda oksidasyonu önlemek amacıyla kullanımını giderek artırmıştır (Ribeiro-Santos ve ark., 2017). Bitki ve baharatların doğal antioksidan kaynakları olarak kullanımını araştıran çok sayıda çalışma mevcuttur (Pehlivan ve ark., 2018; Mohammed ve ark., 2019). Kekik antioksidan aktivitesi özellikle uçucu yağından kaynaklanır. Kekik uçucu yağı, gıda ürünlerinin bozulmasını önlemede antioksidan olarak kullanılır (Dauqan ve Abdullah, 2017). Biberiye uçucu yağı bileşimindeki rosmarinik asit ve karnosolden kaynaklı yüksek antioksidan kapasite gösterdiği için toz ekstraktı özellikle gıdalara katkı olarak kullanılır (Nieto ve ark., 2018).

Gıdaların korunması ve depolanması sırasında meydana gelen en büyük problemlerden biri de lipid oksidasyonu olup; yağlarda acılaşmaya (ransidleşme), yağ içeren diğer gıdalarda ise renk, tat, aroma, tekstür ve kıvamda bozulmalara ve besinsel kalitenin azalmasına neden olmaktadır (Ahmed ve ark., 2016). Gıda endüstrisinde lipid oksidasyonunu engellemek veya azaltmak, toksik oksidasyon ürünlerinin oluşmasını

engellemek, besinsel kaliteyi sürdürmek ve gıdanın raf ömrünü uzatmak amacıyla antioksidan kullanımı gereklidir (Kumar ve ark., 2014). Ancak pek çok araştırmacı uzun süredir gıda proseslerinde kullanılan BHA ve BHT gibi bazı yapay antioksidanların, canlı organizmalarda kanserojen etki gösterdiğine dikkat çekmektedirler (Vandghanooni ve ark., 2013; Bouvard ve ark., 2015). Alredaie (2017) çalışmasında, kekte kullandığı limon otu uçucu yağının (600 ppm) antioksidan aktivite göstererek yağın bozulmasını geciktirdiğini ve ürünün raf ömrünü artırdığını belirlemiştir. Böylelikle limon otu yağının yapay koruyucular (BHT gibi) yerine alternatif doğal bir antioksidan olarak kullanılabilirliğini bildirmiştir. Biberiye uçucu yağı özellikle et ve et ürünlerinde, yağ ve protein bozulmasından kaynaklanan oksidasyonu önlemede tercih edilir (Nieto ve ark., 2018).

Doğal olmaları ve kalıntı sorununa yol açmamaları nedeniyle bitki ve baharatların, özellikle organik gıda üretiminde antimikrobiyal olarak değer bulacağı ileri sürülmektedir (Cáceres ve ark., 2020). Uçucu yağlar hidrofobik yapıları nedeniyle, bakterilerin hücre zarlarının lipidleri arasında hareket ederek hücre duvarı yapılarını bozarlar ve onları daha geçirgen hale getirirler. Membran geçirgenliğindeki bu değişiklik, iyonların ve diğer hücre materyallerinin sızmasına yol açarak hücre ölümüne neden olur (Devi ve ark., 2010). İlkimen ve Gülbandır (2018), lavanta (*Lavandula stoechas*), ada çayı (*Salvia officinalis*), kekik (*Thymus vulgaris*) ve papatya (*Matricaria chamomilla*) ekstraktlarının tümünün *Staphylococcus aureus* (ATCC 29213) ve *Escherichia coli* (ATCC 25922) bakterilerine karşı etkili olduğunu bulmuştur.

### Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Takviye Edici Gıda Olarak Kullanımı

Son yıllarda doğal takviye edici gıda ürün tüketiminin artması ve tüketicilerin bu ürünlerin sağlığa yararları konusunda giderek bilinçlenmesi ile TAB pazarında değer artışı görülmüştür (EFSA, 2009). TAB, dünyada yaygın olarak standartlaştırılmış ekstraktlar şeklinde kullanılır.

Türkiye’de bitkisel ilaç ve takviye edici gıda üreten yerli firmalar, hammadde olarak kullandıkları ekstraktın büyük bir kısmını Amerika, Almanya ve Çin’den karşılar (Karık ve Tunçtürk, 2019). Persistence Market Research tarafından sunulan bir raporda; küresel bitkisel takviye pazarı 2017 yılında 40 milyar ABD doları değerinde belirlenirken, 2025 yılına kadar bu pazarın 65 milyar ABD dolarını aşması öngörülmüştür (Persistence Market Research, 2017). Hindistan ve Çin, sırasıyla yıllık 1,1 ve 6,0 milyar dolar bitkisel hammadde ihracatı ile bu konuda büyük yol kat etmişlerdir. Ülkemizdeki takviye edici ürünlerinin toplam ilaç pazarındaki satış oranı henüz %2,5 dolayındadır. Bu değer İngiltere’de %40 olduğu bilinmektedir (Anonim, 2019c). Takviye edici gıda pazarı, Türkiye’de 2016 yılında toplamda 735 milyon lira büyüklüğünde iken, bu pazarın 2021 yılı sonunda 950 milyon liraya ulaşması beklenmektedir (Anonim, 2017).

Türk Gıda Kodeksi Takviye Edici Gıdalar Tebliği (Tebliğ No: 2013/49)’nde; “Normal beslenmeyi takviye etmek amacıyla; vitamin, mineral, protein, karbonhidrat, lif, yağ asidi, amino asit gibi besin öğelerinin veya bunların dışında besleyici veya fizyolojik etkileri bulunan bitki, bitkisel ve hayvansal kaynaklı maddeler, biyoaktif maddeler ve benzeri maddelerin konsantre veya ekstraktlarının tek başına veya karışımlarının kapsül, tablet, pastil, tek kullanımlık toz paket, sıvı ampül, damlalık şişe ve diğer benzeri sıvı veya toz formlarda hazırlanarak günlük alım dozu belirlenmiş ürünler” şeklinde tanımlanır (Anonim, 2013). Türkiye’de takviye edici gıdaların piyasaya sürülmeden önce Tarım ve Orman Bakanlığı’ndan onay alınması zorunludur. Tarım ve Orman Bakanlığı ile birlikte onay işlemleri Sağlık Bakanlığı ve Takviye Edici Gıdalar Komisyonu tarafından yürütülmektedir (Anonim, 2019a).

Takviye edici gıdaların kullanımı özellikle son yıllarda satış stratejileri, reklamlar ve sosyal medya aracılığıyla yaygın ve popüler bir hale geldiği bilinmektedir (Halsted, 2003). Ancak bu yolla pazarın aynı zamanda sahtecilik ve taşışlere karşı da savunmasız hale geldiği açıktır. Çeşitli araştırma projeleri, potansiyel olarak tüketicilerin sağlığını tehdit eden problemlerin, düzensiz kaynaklardan elde edilen bitkisel takviye edici gıdalar ve geleneksel ilaçlarla ortaya çıkabileceğini rapor etmiştir (Deconinck ve ark., 2015). Takviye edici gıdalar, ilaç olarak değerlendirilmeyip doğru şekilde tüketildiğinde insan sağlığına olumlu etkide bulunmaktadır (Atalay ve Erge, 2018). Bu konuda takviye edici gıda ve bitkisel tıbbi ilaç arasındaki ayrımın net olarak yapılarak toplumdaki yanlış kullanımın önüne geçilmesi gereklidir. Ayrıca ilgili bakanlıklardan konuya dair gerekli tedbirlerin alınmasına yönelik ortak çalışmalar beklenmektedir.

TAB, günümüzde de takviye edici gıda ürünlerinin eldesinde yoğun şekilde kullanılmaktadır (Franz ve ark., 2011). Gıda katkı maddesi olarak kullanılan bitkisel ürünlerin birçoğu yıllardan beri mevcut olsa da, bu ürünlerin mevzuata uygunluğu yetki alanları arasında büyük farklılıklar göstermektedir. Bazı ülkeler TAB’ı gıda üretimi için güvenilir bileşenler olarak görürken, bazıları da bunun aksine mevzuatlarını ilaç veya tıbbi ürün kategorisinde olduğu gibi sağlık bakanlıkları marifetiyle düzenlenir (Frigerio ve ark., 2019). TAB içeren takviye edici gıdalar, Avrupa Birliği (AB), Hindistan, Yeni Zelanda ve ABD’de “Gıda Kategorisine” dahil edilirken,

Kanada ve Avustralya’da “Tıp/İlaç Kategorisinde” değerlendirilir. Bunun yanı sıra Japonya ve Çin’de bu tür ürünler, sağlığa yararlarından dolayı “Sağlıklı Gıda” kategorisinde kabul edilmektedir (Silano ve ark., 2011; Low ve ark., 2017). Türkiye’de ise bu ürünlere Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından “Takviye Edici Gıda” olarak izin verilmektedir (Anonim, 2013). Bitkilerin tıbbi amaçlı kullanımını ise Sağlık Bakanlığı Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu tarafından onaylanır (Anonim, 2019b). Hal böyle olmasına karşın, aynı etken madde ve aynı formülasyona sahip bazı geleneksel bitkisel tıbbi ürünler ile takviye edici gıda ürünleri için hali hazırda hem Sağlık Bakanlığı hem de Tarım ve Orman Bakanlığı’ndan izin alınmasında herhangi bir engel bulunmadığı, dolayısıyla bunun bir izin ve yetki karmaşasına neden olduğu belirtilmektedir (Anonim, 2019d). Türkiye’de onaylı takviye edici gıdalar kategorisine kayıtlı toplam 9337 tane ürün (yağ, ekstre, ekstrakt, tablet, kapsül) yer alır (TOB, 2020b).

Bazı bitkisel ilaç ve takviye edici gıdalar *Ginkgo biloba* L. ekstraktlarını içermektedir. Bu ürünler, genellikle %22-27 flavon glikozitler, %5-7 terpen laktonlar ve <5 ppm (%5×10<sup>-4</sup>) ginkgolik asitleri içerecek şekilde standardize edilmiştir (Gawron-Gzella ve ark., 2010). Bu tür standart bir ekstrakt, Çin ve Avrupa Birliği ülkelerinde bitkisel ilaç olarak kabul edilirken, Amerika Birleşik Devletleri’nde takviye edici gıda olarak değerlendirilir. Bitkisel ilaç olarak, biloba ekstraktı, yaşa bağlı zihinsel işlev kaybını iyileştirmek için yaygın kullanılır (AHP, 2011).

Türkiye’de takviye edici gıda sektörünün giderek büyümesi sonucu ulusal ve uluslararası firmalar Türk pazarına gün geçtikçe artan sayıda gelişmiş takviye edici gıda ürünleri arz etmektedirler. Bunun yanı sıra Türkiye’nin pazarlama sektöründe takviye edici gıdaların tüketimi üzerine yapılan araştırma ve çalışmalar yeterli sayıda değildir (Sezgin, 2020).

### Tıbbi ve Aromatik Bitkiler ve Gıda Güvenliği

Tıbbi bitki ve ürünlerinde; yanlış tanımlama, uygun olmayan hazırlama yöntemleri veya tüketim dozuna bağlı olarak bir takım olumsuz vak’alarla karşılaşmaktadır (Doğan ve Avcı, 2018). Sarı kantaron (St. John’s Wort) adıyla bilinen *Hypericum perforatum* L., depresyon tedavisinde kullanılan popüler bir şifalı bitkidir. Karaciğer sitokrom oksidaz enzimlerinin indüksiyonuna bağlı olan etkileşimleriyle bilinen en iyi örneklerden biridir. Fizyolojik etkilerinin yanı sıra varfarin, digoksin, oral kontraseptifler, fenitoin ve karbamazepin dahil olmak üzere bir dizi ilacın etkinliğini azalttığı tespit edilmiştir (Rahimi ve Abdollahi, 2012). Bu nedenle TAB kullanımında, gıda ve ilaç etkileşimlerinin, farmakokinetik değişiklikler yoluyla kontrol edilmesi gerektiği belirtilir (Ribeiro-Santos ve ark., 2017). Sarı kantaron (*H. perforatum*) bitkisinin toprak üstü aksanlarının sulu-alkollü ekstraktının 450-1050 mg/gün, tentürünün ise 3-4.5 mL/gün (1:5, %60 etanol) dozları şeklinde alınması uygun bulunmuştur. 6-12 yaş arası çocuklarda yetişkin için kullanılan dozun yarısı önerilir (ESCOP Monographs, 2003).

Bitki teşhislerinin doğru yapılmaması ve bitki ekstraktlarının pestisit, mikotoksin, toksik madde, ağır metal ve mikroorganizma gibi bileşenlerle kontaminasyonu neticesinde istenmeyen bazı riskler,



takviye edici gıdanın saflığıyla ilgili başka bir sorunu oluşturmaktadır (Tripathy ve ark., 2015; Fibigr ve ark., 2018). Bu nedenle tıbbi bitkiler, tüketicilere sunulurken mutlaka bu konuda uzman kişiler tarafından kontrol edilmelidir (Hayward ve ark., 2013; Tripathy ve ark., 2017). TAB'ın tüketiciler tarafından güvenle kullanılabilmesi için üretilen ürünlerin standardize edilmesi ve denetim standartlarının oluşturulması son derece önem arz eder (Kosalac ve ark., 2009). Yeni yapılanmaya bağlı olarak gıdalarda ve takviye edici gıdalarda risk değerlendirilmesine yönelik komisyonlar kurulmaya başlanmıştır (Başaran, 2012; Anonim, 2019a).

## Sonuç

Ülkemiz zengin flora ve fauna çeşitliliği ile önemli biyoaktif bileşenlere sahip TAB'ı barındırmaktadır. TAB'ın bu bileşenlerinin etkin ve verimli bir şekilde ekstraksiyonunda klasik yöntemlerin yanı sıra yeşil ve yenilikçi yöntemler (süperkritik sıvı ekstraksiyonu, mikrodalga, ultrason ve enzim destekli ekstraksiyon gibi) kullanılır. TAB'ın ekstraksiyonundan doğru ve standart veriler almak için ekstraksiyon kontrollü yöntemler altında ve uygun şekilde yapılmalıdır. Bu nedenle TAB ile ilgili kalitatif analizlerin yapılabileceği bir laboratuvar alt yapısı kurulmalı, dahası TAB şirketlerine laboratuvar ortamı için destek verilmelidir.

Ülkemizde TAB'dan elde edilen sabit yağ, uçucu yağ, ekstrakt, ekstre ve aromatik su gibi ürünlerin daha yüksek katma değerli ürünlere dönüştürülmesi (bitkisel ilaç, takviye edici gıda, kozmetik ürün vb.) bu anlamda sektörün gelişmesinde oldukça önem taşır. TAB'ın baharat, bitki çayı, gıda katkı maddesi ve takviye edici gıda gibi ürünlere uygun kalitede ve standartlarda işlenmesi için kalite özellikleri belirli doğru bitki türlerinin kültüre alınması ve tarımın organize bir şekilde yapılması gerekmektedir. Aynı zamanda bazı TAB ürünlerinin ürün spesifikasyonları olmadığından dolayı asıl ürüne diğer bazı ürünlerin karıştırılmasıyla yapılan tağşişin önüne geçmek için vakit kaybetmeden gerekli mevzuat çalışmaları ve denetimler yapılmalıdır. Yeni mevzuatın oluşturulmasında sektör temsilcilerinin de görüşü alınmalıdır.

TAB, gıda endüstrisinde aroma ve lezzet vermenin yanı sıra zengin biyoaktif bileşen içeriği nedeniyle antimikrobiyal ve antioksidatif özellikler gösteren doğal koruyuculardır. Ülkemizde TAB içeren takviye edici gıdaların kullanımına Tarım ve Orman Bakanlığı'na izin verilir. Bu bitkilerin tıbbi amaçla kullanımı ise Sağlık Bakanlığı Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'na onaylanır. Böylece TAB içeren takviyeler ilaç olarak değerlendirilmeyip gerekli dozlarda tüketildiği takdirde insan sağlığına yararlı etkide bulunur. Bu konuda bakanlıklarla ortak çalışmalar yürütülerek takviye edici gıda ile bitkisel tıbbi ilaç ayrımı açık bir şekilde yapıp toplumdaki yanlış kullanım önlenmelidir. TAB'ın biyoaktif özelliklerinin yanı sıra beraberinde alındığı bir dizi ilacın etkinliğini azaltması nedeniyle etkin ve doğru kullanımları için farmokinetik olarak kontrolüne ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca TAB içeren takviyelerde, bitkilerin yanlış teşhis edilmesinden veya bitki ekstraktlarının toksik bileşenlerle kontaminasyondan kaynaklı olası risklerin önlenmesinde uzman kişiler tarafından kalitatif, kantitatif ve mikrobiyolojik analizler yapılmalıdır.

Sektörün ve toplumun sorunlarına yönelik çözüm üretmek adına TAB üzerine farklı bilim dallarının iş birliği içinde yürüteceği multidisipliner projeler artırılmalı ve bakanlıklar arasında tıbbi ve aromatik bitkiler koordinasyon üst kurulu oluşturulmalıdır. Son olarak TAB ürünlerinin etki mekanizmalarının daha iyi anlaşılması, tüketiciler tarafından güvenle tüketilebilmesi ve geniş kullanım alanları için bu ürünlerin; standardize edilmesi, denetim standartlarının oluşturulması ve gıda, ilaç ve yem ile olası etkileşimlerinin daha fazla araştırılması gereklidir.

## Kaynaklar

- Acıbuca V, Budak DB. 2018. Dünya'da ve Türkiye'de tıbbi ve aromatik bitkilerin yeri ve önemi. Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 33(1): 37-44.
- Ahmed M, Pickova J, Ahmad T, Liaquat M, Farid A, Jahangir M. 2016. Oxidation of lipids in foods. Sarhad Journal of Agriculture, 32(3): 230-238. doi: 10.17582/journal.sja/2016.32.3.230.238
- Alredaie S. 2017. Karanfil ve limon otu esansiyel yağlarının antioksidan olarak keklerin raf ömrü üzerine etkisi. Doktora Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- Anonim 2010. Geleneksel bitkisel tıbbi ürünler yönetmeliği. Resmî Gazete Tarihi: 06.10.2010, Sayısı: 27721. <https://titck.gov.tr/storage/Archive/2019/legislation/aa1268b7-31ed-4113-88ce-1051030277d5.pdf> (Erişim Tarihi: 25.12. 2020).
- Anonim 2013. Türk gıda kodeksi takviye edici gıdalar tebliği (Tebliğ No: 2013/49). Resmî Gazete Tarihi: 16.08.2013, Sayısı: 28737. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/08/20130816-16.htm> (Erişim Tarihi: 25.12. 2020).
- Anonim 2016a. Türk gıda kodeksi gıdalarda kullanılabilecek bitkiler ve bitkisel preparatlar tebliği (Tebliğ no: 2016/...). [https://members.wto.org/crnattachments/2016/SPS/TUR/16\\_0138\\_00\\_x.pdf](https://members.wto.org/crnattachments/2016/SPS/TUR/16_0138_00_x.pdf) (Erişim Tarihi: 25.12. 2020).
- Anonim 2016b. Afyonkarahisar tıbbi ve aromatik bitkiler merkezi odaklı strateji ve hedeflerin belirlenmesi çalıştay kitapçığı, Afyonkarahisar, Türkiye, 28 Şubat-1 Mart 2015, PLN Matbacılık (1. Baskı): 63-68.
- Anonim 2017. Gıda takviyesi pazarı büyüyor. <https://www.platinonline.com/piyasalar/gida-takviyesi-pazari-buyuyor-775005> (Erişim Tarihi: 20.12. 2020).
- Anonim 2019a. Tıbbi ve aromatik bitki çeşitliliğinin korunmasında, bunların üretiminde ve pazarlanmasında karşılaşılan sorunlar ile alınması gereken tedbirlerin belirlenmesi amacıyla kurulan meclis araştırması komisyonu raporu. Sıra sayısı: 159, 66 s.
- Anonim 2019b. Türkiye ilaç ve tıbbi cihaz kurumu tarafından komisyona sunulan 02.08.2019 Tarihli ve 121049 sayılı cevabi yazı.
- Anonim 2019c. 2020 yılında ilaçların yerini takviye edici gıdalar alacak. <https://www.dha.com.tr/ekonomi/2020-yilinda-ilaclarin-yerini-takviye-edici-gidalar-alacak/haber-1683213> (Erişim Tarihi: 20.12.2020)
- Anonim 2019d. Araştırma komisyonunun 05-06.07.2019 tarihli Konya ve Karaman çalışma ziyareti toplantıları. <https://www.tbmm.gov.tr/sirasayi/donem27/yil01/ss159.pdf> (Erişim Tarihi: 27.12.2020).
- Arslan D, Özcan MM, Mengeç HO. 2010. Evaluation of drying methods with respect to drying parameters, some nutritional and colour characteristics of peppermint (*Mentha x piperita* L.). Energy Conversion and Management, 51(12): 2769-2775. doi: 10.1016/j.enconman.2010.06.013
- Aslan R, Karakuş Z. 2019. Gelenekten günümüze tıbbi ve aromatik bitkiler. Ayrıntı Dergisi, 7(73).
- Association for Healthcare Philanthropy (AHP). 2011. Annual report. <https://issuu.com/ahpi/docs/annual2011> (Erişim Tarihi: 19.12.2020).



- Atalay D, Erge HS. 2018. Gıda takviyeleri ve sağlık üzerine etkileri. *Food and Health*, 4(2): 98-111. doi: 10.3153/FH18 010
- Bakkali F, Averbeck S, Averbeck D, Idaomar M. 2008. Biological effects of essential oils—A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2): 446-475. doi: 10.1016/j.fct.2007.09.106
- Başaran AA. 2012. Ülkemizdeki bitkisel ilaçlar ve ürünlerde yasal durum. *Missed* (27-28): 22-26.
- Bayraktar ÖV, Öztürk G, Arslan D. 2017. Türkiye’de bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin üretimi ve pazarlamasındaki gelişmelerin değerlendirilmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*. 26(2): 216-229. doi: 10.21566/tarbitderg.369928
- Bouvard V, Loomis D, Guyton KZ, Grosse Y, El Ghissassi F, Benbrahim-Tallaa L, Guha N, Mattock H, Straif K, Corpet, D. 2015. Carcinogenicity of consumption of red and processed meat. *The Lancet Oncology*, 16(16): 1599-1600. doi: 10.1016/S1470-2045(15)00444-1
- Büyüktuncel E. 2012. Gelişmiş ekstraksiyon teknikleri I. Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi, 32(2): 209-242.
- Cáceres M, Hidalgo W, Stashenko E, Torres R, Ortiz C. 2020. Essential oils of aromatic plants with antibacterial, anti-biofilm and anti-quorum sensing activities against pathogenic bacteria. *Antibiotics*, 9(4): 147. doi: 10.3390/antibiotics 9040147
- Chemat F, Rombaut N, Sicaire AG, Meullemiestre A, Fabiano-Tixier AS, Abert-Vian M. 2017. Ultrasound assisted extraction of food and natural products. Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications. A review. *Ultrasonics Sonochemistry*, 34: 540-560. doi: 10.1016/j.ultsonch.2016.06.035
- Christaki E, Bonos E, Giannenas I, Florou-Paneri P. 2012. Aromatic plants as a source of bioactive compounds. *Agriculture*, 2(3): 228-243. doi: 10.3390/agriculture2030228
- Çalışkan T, Hatipoğlu R, Kırıcı S. 2019. Sekonder bitki metabolitlerinin *in vitro* koşullarda üretimi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(7): 971-980. doi: 10.24925/turjaf.v7i7.971-980.2447
- Dahmoune F, Spigno G, Moussi K, Remini H, Cherbal A, Madani K. 2014. Pistacia lentiscus leaves as a source of phenolic compounds: Microwave-assisted extraction optimized and compared with ultrasound-assisted and conventional solvent extraction. *Industrial Crops and Products*, 61: 31-40. doi: 10.1016/j.indcrop.2014.06.035
- Dauqan EM, Abdullah A. 2017. Medicinal and functional values of thyme (*Thymus vulgaris* L.) herb. *Journal of Applied Biology and Biotechnology*, 5(2): 17-22. doi: 10.7324/JABB.2017.50203
- Deconinck E, Kamugisha A, Van Campenhout P, Courselle P, De Beer JO. 2015. Development of a stationary phase optimised selectivity liquid chromatography based screening method for adulterations of food supplements for the treatment of pain. *Talanta*, 138: 240-246. doi: 10.1016/j.talanta.2015.03.010
- Devi KP, Nisha SA, Sakthivel R, Pandian SK. 2010. Eugenol (an essential oil of clove) acts as an antibacterial agent against *Salmonella typhi* by disrupting the cellular membrane. *Journal of Ethnopharmacology*, 130(1): 107-115. doi: 10.1016/j.jep.2010.04.025
- Doğan Ö, Avcı A. 2018. Bitkilerle tedavi ve ilaç etkileşimleri. *Türkiye Klinikleri Journal of Public Health-Special Topic*, 4(1): 49-54.
- EFSA. 2009. Guidance on safety assessment of botanicals and botanical preparations intended for use as ingredients in food supplements. *EFSA Journal*, 7(9): doi: 10.2903/j.efsa.2009.1249
- ESCOP (Escop, European Scientific Cooperative on Phytotherapy). 2003. ESCOP Monographs: The scientific foundation for herbal medicinal products. 2nd ed., Thieme, New York.
- Efthymiopoulos I, Hellier P, Ladommatos N, Russo-Profilo A, Eveleigh A, Aliev A, Kay A, Mills-Lamprey B. 2018. Influence of solvent selection and extraction temperature on yield and composition of lipids extracted from spent coffee grounds. *Industrial Crops and Products*, 119: 49-56. doi: 10.1016/j.indcrop.2018.04.008
- Fibigr J, Šatinský D, Solich P. 2018. Current trends in the analysis and quality control of food supplements based on plant extracts. *Analytica Chimica Acta*, 1036: 1-15. doi: 10.1016/j.aca.2018.08.017
- Franz C, Chizzola R, Novak J, Sponza S. 2011. Botanical species being used for manufacturing plant food supplements (PFS) and related products in the EU member states and selected third countries. *Food and Function*, 2(12): 720-730. doi: 10.1039/C1FO10130G
- Frigerio J, Gorini T, Galimberti A, Bruni I, Tommasi N, Mezzasalma V, Labra M. 2019. DNA barcoding to trace medicinal and aromatic plants from the field to the food supplement. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 92: 33-38. doi: /10.5073/JABFQ.2019.092.005
- Gawron-Gzella A, Marek P, Chanaj J, Matlawska I. 2010. Comparative analysis of pharmaceuticals and dietary supplements containing extracts from the leaves of *Ginkgo biloba* L. *Acta Poloniae Pharmaceutica*, 67(4): 335-43.
- Giannenas I, Sidiropoulou E, Bonos E, Christaki E, Florou-Paneri P. 2020. The history of herbs, medicinal and aromatic plants, and their extracts: Past, current situation and future perspectives. *Feed Additives* (1-18). doi: 10.1016/B978-0-12-814700-9.00001-7
- Gligor O, Mocan A, Moldovan C, Locatelli M, Crişan G, Ferreira IC. 2019. Enzyme-assisted extractions of polyphenols—A comprehensive review. *Trends in Food Science and Technology*, 88: 302-315. doi: 10.1016/j.tifs.2019.03.029
- Halsted CH. 2003. Dietary supplements and functional foods: 2 sides of a coin?. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 77: 1001-1007. doi: 10.1093/ajcn/77.4.1001S
- Hamrouni-Sellami I, Rahali FZ, Rebey IB, Bourgou S, Limam F, Marzouk B. 2013. Total phenolics, flavonoids, and antioxidant activity of sage (*Salvia officinalis* L.) plants as affected by different drying methods. *Food and Bioprocess Technology*, 6(3): 806-817. doi: 10.1007/s11947-012-0877-7
- Handa SS. 2008. An overview of extraction techniques for medicinal and aromatic plants. In: Handa SS, Khanuja SPS, Longo G, Rakesh DD (editors). *Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants*. Trieste, Italy: ICS-UNIDO, pp. 29.
- Hayward AR, Coates KE, Galer AL, Hutchinson TC, Emery RN. 2013. Chelator profiling in *Deschampsia cespitosa* (L.) Beauv. reveals a Ni reaction, which is distinct from the ABA and cytokinin associated response to Cd. *Plant Physiology and Biochemistry*, 64: 84-91. doi: 10.1016/j.plaphy.2012. 12.018
- Igwillo UC, Ola-Adedoyin AT, Abdullahi MM, Chukwuemeka AE. 2019. A review of opportunities and challenges in conservation and use of medicinal and aromatic plants in Nigeria. *International Journal of Advanced Research*, 7(4): 770-778. doi: 10.21474/IJAR01/8885
- Inoue M, Craker LE. 2014. Medicinal and aromatic plants—Uses and functions. In *Horticulture: Plants for people and places*. Dordrecht: Springer, pp: 645-669. ISBN: 978-94-017-8580-8 (Print) 978-94-017-8581-5 (Online).
- Irchhaiya R, Kumar A, Yadav A, Gupta N, Kumar S, Gupta N, Kumar S, Yadav V, Prakash A, Gurjar H. 2015. Metabolites in plants and its classification. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences (WJPPS)*, 4(1): 287-305.
- Isah T. 2019. Stress and defense responses in plant secondary metabolites production. *Biological Research*, 52(39): 1-25. doi: 10.1186/s40659-019-0246-3
- İlkimen H, Gülbandır A. 2018. Lavanta, ada çayı, kekik ve papatya ekstrelerinin antimikrobiyal etkilerinin araştırılması. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*, 48(4): 241-246. doi: 10.5222/TMCD.2018.241

- Jamshidi-Kia F, Lorigooini Z, Amini-Khoei H. 2018. Medicinal plants: past history and future perspective. *Journal of Herbm Pharmacology*, 7: 1-7. doi: /10.15171/jhp.2018.01
- Jin W, Mujumdar AS, Zhang M, Shi W. 2018. Novel drying techniques for spices and herbs: A review. *Food Engineering Reviews*, 10(1): 34-45. doi: 10.1007/s12393-017-9165-7
- Jisieike CF, Betiku E. 2020. Rubber seed oil extraction: Effects of solvent polarity, extraction time and solid-solvent ratio on its yield and quality. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 24: 101522. doi: 10.1016/j.bcab.2020.101522
- Karadağ A. 2019. Türkiye'deki bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin antioksidan potansiyelleri ve fenolik kompozisyonları. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 16: 631-637. doi: 10.31590/ejosat.592711
- Karale Chandrakant K, Dere Pravin J, Dhonde S, Honde Bharat S, Kote Amol P. 2011. An overview on supercritical fluid extraction for herbal drugs. *Pharmacologyonline*, 2: 575-596.
- Karık Ü, Tunçtürk M. 2019. Türkiye'de tıbbi ve aromatik bitkilerin üretimi, ticareti ve gelecek perspektifi. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 29(2): 154-163. doi: 10.18615/anadolu.660316
- Kendir G, Güvenç A. 2010. Ethnobotany and an overview of the ethnobotanical study conducted in Turkey. *Hacettepe University Faculty of Pharmacy*, 30(1): 49-80.
- Klimek-Szczykutowicz M, Szopa A, Ekiert H. 2020. Citrus limon (Lemon) phenomenon—A review of the chemistry, pharmacological properties, applications in the modern pharmaceutical, food, and cosmetics industries, and biotechnological studies. *Plants*, 9(1): 119. doi: 10.3390/plants9010119
- Kosalec I, Cvek J, Tomić S. 2009. Contaminants of medicinal herbs and herbal products. *Arhiv za Higijenu Rada i Toksikologiju*, 60(4): 485-500. doi: 10.2478/10004-1254-60-2009-2005
- Kumar Y, Yadav DN, Ahmad T, Narsaiah K. 2015. Recent trends in the use of natural antioxidants for meat and meat products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14(6): 796-812. doi: 10.1111/1541-4337.12156
- Leong T, Knoerzer K, Trujillo FJ, Johansson L, Manasseh R, Barbosa-Cánovas GV, Juliano, P. 2015. Megasonic separation of food droplets and particles: Design considerations. *Food Engineering Reviews*, 7(3): 298-320. doi: 10.1007/s12393-015-9112-4
- Low TY, Wong KO, Yap ALL, De Haan LHJ, Rietjens IMCM. 2017. The regulatory framework across international jurisdictions for risks associated with consumption of botanical food supplements. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(5): 821-834. doi: 10.1111/1541-4337.12289
- Mamedov NA, Craker LE. 2012. Man and medicinal plants: A short review. *Acta Horticulturae*, 964: 181-190. doi: 10.17660/ActaHortic.2012.964.22
- Mohammed FS, Akgul H, Sevindik M, Khaled BMT. 2018. Phenolic content and biological activities of *Rhus coriaria* var. *zebaria*. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(8): 5694-5702.
- Mohammed FS, Pehlivan M, Sevindik M. 2019. Antioxidant, antibacterial and antifungal activities of different extracts of *Silybum marianum* collected from Duhok (Iraq). *International Journal of Secondary Metabolite*, 6(4): 317-322.
- Mohammed FS, Günel S, Şabik AE, Akgül H, Sevindik M. 2020. Antioxidant and antimicrobial activity of *Scorzonera papposa* collected from Iraq and Turkey. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(5): 1114-1118.
- Mohammed FS, Pehlivan M, Sevindik E, Akgul H, Sevindik M, Bozgeyik I, Yumrutas O. 2021. Pharmacological properties of edible *Asparagus acutifolius* and *Asparagus officinalis* collected from North Iraq and Turkey (Hatay). *Acta Alimentaria*, 50(1): 136-143.
- Nieto G, Ros G, Castilla J. 2018. Antioxidant and Antimicrobial properties of rosemary (*Rosmarinus officinalis*, L.): A review. *Medicines*, 5(98): 2-13. doi: 10.3390/medicines5030098
- Oreopoulou A, Tsimogiannis D, Oreopoulou V. 2019. Extraction of polyphenols from aromatic and medicinal plants: an overview of the methods and the effect of extraction parameters. *Polyphenols in Plants*, 243-259. doi: 10.1016/B978-0-12-813768-0.00025-6
- Oroian M, Dranca F, Ursachi F. 2020. Comparative evaluation of maceration, microwave and ultrasonic-assisted extraction of phenolic compounds from propolis. *Journal of Food Science and Technology*, 57(1): 70-78. doi: 10.1007/s13197-019-04031-x
- Ou MC, Liu YH, Sun YW, Chan CF. 2015. The composition, antioxidant and antibacterial activities of cold-pressed and distilled essential oils of *Citrus paradisi* and *Citrus grandis* (L.) Osbeck. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015: 1-9. doi: 10.1155/2015/804091
- Öncel I, Üstün S, Keleş Y. 2004. Bitki fizyolojisi laboratuvar kılavuzu. Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Döner Sermaye İşletme Yayınları. 48, pp: 6-7, Ankara.
- Özcan MM, Arslan D. 2011. Antioxidant effect of essential oils of rosemary, clove and cinnamon on hazelnut and poppy oils. *Food Chemistry*, 129(1): 171-174. doi: 10.1016/j.foodchem.2011.01.055
- Pehlivan M, Mohammed FS, Sevindik M, Akgul H. 2018. Antioxidant and oxidant potential of *Rosa canina*. *Eurasian Journal of Forest Science*, 6(4): 22-25.
- Persistence Market Research. 2017. Global market study on botanical supplements: Drugs application segment to hold maximum value share during 2017-2025. <https://www.prnewswire.com/news-releases/global-market-study-on-botanical-supplements-drugs-application-segment-to-hold-maximum-value-share-during-2017---2025-300484161.html> (Erişim Tarihi: 21.12.2020).
- Rahimi R, Abdollahi M. 2012. An update on the ability of St. John's wort to affect the metabolism of other drugs. *Expert Opinion on Drug Metabolism and Toxicology*, 8(6): 691-708. doi: 10.1517/17425255.2012.680886
- Rajha HN, Boussetta N, Louka N, Maroun RG, Vorobiev E. 2014. A comparative study of physical pretreatments for the extraction of polyphenols and proteins from vine shoots. *Food Research International*, 65: 462-468. doi: 10.1016/j.foodres.2014.04.024
- Ribeiro-Santos R, Andrade M, Sanches-Silva A, De Melo NR. 2017. Essential oils for food application: Natural substances with established biological activities. *Food Bioprocess Technology*, 11: 43-71. doi: 10.1007/s11947-017-1948-6
- Rodríguez-Rojo S, Visentin A, Maestri D, Cocero MJ. 2012. Assisted extraction of rosemary antioxidants with green solvents. *Journal of Food Engineering*, 109(1): 98-103. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2011.09.029
- Sevindik M, Akgul H, Pehlivan M, Selamoglu Z. 2017. Determination of therapeutic potential of *Mentha longifolia* ssp. *longifolia*. *Fresenius Environ Bull*, 26(7): 4757-4763.
- Sezgin D. 2020. Gıda takviyelerinin Türk ve dünya pazarındaki yeri. *Maltepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul*.
- Shirahigue LD, Ceccato-Antonini SR. 2020. Agro-industrial wastes as sources of bioactive compounds for food and fermentation industries. *Ciência Rural*, 50(4): 1-17. doi: 10.1590/0103-8478cr20190857
- Silano V, Coppens P, Larrañaga-Guetaria A, Minghetti P, RothEhrang R. 2011. Regulations applicable to plant food supplements and related products in the European Union. *Food Function*, 2(12): 710. doi: 10.1039/C1FO10105F
- TOB (Tarım ve Orman Bakanlığı). 2020a. Bakan Pakdemirli: "Dünyadaki tıbbi aromatik bitkilerin yüzde 6'sı ülkemizde", <https://www.tarimorman.gov.tr/Haber/4862/Bakan-Pakdemirli-%E2%80%98E2%80%98dunyadaki-Tibbi-Aromatik-Bitkilerin-Yuzde-6si-Ulkemizde> (Erişim Tarihi: 03.05.2021).

- TOB (Tarım ve Orman Bakanlığı). 2020b. Onaylı takviye edici gıdalar listesi, <https://www.tarimorman.gov.tr/Konu/1986/Onayli-Takviye-Edici-Gidalar-Listesi> (Erişim Tarihi: 28.11.2020).
- Tripathy V, Basak BB, Varghese TS, Saha A. 2015. Residues and contaminants in medicinal herbs A review. *Phytochemistry Letters*, 14: 67-78. doi: 10.1016/j.phytol.2015.09.003
- Tripathy V, Saha A, Kumar J. 2017. Detection of pesticides in popular medicinal herbs: A modified QuEChERS and gas chromatography–mass spectrometry based approach. *Journal of Food Science and Technology*, 54(2): 458-468. doi: 10.1007/s13197-017-2487-x
- Truong DH, Nguyen DH, Anh Ta NT, Bui AV, Ha Do T, Nguyen HC. 2019. Evaluation of the use of different solvents for phytochemical constituents, antioxidants, and *in vitro* anti-inflammatory activities of *Severinia buxifolia*. *Journal of Food Quality*, 1-9. doi: 10.1155/2019/8178294
- Tsao R, Deng Z. 2004. Separation procedures for naturally occurring antioxidant phytochemicals. *Journal of Chromatography B*, 812: 85-99. doi: 10.1016/j.jchromb.2004.09.028
- Tsimogiannis D, Choulitoudi E, Bimpilas A, Mitropoulou G, Kourkoutas Y, Oreopoulou V. 2017. Exploitation of the biological potential of *Satureja thymbra* essential oil and distillation by-products. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 4: 12-20. doi: 10.1016/j.jarmap.2016.07.002
- Vandghanooni S, Forouharmehr A, Eskandani M, Barzegari A, Kafil V, Kashanian S, Ezzati Nazhad Dolatabadi J. 2013. Cytotoxicity and DNA fragmentation properties of butylated hydroxyanisole. *DNA and Cell Biology*, 32(3): 98-103. doi: 10.1089/dna.2012.1946
- Varlı M, Hancı H, Kalafat G. 2020. Tıbbi ve aromatik bitkilerin üretim potansiyeli ve biyoyararlılığı. *Research Journal of Biomedical and Biotechnology*, 1(1): 24-32.
- Vijayan UK, Varakumar S, Singhal RS. 2019. A comparative account of extraction of oleoresin from *Curcuma aromatica* Salisb by solvent and supercritical carbon dioxide: Characterization and Bioactivities. *LWT-Food Science and Technology*, 116: 108564. doi: 10.1016/j.lwt.2019.108564
- Yakoub AR, Abdehedic O, Jridi, M, Elfalleh W, Nasri M, Ferchichi A. 2018. Flavonoids, phenols, antioxidant, and antimicrobial activities in various extracts from Tossa jute leave (*Corchorus olitorus* L.). *Industrial Crops and Products*, 118: 206–213. doi: 10.1016/j.indcrop.2018.03.047
- Yang L, Wen KS, Ruan X, Zhao YX, Wei F, Wang Q. 2018. Response of plant secondary metabolites to environmental factors. *Molecules*, 23(4): 762. doi: 10.3390/molecules23040762
- Ye J, Hua X, Wang M, Zhang W, Yang R. 2019. Effect of extraction pH on the yield and physicochemical properties of polysaccharides extracts from peanut sediment of aqueous extraction process. *LWT-Food Science and Technology*, 106: 137-144. doi: 10.1016/j.lwt.2019.02.049
- Yıldıztekin M, Ulusoy H, Tuna AL. 2019. Türkiye’de tıbbi ve aromatik bitkilerin yetiştiriciliği ve sürdürülebilir gelişimi. 4 th International Symposium on Innovative Approaches in Engineering and Natural Sciences Conference Proceedings, 4(6): 481-484. doi: 10.36287/setsci.4.6.134