



## PİYASADA BULUNAN BAZI UÇUCU YAĞLARIN FARMAKOPE UYGUNLUĞUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

### EVALUATION OF PHARMACOPEIA COMPLIANCE OF SOME ESSENTIAL OILS IN THE MARKET

Burçin ERGENE<sup>1</sup> , Damla HADDUR<sup>2</sup> , Melek KARAASLAN<sup>1\*</sup> ,  
Kamuran İLERİ ÖZLER<sup>1,2</sup> , Gülçin SALTAN İŞCAN<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Ankara Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmakognози Ana Bilim Dalı, 06560, Ankara, Türkiye

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 06110, Ankara, Türkiye

#### ÖZ

**Amaç:** Uçucu yağlar; doğal kaynaklardan elde edilen ve vücutta fizyolojik etkilere sebep olan karışımlardır. Bu etkiler, uçucu yağın kimyasal bileşimine bağlı olarak değişkenlik gösterir. Bu nedenle, kullanılacak uçucu yağların dikkatli seçilmesi, beklenen etkinin görülebilmesi adına son derece önemlidir. Piyasada satılan uçucu yağların kaynağına ve kalitesine dair doğru bilgiye ulaşmak ise her zaman mümkün olmamaktadır. Fitoterapi ve aromaterapide terapötik ajan olarak, kimyasal içeriği bilinen ya da farmakope kalitesinde olan uçucu yağlar tercih edilmektedir. Bu uçucu yağlar; ağrı, uykusuzluk, egzema, stres nedeniyle anksiyete, depresyon ve hazımsızlık gibi ruhsal ve fiziksel rahatsızlıklarda etkin bir şekilde kullanılmaktadır.

**Gereç ve Yöntem:** Bu çalışma kapsamında; 10 adet lavanta uçucu yağı numunesi, 8 adet biberiye uçucu yağı numunesi, 10 adet limon uçucu yağı numunesi, 8 adet nane uçucu yağı numunesi, 9 adet bergamot uçucu yağı numunesi ve 6 adet fesleğen uçucu yağı numunesi olmak üzere, piyasada satışı olan 16 markanın, toplamda 51 adet uçucu yağının farmakope analizi yapıldı. Lavanta, biberiye, nane ve limon uçucu yağları için Türk Farmakopesi (2017), bergamot uçucu yağı için Fransız Farmakopesi (1991), fesleğen uçucu yağı için ise AFNOR Fransız Standartlarında yer alan monograflar doğrultusunda analiz şartları belirlendi. Fesleğen için elde edilen sonuçlar, Randriamiorisoa, 1995 (Manuel Rapide Et Utile Pour Producteurs D'Huiles Essentielles) içeriğindeki referans değerler ile de karşılaştırıldı.

**Sonuç ve Tartışma:** Piyasadan temin edilen numunelerle yapılan farmakope analizleri sonucunda elde edilen veriler ışığında; analizi yapılan uçucu yağlar arasında; lavanta uçucu yağı numunelerinden 3 tanesinin ve biberiye uçucu yağı numunelerinden 1 tanesinin farmakopeye tam

\* Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Melek Karaaslan  
e-posta / e-mail: mkaracaoglu@ankara.edu.tr, Tel. / Phone: +903122033103

olarak uygun sonuç verdiği, diğer uçucu yağ numunelerinin ise istenen spesifikasyonları tam olarak sağlamadığı görülmüştür. Numunesi temin edilen yağların farmakope analizi sonuçları, piyasadaki pek çok yağın farmakope kalitesinde olmadığını ortaya koymuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Aromaterapi, farmakope analizi, Türk Farmakopesi, uçucu yağ

## ABSTRACT

**Objective:** Essential oils are mixtures, which are obtained from natural sources and induce some physiological effects in the body. These effects vary due to the chemical content of the essential oil. Therefore, selection of essential oils to be used is extremely important in order to see the expected effect. It is not always possible to obtain accurate information about the source and quality of essential oils sold in the market. Essential oils with known chemical content or pharmacopoeial quality are preferred as therapeutic agents in phytotherapy and aromatherapy. These oils are effectively used in mental and physical disorders such as headache, pain, insomnia, eczema, stress-induced anxiety, depression and indigestion.

**Material and Method:** In the content of current study, pharmacopoeia analyses of a total of 51 essential oils of 16 brands sold in the market, which comprise 11 lavender essential oil, 8 rosemary essential oil, 10 lemon essential oil, 8 peppermint essential oil, 9 bergamot essential oil and 6 basil essential oil samples, were conducted. Analysis conditions were determined in accordance with the monographs of Turkish Pharmacopoeia (2017) for lavender, rosemary, peppermint and lemon essential oils; French Pharmacopoeia for bergamot essential oil (1991), and AFNOR French Standards for basil essential oil. Results for basil were also compared with reference values in Randriamiorisoa, 1995 (Manuel Rapide Et Utile Pour Producteurs D'Huiles Essentielles).

**Result and Discussion:** In the light of the data obtained as a result of the pharmacopoeia analyses conducted with the samples obtained from the market; it was observed that 3 of the lavender essential oil samples and 1 of the rosemary essential oil samples possess full compliance with the pharmacopoeia, while the other essential oil samples did not fully meet the desired specifications. The results of the pharmacopoeia analysis of the essential oil samples revealed that many oils on the market do not meet the standards of pharmacopoeia.

**Keywords:** Aromatherapy, essential oil, pharmacopoeia analysis, Turkish Pharmacopoeia

## GİRİŞ

Aromaterapi kısaca; bazı rahatsızlıkları gidermek veya bazı fizyolojik etkiler gözlemek amacıyla, uçucu yağların kullanımı şeklinde tanımlanabilir. Özellikle 21. yüzyılda ilgi çeken ve yaygınlaşan geleneksel ve tamamlayıcı tıp uygulamaları arasında aromaterapi de kullanılmaktadır. Aromaterapide; fizyolojik etkinin gözlenmesi için terapötik ajan olarak, bitkilerin çiçekleri, dalları, yaprakları, meyveleri, kökleri gibi farklı kısımlarından veya reçine gibi ürünlerinden elde edilen uçucu yağlar kullanılmaktadır [1]. Uçucu yağlar ise; bu doğal kaynaklardan elde edilen, mental, ruhsal ve fizyolojik iyileşme sağlayan ve uçucu bileşikleri taşıyan karışımlardır. Bu bileşikler, bitkilerde buldukları kısma ve kullanım amacına göre distilasyon, mekanik yöntemler, çözücü ekstraksiyonu gibi farklı şekillerde elde edilmekte olup; tedavi amacının yanı sıra farmasötik ilaç formlarının bileşiminde, kozmetik ürünlerin bileşiminde, iyi yaşam, iyilik hali (wellness-wellbeing) uygulamalarında, koku verici olarak oda spreyi gibi günlük kullanım ürünlerinde ve aromatan olarak gıda sektöründe de kullanılmaktadır [2]. Bu kuvvetli kokulu ve yağimsı karışımlar; hidrofobiklik, bozunmaya yatkınlık ve uçuculuk gibi zayıf fiziksel özelliklere sahiptir ve bu durum da uçucu yağların farmasötik uygulamalarda kullanılmasını ve bozulmadan muhafaza edilmesini zorlaştırmaktadır [3]. Aromaterapide uçucu yağların iki ana uygulama yolu; inhalasyon ve dermal yoldur. Her bir yöntemde uçucu yağı oluşturan bileşenler; dolaşım sistemine farklı hızda ve farklı miktarlarda absorbe olurlar [4].

Birçok uçucu yağın biyolojik etkinliğine ait ilk bilgiler, bilimsel kanıtlar olmaksızın, sadece gözlemlenerek elde edilmiş olup; nesilden nesile aktarılmıştır. Örneğin, geleneksel olarak kullanımı olan biberiye ve nane uçucu yağlarının merkezi sinir sistemi üzerinde uyarıcı etkiye sahip olduğu; ylang ylang ve lavanta uçucu yağlarının ise tam tersi sedatif etkiyi gösterdiği tespit edilmiştir [5]. Ancak fizyolojik etkiler, tamamen doğal yöntemlerle elde edilen uçucu yağın kimyasal bileşimine bağlıdır. Uçucu yağlar, satışı serbest olan ve maalesef piyasada içeriğine, kaynağına ve kalitesine dair doğru bilgiye her zaman ulaşamayan ürünlerdir. Bu nedenle öncelikle aromaterapi için kullanılacak uçucu

yağların gıda ve kozmetik endüstrisinde kullanılanlardan farklı olduğunu göz önünde bulundurmak gerekir. Fitoterapi ve aromaterapide terapötik ajan olarak, kimyasal içeriği bilinen ya da farmakope kalitesinde olan uçucu yağlar; ağrı, uykusuzluk, egzema, stres nedenli anksiyete, depresyon ve hazımsızlık gibi ruhsal ve fiziksel rahatsızlıklarda etkin bir şekilde kullanılmaktadır [6-8].

Aromaterapide yaygın olarak kullanılan yağlardan olan lavanta uçucu yağı, özellikle masaj ve inhalasyon yolu ile halk arasında ve son yıllarda iyi yaşam, iyilik hali (wellness-wellbeing) tesislerinde rahatlatıcı, sakinleştirici etkisi ile kullanılmaktadır. Bu etkisiyle zihinsel olarak aşırı uyarılmışlık ve gerginlik halinin giderilmesinde, anksiyeteye karşı, uyku problemlerinin önlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunun yanında, yara, yanık ve bazı cilt rahatsızlıklarının tedavisinde kullanımı da kayıtlarda mevcuttur. Yapılan çalışmalar doğrultusunda, antibakteriyel ve antifungal etkinliği olduğu tespit edilmiştir [1]. Ayrıca lavanta uçucu yağının merkezi sinir sistemi üzerinde sedatif etkili olduğu da çalışmalar sonucunda gösterilmiştir [5]. Nane yağı, doğrudan cilde uygulanması durumunda tahrişe neden olabilmektedir, ancak eklem ağrısına ve spazm ağrılarına karşı kullanılan pek çok merhem formülasyonuna dahil edilmektedir. Yapılan çalışmalar sonucunda; antienflamatuvar, astrenjan, antispazmodik, analjezik, antimikrobiyal etkileri yanında karminatif, stomaşik ve dekonjestan etkileri de gözlenmiştir. Uygun şekilde seyreltilmesinin ardından, özellikle baş ve şakaklara uygulanmak suretiyle baş ağrısına karşı kullanımı oldukça yaygındır [1]. Merkezi sinir sistemi üzerine stimüle edici etkisi olduğu bilinmektedir [5]. Bunun yanında inhalasyon yoluyla sinus ve nefes açıcı olarak kullanılmaktadır. Biberiye uçucu yağı, özellikle sindirim sistemi üzerine etkisiyle dikkat çekmektedir. Sindirim sorunları, kabızlık ve kolite karşı kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra merkezi sinir sistemini uyarıcı etki gösterdiği, canlandırıcı etkisi ile aromaterapide kullanıldığı bilinmektedir [1,5]. Limon uçucu yağı, astrenjan ve antiseptik etkisi ile bilinmektedir. Aromaterapide ise ruh halinin iyileştirilmesi amacıyla kullanılmaktadır [1]. Bergamot uçucu yağı, anksiyolitik, analjezik, antienflamatuvar, antimikrobiyal etkinlik göstermektedir [9]. Stres, anksiyete ve uyku problemlerine karşı kullanılmaktadır. Benzer şekilde, aromaterapide fesleğen uçucu yağından da anksiyete ve stresi gidermede yararlanılmaktadır. Ayrıca fesleğen uçucu yağı zihin açıcı olarak da kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda antimikrobiyal etkinliği gösterilmiştir [1].

Farmakopeler; tedavi maksatlı kullanılan veya bir formülasyona yardımcı madde olarak dahil edilen doğal veya sentetik ürünlerin kullanılabilmesi için taşınması gereken standartların verildiği monografları içeren, devlet otoritesi tarafından kabul edilmiş ve bu konuda resmi kaynak niteliğindeki kitaplardır. Bu kitaplar; gelişen teknikler ve kullanılan etkili ve yardımcı maddelerin, doğal kaynaklı ürünlere yenilerinin eklenmesine bağlı olarak, yıllar içinde güncellenmektedir [10]. Tıbbi bitkiler ve bu bitkilerden elde edilen ürünlerin kalitesi, güvenilirliği ve etkinliği de ancak belli standartlara sahip olmaları ile sağlanabilir. Bu amaçla kullanılacak monografları içeren kaynak kitaplara örnek olarak; Türk Farmakopesi 2017 (Avrupa Farmakopesi Adaptasyonu), Avrupa Farmakopesi, ESCOP Monografları, Komisyon E Monografları gibi pek çok kaynak verilebilir.

Uçucu yağlar, ilaç, gıda, kozmetik gibi pek çok sektörde kullanılmakla birlikte; kaynak bitkinin nadir bulunması, hasata dair sorunlar, elde edilen ürünün iklime bağlı olarak değişkenlik göstermesi ve ekstraksiyon verimi gibi konular nedeniyle yüksek maliyetli ürünlerdir. Bu nedenle, satıcı firmalar tarafından, maliyeti düşürmek ve standart kokuyu sağlama amacıyla, uçucu yağ yerine sentetik bileşik karışımlarını pazarlanması, uçucu yağın bileşimine sentetik bileşikler katılması veya yağın başka yağlarla katıştırılması durumu söz konusu olabilmektedir. Bitkisel yağlar, daha ucuz ve kolay erişilebilir olmaları, ayrıca yoğunluklarının uçucu yakın olması nedeniyle uçucu yağları katıştırmada sıklıkla tercih edilmektedir. Genellikle insan sağlığını tehdit etmeyen bu durumda, uçucu yağ seyrelmekte ve koku şiddeti azalmaktadır. Bazı durumlarda uçucu yağın içine sentetik veya doğal kaynaklı bileşikler eklenebilmektedir. Bunun amacı yağın belli spesifikasyonları sağlaması, daha yüksek fiyatlandırılması amacıyla spesifik maddelerin miktarının artırılması veya koku ya da etkinliğinin artırılması olabilmektedir. Uçucu yağların maliyetini düşürürken kokusundan ödün vermemek amacıyla, yüksek maliyetli uçucu yağların daha düşük maliyetli olanlarla karıştırılması da söz konusudur. *Lavandula angustifolia* Mill. uçucu yağının kokusunu arttırmak için farklı lavanta türlerinin uçucu yağı ile katıştırılabilmekte veya içine sentetik linalool ve linalil asetat bileşikleri ilave edilmesi veya papatya uçucu yağının etkinliğini arttırmak amacıyla içine sentetik bisabolol bileşiği ilave edilmesi bu durumlara örnek olarak verilebilir [11]. Bu tip ürünlerin “tamamen doğal uçucu yağ” adı altında satılması doğru

değildir. Halk arasında oldukça yaygın olarak kullanılan uçucu yağlara dair bazı satıcı firmalar tarafından yapılan bu suistimal, uçucu yağların kalitesini ve içeriğini değerlendiren analizlere önem kazandırmaktadır.

Bu çalışma kapsamında; piyasada satılan ve halk arasında yaygın olarak kullanılan bazı uçucu yağların farklı markalara ait örnekleri temin edilmiş ve bu örneklerin farmakope analizleri yapılmıştır.

## GEREÇ VE YÖNTEM

### Çalışma Materyali

Farklı markalardan temin edilen 10 adet lavanta uçucu yağı numunesi, 8 adet biberiye uçucu yağı numunesi, 10 adet limon uçucu yağı numunesi, 8 adet nane uçucu yağı numunesi, 9 adet bergamot uçucu yağı numunesi ve 6 adet fesleğen uçucu yağı numunesi olmak üzere, piyasada satışı olan 16 markanın, toplamda 51 adet uçucu yağının farmakope analizi yapıldı. Numunelerin temin edilmesini takiben marka etiketleri kapatılarak her markaya bir harf kodu verilmiştir. Çalışma kapsamında analizi yapılmak üzere seçilen uçucu yağlar Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** Analiz için seçilen uçucu yağlar ve numune sayısı

Uçucu yağ	Bitki (Latince)/yağ elde edilen kısım	Numune sayısı
Lavanta	<i>Lavandula angustifolia</i> Mill. Çiçekli üst kısımları	10
Biberiye	<i>Rosmarinus officinalis</i> L. Çiçekli toprak üstü kısımları	8
Fesleğen	<i>Ocimum basilicum</i> L. Taze çiçek ve yapraklar	6
Limon	<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck Taze kabukları	10
Nane	<i>Mentha piperita</i> L. Taze toprak üstü kısımları	8
Bergamot	<i>Citrus bergamia</i> Risso & Poit. Taze meyve perikarpı	9

### Numunelerin Standarda Uyumluluğunun Analizi

Lavanta, biberiye, nane ve limon uçucu yağları için Türk Farmakopesi (2017) [12], bergamot uçucu yağı için Fransız Farmakopesi (1991) [13], fesleğen uçucu yağı için ise AFNOR Fransız Standartlarında (Association Française de Normalisation) yer alan monograflar [14] doğrultusunda analiz şartları belirlendi. Fesleğen için elde edilen sonuçlar, Randriamiorisoa (1995) (Manuel Rapide Et Utile Pour Producteurs D’Huiles Essentielles) [15] içeriğindeki referans değerler ile de karşılaştırıldı.

Referans alınan kaynaklara göre numuneler üzerinde gerçekleştirilen analizler Tablo 2’de verilmiştir.

Yapılan laboratuvar testleri sonucunda farmakope kalitesine uygun bulunan uçucu yağların, gaz kromatografisi ile içerik analizi yapıldı ve sonuçlar referans alınan kaynaklarda bulunan veriler ışığında değerlendirildi.

Analiz için GC-MS sistemi (Agilent 7890B GC 5977B Mass Selective Detector System) ve stasyonier faz olarak HP Innobox column (60 m × 0.25 mm iç çap × 0.25 µm film kalınlığı) kullanıldı. Enjeksiyon 250°C sıcaklıkta gerçekleştirildi ve taşıyıcı gaz olarak kullanılan akış hızı 0,7 ml/dak olacak şekilde ayarlandı. Bileşiklerin tespiti için elektron iyonizasyon sistemi (70 eV) ve 230°C sıcaklıkta, 35-450 m/z kütle aralığında tarama yapan iyon kaynağı kullanıldı. Ayrılan bileşikler “Wiley 9-Nist 11 Mass Spectral Database” veri bankası kullanılarak tanımlandı.

Analiz sırasında kullanılan sıcaklık programına göre; kolon sıcaklığı başlangıçta 10 dakika süreyle 60°C olacak şekilde ayarlandı. Analiz süresince kolon sıcaklığı önce dakikada 4°C artırılarak 220°C’ye çıkarıldı. Bunun ardından kolon sıcaklığı, sıcaklık artışı dakikada 1°C olacak şekilde

240°C'ye kadar yükseltildi. Enjeksiyon ünitesi ve dedektör sıcaklığı 250°C olarak ayarlandı.

**Tablo 2.** Referans alınan kaynaklara göre, uçucu yağ numunelerinde yapılan analizler

	Lavanta	Biberiye	Limon	Nane	Bergamot	Fesleğen
Görünüm	+	+	+	+	+	+
Çözünürlük				+		
İnce tabaka kromatografisi	+	+	+	+	+	
Bağlı yoğunluk	+	+	+	+	+	+
Kırılma indeksi	+	+	+	+	+	+
Optik çevirme	+	+	+	+	+	+
Asitlik değeri	+	+		+	+	+
Absorbans			+		+	
Reçineleşmiş uçucu yağlar			+	+		
Buharlaşmada kalıntı			+			

## SONUÇ VE TARTIŞMA

### Lavanta Uçucu Yağı Numunelerinin Analizi

Türk Farmakopesi (2017)'de, farmakopeye uygun bir lavanta uçucu yağı numunesinin ince tabaka kromatografisi (İTK) uygulaması sonucu elde edilen profilinde şahit çözelti olarak linalol, linalil asetat ve 1,8-sineol kullanılmaktadır. Farmakopeye göre; anisaldehit sülfürik asit reaktifi püskürtülen uçucu yağın uygulandığı plakta, bu lekeler dışında, linalil asetat lekesi üzerinde, fronta noktasına yakın menekşe-kırmızı veya yeşilimsi-kahverengi bir leke, starta yakın gözlenen çeşitli ayrılmamış lekeler üzerinde ise zayıf sarımsı-kahverengi bir leke gözlenmelidir. Analizi yapılan numunelerden 2 tanesinde 1,8-lineole ait leke gözlenmezken, bir tanesinde fronta yakın menekşe-kırmızı renkli leke tespit edilememiştir. Bir numunede ise sadece ökaliptole ait leke ve front noktasındaki menekşe renkli leke gözlenmiş ancak başka leke tespit edilememiştir. Özetle; yapılan analizler doğrultusunda, numunelerden 4 tanesinin İTK profillerinde, farmakopede görülmesi gerektiği belirtilen lekelerin bir kısmı gözlenmemiştir.

İki numunenin optik çevirme değerleri (-5.22) ve (-4.02) olarak tespit edilmiş ve bu değerler farmakopede verilen (-12.5°)-(-6°) aralığı dışında kaldığı için numuneler optik çevirme derecesi bağlamında değerlendirildiğinde farmakopeye uygun bulunmamıştır.

**Tablo 3.** Lavanta uçucu yağı numunelerinin analiz sonuçlarının referans değerler ile uyumluluğu

	İnce tabaka kromatografisi	Bağlı yoğunluk	Kırılma indeksi	Optik çevirme	Asitlik değeri
Marka A	+	+	+	+	+
Marka B	+	+	+	+	+
Marka C	+	+	+	-	-
Marka D	+	+	+	+	-
Marka E	+	+	+	-	+
Marka G	+	+	+	+	+
Marka H	-	+	+	+	+
Marka J	-	+	+	*	+
Marka L	-	+	+	+	-
Marka M	-	+	+	*	-

\* Ölçüm için yeterli numune tedarik edilememiştir.

Farmakopede numunenin asitlik değerinin en fazla 1.0 olması gerektiği bildirilmiştir. Asitlik derecesi tayin edilen numuneler arasında iki tanesinin asitlik değeri 2.12 ve 1.60 bulunmuş, diğer numuneler için bu değer, verilen en yüksek değer olan 1.0'ın altında olduğu tespit edilmiştir.

Çalışılan örnekler ile elde edilen değerlerin referans değerler ile uyumluluğu Tablo 3'te özetlenmiştir.

Lavanta uçucu yağı için yapılan farmakope analizi sonuçları doğrultusunda Marka A, B ve G numuneleri uygun bulunmuş ve bu numunelerin GC-MS verileri incelenmiştir. Buna göre Marka A numunesinde miktarı belirlenen maddeler farmakope sınırları dahilinde olup; numunenin firmalardan tedarik edilen GC-MS analizi raporlarında; farmakopede sınır değerleri belirtilen 3-oktanon bileşiğinin miktarına dair veri bulunmamaktadır. B numunesindeki kafur miktarının, farmakopede en yüksek değer olarak verilen %1.2'den yüksek olduğu görülmüştür. H numunesinin GC-MS verileri ise farmakopede sınır değerleri verilen tüm bileşikler kapsamakta olup, bu numuneye ait sonuçlar farmakope değerlerine uygunluk göstermektedir. A numunesinin GC-MS analizi yapıldığında; lavandulol bileşiği haricinde, içerdiği bileşikler ve miktarları bakımından Türk Farmakopesi 2016'da verilen standartlara uygundur. TF2016'da lavandulol için verilen değer en az %0.1 iken; analize gönderilen numunede bu değer %0.5'in altında bulunmuştur. Ancak numuneyi tedarik eden firmanın aynı laboratuvara gönderdiği numunesinde bu değer de farmakope standartlarına uygun çıkması, farklı dönemlerde üretilen uçucu yağların içeriğinde küçük değişiklikler olabildiğini göstermiştir.

### **Biberiye Uçucu Yağı Numunelerinin Analizi**

Türk Farmakopesi (2017)'de, farmakopeye uygun bir biberiye uçucu yağı numunesinin İTK uygulaması sonucu elde edilen profilinde şahit çözelti olarak borneol, bornil asetat ve sineol kullanılmaktadır. Farmakopeye göre; vanilin sülfürik asit rektifi püskürtülen plakta, uçucu yağın uygulanması ile elde edilen kromatogramda, fronta yakın yoğun menekşe bir leke ve bunun altında menekşe-gri bir leke gözlenmelidir. Şahit çözeltide bulunan maddelerle aynı Rf değerine sahip lekelerin yanı sıra; standart olarak temin edilememiş olsa da farmakopedeki verilere dayanarak sineol'e ait olduğu düşünülen yoğun mavi leke tüm numunelerde tespit edilmiştir. Bir numunede (Marka J) bornil asetat ile aynı Rf değerlerine sahip bir leke görülmemiştir. Bunun dışında bir numunede (Marka I) bornil asetata ait lekenin altında belirgin menekşe leke gözlenmemiş olmakla birlikte, bu lekenin oldukça yoğun görülen sineol lekесinin altında maskelenmiş olabileceği düşünülmüştür. Tüm numunelerde front noktasında olması beklenen menekşe renkli leke tespit edilmiştir. Marka M numunesinde ise, farmakopeye uygun konsantrasyonda uygulanmış olmasına rağmen, tüm lekeler çok zayıf şekilde gözlenmiştir.

Bir numunenin optik çevirme değeri (-5.22) olarak tespit edilmiş ve bu değer farmakopede verilen (-5°)-( +8) aralığı dışında kaldığı görülmüştür.

Bir numunenin 1.474 olarak tespit edilen kırılma indisi farmakopede verilen sınır değerler olan 1.464-1.473 aralığının dışında olduğu görülmüştür.

Farmakopede numunenin asitlik değerinin en fazla 1.0 olması gerektiği bildirilmiştir. Asitlik derecesi tayin edilen numuneler arasında dört tanesinin asitlik değeri 1.94; 1.15; 2.34 ve 1.06 olarak tespit edilmiş ve bu değerlerin farmakopeye uygun olmadığı görülmüştür.

Çalışılan örnekler ile elde edilen değerlerin referans değerler ile uyumluluğu Tablo 4'te özetlenmiştir.

Biberiye uçucu yağı için yapılan farmakope analizi sonuçları doğrultusunda B numunesi uygun bulunmuş ve bu numunenin firmadan tedarik edilen GC-MS verileri incelenmiştir. Bu numunenin analiz raporunda; farmakopede sınır değerleri belirtilen borneol ve verbenon bileşiklerinin miktarına dair veri bulunmamaktadır. Bunun yanında, farmakopede sınır değerleri verilen maddelerden  $\beta$ -mirsen, limonene, p-simen ve kafur bileşiklerinin miktarları uygun bulunmamıştır. Marka K numunesinin GC-MS analizi; numunenin Türk Farmakopesi 2016'da Fas-Tunus tipi biberiye uçucu yağı için verilen standartlara uygun olduğunu göstermiştir.

**Tablo 4.** Biberiye uçucu yağı numunelerinin analiz sonuçlarının referans değerler ile uyumluluğu

	İnce tabaka kromatografisi	Bağlı yoğunluk	Kırılma indeksi	Optik çevirme	Asitlik değeri
<b>Marka B</b>	+	+	+	+	+
<b>Marka C</b>	+	+	+	-	-
<b>Marka D</b>	+	+	+	+	*
<b>Marka I</b>	-	+	+	+	-
<b>Marka J</b>	-	+	+	+	-
<b>Marka K</b>	+	+	+	+	-
<b>Marka L</b>	+	+	+	+	+
<b>Marka M</b>	+	+	-	+	+

\* Ölçüm için yeterli numune tedarik edilememiştir.

### Nane Uçucu Yağı Numunelerinin Analizi

Türk Farmakopesi (2017)'de, farmakopeye uygun bir nane uçucu yağı numunesinin İTK uygulaması sonucu elde edilen profilinde şahit çözelti olarak timol, mentil asetat, 1,8-sineol ve mentol kullanılmaktadır. Farmakopeye göre; test çözeltisinin kromatogramında bileşikler dışında limonen, menton, mentofuran, izomenton lekeleri ile front noktasına yakın ve hidrokarbonlara ait yoğun mor-kırmızı leke gözlenmektedir. Bunlardan başka izopulegol, pulegon ve karvona ait lekeler de test çözeltisinin kromatogramında gözlemlenebilmektedir. Çalışmada İTK plağına menton, karvon, mentofuran, pulegon standartları da ayrıca uygulanmış ve Rf değerleri numunedeki lekelerle kıyaslanmıştır. Numunelerin tümünde mentol saptanmış ancak Marka B, F ve J numunelerinde şahit çözeltideki 1,8-sineol ile aynı Rf değerine sahip lekeler gözlenmemiştir. Ayrıca Marka J numunesinin kromatogramında, karvon, menton, mentofuran ve pulegon ile aynı Rf değerine sahip leke gözlenmezken; Marka B, D, F numunelerinde de mentofurana ait kahverengi-sarı leke tespit edilmemiştir. Marka I numunesinde; karvon ve menton ile aynı Rf değerine sahip leke gözlenmiştir. Ancak anisaldehit reaktifi püskürtülmesi sonucu karvon ile aynı Rf değerine sahip lekenin farklı renklenmesi dolayısıyla, bu lekenin karvona ait olmadığı kararına varılmıştır. Farmakopedeki verilere de bakılarak numunede pulegon ve izomenton varlığının söz konusu olabileceği görülmüştür. Menton lekesinin hemen üstünde görülen mavi lekenin mentil asetat lekesi olabileceği, farmakope verilerine dayanılarak söylenebilmektedir. Plağın front noktasında hidrokarbonlara ait olabilecek mor bir leke gözlenmiş, aynı Rf değerine sahip mentofuran standardının lekesinin farklı renkte olduğu görülmüştür. Numuneye ait kromatogramda, mentol ve 1,8-sineol arasında, farmakopede olmaması gerektiği belirtilen mavi leke görülmektedir. Marka K ve L numuneleri kromatogramında, karvon ile aynı Rf değerine sahip leke gözlenmiştir. Menton lekesinin hemen üstünde görülen mavi lekenin mentil asetat lekesi olabileceği, farmakope verilerine dayanılarak söylenebilmektedir. Plağın front noktasında hidrokarbonlara ait olabilecek mor bir leke gözlenmiş, aynı Rf değerine sahip mentofuran standardının lekesinin farklı renkte olduğu görülmüştür. Marka M numunesinde ise, anisaldehit püskürtüldüğünde 1,8-sineole ait leke gözlenmiş ancak farmakopede olduğu bildirilen diğer maddelere ait lekeler tespit edilememiştir.

**Tablo 5.** Nane uçucu yağı numunelerinin analiz sonuçlarının referans değerler ile uyumluluğu

	Çözünürlük	İnce tabaka kromatografisi	Bağlı yoğunluk	Kırılma indeksi	Optik çevirme	Asitlik değeri	Reçineleşmiş uçucu yağlar
<b>Marka B</b>	+	-	+	+	+	+	+
<b>Marka D</b>	+	-	+	+	*	+	+
<b>Marka F</b>	+	-	+	+	-	+	+
<b>Marka I</b>	+	-	+	+	+	+	+
<b>Marka J</b>	+	-	+	+	-	+	+
<b>Marka K</b>	+	+	+	+	+	+	+
<b>Marka L</b>	+	+	+	+	+	+	+
<b>Marka M</b>	+	-	+	-	+	+	+

\* Ölçüm için yeterli numune tedarik edilememiştir.

Optik çevirme derecesi için kabul edilebilir aralık, farmakopede (-30)-(-10) olarak belirtilmiş olup; iki numune (-31.34) ve (-49.98) değerleri ile bu aralığın dışında kalmıştır.

Bir numunenin kırılma indisi 1.456 olarak tespit edilmiş ve bu değer farmakopede verilen sınır değerler olan 1.457-1.467 aralığının dışında olduğu görülmüştür.

Çalışılan örnekler ile elde edilen değerlerin referans değerler ile uyumluluğu Tablo 5'te özetlenmiştir.

GC-MS analizi sonucunda; nane uçucu yağı, mentofuran bileşiği haricinde, içerdiği bileşikler ve miktarları bakımından Türk Farmakopesi 2016'da verilen standartlara uygun bulunmuştur. TF 2016'da mentofuran için verilen değer aralığı %1.0-8.0 iken; GC-MS analizi yapılan Marka M numunesinde bu değer %0.8 olarak bulunmuştur. Tedarikçi firmadan alınan numuneye ait GC analiz raporunda ise bu değer %1.05 olduğu görülmüştür.

### Limon Uçucu Yağı Numunelerinin Analizi

Türk Farmakopesi (2017)'de, farmakopeye uygun bir limon uçucu yağı numunesinin İTK uygulaması sonucu elde edilen profilinde şahit çözelti olarak sitropten ve sitral kullanılmaktadır. Farmakopeye göre; şahit çözeltinin kromatogramındaki lekelerin yanı sıra, test çözeltisinin kromatogramında front noktasına yakın bergamotine ait sönen bir leke, sitral ve sitroptene ait lekeler arasında 5-geraniloksi-7-metoksikumarine ait koyu mavi bir leke ve start noktasına ait biakanjelisin ve bir psörolen türevine ait lekeler gözlenmektedir.

Plağın yukarı kısmında görülmesi beklenen bergamotine ait sarı floresan leke Marka B, D, F, I ve J numunelerinde görülmemiştir. Marka B, D ve F numunelerinde farmakopede belirtilen plağın alt kısımlarında görülmesi beklenen psoralen türevi ve biakanjelisine ait lekeler görülmemiştir. Marka H numunesinde sitrale ait sönen leke gözlenirken 365 nm'de herhangi bir leke gözlenmemiştir. Bununla birlikte Marka I numunesinde, farmakopede verilen bilgiye göre, plağın alt kısımda görülmesi beklenen lekeler tespit edilememiş; Marka M numunesinde ise sadece sitrale ait leke tespit edilebilmiştir.

Optik çevirme derecesi için kabul edilebilir aralık, farmakopede (+57°)-(+70°) olarak belirtilmiş olup; numunelerden 8 tanesinin ölçümü sonucu bulunan değerler bu aralığın dışında kalmıştır.

Farmakopeye göre kırılma indisi için verilen sınır değerler 1.473-1.476 iken, 7 numunenin kırılma indisinin bu aralığının dışında olduğu görülmüştür.

Numunelerin UV absorpsiyonlarının ölçüldüğü analizde; Marka C, J, K ve M numunelerinden absorpsiyon hesaplaması için uygun bir spektrum elde edilemezken; Marka F ve H numunelerinin ölçüm sonuçları sırasıyla 0.11 ve 0.05 olarak hesaplanmış ve farmakopede verilen 0.20-0.96 aralığının dışında kalmıştır.

Analizi yapılan numunelerden 3 tanesinin buharlaşmada kalıntı yüzdeleri, farmakopede verilen sınır değerler olan %1.8-3.6 aralığının üzerinde bulunmuştur.

Çalışılan örnekler ile elde edilen değerlerin referans değerler ile uyumluluğu Tablo 6'da özetlenmiştir.

**Tablo 6.** Limon uçucu yağı numunelerinin analiz sonuçlarının referans değerler ile uyumluluğu

	İnce tabaka kromatografisi	Bağlı yoğunluk	Kırılma indisi	Optik çevirme	Absorbans	Reçineleşmiş uçucu yağlar	Buharlaşmada kalıntı
Marka B	-	+	-	-	+	+	-
Marka C	+	+	-	-	-	+	-
Marka D	-	+	-	*	+	+	*
Marka F	-	+	-	-	-	+	-
Marka H	-	+	-	+	-	+	+
Marka I	-	+	+	+	+	+	+
Marka J	-	+	+	-	-	+	*
Marka K	+	-	-	-	-	+	*
Marka L	+	+	+	-	+	+	*
Marka M	-	+	-	-	-	+	*

\* Ölçüm için yeterli numune tedarik edilememiştir.



Analizi yapılan numunelerden 3 tanesinin buharlaşmada kalıntı yüzdeleri, farmakopede verilen sınır değerler olan %1.8-3.6 aralığının üzerinde bulunmuştur.

### Bergamot Uçucu Yağı Numunelerinin Analizi

Fransız Farmakopesi (1991)'de belirtilen özelliklere göre, bergamot uçucu yağının yeşil-sarı renkte olması gerekmektedir. Marka I numunesi renksiz olduğu için farmakopeye uygun bulunmamıştır. Farmakopede, İTK analizi için 2 farklı çözücü sistemi verilmiş olup, bunlardan birinde şahit çözücü linalol ve linalil asetat, diğerinde ise bergapten ve sitropten içermektedir. uygulaması sonucu elde edilen profilinde şahit çözücü olarak sitropten ve sitral kullanılmaktadır. Yapılan uygulama sonucunda; Marka M numunesinde linalol ve linalil asetata ait lekeler gözlenmezken, Marka B, J, M, N, O numunesinde sitropten ve sitrale ait lekeler gözlenmemiştir.

Optik çevirme derecesi için kabul edilebilir aralık, farmakopede (+16°)-(33°) olarak belirtilmiş olup; numunelerden 6 tanesinin ölçümü sonucu bulunan değerler bu aralığın dışında kalmıştır.

Farmakopeye göre kırılma indisi için verilen sınır değerler 1.464-1.468 iken, 6 numunenin kırılma indisinin bu aralığının dışında olduğu görülmüştür.

Numunelerin UV absorpsiyonlarının ölçüldüğü analizde; Marka D, N, I numunelerinin hesaplanan değerleri farmakopeye uygun bulunmazken, diğer numunelerden hesaplamaya uygun bir absorpsiyon spektrumu elde edilememiştir.

Marka B, I ve N numunelerinin buharlaşmada kalıntı tayini sonuçlarının, farmakopede verilen 4.2-6.5 aralığının dışında kaldığı tespit edilmiştir.

Çalışılan örnekler ile elde edilen değerlerin referans değerler ile uyumluluğu Tablo 7'de özetlenmiştir.

**Tablo 7.** Bergamot uçucu yağı numunelerinin analiz sonuçlarının referans değerler ile uyumluluğu

	İnce tabaka kromatografisi	Bağlı yoğunluk	Kırılma indeksi	Optik çevirme	Asitlik değeri	Absorbans	Buharlaşmada kalıntı
Marka B	-	+	+	-	+	-	-
Marka D	+	+	+	-	-	-	*
Marka I	+	+	-	+	-	-	-
Marka J	-	+	+	-	*	-	*
Marka K	+	+	-	-	*	-	*
Marka L	+	+	-	-	*	-	*
Marka M	-	+	-	+	*	-	*
Marka N	-	+	-	+	-	-	-
Marka O	-	+	-	-	*	-	*

\* Ölçüm için yeterli numune tedarik edilememiştir.

Bergamot ucuğu yağı, içeriğinde tespit edilen bileşikler ve miktarları çalışmada referans olarak kabul edilen Fransız Farmakopesi'nde (1991) verilen değerlerden büyük oranda sapma göstermektedir. Bu değerler Tablo 8'de verilmiştir.

**Tablo 8.** Bergamot uçucu yağı numunelerinin GC-MS analiz sonuçlarının referans değerler ile uyumluluğu

Bileşik	Numunede tespit edilen miktar (%)	Farmakopede verilen değer aralığı (%)
$\beta$ -Pinen	4.3	5.0-9.5
Limonen	73.7	33-42
$\delta$ -Terpinen	1.1	6.0-10.5
Linalol	1.3	7.0-15
Linalil asetat	0.9	22- 33
Geranial	1.0	0.5'ten az

### Fesleğen Uçucu Yağı Numunelerinin Analizi

Fesleğen uçucu yağı numunesinin linalol veya metil kavikol tipi olmasına göre spesifikasyonları değişmektedir. Numunenin farmasötik kullanıma uygun olması için linalol tip fesleğen uçucu yağ olması gerekmektedir, aksi taktirde kullanım sonucunda istenmeyen etkiler gözlenebilir. Linalol ve metil kavikol tip fesleğen uçucu yağlar için verilen değerler şu şekildedir; bağıl yoğunluk linalol tip için 0.891-0.924; metil kavikol tip için 0.946-0.983; kırılma indeksi linalol tipi için 1.4730-1.4900; metil kavikol tip için 1.5120-1.5220; optik çevirme linalol tipi için (-7.50)-(-14); metil kavikol tip için 0-(+1.5) olarak verilmiştir. Analizi yapılan numunelerin hiçbirinin, linalol tip fesleğen uçucu yağın spesifikasyonlarına sahip olmadığı tespit edilmiştir.

Çalışılan örnekler ile elde edilen değerlerin referans değerler ile uyumluluğu Tablo 9'da özetlenmiştir.

Numunesi temin edilen yağların farmakope analizi sonuçları, piyasadaki pek çok yağın farmakope kalitesinde olmadığını ortaya koymuştur.

**Tablo 9.** Fesleğen uçucu yağı numunelerinin analiz sonuçlarının referans değerler ile uyumluluğu

	Bağıl yoğunluk	Kırılma indeksi	Optik çevirme
<b>Marka B</b>	MK	-	-
<b>Marka D</b>	MK	MK	*
<b>Marka I</b>	MK	-	-
<b>Marka J</b>	MK	-	-
<b>Marka K</b>	+	-	-
<b>Marka P</b>	+	-	MK

\* Ölçüm için yeterli numune tedarik edilememiştir. MK: metil kavikol tip uçucu yağın spesifikasyonlarına uygun bulunmuştur.

Tüm analizler değerlendirildiğinde; çalışma kapsamında seçilen 7 çeşit uçucu yağ için 16 farklı markadan temin edilmiş uçucu yağ numunelerinden yalnızca 4 tanesi farmakopeye uygun bulunmuştur. Bu durum, son derece yüksek fiyatlara satılabilen ve halk arasında farmakolojik etkileri ile kullanılması mümkün olan uçucu yağlara dair suistimalin göz ardı edilemeyecek boyutta olduğunu göstermektedir. Son yıllarda uçucu yağ piyasasına artan talep, kimi durumlarda kaynak temini güç olan, genellikle düşük verimle elde edilen ve saklama koşullarından önemli derecede etkilendiği için taşınması gereken spesifikasyonları muhafaza etmesi zor olan bu ürünlerin maliyetinin düşürülmesi amacıyla, bu alandaki suistimallerin de artmasına neden olmuştur [11]. Bu bağlamda, uçucu yağların temininden güvenilir kaynakların tercih edilmesi büyük önem arz etmektedir.

### TEŞEKKÜR

Yazarlar GC-MS analizlerinin yürütüldüğü Anadolu Üniversitesi, Bitki, İlaç ve Bilimsel Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi (AÜBİBAM)'ne teşekkürlerini sunarlar.

Bu çalışma, 2190303 kodlu proje ile TÜBİTAK 1512 Girişimcilik Destek Programı (BİGG) kapsamında desteklenmiştir.

### YAZAR KATKILARI

Kavram: G.S.İ.; Tasarım: M.K., K.İ.Ö., G.S.İ.; Denetim: B.E., G.S.İ.; Kaynaklar: D.H., M.K., K.İ.Ö.; Malzemeler: B.E., M.K., K.İ.Ö.; Veri Toplama ve/veya İşleme: B.E., D.H., M.K., K.İ.Ö.; Analiz ve/veya Yorumlama: B.E., D.H.; Literatür Taraması: B.E., M.K., K.İ.Ö.; Makalenin Yazılması: B.E.; Kritik İnceleme: M.K., G.S.İ.; Diğer: B.E., M.K., K.İ.Ö.

### ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Yazarlar bu makale için gerçek, potansiyel veya algılanan çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## ETİK KURUL ONAYI

Yazarlar bu çalışma için etik kurul onayının zorunlu olmadığını beyan etmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Ali, B., Al-Wabel, N.A., Shams, S., Ahamad, A., Khan, S.A., Anwar, F. (2015). Essential oils used in aromatherapy: A systemic review. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 5(8), 601-611. [\[CrossRef\]](#)
2. Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods-a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94(3), 223-253. [\[CrossRef\]](#)
3. Natrajan, D., Srinivasan, S., Sundar, K., Ravindran, A. (2015). Formulation of essential oil-loaded chitosan–alginate nanocapsules. *Journal of Food and Drug Analysis*, 23(3), 560-568. [\[CrossRef\]](#)
4. Bowles, E.J. (2003). *Chemistry of aromatherapeutic oils*, Crown's Nest NSW, Australia: Allen & Unwin.
5. Filiptsova, O.V., Gazzavi-Rogozina, L.V., Timoshyna, I.A., Naboka, O.I., Dyomina, Y.V., Ochkur A.V. (2018). The effect of the essential oils of lavender and rosemary on the human short-term memory. *Alexandria Journal of Medicine*, 54(1), 41-44. [\[CrossRef\]](#)
6. Sowndhararajan, K., Kim, S. (2016). Influence of fragrances on human psychophysiological activity: with special reference to human electroencephalographic response. *Scientia Pharmaceutica*, 84, 724-751. [\[CrossRef\]](#)
7. Diego, M.A., Jones, N.A., Field, T., Hernandez-Reif, M., Schanberg, S., Kuhn, C., McAdam, V., Galamaga, R., Galamaga, M. (1998). Aromatherapy positively affects mood, EEG patterns of alertness and math computations. *International Journal of Neuroscience*, 96(3,4), 217-224. [\[CrossRef\]](#)
8. Freeman, M., Ayers, C., Peterson, C., Kansagara, D. (2019). Aromatherapy and essential oils: A map of the evidence. Department of Veterans Affairs (US), VA Evidence-based Synthesis Program Reports, Washington (DC).
9. Valussi, M., Donelli, D., Firenzuoli, F., Antonelli, M. (2021). Bergamot oil: Botany, production, pharmacology. *Encyclopedia*, 1(1), 152-176.
10. Onbaşı, D., Dal, A. (2020). Türk Farmakopesindeki tıbbi bitkilerinin incelenmesi. *ERÜ Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 7(1), 22-36.
11. Do, T.K.T., Hadji-Minaglou, F., Antoniotti, S., Fernandez, X. (2015). Authenticity of essential oils. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 66, 146-157. [\[CrossRef\]](#)
12. Türk Farmakopesi 2017 (2018). Ankara: T.C. Sağlık Bakanlığı Yayınları.
13. Pharmacopée Française 1991. Huile essentielle de Bergamote Bergamotae aetheroleum.
14. Association Française de Normalisation (AFNOR). Essential oils direct Ltd. material safety data sheet: Basil oil sweet linalool. Revision Date: 05/02/2016.
15. Price, S., Price, L. (Eds.). (2011). *Aromatherapy for health professionals e-book*. Elsevier Health Sciences, p.38.