



ECZANE VE AKTARLARDA SATILAN BAZI SUSAM YAĞI ÖRNEKLERİ ÜZERİNDE KALİTE KONTROL ÇALIŞMALARI

QUALITY CONTROL STUDIES ON SOME SESAME OIL SAMPLES SOLD IN PHARMACIES AND HERBALISTS

Halilibrahim Aykut ŞAHİN¹ , Gülen İrem KAYA^{1*} 

¹Ege Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmakognozi Anabilim Dalı, 35040, İzmir, Türkiye

ÖZ

Amaç: Sabit yağlar; doğal kaynaklardan elde edilen ve vücutta dahilen ve haricen çeşitli fizyolojik etkilere sebep olan karışımlardır. Sabit yağlar elde edildiği bitkiye bağlı olarak serbest yağ asitleri, bunların gliserol esterlerini, aromatik bileşikler, fenolik bileşikler, fitosteroller ve vitaminler gibi bileşenleri içerirler. Piyasada satılan sabit yağların kaynağına ve kalitesine dair doğru bilgiye ulaşmak her zaman mümkün olmamaktadır. Fitoterapide terapötik ajan olarak ve aromaterapide taşıyıcı yağ olarak, farmakope kalitesinde olan sabit yağlar tercih edilmelidir. Sabit yağlardan biri olan susam yağı fitoterapide dahilen kabızlık, özellikle de diskezi tedavisinde kullanılırken, haricen romatizmal ağrılarda masaj yağı olarak ve cilt kuruluşuna bağlı rahatsızlıklarda yumuşatıcı olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmamızda etkileri ve fitoterapide kullanımlarından yola çıkılarak, eczane ve aktarlarda satılan bazı susam yağı örneklerinin Türk Farmakopesi 2017'ye uygunluğunun değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

Gereç ve Yöntem: Bu çalışmada eczane ve aktarlarda satılan 6 farklı ticari susam yağ örneği üzerinde Türk Farmakopesi 2017'de susam yağı için belirtilen; genel özelliklerden, asit değeri, peroksit sayısı, % sabunlaşmayan madde miktarı, bağıl yoğunluk ve kırılım imleci tayinleri yapılmıştır. Çalışmamızda ayrıca yağın içindeki alkali safsızlıklar ve yabancı yağ olarak pamuk tohumu yağı arama testleri yürütülmüştür. Bunun yanında susam yağı örnekleri ile farklı yağ örnekleri ince tabaka kromatografisi (İTK) yöntemiyle karşılaştırılmıştır.

Sonuç ve Tartışma: Piyasadan temin edilen numunelerle yapılan farmakope analizleri sonucunda elde edilen veriler ışığında; analizi yapılan susam yağı örneklerinden 2 tanesinin farmakopede belirtilen bütün kalite değerlerine uyduğu görülmektedir. Hiçbir yağ örneğinde alkali safsızlık ve pamuk tohumu yağı tespit edilmemiştir. İTK ile yapılan çalışmada bir susam yağı örneğinin farklı bir yağ ile karıştırılmış olabileceği sonucuna varılmıştır. Örnek olarak temin edilip çalışılan susam yağlarının yapılan farmakope analizleri sonuçları, piyasadaki pek çok susam yağının farmakope kalitesinde olmadığını ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Farmakope analizi, fitoterapi, sabit yağ, Türk Farmakopesi

ABSTRACT

Objective: "Fixed oils; are mixtures obtained from natural sources and cause various physiological effects internally and externally in the body. Depending on the plant from which they are obtained, fixed oils contain substances such as free fatty acids, their glycerol esters, aromatic compounds,

* Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Gülen İrem KAYA
e-posta / e-mail: gulen.irem.kaya@ege.edu.tr, Tel. / Phone: +902323114079

Gönderilme / Submitted : 17.05.2024

Kabul / Accepted : 09.10.2024

Yayınlanma / Published : 20.01.2025

phenolic compounds, phytosterols, and vitamins. It is not always possible to obtain accurate information about the source and quality of fixed oils sold in the market. Fixed oils of pharmacopoeial quality should be preferred as therapeutic agents in phytotherapy and as carrier oils in aromatherapy. Sesame oil, one of these fixed oils, is used internally in phytotherapy to treat constipation, especially dyschezia, while externally it is used as a massage oil in rheumatic pain and as an emollient in dry skin diseases. Due to these activities and its use in phytotherapy; it is aimed to evaluate the compliance of some sesame oil samples sold in pharmacies and herbalists with the Turkish Pharmacopoeia 2017.

Material and Method: *In this study, on 6 different commercial sesame oil samples sold in pharmacies and herbalists, acidity, peroxide number, unsaponifiable substance values, relative density and refractive index determinations were made. Alkaline impurities and cottonseed oil search tests as foreign oil were also carried out which are amongst the Turkish Pharmacopoeia 2017 monograph on sesame oil in our study. In addition, sesame oil samples were compared with different oil samples using the Thin Layer Chromatography (TLC) method*

Result and Discussion: *According to the data obtained as a result of pharmacopoeia analyzes carried out on samples; It was recorded that 2 of the analyzed sesame oil samples comply with all quality values specified in the pharmacopoeia. No alkaline impurities and cottonseed oil were detected in any oil samples. In the study, conducted using TLC, it was concluded that one oil sample may have been adulterated with a different oil. As an example, the results of the pharmacopoeial analysis of the sesame oils have revealed that many sesame oils available in the market are not of pharmacopoeial quality.*

Keywords: *Fixed oil, pharmacopoeia analysis, phytotherapy, Turkish Pharmacopoeia*

GİRİŞ

Susam (*Sesamum indicum* L.), Pedaliaceae familyasına ait bir bitki olup, dünyada kültürü yapılan en eski ve en önemli yağ bitkilerindendir. Yağ içeriği bakımından zengin tohumlarının üretimi için yetiştirilir. Susam koşullara bağlı olarak yaklaşık 0.5 ila 2.5 m boyunda büyür [1]. Çok çiçekli bir bitki olup, meyvesi bir dizi küçük yağlı tohum içeren bir kapsüldür. Susam tohumları çok küçüktür ve 4 mm uzunluğunda 2 mm genişliğinde ve 1 mm kalınlığındadır. İnci şeklinde, oval, küçük, hafifçe düzleştirilmiş ve hilumda biraz daha incedir. İlkbaharda ekilen tohumlarla çoğaltılır ve tohumların tamamen olgunlaşması yaklaşık dört ay sürer [2]. Tohumlar, krem-beyaz ile kömür-siyah arasında çeşitli renklerde olabilir. Susam tohumunun yağ içeriği susamın çeşidine göre % 28 ile % 59 arasında değişebilir [3]. Susam tohumları yaklaşık % 20 protein içerir. Susam yağı gama tokoferol içeriği bakımından zengindir [4]. Yağda eriyebilen en güçlü doğal antioksidanlar olan tokoferoller, hem yağın vitamin E olarak besleme değerini hem de yağın içerdiği lignan yapılı bileşiklerden sesamin ve sesamolün gibi antioksidan değerini artırmaktadır [5]. Susam yağı; % 35.9-42.3 oleik asit, % 41.5-47.9 linoleik asit, % 7.9-10.2 palmitik asit, % 4.8-6.1 stearik asit, % 0.3-0.4 linolenik asit ve % 0.3-0.6 araşidik asit yağ asitlerini içerir [6]. Ayrıca susam yağı kalsiyum, magnezyum, fosfor, potasyum, demir, sodyum, karoten, niasin, vitamin B1 ve vitamin B2 içerir [7]. Yağlı tohumlardan geleneksel olarak yağ elde edilmesinde, soğuk pres veya çözücü ekstraksiyonu yöntemleri kullanılır. Ekstraksiyon yönteminin amacı, yağ kalitesinin korunması ile yağ verimini optimize etmektir. Ekstraksiyondan önce bazı ön işlemler uygulanır. Çözücü ekstraksiyonu preslemeden daha avantajlı gibi görünse de tüketici daha sağlıklı olduğu için son dönemlerde işlenmemiş yani soğuk pres yöntemiyle elde edilmiş yağları daha çok talep etmektedir [8].

Dünya susam yağı üretimi için yapılan sıralamada ilk sırayı Çin ve Myanmar paylaşmaktadır. Bunları izleyen Tanzania, Hindistan, Sudan, Japonya ve Mozambik'ten sonra, Türkiye susam yağı üretiminde dünyada 8. sırada yer almaktadır [9]. Susam tarımının gelişmesini engelleyen en önemli faktör düşük tohum verimidir. Dünyada 6.5 milyon gibi geniş bir alanda susam üretilmekle birlikte, tohum veriminin düşük olması nedeniyle (ortalama 48.1 kg/da) üretim 3.2 milyon ton gibi düşük bir seviyede kalmaktadır. Özellikle, makinalı hasada uygun ve kapsüllerini çatlatmayan (indehiscens tipi) yüksek verimli çeşitlerin yetersiz ve mevcutların adaptasyon alanlarının dar oluşu susam tarımının dünyada istenilen düzeyde gelişmesini engellemektedir. Bu nedenle de susam tarımı dünyada daha çok el emeğinin ucuz ve işgücünün fazla olduğu ülkelerde yapılmaktadır [10]. Ekonomik olarak büyük önemi olan susam yağı, yemeklik olarak kullanıldığı gibi Türkiye de dahil birçok ülkede fonksiyonel

gıda olarak da kullanılmaktadır. Lipofilik ilaç etken maddeleri oral yoldan alınmıyorsa yağlı çözelti haline enjektabl formda sunulur. Hangi yağların kullanılacağı yağların termik rezistan özelliğine bağlıdır. Çünkü parenteral olarak kullanılacak yağlar sıcak hava sterilizasyonuna tabi tutulmaktadır. Yer fıstığı yağı, zeytinyağı, hint tohumu yağı ve susam yağı bu özelliklere sahip olduğundan kullanılırlar. Bu kullanımlarıyla ilgili en somut belirteç asit değeridir. Susam yağının bu nedenle eczacılıkta enjektabl preparatların üretiminde kullanımı bulunmaktadır. Özellikle de seksüel hormonların intramüsküler aplikasyon olarak uygulanmasında tercih edilir. Ayrıca göz damlası, krem, pomatlar yapımında kullanımı mevcuttur [11].

Uzun yıllardan beri, Çin ve Japonya’da susam tohumu içeren yiyeceklerin düzenli bir şekilde yenilmesinin, yaşlanma karşıtı etkisi olduğuna inanılır ve bu nedenle yoğun olarak tüketilir. Son yıllarda bu etki, (SAM kullanılması ile) yaşlanma hızlandırılmış hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalarda, susam tohumunda lipid peroksidasyonu gibi yaşlanmaya neden olan faktörlerin birikmesini önleyen bileşenler bulunduğu bilgisi ile desteklenmiştir [12,13]. Fitoterapide, aromaterapide ve kozmetik sanayinde de susam yağının çeşitli kullanım alanları vardır. Susam yağının halk arasında dahilen kabızlık, özellikle de diskezi tedavisinde kullanımı mevcutken haricen romatizmal ağrılarda masaj olarak ve cilt kuruluğuna bağlı rahatsızlıklarda yumuşatıcı olarak kullanılmaktadır [14]. Antiaterosklerotik, antihiperlipidemik, antidiyabetik, antibakteriyel etkileri çeşitli bilimsel çalışmalar ile gösterilmiştir [15-18]. Son yıllarda antikanser, antienflamatuvar, östrojenik ve bilişsel aktivite ile Alzheimer hastalığının önlenmesi üzerine etkileri de ortaya konmuştur [19-23]. Bu etkilere bağlı artan talebe karşı Türkiye’de eczanelerde, aktar ve marketlerde satışa sunulan susam yağı üretici firma sayıları sürekli artmaktadır.

Susam yağının taşınması gereken nitelikler Türk Farmakopesi 2017’de “Rafine Susam Yağı Monografi”nda ve Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yemelik Yağlar Tebliğinde ve Kodeks Alimentarius’da “Soğuk preslenmiş ve natürel yağlar” bölümünde yer almaktadır. Kalite kontrollerinde bu farklı kaynaklardaki temel kriterler birbirine benzemektedir. Türkiye’de kullanımı ve satışı bu kadar artmasına rağmen piyasadaki susam yağlarının kalite kontrolleri yapılmamaktadır. Sağlık alanında kullanılan her ürün gibi susam yağının da kalitesi faydalı bir sağlık ürünü olarak kullanılabilmesi açısından önemlidir.

Araştırmamızdaki amacımız eczane ve aktarlarda satılan susam yağlarının kalite kontrollerini yapmak ve gereken nitelikleri taşıyıp taşımadıklarını incelemektir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada Tablo 1’de kodları belirtilmiş İzmir ilinde eczanelerden ve aktarlardan temin edilen 6 farklı markaya ait natürel ve soğuk sıkım susam yağı örneği üzerinde kalite kontrol çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Çalışılan tüm ticari susam yağı örneklerinin ve standart olarak kullanılan diğer tüm yağ örneklerinin üzerinde T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı İşletme Kayıt Numarası yer almaktadır. Kalite kontrol çalışmaları Ege Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmakognozi Anabilim Dalı laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Denemeler üç paralel olarak yürütülmüştür. Reaktiflerin hazırlanmasında analitik saflıkta kimyasallar, 0.25 mm kalınlıkta silikajel 60 HF254 (Merck Art 5715) hazır kromatografi plağı ve distile su kullanılmıştır.

Tablo 1. Araştırma kapsamında incelenen eczane ve aktardan temin edilen örneklerin kodları

Örnek İsmi	Kodu
Eczane Sesami Oleum Örneği 1	ES1
Eczane Sesami Oleum Örneği 2	ES2
Eczane Sesami Oleum Örneği 3	ES3
Aktar Sesami Oleum Örneği 1	AS1
Aktar Sesami Oleum Örneği 2	AS2
Aktar Sesami Oleum Örneği 3	AS3

Susam yağı örneklerinin Türk Farmakopesi 2017’ye göre asit değeri, peroksit değeri ve sabunlaşmayan madde (%) miktarı, bağlı yoğunluk ve kırılım imleci değerleri tespit edilmiştir.

Çalışmamızda ayrıca Türk Farmakopesi 2017’de yer alan yağın içindeki alkali safsızlık ve yabancı yağ olarak pamuk tohumu yağı arama testleri yapılmıştır [24]. Bunun yanında susam yağı örnekleri İnce Tabaka Kromatografisi (İTK) yöntemiyle farklı yağ örnekleri ile karşılaştırılarak incelenmiştir (Şekil 1) [25].

SONUÇ VE TARTIŞMA

Eczane ve aktardan temin edilen 6 yağ örneği üzerinde yapılan kalite kontrolü tayinlerinin sonucu Tablo 2’de yer almaktadır.

Tablo 2. İncelenen susam yağı örneklerinin bazı kalite özellikleri

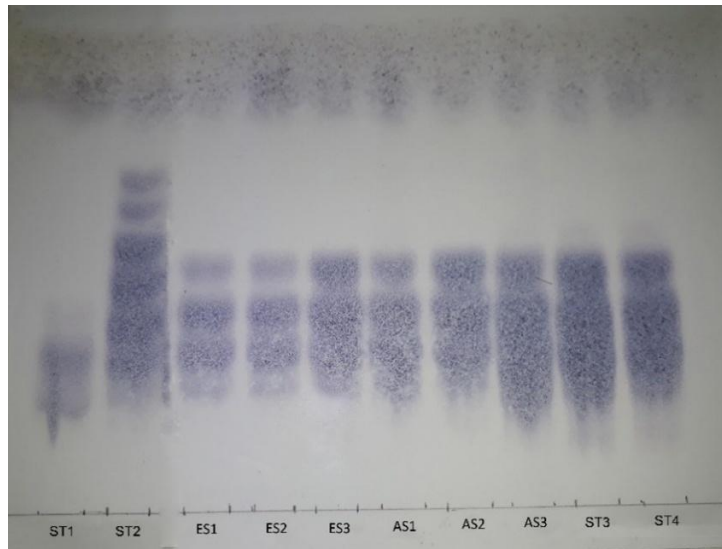
Örnek Kodu	Asit değeri (mg KOH g ⁻¹) ortalama değer ± standart sapma	Peroksit değeri (mEq O ₂ kg ⁻¹) ortalama değer ± standart sapma	Sabunlaşmayan madde miktarı (%)	Bağlı yoğunluk	Kırılma imleci (20 ± 0.5°C)
ES1	2.5908 ± 0.030	3.5447 ± 0.069	1.7680	0.920	1.472
ES2	31.3165 ± 1.084	5.9875 ± 0.024	3.1873	0.919	1.473
ES3	3.2513 ± 0.040	17.8444 ± 0.138	1.3006	0.922	1.472
AS1	15.8696 ± 1.110	4.1332 ± 0.054	15.8576	0.917	1.475
AS2	1.1274 ± 0.745	9.4569 ± 0.074	0.7293	0.913	1.473
AS3	5.0136 ± 0.024	6.5802 ± 0.090	6.0664	0.913	1.475

ES1, ES2 ve ES3 eczaneden temin edilen susam yağı örnekleri, AS1, AS2 ve AS3 aktardan temin edilen susam yağı örnekleridir

Eczane ve aktardan temin edilen 6 yağ örneğinin; asit değerinin 1.1274-31.3165 mg KOH g⁻¹; peroksit değerinin 3.5447- 17.8444 mEq O₂ kg⁻¹; sabunlaşmayan madde miktarının % 0.7293-15.8576; bağli yoğunluğunun 0.913-0.922 ve kırılma imlecinin 1.472-1.475 arasında olduğu bulunmuştur.

Türk Farmakopesi 2017’de yer alan susam yağında alkali safsızlık testi ve yabancı yağ olarak pamuk tohumu yağı arama çalışması tüm yağ örneklerine uygulanmıştır. Hiçbir yağ örneğimizde alkali safsızlık ve pamuk tohumu yağı tespit edilmemiştir (Tablo 3).

Eczane ve aktardan temin edilen 6 yağ örneği üzerinde İTK yöntemi ile karşılaştırma yapılmıştır [25]. Sonuç olarak elde ettiğimiz kromatogram (Şekil 1)’de yer almaktadır. Burada örnekler zeytinyağı, badem yağı, mısırözü yağı, yer fıstığı yağı gibi farklı bazı yağ örnekleri ile karşılaştırılmıştır.



Şekil 1. Yağların İTK ile teşhisi (ST1: Zeytinyağı; ST2: Badem yağı; ST3: Mısırözü yağı; ST4: Yer fıstığı yağı; ES1, ES2 ve ES3 eczaneden temin edilen susam yağı örnekleri, AS1, AS2 ve AS3 aktardan temin edilen susam yağı örnekleridir)

Tablo 3. İncelenen susam yağı örneklerinin Türk Farmakopesi ve Kodeks Alimentarius'a göre analiz sonuçlarının uygunluklarının değerlendirilmesi (+) uygundur; (-) uygun değildir

Örnek Kodu	Asit değeri (Kodeks Alimentarius'a göre)	Peroksit değeri (mEq O ₂ kg ⁻¹) (TF 2017'e göre)	Sabunlaşmayan madde değeri (%) (TF 2017'e göre)	Bağlı yoğunluk (TF 2017'e göre)	Kırılım imleci (20±0.5°C) (TF 2017'e göre)	Alkali safsızlık ve pamuk tohumu yağı aranması (TF 2017'e göre)
ES1	+	+	+	+	+	Tespit edilmedi
ES2	-	+	-	+	+	Tespit edilmedi
ES3	+	-	+	+	+	Tespit edilmedi
AS1	-	+	-	+	+	Tespit edilmedi
AS2	+	+	+	+	+	Tespit edilmedi
AS3	-	+	-	+	+	Tespit edilmedi

Asit değeri, yağlarda bulunan serbest yağ asidi miktarını ifade etmek için kullanılır. Normal şartlarda, yağ asitleri trigliserit formunda bulunur, ancak işleme sırasında yağ asitleri serbest yağ asidine hidrolize edilebilir. Asit değeri ne kadar yüksek olursa, yağ kalitesinin düşmesine neden olan serbest yağ asidi seviyesi o kadar yüksek olur [26]. Türk Farmakopesi'nde monograf olarak sadece "rafine susam yağı" yer almaktadır. Rafinasyon işlemi yağ içeriğinde fazla olan serbest yağ asitlerinin ve diğer istenmeyen bileşiklerin uzaklaştırılması ile yağın arıtılması işlemidir. Rafine edilmiş susam yağı için Türk Farmakopesi'nde belirtilen asit değeri 0.5 mg KOH g⁻¹ dir. Çalıştığımız yağ örnekleri için asit değerleri 1.1274 ile 31.3165 mg KOH g⁻¹ arasındadır. Bizim örneklerimiz rafinasyon işlemi görmemiş soğuk preslenmiş naturel susam yağlarıdır. Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yemelik Yağlar Tebliğine göre soğuk preslenmiş ve natürel yağlarda asitlik değeri en çok 4.0 mg KOH g⁻¹ yağ olarak belirlenmiştir [6]. Yine Kodeks Alimentarius'a göre de soğuk preslenmiş ve natürel yağlarda en fazla 4.0 mg KOH g⁻¹ yağ olarak belirtilmektedir [27]. İncelenen ES1, ES3 ve AS2 yağ örnekleri Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yemelik Yağlar Tebliğine ve Kodeks Alimentarius'a göre uygun asit değerlerine sahipken AS3, AS1 ve ES2 yağ örneklerinin asit değerleri yüksektir. Farklı ülkelerde yapılan ham susam yağlarının asit değerlerinin ölçüldüğü çalışmalarda 1.640 mg KOH g⁻¹ [28] ve 4.196 mg KOH g⁻¹ [29] gibi farklı değerler ölçülmüştür.

Peroksit değeri, bir oksidasyon veya bozulma ölçüsüdür. Peroksit değeri, ılımlı koşullar altında meydana gelen ransiditenin erken aşamalarının yararlı bir göstergesidir. Peroksit değeri Türk Farmakopesi'nde rafine susam yağı için en fazla 10 olması gerektiği belirtilmekte olup parenteral preparatların üretiminde kullanılacak ise en fazla 5 olması gerektiği belirtilmektedir [24]. Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yemelik Yağlar Tebliğine göre soğuk preslenmiş ve natürel yağlarda en çok 15 mEq O₂ kg⁻¹ yağ olarak belirlenmiştir [6]. Kodeks Alimentarius'a göre rafine yağlar için en fazla 10 mEq O₂ kg⁻¹ yağ olarak belirtilmiştir. Soğuk preslenmiş ve natürel yağlarda en fazla 15 mEq O₂ kg⁻¹ yağ olarak belirtilmektedir [27]. ES3 yağ örneği hariç diğer tüm yağ örneklerinin Türk Farmakopesi 2017'de belirtilen peroksit değerine uygun olduğu görülmektedir. Türkiye'de elde edilen susam tohumu yağlarının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada susam yağlarının peroksit değerlerinin 1.93 ile 2.99 mEq O₂ kg⁻¹ arasında olduğu bildirilmiştir [30].

Sabunlaşmayan madde, yağda çözünmüş halde bulunan fakat alkalilerle sabunlaşmayan maddelerin toplamıdır. Bunlar yüksek alifatik alkoller, fitosteroller, pigmentler, hidrokarbonlar gibi maddelerdir. Sabunlaşmayan madde susam yağı için Türk Farmakopesi'nde en fazla % 2.0 olması gerektiği belirtilmektedir [24]. Benzer şekilde Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yemelik Yağlar Tebliği'ne göre susam yağında sabunlaşmayan madde değeri 20 g/kg (% 2.0) altında olması gerektiği belirtilmiştir [6]. Çalıştığımız yağ örneklerinin için sabunlaşmayan madde değerleri 0.7293 ile 15.8576 arasında olduğu saptanmıştır. ES1, ES3 ve AS2 yağ örnekleri Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yemelik Yağlar Tebliğine ve Kodeks Alimentarius'a göre uygun % sabunlaşmayan madde miktarına sahipken AS3, AS1 ve ES2 yağ örneklerinin yüksek olduğu görülmektedir. Türkiye'de elde edilen susam tohumu yağlarının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada susam yağlarının

sabunlaşmayan madde değerleri % 1.04 ile % 1.75 arasında bulunmuştur [30]. Mineral yağlarla tağşişat sabunlaşmayan madde miktarını yükseltir. Normal değer %1-2 arasındadır [11].

Bağıl yoğunluk belirli sıcaklıkta belirli hacimdeki yağ ağırlığının aynı sıcaklık ve hacimdeki suyun ağırlığına oranının tespitidir. Türk Farmakopesi'ne göre rafine susam yağının bağıl yoğunluğu yaklaşık 0.919 olarak belirtilirken [24], Kodeks Alimentarius'da susam yağı için bağıl yoğunluk değeri için 0.919-0.925 aralığı [27] bildirilmektedir. Çalıştığımız yağ örnekleri için relatif yoğunluk değerleri 0.913 ile 0.922 arasındadır. Genel olarak incelenen susam yağlarının bağıl yoğunluklarının uygun olduğu görülmektedir. Türkiye'de elde edilen susam tohumu yağlarının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin araştırıldığı farklı bir çalışmada susam yağlarının relatif yoğunluk değerleri 0.9175 ile 0.9214 arasında bulunmuştur [30].

Kırılım imleci yağın tanımlanan bir dalga boyunda ışığın boşluktaki hızının yağdaki hızına oranıdır. Kırılım imleci, dalga boyu, sıcaklık, doymamışlık derecesi, yağ asidi ve yağ asidi bileşenleri ile değişir. Kırılım imleci, kalite kontrolün değerlendirilmesinde, malzemelerin saflığını kontrol etmede, hidrojenasyon ve izomerleştirmeyi takip etmede yaygın olarak kullanılmaktadır [26]. Kırılım imleci, Türk Farmakopesi'nde rafine susam yağı için yaklaşık 1.473 olarak belirtilirken [24]. Kodeks Alimentarius'da susam yağı için refraksiyon indisi değeri 25°C'de 1.465-1.469 arasında olması gerektiği bildirilmektedir [27]. Çalıştığımız yağ örnekleri için kırılım imleci değerleri 1.472 ile 1.475 arasındadır. Tüm yağ örneklerimizin refraksiyon indisi değerleri Türk Farmakopesi 2017'de belirtilen değere yakın olduğu görülmektedir. Türkiye'de elde edilen susam tohumu yağlarının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada susam yağlarının kırılım imleci (refraksiyon indisi) değerlerinin 1.4700 ile 1.4707 arasında bulunmuştur [30].

Türk Farmakopesi 2017'de belirtilen yağ asitlerinin alkali safsızlıklar testine tüm örnekler uygunluk göstermektedir. Hiçbir yağ örneğimizde alkali safsızlık görülmemiştir. Türk Farmakopesi 2017'de belirtilen susam yağında yabancı yağ olarak pamuk tohumu yağı aranması testi de örneklerimizde uygulanmıştır. Hiçbir örneğimizde pamuk tohumu yağı tespit edilememiştir. Susam yağı tağşişatında fiyatının ucuz olmasından dolayı sıkça kullanılan pamuk tohumu yağının hiçbir örneğimizde olmaması oldukça önemlidir. Örneklerimiz üzerinde İTK yöntemi ile karşılaştırma yapılmıştır [25]. Sonuç olarak elde ettiğimiz kromatogram Şekil 1'de yer almaktadır. Burada örnekler zeytinyağı, badem yağı, mısırözü yağı, yer fıstığı yağı gibi farklı bazı yağ örnekleri ile karşılaştırılmıştır. ES1, ES2, ES3, AS1 ve AS2 örneklerinin genel olarak birbirlerine benzediği görülmüştür. Ancak AS3 örneğinin kromatogramı incelediğinde bu susam yağı örneğinin mısır özü yağ ile karıştırılmış olabileceği düşünülmektedir.

Eczanelerde ve aktarlarda satılmakta olan susam yağının kullanımı son zamanlarda giderek artmaktadır. Değerli bir tohum yağı olarak susam yağı gıda sanayinde, eczacılıkta fitoterapide, aromaterapide ve kozmetik alanlarda çok sayıda yararlı özelliğinden dolayı kullanılmaktadır. Çalışmamızda incelenen tüm susam yağı örneklerinin, kırılım imleci ve bağıl yoğunluk değerlerinin monografta belirtilen değerler ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde alkali safsızlık ve yabancı yağ olarak pamuk tohumu yağı aranması analizleri için yapılan çalışmalarda olumsuz bir safsızlık tespit edilememiştir [24]. Susam yağı tağşişatında fiyatının ucuz olmasından dolayı sıkça kullanılan pamuk tohumu yağının hiçbir örneğimizde olmaması oldukça önemlidir. İncelenen 6 adet susam yağı örneğinden ancak biri eczane ve biri de aktardan temin edilen 2 tanesinin Türk Farmakopesi'nde ve Kodeks Alimentarius'da yer alan tüm testlere uygunluk gösterdiği tespit edilmiştir.

Gıda ve sağlık alanında kullanılan bütün ürünler üzerinde kalite kontrol çalışmaları yapılmalıdır. Bu kontrollerden geçen ürünler ancak amacına uygun bir şekilde güvenle kullanılabilir. Burada aktarların sağlık açısından maalesef sorumluluğu daha az ve ürünleri denetimsizdir. Bu konuda değişimi gerçekleştirmek için, özellikle eczacılarımıza önemli bir görev düşmektedir. Eczanede satılan ürünlerin muhakkak güvenilir, kaliteli yani kalite kontrolü yapılmış ürünler olması gereklidir. Bu nedenle depolardan temin ederek, hastalarına sundukları ilaç dışı fonksiyonel gıda olarak kullanımı önerilen bu ürünleri, kalite kontrolü yapan firmalardan almaları gerekmektedir. Firmalar kalite kontrolü olmayan ürünlerin eczanede satılmadığını ve bu kalite kontrollerinin yapılmasının zorunlu olduğunu bilecekler ve bu şekilde kalite kontrolünü üretim prosedürlerine ekleyerek, kaliteli ürünleri piyasaya sunacaklardır. Eczanede satılan üç üründen birinin kalitesinin tüm kriterlere uygun olup, diğerlerinin uymaması, bize eczacıların bu konuda daha duyarlı ve dikkatli olmaları gerektiğinin vurgusunu yapmaktadır.

Çalışmamız eczanede ve aktarlarda satılan bitkisel yağların ve diğer doğal ürünlerin kalite kontrollerinin, yani Türk Farmakopesi'ne ve Yemelik Yağlar Tebliği ve Kodeks Alimentarius gibi bu konularda otorite olan kaynaklarda belirtilen şartlara uygunluklarının araştırılmasına yönelik çalışmaların önemini ve gerekliliğini ortaya koymaktadır. Araştırmamızda tespit ettiğimiz sonuçlar genişletilmesi planlanan Türk Farmakopesi için referans olabilecek nitelikte olup, soğuk pres naturel susam yağı monografi hazırlanmasına da katkı sağlayabilecektir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Koordinatörlüğü tarafından (TYL-2019-20588) desteklenmiştir.

YAZAR KATKILARI

Kavram: G.İ.K.; Tasarım: H.A.Ş., G.İ.K.; Denetim: G.İ.K.; Kaynaklar: G.İ.K.; Malzemeler: H.A.Ş., G.İ.K.; Veri Toplama ve/veya İşleme: H.A.Ş., G.İ.K.; Analiz ve/veya Yorumlama: H.A.Ş., G.İ.K.; Literatür Taraması: H.A.Ş., G.İ.K.; Makalenin Yazılması: H.A.Ş., G.İ.K.; Kritik İnceleme: G.İ.K.; Diğer: -

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. Chakraborty, G.S., Sharma, G., Kaushik, K.N. (2008). *Sesame indicum*: A review. *Journal of Herbal Medicine and Toxicology*, 2(2), 15-19.
2. Pusadkar, P., Eswaran, K., Bonde, S., Mohite, N. (2015). Sesame (*Sesamum indicum* L.) importance and its high quality seed oil: A review. *Trends in Biosciences*, 8(15), 3900-3906.
3. Hwang, L.S., (2005). Sesame Oil. In: F. Shahidi (Ed.) *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, (pp. 537-574). John Wiley and Sons, New York. [CrossRef]
4. Martinchik, A.N. (2011). Nutritional value of sesame seeds. *Voprosy Pitaniia*, 80(3), 41-43.
5. Pongracz, G., Weiser, H., Matzinger, D. (1995). Tocopherole-antioxidantien der natur. *European Journal of Lipid Science and Technologie*, 97(3), 90-104. [CrossRef]
6. Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yemelik Yağlar Tebliği (Tebliğ No: 2012/29), (2001). From <https://www.resmigazete.gov.tr>. Erişim tarihi: 23.08.2020.
7. Namiki, M. (2007). Nutraceutical functions of sesame: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 47 (7), 651-673. [CrossRef]
8. Wijesundera, C., Ceccato, C., Fagan, P., Shen, Z. (2008). Seed roasting improves the oxidative stability of canola (*B. napus*) and mustard (*B. juncea*) seed oils. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110(4), 360-367. [CrossRef]
9. Şahin, G. (2014). Türkiye'de üretimi azalan önemli bir yağ bitkisi susam. *Journal of the Human & Social Science Researches*, 3(2),404-433. [CrossRef]
10. Baydar, H. (2005). Susamda (*Sesamum indicum* L.) verim, yağ, oleik ve linoleik tipi hatların tarımsal ve teknolojik özellikler. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(2), 267-272.
11. Hänsel, R., Sticher, O. (2007). *Pharmakognosie-Phytopharmazie*, Medizin Verlag, Springer, Heidelberg, p.761.
12. Kurt, C. (2024). Some effects of sesame (*Sesamum indicum*) on health. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 12(7), 1231-1237. [CrossRef]
13. Namiki M. (1995). The chemistry and physiological functions of sesame. *Food Reviews International*, 11(2), 281-329. [CrossRef]
14. Healthcare, T. (2004). *PDR for Herbal Medicines*, Montvale, New Jersey, p.688.

15. Aluganti Narasimhulu, C., Burge, K.Y., Doomra, M., Riad, A., Parthasarathy, S. (2018). Primary prevention of atherosclerosis by pretreatment of low-density lipoprotein receptor knockout mice with sesame oil and its aqueous components. *Scientific Reports*, 8(1), 12270. [CrossRef]
16. Chen, P.R., Chien, K.L., Su, T.C., Chang, C.J., Liu, T.L., Cheng, H., Tsai, C. (2005). Dietary sesame reduces serum cholesterol and enhances antioxidant capacity in hypercholesterolemia. *Nutrition Research*, 25(6), 559-567. [CrossRef]
17. Aslam, F., Iqbal, S., Nasir, M., Anjum, A.A. (2019). White sesame seed oil mitigates blood glucose level, reduces oxidative stress and improves biomarkers of hepatic and renal function in participants with type 2 diabetes mellitus. *Journal of the American College of Nutrition*, 38(3), 235-246. [CrossRef]
18. Heidari-Soureshjani, R., Gholipour, A., Obeidavi, Z., Jafari, A., Abbasi, S., Madmoli, Y. (2016). Bactericidal and bacteriostatic effect of sesame oil olive oil and their synergism on *Escherichia coli in vitro*. *Advanced Herbal Medicine*, 2(4), 7-12.
19. Harikumar, K.B., Sung, B., Tharakan, S.T., Pandey, M.K., Joy, B., Guha, S., Krishnan, S., Aggarwal, B.B. (2010). Sesamin manifests chemopreventive effects through the suppression of NF-kappa B-regulated cell survival, proliferation, invasion, and angiogenic gene products. *Molecular Cancer Research*, 8(5), 751-761. [CrossRef]
20. Jan, K.C., Ku, K.L., Chu, Y.H., Hwang, L.S., Ho, C.T., (2010) Tissue distribution and elimination of estrogenic and anti-inflammatory catechol metabolites from sesaminol triglucoside in rats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(13), 7693-7700. [CrossRef]
21. Anagnostis, A., Papadopoulos, A.I., (2009). Effects of a diet rich in sesame (*Sesamum indicum* L.) pericarp on the expression of oestrogen receptor alpha and oestrogen receptor beta in rat prostate and uterus. *British Journal of Nutrition*, 102(5), 703-708. [CrossRef]
22. Lee, S.Y., Ha, T.Y., Son, D.J., Kim, S.R., Hong, J.T. (2005). Effect of sesaminol glucosides on beta-amyloid-induced PC12 cell death through antioxidant mechanisms. *Neuroscience Research*, 28, 186-189. [CrossRef]
23. Um, M.Y., Ahn, J.Y., Kim, S., Kim, M.K., Ha, T.Y. (2009). Sesaminol glucosides protect beta-amyloid peptide induced cognitive deficits in mice. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 32(9), 1516-1520. [CrossRef]
24. Çapan, Y., Savaşer, A., Kantarcı, A.G., Karataş, A., Karasulu, E., Bilensoy, E., Baloğlu, E., Acartürk, F., Eroğlu, H., Karasulu, H.Y., Özgüney, I., Özer, K.Ö., Çetin, M., Özyazıcı, M., Demirel, M., Çelebi, N., Yüksel, N., Gürsoy, R.N., Şahin, S., Çalış, S., Güngör, S., Takka, S., Pehlivan, S., Çomoğlu, T., Uğurlu, T., Eldem, T., Özkan, Y., Erginer, Y., Devrim, B., Köse Özkan, C., Şengel Türk, C.T., Taş, Ç., Cengiz Başaran, E., Homan Gökçe, E., Badıllı, F.U., Büyükköroğlu, G., Sedef Erdal, M., Kaynak, M.S., Kılıçarslan, M., Üstündağ Okur, N., Kerimoğlu, O., Karavana, S.Y., Aktaş, Y., Sezgin Bayındır, Z., Şenyiğit, Z., Yücel Ç., Yenilmez Akıl, E., Demirbolat, G.M., Berkman, M.S., İnal, Ö., Saka, O. M., Yurdasiper, A., Eşim, Ö., Rençber, S., Tuncay Tanrıverdi, S., Tort, S., Yazıksız, Y., Sönmez, İ., Pınarbaşı, O., Aytekin, E., Akkuş, Z.B., Doğan, S.S., Arıca Yegin, B., Hasçıçek, C., Teksin, Z.Ş. (2018). *Türk Farmakopesi 2017*, T.C. Sağlık Bakanlığı Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu, Ankara, p.4135.
25. Stahl, E., Schild, W. (1981). *Pharmazeutische Biologie 4. Drogen Analyse II: Inhaltstoffe und Isolierungen*. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart, p.297-300.
26. Ademola Olaleye, A., Alhaji Adamu, Y., Lawan, U. (2019). Effects of Temperature change on the physico-chemical properties of sesame seed oil. *Science Journal of Analytical Chemistry*, 7(1), 13. [CrossRef]
27. Joint FAO/WHO Food Standards Programme, Codex Alimentarius Commission. Food and Agriculture Organization of the United Nations: World Health Organization Rome. (2019). From <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/tr/>. Erişim tarihi: 23.08.2020.
28. Borchani, C., Besbes, S., Blecker, C., Attia, H. (2010). Chemical characteristics and oxidative stability of sesame seed, sesame paste, and olive oils. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 12, 585-596.
29. Benítez-Benítez, R., Ortega-Bonilla, R.A., Martin-Franco, J. (2016). Comparison of two sesame oil extraction methods: Percolation and pressed. *Biotechnology en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(1), 10-18. [CrossRef]
30. Özcan, M. (1993). Yüksek lisans tezi. Susam, susam yağı ve tahinde fiziksel-kimyasal analizler ve yağ asitleri bileşiminin belirlenmesi. Gıda Bilimi ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye.