

Altın (Gökova) Susamın (*Sesamum indicum* L.) Bazı Tohum ve Yağ Özellikleri

Melisa Özpolat , Murat Reis Akkaya  ✉, Yasemin Bakaçhan 

Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Adana

Geliş Tarihi (Received): 30.07.2021, Kabul Tarihi (Accepted): 19.09.2021

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): mrakkaya@atu.edu.tr (M.R. Akkaya)

☎ 0 332 444 0188 📠 0 332 455 0009

ÖZ

Geleneksel olarak yüzyıllardır insan beslenmesinde ve hastalıklarda iyileştirici olarak kullanılan susam tohumlarına ve ürünlerine olan talep, beslenme ve sağlık üzerindeki olumlu etkilerinin daha iyi anlaşılması nedeniyle son yıllarda daha da artmıştır. Bu çalışmada neredeyse tamamı ihraç olan Altın (Gökova) Susamın bazı tohum ve yağ özellikleri belirlenmiştir. Susam tohumlarının bin dane ağırlığı 3.40 g, ham protein oranı %20.24, ham yağ oranı ise %50.05 olarak bulunmuştur. Tohum renk analizi değerlerinden L*, a*, b*, c* ve h ortalamaları sırasıyla; 55.78, 10.35, 29.88, 31.62 ve 70.89 olarak belirlenmiştir. Toplam antioksidan kapasitesi 1405.53 mg trolox eşdeğeri/100g olarak belirlenirken, toplam fenolik madde içeriği ise 483.34 mg gallik asit eşdeğeri/100g olarak bulunmuştur. Susam numunelerinin yağlarında yapılan analizler sonucunda ise; palmitik asit oranı %9.45, oleik asit oranı %40.46, linoleik asit oranı %42.57 ve stearik asit oranı %4.96 olarak belirlenmiştir. Susam lignanlarından sesamol, sesamin ve sesamolin içerikleri ise sırasıyla 0.076 µg/g yağ, 12.278 mg/g yağ, 0.906 mg/g yağ olarak bulunmuştur. Susam tohum yağlarında ortalama α-tokoferol 1.57 µg/g, α-tokotrienol 1.22 µg/g, γ-tokoferol 47.59 µg/g, toplam tokoferol ise 49.17 µg/g olarak belirlenmiştir. Susam yağı renk analizi değerlerinden L*, a*, b*, c* ve h sırasıyla; 93.34, -1.57, 30.37, 30.41 ve 92.99 olarak belirlenmiştir. Kırılma indisi (20°C), iyot sayısı, sabunlaşma sayısı, serbest yağ asidi, ve sabunlaşmayan madde değerleri ise sırasıyla; 1.47, 107.86, 186.4 mgKOH /g yağ, %0.82 ve 1.74 g/kg olarak bulunmuştur. Altın (Gökova) Susam numunelerinde belirlenen kalite kriterlerinin literatür verilerine uygun olduğu ve çoğunlukla daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Altın-Gökova Susamı, Kalite, Susam Lignanları, Sesamol, Tokoferol

Some Seed and Oil Properties of Golden (Gökova) Sesame (*Sesamum indicum* L.)

ABSTRACT

The demand for sesame seeds and their products, which have traditionally been used for centuries as a cure for human nutrition and diseases, has increased in recent years due to a better understanding of their positive effects on nutrition and health. In this study, some seed and oil properties of Golden (Gökova) Sesame, almost all of which are exported, were determined. The thousand grain weight of sesame seeds was 3.40 g, the crude protein rate was 20.24% and the crude oil rate was 50.05%. Seed color analysis average values L*, a*, b*, c* and h respectively; 55.78, 10.35, 29.88, 31.62 and 70.89. While the total antioxidant capacity was determined as 1405.53 mg trolox equivalents/100g, the total phenolic content was found to be 483.34 mg gallic acid equivalents/100g. As a result of the analyzes made in the oils of sesame samples; palmitic acid ratio 9.45%, oleic acid ratio 40.46%, linoleic acid ratio 42.57% and stearic acid ratio 4.96%. Sesamol, Sesamin and Sesamoline amounts of sesame lignans were found as 0.076 µg/g oil, 12.278 mg/g oil, and 0.906 mg/g oil, respectively. Average α-tocopherol was found as 1.57 µg/g, α-tocotrienol was found as 1.22 µg/g, γ-tocopherol was found as 47.59 µg/g, and total tocopherol was found as 49.17 µg/g in sesame seed oils. Sesame oil color analysis values L*, a*, b*, c* and h respectively; 93.34, -1.57, 30.37, 30.41

and 92.99. The refractive index (20°C), iodine number, saponification number, free fatty acid and unsaponifiable matter values respectively; 1.47, 107.86, 186.4 mgKOH/g oil, 0.82% and 1.74 g/kg. It was determined that the quality criteria detected in the Golden (Gökova) Sesame samples were in accordance with the literature data and mostly gave better results.

Keywords: Golden-Gökova Sesame, Quality, Sesame Lignans, Sesamol, Tocopherol

GİRİŞ

Susam (*Sesamum indicum* L.) tohumu geleneksel olarak yüzyıllardır insan beslenmesinde kullanılmaktadır. Günümüzde ise besin içeriği, eşsiz tadı ve kokusu ile birçok alanda kullanım yeri bulmuştur. Latince "sesamun" ve Yunanca "sesamon" olarak bilinen susam beyaz, sarı, kahverengi ve siyah olmak üzere 4 farklı renkte bulunmaktadır. Susam özellikle Uzak Doğu ve Ortadoğu'da yaygın olarak yetiştirilmektedir. Türkiye'de ise yağlı tohumlar içerisinde üretim bakımından 5. sırada yer almaktadır [1].

Kimyasal bileşimi tohumun çeşidine, yetiştirme koşullarına, iklime, rengine ve büyüklüğüne göre değişiklik gösteren ve zengin bir besin değeri olan susam tohumunun önemli bir yağ (%50-60) ve protein (%18-25) kaynağı olduğu, yaklaşık olarak %5 oranında kül içerdiği, lif ve karbonhidrat içeriği bakımından büyük farklılıklar gösterdiği ve karbonhidrat içeriğinin de %3 ila 14 arasında değiştiği bildirilmektedir [2-5].

Tohumunda yüksek miktarda kaliteli yağ bulduran susam dünyada yetiştirilen en eski ve en önemli yağ bitkilerinden birisidir. Susam tohumlarında %50-60 oranında yağ bulunmaktadır [5]. Diğer bitkisel yağların aksine susam yağı, her biri %35 ile 45 arasında değişen oleik ve linoleik yağ asitlerini içerir [6]. Ayrıca susam yağı lignan olarak bilinen sesamin (%0.5-1.5) ve sesamolin (%0.3-0.5) gibi ikincil maddelere bağlı olarak oksidasyona karşı da son derece dirençlidir [7]. Yapılan bir çalışmada [4], susam tohumu yağının yağ asidi bileşimini %9 palmitik asit, %5 stearik asit, %39.17 oleik asit, %44.70 linoleik asit ve %0.87 linolenik asit olarak belirtilmiştir.

Uzun yıllardan beri Doğu'da enerjiyi artıran ve yaşlanmayı önleyen bir gıda olarak görülen susamın günümüzde yaşlanma karşıtı olan etkisi kapsamlı bir şekilde hala araştırılmamıştır [8]. Susam tohumu ve yağı yemeklerde, tatlılarda, şekerlemelerde ve özellikle ülkemizde tahin yapımında yaygın olarak kullanılmaktadır. Susam yağı, fıstık yağının kullanımına başlayıncaya kadar Hindistan'da ilk olarak tercih edilen yemeklik yağlardan biri olmuştur [9]. Susam tohumunun aroması, tadı ve lezzeti Kore mutfağında da oldukça popülerdir. Susam bitkisinin yaprakları ise Kore geleneksel yemeklerinde et ve diğer sebzelerle yenen bir tür sargı olarak kullanılır. Susam tohumları sağlığı geliştirici etkilerde önemli bir rol oynayan lignanların içermektedir. Hem sesamin hem de sesamolin, susam tohumunun karakteristik lignanlarıdır [10].

Susam yağının en önemli özelliklerinden biri de tokoferol bileşenleridir. Yapılan bir çalışmada [11], susam yağındaki toplam tokoferol miktarının 294-528 mg/kg

olduğu bildirmiştir. Bitki kaynaklı lipofilik ve fenolik bileşikler olan tokoferoller, aynı zamanda E vitamininin ana bileşenleri olarak bilinirler. Tokoferollerin kalp hastalığı ve kanser gibi yaşa bağlı hastalıkları önlediği düşünülmektedir [12]. Tokoferol vitaminleri lipitte çözünür antioksidanlar olarak işlev gören, çoklu doymamış yağ asitlerini lipit peroksidasyonundan korumaya yardımcı olan ve böylece serbest radikal aracılığıyla olayların oksidatif veya nitratif stresden yayılmasını önleyen serbest radikal temizleyicileridir [12].

Türkiye'de susam Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Toplam ekim alanının %48.6'sı Ege Bölgesi'nde bulunmaktadır [13]. Ana ürün tarımında olduğu kadar ikinci ürün tarımında da yer alan susam, yetiştirme süresinin kısalığından dolayı her kültür bitkisi ile ekim nöbetine girebilmektedir. Son yıllarda Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde tahıllardan sonra ikinci ürün olarak yetiştirilmektedir [14]. Bunların yanı sıra, toprak seçiciliğinin olmaması, düşük besin ihtiyacı, kuraklığa toleranslı olması ve pazarlama problemlerinin olmaması nedenleriyle de susam önemli bir bitkidir [15].

Muğla'nın Gökova havzasında yetişen Altın Susam, Türkiye'nin kimyasal ve fiziksel özellikleri (irilik ve altın renk) bakımından en kaliteli ve en değerli susamı olarak bilinen ve hala geleneksel yöntemlerle üretilen, bölgenin iklim özelliklerinden dolayı da başka yerde yetişmeyen ender bir susam çeşididir. Altın Susam gübre veya tarım ilaçları kullanılmadan tamamen organik olarak yetiştirilmektedir. Bu bölgede her yıl yaklaşık 20 bin dekarlık bir alanda tarımı yapılan Altın Susamın yıllık üretim miktarı da yaklaşık 2 bin tondur [16]. Gökova havzasının iklimi nedeniyle Altın Susam yüksek yağ içeriği, lezzeti ve aroması ile başta Japonya ve Çin olmak üzere birçok farklı ülkeye ihraç edilmektedir. Çin ve Japonya'ya ihraç edilen Altın Susam, lezzetine ve kalitesine ciddi önem verdikleri geleneksel bir yemek olan suşi için yıllardır kullanılmaktadır. Yetiştirilen Gökova/Altın Susamın %90'ı ihraç edilmekte ve geri kalanı ülkemizde başta tahin ve susam yağı üretimi olmak üzere birçok farklı sektörde kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Türkiye'de Muğla'nın Ula ilçesine bağlı Gökova havzasında yetiştirilen Gökova/Altın Susamın tohum ve yağında bazı kalite kriterleri belirlenmiştir.

MATERYAL ve METOT

Bu çalışmada Muğla'nın Ula, Gökova ve Köyceğiz bölgelerinde yetiştirilen Gökova/Altın Susam numuneleri materyal olarak kullanılmıştır. Susam numuneleri üretim bölgelerinin tamamını yansıtan beş farklı toplama merkezinden (tüccar) alınmış (AS1, AS2, AS3, AS4, AS5), tohumunda ve soğuk pres yöntemiyle çıkarılan

yağlarında 3 paralel olarak analizler yapılmıştır.

Altın Susam tohumunda bin dane ağırlığı [17], Minolta Spektrofotometre CM-5 (Konica Minolta) model renk ölçüm cihazı ile tohum rengi [18], kuru madde tayini [19], Kjeldahl yağ yakma yöntemi ile ham protein tayini (NX6.25) [20], soxhlet yöntemi ile ham yağ tayini [21] yapılmıştır. Homojenizatör yardımıyla parçalanmış susam tohumları 1:10 (W/V) oranında %80'lik metanol çözeltisi eklenerek homojen hale getirilmiş, homojen karışım 45 dk boyunca oda sıcaklığında sonikatörde bekletilerek ultrasonic dalgalarla fenolik bileşenlerin ekstraksiyonu gerçekleştirilmiş ve Folin-Ciocalteu reaktifi kullanılarak Agilent Technologies Cary 60 UV-VIS cihazında 765 nm absorbansta toplam fenolik madde tayini [22], 515 nm absorbansta DPPH yöntemi ile de antioksidan kapasitesi tayini [23] yapılmıştır. Ayrıca susam tohumlarının rengi üç panelist tarafından duyuşal olarak (göz ile) değerlendirilmiş ve hangi renkte olduğu belirlenmiştir.

Soğuk pres (Karaerler NF500) yöntemi ile çıkarılan susam tohum yağında ise Minolta Spektrofotometre CM-5 (Konica Minolta) model renk ölçüm cihazı ile renk analizi [18], Abbe refraktometresi (Krüss AR2008) ile kırılma indisi [24], serbest yağ asidi [25], iyot değeri [26], sabunlaşmayan madde [27], sabunlaşma sayısı [27] tayinleri yapılmıştır. Yağ asiti kompozisyonu tayini için öncelikle yağ asitlerinin metil esterleri oluşturulmuş ve silica kapılar kolon (100 m × 0.25: 0.2 mm) ve taşıyıcı helium gazı kullanılarak Gaz Kromatografisi (Agilent Technologies GC-7890A) cihazı ile (Akış: 0.8 mL/dk, enjeksiyon hacmi: 1 µL, split: 10/1) analiz gerçekleştirilmiştir [28]. Hekzan ile ekstrakte edilen yağ numunelerinde de UV dedektörlü Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi (HPLC) cihazı ile (Agilent Technologies 1200) tokollerin [29] (Kolon: Inertsil NH₂ 250mm x 4.6mm - 5µm, Mobil faz: n-hexan/asetik asit/IPA (1000mL/5mL/6mL), Kolon sıcaklığı: 20°C, Dalga Boyu: 296 nm, Akış hızı: 1 mL, Enjeksiyon hacmi: 10 µL) ve

lignanların [30] (Kolon: Prodigy ODS3 100A 250mm x 4.6mm - 5µm, Mobil faz: metanol/su (70mL/30mL), Kolon sıcaklığı: 30°C, Dalga Boyu: 290 nm, Akış hızı: 1 mL, Enjeksiyon hacmi: 10 µL) analizleri yapılmıştır. Analizlerde kullanılan tüm kimyasallar Merk marka, standartlar ise Sigma Aldrich (Sesamin Product Number: SMB00701, Sesamin Product Number: 59867, Sesamol Product Number: S3003) ve ChromaDex (Tocotrienol and Tocopherol Mixture Lot Number: 00020329-00569) markadır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Altın Susam Tohumunda Yapılan Analizlerin Sonuçları

Araştırmada materyal olarak kullanılan Altın Susam numunelerinin kuru madde oranları ortalama %95.16 olarak belirlenmiştir (Tablo 1). Altın Susam numunelerinin bin dane ağırlığı ortalama 3.40 g olarak belirlenmiştir (Tablo 1). Özcan ve Akgül [31] çalışmalarında farklı lokasyonlardan sağladıkları 16 susam örneğinde bin dane ağırlığının 2.17-4.11 g arasında değiştiğini belirtmiş ve tohumun önemli özelliklerinden biri olan bin dane ağırlığının, ortama ve yetiştirme koşullarına göre değiştiğini ifade etmişlerdir. Bir başka araştırmada da yerel susam örneklerinde (Konya, Antalya ve Tekirdağ) bin dane ağırlığı 2.57-4.01 g arasında tespit edilirken, ithal edilen susam örneklerinde (Uganda, Meksika ve Venezuela) bin dane ağırlığının 2.17-3.05 g arasında olduğu belirlenmiştir [32]. Zebib ve ark. [33] yaptığı araştırmasında ise farklı çeşit susam numunelerinde bin dane ağırlığını 3.16 g, 2.74 g, ve 2.98 g olarak bulmuştur. Gölükcü [19] ise çalışmasında ortalama bin dane ağırlığının 3.68 g olduğunu belirlemiştir. Araştırmadan elde ettiğimiz Altın Susam numunelerine ait bin dane ağırlığı benzer çalışmalardan elde edilen sonuçlarla uyum içerisindedir.

Tablo 1. Susam tohumlarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Table 1. Some physical and chemical properties of sesame seeds

Numune	Kuru Madde (%)	Bin Dane Ağırlığı (g) (KM)*	Ham Protein (%) (KM)	Ham Yağ (%) (KM)
AS 1	95.23	3.41	20.1	50.65
AS 2	95.12	3.73	21.0	50.08
AS 3	94.71	3.23	20.2	49.15
AS 4	95.53	3.35	20.4	49.77
AS 5	95.23	3.29	19.5	50.6
Ortalama	95.16	3.40	20.24	50.05
Standart Sapma	0.30	0.19	0.54	0.62

*KM: Kuru Maddede

Araştırmada Altın Susam numunelerinin ham protein oranı ortalama olarak %20.24 olarak belirlenmiştir (Tablo 1). Alperen [34] çalışmasında Diyarbakır/Çüngüş susamının protein içeriğini %21.88 olduğunu belirtmiştir. Zebib ve ark. [33] yaptığı araştırmasında ise farklı çeşit susam numunelerinde protein içeriğini %22.49-26.23 arasında değiştiğini belirtmiştir. Özcan [32] ithal ve yerel susam tohumları üzerine yaptığı araştırmada yerel susamların (Anamur, Gaziantep) protein içeriğini sırasıyla %16.44 ve %22.07, ithal susamların ise

(Uganda, Meksika) sırasıyla %21.18 ve %21.38 olarak belirlemiştir. Salunkhe [7] ise susam protein içeriğinin yüzde 17-32 arasında değiştiğini belirtmiştir. Türk Gıda Kodeksi Tahin Tebliğine göre susam protein içeriği kuru madde üzerinden en az %20 olmalıdır [55]. Bu bilgiler doğrultusunda araştırmamız sonucu bulduğumuz Altın Susam numunelerine ait protein değerlerinin literatürde bildirilen değerler ile ve Türk Gıda Kodeksi ile uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Yapılan bu çalışmada Altın Susam numunelerinin ortalama ham yağ oranının %50.05 olduğu belirlenmiştir (Tablo 1). Alperen [34] yaptığı çalışmada yerel susam örneklerinde (Diyarbakır/Çüngüş, Konya/Akören) yağ oranlarını sırasıyla %54.71 ve %49.21 olarak belirlemiştir. Diğer bir çalışmada ise Özcan ve Akgül [31] yerel susam örneklerinde ortalama yağ değerini %52, ithal susam örneklerinde ise ortalama yağ değerini %53.30 olarak belirlemiştir. Ayrıca çalışmalarında, susam yağ içeriğinin tohumun rengine, büyüklüğüne, büyüme koşullarına ve çevresel faktörlere bağlı olarak %37 ile %63 arasında değişmekte olduğu da

belirtilmiştir [31]. Baydar [35] çalışmasında susamın %50'den fazla yağ içerdiğini belirtmiştir. Onur [36] ise çalışmasında, ülkemizde yetişen susam tohumlarının yağ oranının %40-60 arasında olduğunu belirtmiştir. Yapılan bu çalışmada Altın Susam numunelerinde bulunan ham yağ oranlarının literatürde bildirilen sonuçlarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir.

Araştırmada elde edilen Altın Susam numunelerine ait renk değerleri Tablo 2'de görülmektedir. Altın Susamın renk analiz değerleri L*, a*, b*, c*, h olarak sırası ile 55.78, 10.35, 29.88, 31.62, 70.89 olarak bulunmuştur.

Tablo 2. Susam tohumunun renk analizi değerleri

Table 2. Color analysis values of sesame seed

Numune	L*	a*	b*	c*	h	Duyusal Renk
AS 1	55.46	10.39	30.21	31.95	71.02	Altın Sarısı
AS 2	56.19	10.42	30.24	31.99	70.98	Altın Sarısı
AS 3	56.00	10.44	30.3	32.05	70.99	Altın Sarısı
AS 4	55.22	10.39	29.54	31.32	70.62	Altın Sarısı
AS 5	56.04	10.11	29.1	30.81	70.84	Altın Sarısı
Ortalama	55.78	10.35	29.88	31.62	70.89	Altın Sarısı
Standart Sapma	0.42	0.14	0.53	0.54	0.17	

Susamda renk önemli bir kalite kriteridir. Susam tohumlarının çeşidine bağlı olarak kahverengi, siyah, sarı, ve beyaz renkleri olabilir. Tohum kabuk rengi ile yağ asitleri arasında da bir ilişki vardır. Alperen [34] yaptığı çalışmada tohum rengi karardıkça, palmitik asit oranının ve linoleik asit oranının azaldığını, oleik asit ve stearik asit oranının ise arttığını bildirmiştir. Titizci [37] yaptığı çalışmasında susamların L*, a*, b*, c*, h renk değerlerini sırasıyla 44.22, 2.35, 9.77, 10.05 ve 76.49 olarak bulurken, Özdemir ve Gölükcü [38] ise çalışmalarında 53.83, 3.23, 15.75, 16.08 ve 78.41 olarak bulmuştur. Bu çalışmada Altın Susam numunelerinin renklerini duyusal olarak değerlendirdiğimizde ise bütün numunelerin altın sarısı renkte ve parlaklıkta olduğu

belirlenmiştir.

Araştırmada kullandığımız beş farklı Altın Susam örneğinin toplam antioksidan kapasite analizi sonuçları Tablo 3'te görülmektedir. Toplam antioksidan kapasite değerleri 966.44 mg trolox eşdeğeri/100g ile 1808.31 mg trolox eşdeğeri/100g arasında değişmiştir. Numunelerin toplam antioksidan kapasitesi ortalama değeri ise 1405.53 mg trolox eşdeğeri/100g olarak belirlenmiştir. Araştırma sonucunda belirlenen antioksidan kapasite değerleri Kurt ve ark. [56]'nın yerel susam çeşitlerinde elde ettikleri toplam antioksidan kapasite değerlerinden daha yüksek bulunmuştur.

Tablo 3. Susam tohumu toplam antioksidan kapasitesi ve toplam fenolik madde değerleri

Table 3. Total antioxidant capacity and total phenolic content of sesame seeds

Numune	Toplam Antioksidan Kapasitesi (mg trolox eşdeğeri/100g)	Toplam Fenolik Madde (mg gallik asit eşdeğeri/100g)
AS 1	966.45	362.87
AS 2	1056.16	503.75
AS 3	1485.37	462.32
AS 4	1711.36	598.24
AS 5	1808.31	489.51
Ortalama	1405.53	483.34
Standart Sapma	379.80	84.58

Serbest radikallerin neden olduğu oksidasyonu önleyen ve serbest radikalleri yakalama ve stabilize etme yeteneğine sahip maddelere antioksidanlar denir [39]. Sadece susam tohum yağında bulunan bazı lignanlar ve yüksek tokol içeriği ile susam zengin bir antioksidan özelliğe sahip olarak görülür. Araştırmamızda tespit edilen toplam antioksidan kapasite değerleri de oldukça yüksektir.

Fenolik bileşikler, bir aromatik halkaya bağlı fonksiyonel türevler dahil bir veya daha fazla hidroksil grubu içeren maddelerdir [40]. Fenolikler en aktif doğal

antioksidanlardır ve serbest radikalleri bağlayarak metallere şelatlar oluşturur ve buna bağlı olarak lipoksigenaz enzimini inhibe ederek antioksidan etkilerine ulaşırlar. Bu çalışmada elde edilen toplam fenolik madde miktarları Tablo 3'te görülmektedir. Altın Susam numunelerinin toplam fenolik madde analizi sonuçlarının ortalaması 483.34 mg gallik asit eşdeğeri/100g olarak bulunmuştur. Araştırma sonucunda belirlenen toplam fenolik madde miktarları Kurt ve ark. [56]'nın yerel susam çeşitlerinde elde ettikleri toplam fenolik madde miktarı değerlerinden daha yüksek bulunmuştur.

Altın Susam Yağında Yapılan Analizlerin Sonuçları

Altın Susam numunelerine ait yağ asidi kompozisyonu sonuçları Tablo 4'de görülmektedir. Codex Alimentarius'a [41] göre susam yağı palmitik asit oranı %7.9-12 ve stearik asit oranı %4.8-6.1 arasında değişmekte ve %20'den az doymuş yağ asidi içmektedir. Oleik asit ve linoleik asit ise susam yağındaki toplam yağ asitlerinin %80'inden fazlasını kapsamaktadır [41]. Susam yağında oleik asit oranı %35.9-42.3 ve linoleik asit oranı %41.5-47.9 olarak değişmektedir. Dört ana yağ asidinin yanı sıra diğer yağ asitleri de düşük

yüzelere sahiptir (%1'den az); palmitoleik asit (%0.1-0.2), linolenik asit (%0.3-0.4), araşidik asit (%0.3-0.6) ve miristik asit (≤ 0.1) [41].

Yağ asidi bileşimi tohumun çeşidine, yetiştirme koşullarına, iklim ve çevre şartlarına göre değişir [2-5]. Bu çalışmada Altın Susam tohum yağında palmitik asit oranı %9.45, oleik asit oranı %40.46, linoleik asit oranı %42.57 ve stearik asit oranı %4.96 olarak belirlenmiştir. Araştırmadan elde ettiğimiz sonuçlar Codex Alimentarius [41] ve Kamal-Eldin [42,43]'in yapmış olduğu araştırmalardan elde edilen sonuçlarla uyum içerisinde.

Tablo 4. Altın Susam yağının yağ asidi kompozisyonu (%)

Table 4. Fatty acid composition of golden sesame oil (%)

Numune	Miristik asit (C14:0)	Palmitik asit (C16:0)	Palmitoleik asit (C16:1)	Stearik asit (C18:0)	Oleik asit (C18:1 cis)	Linoleik asit (C18:2)cis	Araşidik asit (C20:0)	Linolenik asit (C18:3 n6)
AS 1	0.016	9.65	0.14	4.85	40.29	42.66	0.50	0.30
AS 2	0.013	9.2	0.13	4.96	40.91	42.36	0.51	0.30
AS 3	0.015	9.6	0.14	5.02	40.37	42.42	0.53	0.31
AS 4	0.014	9.3	0.13	5.02	41.05	42.09	0.52	0.31
AS 5	0.014	9.5	0.13	4.95	39.67	43.31	0.54	0.32
Ort.	0.015	9.45	0.13	4.96	40.46	42.57	0.52	0.31
SS	0.001	0.19	0.00	0.07	0.55	0.46	0.01	0.01

SS: Standart Sapma

Tablo 5'de Altın Susam numunelerinde belirlenen Lignan (Sesamol, Sesamin, Sesamolin) değerleri görülmektedir. Susam örneklerindeki ortalama Sesamol,

Sesamin ve Sesamolin miktarları sırasıyla 0.076 $\mu\text{g/g}$ yağ, 12.278 mg/g yağ, 0.906 mg/g yağ olarak bulunmuştur.

Tablo 5. Altın Susam yağının lignan analizi sonuçları

Table 5. Lignan analysis results of golden sesame oil

Numune	Sesamol (mg/g yağ)	Sesamin (mg/g yağ)	Sesamolin (mg/g yağ)
AS 1	0.044	11.77	0.891
AS 2	0.008	14.04	1.034
AS 3	0.149	12.29	0.877
AS 4	0.103	12.43	0.934
AS 5	0.076	10.86	0.794
Ortalama	0.076	12.28	0.906
Standart Sapma	0.054	1.16	0.088

Çin'de 215 susam örneği ile yapılan bir çalışmada; sesamin, sesamolin ve toplam lignan aralıkları sırasıyla 0.88-11.05, 0.93-6.96 ve 2.49-18.01 mg/g olarak tespit edilmiştir [44]. Williamson ve ark. [45] 11 farklı genotipte susam örneği ile yaptığı çalışmasında sesamin içeriğinin 0.67 ila 6.35 mg/g arasında olduğunu bildirmiştir. Wu [46] 14 farklı ticari susam yağı örneğinde yaptığı araştırmasında ortalama sesamol, sesamin ve sesamolin değerlerini sırasıyla 0.30, 9.47 ve 1.74 mg/g olarak rapor etmiştir. Rangkadilok ve ark. [47] yaptıkları çalışmada susam örneklerinde sesamin ve sesamolin değerlerinin 1.55 ve 0.62 mg/g olduğunu bildirmiştir. Shi ve ark. [48] soğuk pres yöntemi ile elde edilen ticari susam yağlarında yaptıkları çalışmada Sesamol, Sesamin, Sesamolin ve Toplam lignan oranlarını 0.02, 4.86, 3.39 ve 8.27 mg/g olarak tespit etmiştir. Bu araştırmadan elde ettiğimiz sonuçları literatürlerde bildirilen sonuçlarla kıyasladığımızda; özellikle sesamin değerlerinin Altın Susam numunelerinde çok yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sadece susamda bulunan ve

güçlü bir antioksidan madde olan sesaminin Gökova/Altın susamında yüksek oranda bulunması bu susamının kıymetini daha da artırmaktadır.

Altın Susam numunelerinden elde edilen yağlarda tespit edilen tokollerin analiz sonuçları Tablo 6'da görülmektedir. Altın Susam tohum yağlarında ortalama α - tokoferol 1.57 $\mu\text{g/g}$, α -tokotrienol 1.22 $\mu\text{g/g}$, γ -tokoferol 47.59 $\mu\text{g/g}$, toplam tokoferol ise 49.17 $\mu\text{g/g}$ olarak belirlenmiştir. Rangkadilok ve ark. [47]'nin yaptığı çalışmada ticari susam yağlarında toplam tokoferol içeriğini 304-647 $\mu\text{g/g}$ olarak bildirmiştir.

Codex Alimentarius'a [41] göre susam yağında α -Tokoferol ≤ 3.3 mg/kg , γ -Tokoferol 521-983 mg/kg , δ -tokoferol 4-21 mg/kg , γ -tokotrienol ≤ 20 mg/kg ve toplam tokoller ise 330-1010 mg/kg olarak verilmektedir. Yaptığımız çalışmada tespit ettiğimiz α -Tokoferol değerleri Codex Alimentarius ile uyumlu bulunurken, γ -Tokoferol ve dolayısıyla da Toplam Tokoferol oranlarının

düşük olduğu belirlenmiştir. Bu durumun analiz yöntemindeki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca Altın Susam örneklerinde Codex Alimentarius'dan farklı olarak α -Tokotrienol tespit

edilmiştir. Bu durumun Gökova/Altın Susama ait bir özellik olduğu düşünülmektedir.

Tablo 6. Altın Susam yağının tokol analizi sonuçları
Table 6. Tocol analysis results of golden sesame oil

Numune	α -Tokoferol ($\mu\text{g/g}$ yağ)	α -Tokotrienol ($\mu\text{g/g}$ yağ)	γ -Tokoferol ($\mu\text{g/g}$ yağ)	Toplam Tokoferol ($\mu\text{g/g}$ yağ)
AS 1	1.24	1.25	49.93	51.17
AS 2	1.33	1.01	43.34	44.68
AS 3	1.68	1.21	48.47	50.14
AS 4	1.76	1.42	48.61	50.38
AS 5	1.51	1.23	49.95	51.47
Ortalama	1.57	1.22	47.59	49.17
Standart Sapma	0.22	0.15	2.73	2.79

Yaptığımız araştırmada Altın Susam yağlarına ait renk değerleri Tablo 7'de görülmektedir. Altın Susamın yağlarının renk analiz değerleri L^* , a^* , b^* , c^* , h olarak sırası ile 93.34, -1.57, 30.37, 30.41, 92.99 olarak bulunmuştur. Kim ve Choe [57], işlem görmemiş susam yağında L^* , a^* ve b^* değerlerini sırasıyla 5.2, -1.4 ve 0.4 olarak bulurken, Bandara ve ark. [58] ise vidalı tip yağ

presi ile elde ettikleri yağlarda L^* , a^* ve b^* değerlerini sırasıyla 23.44 ile 26.02, -0.88 ile -2.02 ve 8.27 ile 11.81 aralığında tespit etmişlerdir. Renk değerlerindeki bu farklılığın çeşitlerin renklerinin farklı olmasından ve farklı yağ çıkarma tekniklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablo 7. Altın Susam yağının renk analizi sonuçları
Table 7. Color analysis results of golden sesame oil

Numune	L^*	a^*	b^*	c^*	h
AS 1	94.17	-1.45	23.75	23.79	93.50
AS 2	93.79	-1.31	26.14	26.17	92.86
AS 3	93.12	-1.52	32.26	32.30	92.69
AS 4	92.72	-1.80	34.32	34.36	93.00
AS 5	92.90	-1.79	35.39	35.44	92.90
Ortalama	93.34	-1.57	30.37	30.41	92.99
Standart Sapma	0.62	0.22	5.15	5.15	0.31

Çalışmamızda materyal olarak kullandığımız Altın Susam numunelerinin yağının kırılma indisi değeri 20°C 'de ortalama olarak 1.4693 bulunmuştur (Tablo 8). Yen ve ark. [4] susam üzerine yaptığı çalışmada kırılma indisi değerini 1.47, diğer bir çalışmada ise Nagaraj [49]

1.4760-1.4770 arasında bulmuştur. Nas ve ark. [50] ise susam yağının kırılma indisi değerini 1.470-1.474 arasında olduğunu belirtmiştir. Türk Gıda Kodeksi'nin verilerine göre susam yağı kırılma indisi değeri 1.465-1.469 (40°C) arasında olarak belirtilmiştir [51].

Tablo 8. Altın Susam yağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri
Table 8. Some physical and chemical properties of golden sesame oil

Numune	AS 1	AS 1	AS 1	AS 1	AS 1	Ort.	SS
Kırılma indisi (20°C)	1.50	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	0.00
İyot Değeri	105.70	110.85	112.43	104.42	105.81	107.86	3.54
Sabunlaşma Sayısı (mg KOH /g yağ)	186.5	186.4	186.0	186.6	186.0	186.4	0.27
Serbest Yağ Asidi (%)	0.78	0.50	1.00	0.98	0.85	0.82	0.20
Sabunlaşmayan Madde (g/kg)	1.65	1.69	1.83	1.89	1.64	1.74	0.11

SS: Standart Sapma

Altın Susam numunelerinden elde edilen yağlarda belirlenen iyot sayısı değeri ortalama 107.86 olarak bulunmuştur (Tablo 8). İyot değeri yağın yağ asitlerinin bileşimi olan doymuş ve doymamış yağ asitleri hakkında bilgi verir. Yen ve ark. [4] susam üzerine yaptığı çalışmada iyot sayısı değerini 98-104 arasında, Daxa ve Kothari [52] araştırmalarında iyot sayısı değerini 97.08-107.25 arasında, Hoffmann [53] ise iyot sayısı değerini 103.6-112.8 olarak bulmuştur. Türk Gıda Kodeksi'nde ise susam yağının iyot değerinin 104-120 arasında olması gerektiğini belirtilmiştir [51].

Altın Susam numunelerinin ortalama sabunlaşma sayısı 186.36 mgKOH/g yağ olduğu belirlenmiştir (Tablo 8). Weiss [54] susam üzerine yaptığı araştırmada susam yağında sabunlaşma sayısını 188.6-191.2 mgKOH/g yağ arasında bulmuştur. Nagaraj [49] ise çalışmada susam yağının sabunlaşma sayısını 186-195 mgKOH/g arasında olduğunu bildirmiştir. Türk Gıda Kodeksi'nde ise susam yağının sabunlaşma sayısı değerinin 186-195 mgKOH/g yağ arasında olduğu belirtilmiştir [51].

Bu çalışmada Altın Susam örneklerinin serbest yağ asidi değeri ortalama %0.82 olarak belirlenmiştir (Tablo 8). Yen ve ark. [4] yaptığı çalışmada serbest yağ asitliğini %2.4, Weiss [54] ise araştırmasında susam numunelerinin serbest yağ asitliğinin %1-3 arasında olduğunu bildirmiştir.

Bu çalışmada Altın Susam numunelerinin ortalama sabunlaşmayan madde değeri 1.74 g/kg olarak belirlenmiştir (Tablo 8). Nas ve ark. [50] susamda sabunlaşmayan madde miktarını 1.8 g/kg olarak, Hoffmann [53] yaptığı çalışmada susam yağlarında sabunlaşmayan madde değerini 2 g/kg, Nagaraj [49] ise çalışmasında susam yağlarında sabunlaşmayan madde değerinin 1.4-2.5 g/kg arasında olduğunu belirtmiştir. Türk Gıda Kodeksi'ne göre ise sabunlaşmayan madde değeri ≤ 20 g/kg olmalıdır [51].

SONUÇ

Bu çalışmada ilk kez Muğla'nın Gökova havzasında yetiştirilen Altın Susam tohumlarının ve yağlarının bazı kalite kriterleri belirlenmiştir. Bin dane ağırlığı, ortama ve yetiştirme koşullarına göre değişiklik gösterir. Bu çalışmada Altın Susamın bin dane ağırlığının oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. Besin değerini arttıran, kalite kriterleri açısından da önemli bir faktör olan ham protein ve ham yağ içeriği Altın Susam tohumlarında diğer çalışmalardakilere benzer oranlarda bulunmuştur. Altın Susam yağında kırılma indisi, iyot sayısı, sabunlaşmayan madde, serbest yağ asidi, sabunlaşma sayısı değerlerinin de literature ve standartlara uygunluğu belirlenmiştir.

Altın Susam tohumu rengi görsel olarak oldukça parlak ve albenisi yüksektir. Altın Susamın fenolik madde miktarının ve antioksidan kapasitesinin diğer susam tohumlarına kıyasla oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. Yağ asidi kompozisyonunda sekiz farklı yağ asit değerinin, taranan literatürle uyumlu olduğu belirlenmiştir. Susam lignanlarından sesamol ve sesamolin değerlerinin literatür verilerine uygunluğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra değerli bir antioksidan olan sesamin içeriğinin ise Altın Susam tohum yağında literatürde belirlenen değerlerden çok daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bu özelliği ile Gökova/Altın susamın insan beslenmesi ve sağlığı açısından çok daha değerli olduğu söylenebilir.

İnsan sağlığı üzerinde çok büyük bir rolü olan tokollerin Altın Susam içeriğindeki miktarı tüm literatür verilerine uygun bulunmuş olup özellikle α -tokotrienol miktarının karşılaştırılan diğer susamlardan oldukça yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışmada kullanılan Altın Susam numunelerinde belirlenen kalite kriterlerinin literatür verilerine uygun olduğu ve çoğunlukla daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, TÜBİTAK 2209/A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destek Programı tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Baydar, H. (2001). Susam (*Sesamum indicum* L.) genetiği ve ıslahı üzerinde araştırmalar: Tohum ve yağ kalite özelliklerinin kalıtımı. *IV. Ulusal Tarla Bitkileri Kongresi*, Tekirdağ.
- [2] El Khier, M.K.S., Ishag, K.E.A., Yagoub, A.G.A. (2008). Chemical composition and oil characteristics of sesame seed cultivars grown in Sudan. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 4(6), 761-766.
- [3] Dashak, D.A., Fali, C.N. (1993). Chemical composition of four varieties of Nigerian benniseed (*Sesamum indicum*). *Food Chemistry*, 47(3), 253-255.
- [4] Yen, G.S., Shyu, S.L., Lin, T.C. (1986). Studies on improving the processing of sesame oil. I. Optimum processing conditions. *Food Science (Chinese)*, 13, 198-211.
- [5] Yermonos, D.M., Hemstreet, S., Saleeb, W., Huszar, C.K. (1972). Oil content and composition of the World collection of sesame introductions. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 49, 20-24.
- [6] Liu, J.R., Zheng, Y.Z., Xu, R.Q. (1992). Analysis of nutrient quality of seed and screening for prominent germplasms in sesame. *Oil Crops of China*, 1, 24-26.
- [7] Salunkhe, D.K. (1992). World oilseeds: chemistry, technology, and utilization. Published in New York by Van Nostrand Reinhold.
- [8] Nakai, M., Harada, M., Nakahara, K., Akimoto, K., Shibata, H., Miki, W., Kiso, Y. (2003). Novel antioxidative metabolites in rat liver with ingested sesamin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(6), 1666-1670.
- [9] Moazzami, A.A., Kamal-Eldin, A. (2006). Sesame seed is a rich source of dietary lignans. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 83, 719-723.
- [10] Namiki, M. (2007). Nutraceutical functions of sesame: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 47(7), 651-673.
- [11] Yoshida, H., Abe, S., Hirakawa, Y., Takagi, S. (2001). Roasting effects on fatty acid distributions of triacylglycerols and phospholipids in sesame (*Sesamum indicum* L.) seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81, 620-626.
- [12] Halliwell, B. (1989). Free radicals, reactive oxygen species and human disease: a critical evaluation with special reference to atherosclerosis. *British Journal of Experimental Pathology*, 70(6), 737-757.
- [13] TÜİK, (2016). Bitkisel üretim istatistikleri, Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
- [14] Tan, A.Ş. (2015). Susam Tarımı. Çiftçi Broşürü, No 35. ETAE Matbaası, İzmir.
- [15] Yol, E. (2011). Dünya Susam Koleksiyonunun Agro-Morfolojik ve Kalite Özellikleri Bakımından Karakterizasyonu ve Genetik Çeşitliliğin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Antalya.
- [16] TÜİK, (2019). Bitkisel üretim istatistikleri, Türkiye İstatistik Kurumu.

- [17] Elgün, A., Ertugay Z., Certel M., Kotancılar H.G. (1999). Tahıl ve ürünlerinde analitik kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama kılavuzu (2. Baskı). Atatürk Üniversitesi Yayın No: 867, Ziraat Fakültesi Yayın No: 335, Ders Kitapları Serisi No: 82, 245 s, Erzurum.
- [18] Rahimi, A., Kıralan, M., Arslan, N., Bayrak, A., Doğramacı, S. (2011). Variation in fatty acid composition of registered poppy (*Papaver somniferum* L.) seed in Turkey. *Akademik Gıda*, 9, 22–25.
- [19] Gölükcü, M. (2000). Susam kavrulmasında mikrodalga uygulamaları ve işlemin susam ve tahinin kalitesi üzerine etkisi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Antalya.
- [20] AOAC, (1995). Official methods of analyses. 15th ed. Washington DC: Association of Official Analytical Chemists.
- [21] ISO, (2009). Oilseeds - Determination of oil content (reference method). International Organization for Standardization, ISO 659:2009.
- [22] Singleton, V.L., Orthofer, R., Lamuela-Raventos, R.M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178.
- [23] Farhoosh, R., Tavassoli-Kafrani, M.H., Sharif, A. (2011). Antioxidant activity of the fractions separated from the unsaponifiable matter of bene hull oil. *Food Chemistry*, 126 (2), 583-589.
- [24] AOAC, (2000). Refractive index or butyro value of edible oils and fats: measure quickly with a refractometer, refractive index of edible oils and fats, AOAC. 921.08.
- [25] TS, (1997). Bitkisel ve hayvansal yağlar - asit sayısı ve asitlik tayini. Türk Standardı, TS 1605 EN ISO 660.
- [26] TS, (1997). Hayvansal ve bitkisel katı ve sıvı yağlar - iyot sayısı tayini. Türk Standardı, TS EN ISO 3961.
- [27] TS ISO, (2000). Animal and vegetable fats and oils - determination of unsaponifiable matter - method using hexane extraction. ISO 18609:2000.
- [28] AOAC, (2000). Fatty acids in oils and fats. preparation of methyl esters / gas chromatographic method. Official Method 969.33 and 969.22.
- [29] TS ISO, (2016). Hayvansal ve bitkisel katı ve sıvı yağlar -yüksek performanslı sıvı kromatografi ile tokoferol ve tokotrenol muhtevasının tayini. TS EN ISO 9936.
- [30] Shi, L.K., Zheng, L., Xiang, Y.F., Liu, R.J., Chang, M., Jin, Q.Z., Wang, X.G. (2018). A rapid method for simultaneous analysis of lignan and γ -tocopherol in sesame oil by using normal-phase liquid chromatography. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 95 (1), 13–19.
- [31] Özcan, M., Akgül, A. (1995). Susam tohumu ve yağının bazı bileşim özellikleri. *Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 19, 59-65.
- [32] Özcan, M. (1993). Susam, susam yağı ve tahinde fiziksel, kimyasal analizler ve yağ asitleri bileşiminin belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- [33] Zebib, H., Bultosa, G., Abera, S. (2015). Physico-chemical properties of sesame (*Sesamum indicum* L.) varieties grown in northern area, Ethiopia. *Agricultural Sciences*, 6(2), 238-246.
- [34] Alperen, H. (2013). Türkiye'nin Farklı Yetiştirme Bölgelerinden Toplanan Yerel Susam (*Sesamum indicum* L.) Çeşitlerinin Aynı Ekolojik Şartlarda Yetiştirilerek Besin İçeriğinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- [35] Baydar, H. (2005). Susamda (*Sesamum indicum* L.) verim, yağ, oleik ve linoleik tipi hatların tarımsal ve teknolojik özellikleri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(2), 267-272.
- [36] Onur, N. (2017). Türk mutfak kültüründe özel bir tat: Manavgat'ın altın susamı. *Uluslararası Kırsal Turizm ve Kalkınma Dergisi*, 1(1), 19-25.
- [37] Titizci, N. (2014). Kavurma süresinin kabuklu susamın fitik asit içeriği ve bazı fiziko-kimyasal özellikleri üzerine etkisi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- [38] Özdemir, F., Gölükcü, M. (2007). Influence of different microwave seed roasting processes on the color values of tehina (Sesame Paste). *Gıda*, 32(3), 129-135.
- [39] Elliot J.G. (1999). Application of antioxidant vitamins in foods and beverages. *Food Technology*, 53(2), 46-48.
- [40] Güleşçi, N., Aygül, İ. (2016). Beslenmede yer alan antioksidan ve fenolik madde içerikli çerezler. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 5(1), 109-129.
- [41] Codex Alimentarius, (2001). Named vegetable oils. Codex Standard 210, 8:12-15.
- [42] Kamal-Eldin, A., Appelqvist L.A. (1994). Variations in the composition of sterols, tocopherols and lignans in seed oils from four sesamum species. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 71(2), 149-156.
- [43] Kamal-Eldin, A., Appelqvist L.A. (1994). Variation in fatty acid composition of the different acyl lipids in seed oils from four Sesamum species. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 71(2), 135-139.
- [44] Wang, L., Zhang, Y., Li, P., Wang, X., Zhang, W., Wei, W., Zhang, X. (2012). HPLC analysis of seed sesamin and sesamol variation in a sesame germplasm collection in China. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 89(6), 1011–1020.
- [45] Williamson, K.S., Morris, J.B., Pye, Q.N., Kamat, C.D., Hensley, K. (2008). A survey of sesamin and composition of tocopherol variability from seeds of eleven diverse sesame (*Sesamum indicum* L.) genotypes using HPLC-PAD-ECD. *Phytochemical Analysis*, 19(4), 311–322.
- [46] Wu, W.H. (2007). The contents of lignans in commercial sesame oils of Taiwan and their changes during heating. *Food Chemistry*, 104(1), 341–344.

- [47] Rangkadilok, N., Pholphana, N., Mahidol, C., Wongyai, W., Saengsooksree, K., Nookabkaew, S., Satayavivad, J. (2010). Variation of sesamin, sesamolin and tocopherols in sesame (*Sesamum indicum* L.) seeds and oil products in Thailand. *Food Chemistry*, 122(3), 724–730.
- [48] Shi, L.K., Liu, R.J. Jin, Q.Z., Wang, X.G. (2017). The contents of lignans in sesame seeds and commercial sesame oils of China. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 94(8), 1035–1044.
- [49] Nagaraj, G. (1990). Biochemical quality of oilseeds. *Journal of Oilseeds Research*, 7(1), 47-62.
- [50] Nas, S., Gökalp, H.Y., Ünsal, M. (1992). Bitkisel Yağ Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 723, ss 220, Erzurum.
- [51] TGK, (2012). Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yağlar Tebliği, Tebliğ No: 2012/29, Resmî Gazete, 12 Nisan 2012 Perşembe, Sayı: 28262.
- [52] Daxa, A., Kothari, I.L. (1989). Seed composition of some new varieties of sesame. *The Journal of the Oil Technologists' Association of India*, 21, 15-16.
- [53] Hoffmann, G. (1986). Edible Oils and Fats, in: Quality Control in Food Industry, 2nd edition pp. 407-504 London.
- [54] Weiss, E.A. (1983). Sesame, In: Oilseed Crops. Published by Longman, London / New York.
- [55] TGK, (2015). Türk Gıda Kodeksi Tahin Tebliği, Tebliğ No: 2015/27, Resmî Gazete, 12 Haziran 2015 Cumaartesi, Sayı: 29385.
- [56] Kurt, C., Uçar, B., Akkaya, M.R. (2020). Determination of total phenolic content and antioxidant activities of different sesame (*Sesamum indicum* L.) genotypes. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 8(8), 1778-1783.
- [57] Kim, I., Choe, E. (2005). Effects of bleaching on the properties of roasted sesame oil. *Food Chemistry and Toxicology*, 70(1), 48-52.
- [58] Bandara, D.M.S.P., Dissanayake, T.M.R., Rathnayake, H.M.A.P., Swarnasiri, D.P.C. (2014). Performance evaluation of a screw type oil expeller for extraction of sesame oil. *Engineer*, 47(1), 17-22.
-