

**Atf İçin:** İnanç AL, 2022. Piyasada Satışa Sunulan Ayçiçeği Yağı, Mısır Yağı ve Riviera Zeytinyağlarının Safılık Kriterlerinin Belirlenmesi. İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12(1): 239-251.

**To Cite:** İnanç, AL, 2022. Determination of Purity Criteria in Sunflower Oil, Corn Oil and Riviera Olive Oils in the Market. Journal of the Institute of Science and Technology, 12(1): 239-251.

## **Piyasada Satışa Sunulan Ayçiçeği Yağı, Mısır Yağı ve Riviera Zeytinyağlarının Safılık Kriterlerinin Belirlenmesi**

Ahmet Levent İNANÇ

**ÖZET:** Ayçiçek yağı, mısır yağı ve riviera zeytinyağı; Türkiye’de en çok tüketilen bitkisel yağlar arasında önde gelmektedir. Bu yağ çeşitleri, zaman zaman daha düşük değerli kolza, pamuk yağı vb. yağlarla karıştırılmaktadır. Bu karışımlar, tüketicileri ekonomik yönden zarara uğratmakta ve tüketici sağlığını da tehlikeye atmaktadır; üreticilere ise haksız kazanç sağlamaktadır. Yapılan bu taşışların belirlenmesi amacıyla, Piyasadan satın alınan 24 adet ayçiçek yağı, 24 adet mısır yağı ve 22 adet riviera zeytinyağı olmak üzere toplam 70 adet yağın safılık kriterleri incelenmiştir. Tüm yağların yağ asidi dağılımı ve sterol içerikleri gaz kromatografisi (GC) ile araştırılmıştır. Ayrıca zeytinyağı örneklerinde serbest asitlik, peroksit değeri, trans yağ asitleri, UV ışığında özgül soğurma, gerçek ve teorik ECN 42 trigliserid içeriği arasındaki maksimum fark parametreleri belirlenmiştir. Yağların saflıkları, en az bir kriterin Türk Gıda Kodeksi yönetmeliklerinde belirtilen sınırların dışında kalması referans alınarak belirlenmiştir. Buna göre; ayçiçek yağı örneklerin %75’i, mısır yağı örneklerin % 54.2’si ve riviera zeytinyağı örneklerin % 50’sinin saf olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Bitkisel yağ, gıda taşışi, sterol, yağ asidi, saflık kriteri

### **Determination of Purity Criteria in Sunflower Oil, Corn Oil and Riviera Olive Oils in the Market**

**ABSTRACT:** Sunflower oil, riviera olive oil and corn oil are the most consumed vegetable oils in Turkey. These kinds of oils are sometimes adulterated with some cheaper oils such as canola oil and cottonseed oil. These mixtures not only damage the consumers economically, but also obtain ill-gotten gains to the producers. Purity criteria of a total of 70 vegetable oils including 24 sunflower oils, 24 corn oils and 22 riviera olive oils purchased from the market were examined. Fatty acid composition and sterol contents of all oils were investigated by gas chromatography (GC). Additionally, free acidity, peroxide value, trans fatty acids content, specific absorption in UV light and ECN 42 numbers were determined in riviera olive oil samples. The purities of the oils were determined with reference to the fact that at least one criterion is outside the limits specified in the Turkish Food Codex regulations. Accordingly, it was determined that 75% of sunflower oil samples, 54.2% of corn oil samples and 50% of riviera olive oil samples were pure.

**Keywords:** Food adulteration, fatty acid, sterol, vegetable oil, purity criteria

Ahmet Levent İNANÇ ([Orcid ID: 0000-0002-7363-5096](https://orcid.org/0000-0002-7363-5096)), Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Kahramanmaraş, Türkiye

**\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Ahmet Levent İNANÇ, e-mail: linanc@ksu.edu.tr

## GİRİŞ

Dünya’da gıda olarak tüketilen yağların %76.2’si bitkisel kökenlidir (Gül ve ark., 2016). Bugün, endüstride yaygın olarak tohumlarından yağ elde edilen bitkiler; soya, ayçiçeği, çigit (pamuk), kolza, yerfıstığı, susam, aspir, hintyağı, haşhaş, keten, kenevir, jojoba, mısır (mısır özünden), zeytin, hurma ve Hindistan cevizidir (Onat ve ark., 2017). Türkiye’de ayçiçeği, zeytin ve mısır başta olmak üzere farklı bitkisel yağ üretimi ve tüketimi gerçekleşmektedir (Özer ve ark., 2021). Ayçiçek yağı, Türkiye’nin bitkisel yağ tüketiminde ortalama %70 ile ilk sıradadır (Taşkaya Top ve Uçum, 2012). Özer ve ark., (2021) Tekirdağ ilinde yaptıkları çalışma ile kişi başı aylık 1.079 L ile ilk sırada ayçiçek yağı, ikinci sırada 0.606 L ile zeytinyağı ve dördüncü sırada ise 0.319 L ile mısırozü yağının tüketildiğini tespit etmişlerdir. Benzer şekilde, Samsun ilinde ayçiçeği yağının diğer yağlardan daha fazla tüketildiği ve ailelerin %74’ünün ayçiçeği yağını kullandığı, ondan sonra zeytinyağını (%61) tercih ettikleri belirlenmiştir (Gündüz ve Esengün, 2010). Zeytinyağında tüketici tercihlerinde ise İzmir ilinde yapılan çalışmada, çoğunlukla natürel sızma (% 39) ve natürel birinci zeytinyağlarının (%36.6) tercih edildiği görülmüştür. Riviera zeytinyağını (%24.4) tüketen bazı tüketiciler, bu yağın kokusunun, kızartmaya uygun olduğundan veya daha uygun fiyata aldıkları için tercih ettiklerini söylemişlerdir (Ağır ve ark., 2018). Türkiye’de bitkisel yağ üretimi 2013 yılında 815 000 tondur. Ayçiçek yağı 560 000 ton ile en çok üretilen bitkisel ham yağlar içerisinde yer almaktadır. Mısır özü yağının üretimi ise 35 000 tondur. Bunun dışında yıllık 200 000 tonun üzerinde zeytinyağı üretilmektedir (Kolsarıcı ve ark., 2015).

Bitkisel yağ; sadece bitkisel kaynaklardan elde edilen, temel olarak yağ asitleri gliseridlerinden oluşan, doğal yapısı gereği az miktarda fosfatidler gibi diğer lipidleri, sabunlaşmayan bileşenleri ve serbest yağ asitlerini içerebilen yağ olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2012).

Yağı meydana getiren bileşenlerinden gliserin, bütün yağ bitkilerinde aynıdır, fakat yağı oluşturan diğer bileşen olan yağ asitleri her bir yağ bitkisinde farklı kompozisyonlarda bulunmaktadır. Yağ asitleri; hidrokarbon zincirindeki karbon sayısı, çift bağların varlığı, çift bağın pozisyonu ve sayısı gibi özelliklerinden dolayı birbirinden ayrılırlar (Baydar, 2000).

Ayçiçek yağı, yağ oranı %39-45 arasında değişen *Helianthus annuus* bitkisinin tohumlarından elde edilen bir yağdır. Ayçiçek yağında %15 doymuş, %85 doymamış yağ asidi bulunmakta; doymamış yağ asitlerinin %14-43’ünü oleik asit, %44-75’ini de linolenik asit oluşturmaktadır. Türkiye’de fiyatının düşüklüğü ve üretim fazlalığından dolayı en çok tercih edilen ayçiçek yağıdır, dünyada ise soya ve palm yağından sonra tercih edilmektedir (Tosun, 2003).

Mısır danesinin sadece embriyosundan rafine mısır yağı üretilmektedir. Bu nedenle soya ve pamuk gibi diğer bitkisel yağlardan her zaman daha pahalıdır. Amerika’da bitkisel yağın %12’si mısır yağı olarak üretilmektedir. Rafine mısır yağının %98’ini trigliserit oluşturmakta ve baskın yağ asitleri olarak; linoleik (%61.9), oleik (%24.1), palmitik (%11.1) ve stearik (%2.0) asit içermektedir (Yıldırım ve Öner, 2020).

Zeytinyağı, zeytin (*Olea europaea* L.) ağacının meyvelerinden elde edilen ve özellikle Akdeniz ülkelerinde üretilen, diyet/sağlık/ekonomik/kültürel faktörlerden dolayı önemli bir yeri olan ve bileşiminde yüksek oranda oleik asit bulunduran yemeklik bir yağdır. Zeytinyağının temel yağ asitlerini oleik (%55-83), linoleik (%3.5-21), palmitik (%7.5-20) ve stearik asitler (%0.5-5) oluşturmaktadır (Yorulmaz, 2009). Zeytinyağının özellikleri coğrafi bölgeye ve zeytin çeşidine göre farklılık göstermektedir. Türkiye’nin Doğu Akdeniz bölgesinde dört ilde hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının serbest asitlikleri %0.39-%2.23, peroksit değerleri 8.87-18.87 meq O<sub>2</sub>/kg, K<sub>232</sub> değerleri 1.4370-2.3970, K<sub>270</sub> değerleri 0.1270-0.1990 arasında değişmektedir. Baskın yağ asitleri ise; oleik (%58.72-%74.54) ve palmitik asit olmaktadır (%12.83-%18.50). Toplam sterol içerikleri; 720.41-

4519.17 mg kg<sup>-1</sup> olmakla birlikte,  $\beta$ -sitosterol içerikleri %76.12 ile %94.23 arasında değişmektedir (Demirağ ve Konuşkan, 2021).

Zeytinyağının doymamış yağ asitleri cis izomer yapısındadır. Bununla birlikte düşük miktarda trans izomerleri de bulunabilmektedir. Trans izomerlerin varlığı, zeytinyağının yüksek sıcaklık ve basınca maruz kaldığının bir göstergesidir. Trans yağ asitleri natürel zeytinyağlarında çok düşük seviyelerdedir. Eşdeğer karbon sayısı 42 olan (ECN42) trigliseritlerin oransal değerleri, zeytinyağlarının linoleik asidi yüksek tohum yağlarıyla taşışlarının belirlenmesinde önemli bir kriter olarak kullanılmaktadır. Diğer önemli kriter ise yağ asidi metil ve etil esterleridir (Kayahan ve Tekin, 2006; Civantos, 1999).

Bitki steroller (fitosteroller) triterpen familyasındadırlar. Steroller, sabunlaşmayan madde içerisinde yer alır ve bitkisel yağların karakteristik özelliklerini verirler. Her yağın sterol kompozisyonu farklıdır. Bu nedenle yağlarda fitosteroller karışık yağların değerlendirilmesinde ayırt edici bileşikler olarak kullanılır. Yağların botanik orijinlerinden dolayı bitkisel yağlar arasında karıştırma durumları belirlenebilir. Bazı bitkisel yağlarla diğer daha ucuz yağların karıştırılmasında sterollerin hemen hemen ayırt edici sonuç verdiği değişik çalışmalarla doğrulanmaktadır. (Ateş, 2005). Zeytinyağları için toplam sterol oranı en az 1000 mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Sterollerin yaklaşık %90'ını  $\beta$ -sitosterol ve  $\Delta$ -5-avenasterolün toplamı oluşturmaktadır. Ayçiçek yağında başlıca sterol bileşenleri  $\beta$ -sitosterol (%50-70) ve  $\Delta$ -7-stigmasterol (%6.5-24) iken, mısır yağında  $\beta$ -sitosterol (%54.8-66.6), ve kampesterol (%16-24.1) diğer steroller arasında öne çıkmaktadır. Toplam sterol miktarı ayçiçek yağında 2400-5000 mg kg<sup>-1</sup>, mısır yağında ise 7000-22100 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmektedir. Her yağ kendine has yağ asidi ve sterol bileşimine sahip olduğundan, yağda bu bileşenlerin analizi örneğin saflığı hakkında bilgi vermektedir (Anonim, 2012).

Çalışmanın amacı; piyasada satışa sunulan ayçiçek yağı, zeytinyağı (riviera) ve mısır yağlarında yağ asidi ve sterol kompozisyonları ile zeytinyağında serbest asitlik, peroksit değeri, trans yağ asitleri, UV ışığında özgül soğurma, gerçek ve teorik ECN 42 trigliserid içeriği arasındaki maksimum fark verilerini tespit etmek ve saflıklarını belirlemektir.

## MATERYAL VE METOT

### Materyal

Farklı markalarla satışa sunulan 24 adet ayçiçeği, 24 adet mısırözü ve 22 adet riviera tipi zeytinyağı numunesi rastgele market ve/veya pazardan satın alınmıştır. Örnekler rastgele 1'den 24'e kadar numaralandırılmıştır.

### Metot

#### Yağ asitleri kompozisyonu analizi (Ayçiçek ve mısır yağı)

Yağ asitleri metil esterleri karışımı analizi kapiler kolonlu gaz kromatografi cihazı ile yapılmıştır. Örnekteki yağ türevlendirilip yağ asitlerine dönüştürülmüş GC-FID dedektöründe oluşan kromatogram yüzde olarak hesaplanmıştır (Anonim, 2015).

#### Sterol kompozisyonu analizi (Ayçiçek ve mısır yağı)

Örnekteki yağ sabunlaştırılıp, sabunlaşmayan maddedeki steroller, sterol kolonu ile GC-FID dedektöründe oluşan kromatogram yüzde olarak belirlenmiştir (Anonim 2014).

#### Yağ asitleri kompozisyonu analizi (zeytinyağı)

Analiz, 2010/36 nolu Türk Gıda Kodeksi "Zeytinyağı ve Pirina Yağı Numune Alma ve Analiz Metotları Tebliği"ne göre yapılmıştır. Bu metot, sabunlaşma meydana gelmeden önce ara bir aşama

olarak metil esterlerin metanollü KOH ile trans-esterifikasyon oluşturularak uygulanmıştır (Anonim, 2010).

Yağ asidi metil esterlerinin analizi Shimadzu GC-2025 marka cihazda kapiler kolon (Restek Rt-2560) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kolonun uzunluğu 100 m ve iç çapı 0,25 mm'dir. Gaz kromatografisi çalışma koşulları; FID (alev iyonizasyon dedektör), enjeksiyon bloğu sıcaklığı 250°C, dedektör sıcaklığı 250°C, split oranı 1:50, kolon başlangıç sıcaklığı 165 °C ve dakikada 3 °C' lik artışla sıcaklık 240 °C'ye çıkarılmış ve 20 dakika bu sıcaklıkta tutulmuştur. Taşıyıcı gaz Helyum (1ml/dak.), enjekte edilen örnek miktarı 1 µl olarak ayarlanmıştır. 37 bileşenli bir FAME (fatty acid methyl ester) karışımı (C4-C24, Supelco, Bellefonte, PA, US) kullanılarak FID dedektörde oluşan pik alanlarının integrasyonu ile yüzde yağ asidi bileşimleri belirlenmiştir. Cihazın çalışma koşulları ayçiçek ve mısır yağları içinde geçerlidir.

### **Sterol kompozisyonu analizi (zeytinyağı)**

Analiz, 2010/36 nolu Türk Gıda Kodeksi "Zeytinyağı ve Pirina Yağı Numune Alma ve Analiz Metotları Tebliği"ne göre yapılmıştır. Örnekteki yağ sabunlaştırılıp, sabunlaşmayan maddedeki steroller, sterol kolonu ile GC-FID dedektöründe oluşan kromatogram yüzde olarak belirlenmiştir (Anonim, 2010).

Trimetilsilillenmiş örnekler kolon uzunluğu 30 m, iç çapı 0,32 mm ve film kalınlığı 0,25 µm olan HP-5 Fused Silica kapiler kolon özelliklerine sahip "Shimadzu GC-2025" gaz kromatografisi cihazına enjekte edilmiştir. Gaz kromatografisi çalışma koşulları; FID dedektör, enjektör sıcaklığı 280°C, dedektör sıcaklığı 290°C, split oranı 1:50, kolon sıcaklığı 260°C, taşıyıcı gaz Helyum (25 cm/s), enjekte edilen örnek miktarı 1µl olarak ayarlanmıştır. Cihazın çalışma koşulları ayçiçek ve mısır yağları içinde geçerlidir.

### **Serbest asitlik analizi (zeytinyağı)**

Örnek, nötrleştirilmiş etanol-dietil eter karışımında çözündürülmüş ve bundan sonra ortamda bulunan serbest yağ asitleri etanollü KOH çözeltisi ile titre edilmiştir. Serbest yağ asitleri, hesaplanan serbest asitlik (% oleik asit cinsinden) ifade edilmiştir (Anonim, 2010).

### **Peroksit değeri analizi (zeytinyağı)**

Analiz, Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Numune Alma ve Analiz Metotları Tebliği'ne (Tebliğ No: 2010/36) göre yapılmıştır (Anonim, 2010). Asetik asit-izooktan çözeltisinde çözündürülen örneğe potasyum iyodür çözeltisi ilave edilmiş ve açığa çıkan serbest iyot, sodyum tiosülfat çözeltisi ile titre edilmiştir. Sonuç, meq O<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> yağ olarak ifade edilmiştir.

### **UV ışığında özgül soğurma analizi (zeytinyağı)**

Analiz, 2010/36 nolu Türk Gıda Kodeksi "Zeytinyağı ve Pirina Yağı Numune Alma ve Analiz Metotları Tebliği"ne göre yapılmıştır. (Anonim, 2010).

### **Gerçek ve teorik ECN 42 trigliserid içeriği arasındaki maksimum farkın tayini (zeytinyağı)**

Analiz, 2010/36 nolu Türk Gıda Kodeksi "Zeytinyağı ve Pirina Yağı Numune Alma ve Analiz Metotları Tebliği"ne göre yapılmıştır. Eşdeğer karbon sayısı (ECN) 42 olan trigliseridlerin teorik içeriğinin ve bunun HPLC'den elde edilen veriler ile arasındaki fark hesaplanmıştır. Kapiler gaz kromatografisi ile yağ asidi kompozisyonu analizi, HPLC ile belirlenen ECN 42 olan trigliseridlerin teorik miktarının hesaplanması analizi ve ECN 42 olan trigliseridlerin analizinin sonuçları değerlendirilerek belirlenmiştir (Anonim, 2010).

## Trans izomerlerin analizi

Karbon sayısı 10-24 arasındaki yağ asitlerinin trans-izomer miktarları belirli polaritedeki kapiler kolonlar kullanılarak tespit edilmiştir. Metil esterler hazırlanıp serbest yağ asitliği % 3'ün üzerinde olan örnekler nötralize edilmiştir (Anonim, 2010).

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Ayçiçek ve mısır yağlarının analiz sonuçları 2012/29 no'lu Türk Gıda Kodeksi "Bitki Adı ile Anılan Yağlar" Tebliği'nde belirtilen sınır değerleri (Anonim, 2012) göz önüne alınarak değerlendirilmiştir.

**Çizelge 1.** Ayçiçek yağlarının % yağ asit dağılımları

Yağ asidi		Örnek												Sınır*	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Kaproik	C <sub>6:0</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE
Kaprilik	C <sub>8:0</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE
Kaprik	C <sub>10:0</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE
Laurik	C <sub>12:0</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE-0.1
Miristik	C <sub>14:0</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	0.07	TE	TE	TE	TE-0.1
Palmitik	C <sub>16:0</sub>	5.77	10.07	5.90	6.02	6.05	6.01	6.05	9.89	10.46	11.18	4.45	5.90	4.0-7.6	
Palmitoleik	C <sub>16:1</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE-0.3
Heptadesenoik	C <sub>17:0</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE-0.1
Heptadesenoik	C <sub>17:1</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE-0.1
Stearik	C <sub>18:0</sub>	3.23	3.57	3.41	3.37	3.95	3.73	3.40	4.15	4.11	4.12	1.81	3.66	2.1-6.5	
Oleik	C <sub>18:1</sub>	31.26	25.84	32.87	27.21	26.15	28.20	33.02	25.10	22.28	23.39	64.66	23.96	14.0-71.8	
Linoleik	C <sub>18:2</sub>	58.27	53.19	56.24	61.63	62.37	60.57	55.95	53.65	54.23	58.95	24.37	64.98	18.7-74	
Linolenik	C <sub>18:3</sub>	TE	5.47	TE	0.28	TE	TE	TE	5.41	7.13	0.78	2.24	TE	TE-0.5	
Araşidik	C <sub>20:0</sub>	0.24	0.33	0.24	0.24	0.24	0.23	0.24	0.31	0.34	0.32	0.55	0.24	0.1-0.5	
Eikosenoik	C <sub>20:1</sub>	0.13	0.63	0.13	0.16	0.11	0.11	0.13	0.73	0.65	0.57	0.77	TE	TE-0.3	
Eikosadienoik	C <sub>20:2</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	
Behenik	C <sub>22:0</sub>	0.59	0.41	0.64	0.65	0.67	0.62	0.60	0.32	0.39	0.34	0.33	0.64	0.3-1.5	
Erusik	C <sub>22:1</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE-0.3	
Dokosedienoik	C <sub>22:2</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	
Lignoserik	C <sub>24:0</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE-0.5	
Nervonik	C <sub>24:1</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
	C <sub>6:0</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE		
	C <sub>8:0</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE		
	C <sub>10:0</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE		
	C <sub>12:0</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE		
	C <sub>14:0</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE		
	C <sub>16:0</sub>	5.77	6.32	5.91	5.76	5.74	5.96	5.18	6.12	6.18	5.68	6.12	5.93		
	C <sub>16:1</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE		
	C <sub>17:0</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE		
	C <sub>17:1</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE		
	C <sub>18:0</sub>	3.80	3.68	3.57	3.66	4.26	3.85	1.98	3.34	2.95	4.39	3.34	3.25		
	C <sub>18:1</sub>	28.64	24.64	24.45	24.45	26.44	29.66	59.07	25.55	35.6	26.17	29.41	27.79		
	C <sub>18:2</sub>	60.25	63.86	64.54	64.64	62.09	58.82	27.67	63.35	53.64	62.25	59.47	61.57		
	C <sub>18:3</sub>	TE	0.15	TE	TE	TE	TE	2.71	TE	TE	TE	TE	TE		
	C <sub>20:0</sub>	0.24	0.25	0.24	0.24	0.25	0.25	0.65	0.24	0.24	0.25	0.24	0.24		
	C <sub>20:1</sub>	0.12	TE	TE	0.12	0.11	0.14	1.15	0.14	0.15	0.11	0.14	0.12		
	C <sub>20:2</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE		
	C <sub>22:0</sub>	0.65	0.68	0.67	0.68	0.67	0.67	0.39	0.69	0.63	0.63	0.69	0.67		
	C <sub>22:1</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE		
	C <sub>22:2</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE		
	C <sub>24:0</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	0.25	TE	TE	TE		
	C <sub>24:1</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE		

\* TGK (Tebliğ No:2012/29) yönetmeliğine göre, TE: Tespit edilemeyen sınır ( $\leq 0.05$ )

Tebliğe uygun örnek

Tebliğe aykırı örnek veya sınır dışı değer



Ayçiçek yağı örneklerinin % yağ asit dağılımları Çizelge 1’de, sterol içerikleri ise Çizelge 2’de verilmiştir. Aynı veya farklı örneklerde bulunmakla birlikte, örneklerin dördünde palmitik, ikisinde stearik ve araşidik ve altısında linolenik ve eikosenoik asit değerlerinin alt veya üst sınırların dışında olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bu asitler içerisinde palmitik, linolenik ve eikosenoik asit değerlerinin sınırların oldukça üstünde olduğu gözlenmiştir. Bütün örneklerin  $\beta$ -Sitosterol,  $\Delta$ -5-Avenesterol ve kolesterol içerikleri sınır değerlerin arasında bulunurken, diğer sterollerin sınır dışında kaldığı tespit edilmiştir. Buna göre;  $\Delta$ -7-Avenesterol ve Kampasterol değerleri sekiz örnekte; bunun ikisinde çok yüksek değer (11.76 ve 12.24) olmakla birlikte,  $\Delta$ -7-Sigmasterol beş örnekte (hepsi çok düşük değerde) ve Stigmasterol ile Brassikasterol altı örnekte sınır dışındadır. Yağ asit dağılımları ve sterol içerikleri birlikte değerlendirildikleri zaman örneklerin %75’nin saf olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 3 ve 4’te Mısır yağı örneklerinin % yağ asit dağılımları ve sterol değerleri gösterilmiştir. Sınır dışı 10 adet yağ asidi bulunmuştur. Miristik, palmitik, palmitoleik, oleik, linolenik ve eikosadienoik asit dağılımlarının birer örnekte sınır dışı olduğu belirlenmiştir. Diğer sınır dışı olduğu tespit edilen kaprik asit 6 örnekte, eikosenoik ve dokosedienoik asit içerikleri 2 örnekte görülürken araşidik asit içeriği 3 örnekte görülmüştür. Örneklerin iki sterol (stigmasterol ve brassikasterol) hariç tamamı sınır içerisinde olduğu belirlenmiştir. Örnek 11 hem yağ asidi hem de sterol içeriği bakımında sınır dışı olan tek örnektir. Toplamda 24 örnekten 13’ü; yani %54.17’si saf mısır yağıdır.

**Çizelge 2.** Ayçiçek yağlarının sterol içerikleri

Örnek	$\beta$ -Sito sterol	$\Delta$ -5-Avene sterol	$\Delta$ -7-Avene sterol	$\Delta$ -7-Sigma stenol	Stigma sterol	Kampa sterol	Brassika sterol	Kolesterol
1	56.80	5.38	4.32	10.81	7.22	7.74	TE	TE
2	54.56	1.67	2.88	18.37	20.44	TE	2.04	TE
3	57.92	4.86	4.91	17.88	8.12	6.96	TE	TE
4	54.48	5.35	4.36	12.26	6.75	9.14	TE	TE
5	60.97	6.00	4.78	12.51	8.21	7.50	TE	TE
6	59.99	5.49	11.76	8.51	8.38	TE	5.84	TE
7	59.61	6.78	12.24	8.96	6.83	TE	5.55	TE
8	52.28	1.74	1.68	3.14	18.8	21.59	0.50	0.22
9	53.98	1.43	0.67	1.11	18.20	24.60	TE	TE
10	53.84	1.89	1.08	1.84	18.74	22.58	TE	TE
11	51.19	3.98	0.65	0.45	0.68	34.68	8.33	TE
12	60.83	6.69	4.82	11.81	9.04	6.78	TE	TE
13	61.75	5.15	4.01	12.75	8.73	7.57	TE	TE
14	57.27	6.21	6.77	11.99	10.68	7.06	TE	TE
15	52.41	4.54	7.38	21.97	7.09	6.59	TE	TE
16	60.37	6.83	6.51	12.04	7.36	6.86	TE	TE
17	61.73	5.34	4.14	12.76	8.55	7.45	TE	TE
18	60.35	4.95	4.17	13.33	8.65	8.52	TE	TE
19	52.14	2.69	0.56	0.62	0.51	33.4	10.04	TE
20	60.82	4.61	5.02	16.20	6.53	6.78	TE	TE
21	61.94	5.1	3.55	11.72	8.82	8.84	TE	TE
22	63.78	5.25	4.08	11.17	7.64	8.05	TE	TE
23	64.11	5.70	4.28	10.70	8.12	7.06	TE	TE
24	53.33	6.46	4.81	11.58	7.97	7.12	TE	TE
Sınır*	50-70	TE-6.9	3.0-7.5	6.5-24.0	6.0-13	6.5-13.0	TE-0.2	TE-0.7

\* TGK (Tebliğ No:2012/29) yönetmeliğine göre, TE: Tespit edilemedi

Teblige uygun örnek

Teblige aykırı örnek veya sınır dışı değer

Riviera zeytinyağlarının analiz sonuçları 2017/26 No’lu Türk Gıda Kodeksi “Zeytinyağı ve Pirina Yağı” Tebliği’ne (Anonim, 2017) göre incelenmiştir. Riviera zeytinyağı örneklerinin % yağ asit dağılımları Çizelge 5’te verilmiştir. Örneklerde en çok sınır dışı kalan yağ asidi linoleik asittir, toplam 22 örnek içerisinde 7 örnek bu yağ asidi bakımından saf değildir. İkinci sırada sınır dışı olan yağ asidi oleik asittir, 6 örnekte sınır dışı olduğu görülmektedir. Palmitik, linolenik ve eikosenoik asit değerleri 5 örnekte sınır dışıdır. Behenik, palmitoleik, miristik ve stearik asit içeriği sırasıyla 4, 3, 2 ve 1 adet örnekte

sınır dışıdır. Çizelge 6’da örneklerin sterol miktarları gösterilmiştir.  $\beta$ -Sitosterol ve kampasterol içerikleri sekizer örnekte sınır dışı kalmıştır. Brassikasterol 4 örnekte,  $\Delta$ -7-Sigmastenol 3 örnekte ve stigmasterol bir örnekte sınır dışı olduğu tespit edilmiştir. Zeytinyağların ECN 42 farkı, FFA, PV, trans yağ asitleri ve özgül soğurma değerleri Çizelge 7’de verilmiştir. Yedi örneğin ECN 42 farkları, bir örneğin FFA, iki örneğin  $C_{18:2r}+C_{18:3t}$  trans yağ asitleri, yedi örneğin özgül soğurma  $\lambda_{270}$  ve iki örneğin  $\Delta E$  değerleri olması gereken değerler aralığında olmadığı belirlenmiştir. Peroksit ve  $C_{18:1t}$  trans yağ asit değerleri incelendiğinde ise tebliğe aykırı bir örnek saptanmamıştır. Bütün saflık kriterleri göz önünde bulundurulduğunda 11 örneğin saf olduğu anlaşılmaktadır. Saf olmayan örnekler en az bir kriterinin sınır dışı değere sahiptir. Buna göre örneklerin %50’i saftır.

**Çizelge 3.** Mısır yağlarının % yağ asit dağılımları

Yağ asidi		Örnek												Sınır*	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Kaproik	C <sub>6:0</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE
Kaprilik	C <sub>8:0</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE
Kaprik	C <sub>10:0</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	0.22	2.22	0.19	0.96	0.23	0.22	TE	
Laurik	C <sub>12:0</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	
Miristik	C <sub>14:0</sub>	TE	TE	TE	TE	0.72	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	
Palmitik	C <sub>16:0</sub>	10.61	10.79	10.79	10.52	28.99	11.39	10.80	10.70	10.20	9.85	11.20	10.80	8.6-16.5	
Palmitoleik	C <sub>16:1</sub>	TE	TE	TE	TE	11.00	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE-0.5	
Heptadesenoik	C <sub>17:0</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE-0.1	
Heptadesenoik	C <sub>17:1</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE-0.1	
Stearik	C <sub>18:0</sub>	2.03	1.90	2.04	2.14	0.36	1.88	1.93	2.10	2.18	2.25	1.86	1.61	TE-3.3	
Oleik	C <sub>18:1</sub>	31.06	31.22	27.73	30.93	TE	29.37	31.14	30.19	32.00	32.46	30.98	28.69	20-42.2	
Linoleik	C <sub>18:2</sub>	54.32	54.32	57.04	54.48	54.48	55.51	54.04	54.90	53.58	52.60	53.87	57.02	34-65.6	
Linolenik	C <sub>18:3</sub>	0.57	0.81	1.23	0.65	56.55	0.75	0.86	0.86	0.72	1.17	0.87	0.76	TE-2.0	
Araşidik	C <sub>20:0</sub>	0.40	0.38	TE	TE	TE	0.37	0.40	0.40	0.39	0.38	0.43	0.35	0.3-1	
Eikosenoik	C <sub>20:1</sub>	0.37	0.19	0.27	0.20	0.20	0.20	0.22	2.22	0.23	0.50	0.23	0.22	0.2-0.6	
Eikosadienoik	C <sub>20:2</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	0.22	TE	TE	TE	TE	TE-0.1	
Behenik	C <sub>22:0</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	0.25	0.27	TE	TE	TE-0.5	
Erusik	C <sub>22:1</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE-0.3	
Dokosedienoik	C <sub>22:2</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	0.21	0.73	TE	TE	TE	
Lignoserik	C <sub>24:0</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE-0.5	
Nervonik	C <sub>24:1</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
	C <sub>6:0</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE		
	C <sub>8:0</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE		
	C <sub>10:0</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE		
	C <sub>12:0</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE		
	C <sub>14:0</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE		
	C <sub>16:0</sub>	10.80	10.60	10.40	10.90	10.50	10.10	10.90	10.40	11.00	11.40	11.50	10.70		
	C <sub>16:1</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE		
	C <sub>17:0</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE		
	C <sub>17:1</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE		
	C <sub>18:0</sub>	1.92	TE	2.13	1.93	1.93	2.03	1.99	2.14	2.04	1.99	1.97	1.98		
	C <sub>18:1</sub>	30.91	31.62	31.32	31.75	32.34	33.85	30.77	35.30	30.28	30.14	30.07	31.78		
	C <sub>18:2</sub>	54.96	53.66	54.02	53.47	53.30	52.34	54.49	49.98	54.76	54.54	54.57	53.57		
	C <sub>18:3</sub>	TE	0.37	0.81	0.69	0.73	0.70	0.60	0.59	0.72	0.80	0.80	0.65		
	C <sub>20:0</sub>	0.39	0.40	0.41	0.41	0.39	0.40	0.40	0.45	0.39	0.37	0.37	0.40		
	C <sub>20:1</sub>	0.38	0.55	0.23	0.25	0.22	0.25	0.24	0.40	0.21	0.20	0.20	0.35		
	C <sub>20:2</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE		
	C <sub>22:0</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE		
	C <sub>22:1</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE		
	C <sub>22:2</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE		
	C <sub>24:0</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE		
	C <sub>24:1</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE		

\* TGK (Tebliğ No:2012/29) yönetmeliğine göre, TE: Tespit edilemeyen sınır ( $\leq 0.05$ )

Tebliğe uygun örnek

Tebliğe aykırı örnek veya sınır dışı değer

Yağların saflık kriterleri özellikle de serbest asitlik sayısı ve peroksit değerleri, uygun olmayan depolama süresi ve sıcaklığı ve uygun olmayan ambalaj gibi nedenlerle yüksek çıkabilmektedir (Riviera

zeytinyağı örneklerinden 9. örneğin FFA değeri gibi). Fakat yağların safsızlığı değerlendirilirken sınır dışı değerlere sahip yağların taşış yapıldığı yönündedir. Taşış kelimesi kıymetli bir şeyi kıymetsiz bir şey ile karıştırma anlamına gelmektedir. Temel gıda maddelerinden birisi olan yağlar; taklit ve taşış açısından istismar edilebilecek gıdalar grubunda yer almaktadır. Gıda olarak kullanılan yağlar belirli özelliklere sahip olmalıdır.

Ambalajlı bitkisel yağların denetimleri Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'na yapılmaktadır. Bu denetimlere rağmen, son zamanlarda bu bitkisel yağlarda yapılan hile, taklit ve taşış faaliyetlerinin arttığı gözlenmektedir (Anonim, 2016). Geçmişte Roma İmparatorluğunda sızma zeytinyağı gibi pahalı yağların farklı yağlarla karıştırıldığı bilinmektedir (Jamwal ve ark., 2021).

**Çizelge 4.** Mısır yağlarının sterol içerikleri

Örnek	$\beta$ -Sito sterol	$\Delta$ -5-Avena sterol	$\Delta$ -7-Avena sterol	$\Delta$ -7-Stigma stenol	Stigma sterol	Kampa sterol	Brassika sterol	Kolesterol
1	66.22	3.82	1.82	0.72	7.21	20.18	TE	TE
2	66.22	4.33	2.54	0.3	7.53	19.05	TE	TE
3	66.18	3.11	2.66	0.35	6.81	20.86	TE	TE
4	66.41	3.74	1.69	0.82	7.54	19.78	TE	TE
5	62.73	4.83	0.98	2.78	7.18	21.46	TE	TE
6	65.29	3.20	0.49	1.47	7.00	22.52	TE	TE
7	65.09	3.46	2.01	2.09	7.82	19.5	TE	TE
8	66.25	4.48	0.98	1.52	6.78	19.96	TE	TE
9	66.16	5.44	1.85	1.17	6.98	18.37	TE	TE
10	65.51	5.02	2.00	1.27	7.20	18.96	TE	TE
11	63.67	3.81	0.30	4.20	TE	20.56	TE	TE
12	66.40	2.89	0.37	0.65	7.58	22.08	TE	TE
13	66.50	2.16	0.73	0.91	7.15	22.15	0.37	TE
14	65.34	2.22	1.28	2.48	7.99	20.42	TE	0.23
15	63.63	2.42	2.02	3.01	7.92	20.85	TE	0.11
16	66.40	2.78	1.12	0.89	7.94	20.50	0.11	0.18
17	66.21	4.18	1.99	1.71	7.49	18.23	TE	0.16
18	62.06	4.06	2.53	2.43	5.91	22.99	TE	TE
19	66.49	3.51	1.05	1.02	7.60	20.15	TE	0.15
20	66.42	3.31	2.10	0.86	7.45	19.83	TE	TE
21	66.32	3.02	2.36	0.41	7.12	20.74	TE	TE
22	66.40	2.25	0.72	0.70	7.83	21.85	TE	0.19
23	66.36	2.67	2.65	0.37	6.73	21.18	TE	TE
24	64.97	4.57	2.59	0.62	7.06	20.16	TE	TE
Sınır*	54.8-66.6	1.5-8.2	0.3-2.7	0.2-4.2	4.3-8.0	16-24.1	TE-0.2	TE-0.6

\* TGK (Tebliğ No:2012/29) yönetmeliğine göre, TE: Tespit edilemedi

Tebliğe uygun örnek

Tebliğe aykırı örnek veya sınır dışı değer

Günümüzde de birçok ülkede benzer bir durumun var olduğu rapor edilmiş ve yemeklik yağların büyük oranda serbest halde satıldığı gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerde ciddi bir endişe haline geldiği bildirilmiştir (Muthukumar ve ark., 2021). Iqbal (2009), farklı ülkelerde fiyatı yüksek yağların taşış yapıldığını rapor etmektedir. Örneğin; Hindistan'da fiyatı yüksek olan rafine ayçiçek yağının ucuz yağlar ile taşış yapıldığı ifade edilmektedir. Pakistan'da kullanılan yemeklik yağlar (mısır, ayçiçek, kanola ve soya gibi) başka bir örnektir. Mısır ve Ayçiçek yağlarının fiyatları uluslararası pazardan daha pahalı olduğundan bu yağlara kanola, soya ve pamuk yağı katılmaktadır (Muthukumar ve ark., 2021). Yemeklik yağların dışında bitkisel kökenli özellikle de baharat bitkilerinden üretilen yağların saflıkları önemli bir sorun haline gelmiştir. Kimyasal, farmasötik, gıda endüstrilerinde ve diğer alanlarda uygulama potansiyeli yüksek olan kişniş yağının ve diğer yağlarda; Hint leylağı (Elzey ve ark., 2016), avokado (Rohman ve ark., 2016), sandal ağacı (Kuriakose, 2010), kabak çekirdeği (Van Hoed ve ark., 2017) ve kuşburnu (De Santana ve ark., 2016) gibi daha yüksek bir kâr marjı elde etmek için taşış edildiği bildirilmektedir (Kaufmann ve ark., 2022). Çin'in bir bölgesinde üretilen keten tohum yağları için de



yüksek oranda taşış yapıldığı Wang ve ark., (2021) tarafından rapor edilmektedir. Bitkisel yağ taşışlarının belirlenmesi yanında son zamanlarda taşış belirleme teknikleri üzerine birçok çalışma mevcuttur. Kamelya yağına kolza, Ayçiçek veya mısır yağlarının katılması (Du ve ark., 2021), kişniş yağında taşışın portatif NIR spektrofometre ile belirlenmesi (Kaufmann ve ark., 2022), Zeytinyağlarına karıştırılan bitkisel yağların içeriğini belirlemek için kemometrikle desteklenmiş 1H-NMR parmak izine dayalı analitik strateji geliştirilmesi (Alonso-Salces ve ark., 2022) ve yenilebilir yağlar için iki boyutlu korelasyon spektroskopisi ve evrişimli sinir ağları kullanılarak coğrafi ayırım ve taşış analizi (Liu ve ark., 2021) bu çalışmalara örnektir.

**Çizelge 5.** Riviera zeytinyağlarının % yağ asit dağılımları

Yağ asidi		Örnek											Sınır*
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Miristik	C <sub>14:0</sub>	0.01	0.02	0.02	0.02	0.10	0.58	0.58	0.06	0.11	TE	TE	≤0.3
Palmitik	C <sub>16:0</sub>	11.76	11.61	12.38	12.51	6.78	21.49	21.50	4.82	11.07	12.40	13.00	7.5-20
Palmitoleik	C <sub>16:1</sub>	1.04	0.64	0.76	0.78	0.21	0.48	0.48	0.21	0.50	0.80	0.70	0.3-3.5
Heptadekanoik	C <sub>17:0</sub>	0.08	0.09	0.14	0.13	0.05	0.08	0.08	0.05	0.05	0.10	TE	≤0.4
Heptadesenoik	C <sub>17:1</sub>	0.13	0.14	0.21	0.20	0.09	0.04	0.09	0.12	0.08	0.10	TE	≤0.6
Stearik	C <sub>18:0</sub>	3.29	2.78	3.27	3.16	2.57	2.74	2.76	1.83	2.72	3.00	3.00	0.5-5
Oleik	C <sub>18:1</sub>	73.92	74.10	72.81	73.01	45.46	15.97	16.03	60.67	53.70	73.00	73.00	55-83
Linoleik	C <sub>18:2</sub>	8.05	9.05	8.72	8.50	39.16	57.82	57.72	22.35	27.57	10.00	10.00	2.5-21
Linolenik	C <sub>18:3</sub>	0.75	0.66	0.64	0.65	3.75	0.26	0.27	7.60	2.70	0.60	0.60	≤1
Araşidik	C <sub>20:4n-6</sub>	0.46	0.47	0.52	0.51	0.42	0.25	0.25	0.58	0.47	0.40	0.50	≤0.6
Eikosenoik	C <sub>20:1</sub>	0.29	0.34	0.31	0.32	0.68	0.07	0.07	12.27	0.65	0.30	0.30	≤0.5
Behenik	C <sub>22:0</sub>	0.13	0.14	0.14	0.14	0.52	0.12	0.12	0.32	0.25	TE	TE	≤0.2
Lignoserik	C <sub>24:0</sub>	0.06	0.07	0.07	0.07	0.19	0.08	0.08	0.13	0.11	0.10	TE	≤0.2
		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
	C <sub>14:0</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	0.02	0.02	0.02	0.02	0.25	0.23	
	C <sub>16:0</sub>	13.00	13.00	14.00	11.96	15.10	12.03	12.15	13.15	11.79	11.77	11.69	
	C <sub>16:1</sub>	0.80	1.00	1.00	0.45	TE	0.78	0.80	0.90	0.66	0.44	0.42	
	C <sub>17:0</sub>	TE	0.30	TE	TE	TE	0.11	0.12	0.13	0.12	0.07	0.07	
	C <sub>17:1</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	0.18	0.20	0.20	0.17	0.11	0.11	
	C <sub>18:0</sub>	3.00	3.00	3.00	2.58	0.30	3.09	2.96	3.15	3.12	2.29	2.34	
	C <sub>18:1</sub>	72.00	73.00	72.00	71.08	74.09	72.19	73.26	71.57	71.70	48.30	48.86	
	C <sub>18:2</sub>	10.00	8.40	10.00	11.23	7.75	9.94	8.86	9.25	10.46	31.36	31.07	
	C <sub>18:3</sub>	0.60	0.60	1.00	0.20	0.64	0.65	0.66	0.63	0.76	3.70	3.67	
	C <sub>20:4n-6</sub>	0.40	0.40	TE	TE	TE	0.48	0.46	0.49	0.52	0.44	0.45	
	C <sub>20:1</sub>	0.40	0.30	TE	TE	TE	0.31	0.31	0.30	0.35	0.67	0.68	
	C <sub>22:0</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	0.14	0.13	0.14	0.20	0.27	0.28	
	C <sub>24:0</sub>	TE	TE	TE	TE	TE	0.07	0.06	0.08	0.10	0.12	0.13	

\* TGK (Tebliğ No: 2017/26) yönetmeliğine göre, TE: Tespit edilemeyen sınır (≤0.05)

Tebliğe uygun örnek

Tebliğe aykırı örnek veya sınır dışı değer

Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, gıda ile ilgili yaptığı analizler ve kontroller sonucunda sahip olduğu bilgileri, 5996 Sayılı Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu'nun 31 inci maddesinin 6'ncı fıkrası uyarınca 15.09.2020 tarihinde kamuoyunun bilgisine sunmuştur. Taklit ve taşışlı ürünler arasında farklı firmalara ait 27 tane bitkisel yağ -bunların 4 tanesinin riviera zeytinyağı ve bir tanesinin Ayçiçek yağı- olduğunu ifşa etmiştir (Anonim, 2020). Yalım-Kaya ve Yayla (2020), Bakanlıkça kamuoyuna sunulan, 2016- 2020 yılları arasındaki taklit ve taşış gıda listesi verilerini betimsel analiz yöntemiyle incelemişlerdir. Bu yıllarda gıda ürünlerinden (2112 adet) en fazla taklit ve taşış bitkisel yağlarda (625 adet) yapıldığını belirlemişlerdir. Mısır, ayçiçek ve zeytinyağı gibi bitkisel yağların taşışının yanında kıymetli hayvansal yağlarda da taşış söz konusudur. Karagözlü ve Yılmaz (2020), İzmir piyasasında satışa sunulan tereyağların %20'sinde taşış yapıldığını tespit etmişlerdir.

**Çizelge 6.** Riviera zeytinyağlarının sterol içerikleri

Örnek	β-sterol	Δ-7-Stigma	Stigma	Kampa	Brassika	Kolesterol	Eritroidol
-------	----------	------------	--------	-------	----------	------------	------------

	stenol	sterol	sterol	sterol			+
							Uvaol
1	95.97	0.32	1.25	2.46	TE	TE	TE
2	95.66	0.33	1.21	2.80	TE	TE	TE
3	95.58	0.41	1.48	2.53	TE	TE	TE
4	95.72	0.44	0.93	2.91	TE	TE	TE
5	62.04	0.48	2.40	28.50	6.58	TE	TE
6	90.19	0.46	1.63	7.72	TE	TE	TE
7	90.37	0.27	1.44	7.92	TE	TE	TE
8	58.11	0.34	31.95	9.60	TE	TE	TE
9	73.54	22.70	4.14	19.61	TE	TE	TE
10	88.00	1.00	2.00	6.30	0.80	TE	0.7
11	94.00	0.6	1.6	2.5	TE	TE	1
12	94.00	TE	1.80	3.60	TE	TE	TE
13	95.00	TE	1.90	2.50	TE	TE	TE
14	93.00	TE	1.80	3.40	TE	TE	2.1
15	94.32	0.12	0.88	2.66	TE	TE	2
16	93.14	0.47	1.33	2.66	TE	TE	2.37
17	95.46	0.50	1.36	2.69	TE	TE	TE
18	95.16	0.41	1.69	2.74	TE	TE	TE
19	95.78	TE	1.62	2.60	TE	TE	TE
20	95.69	0.28	1.19	2.60	0.09	0.14	TE
21	68.23	0.45	1.02	23.54	6.75	TE	TE
22	66.47	0.37	1.10	24.95	7.12	TE	TE
<i>Sınır*</i>	>93	≤0.5	<kampasterol	≤4	≤0.1	≤0.5	0-4.5

\* TGK (Tebliğ No: 2017/26) yönetmeliğine göre, TE: Tespit edilemedi

Tebliğe uygun örnek

Tebliğe aykırı örnek veya sınır dışı değer

**Çizelge 7.** Riviera zeytinyağlarının ECN 42 farkı, FFA, PV, Trans yağ asit ve özgül soğurma değerleri

Örnek	ECN 42 farkı	FFA	PV	Trans yağ asitleri		Özgül soğurma	
				C <sub>18:1r</sub>	C <sub>18:2r</sub> +C <sub>18:3r</sub>	λ <sub>270</sub>	ΔE
1	0.11	0.58	4.89	TE	0.04	0.17	0.007
2	0.13	0.39	3.50	0.03	0.08	0.57	0.044
3	0.05	0.30	4.90	0.03	0.09	0.62	0.054
4	0.08	0.70	3.60	0.01	0.03	0.17	0.008
5	4.18	0.10	4.20	0.02	0.28	1.53	0.14
6	3.09	0.10	1.90	0.01	0.06	1.41	0.16
7	2.58	0.10	2.60	0.02	0.09	1.40	0.16
8	1.89	0.10	2.90	0.03	1.67	0.82	0.007
9	6.56	2.09	13.05	0.02	0.21	1.22	0.11
10	TE	0.90	9.35	TE	TE	0.85	TE
11	TE	0.90	9.65	TE	TE	0.90	TE
12	TE	0.90	9.35	TE	TE	0.80	TE
13	TE	0.80	9.45	TE	TE	0.20	TE
14	TE	0.8	9.45	TE	TE	0.80	TE
15	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE
16	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE
17	0.05	0.30	1.80	0.08	0.14	0.85	0.08
18	0.01	0.20	2.80	0.01	0.09	0.71	0.07
19	0.16	0.4	3.10	0.02	0.10	0.64	0.09
20	0.21	0.34	7.20	0.09	0.21	1.20	0.10
21	6.48	0.1	8.50	0.02	0.30	1.57	TE
22	5.84	0.30	3.30	0.03	0.38	1.53	0.12
<i>Sınır*</i>	≤0.3	≤1	≤15	≤0.2	≤0.3	≤1.15	≤0.15

\* TGK (Tebliğ No: 2017/26) yönetmeliğine göre, TE: Tespit edilemedi

Tebliğe uygun örnek

Tebliğe aykırı örnek veya sınır dışı değer

## SONUÇ

Bu çalışmada piyasaya sunulan üç farklı yemeklik bitkisel yağ (ayçiçek yağı, riviera zeytinyağı ve mısır yağı) çeşidinin gıda güvenirliliği açısından kalite ve saflık kriterleri araştırılmıştır. Piyasadan rastgele seçilen örneklerin en az bir kalite ve/veya saflık kriterlerinin Türk Gıda Kodeksine uygunluklarının tatmin edici düzeyde olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu üç yağ çeşidi içerisinde en yüksek safsızlık %50 ile riviera zeytinyağlarında, ikinci sırada % 46.8 ile mısır yağlarında ve en düşük %25 safsızlıkla ayçiçek yağlarında görülmüştür. Piyasa değeri düşük olan pamuk veya kolza gibi bitkisel yağların zeytinyağı gibi değerli yağlarla karıştırılması tüketiciyi aldatma işlemidir. Satışından daha fazla kazanç elde etmek için yaptığı bu taşışın tüketicinin görsel veya duyuşsal olarak algılaması -aşırı bir taşış olmadıkça- oldukça zordur. Roma İmparatorluğundan günümüze kadar geçen sürede gıdalara yapılan taşışın varlığı düşünülürse, sorunun büyüklüğü ortaya çıkmaktadır. Birçok ülkede benzer durumların olması; üreticilerin, pazarlama elemanlarının ve tüketicilerin daha fazla bilinçlendirilmesi, sürekli kontrollerin yapılması ve hijyenik koşulların korunmasında daha duyarlı olunmasına işaret etmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu projeye (Proje No: 2014/4-5 M) desteklerinden dolayı Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Birimine teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- Ağır M, Boran C, Özden F, Artukoğlu M, 2018. Zeytinyağında Tüketici Tercihleri Üzerine Bir Araştırma: İzmir İli Dikili İlçesi Örneği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 55(4): 81-90.
- Alonso-Salces R M, Berrueta L Á, Quintanilla-Casas B, Vichi S, Tres A, Collado M I, Gallo B, 2022. Stepwise Strategy Based on 1H-NMR Fingerprinting in Combination with Chemometrics to Determine the Content of Vegetable Oils in Olive Oil Mixtures. Food Chemistry, 366, 130588.
- Anonim, 2010. Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Numune Alma ve Analiz Metotları Tebliği (Tebliğ No: 2010/36).
- Anonim, 2012. Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile anılan Yağlar Tebliği. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. 12.04.2012 tarih ve 28262 sayılı Resmî Gazete, Ankara.
- Anonim, 2014. Münferit ve toplam sterol muhteviyatının tayini-Gaz kromatografik yöntem-Bölüm 1: Hayvansal ve bitkisel katı ve sıvı yağlar. Türk Standartları Enstitüsü, TS EN ISO 12228-1.
- Anonim, 2015. Hayvansal ve bitkisel katı ve sıvı yağlar- Yağ asitleri metil esterlerinin gaz kromatografisi -Bölüm 4: Kapiler gaz kromatografisi ile tayin. Türk Standartları Enstitüsü, TS EN ISO 12966-4.
- Anonim, 2016. Bursa Sanayicileri ve İş Adamları Derneği, “Yağlarda Taklit ve Taşış” paneli, [https://www.busiad.org.tr/haber\\_/yaglarda-taklit-ve-tagsis-paneli-sektor-paydaslarini-bir-araya-getirdi-494.html](https://www.busiad.org.tr/haber_/yaglarda-taklit-ve-tagsis-paneli-sektor-paydaslarini-bir-araya-getirdi-494.html) (Erişim Tarihi: 15.10.2021).
- Anonim, 2017. Türk Gıda Kodeksi “Zeytinyağı ve Pirina Yağı” Tebliği (Tebliğ No: 2017/26)
- Anonim, 2020. Tarım Orman Bakanlığı, Gıda Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara [https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Lists/Duyuru/Attachments/411/Kamuoyu\\_Duyurusu.pdf](https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Lists/Duyuru/Attachments/411/Kamuoyu_Duyurusu.pdf). (Erişim Tarihi: 15.09.2020).
- Ateş J, Velioğlu S. 2005. Kolesterolle Karşı Yeni Silahımız: Bitki Sterolleri. Gıda Mühendisliği Dergisi, 9 (20): 55-58.
- Baydar H, 2000. Bitkilerde Yağ Sentezi, Kalitesi ve Kaliteyi Arttırmada Islahın Önemi. Ekin Dergisi, 11: 50-57.

- Civantos L, 1999. Obtención Del Aceite De Oliva Virgen 2nd Edición, Ed Agricola Española. Madrid. pp. 316-319.
- De Santana FB, Gontijo LC, Mitsutake H, Mazivila SJ, De Souza LM, Borges Neto W, 2016. Non-Destructive Fraud Detection in Rosehip Oil by MIR Spectroscopy and Chemometrics. *Food Chemistry*, 209: 228-233.
- Demirağ O, Konuşkan DB, 2021. Quality Properties, Fatty Acid and Sterol Compositions of East Mediterranean Region Olive Oils. *J Oleo Sci.*,70(1): 51-58.
- Du Q, Zhu M, Shi T, Luo X, Gan B, Tang L, Chen Y, 2021. Adulteration Detection of Corn Oil, Rapeseed Oil and Sunflower Oil in Camellia Oil by in Situ Diffuse Reflectance Near-Infrared Spectroscopy and Chemometrics. *Food Control*, 121, 107577.
- Elzey B, Pollard D, Fakayode SO, 2016. Determination of Adulterated Neem and Flaxseed Oil Compositions by FTIR Spectroscopy and Multivariate Regression Analysis. *Food Control*, 68: 303-309.
- Gül V, Öztürk E, Polat T, 2016. Günümüz Türkiye’inde Bitkisel Yağ Açığını Kapatmada Ayçiçeğinin Önemi. *Alinteri Journal of Agriculture Science*, 30(1): 70-76.
- Gündüz O, Esengün K, 2010. Ailelerin Bitkisel Yağ Tüketimleri Üzerine Bir Araştırma. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 2: 67-72.
- Iqbal Z, 2009. Determination of Fatty Acid Compositional Fingerprints of Different Vegetable Oils and Their Effectiveness for Adulteration Detection in Commercial Oils. *Int. J. Biol. Biotech.*, 6(3): 157-161.
- Jamwal R, Kumari S, Sharma S, Kelly S, Cannavan A, Singh DK, 2021. Recent Trends in The Use of FTIR Spectroscopy Integrated with Chemometrics for The Detection of Edible Oil Adulteration. *Vibrational Spectroscopy*, 113, 103222.
- Karagözlü C, Yılmaz AÖ, 2020. İzmir Piyasasında Satışa Sunulan Tereyağı ve Peynir Örneklerinin  $\beta$ -Sitosterol İçeriklerinin Tespiti ile Tağşiş Belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 57(2): 257-266.
- Kaufmann KC, Sampaio KA, García-Martín JF, Barbin DF, 2022. Identification of Coriander Oil Adulteration Using A Portable NIR Spectrometer. *Food Control*, 132, 108536.
- Kayahan M, Tekin A, 2006. Zeytinyağı Üretim Teknolojisi. TMMOB Gıda Mühendisleri Odası, Kitaplar Serisi:11, Ankara-Türkiye.
- Kolsarıcı Ö, Kaya MD, Göksoy AT, Arıoğlu H, Kulan EG, Day S, 2015. Yağlı Tohumlu Bitkiler Üretiminde Yeni Arayışlar. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi (Bildiriler Kitabı-1)*, 12-16 Ocak 2015, Ankara, s. 401-425.
- Kuriakose S, Thankappan X, Joe H, Venkataraman V, 2010. Detection and Quantification of Adulteration in Sandalwood Oil Through Near Infrared Spectroscopy. *Analyst*, 135(10): 2676-2681.
- Liu Y, Yao L, Xia Z, Gao Y, Gong Z, 2021. Geographical Discrimination and Adulteration Analysis for Edible Oils Using Two-Dimensional Correlation Spectroscopy and Convolutional Neural Networks (CNNs). *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 246, 118973.
- Muthukumar R, Kapoor A, Balasubramanian S, Vaishampayan V, Gabhane M, 2021. Detection Of Adulteration in Sunflower Oil Using Paper-Based Microfluidic Lab-On-A-Chip Devices. *Materials Today: Proceedings*, 34: 496-501.
- Onat B, Arıoğlu H, Güllüoğlu L, Kurt C, Bakal H, 2017. Dünya ve Türkiye’de Yağlı Tohum ve Ham Yağ Üretimine Bir Bakış. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 20: 149-153.
- Özer D, Unakıtan G, Abdikoğlu Dİ, 2021. Tekirdağ İlinde Tüketicilerin Bitkisel Yağ Tercihlerinin Belirlenmesi. *Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi*, 7 (Special Issue): 71-77.

- Rohman A, Windarsih A, Riyanto S, Sudjadi Ahmad SAS, Rosman AS, Yusoff FM, 2016. Fourier Transform Infrared Spectroscopy Combined with Multivariate Calibrations for The Authentication of Avocado Oil. *Int. J. Food Properties*, 19(3): 680-687.
- Taşkaya Top, B., Uçum İ. 2012. "Türkiye'de Bitkisel Yağ Açığı", TEPGE BAKIŞ, Sayı:14, Nüsha: 2, Ankara.
- Tosun M, 2003. Bitkisel Sıvı Yağlar Sektör Araştırması. Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş., Araştırma Müdürlüğü, Ankara.
- Van Hoed V, Sampaio KA, Felkner B, Bavec F, Scippo ML, Brose F, 2017. Tocopherols and Polyphenols in Pumpkin Seed Oil Are Moderately Affected by Industrially Relevant Roasting Conditions. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 119(12): 1-9.
- Wang X, Han Y, Li Y, Wang S, Wang J, 2021. Detection of Qinghai-Tibet Plateau Flaxseed Oil Adulteration Based on Fatty Acid Profiles and Chemometrics. *Food Control*, 108332.
- Yalım Kaya S, Yayla F, 2020. Resmi Verilere Göre Türkiye'de Taklit ve Tağşiş Yapılan Yiyecek ve İçecekler. *J. Tourism and Gastronomy Studies*, 8(4): 3108-3128.
- Yıldırım GH, Öner F, 2020. Mısır Danesinin Fiziksel ve Besinsel Yapısı. *Harman Dergisi* 97: 2-7.
- Yorulmaz A, 2009. Türk Zeytinyağlarının Fenolik, Sterol ve Trigliserit Yapılarının Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Basılmış).