



Gıda Sanayinde Kullanılan Bazı Bitkisel Yağların Gıda Güvenliği ve Sağlık Etkilerine Bir Bakış^A

İrem Nur ŞAHİN^{1*}

Öz: Bitkisel yağlar, insan beslenmesinde önemli bir role sahiptir ve birçok fizyolojik işleve katkı sağlarlar. Türkiye, çeşitli yağlı tohumlu bitkilerin üretimi için uygun iklimi ve bitki örtüsüyle önemli bir potansiyele sahiptir. Ayçiçeği, pamuk, yerbıstığı, soya gibi bitkilerin yanı sıra ülkemizde yağ üretimi için kullanılan diğer bitkiler de bulunmaktadır. Ancak, gıda endüstrisinde kullanılan bitkisel yağların depolanması, işlenmesi ve taşınması gibi işlemler sırasında gıda güvenliği riskleri ortaya çıkabilmektedir. Bu riskler, uygun depolama ve işleme koşullarının sağlanmaması, patojen mikroorganizma ve kimyasal kalıntı analizlerinin yapılamaması gibi nedenlerle artmaktadır. Gıda güvenliğini sağlamak ve tehlikeleri önlemek için eksikliklerin giderilmesi, uygun eğitimlerin verilmesi ve daha kapsamlı yasal düzenlemelerin yapılması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bitkisel yağ, gıda güvenliği, gıda sanayi, sağlık.

A Review of Food Safety and Health Effects of Some Vegetable Oils Used in the Food Industry^A

Abstract: Vegetable oils have an important role in human nutrition and contribute to many physiological functions. Turkey has significant potential for the production of various oilseed plants due to its suitable climate and vegetation. In addition to plants such as sunflower, cotton, peanut, soybean, there are other plants used for oil production in our country. However, food safety risks may arise during the storage, processing and

^A Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

^{*} **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ İrem Nur ŞAHİN, İstanbul Beykent Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul, Türkiye. nursahin@beykent.edu.tr, [OrcID 0000-0002-5446-9467](https://orcid.org/0000-0002-5446-9467)

Atıf/Citation: Şahin, İN. 2025 Gıda Sanayinde Kullanılan Bazı Bitkisel Yağların Gıda Güvenliği ve Sağlık Etkilerine Bir Bakış. *Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 39(1), 239-254. <https://doi.org/10.20479/bursauludagziraat.1562699>

transportation of vegetable oils used in the food industry. These risks increase due to the lack of proper storage and processing conditions, pathogenic microorganisms and chemical residue analysis.

To ensure food safety and prevent hazards, deficiencies must be addressed, appropriate training must be provided, and more comprehensive legal regulations must be implemented.

Keywords: Vegetable oil, food safety, food industry, health.

Giriş

Yağlar, insan beslenmesinin önemli bir parçası olmanın yanı sıra birçok fizyolojik işlevi olan makro besin öğeleridir (Akoh, 2002). Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yağlar Tebliği'nde bitkisel yağlar, "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 yağlar" şeklinde tanımlanmaktadır (Anonim, 2012a).

Dünya genelinde yağ üretimi amacıyla kullanılan bitkisel yağlar arasında soya, ayçiçeği, pamuk, kolza, yer fıstığı, susam, aspir, hintyağı, haşhaş, keten, kenevir, jojoba, mısır özü, zeytin, palm (meyve ve çekirdek) ve Hindistan cevizi öne çıkmaktadır. Türkiye'de ise iklim çeşitliliği ve bitki örtüsünün sunduğu avantajlar sayesinde ayçiçeği, zeytin, haşhaş, susam, kolza, pamuk, soya, yer fıstığı, mısır ve aspir gibi yağlı tohumlu bitkiler yetiştirilmektedir (Onat ve ark., 2017). Bu bitkiler arasında en geniş ekim alanına ve üretim miktarına sahip olan ayçiçeği, yer fıstığı ve soya, gıda sektöründe en çok tercih edilenlerdir. Pamuk, kolza ve aspir ise bunları takip etmektedir (Yılmaz ve ark., 2021).

Yağlı tohumlu bitkiler, doğrudan tüketildikleri gibi yağ elde etmek amacıyla da kullanılır. Son yıllarda organik besinlere olan talep arttığından, yağlı tohumlu bitkilere olan talep de artmıştır. Talebi karşılamak için üretimin artırılması konusunda çalışmalar yapılmalıdır (Sezgin ve ark., 2017).

Bitkisel yağ sektöründe toplam tohum işleme kapasitesi (ayçiçeği, pamuk, soya) 4 milyon ton düzeyinde bulunmaktadır. Ayrıca, 4 milyon ton kapasiteli rafinasyon yağ sanayinde 81 adet faal, 19 adet gayri faal olmak üzere toplam 100 tesis mevcut olup bu tesislerin kurulu kapasite kullanım oranı %55-60 civarındadır (TAGEM, 2021).

Bitkisel yağlar gıda sanayinde yemeklik, salata, kızartma yağları, sıvı ve katı shorteningler, sürülebilir yağlar ve fırıncılık ürünleri gibi alanlarda tercih edilmektedir. Hamurlarda yumuşaklık ve gevreklik sağlamak, kremalarda, kurabiyelerde, kek ve ekmek hamurlarında hava kabarcıklarını tutarak yapıyı hafifletmek, kızartmalarda ısı transferini sağlamak, mayonez ve soslarda temel bileşeni oluşturmak, yemeklere lezzet ve parlaklık sağlamak gibi fonksiyonları vardır (Baysal, 2020). Bu derleme gıda sanayinde kullanılan bazı bitkisel yağların gıda güvenliği ve sağlık etkilerini değerlendirmek amacıyla ele alınmıştır.

Yağların Temel Özellikleri ve Gıda Güvenliği Riskleri

Gıda endüstrisinde kullanılan yağların, ürünlerin lezzetini, doku özelliklerini ve besin değerini belirlemede önemli rolleri bulunmaktadır. Farklı bitkilerden üretilen yağlar fiziksel ve kimyasal özellikleri sebebiyle farklı amaçlar doğrultusunda kullanılmaktadır. Bitkisel yağlar, hayvansal yağlar, hidrojenasyon sürecinden geçmiş yağlar gibi farklı türlerdeki yağların, ürünlerin tat, kalite ve raf ömrü üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır. Aşağıdaki tabloda (Tablo 1) gıda endüstrisinde sık kullanılan yağların yağ asidi kompozisyonlarına ve kullanım alanlarına yer verilmiştir (Kim, 2010; Türetkan, 2012; Kara, 2015; Mba ve ark., 2015; Kurt ve ark., 2017).

Tablo 1. Bitkisel yağların yağ asidi kompozisyonu (Kim, 2010; Türetkan, 2012; Kara, 2015; Mba, Dumont ve Ngadi, 2015; Kurt ve ark., 2017)

Bitkisel yağlar	İçerik	%	Kullanım alanları
Ayçiçek yağı	Palmitik asit (C16:0)	8.01	Yüksek linoleik asit içeren ayçiçek yağı genellikle gıda endüstrisinde margarin üretiminde ve yemeklik yağ olarak kullanılırken, yüksek oleik asit içeren ayçiçek yağı genellikle kozmetik endüstrisinde ve biyoyakıt üretiminde karışım olarak kullanılabilir.
	Oleik asit (C18:1)	18.37	
	Linoleik asit (C18:2)	68.13	
	Toplam doymuş yağ asidi	13.30	
	Tekli doymamış yağ asidi	18.56	
	Çoklu doymamış yağ asidi	68.15	
Mısır yağı	Palmitik asit (C16:0)	8.0-16.0	Genellikle kızartmalarda kullanılır. Soğuk veya sıcak tüketilen yemeklerde, salatalarda margarin ve mayonez üretiminde, bazı sosların içine tat vermesi amacıyla kullanılabilir.
	Oleik asit (C18:1)	19.0-50.0	
	Linoleik asit (C18:2)	34.0-62.0	
	Toplam doymuş yağ asidi	13.0	
	Tekli doymamış yağ asidi	24.0	
	Çoklu doymamış yağ asidi	59.0	
Fındık yağı	Palmitik asit (C16:0)	9.5	Çerez olarak kavrulmuş, beyazlatılmış, kıyılmış, un ve püre halinde çikolata, bisküvi, şekerleme sanayisinde, tatlı, pasta, dondurma yapımı ile yemek ve salatalarda kullanılabilir.
	Oleik asit (C18:1)	75.5	
	Linoleik asit (C18:2)	10.0	
	Toplam doymuş yağ asidi	13.8	
	Tekli doymamış yağ asidi	82.0	
	Çoklu doymamış yağ asidi	10.0	
Palm yağı	Palmitik asit (C16:0)	40.0-48.0	Unlu mamüller, dondurulmuş gıdalar, işlenmiş gıdalar, şekerleme yağları, margarinler, sürülebilir yağlar, çikolata, bisküvi, cips gibi birçok atıştırmalık üründe kullanılabilir.
	Oleik asit (C18:1)	36.0-44.0	
	Linoleik asit (C18:2)	6.5-12.0	
	Toplam doymuş yağ asidi	49.9-54.7	
	Tekli doymamış yağ asidi	37.1-39.2	
	Çoklu doymamış yağ asidi	8.1-10.5	
Aspir yağı	Palmitik asit (C16:0)	4.36-9.63	Margarin üretiminde çeşitli hidrojene yağlarla karıştırılarak, pastacılık ve kek ürünlerinde şorteninglerin bir bileşeni olarak kullanılabilir.
	Oleik asit (C18:1)	5.1-12.4	
	Linoleik asit (C18:2)	73.6-88.5	
	Toplam doymuş yağ asidi	9.0	
	Tekli doymamış yağ asidi	12.0	
	Çoklu doymamış yağ asidi	75.0	

Bitkisel yağların gıda güvenliği açısından insan tüketimine uygun hale gelebilmesi için bazı işlemlerden geçmesi gerekmektedir. İnsan tüketimine uygun olmayan serbest yağ asitleri, yapışkan maddeler, renk maddeleri, vakslar ve aldehit-ketonların temizlenmesi için rafinasyon işlemi uygulanmaktadır. Bitkisel yağların tüketilmesi için mutlaka rafinasyon sürecinden geçmesi gerekir. (Taşan ve ark., 2011). Bitkisel yağların rafinasyonu, kimyasal ve fiziksel yöntemlerle gerçekleştirilir. Kimyasal rafinasyon, yapışkan maddelerin uzaklaştırılması (degumming), asitliğin düşürülmesi (nötralizasyon), renk açma (bleaching) ve koku giderme (deodorizasyon) gibi aşamalardan oluşur. Fiziksel rafinasyon ise öncelikle yapışkan maddelerin uzaklaştırılması, renk açma ve ardından asitliğin düşürülmesi ile kokunun giderilmesi adımlarından oluşmaktadır (Türetkan, 2012).

Ayçiçek yağı

Ayçiçek yağı, (*Helianthus annuus L.*) ayçiçeği bitkisinin tohumlarından elde edilen bir yağ türüdür ve ayçiçeği Türkiye'de en yaygın yetiştirilen yağlı tohumdur (Aydın ve ark., 2021). Ayçiçek yağları, yüksek linoleik, yüksek oleik veya orta oleik yağ asidi içerikleriyle farklı çeşitlerde bulunabilir. Yüksek linoleik asit içeren türler genellikle gıda endüstrisinde margarin üretiminde ve yemeklik yağ olarak kullanılırken, yüksek oleik asit içeren türler genellikle kozmetik endüstrisinde ve biyoyakıt üretiminde karışım olarak kullanılır (FAOSTAT, 2021).

Ayçiçek yağı, hem kimyasal bileşimi hem de üretim süreci açısından gıda güvenliği risklerine karşı hassasiyet göstermektedir. Özellikle, tüketicilerin gıda güvenliği açısından güvenilir ürünlere yönelmesiyle birlikte, soğuk pres yöntemiyle elde edilen ayçiçek yağı gibi değerli yağların kullanımı yaygınlaşmıştır. Ancak, soğuk pres yağlar oksidasyona karşı daha duyarlı olup, depolama koşulları kalite stabilitesini korumada kritik bir rol oynamaktadır. Isıl işlem ve ışık altında gerçekleşen oksidasyon süreci, yağın peroksit değeri ve konjuge dien düzeyinde değişikliklere yol açarak kalite kaybına neden olabilmektedir. Yapılan araştırmalar, oksidasyon sürecinin ilerlemesiyle farklı uçucu oksidasyon ürünlerinin oluştuğunu ve ışık maruziyetinin bu süreci hızlandırdığını göstermektedir (Kıralan, 2017; Romanić, 2020; Gürdil ve ark., 2020). Bu nedenle, bitkisel yağların güvenliğinin sağlanması için uygun sıcaklık, nem ve ışık koşullarında depolanması büyük önem taşımakta olup, düzenli kontrollerle bu koşulların sağlandığından emin olunmalıdır.

Bitkisel yağların gıda güvenliği açısından karşı karşıya olduğu önemli risklerden biri de mikotoksin varlığıdır. Yağların rafinasyon işlemi sırasında hammaddede bulunan zararlı mikotoksinlerin tamamen ortadan kalkmadığı, ancak seviyelerinin azaldığı bilinmektedir. Özellikle aflatoksin oluşumu, yağ endüstrisinde kullanılan yağlı tohumlar açısından yüksek risk teşkil etmektedir. Depolama koşulları, mikotoksin üretimini doğrudan etkileyen faktörler arasında yer almakta olup, sıcaklık, nem düzeyi, oksijen varlığı ve gaz kompozisyonu gibi unsurlar bu süreci belirlemektedir. Sıcak ve nemli ortamlarda depolama, *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus*, *A. niger* ve *Rhizopus* spp. gibi küf türlerinin gelişimini artırarak aflatoksin oluşumuna neden olabilmektedir (Moss, 1998). Aflatoksinler, yalnızca kalite ve ekonomik kayıplara yol açmakla kalmayıp, aynı zamanda insan sağlığı açısından ciddi riskler oluşturabilmektedir (Özçakmak, 2007). Bu nedenle, mikotoksin

kontaminasyonunu önlemek için uygun depolama ve işleme yöntemlerinin uygulanması büyük önem taşımaktadır.

Yapılan bir çalışmada piyasada bulunan rafine ayçiçek yağı örneklerinin %32'sinde aflatoksin varlığı tespit edilmiştir (Var ve Tekin, 2023). Piyasaya sürülen bu yağlardaki aflatoksin düzeyi düşük de olsa gıda güvenilirliği açısından risk taşıdığı düşünülmektedir. Bu kontamine bitkisel yağların tüketimi günlük toplam aflatoksin alımına önemli ölçüde katkıda bulunabilir ve halk sağlığı için tehlike oluşturabilmektedir.

Mısır yağı

Mısır yağı, mısır bitkisi (*Zea mays L.*) tanelerinin embriyolarından elde edilen bir yağ türüdür. Türkiye'de mısır yağı tüketimi ayçiçeği yağı ve zeytinyağından sonra gelmekte olup son yıllardaki artan talebe bağlı olarak toplam sıvı yağ pazarının yaklaşık %12-14'lük bir payını oluşturmaktadır (Aksoy, 2015).

Mısırın yan ürünü olarak mısır yağı, nişasta ve glukoz şurubu üretimi sırasında elde edilir. Mısır yağı, gıda endüstrisinde geniş bir kullanım alanına sahip olup birçok ürünün üretiminde rol oynamaktadır. Mutfakta kızartma, pişirme ve salata sosu hazırlama gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Gıda endüstrisinde cips, kraker gibi atıştırılabilir ürünlerde, pasta, kek, kurabiye gibi unlu mamullerde, dondurulmuş yiyeceklerde, paketlenmiş yiyeceklerde ve konservelede bulunabilir.

Diğer yağ türlerinde olduğu gibi bu yağlardaki aflatoksin varlığını araştıran bir çalışmada 44 rafine mısır özü yağı incelenmiş ve yağların 28'inde (%63.63) aflatoksin varlığı tespit edilmiştir (Var ve Tekin, 2023).

Fındık yağı

Fındık yağı, fındık meyvelerinden (*Corylus avellana*, *Corylus maxima* ve *Corylus colbina*) elde edilen bir yağ türüdür. Türkiye, dünyanın önde gelen fındık üretici ülkelerinden biridir. Son zamanlarda üretimde azalma olmasına rağmen %63.50'lik bir payla halen ilk sırada yer almaktadır (FAO, 2023). Türkiye ve dünyada çerez olarak tüketilen fındığın yaklaşık %90'ı kavrulmuş, beyazlatılmış, kıyılmış, un ve püre halinde kullanılmaktadır. Fındık, çikolata, bisküvi, şekerleme sanayisinde, tatlılar, pastalar, dondurmaların yapımında ve yemeklerde ve salatalarda kullanılmaktadır (Bilgin, 2005). Ayrıca, fındık ham yağı rafine edilerek yemeklik yağ olarak kullanılmakta ve fındık küspesi yem sanayisinde ham madde olarak değerlendirilmektedir. Bu şekilde fındığın farklı bileşenleri ve yan ürünleri farklı endüstrilerde kullanılmaktadır, bu da fındığın ekonomik değerini artırmaktadır (Çetintaş, 2005).

Ancak, fındık yağı üretimi sırasında karşılaşılan en önemli gıda güvenliği risklerinden biri aflatoksin kontaminasyonudur. Yağlı tohumların işlenmesinde kullanılan işlemler, aflatoksinlerin mümkün olduğunca uzaklaştırılmasını sağlamalıdır. Aflatoksin seviyesi, ham madde kalitesi ve rafinasyon teknolojisi gibi faktörlere bağlı olarak ham yağda değişiklik gösterebilir. Aflatoksinler genellikle rafinasyon işleminden sonra tespit

edilmez ancak ham yağda ve ekstraksiyon işlemi sırasındaki aşamalarda görülme riski vardır. Fındık yağı işleme aşamalarında mikotoksin kontaminasyonu hakkında yapılan bir çalışmada, ham yağda 0.94 ng g^{-1} , ekstraksiyon çıkışında 0.61 ng g^{-1} ve nötralizasyon, ağartma, deodorizasyon ve rafinasyon işlemleri çıkışında ise $<0.15 \text{ ng g}^{-1}$ düzeylerinde AFB1 (aflatoksin B1) varlığı tespit edilmiştir (Çetintaş, 2005).

Palm yağı

Palm yağı, *Elaeis guineensis* adlı palmye ağacının meyvesinden elde edilen bitkisel bir yağ çeşididir. Palm yağı üretiminde Endonezya ve Malezya, dünyanın en büyük üreticisi konumundadır ve küresel palm yağı arzının %85'ten fazlasını karşılamaktadır (Absalome ve ark., 2020). Tüketim miktarı arttıkça, palm yağına olan talep de artmaktadır ve bu nedenle üretimin 2050 yılına kadar 240 milyon tona ulaşması beklenmektedir (Sehgal ve Sharma, 2021).

Yarı katı halde olan bu yağ uzun raf ömrüne sahip olup, yüksek oranda (%50) doymuş yağ asitleri içermektedir (Macit ve Şanlıer, 2014). Yemeklik yağ endüstrisinde, hidrojenasyon, interesterifikasyon ve fraksiyonlama gibi çeşitli modifikasyon teknikleri yaygın bir şekilde kullanılır. Triasilgliseridlerin fraksiyonlanması, palm yağı kullanımını artırmak için en sık tercih edilen modifikasyon yaklaşımıdır. Bu fraksiyonlama işlemi, sıvı ve katı yağların daha fazla kullanışlılık sağlaması ve yenilebilir ve yenilebilir olmayan uygulamalarda kullanılabilmesi amacıyla gerçekleştirilir (Zhang ve ark., 2021). Rafine palm yağı genellikle sıvı olein (POI) fraksiyonu ve katı stearin (PS) fraksiyonu olarak ayrıştırılır. Olein fraksiyonu daha iyi soğuk stabiliteye sahipken, stearin fraksiyonu daha iyi erime özelliklerine sahiptir (Hishamuddin ve ark., 2020).

Rafine palm yağı ve palm oleini genellikle pişirme yağı olarak kullanılırken, palm stearini stabil β' polimorfik formu nedeniyle kızartma yağı olarak tercih edilir. Rafine palm yağı ve palm oleini, yüksek oleik asit ve doğal antioksidanlar içerdiği için yüksek oksidatif stabiliteye sahip ideal bir pişirme ve kızartma yağlarıdır. Rafine palm yağı, endüstriyel kızartmalarda en yüksek stabiliteye sahip yağ olarak bilinir ve bu nedenle pişirme, ızgara ve kızartma yağı olarak tercih edilir. Doymuş yağ asidi tüketimiyle ilişkilendirilen sağlık endişelerine rağmen, palm yağı geniş bir kullanım alanına sahiptir. Dengeli doymuş yağ asidi ve doymamış yağ asidi içeriği, yüksek duman noktası, düşük serbest yağ asidi içeriği, düşük köpürme ve kararma oranı ile besleyici bir yağ asidi bileşimine sahip olması, palm yağının popüler kılmaktadır (Dian ve ark., 2017).

Rafine palm yağı, gıda endüstrisinde çeşitli ürünlerde yaygın olarak kullanılır. Bu ürünlere örnek olarak unlu mamüller, dondurulmuş gıdalar, işlenmiş gıdalar, şekerleme yağları, margarinler, sürülebilir yağlar, çikolata, bisküvi, cips gibi birçok atıştırmalık ürün ve daha fazlası gösterilebilir. Palm yağı, bu ürünlerde kullanım kolaylığı, stabilitesi ve besleyici bileşimi nedeniyle gıda endüstrisinde büyük bir öneme sahiptir (Gonzalez-Diaz ve ark., 2021).

Palm yağının doğal olan kırmızı renginin değişmesi ve kötü kokusundan arındırılması için yüksek sıcaklıklarda rafine edilmesi gerekmektedir. Ancak, bu rafinasyon aşamaları sırasında palm yağı besin içeriğinin önemli bir kısmını kaybeder ve bazı zararlı maddelerin oluşumuyla toksik bir hale gelir (Binaglia ve ark., 2016).

Avrupa Gıda Güvenliği Kurumu (EFSA), palm yağının özellikle 200°C'den yüksek sıcaklıklarda rafine edildiğinde diğer bitkisel yağlara göre daha fazla kanserojen madde oluşturduğunu belirtmiştir (EFSA, 2016).

Palm yağı, rafinasyon işlemleriyle farklı türevler elde edilmektedir. Ancak, özellikle deodorizasyon (kötü kokudan arındırma) işlemi için 220-240°C ve deasidifikasyon işlemi için 250-270°C gibi yüksek sıcaklıklar kullanıldığında, palm yağındaki besin öğeleri kaybolmaktadır (Kuhlmann, 2011). Bir çalışmada, kırmızı palm yağında E vitamini içeriği 519-531 mg L⁻¹ ve karoten içeriği 481 mg L⁻¹ olarak değerlendirilmiştir. Ancak endüstride kullanılan palm yağında, yapılan işlemlere bağlı olarak bu miktarların daha düşük olduğu gözlemlenmektedir (Etsuo, 2014). Yüksek sıcaklıkların uygulanması ile hidroliz ve oksidatif parçalanma gibi kimyasal reaksiyonlar tetiklenmektedir. Bu reaksiyonlar sonucunda oluşan glisidil yağ asidi esterleri (GE), 3-monokloropropan-1,2-diol (3-MCPD), 2-MCPD ve akrilamid, palm yağının toksisitesinde rol oynayan ana bileşenlerdir. Palm yağı, GE ve 3-MCPD kontaminantlarını en yüksek düzeyde içeren yağ olarak bilinmektedir. Bu kontaminantlar bakımından birçok yağ türünden daha fazla GE ve 3-MCPD içerdiği gözlemlenmiştir (Elmas ve Bayizit, 2021).

Palm yağında yüksek ısıya maruziyet sonucu oluşan toksik bir bileşen olan akrilamid de küçük ve basit bir yapıya sahip olmasına rağmen yüksek düzeyde reaktif bir bileşendir. (Arusoğlu, 2015). Akrilamid oluşumu, kullanılan yağların bileşiminden etkilenebilir. Bir çalışmada, kızartma işleminde kullanılan yağların akrilamid oluşumuna etkisi incelenmiştir. Bu çalışmada, 180°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda tavuk ürünlerinin soya ve domuz yağına göre palm yağıyla kızartılması durumunda, akrilamid oluşumunun daha yüksek düzeyde olduğu ve bu durumun, palm yağındaki yüksek düzeydeki oleik asitten kaynaklanabileceği söylenmiştir. Ancak, kızartma işleminde tavuk yerine patates kullanıldığında, en yüksek akrilamid düzeyinin domuz yağında görüldüğü ve palm yağının akrilamid düzeyinin en düşük olduğu tespit edilmiştir (Chuang ve ark., 2006). Palm yağının akrolein emisyonuna etkisini araştıran başka bir çalışmada, kıyas yapabilmek için ayçiçeği yağı ve zeytinyağına yer verilmiştir. Genel olarak, sıcaklık düzeyi arttıkça akrolein oluşumunun daha yüksek olduğu görülmüş ve palm yağının ayçiçeği yağı ve zeytinyağına göre daha güvenilir olduğu ispat edilmiştir (Aras ve ark., 2017). Sonuç olarak, palm yağının akrilamid ve akrolein oluşumuna etkisinin sıcaklık düzeyi ve kızartılan ürünlerin türüyle yakından ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Tüm kızartma yağlarında gıda güvenliğinin sağlanmasında güncel mevzuat gereklilikleri takip edilmeli ve uygulanmalıdır. Yüksek ısı gerektiren kızartma işlemleri için ülkemizde 'Kızartmada Kullanılmakta Olan Katı ve Sıvı Yağlar İçin Özel Hijyen Kuralları Yönetmeliği'nde kızartma yağının sıcaklığının ≤180 °C, polar madde düzeyinin ≤%25 ve asit sayısının ≤2.5 mg KOH g⁻¹ yağ olması limit olarak belirtilmiştir (Anonim, 2012b). Gıda sanayinde ve toplu tüketim yapan kurumlarda kızartma yağlarının kalitesi ve uygunluğu gıda güvenliği sistemi kapsamında izlenmeli ve kayıt altına alınmalıdır.

Aspir yağı

Aspir yağı, *Carthamus tinctorius* L. bitkisinin tohumlarından elde edilen bir yağ türüdür. Aspir bitkisi dünya genelinde Hindistan, Kazakistan, Meksika, ABD ve Arjantin gibi 60'tan fazla ülkede yetiştirilmektedir. Ana üretim bölgeleri ise Amerika ve Asya'dır ve bu bölgeler toplam üretimin %93'ünü oluşturmaktadır (FAOSTAT, 2021). Aspir yağının fizikokimyasal özellikleri ve yağ asidi bileşimi, yetiştirme koşulları ve aspir bitkisinin türüne bağlı olarak değişebilmektedir. Aspir yağı, α -tokoferol açısından zengin olan bitkisel yağlardan biridir ve yüksek E vitamini aktivitesine sahiptir (Khalid ve ark., 2017).

Karabaş (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, Remzibey türüne ait aspir tohumlarından elde edilen ham yağda maksimum %30.0 yağ oranı elde edilmiştir. Ham aspir yağının yağ asidi kompozisyonu araştırıldığında, %33.98 oleik asit içeriğine sahip olduğu ve oleik asit açısından zengin bir aspir çeşidi olduğu görülmektedir (Khalid ve ark., 2017).

Aspir yağı, 1966 yılından bu yana yemeklik yağ olarak kullanılmaktadır. Yüksek doymamış yağ asidi içeriği ve kalitesinden dolayı kullanım alanı gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Günümüzde aspir yağı, margarin üretiminde çeşitli hidrojene yağlarla karıştırılarak kullanılmakta ve pastacılık ve kek ürünlerinde şorteninglerin bir bileşeni olarak tercih edilmektedir. Aynı zamanda, doğal aroması nedeniyle farklı çeşnilerde ve kurutulmuş meyvelerde de kullanımı bulunmaktadır (Khalid ve ark., 2017).

Bitkisel Yağların Sağlık Üzerine Etkileri

Makro besin ögesi olan yağlar; yiyeceğin tat, koku, aroma vermesi ve yiyeceğin kalitesine katkı sağlaması ile önemli bir diyet bileşenidir. Son yıllarda doymamış yağ asitleri içeriği ve bunların sağlığa olan etkileri nedeniyle bitkisel yağlara yönelim artmıştır.

Yapılan bir çalışmada, ayçiçeğinin zengin E vitamini içeriği nedeniyle önemli bir antioksidan olduğu belirtilmiştir. Bu yağın yüksek E vitamini içeriği sayesinde kolesterol dengelenmekte, yüksek tansiyon düşmekte, kalp ve cilt hastalıkları riski azalmakta ve bağırsak, mesane ve prostat kanserine karşı koruyucu bir etki sağlanmaktadır. Ayçiçeği yağının yüksek selenyum içeriği, meme kanserini önlemede rol oynayabilir (Babcock, 2018). Ayrıca, tiroid fonksiyonlarını düzenlemeye, DNA hasarını gidermeye ve kan şekeri seviyelerini dengelemeye yardımcı olabilir (Al-Shamma ve ark., 2010).

Fakat ayçiçek yağının olumlu etkileri olduğu kadar kullanım durumuna bağlı olarak olumsuz etkileri de görülmektedir. Pişirme yöntemlerinden biri olan kızartma işleminde yapılan yanlış uygulamalar sonucunda sağlığı bozacak riskler açığa çıkabilir. Kızartma işlemi sırasında kullanılan yağlar, tekrar tekrar kullanıldığında kimyasal yapıları bozulmakta ve insan sağlığı için zararlı bileşikler oluşabilmektedir. Özellikle, birkaç kez kullanılan yağlar kanser, kalp-damar hastalıkları gibi sağlık sorunlarıyla ilişkilendirilmektedir. Kullanılmış yağlar, bekleme sürecinde polimerizasyona uğradığından tekrar kullanılmamalı ve güvenli bir şekilde atık yağ olarak değerlendirilmelidir. Araştırmalar, kızartma yağlarında toplam polar madde oranının %25'i aşması

durumunda kanserojen etki riskinin arttığını göstermektedir. Bu nedenle, kızartmalık yağlar yalnızca sağlık açısından değil, aynı zamanda çevresel etkileri bakımından da kontrol altına alınmalı ve uygun yöntemlerle bertaraf edilmelidir (Anonim, 2012b).

Mısır yağı tüketimiyle ilişkili olarak yapılan klinik çalışmalar, bu yağdaki yüksek fitosterol konsantrasyonu ile ilişkili olarak total serum kolesterol seviyelerinde azalma olduğunu göstermektedir. Ayrıca, mısır yağındaki yüksek orandaki γ -tokoferolün, DNA hasarı, kan basıncı, trombosit agregasyonu ve diyabet gibi durumlara karşı koruyucu etkisi olduğunu gösteren araştırmalar bulunmaktadır (Ghazani ve Marangoni, 2016). LDL kolesterol seviyesini azaltmak için doymuş yağ asitleri (SFA) içeren yağ türlerinin yerine çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) içeren yağ türleri tercih edilmelidir. Sağlıklı beslenme için günlük enerjinin en az %1-2'sinin linoleik asitten sağlanması önerilmektedir (TÜBER, 2022). Bir çalışmada, günlük yağ tüketiminin yarısının bitkisel yağlardan oluştuğu bir beslenme modelinde, doymuş yağ oranının artırılmasının kan serumundaki kolesterol seviyesini %30'a kadar yükseltebileceği gösterilmiştir. Mısır yağı gibi doymamış yağ asitlerini içeren sıvı yağlar, kızartma gibi pişirme yöntemlerinde uzun süre kullanıldıklarında oksidatif tepkimelere yatkın olabilirler. Bu nedenle, sağlık açısından olumsuz etkileri minimize etmek için bu tür yağların uzun süreli kızartmalarda kullanılması önerilmez (Kayahan, 2002). Günümüzde yüksek miktar ve kalitede ürün almak için üretilen transgenik ürünlerin (GDO) başında soya, pamuk, mısır ve kanola gelmektedir. Küresel çapta ekilen mısırların %29'u transgeniktir ve üretim gittikçe artmaktadır. Genetiği değiştirilmiş bu ürünlerin kullanımının insan sağlığı üzerinde birçok olumsuz etkisi olduğu görülmüştür. Alerjiler bu etkilerin başında gelmekte olup onu toksik etkiler, antibiyotiklere direnç ve kanser riski takip etmektedir. Bu bağlamda bu mısırlardan üretilen mısır yağlarında da genetiği değiştirilmiş organizmalardaki sağlık riskleri söz konusu olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır (Dinçoğlu, 2016).

Fındık yağı, içerdiği özel yağ asitleri kompozisyonu nedeniyle önemli bir gıdadır. Özellikle zengin tekli doymamış yağ asitleri ve düşük doymuş yağ asitleri içermesi, kan lipid seviyelerinin kontrolünde önemli bir rol oynamaktadır. Bu özelliği sayesinde fındık yağı, kronik kalp hastalıklarının önlenmesinde etkili olabilmektedir. Tekli doymamış yağ asitlerince zengin bir beslenme, kan basıncının ve toplam kolesterol seviyesinin azalmasına katkıda bulunabilir. Bu durum sonucunda da kan trigliserit seviyesi azalmakta ve bu da insan sağlığına olumlu etkiler sağlamaktadır (Turhan, 2011). Fındık yağının bu özellikleri, sağlıklı bir beslenme planının bir parçası olarak kullanılması durumunda, kalp sağlığının korunmasına ve kardiyovasküler hastalıkların riskinin azaltılmasına yardımcı olabilir.

Palm yağının insan sağlığı üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla yapılan araştırmalar, palm yağının özellikle kardiyovasküler hastalıklarla ilişkili olduğunu göstermektedir. Bazı çalışmalarda, palm yağı tüketiminin diğer bitkisel yağlara kıyasla doymuş yağ içeriği nedeniyle LDL-kolesterol seviyelerini daha fazla artırdığı iddia edilmiştir. Ayrıca, artan palm yağı tüketiminin iskemik kalp hastalığına bağlı ölüm riskiyle ilişkili olduğu da belirtilmiştir (Marangoni ve ark., 2017; Gesteiro ve ark., 2018). Bununla birlikte, yapılan bir meta-analizde palm yağı tüketiminin LDL-kolesterol üzerinde önemli bir etkisi olmadığı bildirilmiştir (Wang ve ark., 2019).

Ekolojik açıdan bakıldığında, palm yağı üretimi palmye ağaçlarının tahrip edilmesine ve dolayısıyla yağmur ormanlarının ve biyolojik çeşitliliğin azalmasına neden olabileceği düşünülmektedir. Bu konuda Avrupa,

Amerika ve Endonezya hükümetleri, Sürdürülebilir Yuvarlak Masa Toplantıları (RSPO) düzenleyerek önlemler almaya çalışmaktadır. Bu toplantılar, palm yağı üretiminin sürdürülebilirliğini sağlarken ekolojik sistemlere zarar vermemeyi hedeflemektedir. RSPO'nun temel amaçları arasında güvenilir küresel standartlar geliştirmek, uygulamak, doğrulamak ve bu standartları düzenli olarak gözden geçirmek yer almaktadır (RSPO, 2021).

Aspir yağının sağlık açısından birçok faydalı etkisi olduğu özellikle dejeneratif hastalıklarla ilişkili kemik ve eklem sağlığını olumlu yönde etkilediği gözlemlenmiştir. Aspir tohumu ve yağının, cilt sağlığını iyileştirdiği, kas kasılmalarını kontrol ettiği, kilo vermede yardımcı olduğu, saç uzamasını desteklediği, adet öncesi sendromun (PMS) başlangıcını yönettiği ve bağışıklık sistemini güçlendirdiği ifade edilmektedir (Zhou ve ark., 2014). Ayrıca, aspir yağı potansiyel bir biyoaktif gıda bileşeni olarak kabul edilir ve sağlık takviyeleri, kozmetik ürünler, ilaçlar, içecekler, gıda ürünleri ve yem takviyeleri gibi çeşitli alanlarda kullanılabilir. Aspir yağı, yüksek besin değeri ve birçok biyolojik aktiviteye sahiptir. Fonksiyonel gıdaların geliştirilmesi veya ilaç dağıtımı için doğal bir araç olarak kullanılabilen aspir yağı, biyolojik lipofilik bileşiklerin stabilizasyonu ve depolanması konusunda önemli bir rol oynayabilir. Örneğin, morina karaciğer yağındaki çoklu doymamış yağ asitlerinin oksidatif stabilitesini artırmak için aspir yağı içinde kapsüllenmesi kullanılabilir. Aspir yağı emülsiyonları, besin takviyesi açısından iyi bir kaynak olabilir. Bu takviyeler, metabolizma hızını artırma özelliğine sahiptir ve sağlıklı kilo programlarında linoleik yağ asidi içeren diyetlere destek sağlar (Fischer ve ark., 2014).

Bitkisel Yağlarda Taklit ve Tağşiş Sorunu

Tağşiş, gıda maddelerinin ve gıda ile temasta bulunan madde ve malzemelerin, mevzuata veya izin verilen özelliklerine aykırı olarak üretilmesi olarak tanımlanmaktadır. Temel gıda maddesi olan yağlar, taklit ve tağşiş açısından istismar edilebilecek gıda türlerindendir. Yüksek maliyete sahip yağlara düşük maliyetli yağların karıştırılması ile yapılan tağşiş önemli bir gıda güvenliği sorunudur. Bu işlemin sağlıksız koşullarda yapılması ya da tüketim için uygun olmayan bitkisel yağ karışımlarının yapılması insan sağlığını olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Yadav, 2018).

Yağların saflığını değerlendirmek için yapılan çalışmalarda, belirli sınır değerlerinin üzerinde olan yağlarda tağşiş yapıldığı tespit edilmektedir. Ülkemizde kullanımı oldukça yaygın yağ çeşitlerinden biri olan zeytinyağı, fiyatının yüksek olmasından dolayı %25'lik oranla en yaygın tağşiş yapılan gıda maddelerinin başında gelmektedir. Bu yüksek fiyattan dolayı özellikle üretici ülkelerde zeytinyağının diğer ucuz yağlarla karıştırılması ile tağşiş gerçekleştirilmektedir (Eryılmaz, 2020). Zeytinyağlarında tağşiş kimyasal analizlerinde kusursuz olup tat kısmında sorun oluşan sızma zeytinyağlarının naturel sızma zeytinyağı olarak adlandırılması, rafine zeytinyağı ile sızma zeytinyağının karıştırılması, zeytinyağının pirina yağı ile karıştırılması ve bitkisel yağların zeytinyağı ile karıştırılması şeklinde görülmektedir. Benzer durumların birçok ülkede yaşandığı da rapor edilmiştir. Mısır ve ayçiçeği yağlarının uluslararası piyasada daha yüksek fiyatları olduğundan, bu yağlara kanola, soya ve pamuk yağı gibi daha ucuz yağlar karıştırılmaktadır. Bu durum, az gelişmiş ülkelerde ciddi bir endişe kaynağı haline gelmiştir (Muthukumar ve ark., 2021). 2017 yılında, Ukrayna'da üreticilerin ayçiçek

yağını tavuk yağı ile karıştırdığı iddiasından sonra Ukrayna Güvenlik Servisi piyasadaki ayçiçek yağlarını denetlemiş ve yağlarda tağşiş yapıldığı tespit edilmiştir (Aparicio ve ark., 2018). Ülkemizde yapılan bir çalışmada ise piyasada bulunan bitkisel yağlardaki taklit-tağşiş düzeyi araştırılmış ve 625 bitkisel yağ ürününde tağşiş olduğu belirlenmiştir. UV’de özgül soğurma, yağ asitleri kompozisyonu, sterol kompozisyonu, trans yağ asitleri çoğunlukla zeytinyağı ürünlerinde tespit edilmiştir (Yalım ve Yayla, 2023).

Gıdalarda gerçekleşen taklit ve tağşişin tespiti ve önlenmesi, tüketici sağlığının korunması (alerjik, kanserojen, gıda kaynaklı hastalıklar), sektör verimliliği, haksız rekabetin engellenmesi, ürün kalitesi, ülke imajı ve ekonominin korunması açısından son derece kritiktir. Bu sebeple, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yürütülen resmi kontrollerle, gıda ürünlerindeki taklit ve tağşişlerin tespit edilerek kamuoyuna duyurulması, tüketiciler aracılığıyla firmalar üzerinde bir denetim mekanizması oluşturulmasını amaçlamaktadır (Anonim, 2012b).

Bitkisel yağlarda tağşişin tespiti için yaygın olarak kullanılan analiz yöntemleri arasında yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC), gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi (GC-MS), endüktif olarak eşleşmiş plazma optik emisyon spektroskopisi (ICP-OES) bulunmaktadır. Bu temel analiz tekniklerinin yanı sıra, Lazer kaynaklı floresan, Raman spektroskopisi, Fourier dönüşümlü infrared spektroskopisi (FTIR-ATR), iyon hareketlilik spektrometresi (IMS) gibi metodlar da tağşişin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Arslan ve ark. (2019), ayçiçeği, fındık, soya ve üzüm yağları ile siyah kimyon yağının karıştırıldığı bir çalışmada, FTIR spektrometresi ve eşzamanlı floresan spektrometresi kullanılarak analizler gerçekleştirmiştir. Kemometrik modellerin değerlendirildiği bu çalışmada, floresan spektrometresinin yağ karışımlarını ayırmada FTIR spektrometresine göre daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Arslan ve ark., 2019). Kou ve ark. (2018), 31 farklı bitkisel yağda kullanılmış kızartma yağının tespiti amacıyla FTIR spektrometresi kullanarak bir analiz gerçekleştirmiştir. Çalışmada, %1.5’e kadar kullanılmış kızartma yağının eklenmesinin tespit edilebildiği belirtilmiştir. FTIR tekniğinin kemometrik analizle birleştirildiğinde, yemeklik yağ karışımlarını tespit etmek için faydalı bir yöntem olduğu vurgulanmıştır (Kou ve ark., 2018). Zeytinyağlarında polisiklik aromatik hidrokarbonların (PAH) varlığını araştıran bir çalışmada ise HPLC/GC/MS yöntemi ile analiz yapılmış ve 16 ticari zeytinyağında 3-7 halkalı PAH varlığı tespit edilmiştir (Ekner ve ark., 2022). Gıda tağşişi konusu halk sağlığı ve gıda güvenliği için önemli bir sorun olmakla birlikte tespit yöntemleri ve sıkı denetimlerle kontrol altına alınması gerekmektedir.

Sonuç

Bitkisel yağlar uzun yıllardır var olan, tüketim tercihleri dönem dönem değişen ve gıda sanayisinde sık kullanılan yemeklik yağ türleridir. Gıda endüstrisinde kullanımları sırasında gerçekleşen kimyasal ve fiziksel olaylara bağlı olarak gıda güvenliği tehlikeye düşebilmektedir. Yağlara uygun koşullarda depolama, işleme, saklama ve taşıma gibi işlemlerin uygulanamaması, yağların kimyasal özelliklerine zarar vermekte ve böylece gıda güvenliği açısından çeşitli risklere yol açabilmektedir. Bu riskleri değerlendirmek için patojen mikroorganizma ve kimyasal kalıntı analizlerinin yapılamaması ayrıca yasal düzenleme ve denetimlerdeki

eksiklikler gıda güvenliğini riske atmaktadır. Besinlerin uygun şekilde muhafazası konusunda gerekli eğitimlerin uzmanlar tarafından verilmesi ve uygulamaya konulması gıda güvenliğini sağlamak için önemli bir adımdır. Bu konulardaki eksikliklerin giderilmesi ve daha ciddi düzenlenmelerin yapılması ile gıda güvenliği tehlikelerinin önüne geçilmelidir.

Teşekkür

Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Absalome, M. A., Massara, C. C., Alexandre, A. A., Gervais, K., Chantal, G. G. A., Ferdinand, D., and Jean-Paul, C. 2020. Biochemical properties, nutritional values, health benefits and sustainability of palm oil. *Biochimie*, 178: 81-95.
- Akoh, C. C. 2002. Structured lipids Food lipids, 894–925. CRC Press
- Aksoy, S. 2015. Kimyasal rafinasyonun mısır yağının bazı element içerikleri ile bazı kalite özelliklerine etkileri, Yüksek lisans tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Al-Shamma, L., Bu-risha, R., Al-Shamma, N. and Batol, K. 2010. Effect of some sunflower (*Helianthus annuus* L) genotypes oil on some pathogenic bacterial species. *Iraqi Journal of Science*, 51(4): 565-570.
- Anonim. 2012a. Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yağlar Tebliği, Tebliğ No: 2012/29, Resmî Gazete: 12.04.2012/28262.
- Anonim. 2012b. Kızartmada Kullanılmakta Olan Katı ve Sıvı Yağlar İçin Özel Hijyen Kuralları Yönetmeliği, Resmî Gazete: 12.05.2012/28290.
- Aparicio, R., Gonzalez, D.L.G. and Aparicio-Ruiz, R. 2018. A guide to food authenticity issues and analytical solutions -Vegetable oils. in Food Integrity Handbook) (20) (359– 382). Editors: Morin JF, Lees M. <https://doi.org/10.32741/fihb>, electronic version 978- 2-9566303-1-9.
- Aras, D., Cakar, Z., Ozkavukcu, S., Can, A. and Cinar, O. 2017. In vivo acrylamide exposure may cause severe toxicity to mouse oocytes through its metabolite glycidamide. *PLoS One*, 12(2): 1-11.
- Arslan, F. N., Akin, G., Karuk Elmas, Ş. N., Yilmaz, I., Janssen, H. G. and Kenar, A. 2019. Rapid detection of authenticity and adulteration of cold pressed black cumin seed oil: A comparative study of ATR– FTIR spectroscopy and synchronous fluorescence with multivariate data analysis. *Food Control*, 98: 323–332. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.11.055>
- Arusoğlu, G. 2015. Acrylamide formation and its effects on human health. *Academic Food Journal*, 13(1):61-71.

- Aydın Can, B., Tomar, O. ve Yılmaz, A. M. 2021. Türkiye ve Avrupa Birliği'nde Ayçiçek Yağının Gıda Güvencesi ve Kendine Yeterlilik Açısından Değerlendirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2021(1): 640-654. DOI: 10.31590/ejosat.1022089
- Babcock, J. 2018. Sunflower Seeds: Benefits, Nutrition & Recipes. Retrieved April 06, 2018, from <https://draxe.com/sunflower-seeds/>
- Baysal, A. 2020. Beslenme (15 B.). Ankara: Hatiboğlu Yayınevi.
- Bilgin, Ö. 2005. Alabalık yemlerinde soya küspesi yerine fındık küspesinin kullanılabilme olanakları.
- Binaglia, M., Cruz, C. D., Elzer, B., MacKay, K., Ramos Bordajandi, L. and Reich, H. 2016. In: Gianluca Rossi, ed. Chemicals in Food Overview of Selected Data Collection. 1st ed. Italy, Parma: EFSA Journal: 2016. p.40.
- Chuang, W. H., Chiu, C.P., Chen, B.H. 2006. Analysis and formation of acrylamide in French fries and chicken legs during frying. *J Food Biochem*, 30(5): 497-507.
- Çetintaş, G. 2005. Fındık yağı işleme aşamalarında kalite kriterlerinde ve aflatoksin konsantrasyonunda olan değişimler, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Blm Dalı.
- Dian, N. L. H. M., Hamid, R. A., Kanagaratnam, S., Isa, W. A., Hassim, N. A. M., Ismail, N. H. and Sahri, M. 2017. Palm oil and palm kernel oil: Versatile ingredients for food applications. *Journal of Oil Palm Research*, 29(4): 487-511.
- Dinçoğlu, A. H. 2016. Genetiği değiştirilmiş organizmalar ve gıda güvenliği. *Türkiye Klinikleri Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Dergisi*, 2(3): 56-63.
- EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). 2016. Risks for human health related to the presence of 3- and 2-monochloropropanediol (MCPD), and their fatty acid esters, and glycidyl fatty acid esters in food. *European Food Safety Authority Journal*, 14(5): 4426-85
- Ekner, H., Dreij, K. and Sadiktsis, I. 2022. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in commercial olive oils by HPLC/GC/MS—Occurrence, composition and sources. *Food Control*, 132: 108528.
- Elmas, A. ve Bayazit, A. A. 2021. Palm yağında 3-MCPD ve glisidol esterleri oluşumuna proses şartlarının etkisi. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 35(2): 333-354.
- Eryılmaz, A., 2020. Geçmişten Günümüze Zeytin ve Zeytinyağı: Dünya-Akdeniz-Türkiye. Marta Matbaa Sistemleri, s.163, İstanbul. ISBN 978-605-031-578-3.
- Etsuo, N. 2014. Role of vitamin E as a lipid-soluble peroxy radical scavenger: in vitro and in vivo evidence. *Free Radic Biol Med*, 66(1): 3- 12.
- FAO, 2023. Crops and livestock products, <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim tarihi: 25.04.2024)
- FAOSTAT. 2021. Retrieved on June 05, 2023, from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Fischer, J. J., Nykiforuk, C. L., Chen, X., Shen, Y., Zaplachinski, S., Murray, E. W and Boothe, J. G. 2014. Delayed oxidation of polyunsaturated fatty acids encapsulated in safflower (*Carthamus tinctorius*) Oil Bodies. *International Journal of Engineering Science and Innovation Technologies*, 3: 512e522.

- Gesteiro, E., J. Galera-Gordo, and M. Gonzalez-Gross. 2018. Palm oil and cardiovascular health: Considerations to evaluate the literature critically. *Nutricion Hospitalaria* 35 (5): 1229–42. doi: 10.20960/nh.1970.
- Ghazani, S. M. and Marangoni, A. G. 2016. Healthy Fats and Oils. İçinde: Reference Module in Food Science. Elsevier.
- Gonzalez-Diaz, A., Pataquiva-Mateus, A. and Garcia-Nunez, J.A. 2021. Recovery of palm phytonutrients as a potential market for the by-products generated by palm oil mills and refineries—A review. *Food Biosci.* 41: 100916–100933
- Gürdil, G. A. K., Kabutay, A., Selvi, K. Ç., Hrabě, P., Herák, D. and Fraňková, A. 2020. Investigation of heating and freezing pretreatments on mechanical, chemical and spectral properties of bulk sunflower seeds and oil. *Processes*, 8(4): 411.
- Hishamuddin, E., Nagy, Z.K. and Stapley, A.G. 2020. Thermodynamic analysis of the isothermal fractionation of palm oil using a novel method for entrainment correction. *J. Food Eng.* 273: 109806
- Kara, Z., (2015), Bıldırcın rasyonlarına katılan farklı yağ kaynaklarının besi performansı, karkas ve bazı kan parametreleri ile oksidatif durum üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı.
- Karabaş, H. 2013. Ülkemiz Islahçı Çeşitlerinden Remzibey-05 Aspir (*Carthamus Tinctorius L.*) Tohumlarından Üretilen Biyodizelin Yakıt Özelliklerinin İncelenmesi, *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 27,(1): 9-17.
- Kayahan, M. 2002. Yağ tüketimi ve sağlık. *Gıda Mühendisliği Dergisi.* 12: 39-47.
- Khalid, N., Khan, R.S., Hussain, M.I., Farooq, M., Ahmad, A. and Ahmed, I. 2017. A comprehensive characterisation of safflower oil for its potential applications as a bioactive food ingredient-A review. *Trends in Food Science and Technology*, 66: 176-186.
- Kıralan, S. S. ve Kıralan, M. 2017. Soğuk Pres Ayçiçeği Yağının Farklı Depolama Koşullarındaki Oksidatif Stabilitesi. *Akademik Gıda*, 15 (2): 155-162. DOI: 10.24323/akademik-gida.333672
- Kim, J., Kim, D.N., Lee, S.H., Yoo, S.H. and Lee, S. 2010. Correlation of fatty acid composition of vegetable oils with rheological behaviour and oil uptake. *Food Chemistry*, 118: 398–402.
- Kou, Y., Li, Q., Liu, X., Zhang, R. and Yu, X. 2018. Efficient Detection of Edible Oils Adulterated with Used Frying Oils through PE-film-based FTIR Spectroscopy Combined with DA and PLS. *Journal of Oleo Science*, 1–7. <https://doi.org/10.5650/jos.ess18029>
- Kuhlmann, J. 2011. Determination of bound 2,3- epoxy-1-propanol (glycidol) and bound monochloropropanediol (MCPD) in refined oils. *Eur J Lipid Sci Technol*, 113(3): 335- 44.
- Kurt, O., Çelik, N., Hacıkamiloğlu, M. S., Özyılmaz, T. ve Şenel A. A. 2017. Bazı aspir (*Carthamus tinctorius L.*) hatlarının ham yağ oranları ve yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 20 (Özel Sayı): 206-210.
- Macit, S. and Şanlıer, N. 2014. Palm oil and health. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 2(1): 13-20.

- Marangoni, F., C. Galli, A. Ghiselli, G. Lercker, C. La Vecchia, C. Maffei, C. Agostoni, D. Ballardini, O. Brignoli, P. and Faggiano. 2017. Palm oil and human health. Meeting report of NFI: Nutrition Foundation of Italy symposium. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 68(6): 643–55. doi: 10.1080/09637486.2016.1278431.
- Mba, O.I., Dumont, M. and Ngadi, M. 2015. Palm oil: Processing, characterization and utilization in the food industry – A review. *Food Bioscience*, 1: 26-45
- Moss, M.O. 1998. Recent studies of mycotoxins. Symposium series (Society for Applied Microbiology), 1467-4734.
- Muthukumar, R., Kapoor, A., Balasubramanian, S., Vaishampayan, V. and 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. ve Bakal, H. 2017. Dünya ve Türkiye’de yağlı tohum ve ham yağ üretimine bir bakış. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 20: 149-153.
- Özçakmak, S. ve Dervişoğlu, M. 2007. Fındıkta aflatoksin oluşumuna etkili faktörler, Avrupa Birliği’nin limit değerleriyle ilgili düzenlemeleri ve Türk fındığının ihracatına Etkileri, *Gıda*, 32 (1): 33- 40.
- Romanić, R., Lužaić, T., and Grgić, K. 2020. Examining the possibility of improving the properties of sunflower oil in order to obtain a better medium for the process of frying food. *In Proceedings*, 70(1): 104.
- Roundtable on Sustainable Palm Oil. 2012. <https://rspo.org/> (Erişim tarihi: 2023, Haziran 10).
- Sehgal, S. ve Sharma, V. 2021. Palm/Palm Kernel (*Elaeis Guineensis*). In: Oilseeds: Health Attributes and Food Applications. *Springer, Singapore*, pp. 145–161.
- Sezgin, M., Tezcan, H., Şahin, M., Arslan, Y., Subaşı, İ., Demir, İ. ve Koç, H. 2017. Bazı Peleminir (*Cephalaria syriaca* L.) Çeşitlerinin Türkiye’nin Farklı Ekolojik Koşullarında Verim ve Kalite Değerlerinin Belirlenmesi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 20: 192-195.
- TAGEM 2024. Bitkisel Yağlar Sektör Politika Belgesi 2020-2024.
- Taşan, M., Geçgel, Ü. and Demirci, M. 2011. Effects of storage and industrial oilseed extraction methods on the some quality and stability characteristics of crude sunflower oil (*Helianthus annuus* L.), *Grasas Aceites*, 4: 389-398.
- Turhan, S. 2011. Türk fındık yağlarının trigliserit yapılarının belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Türkiye Beslenme Rehberi (TÜBER) 2022. Sağlık Bakanlığı, Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, Sağlık Bakanlığı Yayın No:1031, Ankara.
- Türetkan, G., (2012), Ham mısır yağından enzimatik yöntemle fosfolipitlerin giderilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Var, I. and Tekin, A. 2023. Investigation of the presence of aflatoxin in sunflower and corn oils offered for consumption in the market. *GIDA*, 48 (6): 1304-1317 doi: 10.15237/ gida.GD23126

- Wang, F., D. Zhao, Y. Yang, and L. Zhang. 2019. Effect of palm oil consumption on plasma lipid concentrations related to cardiovascular disease: A systematic review and meta-analysis. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 28 (3): 495–506. doi: 10.6133/apjcn. 201909_28(3).0009
- Yadav, S. 2018. Edible oil adulterations: Current issues, detection techniques, and health hazards. *International Journal of Chemical Studies*, 6(2): 1393–1397. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.27614.745> 64
- Yalım Kaya, S. ve Yayla, F. 2023. Resmi Verilere Göre Türkiye’de Taklit ve Tağşiş Yapılan Yiyecek ve İçecekler (According to Official Data of Adulteration and Counterfeit Made in Turkey Food & Beverage). *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 8(4): 3108–3128. <https://doi.org/10.21325/jotags.2020.754>
- Yılmaz, A., Yılmaz, H., Arslan, Y., Çiftçi, V. ve Baloch, F. 2021. Ülkemizde alternatif yağ bitkilerinin durumu. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (22): 93-100.ano
- Zhang, Z., Ye, J., Lee, W. J., Akoh, C. C., Li, A. and Wang, Y. 2021. Modification of palm-based oil blend via interesterification: Physicochemical properties, crystallization behaviors and oxidative stabilities. *Food Chemistry*, 347: 129070.
- Zhou, X., Tang, L., Xu, Y., Zhou, G. and Wang, Z. 2014. Towards a better understanding of medicinal uses of *Carthamus tinctorius L.* in traditional Chinese medicine: a phytochemical and pharmacological review. *Journal of ethnopharmacology*, 151(1): 27-43.