

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Osmaniye Koşullarında Yetiştirilen Yerfıstığı Çeşitlerinden Elde Edilen Yağların Bazı Bileşimsel ve Kimyasal Özellikleri

Okşan UÇKUN¹, İhsan KARABULUT², Gökhan DURMAZ^{2*}

¹Tarım ve Orman Bakanlığı, Adana Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü, Adana, Türkiye

²İnönü Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Malatya, Türkiye

*e-posta: gokhan.durmaz@inonu.edu.tr; Tel: +90 (422) 377 4781; Fax: +90 (422) 341 0046

Öz: Osmaniye koşullarında yetiştirilen yerli ve yabancı kökenli 12 farklı yerfıstığı çeşidinin yağ oranı ve bu yağların yağ asidi bileşimi, oksidatif stabilitesi, tokoferol bileşimi, antioksidan kapasitesi ve karotenoid miktarı belirlenmiştir. Çeşitlerin % 45.5-51.6 arasında değişen oranlarda yağ içerdiği ve en yüksek yağ oranına sahip çeşidin Halisbey olduğu belirlenmiştir. Çalışılan çeşitlerden Brantley ve Batem isimli çeşitlerin yüksek oleik asitli çeşitler olduğu ve oldukça yüksek oksidatif stabiliteye sahip oldukları saptanmıştır. Yerfıstığı yağlarının α ve γ -tokoferol bakımından zengin olduğu, diğer tokoferol vitamerlerinin ise düşük düzeyde bulunduğu belirlenmiştir. FD-ABTS metoduyla yapılan antioksidan kapasite testinde, toplam tokoferol miktarına paralel sonuçlar elde edilmiş ve en yüksek antioksidan kapasiteye sahip olan çeşidin Georgia Green olduğu belirlenmiştir. Kullanılan yerfıstığı yağlarının karotenoid içeriğinin ise 1.66 ile 2.88 mg/kg arasında değiştiği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Oksidatif stabilite, Tokoferol, Yağ, Yerfıstığı

Assessment of Some Compositional and Chemical Properties of Oils Obtained from Groundnut Varieties Grown in Osmaniye Conditions

Abstract: The fat content and fatty acid composition, oxidative stability, tocopherol composition, antioxidant capacity and carotenoid content of 12 different domestic and imported groundnut varieties grown in Osmaniye conditions were determined. Cultivars were found to contain oil ranging from 45.5% to 51.6% and Halisbey was found to be the richest in oil. Brantley and Batem cultivars were found to be high oleic acid varieties and have higher oxidative stability. It has been determined that the oil samples are rich in α and γ -tocopherols and other tocopherol isomers were at low concentrations. In the antioxidant capacity test using the FD-ABTS method, parallel results were obtained with the total tocopherol content and the highest antioxidant capacity was measured in Georgia Green variety. It has been determined that the carotenoid content of the groundnut oil varies between 1.66 and 2.88 mg/kg.

Keywords: Oxidative stability, Tocopherols, Oil, Groundnut

Giriş

Yerfıstığı (*Arachis hypogaea*), baklagiller familyasından tek yıllık bir bitkidir. Ülkemizde yerfıstığı çoğunlukla çerezlik olarak tüketilmekle birlikte, Dünya ölçeğinde çerezlik tüketiminin yanı sıra yemeklik yağ üretimi ve yerfıstığı ezmesi yapımında da büyük ölçüde kullanılmaktadır (Davis ve Dean 2016). Yerfıstığı, %45-50 civarında yağ içermekte olup bu yağın yaklaşık %80'i doymamış yağ asitlerinden oluşmaktadır (Yol ve ark. 2017). Özellikle oleik asitçe zengin çeşitlerin yüksek oksidatif dayanımından dolayı, yerfıstığı yağı yemeklik yağ sanayiinde büyük önem arz etmektedir (Riveros ve ark. 2010).

Türkiye'nin yerfıstığı üretimi iklim ve toprak özellikleri dikkate alındığında olması gerekenden oldukça düşük düzeyde olup, mevcut üretim Çukurova Bölgesi ve özellikle Osmaniye ili civarında yoğunlaşmıştır (Şahin 2014). FAO 2016 verilerine göre, Dünya kabuklu yerfıstığı üretimi 43 milyon tonun üzerinde olup, en büyük üretici Çin'dir. Türkiye ise yine 2016 yılında yaklaşık 164 bin ton üretimle Dünya genelinde 28. sırada yer almaktadır (FAO, erişim tarihi; 2018). Yemeklik yağ üretimi konusunda kendi kendine yetemeyen bir ülke olarak Türkiye'nin yerfıstığı üretiminde daha iyi bir konuma gelmesi gerektiği açıktır.

Türkiye'de farklı kurumlarda çeşitli yağlı tohumların verimlerinin ve kalitelerinin artırılması, yabancı çeşitlerin ülkemiz koşullarına adaptasyonu üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Bu kapsamda yurtdışı menşeli ve ıslah çalışmaları sonucu ülkemizde üretilmiş yerfıstığı çeşitlerinin deneme üretimleri yapılmaktadır. Bu çeşitlerden elde edilecek yağın bileşimsel özelliklerinin belirlenmesi, yağlık çeşitlerin geliştirilmesi açısından önem taşımaktadır. Dolayısıyla bu

çalışmanın temel amacı, Osmaniye koşullarında yetiştirilen bazı önemli yerfıstığı çeşitlerinin yağlarının kalite özelliklerini belirlemektir. Bu amaçla, farklı yerfıstığı çeşitlerinin; yağ oranı, yağ asidi bileşimi, tokoferol ve karotenoid içeriğiyle birlikte antioksidan kapasite ve oksidatif stabilitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Bu çalışmada 2016 yılı mahsulü yerfıstığı örnekleri Osmaniye Yağlı Tohumlar Araştırma Enstitüsü deneme tarlalarından temin edilmiştir. Kullanılan çeşitler; Batem, NC-V 11, Halisbey, Sultan, Georgia Green, Wilson, Arıoğlu-2003, Polen, Brantley, Batem 5025, Osmaniye 2005 ve Florispan'dır. Çalışmada kullanılan tüm kimyasal ve solventler analitik saflıktadır ve aksi metinde belirtilmemişse Sigma-Aldrich (St. Louis. MO. ABD) firmasından temin edilmiştir.

Yağ tayini

Yerfıstığı tohumlarında yağ tayini sokselet düzeneği kullanılarak yapılmıştır. Yerfıstığı tohumları ev tipi kahve öğütücüsünde (Tefal, Türkiye) iyice öğütüldükten sonra sokselet kartuşlarına 10 g olacak şekilde tartılmış ve 200 ml petrol eteri:hegzan karışımı ile 6 saat süreyle ekstrakte edilmiştir. Çözücü, döner buharlaştırıcıda (Buchi, Almanya) uçurulduktan sonra kalıntı çözücü, azot gazı altında uçurulmuş ve yağ miktarı gravimetrik olarak belirlenmiştir.

Yağ ekstraksiyonu

Çalışmalarda örnek olarak kullanılacak yağlar ise mekanik presleme yoluyla elde edilmiştir. Bu amaçla ev tipi kahve öğütücüsünde iyice öğütülen yerfıstıkları temiz bir bez torbaya (10×30 cm) konulmuş ve hidrolik presin (Caselsan, Türkiye) krom haznesine yerleştirilerek mekanik baskıyla sızdırılan yağ toplama haznesinden alınmıştır. Katı partiküllerin çöktürülmesi için yağlar 1 gece oda sıcaklığında bekletildikten sonra 6000 rpm'de 45 dk santrifüj edilmiştir. İşlem sonunda berrak yağ kısmı alınarak amber renkli cam şişelere konulmuş ve deneylerde kullanılınca kadar azot atmosferinde +4 °C'de bekletilmiştir.

Yağ asidi bileşimi

Yerfıstığı yağı örneklerinde yağ asidi bileşimi analizi GC-FID sistemi kullanılarak yapılmıştır. Bu amaçla öncelikle yağ asitlerinin metil esterleri AOCS Ce 2-66'te (1990) tanımlandığı gibi oluşturulmuştur. Buna göre yaklaşık 40 mg yağ bir vialde tartılmış ve üzerine 3 ml 2 N KOH içeren metanol eklenmiş ve 75 °C'ye ayarlanmış etüvde 2 saat bekletilmiştir. Süre sonunda alınan vialler buzlu su içinde soğutulmuş ve üzerlerine 2 ml hegzan eklenerek çalkalanmış ve 2000 rpm hızda 10 dk santrifüjlendikten sonra üstte kalan hegzan fazı alınmıştır. Hegzan fazındaki kalıntı suyu uzaklaştırmak için 1 g susuz sodyum sülfat eklenerek çalkalanmış ve 0.22 µm'lik şırınga filtreden süzülerek GC sistemine 1 µL enjekte edilmiştir.

Çalışmada Agilent 7890A GC sistemi ve fused kapilar kolon (DB-23. 60 m × 0.25 mm i.d. 0.25 µm film kalınlıklı; J&W Scientific, Folsom, CA) ve oto enjektör (Agilent 7683B) kullanılmıştır. Analiz 1:50 split modunda gerçekleştirilmiş ve piklerin alıkonma zamanları 37 FAME karışımı kullanılarak karşılaştırmalı olarak belirlenmiştir. Her bir yağ asidinin % miktarı o yağ asidine ait pik alanının toplam pik alanına oranının hesaplanmasıyla belirlenmiştir. Sonuçlar iki analizin ortalaması olarak ifade edilmiştir.

Tokoferol analizi

Yerfıstığı yağlarında tokoferol vitamerlerinin (α , β , γ ve δ) analizi diyod array dedektör (DAD) HPLC (Shimadzu, Japonya) sistemi kullanılarak yapılmıştır. Çalışmada amino (NH₂) bağlı kolon (250×4.6. 5 µm) 30 °C'de tutulmuş ve mobil faz olarak hegzan:izopropil alkol (96:4) 1 ml/dk akış hızıyla izokratik olarak yürütülmüştür. Örnekler mobil faz içerisinde 10 kat seyreltilmiş ve 0.45 µm'lik disk filtrelerden süzüldükten sonra cihaza 10 µL enjekte edilmiş, piklerin alıkonma süreleri ve UV spektrumları dış standartlarla karşılaştırılarak kalitatif ve kantitatif analiz 292 nm'de yapılmıştır (Yılmaz ve Durmaz 2015). Sonuçlar iki analizin ortalaması olarak ifade edilmiştir.

Toplam karotenoid miktarı

Toplam karotenoid analizi spektrofotometrik yöntemle yapılmıştır. Yağlar aseton:hegzan (30:70) karışımında çözülerek 10 kat seyreltilmiş ve cam küvetle çözücüye karşı 450 nm'de absorbans ölçülmüştür (Chuang ve Brunner 2006). Kalibrasyon grafiği β -karoten kullanılarak çizilmiş ve toplam karotenoid miktarı β -karoten cinsinden verilmiştir. Sonuçlar iki analizin ortalaması olarak ifade edilmiştir.

Oksidatif stabilite

Yerfıstığı yağ örneklerinin oksidatif stabilitesi Ransimat yöntemiyle belirlenmiştir. Bu amaçla Ransimat cihazının (Methrom 892; Herisau, İsviçre) cam tüplerine yaklaşık 4 gr yağ tartılmış ve 110 °C'de 10 L/saat hava akışı kullanılarak iletkenlikteki ani yükselişin gerçekleştiği indüksiyon periyodu belirlenmiştir. Sonuçlar iki analizin ortalaması olarak ifade edilmiştir.

Toplam antioksidan kapasite

Toplam antioksidan aktivite tayini yağlarda FD-ABTS yöntemi kullanılarak yapılmıştır (Durmaz 2012). Bu amaçla 7 mM ABTS çözeltisi 2.4 mM Potasyum persülfat çözeltisi içinde hazırlanmış ve 16 saat oda sıcaklığında bekletilerek ABTS radikal katyonu elde edilmiştir. Daha sonra bu çözelti dondurularak kurutularak FD-ABTS tozu elde edilmiştir. Bu toz 2:1 Metanol:kloroform karışımı içinde çözülmüş ve absorbansı çözücüsüne karşı 0.700 ± 0.020 olacak şekilde ayarlanmıştır. Daha sonra bu çözeltinin 2.9 ml'si 0.1 ml aynı solvent karışımı içinde uygun oranlarda seyreltilmiş yağ örnekleriyle karıştırılmıştır. 10 dk inkübasyon sonrası örneklerin absorbansı cam küvet kullanılarak 751 nm'de ölçülmüş, sonuçlar α -tokoferol cinsinden hesaplanmıştır.

İstatistiksel analiz

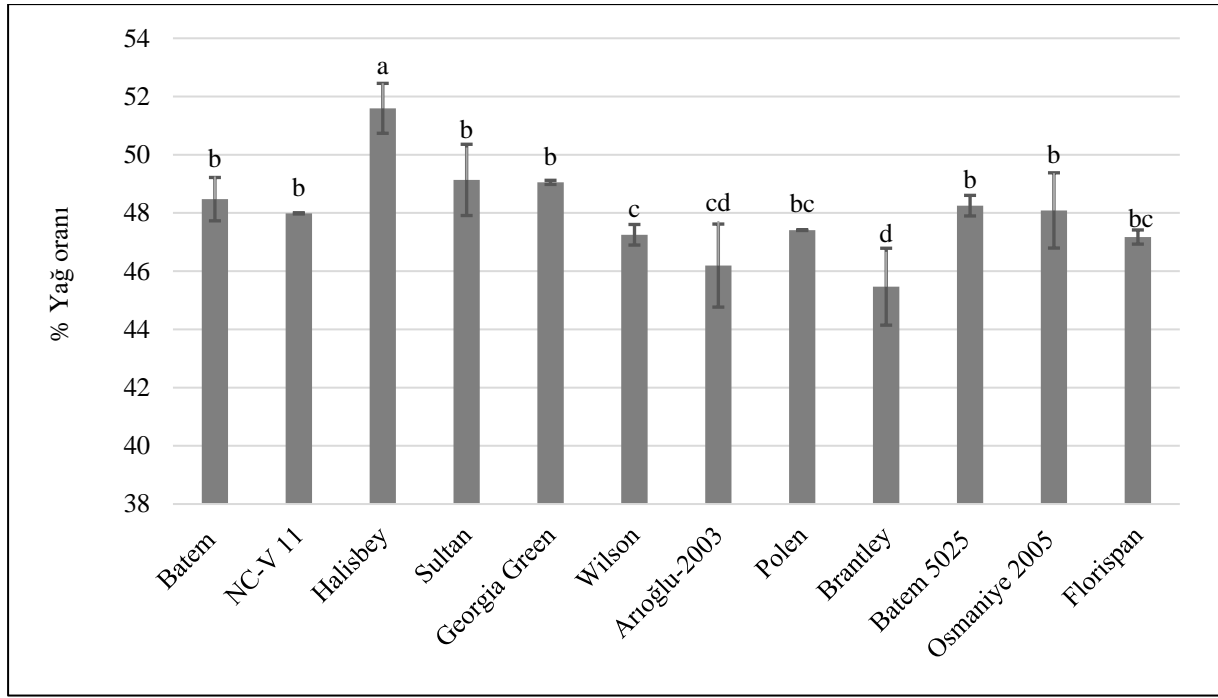
Tüm deneyler en az iki tekerrürlü olarak yapılmış olup ortalama ve standart sapmalarla birlikte verilmiştir. Ortalamaların birbirinden istatistiksel olarak farklı olup olmadığı SPPS 16.0 paket programı ve ANOVA testi (%95 güven aralığı) kullanılarak belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Yağ miktarı

Elde edilen sonuçlar, yerfıstığı örneklerinin yaklaşık % 46.5-51.6 arasında değişen yağ oranlarına sahip olduklarını göstermektedir (Şekil 1). En yüksek yağ oranı %50'den daha fazla yağ içeren tek çeşit olan Halisbey çeşidinde ölçülmüştür. Bunu, yaklaşık %49 yağ oranıyla Sultan ve Georgia Green çeşitleri takip etmektedir. Brantley çeşidi ise ortalama % 45.5 yağ içeriği ile en düşük yağ içeren çeşit olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan bazı çeşitler de dahil olmak üzere 12 yerfıstığı çeşidinin kullanıldığı başka bir çalışmada, Georgia Green çeşidinin %50 civarında yağ içeriğiyle en yüksek yağ içeren çeşit olduğu rapor edilmiştir. Halisbey çeşidinin ise %46 civarında yağ içerdiği yine aynı çalışmada bildirilmiştir (Kurt ve ark. 2016). Aynı çalışmada dekara yağ verimi de belirlenmiş ve Osmaniye 2005 çeşidinin dekara yağ verimi en yüksek çeşit olduğu belirlenmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada, Çin'de yaygın olarak yetiştirilen 17 çeşidin bileşimsel özellikleri belirlenmiş ve yağ oranının %42-57 arasında değiştiği rapor edilmiştir (Gong ve ark. 2018). Ekim sıklığının ve genotipin çeşitli kalite özelliklerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, Bocaunba ve PI 260690 çeşitleri kullanılmış ve yağ oranının uygulanan tarımsal pratiğe ve çeşide bağlı olarak %41-47 arasında değiştiği bildirilmiştir (Yılmaz 2014). Halihazırdaki bu çalışmanın sonuçları, yukarıda bahsi geçen çalışmalar da göz önüne alındığında, Türkiye koşullarında yetiştirilebilen yerfıstığı çeşitlerinin yağlık olarak kullanılabilme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.



Şekil 1. Yerfıstığı çeşitlerinin yağ oranları. Barlar üzerindeki harfler istatistiksel analiz sonucu oluşan farklı grupları temsil etmektedir (P<0.05)

Yağ asidi bileşimi

Çalışmada kullanılan yerfıstığı örneklerinin yağ asidi bileşimi Çizelge 1’de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi, oleik asit (C18:1) yerfıstığı yağlarının başlıca yağ asidi olarak belirlenmiştir. Ancak oleik asit bakımından oldukça geniş bir aralıkta değişen sonuçlar alınmıştır. Özellikle Batem ve Brantley çeşitleri %80’in üzerinde oleik asit içerdikleri için yüksek oleik asit içeren çeşitler üzere ayrı bir kategoride incelenebilir. Bu iki çeşit aynı zamanda diğer örneklerle kıyasla oldukça düşük oranda linoleik asit (C18:2) içerdikleri için ikincil yağ asitleri palmitik asit (C16:0) olarak belirlenmiştir. Bu iki çeşit dışındaki diğer örneklerin ise oleik asitten sonra en fazla içerdikleri yağ asidi linoleik asittir ve tüm çeşitler %20’den fazla linoleik asit içermektedirler. Bu yağ asitleri dışında tüm örneklerin %2.23-3.84 arasında değişen oranlarda stearik asit (C18:0), %1.21-1.74 arasında değişen oranlarda araşidik asit (C20:0), %1.00-1.31 arasında değişen oranlarda eikosenoik asit (C20:1) içerdikleri tespit edilmiştir. Behenik (C22:0) ve lignoserik asit (C24:0) ise kromatografik olarak ayrılmadıkları için toplam olarak verilmiştir ve miktarının ise %2.26-3.32 arasında değiştiği belirlenmiştir. Yapılan başka bir çalışmada, Batı Akdeniz Araştırma Enstitüsü gen kaynaklarından temin edilen 260 yerfıstığı numunesinde yapılan analizlerde, oleik asit oranının %35.3-60.9 arasında, linoleik asit oranının ise %16.1-43.6 arasında değiştiği rapor edilmiştir (Yol ve ark. 2017).

Oleik asit tekli doymamış bir yağ asididir ve gıdalarda oldukça yaygın bir şekilde bulunmaktadır. Oleik asitçe zengin beslenme ile kalp ve damar hastalıklarının görülme sıklığının azaldığına dair bilimsel bulgular vardır. Bunun yanında, yüksek oleik/linoleik asit oranları, yağların oksidatif stabilitesinin artması ve proses sırasında *trans* yağ asidi oluşumunun da azalması anlamına gelmektedir (Mondal ve ark. 2018). Yerfıstığı yağı, oleik asit bakımından orta zengin bir yağdır ancak çeşitli ıslah çalışmalarıyla elde edilen yüksek oleik asitli çeşitler de bulunmaktadır. Oleik asit:linoleik asit oranı (O/L) 1 ile 2.5 arasında değişen çeşitler normal kabul edilirken bu oran yüksek oleik asitli çeşitlerde 7 ile 40 arasında değişmektedir (Puppala ve Tallury 2014). Bu tanıma göre çalışmamızda kullandığımız Batem ve Brantley çeşitleri sırasıyla 29.9 ve 24.3 O/L oranıyla yüksek oleik asitli yerfıstığı olarak kabul edilebileceği görülmüştür. Yerfıstığı yağlarının toplam doymuş ve doymamış yağ asidi miktarlarına bakıldığında, toplam doymamış yağ asidi miktarının en fazla Batem çeşidinde gözlemlendiği ve yağ asitlerinin yaklaşık %86’sının doymamış yağ asitleri olduğu belirlenmiştir. Florispan çeşidi ise %80 doymamış yağ asidi içeriğiyle bu anlamda en düşük değeri veren çeşit olmuştur.

Çizelge 1. Farklı yerfıstığı çeşitlerinden elde edilen yağların yağ asidi bileşimleri.

Çeşit	Yağ asitleri (%)										O/L	TDyYA	TDmYA
	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C20:0	C20:1	C22:0+C24:0						
Batem	5.76 (0.19)f	3.72 (0.03)b	82.70 (0.78)a	2.44 (0.45)j	1.69 (0.04)a	1.27 (0.05)a	2.39 (0.01)f	34.0	13.6	86.4			
NC-V-11	9.04 (0.01)d	3.52 (0.03)c	59.86 (0.37)c	22.51 (0.37)h	1.65 (0.02)b	1.10 (0.16)ab	2.75 (0.15)cd	2.7	17.0	83.5			
Halisbey	9.80 (0.06)c	3.05 (0.05)e	55.45 (0.42)d	26.49 (0.36)f	1.59 (0.04)b	1.11 (0.06)b	2.58 (0.12)d	2.1	17.0	83.0			
Sultan	9.68 (0.04)c	3.32 (0.05)d	54.00 (0.18)e	27.02 (0.14)e	1.74 (0.07)a	1.06 (0.06)b	3.32 (0.04)a	2.0	18.1	82.1			
Georgia Green	10.84 (0.06)b	2.23 (0.05)f	48.84 (0.21)g	32.46 (0.21)b	1.21 (0.08)d	1.31 (0.06)a	3.10 (0.13)b	1.5	17.4	82.6			
Wilson	9.03 (0.01)d	3.00 (0.01)e	62.10 (0.33)b	21.76 (0.51)h	1.33 (0.04)d	1.09 (0.07)b	2.26 (0.05)g	2.9	15.6	85.0			
Arioğlu-2003	10.15 (0.09)b	2.82 (0.02)ef	52.43 (0.18)f	30.04 (0.40)c	1.41 (0.06)cd	1.10 (0.11)ab	2.63 (0.07)d	1.7	17.0	83.6			
Polen	9.16 (0.04)d	3.25 (0.05)d	58.10 (0.19)c	24.22 (0.30)g	1.54 (0.05)b	1.06 (0.05)b	2.69 (0.09)d	2.4	16.6	83.4			
Brantley	5.94 (0.06)f	3.84 (0.05)a	81.62 (0.42)a	3.39 (0.06)i	1.71 (0.05)a	1.26 (0.06)a	2.51 (0.03)e	24.1	14.0	86.3			
Batem 5025	8.54 (0.05)e	3.53 (0.04)c	62.52 (0.20)b	20.22 (0.30)g	1.71 (0.03)a	1.13 (0.09)ab	2.82 (0.11)c	3.1	16.6	83.9			
Osmaniye 2005	9.70 (0.04)c	2.94 (0.05)e	53.98 (0.21)e	28.52 (0.51)d	1.60 (0.09)b	1.12 (0.04)b	2.76 (0.01)d	1.9	17.0	83.6			
Florispan	12.09 (0.15)a	2.88 (0.04)e	40.26 (0.28)h	39.82 (0.45)a	1.49 (0.04)c	1.00 (0.13)b	2.95 (0.02)c	1.0	19.4	81.1			

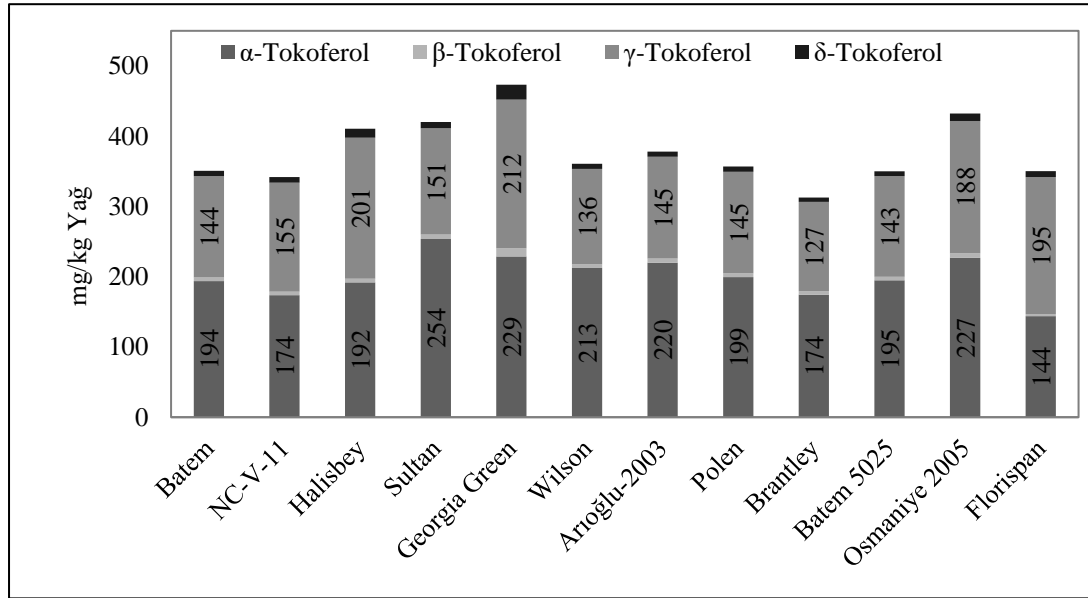
Parantez içinde gösterilen değerler standart sapmaları, harfler ise her bir sütundaki yağ asidi değerlerinin istatistiksel grubunu göstermektedir ($P<0.05$). O/L: Oleik asit/linoleik asit oranı, TDyYA: Toplam doymuş yağ asidi miktarı, TDmYA: Toplam doymamış yağ asidi miktarı.

Tokoferol miktarı

Yerfıstığı çeşitlerinden ekstrakte edilen yağlarda yapılan tokoferol analizlerinin sonuçları Şekil 2’de görülmektedir. Yerfıstığı yağlarında, çeşide bağlı olarak α veya γ -tokoferolün başlıca tokoferol vitameleri olduğu belirlenmiştir. Çalışılan örneklerden yalnızca Halisbey ve Florispan çeşitlerinde γ -tokoferol en yüksek düzeyde bulunan tokoferol vitameryken, diğer çeşitlerde α -tokoferolün en yüksek düzeyde bulunduğu belirlenmiştir. β ve δ -tokoferolün ise önemsiz düzeylerde bulunduğu belirlenmiştir. Georgia green, Sultan ve Osmaniye 2005 çeşitlerinin toplam tokoferol miktarı bakımından diğer örneklere göre daha zengin bir içeriğe sahip olduğu görülmektedir. En düşük toplam tokoferol miktarı ise Brantley çeşidinde ölçülmüştür.

Tokoferoller bitkisel yağlarda bulunan en önemli antioksidan bileşenlerdir. Aynı zamanda E vitamini olarak da görev yapan tokoferoller hem yağların oksidatif stabilitesini olumlu yönde etkilemeleri hem de buldukları yağın biyolojik aktivitesini artırmaları bakımından önemlidir (Jiang 2014).

Farklı metotlarla kavrulan yerfıstıklarından elde edilen yağların tokoferol düzeyinin araştırıldığı bir çalışmada başlıca tokoferollerin %90-93’ünün α ve γ vitameleri olduğu, α -tokoferol’ün miktarının γ -tokoferole göre 1.28-1.55 kat daha fazla olduğu rapor edilmiştir (Shi ve ark. 2018). Başka bir çalışmada ise kuru haşlamanın yerfıstığı yağının oksidatif stabilitesine etkisi araştırılmış ve γ -tokoferolün miktarı 250 mg/kg civarında α -tokoferolün ise 190 mg/kg civarında bulunduğu tespit edilmiştir (De Camargo ve ark. 2016). Bu çalışmada örnek olarak kullandığımız bazı çeşitlerin de arasında olduğu, Çukurova Üniversitesi Tarla Bitkileri Bölümü deneme tarlalarından temin edilen örneklerin tokoferol içerikleri belirlenmiştir. Mevcut çalışmadan farklı olarak tokoferollerin yağ içerisindeki miktarı değil de tohumdaki oranının verildiği çalışmada Brantley çeşidinin en zengin tokoferol içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir. Bunu Wilson ve NC-7 çeşitlerinin izlediği ve çeşitlerin çoğunda γ -tokoferolün α -tokoferole oranla daha fazla olduğu, β ve δ -tokoferolün ise düşük miktarlarda bulunduğu tespit edilmiştir. Yine aynı çalışmada, mevcut çalışmadan oldukça farklı olarak, Georgia Green isimli çeşidin toplam tokoferol miktarının çalışılan diğer çeşitlere kıyasla düşük olduğu ifade edilmiştir (Onat 2018). Bu farklılıklar, uygulanan zirai uygulamaların farklılığından ve çevresel etkilerden veya analitik uygulamalardaki farklılıklardan kaynaklanmış olabilir. Adı geçen bu çalışmada, ters faz HPLC yöntemiyle 4 tokoferol vitamini ayrımının yapıldığı ifade edilmiş olması dikkat çekmektedir. Ancak çalışmada uygulanan tokoferol analiz yöntemi sadece α -tokoferol için uygulanan bir yöntemdir ve bu koşullarda dört tokoferol izomerinin ayrımının yapılmasının mümkün olmayacağı iyi bilinmektedir (Fanali ve ark. 2017).

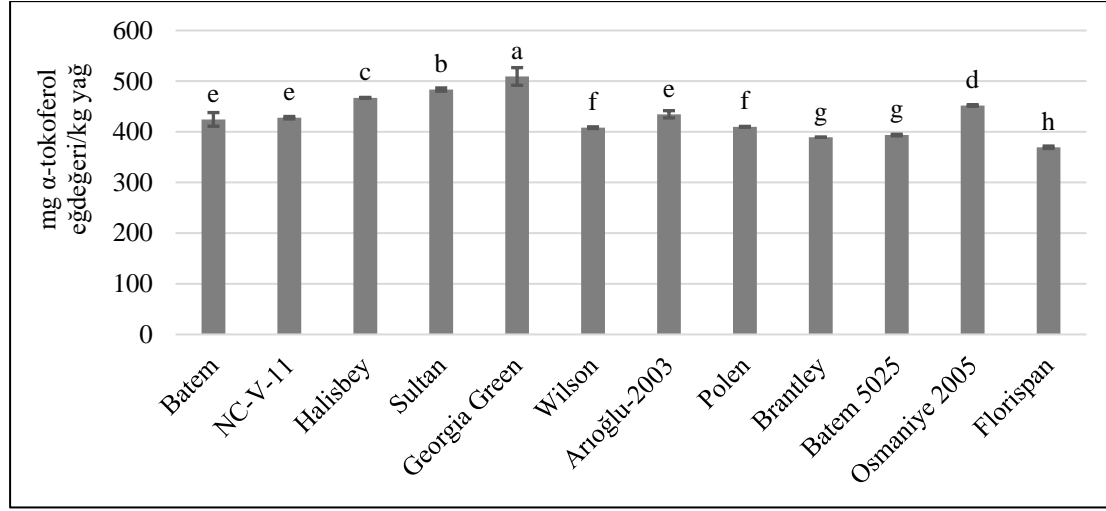


Şekil 2. Farklı yerfıstığı çeşitlerinden elde edilen yağların tokoferol bileşimi.

Antioksidan kapasite

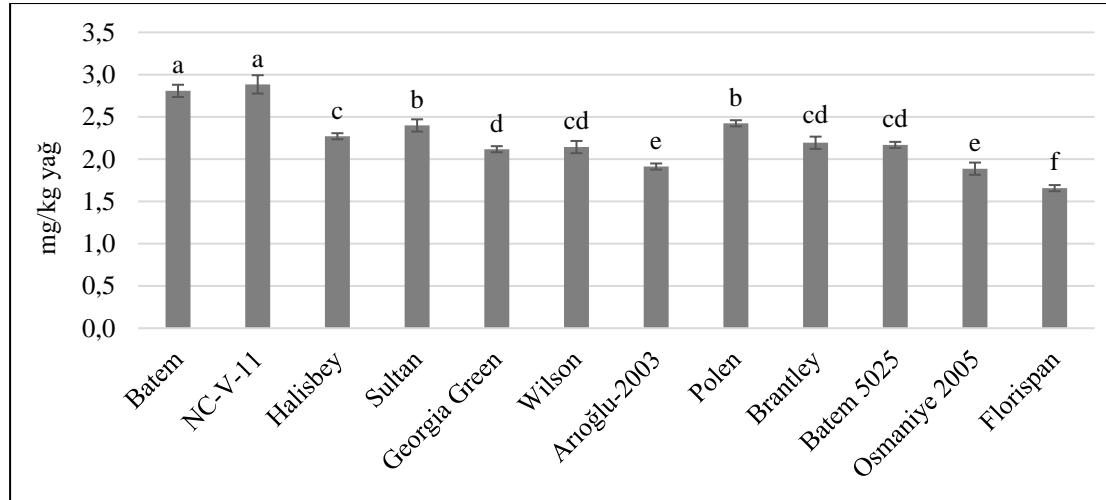
Bu çalışmada yerfıstığı yağı örneklerinin antioksidan kapasitesi FD-ABTS direkt ölçüm yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Direkt ölçümün, ekstraktlarda yapılan antioksidan kapasite ölçümlerine göre en önemli üstünlüğü, yağ örneği içindeki tüm antioksidan bileşenlerin elde edilen sonuca etki edebilmesidir. Oysaki ekstraksiyon yöntemlerinde çoğunlukla su-alkol karışımları yardımıyla sıvı-sıvı ekstraksiyonu yapılmakta ve çoğunlukla fenolik bileşikler gibi polar karakterli antioksidanlar alınmakta, tokoferoller ise büyük oranda ekstrakte edilemedikleri için

sonuca etki edememektedirler. Nitekim elde edilen sonuçlar incelendiğinde, toplam tokoferol miktarı ile Şekil 3’de verilen antioksidan kapasite sonuçları arasında yüksek sayılabilecek bir korelasyon olduğu görülmektedir ($R^2=0.8$).



Şekil 3. Farklı yerfıstığı çeşitlerinden elde edilen yağların antioksidan kapasitesi. Barlar üzerindeki harfler istatistiksel analiz sonucu oluşan farklı grupları temsil etmektedir ($P<0.05$).

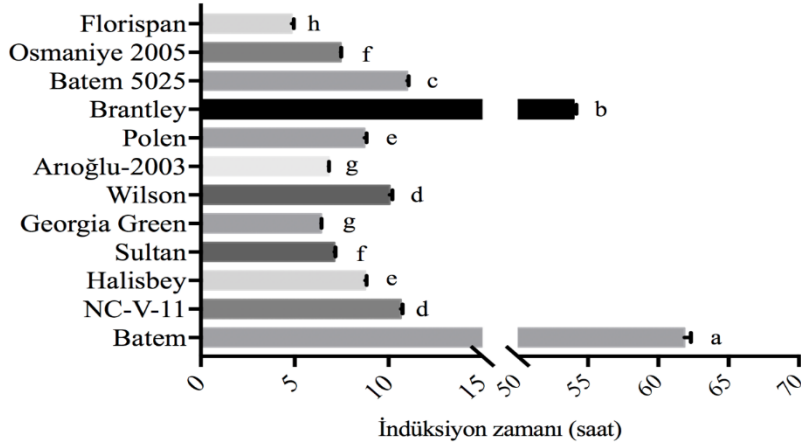
Örneklerin antioksidan kapasitesinin 369-509 mg α-tokoferol eşdeğeri/kg yağ aralığında değiştiği belirlenmiştir. Yerfıstığı yağlarının antioksidan kapasitesinin karşılaştırmalı olarak belirlendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak yerfıstığı yağı, posası ve ezmesinin antioksidan kapasitesinin DPPH (1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazine) serbest radikal yöntemiyle belirlendiği bir çalışmada, yerfıstığı ürünlerinin yüksek antioksidan kapasitesinin çoğunlukla tokoferollerden kaynaklandığı ifade edilmiştir (Nile ve Park 2013).



Şekil 4. Farklı yerfıstığı çeşitlerinden elde edilen yağların toplam karotenoid içerikleri. Barlar üzerindeki harfler istatistiksel analiz sonucu oluşan farklı grupları temsil etmektedir ($P<0.05$).

Toplam karotenoid miktarı

Karotenoidler gerek gıdalara karakteristik rengini vermeleri gerekse de antioksidan ve A vitamini aktivitelerinden dolayı önemli biyoaktif bileşenlerdir. Yağlara özgü sarımtırak renk çoğunlukla karotenoidlerden kaynaklanmaktadır. Şekil 4’de yerfıstığı yağı örneklerinin toplam karotenoid içeriği görülmektedir. NC-V-11 ve Batem çeşitlerinin en yüksek, Florispan çeşidinin ise en düşük karotenoid içeriğine sahip olduğu görülmektedir. Örneklerin toplam karotenoid içeriği 1.66 ile 2.88 mg/kg yağ aralığında değiştiği görülmektedir. Yağlı tohumlardaki karotenoidlerin araştırıldığı bir çalışmada yerfıstığında β-karoten miktarının 0.12 mg/kg olduğu rapor edilmiş ve yerfıstığının karotenoidlerce fakir bir tohum olduğu vurgulanmıştır (Bhatnagar-Panwar ve ark. 2015).



Şekil 5. Farklı yerfıstığı çeşitlerinden elde edilen yağların oksidatif stabilite değerleri. Barlar üzerindeki harfler istatistiksel analiz sonucu oluşan farklı grupları temsil etmektedir ($P < 0.05$).

Oksidatif stabilite

Yağların raf ömrünü belirleyen en önemli unsur oksidatif stabilitedir (Bozkurt ve Baştürk, 2018). Ayrıca kızartmalık yağların yüksek oksidatif stabiliteye sahip olmaları beklenmektedir (Choe ve Min 2007). Bu çalışmada kullanılan yerfıstığı yağlarının Ransimat cihazıyla ölçülen indüksiyon periyotları Şekil 5’de görülmektedir. Grafikte görüldüğü gibi Brantley ve Batem çeşitleri diğer çeşitlerden çok daha uzun indüksiyon periyoduna yani daha yüksek oksidatif stabiliteye sahip oldukları belirlenmiştir. Bu yüksek stabilitenin muhtemel sebebi, bu çeşitlerin yüksek oleik ve düşük linoleik asit içeriğine sahip olmalarıdır. Normal oleik çeşitler arasında ise NC-V 11, Wilson ve Batem 5025 çeşitleri nispeten yüksek oksidatif stabilite ile öne çıkmaktadır. Yapılan literatür taramasında, yerfıstığı çeşitlerinin yağlarının oksidatif stabilitesinin karşılaştırmalı olarak belirlendiği bir çalışmaya rastlanamamıştır. Ancak yüksek ve normal oleik asitli çeşitlerin karşılaştırıldığı bir çalışmada, yüksek oleik asitli çeşidin aktif oksijen metodu (AOM) ile yapılan analizde indüksiyon periyodu 69 saat iken normal oleik asitli çeşidin ise 7.3 saat olduğu belirlenmiştir (O’Keefe ve ark. 1993). Daha önce de değinildiği gibi yüksek oleik asitli çeşitler, oksidatif bozulmalara karşı dayanımları bakımından geleneksel çeşitlere göre çok daha avantajlıdır ve bundan dolayı da endüstriyel uygulamalarda ve kızartmalık olarak kullanım bakımından tercih edilmektedir (Derbyshire 2014).

Sonuç

Türkiye’de çok daha geniş alanlarda tarımının yapılması mümkün olan yerfıstığı, günümüzde nispeten dar bir alanda yetiştirilmektedir. Yetiştirilen bu yerfıstıkları ise neredeyse tamamen çerezlik olarak kullanılmaktadır. Yağlık bitki yetiştiriciliği konusunda çok iyi bir konumda olmayan Türkiye’nin, ithalat yükünü azaltması için farklı yağlı tohumlara yönelmesi gerekmektedir ve yerfıstığı yağı bu anlamda büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmanın sonuçları, gerek yağ oranları ve gerekse de bu yağın kalite özellikleri bakımından Türkiye’de yetiştirilebilen yerli ve yabancı kökenli çeşitlerin yağlık olarak kullanılabilir potansiyelleri olduğunu göstermektedir. Özellikle yüksek oleik asitli çeşitlerin geleneksel olanlara kıyasla çok daha yüksek oksidatif stabiliteye sahip olmaları, bu çeşitlerin endüstriyel boyutta işlenmesi noktasında ciddi bir avantaja sahip olduklarını göstermektedir.

Teşekkür

Yazarlar olarak, bu çalışmaya örnek temini noktasında destek veren Tarım ve Orman Bakanlığı, Osmaniye Yağlı Tohumlar Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü’ne teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- AOCS (1990). Official method Ce 2-66. Official and Tentative Methods of the American Oil Chemists’ Society.
- Bhatnagar-Panwar M, Bhatnagar-Mathur P, Bhaaskarla VV, Dumbala SR, Sharma KK (2015). Rapid, accurate and routine HPLC method for large-scale screening of pro-vitamin A carotenoids in oilseeds. *Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology*. 24:84–92.
- Bozkurt F, Baştürk A (2018). Farklı Depolama Sıcaklıklarının Kahvaltılık ve Mutfak Margarinlerinin Oksidatif Stabilite Üzerine Etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 28: 103-111. doi: 10.29133/yyutbd.385607

- Choe E, Min DB (2007). Chemistry of Deep-Fat Frying Oils. *Journal of Food Science* 72: 77–86. doi: 10.1111/j.1750-3841.2007.00352.x
- Chuang M-H, Brunner G (2006). Concentration of minor components in crude palm oil. *The Journal of Supercritical Fluids*. 37:151–156. doi: 10.1016/j.supflu.2005.09.004
- Davis JP, Dean LL (2016). Peanut Composition, Flavor and Nutrition. *Peanuts*. 289–345. doi: 10.1016/B978-1-63067-038-2.00011-3
- De Camargo AC, Regitano-d'Arce MAB, de Alencar SM, Canniatti-Brazaca SG, de Souza Vieira TMF, Shahidi F (2016). Chemical Changes and Oxidative Stability of Peanuts as Affected by the Dry-Blanching. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 93: 1101–1109. doi: 10.1007/s11746-016-2838-1
- Derbyshire EJ (2014). A review of the nutritional composition, organoleptic characteristics and biological effects of the high oleic peanut. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 65(7): 781-90. <http://dx.doi.org/10.3109/096374862014937799>. doi: 10.3109/09637486.2014.937799
- Durmaz G (2012). Freeze-dried ABTS+ method: A ready-to-use radical powder to assess antioxidant capacity of vegetable oils. *Food Chemistry*. 133: 1658–1663. doi: 10.1016/j.foodchem.2012.02.064
- Fanali C, D'Orazio G, Fanali S, Gentili A (2017). Advanced analytical techniques for fat-soluble vitamin analysis. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 87: 82–97. doi: 10.1016/J.TRAC.2016.12.001
- FAO (2018). *FAO statistics*.
- Gong A, Shi A, Liu H, Yu H-W, Liu L, Lin W-J, Wang Q (2018). Relationship of chemical properties of different peanut varieties to peanut butter storage stability. *Journal of Integrative Agriculture*. 7(5): 1003–1010. doi: 10.1016/S2095-3119(18)61919-7
- Jiang Q (2014). Natural forms of vitamin E: metabolism, antioxidant, and anti-inflammatory activities and their role in disease prevention and therapy. *Free Radical Biology and Medicine*. 72: 76–90. doi: 10.1016/J.FREERADBIOMED.2014.03.035
- Kurt C, Bakal H, Güllüoğlu L, Onat B, Arıpğlu H (2016). Çukurova Bölgesinde İkinci Ürün Koşullarında Bazı Yerfıstığı Çeşitlerinin Önemli Agronomik ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 11(1): 112–119. <http://dergipark.gov.tr/sduzfd/issue/29586/317402>.
- Mondal S, Nazareth J, Bhad PG, Badigannavar AM (2018). Isolation of High Oleate Recombinants in Peanut by Near Infra-Red Spectroscopy and Confirmation With Allele Specific Polymerase Chain Reaction Marker. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 95: 113–121. doi: 10.1002/aocs.12012
- Nile SH, Park SW (2013). Fatty Acid Composition and Antioxidant Activity of Groundnut (*Arachis hypogaea* L.) Products. *Food Science and Technology Research*. 19: 957–962. doi: 10.3136/fstr.19.957
- O'Keefe SF, Wiley VA, Knauff DA (1993). Comparison of oxidative stability of high- and normal-oleic peanut oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 70: 489–492. doi: 10.1007/BF02542581
- Onat B (2018). The determination of Tocopherol composition of some peanut cultivars grown in main crop growing conditions in Cukurova Region. *Acta Biologica Turcica*. 31: 62–68
- Puppala N, Tallury SP (2014). Registration of 'NuMex 01' High Oleic Valencia Peanut. *Journal of Plant Registrations* 8(2): 127. doi: 10.3198/jpr2013.11.0070crc
- Riveros CG, Mestrallet MG, Gayol MF, Quiroga PR, Nepote V, Grosso NR (2010). Effect of storage on chemical and sensory profiles of peanut pastes prepared with high-oleic and normal peanuts. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 90(15): 2694–2699. doi: 10.1002/jsfa.4142
- Shi X, Dean LO, Davis JP, Sandeep KP, Sanders TH (2018). The effects of different dry roast parameters on peanut quality using an industrial belt-type roaster simulator. *Food Chemistry*. 240: 974–979. doi: 10.1016/J.FOODCHEM.2017.07.130
- Şahin G (2014). Groundnut (*Arachis Hypogaea* L.) Cultivation in Türkiye and Osmaniye Peanut as a Geographical Indication. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*. 13:619–644. doi: 10.21547/jss.256812
- Yılmaz HA (2014). The Effect of Different Plant Densities of Two Peanut Genotypes (*Arachis hypogaea* L.) on Yield, Yield Components, Oil and Protein Content. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 23: 299–308. <http://dergipark.gov.tr/tbtkgagriculture/issue/11666/138980>.
- Yılmaz MA, Durmaz G (2015). Mulberry Seed Oil: a Rich Source of δ -Tocopherol. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 92(4): 553–559. doi: 10.1007/s11746-015-2627-2
- Yol E, Ustun R, Golukcu M, Uzun B (2017). Oil Content, Oil Yield and Fatty Acid Profile of Groundnut Germplasm in Mediterranean Climates. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 94(6): 787–804. doi: 10.1007/s11746-017-2981-3