



BİTKİSEL YAĞLAR

Temel besin maddelerinden olan ve insan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan yağlar insan organizması için gerekli olan ve insanların yaşamsal faaliyetlerinin sürdürülebilmesinde beslenme zinciri içerisinde mutlaka yer alması gereken ana besin maddelerindedir.

Yağlar insan vücudundaki hücre, doku ve organların yapılarında yer aldıklarından, yaşamın sürdürülebilmesi ve vücudun değişik işlevlerini sağlıklı bir şekilde yerine getirebilmesi için, mutlaka alınması gereken besin öğeleridir.

Kimyasal olarak yağ asitlerinin trigliseridleri olarak bilinen yağlar; (3 yağ asidi+Gliserin=Yağ) ;

- Canlının anatomik yapısının oluşum ve korunmasındaki önemli işlevleri yanında, vücudun estetik görünümünü de olumlu yönde etkilerler.
- Vücut sıcaklığının ve suyunun korunmasında, izolator olarak görevleri vardır.
- Vücuda alınan gereksinim fazlası enerji, gerektiğinde kullanılmak üzere en enerji yoğun olarak yağ formunda depolanmaktadır.
- Sindirilmeleri diğer besin öğelerine kıyasla daha uzun sürdüğünden, canlılarda daha uzun süreli bir tokluk hissi yaratırlar.
- Yağda çözünen provitaminler ve vitaminler yanında, seksüel hormonların sentezlendiği steroidler, kimi enzimler, antioksidan etkideki terpen, glikozit ve alkolit yapısındaki kimi aktif maddeler, kimi metallerle (iyot, mangan, demir, çinko, bakır, fosfor ve kalsiyum) bunların metaloitleri için taşıyıcılık görevi yaparlar.
- A,D,E,K gibi yağda çözünen vitaminleri içerirler. (Bitkisel yağlar E vitamini ihtiyacının ¾ ünü karşılar)
- Ayrıca hayvansal organizmada sentezlenemeyen esas yağ asitleri gibi kimi elzem bileşikler için de, yegane kaynak durumundadırlar.
- Bilinen besin öğeleri içinde, içerdikleri yağ asitlerinin zincir uzunluğuna bağlı olarak, 9.1-9.7 (ortalama 9.3) kcal/g'lık enerjiye sahip olmaları nedeniyle, yakıldıklarında vücut ısısı için önemli bir enerji kaynağıdırlar.
- Ayrıca beslenme açısından, yağlar iştah açıcı bir etkiye de sahiptirler, yemeklere lezzet ve tat kazandırırlar.

Sayılan tüm bu özellik ve işlevler dikkate alındığında, pek çok otorite ve araştırmacı tarafından özet olarak vurgulandığı gibi, yağların canlı yaşamındaki temel işlevleri, "Yağ tüketimi olmaksızın, insanın yaşamını sürdürmesi olanaksızdır." şeklinde vurgulanabilir.

1-Ayçiçek yağı

Ayçiçek yağı, yağ oranı %39-45 arasında değişen *Helianthus annuus* bitkisinin tohumlardan elde edilen bir yağdır. Ayçiçek tohumunun bazı bileşenleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Ayçiçek tohumunun bazı bileşenleri (Yazıcıoğlu, Karaali 1983)

Kabuk %	26 - 35
İç %	65 - 74
Nem %	6 - 11
Yağ %	39 - 45

Dünya'da ayçiçeği ekimi yapılan başlıca ülkeler; Rusya, Ukrayna, Arjantin, Macaristan, Fransa, İspanya, Hindistan ve Türkiye'dir. Ülkemizde toplam likit yağ tüketiminin yaklaşık %75'ini ayçiçek yağı teşkil etmekte ve doymuş yağ asitleri oranının yüksek olması nedeni ile de insan beslenmesinde önemi bulunmaktadır.

Sıvı olarak ve margarin hammaddesi katı yağ üretiminde yaygın kullanım alanı bulan ayçiçek yağı açık sarı renkli, rafine edilerek kullanılabilen bir yağdır. Ayçiçek yağının bazı karakteristik özellikleri Tablo 2'de görülmektedir.

Tablo 2. Ayçiçek yağının bazı karakteristik özellikleri (Swern 1982)

Analizler	Değerler
Özgül ağırlık, 25°C	0.915 - 0.919
Kırılma indeksi, 25°C	1.472 - 1.474
İyot sayısı	125 - 136
Sabunlaşma sayısı	188 - 194
Sabunlaşmayan madde miktarı, %	%1.5

Tablo 3'de de görüldüğü gibi, ayçiçek yağı %15 doymuş, %85 doymamış yağ asidi içermekte, doymamış yağ asitlerinin %14-43'ünü oleik asit, %44-75'ini linoleik, en fazla %0.7'sini de linolenik asit oluşturmaktadır.

Tablo 3. Ayçiçek yağının yağ asidi kompozisyonu (Swern 1982)

Analiz	Değerler
Yağ asitleri (% ağırlık)	
Palmitik	3 - 6
Stearik	1 - 3

Oleik	14 - 43
Linoleik	44 - 75
Linolenik	< 0.7
Araşidik	0.6 - 4

Ayçiçek yağı; %0.025-0.031 hidrokarbonlar, %0.542-0.584 steroller, %0.008-0.044 vakslar olmak üzere sabunlaşmayan maddeleri içermektedir. Toplam tokoferol içeriği ise yaklaşık 640 mg/kg yağ olup, tokoferollerin %96'sını α -tokoferol oluşturmaktadır.

Yağların önemli fiziksel özelliklerinden biri viskozitedir. Viskozite kısaca bir akışkanın iç direnci nedeniyle akışa karşı koyması olarak tanımlanabilir. Genel olarak düşük molekül ağırlıklı yağ asitlerini içeren yağların viskozitesi, doymamışlık derecesi aynı olan yüksek molekül ağırlıklı yağ asitlerini içeren yağlardan daha düşüktür. Diğer yandan, yüksek sıcaklığa uzun süre maruz kalan yağlarda polimerize ürünlerin oluşması, yağın viskozitesini arttırmaktadır. Bir yağın doymamışlık derecesinin artması da viskoziteyi düşürmektedir.

2-Mısırözü yağı

Mısırözü yağı, Graminae familyasından Zea mays mısır tanelerinin rüşeyminden elde edilen bir yağdır. Nişasta ve glukoz şurubu üretimi sırasında yan ürün olarak rüşeymden mısırözü yağı da elde edilmektedir.

Türkiye'de mısırözü yağı tüketimi toplam sıvıyağ pazarı içinde yaklaşık %12-14'lük pay ile ayçiçeği ve zeytinyağından sonra üçüncü sırada yer almaktadır. Özellikle son yıllarda bitkisel kaynaklı sıvı yağlar arasında talebi en hızlı artan yağ da mısırözü yağıdır. Mısırözü yağı tüketiminin %80'i kentsel nüfus tarafından gerçekleştirilmektedir.

Tablo 4'de de görüldüğü gibi mısır rüşeyminin yağ içeriği %17, protein içeriği %12 civarındadır.

Tablo 4. Mısır rüşeyminin kimyasal bileşimi (Yazıcıoğlu, Karaali 1983)

Su %	11.9
Protein %	12.0
Yağ %	17.0
Azotsuz ekstrakt %	48.8
Ham lifler %	5.5
Kül %	5.0

Mısırözü yağının bazı karakteristik özellikleri ise Tablo 5'de görülmektedir.

Tablo 5. Mısırözü yağının bazı karakteristik özellikleri

Analizler	Değerler
-----------	----------

Özgül ağırlık, 25° C	0.915 - 0.920
Kırılma indeksi, 25° C	1.470 - 1.474
İyot sayısı	103 - 128
Sabunlaşma sayısı	187 - 193
Sabunlaşmayan madde miktarı, %	%1.1 - 2.0

Mısırözü yağı, %19-49 arasında değişen oleik asit, %34-62 arasında değişen linoleik asit içeriği ile oleik-linoleik grubu yağlar arasında yer almaktadır. Başlıca doymuş yağ asidi ise yaklaşık %10 ile palmitik asittir (Tablo 6).

Tablo 6. Mısırözü yağının yağ asidi kompozisyonu (Swern 1982)

Analiz	Değerler
Yağ asitleri (% ağırlık)	
Miristik	0.2 - 1.7
Palmitik	8.0 - 12.0
Palimitoleik asit	0.2 - 1.6
Stearik	2.0 - 5.0
Oleik	19 - 49
Linoleik	34 - 62

Mısırözü yağının trigliserid yapısının önemli kısmını ise 40, 42, 44, 46 ve 48 karbonlu trigliseridler oluşturmaktadır.

Ham mısırözü yağı diğer bitkisel kaynaklı yağlarla karşılaştırıldığında önemli miktarda fosfatidleri (%1-3), steroller (en az %1) ve serbest yağ asitlerini (en az %1.5) içermektedir.

Oksidatif stabilitesi yüksek olan mısırözü yağının sabunlaşmayan maddeleri arasında yer alan önemli bir bileşen ise tokoferollerdir (%0.1). Tokoferollerin büyük kısmını 60.3 mg/100g yağ ile x-tokoferol oluşturmaktadır.

3- Kolza yağı

Kolza yağı, Cruciferae familyasından Brassica napus ve campestris tohumlarından elde edilen bir yağdır. Kolza bitkisi toprak ve iklim koşulları bakımından fazla seçici olmadığı için ziraatı bütün Dünya'da yapılabilmektedir. Kolza tohumu üretiminin en yaygın olduğu ülkeler Çin, Hindistan, Pakistan, Japonya, İsveç, Polonya, Almanya, Şili, Fransa ve Kanada'dır.

Kolza tohumlarının yağ miktarı % 40-45 arasında değişmektedir. Kolza tohumunun bileşimi Tablo 7' de verilmiştir.

Tablo 7. Kolza tohumunun bileşimi

Su	%	5.4 - 7.2
Yağ	%	40 - 45

Protein %	19 - 20
Azotsuz ekstrakt %	16.8 - 20.7
Ham lifler %	4.4 - 5.9
Kül %	3.5 - 4.5

Genel olarak kolza yağı, %20-55 gibi yüksek orandaki erüsik asit içeriği ile bilinen bitkisel kaynaklı bir yağ çeşididir. Ancak tohum ıslah çalışmaları ile erüsik asit içeriği %0.1 değerine kadar düşürülebilmektedir. Bu tohumlardan elde edilen yağlar kanola yağı (canola oil) olarak bilinmektedir. Kanola tohumu sifıra yakın erüsik asit içeriği ve %41 yağ içeriği ile ayçiçeğine yakın bir tohumdur. Yüksek ve düşük erüsik asitli kolza yağlarının bazı karakteristik özellikleri Tablo 8'de verilmiştir.

Erüsik asit yağları grubu içinde incelenen düşük ve yüksek erüsik asitli kolza yağlarının yağ asidi kompozisyonları Tablo 9'da verilmiştir. Kolza yağının toplam doymuş yağ asidi içeriği %5.4 - 9.5, toplam doymamış yağ asidi içeriği ise %90.5-94.2 arasında değişmektedir. Düşük erüsik asitli kolza yağlarının bileşiminde yer alan en önemli yağ asitleri ise oleik ve linoleik asitlerdir.

Tablo 8. Kolza yağının bazı karakteristik özellikleri (Swern 1982)

Analizler	Değerler	
	Yüksek erüsik a.	Düşük erüsik a.
Özgül ağırlık, 25°C	0.906 - 0.914	0.916 - 0.917
Kırılma indeksi, 25°C	1.470 - 1.474	1.470 - 1.474
Viskozite (c.pas, 50°C)		17
Lovibond sarı renk değeri (5 ¼")	30 - 40	30 - 40
Lovibond kırmızı renk değeri (5 ¼")	4 - 5	4 - 5
Lovibond mavi renk değeri (5 ¼")	2 - 4	2 - 4
İyot sayısı	97 - 108	110 - 131
Sabunlaşma sayısı	170 - 180	188 - 193
Sabunlaşmayan madde miktarı, %	< 1.5	< 2.0

Tablo 9. Düşük ve yüksek erüsik asitli kolza yağlarının yağ asidi kompozisyonları

Analizler	Değerler	
	Yüksek erüsik a.	Düşük erüsik a.
Yağ asitleri (% ağırlık)		
Miristik	<1.2	0.9 - 1.2
Palmitik	3 - 4.9	4.5 - 6.0
Stearik	1.1 - 2.0	1.5 - 2.0
Oleik	14.3 - 33.5	48.3 - 60.7
Linoleik	11.4 - 13.6	18.8 - 22.0
Linolenik	4.7 - 23.3	9.3 - 10.8

Eikosenoik asit	0.8 - 13.5	0.4 - 4.3
Erüsik asit	20.1 - 54.2	0.1 - 5.1

4 - Soya Yağı

Soya yağı, *leguminosae* familyasından *Glycine max* türlerinin tohumlarından elde edilir. Soya ziraatinin yaygın olarak yapıldığı başlıca ülkeler Amerika, Brezilya, Arjantin, Çin ve Japonya' dır. Soya yağının ülkemizde ayçiçeği yağının liderliğinin sürdürdüğü sıvı yağ pazarı içindeki payı ise %1' den daha düşüktür.

Soya tohumunun kimyasal bileşiminin verildiği Tablo 10' da da görüldüğü gibi, protein içeriği (%40) yüksek olan küspesi için ekimi yapılan soya tohumunda %18-20 oranında yağ bulunmaktadır.

Tablo 10. Soya tohumunun bileşimi (Yazıcıoğlu, Karaali 1983)

Su	%	5.0 - 9.2
Yağ	%	18 - 20
Protein	%	30 - 40
Karbonhidratlar	%	18.8 - 31.3
Ham lifler	%	4.7 - 6.3
Kül	%	3.3 - 6.5
Lesitin	%	0.6 - 1.5

Sıvı olarak ya da margarin hammaddesi katı yağ üretiminde kullanılan soya yağının bazı karakteristik özellikleri Tablo 11' de görülmektedir.

Tablo 11. Soya yağının bazı karakteristik özellikleri (Swern)

Analizler	Değerler
Özgül ağırlık, 25°C	0.917 - 0.921
Kırılma indeksi, 25°C	1.470 - 1.476
İyot sayısı	120 - 141
Sabunlaşma sayısı	185 - 195
Sabunlaşmayan madde miktarı, %	<1.5

Soya yağı %4-11 linolenik, %44-62 linoleik asit içeriği ile linolenik grubu yağlar arasında yer almaktadır. Soya yağının toplam doymuş yağ asidi içeriği ise %9-20

arasında değişmektedir. Soya yağının yağ asidi kompozisyonu Tablo 12' de görülmektedir.

Tablo 12. Soya yağının yağ asidi kompozisyonu (Swern 1982)

Analizler	Değerler
Yağ asitleri (% ağırlık)	
Miristik	< 0.5
Palmitik	7 - 14
Palmitoleik	< 0.5
Stearik	1.4 - 5.5
Oleik	19 - 30
Linoleik	44 - 62
Linolenik	4 - 11

Soya yağı triterpenler, steroller ve tokoferoller gibi yağın sabunlaşmayan bileşenlerini değişik oranlarda içermektedir. Nötr soya yağının %0.06 triterpenleri ve %0.42 sterollerini içerdiği, rafine soya yağının toplam tokoferol içeriğinin ise 600- 1000mg/kg yağ olduğu belirtilmektedir. Ancak yüksek orandaki tokoferol içeriğine rağmen, %4-11 arasında değişen linolenik asit miktarı soya yağının oksidatif stabilitesini düşürmektedir. Rafine soya yağının indüskiyon periyodu (AOM) 5.5 saat olarak belirlenmiştir. Ham soya yağının oksidatif stabilitesi ise daha yüksektir.

5 - Pamuk Yağı

Pamuk yağı ; *Gossypium hirsutum* (Amerikan) veya *Gossypium barbadense* (Mısır) tohumlarından elde edilen, karakteristik tadı ve kokusu olan, oldukça koyu renkli (kırmızı-kahverengi) bir yağdır. Ülkemizde pamuk yağı genellikle margarin hammaddesi katı yağ üretiminde kullanılmaktadır.

Yan ürün olarak yağın değerlendirildiği pamuk çekirdeğinin ve küspesinin kompozisyonu Tablo 13 ' de verilmiştir.

Pamuk yağı %13- 44 oleik ve %33- 58 linoleik asit içerdiği için oleik- linoleik asit grubu yağlar arasında yer almaktadır. En önemli doymuş yağ asidi ise %17- 29 oranındaki palmitik asittir. Pamuk çekirdeği yağının bazı karakteristik özellikleri Tablo 14' de, yağ asidi ve trigliserid kompozisyonları Tablo 15'de verilmiştir.

Tablo 13. Pamuk çekirdeğinin ve küspesinin kompozisyonu

Bileşenler	Kabuklu çekirdek	Kabuksuz çekirdek
Nem (%)	9.9	6.9

Yağ (%)	17 – 26	33 – 42
Protein (N x 6.25)	19.4	30.3
Ham lif	22.6	4.8
Kül (%)	4.7	6.9

Tablo 14. Pamuk yağının bazı karakteristik özellikleri (Swern 1982)

Analizler	Değerler
Özgül ağırlık, 20°C	0.9147 - 0.9320
Kırılma indeksi, 25°C	1.4636 - 1.4698
Lovibond sarı renk değeri (5 ¼")	30 - 35
Lovibond kırmızı renk değeri (5 ¼")	4.0 - 10.7
İyot sayısı	99 - 113
Sabunlaşma sayısı	189 - 198
Sabunlaşmayan madde miktarı, %	0.5 - 1.5

Tablo 15. Pamuk çekirdeği yağının yağ asidi ve trigliseridi kompozisyonları (Swern 1982)

Analizler	Değerler
Yağ asitleri (% ağırlık)	
Miristik	0.5 - 2.0
Palmitik	17 - 29
Palmitoleik	0.5 - 1.5
Stearik	1.0 - 4.0
Oleik	13 - 44
Linoleik	33 - 58
Linolenik	0.1 - 2.1
Araşidik	< 0.5
Behenik	< 0.5
Lignoserik	< 0.5
Gliseridler (% mol)	
SLL	22.5
LLL	13.0
SLS	12.4
SOL	9.4
SLO	8.4
LOL	6.5
OLL	6.4

S: doymuş yağ asidi, O: oleik asit, L: linoleik asit

Bitkisel kaynaklı yağların sabunlaşmayan maddeleri arasında yer alan en önemli bileşen, antioksidan etkisi nedeniyle tokoferollerdir. Ham pamuk yağı doğal tokoferollerce oldukça zengin bir yağdır. Ancak doğal tokoferoller rafinasyon işlemi sırasında tahrip oldukları için ham pamuk yağının, rafine pamuk yağı ile karşılaştırıldığında oksidasyon stabilitesi daha yüksektir. Ham pamuk yağı toplam %0.110 oranında tokoferol içerirken, rafine pamuk yağı %0.087- 0.095 oranında tokoferol içermektedir. Ham pamuk yağındaki toplam tokoferollerin %0.076' sα - tokoferol, %0.034' ü ise γ- tokoferoldür. 300mg/kg oranında α- tokoferol içeren rafine pamuk yağının 97°C sıcaklıktaki indüksiyon periyodu 3 saat olarak belirtilmektedir.

Yağın sabunlaşmayan bileşenlerinden sterollerin ham pamuk yağındaki miktarı 0.574mg/100mg yağ olarak belirtilmektedir. Bu miktar rafinasyon işlemi ile 0.397 mg/100mg yağ değerine düşürülmektedir. Sterollerin; %93' ünü β- sitosterol, %4' ünü campesterol, %2' sini Δ⁵ – avenasterol, %1' ini stigmasterol oluşturmaktadır.

Pamuk yağının viskozitesinin sıcaklıkla değişiminin ifade edildiği, 20 75°C arasındaki sıcaklıklarda kullanılabilen ve lıcalı tarafından türetilen Arrhenius eşitliği aşağıda verilmiştir;

$$\eta = 8,7 \times 10^{-4} e^{3300/T}$$

Bu eşitlik yardımı ile pamuk yağının değişik sıcaklıklardaki viskozitesi hesaplanabilmektedir.

6 - Palm Yağı

Palm yağı, *Elaeis guineensis* olarak bilinen, Malezya, Batı ve Orta Afrika ile Endonezya' da ekimi yaygın olarak yapılan yağlı meyvenin pulp kısmından (yağ oranı %50) elde edilen bir yağdır. Meyvenin çekirdeğinden elde edilen ve laurik asit (%40-52) içeriği yüksek olan yağ ise palm çekirdeği yağı olarak bilinmektedir.

Palm meyvesi özellikle hasat ve işleme sırasında kuvvetli enzimatik hidroliz reaksiyonlarına maruz kaldığı için bazı durumlarda palm yağının serbest yağ asidi içeriği %50' ye kadar yükselebilmektedir. İyi kaliteli meyvelerden elde edilen palm yağının bile serbest yağ asidi içeriği diğer bitkisel kaynaklı yağlardan daha yüksektir. Palm yağının bazı karakteristik özellikleri tablo 16' da verilmiştir.

Palm yağı %38-52 oleik, %5-11 linoleik asit içeriği ile oleiklinoleik grubu yağlar arasında yer almaktadır. Palm yağının doymuş yağ asitlerinden palmitik asit içeriği ise %32- 45 arasında değişmektedir. Yarı katı haldeki palm yağında doymamış yağ asitlerinin %85' den fazlası gliserol molekülünün 2- pozisyonunda yer almaktadır. Trigliserid yapısı ve serbest yağ asidi içeriği ise palm yağının erime ve plastik özelliklerini etkilemektedir. Palm yağının yağ asidi ve trigliserid kompozisyonları Tablo 17' de verilmiştir.

Tablo 16. Palm yağının bazı karakteristik özellikleri (Swern 1982)

Analizler	Değerler
Kırılma indeksi, 40°C	1.457 - 1.459
Erime noktası, °C	38 - 45
İyot sayısı	46 - 60
Sabunlaşma sayısı	196 - 202
Sabunlaşmayan madde miktarı, %	% 0.2 - 0.5

Tablo 17. Palm yağının yağ asidi ve trigliserid kompozisyonları (Swern 1982)

Analizler	Değerler
Yağ asitleri (% ağırlık)	
Miristik	0.5 - 6.0
Palmitik	32 - 45
Stearik	2 - 7
Oleik	38 - 52
Linoleik	5 - 11
Gliseridler (% mol)	
Tripalimitin	2 - 5.5
Dipalmitostearin	1 - 3.5
Unsaturated- dipalmitin	16.5 - 43
Unsaturated- palmitostearin	10 - 16
Palmito- diunsaturated	31 - 51
Triunsaturated	3.1 - 14

Palm yağının %0.2- 1.0 arasında değişen sabunlaşmayan maddelerinin %0.03- 0.15' ini karotenoidler, %0.003- 0.11' ini tokoferoller, %0.03- 0.10' unu steroller, %0.05- 0.10' unu fosfatidler, %0.08' ini alkoller oluşturmaktadır.

Ham palm yağı yüksek miktarda - karoten içerdiği için rafine palm yağı ile karşılaştırıldığında oksidatif stabilitesi oldukça düşüktür. Örneğin 800 ppmβ - karoten içeren ham palm yağının indüksiyon periyodu 0.6 saat iken, rafine palm yağının 48 saattir.

