SİDAS MEDYA
Akademik Gıda® / Academic Food Journal
ISSN Print: 1304-7582, Online: 2146-9377
http://www.academicfoodjournal.com

Akademik Gıda 10(1) (2012) 103-113

Derleme Makale / Review Paper

Yağ Asitlerinin Sağlık ve Beslenme Üzerine Etkilerine Genel Bir Bakış

Songül Çakmakçı, Deren Tahmas-Kahyaoğlu

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 25240 Erzurum

Geliş Tarihi (Received): 09.12.2011, Kabul Tarihi (Accepted): 17.02.2012
Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): cakmakci@atauni.edu.tr (S.Çakmakçı)
0 442 231 24 91 0 442 236 09 58

ÖZET

Temel gıda bileşenlerinden olan yağlar, sadece yüksek enerji kaynağı olmayıp, içerdikleri yağ asitlerinin özelliklerine bağlı olarak beslenme ve sağlık üzerinde çok önemli rollere sahiptir. Bu derlemede yağ asitlerinin kimyasal yapısı, gıdalarda bulunuşu, omega yağ asitleri, *trans* yağ asitleri ve konjuge linoleik asit hakkında özet bilgiler verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yağ asitleri, Sağlık, Gıda, Beslenme

An Overview of the Effects of Fatty Acids on Health and Nutrition

ABSTRACT

Oils are one of the basic food components. They are not only a source of high energy, depending on the features they contain fatty acids in human nutrition and health has very important rules. In this review, the chemical structure of fatty acids, presence in foods, omega fatty acids, *trans* fatty acids and conjugated linoleic acid are given information about some of the summary

Key Words: Fatty acids, Health, Food, Nutrition

GİRİŞ

Gıda bileşenlerinin günlük ihtiyacı karşılayacak miktarda tüketilmemesi önemli sağlık problemleri oluşturmaktadır. Araştırmalar, insanların beslenme alışkanlıkları ile hastalıklar arasında bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. Bugün, belirli hastalıklarla diyetler arasındaki ilişkiler araştırılırken en fazla sorgulanan yağlardır. Örneğin Grönland Eskimolarında koroner kalp hastalığından ölüm oranının düşük olması, onların çok miktarda balık tüketmelerine ve bu ürünlerin de omega-3 olarak bilinen çoklu doymamış yağ asidi içermeleri ile ilişkili olabileceğine bağlanmıştır [1]. Araştırmalarda özellikle yağların doymuş veya doymamış yapıda olmaları, kolesterol ve esansiyel yağ asidi içerikleri, oksidatif stabiliteleri üzerinde durulmuştur [2]. Oksidatif stabilite, insanın yaşlanmasını ve yaşam süresini olumsuz etkileyen aktif radikal oluşumunu geciktirmesi nedeniyle, esansiyel yağ asitleri ise kalp-damar sağlığını koruyan prostaglandinler gibi bileşiklere dönüştükleri için önemlidirler [2]. Günümüzde, özellikle gelişmiş ülkelerde, sağlıklı bir hayat sürdürmek isteyen insanlar beslenmelerine bu nedenle özen göstermektedir [3]. Ancak batı ülkelerinde α-linolenik asit tüketiminin yetersiz olduğu da belirtilmektedir [4].

Temel gıda bileşenlerinden olan ve insan beslenmesinde önemli role sahip olan yağlar, sadece yüksek enerji kaynağı olmayıp, yağda çözünen vitaminleri içermeleri, proteinlerle birleşerek lipoproteinleri oluşturmaları ve sağlık üzerindeki etkileri nedeniyle oldukça önemlidirler [5]. Gıda bileşenleri arasında en yüksek enerjiyi yağlar sağlamasına rağmen, uzmanlar, doymuş yağlardan elde edilen kalorinin %10'dan az olmasını, yağlardan elde edilen günlük kalorinin ise %30-35'den fazla olmamasını önermişlerdir [6-9].

YAĞ ASİTLERİ

Kökeni ne olursa olsun tüm yağ çeşitlerinde gliserin, ortak bir yapı taşı olduğundan, yağların fiziksel, kimyasal ve fizyolojik özellikleri birinci derecede yapısındaki yağ asitlerinin cins ve miktarına bağlıdır [2]. Yağ asitlerinin fiziksel, kimyasal ve beslenme özellikleri; molekülündeki karbon atomu sayısı, doymuşluk derecesi, karbon atomları arasındaki çift bağ sayısı ve karbon atomlarına bağlı hidrojenlerin pozisyonu ile belirlenmektedir [3, 7]. Yağ asitleri öncelikle doymuş ve doymamış olarak 2 ana gruba ayrılmaktadır.

Doymuş Yağ Asitleri

Doymuş yağ asitleri zincirlerinde çift bağ bulunmaz. Karbon bağlarının hepsi hidrojen ile doyurulduğu için oldukça kararlı yapılardır. Karboksil grubundan başka fonksiyonel grup içermediğinden yağ asitleri içerisinde kimyasal olarak en az reaktif olanlardır. Karbon sayısı 10'a kadar olan doymuş yağ asitleri oda sıcaklığında sıvı ve uçucu özelliktedir [10]. Genel olarak doymuş yağ asitlerinden meydana gelen yağların büyük çoğunluğu oda sıcaklığında katı, doymamış yağ asitlerini içeren yağlar ise sıvıdır. Gıdalarda yaygın bulunan bazı doymuş yağ asitleri palmitik, stearik ve miristik asitlerdir [11].

Doymuş yağ asitleriyle alınan kalori, diğer yağ asitlerinin verdiği kaloriyle aynı olmasına rağmen; vücutta yağ birikimi ve kilo alımına neden olmaktadırlar [12]. Kalp-damar hastalıklarının azaltılmasında, doymuş yağların tüketiminin azaltılması gerektiği ve alınan doymuş yağ miktarının toplam enerjinin %7'sinden az olması gerektiği belirtilmektedir [8]. Doymuş yağ asitleri kandaki düşük yoğunluklu lipoproteinin (LDL, kötü kolesterol) temizlenmesini engellemektedir. Bunun sonucunda damarlarda birikinti oluşturarak ateroskleroza neden olabilmektedir [6]. Doymuş yağ asitleri kandaki yağ oranını yükseltmektedir. Diyet ile alınan doymuş yağ asitlerinin LDL kolesterol düzeyini yükselttiği ve insülin direncinin oluşumunda etkili olduğu, bu nedenle de diyabete eğilimi artırdığı belirtilmektedir [8].

Doymamış Yağ Asitleri

Doymamış yağ asitleri zincir üzerinde bir veya daha fazla çift bağ içermektedir. Zincir yapıdaki yağ asitleri farklı uzunluk, farklı sayı ve farklı yapıda bağ içerirler. Bunlardan bir çift bağı olanlar tekli doymamış yağ asitleri, birden fazla çift bağ içerenler ise çoklu doymamış yağ asitleri olarak adlandırılırlar. Gıdalarda yaygın olarak bulunan tekli doymamış yağ asidi oleik asit ve çoklu doymamış yağ asidi ise linoleik asittir [11]. Yapılarındaki çift bağlar nedeniyle, doymamış yağ asitleri doymuş yağ asitlerinden kimyasal olarak daha reaktiftir. Bu aktivite yağ asidi zincirindeki çift bağ sayısına göre artmaktadır. Doymuş yağ asitleri ve tekli doymamış yağ asitleri insan ve hayvan vücudunda sentezlenebilmelerine rağmen çoklu doymamış yağ asitleri sentezlenemezler ve bu nedenle esansiyeldirler [13]. Doymamış yağ asitlerinin zeytinyağı, fındık, kanola, mısır, soya, ayçiçeği yağı gibi bitkisel yağlar ve özellikle soğuk sularda yasayan uskumru, ton ve somon gibi balıklarda yoğun olarak bulunduğu belirtilmektedir [14].

Tekli Doymamış Yağ Asitleri

Yapılarında bir çift bağ içeren yağ asitleri tekli doymamış (monounsaturated) yağ asitleri olarak isimlendirilir. Tekli doymamış yağ asitlerinin yüksek yoğunluklu lipoproteni (HDL kolesterol, iyi kolesterol) artırıcı etkileri vardır. Tekli doymamış yağ asitleri kalp damar hastalıklarının azaltılmasında rol oynadığı için doymuş yağların tüketiminin azaltılması, tekli doymamış yağ asitlerinin tüketiminin arttırılması gereklidir. Ancak, bu olumlu etkilerine rağmen tekli doymamış yağ asitleri miktarının toplam enerjinin %20'sini geçmemesi gerektiği de belirtilmektedir [8].

Çoklu Doymamış Yağ Asitleri

Birden fazla çift bağ içeren yağ asitleri çoklu doymamış (polyunsaturated) yağ asitleri olarak isimlendirilir. Uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitlerinin en önemlileri (C18, C20 ve C22) aşağıda sıralanmıştır [15-17];

- Linoleik asit (LA) [C18:2 (n-6 omega); 18 C atomlu 2 çift bağlı],
- α-linolenik asit (α-LN) [C18:3 (n-3 omega); 18 C atomlu ve 3 çift bağlı],
- Araşidonik asit 20 (AA) (C20:4 n-6 omega 20 C atomlu ve 4 çift bağlı),
- Eikosapentaenoik asit (EPA; C20:5 n-3; 20 C atomlu ve 5 çift bağlı),
- Dokosahekzaenoik asit (DHA; C22:6 n-3; 22 C atomlu ve 6 çift bağlı).

Diyetteki LN'in; EPA ve DHA'ya dönüştürülebildiği [15]; AA, LN ve LA uzun zincirli ve çoklu doymamış yağ asitlerinin vücutta biyokimyasal ve fizyolojik değişiklikler üzerine önemli etkiye sahip oldukları, sağlık ve beslenme için önemli oldukları ve esansiyel oldukları belirtilmektedir [15, 18, 19]. Bunlar yaygın olarak ve fazla miktarlarda bazı balık türlerinde bulunur. Bu esansiyel yağ asitleri, prostaglandinlerin üretimi için tek kaynaktırlar. Kan damarları ve diğer vücut fonksiyonlarını kontrol ederler. Bu nedenlerle, çok uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitleri (C18-22) ve n-3 omega yağ asitleri metabolizma üzerindeki yararlı etkilerinden dolayı yaygın olarak modern beslenmenin bir parçası olarak kabul edilmektedir [15]. En önemlisi de omega 3 yağ asitlerinin kalp-damar hastalıkları ve kansere karşı koruyucu etkisi, bunların diğer diyet takviyelerinden daha önemli olmasına yol açmıştır. Esansiyel yağ asitleri n-3 omega yağ asitleri olarak isimlendirilir (n-3 serisi) [16, 19]. Metil grubundan başlayarak ilk çift bağın başladığı karbon atomuna göre LA ve AA omega-6 yağ asitleri diğerleri de omega-3 yağ asitleri olarak adlandırılmaktadırlar [17, 18]. Önemli doymamış yağ asitlerinin formülleri Şekil 1'de gösterilmiştir.

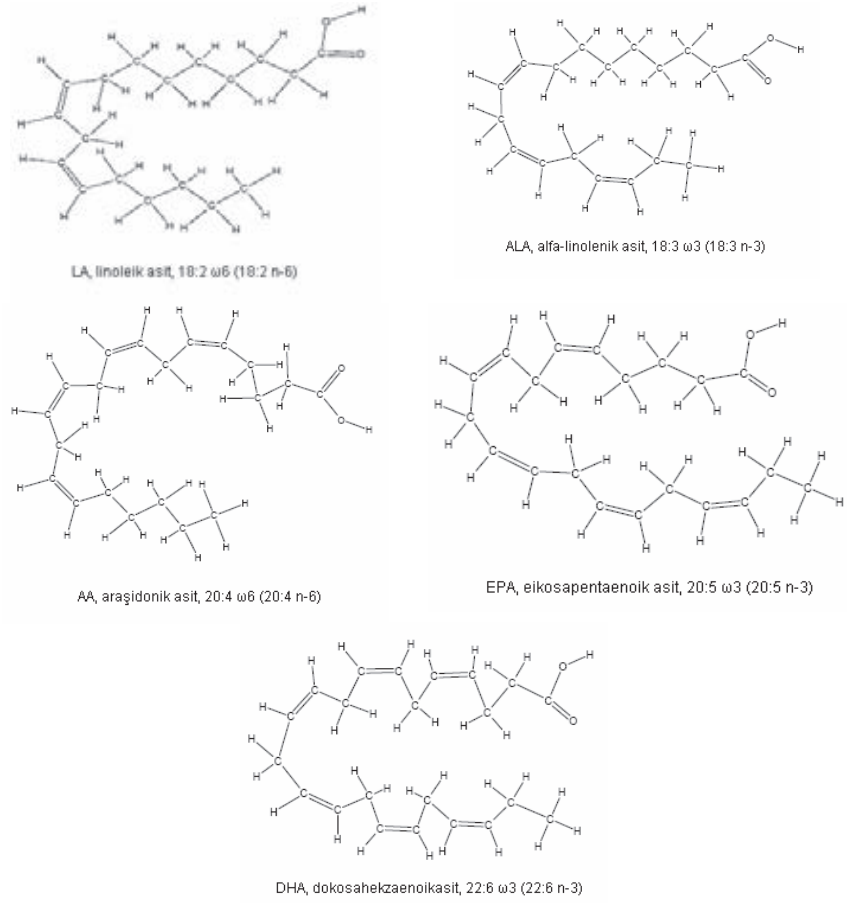
Temel yağ asitleri olarak adlandırılan n-6 ve n-3 yağ asitlerinden; n-6'ların ana kaynağı, yüksek oranda linoleik asit içeren mısır ve soya fasulyesi yağıdır. n-3 ise keten tohumu, ceviz ve özellikle planktonlar ile yağlı balıklarda bol miktarda bulunur. Keten tohumu ve cevizde alfa-linolenik asit, balık yağlarında ise EPA ve DHA en önemli yağ asitleridir. EPA ve DHA vücut tarafından sentezlenemedikleri için elzem yağ asitleri olarak adlandırılmakta ve mutlaka dışardan alınmaları gerekmektedir [5].

Çoklu doymamış yağ asitlerince zengin yağlar oda sıcaklığında sıvı veya yumuşak formdadır. Mısır, soya ve ayçiçeği yağlarının çoklu doymamış yağ asidi içerikleri yüksektir. Deniz ürünlerindeki yağların büyük bir kısmı da çoklu doymamış yağ asitlerinden oluşmaktadır. Doymuş yağ asitlerinin yerine çoklu doymamış yağ asitlerinin tüketilmesi ile LDL kolesterolde önemli bir düşüş sağlanabilmektedir [8].

Omega-3 ve Omega-6 Yağ Asitleri

Yağ asidi molekülünün metil grubundan başlayarak ilk çift bağın bulunması omega veya "n" şeklinde gösterilmekte olup, doymamış yağ asitleri n-3, n-6 ve n-9 olarak 3 grupta toplanmaktadır. Çoklu doymamış yağ asitleri içinde beslenmede önemli iki ana grup vardır; 1) Omega-3 (ω-3) yağ asitleri; 2) Omega-6 (ω-6) yağ asitleri.

Omega-3 yağ asitlerinin kaynağını alfa-linolenik asit oluşturur. Alfa-linolenik asit, 18 karbonlu olup, 3 çift bağ içerir; ilk çift bağı, metil grubuna en yakın 3. karbondadır. Bu nedenle omega-3 adı verilir (α-linolenic acid (α-LN) [C18:3 (n-3 omega)] [15, 20]. Omega-3 ve omega-6 yağ asitleri insan vücudunda sentezlenmedikleri için dışardan alınmalıdırlar.



Şekil 1. Beslenme ve sağlık üzerine önemli etkileri olan bazı doymamış yağ asitlerinin kimyasal yapıları [17]

Alfa-linolenik asit ayrıca EPA ve DHA'in sentezlenmesinde görev alır [15]. Sağlıklı bir hayat ve beslenmenin temel taşları olarak doymamış yağ asitleri ile doymuş yağ asitlerinin yer değiştirmesi, n-3 omega yağ asitlerinin metabolik hastalıklara ve bozukluklara karşı korunmada geniş çapta kabul gördüğü belirtilmektedir [15]. Bu yağ asitlerinin kanser, felç, inflamatuvar bozukluklar ve kalp-damar hastalıklarını önlemede anahtar rol oynadıkları da bildirilmektedir [15, 21, 22].

DHA beyin, retina ve spermin önemli endojen bileşiğidir. Ayrıca beyin gelişimi, öğrenme yeteneği ve görme keskinliği için çok önemlidir. Ayrıca kalp-damar hastalıklarının önlenmesinde kullanılan deniz lipitlerinin önemli bir bileşenidir [5, 23, 24]. EPA ve DHA insan

beynindeki hücrelerin yenilenmesine yardım ederek beyin ile retina hücrelerinin çoğalmasını sağlamaktadır. Beyin hücrelerinde DHA seviyesinin düşmesi, depresyon, hafıza kaybı, Alzheimer, şizofreni ve görme bozuklukları gibi problemlerin de ortaya çıkmasına neden olmaktadır [18, 23].

Deniz fosfolipitlerinin biyoyararlılığının daha iyi olduğu, oksidasyona karşı daha dirençli oldukları ve balık yağlarından daha fazla EPA ve DHA içerdikleri belirtilmektedir [25]. Sağlıklı bir yaşam için EPA ve DHA'nın esansiyel yağ asitleri olarak mutlaka dışarıdan alınması gerekmektedir [23]. Omega-3 yağ asitlerinin tüketilmesi yönündeki öneriler doğrultusunda beslenme alışkanlığı değiştirilmeden omega-3 yağ asidi tüketiminin arttırılması; tüketimi yaygın gıdaların EPA ve DHA ile zenginleştirilmesi yoluyla çözülmeye çalışılmalıdır [17]. Bu nedenle kanatlı besleme çalışmalarında yumurtanın yanısıra tavuk etinin de omega-3 yağ asidi bakımından zenginleştirilmesi için etlik piliç karma yemlerinde değişiklik yapılması yönünde araştırmalar yapıldığı belirtilmektedir [26].

İnsan hücrelerinde omega-3 yağ asitlerinin düşük seviyede bulunmalarının, çeşitli hastalıklara yakalanma riskini arttırabileceği [27], omega-3 yağ asitlerinin Alzheimer, multipl skleroz ve kanser gibi önemli hastalıkların tıbbi tedavi etkisini artırdığı, hatta koruduğu ileri sürülmektedir [15]. Omega-3 yağ asitlerinin; kavrama yeteneğini artırdığı, kalp-damar hastalıkları, bağışıklık ve enflamatuvar hastalıklara etkilerinin olumlu olduğu belirtilmiştir [4].

EPA ve DHA'nın faydaları üzerine yapılan araştırmalar sonucunda; bu yağ asitlerinin kalp krizi, kalp-damar hastalıkları, depresyon, migren türü baş ağrıları, eklem romatizmaları, şeker hastalığı, yüksek kolesterol ve tansiyon, bazı alerji türleri ile bazı kanserler gibi birçok hastalıktan korunmada önemli etkisi olduğu tespit edilmiştir [28]. Balık yağlarının kanser üzerinde direkt tedavi edici etkisinden çok, hastalıktan korunma ve ağrıları dindirici etkisi daha yaygın olarak görülmektedir [28]. Omega-3 yağ asitleri bakımından zengin olan balık yağlarının tüketimiyle, koroner kalp hastalıklarından dolayı meydana gelen ölümler arasında zıt bir ilişki olduğu Kromhout ve ark. [1] tarafından yapılan ve 20 yılın üzerinde süren bir çalışmada gösterilmiştir. Bazı araştırma sonuçlarının, omega-3 yağ asitlerinin sağlıklı hayat, kalp-damar hastalıklarının önlenmesi, romatoid artrit, Alzheimer gibi hastalıklara karşı korunmada, hamilelik ve bebeklik döneminde beyin ve göz gelişiminin desteklenmesinde katkı sağladığının belirtildiği; kronik hastalıklarda deniz ürünlerindeki omega-3 yağ asitlerinin bedensel ve ruhsal yönden de iyileşme sağladığı belirtilmektedir [5, 6, 14, 29]. Beyin hücrelerinde DHA seviyesinin düşmesi, depresyon, hafıza kaybı, Alzheimer, şizofreni ve görme bozuklukları gibi problemlerin de ortaya çıkmasına; ayrıca konsantrasyon bozukluğu, hiperaktiflik ve IQ seviyelerinin düşük olmasının DHA miktarının azlığından kaynaklandığı belirtilmektedir [18]. Gogus ve Smith [15], omega-3 yağ asitlerinin balık, midye, istiridye, karides ve öncelikle soğuk su balıklarında, ayrıca fındık, ceviz, tohumlar ve susamda, keten tohumu ve soya fasulyesi, kanola ve zeytin gibi bitkisel yağlarda bulunduğunu; Aydın [20] ise omega-3 yağ asitlerinin daha çok balık, merada beslenen hayvan etleri, özgür dolaşan kümes hayvanlarının yumurtası ve keten tohumu yağlarında olduğunu belirtmişlerdir. Yine omega-6 yağ asitlerinin mısır, soya, pamuk ve ayçiçeği yağlarında çok fazla bulunduğu belirtilmektedir [15, 20].

Özellikle koroner kalp hastalıklarını, damar sertliği ve yüksek tansiyon hastalıklarını artırdığı belirtilen kolesterol, hem insan vücudunda sentezlenmekte hem de gıdalarla dışarıdan alınmaktadır. Ayrıca kolesterol insan vücudunda HDL, LDL ve çok düşük yoğunluklu lipoproteinler (VLDL) olmak üzere farklı şekillerde bulunmaktadır. HDL kalp krizi riskini azalttığı için iyi kolesterol, LDL ve VLDL ise kalp krizi riskini artırıcı etkide bulunmaları nedeniyle kötü kolesterol olarak bilinmektedir. Ancak insan vücudunda sentezlenmediği için gıdalarla dışardan alınmak zorunda olan omega-3 ve omega-6 yağ asitlerinin yeterli düzeyde alınmaları durumunda kalp krizi riskinin azaldığı ve omega-3 yağ asitlerinin kandaki HDL miktarını artırıcı yönde etkide bulunduğu tespit edilmiştir [23, 26, 30-32].

Omega-3 yağ asitlerinin prostaglandinlerin sentezinde görev almaları [15, 26, 33], beyin ve retinanın normal gelişmesi için gerekli olmaları [34], kalp-damar hastalıkları ile ilişkili hastalıkları azaltmadaki etkileri [11, 31, 35] ve vücuttaki bağışıklık fonksiyonlarının kaybını geciktirici rol oynadığı da [36] rapor edilmiştir. Omega-3 yağ asitlerinin vücutta biyokimyasal ve fizyolojik aktivitelerde önemli görevler üstlendiği; bu yağ asitlerinin insan vücudunda göz, beyin, testis ve plasentada toplandığı, göz ve beyin fonksiyonlarının eksiksiz olarak yerine getirilmesine yardımcı olduğu ve kandaki yağ konsantrasyonunu düzenlediği belirtilmektedir [18]. Omega-3 yağ asidinin trigliserit başta olmak üzere toplam kolesterol ve LDL-kolesterol düzeylerini azalttığı, HDL düzeylerini de artırdığı saptanmıştır [32]. Yapılan çalışmalar bu yağ asitleri ile kalp-damar rahatsızlıkları ve kalp krizi riskinin azaltılması arasında ilişki olduğunu göstermiştir [17, 31, 35, 37]. Kalp-damar hastalıkları ve damar sertliğinin tedavisinde omega-3 yağ asitlerini içeren balık yağlarının koruyucu etkisinin, kan basıncı ile trigliserit düzeyini düşürücü etki yapmasına bağlanmaktadır [18]. Ayrıca balık yağlarının trombosit düzeyini azalttığı ve atardamardaki düz kas hücrelerinin büyümelerini önlediği ifade edilmiştir [17, 18].

Omega-3 yağ asitlerinin prostat ve meme kanserleri ve bağışıklık sistemi rahatsızlıklarının tedavisi [36], görme yeteneğinin arttırılması, bebeklerin beyin ve bağışıklık sisteminin gelişiminde de önemli rol oynadıkları, diyete omega-3 yağ asidi katılmasının kalp-damar hastalıkları, hipertansiyon, bağışıklık, alerji ve sinirsel bozuklukları önlediğine yönelik çalışmalar da bulunmaktadır [5, 17, 23, 31, 38].

Omega-6 yağ asitleri kaynağını linoleik asitten almaktadır. Linoleik asit 18 karbonlu olup, 2 çift bağ içerir; ilk çift bağı, metil grubuna en yakın 6. karbondadır. Bu nedenle omega-6 adı verilir. Linoleic acid (LA) [C18:2 (n-6 omega)] [15, 20].

Çoklu doymamış yağ asitleri, omega-3 ve omega-6 normal büyüme, gelişme, optimal beyin, kalp ve diğer sistemler için gerekli olduğundan diyetlerle tüketilmelidir. Ayrıca çoklu doymamış yağ asitlerince zengin diyetlerin plazma trigliseritleri, kardiyak aritmiler, kalp hastalıkları ve kalp yetmezliği riskini azalttığı belirtilmiştir [37].

Çoklu doymamış yağ asitlerinin gelişme çağındaki canlılarda büyümenin uyarılması, derinin canlılığının sürdürülmesi ve bazı deri hastalıklarının önlenmesinde etkili oldukları bildirilmektedir [26]. Özellikle omega-6 yağ asitlerinin cilt sağlığını koruduğu, esnek ve pürüzsüz cilt oluşumu sağladığı belirtilmekte, böylece derinin yaralanmalardan ve enfeksiyonlardan korunduğu, vücut sıcaklığı ve su kaybının düzenlendiği ifade edilmektedir [7]. Aynı zamanda esansiyel yağ asitlerinin bebek pişiklerinde yangıya karşı etki gösterdikleri belirtilmektedir [26].

Kandaki omega-3 ve omega-6 yağ asitleri arasında bir rekabet vardır. Bu da kural olarak omega-6 yağ asitlerinin fazla olması ve bu sayede de omega-6 metabolizmasının daha güçlü bir şekilde oluşmasına sebep olmakta, sonuçta ateroskleroz, tromboz, romatizmal artrit veya görme problemlerine ve diğer bazı sorunlara neden olmaktadır [20]. Vücuttaki omega-6 ve omega-3 yağ asitlerinin birbirine oranı (n-6/n-3) çok önemlidir. İdeal beslenmede gıdalarda bulunması istenilen n-6/n-3 oranı 5:1 ile 10:1 arasında olması gerekmektedir [17, 23]. Omega-6 ve omega-3 yağ asitlerinin hangi oranlarda alınması gerektiği konusunda henüz tam bir görüş birliğine varılamamıştır. İngiliz Beslenme Vakfı tarafından diyetlerdeki kalorinin %6'sının omega-6 yağ asitlerinden, %1,5'unun ise omega-3 yağ asitlerinden sağlanması gerektiği belirtilmiştir [7]. Aşırı omega-6 alımı kanı pıhtılaştırmanın yanı sıra kolesterol plaklarının oluşumunu kolaylaştırıp, alerji ve iltihaba bağlı hastalıkların gelişimine yol açmaktadır [20].

Uskumru, ringa, tuna, somon, sardalya gibi soğuk su (dip) balıkları yağlı olup, omega-3 bakımından zengindir. Omega-3 soğuğa karşı koruyucudur. Bu nedenle en çok soğuk su balıklarında bulunur. Yağsız balıklarda çok az omega-3 vardır. Haftada iki-üç gün yağlı balık yiyerek günde 0.5–1 g kadar omega-3 (EPA ve DHA) alınabileceği belirtilmektedir [17, 20]. Omega 3 ve 6 bakımından en yaygın kaynağın balık yağı olduğu, yerfıstığı yağının da esansiyel yağ asitlerince zengin olduğu belirtilmektedir [37].

Balık yağının n-3 yağ asitleri EPA ve DHA'nın tek kaynağı olduğu; diyetle n-3 yağ asitleri almanın kanser ve kalp-damar hastalığı riski ve LDL kolesterolünü azalttığı, eklem ve kas yangılarını azalttığı ve AIDS'in önlenmesi ve yönetilmesinde yararlı olduğu belirtilmektedir [14]. Ayrıca bu yağ asitlerinin, diyabetli hastalarda glisemik kontrolün sağlanması konusunda olumlu etkileri bulunduğu, hamilelik ve menapoz dönemlerinde şikayetleri azalttığı, depresyon ve Alzheimer risklerini düşürdüğü, hafızayı güçlendirdiği ve şizofreni hastalarının şikayetlerini azalttığı öne sürülmektedir [14].

Halen omega-3 yağ asidinin doğru dozu, omega-3/omega- 6 arasındaki doğru oran, bu yağ asitlerinin ilaçlar, diğer gıdalar ve bitki takviyeleri ile birlikte bulunduklarında muhtemel olumsuzlukların bilinmediği ve bu nedenlerle araştırmaların bu yönde planlanması gerektiği belirtilmektedir [15].

Trans Yağ Asitleri

Doymamış yağ asitleri içinde çift bağ iki formda oluşabilir. Bu önemli izomer çeşitleri pozisyon ve geometrik olarak iki grupta incelenebilir [10, 11]. Geometrik izomer; çift bağlar, ucundaki karbon atomlarına bağlı hidrojen atomlarının konfigürasyonuna göre şekillenir; *cis* ve *trans* olarak iki izomer oluşur. Hidrojen atomları karbon zincirinin aynı tarafında ise *cis*, aksi yönlerde ise *trans* izomerler ortaya çıkar. *Cis* formundaki yağ asitlerinin erime noktaları düşük olup *trans* yağ asitlerinin oldukça yüksektir [11]. En yaygın olarak, bitkisel yağlardaki doymamış ve balık yağındaki çoklu doymamış yağ asitleri *cis* formundadır [11]. Pozisyon izomerizmi ise, molekül içinde çift bağların yer değiştirmesidir. Doğal yağlarda çift bağlar genellikle *cis* konfigürasyonundadır. *Trans* yağ asitleri, *trans* konfigürasyonda en az bir çift bağ içeren yağ asitleridir [39].

Trans yağ asitleri üç yolla oluşur;

1. Biyokimyasal hidrojenizasyon
2. Yüksek sıcaklık uygulamaları
3. Kısmi hidrojenizasyon

Biyokimyasal hidrojenizasyon geviş getiren hayvanların rumen bölgelerinde rumen bakterileri tarafından gerçekleştirilir ve bu nedenle süt ürünleri ile hayvansal ürünlerde yaklaşık %3–8 oranında toplam *trans* yağ asidi oluşur [40].

Kimyasal hidrojenizasyon, yağ asitlerinin karbon zincirleri üzerindeki doymamış kısımlara hidrojen atomları ekleyerek çift bağ sayısını azaltma işlemidir. Bitkisel sortening elde etmek için 1911 yılında ABD'de ilk olarak pamuk çekirdeği (çiğit) yağı hidrojenize edilmiştir [11]. Kısmi hidrojenizasyon işlemi 1930'larda margarinin geliştirilmesi ile daha popüler olmuştur. Reaksiyon, gıda endüstrisinde hidrojen ve metal katalizör varlığında, ısıtılan bitkisel yağlara (bazen balık yağları) kısmi hidrojenizasyon olarak uygulanır. Hidrojenizasyon, erime noktasını artırmakta, sıvı yağları katı veya yarı katı forma dönüştürmekte yararlı olmakta, doymamış yağ asitlerinin raf ömrü ve aroma stabilitesi artmaktadır. Hidrojenizasyon sayesinde, soya, aspir, pamuk tohumu yağı gibi doymamış yağ asitleri bakımından zengin yağlar, margarin ve bitkisel şorteninglere dönüştürülmektedir. Kısmi hidrojenize edilmiş yağlarla hazırlanan kızartılmış, pişirilmiş ve margarin ürünleri gibi geniş bir grup gıda mevcuttur [11].

Yağ üretimindeki yüksek sıcaklık uygulamaları, sıcaklığın 240°C'ye kadar çıktığı deodorizasyon veya fiziksel rafinasyon işlemleridir. Rafinasyon tekniklerinde deodorizasyon/buhar distilasyonu aşamasında uygulanan sıcaklık derecesi ve süresi, basınç miktarı ve

kullanılan buhar oranı *trans* yağ asidi oluşumunda önemli etkilere sahiptir [41]. Deodorizasyon sıcaklığı ve süresi artırıldığı zaman izomerize linoleik asit ve linolenik asit miktarlarında oransal artış olduğu, deodorizasyondan sonra toplama göre *trans* linoleik asidin %<1-6, *trans* linolenik asidin ise %<1->65 aralığında değiştiği ve uzun süreli ısıtma sırasında linolenik asit kaybının daha fazla olduğu vurgulanmıştır [41]. Precht ve ark. [42], yüksek sıcaklık uygulamalarının *trans* yağ asidi miktarlarında artışlara neden olduğunu bildirmektedirler. Pişirme işlemi sırasında kızartma yağlarında çoklu doymamış *trans* yağ asidi oluştuğu belirtilmektedir [43]. *Trans* yağ asidi alımının artması, esansiyel yağ asitlerine ihtiyaç miktarını artırmaktadır [2].

Kısacası, farklı fiziksel özelliklere sahip ürünler elde etmek için yapılan kısmi hidrojenizasyon sırasında az veya çok mutlaka *trans* dönüşümü gerçekleşir. Önceleri, teknolojik avantajları olduğu için, yüksek *trans* yağ asidi üreten katalizörler üzerinde çalışılmış ve bu katalizörler sanayide kullanılarak yüksek oranda *trans* yağ asidi içeren yağlar üretilmiştir [40]. Ancak artık bunun tam tersi olarak düşük *trans* yağ asidi üreten katalizörler üzerinde çalışılmakta ve düşük oranda *trans* yağ asidi içeren ürünler üretme çabaları yoğun bir şekilde devam etmektedir [40]. *Trans* yağ asitlerinin doymuş yağ asitleri gibi LDL kolesterol seviyesini yükselttiği, HDL kolesterol seviyesini ise düşürdüğü, bunun sonucunda da koroner kalp hastalığı riskinin yükseldiği çeşitli araştırmalarla gösterilmiştir [44-46]. Bu nedenle, Amerika'daki kanuni düzenlemelerde, gıda üreticileri ürünlerde *trans* yağ içeriğini yazmak durumundadır [2, 46]. Toplum sağlığının önemini kavrayan ülkelerde, gıda endüstrisinde kısmi hidrojenize yağların kullanımı, *trans* yağ asitleri tüketiminin düşürülmesi amacıyla azaltılma eğilimindedir [39]. *Trans* yağ asitleri ile yapılan çalışmaların sonucunda, birçok gelişmiş ülkede gıdalardaki ve özellikle de margarinlerdeki *trans* yağ asidi oranı %50'lerden %5'lerin altına düşürülmüştür [47]. *Trans* yağ asidi tüketiminin çok zararlı olduğu, bunların koroner damar hastalığı, ani ölüm ve şeker hastalığına neden olabileceği belirtilmektedir [48].

Diyetle alınan *trans* yağ asitlerinin çeşitli hastalıkların oluşmasında önemli bir rol aldığı belirtilmektedir. İnsan diyetindeki toplam enerjinin %30'dan fazlasının yağlardan gelmesi ve özellikle *trans* yağ içeriği yüksek gıdaların tüketiminin fazla olması kalp hastalıklarına yakalanma riskini artırmaktadır. *Trans* yağ asitleri, doymuş yağ asitlerine benzer şekilde metabolize edilmektedirler. Son zamanlarda yapılan birçok çalışmada, doymuş yağ asitlerinin diyeti ile *trans* yağ asitlerinin diyeti karşılaştırıldığında, ikisinin de plazma trigliserit konsantrasyonunda artışa ve HDL kolesterol seviyesinde azalmaya neden olduğu belirtilmektedir [11, 49].

Trans yağ asitlerinin insan sağlığı üzerine olumsuz etkilerinin bulunduğu bilinen bir gerçektir. Düşük doğum ağırlığına neden olmakta, anne sütü, bağışıklık sistemi ve şeker hastalığı üzerine olumsuz etkileri bulunmaktadır [9]. *Trans* yağ asitlerinin süt yoluyla anneden bebeğe geçtiği de belirtilmektedir [5, 11, 39]. Endüstriyel kaynaklı *trans* yağ asitlerinin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri *trans* 18:1 izomeri yağ asidi ile ilişkilidir. *Trans* 18:1 yağ asitleri, kısmi hidrojenizasyonla elde edilen yağlardaki *trans* yağ asitlerinin yaklaşık olarak yarısı kadardır [50]. *Trans* yağ asidinin erime noktası *cis* formuna göre oldukça yüksek olup sindirilebilirlik sürecinin uzamasına neden olmaktadır [2]. Örneğin *cis* formunun erime noktası 13-14°C iken *trans* formunun erime noktası 44-45°C'dir [40]. *Trans* yağ asidi izomerlerinin alımı ile ani kalp ölümü arasında ilişki olduğu belirtilmiştir [51]. Tüketici sağlığını yakından ilgilendiren *trans* yağ asidi miktarlarının çeşitli yağlar ve yağ oranı yüksek gıda maddeleri için yasal üst limitlerinin belirlenmesinin bir zorunluluk olduğu belirtilmektedir [39].

Gıdalarda *Trans* Yağ Asitleri

Gıdalarda bulunan *trans* yağ asitleri uzun polar kapiler kolon ile gaz-sıvı kromatografisi kullanılarak analiz edilmektedir. Bu işlem *cis* ve *trans* izomerlerin ayrılmasına da izin vermektedir [11]. 197 gıda örneğinin yağ asidi kompozisyonunun gaz sıvı kromatografisi ile analiz edildiği bir araştırma sonucunda; süt ve ürünlerinde %1.9 ile 7.9 arasında, geviş getiren hayvan etlerinde %2 ile 10.6 arasında *trans* yağ asidi tespit edildiği bildirilmiştir [11]. Hidrojene yağları içeren gıdalarda *trans* yağ asidi miktarının %0 ile %34.9 arasında değiştiği belirtilmiştir. Gıdaların üretim veya hazırlık işlemlerinde kullanılan katı veya sıvı yağlardaki farklılıkların gıdaların *trans* yağ asidi içeriğini önemli derecede değiştirdiği belirtilmiştir [52]. Gıdalarda veya adipoz dokudaki *trans* yağ asitleri pozisyon izomerlerinin detaylarını karakterize edebilmek için, bazen gaz-likit kromatografisi gümüş nitrat ince-tabaka kromatografisi ile kombine edilmektedir [11]. Balık yağı ile ilgili olarak; yüksek hidrojenize edilmiş ve hiç hidrojenize edilmemiş yağda *trans* yağ asidi içeriği sırasıyla %3.6 ve %0.5 iken kısmen hidrojene edilmiş yağda %30 olduğu rapor edilmiştir [53]. Amerikan diyetindeki *trans* yağ asitlerinin %95'inin kısmen hidrojenize edilmiş bitkisel yağlardan, geri kalan %5'inin ise ruminatlardan geldiği bildirilmiştir [11]. Uzun yıllar süren epidemiyolojik araştırmaların, diyetteki doymuş yağ asitleri yüksekliği ile serum kolesterol seviyesinin yüksekliği ve koroner kalp hastalığı yaygınlığı arasında bir ilgi olduğunu gösterdiği belirtilmektedir [11, 54]. Özellikle LDL kolesterol seviyesi serum kolesterol seviyesini yükseltmekte ve bu durum da ateroskleroz ve koroner kalp hastalığına yatkınlık yapmaktadır. Yaygın kabul gören bir görüşe göre LDL'yi düşürmek koroner kalp hastalığı riskini azaltmaktadır [55].

Tablo 1. Bitkisel yağlar ve hayvansal yağların yağ asidi kompozisyonu (%) [11]

Bitkisel yağlar ve şorteningler	Çoklu doymamış yağ asitleri	Tekli doymamış yağ asitleri	Toplam doymamış yağ asitleri	Doymuş yağ asitleri
Aspir yağı	75	12	82	9
Ayçiçeği yağı	66	20	86	10
Mısır yağı	59	24	83	13
Soya yağı	58	23	81	14
Pamuk yağı	52	18	70	26
Kanola yağı	33	55	88	7
Zeytinyağı	8	74	82	13
Fıstık yağı	32	46	78	17
Margarin, yumuşak*	31	47	78	18
Margarin, çubuk*	18	59	77	19
Şortening, bitkisel*	14	51	65	31
Hurma yağı	9	37	46	49
Hindistan cevizi yağı	2	6	8	86
Palm çekirdeği yağı	2	11	13	81
Hayvansal yağlar				
Tonbalığı yağı	37	26	63	27
Tavuk yağı	21	45	66	30
Domuz yağı	11	45	56	30
Koyun yağı	8	41	49	47
Dana yağı	4	42	46	50
Tereyağı	4	29	33	62

*Soya ve pamuk çekirdeği yağının hidrojenasyonu ile yapılan

Tablo 2. Bazı gıdaların yaklaşık linolenik asit içerikleri (Gogus ve Smith [15]'den uyarlanmıştır)

Yağ çeşidi	Linolenik asit (g/100g)
Keten tohumu yağı	55
Ceviz yağı	14-15
Buğday yağı	7-8
Kolza tohumu yağı	6-7
Soya fasulyesi yağı	5-6
Margarin	1-2
Mısır yağı	1
Zeytinyağı	1
Hindistan cevizi yağı	1
Soya unu	1
Pamuk tohumu	0.5-1
Rokfor	0.5

Tablo 3. 1 g EPA ve DHA için tüketilmesi gereken bazı gıdaların miktarları (g) (Ward ve Singh [56]'den)

Balık / deniz ürünleri	1 g EPA ve DHA sağlamak için alınacak günlük miktar (g)
Taze tonbalığı	70-360
Sardalye balığı	60-90
Somon balığı	60-135
Uskumru balığı	60-250
Ringa balığı	45-60
Gökkuşağı alabalığı	90-105
Kalkan balığı	90-225
Morina balığı	375-750
Mezgit balığı	450
Istakoz	225-1275
Karides	330
İstiridye	375
Deniz kabuğu	525

Konjuge Linoleik Asit

Konjuge linoleik asit (KLA), bir omega-6 esansiyel yağ asidi olan linoleik asidin (*cis*-9, *cis*-12, oktadekadienoik asit) geometrik ve pozisyonel izomerlerini kapsamaktadır. Doğal kaynaklarda bulunan başlıca izomer *cis*-9, *trans*-11 iken ticari preparatlarda yaklaşık eşit miktarlarda *cis*-9, *trans*-11 ve *trans*-10, *cis*-12 izomerleri bulunmaktadır [2, 57].

KLA'ya ilgi, kansere karşı koruyucu ve vücut yağını azaltıcı etkisinin ortaya konulmasından sonra artmıştır [58]. Vücut yağını azaltıcı, bağışıklığı arttırıcı ve antikanser, antidiyabet, antiobezite ve antiaterojenik özellikte olup insan sağlığı üzerine faydalı etkileri olduğu bildirilmiştir [57, 59-62]. KLA'nın insan tümör hücrelerine (kolon, meme ve prostat) sitotoksik etkisi dahil olmak üzere, antioksidan özelliği, karaciğer triaçilgliserol birikimini düşürücü, diyet etkileri ve antiobezite gibi sağlığa faydalı birçok etkileri vardır [63]. KLA'nın kanseri önleme mekanizması apoptosisi (doğal büyümesi ve gelişimini sürdüren bir organın hücrelerinin kontrollü ölümü) teşvikinden ve hücre çoğalmasını azaltmasından ileri gelmektedir [64]. KLA'nın izomerlerinden olan *trans*-10, *cis*-12 KLA'nın daha çok vücutta yağlanmayı azaltıcı, *cis*-9, *trans*-11 KLA'nın ise antikarsinojenik etkisinin olduğu konusunda bilgiler mevcuttur [57, 59, 65].

KLA insan vücudundaki besin ve ilaç etkisi nedeniyle dikkat çekmiştir ve günlük alım miktarı çok düşük ise KLA takviyesi önerilmektedir [66]. KLA obezitenin azaltılması da dahil olmak üzere, uzun vadede insan sağlığı için potansiyel fayda taşımaktadır [67]. Klinik ve güvenli insan çalışmalarının yetersizliğine rağmen, diyetle KLA ilavesi ağırlık kaybettirici ajan olarak obezlerde ve yüksek risk grubu olan diyabetik hastalarda kullanılmaktadır [58]. KLA, aterosklerozu teşvik eden kolesterolü azaltmakta ve kalp krizi riskinde etkili olan trigliserit düzeyini düşürmektedir [2]. KLA'nın kolesterolü azaltma etkisi LDL konsantrasyonunu ve LDL/HDL oranını düşürme etkisinden kaynaklanmaktadır [60]. KLA ve omega yağ asitlerinin kanın akışkanlığını sağlayarak kalp tarafından kolayca pompalanmasına yardımcı olduğu, böylece damar tıkanıklığı (tromboz) ve damarlarda yağ birikimini (ateroskleroz) önlediği belirtilmektedir [2]. KLA'nın hayvan ve insanlarda uzun süreli etkisinin vücut ağırlığını değiştirmeksizin vücut yağını azaltmak yönünde olduğu ve artmış fiziksel aktiviteyle birlikte bu etkilerinin maksimum düzeyde olduğu kaydedilmiştir [68-70].

KLA insanda önemli miktarda sentezlenemediği için, esas kaynağını geviş getiren hayvanların eti ile süt ve peynir gibi süt ürünleri oluşturmaktadır [57, 59, 61, 64, 69]. KLA'nın en az %60'ının *cis*-9, *trans*-11 izomeri ile öncelikle et ve süt ürünlerinde bulunduğu, ayrıca diğer birçok izomerinin rumendeki enzimatik süreçler sonucunda oluştuğu belirtilmektedir [60, 67]. Süt ürünlerinde KLA konsantrasyonları 2.9 ile 8.92 mg KLA/g yağ arasında değişip toplam KLA'nın %73-93'ü *cis*-9, *trans*-11 izomeridir. İnek sütünün KLA içeriği 3.38 to 6.39 mg KLA/g yağ, peynirlerin KLA içeriği ise 3.59 ile 7.96 mg KLA/g yağ arasında değişmektedir [64]. KLA'nın tüketiminin erkekler için 212 mg/gün, kadınlar için ise 151 mg/gün olduğu, ihtiyacın %60'ının süt ürünlerinden, %37'sinin et ürünlerinden çoğunlukla *cis*-9, *trans*-11 KLA izomeri olarak sağlandığı belirtilmektedir [58].

KLA'nın stabilitesi için mikroenkapsülasyon, jelatinle kaplama, sentetik (BHA, BHT gibi) veya doğal (biberiye, kateşin, tokoferol, askorbil palmitat, sitrik asit esterleri ve lesitin gibi) antioksidanlar katılması gerektiği belirtilmektedir [66]. Araştırma sonuçlarından anlaşılacağı üzere, KLA'nın etkilerinin; doza, izomer çeşidine ve kullanıldığı metabolik duruma göre değiştiği belirtilmektedir [61].

SONUÇ

Kapsamı çok geniş olan derleme konusu ile ilgili olarak; verilen bu özet bilgilerden de anlaşılacağı gibi, yağ asitlerinin beslenme ve sağlık üzerinde olumlu/olumsuz etkileri olduğu bulunmaktadır. Doymuş yağ asitlerinin özellikle kalp-damar hastalıkları ile yağ birikimi/kilo alımına neden oldukları, doymamış yağ asitlerinin etkisinin ise genellikle olumlu yönde olduğu; ancak bütün beslenme rejimi dikkate alınarak yeterli ve dengeli yağ tüketilmesi ve yağ asitlerinin belirlenen limitlerde ve birbiriyle olması gereken oranlarda tüketilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır. Yüksek miktarda *trans* yağ asidi içeren gıdalarla beslenme sonucu LDL kolesterolde artış, HDL kolesterolde azalma meydana gelmektedir. Bu durum da kalp-damar hastalıklarına neden olmaktadır. Omega-3 ve omega-6 yağ asitlerinin tüketimi ise olumlu etkiye sahiptir. Ancak bu iki yağ asidi birbirleriyle orantılı olarak tüketilmelidir. KLA'nın kansere karşı koruyucu olabildiği, bağışıklık sistemi ve kalp-damar hastalıkları üzerinde olumlu etkiler yaptığı, vücutta yağ birikimini ve obeziteyi önlemede etkili olduğu anlaşılmaktadır.

Yağlar ışık geçirmeyen ambalajlarda muhafaza edilmeli, sıcaklık ve güneşe maruz bırakılmamalıdır. Fazla miktarda doymamış yağ asidi tüketiminin vücutta serbest radikalleri artırdığı, bu nedenle omega -3 ve KLA'nın stabilitesi için mikroenkapsülasyon ve antioksidan ilavesi gibi tekniklerin gerekli olduğu ortaya çıkmaktadır. Hazır balık yağı preparatlarının antioksidan da içerdiğine bakılmalıdır. Omega-3 yağ asitlerinin hayatın her aşamasında önem taşıdığı ve yaşam kalitesini etkilediği, yapılan araştırma sonuçları ile ortaya konulmuştur. Omega-3 takviyesi alanlarda bariz bir yan etki görülmediği, önemli yan etki olarak balık tat ve kokusu hissedilebileceği belirtilmektedir. Omega-3 bakımından zengin balık yağlarını herhangi bir balık tadı ve kokusu olmaksızın gıdalara eklemek, yüksek rafinasyon veya mikroenkapsüle edilmiş balık yağlarının kullanılmasıyla mümkün olabildiği anlaşılmıştır. Yapılan literatür taramasından; omega-3 içeren yumurtalar ve diğer bazı gıdalar elde etmek, omega-3 ve KLA'nın insan sağlığı üzerindeki etkileri konusunda bilimsel çalışmaların yoğun şekilde devam ettiği anlaşılmıştır. Balık yağının diyet eki olarak alımının güvenli olduğu belirtilmekte ancak, kanama riski olanlarda doktor denetimi tavsiye edilmektedir.

Sağlıklı bir hayat için; yeterli ve dengeli beslenmenin önemi, önemli yağ asitlerinin sağlanması için balık ve içerikte belirtilen gıdaların tüketiminin yararları konusunda tanıtım ve eğitim faaliyetleri yapılarak tüketicilerin bilinçlendirilmesi gerektiği anlaşılmaktadır.

KAYNAKLAR

[1] Kromhout, D., Bosscheiter, E.B., Coulander, Cd.L., 1985. The inverse relation between fish oil consumption and 20- year mortality from coronary heart disease. *N. Engl. J. Med.* 312: 1205-1209.

[2] Kayahan, M., 2009. Sağlıklı beslenme açısından *trans* yağ asitleri. s. 7-11. II. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu. 27-29 Mayıs 2009, Van.

[3] Karaca, E., Aytaç, S., 2007. Yağ bitkilerinde yağ asitleri kompozisyonu üzerine etki eden faktörler. *Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Derg*. 22(1): 123-131.

[4] Couedelo, L., Vaysse, C., Combe, N., Vaique, E., Guy, A., Durand, T., Pinet, S., Gosse, I., Cansel, M., 2011. Comparative metabolic fate of alpha-linolenic acid from natural oil (flaxseed oil) and structured lipids in rats. s. 22, 9th Euro Fed Lipid Congress, 18-21 September, Rotterdam, Nederlands.

[5] Olcay İ., Besler, H.T., Yeni doğanda beyin gelişimi ve omega-3 yağ asitleri. Danone Enstitüsü Türkiye Derneği, Sağlık İçin Beslenme.

[6] Baysal, A., 2004. Beslenme. Hatipoğlu Yayınevi, Ankara.

[7] Karabulut, H.A., Yandı, İ., 2006. Su ürünlerindeki omega-3 yağ asitlerinin önemi ve sağlık üzerine etkisi. *Ege Üniv. Su Ürünleri Derg*. 23(1/3): 339-342.

[8] Samur, G., 2006. Kalp Damar Hastalıklarında Beslenme. ISBN: 975–590–181-7, Sinem Matbaacılık, Ankara.

[9] Besler, H.T., 2007. Yağların beslenmedeki rolü ve *trans* yağ asitleri. s. 27-46. Bilinmeyen Yönleriyle Margarin ve Beslenmedeki Rolü. (29 Haziran 2007-Konferans Notları), Mümsad Yayınları, No:1.

[10] Demirci, M., 2010. Gıda Kimyası (Yenilenmiş 5. Baskı). Gıda Teknol. Derneği Yay. No: 40, ISBN975-97146-4-2.

[11] Semma, M., 2002. *Trans* fatty acids: Properties, benefits and risks. *J. Health Sci.* 48(1): 7–13.

[12] Altunkaynak, B., Özbek, E., 2006. Obezite nedenleri ve tedavi seçenekleri. *Van Tıp Derg*. 13(4): 138-142.

[13] Mol, S., 2007. Balık yağı tüketimi ve insan sağlığı üzerine etkileri. *J. Fisheries Sci. Com*, DOI: 10.3153/jfscom.2008023

[14] Şahingöz, S.A., 2007. Omega-3 yağ asitlerinin insan sağlığına etkileri. *Gazi Üniv. Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fak. Derg*. 21: 1-13.

[15] Gogus, U., Smith, C., 2010. n-3 Omega fatty acids: a review of current knowledge. *Int. J. Food Sci. Technol*. 45: 417–436.

[16] Nas, S., Gökalp, H.Y., Ünsal, M., 2001. Bitkisel Yağ Teknolojisi. Pamukkale Üniv. Mühendislik Fak. Ders Kitap. Yay. No: 005.

[17] Holub B.J., 2002. Clinical nutrition: 4. Omega-3 fatty acids in cardiovascular care. *Can Med. Assoc. J.* (JMAC) 166(5): 608 - 615.

[18] Canbulat, Z., Özcan, T., 2008. Süt ürünlerinin eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosahekzaenoik asit (DHA) ile zenginleştirilmesi. Türkiye 10. Gıda Kongresi, s. 713–716, 21-23 Mayıs 2008, Erzurum.

[19] Bhaskar, N., Kazuo, M., Masashi, H., 2006. Physiological effects of eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA)—A review, *Food Rev. Int*. 22(17): 291-307.

[20] Aydın A., 2004. Sağlığımız ve omega-3 yağ asitleri. *10. Cerrahpaşa Tıp Fak. Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri, Sağlıkta ve Hastalıkta Beslenme Sempozyum Dizisi* 41: 181-189.

[21] Amira, M.B., Hanene, J.H., Madiha, D., Imen, B., Mohamed, H., Abdelhamid, C., 2010. Effects of frying on the fatty acid composition in farmed and wild gilthead sea bream (Sparus aurata). *Int. J. Food Sci. Technol.*, 45: 113–123.

[22] Wassell, P., Bonwick, G., Smith, C.J., Almiron-Roig, E., Young, N.V.G., 2010. Towards a multidisciplinary approach to structuring in reduced saturated fat-based systems – a review. *Int. J. Food Sci. Technol*. 45: 642-655.

[23] Eseceli, H., Değirmencioğlu, A., Kahraman, R., 2006. Omega yağ asitlerinin insan sağlığı yönünden önemi. Türkiye 9. Gıda Kongresi, s. 403-406, 24-26 Mayıs, Bolu.

[24] Lagarde, M., Picq, M., Bernoud-Hubac, N., Colas, R., Calzada, C., Chen, P., Guichardant, M., Véricel, E., 2011. Docosahexaenoic acid metabolism and function. S.14. 9th Euro Fed Lipid Congress, 18-21 September, Rotterdam, Nederlands.

[25] Fung Seing, H.L., Skall Nielsen, N., Baron, C., Jacobsen, C., 2011. Oxidative stability of marine phospholipids emulsions. s. 464, 9th Euro Fed Lipid Congress, 18-21 September, Rotterdam, Nederlands.

[26] Sarıca, Ş., 2003. Omega-3 yağ asitlerinin insan sağlığı üzerine etkileri ve tavuk etinin omega-3 yağ asitlerince zenginleştirilmesi. *Hayvansal Üretim* 44(2): 1-9.

[27] Esipov, A., Gorbach, T., 2011. Omega-3 fatty acids and the human health: A new approach to the problem. s. 223, 9th Euro Fed Lipid Congress, 18-21 September, Rotterdam, Nederlands.

[28] Kaya, Y., Duyar, H.A., Erdem, M.E., 2004. Balık yağ asitlerinin insan sağlığı için önemi. *Ege Üniv. Su Ürünleri Derg*. 21(3/4): 365-370.

[29] Scarmeas, N., Stern, Y., Mayeux, R., Lunchsinger, J.A., 2006. Mediterranean diet, Alzheimer disease, and vascular mediation. *Arch. Neurol*. 63: 1709-1717.

[30] Ceylan, N.,. Yenice, E., Gökçeyrek, D., Tunçer, E. 1999. İnsan beslenmesinde daha sağlıklı yumurta üretimi yönünde kanatlı besleme çalışmaları. s. 300-307. VIV Poultry YUTAV'99. Uluslararası Tavukçuluk Fuarı ve Konferansı, 3-6/6/1999, İstanbul.

[31] Kolanowski, W., Laufenberg, G., 2006. Enrichment of food products with polyunsaturated fatty acids by fish oil addition. *Eur. Food Res. Technol*. 222: 472 - 477.

[32] Özkan, Y., Koca, S.S., 2006. Hiperlipidemi tedavisinde omega-3 yağ asidinin (balık yağı) etkinliği. *Fırat Tıp Derg*. 11(1): 40-44.
[33] Norum, K.R., Drevon, C.A., 1986. Dietary omega-3 fatty acids and cardiovascular diseases. *Arteriosclerozis* 6: 352-355.
[34] Watkins, B. A., 1991. Importance of essential fatty acids and their derivates in poultry. *J. Nutr*. 121: 1475-1485.
[35] Connor W.E., 2000. The importance of n-3 fatty acids in health and disease. *Am. J. Clin. Nutr*. 71(1): 171 - 175.
[36] Lewis N.M., Seburg, S., Flanagan, N.L., 2000. Enriched eggs as a source of n-3 polyunsaturated fatty acids for humans. *Poult. Sci.* 79: 971-974.
[37] Melo, V., Gutierrez, R., Calvo, C., Garcia, M., Macin, S., 2011. The Role of Essential Fatty Acids from Peanuts Arachis bypogaea in Human Health. s. 231. 9th Euro Fed Lipid Congress, 18-21 September, Rotterdam, Nederlands.
[38] Banning, M., 2005. The role of omega-3-fatty acids in the prevention of cardiac events. *Br. J. Nurs*. 14(9): 503 - 508.
[39] Taşan, M., Dağlıoğlu, O., 2005. *Trans* yağ asitlerinin yapısı, oluşumu ve gıdalarla alınması. *Tekirdağ Ziraat Fak. Derg*. 2(1): 79-88.
[40] Tekin, A., 2007. Margarin üretimi ve *trans* yağ asitleri. S.17-25. Bilinmeyen Yönleriyle Margarin ve Beslenmedeki Rolü. (29 Haziran 2007-Konferans Notları), Mümsad Yayınları, No:1.
[41] Kemény, Z., Recseg, K.., Hénon, G., Kövari, K., Zwobada, F., 2001. Deodorization of vegetable oils: Prediction of *trans* polyunsaturated fatty acid content. *J. Am. Oil Chem. Soc*. 78: 973-979.
[42] Precht, D., Molketin, J., Vahlendieck, M., 1999. Influence of the heating temperature on the fat composition of milk fat with emphasis on *cis*/*trans* isomerization. *Nahrung* 43: 25-33.
[43] Morin, O., 2005. Acides gras *trans*: re´cents developpements. *OCL*, 12, 414–421.
[44] Mensink, R.P., Katan, M.B., 1990. Effect of dietary *trans* fatty acids on high-density and lowdensity lipoprotein cholesterol levels in healthy subjects. *N. Engl. J. Med*. 323: 439–445.
[45] Zock, P.L., Katan, M.B., 1992. Hydrogenation alternatives: effects of *trans* fatty acids and stearic acid versus linoleic acid on serum lipids and lipoproteins in humans. *J. Lipid Res*. 33: 399–410.
[46] Dijkstra, A., Hamilton, R.J., Hamm, W., 2008. *Trans* Fatty Acids. ISBN: 978-1-4051-5691-2, John Wiley & Sons, Inc., 256 p.
[47] Kaya, A., Topçu, C., Gürbilek, M., Aköz, M., Ünaldı, M., 2010. *Trans*-9 18:1 Oktadekanoik asit izomerinin sıçan karaciğer hücre zarı Na+/K+ ATPaz enzim aktivitesi ve plazma lipoproteinleri üzerine etkisi. *Türk Biyokimya Derg.* 35(2): 121–127.
[48] Mozafarian, D., 2006. *Trans* fatty acids – effects on systemic inflammation and endothelial function. *Atheroscler Suppl*. 7: 29–32. .
[49] Rivellese, A.A., Maffettone, A., Vessby, B., Ulusituba, M., Hermansen, K., Berglund, L., Louheranta, A., Meyer, B.J., Riccardi, G., 2003. Effects of dietary saturated, monounsaturated and n-3 fatty acids on fasting lipoproteins, LDL size and post-prandial lipid metabolism in healthy subjects. *Atherosclerosis* 167(1): 149-207.
[50] Tyburczy, C., Major, C., Lock, A.L., Destaillats, F., Lawrence, P., Brenna, J.T., Salter, A.M., Bauman, D.E., 2009. Individual *trans* octadecenoic acids and partially hydrogenated vegetable oil differentially affect hepatic lipid and lipoprotein metabolism in golden Syrian hamsters. *J. Nutr*. 139(2): 257-63.
[51] Rozenn N.L., Irena B., Mozaffarian, D., Sotoodehnia, N., Thomas, D.R., Kuller, L.H., Tracy, R.P., Siscovick, D.S., 2006. Plasma phospholipid *trans* fatty acids, fatal ischemic heart disease, and sudden cardiac death in older. *Adults Circulation* 114: 209-215.
[52] Innis, S.M., Green, T.J., Halsey, T.K., 1999. Variability in the *trans* fatty acid content of foods within a food category: implications for estimation of dietary *trans* fatty acid intake. *J. Am. Coll. Nutr.*18: 255–260.
[53] Morgado, N., Galleguillos, A., Sanhueza, J., Garrido, A., Nieto, S., 1998. Effect of the degree of hydrogenation of dietary fish oil on the *trans* fatty acid content and enzymatic activity of rat hepatic microsomes. *Lipids* 33: 669-673.
[54] Caggiula, A..W., Mustad, V.A., 1997. Effects of dietary fat and fatty acids on coronary artery disease risk and total and lipoprotein cholesterol concentrations: epidemiologic studies. *Am. J. Clin.Nutr.* 65: 1597S–1610S
[55] Gould, A.L., Rossouw, J.E., Santanello, N.C., Heyse, F.J., Furberg, C.D., 1998. Cholesterol reduction yields clinical benefit: impact of stain trials. *Circulation* 97: 946–952.
[56] Ward, O.P., Singh, A., 2005. Omega-3/6 fatty acids: Alternative sources of production. *Process Biochem.*, 40: 3627–3652.
[57] Wang, Y., Jones, P.J., 2004. Dietary conjugated linoleic acid and body composition. *Am. J. Clin.Nutr.* 79: 1153-1158.
[58] İnanç, N., 2006. Konjuge linoleik asit: obezitede etkileri. *Sağlık Bilimleri Derg*. 15(2): 137-141.
[59] Wahle, K.W., Heys, S.D., Rotondo, D., 2004. Conjugated linoleic acids: are they beneficial or detrimental to health? *Progress in Lipid Res*. 43: 553-587.
[60] Tanaka, K., 2005. Occurrence of conjugated linoleic acid in ruminant products and its physiological functions. *Animal Sci. J*. 76: 291-303.
[61] Kurban, S., Mehmetoğlu, İ., 2006. Konjuge linoleik asit metabolizması ve fizyolojik etkileri. *Türk Klinik Biyokimya Derg*. 4(2): 89-100.
[62] Sezer, Ç., Aksoy, H.A., Üstün, G., Tüter, M., 2011. Incorporation of conjugated linoleic acid into corn oil: optimization by response surface methodology. s. 185. 9th Euro Fed Lipid Congress, 18-21 September, Rotterdam, Nederlands.
[63] Yücel, S., Özçimen, D., Tatlı, A., 2011. Benefical health effects of conjugated linoleic acids. s. 227. 9th Euro Fed Lipid Congress, 18-21 September, Rotterdam, Nederlands.
[64] Kelly, G.S., 2001. Conjugated linoleic acid: a review. *Altern. Med. Rev.* 6(4): 367-382.

[65] Çelik, L., 2006. Konjuge linoleik asidin ruminatlarda biyosentezi, fizyoloji ve lipid metabolizması üzerine etkileri. *Hayvansal Üretim* 47(1): 1-7.

[66] KoohiKamali, S.,Tau Chuan, L., Chin Ping, T., 2011. Oxidative stable hydrophilic conjugated linoleic acid. s. 213. 9th Euro Fed Lipid Congress, 18-21 September, Rotterdam, Nederlands, 213.

[67] Lopes, P.A., Martins, S.V., Prates, J.A.M., 2011. Modulation of conjugated linoleik acid effects by saturated fat diets. S. 25. 9th Euro Fed Lipid Congress, 18-21 September, Rotterdam, Nederlands.

[68] Pariza, M.W., 2004. Perspective on the safety and effectiveness of conjugated linoleic acid. *Am. J. Clin. Nutr*. 79: 1132-1136.

[69] Weiss, M.F., Martz, F.A., PAS., Lorenzen, C.L., 2004. Conjugated linoleic acid: historical context and implications. *The Professional Animal Scientist* 20(2): 118-126.

[70] Bhattacharya, A., Rahman, Md.M., Sun, D., Lawrence, R., Mejia, W., McCarter, R., O'Shea, M., Fernandes, G., 2005. The combination of dietary conjugated linoleic acid and treadmill exercise lowers gain in body fat mass and enhances lean body mass in high fat-fed male Balb/C mice. *J. Nutr*. 135: 1124-1130.