

Omega-6, Omega-3 Yağ Asitleri ve Balık

Hülya TURAN¹, İbrahim ERKOYUNCU¹, Demet KOCATEPE²

¹Sinop Üniv. Su Ürünleri Fak. Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Sinop

²Sinop Üniv. Turizm İşletmeciliği ve Otelcilik YO, Yiyecek-İçecek İşletmeciliği Böl. Sinop

* Sorumluyazar: Tel: 368 2876254 Fax: 368 2876255

e mail: turahulya@gmail.com

Geliş Tarihi:22.11.2012

Kabul Tarihi: 20.02.2013

Abstract

Omega-6, Omega-3 Fatty Acid and Fish

Omega-6 and omega-3 fatty acids, polyunsaturated fatty acids, are essential fatty acids. Minor differences in their molecular structure of omega-3 and omega-6 fatty acids act very different role in the body. These important fatty acids may cause some discomfort in humans if not taken recommended proportions. It is advised to get more omega-3 fatty acids, or at least equal amounts of these fatty acids. However due to changes in consumption habits in recent years, an increase in ratio of omega-6 to omega-3 ratio has been observed. One of the omega-3 fatty acids, eicosapentaenoic acid, C20: 5n-3 (EPA) play a role in the prevention of cardiovascular problems, while another one docosahexaenoic acid, C22: 6n-3 (DHA) is more effective for the visual function, growth and brain development. Fish, especially oily fish are excellent sources of long chain omega-3 fatty acids. In this review, using the results of studies in recent years, omega-6 and omega-3 fatty acids and impact on health and the importance of fish flesh contained well-balanced amounts of these fatty acids has also been mentioned.

Keywords: omega-6, omega-3, omega-6/omega-3, fish

Özet

Çoklu doymamış yağ asitlerinden omega-6 ve omega-3 yağ asitleri esansiyel yağ asitleridir. Omega-6 ve omega-3 yağ asitlerinin molekül yapısındaki küçük farklılık vücutta çok farklı bir rol oynar. Bu önemli yağ asitleri tavsiye edilen oranlarda alınmadığı takdirde insanlarda bazı rahatsızlıklara neden olabilmektedir. Omega-3 yağ asitlerini daha fazla almak ya da en azından her iki yağ asidinden de eşit miktarlarda almak gerektiği bildirilmektedir. Ancak son yıllarda tüketim alışkanlıklarının değişmesiyle birlikte diyetdeki omega-6 omega-3 oranının çok yüksek seviyelerde olduğu görülmektedir. Omega-3 yağ asitlerinden olan eikosapentaenoik asit, C20:5n-3 (EPA) kardiyovasküler sorunların önlenmesinde, dokosaheksaenoik asit, C22:6n-3 (DHA) ise görme fonksiyonlarında, büyüme ve beyin gelişiminde etkili olmaktadır. Balık ve özellikle yağlı balıklar çok uzun zincirli omega-3 yağ asitlerinin mükemmel kaynaklarıdır. Bu derlemede son yıllarda yapılan çalışmaların sonuçlarından yararlanılarak omega-6 ve omega-3 yağ asitleri ile sağlık üzerindeki etkileri ve bu yağ asitlerini dengeli miktarda içeren balık etinin önemine değinilmeye çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Omega-6, omega-3, omega-6/omega-3, balık

Giriş

Yağlar kısa, orta ve uzun zincirli yağ asitlerinin herhangi bir kombinasyonunu içerebilir. Yağ asitlerindeki karbon atomlarının 4 bağının da H atomlarına bağlı olduğu yağ asitleri doymuş yağ asitleri olup, bu yağ

asitlerinin ana kaynağı et ve süt ürünleri gibi hayvansal ürünlerdir. Fakat bazı tropikal bitki kaynakları da (hindistan cevizi, hurma ve hurma çekirdeği) çok büyük miktarlarda doymuş yağ asitlerini içerir.

1 karbon atomunun diğer karbon atomuna tek bir çift bağ ile bağlı olduğu ve iki hidrojen atomunun elemine edildiği tekli doymamış yağ asitleri; kanola yağı, fındık yağı ve zeytin-yağında yüksek miktarlardadır. İki ya da daha fazla karbon atomu çift bağ ile bağlı olduğunda ve 2 ya da daha fazla hidrojen çiftleri elemine edildiğinde oluşan çoklu doymamış yağ asitleri, mısır, soya fasulyesi, ay çiçeği ve su ürünlerinde önemli miktardadır. Tüm yağlar doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitlerini içerirler ve sadece miktarları farklılık gösterir (Greenly, 2002).

Esansiyel Yağ Asitleri

Esansiyel yağ asitleri (EFA) çoklu doymamış yağ asitleridir ve omega-6 ve omega-3 yağ asitleri olarak iki gruba ayrılır. Vücut bu yağ asitlerini üretmediği için besinlerle alınması gerekir (Greenly, 2002; Zatsick ve Mayket, 2007). Omega-3 yağ asidi olarak sınıflandırılan alfa-linolenik asit belirli bitkisel yağlar (keten tohumu yağı, ceviz yağı), deniz planktonları ile (Larsen, 2000) tohumlar, yeşil yapraklı sebzeler, fasulye ve kabuklu yemişler, çinekop, uskumru, alabalık, ringa, ton ve somon balıkları gibi yağlı balıklarda bulunur (Greenly, 2002). Omega-6 yağ asiti olarak sınıflandırılan linoleik asit ise yüksek oranda linoleik asit içeren mısıryağı ve soya yağı gibi bitkisel yağlarda (Larsen, 2000), tahıl, et ve pek çok bitkinin tohumlarında bulunur (Zatsick ve Mayket, 2007). Yağlı balıklarda ve balık yağında baskın yağ asitleri 20 karbonlu eikosapentaenoik asit (EPA) ve 22 karbonlu dokosaheksaenoik asit (DHA) iken kanola, soya fasulyesi, keten tohumu ve ceviz yağlarının ana bileşeni 18 karbonlu alfa-linolenikasittir (ALA). Bu yağ asitlerinin en faydalıları EPA ve DHA'dır (Larsen, 2000; Kris-Etherton vd., 2003).

EPA'nın kardiyovasküler hastalıkları önlemede önemli rol oynadığına, DHA'nın ise beyin ve sinir gelişimi için gerekli olduğuna

inanılmaktadır (WHfoods, 2012).

Görünüşte molekül yapılarında önemsiz farklılıklar olan iki EFA ailesi vücutta çok farklı şekilde davranır. Enzimatik desaturasyon işlemi ile ALA, EPA ve DHA üretir. EPA ve DHA anti-inflammatör, anti-trombotik, anti-aritmik özelliklere sahip olan bir grup eikosanoidin (prostaglandinler, tromboksanlar ve lökotrinler) öncüleridir. Linoleik asitin bir ürünü olan araşidonik asit ise, proinflammatör ve protrombotik etkilerden sorumlu diğer bir eikosanoid grubunun öncüsüdür (Zatsick ve Mayket, 2007). Omega-6 yağ asitlerinin metabolik ürünleri; iltihap, kan pıhtılaşması ve tümör büyümesini teşvik ederken, omega-3 yağ asitleri tamamen zıt hareket eder (Greenly, 2002).

Yüksek derecede çoklu doymamış omega-3 yağ asitleri bağışıklık sisteminin kuvvetlendirilmesinde, serum trigliserid ile LDL kolesterolün düşürülmesinde ve kan pıhtılaşması riskinin azaltılmasında faydalıdır (Larsen, 2000). Omega-3 yağ asit eksikliği belirtileri, yorgunluk, kuru ve/veya kaşıntılı cilt, kırılabilir saçlar ve tırnaklar, kabızlık, sık sık soğuk algınlığı, depresyon, unutkanlık, fiziksel dayanıksızlık ve/veya eklem ağrısıdır. Bununla birlikte kanama bozuklukları olan ve kan sulandırıcı alan kişilerin tamamlayıcı omega-3 yağ asitlerini almadan önce bir hekime danışmaları gereklidir (WHfoods, 2012).

EPA ve DHA'nın eşsiz yararlarının ve eksikliğindeki ciddi sonuçları nedeniyle ABD Ulusal Sağlık Enstitüsü, EPA-DHA, alfa linolenik asit ve linoleik asit günlük alım miktarlarını sırasıyla 650 mg, 2.22 g ve 4.44 g olarak önermiştir. Doymuş yağ alımının ise, toplam kalori alımının %8'i veya günlük 18 g olarak sınırlanması tavsiye edilmektedir (Larsen, 2000). Ulusal Bilimler Akademisi Tıp Enstitüsü (AI) tarafından 2002 yılında erkeklerin günde 1.6g, kadınların 1.1g linolenik asit almaları önerilmiştir. Konuyla ilgili bir çalışmada ise uzmanlar günlük 2000 kalori tüketen bir kişinin en az 4 g omega-3 tüketmesi

ve bu yağ bakımından zengin gıdalar yemesini önermişlerdir. Bu hedefe diyetlere keten tohumu ve doğadan avlanan somon gibi sadece iki gıda ekleyerek kolayca ulaşılabilir. İki yemek kaşığı keten tohumu 3.5g omega-3, 113 g somon 1.5 g omega-3 içerir. Araştırma sonuçlarına göre, haftada iki porsiyon kızarmış olmayan balık özellikle somon, ton balığı ve halibut, kandaki omega-3 yağ asitleri düzeyini önemli ölçüde artırmak için yeterli olabilir (WHfoods, 2012).

Yetişkin bir insan beyni günde 17.8 mg (araşidonik asit) AA ve 4.6 mg DHA tüketir. AA tüketimi yaş ile değişmemektedir. Diyetle DHA yokluğunda beynin DHA ihtiyacı, diyetle yeterli alfa linolenik asit sağlandığında, alfa linolenik asitin DHA'ya dönüşümü ile karaciğer tarafından karşılanabilir (Rapoport vd., 2007). Alfa-linolenik asitin vücutta EPA ve DHA'ya dönüşümü, özellikle yaşlı insanlarda daha azdır (Larsen, 2000). Bu yağ asitleri somon, ton, ringa gibi soğuk su balıklarından doğrudan karşılanabilir (WHfoods, 2012).

Kırmızı kan hücre zarlarındaki EPA ve DHA'nın yüzde olarak toplamı omega-3 indeksi olarak tanımlanmıştır. Omega-3 indeksi ile yüksek derecede ilişkili diğer omega-3 biyo belirteçler; kanda omega-3 yağ asitlerinin [(EPA+dokosapentaenoik asit (DPA)+DHA)], plazma fosfolipidlerdeki EPA+DHA'nın ve serum kolesterol esterlerindeki EPA'nın toplam miktarlarıdır.

Anjiyografi ile kanıtlanmış koroner arter hastalığı olan 223 hasta üzerinde yapılan bir çalışmada, günde 1.65g EPA+DHA ile, omega-3 indeksi %3.4'den %8.3'e kadar artmış ve koronerlezyonların ilerlemesi azalmıştır. Bu bulgular omega-3 indeksinin %8'in üstündeki seviyelere çıkması ile daha az kararsız plaklar üretilebildiğini ve koroner ateroskleroz seyrini hafiflettiğini düşündürmektedir (vonSchacky ve Harris, 2007).

Oleik asit, 18:1n-9 (OA), araşidonik asit, 20:4n-6 (AA) ve EPA gibi üç farklı seriyi temsil eden yağ asitlerinin meme kanser hücreleri (MDA-MB-231) tarafından alımı ve metabolizması incelenmiş ve bu hücreler tarafından en baskın alınan yağ asitinin AA, en az alınanın ise EPA olduğu bildirilmiştir (Kaur vd., 2009). Koroner kalp hastalıkları geçirmiş olan yeni kadavralarda yüksek seviyede omega-3 ve omega-6; özellikle de DHA ve AA alımının düşük olduğu, balık tüketiminin ise kalp dokularındaki omega-3 ve omega-6 seviyeleri ile ilişkili olduğu belirtilmiştir (Chattipakorn vd., 2009).

Yine eritrositlerdeki trans-oleik asitin daha düşük seviyelerde olmasının ve daha yüksek miktarda vitamin, mineral ve n-3 yağ asitleri alımının aterosklerozis riskinin azalması ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Park vd., 2009). Hurst vd. (2010) diyet yağ asitlerinin artrit üzerine etkisini incelemişler ve n-3 PUFA'ların kıkırdak bozundurucu proteinaz, siklooksijenaz-2 ve enflamatuvar sitokinlerin etkisini azalttığını, EPA'nın DHA ve ALA'dan daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Shannon vd. (2010) tekli doymamış yağ asitleri ve ALA:EPA oranının prostat kanseri riskinin azalması ile, bazı uzun zincirli doymuş yağ asitlerinin de prostat kanseri riskinin artışı ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

Akut koroner sendromlu hastalarda, hasta olmayanlara göre omega-3PUFA'ların hayli düşük düzeyde (özellikle EPA ve DPA) olduğu tespit edilmiştir. EPA, DPA ve DHA seviyeleri düşük olan hastaların, bu yağ asitleri yüksek seviyede olan hastalara göre önemli derecede daha yüksek bir % lipid düzeyine ve önemli derecede daha düşük % fibröz düzeyine sahip oldukları, omega-3 PUFA'larca daha düşük serum içeriği (özellikle EPA ve DPA)'nin akut koroner sendrom oluşumuna katkı sağlayan yağca zengin plaklar ile oldukça ilişkili olduğu bildirilmiştir (Amano vd., 2011).

Omega-6/omega-3 oranı

Endüstriyel gelişimle paralel son 100-150 yıldır sosyoekonomik değişikliklerin bir sonucu olarak beslenme rejimindeki değişiklikler yağ asit tüketiminde de değişime neden olmuş ve omega-6 yağ asitleri tüketimi artarken omega-3 yağ asitleri tüketimi azalmıştır. Bu omega-6/omega-3 oranında bir dengesizliğe neden olmuş ve geçmiş dönemlerdeki 1:1 oranından hayli uzaklaşmıştır.

Şu anda batı ülkeleri diyetleri tavsiye edilenin (%30-35) önemli derecede üzerinde yağ formundaki kaloriye sahiptir. Özellikle yüksek miktarda doymuş yağlar (>%10), omega-6 yağ asitlerince zengin ve omega-3 yağ asitlerince fakir olan diyetler 20-30:1 omega-6/omega-3 oranlarına neden olmaktadır. Diğer yandan 1940 ve 1950'lerden beri endüstriyel gıda üretimindeki artış ve hayvansal yemlerin besin kompozisyonundaki değişimin bir sonucu olarak et, balık, tavuk gibi besinler omega-3 miktarlarının bir kısmını kaybetmiştir. (Gómez Candela vd., 2011).

Pek çok epidemiyolojik çalışma ve klinik deneylerde, omega-3 yağ asitlerinin alımı ve farklı hastalıklar üzerindeki [(kardiyovasküler bozukluklar, farklı kanserler; (meme, prostat, kolorektal) astım, iltihaplı bağırsak hastalığı, romatoidartrit, osteoporoz)] yararlı etkileri ortaya konmuştur. Mesela 4:1 omega-6 omega-3 oranı, kardiyovasküler hastalıklardan ölüm oranında %70'lik bir azalma ile ilişkilendirilmiştir. Birçok deneysel çalışma meme, kolon, prostat, karaciğer ve pankreas kanserlerini kapsayan çoğu kanser gelişimini bastırmada, ω-3 (DHA ve EPA)'ün rol oynadığını göstermiştir (Gómez Candela vd. 2011). Maillard vd. (2002) meme yağ dokusundaki n-3 yağ asitleri seviyeleri ile meme kanseri riski arasında ters bir ilişki olduğunu bulmuşlardır. Williams vd. (2011)'ne göre de diyetteki yüksek n-6/n-3 yağ asitleri oranı ileri dereceli prostat kanseri riskini artırabilir.

Omega-6/omega-3 oranını düşük tutmak gerekli olup bazı yazarlara göre bu 1:1 veya 2:1 olabilir. (Gómez Candela vd., 2011). Kolorektal kanseri olan hastalarda 2.5/1 oranı rektal hücre proliferasyonunu azaltmış, aynı miktarda omega-3 PUFA içeren 4/1'lik bir oranın ise, herhangi bir etkisi olmamıştır. Düşük omega-6/omega-3 oranı kadınlarda meme kanseri riskinde azalma ile ilişkili bulunmuştur. Romatoid artritli hastalarda 2-3/1 oranının inflamasyonu bastırdığı, 5/1 oranının astımlı hastalarda olumlu, 10/1 oranının ise olumsuz sonuçlara neden olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmalar optimum oranın hastalık türü ile değişebildiğini göstermektedir (Simopoulos, 2004).

AA ve EPA, eicosanoidlerin üretimi için ana bileşenlerdir. AA'in eicosanoidleri EPA'nın-kilerin zıt özelliklerine sahiptir. Omega-6 yağ asitlerinin diyetteki artışı protrombotik, prokonstriftik ve proinflammator durum için fizyolojik durumu değiştirir. Kalp-damar hastalığı, diyabet, kanser, obezite, otoimmün hastalıkları, romatoid artrit, astım ve depresyon gibi kronik durumların çoğu, tromboksan A₂ (TXA₂), lökotrien B₄ (LTB₄), IL-1β, IL-6, tümör nekroz faktörü (TNF) ve C-reaktif protein üretiminin artışı ile ilişkilidir. Tüm bu faktörler omega-6 yağ asidi (ALA) alımındaki artış ile artar ve omega-3 yağ asidi (EPA ve DHA) alımındaki artışla azalır. EPA ve DHA daha etkilidir ve pek çok çalışma EPA ve DHA kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Optimal doz veya omega-6/omega-3 oranı söz konusu hastalığa bağlı olarak 1/1den 4/1'e kadar değişebilir. Yapılan çalışmalara göre diyetteki omega-6/omega-3 oranı dengeli olduğu zaman ilaç dozu azalır. Bu nedenle, kronik hastalıkların yönetimi ve önlenmesinde omega-3 artırılırken esansiyel omega-6 alımını azaltmak gereklidir. Dahası, omega-6 ve omega 3 yağ asitlerinin dengesi normal gelişim için çok önemlidir ve omega-6 omega-3oranı önemli bir sağlık belirleyicisidir (Simopoulos, 2002).

Balık

İyi bir protein kaynağı olan balık doymuş yağ oranınca düşük olup, özellikle uskumru, dere alabalığı, ringa, sardalye, ton ve somon balığı gibi yağlı türler, kalp koruyucu olarak gösterilen iki tür omega-3 yağ asitini (EPA ve DHA) önemli miktarda içerir. Amerikan Kalp Vakfı, tüm yetişkinlerin haftada en az iki kez balık, özellikle de yağlı balık (salmon, ringa, uskumru) yemelerini tavsiye etmektedir. Belgelenmiş koroner kalp hastalığı olan hastalar için ise günlük 1g EPA ve DHA (kombine) önermektedir. Bu da yine yağlı balık tüketimi ile veya omega-3 yağ asitleri kapsülleri ile sağlanabilir (Kris-Etherton vd., 2003). Balık yiyemeyen, balık çeşitlerine erişimi sınırlı olan, ya da balık satın almak istemeyen bireyler için, balık yağı takviyesi düşünülebilir.

Hazırlanışına bağlı olarak, omega-3 yağ asitleri (? 1g/gün) gereksinimini karşılamak için günde üç defa 1 gr balık yağı kapsülü yeterlidir. Amerika Birleşik Devletleri'ndeki en yaygın balık yağı kapsülleri kapsül başına 180mg EPA ve 120mg DHA sağlar. Tüketicilerin balık yağı kapsülü içindeki EPA ve DHA düzeylerini belirlemek için besin etiketini okumaları çok önemlidir (Kris-Etherton vd. 2002). Bununla beraber kapsül kullanma kararı bir hekime

danışılarak verilmelidir. Balık yiyemeyen hipertrigliseridli hastalarda da EPA+DHA takviyesi yararlı olabilir. Her gün 2 ila 4g EPA+DHA trigliseridi %20 ila %40 düşürebilir. Bu yağ asitlerini üç gramdan fazla kullanan hastaların bunu bir doktor gözetiminde yapması gerekir. Çok yüksek miktarda alımı bazı kişilerde aşırı kanamaya neden olabilir (Kris-Etherton vd., 2003).

Yamagishi vd. (2008) ile Hu vd. (2011) diyet ile alınan balık ve omega-3 PUFA'lar ile kardiyovasküler ölümler (özellikle kalp krizi) arasında zıt ilişki olduğunu tespit etmişler ve kardiyovasküler hastalıklar üzerine balığın koruyucu etkide olduğunu öne sürmüşlerdir. Moralez da Silva vd. (2008) parkinson hastalarında balık yağı şeklinde omega-3 alımının antidepresan etkisi ile ya da diğer bazı ilaçlar ile adjuvan tedavi olarak kullanılabilirliğini ortaya koymuşlardır.

Sonuç olarak; sağlıklı bireyler için hem omega-3, hem de omega-6 yağ asitlerinin mutlaka karşılanması, ancak tüketim miktarlarının omega-6'ca daha az miktarlarda tutulması ve EPA ve DHA bakımından eşsiz bir kaynak olan balığın haftada en az iki kez tüketilmesi gereklidir.

Kaynaklar

- Amano, T., Matsubara, T., Uetani, T., Kato, M., Kato, B., Yoshida, T., Harada, K., Kumagai, S., Kunimura, A., Shinbo, Y., Kitagawa, K., Ishii, H. And Murohara, T. 2011. Impact of Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids on Coronary Plaque Instability: An Integrated Backscatter Intravascular Ultrasound Study. *Atherosclerosis*, 218:110-116.
- Chattipakorn, N., Settakorn, J., Petsophonakul, P., Suwannahoi, P., Mahakranukrauh, P., Srichairatanakool, S. and Chattipakorn, S.C. 2009. Cardiac mortality is associated with low levels of omega-3 and omega-6 Fatty Acids in the hearth of cadavers with a history of coronary hearth disease. *Nutrition Research*, 29: 696-704.
- Gómez Candela, C., Bermejo López, L. M. and Loria Kohen, V. 2011. Importance of a balanced omega 6/omega 3 ratio for the maintenance of health. *Nutritional recommendations. Nutrición Hospitalaria*, 26(2):323-329.
- Greenly, L.W. 2002. A nutrition primer: fat and cholesterol. *Journal of Chiropractic Medicine*, 1(4):201-206.
- Hu, F.B., Bronner, L., Willett, W.C., Stampfer, M.J., Rexrode, K.M., Albert, C.M. Hunter, D. and Manson, J.E. 2011. Fish and omega-3 fatty acid intake and risk of coronary heart disease in women. *The Journal of the American Medical Association*, 287(14):1815-1821.
- Hurst, S., Zainal, Z., Caterson, B., Hughes, C.E. and Harwood, J.L. 2010. Dietary fatty acids and arthritis. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 82:315-318.

- Kaur, B., Jørgensen, A. and Duttaroy, A.K. 2009. Fatty acid uptake by breast cancer cells (MDA-MB-231): effects of insulin, leptin, adiponectin, and TNF α . *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 80:93-99.
- Kris-Etherton, P.M., Harris, W.S. and Appel, L.J. 2002. Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. *Circulation. Journal of the American Heart Association*, 106:2747-2757.
- Kris-Etherton, P.M., Harris, W.S. and Appel, L.J. 2003. Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease: new recommendations from the American Heart Association. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology. Journal of the American Heart Association*, 23:151-152.
- Larsen, H.R. 2000. Fish oils: The essential nutrients. *International Health News. Issue: 102*.
- Maillard, V., Bougnoux, P., Ferrari, P., Jourdan, M.L., Pinault, M., Lavillonnière, F., Body, G., Floch, O.L. ve Chajès, V. 2002. n-3 and n-6 fatty acids in breast adipose tissue and relative risk of breast cancer in a case-control study in Tours, France. *International Journal of Cancer*, 98:78-83.
- Morales da Silva, T., Munhoz, R.P., Alvarez, C., Naliwaiko, K., Kiss, Á., Andreatini, R. And Ferraz, A.C. 2008. Depression in Parkinson's disease: A double-blind, randomized, placebo-controlled pilot study of omega-3 fatty-acid supplementation. *Journal of Affective Disorders*, 111:351-359.
- Park, Y., Lim, J., Kwon, Y. ve Lee, J. 2009. Correlation of erythrocyte fatty acid composition and dietary intake with markers of atherosclerosis in patients with myocardial infarction. *Nutrition Research*, 29:391-396.
- Rapoport, S.I., Rao, J.S. and Igarashi, M. 2007. Brain metabolism of nutritionally essential polyunsaturated fatty acids depends on both the diet and the liver. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 77:251-261.
- Shannon, J., O'Malley, J., Mori, M., Garzotto, M., Palma, A.J. and King, I.B. 2010. Erythrocyte fatty acids and prostate cancer risk: A comparison of methods. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 83:161-169.
- Simopoulos, A.P. 2002. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed Pharmacother*, 56:365-379.
- Simopoulos, A.P. 2004. Omega-6/omega-3 essential fatty acid ratio and chronic diseases. *Food Reviews International*, 20(1):77-90.
- Von Schacky, C. ve Harris, W.S. 2007. Cardiovascular risk and the omega-3 index. *Journal of Cardiovascular Medicine*, 8:46-49.
- Williams, C.D., Whitley, B.M., Hoyo, C., Grant, D.J., Iraggi, J.D., Newman, K.A., Gerber, L., Taylor, L.A., McKeever, M.G. and Freedland, S.J. 2011. A high ratio of dietary n-6/n-3 polyunsaturated fatty acids is associated with increased risk of prostate cancer. *Nutrition Research*, 31:1-8.
- Yamagishi, K., Iso, H., Date, C., Fukui, M., Wakai, K., Kikuchi, S., Inaba, Y., Tanabe, N. ve Tamakoshi, A. 2008. Fish, ω -3 polyunsaturated fatty acids, and mortality from cardiovascular diseases in a nationwide community-based cohort of Japanese men and women. *Journal of the American College of Cardiology*, 52(12):998-996.
- Zatsick, N.M. and Mayket, P. 2007. Fish oil. Getting to the heart of it. *The Journal for Nurse Practitioners*, 3(2):104-109.
- Whfoods, 2012. The world's healthiest foods. <http://whfoods.org/genpage.php?tname=nutrient&dbid=84> (giriş September 19, 2012).