

# Obez Kişilerde Plazma Yağ Asit Kompozisyonu, Desatüraz ve Elongaz Enzim Aktivitelerinin Değerlendirilmesi

## Plasma Fatty Acid Composition, Estimated Desaturase and Elongase Activities in Obese People

F. Hümeyra Yerlikaya, İdris Mehmetoğlu

*Necmettin Erbakan Üniversitesi, Meram Tıp Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, Konya*

### Özet

Obezite, yükselmiş yağ asit sirkülasyonu, hipertansiyon, hiperlipidemi, diyabet ve insülin direncinin artmış riski ile ilişkili bulunmuştur. Bu bozukluklardan bazıları yağ asit metabolizmasında bir değişime sebep olabilir. Obez bireylerde artmış plazma yağ asit düzeyleri  $\beta$ -oksidasyonu hızlandırmaya ve insülin sensitivitesini etkilemeye katkısı olabilir. Yağ asit kompozisyonu hastalık riskinin bir göstergesi olarak kullanılabilir çünkü yağ asit kompozisyonunun değişimi kardiyovasküler hastalık ve metabolik hastalıklar ile ilişkili bulunmuştur. Doymamış yağ asitlerini sentezleyen enzimlere desatüraz denir. Delta 9, 6 ve 5 desatüraz enzimleri uzun zincirli yağ asitlerinde spesifik pozisyonlarda çift bağ oluşturmakla görevlidirler. Yağ asitlerinin zincir uzatma işleminden sorumlu olan enzimlere elongaz adı verilir. Bu derlemede obez kişilerde plazma yağ asit içeriği, desatüraz ve elongaz enzim aktiviteleri güncel yayınlara işaret ederek gözden geçirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Obezite, Plazma Yağ Asit Kompozisyonu, Desatüraz Aktivitesi, Elongaz Aktivitesi

### Abstract

Obesity is associated with an increased risk of insulin resistance, diabetes, hyperlipidemia, hypertension and elevated circulating fatty acids. Some of those abnormalities may be caused by an altered fatty acid metabolism. Increased plasma fatty acids in obese individuals may contribute to accelerate of  $\beta$ -oxidation and may also affect insulin sensitivity. Fatty acid composition is used as an indicator of disease risk, because its alteration has been related to metabolic disease and cardiovascular disease. Desaturase are involved in the endogenous synthesis of polyunsaturated fatty acids. The delta 9, 6 and 5 desaturases introduce a double bond at specific positions on long chain fatty acids. Fatty acids of the enzymes responsible for chain extension process is called the elongase. In this paper, we review estimated, addressing the recent studies, plasma fatty acid composition, desaturase and elongase activity in obese people.

**Key Words:** Obesity, Plasma Fatty Acid Composition, Desaturase Activity, Elongase Activity

### Yazışma Adresi:

Dr. F. Hümeyra Yerlikaya  
Necmettin Erbakan Üniversitesi, Meram Tıp Fakültesi,  
Biyokimya Anabilim Dalı  
Meram, KONYA  
Tel 0 332 / 223 77 61  
E-mail: fhumeurray@hotmail.com

**Y**ağ dokularında sağlığı bozacak ölçüde anormal veya aşırı miktarda yağ birikmesi olarak tanımlanabilen obezite; vücut yağ oranının artması, endokrin ve metabolik değişikliklerle karakterize, kompleks, multifaktöryel bir hastalıktır (1,2). Obezite yağ asit sirkülasyonu artışı, hipertansiyon, hiperlipidemi, diyabet ve insülin direncinin artışı ile ilişkilendirilmiştir (1-4). Bu bozukluklardan bazıları yağ asit metabolizmasında bir değişime sebep olabilir. Obez bireylerde artmış plazma yağ

asit düzeyleri,  $\beta$ -oksidasyonu hızlandırmaya ve insülin sensitivitesini etkilemeye katkısı olabilir (3). Bununla beraber, serum serbest yağ asidi kompozisyonu kısmen diyetteki yağ asidi kompozisyonunu yansıtmaktadır (5-7).

Yağ asitleri, polar bir karboksil grup bağlanmış ve nonpolar bir hidrokarbon zinciri içeren amfipatik bileşiklerdir (8,9). Yağ asitleri, doğal membranların çok önemli yapısal elemanları olup membranların büyük parçasını oluştururlar (9). Doymuş ve doymamış yağ asitlerinin her ikisi de fosfolipit moleküllerinin fosfatidil gruplarında iki zincir bağlantıda inşa görevi görürler. Uzun zincirli yağ asitleri fosfolipit veya kolesterol esteri yapımında kullanıldığı halde kısa zincirli yağ asitleri (esterleşmemiş serbest) membran yapısında bulunurlar. Membran yapısında %3-10 arasında serbest yağ asiti bulunur (8,9).

Yağ asitlerinin metabolik enerji kaynağı ve hücre homeostazisinde önemli rol aldığı, insan immun sistemini etkilediği ve bazılarının antimikrobiyal ve antikanser aktivite gösterdiği savunulmaktadır (8-10). Doğal yağlarda bulunan yağ asitleri genelde düz zincir türevleri olup doymuş ve doymamış yağ asitleri olmak üzere 2 şekilde sınıflandırılır (11).

Karbon-karbon atomları arasında tek bir kovalent bağdan (-C-C-) oluşan ve oda sıcaklığında genelde katı olan yağ asitleri doymuş yağ asitleri (saturated fatty acid; SFA) olarak adlandırılırlar. Bu yağ asitlerince zengin olan yağlara da doymuş yağlar denir. Laurik asit (C12:0), miristik asit (C14:0), palmitik asit (C16:0), stearik asit (C18:0), araşidik asit (C20:0) ve behenik asit (C22:0) bitkisel yağlarda bulunan en önemli doymuş yağ asitleridirler (11).

Karbon zinciri üzerinde çeşitli konumlarda, karbon- karbon arasında bir veya daha fazla kovalent çift bağ içeren yağ asitleri doymamış yağ asitleri olarak isimlendirilirler. Bu yağ asitlerince zengin olan yağlara da doymamış yağlar denir (10,11). Yapılarında bir çift bağ içeren yağ asitleri tekli doymamış yağ asitleri (monounsaturated fatty acid; MUFA) veya monoenoik yağ asitleri olarak isimlendirilir. Bu grubun en önemli iki üyesi, palmitoleik asit (C16:1) ile oleik asittir (C18:1). Birden fazla çift bağ içeren yağ asitleri ise çoklu doymamış yağ asitleri (polyunsaturated fatty acids; PUFA) veya polienoik yağ asitleri olarak isimlendirilir. Linoleik (C18:2), linolenik (C18:3), araşidonik (C20:4), eikosapentaenoik (C22:5) ve dokosaheksaenoik (C22:6) asitler çoklu doymamış yağ asitlerinin en önemlileridirler. Çoklu doymamış yağ asitlerinden bazıları esansiyel yağ asitleri olup bunlar linoleik ve linolenik asittir (10,11).

## Obezite de Plazma Yağ Asit İçeriği

Obezite de, plazma serbest yağ asitleri düzeyinin sadece diyet ile değil, aynı zamanda artmış adiposit üretimine paralel olarak serbest yağ asitlerinin denovo sentezi ile de arttığı kaydedilmiştir (12).

Miristik asit veya tetradekanoik asit, (CH<sub>3</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>12</sub>COOH) süt ürünlerinde yaygın bulunan bir doymuş yağ asitidir. Hücre zarının sitoplazma tarafında bulunan proteinlerin amino ucundaki glisin veya sistein grubuna miristat veya palmitat bağlı olduğu sıkça görülür. Bu sayede protein zara takılı kalır. Ayrıca, reseptör aracılı kinazların hücre zarında kalabilmesi için sondan ikinci glisin grubunda bir miristat bağlıdır (13). Yapılan çalışmalarda plazma miristik asit düzeyleri obezler de kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (14-17). Obezler de miristik asit düzeyindeki yüksekliğin sebebi bilinmemekle beraber bunun diyetten ve beslenme alışkanlığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Miristik asit kan düzeyinin yüksekliği sadece obezite için değil diyabet, kardiyovasküler hastalık ve bazı kanserler için de risk oluşturmaktadır. Yapılan bir çalışmada kardiyovasküler hastalıktan ölüm ile miristik asit düzeylerinin pozitif korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir (13).

Palmitik asit (heksadekanoik asit) (CH<sub>3</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>14</sub>COOH) hayvan ve bitkilerde bulunan en yaygın doymuş yağ asitidir. İsminden de anlaşılacağı üzere palmiye ağacının yağında, palmiye çekirdeğinde, tereyağı, peynir, süt ve ette de bulunur. Canlılarda yağ asitlerinin oluşumunda (lipogenez) ilk sentezlenen yağ asidi palmitik asittir (18,19). Daha uzun zincirli yağ asitleri ondan üretilir. Hücre zarında bulunan bazı proteinlerin sistein gruplarına palmitat bağlı olup bu sayede protein zara takılı kalır. Palmitik asitten zengin bir diyetle beslenme durumunda serum total kolesterol düzeyleri laurik asit ile beslenmeye göre daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca, palmitik asitin oleik asite göre serum düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) düzeylerini daha çok artırdığı ifade edilmiştir (18-20).

Literatürde bir çok çalışma da kan palmitik asit düzeyi ile obezite arasında korelasyon olduğu bildirilmiştir (15,16,21). Yüksek karbohidrat ve yağ tüketimi elbette palmitat artışı ile sonuçlanacaktır. Dolayısı ile, yüksek yağlı diyet ve fazla karbohidrat tüketiminin obeziteye neden olduğu bir durumda obezler de palmitik asit yüksekliği beklenen bir bulgudur.

Palmitoleik asit tekli doymamış yağ asitlerinden biridir ve endojen lipogenezin önemli bir ürünüdür. Obez çocuklarda plazma palmitoleik asit düzeyinin özellikle abdominal bölgede adiposit miktarındaki artış ile korelasyon gösterdiği bildirilmiştir (4).

Behenik asit (dokosanoik asit) ( $C_{21}H_{43}COOH$ ) uzun zincirli doymuş bir yağ asitidir. Ben (behen) ağacından ekstrakte edilen ben yağında, kanola ve yer fıstığında bol miktarda bulunur. Ticari olarak saç düzleştirme ve nemlendirme ürünlerinde kullanılır. Diyet yağı olarak behenik asit çok uzun zincirli bir yağ asiti olduğu için zayıf absorbe edilir. İnsanlarda kolesterol yükseltici etkisinin olduğu bildirilmiştir (22). Literatürde, obez kişilerde behenik asit düzeyini ölçen az sayıda çalışmaya vardır (14,23). Bu çalışmalarda genellikle obez kişiler ile kontrol grubuna ait behenik asit düzeyleri arasında önemli bir fark bulunamamıştır.

Linoleik asit mısır, soya ve safran gibi bazı bitkilerin yağlarında yüksek miktarda bulunan  $\omega$ -6 çoklu doymamış esansiyel bir yağ asitidir (24). Linoleik asit eikozapentanoik asit (EPA) ve dokozapentanoik asit (DHA) ise  $\omega$ -3 pozisyonunda çift bağ içeren doymamış yağ asitleridirler (1,25,26). Bu yağ asitleri vücut için gerekli olup insan vücudunda üretilemediğinden gıdalarla dışarıdan alınmaları gerekir (1,25,26). Bu yağ asitlerindeki çift bağlar onların esnekliğini artırır. Hücre zarında linolenik asit, EPA ve DHA yağ asitlerini içeren fosfolipitler doymuş yağ asitli fosfolipitlere kıyasla daha gevşek bir şekilde istiflenirler ve bu yüzden bu yağ asitlerinden oluşan membranlar daha akışkan olurlar. Bu yağ asitlerinin beyin gelişimi ve sinir hücrelerinin yenilenmesinde, hipertansiyon, menopoz problemlerinde, koroner kalp hastalığı riskini azaltmada, enflamasyonu çoğaltan bazı faktörleri engelleme de rol oynadığı kaydedilmiştir (1,25,26).

Araşidonik asit,  $\omega$ -6 çoklu doymamış bir yağ asidi olup memeli hücre membranının major bir bileşenidir. Bütün fosfolipitlerdeki yağ asitlerinin %25'ten fazlasını oluşturur. Diyetle balık, yumurta ve et gibi bazı gıdalarla alındığı gibi karaciğerde linoleik asitten de sentezlenebilmektedir. Araşidonik asidin vücutta çok önemli fonksiyonları vardır (27). Çünkü prostaglandin, lökotrien ve lipoksin gibi çok önemli moleküllerin sentezinde kullanılır. Araşidonik asidin yüksek doku düzeylerinin stres, diyabet, obezite, meme kanseri, koroner kalp hastalığı dahil bir çok hastalık durumu ile ilişkili olduğu bulunmuştur (27).

Micallef ve ark. obez kişilerde EPA ve DHA düzeylerinin sağlıklı kontrollere göre anlamlı derecede düşük olduğunu bulmuşlardır (1). Klein-Platat ve ark. şişman adölesanlarda DHA düzeylerini kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde düşük bulmuşlardır (12). Aynı araştırmacılar, her iki gruba ait plazma EPA, araşidonik asit, linoleik asit ve linolenik asit düzeyleri arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamışlardır. Rodriguez ve ark. obez kişilerde

plazma araşidonik asit, EPA ve DHA düzeylerini kontrol grubuna göre yüksek bulunmuştur (15).

Gil-Campos ve ark. obez çocuklarda miristik asit, palmitik asit, palmitoleik asit, oleik asit, linolenik asit ve eikopentanoik asit düzeylerinin kontrol grubuna göre biraz yüksek fakat istatistiksel olarak önemsiz olduğunu, palmitoleik asit düzeyinin ise istatistiki açıdan anlamlı derecede yüksek olduğunu bulmuşlardır (16). Kawashima ve ark. abdominal obez kişilerde plazma palmitik asit, palmitoleik asit, oleik asit, araşidonik asit, EPA ve DHA düzeylerinin kontrol grubuna göre daha yüksek olduğunu, her iki gruba ait stearik asit ve linoleik asit düzeylerinin ise farklı olmadığını bulmuşlardır (21). Fernandez-Real ve ark. aşırı kilolu kadın ve erkek kişilerde miristik asit, palmitoleik asit, oleik asit, linoleik asit, linolenik asit, araşidonik asit ve DHA düzeylerinin kontrol grubuna göre daha yüksek olduğunu bulmuşlardır (14). Başka bir çalışmada, obez çocuklara ait plazma miristik asit, palmitik asit ve oleik asit düzeyleri normal kilolu çocuklara göre önemli düzeyde yüksek bulunmuştur (17). Aynı çalışmada miristik asit ve araşidonik asit düzeylerinin yaşla korelasyon gösterdiği, palmitik ve stearik asit düzeylerinin ise cinsiyetle korelasyon gösterdiği bulunmuştur (17). Rodriguez ve ark. obez kişilerde plazma fosfolipid miristik asit, palmitik asit, araşidik asit, araşidonik asit, EPA ve DHA düzeylerinin kontrol grubuna göre daha yüksek olduğunu göstermişlerdir (15). Klein-Platat ve ark. şişman adölesanlarda plazma stearik asit ve palmitoleik asit düzeyini normal kilolu adölesanlara göre daha yüksek, DHA düzeyini ise daha düşük bulmuşlardır (12). Gil-Campos ve ark. obez çocuklarda plazma MUFA düzeylerini kontrol grubuna göre biraz yüksek, PUFA düzeylerinin ise biraz düşük olduğunu fakat bu farkın istatistiki açıdan anlamlı olmadığını göstermişlerdir (16).

ob/ob fareler üzerinde yapılan çalışmalarda, karaciğer fosfolipitlerindeki araşidonik asit ve dihomogamma-linolenik asit düzeyleri yüksek; linoleik asit ise daha düşük bulunmuştur. Bazı çalışmalarda obez Zucker farelerde linoleik asit'in araşidonik asitin sentezini hızlandırdığı, gamma-linolenik asitle beslenmenin farelerde vücut ağırlığını azalttığı gösterilmiştir (3).

Bir in vivo çalışmada linoleik asitten zengin yüksek bir yağ diyetinin adipoz dokunun artışına neden olduğu ve düşük yağ diyeti ile karşılaştırıldığında leptin gen ekspresyonunda bir artışa neden olduğu gözlenmiştir. Halbuki omega-3 yağ asitleri veya gamma-linolenik asit ile sürdürülen doymuş yağdan zengin diyetler ile karşılaştırılmış çalışmalarda böyle sonuçlar görülmemiştir (24).

Yapılan çalışmalarda obez kişilerde normal ağırlıklı kişilere kıyasla plazma ve adipoz doku gamma-

linolenik asit, dihomo- $\gamma$ -linolenik asit, DHA, araşidonik asit ve n-6 PUFA düzeylerinin daha yüksek olduğu gösterilmiştir. Obez çocuklar üzerinde yapılan çalışmalarda yetişkinlerde çıkan sonuçlara paralel olarak obez çocukların kontrol grubundaki çocuklara göre daha yüksek plazma omega-6 yağ asiti düzeylerine sahip olduğu bulunmuştur (28).

Fernandez-Real ve ark. ile Rodriguez ve ark. aşırı kilolu kişilerde MUFA düzeylerini kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksek PUFA düzeylerinin ise anlamlı derecede düşük olduğunu bulmuşlardır (14,15). Micallef ve ark. obez kişilerde plazma  $\omega$ -3 PUFA düzeylerinin kontrollere göre anlamlı derecede düşük olduğunu bulmuşlardır (1). Klein-Platat ve ark. metabolik sendromlu kişilerde PUFA/SFA oranı ve PUFA konsantrasyonunu obezite ve inflamasyon belirteçleri (CRP ve IL-6) ile ters ilişkili bulmuşlardır. Ayrıca,  $\omega$ -3 PUFA düzeyinin ise anlamlı derecede düşük olduğunu tespit etmişlerdir (12).

### **Obezitede Desatüraz ve Elongaz Enzim Aktivitelerinin Değerlendirilmesi**

Doymamış yağ asitlerini sentezleyen enzimlere desatüraz denir. Delta 9, 6 ve 5 desatüraz enzimleri uzun zincirli yağ asitlerinde spesifik pozisyonlarda çift bağ oluşturmakla görevlidirler (21). Delta-9-desatüraz (D9D) MUFA yağ asitlerini sentezlerken delta-6-desatüraz (D6D) ve delta-5-desatüraz (D5D)  $\omega$ -3 ve  $\omega$ -6 PUFA'ları sentezlemekle görevlidir. İnsanlarda desatüraz ve elongaz aktivitelerini doğrudan plazmada ölçmek mümkün değildir. Dolayısı ile, ancak ölçülen bazı plazma yağ asitleri oranı ile bu enzim aktiviteleri hesaplanabilmektedir (21). (D6D aktivitesi: linolenik asit / linoleik asit, D5D aktivitesi: araşidonik asit / linolenik asit, D9D aktivitesi : palmitoleik asit / palmitik asit düzeyi, elongaz aktivitesi : stearik asit / palmitik asit).

Yapılan bazı çalışmalarda diyabet, ateroskleroz, obezite ve metabolik sendromlu hastalarda D9D ve D6D aktivitesinin yüksek, D5D aktivitesinin ise düşük olduğu gösterilmiştir (21). Yağ asitlerinin zincir uzatma işleminden sorumlu olan enzimlere elongaz adı verilir. Genelde, obez kişilerde palmitik asit düzeyinin arttığı stearik asit düzeyinin ise azaldığı ve buna paralel olarak elongaz aktivitesinin düştüğü tespit edilmiştir (29).

Kawashima ve ark. abdominal obez erkeklerde D5D ve elongaz aktivitesini kontrol grubuna göre anlamlı derecede düşük, D6D aktivitesini ise anlamlı derecede yüksek bulmuşlardır. Her iki gruba ait D9D aktivitesi arasında ise istatistiksel olarak önemli bir fark bulamamışlardır (21). Haugaard ve ark. kontrol grubu ile

karşılaştırıldığında obez kişilerde elongaz aktivitesini anlamlı derecede düşük ve D6D aktivitesini anlamlı derecede yüksek bulmuşlardır (29). Her iki gruba ait D5D ve D9D aktiviteleri arasında ise anlamlı bir fark bulamamışlardır. Okada ve ark. obez çocuklar da plazma D6D aktivitesini sağlıklı normal kilolu çocuklara göre anlamlı derecede yüksek bulmuşlardır (3).

Sonuç olarak, obez kişilerde çoğunlukla doymuş yağ asitleri, SFA ve MUFA düzeylerinin arttığı PUFA düzeylerinin azaldığını söylenebilir. Araştırma bulgularının bazı araştırmacıların bulgularından farklı oluşunun, çalışma gruplarının beslenme alışkanlıkları veya diyet farklılıkları ve bölgesel farklılıklarla birlikte, obez ve kontrol grupları belirlenirken alınan kriterlerin farklı olabilmesinden kaynaklanabileceği görüşü yaygın olarak bildirilmektedir (30).

### **Referanslar**

1. Micallef M, Munro I, Phang M, Garg M. Plasma n-3 polyunsaturated fatty acids are negatively associated with obesity. *Brit J Nutr* 2009; 102:1370-1374.
2. Erzurum C, Halaçoğlu A, Yılmaz T, Suher M. Metabolik sendromu olan ve olmayan obez hastaların antropometrik ölçümleri, yüksek sensitif CRP ve ürik asit düzeyleri açısından karşılaştırılması. *Yeni Tıp Dergisi* 2011; 28:101-104.
3. Okada T, Sato NF, Kuromori Y, et al. Characteristics of obese children with low content of arachidonic acid in plasma lipids. *Pediatr Int* 2007; 49:437-442.
4. Okada T, Furuhashi N, Kuromori Y, et al. Plasma palmitoleic acid content and obesity in children. *Am J Clin Nutr* 2005; 82:747-750.
5. Smedman AEM, Gustafsson IB, Berglund LGT, Vessby BOH. Pentadecanoic acid in serum as a marker for intake of milk fat: relations between intake of milk fat and metabolic risk factors. *Am J Clin Nutr* 1999; 69:22-29.
6. Çimen MYB, Çimen ÖB, Erçetin N, et al. Obezite ve Çeşitli Akut Faz Reaktanları Arasındaki ilişkiler. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg* 2005; 51:58-61.
7. Ailhaud G, Massiera F, Weill P, et al. Temporal changes in dietary fats: Role of n-6 polyunsaturated fatty acids in excessive adipose tissue development and relationship to obesity. *Progr Lipid Res* 2006; 45:203-236.
8. Mattes RD. Fat taste and lipid metabolism in humans. *Physiol Behav* 2005; 86: 691-697.
9. Hac-Wydro K, Wydro P. The influence of fatty acids on model cholesterol/phospholipid membranes. *Chem Phys Lipids* 2007; 150:66-81.
10. Innis SM. Fatty acids and early human development. *Early Hum Dev* 2007; 83: 761-766.

11. Karaca E, Aytaç S. Yağ bitkilerinde yağ asitleri kompozisyonu üzerine etki eden faktörler. *OMÜ Zir Fak Dergisi* 2007; 22:123-131.
12. Klein-Platat C, Draï J, Oujaa M, Schlienger JL, Simon C. Plasma fatty acid composition is associated with the metabolic syndrome and low-grade inflammation in overweight adolescents. *Am J Clin Nutr* 2005; 82:1178-1184.
13. Burdock GA, Carabin IG. Safety assessment of myristic acid as a food ingredient. *Food Chem Toxicol* 2007; 45:517-529.
14. Fernandez-Real JM, Vendrell J, Broch M, Ricart W. Insulin resistance inflammation and serum fatty acid composition. *Diabetes Care* 2003; 26:1362-1368.
15. Rodriguez Y, Giri M, Rottiers R, Christophe AB. Obese type 2 diabetics and obese patients have comparable plasma phospholipid fatty acid compositions deviating from that of healthy individuals. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* 2004; 71:303-308.
16. Gil-Campos M, Ramirez-Tortosa CM, Larque E, et al. Metabolic syndrome affects fatty acid composition of plasma lipids in obese prepubertal children. *Lipids* 2008; 43:723-732.
17. Sabin MA, Hora MD, Holly JP, et al. Fasting nonesterified fatty acid profiles in childhood and their relationship with adiposity, Insulin sensitivity and lipid level. *Pediatrics* 2007; 120:1426-1433.
18. Denke MA, Grundy SM. Comparison of effects of lauric acid and palmitic acid on plasma lipids and lipoproteins. *Am J Clin Nutr* 1992; 56:895-898.
19. Netsel P, Clifton P, Noakes M. Effects of increasing dietary palmitoleic acid compared with palmitic and oleic acids on plasma lipids of hypercholesterolemic men. *J Lipid Res* 1994; 35:656-662.
20. Teme EHM, Mensink RP, Hornstra G. Comparison of the effects of diets enriched in lauric, palmitic, or oleic acids on serum lipids and lipoproteins in healthy women and men. *Am J Clin Nutr* 1996; 63:897-903.
21. Kawashima A, Sugawara S, Okita M, et al. Plasma fatty acid composition, Estimated desaturase activities and intakes of energy and nutrient in Japanese men with abdominal obesity or metabolic syndrome. *J Nutr Sci Vitaminol* 2009; 55:400-406.
22. Cater NB, Denke MA. Behenic acid is a cholesterol-raising saturated fatty acid in humans. *Am J Clin Nutr* 2001; 73:41-44.
23. Oda E, Hatada K, Kimura J, et al. Relationships between serum unsaturated fatty acids and coronary risk factors. *Int Heart J* 2005; 46:975-985.
24. Perez-Matute P, Martinez JA, Marti A, Moreno-Aliaga MJ. Linoleic acid decreases leptin and adiponectin secretion from primary rat adipocytes in the presence of insulin. *Lipids* 2007; 42:913-920.
25. Yashodhara BM, Umakanth S, Pappachan JM, Bhat SK, Kamath R, Choo BH. Omega-3 fatty acids: a comprehensive review of their role in health and disease. *Postgrad Med J* 2009; 85:84-90.
26. Konukoğlu D. Omega-3 ve omega-6 yağ asitlerinin özellikleri, etkileri ve kardiyovasküler hastalıklar ile ilişkileri. *Türk Aile Hek Derg* 2008; 12:121-129.
27. Williams ES, Baylin A, Campos H. Adipose tissue arachidonic acid and the metabolic syndrome in Costa Rican adults. *Clin Nutr* 2007; 26:474-482.
28. Savva SC, Chadjiorgiou C, Hatzis C, et al. Association of adipose tissue arachidonic acid content with BMI and overweight status in children from Cyprus and Crete. *Brit J Nutr* 2004; 91:643-649.
29. Haugaard SB, Madsbad S, Hoy CE, Vaags A. Dietary intervention increases n-3 long-chain polyunsaturated fatty acids in skeletal muscle membrane phospholipids of obese subjects implications for insulin sensitivity. *Clin Endocrinol* 2006; 64:169-178.
30. Yerlikaya FH, Mehmetoğlu I, Kurban S. Serum fetuin-A, coenzyme Q<sub>10</sub> and plasma fatty acids levels in obese and healthy subjects. *Clin Lipidol* 2011; 6:615-624.