

Diyet yağlarının serum ve beyinde antioksidan aktivite üzerine olan etkileri

Sevil KURBAN, İdris MEHMETOĞLU

Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı, KONYA

ÖZET

Amaç: Çalışmamızda toplum tarafından en çok tüketilen yağlar olan zeytin yağı, tereyağı, margarin, soya yağı ve ayçiçek yağının serum ve beyin dokusunda antioksidan aktivite (AOA) üzerine olan etkisini araştırmayı amaçladık. **Gereç ve yöntem:** Bu amaçla 60 adet rat alınarak 5 gruba ayrıldı. Gruplar, sırası ile %15 oranında zeytin yağı, tereyağı, margarin, soya yağı ve ayçiçek yağı ilave edilen yem ile 2 ay süre ile beslendi. Bu süre sonunda ratlar dekapite edilerek beyin ve kan örnekleri alındı ve AOA düzeyleri ölçüldü. **Bulgular:** Zeytin yağı grubunun beyin AOA değerleri margarin, ayçiçek ve soya yağı gruplarının ($P<0.001$) değerlerinden, tereyağı grubunun değerleri ise ayçiçek ($P<0.01$) ve soya yağı ($P<0.001$) gruplarının değerlerinden anlamlı olacak şekilde yüksek bulundu. Zeytin yağı ($P<0.05$) ve tereyağı ($P<0.001$) grubunun serum AOA değerleri ayçiçek yağı grubunun değerlerinden anlamlı derecede yüksekti. **Sonuç:** Bulgularımızdan yola çıkarak AOA açısından sağlığımız için en yararlı yağın zeytin yağı ve tereyağı olduğunu söyleyebiliriz.

Anahtar kelimeler: Diyet yağları, antioksidan aktivite, serum, beyin
Selçuk Tıp Derg 2006; 22: 45-50

SUMMARY

Effect of dietary oils on antioxidant activity in the serum and brain

Aim: In this study, we have aimed to study the effects of most commonly consumed oils, namely olive oil, butter, margarine, soybean oil and sunflower oil on serum and brain antioxidant activity (AOA). **Material and method:** For this purpose totally 60 Sprague-Dawley rats were divided into five groups. The groups were fed with a diet containing 15% olive oil, butter, margarine, soybean oil and sunflower oil for a period of 2 months. At the end of that period they were decapitated and brains were removed, blood samples were drawn and AOA levels were measured. **Results:** The brain AOA level of the olive oil group was significantly higher than that of the margarine, sunflower oil and soybean oil groups ($p<0.001$) and AOA of the butter group was significantly higher than AOA of the sunflower oil ($p<0.01$) and the soybean oil ($p<0.001$) groups. Serum AOA levels of the butter ($p<0.001$) and olive oil ($p<0.05$) groups were significantly higher than that of the sunflower oil group. **Conclusion:** As a result, it can be argued that olive oil and butter are the best oils for health in respect to total antioxidant activity.

Key words : Dietary oils, antioxidant activity, serum, brain

Plazma ve doku lipid seviyeleri ve dokuya spesifik antioksidan (AO) enzim aktiviteleri güçlü bir şekilde genetik olarak belirlenmekle beraber kısmen de olsa eksojen faktörlerden mesela diyetten etkilenebilir (1,2). Diyet, içeriğindeki çoklu doymamış yağ asitleri (ÇDYA) ile vücuttaki oksidatif stres üzerinde artırıcı ve AO'lar ile azaltıcı etki gösterir (3).

Lipidler sadece yüksek enerji verdiklerinden dolayı değil, aynı zamanda yağda çözülen vitaminler ve esansiyel yağ asitlerini de içerdiklerinden dolayı diyetin önemli bir parçasıdır (4).

Yağ asitleri vücudumuzdaki bütün dokuların hücre membranları için önemli bileşenlerdir. Beynin sudan sonra ana bileşeni lipidlerdir ve kuru

Haberleşme Adresi: **Dr. Sevil KURBAN**
S.Ü. Meram Tıp Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı, KONYA
e-posta: kurbansevil@hotmail.com

Geliş Tarihi : 22.12.2005 Yayına Kabul Tarihi : 03.04.2006

ağırlığının yaklaşık yarısı yağdır. Bunun için doğru yağı yeterli miktarda almak ve onları antioksidanlarla korumak önemlidir.

Organizmada normal metabolik yollar veya patolojik mekanizmalar sonucu oluşan reaktif oksijen türleri (ROT)'nin ve diğer radikallerin zararlı etkileri AO sistemlerle kontrol edilir (5). Serbest radikaller savunma mekanizmalarının kapasitesini aşacak oranlarda oluştuğu zaman vücudumuzdaki oksidan ve AO sistem arasındaki denge bozulur (5). Artmış oksidatif stres ateroskleroz, hipertansiyon, koroner arter hastalığı, diabetes mellitus, kanser, yaşlanma, parkinson, alzheimer, serebrovasküler olaylar ve huntington hastalığı gibi pek çok kronik hastalığın gelişmesinde rol oynar (5-8). AO enzimler ve diyet ROT'lara karşı primer koruma sağlarlar (9).

Vücudumuzda serbest radikallerin oluşumunu ve bunların meydana getirdiği hasarı önlemek için savunma mekanizmaları geliştirilmiştir. Bunlar AO'lar olarak bilinirler. AO'lar doğal (endojen kaynaklı) ve eksojen kaynaklıdır. Endojen savunma sistemleri katalitik enzimleri (10) veya düşük molekül ağırlıklı AO'ları (11) içerir. Beyin dokusu da serbest radikallere karşı hem enzimatik hem de enzimatik olmayan AO'ları içerir (12). Besinlerle aldığımız AO'lar eksojen kaynaklıdır. AO içeriği yüksek gıdalarla beslenme (meyve, sebze ve diğerleri) kanser, kardiovasküler ve serebrovasküler hastalıkları da kapsayan bir grup hastalığa karşı korunma sağlar (6, 13-15).

Diyetle alınan yağların, hücrelerin yağ asidi kompozisyonunu modifiye ederek oksidatif metabolizmanın hızını ve dolayısı ile sağlığımız için önemli olan vücudumuzun AO sistemini etkilediği bilinmektedir (14, 16).

Diyetle alınan AO'ların değişik hastalıklara karşı koruyucu etkisi ile ilgili pek çok çalışma yapılmış olmasına rağmen diyet yağlarının vücuttaki AO duruma etkisi ile ilgili az sayıda çalışma vardır ve beyin antioksidan aktivite (AOA) üzerine olan etkileri ile ilgili çalışma neredeyse yoktur.

Biz de yukarıda belirtilen noktaları göz önüne alarak çalışmamızda toplum tarafından en çok tüketilen yağlar olan zeytin yağı, tereyağı, margarin, soya yağı ve ayçiçek yağının beyin ve serum AOA değerleri üzerine olan etkisini araştırmayı amaçladık.

GEREÇ VE YÖNTEM

Ratlar

Çalışmamızda kullanılan 60 adet Sprague-Dawley cinsi rat Selçuk Üniversitesi Deneysel Tıp Araştırma ve Uygulama Merkezi'nden sağlandı. Dört aylık dişi ratlar 5 gruba ayrılarak her birinde 12 ratın bulunduğu 5 ayrı kafese konuldu. Çevre şartları stabil ve ısı 17-20°C, nem oranı %70-80 ve karanlık/aydınlık siklusu 12 saat idi. %24 protein, %3.62 yağ, %7 selüloz, %10 kül ve %12 su içeren standart laboratuvar yemine sırasıyla zeytin yağı, tereyağı, margarin, soya yağı ve ayçiçek yağından %15 oranında eklenerek 5 farklı içerikli yem elde edildi. Tereyağı ve margarinin yanmamasına dikkat edilerek kısık ateşte eritildikten sonra yeme ilave edildi. Tüm yağların yeme iyice karışmasına ve homojen olarak dağılmasına özen gösterildi. Diyet haftalık hazırlandı ve oksidatif değişiklikten korumak için -20°C'da ve ışık geçirmeyen bir ortamda saklandı. Gruplar, %15 oranında yağ içeren bu yem ile 8 hafta beslendi ve bu sürenin sonunda ratların ketamin anestezisi altında sabah 9-10 arası kardiyak ponksiyonla kanları alındı.

Tablo 1: Standart laboratuvar yemine konulan yağların yağ asidi bileşimi

Yağ asidi	Ayçiçek yağı	Zeytin yağı	Margarin	Tereyağı	Soya yağı
C14:0	0.1	-	0.31	10.6	0.1
C16:0	6.6	12.3	9.33	26.6	10.5
C16:1	0.1	1.3	-	2.3	0.1
C18:0	4.6	2.1	4.89	12.6	3.9
C18:1	18.6	72.8	-	28.3	22.4
C18:1c	-	-	17.0	-	-
C18:1t	-	-	11.3	-	-
C18:2n-6	-	-	28.2	-	-
C18:2	67.1	9.8	-	2.5	54.5
C18:3	1.1	0.8	-	0.8	7.7

Daha sonra dekapite edilen ratların beyin dokuları alındı. Beyin dokuları %0.1M digitonin içeren, 0.1M, Ph=7.4 fosfat tamponu içinde homojenize edildi. Homojenatlar 5000 g'de 15 dk santrifüj edildi. Elde edilen süpernatant ve serumlardan AOA çalışıldı. Bu çalışma Selçuk Üniversitesi Araştırma Merkezi Yönetim Kurulu'nun onayı ve Meram Tıp Fakültesi Etik Kurulu'nun izni ile yapılmıştır.

Standart laboratuvar yemine ilave edilen yağların yağ asidi bileşimi tablo 1'de görülmektedir.

AOA ölçümü

AOA ölçümü Randox marka (Kat No: NX2332) ticari kit kullanılarak gerçekleştirildi. Testin prensibi, 2,2'-Azino-di-(3-ethylbenzthiazoline sulphonate radikalinin (ABTS⁺) oluşturduğu mavi-yeşil rengin ortama ilave edilen numunedeki AO'lar ile azalması esasına dayanmaktadır (17). ABTS⁺ radikali 600nm'de kısmen stabil mavi-yeşil renktedir. İlave edilen numunedeki AO'ların oranına göre bu renk oluşumu inhibe olur. Elde edilen absorbans farkından AOA hesaplanır. Sonuçlar beyin için $\mu\text{mol}/\text{gr-prot}$ ve serum için $\mu\text{mol}/\text{ml}$ olarak hesaplandı.

Protein ölçümü

Protein biüret metodu ile ölçüldü. Bu testin prensibi proteinlerin derişik alkali ortamda bakır iyonları ile menekşe renginde kompleks oluşturması temeline dayanmaktadır. Oluşan rengin şiddeti protein miktarı ile doğru orantılıdır (18).

İstatistiksel analiz

İstatistik analizi SPSS for Windows 10.0 paket programında bilgisayar ortamında yapıldı. Bulgular aritmetik ortalama \pm standart sapma (SD)

Tablo 2: Gruplara ait beyin AOA değerleri ($\mu\text{mol}/\text{gr-prot}$)

Gruplar	Aritmetik ortalama \pm SD
Zeytin yağı	55.78 \pm 7.04 *
Tereyağı	47.89 \pm 8.94 **
Margarin	40.17 \pm 4.54
Soya yağı	31.42 \pm 10.86
Ayçiçek yağı	32.69 \pm 9.57

* margarin, soya ve ayçiçek yağı gruplarına göre $p < 0.001$

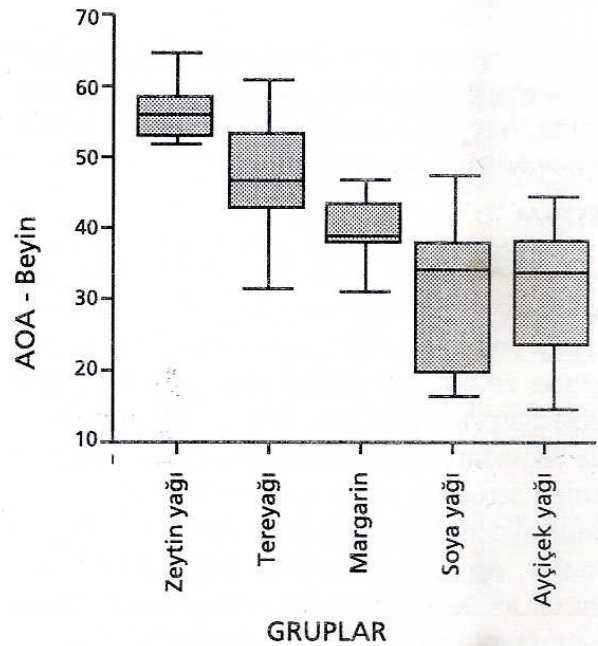
** ayçiçek grubuna göre $p < 0.001$ ve soya yağı grubuna göre $p < 0.01$

Tablo 3: Gruplara ait serum AOA değerleri ($\mu\text{mol}/\text{ml}$)

Gruplar	Aritmetik ortalama \pm SD
Zeytin yağı	1.08 \pm 0.23
Tereyağı	1.17 \pm 0.14
Margarin	0.96 \pm 0.15
Soya yağı	1.05 \pm 0.16
Ayçiçek yağı	0.83 \pm 0.12 *

* tereyağı grubuna göre $p < 0.001$ ve zeytin yağı grubuna göre $p < 0.05$

şeklinde verildi. Gruplar arası farklılık tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirildi. Gruplar arasında fark tespit edilen parametreler Post Hoc Tukey HSD testi ile değerlendirildi. Değerlendirmede 0.001, 0.01 ve 0.05 anlamlılık seviyeleri alındı.



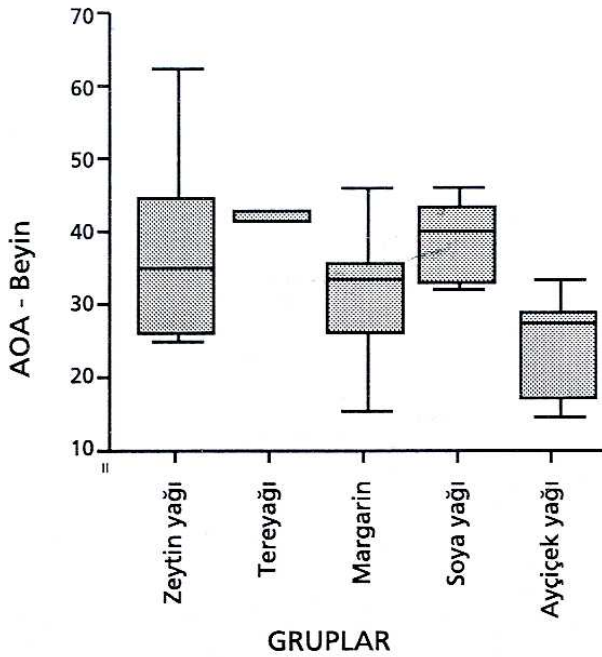
Şekil 1. Gruplara ait beyin AOA değerleri

BULGULAR

Bulgular tablo 2 ve tablo 3'de aritmetik ortalama \pm SD şeklinde toplu halde verilmiştir.

Tablo 2 ve şekil 1'de görüldüğü gibi beyin dokusunda en yüksek AOA zeytin yağı grubunda en düşük AOA ise soya yağı grubunda bulunmuştur. AOA değişimi büyükten küçüğe doğru sıralandığında: Zeytin yağı > tereyağı > margarin > ayçiçek yağı > soya yağı şeklindedir.

Tablo 3'den ve şekil 2'den görüldüğü gibi serumda en yüksek AOA tereyağı grubunda, en düşük



Şekil 2. Gruplara ait serum AOA değerleri

AOA ise ayçiçek yağı grubunda bulunmuştur. AOA değişimi büyükten küçüğe doğru sıralandığında: Tereyağı > zeytin yağı > soya yağı > margarin > ayçiçek yağı şeklindedir.

TARTIŞMA

Çalışmamızda tablo 2 ve tablo 3'de görüldüğü gibi beyin ve serumda en yüksek AOA seviyeleri tereyağı ve zeytin yağı gruplarında bulunmuştur. Beyinde zeytin yağı grubundaki yükseklik diğer gruplardan, tereyağı grubundaki ise ayçiçek ve soya yağından anlamlı derecede yüksek olmasına rağmen serumda zeytin yağı ve tereyağı grupları sadece ayçiçek yağı grubundan anlamlı derecede yüksektir. Ayrıca grupların AOA değerlerinin sıralaması serum ve beyin dokusunda grupların yerleri değişmekle beraber genel olarak birbiri ile uyumludur.

Çalışmamızda AOA'nin beyinde en yüksek ve serumda tereyağı grubundan sonra 2. en yüksek olduğu grup zeytin yağı grubudur.

Zeytin yağı grubunda AOA'nin yüksek olması beklediğimiz bulgudur. Çünkü zeytin yağı yüksek oranda AOA aktivite gösteren fenoller açısından zengindir. Oleuropein, hydroxytyrosol ve tyrosol başta olmak üzere en az otuz fenolik bileşik içerir (19,20). Polifenollerin AOA aktivite göstermesi metal iyonları ile şelat oluşturma, serbest radikal toplama, lipid peroksidasyon zincirini kırma ve AO vitamin rejenerasyonu gibi özellikleri

ile açıklanabilir (21). De La Puerta ve ark. (22) zeytin yağındaki polifenollerin, lökositte, konsantrasyona bağlı olarak 5-lipoksijenazın aktivitesini ve ROS oluşumunu in vitro inhibe ettiklerini belirtmişlerdir.

Ayrıca, zeytin yağı tablo 1'de görüldüğü gibi oleik asit bakımından ve çabuk okside olmayan tekli doymamış yağ asitleri açısından zengindir. Reaven ve ark. (23)'na göre zeytin yağının AO özelliği majör bileşeni olan oleik asidin AO özelliği sebebiyledir.

Bir diğer faktör zeytin yağında linoleik asit miktarının az olmasıdır. Linoleik asit oksidatif strese karşı oldukça hassastır ve in vivo konjuge linoleik asit alımından sonra lipid peroksidasyonunun arttığı gösterilmiştir (23,24).

De La Cruz ve ark. (25) tavşanları 4 gruba ayırarak 6 hafta süreyle normolipemik, normolipemik+zeytin yağı, hiperlipemik ve hiperlipemik+zeytin yağı içeren diyet ile beslemişlerdir. Hiperlipemik diyet verilen grupta tavşanların beyin dokusunda total/okside glutasyon oranını normolipemik gruptan %30 daha düşük bulmuşlardır ($p<0,05$). Normolipemik diyete zeytin yağı ilavesinin AO enzim aktivitelerine etkisi olmadığı fakat, hiperlipemik diyetle azalmış olan glutasyon sisteminin AO kapasitesinin zeytin yağı ile arttığını gözlemişlerdir ($p<0,01$). Bu araştırmacıların bulguları bizim bulgularımız ile uyumludur.

Hutes ve ark. (26) diyetle bulunan CoQ ve zeytin yağının serbest radikal etkisine karşı mitokondrial membranları koruduğunu ama ayçiçek yağının korumadığını belirtmişlerdir. Ochoa-Herrera ve ark. (27) da zeytin yağının hastalıkları önlemede ve lipid peroksidasyonunu azaltmada ayçiçek yağından daha iyi koruma gösterdiğini kaydetmişlerdir. Bu sonuçlar, bizim çalışmamızı desteklemektedir. Çalışmamızda tereyağı ve zeytin yağının AOA değerleri, hem serum hem de beyin dokusunda ayçiçek yağından önemli derecede yüksektir.

Serumda 1. ve beyinde 2. en yüksek AOA değeri tereyağı grubuna aittir. Tereyağı grubunun değerleri beyinde ayçiçek ve soya yağı grubundan ve serumda ise ayçiçek yağı grubundan anlamlı olarak yüksektir.

Tereyağının doymuş yağ asidi içeriği yüksek olup aynı zamanda yüksek oranda yağda çözünen A

vitamini içermektedir (28). Tereyağı grubunda AOA'deki yükseklik, içerdiği vitamini A ile açıklanabilir. Ayrıca tereyağı alımında ÇDYA alımında olduğu gibi AO'lar tüketilmez.

Ohrvall ve ark. (29) tereyağından zengin diyetle beslenen hiperlipidemik insanlarda, alfa ve gama tokoferolün her ikisinin de azalmasına rağmen, gama tokoferoldeki azalma daha fazla olduğu için alfa/gama tokoferol oranını kontrole göre %46 daha yüksek bulmuşlardır. Bu tereyağının AOA'yi artırıyor olmasını destekleyen bir bulgudur.

Sanchez ve ark. (30) tereyağı, soya yağı, kanola yağı ve margarinle besledikleri hamsterlerin beyin, plazma ve karaciğerde vitamin C ve α -tokoferol düzeylerini margarin alan grupta diğer gruplardan düşük bulmuşlar. Bu bulguya göre, margarinin AO aktiviteyi düşürdüğü söylenebilir.

Ayçiçek ve soya yağlarının tablo 1'de görüldüğü gibi ÇDYA miktarları diğer yağlardan fazladır. Koop ve ark.(31) özellikle ÇDYA konsantrasyonu yüksek olan yağlarla beslenme durumunda diyetteki yağların vit E durumunu normal tutmak için yeterli olmadığını göstermişlerdir. Ayçiçek ve soya yağlarında yüksek oranda bulunan ÇDYA'ların oksidasyona yatkınlığı, AO kullanımını artırıyor bu da AOA'yi azaltıyor olabilir. Çünkü ROT'ların oluşumundaki artma endojen OA'ların tüketiminde artmaya, dolayısı ile AOA'de azalmaya sebep olur (32).

Sonuç olarak, AOA değerlerine göre en sağlıklı yağların tereyağı ve zeytin yağı olduğunu ve ÇDYA'lar açısından zengin olan özellikle ayçiçek yağı olmak üzere ayçiçek ve soya yağlarının ise AOA'yi düşürdüğünü söyleyebiliriz.

KAYNAKLAR

1. Liao F, Berliner JA, Mehrabian M, Navab M, Demer L, Fogelman AM. Minimally modified low density lipoprotein is biologically active in vivo in mice. *J Clin Invest* 1991;87:2253-7.
2. Kalman J, Kudchodkar BJ, Krishnamoorthy R, Dory L, Lacko AG, Agarwal N. High cholesterol diet down regulates the activity of activator protein-1 but not nuclear factor-kappa B in rabbit brain. *Life Sciences* 2001;68:1495-1503.
3. Paivi kleemola, Riitta Freese, Matti Jauinainen, Rajha Pahlman, Georg Alftan, Marja Mutanen. Dietary determinants of serum paraoxonase activity in healthy humans. *Atherosclerosis* 2002;160:425-32.
4. Calder PC, Costa Rosa LFBP, Curi R. Effects of feeding lipids of different fatty acid compositions upon rat lymphocytes proliferation. *Life Sci* 1995;56:455-63.
5. Akkuş İ. Serbest Radikaller ve Fizyopatolojik Etkileri. Konya: Mimoza Yayıncılık 1995:42-123.
6. Harman D. Role of antioxidant nutrients in aging: Overview. *Age*, 1995;18:51-62.
7. Halliwell B. Current Status Review: Free radicals, reactive oxygen species and human disease: a critical evaluation with special reference to atherosclerosis. *Br J Exp Path* 1989;70:737-57.
8. Reiter RJ. Oxidative damage in the central nervous system: protection by melatonin. *Prog Neurobiol* 1998;56:359-84.
9. Preira B, Costa Rosa LFBP, Safi DA, Guimaraes ARP, Bechara EJ, Curi R. Antioxidant enzyme activities in the lymphoid organs and muscles of rats fed fatty acids-rich diets subjected to prolonged physical exercise-training. *Physiol Behav* 1994;6:1049-55.
10. Singh R, Pathak DN. Lipid peroxidation and glutathione peroxidase, glutathione reductase, superoxide dismutase, catalase, and glucose-6-phosphate dehydrogenase activities in FeCl₃-induced epileptogenic foci in the rat brain. *Epilepsia* 1990;31:15-26.
11. Chevion S, Berry EM, Kitrossky N, Kohen R. Evolution of plazma low molecular weight antioxidant capacity by cyclic voltammetry. *Free Radic Biol Med* 1997;22:411-21.
12. Halliwell B. Reactive oxygen species and central nervous system. *J Neurochem*. 1992;59:1609-23.
13. Ames BM. Dietary carcinogens and anticarcinogens: oxygen radicals and degenerative diseases. *Science* 1983;221:1256-63.
14. Leenen R, Roodenburg AJ, Vissers MN, Schuurbijs JA, van Putte KP, Wiseman SA, et al. Supplementation of plasma with olive oil phenols and extracts: influence on LDL oxidation. *J Agric Food Chem* 2002;50:1290-7.
15. Halliwell B. Antioxidants in human health and disease. *Annu Rev Nutr* 1996;16:33-50.
16. Yuan YV, Kitts DD and Godin DV. Variations in dietary fat and cholesterol intakes modify antioxidant status of SHR and WKY rats. *The Journal of Nutrition* 1998;128:1620-30.
17. Miller N, Rice-Evans C. Factors influencing the antioxidant activity determined by the ABTS⁺ radical cation assay. *Free Rad Res* 1997;26:195-9.
18. Mehmetoğlu İ. Klinik Biyokimya Laboratuvarı el kitabı. Konya: Yelken Basım Yayın 2004;139.
19. Tuck KL and Hayball PJ. Major phenolic compounds in olive oil: metabolism and health effects. *J Nutr Biochem* 2002;13:636-44.
20. Masella R, Giovannini C, Vari R, Di Benedetto R, Coni E, Volpe R, Fraone N and Bucci A. Effects of dietary virgin olive oil phenols on low density lipoprotein oxidation in hyperlipidemic patients. *Lipids* 2001;36:1195-202.
21. Visioli F, Bellomo G and Galli C. Free radical-scavenging properties of olive oil polyphenols. *Biochem Biophys* 1998;247:60-4.
22. De La Puerta R, Ruiz Gutierrez V, Hoult JR. Inhibition of leukocyte 5-lipoxygenase by phenolics from virgin olive oil. *Biochem Pharmacol* 1999; 57:445-9.
23. Reaven P, Parthasarthy B, Grasse B, Miller E, Steinberg D and Witztum JL. Effects of oleate-rich and linoleate-rich diets on the susceptibility of low density lipoprotein to oxidative modification in mildly hypercholesterolemic subject. *J Clin Invest* 1993;91:668-76.

24. Turpeinen A, Basu S and Mutanen M. A high linoleic acid diet increases oxidative stress in vivo and affects nitric oxide metabolism in humans. *Prostag Leukot Ess Fatty Acids* 1998;59:229-33.
25. De La Cruz JP, Quintero L, Villalobos MA, De La Cuesta FS. Lipid peroxidation and glutathione system in hyperlipemic rabbits: influence of olive oil administration. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) Molecular and Cell Biology of Lipids* 2000;1485:36-44.
26. Huertas JR, Battino M, Lenaz G and Mataix J. Changes in mitochondrial and microsomal rat liver Coenzyme Q9 and Q10 content induced by dietary fat and endogenous lipid peroxidation. *FEBS Lett* 1999;87:89-92.
27. Ochoa-Herrera JJ, Huertas JR, Quiles JL and Mataix J. Dietary oils high in oleic acid, but with different non-glyceride contents, have different non-glyceride contents, have different effects on lipid profiles and peroxidation in rabbit hepatic mitochondria. *J. Nutr Biochem* 2001;12:357-64.
28. Yenson M. Yağların fizyolojik önemi. In: "İnsan Biyokimyası" 6. baskı, Beta Basın Yayın Dağıtım A.Ş., İstanbul 1981;235:346-602.
29. Ohrvall M, Gustafsson IB and Vessby B. The alpha and gamma tocopherol levels in serum are influenced by the dietary fat quality. *J Hum Nutr Diet* 2001;14:63-8.
30. Sanchez-Moreno C, Dorfman SE, Lichtenstein AH and Martin A. Dietary fat type affects vitamins C and E biomarkers of oxidative status in peripheral and brain tissues of golden Syrian hamsters. *J Nutr* 2004;134:655-60.
31. Koop R and Elmadfa I. Significance nonsaponifiable constituents of dietary fats on the bioactivity of vitamin E. *Z Ernährungswiss* 1983;22:271-86.
32. Javauhey-Donzel A, Guenot L, Maupoil V, Rochette L and Rocquelin G. Rat vitamin E status and heart lipid peroxidation: effect of dietary α -linolenic acid and marine n-3 fatty acids. *Lipids* 1993;28:651-5.