

Field : Sport Sciences

Type : Research Article

Received: 12.02.2018 - *Accepted*: 24.05.2018

Akut Aerobik Egzersiz Öncesi L-Karnitin Alınımının Kan Yağları Üzerine Etkisi¹

Veli Volkan GÜRSES, Bilgehan BAYDİL, Mustafa Şakir AKGÜL, Bayram CEYLAN

Kastamonu Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Kastamonu, TÜRKİYE

E-Posta: vgurses@kastamonu.edu.tr

Öz

Amaç: Literatürde L-karnitin alınımının lipit metabolizması üzerinde önemli rol oynadığını belirten çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışma akut aerobik egzersiz öncesi alınan tek dozluk L-karnitin kan yağları üzerindeki etkisinin tespit edilmesi amacıyla yapılmıştır. **Metod:** Çalışmaya yaşları 19.75 ± 1.83 yıl, boyları 174.00 ± 7.80 cm. ve vücut ağırlıkları 67.62 ± 11.08 kg. olan Kastamonu Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu'nda okuyan ve aktif olarak spor yapan 8 erkek öğrenci katılmıştır. Antropometrik özelliklerin ölçümlerini takiben 10 dakikalık ısınma ve sonrasında 20 metre mekik koşu testi uygulanmıştır. Akut maksimal aerobik egzersizin hemen sonrası katılımcıların antekübital venlerinden alınan kan örnekleri santifürlenerek kan yağlarının analizi için Kastamonu Devlet Hastanesi Biyokimya Laboratuvarına gönderilmiştir. Kan alınımından yaklaşık 4 dk. sonra katılımcıların kan laktat seviyeleri tespit edilmiştir. Yapılan ilk ölçümden 1 hafta sonra ve 2 gr. L-karnitin tüketiminden 2 saat sonra mekik testi tekrar yaptırılmış, kan yağları ve laktat seviyesi belirleme ölçümleri tekrarlanmıştır. İstatistiksel değerlendirmelerde SPSS 22 yazılım programı kullanılmıştır. İlk ölçüm ve son ölçüm farklarının hesaplanmasında Wilcoxon İşaret Testi kullanılmıştır. Tüm hesaplamalar anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak kabul edilmiştir. **Sonuç:** Araştırmamız sonucunda LDL, VLDL ve TG seviyelerinde anlamlı azalmalar gözlenmiştir ($P < 0.05$). HDL seviyesindeki artışın, total kolesterol ve kan laktat düzeylerindeki azalmanın ise çok küçük miktarlarda ortaya çıkan, istatistiksel olarak anlamlı olmayan değişiklikler olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kan Yağları, Kan Laktat, Akut Aerobik Egzersiz, Karnitin

¹ 6. Uluslararası Bilim Kültür ve Spor Kongresi'nde sözel bildiri olarak sunulmuştur.



The Effect of L-Carnitine Intake Before Acute Aerobic Exercise on Blood Lipids

Abstract

Purpose: There are many studies stating that L-carnitine supplementation is of great importance on lipid metabolism. This study aimed to determine the effects of single dose L-carnitine supplementation before acute aerobic exercise on blood lipids. **Method:** 8 male students from Kastamonu University (age 19.75 ± 1.83 years, height 174.00 ± 7.80 cm and body mass 67.62 ± 11.08 kg) voluntarily participated in this study. After demographic measurements, subjects started 20 m shuttle run test following a 10-minute warm up. Immediately after the acute maximal aerobic exercise blood samples taken from antecubital veins of the subjects were whizzed and sent to Kastamonu State Hospital Biochemistry Laboratory for blood lipid analysis. 4 min after the blood samples were taken, lactate levels of the subjects were determined with Lactate Scout. 1 week after the first measurement subjects were supplemented with 2 gr L-Carnitine and after 2 hours 20 m shuttle run, measurements for blood lipids and lactate were repeated. Statistics were carried out by using SPSS 22. Wilcoxon Singed Rank test was used with a significant level set at $p < 0.05$. **Conclusion:** According to results of this study, LDL, VLDL and TG levels decreased significantly ($p < 0.05$). Increase in HDL level and decrease in total cholesterol and lactate levels were determined as statistically unimportant changes.

Keywords: Blood Lipids, Lactate, Acute Aerobic Exercise, Carnitine



Giriş

Sedanter (hareketsiz) bir yaşam tarzı ciddi anlamda bir takım sağlık problemlerini de beraberinde getirmektedir. Özellikle orta yaş ve üzeri dönemlerde yüksek tansiyon, obezite, kassal zayıflık, postürel bozukluk, diyabet ve koroner arter risk faktörlerinin artması gibi birçok sağlık problemleri daha yaygın olarak görülmektedir (Çolakoğlu ve Şenel, 2003). Özellikle kardiyovasküler rahatsızlıklarda düşük düzeyde yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL) seviyeleri kendi başına bir risk faktörü olarak karşımıza çıkmaktadır (Kodama ve ark., 2007).

Yağ ve karbonhidratlar egzersiz ve dinlenme sırasında iskelet kaslarının kasılmasıyla kullanılan birincil metabolik yakıtlardır (Şıktar ve ark, 2010). L-Karnitin, yağın enerjiye dönüşümüne yardımcı olan bir besindir. Vücutta karaciğer ve böbrekler tarafından üretilir ve iskelet kasları, kalp ve beyinde depolanır (Yavuz ve Kurtoğlu, 2012). Sporcuların genetik özellikleri ve dolayısıyla performanslarını etkileyen faktörlerden biri ergojenik yardımcılarıdır. L-Karnitin, sporda izin verilen ve önemli yan etkileri olmayan bir ergojendir (Eroğlu ve ark., 2008). L karnitin, uzun zincirli yağ asitlerinin β oksidasyon için mitokondriyal matris taşımasında ve pirüvik asitin laktik asite dönüşmesini engelleyerek yorgunluğun geciktirilmesinde çok önemli bir rol oynar (Elgazzar ve ark., 2006; Yılmaz ve ark., 2012). Literatürde yüksek karnitin konsantrasyonlarının hayvanlarda kas yorgunluğunu geciktirdiği ve performansı olumlu etkilediği bildirilmektedir (Brass ve ark., 1993). İnsanlarda deneylerinde ise bazı araştırmacılar egzersiz performansındaki faydalı etkilerden bahsederken diğerleri herhangi bir etkide bulunmadığını iddia etmektedirler (Şıktar ve ark., 2010)

L-Karnitin plazma ve kas üzerindeki etkilerini araştıran çalışmaların sayısı oldukça çok olmasına rağmen sportif performansla ilgili bulguların oldukça sınırlı ve farklı sonuçlara sahip olduğu görülmektedir (Eroğlu ve ark., 2008). Bu çalışmanın amacı akut aerobik egzersiz öncesi tek doz L karnitin tüketiminin kan yağları ve laktat birikimi üzerine etkisini incelemektir.

Materyal ve Metod

Bu çalışmaya yaşları 19.75 ± 1.83 yıl, boyları 174.00 ± 7.80 cm. ve ağırlıkları 67.62 ± 11.08 kg. olan Kastamonu Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu'nda okuyan ve aktif olarak spor yapan 8 erkek öğrenci katılmıştır. Çalışma öncesinde katılımcılar çalışmanın önemi konusunda bilgilendirilmiş ve ayrıca çalışmadan 3 gün önce diyetisyenin tavsiyesi doğrultusunda diyetlerini standardize etmeleri ve iki hafta bu tavsiyeye takip etmeleri istenmiştir. Buna göre günlük toplam alınması gereken kalori miktarı aktif erkek bireyler için $36.6 \times$ vücut ağırlığı (kg) + 850 kcal olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplama göre katılımcıların % 65 karbonhidrat, % 25 protein ve % 10 yağ oranında diyet programı tüketmeleri istendi. Birinci ölçüm gününde Ölçümlere başlamadan önce katılımcıların boy ve vücut ağırlıkları ölçülmüştür. Daha sonra katılımcılar L-Karnitin takviyesi almadan akut maksimal aerobik egzersize tabi tutulmuşlardır. Buna göre katılımcılara 10 dakikalık ısınmayı takiben, 20 metrelik mekik koşusu testi uygulanmıştır. Kan yağlarının belirlenmesi için akut maksimal aerobik egzersizin hemen sonrası katılımcıların antekübital venlerinden kan alınmış ve bu kanlar santifürlenerek analiz için Kastamonu Devlet Hastanesi Biyokimya Laboratuvarına gönderilmiştir. Kan alınımından yaklaşık 4 dk. sonra katılımcıların kan laktat seviyeleri işaret parmağının distal falanksında lanset kalem kullanılarak delinmiştir. İlk kandamla kuru pamuk yardımıyla silinmiş ve ikinci damla laktat ölçümü için doğrudan test



çubuğuna çekilmiştir. Ölçümler Lactate Plus portatif laktat analizörü (ABD) kullanılarak belirlendi. Örnekler toplanmadan önce, katılımcıların parmakları, 90 ° alkole batırılmış pamuk ile temizlenmiş ve iyice kurutulmuştur. Birinci ölçümden 1 hafta sonra 2 gr. L carnitin tüketimini takiben 2 saat sonra tüm prosedür tekrarlanmıştır. İstatistiksel değerlendirmelerde SPSS 22 yazılım programı kullanılmıştır. Bağımlı gruplarda tekrarlı iki ölçüm arasındaki farkları belirlemek için Wilcoxon İşaret Testi kullanılmıştır. Tüm hesaplamalar anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak kabul edilmiştir.

Bulgular

Tablo 1. Katılımcıların bazı demografik verileri

Parametreler	n	Ortalama (X)	Min-Max
Yaş (yıl)	8	19,75 ± 1,83	16 - 22
Vücut Uzunluğu (cm)	8	174,00 ± 7,80	160 - 185
Vücut Ağırlığı (kg)	8	67,62 ± 11,08	55-90

Tablo 2. Katılımcıların ilk ölçüm (L-karnitin alınmadan) ve ikinci ölçüm (L-karnitin alınımı ile) sonuçları

Parametreler	N	İlk Ölçüm	İkinci Ölçüm	Değişim Yüzdesi	Z	p
		Ortalama (X ₁)	Ortalama (X ₂)			
Total Kolesterol (mg/dl)	8	158,98 ± 29,90	144,66 ± 30,26	-9,00	-0,981	0,326
HDL (mg/dl)	8	48,75 ± 11,37	48,87 ± 12,99	0,24	-0,283	0,777
LDL (mg/dl)	8	84,50 ± 22,03	77,37 ± 20,31	-8,43	-2,103	0,035*
Trigliserit (mg/dl)	8	132 ± 50,41	91,75 ± 26,08	-30,49	-2,240	0,025*
VLDL ()	8	25,71 ± 9,71	18,35 ± 5,21	-28,62	-2,100	0,036*
Laktat	8	11,41 ± 5,91	11,10 ± 2,99	-2,71	-0,560	0,575

P<0.05*

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmanın en önemli sonucu LDL, VLDL ve TG seviyelerinde anlamlı azalmalar gözlenmiştir (P<0.05). HDL seviyesindeki artış ve total kolesterol ile laktat düzeylerindeki azalmanın ise çok küçük miktarlarda ortaya çıkan, istatistiksel olarak anlamlı olmayan değişiklikler olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada kullanılan araştırma yöntemi olarak uygulanan tek dozluk 2 gr. oral L-karnitin alınımının % 9-25 oranında katkı sağlayabileceği bildirilmektedir (Galloway ve ark., 2005). 2 gr'dan daha fazla oral yolla yapılan tüketimin mukozal emilimdeki doygunluk nedeniyle fayda sağlamadığı düşünülmektedir (Harmeyer, 2002). Literatürde L-karnitin uzun zincirli yağ asitlerinin mitokondrilere taşınmasını sağladığı ve bu sayede β-oksidasyon ve oksidatif fosforilasyon mekanizmalarıyla yağlardan enerji üretiminde oynadığı etkin rol defalarca bildirilmiştir (Rebouche, 1992; Çetin ve ark., 2006). Bu durum glikojen depolarının hızlı boşalmasını engellediği gibi laktik asit birikmesi sonucu oluşan yorgunluğun



geciktirilmesinde de önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır (Cerretelli ve Marconi, 1990; Stephens ve ark., 2007; Volek ve ark., 2002; Holloszy ve Coyle, 1984) L karnitin bu etkisi pruvatın laktik aside dönüşümünün engellenmesi ve aerobik pruvat mekanizmasının uyarılmasıyla ortaya çıkmaktadır (Yavuz ve Kurtoğlu, 2012).

Yapılan araştırmalarda yüksek şiddetli egzersizlerde karnitin düzeyinin düşerek laktat konsantrasyonunun arttığı (Coşkun ve ark., 2000) aynı şekilde egzersiz öncesinde kullanılan l karnitin kan laktat değerleri üzerinde anlamlı azalmalara neden olduğu bildirilmektedir (Karahana ve Coşkun, 1996; Siliprandive ark., 1990; Vecchiet ve ark., 1990). Ancak literatürde herhangi bir etki oluşturmadığı yönünde de sonuçlar bulunmaktadır (Şıktar ve ark., 2010; Eroğlu ve ark., 2008) Bu açıdan literatürle araştırmamızda ortaya çıkan sonuçların genel olarak paralellik taşımadığı görülmektedir. Çalışmamızda l karnitin kullanımı sonrasında azalma eğilimi gösteren ancak istatistiksel olarak anlamlı olmayan sonuçların, katılımcı sayısının azlığı, l karnitin kullanım oranı veya bireysel farklılıklardan kaynaklandığı düşünülebilir.

L-karnitin lipid metabolizmasında anahtar rol oynadığı (Şıktar ve ark., 2010) ve kardiyovasküler risk faktörlerinden olan plazma lipidleri ve lipoprotein üzerindeki olumlu etkisi bildirilmektedir (Sirtori ve ark., 2000). Yapılan çalışmalarda l karnitin serum kolesterol ve trigliserit seviyelerini azalttığı tespit edilmiş ve bunun trigliserit ve VLDL sentezinin azalması aynı zamanda yağ asitlerinin oksidasyonunun artması sonucunda olabileceği yorumlanmıştır (Malaguarnera ve ark., 2009; Rajasekar ve Anuradha, 2007). Yağ asitlerinin oksidasyonunda oynadığı önemli rol nedeniyle L-karnitin'in lipid düşürücü etkisi yapılan birçok çalışmada gösterilmiştir (Umutlu, 2012). 2015 yılında yapılan bir meta analiz çalışmasında, araştırmacılar l karnitin kullanımının total kolesterol ve LDL kolesterol üzerinde istatistiksel olarak anlamlı azalmaya neden olduğu ancak HDL kolesterol ve trigliserit düzeylerinde herhangi bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir (Serban ve ark., 2016)

LaCount ve arkadaşları plazma total kolesterol konsantrasyonunun, L-karnitin seviyesindeki artışa paralel olarak orantılı bir düşüş gösterdiğini tespit etmişlerdir. L karnitin sporitif performans üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, L-karnitin kolesterol seviyelerinde istatistiksel açıdan anlamlı azalmaya yol açtığı belirlenmiş ancak trigliserit seviyesinde anlamlı bir sonuç gözlemlenmemiştir (Umutlu, 2012). Dehghani ve ark. (2013) tarafından yapılan araştırmada, bitkinlik düzeyine kadar süren egzersiz öncesi verilen l karnitin, 30 dk sonra yapılan ölçümlerde HDL sonuçlarını artırdığı, LDL sonuçlarını ise azalttığını tespit etmişlerdir ($p < 0.05$). VLDL konsantrasyonunda ise herhangi bir anlamlı farka rastlanmamışlardır.

Genel olarak literatürde l karnitin, sporitif performans sonrası lipidler üzerine olumlu etkisinin belirtildiği çalışmaların yanı sıra herhangi bir etkide bulunmadığı yönünde de çalışmalar bulunmaktadır (Colombani ve ark., 1996, Mojtaba ve ark., 2011). Yapılan araştırma sonuçlarındaki belirsizliğin bireysel farklılıklar (cinsiyet, yaş, VKİ, antrenman durumu), l karnitin dozu ve verildiği saat, uygulanan egzersizin süresi/şiddeti ve diyet kontrolünün sağlıklı bir biçimde yapılamamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Sonuç olarak çalışmamızda çıkan sonuçlar göz önüne alındığında, L karnitin kullanımının kan yağları üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu ve genel olarak literatürle paralellik gösterdiği söylenilebilir.



KAYNAKÇA

- Brass, EP., Scarrow, AM., Ruff, LJ., Masterson, KA., & Van Lunteren, E. (1993). Carnitine Delays Rat Skeletal Muscle Fatigue *In Vitro*. *Journal Of Applied Physiology*, 75(4), 1595-1600.
- Cerretelli, P., Marconi, C. (1990). "L-Carnitine Supplementation *In Humans* . The Effects Of Physical Performance", *Int. J. Sports. Med.* 11(1): 1-14.
- Colombani P, Wenk C, Kunz I. (1996) Effects Of L-Carnitine Supplementation On Physical Performance And Energy Metabolism Of Endurance-Trained Athletes: A Double-Blind Crossover Field Study. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 73: 434-439.
- Coşkun, A. (1996). Müsküler Egzersizde L-Karnitin, Destroz Ve Adrenelinin Serum Laktat Karnitin Ve Kas Glikojen Düzeyine Etkisi, Doktora Uzmanlık Tezi, Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Bio-Kimya Anabilim Dalı, Kayseri.
- Coşkun, Ö., Öter, Ş., Korkmaz, A., Sezen, Ş., Öztaş, E., & Cıncık, M. (2000). Yoğun Egzersiz İle İskelet Kasında Oluşan Glikojen Azalması, Laktik Asit Birikmesive Morfolojik Değişikliklere, Karnitinin Etkisi. *Türkiye Klinikleri Journal Of Medical Sciences*, 20(6), 235-333.
- Çetin, E., Ateşoğlu, U., & Çolak, M. (2006). Kayalıklı-Koşucularda Karnitin Ve Kreatin Yüklemesinin Yüksek İrtifada Bazı Kan Parametreleri Ve Max Vo2 Üzerine Etkisi. *Journal Of Physical Education And Sport Sciences*, 8(1).
- Çolakoğlu, F., & Şenel, Ö. (2003). Sekiz Haftalık Aerobik Egzersiz Programının Sedanter Orta Yaşlı Bayanların Vücut Kompozisyonu Ve Kan Lipidleri Üzerindeki Etkileri. *Ankara Üniversitesi Beden Eğitimi Ve Spor Bilimleri Dergisi*, 1(1), 56-61.
- Dehghani, M., Shakerian, S., Nasser, MKG., Nikbakht, M., & Nejad, SH. (2013). Effects Of Acute Consumption Of L-Carnitine Tartrate (LCLT) Following An Exhaustive Aerobic Exercise On Serum Lipoproteins Levels *In Iranian Elite Wrestlers*. *American Journal Of Sports Science And Medicine*, 1(4), 59-62.
- Elgazzar, UB., Ghanema, IIA., & Kalaba, ZM. (2012). Effect Of Dietary L-Carnitine Supplementation On The Concentration Of Circulating Serum Metabolites *In Growing New Zealand Rabbits*. *Aust. J. Bas. Appl. Sci*, 6(2), 80-84.
- Eroğlu, H., Senel, O., & Güzel, NA. (2008). Effects Of Acute L-Carnitine İntake On Metabolic And Blood Lactate Levels Of Elite Badminton Players. *Neuro Endocrinology Letters*, 29(2), 261-266.
- Galloway, SD., & Broad, EM. (2005). Oral L-Carnitine Supplementation And Exercise Metabolism. *Monatshefte Für Chemie/Chemical Monthly*, 136(8), 1391-1410.
- Harmeyer, J. (2002). The Physiological Role Of L-Carnitine. *Lohman Information*, 27, 15-21.
- Holloszy, JO., & Coyle, EF. (1984). Adaptations Of Skeletal Muscle To Endurance Exercise And Their Metabolic Consequences. *Journal Of Applied Physiology*, 56(4), 831-838.
- Karahan, M. (2002). L-Karnitin Alımının 1500m Koşu Performansı Ve Kan Laktat Seviyesine Etkisi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi Ve Spor Anabilim Dalı Doktora Tezi, Ankara



- Kodama, S., Tanaka, S., Saito, K., Shu, M., Sone, Y., Onitake, F., ... & Ohashi, Y. (2007). Effect Of Aerobic Exercise Training On Serum Levels Of High-Density Lipoprotein Cholesterol: A Meta-Analysis. *Archives Of Internal Medicine*, 167(10), 999-1008.
- Lacount, DW., Emmert, LS., & Drackley, JK. (1996). Dose Response Of Dairy Cows To Abomasal Administration Of Four Amounts Of L-Carnitine¹. *Journal Of Dairy Science*, 79(4), 591-602.
- Malaguarnera, M., Vacante, M., Avitabile, T., Malaguarnera, M., Cammalleri, L., & Motta, M. (2008). L-Carnitine Supplementation Reduces Oxidized LDL Cholesterol In Patients With Diabetes-. *The American Journal Of Clinical Nutrition*, 89(1), 71-76.
- Mojtaba E, Laleh B, Mohsen S, Zohreh, A. (2011). Fat Metabolism And Aerobic Capacity Does Not Affect By Acute L-Carnitine L-Tartrate Supplementation. *J. Appl. Environ. Biol. Sci.*, 1(12)695-699.
- Rajasekar, P., & Anuradha, CV. (2007). L-Carnitine Inhibits Protein Glycation In Vitro And In Vivo: Evidence For A Role In Diabetic Management. *Acta Diabetologica*, 44(2), 83-90.
- Rebouche, CJ. (1992). Carnitine Function And Requirements During The Life Cycle. *The FASEB Journal*, 6(15), 3379-3386.
- Serban, MC., Sahebkar, A., Mikhailidis, DP., Toth, PP., Jones, SR., Muntner, P., ... & Lip, G. Y. (2016). Impact Of L-Carnitine On Plasma Lipoprotein (A) Concentrations: A Systematic Review And Meta-Analysis Of Randomized Controlled Trials. *Scientific Reports*, 6, 19188.
- Sirtori, CR., Calabresi, L., Ferrara, S., Pazzucconi, F., Bondioli, A., Baldassarre, D., ... & Koverech, A. (2000). L-Carnitine Reduces Plasma Lipoprotein (A) Levels In Patients With Hyper Lp (A). *Nutrition, Metabolism, And Cardiovascular Diseases: NMCVD*, 10(5), 247-251.
- Stephens, FB., Constantin-Teodosiu, D., & Greenhaff, P. L. (2007). New Insights Concerning The Role Of Carnitine In The Regulation Of Fuel Metabolism In Skeletal Muscle. *The Journal Of Physiology*, 581(2), 431-444.
- Şiktar, E., Şiktar, E., Gülçin, İ., & Günay, M. (2010). Effect Of L-Carnitin And Thermal Stress On Free Radical And Antioxidant Levels In Rats During The Exhaustive Swimming Exercises At Hypothermic And Hyperthermic Water Temperatures. *Ovidius University Annals, Series Physical Education And Sport/Science, Movement And Health*, 10(1), 19-29.
- Umutlu, U. (2012). L-Karnitin Uygulamasının Ratlarda Bazı Lipit Parametreleri Üzerine Etkisi (Doctoral Dissertation, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü).
- Vecchiet, L., Di Lisa, F., Pieralisi, G., Ripari, P., Menabo, R., Giamberardino, MA., & Siliprandi, N. (1990). Influence Of L-Carnitine Administration On Maximal Physical Exercise. *European Journal Of Applied Physiology And Occupational Physiology*, 61(5-6), 486-490.
- Volek, J. S., Kraemer, WJ., Rubin, MR., Gómez, AL., Ratamess, NA., & Gaynor, P. (2002). L-Carnitine L-Tartrate Supplementation Favorably Affects Markers Of Recovery From Exercise Stress. *American Journal Of Physiology-Endocrinology And Metabolism*, 282(2), E474-E482.
- Yavuz H., Kurtoğlu F (2012). Biyokimyasal Özellikleri İle L – Karnitin. *Istanbul Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 38 (2), 207-218.



Yılmaz Gürkan, İbiş Serkan, L-Karnitinin Sportif Performansa Etkileri, Spor Ve Tıp, 2006; 103-105