

L-Karnitinin Beslenme ve Sağlık Açısından Değerlendirmesi

L-Carnitine, Evaluation in Terms of Nutrition and Healthy

 Filiz YANGILAR^a

^aErzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Erzincan, TÜRKİYE

ÖZET Kas dokusu ve miyokarda yüksek konsantrasyonda bulunan karnitin (trimetilamino- β -hidroksibutirat), vücudumuzun doğal bir bileşiği olup uzun zincirli yağ asitlerinin iç mitokondriyal membrandan geçişini sağlamada etkili olmaktadır. Elzem bir besin bileşeni olan karnitin, hücre ve dokularda, açıl-L-karnitinin hem serbest karnitin hem de açıl-karnitin formu olarak bulunur. Karnitinin uzun zincirli yağ asitleri üzerindeki etkisiyle vücutta fazla miktarda bulunan yağ külesinden enerji karşılanarak, yağ dokusundan kilo kaybı sağlanmış olur. Aynı zamanda karnitin, sinir sisteminde de antioksidan ve nörotrofik etki göstermektedir. İlaç olarak kullanıldığında, aşırı dozlarda risk düzeyi yüksek olup istenmeyen etkilere neden olabilmektedir. Aslında insan vücudu ihtiyacı olan miktarda karnitini sentezleyebilme özelliğine sahiptir. Fakat bazı organizmalarda sentez miktarı ya da kullanılabilirlik oranda karnitinin dokulara transferi yeterli olamayabilir. Karnitinin %75'i ekzojen olarak besinlerden sağlanırken, %25'i endojen olarak böbrek, karaciğer ve beyinde sentezlenmektedir. L-karnitin içeriği, çeşitli gıda ürünleri arasında farklılık göstermektedir ve bitkisel ürünlerden daha çok hayvansal ürünler L-karnitin içeriğine sahiptir. Özellikle kırmızı et ve süt ürünleri, L-karnitin açısından en zengin gıda kaynaklarını oluşturmaktadır. Bu derlemede L-karnitin metabolizması, biyoaktif özellikleri, gıda işleme yöntemlerinin L-karnitin üzerine etkileri ile L-karnitin beslenme ve sağlık üzerine etkileri vurgulanmıştır.

ABSTRACT Carnitine (trimethylamino- β -hydroxybutyrate), which is found in high concentrations in muscle tissue and myocardium is a natural compound of our body and an effective compound in providing the transfer of long-chain fatty acids through the inner mitochondrial membrane. It is also an essential nutritional component in cells and tissues, found present as both free carnitine and acylcarnitine form of acyl-L-carnitine. Carnitine effect on long-chain fatty acids and weight loss is provided through the fat tissue. Therefore, the energy is met from the excess fat mass in the body. At the same time, carnitine also shows antioxidant and neurotrophic effects in the nervous system. When it is used drug, which is at high risk in excessive doses, it can cause undesirable effects. In fact, the human body has the ability to synthesize the amount of carnitine it needs. However, the amount of synthesis or the transfer of usable amount of carnitine to the tissues may not be sufficient in some organisms. Although 75% of carnitine is obtained from foods as exogenously, 25% is as endogenously synthesized in kidney, liver and brain. L-carnitine content shows difference between various food products and animal products which are contains a much larger amount of L-carnitine than plant products. Especially the red meat and dairy products is the richest food sources for L-carnitine. In this review, L-carnitine metabolism, bioactive properties, effects of food processing on L-carnitine with their effects of L-carnitine on nutrition and health are highlighted.

Anahtar Kelimeler: L-karnitin; biyoyararlılık; beslenme; sağlık

Keywords: L-carnitine; biological availability; nutrition; health

Sağlıklı ve verimli bir hayat için tercih edilen gıdaların kalitesi çok önemlidir. Teknolojik gelişmelerin beraberinde getirdiği yenilikler bir taraftan yaşam standartlarının değişmesine fırsat verirken, diğer taraftan da farklı gıda takviyelerinin daha bilinçsiz bir şekilde kullanılarak beraberinde getireceği yeme bozuklukları ve metabolik sağlık problemlerine neden olabilmektedir. Yeterli ve dengeli beslenme bu anlamda çok değerli olup büyüme ve gelişmemiz, yaşamımızın sürdürülebilmesi, sağlığımızın korunması, üretkenliğimizin sağlanabilmesi ve yaşam kalitemizin iyileştirilebilmesi için ihtiyacımız olan tüm besin öğeleri ile

biyoaktif bileşenlerini içeren gıdaları tüketmemizi ifade etmektedir.¹ Özellikle biyoaktif bileşenler, gıdalarda iz miktarlarda bulunan ve daha spesifik görevlere sahip olan değerli bir besin ögesini oluşturmaktadır.² Bir maddenin biyoaktivitesinden bahsedebilmek için fizyolojik boyutta gözlenebilir bir biyolojik etki göstermesi gerekir. Bu etki eksikliğinden kaynaklanan bir hastalık belirtisinin engellenmesi gibi temel özelliği dışında sağladığı fayda ile ilgilidir.³ Biyoaktif bileşiklere süt ve ürünlerinin gastrointestinal sistemden geçerken sindirim enzimleri ve fermentasyon işlemi sırasında laktik asit bakterileri tarafından

Correspondence: Filiz YANGILAR

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Erzincan, TÜRKİYE/TURKEY

E-mail: f_yangilar@hotmail.com



Peer review under responsibility of Journal of Literature Pharmacy Sciences.

Received: 30 Apr 2020

Received in revised form: 30 Oct 2020

Accepted: 16 Nov 2020

Available online: 03 Feb 2021

2630-5569 / Copyright © 2021 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

üretilen proteinaz ve peptidaz enzimleri tarafından parçalanması ile ortaya çıkan ve sağlık üzerine önemli etkileri olan biyoaktif peptidleri örnek verebiliriz.³⁻⁵ Kris-Etherton ve ark. ile Kurt ve El biyoaktif bileşikleri; biyokimyasal tepkimelerde substrat, enzimatik tepkimelerde kofaktör/inhibitör, barsaktaki toksik bileşiklerin uzaklaştırılmasında iyi bir absorbant, sağlığa yararlı mikroorganizmalar için iyi bir fermentasyon kaynağı, sağlığa zararlı mikroorganizmaların gelişmesini engelleyici inhibitör ajan olarak değerlendirip sağlık üzerine olumlu etkilerinin olduğunu bildirmişlerdir.^{2,6} Ayrıca Medeiros ve ark. bu bileşiklerin antioksidan, antiinflamatuvar ve antitrombotik mekanizmalar üzerinde de etkili olduğunu paylaşmışlardır.⁷

Son yıllarda, bu konuda dikkat çeken önemli biyoaktif bileşiklerden bir tanesi L-karnitindir. L-karnitin, lizin türevi olup suda çözünebilme özelliğine sahip bir bileşiktir. En önemli görevlerinden bir tanesi, yağ asitlerinin mitokondriyal taşınmasını sağlayarak yağ asidi metabolizmasında rol oynamak ve diğeri ise antioksidan aktiviteye sahip olmaktır. Vücutta endojen olarak sentezlenebilen L-karnitin ekzojen olarak da besinlerle alınabilmektedir. Kırmızı et ve süt ürünleri ise en zengin gıda kaynaklarını oluşturmaktadır.⁸ Kaneko ve Yoshida tarafından karnitin, D ve L olarak sınıflandırılmıştır.⁹ Bununla birlikte, esansiyel özelliğe sahip olan bu bileşik doğada L formuna sahipken, D formu kimyasal olarak üretilmektedir. 1973 yılında ilk kez, L-karnitin yetersizliğiyle ortaya çıkan temel hastalıkların teşhisiyle ilgili çalışmalar yürütülmüştür. 1950-1980'li yıllarda ise metabolik fonksiyonları üzerine çalışmalar yapılmış ve sonrasında ticari bir ürün hâlini kazanmıştır.¹⁰ Ancak L-karnitin kullanımının yan etkisinin, özellikle trimetilamin ve trimetilamin-N-oksit plazma seviyeleri yüksek olan böbrek hastalarında ortaya çıkabileceği bildirilmiştir. Bu durum, böbrek hastaları için kardiyak yan etkilerin ortaya çıkmasına yol açmaktadır. Ayrıca bu hastalarda, kaslarda güçsüzlük, artan nöbet sıklığı ve çeşitli halüsinasyonların görülmesi gibi etkilere de rastlanılmaktadır.^{11,12} Önemli bir bileşik olan L-karnitin ile ilgili yapılan çalışmalar güncelliğini korumaktadır.

L-KARNİTİNİN YAPISI VE FONKSİYONLARI

L-karnitin (β -hidroksi- γ -trimetilaminobutirat), yapısal olarak koline benzeyen 3 metilli bir amino asit

olup, suda çözünebilme özelliğine sahip vitamin benzeri bir bileşiktir.¹³ Plazmada serbest ve farklı açıl gruplarıyla esterleşmiş formda bulunur. Serumda toplam karnitininin %80'ini serbest karnitin, %20'sini açıl karnitinler oluşturmaktadır.^{14,15} Karnitinin L-formu sadece dokularda sentezlenmektedir ve metabolik olarak aktif olan da bu formudur.¹⁶ Gülçin karnitinin L formunun uzun zincirli yağ asitlerinin mitokondriye taşınmasında ve periferik dokularda ATP üretiminde etkili olduğunu bildirmiştir.¹⁷ Karnitinin, iki tane önemli fonksiyonu olup bunlardan birincisi yağ asitlerinin mitokondriye taşınması olan katalitik fonksiyonu diğeri ise fazla miktarda bulunan esterler için tampon görevi yaptığı metabolik fonksiyonudur. Katalitik fonksiyonunda karnitinin metabolize olması söz konusu olmadığı için çok eser miktarda karnitine ihtiyaç duyulurken metabolik fonksiyonunda serbest karnitinin açıl karnitine dönüşerek metabolize olmasından dolayı çok fazla miktarda karnitine gereksinim duyulmaktadır.¹⁸

Canlıların ihtiyaç duydukları enerjii karşılama yollarından birisi, uzun zincirli yağ asitlerinin Asetil koenzim A (As-KoA) oksidasyonudur. 12 C atomundan uzun olan yağ asitlerinin işlevselliği için karnitine ihtiyaç duyulmaktadır. Karnitin mekiği ile biri mitokondri biri de sitozol olmak üzere 2 farklı KoA havuzu oluşur. Bu havuzlardan **sitozolik KoA**, yağ asitlerinin biosentezinde, mitokondri matriksindeki KoA ise piruvat, yağ asitleri ve bazı amino asitlerin oksidatif parçalanmasında kullanılır.¹⁹ Reaksiyonda açığa çıkan elektronlar ATP oluşumunda kullanılmaktadır. Dolayısıyla karnitin, enerji metabolizması için elzem bir bileşiktir. Bununla birlikte karnitin eksikliği; yağ asidi metabolizmasında bozulma, kandaki lipidlerin yüksek düzeyde bulunması (hiperlipidemi), kanda üre seviyesinin yüksek olması (hiperamonyemi), düşük kan şekeri (hipoglisemi), kas-iskelet hastalıkları ve kas güçsüzlüğü (miyasteni) gibi çeşitli rahatsızlıklara neden olmaktadır.²⁰ Karnitinin antioksidan özelliğe sahip olması, vücudun antioksidan savunma mekanizmalarından olan glutatyon peroksidaz, katalaz ve süperoksit dismutaz enzimlerinin oksidatif etkilerinin azalmasına neden olarak, yaşlanmaya bağlı birçok hastalığa karşı da koruyucu bir etki sağlamaktadır.^{6,21,22}

Açılkarnitinde bulunan açıl grupları, toksik bileşenleri (propiyonik asit gibi) açılkarnitin esterlerine

mL'dir. Karnitin düzeyinin oldukça önemli olduğu ve serum karnitin düzeyindeki azalmanın, bebeklerde ve küçük yaşlarda birçok rahatsızlığa neden olabileceği vurgulanmaktadır. Ayrıca araştırmacılar, özellikle karnitin açıl translokaz eksikliğinin, karnitin yetersizliğine neden olduğunu ve bunun da besinlerle alınan karnitinin bağırsaklardan emilmesini azaltarak karaciğer, kalp ve beyin hasarlarına neden olabileceğini belirtmişlerdir.³³ Bununla birlikte, sperm sayısı ve hareketliliği üzerinde de karnitinin etkili olduğu bildirilmiştir.³⁴

L-KARNİTİNİN BİYİYARARLILIĞI

İnsanlarda L-karnitin günlük gereksinimi 2 ve 12 µmol/kg/gün (0,3 ve 1,9 mg/kg/gün)dür. L-karnitin biyoyararlılığı, gıda içerisinde bulunma miktarına bağlı olmakla birlikte genellikle %54-87'dir.^{6,24} Özel durumlarda (sporcu, hamile vb.) bu oran daha da yüksek olabilmektedir. Ayrıca bebeklerde biyosentez yolu henüz gelişmediğinden dolayı L-karnitin sentez edilememektedir; elzem olan bu bileşiğin bebek mamasına ilave edilmesi gerekmektedir.³⁵ Çünkü yenidoğanların yağ asidi oksidasyonunun gelişmemiş olması nedeniyle büyüme süreçlerinde karnitin sentezi yetersiz kalmaktadır. Günlük kaslarda tahminî 5-10 g bir artış için 15-30 µmol karnitin gerekli olduğu ve bu miktarın da günlük anne sütü alınımı ile eş değer olduğu bildirilmektedir. Bebeklerin ihtiyacı olan karnitini diyetlerinde alamama durumunda, intravenöz yağ toleransı değişmesi, ekzojen yağ asitleri oksidasyonunda azalma, büyüme geriliği, kalp ve iskelet dokularında fonksiyonel kayıp gibi biyokimyasal ve klinik semptomlar gelişir.³⁶ Önerilen günlük dozlarda (0,5-2 g/gün) tüketilen L-karnitin, birçok insan tarafından tolere edilebildiği ve herhangi bir yan etki göstermediği belirtilmiştir. Hatta 2 g'dan yüksek oral alımın daha fazla avantaj sağladığı ve bu duruma mukozal absorpsiyonunun 2 g'dan sonra doygunluğa ulaşmasının neden olduğu bildirilmiştir.^{12,24}

L-karnitin biyoyararlılığı üzerinde yapılan bir çalışmada kızartma, haşlama, fırında ve ızgarada pişirme yöntemleriyle hazırlanmış et ürünlerinin, çiğ et ürününe göre sırasıyla 2,8, 2,7, 2,9 ve 3,5 kat oranında arttığını belirtmiştir. Araştırmacılar, ısı işleminin L-karnitin biyoyararlılığı üzerinde istatistiksel olarak

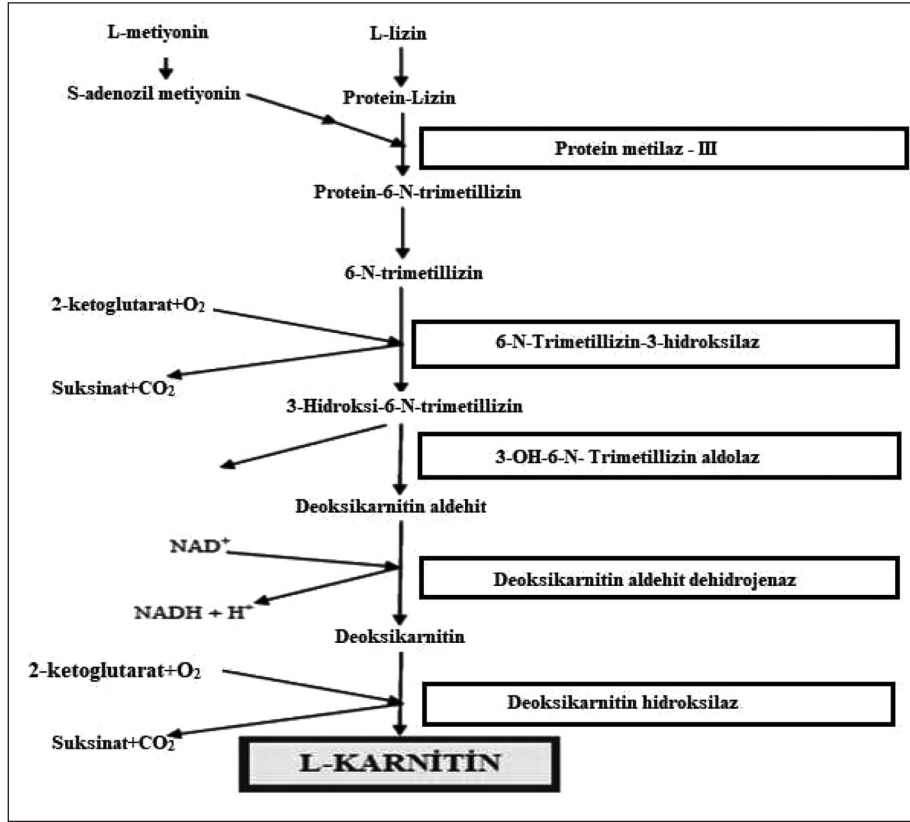
önemli ($p < 0,05$) bir artışa neden olduğunu tespit etmişlerdir. Bu durumu, 40°C'lik sıcaklıkta etin miyofibril proteinlerinin, 50-60°C'de etin bağ dokusu proteini olan kollajenin denatüre olması ve kas dokusunda bulunan diğer proteinlerin jelatinize olmasıyla sindirim sırasında ortaya çıkan gastrik salgılar ile proteolitik enzimlerin sindirimini daha kolay gerçekleştirmesiyle açıklamışlardır.^{6,37}

L-KARNİTİN BİYOSENTEZİ VE KAYNAKLARI

Vücuttaki karnitin yaklaşık %98'i karnitin bağımlı dokular olan kalp ve iskelet kasında depo edilmektedir.^{38,39} Dolayısıyla L-karnitin biyosentezi, vücudumuzda iskelet kası, kalp, karaciğer, böbrek ve beyin dokularında yapılmaktadır. L-karnitin biyosentez aşamaları sırasıyla 4 basamakta gerçekleşmektedir: İlk basamak, proteine bağlı lizin metilasyonu olup metilleyici ajan S-adenozil metiyonindir ve ürün olarak trimetil lizin oluşur. İkinci basamak 3-hidroksi-6-N-trimetil lizin, 3. basamak γ-trimetil-aminobütiraldehit oluşumu olup son basamakta ise deoksi L-karnitin okside olarak, L-karnitin oluşumu gerçekleşmektedir.⁴⁰

Şekil 2'de L-karnitin biyosentezi verilmiştir.⁴¹

L-karnitin, hem vücudumuzda sentezlenebilmekte hem de gıda takviyeleriyle temin edilebilmektedir. %75 gibi büyük bir oran diyet ile alınabilmektedir.⁴² İhtiyacımız olan L-karnitin büyük bir bölümü, özellikle et ve süt ürünlerinin tüketimiyle vücuda alınmaktadır. Geriye kalan bölümü ise lizin ve metiyonin amino asitlerinden biyosentezle üretilmektedir.⁴³ Diyetle alınan L-karnitin emilimi aktif ve pasif taşıma ile yapılmaktadır. Emilemeyen L-karnitin, kalın bağırsağın mevcut mikrobiyotası tarafından parçalanmaktadır.^{6,24} Sentezinin yapılabilmesi için askorbik asit, piridoksin, niasin, ferröz demir vb. kofaktörlere gereksinim duyulmakta ve eksiklik hâlinde karnitin sentezi yapılamadığı için karnitin yetersizliğiyle karşılaşmaktadır.^{30,44} L-karnitin yetersizliği üzerinde biyosentezi olumsuz etkileyen en önemli sebep, kalıtsal rahatsızlıklardır. Bu durum, L-karnitin metabolizmadaki transferini etkilemektedir. Karnitin eksikliğini etkileyen diğer önemli sebep ise diyetle yeteri kadar alınmayan L-karnitin vücuttaki sentezinin azalmasıdır. L-karnitin orga-



ŞEKİL 2: L-karnitin biyosentezi.

nizma için önemli bir bileşik olması nedeniyle dış kaynaklardan karşılanması gereklidir. Çünkü L-karnitin eksikliği, patolojik semptomlara neden olabilmektedir.⁴⁵

İnsanlardaki L-karnitin biyosentez düzeyi 0,16-0,48 mg/kg (vücut ağırlığı/gün) arasındadır. Yani vücut ağırlığı 70 kg olan birisi endojen olarak 11-34 mg L-karnitin sentezleyebilmektedir. L-karnitin biyosentezi vejetaryenlerde 1,2 µmol/kg/gün iken et tüketen bireylerde 2-12 µmol/kg/gün olduğu ve günlük ihtiyacın yaklaşık %75 kadarını karşıladığı bildirilmiştir.^{30,46,47} Yani ekzojen olarak diyetle en fazla kırmızı ette (120-150 mg/100 g) bulunurken; balık, tavuk ve süt ürünlerinden (1,6-6,4 mg/100 g) de karşılanmaktadır. Süt ürünleri, et ürünlerine göre daha az karnitin içeriğine sahip olup türlere göre koyun, keçi, inek, at ve anne sütündeki karnitin düzeylerinde farklılıklar görülmektedir.⁴⁸ Özellikle koyun ve keçi sütlerindeki düzeyi, inek ve insan sütlerine göre daha yüksektir. Deve sütü, türler içerisinde en fazla L-karnitin oranına sahip olanıdır.^{49,50}

Ayrıca kolostrum sütünün L-karnitin içeriği daha da yüksektir. Soya esaslı ürünlerin karnitin içeriği ise yok kabul edilecek kadar azdır. L-karnitin içeriği meyve, sebze ve tahıllarda eser orandadır.³⁵ L-karnitin biyoyararlılığı açısından gıdalardan doğal olarak alındığında daha etkili olup bazı gıdaların toplam L-karnitin düzeyleri Tablo 1’de verilmiştir.^{51,52}

L-KARNİTİNİN ENERJİ DENGESİ VE PREPARAT OLARAK KULLANILMASI

L-karnitin, uzun zincirli yağ asitlerinin β-oksidasyona uğrayarak, enerji üretimi için sitoplazmadan mitokondrinin iç membranına geçişini ve vücuttaki depo yağlarının yıkıma uğramasını sağlayarak, enerji elde edilmesi için elzem bir bileşik olarak kilo kaybına da yardımcı olmaktadır [Baruksal G. *L-karnitin ve yaşlı sığınarlarda kalp, karaciğer, beyin ve plazma yağ asidi profillerine ve kalp fonksiyonlarına etkisi (Yüksek Lisans Tezi)*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi; 2010].⁵³ Pooyandjoo ve ark. tarafından yapılan bir metaanalizde, bazı erişkin hastalara kilo kaybı için verilen L-

TABLO 1: Bazı besin ham maddelerinin doğal L-karnitin içerikleri.

Bitkisel kaynaklı besinler L-karnitin içeriği (mg/kg)		Hayvansal kaynaklı besinler L-karnitin içeriği (mg/kg)	
Mısır	5	Balık unu	120
Arpa	7	Et unu	150
Buğday kepeği	15	Kan unu	10
Buğday unu	5	Tüy unu	120
Yulaf	5	Balık iskelet unu	90
Soya fasulyesi unu	12	Et kemik unu (%40)	100
Üzüm tohumu unu	5	Plazma proteini	15
Ayçiçeği tohumu unu	5		
Pamuk tohumu unu	20		
Fındık unu	10		

karnitin vücut beden kitle indeksini azaltarak, kilo vermelerini sağladığını göstermiştir.⁵³ Yağ metabolizması üzerindeki bu etki, sporcu işlevselliği açısından önemlidir.⁵⁴ Karnitin, kas kuvveti üzerinde etkili olduğu için özellikle sporcularda fiziksel performans düzeyinin artırılmasına da katkı sağlamaktadır. Ayrıca kas ağrısı, yorgunluk, bitkinlik ve kas liflerinde oluşan yırtılmaların azalmasında da etkili olmaktadır.^{13,55} Koozehchion ve ark. yaklaşık olarak günlük 2 g kadar L-karnitin takviyesinin kan laktat seviyesini yükselttiğini ve fiziksel performansı olumlu yönde etkilediğini bildirmişlerdir.^{56,57} Yapılan biyokimyasal/morfolojik araştırmalar, özellikle yoğun enerji gerektiren performans dönemlerinde, L-karnitin kullanılmasıyla depo glikojenin korunduğunu rapor etmiştir.⁵⁸ Yüksek performans sırasında aşırı terle kaybedilen L-karnitin miktarının tekrar takviye şeklinde alınması gereklidir. L-karnitin Amerika’da “Generally Recognised As Safe” statüsünde bir gıda takviyesi olarak kullanılırken, Avrupa’da farklı düzenlemelerle karşılaşılabilmektedir.^{38,59}

Türk Gıda Kodeksi Takviye Edici Gıdalar Tebliği’nin 4. maddesinin d fıkrasına göre “Takviye edici gıda: Normal beslenmeyi takviye etmek amacıyla vitamin, mineral, protein, karbonhidrat, lif, yağ asidi, amino asit gibi besin öğelerinin veya bunların dışında besleyici veya fizyolojik etkileri bulunan bitki, bitkisel ve hayvansal kaynaklı maddeler, biyoaktif maddeler ve benzeri maddelerin konsantre veya ekstraktlarının, tek başına veya karışımlarının kapsül, tablet, pastil, tek kullanımlık toz paket, sıvı ampul, damlalıklı şişe ve diğer benzeri sıvı veya toz formlarda hazırlanarak, günlük alım dozu belir-

lenmiş ürünleri,” ifade eder.⁶⁰ Tanımın içeriğindeki kullanım amaçlarına bağlı olarak gıda takviyeleri son yıllarda hızla tüketilmeye başlanılmıştır. Rastgele seçilen 376 kişi arasında %61,2’sinin gıda takviyesi kullandığı, ancak kullanırken bazılarının doktor tavsiyesinde fakat çoğunluğunun ise ailesi, arkadaşı ya da internetten alarak kullandığı bildirilmiştir.^{61,62} Tüketicilerde, üretilme amaçları doğrultusunda uzman kontrolünde bilinçli bir şekilde gıda takviye edici ürünlerinin kullanılması gereklidir. Türk Gıda Kodeksi Bebek Formülleri ve Devam Formülleri Tebliği’nin Beslenme bildirimleriyle ilgili özel gereklilikler bölümünün 11. maddesinin 1. fıkrasında “Bebek formülleri ve devam formüllerinin zorunlu beslenme bildirimini, Türk Gıda Kodeksi Gıda Etiketleme ve Tüketiciyi Bilgilendirme Yönetmeliği’nin 35. maddesinin 1. fıkrasına ilave olarak, sırasıyla bu Tebliğin Ek-1 ve Ek-2’sinde listelenen ve molibden hariç olmak üzere üründe bulunan her bir mineral ve vitamin miktarını içerir. Ayrıca bebek formüllerinin zorunlu beslenme bildirimini kolin, inozitol ve karnitin miktarını içerir.” ifadeleri yer almaktadır.⁶³

Yapılan bir çalışmada 375 katılımcının karnitin takviyesinin etkilerinin değerlendirilmesi yapılmıştır. 200 kişi L-karnitin takviyesi verilen grubu ve 175 kişi ise kontrol grubunu oluşturmuştur. Takviyeler haftada 3 kez 1 haftadan 24 haftaya kadar, 1 gr’dan 4 grama kadar farklı dozlar ile uygulanmıştır. Araştırmacılar sonuç olarak L-karnitin takviyesinin güvenli olarak kabul edildiğini ve hiçbir yan etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.⁶⁴ Takviye ürünleri içerisinde önemli bir yere sahip olan karnitin eksikliğinin, hemodiyalizle tedavi edilen böbrek hastalığı, diabetes

mellitus, malnütrisyon, siroz ve endokrin rahatsızlıkları gibi çeşitli bozukluklarda ortaya çıktığı bildirilmiştir.⁶⁵⁻⁶⁷ Aynı zamanda karnitin takviyesinin kardiyovasküler hastalık, hepatik ensefalopati ve kalıcı depresif bozuklukların önlenmesinde veya tedavi edilmesinde etkili olabileceği bildirilmiştir.⁶⁸⁻⁷⁰ L-karnitin desteğinin, serum karaciğer ALT düzeylerini düşürmede etkili olabileceği öne sürülmüştür.⁷¹⁻⁷⁵ Birkaç klinik çalışma, L-karnitin desteğinin karaciğer enzimlerinin seviyeleri üzerindeki etkisini değerlendirmiştir, ancak kanıtlar sonuçsuz kalmıştır.⁷⁵ L-karnitin takviyesinin kilo kaybı üzerindeki etkilerini araştıran klinik araştırmalarda da çelişkili sonuçlarla karşılaşmıştır. Bazı araştırmacılar, bu preparatın ağırlık kaybı üzerinde etkili olduğunu, ancak bazı araştırmacılar ise etkisini doğrulayamadığını bildirmişlerdir.⁷⁶⁻⁷⁹ Talenezhad ve ark. L-karnitin bu etkisinin belirsizliğini koruduğunu ve araştırılması gerektiğini vurgulamışlardır.⁸⁰ Karnitin sağlık üzerine etkilerini ortaya koyabilmek için son yıllarda birçok çalışma yürütülmüştür.

Farklı hastalıklarda karnitin takviyesinin, depresyon üzerine etkisini araştıran bazı klinik incelemeler Tablo 2’de verilmiştir.⁸¹

Ruggenti ve ark. L-karnitin desteğinin erişkinlerde dolaşımdaki ALT, AST ve GGTP seviyeleri üzerine etkisini araştırmayı amaçladığı çalışmalarında L-karnitin desteğinin serum karaciğer enzim düzeylerini düşürmede yararlı etkiler sağladığını,

karaciğer hastalığı olan ve 2000 mg/günden fazla müdahale dozları olan hastalarda daha etkili olabileceğini bildirmişlerdir.⁸⁷

Japonya’da diyaliz hastalarında yapılan bir çalışmada, hastaların %25,3’ünde karnitin eksikliği ve %64,7’sinde de karnitin eksikliği riskinin yüksek olduğu tespit edilmiştir.⁸⁸ Van Oudheusden ve ark., çocuklarda dikkat eksikliği ve hiperaktivite üzerinde L-karnitin etkili olduğunu ve agresif davranışları azalttığını belirtmişlerdir.⁸⁹

Tashiro ve ark. konik hemodiyaliz 60 üremik erkek hastaya 3 ay süreyle oral yolla 900 mg/gün veya intravenöz olarak 1000 mg L-karnitin uygulamışlar ve bu süre sonunda aminotransferaz, ALT, kreatinin ve ürik asit seviyelerinde önemli düzeyde azalma tespit etmişlerdir. L-karnitin takviyesinin, depresyon değerlendirme ölçeğinde de anlamlı bir azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir.⁹⁰

Miwa ve ark. beyin infarktüsü olan bir hastaya aspirin, silostazol, argatroban, apiksaban ve edaravon grubu tedavisine başladıkları çalışmalarında, serebral infarktüsünden 1 hafta sonra gece bacak kramplarının sadece alt bacağını etkilediğini tespit etmişlerdir. Günde sadece 5-6 kez şiddetli ağrıya gece bacak kramplarının oluştuğunu ve şikâyetlerinden bir diğerinin ağrıdan dolayı uyku düzensizliği olan hastaya L-karnitin günde 1.500 mg’lık bir dozu oral yolla uygulamışlardır. L-karnitin takviyesinin gece bacak kramplarının sıklığını haftada 2-3

TABLO 2: Karnitin takviyesinin depresyon üzerine etkisini araştıran bazı klinik incelemeler.

Yazar/kaynak	Çalışma türü	Hastalık	Örneklem	Karnitin takviyesi	Sonuçlar
Cavallini ve ark. ⁸²	Randomize kontrollü	Yaşlanma ile ilişkili depresyon	120 kişi (60-74 yaş)	2 g/gün açlık karnitin ve propionil-L-karnitin (6 ay)	Depresyon, melankoli ve yorgunluk ölçeği skorunda iyileşme gözlenmiştir.
Cruciani ve ark. ⁸³	Randomize, çift-kör plasebo kontrollü	Kanser ile ilişkili depresyon	18 kişi >18 yaş	3 g/gün açıl L-karnitin (1 hafta)	Depresyon skorlarında anlamlı ölçüde azalma belirlenmiştir.
Jamilian ve ark. ⁸⁴	Randomize, çift-kör plasebo kontrollü	Polikistik over sendromu ile ilişkili mental sağlık	60 kişi (18-40 yaş) (12 hafta)	250 mg/gün açıl L-karnitin	Beck Depresyon Ölçeği ve Depresyon Anksiyetesi ve Stres Ölçeği skorlarında anlamlı ölçüde azalma belirlenmiştir.
Zanardi ve ark. ⁸⁵	Randomize, çift-kör plasebo kontrollü	Kronik depresyon bozukluğu (distimi)	204 kişi (18-60 yaş)	500 mg/gün açıl-L-karnitin (12 hafta)	Hamilton Depresyon Değerlendirme Ölçeği skorlarında iyileşme gözlenmiştir.
Martinotti ve ark. ⁸⁶	Randomize, çift-kör plasebo kontrollü	Alkol bağımlı bireyler	64 kişi (18-65 yaş)	3 g/gün açıl-L-karnitin 1 g/gün	Negatiflik ve melankoli ile ilişkili semptomlarda anlamlı ölçüde azalma açıl-L-karnitin (90 gün) bulunmuştur.

kez uyku sorunuyla birlikte azalttığını bildirmişlerdir. Daha sonra L-karnitin takviyesini 750 mg/güne düşürmüşler ve herhangi bir sorunla karşılaşmadığını tespit etmişlerdir. Sonuç olarak, L-karnitin takviyesini vermedikleri zaman kas kramplarının yeniden nüksettiğini ve L-karnitin tedavisinin 16. gününde rehabilitasyon bölümüne sevk edilinceye kadar günlük 750 mg karnitin takviyesinin yapıldığını bildirmişlerdir.⁹¹

Gürses ve ark. Kastamonu Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu öğrencilerinden aktif spor yapan 8 erkek öğrenciyle L-karnitin takviyesinin, kan yağları üzerindeki etkilerini incelediği çalışmalarında sonucun olumlu etkiler sağladığını ve literatürlerle benzerlik gösterdiğini vurgulamışlardır.⁹²

Lee ve ark. koroner arter hastalığı olan gönüllü hastalara 1.000 mg/gün dozda L-karnitin preparatının oksidatif strese azalmaya ve antioksidan enzim aktivitelerinde artışa neden olduğunu ve sonuç olarak, koroner arter hastalığındaki inflamasyonu azalttığını bildirmişlerdir.⁹³ Yıldırım ve ark., L karnitin takviyesinin yüksek troid semptomunu azalttığını ve vücut sıcaklıklarını normalleştirdiğini belirtmişlerdir.⁹⁴

SONUÇ

Dokulardaki L-karnitin eksikliğinin uzun zincirli yağ asitlerinin β -oksidasyonunu olumsuz etkileyerek, hücrel enerji metabolizmasının bozulmasına neden olduğu göz önüne alındığında, hastalıklardan ko-

runma ve tedavide yardımcı bir bileşen olarak L-karnitin öncelikle yoğun olarak bulunduğu gıdalardan doğal yollarla karşılanması oldukça önemli olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Bunun için biyoaktif bileşikler açısından zengin olan süt, et ve ürünlerinin günlük diyetlerde yer alması, her yaş grubu için çok önemlidir. Fakat şunu da unutmamak gerekir ki L-karnitin, preparat olarak alınacaksa bunun özellikle hekime danışılarak kullanılmalıdır. Özellikle son yıllarda sporcu beslenmesi ile zayıflama programlarında popüler bir gıda takviyesi olarak gösterilen L-karnitin kullanımının yaygınlaşmasının, fonksiyonel gıda üretimini de geliştirerek yeni bir ürün yelpazesine katkı sağlayacağını da vurgulamakta fayda vardır.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

Bu çalışma tamamen yazarın kendi eseri olup başka hiçbir yazar katkısı alınmamıştır.

KAYNAKLAR

1. Anonim 2021a. [\[Link\]](#) (Erişim tarihi: 20.04.2021).
2. Kris-Etherton PM, Harris WS, Appel LJ; American Heart Association. Nutrition Committee. Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. *Circulation*. 2002;19;106(21):2747-57. Erratum in: *Circulation*. 2003;28;107(3):512. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
3. Möller NP, Scholz-Ahrens KE, Roos N, Schrezenmeier J. Bioactive peptides and proteins from foods: indication for health effects. *Eur J Nutr*. 2008;47(4):171-82. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
4. Gür F, Güzel M, Öncül N, Yıldırım Z, Yıldırım M. Süt serum proteinleri ve türevlerinin biyolojik ve fizyolojik aktiviteleri. [Biological and physiological activities of whey proteins and their derivatives]. *Akademik Gıda*. 2010;8(1):23-31. [\[Link\]](#)
5. Şimşek A, Kılıç B. Et kaynaklı biyoaktif peptitler ve fonksiyonel özellikleri. [Meat-derived bioactive peptides and their functional properties]. *Gıda*. 2016;41(4):267-74.
6. Kurt Ö, El SN. Biyoaktif bir gıda bileşeni L-karnitin: beslenme ve sağlık açısından önemi ve biyoyararlılığı. [L-carnitine as a bioactive compound: importance of in nutrition and health, bioavailability]. *TÜBAV Bilim Dergisi*. 2011;4(2):97-102. [\[Link\]](#)
7. Medeiros F, Casanova Mde A, Fraulob JC, Trindade M. How can diet influence the risk of stroke? *Int J Hypertens*. 2012;2012:763507. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
8. Seline KG, Johein H. The determination of L-carnitine in several food samples. *Food Chemistry*. 2007;105(2):793-804. [\[Crossref\]](#)
9. Kaneko T, Yoshida R. On the absolute configuration of L-carnitine (vitamin BT). *Bulletin of the Chemical Society of Japan*. 1962;35(7):1153-5. [\[Crossref\]](#)

10. Taşbozan O, Gökçe MA. L-karnitin ve akuakültürde kullanımı. [L-carnitine and its use in aquaculture]. *Turkish Journal of Aquatic Life*. 2007;(5-8):694-703. [\[Link\]](#)
11. Bruzell E, Granum B, Husøy T, Rohloff J, Wicklund T, Steffensen IL, et al. Risk assessment of "other substances"-L-carnitine and L-carnitine-L-tartrate. Opinion of the Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids, Materials in Contact with Food and Cosmetics of the Norwegian Scientific Committee for Food Safety. Oslo, Norway: VKM Report; 2015. [\[Link\]](#)
12. Koyuncu O, Urfalı S, Polat S, Hakimoğlu S, Özbakış Akkurt Ç. Oral L-karnitin kullanan hastada tedavi yaklaşımımız. [Our treatment approach in patients with side effects of L-carnitine]. *MKÜ Tıp Dergisi*. 2019;10(38):105-7. [\[Link\]](#)
13. Demirci N. Egzersiz esnasında enerji tüketiminde leptin mi karnitin mi daha etkilidir? [Are leptin or carnitine more effective in consuming energy during doing exercise?]. *Gümüşhane University Journal of Health Sciences*. 2013;2(3):396-410. [\[Link\]](#)
14. Bizzi A, Cini M, Garattini S, Mingardi G, Licini L, Mecca G. L-carnitine addition to haemodialysis fluid prevents plasma-carnitine deficiency during dialysis. *Lancet*. 1979;21;1(8121):882. [\[PubMed\]](#)
15. Koşan C, Sever L, Çalışkan S, Kavunoğlu G, Sever A, Arısoy N. Kronik periton diyalizi tedavisi gören çocuklarda plazma karnitin düzeyleri. [Plasma carnitine levels in pediatric hemodialysis patients]. *Türk Nefroloji Diyaliz ve Transplantasyon Dergisi*. 2002;11(1):27-31. [\[Link\]](#)
16. Marin VB, Azocar M, Molina M, Guerrero JL, Ratner R, Cano F. Total carnitine and acylated carnitine ratio: relationship of free carnitine with lipid parameters in pediatric dialysis patients. *Adv Perit Dial*. 2006;22:130-5. [\[PubMed\]](#)
17. Gülçin I. Antioxidant and antiradical activities of L-carnitine. *Life Sci*. 2006;78(8):803-11. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
18. Anonim 2021b. [\[Link\]](#) (Erişim tarihi: 20.04.2021).
19. Madiraju P, Pande SV, Prentki M, Madiraju SR. Mitochondrial acetylcarnitine provides acetyl groups for nuclear histone acetylation. *Epigenetics*. 2009;4(6):399-403. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
20. Li K, Sun Q. Simultaneous determination of free and total carnitine in human serum by HPLC with UV detection. *J Chromatogr Sci*. 2010;48(5):371-4. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
21. Evangelidou A, Vlassopoulos D. Carnitine metabolism and deficit-when supplementation is necessary? *Curr Pharm Biotechnol*. 2003;4(3):211-9. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
22. Kalaiselvi T, Panneerselvam C. Effect of L-carnitine on the status of lipid peroxidation and antioxidants in aging rats. *J Nutr Biochem*. 1998;9(10):575-81. [\[Crossref\]](#)
23. Mohammadi M, Hajhossein Talasaz A, Ali-dousti M. Preventive effect of L-carnitine and its derivatives on endothelial dysfunction and platelet aggregation. *Clin Nutr ESPEN*. 2016;15:1-10. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
24. Atabilen B, Yıldırım H. Hemodiyaliz hastalarında karnitin kullanımı. [The use of carnitine in hemodialysis patients]. *Turk Neph Dial Transpl*. 2017;26(3):246-53. [\[Link\]](#)
25. Krajcovicová-Kudláčková M, Simoncic R, Béderová A, Babinská K, Béder I. Correlation of carnitine levels to methionine and lysine intake. *Physiol Res*. 2000;49(3):399-402. [\[PubMed\]](#)
26. Tao RC, Yoshimura NN. Carnitine metabolism and its application in parenteral nutrition. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 1980;4(5):469-86. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
27. Fritz IB, Yue KT. Long-chain carnitine acyltransferase and the role of acylcarnitine derivatives in the catalytic increase of fatty acid oxidation induced by carnitine. *J Lipid Res*. 1963;4:279-88. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
28. Wanner C, Wieland H, Wäckerle B, Boeckle H, Schollmeyer P, Hörl WH. Ketogenic and antiketogenic effects of L-carnitine in hemodialysis patients. *Kidney Int Suppl*. 1989;27:S264-8. [\[PubMed\]](#)
29. Bremer J. The role of carnitine in intracellular metabolism. *J Clin Chem Clin Biochem*. 1990;28(5):297-301. [\[PubMed\]](#)
30. Özdemir S, Aydın A. Karnitin ve karaciğer hastalıklarının tedavisindeki yeri. [Carnitine and its role in treatment of liver diseases]. *Nobel Med*. 2013;9(3):5-8. [\[Link\]](#)
31. Jeukendrup AE, Randell R. Fat burners: nutrition supplements that increase fat metabolism. *Obes Rev*. 2011;12(10):841-51. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
32. Torgutalp ŞŞ, Köse B, Dönmez G. Zayıflama ürünleri gerçekten etkili mi? [Do slimming pills really work?]. *Türkiye Klinikleri J Sports Med-Special Topics*. 2016;2(3):66-72. [\[Link\]](#)
33. Möder M, Kießling A, Löster H. Current methods for determination of L-carnitine and acylcarnitines. *Monatshfte für Chemie/Chemical Monthly*. 2005;136(8):1279-91. [\[Crossref\]](#)
34. Vitali G, Parente R, Melotti C. Carnitine supplementation in human idiopathic asthenospermia: clinical results. *Drugs Exp Clin Res*. 1995;21(4):157-9. [\[PubMed\]](#)
35. Demarquoy J, Georges B, Rigault C, Royer MC, Clairet A, Soty M, et al. Radioisotopic determination of L-carnitine content in foods commonly eaten in Western countries. *Food Chemistry*. 2004;86(1):137-42. [\[Crossref\]](#)
36. Campoy C, Bayés R, Peinado JM, Rivero M, López C, Molina-Font JA. Evaluation of carnitine nutritional status in full-term newborn infants. *Early Hum Dev*. 1998;53Suppl:S149-64. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
37. Tornberg E. Effects of heat on meat proteins - implications on structure and quality of meat products. *Meat Sci*. 2005;70(3):493-508. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
38. Engel AG, Rebouche CJ. Carnitine metabolism and inborn errors. *J Inher Metab Dis*. 1984;7 Suppl1:38-43. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
39. Yavuz H, Kurtoğlu F. Biyokimyasal özellikleri ile L-karnitin. [L-carnitine and biochemical characteristics]. *J Fac Vet Med Istanbul Univ*. 2012;38(2):207-18. [\[Link\]](#)
40. Harmeyer J. The physiological role of L-carnitine. *Lohmann Information*. 2002;27:15-21. [\[Link\]](#)
41. Deniz G. Karnitin: sentez, metabolizma, fonksiyon ve iskemik kalpte terapötik önemi. [Carnitine: synthesis, metabolism, function and therapeutic importance in the ischemic heart]. *T Klin J Med Sci*. 1999;19:55-62. [\[Link\]](#)
42. Jones LL, McDonald DA, Borum PR. Acylcarnitines: role in brain. *Prog Lipid Res*. 2010;49(1):61-75. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
43. Yılmaz G, İbiş S. L-karnitin sporif performans etkileri. [Effects of L-carnitine on sports performance]. *Spor ve Tıp*. 2006:103-5. [\[Link\]](#)
44. Kendler BS. Carnitine: an overview of its role in preventive medicine. *Prev Med*. 1986;15(4):373-90. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
45. Monograph. L-carnitine. *Altern Med Rev*. 2005;10(1):42-50. [\[PubMed\]](#)
46. Lombard KA, Olson AL, Nelson SE, Rebouche CJ. Carnitine status of lactoovo vegetarians and strict vegetarian adults and children. *Am J Clin Nutr*. 1989;50(2):301-6. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
47. Vaz FM, Wanders RJ. Carnitine biosynthesis in mammals. *Biochem J*. 2002;1;361(Pt 3):417-29. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
48. Penn D, Dolderer M, Schmidt-Sommerfeld E. Carnitine concentrations in the milk of different species and infant formulas. *Biol Neonate*. 1987;52(2):70-9. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
49. Alhomida AS. Total, free, short-chain and long-chain acyl carnitine levels in Arabian camel milk (*Camelus dromedarius*). *Ann Nutr Metab*. 1996;40(4):221-6. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
50. Woollard DC, Indyk HE, Woollard GA. Carnitine in milk: a survey of content, distribution and temporal variation. *Food Chemistry*. 1999;66(1):121-7. [\[Crossref\]](#)
51. Pons R, Carrozzo R, Tein I, Walker WF, Addonizio LJ, Rhead W, et al. Deficient muscle carnitine transport in primary carnitine deficiency. *Pediatr Res*. 1997;42(5):583-7. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)

52. Evans AM, Fornasini G. Pharmacokinetics of L-carnitine. *Clin Pharmacokinet.* 2003;42(11):941-67. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
53. Pooyandjoo M, Nouhi M, Shab-Bidar S, Djafarian K, Olyaeemanesh A. The effect of (L-) carnitine on weight loss in adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Obes Rev.* 2016;17(10):970-6. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
54. Fielding R, Riede L, Lugo JP, Bellamine A. L-carnitine supplementation in recovery after exercise. *Nutrients.* 2018;10(3):349. Erratum in: *Nutrients.* 2018;10(5). [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
55. Karlic H, Lohninger A. Supplementation of L-carnitine in athletes: does it make sense? *Nutrition.* 2004;20(7-8):709-15. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
56. Ford MA. The formulation of sports drinks. In: Ashurst PR, ed. *Production and Packaging of Non-Carbonated Fruit Juices and Fruit Beverages.* 2nd ed. Gorthersburg, Maryland: An Apsen Publication; 1999. p.311-29. [[Crossref](#)]
57. Koozehchian MS, Daneshfar A, Fallah E, Agha-Alinejad H, Samadi M, Kaviani M, et al. Effects of nine weeks L-Carnitine supplementation on exercise performance, anaerobic power, and exercise-induced oxidative stress in resistance-trained males. *J Exerc Nutrition Biochem.* 2018;22(4):7-19. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
58. Bayram HM, Öztürkcan SA. Sporcularda ergojenik destekler [Ergogenic supplements in athletes]. *Türkiye Klinikleri J Health Sci.* 2020;5(3):641-52. [[Crossref](#)]
59. Gıda Gündemi [Internet]. Copyright © 2021 [Erişim tarihi: 20.4.2021]. Sporcu içecekleri. Erişim linki: [[Link](#)]
60. Anonim. 2020b. Resmî Gazete. (16.08.2013 Sayı: 28737) Tebliğ no: 49. Türk Gıda Kodeksi Takviye Edici Gıdalar Tebliği (Tebliği no: 49); 2013. [[Link](#)]
61. Harnack LJ, Rydell SA, Stang J. Prevalence of use of herbal products by adults in the Minneapolis/St Paul, Minn, metropolitan area. *Mayo Clin Proc.* 2001;76(7):688-94. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
62. Atalay D, Erge HS. Gıda takviyeleri ve sağlık üzerine etkileri. [Dietary supplements and their effects on health]. *Food and Health.* 2018;4(2): 98-111. [[Crossref](#)]
63. Resmî Gazete. (02.07.2019 Sayı: 30819) Türk Gıda Kodeksi Bebek Formülleri ve Devam Formülleri Tebliği (Tebliğ no: 14); 2019. [[Link](#)]
64. Serban MC, Sahebkar A, Mikhailidis DP, Toth PP, Jones SR, Muntner P, et al. Impact of L-carnitine on plasma lipoprotein(a) concentrations: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Sci Rep.* 2016;6:19188. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
65. Gonwa TA, Wadei HM. Kidney disease in the setting of liver failure: core curriculum 2013. *Am J Kidney Dis.* 2013;62(6):1198-212. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
66. Malaguarnera M. Acetyl-L-carnitine in hepatic encephalopathy. *Metab Brain Dis.* 2013;28(2):193-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
67. Abbasnezhad A, Choghakhori R, Kashkooli S, Alipour M, Asbaghi O, Mohammadi R. Effect of L-carnitine on liver enzymes and biochemical factors in hepatic encephalopathy: a systematic review and meta-analysis. *J Gastroenterol Hepatol.* 2019;34(12):2062-70. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
68. Shang R, Sun Z, Li H. Effective dosing of L-carnitine in the secondary prevention of cardiovascular disease: a systematic review and meta-analysis. *BMC Cardiovasc Disord.* 2014;21;14:88. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
69. Kriston L, von Wolff A, Westphal A, Hölzel LP, Härter M. Efficacy and acceptability of acute treatments for persistent depressive disorder: a network meta-analysis. *Depress Anxiety.* 2014;31(8):621-30. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
70. Martí-Carvajal AJ, Glud C, Arevalo-Rodriguez I, Martí-Amarista CE. Acetyl-L-carnitine for patients with hepatic encephalopathy. *Cochrane Database Syst Rev.* 2019;5;1(1):CD011451. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
71. Georgala S, Schulpis KH, Georgala C, Michas T. L-carnitine supplementation in patients with cystic acne on isotretinoin therapy. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 1999;13(3):205-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
72. Malaguarnera M, Gargante MP, Russo C, Antic T, Vacante M, Malaguarnera M, et al. L-carnitine supplementation to diet: a new tool in treatment of nonalcoholic steatohepatitis—a randomized and controlled clinical trial. *Am J Gastroenterol.* 2010;105(6):1338-45. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
73. Lim CY, Jun DW, Jang SS, Cho WK, Chae JD, Jun JH. Effects of carnitine on peripheral blood mitochondrial DNA copy number and liver function in non-alcoholic fatty liver disease. *Korean J Gastroenterol.* 2010;55(6):384-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
74. Malaguarnera M, Vacante M, Giordano M, Motta M, Bertino G, Pennisi M, et al. L-carnitine supplementation improves hematological pattern in patients affected by HCV treated with Peg interferon- α 2b plus ribavirin. *World J Gastroenterol.* 2011;21;17(39):4414-20. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
75. Pirmadah F, Ramezani-Jolfaie N, Mohammadi M, Talenezhad N, Clark CCT, Salehi-Abargouei A. Does L-carnitine supplementation affect serum levels of enzymes mainly produced by liver? A systematic review and meta-analysis of randomized controlled clinical trials. *Eur J Nutr.* 2020;59(5):1767-83. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
76. Derosa G, Maffioli P, Ferrari I, D'Angelo A, Fogari E, Palumbo I, et al. Comparison between orlistat plus L-carnitine and orlistat alone on inflammation parameters in obese diabetic patients. *Fundam Clin Pharmacol.* 2011;25(5):642-51. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
77. Samimi M, Jamilian M, Ebrahimi FA, Rahimi M, Tajbakhsh B, Asemi Z. Oral carnitine supplementation reduces body weight and insulin resistance in women with polycystic ovary syndrome: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Clin Endocrinol (Oxf).* 2016;84(6):851-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
78. Ahmadi S, Dehghan Banadaki S, Mozaffari-Khosravi H. Effects of oral L-carnitine supplementation on leptin and adiponectin levels and body weight of hemodialysis patients: a randomized clinical trial. *Iran J Kidney Dis.* 2016;10(3):144-50. [[PubMed](#)]
79. Mohammadi H, Djalali M, Daneshpazhooh M, Honarvar NM, Chams-Davatchi C, Sepandar F, et al. Effects of L-carnitine supplementation on biomarkers of oxidative stress, antioxidant capacity and lipid profile, in patients with pemphigus vulgaris: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Eur J Clin Nutr.* 2017;23. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
80. Talenezhad N, Mohammadi M, Ramezani-Jolfaie N, Mozaffari-Khosravi H, Salehi-Abargouei A. Effects of L-carnitine supplementation on weight loss and body composition: a systematic review and meta-analysis of 37 randomized controlled clinical trials with dose-response analysis. *Clin Nutr ESPEN.* 2020;37:9-23. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
81. Tekin T, Ayaz A. L-karnitin depresyon üzerinde etkili midir? [Is L-carnitine effective on depression?]. *SDU Journal of Health Science Institute.* 2020;11(1):100-6. [[Link](#)]
82. Cavallini G, Caracciolo S, Vitali G, Modenini F, Biagiotti G. Carnitine versus androgen administration in the treatment of sexual dysfunction, depressed mood, and fatigue associated with male aging. *Urology.* 2004;63(4):641-6. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
83. Cruciani RA, Dvorkin E, Homel P, Cullinney B, Malamud S, Shaiova L, et al. L-carnitine supplementation for the treatment of fatigue and depressed mood in cancer patients with carnitine deficiency: a preliminary analysis. *Ann N Y Acad Sci.* 2004;1033:168-76. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
84. Jamilian H, Jamilian M, Samimi M, Afshar Ebrahimi F, Rahimi M, Bahmani F, et al. Oral carnitine supplementation influences mental health parameters and biomarkers of oxidative stress in women with polycystic ovary syndrome: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Gynecol Endocrinol.* 2017;33(6):442-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]

85. Zanardi R, Smeraldi E. A double-blind, randomised, controlled clinical trial of acetyl-L-carnitine vs. amisulpride in the treatment of dysthymia. *Eur Neuropsychopharmacol*. 2006;16(4):281-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
86. Martinotti G, Andreoli S, Reina D, Di Nicola M, Ortolani I, Tedeschi D, et al. Acetyl-L-carnitine in the treatment of anhedonia, melancholic and negative symptoms in alcohol dependent subjects. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry*. 2011;1;35(4):953-8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
87. Ruggenenti P, Cattaneo D, Loriga G, Ledda F, Motterlini N, Gherardi G, et al. Ameliorating hypertension and insulin resistance in subjects at increased cardiovascular risk: effects of acetyl-L-carnitine therapy. *Hypertension*. 2009;54(3):567-74. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
88. Hatanaka Y, Higuchi T, Akiya Y, Horikami T, Tei R, Furukawa T, et al. Prevalence of carnitine deficiency and decreased carnitine levels in patients on hemodialysis. *Blood Purif*. 2019;47 Suppl 2:38-44. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
89. Van Oudheusden LJ, Scholte HR. Efficacy of carnitine in the treatment of children with attention-deficit hyperactivity disorder. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*. 2002;67(1):33-8. [[Link](#)]
90. Tashiro K, Kaida Y, Yamagishi SI, Tanaka H, Yokoro M, Yano J, et al. L-carnitine supplementation improves self-rating depression scale scores in uremic male patients undergoing hemodialysis. *Lett Drug Des Discov*. 2017;14(6):737-42. [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
91. Miwa T, Hanai T, Morino K, Katsumura N, Shimizu M. Effect of l-carnitine supplementation on muscle cramps induced by stroke: A case report. *Nutrition*. 2020;71:110638. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
92. Gürses VV, Baydil B, Akgül MŞ, Ceylan B. Akut aerobik egzersiz öncesi L-karnitin alınımının kan yağları üzerine etkisi. [The effect of l-carnitine intake before acute aerobic exercise on blood lipids]. *International Journal of Cultural and Social Studies*. 2018;4(1):70-6. [[Link](#)]
93. Lee BJ, Lin JS, Lin YC, Lin PT. Antiinflammatory effects of L-carnitine supplementation (1000 mg/d) in coronary artery disease patients. *Nutrition*. 2015;31(3):475-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
94. Yıldırım S, Yıldırım A, Dane S, Aliyev E, Yigitoglu R. Dose-dependent protective effect of L-carnitine on oxidative stress in the livers of hyperthyroid rats. *Eurasian J Med*. 2013;45(1):1-6. [[PubMed](#)] [[PMC](#)]