

Ağ Kafeslerde L-karnitin Kullanımının Çipura (*Sparus aurata* Linneaus, 1758) Balıklarının Karaciğer, Viseral Yağlanmalarına ve Gelişim Performansı Üzerine Etkileri

Nida Demirtaş¹, *Ali Yıldırım Korkut²

¹ Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, 35100 Bornova-İzmir, Türkiye

² Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, 35100 Bornova-İzmir, Türkiye

*E-mail: ali.korkut@ege.edu.tr

Abstract: Effect of L-carnitine usage on hepatic, visceral lipogenesis and growth performance of gilthead sea bream (*Sparus aurata* Linneaus, 1758) in net cage. In this study, effects of dietary L-carnitine supplementation on hepatic, visceral lipogenesis and growth performance of gilthead sea bream was investigated. Study was carried out 120 days. In this experimentation 3 groups (one of it is control) with 2 parallel was created and 6 net cages in 5x5x5m dimension was used. 5000 fishes with 198±1,5 g initial weight was put into each cages. Control group fishes was fed with normal commercial feeds. Other 2 experimentation group fishes was fed with feeds with L-carnitine supplemented respectively, 0,8 and 1,6 lt/100 kg feed. At the end of the experiment weight changes was examined and maximum final weight was determined in group G2 with 263,27±1,8 g. When weight gain examined, maximum weight gain was determined in group G2 with 64,92±1,8 g. There was no differences between total weight of groups (p>0,05). Mortality was determined in group G0 with 416. Minimum mortality was determined in group G2 with 372. There was variations on FCR values between groups (p<0,05). Minimum FCR was determined in group G2 with 1,79±0,05. Minimum HSI and VSI were determined in group G2 respectively, 2,5±0,29 and 8,3±0,4. This study showed that dietary L-carnitine supplementation enhances growth performance and decreases mortality. HSI and VSI was determined minimum values in group G2. It supports that dietary L-carnitine supplementation helps decreasing of hepatic and visceral lipogenesis. This idea was supported with liver examination.

Key Words: Gilthead sea bream, L-carnitine, Growth performance, Hepatic, Visceral lipogenesis

Özet: Bu çalışmada, yeme L-karnitin ilave edilmesinin çipura balığının karaciğer, iç organ yağlanmaları ve gelişimi üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışma 120 gün (Ekim 2007-Ocak 2008) sürdürülmüştür. Bir kontrol grubu kontrol olmak üzere 2 paralelli 3 grup oluşturulmuş ve 5x5x5m boyutlarına sahip 6 adet ağ kafes kullanılmıştır. Her bir kafese canlı ağırlığı ortalama 198±1,5 gr. olan 5000 adet çipura yerleştirilmiştir. Kontrol grubu (G0) balıklara karnitin içermeyen normal ticari yem verilirken, deneme grupları (G1 ve G2) balıklarına sırasıyla, 0,8 ve 1,6 L/100 kg oranında L-karnitin ilave edilmiş yem verilmiştir. Çalışma sonucunda ağırlık değişimleri incelendiğinde en yüksek canlı ağırlığı 263,27±1,8 ile 64,92±1,8 canlı ağırlık artışı ile (G2) grubunda elde edildiği tespit edilmiştir. Total boy verileri incelendiğinde ise gruplar arasında önemli bir fark bulunamamıştır (p>0,05). Balıklarda oluşan mortalite incelendiğinde en yüksek mortalitenin 416 adet ile kontrol grubunda (G0), en düşük mortalitenin ise 372 ile (G2) deneme grubunda olduğu tespit edilmiştir. FCR değerlerinde gruplar arası farklılıklar oluşmuştur (p<0,05). En düşük FCR değeri 1,79±0,05 ile (G2) deneme grubunda tespit edilmiştir. HSI ve VSI'nin en düşük değeri sırasıyla 2,5±0,29 ve 8,3±0,4 ile (G2) grubunda ile tespit edilmiştir. Denemede elde edilen veriler yeme L-karnitin ilave edilmesinin balıkların gelişimine ve balıklarda gözlenen mortalitenin azalmasına olumlu katkı yaptığını göstermektedir. Ayrıca yeme L-karnitin ilave edilmesine bağlı olarak karaciğerde yağlanmanın azaldığı yapılan karaciğer incelemelerinde tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çipura, L-karnitin, Gelişim performansı, Karaciğer, Viseral yağlanma

Giriş

Akuakültürde önemli bir gider olan yem üretim maliyetinin yaklaşık % 50'sini oluşturmaktadır. Balıklar buldukları ortama göre besini kullanırlar. Özellikle Ege denizinde yaz ve kış dönemleri arasında görülen sıcaklık farklılıkları balıkların metabolizmalarını olumsuz etkilemektedir. Bu durum iç organ ve karaciğerde yağlanmalara neden olmakla birlikte büyümeyi de olumsuz etkilemektedir. Karaciğer ve iç organlarda oluşan yağlanmalar balığın ekonomik değerini de düşürmektedir. Suların ısınmaya başladığı dönemde ortaya çıkan hastalıklara bağlı ölümlerin de arttığı göz önüne alınarak bu çalışma planlanmıştır. Bu noktada, üretimdeki en önemli girdi olan yemin doğru ve etkin bir şekilde kullanılması üründen alınacak verim ve ürün kalitesi artırılması ve üretim maliyetlerinin düşürülmesi açısından oldukça önemlidir (Kaushik, 1998).

Bu çalışmada; yüksek enerjili yemlerle beslenen çipura balıklarının vücutlarında aşırı olarak depolanan lipidlerin azaltılmasına yönelik olarak yeme L-karnitin ilave edilmesinin; karaciğer ve iç organ yağlanmaları ile büyüme performansı üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. L-karnitin (L-β-hidroksi-γ-N,N,N- trimetilaminobütrik asit) uzun zincirli yağ asitlerinin (asilkarnitin esterleri olarak) mitokondriye girişi için gerekli olan; yeme alınan yağ bileşenlerinin etkin bir şekilde kullanılmasında ve yağ asitlerinin enerjiye dönüşümünde önemli rol oynayan ve bu görevi sayesinde proteinin depo etkisini arttırdığı düşünülen bir organik besin maddesidir (Dias vd., 2001; Harpaz, 2005). Yemlere L-karnitin ilavesinin büyümeyi destekleme etkisi levrekte (Santulli ve D' Amelio, 1986), hibrit çizgili levrekte (Twibell ve Brown, 2000) ve Afrika

keci balığında (Torreele vd., 1993) tespit edilmiştir. Diğer yandan L-karnitin ilavesinin büyümeye olumlu bir etkisi olmadığı levrekte (Dias vd., 2001), hibrit çizgili levrekte (Gaylord ve Gatlin, 2000 a,b), Atlantik som balığında (Ji vd., 1996) ve hibrit tilapyada (Schlechtriem vd., 2004) ortaya konmuştur (Harpaz, 2005). Sazan balıklarıyla yapılan çalışmada Focken vd. (1997) yemlere L-karnitin ilavesinin ortalama enerji yararlılığını (harcanan bir birim enerji için tutulan enerji) 400 mg L-karnitinli grupta, kontrol grubuna göre % 30 daha yüksek bulmuşlardır.

L-karnitin içeren yemlerle beslemenin büyümeyi hızlandırdığı ve vücut yağını azalttığı levrek (Santulli ve D' Amelio, 1986;) ve Afrika keci balığında (Torreele vd., 1993) tespit edilmiştir. Atlantik som balığında L-karnitin ilavesinin yağ metabolizması üzerindeki etkilerini çalışan Ji vd. (1996), L-karnitinli yemle beslenen balıklarda ara metabolizmanın değiştiğini ve doku yağlarının azaldığını ortaya koymuştur (Harpaz, 2005). Diğer taraftan, yayın balığında Ozorio vd. (2002) tarafından karnitin ilavesinin protein-yağ dönüşüm oranını arttırdığını ve Ozorio vd. (2005) tarafından ise vücut enerji rezervlerini yeterli seviyede düzenlediği bildirilmektedir. Ayrıca Afrika yayın balığında Torreele vd. (1993) yeme L-karnitin ilave edilmesine bağlı olarak FCR'ın azaldığını tespit etmiştir. Yüksek enerjili yemlerin kullanımına bağlı olarak karaciğerde yağlanmanın olduğu kalkan balıklarında Regost vd. (2001) ve çipura balıklarında Caballero vd. (1999) tarafından bildirilmektedir. Atlantik som balığında Ji vd. (1996); Afrika keci balığında Ozorio vd., (2002) ise yeme L-karnitin ilave edilmesinin yağ asidi oksidasyonunu arttırdığını ve balıkların vücutlarındaki yağ oranını azaltırken, protein oranını arttırdığını bildirilmektedir.

Materyal ve Metot

Denemede kullanılan yem, balık unu (%65 HP), balık yağı, soya küspesi unu (%48 HP), buğday unu (T5), buğday gluten, vitamin ve mineral premiksi ile hazırlanmış bir ticari yemdir. Denemede kullanılan ticari çipura besi yeminin besin madde kompozisyonu ise aşağıda Tablo 1'de verilmiştir. Hazırlanan bu yeme her öğün için L-karnitin karıştırılmıştır. Denemede L-karnitin ilavesine bağlı olarak 3 farklı yem grubu oluşturulmuştur. Kontrol (G0) ve deneme 1 (G1) ve deneme 2 (G2) gruplarına sırasıyla, 0, 0,8 ve 100 mg ve 1,6 L/100 kg yem olacak şekilde L-karnitin ilave edilmiştir.

Tablo.1 Denemede Kullanılan Yemlerin Besin Madde İçeriği.

	G ₀	G ₁	G ₂
% Nem	9,08	9,08	9,08
%Ham Protein	43,48	43,48	43,48
% Ham Yağ	17,57	17,57	17,57
% Ham Kül	1,61	1,61	1,61
% Ham Selüloz	7,55	7,55	7,55
L-Karnitin (lt/ 100 kg)	0	0,8	1,6
Enerji KCal	3550	3550	3550

Yemlere ilave edilen L- karnitin, saf L-karnitin olmayıp, L-karnitin metabolizmasında da rol alan vitamin, mineral ve aminoasitleri de içeren 1 L'lik plastik şişelerde temin edilebilen ticari olarak metafisiol olarak tanınan ticari bir sıvı çözeltilidir. Kullanılan bu çözeltinin bileşimi Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Yemlere İlave Edilen L-Karnitin İçerikli Sıvı Çözeltinin Bileşimi (Anonim, 2008).

*L-Carnitine	5.000 mg	L-Ornitine	2.000 mg
Vitamin B6	500 mg	L-Citrulline	2.000 mg
Vitamin B12	15 mg	L-Lysine	1.000 mg
Nikotinamid	150 mg	L-Glycine	2.000 mg
D-Panthenol	1.000 mg	L-Glutamic Acid	1.500 mg
Di- Methionine	10.000 mg	L-Aspartic Acid	1.500 mg
L-Arginine	3.000 mg	Sorbitol	-

*Çalışmada, kullanım oranlarında L-karnitin değeri baz alınmıştır. Diğer maddelerin yem içindeki kullanımları bu oranlarda azaltılmıştır.

Deneme, Muğla iline bağlı, Milas İlçesinde bulunan özel bir su ürünleri yetiştiricilik işletmesinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın süresi 120 gündür (Ekim 2007-Ocak 2008). Bir kontrol grubu olmak üzere 2 paralelli 3 grup oluşturulmuş ve 5x5x5m. Boyutlarında 6 adet ahşap ağ kafes kullanılmıştır. Her bir ağ kafese başlangıç canlı ağırlığı 198±1,5 gr. olan 5000 adet çipura yerleştirilmiştir. Çalışmanın gerçekleştirileceği kış döneminde tüm gruplar su sıcaklığına bağlı olarak günlük canlı ağırlıklarının %0,5-1'i oranında belirlenen yemle beslenmişlerdir. Besleme belirlenen oranlar dikkate alınarak günde 2 kez (07:00-16:00) olacak şekilde ad-libitum (yem alımı kesilinceye kadar) şeklinde ve artan yemler tartılarak yenmeyen olarak kayıt edilmiştir.

Deneme başlangıcında ve sonunda her gruptan rastgele 30'ar adet balık alınarak ağırlık ortalamaları alınmış ve her grup için başlangıç (BA) ve son ağırlık (SA) ortalamaları belirlenmiştir. Büyümenin tanımlanabilmesi için büyüme oranı (BO), SGR (Spesifik Büyüme Oranı), TGC (Termal Büyüme Katsayısı) ve KF (Kondüsyon Faktörü) gibi diğer büyüme parametreleri de saptanmıştır. HSi (Karaciğer Somatik İndeksi)'nin belirlenmesi amacıyla deneme başında ve

sonunda her gruptan alınan 30'ar adet balığın vücut ve karaciğer ağırlıkları ile iç organlardaki değişimin izlenmesi VSİ (Viserosomatik İndeks)'nin hesaplanması için de yukarıda belirtilen balık örneklerinden viseral yağ ağırlıkları ayrı ayrı kaydedilmiştir (Hoşsu vd., 2003; Korkut vd., 2007). Histolojik analizler her 3 grupta ele alınan balıkların karaciğer dokuları üzerinde yoğunlaşmıştır. Grupların her birinden deneme başında ve sonunda 30'ar adet balık alınmıştır. Alınan balıkların karınları makas yardımıyla açılmış ve incelenecek dokular (karaciğer ve iç organlar) pens ile çıkartılmıştır. Dokular, kesit alınmak üzere %10 tampon formol/bouin çözeltisi içerisinde tespit edilerek histolojik inceleme işlemleri yapılarak bekletilmiştir.

Histolojik analizler için grupların her birinden deneme başında ve sonunda 30'ar adet balıktan alınıp formolde sabitlenmiş karaciğer doku örneklerine blokama işlemi uygulanmış ve parafin bloklarda gömülü olan doku örneklerinden rotary mikrotomda 5µ kalınlığında kesitler alınmıştır. Genel yapıyı incelemek için Hematoksilin-Eosin boyaması yapılmıştır (Luna, 1982). Hazırlanan preparatlar trinoküler laboratuvar mikroskobu altında farklı büyütme oranlarında incelenmiş ve fotoğrafları çekilmiştir. İncelemelerde, balıklardaki genel doku gelişimleri ile 3 farklı ortamdan temin edilen balıkların ele alınan dokularında gruplar arası meydana gelen yapısal farklılıklar ayrı ayrı belirlenmiştir.

Denemede elde edilen tüm veriler SPSS paket programı kullanılarak one-way ANOVA (tek yönlü varyans analizi) ile analiz edilmiş önemli farklılıklar elde edildiği durumlarda, ortalamalar Duncan (n sayıları eşit olduğu durumlarda) çoklu karşılaştırma testleriyle karşılaştırılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılık 0,05 önem seviyesinde test edilmiştir.

Bulgular

Deneme süresince ağ kafeslerde ölçülen sıcaklık ve çözünmüş oksijene ait değerler Tablo 3'te verilmiştir. Deneme boyunca kafeslerde ölçülen en yüksek sıcaklık değeri 23°C ile Ekim ayında, en düşük sıcaklık değeri ise 15,6°C ile suların soğuduğu Ocak ayında kaydedilmiştir. Aylık sıcaklık değerleri deneme süresince suların soğumasına bağlı olarak azalmıştır.

Sudaki çözünmüş oksijen değerleri deneme başında azalma göstermiş olmasına karşın suların soğumasına bağlı olarak Aralık ve Ocak aylarında artış göstermiştir. En düşük çözünmüş oksijen değeri 4,7 mg/L ile Kasım ayında ölçülürken, en yüksek çözünmüş oksijen değerine ise 8,8 mg/L ile Ocak ayında ulaşılmıştır.

Deneme sonucunda elde edilen gelişim özelliklerine ait veriler Tablo 4'te belirtilmiştir. Bitiş ağırlıkları incelendiğinde gruplar arası farklılıklar tespit edilmiştir ($p < 0,05$). G0 grubunda 252,41± 1,6 gr G1 grubunda 252,97± 1,5gr ve G2 grubunda 263,27± 1,8 gr olarak tespit edilmiştir. Canlı ağırlık artışı incelendiğinde de gruplar arası farklılıklar bulunmuştur ($p < 0,05$). G0 grubunda 52,75±1,8 gr G1 grubunda 53,82±1,4 gr ve G2 grubunda 64,92±1,8 gr olarak tespit edilmiştir. SA ve CAA verilerinin G2 grubunda en yüksek değerlerde olduğu belirlenmiştir. Büyüme oranları G0 grubunda %44, G1 grubunda %45 ve G2 grubunda %54'tür ve en yüksek büyüme

oranı %54 ile yeme en yüksek oranda L-karnitin ilave edildiği G2 grubunda tespit edilmiştir. Total boy verileri incelendiğinde ise gruplar arasında önemli bir fark bulunmamıştır ($p > 0,05$). Balıklarda oluşan mortalitelere bakıldığında gruplar arası farklılıklar bulunmuştur ($p < 0,05$). En yüksek mortalitenin 416 adet ile kontrol grubunda G0, en düşük mortalitenin ise 372 ile G2 deneme grubunda olduğu tespit edilmiştir. Balıkların toplam biyomaları değerlendirildiğinde ise en yüksek biyomas 1215,8 kg ile en çok ağırlık kazancının sağlandığı G2 grubunda elde edilmiştir. G0 ve G1 gruplarında ise sırasıyla, 1156,8 kg ve 1161,6 kg olarak tespit edilmiştir. Verilen yem miktarları incelendiğinde ise yem alımları G0 grubunda 293,23 kg, G1 grubunda 305,07 kg ve G2 grubunda 400,96 kg olarak tespit edilmiştir.

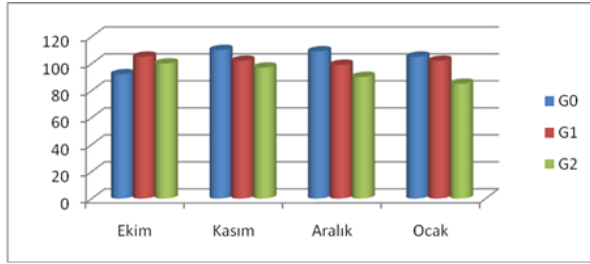
Tablo 3. Deneme süresince ağ kafeslerde ölçülen aylık minimum, maksimum ve ortalama su sıcaklığı (°C) ve çözünmüş oksijen (mg L⁻¹) değerleri.

		Minimum	Maksimum	Ortalama
Ekim	Sıcaklık °C	19,7± 0,28	23,0±0,17	21,6±0,29
	Ç.O. mg L ⁻¹	6,5±0,15	7,8±0,18	7,5±0,10
Kasım	Sıcaklık °C	17,1± 0,18	19,5±0,15	18,1±0,16
	Ç.O. mg L ⁻¹	4,7±0,19	5,9±0,13	7,9±0,11
Aralık	Sıcaklık °C	16,3±0,25	18,9±0,19	16,9±0,21
	Ç.O. mg L ⁻¹	7,3±0,12	8,7±0,18	8,1±0,14
Ocak	Sıcaklık °C	15,6±0,17	17,1±0,19	16,2±0,19
	Ç.O. mg L ⁻¹	7,5±0,16	8,8±0,11	8,4±0,17

Tablo 4. Deneme sonucunda balıklarda gözlenen gelişim özellikleri (n=30 x 3, sonuçlar her tanktan 30 adet balık ve 3 tekrarı ifade etmektedir, ortalama± standart hata).

	G ₀	G ₁	G ₂
Balık	5000	5000	5000
BA gr	199,66± 2,6	199,15± 1,4	198,35± 1,7
TB cm	23,67±0,15	23,57±0,18	23,71±0,19
Verilen	293,23	305,07	400,96
Mortalite	416	408	372
SA gr	252,41± 1,6	252,97± 1,5	263,27± 1,8
Bitiş balık	4583	4592	4618
CAA kg	158,5±1,8	165,8±1,4	224±1,8
BO (%)	44	45	54
Toplam	1156,8	1161,6	1215,8

BA: Başlangıç Ağırlık, SA: son canlı ağırlık, TB: Toplam Boy, CAA: canlı ağırlık artışı, BO: büyüme oranı, verilen yem miktarı, mortalite, başlangıç sayısı, son adet ve biyomas parametreleri.



Şekil 1. Deneme süresince balıklarda görülen aylık mortalite değişimleri.

Çalışma sonucunda elde edilen büyüme parametrelerine ait veriler Tablo 5'te belirtilmiştir. Elde edilen FCR değerlerinde gruplar arası farklılıklar oluşmuştur ($p < 0,05$). En düşük FCR değeri $1,79 \pm 0,05$ ile G2 deneme grubunda tespit edilmiştir. G0 ve G1 gruplarında ise sırasıyla $1,84 \pm 0,04$ ve $1,79 \pm 0,05$ dir.

KF değeri, G0 grubunda $0,91 \pm 0,05$ G1 grubunda $1,03 \pm 0,03$ ve G2 grubunda $1,12 \pm 0,06$ olarak tespit edilmiştir. TGC ise, G0 grubunda $1,45 \pm 0,21$, G1 grubunda $1,49 \pm 0,23$ ve G2 grubunda $1,78 \pm 0,19$ olarak tespit edilmiştir. SGR verileri incelendiğinde G0 grubunda $0,19 \pm 0,12$, G1 grubunda $0,2 \pm 0,13$ ve G2 grubunda $0,23 \pm 0,16$ olarak tespit edilmiştir.

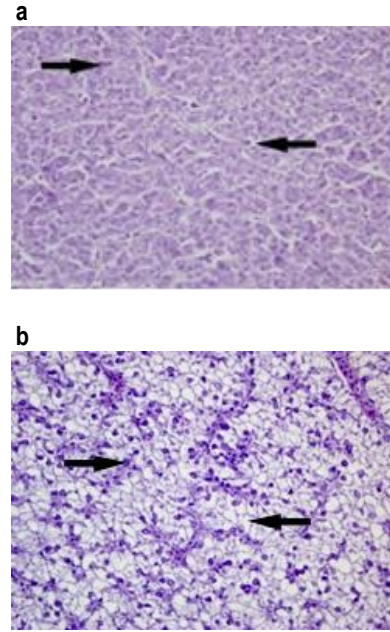
HSİ ve VSİ değerlerinde gruplar arası farklılıklar oluşmuştur ($p < 0,05$). HSİ ve VSİ'nin en düşük değerleri sırasıyla $2,5 \pm 0,29$ ve $8,3 \pm 0,4$ ile G2 grubunda tespit edilmiştir.

Deneme başlangıcı ve sonunda incelenen karaciğer örneklerine ait resimler Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4'te gösterilmektedir. Deneme başlangıcında G0 kontrol grubu, G1 ve G2 deneme gruplarından alınan örneklerde karaciğerde yağlanmaya rastlanmamıştır. Deneme sonunda incelenen örneklerde ise G0 kontrol grubunda yağlanma gözlenirken, G1 deneme grubunda orta şiddette bir yağlanma tespit edilmiştir. G2 deneme grubunda ise hafif şiddette yağlanmanın varlığı tespit edilmiştir. İncelemelerde görülen boşluklar yağ birikimini işaret etmektedir. Deneme sonunda incelenen örneklerde boşlukların sayıca fazla olduğu gözlenmektedir.

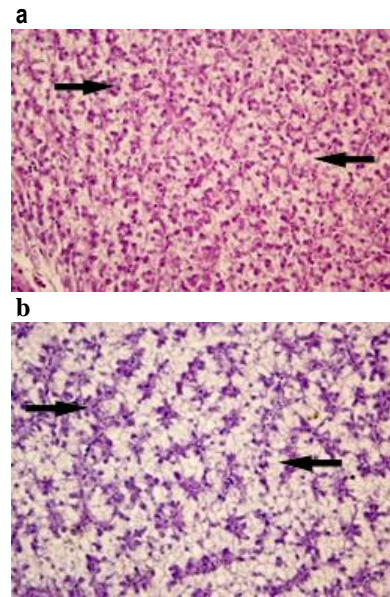
Tablo 5. Deneme sonucunda balıklarda gözlenen büyüme parametreleri ($n=30 \times 3$, sonuçlar her tanktan 30 adet balık ve 3 tekrarı ifade etmektedir, ortalama \pm standart hata)

	G0	G1	G2
FCR	$1,85 \pm 0,06$	$1,84 \pm 0,04$	$1,79 \pm 0,05$
SGR	$0,19 \pm 0,12$	$0,2 \pm 0,13$	$0,23 \pm 0,16$
TGC	$1,45 \pm 0,21$	$1,49 \pm 0,23$	$1,78 \pm 0,19$
KF	$0,91 \pm 0,05$	$1,03 \pm 0,03$	$1,12 \pm 0,06$
HSİ	$2,9 \pm 0,23$	$2,6 \pm 0,18$	$2,5 \pm 0,29$
VSİ	$9,5 \pm 0,5$	$8,7 \pm 0,3$	$8,3 \pm 0,4$

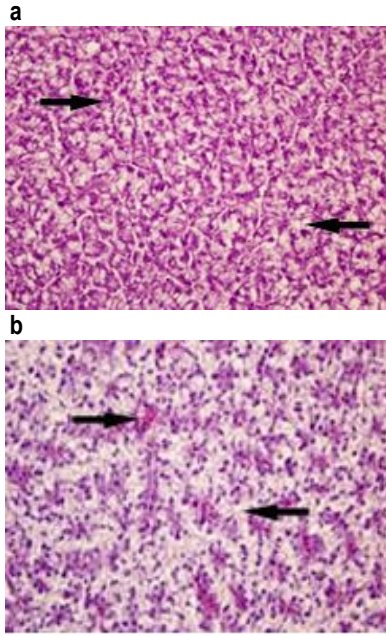
FCR: Yem Dönüşüm Oranı, SGR: Spesifik Büyüme Oranı, TGC: Termal Büyüme Katsayısı, KF: Kondüsyon Faktörü, HSİ: Karaciğer Somatik İndeks, VSİ: Viserosomatik İndeksi.



Şekil 2. (G0) Kontrol grubu balıklarda hepatositler. (a) deneme başındaki inceleme, (b) deneme sonundaki inceleme. \rightarrow hepatositleri, \leftarrow yağ birikimini göstermektedir. (a) boşluklar az sayıda, (b) boşluklar çok fazla sayıda.



Şekil 3. (G1) deneme grubundaki balıklarda hepatositler. (a) deneme başındaki inceleme, (b) deneme sonundaki inceleme. \rightarrow hepatositleri, \leftarrow yağ birikimini göstermektedir. (a) boşluklar az sayıda, (b) boşluklar fazla sayıda.



Şekil 4. (G₂) deneme grubundaki balıklarda hepatositler. (a) deneme başındaki inceleme, (b) deneme sonundaki inceleme. ➔ hepatositleri, ➜ yağ birikimini göstermektedir. (a) boşluklar az sayıda, (b) boşluklar daha az sayıda.

Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada; yeme L-karnitin ilave edilmesinin, çipura balığının gelişimine, karaciğer ve iç organ yağlanmaları üzerine olan etkileri incelenmiştir.

Yapılan bu çalışmada oluşturulan gruplar arası büyüme karşılaştırıldığında farklılıklar olduğu ($p < 0,05$) ve en iyi büyümenin G₂ grubunda olduğu tespit edilmiştir. G₂ grubu yeme L-karnitin en yüksek miktarda (0,16 L/100 kg yem) ilave edildiği deneme grubudur. Buna göre yeme L-karnitin ilave edilmesinin gelişime olumlu katkısının olduğu düşünülmektedir. Benzer bulgular daha önce (Santulli ve D'Amelio, 1986) levrekte; (Twibell ve Brown, 2000) hibrit çizgili levrekte ve (Torreele vd., 1993) Afrika kedi balığında; tespit edilmiştir. Diğer yandan L-karnitin ilavesinin büyümeye olumlu bir etkisi olmadığı (Dias vd., 2001) levrekte; (Gaylord ve Gatlin, 2000 a,b) hibrit çizgili levrekte; (Ji vd., 1996) Atlantik som balığında; (Schlechtriem vd., 2004) hibrit tilapyada; ortaya koymuşlardır.

Mortalite verileri değerlendirildiğinde gruplar arası farklılıklar olduğu bulunmuştur ($p < 0,05$). L-karnitin ilave edilen yemle beslenen gruplarda mortalitelerin kontrol grubuna göre daha az olduğu ve ilave edilen L-karnitin oranı en yüksek olan G₂ grubunda mortalitenin en düşük olduğu tespit edilmiştir. Buna göre, yeme L-karnitin ilave edilmesinin balıklarda gözlenen mortalitenin azalmasına olumlu etki ettiği görülmektedir.

HSİ ve VSİ değerleri açısından gruplar arası farklılıklar bulunmaktadır ($p < 0,05$). L-karnitin en fazla ilave edildiği G₂ grubunda HSİ ve VSİ'de en düşük değerler tespit edilmiş; yeme L-karnitin ilave edilmesinin karaciğer ve iç organ

yağlanmasını azaltma yönünde etki ettiğini desteklemektedir. Benzer şekilde yapılan çalışmalarda da, yemlere L-karnitin ilave edilmesinin uzun zincirli yağ asitlerinin kullanımını artırdığı, yağ asidi oksidasyonunu teşvik edildiği ve balıkların vücutlarındaki yağ oranını azaltırken, protein oranını arttırdığını bildirilmektedir (Ji vd., 1996; Ozorio vd., 2002).

FCR verileri karşılaştırıldığında gruplar arası farklılıklar bulunmuştur ($p < 0,05$). Deneme gruplarında (G₁ ve G₂) tespit edilen FCR'nin G₀ kontrol grubuna göre daha düşük olduğu görülmektedir. Ayrıca yeme en yüksek oranda L-karnitin ilave edilen G₂ grubunda FCR'nin G₀ kontrol ve G₁ deneme grubuna göre daha düşük olduğu bulunmuştur. Torreele vd., (1993) tarafından benzer şekilde FCR'nin L-karnitin ilavesine bağlı olarak azaldığını Afrika kedi balığında tespit etmişlerdir.

Deneme sonunda yapılan karaciğer doku incelemelerinde de gruplar arası farklılıklar tespit edilmiştir ($p < 0,05$). G₀ kontrol grubunda yağlanma tespit edilirken, G₁ deneme grubunda da orta şiddette bir yağlanma tespit edilmiştir. G₂ deneme grubunda ise hafif şiddette yağlanmanın varlığı tespit edilmiştir. Buna göre denemede kullanılan yüksek yağ içeriğine sahip yemlerle yapılan beslemenin karaciğerde ve iç organlarda yağlanmaya yol açabileceği düşünülmektedir. Benzer bulguları (Cabellaro vd., 1999) çipurada ve (Regost vd., 2001) kalkan balığında tespit etmişlerdir.

Sonuç olarak, dünyada oluşan hayvansal protein ihtiyacını karşılayabilecek kaynaklardan biri olan su ürünleri yetiştiriciliğine olan talep her geçen gün artmaktadır. Artan bu taleple birlikte yetiştiricilik üretiminde de her geçen gün artış gözlenmektedir. Bu artış beraberinde yetiştiricilik koşullarının geliştirilmesine yönelik çalışmaların çoğaltılmasını gerektirmektedir.

Bu çalışmalar içerisinde en çok önem verilen konu yüksek et kalitesine sahip, verimi daha yüksek ve en düşük maliyete sahip ürünlerin üretilmesine yönelik araştırmalardır. Bu noktada, üretimde yemin doğru ve etkin bir şekilde kullanılması hem üretilen üründen alınacak verim, hem üretim maliyetleri hem de ürün kalitesi açısından oldukça önemlidir. Yemin doğru ve etkin kullanılabilmesi için bunun için balığın ihtiyaçları iyi bilinmeli ve doğru yem kompozisyonu oluşturulmalıdır. Özellikle mevsim değişikliklerine bağlı olarak yem kompozisyonundaki değişimlere önem verilmelidir. Özellikle suların soğuduğu kış döneminde kullanılan yüksek enerjili yemlerin kontrolsüz olarak verilmesi balık vücudunda yağ birikimine neden olmaktadır (Cabellaro vd., 1999; Regost vd., 2001). Suların ısınmasıyla birlikte ise kondüsyonu düşen balıkların bu duruma adapte olamadıkları ve bunun sonucunda mortalite oranının arttığı gözlenmektedir. Buda FCR'a ve üretim maliyetine etki edebilmektedir.

Bu amaçla, yemdeki yağın enerji sağlamak amacıyla daha etkin şekilde kullanılması için yağların sindiriminde önemli rol oynayan L-karnitin kullanımına yönelik çalışmalar yapılmakta ve yetiştiriciliğin farklı aşamalarında faydaları araştırılmaktadır.

Yapılan bu çalışmalar sonucunda L-karnitin, yemle alınan yağ bileşenlerinin etkin bir şekilde kullanılmasında ve

yağ asitlerinin enerjiye dönüşümünde önemli rol oynadığı ve bu görevi sayesinde büyümeyi arttırdığı ve proteinin depo etkisini arttırdığı ortaya konmuştur (Dias vd., 2001).

Yüksek yağ oranı ile hazırlanan yemlerde artan yağ seviyelerinin, yemdeki enerji miktarının artmasına ve balığın etkili büyümesi ile protein kullanımına yardımcı olduğu düşünülmektedir. Bu yönde yapılan çalışmalarda farklı balık türlerinde farklı oranlarda başarı sağlanmıştır. (Dias vd., 2001) yüksek enerjili yemlerin kullanımının, proteinin enerji için katabolize edilmesini engelleyerek; yemın değerlendirilmesinin, büyümenin ve protein tutma oranının artırılması; organik madde ve azot boşaltımının azaltılması için yararlı olacağını bildirmektedir.

Bu çalışmada elde ettiğimiz verilere göre yemlere L-karnitin ilave edilmesinin FCR ve mortalite üzerine olumlu etkileri vardır. Ayrıca karaciğer ve iç organlarda yağlanmayı azaltma yönünde etkileri mevcuttur. Bu nedenle yüksek enerjili yemlerle beslenen çipura balıklarının vücutlarında aşırı olarak depolanan lipidlerin azaltılmasına yönelik olarak yeme L-karnitin ilave edilmesinin; karaciğer ve iç organ yağlanmaları ile büyüme performansı üzerine olumlu etki edeceği ve sektörel anlamda ekonomik olarak yararlı olacağı düşünülmektedir.

Kaynakça

Anonim, 2008. Rate of L-Karnitin in feed premix (in Turkish with English

abstract). *Metaphisyo*[®].

Caballero, J.M. 1999. Combined Effect Of Lipid Level and Fish Meal Quality On Liver Histology Of Gilthead Seabream (*Sparus aurata*). *Aquaculture research*, 179:277-290.

Dias, J., Arzel, J., Corraze, G., Kaushik, J. 2001. Effect of dietary L-carnitine supplementation on growth and lipid metabolism in european seabass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture research*, 32 (suppl. 1):206-215.

Gaylord, G.T., Gatlin, M.D. 2000a. Effects of dietary carnitine and lipid on growth and body composition of striped bass (*Morone chrysops* x *M. saxatilis*). *Fish Physiology and Biochemistry* 22:297-302.

Gaylord, G.T., Gatlin, M.D. 2000b. Dietary lipid level but not L-carnitine affects growth performance of hybrid striped bass (*Morone chrysops* x *M. saxatilis*). *Aquaculture research*, 190:237-246.

Focken, U., Becker, K., Lawrence, P. 1997. A Note On The Effects Of L-Carnitine On The Energy Metabolism Of Individually Reared Carp, *Cyprinus Carpio* L. *Aquaculture Nutrition*, 3:261-264.

Harpaz, S., 2005. L-Carnitine and its attributed functions in fish culture and nutrition - a review. *Aquaculture research*, 249:3-21.

Hoşsu, B., Korkut, A.Y., Kop, A.F. 2003. Fish Feeding and Feed Technology I. (Fish feed physiology and biochemistry) (in Turkish with English abstract). Ege Üniversitesi, Faculty of Fisheries, Publ. No: 50, Lesson Book No:19.

Ji, H., Bradley, M.T., Tremblay, C.G. 1996. Atlantic Salmon (*Salmo salar*) Fed L-Carnitine Exhibit altered intermediary metabolism and reduced tissue lipid, but no change in growth rate. *American institute of nutrition*, 0022-3166/96.

Korkut, Y.A., Kop, A., Demirtaş, N., Cihaner A, A. 2007. Monitoring Methods of Growth Performance in Fish Feeding (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 24(1-2):201-205.

Luna, L.G., (ed.) 1982. Manual Of Histologic Staining Methods. American Registry of Pathology, McGraw-Hill, pp.251.

Metailler, R., 1986. Experimentation in Nutrition. (FAO 1986), (Ed; Bruno, A., MEDRAP), *Nutrition in Marine Aquaculture*, Pg. 1- 11, Lisbon.

Ozorio, A.O.R., Booms, R.H.G., Huisman, A.E., Verreth, J.A.J. 2002. Changes in amino acid composition in the tissues of African catfish (*Clarias gariepinus*) as a consequence of dietary L-carnitine supplements. *Journal of Applied Ichthyology*, 18:140-147.

Ozório, R., Ginneken, V.V., Thillart, D.V.G., Versteegen, M., Verreth, J. 2005. Dietary Carnitine Maintains Energy Reserves and Delays Fatigue of Exercised African Catfish (*Clarias Gariepinus*) Fed a high-fat diet. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, (Piracicaba, Braz.), v.62, n.3, p.208-213, May/June 2005.

Regost, C., Arze, J. I., Cardinal, M., Robin, J., Laroche, M., Kaushik, J.S. 2001. Dietary lipid level, hepatic lipogenesis and flesh quality in turbot (*Psetta maxima*). *Aquaculture research*, 193:291-309.

Santulli, A., V.D'Amelio. 1986. Effects of supplemental dietary carnitine on the growth and lipid metabolism of hatchery reared sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Aquaculture research*, 59(3-4):177-186.

Schlechtriem, C., Bresler, V., Fishelson, L., Rosenfeld, M., Becker, K. 2004. Protective Effects Of Dietary L-Carnitine On Tilapia Hybrids (*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus*) Reared Under Intensive Pond-Culture Conditions. *Aquaculture Nutrition*, 10:55- 63.

Torrele, E., Sluiszen, D.V., Verreth, J. 1993. The effect of dietary L-carnitine on the growth performance in fingerlings of the African catfish (*Clarias gariepinus*) in relation to dietary lipid. *British Journal of Nutrition*, 69:289-299.

Twibell, G.R. Brown, B.P. 2000. Effects of dietary carnitine on growth rates and body composition of hybrid striped bass (*Morone saxatilis* male x *M. chrysops* female). *Aquaculture research*, 187:153-161.