

## Rasyon Yağ İçeriğinin Sarı Un Kurdu (*Tenebrio molitor* L.) Larvalarının Gelişimine ve Vücut Yağ Asitleri Bileşenlerine Etkisi\*

Abdullah Nuri ÖZSOY<sup>1</sup> Davut UYSAL<sup>1</sup> Selami GÖKGÖL<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Isparta

<sup>2</sup> Mira Canlı Hayvan Böcek Turizm İnşaat Tarım Tic. Ltd. Şti., Antalya

Sorumlu yazar: nuriozsoy@sdu.edu.tr

Geliş tarihi: 23.03.2017, Yayına kabul tarihi: 19.06.2017

**Özet:** Böcekler yüksek oranda protein ve yağ içerirler ve birçok ülkede besin maddesi olarak kullanılmaktadır. Böcekler aynı zamanda balık ve kanatlılar için potansiyel bir yem maddesidir. *Tenebrio molitor* L. larvaları yüksek yağ içeriğine sahip olmasının yanı sıra yağ asitlerince de zengindir. Bu çalışmada *T. molitor* larvalarının beslenmesinde kullanılan %70 irmik, %20 kepek ve %10 maya içerikli rasyona, sırasıyla %3, %5 ve %10 oranlarında yağ ilavesi yapılmıştır. Çalışmada, rasyona yağ ilavesinin, larvaların gelişim hızı ve vücut yağ asit kompozisyonunda meydana getirdiği değişiklikler kontrol rasyonu ile beslenen larvalara ait değerler ile karşılaştırılmıştır. Buna göre; rasyondaki yağ içeriğinin artışı larva vücut yağında da bir artışa sebep olmuştur. Ancak rasyonun yağ içeriğinin artması, özellikle ilk dönem larvaların hareketliliğini azaltarak besin alımlarının kısıtlanmasına yol açmıştır. Buna bağlı olarak rasyona %10 yağ ilavesi toplu larva ölümleri ile sonuçlanmıştır. Kontrol grubu larvalar ile karşılaştırıldığında rasyondaki yağ içeriğinin artışı; laurik asit (C12:0), miristik asit (C14:0), palmitoleik asit (C16:1), oleik asit (C18:1) ve linolenik asit (C18:3) oranlarında bir azalışa yol açmıştır. Diğer taraftan, pentadekanik asit (C15:0), heptadekanik asit (C17:0), heptadekanik asit (C17:1) ve Araşidik asit (C20:0) içerikleri kontrol gruplarından farksız bulunmuş, linoleik asit (C18:2) oranında ise bir artış belirlenmiştir. *T. molitor* larvalarının vücut yağ içeriğinin artırılması amacı ile rasyona yağ ilavesinin, 3 haftalık yaşta sonra düşük dozlarda (<%5) yapılması uygun olacaktır.

**Anahtar kelimeler:** *Tenebrio molitor* L, sarı un kurdu, yağ asidi.

### The Effect of Fat Content of Ration on Growth Performance and Fatty Acid Composition of Mealworm Larvae (*Tenebrio molitor* L.)

**Abstract:** Since insect contain high level of protein and fat many species take part in human diet in several countries. Insects can also be used for fish and poultry nutrition. *Tenebrio molitor* L. can be regarded as a valuable natural feed with rich fat and fatty acids contents. In this study, *T. molitor* larvae were fed with a ration containing 70% semolina, 20% bran and 10% yeast (control). This ration was also implemented with 3, 5 and 10% fat as treatments. Then the effects of treatments on growth rate and body fat profile of larvae were investigated. Results indicated that increase in dietary fat content induced body fat storage of larvae. However, the increase in ratio oil content has led to the restriction of nutrient and water intake, especially by reducing the mobility of the larvae in the first period. As a consequence, 10% dietary fat caused massive larval deaths. Increasing dietary fat content lead to the decrease in the level of lauric acid (C12: 0), miristic acid (C14: 0), palmitoleic acid (C16: 1), oleic acid (C18: 1) and linolenic acid. The contents of pentadecanoic acid (C15: 0), heptadecanoic acid (C17: 0), heptadecanoic acid (C17: 1) and arachidic acid (C20: 0) were remained unchanged by dietary fat contents but linoleic acid (C18: 2) level was increased when dietary fat content increased in comparison to the control group. In order to increase the body fat content of *T. molitor* larvae, a dietary fat (<%5) content could be used just after 3 weeks of age.

**Key words:** *Tenebrio molitor* L, meal worm, fatty acid,

\* Bu araştırma TÜBİTAK 2241-A Sanayi Odaklı Bitirme Tezi Destek Programınca desteklenmiştir.

## Giriş

Böcekler yüzyıllardan beri özellikle fakir ülkelerde gıda olarak tüketilmektedir (Durst and Shono 2010). Son yıllarda Entomofaji (Entomophagy) terimi ile ifade edilen, yiyecek olarak böceklerin kullanılması Batı dünyasında da yaygınlaşmaya başlamıştır. Avrupa ülkelerinde böcekler insan gıdalarının %2' sini oluştururken, bu oran Amerika ve Afrika'da toplam gıda tüketiminin yaklaşık % 30' una erişmektedir (Johnson, 2010). Yapılan birçok araştırma (Ramos-Elorduy, 1997; Ramos-Elorduy et al., 1984; Barker et al., 1998; Ramos-Elorduy et al., 2002; Finke, 2002; Oonincx and Poel 2011; Ravzanaadii et al., 2012; Siemianowska et al., 2013) böceklerin yüksek oranda protein, pigment, vitamin ve mineral içerdiğini göstermektedir. Böcekler sahip oldukları yüksek besin içerikleri nedeniyle insan beslenmesinin yanı sıra hayvan beslemede de yararlanılabilir bir kaynak niteliğini taşımaktadır. Böcekler özellikle doğal yaşamda kanatlı ve balıkların besin kaynaklarındandır. Bundan dolayı böceklerin hayvan beslemede kullanılması olanaklarının araştırıldığı çalışmalar, kanatlı ve balık besleme alanında yoğunlaşmıştır. Bu çalışmalar böceklerin, düşük besin içerikli atıkları, yüksek besin içerikli yapıları dönüştürerek (Ramos-Elorduy et al., 2002), kanatlı ve balık beslemede kullanılabilirliklerini göstermektedir (Munyuli Bin Mushambanyi, 2002; Ramos-Elorduy et al., 2002.; Sanchez-Muros et al., 2016). Böcek türleri içerisinde yer alan *Tenebrio molitor* L. (Sarı un kurdu) yüksek oranda protein içeriğinin yanı sıra, yağ ve yağ asit içeriği bakımından da oldukça zengindir (Aguilar-Miranda et al., 2002; Finke, 2002; Ravzanaadii et al., 2012; Siemianowska et al., 2013).

*T. molitor* depolanmış ürünlerde zararlara neden olsa da yüksek besin değeri nedeniyle, besin olarak kullanılabilir (Ghaly and Alkoaik 2009; Durst et al., 2010; Siemianowska, et al., 2013). *T. molitor* larvaları yaklaşık 3 mm uzunluğundaki yumurtalardan çıkarak gelişir. Son larva dönemine ulaştığında 0.2g ve 25 -35 mm uzunluğundadır. Daha sonra 4 - 6 gün süren (25 °C – 27 °C' de) bir pupa devresi

geçirerek ergin olurlar. Bir dişi yaşamı boyunca yaklaşık 500 yumurta üretebilmektedir. (Siemianowska et al., 2013).

Bu çalışmada, kanatlılar için potansiyel bir besin kaynağı olarak görülen *T. molitor* larvalarının beslenmesinde kullanılan rasyona, farklı oranlarda yağ ilavesinin, larva gelişimi, vücut yağı ve yağ asidi profilinde meydana getirdiği değişimler incelenmiştir.

## Materyal ve Metot

### *Larva eldesi ve deneme planı*

Çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Hayvan Yetiştirme Laboratuvarında yürütülmüştür. Çalışmada, kullanılan deneme materyali Mira Canlı Hayvan Böcek Tur. İnş. Tarım Tic. Ltd. Şti.'den alınmıştır. Ergin dönemde alınan *T. molitor*'ler laboratuvar ortamında şansa bağlı olarak çiftleştirilerek dişi böceklerin yumurtlaması sağlanmıştır. Yumurtalardan elde edilen larvalar bir arada yetiştirilerek, pupa olmaları sağlanmıştır. Pupa devresinde cinsiyet belirlenmesi için, Sokoloff (1977) tarafından *Tribolium* türleri için verilen morfolojik farklılıklardan yararlanılmıştır. Erkek ve dişi pupalar ayrı kaplarda tutularak ergin böcek haline gelmeleri beklenmiştir. Çiftleşme olgunluğuna erişen böceklerden 500 erkek ve 500 dişi bir araya getirilerek çiftleştirilmiştir. Böceklerin çiftleşmeleri ve dişilerin yumurta bırakmaları için 48 saat süre verilmiştir. Bu süre sonunda ergin böcekler ortamdan uzaklaştırılmıştır. Yumurtalar inkübasyon periyodu boyunca 28 °C sıcaklıkta tutulmuştur. Yumurtadan çıkan larvalar bir hafta süre ile bir arada yetiştirilmiştir. Larvaların tümüne besin maddesi ihtiyaçlarını karşılamak için % 70 buğday irmiği (% 10 ham protein, % 1 yağ ve % 69 karbonhidrat), % 20 buğday kepeği (% 15 ham protein, % 5 yağ ve % 17 karbonhidrat) ve %10 kuru maya (% 36 ham protein, % 2 yağ ve % 32 karbonhidrat) içeren rasyon verilmiştir. Bu rasyonu oluşturan yem maddeleri piyasadan satın alınma yolu ile temin edilmiştir. Oluşturulan rasyon kullanılmadan önce zararlı olabilecek organizmalardan arındırılması amacı ile

60°C sıcaklığa ayarlı etüvde 10 saat tutulmuştur. Larvaların su ihtiyaçları 48 saatte bir verilen havuç ile karşılanmıştır. Bir hafta sonra larvalar tartılarak vücut ağırlıkları kaydedilmiştir. Daha sonra bu larvalar oluşturulan deneme ünitelerine

rastgele dağıtılmıştır. Her deneme ünitesinde 150 larva bulundurulmuştur. Çalışmada oluşturulan deneme üniteleri Çizelge 1 de verilmiştir. Deneme eş zamanlı olarak iki kere tekrarlanmıştır.

Çizelge 1. Uygulamalar

Table 1. Treatments

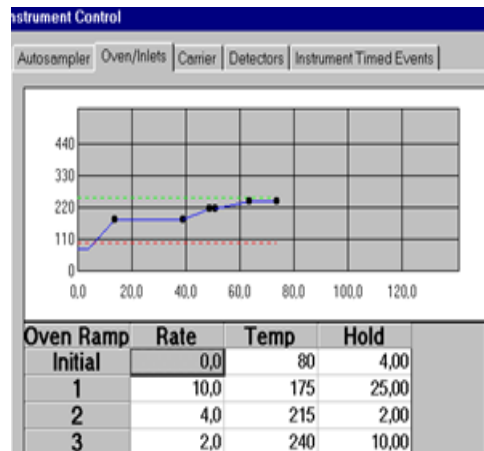
Gruplar Groups	N	Rasyon İçeriği Ration Content	% Yağ İlavesi % Added Oil
Kontrol Control	150	%70 İrmik+%20 Kepek+%10 Maya 70% Semolina+20% Bran+%10 Yeast	0
GRUP1 Group1	150	%70 İrmik+%20 Kepek+%10 Maya 70% Semolina+20% Bran+%10 Yeast	3
GRUP2 Group2	150	%70 İrmik+%20 Kepek+%10 Maya 70% Semolina+20% Bran+%10 Yeast	5
GRUP3 Group3	150	%70 İrmik+%20 Kepek+%10 Maya 70% Semolina+20% Bran+%10 Yeast	10

Deneme süresince larvaların vücut ağırlıkları haftalık olarak belirlenmiştir. Haftalık larva tartımları 10'lu gruplar halinde yapılmıştır. Larva tartımları 9 hafta sürdürülmüştür. Çalışmada ağırlıkların tümü, 1/100.000 hassasiyetli analitik terazi (Radwag® AS 110.R2) kullanılarak belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen haftalık larva ağırlıklarının 1000 katı alınarak miligramma çevrilerek istatistik analizle yürütülmüştür. Yağ ilavesi yapılan gruplara sıvı ayçiçek yağı verilmiştir.

#### Yağ asit analizleri

Çalışmada *T. molitor* larvaları 1 haftalık yaştan, 9 haftalık yaşa kadar farklı seviyelerde yağ ihtiva eden besi ortamında yetiştirilmiştir. 9 haftalık yaşa ulaşan larvalar besi ortamından alınarak etüvde 24 saat süresince 50 °C' lik sıcaklıkta kurutulmuştur. Böylece yağ asitleri analizleri için her deneme ünitesinden 2,5 gramlık homojen örnekler oluşturulmuştur. Örneklerin analizi Süleyman Demirel Üniversitesi Deneysel ve Gözlemsel Öğrenci Araştırma ve Uygulama Merkezi laboratuvarında, Bligh and Dyer (1959) metoduna uygun olarak toplam yağ ekstraksiyonu kloroform/metanol (2:1 v/v) karışımı kullanılarak yapılmıştır. Falcon tüpüne 25 µL olarak alınan karışım homojenizatörden 3 dk içerisinde geçirilmiş ve 12 saat sonra, Whatman filtre (no:4)

kâğıdından süzölmüştür. Süzöntü içerisindeki çözücü eksaporatörde 30-35 °C sıcaklıkta vakum altında buharlaştırılmıştır. Elde edilen saf yağ darası önceden alınmış kaba aktararak, deneme gruplarına ait yüzde ham yağ oranları tespit edilmiştir. Eppendorf tüpüne 100 µL saf yağ alınıp %0,5 sodyum metoksit (80:20) (Methanol: İzooktan) içeren türevlendirici içinde 24 saat oda sıcaklığında bekletilip üzerine 1 mL isooktan eklendikten sonra karıştırılarak üst fazın ayrılması beklenmiştir. Daha sonra üst fazdan 1 µL GC/FID gaz kromatografisine enjekte edilerek, AOAC 996.06 metoduna göre Şekil 1'de verilen koşullarda esterleştirme reaksiyonu gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Fırın sıcaklık programı

Figure 1. Oven temperature program

Analizlerde Varian CP sil 88 (FAME 50 m x 0,25 mm 0,2 microm Film thickness Rt-2560) kolon içeren GC cihazı kullanılmıştır ve 37 FAME mix yağ asidi metil esterli standartlarından yararlanılmıştır. Deneme sonucunda yağ asitleri miktarları %'de oran şeklinde hesaplanmıştır.

#### İstatistik analizler

Çalışmada farklı yağ içeriklerine sahip rasyonların, *T. molitor* larvalarının haftalık vücut ağırlığı ve vücut yağ asit kompozisyonlarına etkileri varyans analizi

yöntemine göre belirlenmiştir. Deneme grup ortalamaları arasındaki farklılıklar, Tukey çoklu karşılaştırma tekniği kullanılarak belirlenmiştir. Analizlerde MINITAB istatistik programı kullanılmıştır.

#### Bulgular ve tartışma

Araştırmada deneme gruplarının iki tekrarından elde edilen *T. molitor* larvaların 9 haftalık yaşa kadar haftalık canlı ağırlık ortalamaları Çizelge 3' de verilmiştir.

Çizelge 3. Deneme gruplarının haftalık larva ağırlık ortalamaları

Table 3. Weekly mean larvae weight of the treatments

Hafta Weeks	Deneme Grupları*			
	Kontrol (%0) % Control	GRUP1 (%3) % Group 1	GRUP2 (%5) % Group 2	GRUP3 (%10) % Group 3
H1/W1	5.0 ± 0.2	5.1 ± 0.2	4.9 ± 0.2	5.0 ± 0.2
H2/ W2	8.1 ± 0.8 <sup>a</sup>	8.6 ± 0.9 <sup>a</sup>	4.1 ± 0.3 <sup>b</sup>	-
H3/ W3	13.8 ± 0.9 <sup>a</sup>	11.5 ± 0.9 <sup>a</sup>	5.0 ± 0.4 <sup>b</sup>	-
H4/ W4	23.0 ± 1.6 <sup>a</sup>	11.7 ± 1.2 <sup>b</sup>	9.7 ± 0.9 <sup>b</sup>	-
H5/ W5	53.9 ± 3.5 <sup>a</sup>	30.4 ± 2.4 <sup>b</sup>	25.2 ± 2.9 <sup>c</sup>	-
H6/ W6	74.9 ± 3.6 <sup>a</sup>	59.2 ± 3.9 <sup>b</sup>	34.6 ± 2.6 <sup>c</sup>	-
H7/ W7	120.4 ± 4.1 <sup>a</sup>	89.8 ± 4.4 <sup>b</sup>	64.5 ± 3.9 <sup>c</sup>	-
H8/ W8	149.5 ± 2.8 <sup>a</sup>	135.0 ± 5.1 <sup>b</sup>	86.6 ± 5.7 <sup>c</sup>	-
H9/ W9	155.2 ± 3.1 <sup>a</sup>	137.2 ± 4.7 <sup>b</sup>	119.0 ± 6.4 <sup>c</sup>	-

\*Farklı harfler ile gösterilen grup ortalama değerleri istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0.01).

Means in the same columns followed by the letters are not significantly different at the 0.01 level as statistically

Rasyona % 3 yağ ilave edilen (GRUP1) grup ile kontrol grubundan elde edilen haftalık larva ağırlığı ortalamaları arasında 3 haftalık yaşa kadar bir farklılık yok iken, bundan sonraki haftalarda önemli (P<0.01) bir farklılık ortaya çıkmıştır. Rasyona % 5 yağ ilave edilen (GRUP2) grup ile kontrol grubundan elde edilen haftalık larva ağırlığı ortalamaları arasında farklılık 2 haftalık yaştan itibaren önemli (P<0.01) hale gelmiştir. Çalışmada rasyona % 10 yağ ilave edilen gruplarda 2 haftalık yaştan itibaren larva ölümleri meydana geldiği için veri alınamamıştır. Rasyondaki yağ oranı %10 gibi yüksek bir değere ulaştığında, larvaların yaşama gücü tamamen kaybolmaktadır. Bunun temel sebebi rasyondaki yüksek yağ oranına bağlı olarak ortamın viskozitesinin artması ve yüksek viskoz besi ortamında larva hareketlerinin kısıtlanmasıdır. Kısıtlı hareket kabiliyetine sahip olan larvalar, besi ortamından besin, su ve oksijen gibi temel gereksinimlerini karşılayamamışlardır.

Rasyona katılan ilave yağın bu olumsuz durumu % 3 ve % 5 yağ ilavesi yapılan gruplarda da kısmen etkisini göstererek, %3 ve %5 yağ içeren gruplardaki larvaların canlı ağırlıklarının kontrol grubuna göre 2. ve 3. haftadan itibaren önemli ölçüde farklılaşmasına yol açmıştır.

Deneme gruplarında yer alan larvaların haftalık gelişimlerinin ve bu gelişimlerin gruplara göre farklılıklarının daha açık görülebilmesi için Çizelge 4 hazırlanmıştır.

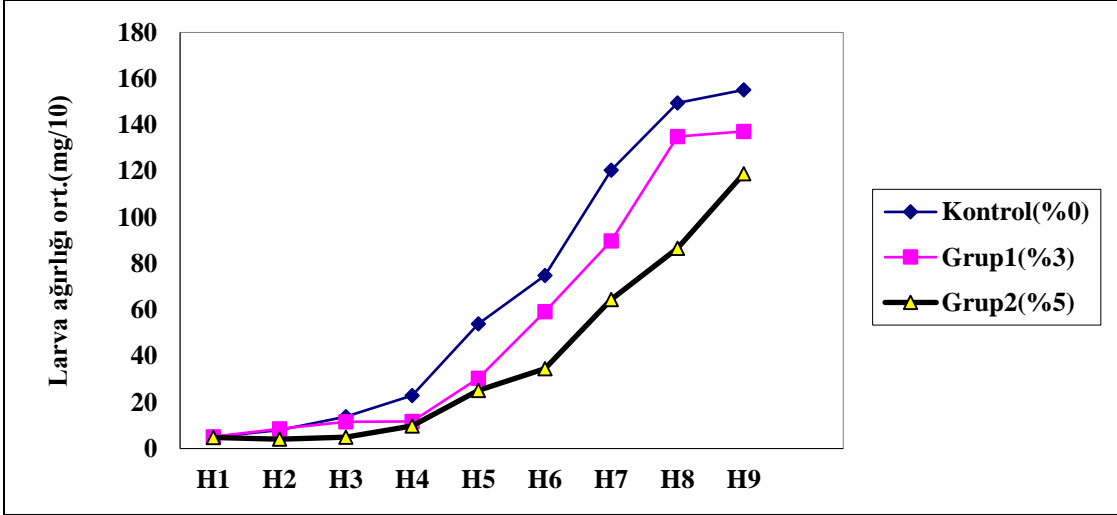
Erken yaşlarda rasyona yağ ilavesinin ciddi olumsuzluklarının olduğu Çizelge 4' de görülmektedir. Nitekim yağ gruplarına ait büyüme eğrileri 3. ve 4. haftalık yaşa kadar kontrol grubu ile uyumlu bir şekilde hareket ederken bu yaşlardan sonra önemli ölçüde farklılaşmaktadır. Bu durumda rasyona yağ ilavesinin 3 veya 4. haftadan sonra yapılmasının daha uygun olacağını söylenebilir. Bu yaşlardan itibaren larvalar, viskoz bir besin ortamında yaşamaya uygun bir büyüklükte olacaktır.

Çalışmada yağ içeriği farklı rasyonlarla beslenen *T. molitor* larvaları, pupa safhasına geçmeye başladıkları dönemde (9 haftalık yaş), buldukları besin ortamlarından

alınarak vücut yağ içerikleri bakımından analiz edilmiştir. Bu analizlere ait sonuçlar Çizelge 5’de verilmiştir.

Çizelge 4. Larva ağırlık ortalamalarının haftalara göre değişimi

Table 4. Weekly change of mean larval weight



Çizelge 5. *T. molitor* larvalarının vücut ham yağ (%) ve yağ asit içerikleri

Table 5. The body crude oil (%) and fatty acid composition of *T. molitor* larvae

Yağ Asiti Fatty Acid	Formül Formula	(RT)	Kontrol Control	GRUP1 Group1	GRUP2 Group2
% Ham Yağ / %Raw oil	-	-	43.8 <sup>b</sup>	45.4 <sup>ab</sup>	47.0 <sup>a</sup>
Laurik asit / Lauric acid	(C12:0)	13.8	0.08 <sup>a</sup>	0.01 <sup>b</sup>	0.01 <sup>b</sup>
Miristik asit / Myristic acid	(C14:0)	16.1	2.83 <sup>a</sup>	2.55 <sup>b</sup>	2.25 <sup>c</sup>
Pentadekanoik / Pentadecanoic acid	(C15:0)	17.3	0.07 <sup>a</sup>	0.06 <sup>a</sup>	0.08 <sup>a</sup>
Palmitik asit / Palmitic acid	(C16:0)	18.5	17.6 <sup>a</sup>	16.7 <sup>a</sup>	15.2 <sup>b</sup>
Palmitoleik asit / Palmitoleic acid	(C16:1)	19.1	4.6 <sup>a</sup>	3.9 <sup>b</sup>	2.5 <sup>c</sup>
Heptadekanoik a. / Heptadecanoic acid	(C17:0)	20.2	0.12 <sup>a</sup>	0.09 <sup>a</sup>	0.09 <sup>a</sup>
Heptadekanoik a. / Heptadecanoic acid	(C17:1)	20.6	0.11 <sup>a</sup>	0.10 <sup>a</sup>	0.10 <sup>a</sup>
Stearik asit / Stearic acid	(C18:0)	21.8	3.4 <sup>a</sup>	3.3 <sup>a</sup>	3.3 <sup>a</sup>
Oleik asit / Oleic acid	(C18:1)	22.6	51.0 <sup>a</sup>	47.5 <sup>b</sup>	48.1 <sup>b</sup>
Linoleik asit / Linoleic acid	(C18:2)	23.9	19.1 <sup>c</sup>	25.3 <sup>b</sup>	27.3 <sup>a</sup>
Linolenik asit / Linolenic acid	(C18:3)	26.1	0.6 <sup>a</sup>	0.2 <sup>b</sup>	0.2 <sup>b</sup>
Araşidik asit / Arachidic acid	(C20:0)	29.5	0.04 <sup>a</sup>	0.02 <sup>a</sup>	0.02 <sup>a</sup>
<b>Toplam / Total</b>			<b>99.6</b>	<b>99.6</b>	<b>99.1</b>

Farklı harfler ile gösterilen grup ortalama değerleri istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0.01).

Means in the same columns followed by the letters are not significantly different at the 0.001 level as statistically

Çizelge 5’ de verilen sonuçlara göre, deneme gruplarında yer alan larvaların vücut ham yağ yüzdeleri sırasıyla; %43.8, %45.4 ve %47.0 olarak bulunmuştur. Elde edilen bu değerler Erich et al., (2002), Ramos-Elorduy et al., (2002) ve Ravzanaadii et al., (2012) tarafından bildirilen ve %32.4 ile

%37.7 arasında değişen ham yağ değerlerinden yüksek; Siemanouska et al., (2013) tarafından bildirilen % 42.5 değerine oldukça yakındır. Literatür bilgisi ile çalışmadan elde edilen larva vücut yağ içeriklerindeki farklılıklar kullanılan

ekstraksiyon işlemlerinin ve rasyonların farklı olmasına bağlanabilir.

Çalışmada rasyona ilave edilen yağ miktarı arttıkça, larvaların toplam vücut yağı oranında bir artış gözlenmiştir. Rasyona % 3 yağ ilavesi larvaların vücut ham yağ içeriğinde (kontrol grubuna göre) ortalama olarak % 1.6'lık, rasyona % 5 yağ ilavesi ise % 3.2'lik bir artışa yol açmıştır. Ancak bu değerlerden % 3.2'lik oran önemli ( $P<0.01$ ) bulunmuştur. Yine bu sonuçlara göre rasyondaki yağ miktarının artması, larvaların vücut yağ miktarında da doğrusal bir artışa yol açmaktadır.

*T. molitor* larvaların doymuş ve doymamış yağ asitleri içeriklerinin gaz kromatografisi (GC) analiz yöntemi ile elde edilen bulguları (Çizelge 5) incelenecek olur ise, rasyona ilave edilen ek yağ kaynağının vücut yağ profilini önemli ölçüde etkilediği görülecektir. *T. molitor* larvalarında kontrol grubunda belirlenen yağ asidi profilini oluşturan en yüksek üç yağ asidi sıralaması oleik asit (C18:1), %51.0, linoleik asit (C18:2), %19.1 ve palmitik asit (C16:1), %17.6 şeklindedir. Bu sıralama yağ grupları içinde geçerlidir. Araştırmada elde edilen bu sıralama yağ asit oranları farklı olsa da, Aguilar-Miranda et al., (2002), % 19.8, 8.5, 6.8; Finke et al., (2002) % 53.9, 34.8, 22.9 ve Ravzanaadii et al., (2012) % 43.2, 30.3, 16.7 bildirilen ile aynı Siemianowska et al., (2013) % 50.05, 10.97, 23.02 ile oldukça benzerdir.

Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında rasyondaki yağ oranındaki artış; laurik asit (C12:0), miristik asit (C14:0), palmitik asit (C16:0), palmitoleik asit (C16:1), oleik asit (C18:1) ve linolenik asit (C18:3) oranında önemli ( $P<0.01$ ) düzeyde azalmaya yol açmıştır. Buna karşın rasyondaki yağ miktarının artışı yalnızca Linoleik asit (C18:2) oranında bir artışa sebep olmuştur. Bu artışın nedeni rasyonlara katılan ayçiçek yağının, bileşiminde en yüksek payı (%54.0 Türk komp 2017) linoleik asit'in almasıdır. Diğer taraftan kontrol grubu ile karşılaştırıldığında; heptadekanoik asit (C17:0), heptadekanoik asit (C17:1), Stearik asit (C18:0) ve araşidik asit (C20:0) oranlarında önemli bir farklılık ( $P>0.05$ ) belirlenmemiştir. Bu bulguya göre larvaların vücut yağ profilinde linoleik asit miktarı

rasyona ayçiçeği yağı katılarak artırılabilir.

## Sonuç

*T. molitor* larvalarının beslenmesinde kullanılacak rasyona % 3 ve daha yüksek oranda yağ ilavesi larvaların gelişme hızlarında ve son dönem (9. haftalık yaş) larva ağırlıklarında bir azalmaya yol açmaktadır. Böcekler küçük yapıları organizmalar oldukları için, gelişmeleri için gerekli yağ asitleri miktarları da azdır. Dolayısıyla başta karbonhidrat kaynağı olarak verilen besinler olmak üzere, diğer besin maddeleri de böceklerin yağ asitlerinin sentezlenme yollarında kullanılmaktadır. Rasyona yağ ilavesi muhtemelen böceklerin besin alımında veya aldıkları besin maddelerini değerlendirmelerinde bazı olumsuzluklara neden olmaktadır. Diğer taraftan rasyona yağ ilavesi ortamın viskozitesini arttırmakta ve larvaların besin ortamı içerisinde hareketlerini de zorlamaktadır. Bu olumsuz durum rasyona %10 yağ ilavesi yapıldığında tüm larvaların ölümüne neden olabilecek sonuçların ortaya çıkmasına da yol açabilmektedir. Bu durumu önlemek için, rasyona yağ ilave edilmesi işleminin %5 oranını geçmeyecek şekilde 3-4 haftalık yaştan sonraki dönemlerde yapılması çok daha uygun olacaktır. Rasyona %10 yağ ilavesi ise tavsiye edilmemektedir.

Genel olarak rasyonun yağ içeriğinde yapılacak bir artış, larvaların vücut ham yağ oranlarında da bir artışa sebep olmaktadır. Rasyonun yağ içeriğindeki artış aynı zamanda larvaların vücut doymuş ve doymamış yağ asitleri profilinde de önemli derecede değişimlere yol açmaktadır. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında rasyondaki yağ oranındaki artış; laurik asit (C12:0), miristik asit (C14:0), Palmitik asit (C16:0), palmitoleik asit (C16:1), oleik asit (C18:1) ve linolenik asit (C18:3) oranında önemli ( $P<0.01$ ) düzeyde azalmaya yol açmaktadır. Diğer taraftan kontrol grubu ile karşılaştırıldığında rasyona yağ ilavesi; heptadekanoik asit (C17:0), heptadekanoik asit (C17:1), stearik asit (C18:0) ve araşidik asit (C20:0) oranlarında önemli bir farklılık ( $P>0.05$ ) meydana getirmemektedir.

**Kaynaklar**

- Aguilar-Miranda, ED., Lopez, MG., Escamilla-Santana, C., Barba de la Rosa, AP., 2002. Characteristics of maize flour tortilla supplemented with ground *Tenebrio molitor* larvae. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50 (1), 192–195.
- Anonim 2002. Fat (Total, Saturated and Unsaturated) In Foods. Hydrolytic Extraction Gas Chromatographic Method First Action 1996 Revised 2001. A.O.A.C. Official Method 996.06. Official Methods of Analysis of A.O.A.C. International. 41.1.28A
- Barker, D., Marianne PF., and Ellen SD., 1998. Nutrient Composition of Selected Whole Invertebrates. *Zoo Biology* 17, 123-134.
- Bligh, EG, ve Dyer, W.J., 1959. A Rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification. *The Journal Research Council of Canada*. 37, 8. 911-917
- Durst, P.B. and Shono, K. (2010) Edible forest insects: Exploring new horizons and traditional practices. In: *Forest Insects as Food: Humans Bite Back*, FAO of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok, 1-4.
- Finke, MD., 2002. Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores. *Zoo Biology* 21, 269-285.
- FAO 2010. Forest insects as food: humans bite back. FAO of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok.
- Ghaly, AE., and Alkoik, FN. 2009. The yellow mealworm as a novel source of protein. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 4:4: 319-331.
- Johnson, D.V. 2010 The contribution of edible forest insects to human nutrition and forest management. In: *Forest Insects as Food: Humans Bite Back*, FAO of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok, 5-22.
- Munyuli Bin Mushambanyi T., and Balezi N., 2002. Utilisation des blattes et des termites comme substituts potentiels de la farine de viande dans l'alimentation des poulets de chair au Sud-Kivu, République Démocratique du Congo. *Tropicultura*, 10-16.
- Oonincx, D.G., and Poel A., 2011. Effects of Diet on the Chemical Composition of Migratory Locusts (*Locusta migratoria*). *Zoo Biology*, 30, 9 -16.
- Ramos-Elorduy, J. 1997. Insects: A sustainable source of food? *J. Ecol. Food Nut.* 36: 247-276.
- Ramos-Elorduy, J., Pino JM., Rincon F., Marquez C., Escamilla E., and Alvarado M., 1984. Protein content of some edible insects in Mexico. *J. Ethnobiol.* 4: 61-72.
- Ramos-Elorduy, J. ; Avila Gonzalez, E. ; Rocha Hernandez, A. ; Pino, J. M., 2002. Use of *Tenebrio molitor* (Coleoptera:Tenebrionidae) to recycle organic wastes and as feed for broiler chickens. *J. Econ. Entomol.*, 95 (1): 214-220
- Ravzanaadii, N., Kim, S.H., Choi, W.H., Hong, S.J. and Kim N.J., 2012. Nutritional Value of Mealworm, *Tenebrio molitor* as Food Source. *Int. J. Indust. Entomol.* 25;1, 93~98.
- Sánchez-Muros, MJ., de Haro, C., Sanz, A., Trenzado, CE., Villareces, S., Barroso, FG., 2016. Nutritional evaluation of *Tenebrio molitor* meal as fishmeal substitute for tilapia (*Oreochromis niloticus*) diet. *Aquaculture Nutrition* 22, 943-955.
- Siemianowska, E., Kosewska, A., Aljewicz, M., Skibniewska, K.A., Polak-Juszczak, L., A. Jarocki, Jędras, M., 2013. Larvae of mealworm (*Tenebrio molitor* L.) as European novel food. *Agricultural Sciences* 4:6, 287-291.
- Sokoloff, A., 1977. *The Biology of Tribolium*. Vol:3 Oxford Univ. Press.
- TürKomp 2017. Ulusal Gıda Kompozisyonu Veri Tabanı. [www.turkomp.gov.tr/](http://www.turkomp.gov.tr/)