



## Etlık Piliçlerin Beslenmesinde Böceklerin Kullanılması

Özgün Işık<sup>1\*</sup>, Figen Kırkpınar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ege Üniversitesi, Ödemiş Meslek Yüksekokulu, Bölüm, Posta Kodu Ödemiş/İzmir, Türkiye

<sup>2</sup>Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Posta Kodu Bornova/İzmir, Türkiye

### MAKALE BİLGİSİ

#### Derleme Makale

Geliş 26 Ocak 2017

Kabul 22 Mart 2017

#### Anahtar Kelimeler:

Etlık piliç

Alternatif yem hammaddesi

Böcekler

Un kurdu

Kara sinek

\*Sorumlu Yazar:

E-mail: ozgun.isik@ege.edu.tr

### ÖZET

Hızlı ve yüksek canlı ağırlık artışının esas alındığı etlik piliç üretiminde, hayvanların besin maddesi ve enerji ihtiyaçlarını karşılamak önemlidir. Bu ihtiyaçları karşılamak için kullanılan geleneksel yem hammaddelerinin üretiminde ve ithalatında yaşanan sorunlar nedeniyle, alternatif yem hammaddeleri aranmaktadır. Bu amaçla tavukların doğal rasyonlarında bulunan böcekler umut verici gözükmeştir. Özellikle protein yemlerine alternatif olarak üzerinde en çok çalışma yapılan türler arasında asker sineği (*Hermetica illucens*), karasinek (*Musca domestica*), çayır cırcır böceği (*Gryllus testaceus*), ipek böceği (*Bombyx mori*), çekirge (*Acrididae*) ve un kurdu (*Tenebrio molitor*) yer almaktadır.

Turkish Journal Of Agriculture - Food Science And Technology, 5(7): 750-756, 2017

### The Use of Insects in Broiler Nutrition

### ARTICLE INFO

#### Review Article

Received 26 January 2017

Accepted 22 March 2017

#### Keywords:

Broiler

Alternative feedstuff

Insects

Mealworm

Common Fly

\*Corresponding Author:

E-mail: ozgun.isik@ege.edu.tr

### ABSTRACT

In broiler production which is based on fast and high live weight gains, it is important to provide nutrient and energy needs for the birds. Due to some problems in conventional feed materials that used to provide for these needs, alternative feed materials are required. Insects which in the chickens natural diets, are promising for this purpose. Among the most studied species as an alternative protein feed source, soldier fly (*Hermetica illucens*), housefly (*Musca domestica*), meadow grasshopper (*Gryllus testaceus*), silkworm (*Bombyx mori*), grasshopper (*Acrididae*) and mealworm (*Tenebrio molitor*).

## Giriş

Ülkemizde etlik piliç üretimi önemli sektörlerden biridir. Endüstriyel boyutlarda yapılan kanatlı eti üretimi yanında serbest dolaşmalı üretim ve organik üretim gibi sistemler de ülkemizde artarak faaliyet göstermektedir. Bu denli gelişmiş bir hayvancılık sektörü olan etlik piliç üretiminde yem hammaddeleri yüksek oranda bir girdi unsurudur. Hızlı ve yüksek canlı ağırlık artışının esas alındığı etlik piliç üretiminde, hayvanların yüksek protein ve enerji ihtiyaçlarını karşılamak önem teşkil etmektedir. Yüksek protein ihtiyacını karşılamak için etlik piliç rasyonlarında kullanılan protein kaynaklarından bazıları soya fasulyesi küspesi, ayçiçeği tohumu küspesi gibi bitkisel protein kaynaklarının yanında et unu, et-kemik unu, balık unu gibi hayvansal kökenli protein kaynaklarıdır. Tam yağlı soya ve soya fasulyesi küspesi kanatlı rasyonlarında %25-35 gibi oranlarda yer almaktadır. Ancak ülkemizin soya üretimi bu ihtiyacı karşılayamadığı için ithalat yapılmaktadır. Diğer bitkisel protein kaynaklarından pamuk tohumu küspesi proteinin niteliği ve gossipol içeriği (Ergül, 2008); ayçiçeği tohumu küspesi ise yüksek düzeyde selüloz içermesi (Ceylan, 2012) nedeniyle kanatlı karma yemlerinde sınırlı düzeyde kullanılmaktadır. Bitkisel protein kaynakları ile etlik piliçlerin amino asit ihtiyaçlarını karşılamak güç olduğu için bahsedilen hayvansal kökenli protein kaynakları ile sentetik olarak üretilen amino asitler de bu amaçla kullanılmaktadır. Diğer taraftan ülkemizde kesimhane artıklarının protein kaynağı yem hammaddesi olarak değerlendirilmesinde, *salmonella* riski ve yem değerlerinin kesin olarak belirlenememesi gibi sorunlar yaşanabilmektedir. Et unu, et-kemik unu, kan unu gibi kesimhane artıkları uygun yöntemlerle işlenmedikleri takdirde kanatlılar için *salmonella* riski taşımaktadırlar (Aslantaş, 2004). Ayrıca Ülkemizde rendering ürünlerinin işlenmesi konusunda oluşturulan tesislerin yetersiz olması bu yem hammaddelerinin kullanımını da kısıtlamaktadır (Anonim, 2007). Balık ununun ise etlik piliçlerde kullanımı protein ve amino asit dengesinin sağlanması açısından yararlı olmakla birlikte belli sınırlar üzerinde kullanılması ette balık yağının andıran bir koku oluşturmaktadır (Ergül, 2008). Sentetik amino asitlerin temini ise yüksek maliyetlerle ithalat yolu ile olmaktadır. Bununla beraber sentetik ürünlerin yem katkı maddesi olarak kullanımı günümüz bilinçli tüketicilerinin şüpheyle yaklaştığı bir konudur. Ayrıca organik üretim modelinde sentetik amino asitlerin, solvent ile yağı alınmış küspelerin ve kesimhane artıklarının kullanımı yasaklanmıştır (Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2012).

Tavukların doğal besinleri arasında bitkilerin generatif ve vejetatif organları, solucanlar ve eklembacaklılar (böcekler, örümcekler, keneler ile bunların larva ve nimfleri) yer almaktadır. Bu durumdan yola çıkıldığında, çekirgelerin, cırcır böceklerinin, sinek larvalarının, ipek böceği larvaları ve pupalarının, bazı kın kanatlı türlerin larvaları ve erginlerinin etlik piliç yemlerinde hayvansal protein açığını tamamlamak amacıyla kullanılabilmesi ve alternatif bir yem kaynağı olabileceği akıllara gelmektedir. Böceklerin, hayvan beslemede (özellikle tek midelilerin beslenmesinde) protein kaynağı olarak kullanımı son zamanlarda gündeme gelmiştir. Hollanda,

Avustralya ve bazı Afrika ülkelerinde konuyla ilgili çalışmalar yapılmış ve uygulamasının umut verici olduğu saptanmıştır (Veldkamp ve ark., 2012). Çalışmalar organik atıklardan uygun metotlarla çeşitli böceklerin üretimi, yem hammaddesi olarak işlenmesi, hayvanlara hangi miktarlarda ve formlarda sunulabileceği konularını kapsamakta olup araştırmaya değer bulunan böcek türlerinden bazıları alternatif protein kaynağı olarak umut vermektedir. Avrupa Birliği'nin Regulation (EC) No 999/2001 tüzüğünde "işlenmiş hayvansal proteinlerin" çiftlik hayvanlarında kullanılmasının yasak olması kapsamında böceklerin yem hammaddesi olarak kullanımına izin verilmemekle birlikte; Avrupa Birliğindeki resmi araştırma komiteleri tarafından böcekler ile ilgili çalışmalar sürmektedir (McEldowney, 2016). Bunun yanında ülkemizde konuyu tam olarak ele alan bir yönetmelik maddesi bulunmamaktadır (Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2011). Tekeli (2014) ise böceklerin hayvan beslemede kullanılarak kırsal alanlarda pestisit kullanımının minimize edilebileceğini belirtmiş; böceklerin lezzet ve tekstür gibi özelliklerinin incelenmesi gerektiğini, böcek üretiminde yeni yöntemlerin ve mekanizasyonun kullanımına dair çalışmalara ihtiyaç duyulduğunu bildirmiştir. Bir tüketici algılama çalışmasının sonuçlarına göre tüketicilerin; yem hammaddesi olarak böcekleri kabul edilebilir buldukları, ancak konu ile ilgili daha çok bilgiye ihtiyaç duydukları bildirilmiştir (PROteINSECT, 2016). Bu derlemede etlik piliçlerin beslenmesinde alternatif protein kaynağı olarak böceklerin kullanılması konusu incelenmeye çalışılmıştır.

## Alternatif Protein Kaynağı Olarak Böcekler

Böcekler sınıfı kendi içinde, coleoptera, diptera, hemiptera, homoptera, hymenoptera, isoptera, lepidoptera, orthoptera gibi takımlara bölünmüştür (Capinera, 2008; Rumpold ve Schlüter, 2013). Böcek yetiştirme işlemi yaklaşık 7000 yıl önce ipekböceği (ipek), arı (bal) yetiştiriciliği ile başlamıştır. İlk kitlesel üretim ise vida kurdu sineğinin (*Cochliomyia hominivorax*) "steril böcek tekniği" (SIT) ile üretilmesi şeklinde yapılmıştır (Rumpold ve Schlüter, 2013). Böceklerin kitlesel üretiminin yapılarak yemlerde alternatif protein kaynağı olarak kullanımı son zamanlarda gündeme gelen bir konudur. Böceklerin alternatif protein kaynağı olarak ilgi çekmesinin nedenleri arasında yemden yararlanma oranlarının iyi olması, sürdürülebilir olmaları ve yüksek protein içerikleridir (kuru maddede %30-70) (Veldkamp ve ark., 2012). Bu denli yüksek protein içerikleri nedeniyle özellikle kanatlı, balık ve domuzların beslenmesinde yaygın olarak kullanılan soya fasulyesi küspesi ve balık unu gibi protein kaynakları yerine kullanılabilir gözükmektedirler. Çizelge 1'de bazı böcek türlerinin ham protein ve ham yağ içerikleri soya fasulyesi küspesi ve balık unu içerikleri ile karşılaştırılmıştır. Çizelge 2'de ise bu kaynakların amino asit içerikleri verilmiştir.

Asker sineği (*Hermetica illucens*), karasinek (*Musca domestica*) ve un kurdu (*Tenebrio molitor*) gibi böcek türleri organik atıkları geri dönüştürme konusunda oldukça etkilidirler (Veldkamp ve ark., 2012). De Foliart, (1989)'a göre tarım ve ormancılık atıklarını geri

dönüştürerek yem üretimine sokmak biyolojik kirliliği önemli ölçüde azaltmaktadır (van Huis ve ark., 2013). Ramos-Elorduy (1997), %8-9 ham protein içeren organik atıkların, kontrol altındaki koşullarda ve 3-4 aylık periyotlarda %44-61 oranlarında kaliteli böcek proteinine dönüştürülebildiğini bildirmektedir.

Böcek ile beslenen canlılar (örneğin tavuklar) için ticari üretimi yapılabilecek bazı böceklerin besin madde kompozisyonları detaylı bir şekilde açıklanmıştır (Finke, 2002; Çizelge 3).

Veldkamp ve ark., (2012) böceklerin yemlerde, özellikle domuz ve kanatlı yemlerinde kullanılabilirliğini konu alan çalışmalarında böceklerin yem hammaddesi olarak kullanımına yönelik bir üretim zinciri belirtilmiş,

bu üretim zincirinde organik atıklardan böcek üretimi yapıp, yem ve kanatlı sektöründe yararlanılabileceği bildirilmiştir.

Newton ve ark., (2005), yumurtacı tavuk kümeslerine entegre edilecek bir böcek üretim sistemiyle; gübre kaynaklı çevre problemlerine çözüm getirebileceğini ve işletmeye ek gelir sağlanabileceğini bildirmişlerdir.

Aşağıda kanatlı hayvan beslemede protein kaynağı olarak kullanım potansiyeli olabilecek asker sineği (*Hermetica illucens*), karasinek (*Musca domestica*), çayır cırcır böceği (*Gryllus testaceus*), ipek böceği (*Bombyx mori*), çekirge (*Acrididae*) ve un kurdu (*Tenebrio molitor*) ile ilgili bilgiler yer almaktadır.

Çizelge 1 Bazı böcek türlerinin ham protein ve ham yağ (kuru maddede) içeriklerinin soya küspesi ve balık unu ile karşılaştırılması\*

Yem Kaynağı	Ham protein, %	Ham yağ, %
Balık unu	61-77	11-17
Soya küspesi	49-59	3
Asker sineği (larva)	35-37	35
Karasinek (larva)	43-68	4-32
Un kurdu (larva)	44-69	23-47

\*CVB, 2007; Veldkamp ve ark., 2012

Çizelge 2 Bazı böcek türlerinin amino asit (% protein içerisinde) kompozisyonunun soya küspesi ve balık unu ile karşılaştırılması\*

Amino Asitler, %	Asker sineği (larva)	Karasinek (larva)	Un kurdu (larva)	Balık unu (larva)	Soya küspesi
Alanin	7,7	5,8	7,3	6,1	4,3
Aspartik asit	11,0	7,5	7,5	8,7	11,4
Arginin	5,6	4,6	4,8	5,8	7,3
Sistin	0,1	0,7	0,8	0,8	1,6
Glisin	5,7	4,2	4,9	5,9	4,2
Glutamik asit	10,9	11,7	11,3	12,6	17,9
Histidin	3,0	2,4	3,4	2,2	2,7
İzolösin	5,1	3,2	4,6	4,3	4,6
Lösin	7,9	5,4	8,6	7,0	7,7
Metiyonin	2,1	2,2	1,5	2,8	1,4
Fenilalanin	5,2	4,6	4,0	3,8	5,1
Prolin	6,6	3,3	6,8	3,8	5,0
Serin	3,1	3,6	7,0	4,0	4,6
Treonin	3,7	3,5	4,0	4,1	3,8
Triptofan	0,5	3,5	0,6	1,1	1,4
Tirosin	6,9	4,7	7,4	2,9	3,5
Valin	8,2	4,0	6,0	4,9	4,8

\*Gnaedinger ve ark. 2015a; 2015b; Heuzé ve Tran, 2015

#### Asker Sineği (*Hermetica illucens*)

*Hermetia illucens*, böceklerin (insecta), diptera takımının, stratiomyidae familyasına ait bir sinek türüdür (Robinson, 2005). Yaklaşık 22°C' de sığır gübresi içerisinde 56 günde yetiştirilebilmekte ve pupa evresine gelebilmektedir (St-Hilaire ve ark., 2007). Besin madde kompozisyonunda, %40'dan fazla oranda protein ve %30'dan fazla yağ içermesi nedeniyle kanatlı ve domuz yemlerinde kullanılabilir niteliktedir (Newton ve ark., 2005). İçerdiği yüksek düzeyde protein ve yağ nedeniyle, özellikle kültür balığı rasyonlarında da kullanılabilir bir yem kaynağıdır (St-Hilaire ve ark., 2007; Veldkamp ve ark., 2012). Üretimi sırasında; gübrenin yaratmış olduğu kirliliği %50-60 oranında düşürdüğü ve gübreyi sıvılaştırarak karasinek ve zararlı bakterilerin gelişme oranını düşürdüğü belirtilmiştir (Erickson ve ark., 2004).

#### Karasinek (*Musca domestica*)

Karasinek, böceklerin diptera takımında, muscidae familyasında yer almaktadır. Çiçkova ve ark. (2012)'nın yaptıkları çalışmada 24-25°C ve %45-60 bağıl nem koşullarında 30x30x30 cm ölçülerinde geçirgen tel örtü kaplı kafeste 1000-1500 ergin karasineğin gübre içerisinde yetiştirilebileceğini bildirmişlerdir. Özellikle kanatlıların beslenmesinde mükemmel bir protein kaynağı olarak değerlendirilebilir. Kanatlılarda %25 balık unu içeren rasyonlarda; balık ununa karasinek larvası unu ikame edilerek kullanıldığında daha iyi bir canlılık kazanımı ve protein etkinlik oranı (PER) sağladığı tespit edilmiştir (Awoniyi ve ark., 2003). Karasinek larvası ununun yaklaşık analiz değerleri (kuru madde bazında); 20 MJ/kg brüt enerji, %43-68 ham protein ve %4-32 ham yağ olarak bildirilmiştir (Veldkamp ve ark., 2012).

Esansiyel yağ asitlerinden linoleik asit içeriği toplam yağ içinde %16 bulunmuştur (Hwangbo ve ark., 2009). Etlik piliçler ile yapılan bir çalışmada (Adeniji, 2007); yer fıstığı küspesi (%22) içeren rasyonlar hazırlanmış ve sırasıyla yer fıstığı küspesi yerine %0, %25, %50, %75, %100 karasinek larvası unu ikame edilmiştir. Karasinek larvası unu içeren gruplar ile kontrol grubu arasında günlük yem tüketimi, günlük canlı ağırlık artışı ve yemden yararlanma oranı arasında önemli bir farklılık görülmemiş; hatta en iyi yemden yararlanma oranı %25 ikameli grupta saptanmıştır.

#### Çayır Cırcır Böceği (*Gryllus testaceus*)

Bu tür, böceklerin, orthoptera takımının, gryllidae familyasında yer almaktadır. Wineriter ve Walker (1988), grup halinde ve bireysel olarak cırcır böceği yetiştirdikleri araştırmada yaklaşık 4 litrelik bir konteyner içerisinde 40-50 kadar nimf yetiştirilebileceğini bildirmişlerdir. Wang ve ark., (2005), kastre edilmiş horozlarla yaptığı bir çalışmada, %0, %5, %10 ve %15 çayır cırcır böceği içeren 4 farklı formülasyon grubu hazırlamıştır.

Çizelge 3. Bazı böcek türlerinin besin madde içerikleri\*

Parametreler	Morio Kurdu <sup>1</sup>	Un Kurdu <sup>2</sup>	İpek Böceği <sup>3</sup>	Cırcır Böceği <sup>4</sup>	Cırcır Böceği <sup>5</sup>
Ağırlık (mg/ böcek)	610	126	1,045	465	97
Nem (g/kg)	579	619	827	692	771
Protein (g/kg)	197	187	93	205	154
Yağ (g/kg)	177	134	14	68	33
Kül (g/kg)	10	9	11	11	11
Mineral Maddeler (mg/kg)					
Ca	177	169	177	407	275
P	2370	2850	2370	2950	2520
Mg	498	801	498	337	226
Na	475	537	475	1340	1350
K	3160	1870	620	2270	220
Cl	1520	1870	620	2270	220
Fe	16,5	20,6	16,5	19,3	21,2
Zn	30,7	52,0	30,7	67,1	68,0
Cu	3,6	6,1	3,6	6,2	5,1
Mn	4,3	5,2	4,3	11,5	8,9
I	<0,1	0,17	<0,1	11,5	8,9
Se	0,14	0,25	0,14	0,19	0,10
Vitaminler					
Vitamin A (IU/kg)	<1000	<1000	1580	<1000	<1000
Beta-karoten (mg/kg)	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Vitamin D <sub>1</sub> (IU/kg)	<256	<256	<256	<256	<256
Vitamin E (IU/kg)	7,7	<5,0	<10,0	30,0	18,0
Vitamin C (mg/kg)	12,0	12,0	<10,0	20,0	18,0
Tiamin (mg/kg)	0,6	2,4	3,3	0,4	0,2
Riboflavin (mg/kg)	7,5	8,1	9,4	34,1	9,5
Pantotenik Asit (mg/kg)	19,4	26,2	21,6	23,0	26,3
Niasin (mg/kg)	32,3	40,7	26,3	38,4	32,8
Pridoksin (mg/kg)	3,2	8,1	1,6	2,3	1,7
Folik Asit (mg/kg)	0,66	1,57	0,71	1,50	1,45
Biotin (mg/kg)	0,35	0,30	0,25	0,17	0,05
Vitamin B <sub>12</sub> (mg/kg)	4,2	4,7	<1,2	53,7	87,2
Kolin (mg/kg)	1736	1844	1128	1519	1094
Yağ asitleri (g/kg)					
Laurik 12:0	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Miristik 14:0	1,7	2,9	0,3	0,4	0,2
Pentadekanoik 15:0	0,4	<0,2	<0,4	<0,2	<0,2
Palmitik 16:0	52,8	22,9	1,7	15,6	6,1
Palmitoleik 16:1	0,7	3,5	0,1	0,9	0,3
Heptadekanoik 17:0	0,7	<0,2	<0,2	0,2	0,1
Stearik 18:0	12,6	3,9	1,2	5,8	2,9
Oleik 18:1	66,0	53,9	3,2	15,4	6,4
Linoleik 18:2	32,9	34,8	3,5	22,9	11,0
Linolenik 18:3	1,1	1,4	1,4	0,6	0,4
Araşidik 20:0	0,4	0,3	0,1	0,4	0,3
Diğerleri	0,2	<0,2	0,1	0,5	0,1

\*Finke, 2002, <sup>1</sup>Zophobas morio, <sup>2</sup>Tenebrio molitor (larva), <sup>3</sup>Bombyx mori, <sup>4</sup>Acheta domesticus (ergin), <sup>5</sup>Acheta domesticus (nimf)

Çalışmada çayır cırcır böceği amino asit profilini çıkartarak, gerçek sindirilebilir amino asit ve gerçek metabolize olabilir enerji değerlerini saptamış ve balık unu ile karşılaştırmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda çayır cırcır böceğinin gerçek sindirilebilir amino asit derecesi %92.9 ve balık ununun gerçek sindirilebilir amino asit derecesi %91.3 bulunmuştur. Konvansiyonel yetiştirilen kanatlılar için çayır cırcır böceğinin gerçek metabolize olabilir enerji değeri ise 2960 kcal/kg olarak saptanmış; deneme sonunda horozlarda canlı ağırlık kazancı, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranları bakımından ise gruplar arasında önemli bir farklılık saptanmamıştır.

#### İpek Böceği (*Bombyx mori*)

İpek böceği, böceklerin lepidoptera takımında, Bombycidae familyasında bulunan ekonomik öneme sahip bir böcek türüdür (Turgay-İzzetoğlu ve Öber, 2008). İpek böceği krizalit ununun protein içeriği yüksek ancak protein kalitesi düşüktür. Protein içeriği yağı alınan krizalit unlarında %72,8; amino asit indeksi, %61,3 ve biyolojik değerliliği ise %51,6' dır. İpek böceği krizalit ununda sınırlayıcı amino asitler, lizin, metiyonin, arginin, histidin ve treonindir. Yağı alınan krizalit unlarında metabolik enerji içeriği 3672 kcal/kg; yağı alınmayanlarda ise 4190 kcal/kg'dır. Yağı alınmamış krizalit unlarında yağ içeriği %23,2 dolaylarında olduğu için oksidasyona hassastır. Yağı alınmış krizalit ununun yumurtacı tavuk karma yemlerinde %5 oranında kullanıldığında yem tüketimi ve yumurta verimini arttırdığı ancak yağı alınmamış krizalit ununun %20 oranında karma yeme ilavesi ile verimin azaldığı bildirilmiştir (Hertramf, 2002). Bununla beraber karma yemlerde %10'dan fazla kullanıldığında ette ve yumurtada krizalit unu kokusunun hissedildiği bildirilmiştir (Seven ve ark., 1999). Açıkgoz ve Tolon (2003) ipek böceği krizalit ununun kanatlı hayvanların beslenmesinde kullanılabilme potansiyelinin bulunduğunu bildirmişlerdir. Manohar Reddy, (2008) ise ipek böceği pupasının besin madde değerlerinin monogastrik hayvanlar için uygun olduğunu belirtmiştir.

Khatun ve ark., (2003), etlik piliçlerde balık unu yerine ipek böceği pupası ikamesi üzerine yaptıkları bir çalışmada; %6 balık unu- %0 ipek böceği pupası, %4 balık unu-%2 ipek böceği pupası, %2 balık unu- %4 ipek böceği pupası, %0 balık unu-%6 ipek böceği pupası olmak üzere farklı gruplar oluşturmuşlardır. Çalışma sonucunda 28. ve 42. gün canlı ağırlıkları ipek böceği pupasının karma yemde artış gösterdiği oranda artış göstermiştir. Grupların yem tüketimleri ve yemden yararlanma oranları arasındaki farklar 14. günde önemsiz bulunmasına rağmen 28. ve 42. günde ipek böceği pupası kullanım oranına bağlı olarak bu değerler iyileşmiştir. Yaşama gücü açısından gruplar arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır. Balık unu yerine ipek böceği pupası kullanımının daha ekonomik olduğu saptanmıştır.

#### Çekirge (*Acrididae*)

Böceklerin orthoptera takımının, acrididae familyası tipik ve baskın bir topluluktur (Robinson, 2005). Anand ve ark., (2008); yaptıkları bir çalışmada 4 farklı kır çekirgesi türünün (*O. fuscovittata*, *A. exaltata*, *S. pr. prasiniferum*, *H. banian*) enerji ve besin madde kompozisyonları belirlemişlerdir. Bu çalışmada,

çekirgelerin ham protein içerikleri %63,61-65,88 arasında, ham yağ içerikleri %6,49-8,11 ve enerji içerikleri ise 4,65-5,66 (kcal/g) olarak saptanmıştır. Besin madde ve enerji içerikleri bakımından en yüksek değerler ise *S. pr. prasiniferum* türünde belirlenmiştir. Bu bulgular çekirgelerin potansiyel bir kanatlı yemi olabileceğini göstermiştir.

#### Un Kurdu (*Tenebrio molitor*)

Böcekler arasında un kurtları hızlı ve kolay üretilmeleri, yüksek ham protein içerikleri nedeniyle yem olarak değerlendirilme potansiyelleri bakımından daha fazla ilgi görmektedir. Un kurdu; Animalia alemi, Arthropoda şubesi, Hexapoda altşubesi, Insecta sınıfında, Coleoptera takımında, Polyphaga alttakımında, Tenebrionoidea üsttailesinde, Tenebrionidae ailesinde, Tenebrioninae altailesinde, Tenebrionini oymağında, Tenebrio cinsinde *T. molitor* türünde yer almaktadır (Büche, 2007). Un kurtları, Avrupa kökenli olmalarına rağmen tüm

dünyada tahıl depo zararlısı olarak görülmektedir. Un kurdunun yaşam döngüsü yumurta, larva, pupa ve ergin dönemler olmak üzere 4 dönemde gerçekleşmektedir. İlk aşama yumurta dönemidir. Dişi ergin un böceği ortalama 500 yumurta bırakabilmektedir. Yumurtalar yaklaşık 1,25 mm boyunda, fasulye şeklinde, parlak beyaz ve yapışkan bir salgı ile kaplıdır. Yumurtalar sıcaklığa bağlı olarak 6 gün (30°-35°C, %71 nem) ile 17 gün (15°C, %71 nem) arasında çatlamaktadır (Robinson, 2005). Larvalar çıktıklarında beyaz renkli ve 2 mm uzunluğundadır. Larvalar pupa dönemine kadar 17-19 kez gömlek değiştirirler. Larval dönemin uzunluğu ortam koşullarına bağlı olarak değişiklik göstermekle beraber 30-649 gün arasında sürebilmektedir. Larval dönemin sonunda larvalar 2,0-2,5 cm uzunluğundadır. Larval dönemin sonunda larvalar uygun bir yer bularak hareketsiz kalırlar (pre-pupa dönem). Un kurdu pupaları serbest pupadır ve yumuşak, beyaz, 1 cm uzunluğunda ve rahatsız edildiklerinde kısıtlı hareket edebilme yeteneğindedirler. Toplamda un kurtlarının yaşam döngüleri 3-5 ay sürmektedir (Robinson, 2005).

Un kurdunun habitatu incelendiğinde, un kurdu (*Tenebrio molitor*), Avrupa kıtasında yerli bir türdür ancak dünyaya yayılmıştır (Ramos-Elorduy ve ark., 2002). Tahıllarda, tahıl ürünlerinde, tahıl yan ürünlerinde zararlı olarak kabul edilmektedir. Un kurtları yaşam alanı olarak karanlık ve nemli yerleri tercih ederler. Un kurtları depo zararlısıdır. Dane tahıl, işlenmiş tahıl ürünleri ve değirmencilik yan ürünleri gibi maddelerle beslenirler. Bunun yanında tavuk gübresi ve tüyü, işlenmiş et ürünleri ve ölü böcekler ile de beslenebilirler (Robinson, 2005).

Un kurdu larvaları (*Tenebrio molitor* L. (*Coleoptera: Tenebrionidae*)) bazı Avrupa ve Uzak Doğu ülkelerinde üretim yapılan, hem insan beslenmesinde hem de pet hayvanlarının beslenmesinde kullanılan bir böcek türüdür. Un kurtlarının yüksek ham protein içeriklerinin yanı sıra ham yağ içeriği ile de yemlerde enerji ihtiyacını karşılamaya yönelik olumlu etkileri olduğu düşünülmektedir.

Li ve ark., (2012) un kurdu larvalarını 2,55 larva/cm<sup>2</sup> yerleşim sıklığı ile plastik konteynerlere yerleştirmişler ve çeşitli bitkisel atıkların işlemlerden geçirilmesiyle oluşturulan altlık materyalini eklemişlerdir. Ortam

koşullarını ise sıcaklık 28°C ve hava nemi %70 olarak bildirmişlerdir. Ramos-Elorduy ve ark., (2002); Cotton, (1940)'a atfen, ergin un kurtlarının (un böcekleri) %90 kepek ve %10 maya içeren altlık ile damızlık olarak yetiştirileceğini bildirmişlerdir. Ramos-Elorduy ve ark., (2002) işlenmiş organik atık, maya ve ergin un kurdu gübresi içeren kültür ortamında 28±2°C sıcaklık ile %60-70 nem ile yetiştirmişlerdir.

Kuru madde bazında ham protein içeriği %63,31-68,87 ve ham yağ içeriği %29,83-31,17 değerleri arasındadır; ayrıca iyi bir protein kalitesine sahip olduğu düşünülmektedir. Un kurdu %5,3 lisin, %2 metiyonin ihtiva etmektedir (Ghaly ve Alkokaik, 2009). Ramos-Elorduy ve ark., (2002) 7 günlük etlik civcivleri sorgum-soya fasulyesi küspesi içeren bazal yeme %0, 5, 10 düzeylerinde un kurdu ilave ederek beslemişler ve yem tüketimi, canlı ağırlık kazancı ile yemden yararlanma oranları arasında önemli bir farklılık bulamamışlardır. Yapılan diğer bir çalışmada, un kurtlarının son dönem larvası ile pupalarının yağ asidi içerikleri analiz edilmiştir. Her iki evrede de laurik asit (C12:0), miristik asit (C14:0), palmitik asit, (C16:0), palmitoleik asit (C16:1), stearik asit (C18:0), oleik asit (C18:1) ve linoleik asit (C18:2) tespit edilmiştir. Çalışmada toplam yağ asidi kompozisyonunda en yüksek orana sahip yağ asidinin oleik asit (C18:1) olduğu saptanmıştır (Taşkın ve Aksoylar, 2010). Oonincx ve de Boer, (2012) yaptıkları bir çalışmada un kurdunun insanlar için protein kaynağı olarak üretilmesinin çevreye etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada küresel ısınma potansiyeli (kg CO<sub>2</sub>-eq), alan kullanımı, enerji kullanımı ve yemden yararlanma oranları ölçümlenmiştir. Çalışma sonucunda bir kilogram canlı un kurdu üretimi için; küresel ısınma potansiyeli 2,7 kg CO<sub>2</sub>-eq, 8120,76 kcal (34 MJ) enerji, 3,6 m<sup>2</sup> alan kullanımı olduğu tespit edilmiştir. Un kurdunun yemden yararlanma oranının ise 2,2 kg/kg olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan bir çalışmada etlik piliç karma yemlerine un kurdu içermeyen kontrol grubu hariç %4 ve %6 un kurdu ilave edilmiştir. Çalışmada kullanılan un kurdunun besin maddesi (%) ve enerji değerleri (kcal/kg), kuru madde: 77,03; ham protein: 39,37; ham yağ: 26,00; ham selüloz: 5,51; ham kül: 2,58; nişasta: 0,00; şeker: 4,50 ve metabolik enerji: 3731,39 olarak tespit edilmiştir. Çalışma sonunda %4 ve %6 un kurdu içeren yemlerle beslenen gruplar 2-6. haftalar arasında daha yüksek canlı ağırlık değerleri ile 0-3. ve 0-6. haftalar arasında daha yüksek canlı ağırlık artışı değerleri vermişlerdir. Deneme süresince (0-6. haftalar arasında) %6 un kurdu içeren yemlerle beslenen grup diğerlerinden daha yüksek yem tüketmiştir. Besin maddelerinin sindirim dereceleri ve etin lezzet kriterleri bakımından gruplar arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre un kurdunun, protein kaynağı yemlere alternatif olarak etlik piliç karma yemlerinde kullanılabilirliği sonucuna varılmıştır (Işık, 2015; Işık ve Kırkpınar, 2016).

## Sonuç

Etlik piliçlerin yüksek besin madde ihtiyaçlarını karşılamak için alternatif yem hammaddeleri ve katkı maddelerine ihtiyaç duyulduğu bir gerçektir. Bu alanda yapılan çalışmalar dikkate alındığında böcekler; hem

tavukların doğal rasyonlarında bulunmaları hem de bu ihtiyacı karşılayabilecek düzeyde protein ve diğer besin maddelerini içermeleri açısından alternatif yem kaynağı olabilecek potansiyele sahiptir. Böcekler içerisinde un kurtlarının, bilhassa larvalarının etlik piliçlerin beslenmesinde özellikle protein kaynağı olarak kullanılabilirlikleri yapılan bazı çalışmalar ile desteklenmektedir. Bu aşamada konu ile ilgili daha detaylı, ülkemiz şartlarında maliyeti belirleyecek çalışmalar yapılmalıdır. Çünkü böceklerin yem kaynağı olarak kullanılmasında belirleyici unsur maliyet olacaktır. Böceklerin yem kaynağı olarak kullanımının yaygınlaşması ile birlikte yüksek miktarlarda üretilmeleri ve buna uygun proseslerin oluşturulması ise maliyeti düşürecektir. Bazı ülkelerde alternatif protein kaynağı olarak etlik piliç karma yemlerinde böcek kullanımı ilgiyle irdelenen ve çalışılan; hatta üretime geçilen bir konudur. Ülkemiz gündeminde ise bu konu bir potansiyel taşımakta ve daha çok bilimsel çalışmaya ihtiyaç duymaktadır. Aynı şekilde böceklerin tek mideli diğer çiftlik hayvanlarının beslenmesinde de potansiyel bir kaynak olarak kullanılabilirliği düşünülmektedir. Ancak böcekler yüksek besin maddesi içerikleri dikkate alındığında kullanılabilir olmalarına karşın böceklerin toksin üretebildikleri veya toksik düzeyde mineral içeriğine sahip olabilecekleri göz önünde bulundurulmalıdır.

## Kaynaklar

- Açıkgöz Z, Tolon B. 2003. Kanatlı hayvan beslemede yaygın olarak kullanılmayan bir yem: ipekböceği krizalit unu. Hasad Hayvancılık, Ekim, 29-31.
- Adeniji AA. 2007. Effect of replacing groundnut cake with maggot meal in the diet of broilers. International Journal of Poultry Science, 6 (11): 822-825.
- Aslantaş Y. 2004. Yem kaynağı olarak rendering ürünlerinin hayvan beslemede kullanımı, National Renderers Association (NRA), Çukurova Öğrenci Seminerleri Dizisi-2, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Adana, Türkiye.
- Anand H, Ganguly A, Haldar P. 2008. Potential value of acridids as high protein supplement for poultry feed. International Journal of Poultry Science, 7 (7): 722-725.
- Anonim 2007. Rendering Durum Raporu, Türkiyem-Bir, Besd-Bir, Renderingciler Birliği.
- Awoniyi TAM, Aletor VA, Aina JM. 2003. Performance of broiler-chickens fed on maggot meal in place of fishmeal. International Journal of Poultry Science, 2: 271-274.
- Büche B. 2007. Species *Tenebrio molitor*–Yellow Mealworm, <http://bugguide.net/node/view/101010#size>, (Erişim Tarihi: Mayıs 2014).
- Capinera JL. 2008. Encyclopedia of entomology, Vols. 1-4. Springer International Publishing AG. ISBN 978-1-4020-6359-6
- Ceylan ME. 2012. Farklı Seviyelerde Ayçiçeği Tohumu Küspesi İçeren Yumurta Tavuğu Rasyonlarına Enzim İlavasının Performans Ve Yumurta Kalitesine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, 45.
- Čičkova H, Pastor B, Kozanek M, Martinez-Sanchez A, Rojo S, Takac P. 2012. Biodegradation of pig manure by the housefly, *Musca domestica*: a viable ecological strategy for pig manure management. Plos One 7(3): e32798.
- Cotton RT. 1940. The Mealworms, USDA Tech. Bull, 195.
- CVB. 2007. Chemische samenstellingen en nutritionele waarden van voedermiddelen. Productschap Diervoeder, Den Haag, the Netherlands.

- DeFoliart GR. 1989. The human use of insects as food and as animal feed, Bulletin of the Entomological Society of America, 35: 22-35.
- Ergül M. 2008. Yemler Bilgisi. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, Ege Üniversitesi, 303.
- Erickson MC, Islam M, Sheppard C, Liao J, Doyle MP. 2004. Reduction of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella enterica serovar enteritidis* in chicken manure by larvae of the black soldier fly. Journal of Food Protection, 67(4): 685-690.
- Finke MD. 2002. Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores. Zoo Biology, 21: 269-28
- Ghaly AE, Alkoik FN. 2009. The yellow mealworm as a novel source of protein. American Journal of Agricultural and Biological Sciences, 4 (4): 319-331.
- Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. 2012. Organik üretim yönetmelik, son değişiklikler. Resmi gazete tarihi: 18.08.2010, sayısı: 27676, <http://mevzuat.basbakanlik.gov.tr> (Erişim: Eylül, 2012).
- Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. 2011. Yemlerin piyasaya arzı ve kullanımı hakkında yönetmelik, Ek-2. Resmi gazete tarihi: 27.12.2011, sayısı:28155, <http://www.resmigazete.gov.tr/main.aspx?home=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/12/20111227.htm&main=ht tp://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/12/20111227.htm> (Erişim: Mart 2016)
- Gnaedinger C, Mélin C, Tran G, 2015a. Black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*). Feedipedia, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO. <http://www.feedipedia.org/node/16388>, Erişim: Aralık, 2015.
- Gnaedinger C, Mélin C, Tran G. 2015b, Mealworm (*Tenebrio molitor*), Feedipedia, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO, <http://www.feedipedia.org/node/16401>, Erişim: Aralık, 2015).
- Heuzé V, Tran G. 2015. Housefly maggot meal, Feedipedia, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO, <http://www.feedipedia.org/node/671>. Erişim: Aralık, 2015.
- Hertramf JW. 2002. Silkworm pupae meal-a non conventional feedstuff. Feedtech, 6 (7): 36-37.
- Hwangbo J, Hong EC, Jang A, Kang HK, Oh JS, Kim BW, Park BS. 2009. Utilization of house fly-maggots, a feed supplement in the production of broiler chickens. Journal of Environmental Biology, 30 (4): 609-614.
- Işık Ö. 2015. Etlik Piliçlerin Beslenmesinde Alternatif Protein Kaynağı Olarak Un Kurdu (*Tenebrio molitor L.*)'nun Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Işık Ö, Kırkpınar F. 2016. Etlik Piliçlerin Beslenmesinde Alternatif Protein Kaynağı Olarak Un Kurdu (*Tenebrio molitor L.*)'nun Kullanımı. Hayvansal Üretim Dergisi, 57(1): 1-7.
- Khatun R, Howlida MAR, Rahman MM, Hasanuzaman M. 2003. Replecement of fish meal by silkworm pupae in broiler diets. Pakistan Journal of Biological Sciences, 6 (11): 955-958.
- Li L, Zhao Z, Liu H. 2012. Feasibility of feeding yellow mealworm (*Tenebrio molitor L.*) in bioregenerative life support systems as a source of animal protein for humans. Acta Astronautica, 92 (1): 103-109.
- Manohar Reddy R. 2008. Value addition span of silkworm cocoon-time for utility optimization, International Journal of Industrial Entomology, 17 (1): 109-113.
- McEldowney J. 2016. Insects as a source of protein for aquaculture and animal feed, European Parliamentary Research Service (EPRS), PE: 586.642, [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2016/586642/EPRS\\_ATA\(2016\)586642\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2016/586642/EPRS_ATA(2016)586642_EN.pdf), Erişim: Mart 2017.
- Newton GL, Sheppard DC, Watson DW, Burtle GJ, Dove CR, Tomberlin JK, Thelen EE. 2005. The black soldier fly, *Hermetia illucens*, as a manure management/resource recovery tool. State of the Science. Animal Manure and Waste Management, January 5-7, San Antonio, TX.
- Ooninx DGAB, de Boer IJM. 2012. Environmental impact of the production of mealworms as a protein source for humans – a life cycles assessment. Plos one, 7(12): 51-145.
- PROteINSECT. 2016. Insect Protein-Feed for the Future. [http://www.proteinsect.eu/fileadmin/user\\_upload/press/proteinsect-whitepaper-2016.pdf](http://www.proteinsect.eu/fileadmin/user_upload/press/proteinsect-whitepaper-2016.pdf) Erişim: Mart 2017.
- Ramos-Elorduy J. 1997. Insects: A sustainable source of food? Ecology of Food and Nutrition, 36 (2-4): 247-276.
- Ramos-Elorduy J, González EA, Hernández AR, Pino JM. 2002. Use of *Tenebrio molitor* (*Coleoptera: Tenebrionidae*) to recycle organic wastes and as feed for broiler chickens. Journal of Economic Entomology. 95(1): 214-20.
- Robinson WH. 2005. Handbook of Urban Insects and Arachnids: A Handbook of Urban Entomology, Cambridge University Press, Edinburgh Bulding. ISBN: 9780521812535.
- Rumpold BA, Schlüter OK. 2013. Potential and challenges of insects as an innovative source for food and feed production. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 17: 1-11.
- Seven H, Yalçın Y, Turan A. 1999. Bursa İpek Böcekçili Enstitüsü' nün İpek Kozası Krizalitlerinin Hayvan Yemi Olarak Değerlendirilmesi Projesi, Bursa.
- St-Hilaire S, Cranfill K, McGuire MA, Mosley EE, Tomberlin JK, Newton L, Sealey W, Sheppard C, Irving S. 2007. Fish Offal Recycling by the Black Soldier Fly Produces a Foodstuff High in Omega-3 Fatty Acids. Journal of the World Aquaculture Society, 38: 309.
- Taşkın D, Aksoylar MY. 2010. *Tenebrio molitor L.* (*Coleoptera: Tenebrionidae*) larva ve pupasının yağ asidi bileşimi, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, (2): 66-77.
- Tekeli A. 2014. Hayvan beslemede alternatif protein kaynağı olarak böceklerin kullanımı, Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 1(4): 531-538.
- Turgay-İzzetoğlu G, Öber A. 2008. Histological investigation of the rectal sac in *Bombyx mori L.* Turkish Journal of Zoology, 35(2): 213-221.
- Van Huis A, van Itterbeeck J, Klunder H, Mertens E, Halloran A, Muir G, Vantomme P. 2013. Edible insects-Future prospects for food and feed security. FAO Forestry Paper 171.
- Veldkamp T, van Duinkerken G, van Huis A, Lakemond CMM, Ottevanger E, Bosch G, van Boekel MAJS. 2012. Insects as a sustainable feed ingredient in pig and poultry diets - a feasibility study, Report 638 - Wageningen Livestock Research.
- Wineriter SA, Walker TJ. 1988. Group and individual rearing of field crickets (*Orthoptera: Gryllidae*). Entomology News, 99 (1): 52-62.
- Wang D, Zhai SW, Zhang CX, Bai YY, An SH, Xu YN. 2005. Evaluation on nutritional value of field crickets as a poultry feedstuff. Asian-Australasian Journal of Animal Science, 18 (5): 667-670.