



## Hayvan Beslemede Alternatif Protein Kaynağı Olarak Böceklerin Kullanımı

Ahmet TEKELİ\*

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, 65080, Van

\*Sorumlu yazar: atekeli@yyu.edu.tr

Geliş Tarihi: 09.09.2014

Düzeltilme Geliş Tarihi: 02.10.2014

Kabul Tarihi: 10.10.2014

### Özet

Gelecek 20 yıl içerisinde insanların hayvansal proteine olan ihtiyaçları nedeniyle, tüm dünyada kanatlı üretiminin artacağı ümit edilmektedir. Kanatlı endüstrisi hayvanların beslenmesinde kullanılan tahıllara güvenmektedir. Ancak, mevcut tahıllar için hayvanlar ile insanlar bir rekabet içindedir. Bunun bir sonucu olarak da tahılların ve diğer yem bileşenlerinin maliyeti artmakta ve yem bileşenlerinde de bir eksiklik ortaya çıkmaktadır. Diğer taraftan, balık ununa olan taleplerdeki artış, balık unu fiyatının hızlı bir şekilde yükselmesine neden olmuştur. Bu artış günümüzde de hızla devam etmektedir. Bu nedenle, küçük çiftçilerin balık ununa ulaşmaları mümkün olmamaktadır. Sonuç olarak, hayvansal üretimdeki artan üretim baskısı ile birlikte balık unu fiyatlarının da hızla yükselmesi araştırmacıları, su ürünleri ve çiftlik hayvanlarının yetiştiriciliği için alternatif protein kaynaklarını aramaya sevk etmiştir. Proteince zengin böcekler, protein katkılarının maliyetini azaltmak için bir seçenek olarak düşünülmektedir. Böcekler aynı zamanda esansiyel aminoasit, yağ, vitamin ve mineral içeriği bakımından da çok zengindir. Protein kalitesi bakımından soya küspesi ve balık ununa benzemektedir. Aminoasitlerinin sindirilebilirlik düzeyleri de çok yüksektir (%87-99). Mineral içeriği olarak da fosfor, demir, çinko, bakır, manganez ve selenyum bakımından zengindir. Böcekler yüksek protein ve mineral içeriğinden dolayı kullanılabilir olmasına rağmen unutulmamalıdır ki, böcekler toksin üretebilir ve bazı durumlarda da mineral düzeyleri toksik seviyede olabilir. Bu nedenle, kanatlı yemlerine dahil edilmeden önce özel olarak dikkat edilmesi gerekmektedir. Çoğunluğu gelişmekte olan ülkeler olmak üzere Dünya'da yaklaşık 1.900 böcek türü tüketilmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Böcek, protein, aminoasit, kanatlı hayvan besleme

### Use of Insects As Alternative Protein Sources In Animal Nutrition

#### Abstract

Due to human nutritional needs for animal protein, poultry production is anticipated to increase in the next 20 years worldwide. Poultry industry relies on cereals as the principal sources of energy in poultry diets. However, animals compete with humans for existing cereals. This leads to increased cost of cereals and feed ingredients and in turn, deficits in feed ingredients. On the other hand, increased demand for fish meal has rapidly increased fish meal prices. This increase is currently ongoing which makes fish meal less accessible for small farmers. As a result, increased pressure on animal production and rapidly increased fish meal prices urged researchers to seek alternative protein sources for production of fisheries and farm animals. Protein-rich insects are considered as economically viable alternative sources of protein. Insects also have a high content of essential amino acids, fats, vitamins and minerals. The quality of insect protein is similar to that of soybean meal or fish meal. Digestibility levels of amino acids are also high (87-99%). Insects are also a good source of minerals including phosphorus, iron, zinc, copper, manganese and selenium. Despite their potential use for their high protein and mineral content, it should be considered that insects may produce toxins and their mineral contents can reach toxic levels in some cases. Hence, a careful assessment for potential mineral toxicity is required before using them as supplements in poultry rations. About 1.900 insect species are consumed by humans every year worldwide, predominantly being in developing countries.

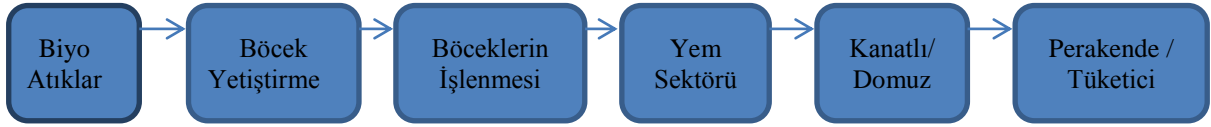
**Keywords :** Insect, protein, aminoacid, poultry nutrition

## Giriş

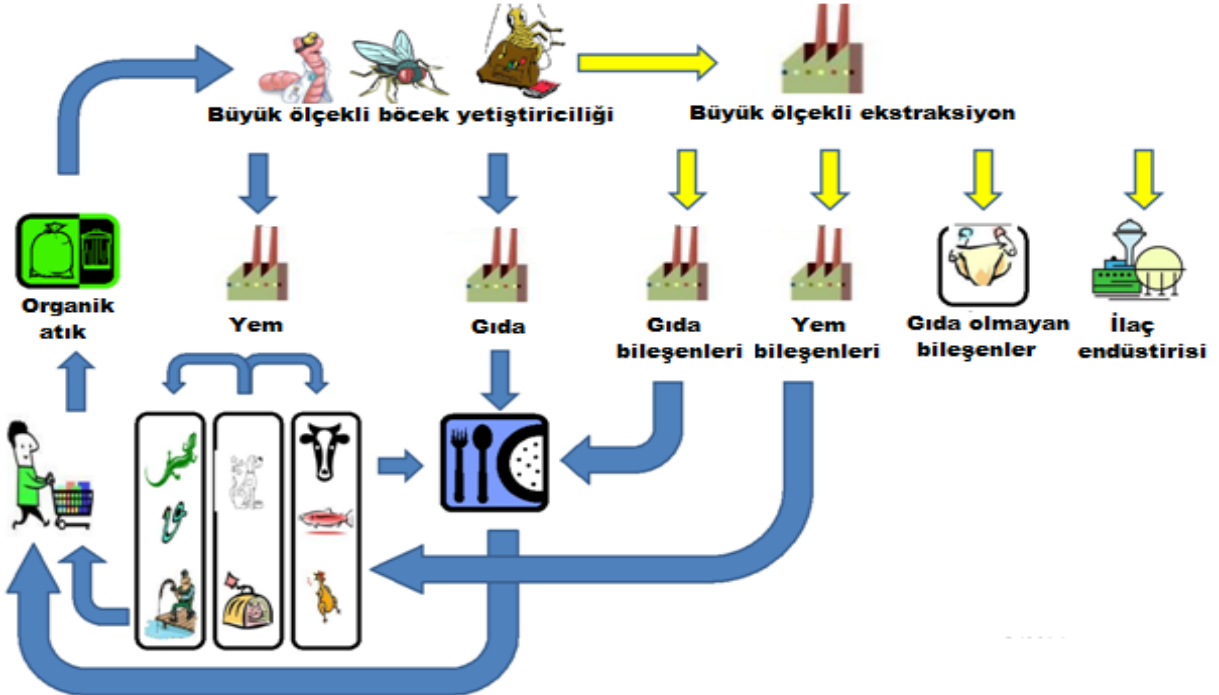
Gelecek 20 yıl içerisinde Dünya nüfusunun 9 milyara ulaşacağı ve bununla gıda ve yem üretim politikalarında bir değişikliğe neden olacağı bildirilmektedir. Hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde diyet çeşitliliği sağlamak için, ticari ölçekte böcek yetiştiriciliğinin yapılacağı tahmin edilmektedir. Bu ülkelerde, böcekler direkt veya dolaylı olarak gıda ve yem kaynağı olarak kullanım olanağı bulacaktır (Prins, 2014).

Böcekler; kanatlı hayvanlar ve çoğu balıklar için doğal yem kaynaklarıdır. Kurtçuklar, balık avlamada bir balık yemi olarak kullanılırken, tavuklar açık alanda dolaşma sırasında çöplerden ve topraktan kurtçuk ve larvaları toplayıp yiyebilmektedirler. FAO'nun Hayvan Yem Kaynakları Bilgi sistemi, siyah sinek larvaları (*Hermetia illucens*), ev sineği kurtçukları, çekirge, cırcır böceği, yemek kurtları (*Tenebrio molitor*), ipek böceği larvalarından oluşan böceklerin hayvan beslemede kullanıldığını bildirmektedir (Van Huis ve ark., 2013; Anonymous, 2014). Bambara ve Watson (2011), kuzey Karolina'da meralarda ve buralarda bulunan kaba yemlerde kurtçuklar, bitler, çekirge ve cırcır böceği gibi çeşitli böcek

türlerinin doğal olarak mevcut olduğunu bildirmişlerdir. Moreki ve ark. (2012), Botswana'da kanatlı rasyonlarında kullanılan tek böcek türünün *Imbrasi belina* olduğunu bildirmiştir. Kanatlı rasyonlarına bu böcek türünün ilave edilmesiyle yem maliyetinin daha da düştüğünü ifade etmiştir. Yem bileşeni olarak böceklerin kullanılması aynı zamanda, tarlada böceklerin ürüne verdiği zararı azaltacak, pestisitlerin kullanımını minimize edecek ve çevresel kirliliğin azalmasına katkıda bulunacaktır. Böcekler aynı zaman da direkt olarak insanların tüketimi içinde bir protein kaynağıdır. Böceklerin geleneksel et üretim kaynaklarına göre önemli avantajları vardır. Diğer çiftlik hayvanlarına kıyasla daha yüksek yemden yararlanma oranlarına sahiptir. Ayrıca, 1 kg et üretimi için böcekler, sığır ve domuzlara kıyasla atmosfere çok daha küçük miktarlarda sera gazı ve amonyak bırakmaktadırlar (Smith ve Pryor, 2014). Bu derlemede, böceklerin üretim ve kullanım aşamaları, besin madde içerikleri, yenilebilir böcek türlerinin belirlenmesi ve böceklerin hayvan beslemede kullanılmasına yönelik çalışmaların ortaya konulması amaçlanmıştır.



Şekil 1. Hayvan Yemlerinde Böceklerin Kullanım Zinciri (Veldkamp ve ark., 2012)



Şekil 2. Böceklerin Endüstriyel Ölçekte İşlenmesi (Veldkamp ve ark., 2012)

**Çizelge 1:** Bazı böceklerin besin madde ve enerji içerikleri

Böcek Türleri	Kuru Madde (%)	Ham Protein (%)	Ham Yağ (%)	Saf Kül (Toplam Mineraller) (%)	Asit Deterjan Fiber (%)	Gross Enerji (kcal/g)
Siyah solucan	18.4	47.8	20.1	4.5	0.7	5.57
Kan solucan	9.9	52.8	9.7	11.3	*	*
Toprak solucanı	20.0	62.2	17.7	5.0	9.0	4.65
Gece solucanı	16.3	60.7	4.4	11.4	15.0	4.93
Tubifeks solucan	11.8	46.1	15.1	6.9	*	*
Hamam böceği, Amerika	38.7	53.9	28.4	3.3	9.4	6.07
Mısır kurdu Larva, Avrupa	27.3	60.4	17.2	2.9	13.1	5.69
Mısır kurdu Pupa, Avrupa	28.0	64.2	17.0	2.6	15.4	5.60
Cırcır böceği, Yetişkin	31.0	64.9	13.8	5.7	9.4	5.34
Balık sineği	26.5	63.9	19.5	5.8	10.9	5.88
Meyve sineği	29.6	70.1	12.6	4.5	27.0	5.12
Meyve sineği, Larva	21.2	40.3	29.4	9.8	5.9	5.57
Meyve sineği, Pupa	32.4	52.1	10.5	14.1	17.4	4.84
Ev sineği, Larva, Kuru	93.7	56.8	20.0	6.8	18.0	6.07
Ev sineği, Pupa, Kuru	96.4	58.3	15.8	6.8	19.9	5.70
Un kurdu Böceği	38.6	63.7	18.4	3.1	16.1	5.79
Un kurdu, Larva	37.6	52.7	32.8	3.2	5.7	6.49
Un kurdu, Pupa	39.0	54.6	30.8	3.4	5.1	6.43
Un kurdu, Larva, Kral	40.9	45.3	55.1	2.9	7.2	7.08
Sivrisinek, Larva, kuru	94.0	42.2	16.1	11.8	*	*
Su piresi, Kuru	91.7	55.2	6.6	10.8	*	*
Mum güvesi, Larva	34.1	42.4	46.4	2.7	4.8	7.06
Güve Tırtılı	*	48.7	11.1	*	*	3.75
Tırtıl	*	56.8	11.3	*	*	*
İpek böceği Larvası	*	48.7	30.1	*	*	*
İpek böceği	*	23.1	14.2	*	*	2.29
Karınca yumurtası	*	17.4	3.8	*	*	12.8
Ağaç karıncası	*	8.9	5.8	*	*	1.11

\*: Belirlenememiştir. (Bernard ve ark., 1997; Andrew, 2010)

**Böceklerin Üretim Ve Kullanım Aşamaları**

Böceklerin hayvan yemlerinde kullanım zinciri ve endüstriyel ölçekte işleme süreci Şekil 1 ve 2'de verilmiştir. Böcek yetiştirme işi kompleks bir iş olmayıp, organik atıklar seçilerek minimal maliyetle yapılabilen ve biyo atıkları dönüştürerek de ziraat endüstrisine bir değer katmaktadır (Khusro ve ark., 2012). Tipik olarak tüketilen böcekler ya doğadan toplanmakta ya da küçük ölçeklerde çiftliklerde yetiştiriciliği yapılmaktadır (Smith ve Pryor, 2014).

**Böceklerin Besin Madde İçerikleri**

Bazı böceklerin besin madde ve enerji içerikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge 1'de

görülüşü gibi böcekler sadece yüksek protein içeriğine değil, aynı zamanda yağ, vitamin ve mineral içeriği bakımından da yüksek besleme değerine sahiptirler. Böcekler yüksek protein ve mineral içeriğinden dolayı kullanılabilir olmasına rağmen unutulmamalıdır ki, böcekler toksin üretebilir ve bazı durumlarda da mineral düzeyleri toksik seviyede olabilir. Bu nedenle, kanatlı yemlerine dahil edilmeden önce özel olarak dikkat edilmesi gerekir (Khusro ve ark., 2012). Böcekler arasında yağ içeriği bakımından önemli bir varyasyon görülmektedir (Veldkamp ve ark., 2012). Finke (2008), genel olarak, dişi böceklerin erkek böceklerden daha fazla yağ içerdiğini bildirmiştir.

Jacob (2013), böceklerin yüksek düzeyde fosfor, düşük düzeyde kalsiyum içerdiklerini bildirmişlerdir. Kalsiyumun/fosfora oranı 1'den daha düşüktür. Bitkilerde bulunan fosforun yarıyılları daha düşük iken, böceklerde bulunan fosforun yarıyıllığı hemen hemen %100'dür. Böceklerin çoğu, demir, çinko, bakır, manganez ve selenyum gibi iz mineraller bakımından mükemmel bir kaynaktır. Ancak böceklerin mineral içerikleri, beslenme şekillerine ve mevsime göre değişebilmektedir. Bazı yenilebilir güneşte kurutulmuş böceklerin mineral içerikleri (mg/kg Kuru Madde) ise Çizelge 2'de verilmiştir.

Böcekler, direk yem hammaddesi ya da yem katkı maddesi olarak pet ve çiftlik hayvanlarının rasyonlarında kullanılmaktadır (Van Huis ve ark., 2013). Böcekler hayvan beslemede kullanıldığı gibi çok eski zamanlardan beri bir protein kaynağı olarak insan beslenmesinde de önemli bir rol oynamaktadır (Moreki ve ark., 2012). Çoğunluğu gelişmekte olan ülkeler olmak üzere Dünya'da yaklaşık 1.900 böcek türü tüketilmektedir (Van Huis, 2013). Bazı farklı ülkelerdeki yenilebilir böcek sayıları da Çizelge 3'de verilmiştir.

Bazı böcek türlerinin balık unuyla aminoasit içeriği bakımından mukayesesi Çizelge 4'de verilmiştir. Böcek proteinlerinin kalitesinin balık unu ve soya fasulyesi küspesine benzer olduğu bildirilmektedir (Jacob, 2013). Ancak, Çizelge 4'de görüldüğü üzere tarla çekirgesinin histitin düzeyi balık ununa kıyasla düşük düzeydedir. Veldkamp ve ark. (2012), soya küspesiyle mukayese ettiklerinde, böcek proteinlerinin genellikle arjinin ve sistein bakımından daha düşük (un kurdu larvaları), metiyonin ve tirozin bakımından daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Sarı un kurdu larvalarının proteinleri özellikle esansiyel aminoasit içeriği bakımından yüksektir.

Pretorius (2011), karasinek pupalarının larvalarından daha yüksek sindirilebilirlik değerlerine sahip olduğunu bildirmiştir. Aynı zamanda, dışkı aminoasit sindirilebilirliğinin, dışkı protein sindirilebilirliğinden daha yüksek olduğunu belirlemiştir. Soya fasulyesi küspesi, karasinek larva ve pupalarının broylerde dışkıda besin madde ve aminoasit sindirilebilirlikleri (%) ise Çizelge 5'de verilmiştir.

**Çizelge 2:** Bazı yenilebilir güneşte kurutulmuş böceklerin mineral içerikleri (mg/kg Kuru Madde)

Parametreler	Locust ( <i>Schisocerca gregaria</i> ) (Çekirge)	Cricket ( <i>Gymnogrillus lucens</i> ) (Cırcır Böceği)	Termite ( <i>Macrotermes bellicosus</i> ) (Beyaz Karınca)	Grasshopper ( <i>Zonocerus variegatus</i> ) (Çekirge)	<i>Tenebrio molitor</i> (Un Kurdu)
Bakır	99.04	69.05	77.77	73.02	16.00
Demir	574.75	519.00	205.30	349.27	57.00
Magnezyum	1484.17	1538.77	1400.17	1669.50	2300.00
Kobalt	8.55	2.07	0.15	5.45	*
Çinko	160.37	256.55	159.30	256.92	116.00
Sodyum	290.25	156.25	287.50	243.25	900.00
Potasyum	480.12	282.80	317.50	225.25	8900.00
Kalsiyum	*	*	*	*	2700.00
Fosfor	*	*	*	*	7800.00

\*: Belirlenememiştir (Ajai ve ark., 2013; Anonymous, 2014)

### **Böceklerin Hayvan Beslemede Kullanılmasına Yönelik Çalışmalar**

Fanatico (1998), kanatlı hayvanların çayır otlama sistemine dahil edilmesiyle, hayvanların tohum, böcek ve kurtçuklar tüketerek yem maliyetini %30'kadar azaltabileceklerini bildirmişlerdir. Awoniyi ve ark. (2003), sinek kurtçuklarını (maggots) balık ununa ikame olarak %25, 50, 75 ve 100 oranında broyler yemlerinde kullanmışlardır. Canlı ağırlık kazancı, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, protein yarıyıllılık oranı 3-9 haftalık yaşlarda önemli düzeyde etkilenmiştir. Broylerde, balık ununa alternatif olabilecek etkili sinek kurtçuklarının kullanım oranının %25

olduğu bildirilmiştir. Sonuç olarak, sinek kurtçuklarının balık ununun yerini alabilecek ucuz bir yem hammaddesi olduğu kanısına varmışlardır. Wang ve ark. (2005), yetişkin bir tarla çekirgesinin %58.3 ham protein, %10.3 ham yağ, %8.7 kitin, %2.96 ham kül ve 2.960 kcal/kg ME içerdiğini bildirmişlerdir. Broyler yemlerinde, balık ununa ikame olarak %15 düzeylerine kadar kullanılan çekirge ununun canlı ağırlık kazancı, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranını olumsuz etkilemeden, özellikle yoksul bölgelerdeki protein açığını kapatmak için kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

**Çizelge 3:** Bazı farklı ülkelerdeki yenilebilir böcek sayıları

Ülke	Her bir taksonomideki sayısı			
	Takım	Familya	Cins	Tür
Burma	7	14	17	17
Çin	10	30	36	46
Hindistan	7	17	22	24
Endonezya	8	15	20	25
Japonya	11	19	22	27
Filipinler	6	13	17	21
Tayland	10	31	69	80
Vietnam	8	18	20	24
Avustralya	7	22	39	49
Papua Yeni Gine	11	22	31	34
Kongo	7	15	25	30
Madagaskar	7	15	22	22
Güney Afrika	7	16	32	36
Zaire	5	21	47	62
Zimbabve	7	14	25	32
Brezilya	7	14	19	23
Kolombiya	8	20	36	48
Meksika	10	42	99	136
ABD	10	27	53	69

(Andrew, 2010)

Oyegoke ve ark. (2006), *Cirina forda* larvasının bir kanatlı yem hammaddesi olarak kullanım olanağını belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Broyle yemlerinde balık ununa karşı %50 ve 100 oranında ikame etmişlerdir. Deneme sonu itibarıyla ağırlık kazancı ve büyüme oranı muamelelerden önemli düzeyde etkilenmemiştir. *C.forda* larvasının bir protein kaynağı olarak, geleneksel balık ununun yerini alabileceğini bildirmişlerdir. Awoniyi (2007), sinek kurtçuklarının (maggots) hem kanatlı et üretiminde hem de yumurta üretiminde kullanılabilir iyi bir protein kaynağı olduğunu bildirmiştir. Anand ve ark. (2008), Acridid'lerin (tırmanan çekirgeler olarak bilinen, Ağustos böceklerini kapsayan bir familya) doğadaki omurgalı hayvanlar, memeli hayvanlar dahil bir çok hayvanlar için cezbedici ve önemli bir doğal yem kaynağı olduğunu bildirmişlerdir. Yaptıkları analizler ile acriditlerin, soya küspesi ve balık ununa kıyasla daha yüksek oranda protein içerdiklerini (%63-65) ifade etmişlerdir. Hwangbo ve ark. (2009), broyle rasyonlarına %5, 10, 15 ve 20 düzeyinde kattıkları ev sineği kurtçuklarının (house fly-maggots) broyle performansı ve et kalitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır.

**Çizelge 4:** Bazı böcek türlerinin balık unuyla aminoasit içeriği bakımından mukayesesi (g/100 g KM)

Aminoasit Profili	Tarla Çekirgesi (HP:%58.3) Aminoasit, %	Un Kurdu ( <i>Tenebrio molitor</i> , HP:%52.8), Aminoasit, %	Cırcır Böceği (Anabrus simplex, HP:%59.8), Aminoasit, %	Balık Unu (HP:%60,2) Aminoasit, %
Arjinin	3.68	4.8	5.3	3.24
Histitin	1.94	3.4	3.0	3.70
İzolösin	3.09	4.6	4.8	2.33
Lösin	5.52	8.6	8.0	4.20
Lizin	4.79	5.4	5.9	4.51
Metiyonin	1.93	1.5	1.4	1.59
Sistin	1.01	0.8	0.1	0.49
Fenilalanin	2.86	4.0	2.5	2.35
Tirozin	3.94	7.4	5.2	1.72
Treonin	2.75	4.0	4.2	2.25
Valin	4.42	6.0	6.0	2.62
Aspartik asit	6.29	7.5	8.8	4.77
Serin	3.72	7.0	4.9	2.06
Glutamik asit	9.07	11.3	11.7	6.02
Alanin	5.55	7.3	9.5	3.33
Prolin	4.50	6.8	6.2	2.71
Glisin	3.62	4.9	5.9	3.11

(Wang ve ark., 2005; Anonymous, 2014)

Ev sineği kurtçuklarının yüksek protein (%63.99), esansiyel aminoasit içeriği (%29.46) ve yüksek protein sindirilebilirliği ile (%98.50) broylelerin performanslarını önemli düzeyde etkilemişlerdir. Ev sineği kurtçuklarının katkısıyla canlı ağırlık

kazancı lineer olarak artarken, yemden yararlanma oranı önemli düzeyde etkilenmemiştir. Broyleler için, rasyona %10-15 düzeyinde ev sineği kurtçuklarının katılmasının en etkili doz düzeyi olduğunu bildirmişlerdir. Bu doz düzeyleri karkas randımanı, göğüs kası ve but kasını önemli düzeyde

artırmıştır ( $P < 0.05$ ). Aynı zamanda, kontrol grubuna kıyasla ev sineği kurtçukları ile beslenen broylerlerin göğüs etinin lizin ve triptofan içeriği kontrol grubuna kıyasla önemli düzeyde artmıştır. Amao ve ark. (2010), westwood (*Crina forda*) larvalarının tropikal bölgelerde balık ununa ikame olarak %0, 25, 50 75 ve 100 oranlarında yumurta tavuk rasyonlarında kullanılmasının yumurtlama performansı ve yumurta kalitesi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Bu larvaların ham protein, ham selüloz, ham yağ, kuru madde ve ham kül bakımından balık unundan daha zengin olduğunu bildirmişlerdir. Yumurta tavuk yemlerine, balık ununa %100 oranında (*Crina forda*) larvalarının ikame edilmesiyle günlük yumurta üretimi önemli düzeyde azalmıştır. Yumurta sarı skoru, kabuk kalınlığı ve Haugh birimi muamelelerden önemli düzeyde etkilenmemiştir. Ancak, *Crina forda* larvalarının yumurta tavuğu rasyonlarında balık ununun %75'ine kadar kullanılabilmesi sonucuna varmışlardır. Deneme sonu itibarıyla hiçbir ölümün görülemediğini (*Crina forda*) larvalarının toksik madde içermemesine bağlamışlardır. Ekpo (2011), *Oryctes rhinoceros* (OR), *Imbrasia belina* (IBL), *Macrotermis bellicosus* (MB) ve *Rhynchophorus phoenicis* (RP) larvalarının ratların rasyonlarında kullanımının sindirilebilirlik, proteinden yararlanma oranı (PER), karaciğer, dalak, kalp, böbrek ve akciğer ağırlıklarının önemli düzeyde etkilemediğini bildirmiştir. *Imbrasia belina* larvasıyla beslenen ratlarda serum ALP ve ALT değerleri kontrol grubuna kıyasla daha yüksek, plazma protein ve üre değerleri ise benzer bulunmuştur. Sonuç olarak, böceklerin gelişmekte olan ülkelerdeki besleme ile ilgili problemleri çözmede iyi bir alternatif olacağını fakat bu problemleri çözmek için zamanın henüz erken olduğunu bildirmiştir. Pretorius (2011), broylerlerde *Musca domestica* (ev sineği) larvalarının soya küspesi içeren rasyonlara kıyasla canlı ağırlık kazancı ve yem tüketimini önemli düzeyde arttırdığını bildirmiştir. Bu larvalar taşlıkta bir erozyona ve bir toksiteye neden olmamıştır. %10 düzeyinde ev sineği larvası alan gruplarda karkas ve göğüs kası oranı soya küspesi alan gruba kıyasla önemli düzeyde artmıştır. Ancak, göğüs ve but kası rengi ve pH'sı muamelelerden önemli düzeyde etkilenmemiştir. *Musca domestica* larva ve pupalarının esansiyel yağ asitlerinden linoleik asit içeriklerinin sırasıyla toplam yağın % 26.25 ve 36.27 oranında olduğunu bildirmiştir. Sun ve ark. (2012), Tibet'te çekirge bakımından yoğun bir popülasyona sahip olan meralarda otlayan piliçlerin etlerinin daha güçlü bir antioksidan potansiyeline ve daha uzun bir raf ömrüne sahip olduklarını bildirmişlerdir. Jacob (2013), kanatlı eti ve yumurtasının besin madde içeriğinin, tüketilen

böcek türünden etkilenebileceğini bildirmiştir. Tavuklarda, böcek tüketimine bağlı olarak yumurtalarının yağ içeriğinin arttığı gözlenmiştir.

**Çizelge 5:** Soya fasulyesi küspesi, Karasinek larva ve pupalarının broylerlerde dışkıda besin madde ve aminoasit sindirilebilirlikleri (%)

Besin Maddeleri	Hwangbo ve ark. 2009		Pretorius, 2011	
	Karasinek Larva	Soya Fasulyesi Küspesi	Karasinek Larva	Karasinek Pupa
Kuru Madde	*	*	81	83
Ham Protein	98.5	98.0	69	79
Ham Yağ	*	*	94	98
Ham Kül	*	*	83	85
Ham Selüloz	*	*	62	58
<b>Aminoasitler</b>				
Arjinin	95.6	93.9	*	93
Sistin	92.7	87.6	*	*
Histitin	93.7	90.1	87	87
Izolösin	92.2	93.3	*	*
Lösin	94.7	92.7	*	*
Lizin	97.6	92.7	*	*
Metiyonin	95.6	93.0	*	*
Fenialanin	96.8	94.7	*	*
Treonin	93.3	89.3	93	97
Triptofan	93.9	93.2	95	99
Tirozin	96.1	93.8	*	*
Valin	94.5	91.1	91	91

\*: Belirlenmemiştir

## Sonuç

Sonuç olarak, böceklerin alternatif bir protein kaynağı olarak özellikle kanatlı hayvan beslemede kullanılabilmesi sonucuna varılmıştır. Böceklerin hayvan beslemede kullanılacak olması ile pestisitlerin kullanımının minimize edileceği ve çevre kirliliğinin azaltılacağı düşünülmektedir. Ayrıca, bu işlem kırsal alanda yaşayanlar için de bir iş imkanı yaratacaktır. Yapılan literatür çalışmalarında, böceklerin tat, tekstür gibi lezzetlilik ve fonksiyonel özellikleri ile ilgili bir bilgiye rastlanılmamıştır. Dolayısıyla, böceklerin lezzetlilik ve fonksiyonel özelliklerinin ortaya konulacağı büyük ölçeklerde yapılacak yeni çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca, gelişmekte olan ülkelerde böceklerin hayvan yemlerinde daha fazla kullanılabilir bir hayvansal protein haline getirebilmek ve iş gücü maliyetlerini azaltabilmek için böcek üretiminde yeni yöntemlerin ve mekanizasyon kısmına da ele alınması gerektiği unutulmamalıdır.

## Kaynaklar

Ajai, A.I., Bankole, M., Jacob, J.O. and Audu, U.A., 2013. Determination of some essential

- minerals in selected edible insects. *African Journal of Pure and Applied Chemistry*, 7(5): 194-197.
- Amao, O.A., Oladunjoye, I.O., Togun, V.A., Olubajo, K. and Oyaniyi, O., 2010. Effects of westwood (*Cirina forda*) larva meal on the laying performance and egg characteristics of laying hen in a tropical environment. *International Journal of Poultry Science*, 9(5): 450-454.
- Anand, H., Ganguly, A. and Haldar, P., 2008. Potential value of acridids as high protein supplement for poultry feed. *International Journal of Poultry Science*, 7(7): 722-725.
- Andrew, N., 2010. Australian poultry CRC. Final Report. Program (Subprogram No. 1). Australian Poultry CRC Pty Ltd. 1-14.
- Anonymous, 2014. List of animal feeds. Feedipedia-animal feed resources information system. <http://www.feedipedia.org/content/feeds?category=17919> (21.04.2014).
- Awoniyi, T.A.M., Aletor, V.A. and Aina, J.M., 2003. Performance of broiler- chickens fed on maggot meal in place of fishmeal. *International Journal of Poultry Science*, 2(4): 271-274.
- Awoniyi, T.A.M., 2007. Health, nutritional and consumers' acceptability assurance of maggot meal inclusion in livestock diet: A review. *International Journal of Tropical Medicine*, 2(2): 52-56.
- Bambara, S and Watson, W., 2011. Insects found in forage and pasture. NC State University. Department of Entomology. <http://www.ces.ncsu.edu/depts/ent/notes/forage/past&for/past&for.html> (09.05.2014).
- Bernard, J.B., Allen, M.E. and Ullrey, D.E., 1997. Feeding captive insectivorous animals: Nutritional aspects of insects as food. Nutrition Advisory Group Handbook. Fact Sheet 003, August: 1-7.
- Ekpo, K.E., 2011. Nutritional and biochemical evaluation of the protein quality of four popular insects consumed in southern Nigeria. *Scholars Research Library*, 3(6): 24-40.
- Fanatico, A., 1998. Feeding chickens. ATTRAnational sustainable agriculture information service. <http://ucanr.org/sites/placernevadasmallfarms/files/102989.pdf> (28.08.2014)
- Finke, M.D., 2008. Nutrient content of insects. In J.L. Capineira (Ed.) *Encyclopedia of Entomology*, 2nd Edition. Springer Netherlands. 2687-2710.
- Hwangbo, J., Hong, E.C., Jang, A., Kang, H.K., Oh, J.S., Kim, B.W. and Park, B.S., 2009. Utilization of house fly-maggots, A feed supplement in the production of broiler chickens. *Journal of Environmental Biology*, 30 (4): 609-614.
- Jacob, J., 2013. Including insects in organic poultry diets. <http://www.extension.org/pages/69999/including-insects-in-organic-poultry-diets#.U2uEPTPehdg> (08.04.2014).
- Khusro, M., Andrew, N.R. and Nicholas, A., 2012. Insects as poultry feed: A scoping study for poultry production systems in Australia. *World's Poultry Science Journal*, 68 (3): 435-446.
- Moreki, J.C., Tiroesele, B. and Chiripasi, S.C., 2012. Prospects of utilizing insects as alternative sources of protein in poultry diets in Botswana: A Review. *Journal of Animal Science Advance*, 2(8): 649-658.
- Oyegoke, O.O., Akintola, A.J. and Fasoranti, J.O., 2006. Dietary potentials of the edible larvae of *Cirina forda* (Westwood) as a poultry feed. *African Journal of Biotechnology*, 5(19): 1799-1802.
- Pretorius, Q., 2011. The evaluation of larvae of *Musca domestica* (common house fly) as protein source for broiler production, Stellenbosch University, MSc Thesis, Stellenbosch. <http://scholar.sun.ac.za/handle/10019.1/6667> (29.08.2014)
- Prins, J.D., 2014. Book review on edible insects: Future prospects for food and feed security. *Advances in Entomology*, 2 (1): 47-48.
- Smith, R. and Pryor, R., 2014. Enabling the exploitation of insects as a sustainable source of protein for animal feed and human nutrition. PROTeINSECT grant agreement number: 312084. Work Package 5: Pro-Insect Platform in Europe-Deliverable 5.1. <http://www.ffpdi.org/documents/legislation/D5.1t-FINAL.pdf> (04.09.2014)
- Sun, T., Long, R.J., Liu, Z.Y., Ding, W.R. and Zhang, Y., 2012. Aspects of lipid oxidation of meat from free-range broilers consuming a diet containing grasshoppers on Alpine steppe of the Tibetan Plateau. *Poultry Science*, 91(1): 224-231. <http://ps.oxfordjournals.org/content/91/1/224> (09.04.2014)
- Van Huis, A.V., 2013. Potential of insects as food and feed in assuring food security. *Annual Review of Entomology*, 58: 563-583.

- Van Huis, A.V., Itterbeeck, J.V., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G and Vantomme, P., 2013. Edible insects: Future prospects for food and feed security. FAO Forestry Paper, Wageningen, 171.
- Veldkamp, T., Duinkerken, G.V., Huis, A.V., Lakemond, C.M.M., Ottevanger, E., Bosh, G. and van Boekel, M.A.J.S., 2012. Insects as a sustainable feed ingredient in pig and poultry diets- a feasibility study. Wageningen UR Livestock Research, Report 638.
- Wang, D., Zhai, S.W., Zhang, C.X., Bai, Y.Y., An, S.H. and Xu, Y.N., 2005. Evaluation on nutritional value of field crickets as a poultry feedstuff. *Asian-Australian Journal of Animal Science*, 18(5): 667-670.