



Broyler Beslemede Protein İhtiyacının Karşılmasında Yeni Bir Yaklaşım: Böcekler

Fulya ODABAŞI Derya YEŞİLBAĞ*

Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Veteriner Fakültesi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, Türkiye

Geliş Tarihi: 07.12.2020

Kabul Tarihi: 14.04.2021

Basım Tarihi: 30.06.2021

Atf yapmak için: Odabaşı, F. & Yeşilbağ, D. (2021). Broyler Beslemede Protein İhtiyacının Karşılmasında Yeni Bir Yaklaşım: Böcekler. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 6(2), 180-187.

How to cite: Odabaşı, F. & Yeşilbağ, D. (2021). A New Approach to Protein Requirements in Broiler Feeding: Insects. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 6(2), 180-187.

*ID: <https://orcid.org/0000-0003-1816-2684>
ID: <https://orcid.org/0000-0001-9174-0079>

***Sorumlu yazarın:**

Derya YEŞİLBAĞ
Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları
Anabilim Dalı, Veteriner Fakültesi, Bursa
Uludağ Üniversitesi, Bursa, Türkiye.
✉: dysesilbag@uludag.edu.tr

Öz: Ülkemiz hayvancılığının gelişmesinde etkili olan sektörlerden biri de kanatlı sektördür. Sektörde ilerleyebilmek için yüksek verimli ırkların kullanılması yanında hayvanların besin madde ihtiyaçları yönünden yeterli ve dengeli diyetlerle beslenme zorunluluğu vardır. Bu zorunluluk kanatlı hayvanların sindirim sistemi fizyolojik yapısından kaynaklanmakta ve sindirimi daha kolay ve esansiyel besin maddelerince zengin ham maddelerin kullanımını gerekli kılmaktadır. Kanatlıların tüketimine sunulan karma yem tüm besin maddelerini içeren ham maddelerin toplamından oluşmaktadır. Bu nedenle karma yemlerinin hazırlanmasında gereksinim duyulan enerji ve protein kaynaklarının sürdürülebilir şekilde diyetle ilave edilmesi oldukça önemlidir. Ülkemiz, değerli protein kaynakları açısından kendi kendine yetebilen bir ülke konumunda olmadığından bu kaynakları dışarıdan almak zorundadır. Kanatlı diyetlerinin protein açığının kapatılmasında, diyetin temelini oluşturan bitkisel ve hayvansal protein kaynaklarına alternatif yeni ham madde arayışı devam etmektedir. Bu alternatif kaynaklardan birisi de böceklerdir.

Anahtar kelimeler: Alternatif protein kaynağı, böcek proteini, kanatlı.

A New Approach to Protein Requirements in Broiler Feeding: Insects

Abstract: One of the sectors that are effective in the development of animal husbandry in our country is the poultry sector. In addition to the use of high-yielding breeds in order to progress in the sector, there is an obligatory nutritional requirement with adequate and balanced diets in terms of nutritional needs of animals. This necessity stems from the physiological structure of the digestive system of poultry and requires the use of raw materials that are easier to digest and rich in essential nutrients. Compound feed offered to the consumption of poultry consists of the sum of raw materials containing all nutrients. For this reason, it is very important to add the energy and protein sources needed in the preparation of mixed feeds to the diet in a sustainable way. Since our country is not in a self-sufficient position in terms of valuable protein sources, it has to take these sources from the outside. In order to close the protein deficit of poultry diets, the search for new raw materials that are alternative to vegetable and animal protein sources, which form the basis of the diet, continues. One of these alternatives is insects

***Corresponding author's:**

Derya YEŞİLBAĞ
Department of Animal Nutrition and
Nutritional Diseases, Faculty of Veterinary
Medicine, Bursa Uludağ University, Bursa,
Turkey
✉: dysesilbag@uludag.edu.tr

Keywords: Alternative protein source, insect protein, poultry.

GİRİŞ

Günümüzde, insan beslenmesinde hayvansal kaynaklı proteinlerin üretimi (süt, yumurta, kırmızı ve

beyaz et) hızla büyüyen bir sektör haline gelmiştir. Hayvansal proteine olan talep her geçen gün artmakta ve 2010 ile 2030 yılları arasında hayvansal proteine olan talebin %45 oranında artacağı tahmin edilmektedir (İpçak

& Alçıçek, 2015). Ancak hayvan beslemede kullanılan proteince zengin hammaddelerde yaşanan sıkıntı, sektörü tehdit edebilecek düzeydedir. Özellikle, ülkemizin protein kökenli bazı yem hammaddeleri konusunda ithalata bağımlı olması gerek iç piyasada gerekse dış piyasada zorluklara yol açmaktadır. Kanatlı üretiminde maliyetlerin yaklaşık %70-80 inin yem kaynaklı olduğu ve yemlerde kullanılan kaliteli protein kaynakları (esansiyel amino asitlerce zengin) arasında başlıca rendering ürünleri ve soyanın bulunduğu düşünüldüğünde, bu hammaddelerin fiyatlarındaki dalgalanmalar üreticileri zor duruma sokabilmektedir. Bu nedenle sektörün etkinliğinde hayvan besleme alanında ekonomik ve sürdürülebilir alternatif hammadde kaynaklarının ortaya konması büyük önem arz etmektedir. Böceklerin, sürdürülebilir ve ucuz protein kaynağı olması, broyler beslemede yem maliyetlerini düşürmede alternatif protein kaynağı olarak kullanılmalarına olanak sağlayabilir. Araştırmalar, böceklerin besin madde bileşiminin, balık unu ve soya fasulyesi küspesi besin madde bileşenleri ile kıyaslandığında önemli farklılıkların oluşmadığını ve broyler üretiminin karlılığına katkıda bulunabileceğini göstermiştir.

Broyler Beslemede Kullanılan Protein Kaynakları: *Proteinler;* aminoasitlerden oluşan yüksek molekül ağırlığına sahip organik bileşiklerdir. Organizmada çeşitli görevler üstlenmektedirler. Canlının hastalıklara karşı korunmasından, asit-baz dengesinin sağlanmasından ve çeşitli özelliklerin nesilden nesile aktarılmasından proteinler sorumludur. Örnek verecek olursak, fizyolojik olayları düzenleyen hormon ve enzimlerin yapısına giren bazı proteinler yaşamın sürdürülmesini sağlamaktadırlar (Ergün vd., 2017). Tüm bu görevleri düşündüğümüzde vücudun hayati fonksiyonlarından sorumlu olduğu görülmektedir. Kısacası, proteinlerin yetersizliğinde, tüm çiftlik hayvanlarında öncelikle verimde gerileme ve yetersizliğin şiddetli ve uzun süreli olduğu durumlarda ise ölümler görülmektedir. Kanatlı diyetlerinde kullanılan proteinin miktarından ziyade kalitesi oldukça önemlidir. Protein kalitesi; proteinin sindirilme oranı, aminoasit bileşimi ve yoğunluğunu ifade etmektedir. Bu nedenle kanatlı beslenmesinde proteinin kendisinden ziyade aminoasit profilinden, özellikle de esansiyel aminoasit içeriğinden söz edilir. Bondari ve Sheppard, (1981) yaptıkları bir çalışmada; proteinin kanatlı diyetleri için çok önemli bir besin maddesi olduğunu ve zarar gören doku ve organların yenilenmesi, büyüme ve gelişmenin sürdürülmesi için mutlaka gerekli olduğunu öne sürmüştür.

Tavuklarda yaşama payı protein ihtiyacı düşüktür. Yani tüketilen proteinin büyük bir kısmı verim payı protein ihtiyacını karşılamak için harcanır. Broyler diyetlerinin yapısını incelediğimizde; başlangıç döneminde ham protein (HP) düzeyinin %22-25, büyüme döneminde %21-

23, bitirme dönemi diyetlerinde ise %19-23 olduğu bilinen bir gerçektir (Ross Broiler Handbook, 2014). Bu yüksek düzeylerdeki ham protein ihtiyacının karşılanabilmesi ancak hayvansal protein kaynakları ile mümkündür. Ayrıca yaşama ve verim dönemine göre hesaplanan protein miktarının esansiyel aminoasitlerle dengelenmesi gerekmektedir.

Kanatlı beslemede özellikle de broyler beslemede kullanılan protein kaynakları başlıca bitkisel ve hayvansal olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Bitkisel protein kaynaklarına başlıca; soya fasulyesi küspesi, ayçiçeği küspesi, pamuk tohumu küspesi ve kanola küspesi gibi yağ endüstrisi yan ürünlerine ilaveten baklagiller ve farklı tahıl yan ürünleri örnek olarak verilebilir. Hayvansal protein kaynaklarına ise balık unu, et-kemik unu, kemik unu gibi rendering ürünlerini örnek olarak gösterebiliriz. Bitkisel protein kaynaklarının esansiyel amino asit kompozisyonu özellikle de lizin ve metiyonin içeriği hayvansal protein kaynaklarına göre daha düşük olup sınırlayıcı nitelik taşımaktadır. Hayvansal protein kaynakları ise *Salmonella spp.* gibi patojen bakterilerle bulaşık olması açısından hayvan ve insan sağlığı için risk oluşturmaktadır. Bu amaçla Avrupa Birliği, 999/2001 düzenlemesi ile gıda üretimine yönelik yetiştirilen hayvanların beslenmesinde hayvansal protein kullanımını yasaklamıştır. Türkiye’de de kanatlı rendering ürünlerinin kanatlı diyetlerinde kullanımına 1 Ocak 2017 yılı itibarıyla son verilmiştir. Kanatlı diyetlerinde kullanılan protein kaynaklarına ilişkin bahsedilen sorunlar farklı, sürdürülebilir, ucuz, temini kolay ve dengeli alternatif protein kaynaklarına olan ihtiyacı arttırmaktadır.

Alternatif Protein Kaynağı: BÖCEKLER: Böcekler, hayvansal ve bitkisel protein kaynaklarına alternatif bir protein kaynağı olarak görülmektedir. Bu ifadeyi desteklemek amacıyla Zhao vd., (2016) yeni bir protein alternatifi olan böceklerin, insan ve hayvan gıdası için yüksek miktarlarda yetiştirilmesi gerekliliğini savunduğu bilimsel araştırma sonuçlarını verebiliriz. Yenilebilir böcekler; başlıca, atıkların biokütle dönüşüm oranlarının yüksek olması, kısa yetiştirme süresi ve yüksek protein içeriği gibi belirtilen avantajları ile öne çıkmaktadırlar (Oonincx vd., 2015 & Van Der Fels-Klerx vd., 2016). Çoğunluğu gelişmekte olan ülkeler olmak üzere Dünya’da 2000’den fazla yenilebilir böcek türü olduğu bildirilmiştir (Van Huis, 2015). Böcekler, aslında kanatlı hayvanlar için doğal yem kaynaklarıdır. Çünkü tavuklar açık alanda dolaşma esnasında topraktan kurtçuk, larva ve böcekleri toplayıp tüketebilmektedirler. Kısacası organik tavukçuluğun yapısı içerisinde böcek tüketimi yer almaktadır. FAO’nun hayvan yem kaynakları bilgi sisteminde, siyah sinek larvaları (*Hermetia illucens*), ev sineği kurtçukları, çekirge, cırcır böceği, yemek kurtları, ipek böceği larvaları yer almaktadır (Van Huis vd., 2013).

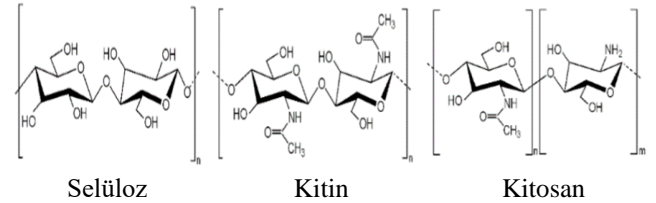
Böceklerin Besin Madde Kompozisyonu: Kanatlı diyetlerine protein kaynağı olarak ilave edilen böceklerin yüksek protein içeriklerinin yanında, yağ, vitamin ve mineral bakımından da zengin kaynaklar olduğu görülmektedir. Payne vd., (2016) çalışma sonuçları, yenilebilir böceklerin besin kalitesinin, besin madde ihtiyaçlarının karşılanmasında yeterli bir protein kaynağı olabileceğini göstermektedir. Fakat böceklerin besin madde bileşimleri, büyüme ortamları ve yetiştirme koşullarına ek olarak yaşam evrelerine de bağlı olarak değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir (Makkar vd., 2014). Örneğin, Jozefiak ve Engberg, (2015) karasinek larvasının metiyonin içeriği kanatlı dışkısında yetiştirildiğinde, çeşitli bitkisel artıklarda yetiştirilenlerden daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Astuti vd., (2018) hurma çekirdeği atığında yetiştirilen Kara Asker Sineğinin %40,29 düzeyinde orta zincirli bir yağ asidi olan ve antimikrobiyel özellik gösterebilen laurik asit içerdiğini bildirmişlerdir. Böcek unlarının doymamış yağ asidi içeriği yüksektir. Hammadde kaynağı olarak kullanılacak böceklerin yüksek doymamış yağ asidi ve protein düzeyi, depolama esnasında oksidasyon ve mikrobiyel bozulma gibi problemlere neden olabilmektedir. Sonuçta bu problemler hammaddenin raf ömrü ve kalitesini etkileyebilen önemli faktörlerdir (Awoniyi vd., 2004). Veldkamp vd., (2012) böcekler arasında yağ içerikleri bakımından önemli farklılıklar bulunduğunu bildirmiştir. Dişi böceklerin erkeklere kıyasla daha fazla yağ içerdiği belirtilmiştir (Finke,2008). Böceklerin mineral madde konsantrasyonları da yüksek olup özellikle demir, çinko, bakır, manganez ve selenyum gibi iz mineraller bakımından önemli bir kaynaktır. Bitkilerde bulunan fosforun değerliliği daha düşükken böceklerde bulunan fosforun değerliliği daha yüksektir. Ancak diğer besin madde içeriklerinde olduğu gibi böceklerin mineral madde içerikleri de beslenme şekillerine ve mevsime göre değişkenlik gösterebilmektedir. Böcek dış kabuğu, kitin içermekte olup, büvelek sineği ve un kurdu larvalarında kitin içeriği yaklaşık KM üzerinden %5.4 ve %2.8 olarak belirlenmiştir (Finke, 2013).

Böcekler besin madde profili (protein, yağ, vitamin, mineral) yanında fonksiyonel özellik gösteren yapıları da bünyelerinde taşımaktadırlar.

Böceklerin Fonksiyonel Özellik Gösteren Yapıları: Kitin – Kitosan - Kitosan Oligosakkariti: Kitin; Böcek ve örümcek gibi karada yaşayan birçok eklem bacaklı hayvanın dış iskeletine sertlik veren sert, elastik olmayan, azotlu polisakkarit yapıda bir karbonhidrattır (Kumar, 2000). Selülozdan sonra doğada en çok karşılaşılan polisakkarittir. Jozefiak vd., (2016) Celeoptera, Diptera, Dictyoptera ve Ephemeroptera larvalarının kuru maddede % 2.7-16.2, eklem bacaklıların ise % 18-60 oranında kitin içerdiğini saptamıştır. Kitinin

birçok türü bulunur ve bunlar arasında en önemlisi kitosandır. (Şekil 1)

Kitosanın daha yüksek çözünürlüğe sahip düşük molekül ağırlıklı oligosakkarit formu olan kitosan oligosakkarit (KOS) türü geliştirilmiştir. Kitin ve özellikle kitosan oligosakkaritleri, tavuk diyetlerine yem katkı maddesi olarak ilave edildiğinde; antimikrobiyal, antioksidan, immünomodülatör ve hipokolesterolemik etkiler gösterebilmektedir (Swiatkiewicz vd., 2015).



Şekil 1. Kitin türevleri (Yıldırım vd.,2015).

Figure1. Chitin derivatives (Yıldırım et al.,2015).

Kitin ve özellikle kitosanın biyolojik özelliklerinden en önemlisi sahip oldukları antimikrobiyal aktivitedir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda kitosanın bakteriler üzerindeki inhibitör etkisinin daha çok bakteriyostatik olduğu görülmüştür (Goy vd., 2009 & Kong vd., 2010). Kitosan ve türevlerinin antimikrobiyal etki mekanizması tam olarak bilinmemektedir. Kitinden farklı olarak kitosan ve KOS primer amino gruplarına sahiptir ve antimikrobiyel etkide bu amino gruplarının önemli olduğu varsayılmaktadır (Chen vd., 2002). Ortamın pH değerinin, kitosan ve türevlerinin sahip olduğu amino gruplarının pKa değerinden (6,3-6,5) düşük olması durumunda kitosan ve türevleri polikasyonik bir yapı kazanmaktadır. Bu yapıdaki kitosan ile mikroorganizmaların yüzeyinde bulunan anyonik bileşenler arasında meydana gelen elektrostatik etkileşimin antibakteriyel aktivitede önemli olduğu ortaya konulmuştur (Kong vd., 2010). Bu elektrostatik etkileşim hücre yüzeyinde negatif ve pozitif yüklerin dağılımının farklılaşmasına neden olur. Bu farklılaşma membran stabilitesinin bozulmasına ve geçirgenliğinin değişmesine neden olmaktadır. Membran geçirgenliğinin değişmesi sonucu besin maddeleri hücre içerisine girememekte veya hücre içi bileşenleri (örneğin glukoz, K iyonları, düşük moleküler ağırlığına sahip proteinler, nükleik asitler, laktat dehidrogenaz enzimi) hücre dışına sızmakta ve bunların sonucunda da hücre ölümü gerçekleşmektedir. Yapılan çalışmalar kitosan ve türevlerinin ilk etki ettiği yerin hücre duvarı olduğunu ve mikroorganizma ölümünün ise membran yapısının bozulmasından kaynaklandığını göstermiştir (Helander vd., 2001 ; Qi vd., 2004).

Kitosan iskeletine bağlı proton bağlayabilen amino gruplarının sayısı elektrostatik etkileşimde önemli görevler üstlenmektedir (Kim vd., 2005 ; Kong vd., 2010). Jeon vd., (2001) amino grubu sayısını arttırmak için N-ucuna asparajin aminoasidi eklenmiş Kitosan

oligosakkaritleri ile yaptıkları çalışmada, bu yapıdaki kitosanın bakteri hücre duvarındaki negatif yüklü karboksil gruplarıyla daha kuvvetli etkileşime girdiğinin belirlenmesi bu durumu kanıtlar niteliktedir.

Kitosanın antioksidan aktivitesi serbest radikalleri söndürme veya metal iyonlarını bağlama aktivitesinden ileri gelmektedir. Kitosanın içerdiği hidroksil (-OH) ve amino (-NH₂) grupları stabil olmayan serbest radikallerle reaksiyona girerek onların stabil moleküllere dönüşmesini sağladıkları ve metal iyonlarını bağladıkları için antioksidan aktiviteden sorumlu temel fonksiyonel gruplardır. Sun vd., (2008) kitosan ve türevlerinin antioksidan aktivitesini esas olarak polimer zincirlerindeki aktif hidroksil ve amino gruplarına bağlı olarak gösterdiğini bildirmiştir. Huang vd., (2005) kitosan oligosakkaritinin metal iyon tutum yeteneğinin hidroksil radikal tutucu potansiyeli üzerine büyük ölçüde etkisinin olduğunu bildirmiş ve antioksidan etkisinin bu özelliğinden kaynaklanabileceğini belirtmiştir. Kitosan oligosakkaritlerinin serbest radikal tutucu özelliği deasetile edilme derecesine ve moleküler ağırlığına bağlı olarak değişmektedir. Yin vd., (2002) düşük molekül ağırlığına sahip KOS'in 0.5 mg/ml düzeyindeki konsantrasyonda % 80'den daha fazla süperoksit radikal tutucu aktiviteye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Je vd., (2004) yüksek derecede deasetile (% 90) edilmiş Kitosan oligosakkaritinin hidroksil, süperoksit ve karbon merkezli radikallerin tutulumunda daha etkili olduğunu ileri sürülmüştür.

Kitosan oligosakkaritlerinin antikanserijen etkisinin ise lökositler, sitotoksik T hücreleri ve natürel killer hücreler gibi immun sistem savunma hücrelerinin uyarılmasıyla oluştuğu fakat doğrudan tümör hücrelerini öldürme gibi bir etkilerinin olmadığı düşünülmektedir (Tokoro vd., 1998). Antikanserijen etki de kitosan oligosakkaritlerinin molekül ağırlığı önemli rol oynamaktadır.

Kitosan ile ilgili yakın zamanda yapılan çalışmalar, bu maddenin hipokolesterolemik ve hipolipidemik etkisinin de olduğunu göstermiştir. Bu etkisinin, yemdeki yağları bağlayabilme ve bağırsaktan absorpsiyonunu önleyebilme yeteneğine bağlı olduğu belirtilmiştir. Kobayashi vd., (2002) tarafından yapılan bir çalışmada kitosanın broylerlerde abdominal yağ düzeyinde önemli bir azalma yarattığı ve ince bağırsak içeriğinde lipaz aktivitesini azalttığı tespit edilmiştir.

Suzuki vd., (2002) tavukların proventrikulus ve karaciğer hücrelerinde kitinaz enziminin üretildiğini fakat üretimin yetersiz olduğunu bildirmişlerdir. Bu nedenle kitinin sindirilebilirliği sınırlı düzeydedir (Hossain & Blair, 2007). Böceklerin kutiküler iskeletinde yüksek düzeyde (% 45'e kadar) yer alan kitinin yem tüketimini olumsuz etkilediği ve protein sindirilebilirliğini azalttığı saptanmıştır (Longvah vd., 2011). Bu nedenlerden dolayı kitin ve türevlerinin çeşitli işlemlere tabi tutulduktan sonra

diyetlere yem katkı maddesi olarak eklenmesi daha uygundur.

Hayvan Beslemede Böceklerin Kullanımı:

Avrupa Birliği'nde yoğun soya üretiminin çevreye olan olumsuz etkileri (yüksek su gereksinimi, ekimi için ormanlık alanların tahribatı, zirai ilaç ve gübre kullanımı) başta olmak üzere önceki bölümlerde belirtilen birçok nedene bağlı olarak kanatlı yemlerinde böcek proteininin kullanılabilme potansiyeli artış göstermektedir. Doğada serbest dolaşım olarak yetiştirilen tavuklar, tüm yaşam evrelerinde böcekleri severek tüketmektedir. Bu durum, böceklerin kanatlı diyetinin doğal bir parçası olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, kanatlı diyetlerine böcek proteinlerinin dâhil edilmesi ve böcek yetiştiriciliğinin yaygınlaştırılması amacıyla uygun yetiştirme sistemlerinin geliştirilmesi doğru bir yaklaşım olarak görünmektedir. Nitekim 8 Ekim 2015 tarihinde Avrupa Gıda Güvenliği otoritesi böcek proteinlerinin insan ve hayvanlar için protein kaynağı olarak kullanımının risk değerlendirmesi sonucunda, böcek proteinlerinin diğer hayvansal proteinlerle benzer riskler gösterdiğini açıklamıştır.

Avrupa Birliği 2017/893 sayılı düzenleme ile, Temmuz 2017 tarihinden itibaren 7 farklı böcek proteininin su ürünleri yetiştiriciliğinde yemlerde kullanımına izin vermiştir. - Black soldier fly - Siyah asker sineği (*Hermetia illucens*) - Common housefly -Ev sineği (*Musca domestica*) - Yellow mealworm- Sarı un kurdu (*Tenebrio molitor*) - Lesser mealworm- Altlık böceği (*Alphitobius diaperinus*) - House cricket-Ev cırcırı (*Acheta domestica*) - Banded cricket-Tropikal ev cırcırı (*Gryllodes sigillatus*) - Field cricket-Çayır Cırcırı (*Gryllus assimilis*).

Ancak henüz çiftlik hayvanlarının beslenmesinde kullanımına izin verilmemiştir. Bununla birlikte 2022 yılına kadar kanatlı diyetlerinde işlenmiş böcek proteinlerinin kullanımına izin verilmesi beklenmektedir.

Hollanda'da Protix ve Bühler Insect Technology firmaları tarafından hayvan yemlerinde kullanılmak üzere siyah asker sineği üretimi için ilk endüstriyel ölçekli tesisler kurulmuştur. Protix firması böcek unu ve yağı üreticisi olarak üretim kapasitesini artırmak ve hayvan yemlerinde böceklerin kullanımına ilişkin Ar-Ge çalışmalarına 45 milyon € fon aktarmıştır. Böcek üreticisi Agri Protein firması ise ABD ve Kanada'da 20 böcek çiftliği kurmuş, global hedefin 2020'de 100, 2027'de 200 çiftliğe çıkarmak olduğunu açıklamıştır (Koeleman, 2017).

Hayvan Besleme Açısından Böcek Üretiminin

Avantaj ve Dezavantajları: Yem amacıyla kullanılan böcekler gübre ve organik atıklar üzerinde yetiştirilebilmektedirler. Bu durum hem sürdürülebilirlik hem de çevre kirliliğinin önlenmesi bakımından önemli bir avantaj sağlamaktadır. Yem hammaddesi olarak böcekler, yetişkinlerinin yanı sıra larva ve pupa gibi gelişim dönemleri de kullanılabilir. Büyümeleri çok hızlı,

yemden yararlanmaları çok yüksektir. Bir kg böcek proteini üretmek için yaklaşık 2 kg organik artık ile 1 m² alan yeterli olmaktadır (Van Broekhoven vd., 2015). Ayrıca, 1 kg et üretimi için böcekler, sığır ve domuzlara kıyasla atmosfere çok daha küçük miktarlarda sera gazı ve amonyak bırakmaktadırlar (Smith & Pryor, 2014). Kanatlı rasyonlarına böceklerin ilave edilmesiyle yem maliyetlerinin de aşağı çekileceği gerçeği de önemli bir avantajdır. Yem bileşeni olarak böceklerin kullanılması aynı zamanda, tarlada böceklerin ürüne verdiği zararı azaltacak, pestisitlerin kullanımını minimize edecek ve çevresel kirliliğin azalmasına katkıda bulunacaktır.

Günümüzde böcek türlerinin kanatlı hayvan beslemede kullanımına yönelik en büyük engel üretim miktarının yetersiz oluşu, elde edilen ürünün standardizasyonun sağlanamaması ve maliyetidir. Ancak uygun böcek türünün doğru belirlenmesi ve böcek üreten şirketlerin artması ve otomasyonun kullanımı ile üretimin artacağı ve maliyetin azalacağı düşünülmektedir. Böcekler protein başta olmak üzere yüksek besin maddesi içeren, sürdürülebilir besin maddesi kaynağı olmaları yanında göz ardı edilmemesi gereken bazı risk faktörlerini de içermektedirler. Bunlar; mikrobiyal, kimyasal, toksikolojik ve alerjik riskler olarak sıralanabilir. Böcekler toksin üretebilir ve bazı durumlarda da mineral düzeyleri toksik seviyede olabilir. Bunların yanı sıra, bazı böcek türlerinin yapılarında bulunan antinutrisyonel faktörler (tiyamin bağlayıcı siyanojenik glikozitler), zehirli böcek türleri ve allerjenik reaksiyonlar diğer risk faktörleri arasında bulunmaktadır. Böcek türlerinin yem hammaddesi olarak kabul edilebilmesi için üzerlerinde fazla sayıda bilimsel çalışma yapılması ve olumlu ve olumsuz yönlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Her ne kadar böcek türleri yem kalitesi açısından önemli bir potansiyel olsa da Avrupa Birliği şu an için böcek proteinlerinin yem olarak değerlendirilmesine izin vermemiştir.

Kanatlı diyetlerinde Böcek Kullanımının Elde Edilen Hayvansal Ürünler Açısından Değerlendirilmesi (Tüketici Değerlendirmeleri): Kanatlı diyetlerinde böcek unu ve böcek gibi fonksiyonel ürünlerinin kullanılmasının birçok açıdan avantaj sağladığı bilinmesine rağmen, bu ham maddeleri tüketen hayvanlardan elde edilen ürünlerin kalitesi ve tüketici tercihleri yönünde yapılan çalışmalar çok yeni olup devam etmektedir. Sun vd., (2013) erkek broylerlerde et kalitesini belirleme üzerine yaptıkları bir çalışmada; mısır ve soya fasulyesi bazlı diyetle beslenen kontrol grubu ile büyük bir çekirge popülasyonu içeren otlaklarda yetiştirilen deneme grubu arasındaki farklılıklar ortaya koymayı amaçlamıştır. Bu çalışmaya göre deneme grubunun göğüs ve but eti, çiğneme, lezzet ve aroma bakımından kontrol grubuna göre daha çok beğenilirken, renk ve sululuk bakımından iki grup arasında önemli bir fark görülmediği tespit edilmiştir. Ancak araştırmacılarında belirttiği gibi gruplar arasında oluşan

farkın çekirge tüketiminden mi, geniş beslenme seçiminden mi yoksa artan hareketlilikten mi kaynaklandığı net olarak ortaya konulamamıştır. Khan vd., (2018) farklı türdeki böcek küspesi (kurtçuk küspesi, ipekböceği küspesi, yem kurdu) ile beslenen broyler piliçlerin etinin organoleptik özelliklerini karşılaştırmak için yaptıkları çalışmada duyuşal profil üzerinde hiçbir fark bulunmadığını bildirmişlerdir. Kara asker sineği larvasının broyler diyetlerine dâhil edilmesinin et kalitesine etkisinin incelendiği bir çalışmada, kara asker sineği larvasını tüketen broylerlerde etin pH'sının daha düşük olduğu ve renginin daha açık olduğu gözlenmiştir. Ayrıca böcek ürünleri tüketen broyler piliçlerin etlerinde doymuş yağ asitlerinin (SFA) ve aterosjenik indeksin (AI) toplam miktarı artarken, çoklu doymuş yağ asitleri (PUFA), PUFA ile SFA (P / S), n-6/n-3 PUFA hipo/hiperkolesterolemik yağ asitleri oranlarının azaldığı gözlemlenmiştir.

Proteinsect Avrupa Projesi kapsamında 2013-2014 ve 2015 yılları arasında diyetlerine böcek ilave edilmiş hayvanlardan elde edilen ürünlerin tüketimi ile ilgili iki anket gerçekleştirilmiş ve anket sonuçlarına göre katılımcıların %64'ü böceklerle beslenen çiftlik hayvanlarının ürünlerinin tüketilmesini sağlık açısından düşük riskli ya da risksiz olarak değerlendirmiştir. Yine örneklemin %88'i konuyla ilgili bilgi eksikliğine dikkat çekmiş ve daha fazla bilgi istenmiştir (Proteinsect, 2016). Verbeke vd., (2015)'nin Belçikalı çiftçiler, tarım sektörü çalışanları ve vatandaşlarla yaptıkları anket sonuçları, genellikle katılımcıların böceklerin özellikle balık ve kümes hayvanı diyetlerine ilave edilmesinde bir sakınca görmediklerini ortaya koymuştur. Laureati vd., (2015) böceklerle beslenen hayvansal ürünlerin tüketimi ile ilgili farklı bakış açılarını karşılaştırmak için, 341 öğrenci ve Milano Üniversitesi çalışanları ve akademiyle ilgisi olmayan tüketicilerle iki aşamalı bir anket gerçekleştirmiş ve örneklemin % 53'ünün böceklerin hayvan diyetlerine dâhil edilmesini ve bu şekilde yetiştirilen hayvanların ürünlerini tüketmeye hazır olduklarını belirttiklerini bildirmişlerdir. Yapılan bir başka çalışmada ise Macar katılımcılara, Free-Range modeli ile yetiştirilen hayvanlardan elde edilen etler ile diyetlerine böcek unu ilave edilmiş hayvanlardan elde edilen etleri tüketme konusundaki fikirleri sorulmuş ve sonuçta 1-7 ölçeğinde yapılan ankette katılımcıların, serbest dolaşan hayvanların eti için 5,11 puan verirken, böcek unu tüketen hayvanların eti için önemli ölçüde daha az puan (3,69) verdikleri belirtilmiştir (Szendro vd., 2020).

SONUÇ

Böcek kökenli protein kaynaklarının kanatlı diyetlerinde kullanımı teknik olarak mümkün görülmekte ve yem maliyetlerinin azaltılması, çevre kirliliğinin önlenmesi, yeni istihdam sahaları oluşturulması gibi birçok

açından avantaj sağlayacağı düşünülmektedir. Ancak, böcek üretiminin mikrobiyel bulaşmaya yol açabilmesi ve böcek kökenli yemlerde bulunabilecek toksinlerin bu yemi tüketen hayvanlarda alerjik ve toksik etki oluşturabilmesi ve üretimde standardizasyonun sağlanamaması gibi konulardan endişe duyulmaktadır. Sonuç olarak; böcek unlarının yem değeri, sindirilebilirliği, broyler diyetlerine ne kadar ilave edilebileceği, fonksiyonel avantajları, negatif etkileri, üretim modeli ve standardizasyonu, bu modelle beslenmiş hayvanların ürünlerinin kalitesi ve pazar payı gibi konularda daha ileri çalışmalara ihtiyaç olduğu göz ardı edilmemeli ve böcek kökenli protein kaynaklarının kanatlı yemi olarak kullanılmasının bilimsel veriler ışığında oluşturulacak mevzuat çerçevesinde gerçekleştirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Aviagen Ross-308 Performans Kitapçığı, (2014).** http://tr.aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/Ross-308-Broiler-PO-2014-EN.pdf.2014
- Awoniyi, T.A.M, Adetuyi, F.C & Akinyosoye, F.A. (2004).** Microbiological investigation of maggot meal, stored for use as livestock feed component. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, **2**, 104-106.
- Bondari K & Sheppard DC. (1981).** Soldier fly larvae as feed in commercial fish production. *Aquaculture*, **24**, 103-109. DOI: [10.1016/0044-8486\(81\)90047-8](https://doi.org/10.1016/0044-8486(81)90047-8)
- Chen, Y.M., Chung, Y.C., Wang, L.W., Chen, K.T & Li, S.Y. (2002).** Antibacterial properties of chitosan in wtarborne pathogen. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, **37**, 1379-1390. DOI: [10.1081/ESE-120005993](https://doi.org/10.1081/ESE-120005993)
- Ergün, A., Çolpan, İ., Yıldız, G., Küçükersan, S., Tuncer, D. Ş., Yalçın, S., Küçükersan, M. K., Şehu, A. & Saçaklı, P. (2017).** *Hayvan besleme ve beslenme hastalıkları*, **7**, 63-65s, Ankara.
- Finke, MD. (2008).** Nutrient content of insects. In J.L. Capineira (Ed.), *Encyclopedia of Entomology*, 2nd ed., 2687-2710p, Springer Netherlands.
- Finke, M.D. (2013).** Complete nutrient content of four species of feeder insects. *Zoo Biology*, **32**, 27-36. DOI: [10.1002/zoo.21012](https://doi.org/10.1002/zoo.21012)
- Goy, R.C., De Britto, D. & Assis, O.B.G. (2009).** A Review of the Antimicrobial Activity of Chitosan. *Polimeros*, **19**(3), 241-247. DOI: [10.1590/S0104-14282009000300013](https://doi.org/10.1590/S0104-14282009000300013)
- Helander, I.M., Nurmiaho-Lassila, E.L., Ahvenainen, R., Rhoades, J. & Roller, S. (2001).** Chitosan Disrupts the Barrier Properties of the Outer Membrane of Gram-Negative Bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, **71**(2-3), 235-244. DOI: [10.1016/S0168-1605\(01\)00609-2](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(01)00609-2)
- Hossain, S.M. & Balur, R. (2007).** Chitin utilisation by broilers and its effect on body composition and blood metabolites. *British Poultry Science*, **48**(1), 33-38. DOI: [10.1080/00071660601156529](https://doi.org/10.1080/00071660601156529)
- Huang, R., Mendis, E. & Kim, SK. (2005).** Factors affecting the free radical scavenging behavior of chitosan sulfate. *International Journal of Biological Macromolecules*, **36**(1-2), 120-127. DOI: [10.1016/j.ijbiomac.2005.05.001](https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2005.05.001)
- İpçak, H. H. & Alçıçek, A. (2015)** Hayvan Beslemede Alternatif Protein Kaynaklarının Geliştirilmesi. *11. Ulusal Zooteknik Öğrenci Kongresi*, 14
- Je, JY., Park, PJ. & Kim, SK. (2004).** Free radical scavenging properties of hetero chitooligosaccharides using an ESR spectroscopy. *Food Chemical Toxicology*, **42**(3), 381-387. DOI: [10.1016/j.fct.2003.10.001](https://doi.org/10.1016/j.fct.2003.10.001)
- Jeon, Y.J., Park, P.J. & Kim, S.K. (2001).** Antimicrobial effect of chitooligosaccharides produced by bioreactor. *Carbohydrate Polymers*, **44**(1), 71-76.
- Jozefiak, D. & Engberg, RM. (2015).** Insect as poultry feed. *20th European symposium on Poultry Nutrition*, 24-27 August 2015, Prague, Czech Republic, 73-79.
- Jozefiak, D., Józefiak, A., Kieronczyk, B., Rawski, M., Swiatkiewicz, S., Dlugosz, J. & Engberg, R.M. (2016).** Insects – A natural nutrient source for poultry. *Annals of Animal Science*, **16**(2), 297–313. DOI: [10.1515/aoas-2016-0010](https://doi.org/10.1515/aoas-2016-0010)
- Khan, S., Khan, R.U., Alam, W. & Sultan, A. (2008).** Evaluating the nutritive profile of three insect meals and their effects to replace soya bean in broiler diet. *Journal of Animal Physiology Animal Nutrition*, **102**(2), 662-668. DOI: [10.1111/jpn.12809](https://doi.org/10.1111/jpn.12809)
- Kim, H.J., Chen, F., Wang, X. & Rajapakse, N.C. (2005).** Effect of chitosan on the biological properties of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Agricultural Food Chemistry*, **53**(9), 3696-3701. DOI: [10.1021/jf0480804](https://doi.org/10.1021/jf0480804)
- Kobayashi, S., Terashima, Y. & Itoh, H. (2002).** Effects of dietary chitosan on fat deposition and lipase activity in digesta in broiler chickens. *British Poultry Science*, **43**(2), 270-273. DOI: [10.1080/00071660120121490](https://doi.org/10.1080/00071660120121490)
- Koeleman, E. (2017).** *There is a bug in the (feed) system!* Erişim Tarihi: 16.02.2018, <http://www.allaboutfeed.net/New-Proteins/Articles/2017/12/There-is-abug-in-the-feed-system-222668E>
- Kong, M., Chen, X.G., Xing, K. & Park, H.J. (2010).** Antimicrobial properties of chitosan and mode of

- action: a state of the art review. *International Journal of Food Microbiology*, **144**, 51-63. DOI: [10.1016/j.ijfoodmicro.2010.09.012](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.09.012)
- Kumar, Majeti NV Ravi.**(2002). A review of chitin and chitosan applications. *Reactive and Functional Polymers*, **46**, 1-27. DOI: [10.1016/S1381-5148\(00\)00038-9](https://doi.org/10.1016/S1381-5148(00)00038-9)
- L. W. D. van Raamsdonk, H. J. van der Fels-Klerx. & J. de Jong.** (2017). New feed ingredients: the insect opportunity. *Food Additives & Contaminants: Part A*, **34**(8), 1384-1397. DOI: [10.1080/19440049.2017.1306883](https://doi.org/10.1080/19440049.2017.1306883)
- Laureati, M., Proserpio, C., Jucker, C. & Savoldelli, S.** (2016). New sustainable protein sources: Consumers' willingness to adopt insects as feed and food. *Italian Journal of Food Science*, **28**, 652-668.
- Longvah, T., Mangthya, K. & Ramulu, P.** (2011). Nutrient composition and protein quality evaluation of eri silkworm (*Samia ricinii*) prepupae and pupae. *Food Chemistry*, **128**(2), 400-403. DOI: [10.1016/j.foodchem.2011.03.041](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.03.041)
- Makkar, H.P.S., Tran, G., Heuzé, V. & Ankers, P.** (2014). State of the art on use of insects as animal feed. *Animal Feed Science & Technology*. **197**, 1-33. DOI: [10.1016/j.anifeedsci.2014.07.008](https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.07.008)
- Oonincx, D. G. A. B., Van Broekhoven, S., Van Huis, A. & Van Loon, J. J. A.** (2015). Feed conversion, survival and development, and composition of four insect species on diets composed of food by-products. *Plos One*, **10**(12), 1-20. DOI: [10.1371/journal.pone.0144601](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144601)
- Payne, C. L.R., Scarborough, P., Rayner, M. & Nonaka, K.** (2016). Asystematic review of nutrient composition data available for twelve commercially available edible insects, and comparison with reference values. *Trends in Food Science & Technology*, **47**, 69-77. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.10.012>
- PROteINSECT** (2016). *Enabling the exploitation of Insects as a Sustainable Source of Protein for Animal Feed and Human Nutrition*. Final Report Summary PROTEINSECT. <https://cordis.europa.eu/project/rcn/105074/reporting/en>
- Qi, L., Xu, Z., Jiang, X., Hu, C. & Zou, X.** (2004). Preparation and antibacterial activity of chitosan nanoparticles. *Carbohydrate Research*, **339**(16), 2693-2700. DOI: [10.1016/j.carres.2004.09.007](https://doi.org/10.1016/j.carres.2004.09.007)
- Smith, R. & 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. 5p. Pro-Insect Platform in Europe-Deliverable
- Sun, T., Yao, Q., Zhou, D. & Mao, F.** (2008). Antioxidant activity of N-carboxymethyl chitosan oligosaccharides. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters* **18**(21), 5774-5776. DOI: [10.1016/j.bmcl.2008.09.072](https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2008.09.072)
- Sun, T., Long, R.J. & Liu, Z.Y.** (2013). The effect of a diet containing grasshoppers and access to free-range on carcass and meat physicochemical and sensory characteristics in broilers. *British Poultry Science*, **54**, 130-137. DOI: [10.1080/00071668.2012.756575](https://doi.org/10.1080/00071668.2012.756575)
- Suzuki, M., Fujimoto, W., Goto, M., Morimatsu, M.S. & Toshihiko, I.** (2002). Cellular Expression of Gut Chitinase mRNA in the Gastrointestinal Tract of Mice and Chickens. *Journal of Histochemistry Cytochemistry*, **50**, 1081-1089. DOI: [10.1177/002215540205000810](https://doi.org/10.1177/002215540205000810)
- Światkiewicz S., Swiatkiewicz M., Arczewska-Wlosek A. & Jozefiak D.** (2015). Chitosan and its oligosaccharide derivatives (chito-oligosaccharides) as feed supplements in poultry and swine nutrition. *Journal of Animal Physiology Animal Nutrition*, **99**, 1-12. DOI: [10.1111/jpn.12222](https://doi.org/10.1111/jpn.12222)
- Szendro, K. , Zita Nagy, M. & Tóth, K.** (2020). Consumer Acceptance of Meat from Animals Reared on Insect Meal as Feed. *Animals*, **10**(8), 1312. DOI: [10.3390/ani10081312](https://doi.org/10.3390/ani10081312)
- Tokoro, A., Tatewaki, N., Suzuki, K., Mikami, T., Suzuki, S. & Suzuki, M.** (1998). Growth inhibitory effect of hexa-N-acetylchitohexaose and chitohexaose and Meth-A solid tumor. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, **36**, 784-790. DOI: [10.1248/cpb.36.784](https://doi.org/10.1248/cpb.36.784)
- Van Broekhoven, S., Gutierrez, M.J., De Rijk, T.C., De Nijs, W.C.M. & Van Loon, J.J.A.** (2017). Degradation and excretion of the Fusarium toxin deoxynivalenol by an edible insect, the Yellow mealworm (*Tenebrio molitor* L.). *World Mycotoxin Journal*, **10**(2), 163-169. DOI: [10.3920/WMJ2016.2102](https://doi.org/10.3920/WMJ2016.2102)
- Van Huis, A.,** (2015). Edible insects contributing to food security? *Agriculture & Food Security*, **4**, 20.
- Van Huis, A.V., Itterbeek, J.V., 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 Dunkerken, G., Van Huis, A., Lakemond, C.M.M., Ottevanger, E., Bosch, G. & Van Boekel, M.A.J.S.** (2012). Insects as a sustainable feed ingredient in pig and poultry diets – a feasibility study. Report 638, Wageningen UR Livestock Research.

-
- Verbeke, W., Spranghers, T., De Clercq, P., De Smet, S., Sas, B. & Eeckhout, M. (2015).** Insects in animal feed: Acceptance and its determinants among farmers, agriculture sector stakeholders and citizens. *Animal Feed Science & Technology*, **204**, 7287. DOI: [10.1016/j.anifeedsci.2015.04.001](https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.04.001)
- Yıldırım, Z., Oncül, N. & Yıldırım, M. (2015).** Kitosan ve antimikrobiyal özellikleri. *Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **5**(1), 19-36.
- Yin, XQ., Lin, Q., Zhang, Q. & Yang, LC. (2002).** O²-scavenging activity of chitosan and its metal complexes. *Chinese Journal of Applied Chemistry*, **19**, 325-328.
- Zhao, X., Vázquez-Gutiérrez, J. L., Johansson, D. P., Landberg, R. & Langton, M. (2016).** Yellow mealworm protein for food purposes - extraction and functional properties. *Plos One*, **11**(2). DOI: [10.1371/journal.pone.0147791](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0147791)