

## SAĞLIĞIN GELİŞTİRİLMESİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİR BESLENME İÇİN ALTERNATİF BİR KAYNAK: YENİLEBİLİR BÖCEKLER

**Mücahit Muslu\***

İstanbul Arel Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Yüksekokulu, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul, Türkiye

Geliş / Received: 03.05.2020; Kabul / Accepted: 17.09.2020; Online baskı / Published online: 30.09.2020

Muslu, M. (2020). Sağlığın geliştirilmesi ve sürdürülebilir beslenme için alternatif bir kaynak: yenilebilir böcekler. *GIDA* (2020) 45(5) 1009-1018 doi: 10.15237/gida.GD20071

*Muslu, M. (2020). An alternative source for improvement of health and sustainable nutrition: edible insects. GIDA (2020) 45(5) 1009-1018 doi: 10.15237/gida.GD20071*

### ÖZ

Dünya genelinde nüfusun artması beslenme sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Yaklaşık olarak her 9 kişiden 1'i açlık çekmektedir. Yenilebilir böcekler yüksek biyokütle ve çeşitliliğe sahiptir. Yüksek kalitede protein, doymamış yağlar, vitaminler, mineraller ve biyoaktif maddeler açısından zengindir. Yetiştirilmeleri için diğer hayvansal kaynaklara göre daha az yem, su ve alan gerekmektedir. İnsan ve hayvanların oluşturduğu biyolojik atıklar da böcek yetiştirmek için kullanılabilir. Böceklerden elde edilen biyoaktif maddeler sağlığın geliştirilmesi ve hastalıkların önlenmesinde kullanılabilir. Bu nedenle birçok firma tarafından böcek ürünleri üretilmekte ve 55 milyon dolarlık bir pazar bulunmaktadır. Yenilebilir böcekler faydaları yanında mikrobiyolojik, parazitolojik ve alerjik riskler de taşımaktadır. Bu nedenle üretimleri sırasında belli kurallara dikkat edilmesi gerekmektedir. Bu standartların belirlenmesi için bilimsel çalışmaların artırılması, mevzuatların geliştirilmesi ve uluslararası politikaların oluşturulması gerekmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Sürdürülebilir beslenme, yenilebilir böcekler, böcek ürünleri

## AN ALTERNATIVE SOURCE FOR IMPROVEMENT OF HEALTH AND SUSTAINABLE NUTRITION: EDIBLE INSECTS

### ABSTRACT

The increase in the population throughout the world brings along nutritional problems. Approximately 1 in 9 people are starving. Edible insects have high biomass and variety. It is rich in high quality protein, unsaturated fats, vitamins, minerals and bioactive substances. Less feed, water and area is required for their cultivation compared to other animal sources. Biological waste generated by humans and animals can also be used to grow insects. Bioactive substances obtained from insects can be used in health promotion and disease prevention. For this reason, insect products are produced by many companies and there is a 55 million dollar market. Edible insects carry microbiological, parasitological and allergic risks in addition to their benefits. Therefore, certain rules must be observed during their production. Scientific studies should be increased, legislation should be developed and international policies should be established to determine these standards.

**Keywords:** Sustainable nutrition, edible insects, insect products

\* Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author

✉: dytmuslu@gmail.com,

☎: (+90) 850 850 27 35

☎: (+90) 212 860 04 81

Mücahit Muslu; ORCID no: 0000-0002-8761-5061

## GİRİŞ

Uluslararası kuruluşlar tarafından yayınlanan Gıda Güvenliği ve Beslenme Durumu raporuna göre küresel açlık son 10 yıl içinde artış göstermiş ve 2017'de her 9 kişiden birinin (821 milyon) açlık çektiği belirtilmiştir. Dünya nüfusunun 2050 yılında 9 milyar bulacağı tahmin edilmektedir. Gün geçtikçe nüfusun artması, ilerleyen dönemlerde bu krizin daha da derinleşeceğini göstermektedir (Van Huis vd., 2013; FAO vd., 2018). Günümüzde üretilen besin miktarı artacak insan nüfusunu beslemek için yeterli olmadığından üretim potansiyelinin artması gerekmektedir. Bu ihtiyacın karşılanması için de yeni arazilerin besin üretimi için kullanılması gerekecektir. Aynı zamanda artan nüfus için yerleşim yeri ihtiyacı arazilerin kullanımı açısından rekabet doğuracaktır. Tarım ve yerleşim yerleri artarken aynı zamanda CO<sub>2</sub> üretimi artacak ve çevresel sorunlar ortaya çıkacaktır (Raiten vd., 2020). Tüm bu sorunlar karşısında alternatif bir besin kaynağı olarak yenilebilir böcekler; besin ve yem üretimi, ticareti ve kullanımı aynı zamanda besin kalitesi, güvenliği ve çevre etkileri gibi birçok yönden değerlendirilmektedir (Van Huis, 2020).

Böcekler hayvanlar aleminde büyük bir çeşitlilik göstererek toplam hayvan biyokütlesinin %95'ini oluşturmaktadır (De Castro vd., 2018). Yaşamın farklı evrelerinde yumurta, larva, pupa veya yetişkin böcek olarak tarih boyunca insanlar tarafından tüketilmiştir (Kouřimská ve Adámková, 2016; FAO, 2020). Entomofaji terimi (Yunanca kelime *ἔντομον* *éntomon*, “böcek” ve *phav* *phagein*, “yemek”) böceklerin besin olarak kullanılmasını ifade etmektedir (Evans vd., 2015). Günümüzde Afrika, Asya ve Latin Amerika başta olmak üzere yaklaşık 2 milyar insan toplamda 1900'den fazla böcek türünü tüketmektedir. Küresel olarak en sık tüketilen türler; tırtıllar, arılar, eşek arısı ve karıncalardır. Onları çekirge, cırcır böceği, ağustos böceği, yaprak böceği, termit, yusufoçuk, sinek ve diğer türler takip etmektedir (FAO, 2020). Özellikle ekonomik yönden gelişmemiş ülkelerde böcekler beslenme sorunlarını gidermede önemli etkinliğe sahip olup toplumun beslenmesinde geniş yer tutmaktadır (Cox vd., 2020). Besin olarak en sık tüketilen

böcek türleri; *Coleoptera* (% 31), *Lepidoptera* (% 18), *Hymenoptera* (% 14), *Orthoptera* (% 13) ve *Hemiptera* (% 10)'dır (Sun-Waterhouse vd., 2016; FAO, 2020). Birçok toplumun tüketmesi aynı zamanda artan ihtiyaçlar göz önüne alındığında yenilebilir böcekler gelecek için açlığın önlenmesinde alternatif besin kaynakları arasında gösterilmektedir (FAO, 2020). Böceklerin besinsel olarak kullanılmasının yanında patojen veya toksik etken riskleri de bulunmaktadır. Bu nedenle Gıda ve İlaç İdaresi (FDA) böcekleri insan ve hayvan tüketimi için besin olarak değerlendirip böceklerin yetiştirilmesi, işlenmesi ve pazarlanması konusunda belirli standartlar geliştirmiştir (FDA, 2016). Yenilebilir böceklerin 2017 yılında pazar tüketim büyüklüğü 55 milyon doların üzerindedir. Yenilebilir böcek endüstrisi 2024 yılına kadar %43.5'in üzerinde büyüme amaçlamaktadır (Koko ve Mariod, 2020).

Yenilebilir böcekler genel olarak orman habitatında yetişmektedir. Günümüzde yenilebilir böceklerle ilginin artmasıyla birlikte yenilebilir böcek endüstrisi gelişmiş ve teknolojik donanımına sahip böcek çiftlikleri kurulmuştur. Bu çiftliklerde böcek üretiminin yanında bilimsel araştırmalar yapılmaktadır (Wade ve Hoelle, 2020). Üretilen böceklerin avantajları olmasına rağmen insanların tüketimi konusunda sorunlar bulunmaktadır. Böceklerin canlı protein kaynakları olarak tercih edilmemesi en büyük problemdir (Mlcek vd., 2014). Genel olarak, böcek temelli gıdalara yönelik tutumlar sosyokültürel veya psikolojik nedenlerle ilişkilidir (Poma vd, 2017). Bunun yanında bazı besin etiketleme çalışmaları ve kullanım şekilleri ile tüketim kabulünün artabileceği belirtilmiştir (Wendt ve Czaczkes, 2020). Örneğin böcek etinin hamburger olarak tüketimi tüketim kabulünü ve algısını değiştirebilmektedir (Poortvliet vd., 2019). Önemli sorunlardan diğeri ise yeni besin alternatifini üretme ve pazarlama aşamasında standartların belirlenmemesi, araştırmaların yetersiz olması ve buna bağlı olarak mevzuat ve tüzüklerin oluşturulmamasıdır. Bu alanda geliştirilecek uluslararası standartlara, etkin ortaklara, etkili iletişime, tanıtıma ve politikalara ihtiyaç duyulmaktadır (Stull ve Patz, 2020).

## BESİNSEL OLARAK BÖCEK ÜRETİMİNİN FAYDALARI

Böcek üretiminin faydalarının başında hayvanın yem kütlesini vücut kütlesine dönüştürmedeki etkinliğinin bir ölçüsü olan 'yem verimliliği' gelmektedir. Örneğin ev cırcır böceği (*A. domestica*) yem dönüşümünün tavuklardan iki kat, domuzlardan 4 kat ve sığırlardan 12 kat daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Görüldüğü gibi böcek eti verimliliği diğer hayvanlara göre oldukça yüksektir (Van Huis vd., 2013). Aynı zamanda böcekler hayvan ve insan atıkları gibi organik atıkların değerlendirilmesinde de kullanılabilir. Bu durum böceklerin beslenmesini sağlarken atıkların dönüştürülmesi ve çevrenin temizlenmesini de sağlamaktadır (Barbi vd., 2020).

Sürdürülebilirlik açısından değerlendirildiğinde böcekler, kanatlılar veya çiftlik hayvanlarına göre daha az amonyak ve sera gazı üretmektedir. Aynı zamanda böcek eti üretimi için daha az su gerekmektedir (Van Huis, 2017). Hayvanların çoğalması ve et üretimi için gerekli olan arazi bakımında böcekler diğer hayvanlara göre avantaj sağlamaktadır. Daha dar alanlarda daha yüksek verimde ürün alınabilmektedir (Mulia, 2019). Daha az atık oluşturması, kaynakları daha idareli kullanması ve ormansızlaşmayı önlemesi nedeniyle böcek üretimi sürdürülebilir beslenme ve çevre sağlığı açısından büyük avantaj sağlamaktadır (Poma vd., 2017).

## BÖCEKLERİN BESİNSEL İÇERİK VE ÖZELLİKLERİ

Böceklerin besinsel değerleri diğer hayvan türleri kadar detaylı çalışılmasa da farklı çalışmalarla ortaya koyulmuştur. Bu değerler böceklerin türü, yetiştiği yer, mevsimsel süreç, büyüklükleri, larva veya yetişkin oluşları gibi birçok faktöre göre değişmektedir. Bununla birlikte makro ve mikro besin öğeleri açısından oldukça çeşitlilik göstererek zengin bir besinsel kaynak oluşturmaktadır (Finke ve Oonincx, 2014; Nowak vd., 2015; FAO/INFOODS, 2017). Yapılan bir çalışmada cırcır böceği, palmye biti larvaları ve yemek kurdunun besin değeri skoru incelenmiş, sığır eti ve tavuk etine göre besinsel açıdan yetersizliği bulunmamış ve insan sağlığı için uygun olduğu belirtilmiştir. Çoğu yenilebilir böceğin, insan beslenmesinde yeterli enerji ve protein alımının yanı sıra aminoasit gereksinimlerini karşılayabileceği belirtilmiştir (Payne vd., 2016). Bitki proteinleri ve et proteinleri ile karşılaştırıldığında böcek proteinleri besin değeri, toplam protein seviyesi ve esansiyel aminoasit profili (%50 ile 80 arasında) bakımından yüksek kaliteli proteinlere sahiptir (Rumpold ve Schlüter, 2013; Belluco vd., 2017). Bazı böcek türleri fenilalanin ve tirozin bakımından zenginken bazıları lizin, triptofan ve treonin bazıları ise triptofan ve aromatik aminoasitler açısından zengindir. Genel olarak yüksek oranda esansiyel aminoasit içeren böcekler birçok ülkede eksik olan protein ihtiyacını tamamlamaktadır (Kourimská and Adámková, 2016). Böcek türlerinin besin öğesi içerikleri Çizelge 1'de özetlenmiştir (De Castro vd., 2018).

Çizelge 1. Böcek türlerinin besin öğesi içerikleri (De Castro vd., 2018)

TÜR	Protein (g/100g)	Yağ (g/100g)	Karbonhidrat (g/100g)	Mineral (g/100g)	Enerji (kcal/100g)
Kın Kanatlılar ( <i>Coleoptera</i> )	3.7-54	3.7-52	12-34	1-2	126-574
Çift Kanatlılar ( <i>Diptera</i> )	17.5-67	4.2-31	8.4-23	1.24-8	199-460
Yarım Kanatlılar ( <i>Hemiptera</i> )	33-65	7-54	7-19	1-19	329-622
Zar Kanatlılar ( <i>Hymenoptera</i> )	1-81	1.3-62	5-94	0-6	234-593
Pul Kanatlılar ( <i>Lepidoptera</i> )	13.2-69.6	7-77	3-41	2-8	126-762
Düz Kanatlılar ( <i>Orthoptera</i> )	13-77	2.4-25.1	16-30	2-27	117-436

Proteinlerden sonra böceklerde en çok bulunan makro besin öğesi yağlardır ve larva döneminde oranı daha yüksektir. Yaşamın evrelerine göre

değişmekle birlikte ortalama %80 trigliserid ile %20'den az oranda fosfolipidlerden oluşmaktadır (Ekpo vd., 2009; Tzompa-Sosa vd., 2014). Yağ

asidi profili böceklerin beslenmelerine göre değişmektedir. Böcek yağında oleik, linoleik ve linolenik asitler ve yüksek oranda palmitik asit dahil olmak üzere C18 yağ asitleri bulunmaktadır (Tzompa-Sosa vd., 2014; Paul vd., 2017). Kolesterol, böceklerde en bol bulunan steroldür. Bir termit türü olan *Macrotermes bellicosus* ve Nijerya'da yaygın olarak tüketilen *Imbrasia belina* tırtılı yağındaki lipid fraksiyonu ortalama kolesterol seviyesinin % 3.6 olduğunu

belirtmiştir (Ekpo vd., 2009). Genel olarak böceklerde doymamış yağların oranı doymuş yağdan yüksektir. Aynı zamanda üretilen yağlar renk, görüntü ve aroma açısından genel olarak tüketilebilir düzeydedir ve böceğin genel lezzet durumunu etkilemektedir (Paul vd., 2017; Tzompa-Sosa vd., 2019). Bazı böceklerin lezzetinin benzediği besinler Çizelge 2'de verilmiştir (Kourimská and Adámková, 2016).

Çizelge 2. Bazı yenilebilir böcek türlerinin lezzet benzerliği (Kourimská and Adámková, 2016)

Yenilebilir Böcekler	Lezzet Benzerliği
Karıncalar ve Termitler	Tatlı, Fındığa benzer
Siyah Böcek Larvaları	Kepekli ekmek
Tahta Kemirici Larvaları	Yağlı göğüs derisi
Yusufçuk Larvaları ve Suda Yaşayan Böcekler	Balık
Hamamböcekleri	Mantar
Çizgili Havuç Tahtakurusu	Elma
Eşek Arısı	Çam tohumu
Lambri Tırtıl ( <i>Mythimna impura</i> )	Ham Mısır
Unlu Bitler (Mealybug)	Patates Kızartması
Su Kayıkçıları	Havyar
Yabani Güveler	Ringa Balığı

Yenilebilir böcekler kuru ağırlıklarının %10'unu oluşturan kitin sayesinde iyi bir lif kaynağıdır. Çözünmeyen kitin, esas olarak dış iskeletlerinde bulunan böceklerin vücudundaki en yaygın lif şeklidir. Ticari olarak yetiştirilen böceklerde kitin, taze ağırlık başına 2.7 ile 49.8 mg ve kuru ağırlık başına 11.6 ile 137.2 mg arasında bulunmaktadır. Kitinin çıkarılması, böcek proteininin sindirilebilirliğini arttırmaktadır. Kitin ayrıca organizmaların bazı parazitik enfeksiyonlara ve alerjik durumlara karşı korunmasında etkilidir. Probiyotik etki yaparak bağırsak mikrobiyotasının gelişmesinde katkı sağlamaktadır. (Finke, 2007, Imathiu, 2020). Böcekler günlük mineral ihtiyacının yüksek oranını karşılayabilmektedir. Özellikle demir içeriği ve biyoyararlanımı yüksektir. Çekirgeler, cırcır böceği ve bazı solucan türleri özellikle Fe, Ca, Cu, Mg, Mn ve Zn açısından zengindir (Latunde-Dada vd., 2016). Bunun yanı sıra mevsim ve beslenme durumlarına göre değişmekle birlikte B grubu vitaminleri, A, D, E, K ve C vitaminini içermektedir (Kourimská, ve Adámková, 2016). Böceklerde besin içerikleri ve sindirilebilirlikleri haşlama, kavurma veya

kızartma gibi pişirme yöntemlerine göre değişebilmektedir. Ham böcekler haşlanmış veya kavrulmuş böceklerden daha fazla in vitro sindirilebilirliğe sahiptir. Kaynatma sırasında protein, demir ve çinkoda kayıplar olabilmektedir. Bu nedenle kısa süre kaynatma ve ardından kavurma işlemi önerilmektedir (Manditsera vd., 2019). Böcek türleri boyutları, yetiştirilme şekilleri, yaşam evreleri, protein içeriği ve protein sindirilebilirliği gibi birçok konudan etkilendiği için besinsel olarak işleme konusunda net bir bilgi bulunmamaktadır (Halloran vd., 2016). Aynı zamanda böcek ürünleri besinlerin zenginleştirilmesi amacıyla da kullanılmaktadır. Özelliklere böcek unlarıyla zenginleştirme ile makarna gibi ürünlerin besin içeriği arttırılmaktadır (Çabuk ve Yılmaz, 2020).

Böceklerde duyuşal özelliklerle tüketme şekline göre değişmekte ve tüketilebilirlik durumunu etkilemektedir. Genellikle yumurta ve larvalar daha az kitin içerdiğinden daha sık tüketilmektedir. Kabuklu böceklerde ise kitin nedeniyle tüketirken sert bir doku hissi ve ses

oluşumu gözlenmektedir. Kabuk kısmı aynı zamanda kokuyu engellemektedir (Kouřimská, ve Adámková, 2016). Böcek ürünleri işleminde genellikle öğütme, pişirme ve karıştırma gibi işlemler uygulanmaktadır. Aynı zamanda teknolojik yöntemlerle bazı biyoaktif besin öğeleri de üretilmektedir. Bu üretim sürecinde böceklerin en verimli şekilde işlenmesi için gerekli olan bilgiler çok fazla etken faktör olması nedeniyle yetersizdir (Manditsera vd., 2019). Bu nedenle böcek ürünleri ticarileştirilirken işleme yöntemlerinin araştırılması ve besin kaybının en az olacak şekilde üretilmesi gerekmektedir (Van Huis vd., 2013).

### **SAĞLIĞIN GELİŞTİRİLMESİNDE YENİLEBİLİR BÖCEKLER**

Sağlığın sürdürülmesi ve geliştirilmesi için yeterli ve dengeli bir şekilde besin öğelerinin alınması gerekmektedir. Özellikle besinlerde bulunan antioksidanlar gibi biyoaktif birçok madde sağlığın geliştirilmesi konusunda katkı sağlamaktadır (Alasalvar vd., 2020). Yenilebilir böcekler, Güneydoğu Asya, Pasifik, Sahra Altı Afrika, Orta ve Güney Amerika'daki çeşitli kırsal toplulukların üyeleri tarafından düzenli olarak büyük miktarda yemek veya besin takviyesi olarak tüketilmektedir. Aynı zamanda birçok hastalığın tedavisinde geleneksel tıp alanında kullanılmaktadır (Gahukar, 2020). Böcekler büyük biyokütleri ve geniş çeşitlilikleri ile özellikle biyoaktif madde açısından zengin kaynaklardır. Antimikrobiyal fonksiyona ve anjiyotensin dönüştürücü enzim inhibitör aktivitesine sahip çok çeşitli böcek peptitleri bildirilmiştir. Sağlığın geliştirilmesi konusunda yenilebilir böcekler iyi bir alternatif kaynak oluşturmaktadır (De Castro vd., 2018; Mulia, 2019). Gelişen teknoloji ile beraber özel aminoasitlerin üretiminde yenilebilir böceklerin kullanılabilirliği belirtilmiştir (Rahnamaeian vd., 2015; Malan vd., 2016). Böcek hücreleri bakteri veya mantarlara göre daha gelişmiştir. Aynı zamanda kültür kolaylığı ve yüksek ekspresyon özellikleri ile belirlenmiş özel peptitlerin üretiminde kullanılabilir. Bazı şirketler böcekleri kullanarak özel peptit üretimine başlamıştır. Bu peptitler besin üretiminden hastalıklarla mücadeleye kadar birçok farklı alanda kullanılabilir. Günümüzde bu işlemler

pahalı gözükmeye de geleceğe yönelik yatırımlar konusunda umut vaat etmektedir (Yi vd., 2014; Liu vd., 2017; Sonnabend vd., 2017; Almasia vd., 2017; Le vd., 2018).

Böcekler birçok paraziti bünyelerinde taşıyabilmektedir. Bu nedenle savunma mekanizmaları antimikrobiyal konak savunma peptidlerinin (AMP) veya polipeptitlerin sentezini gerçekleştirmektedir. Böcek AMP'leri alifatik peptitler, sistein bakımından zengin peptitler, prolin açısından zengin peptitler ve glisin bakımından zengin proteinler olmak üzere 4 grupta incelenmektedir (Yi vd., 2014). Böceklerdeki AMP miktarı, farklı türlere göre önemli ölçüde değişmektedir. Reaktif oksijen türlerinin üretimi, protein sentezinin ve geçirgenliğinin inhibisyonu, membranın elektrokimyasal gradyanının düzenlenmesi gibi farklı etkinliklere sahip olabilmektedir (Rahnamaeian vd., 2015). Aynı zamanda anti mikrobiyal etkileri dışında mantar hücre duvarı, hücre zarı geçirgenliği ve hücrelerde reaktif oksijen oluşumu yoluyla mantarları inhibe eden ve öldüren 80 çeşit böcek antifungal peptidi bildirilmiştir (Zhang vd., 2017).

Yenilebilir böceklerin antioksidan özellikleri de bulunmaktadır. Özellikle düşük molekül ağırlığına sahip olan lizin ve metionin gibi aminoasitlerin antioksidan özelliklerinin fazla olduğu bildirilmiştir (Liu vd., 2012; Liu vd., 2016). Yapılan bir çalışmada 12 yenilebilir böcek ve iki eklem bacaklıdan elde edilen su ve lipo-çözünür ekstraktların in vitro ortamda antioksidan etkileri incelenmiş, çekirge, ipekböceği ve kriket özlerinin taze portakal suyundan 5 kat daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu bulunmuştur. Ağustos böceği, dev su böcekleri, Tayland zebra tarantulası ve siyah akreplerin antioksidan kapasitesinin göz ardı edilebilir olduğunu belirtilmiştir (Di Mattia vd., 2019). İpek böcekleri ile yapılan farklı çalışmalarda da antioksidan aktivitenin gözlemlendiği böceklerin antioksidan kapasiteyi arttırmak için kullanılabilirliği belirtilmiştir (Liu vd., 2015; Liu vd., 2016). Yenilebilir böceklerin in vitro gastrointestinal sindirimi ile elde edilen peptitlerin antioksidan aktivitelerini inceleyen farklı bir çalışmada bunu

destekler niteliktedir (Zielińska vd., 2016). Antioksidan etkiler dışında özellikle kalp damar hastalıklarında etkin olan ACE inhibitörleri *Coleoptera*, *Diptera*, *Hymenoptera*, *Lepidoptera* ve *Orthoptera* takımlarına ait böcek türlerinden protein hidrolizatlarında tespit edilmiştir (Cito vd., 2017). Çalışmalardan görüldüğü gibi yenilebilir böcekler makro besin öğeleri sayesinde beslenmeye katkı sağlayacağı gibi özellikle biyoaktif maddeler sayesinde de sağlığın geliştirilmesini sağlamak için bir alternatiftir.

## YENİLEBİLİR BÖCEKLERİN TÜKETİMİNDEKİ RİSKLER

Yenilebilir böcekler yetiştirildikleri yerlere göre bünyelerinde zararlı mikroorganizmalar, parazit canlılar, ağır metal veya ilaç kalıntıları, alerjen etmenler gibi açılardan risk oluşturabilmektedir. Yenilebilir böceklerin tüketimi ile ilgili riskler genel olarak mikrobiyolojik, parazitolojik, alerjik ve biyokimyasal olmak üzere sınıflandırılmaktadır. (Van Spiegel vd., 2013; EFSA, 2015). Ticari olarak kullanılan böcek türlerinde gram pozitif bakterilerin olabileceğini belirtilmiştir (Belluco vd., 2013). Aynı zamanda yemek kurdu ve kriketlerden üretilen besinlerde *Bacillus cereus* bakterial endosporları saptanmıştır (Vandeweyer vd., 2020). Yapılan bir çalışmada böceklerde pişirme ile mikrobiyal risk arasındaki ilişki incelenmiş ve taze böceklerde *Enterobacteriaceae* ve spor oluşturan bakterilerin bulunabileceği bildirilmiştir. Böceklerin 5 dakika kaynatılması *Enterobacteriaceae*'yi ortadan kaldırmak için etkili bir işlemken, spor oluşturan bakterileri ortadan kaldırmamıştır. Bu nedenle haşlanmış böcekler 5-7 ° C de 2 hafta depolanabileceği bildirilmiştir. Kavurma, *Enterobacteriaceae*'yi ortadan kaldırmak için yeterli olmamıştır. Bu nedenle, kavurmadan önce birkaç dakika kaynatılması önerilmiştir (Klunder vd., 2012).

Böcekler bazı hastalıklar için biyolojik vektör olarak risk taşımaktadır. Amerikan tripanosomiazisi olarak da bilinen Chagas hastalığı, protozoon parazit *Trypanosoma cruzi*'nin neden olduğu potansiyel olarak hayatı tehdit eden bir hastalıktır. Dünyada tahmini olarak 6 ila 7 milyon kişiye *T. cruzi* bulaşmıştır. Chagas hastalığı çoğunlukla 21 Latin Amerika ülkesinin endemik

bölgelerinde bulunur, burada insanlar enfekte kan emici triatomın böceklerinin (vektör kaynaklı bulaşma) dışkısı ve / veya idrarı ile temas ettiğinde bulaşır (WHO, 2020). Özellikle Latin Amerika kırsallarında böcek kaynaklı hastalıklar yaygın olabilmektedir. Aynı zamanda böceklerin kazara yutulması veya şeker kamışı suyu gibi kontamine gıdaların tüketimi ile ilişkilendiren vakalar bildirilmiştir (Belluco vd., 2013; WHO, 2020). Yenilebilir böceklerde virüs kaynaklı hastalıklar ile ilgili yayınlar oldukça sınırlı olup viral kaynaklardan kaynaklanacak risklerin diğer mikroorganizmalara göre daha düşük olduğu belirtilmiştir (Vandeweyer vd., 2020).

Herhangi bir gıda potansiyel olarak alerjik etki gösterebilse de özellikle kabuklu deniz hayvanları (çoğunlukla karides, ıstakoz ve kerevit) gibi eklembacaklıların hassas bireylerde alerjik reaksiyonları indükleyebildikleri bilinmektedir (Belluco vd., 2013; Wai vd., 2020). Fosfolipaz A ve hiyalüronidaz gibi böcek zehri alerjenlerini içeren glikoproteinler, böceklerdeki ana alerjenik yapılarıdır. Dünya Sağlık Örgütü Alerjen İsimlendirme Alt Komitesinin gerekliliklerine göre, eklembacaklılardan 239 tür alerjen olarak kayıtlıdır. Şuan için fermantasyon ve hidroliz işlemleri alerjenitenin azalmasını sağlamaktadır (Verhoeckx vd., 2015; Schlüter vd., 2017).

## SONUÇ

Yenilebilir böcekler yüksek orandaki biyokütleleri, çeşitlilikleri ve zengin besin içeriği nedeniyle hastalıklarla mücadele ve sağlığın geliştirilmesi açısından iyi bir kaynaktır. Aynı zamanda diğer hayvansal protein kaynaklarına göre üretim aşamasında yüksek verimlilik ve çevreye en az zararı vermektedir. Toplumlar tarafından tüketiminin kabulü bazıları için zor olsa da farklı uygulamalar ile tüketim artırılabilir. Yenilebilir böcekler besin ögesi ve biyoaktif madde üretiminde kullanılmasının yanında mikrobiyal ve alerjik riskler taşımaktadır. Bu riskler konusunda detaylı çalışmalar yapılmamıştır. Yenilebilir böceklerin üretiminin önündeki en büyük engel bu alanda kapsamlı çalışmaların yapılmaması ve gerekli uluslararası standartların belirlenmemesidir. Bu nedenle bu alanda geniş çaplı çalışmaların yapılması, üretim aşaması için

mevzuatların geliştirilmesi, tüketim kabulü için pazarlama uygulamalarının geliştirilmesi ile ulusal ve uluslararası politikaların oluşturulması gerekmektedir.

### ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Yazarın, başka kişiler ve/veya kurumlar ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.

### KAYNAKÇA

Alasalvar, C., Salvadó, J.S., Ros, E. (2020). Bioactives and health benefits of nuts and dried fruits. *Food Chem*, 314: 126192, doi:10.1016/j.foodchem.2020.126192.

Almasia, N.I., Molinari, M.P., Maroniche, G.A., Nahirñak, V., Barón, M.P.B., Taboga, O.A., Rovere, C.V. (2017). Successful production of the potato antimicrobial peptide Snakin-1 in baculovirus-infected insect cells and development of specific antibodies. *BMC Biotechnol*, 17(1): 75, doi: 10.1186/s12896-017-0401-2.

Barbi, S., Macavei, L.I., Fuso, A., Luparelli, A.V., Caligiani, A., Ferrari, A.M., Maistrello, L., Montorsi, M. (2020). Valorization of seasonal agri-food leftovers through insects. *Sci Total Environ*, 709: 136209, doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.136209.

Belluco, S., Losasso, C., Maggioletti, M., Alonzi, C. C., Paoletti, M. G., Ricci, A. (2013). Edible insects in a food safety and nutritional perspective: a critical review. *Comp Rev Food Sci Food Safety*, 12: 296–313. doi: 10.1111/1541-4337.12014.

Belluco, S., Halloran, A., Ricci, A. (2017). New protein sources and food legislation: The case of edible insects and EU law. *Food Sec*, 9(4): 803-814, doi: 10.1007/s12571-017-0704-0.

Cito, A., Botta, M., Francardi, V., Dreassi, E. (2017). Insects as source of angiotensin converting enzyme inhibitory peptides. *J Insects as Food Feed*, 3(4): 231-240, doi: 10.3920/JIFF2017.0017.

Cox, S., Payne, C., Badolo, A., Attenborough, R., Milbank, C. (2020). The nutritional role of insects as food: A case study of ‘chitoumou’(*Cirina butyrospermi*), an edible caterpillar in rural

Burkina Faso. *J Insects as Food Feed*, 6(1): 69-80, doi: 10.3920/JIFF2018.0030

Çabuk, B., Yılmaz, B. (2020). Fortification of traditional egg pasta (erişte) with edible insects: nutritional quality, cooking properties and sensory characteristics evaluation. *J Food Sci Technol*, 57(7): 2050-2057, doi: 10.1007/s13197-020-04315-7.

De Castro, R.J.S., Ohara, A., dos Santos Aguilar, J.G., Domingues, M.A.F. (2018). Nutritional, functional and biological properties of insect proteins: Processes for obtaining, consumption and future challenges. *Trends Food Sci Tech*, 76: 82-89, doi: 10.1016/j.tifs.2018.04.006

Di Mattia, C., Battista, N., Sacchetti, G., Serafini, M. (2019). Antioxidant activities in vitro of water and liposoluble extracts obtained by different species of edible insects. *Front Nutr*, 6: 106, doi: 10.3389/fnut.2019.00106.

EFSA Scientific Committee. (2015). Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed. *EFSA J*, 13(10): 4257, doi: 10.2903/j.efsa.2015.4257.

Ekpo, K.E., Onigbinde, A.O., Asia, I.O. (2009). Pharmaceutical potentials of the oils of some popular insects consumed in southern Nigeria. *Afr J Pharm Pharmacol*, 3(2): 51–57.

Evans, J., Alemu, M.H., Flore, R., Frøst, M.B., Halloran, A., Jensen, A.B., Maciel-Vergara, G., Meyer-Rochow, V.B., Münke-Svendsen, C., Olsen, S.B., Payne, C., Roos, N., Rozin, P., Tan, H.S.G., van Huis, A., Vantomme, P., Eilenberg, J. (2015). ‘Entomophagy’: an evolving terminology in need of review. *J Insects as Food Feed*, 1(4): 293-305, doi: 10.3920/JIFF2015.0074

FAO/INFOODS (2017). *Food Composition Database for Biodiversity Version 4.0 – BioFoodComp4.0*. Rome, Italy.

FAO, IFAD, UNICEF, WFP, WHO (2018). *The State of Food Security and Nutrition in the World 2018. Building climate resilience for food security and nutrition*. Rome, Italy.

FAO (2020). Insects for food and feed. The contribution of insects to food security,

- livelihoods and the environment. <http://www.fao.org/edible-insects/en/> (Accessed: 22 July 2020).
- FDA (2016). Frequently Asked Questions About GRAS for Substances Intended for Use in Human or Animal Food: Guidance for Industry. <https://www.fda.gov/media/101042/download> (Accessed 22 July 2020).
- Finke, M.D. (2007). Estimate of chitin in raw whole insects. *Zoo Biol*, 26(2): 105-115, doi: 10.1002/zoo.20123.
- Finke, M.D., Oonincx, D.D. (2014). Insects as food for insectivores. In: *Mass Production Of Beneficial Organisms: Invertebrates And Entomopathogens*, Morales- Ramos, J.A., Rojas, M.G., Shapiro-Ilan, D.I. (chief ed.). Elsevier, New York, pp. 583–616.
- Gahukar, R.T. (2020). Edible insects collected from forests for family livelihood and wellness of rural communities: A review. *Glob Food Sec*, 25: 100348, doi: 10.1016/j.gfs.2020.100348
- Halloran, A., Roos, N., Eilenberg, J., Cerutti, A., Bruun, S. (2016). Life cycle assessment of edible insects for food protein: a review. *Agron Sustain Dev*, 36(4): 57, doi: 10.1007/s13593-016-0392-8.
- Imathiu, S. (2020). Benefits and food safety concerns associated with consumption of edible insects. *NFS J*, 18: 1-11, doi: 10.1016/j.nfs.2019.11.002.
- Klunder, H.C., Wolkers-Rooijackers, J., Korpela, J.M., Nout, M.J.R. (2012). Microbiological aspects of processing and storage of edible insects. *Food Control*, 26(2): 628–631, doi: 10.1016/j.foodcont.2012.02.013.
- Koko, M.Y.F., Mariod, A.A. (2020). Sensory Quality of Edible Insects. In: *African Edible Insects As Alternative Source of Food, Oil, Protein and Bioactive Components*, Mariod, A.A. (chief ed.), Springer Nature, Switzerland, pp. 115-122.
- Kourimská, L., Adámková, A. (2016). Nutritional and sensory quality of edible insects. *NFS J*, 4: 22–26, doi: 10.1016/j.nfs.2016.07.001.
- Latunde-Dada, G.O., Yang, W., Aviles, M.V. (2016). In vitro iron availability from insects and sirloin beef. *J Agric Food Chem*, 64(44): 8420–8424, doi: 10.1021/acs.jafc.6b03286.
- Le, L.T., Nyengaard, J.R., Golas, M.M., Sander, B. (2018). Vectors for expression of signal peptide-dependent proteins in baculovirus/insect cell systems and their application to expression and purification of the high-affinity immunoglobulin gamma Fc receptor I in complex with its gamma chain. *Mol Biotechnol*, 60(1): 31-40, doi: 10.1007/s12033-017-0041-8.
- Liu, S., Sun, J., Yu, L., Zhang, C., Bi, J., Zhu, F., Qu, M., Yang, Q. (2012). Antioxidant activity and phenolic compounds of *Holotrichia parallela* motschulsky extracts. *Food Chem*, 134(4): 1885–1891, doi: 10.1016/j.foodchem.2012.03.091.
- Liu, Y.Y., Liu, J., Zou, Y.X., Liao, S.T., Shen, W., Lin, G. (2015). Process optimization for preparation of active peptides from male silkworm moth proteins using dual enzymatic hydrolysis. *Science of Sericulture*, 41: 716–723 [In Chinese].
- Liu, Y., Wan, S., Liu, J., Zou, Y., Liao, S. (2016). Antioxidant activity and stability study of peptides from enzymatically hydrolyzed male silkworm. *J Food Process Pres*, 41(1): 13081, doi: 10.1111/jfpp.13081.
- Liu, Y.J., Wu, S.L., Love, K.R., Hancock, W.S. (2017). Characterization of Site-Specific glycosylation in Influenza A Virus Hemagglutinin produced by *Spodoptera frugiperda* insect cell line. *Anal Chem*, 89(20): 11036–11043, doi: 10.1021/acs.analchem.7b03025.
- Malan, M., Serem, J.C., Bester, M.J., Neitz, A.W., Gaspar, A.R. (2016). Anti-inflammatory and anti-endotoxin properties of peptides derived from the carboxyterminal region of a defensin from the tick *Ornithodoros savignyi*. *J Pept Sci*, 22(1): 43–51, doi: 10.1002/psc.2838.
- Manditsera, F.A., Luning, P.A., Fogliano, V., Lakemond, C. M. (2019). Effect of domestic cooking methods on protein digestibility and mineral bioaccessibility of wild harvested adult edible insects. *Food Res Int*, 121: 404-411, doi: 10.1016/j.foodres.2019.03.052.



- Mlcek, J., Borkovcova, M., Rop, O., Bednarova, M. (2014). Biologically active substances of edible insects and their use in agriculture, veterinary and human medicine - a review. *J Cent Eur Agric*, 15(4): 225–237, doi: 10.5513/JCEA01/15.4.1533.
- Mulia, R.N. (2019). Global simulation of insect meat production under climate change. *Front Sustain Food Syst*, 3: 91, doi: 10.3389/fsufs.2019.00091.
- Nowak, V., Persijn, D., Rittenschober, D., Charrondiere, R. (2015). Review of food composition data for edible insects. *Food Chem*, 193: 39–46, doi: 10.1016/j.foodchem.2014.10.114.
- Paul, A., Frederich, M., Megido, R.C., Alabi, T., Malik, P., Uyttenbroeck, R., Francis, F., Blecker, C., Haubruge, E., Lognau, G., Danthine, S. (2017). Insect fatty acids: A comparison of lipids from three Orthopterans and *Tenebrio molitor* L. larvae. *J Asia Pac Entomol*, 20(2): 337–340, doi: 10.1016/j.aspen.2017.02.001.
- Payne, C.L.R., Scarborough, P., Rayner, M., Nonaka, K. (2016). Are edible insects more or less 'healthy' than commonly consumed meats? A comparison using two nutrient profiling models developed to combat over- and undernutrition. *Eur J Clin Nutr*, 70(3): 285–291, doi: 10.1038/ejcn.2015.149.
- Poma, G., Cuykx, M., Amato, E., Calaprice, C., Focant, J.F., Covaci, A. (2017). Evaluation of hazardous chemicals in edible insects and insect-based food intended for human consumption. *Food Chem Toxicol*, 100: 70–79, doi: 10.1016/j.fct.2016.12.006.
- Poortvliet, P.M., Van Pas, L., Mulder, B.C., Fogliano, V. (2019). Healthy, but disgusting: An investigation into consumers' willingness to try insect meat. *J Econ Entomol*, 112(3): 1005–1010, doi: 10.1093/jee/toz043.
- Rahnamaeian, M., Cytryńska, M., Zdybicka-Barabas, A., Dobszlaff, K., Wiesner, J., Twyman, R.M., Zuchner, T., Sadd, B.M., Regoes, R.R., Schmid-Hempel, P., Vilcinskas, A. (2015). Insect antimicrobial peptides show potentiating functional interactions against gram-negative bacteria. *Proc R Soc Biol Sci Ser B*, 282(1806): 2–10, doi: 10.1098/rspb.2015.0293.
- Raiten, D.J., Allen, L.H., Slavin, J.L., Mitloehner, F.M., Thoma, G.J., Haggerty, P.A., Finley, J. W. (2020). Understanding the intersection of climate/environmental change, health, agriculture and improved nutrition: a case study on micronutrient nutrition and animal source foods. *Curr Dev Nutr*, 4(7): 1–8, doi: 10.1093/cdn/nzaa087.
- Rumpold, B.A., Schlüter, O.K. (2013). Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Mol Nutr Food Res*, 57(5): 802–823, doi: 10.1002/mnfr.201200735.
- Schlüter, O., Rumpold, B., Holzhauser, T., Roth, A., Vogel, R.F., Quasigroch, W., Vogel, S., Heinz, V., Jäger, H., Bandick, N., Kulling, S., Knorr, D., Steinberg, P., Engel, K.H. (2017). Safety aspects of the production of foods and food ingredients from insects. *Mol Nutr Food Res*, 61(6): 1–14, doi: 10.1002/mnfr.201600520.
- Stull, V., Patz, J. (2020). Research and policy priorities for edible insects. *Sustain Sci*, 15(2): 633–645, doi: 10.1007/s11625-019-00709-5.
- Sonnabend, A., Spahn, V., Stech, M., Zemella, A., Stein, C., Kubick, S. (2017). Production of G protein-coupled receptors in an insect-based cell-free system. *Biotechnol Bioeng*, 114(10): 2328–2338, doi: 10.1002/bit.26346.
- Sun-Waterhouse, D., Waterhouse, G.I.N., You, L., Zhang, J., Liu, Y., Ma, L., Gao, J., Dong, Yi. (2016). Transforming insect biomass into consumer wellness foods: A review. *Food Res Int*, 89: 129–151, doi: 10.1016/j.foodres.2016.10.001.
- Tzompa-Sosa, D.A., Yi, L.Y., Van Valenberg, H.J.F., Van Boekel, M.A.J.S., Lakemond, C. M.M. (2014). Insect lipid profile: Aqueous versus organic solvent-based extraction methods. *Food Res Int*, 62: 1087–1094, doi: 10.1016/j.foodres.2014.05.052.
- Tzompa-Sosa, D.A., Yi, L., Van Valenberg, H.J.F., Lakemond, C.M.M. (2019). Four insect oils as food ingredient: physical and chemical characterisation of insect oils obtained by an

- aqueous oil extraction. *J Insects as Food Feed*, 5(4): 279-292, doi: 10.3920/JIFF2018.0020.
- 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, Rome.
- Van Huis, A., Oonincx, D. G. (2017). The environmental sustainability of insects as food and feed. A review. *Agron Sustain Dev*, 37(5): 43 doi: 10.1007/s13593-017-0452-8.
- Van Huis, A. (2020). Insects as food and feed, a new emerging agricultural sector: a review. *J Insects as Food Feed*, 6(1): 27-44, doi: 10.3920/JIFF2019.0017.
- Van Spiegel, M., Van Noordam, M.Y., Van Fels-Klerx, H.J. (2013). Safety of novel protein sources (insects, microalgae, seaweed, duckweed, and rapeseed) and legislative aspects for their application in food and feed production. *Compr Rev Food Sci Food Saf*, 12: 662-678, doi: 10.1111/1541-4337.12032.
- Vandeweyer, D., Lievens, B., Van Campenhout, L. (2020). Microbiological safety of industrially reared insects for food: Identification of bacterial endospores and targeted detection of foodborne viruses. *bioRxiv*, doi: 10.1101/2020.04.22.055236.
- Verhoeckx, K.C., Vissers, Y.M., Baumert, J.L., Faludi, R., Feys, M., Flanagan, S., Herouet-Guicheney, C., Holzhauser, T., Shimojo, R., van der Bolt, N., Wichers, H., Kimber, I. (2015). Food processing and allergenicity. *Food Chem Toxicol*, 80: 223-240, doi: 10.1016/j.fct.2015.03.005.
- Wade, M., Hoelle, J. (2020). A review of edible insect industrialization: Scales of production and implications for sustainability. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aba1c1/meta> (Accessed 22 July 2020).
- Wai, C.Y., Leung, N.Y., Chu, K.H., Leung, P.S., Leung, A.S., Wong, G.W., Leung, T.F. (2020). Overcoming shellfish allergy: How far have we come?. *Int J Mol Sci*, 21(6): 2234, doi: 10.3390/ijms21062234.
- Wendt, S., Czaczkes, T.J. (2020). Labeling effect in insects: Cue associations influence perceived food value in ants (*Lasius niger*). *J Comp Psychol*, doi: doi.org/10.1037/com0000212.
- WHO (2020). Chagas disease (American trypanosomiasis). [https://www.who.int/health-topics/chagas-disease#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/chagas-disease#tab=tab_1) (Accessed 22 July 2020).
- Yi, H.Y., Chowdhury, M., Huang, Y.D., Yu, X. Q. (2014). Insect antimicrobial peptides and their applications. *Appl Microbiol Biotechnol*, 98(13): 5807-5822, doi: 10.1007/s00253-014-5792-6.
- Zhang, D.D., Liu, L., Tang, Y., Pei, Z.H., Kong, L.C., Liu, S.M., Ma, H.X. (2017). Progress on mechanism and application of antifungal peptides from insects. *Progress in Veterinary Medicine*, 7: 17 [In Chinese].
- Zielińska, E., Karaś, M., Jakubczyk, A. (2016). Antioxidant activity of predigested protein obtained from a range of farmed edible insects. *Int J Food Sci Technol*, 52(2): 306-312, doi: 10.1111/ijfs.13282.