

## Ekolojik ve Ekonomik Sistemlerde Besin Olarak Böcekler

Aysel Kekillioğlu<sup>1\*</sup>, Buse Yıldız<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Nevşehir HBV Üni. Fen Ede Fak Biyoloji Bölümü, Türkiye

<sup>2</sup>Nevşehir HBV Üni. Fen Bil. Enst. Biyoloji ABD, Türkiye

\*([akekillioglu@nevsehir.edu.tr](mailto:akekillioglu@nevsehir.edu.tr))

(Geliş Tarihi: 13 Ekim 2023, Kabul Tarihi: 13 Kasım 2023)

(2nd International Conference on Recent Academic Studies ICRAS 2023, October 19-20, 2023)

**ATIF/REFERENCE:** Kekillioğlu, A. & Yıldız, B. (2023). Ekolojik ve Ekonomik Sistemlerde Besin Olarak Böcekler. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 7(10), 320-326.

**Özet** – Böcekler, ekosferde yer alan hemen hemen tüm besin zicir ve ağlarının en önemli bileşenleridir. Üreme, adaptasyon ve yayıma yeteneklerinin etkisi ile hayvansal organizmaların yaklaşık 2/3 lük kısmını oluşturan bu canlılar nitel ve nicel olarak da biyolojik çeçitlilik bakımından da en zengin biotik faktörlerdendir. İlerleyen yıllarda dünya nüfusunun çok artacağı öngörülmekte ve artan nüfus, şehirleşme oranının büyümesi, ekonomik nedenler ve bazı çevresel faktörler nedeniyle, insanların yeterli miktarda hayvansal ürün kaynaklarına ulaşmada büyük sorunlar yaşayacağı düşünülmektedir. Bu sebeple geleneksel protein kaynakları yetersiz kalacak olup, yenilebilir böceklerin alternatif protein kaynakları, mineraller ve vitaminler açısından zengin olduğu hesaba katılacaktır. Günümüzde birçok böcek türü yenilebilmektedir. Böcek üretimi için özel bir alana ihtiyaç duyulmaması ve çiftlik hayvanlarına kıyasla, daha az sera ve amonyak gazı üretmesi de yenilebilir böcekleri sürdürülebilir beslenme için de önemli bir alternatif besin kaynağına dönüştürmektedir. Ayrıca anti-obezite, antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri mevcut olsa da, böcekler, çeçitli biyolojik, kimyasal ve fiziksel tehlikelerin de kaynağı olabilmektedir ve bu nedenle yenilebilir böcekler ile ilgili araştırmaların artması, böceklere özel mevzuat ve kalite kontrollerin oluşturulması büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, böceklerin ekolojik sistemlerdeki rolleri vurgulanarak, özellikle yenilebilir böceklerin besin kaynağı olarak kullanımı, potansiyel yararlı-zararlı etkileri ve gıda alanında kullanımlarının incelenmesi amaçlanmıştır.

*Anahtar Kelimeler – Besin, Ekoloji, Ekonomi, Böcekler, Sürdürülebilir Beslenme, Gıda Güvenliğı*

### I. GİRİŞ

Böcekler, ekosistemde büyük bir yer kaplayan canlılardır. Böcek türleri bakımından zengin bir coğrafyada yaşasak da, coğrafyamızda tespit edilen böcek türleri sayısı tahmin edilen sayıdan çok daha azdır [1],[2]. Böcekler (Insecta), 1.000.000'dan fazla tür sayılarıyla yeryüzündeki en fazla türe sahip canlılardır [2].

Dünya'da, özellikle de Asya, Afrika, Avustralya ve Latin Amerika ülkelerinde yaşayan yaklaşık iki milyar insan tarafından 1900'den fazla böcek türü tüketilmektedir. Entomofaji, böceklerin besin kaynağı olarak tüketilmesine denilmektedir. En fazla tüketilen böcekler; tırtıllar (%18), arılar, eşek arıları, karıncalar, çekirgeler, cırcır böcekleri, ağustos böcekleri, yaprak bitleri, termitler,

yusufçuklar ve sineklerdir [1],[2],[3]. 2019'da yenilebilir böcek pazar büyüklüğünün 112 milyon doları geçtiği belirtilmekte, 2019-2026 yılları arasında, bu pazarda % 47'nin üzerinde bir büyüme olacağı tahmin edilmektedir [2],[3] ve böcek piyasasında, Asya pazarı lider konumundadır [2],[4]. Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), böcek tüketimini teşvik etmektedir [1],[3],[4],[5],[6]. Çünkü böcekler, kaliteli protein kaynağı olup demir, çinko gibi mineraller açısından zengin olmakla birlikte ayrıca böcek yetiştirmek için belirli bir araziye ihtiyaç duyulmaması ve çiftlik hayvanlarına kıyasla amonyak emisyonu ve sera gazı üretiminin daha az olması da diğer nedenlerdendir [1],[3],[4],[6]. Diğer yandan Birleşmiş Milletler (BM), yayımladığı raporda dünya nüfusunun 2030'da 8,5 milyara, 2050'de ise 9,7 milyara ulaşabileceğini belirtmiştir [6],[7],[8],[9]. Bu kadar insanın besin ihtiyacının karşılanabilmesi için, mevcut besin üretiminde önemli düzeyde artışa gerek duyulduğu görülmektedir. Ancak, küresel ısınma ve iklim değişikliğinin olumsuz etkileri nedeniyle çevresel tahribatın artması, tarım arazileri ile tatlı su kaynaklarının azalması önemli bir sorun teşkil etmektedir. Bu veriler ışığında, yenilebilir böcekler; mikro ve makro algler, kültürlenmiş et gibi alternatif besin kaynağı olarak görülmektedir [7],[8],[9].

## II. EKOLOJİK-EKONOMİK SİSTEMLERDE BÖCEKLER

Dünyada en geniş gruba sahip hayvanlar böceklerdir [6],[7],[9]-[43]. Neredeyse her çeşit karasal ortamda, tatlı sularda karşımıza çıkabilir ve kanatları vasıtasıyla atmosferi de işgal ederler. Böcekler hem taksonomik çeşitliliği ve hem de ekolojik fonksiyonları bakımından yeryüzündeki en kalabalık organizma grubudur [9],[42],[43]. Kara ve tatlı su ekosistemleri ile deniz ekosisteminin kıyıya yakın bölümünün en önemli organizma gruplarını böcekler oluşturur. Böcekler besin zinciri içinde madde ve enerji akışında üstlendikleri önemli rol nedeniyle ve de tozlaşma süreçlerine katkıları dolayısıyla ekosistemin temel bileşenlerini oluştururlar. Bu nedenle böcekler doğa için yararlı ve zararlı birçok etkide bulunabildiği gibi insanlar içinde besin kaynağı olma konusunda da önem arz etmektedirler

[8],[11],[13],[14]. Böceklerin besin olarak kullanımı yüzyıllar öncesinde de tartışılmış ve önemli bir protein kaynağı olarak görülmesi sebebiyle günümüzde nüfusun artması gibi nedenlerden dolayı bu konu yeniden gündeme gelmiş ve araştırmalar bunun alternatif gıda olarak kullanılmasının çok büyük bir yarar olabileceğini savunmuştur [12],[13].

Bilim insanları, tükettiğimiz gıdalar için böceklerle bağımlı olduğumuzu hatırlatarak, böcek popülasyonundaki ciddi düşüşlerin insanlığın yaşamı için yıkıcı sonuçlar doğurabileceği konusunda uyarmakta ve dünya genelindeki böcek popülasyonuna dair bugüne kadar yapılmış en geniş çaplı çalışma, son 30 yılda neredeyse %25'lik bir düşüşün yaşandığını ve bu düşüşün gittikçe hızlandığını göstermektedir [13]. Yaklaşık 1.700 bölgedeki 166 uzun vadeli araştırmanın birlikte değerlendirildiği analizde, bazı türlerin genel düşüş eğiliminin dışına çıktığını; tarım ve kentleşme faaliyetleri nedeniyle doğal yaşam alanlarının hızla yok olmasının böcek popülasyonlarındaki azalmayı tetiklediğini ortaya koymaktadır [12],[13],[14]. Doğada canlılar bir canlıyı besin olarak kullanırken kendileri de en az bir ya da birkaç başka canlının besini olmaktadır. Canlıların birbirlerini tüketmeye göre sıralanmaları ile oluşan ve madde ve enerjinin bu sıra içerisinde bir canlıdan diğer canlıya aktarılması şeklinde oluşan döngüye besin zinciri denilmekle birlikte bu döngünün en alt basamağında organik ve inorganik mineraller canlı protoplazmaya aktarılmakta ve besin zincirinin ilk basamağını oluşturan fotosentez yapabilen ilk üreticiler bitkilerle beslenen ilk tüketiciler denen omurgalı ve omurgasızlar tarafından alınmaktadır [14],[15],[16],[17]. Besin zinciri ekosistemlerde fotosentez ile başlar ve organizmaların ölümünden sonra ayrıştırıcılarla tekrar ilk formuna dönüşür. Böcekler bu besin zincirinde yüksek orandaki tür çeşitlilikleri ve beslenme çeşitlilikleri sebebiyle besin zincirinin çok önemli halkalarını oluşturmaktadırlar. Canlılar arasında görülen bu karmaşık ve çok yönlü beslenme zinciri madde ve enerjinin bir basamaktan diğerine aktarılmasıyla ekosistemde sürekliliği sağlamaktadır [17],[18].

Böceklerin ekonomik olarak katkısı değişik şekillerde görülmektedir. Örneğin böcek çiftliği kurularak böcek yetiştirme fikri nispeten yenidir ve şu anda bu faaliyet çoğunlukla ılıman bölgelerde,

böcekleri hayvan yemlerinde kullanmak üzere kurulmuş çiftliklerde yürütülmektedir. Bu çiftlikler genellikle hayvanat bahçeleri veya çiftlik hayvanlarına gıda sağlamak için çalışan aile işletmeleri tarafından işletiliyor ve buralarda çoğunlukla un kurdu, cırcır böceği ve çekirge gibi böcekler yetiştirilerek çeşitli kişi ve kurumlara satışlarda bulunulabiliyor [18],[19],[20],[21].

Türkiye'de de bu çiftliklere rastlamak mümkündür. Örneğin, Tarım Bakanlığı izniyle 19 yıl önce Antalya'da böcek çiftliği kuran bir kişi; bugün çekirge, un kurdu, morio kurdu, cırcır böceğinin de aralarında bulunduğu 15 çeşit böceği üretir hale gelmiştir ve yetiştirdiği böcekler genelde hayvanat bahçeleri, petshop mağazaları, tavuk çiftlikleri, akvaryumcular ve kozmetik ilaç sanayinin yanı sıra amatör balıkçılar tarafından da kullanılmaktadır. En fazla alıcı bulan böcek türleri arasında ise çekirge ve un kurdu öne çıkmaktadır [21],[24].

FAO'nun yukarıda bahsi geçen raporunun ardından, böcek tüketimine bugüne dek mesafeli duran AB ve ABD'de de artık bu fikrin teşvik edildiği görülmektedir [20],[21],[22],[23],[24]. Örneğin ABD'de son 10 yılda böceklerden gıda üreten küçük işletmeler ortaya çıkmaya başlamış ve bunların ortak noktası ise insanların iğrenmesini önlemek için böcekleri tanınmaz hale getirmeleri şeklinde olmuştur. Bunlar arasında cırcır böceklerinden çips üreten "Chirps" ve yine cırcırböceklerini toz haline getirip un olarak kullanan "Hopper Foods" gibi firmalar bulunmaktadır [23],[24],[25].

FAO'nun böcek yemeyi teşvik etmedeki ana amaçları "gıdayı artırma, açlığı bitirme, ekonomiyi canlandırma ve sera gazlarını azaltma" şeklindedir. Doç. Dr. Sibel Kibar ise sığır çiftliklerine karşı mücadelenin sermayenin yön değiştirmesiyle açıklanabileceği görüşündedir [26]. Kibar'a göre sığır çiftliklerinin karşısında etik bir beslenme biçimi olarak veganlık veya böcek çiftlikleri konulmakta ve bu yeni beslenme tarzı, giderek büyüyen bir sektörü de doğurmaktadır: Yeni ve pek çok farklı alanda genişleyen bu sektör sermaye sahiplerinin iştahını kabartmakta ve böcek çiftçiliğinin yoksul kesimlere imkan sunacağı öngörülmektedir [25],[28],[29],[30].

FAO araştırmacıları böcek hasadının kadınlar ve topraksız kişiler de dahil olmak üzere toplumun dezavantajlı kesimlerine sektöre giriş imkanı sunacağı görüşündedirler ve 2013 tarihli raporda da

böcek çiftçiliği, "düşük sermayeli yatırım seçeneği" olarak değerlendirilmiştir [28],[30]. Ayrıca böcek çiftliklerinin hayvan besiciliğine göre daha az toprak, daha az yem, daha az su, daha az yakıt ve insan emeği gerektirdiği de vurgulanmakla beraber bunun yanı sıra böcek yetiştiriciliği büyükbaş hayvan üretiminden daha verimli görülmektedir [29],[31],[32]. Örneğin hesaplamalara göre çiftçilerin 45 kilo yemle 4,5 kilo sığır eti elde ederken, aynı miktarda yemle 20 kilo cırcırböceği elde etmeleri de mümkün olmaktadır [32],[33].

### III. FARKLI COĞRAFYA FARKLI KÜLTÜRLER VE BESİN OLARAK BÖCEKLER

Afrika ve Asya kıtaları başta olmak üzere dünyanın pek çok bölgesinde yenilebilir böcek türlerinin olduğu bilinmektedir [1]. Türkiye'de de bazı yenilebilir böcek türlerinin bulunduğu görülmekte ve Aristoteles'in yazdığı "Historia animalium" adlı kitabında, ağustos böceği tüketimi hakkında bilgi verirken; İskenderiyeli Athenaeus ise bunların ziyafetlerde, iştah açıcı olarak ikram edildiğini belirtmektedir. Herodot "History" adlı eserinde, Burdini göçebelerinin bit tükettiklerinden bahsederken Orta Doğu'da ise, milattan önce 8. yüzyılda Asur kralının sarayında, sopalara dizilmiş çekirgeler tüketildiği bilinmektedir [31]. Çin'de insanlar iki bin yılı aşkın süredir böcek tüketmektedirler [33]. Aborjin kabilelerinin de pek çok çeşit böcek türünü besin kaynağı olarak kabul ettikleri belirtilmektedir [33]. Günümüzde pek çok insan tarafından böceklerin besin olarak tüketilmemesinde; tarıma dayalı üretimin artması, bazı hayvanların evcilleştirilmesiyle oluşan besin çeşitliliğinin artması, yiyeceklerin depolanabilme imkanlarının gelişmesi, yiyecek kaynağı bulmanın daha istikrarlı hale gelmesi etkili olmuştur [32],[33],[34]. Bununla beraber yaşanan kıtlık ve savaş gibi olaylar, insanların böcek tüketmeme alışkanlıklarını değiştirmede önemli bir rol oynamaktadır [32],[33].

ABD'de ve Avrupa'da yenilebilir böcekler ile un, protein barı, kurabiyeler gibi böcek bazlı ürünlere olan ilginin arttığı gözlemlenirken, ülkemizde ise canlı yem olarak böcek yetiştiren "Mira Canlı Hayvan Böcek" adında Antalya merkezli bir şirket bulunmakta ve burada çekirge, cırcır böceği, çeşitli kurtlar ile hamam böceği ve

türleri, hayvan yemi olarak satılmaktadır [31],[32],[33],[34]. Tropik bölgelerdeki ülkelerde, çoğu böcekler doğadan toplanmaktaysa da Tayland'da olduğu gibi bazı türler için özel çiftlikler kurulmuştur. Özellikle insan tüketimi için cırcır böcekleri ile hurma biti larvaları üretilmektedir. Afrika'da ve Amazonlar'da yağmurlu havalarda avlanmak sorun olduğu için böcekler tüketim için iyi bir besin kaynağıdır. Asya kıtasında da su türündeki böcekler her mevsim bulunabilirken, bazı böcekler mevsimsel olarak mevcuttur [34]. Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA), 2021 yılında sarı un kurdunun yeni besin olarak insanların tüketmesine onay vermiştir [34],[35],[36].

Türkiye'de yenilebilir böcekler eğitime yönelik araştırma sayısı az olmakla birlikte, Erciyes Üniversitesi'nde okuyan 18-23 yaş arasındaki 610 öğrenci ile yapılan bir çalışmada, erkeklerin kadınlara kıyasla böcek tüketmeye daha olumlu baktıkları, genel olarak böcekleri besin olarak tüketme isteğinin %20 olduğu saptanmıştır. Benzer bir sonuç da Necmettin Erbakan Üniversitesi öğrencileriyle yapılan araştırma sonucunda gözlenmiştir [25],[29],[36],[37]. Ancak yenilebilir böcekleri insanların tatmalarının sağlanması, bu konuda onlara eğitim verilmesi, yenilebilir böcekler kullanılarak yapılan yemek kitaplarının basılması, insanların olumsuz algılarının değiştirilmesinde önemli olabilir [37]. Sosyal medyada yenilebilir böcekler ve ürünleri kullanılarak yapılan yiyecek tarifleri mevcuttur. "Meze olarak acachapoli kokteyl, aperatifte Papua'da kriket ve kızarmış karınca, salata olarak eşek arısı salatası, ana yemek olarak ise körili çekirge ile yaprak ayaklı böcek pizza" gibi çeşitli lezzetlerin tariflerine erişim vardır [35],[37]. Bunun yanı sıra solucan unu kullanılarak yapılan böcek kurabiyesi de bir seçenek olarak sunulmaktadır [37],[38].

### 3.1. Yenilebilir Böcekler - Besin İçerikleri:

Yenilebilir böceklerin, protein, yağ açısından zengin, bakır, demir, çinko gibi çeşitli mikro besin öğeleri için de iyi bir kaynak olduğu belirtilmektedir. Ancak, yenilebilir böceklerin besin ögesi bileşimi açısından önemli farklılıklar bulunmaktadır [38]. Böceklerin cinsi, türü, gelişim evresi gibi böceğe özgü özellikleri ile diyet, habitat ile besin ögesi bileşiminin belirlenmesinde

kullanılan yöntemlerin farklılığı gibi çeşitli çevresel özellikler besin bileşimini etkilemektedir [42],[43]. Larvalar ve yetişkinler farklı türde besinlerle beslenmekteyken; pupalar genellikle hiç besin tüketmemektedir. Farklılıkların görülmesinde bu durum da etkilidir. Yenilebilir böcekler protein açısından zengin canlılardır. Çeşitli türlerdeki 236 yenilebilir böceğin kuru maddeye dayalı besin bileşiminin yayınlandığı derlemede, protein içeriği %70'den fazla olan böcek türleri mevcuttur. Bununla birlikte böceklerin protein içerikleri, böceklerin buldukları takımlar arasında da farklılık göstermektedir [22],[25],[38]. Yenilebilir böceklerin genel olarak esansiyel aminoasitler açısından zengin oldukları bilinmektedir, bununla birlikte incelenen böcek türüne göre histidin, triptofan, lizin, metionin+sistein gibi aminoasitler sınırlı düzeyde olabilir [22],[24],[38]. İncelenen bazı böcek türlerinin in vitro olarak protein sindirilebilirlik derecesi %77 ile %98 arasında saptanmıştır. Bununla birlikte, böceklerdeki protein biyoyararlanımı; kaynama, kavurma gibi ısı işlemlerden etkilenmektedir [22],[23],[24],[25].

Yağlar, proteinlerden sonra yenilebilir böceklerde en fazla bulunan besin ögesidir. Yenilebilir böcek türlerinin kuru ağırlığa göre ortalama yağ içeriği %13-33 arasında değişirken, bazı türlerdeki yağ içeriği %60'dan fazladır [22]. Ekpo ve ekibinin [28]; üç larva, bir tam büyümüş böcek üzerinde yaptıkları çalışma sonucunda, palmitik ve oleik asitlerin larvalardaki; palmitik ve linoleik asitlerin ise tam büyümüş böcekteki temel yağ asitleri olduğunu ve doymuş yağ asitlerin, doymamış yağ asitlerine kıyasla daha az miktarda bulunduğunu saptamışlardır. Yenilebilir böcekler; demir, bakır, magnezyum, manganez, fosfor, selenyum, çinko gibi mineraller ve riboflavin, pantotenik asit ile biyotin gibi B grubu vitaminleri açısından zengindir. Bununla birlikte türüne göre folik asit içeriği yüksek olan böcekler de mevcuttur [39]. Afrika göçmen çekirgesi (*Locusta migratoria* L.) ile ev cırcır böceği (*Acheta domesticus* L.)'nin domuz, tavuk ve sığır etinden daha yüksek demir içeriğine sahip olduğu bulunurken; sarı un kurdu (*Tenebrio molitor* L.)'nin içerdiği demir miktarının tavuk ve domuz etinden daha yüksek, sığır etinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir [26],[27],[29]. Sığır filetosunun demir içeriği, incelenen diğer dört böcek türünden fazla olsa da, in vitro olarak ölçülen demir biyoyararlanımı; bufalo solucanları (*Alphitobius diaperinus*) ile sığır

filetosunda diğer böceklerle kıyasla daha yüksektir. Cırcır böceğinin (*Gryllus bimaculatus*) bakır ve çinko içeriği de, sığır filetosuna kıyasla daha yüksek olduğu belirtilmiştir [28],[29], [39].

### 3.2. Böcek Tüketimi – Sağlık Potansiyeli: Fayda ve Risk

Di Mattia ve ekibi [32]; çeşitli böcek türlerinin ve omurgasızların su ve yağda çözünen özütlerinin antioksidan kapasitelerinin çekirge, ipek böceği ve cırcır böceklerinin suda çözünür özütlerinin taze portakal suyundan beş kat daha fazla antioksidan özelliğine sahip olduklarını saptamışlardır. İpek böceği ve ağustos böceğinin yağda çözünen özütlerinin serbest radikalleri süpürücü aktivitelerinin zeytinyağından 2 kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacılar yenilebilir böceklerin insanlardaki antioksidan rolü için daha fazla kanıtı gerek olduğunu belirtmiştir. *Vespa affinis* L., Kuzey-Doğu Hindistan'da geleneksel olarak tüketilen ve artrit gibi hastalıkların hafifletilmesinde kullanılan bir yenilebilir böcektir. Birçok ülkede geleneksel olarak tüketilen ve sarı un kurdu olarak da bilinen başka bir böcek türü ise *Tenebrio molitor*'dur. Bununla birlikte, böceklerde kitin ve kitooligosakkarit bileşiklerinin antimikrobiyal etki göstererek, bakterilerin büyümesi üzerinde olumsuz etkilerinin olduğunu gösteren çalışmalarda mevcuttur [34],[35], [36], [37].

Yenilebilir böcekler, insan sağlığı için tehdit oluşturabilecek ağır metaller, alerjenler, pestisit kalıntıları, mikotoksinler, bakteriler gibi çeşitli biyolojik, kimyasal ve fiziksel tehlikeler içeriyor olabilir. Böceklerin doğrudan tüketilmesi veya hayvan yemi olarak kullanılması sonucu bireylerde olumsuz etkiler ortaya çıkabilir [7],[8],[9],[10]. Çin'de besin tüketiminin neden olduğu anafilaktik şok ve ölümcül anafilaksi vaka raporlarının bir kısmının böcek tüketimine bağlı olduğu ifade edilirken, Çinli bir adamın 20 adet Sago solucanı yemesi sonucu kırık kalp sendromu geliştirdiği rapor edilmiştir [38], [39]. Ayrıca, ipek böceği pupası (*Bombyx morii*) [40] ile Mopan solucanı (*Imbrasia belina*) [39],[40],[41] tüketilmesi sonucu çeşitli alerjik reaksiyonlar oluştuğunu gösteren vaka raporları bulunmaktadır. Bununla birlikte, kabuklulara alerjisi olan bireylerde, böcek tüketimi sonucu, bireylerin bağışıklık sistemlerinin çapraz

reaktivite ile bağlantılı alerjik reaksiyon gösterebildiği belirtilmektedir [40].

İnsan tüketimi için en yaygın kullanılan yenilebilir böcek türlerinden olan un kurdu, Afrika göçmen çekirgesi, ev cırcır böceği ve ipek böceğinde *Toxoplasma gondii* varlığının incelendiği çalışmada, dehidre un kurdu örneklerinde *T.gondii*'nin DNA izleri tespit edilmiştir. Yetersiz hijyen koşulları nedeniyle, *T.gondii*'nin yenilebilir böcekler sayesinde insan besin zincirine girebilme tehlikesi bulunmaktadır [24],[25],[32],[33]. Orta Avrupa'daki 300 böcek yetiştiren ev çiftliği ile evcil hayvan mağazasından çeşitli türlerde (un kurdu, ev cırcır böceği, Madagaskar tıslayan hamam böceği, Afrika göçmen çekirgesi) canlı yenilebilir böcekler üzerinde yapılan araştırmada, 300 böcek çiftliğinden 244'ünde (%81,33) parazitler tespit edilmiş olup; 91'indeki (%30,33) parazitlerin insanlar için potansiyel olarak patojenik olduğu belirtilmiştir. *Cryptosporidium* spp., *Isospora* spp., gibi insanlar için patojen olan bu parazitlerin, böcek çiftliklerindeki kötü hijyen koşulları nedeniyle oluştuğu yorumu yapılmıştır [22]. Kurutulmuş, derin yağda kızartılmış ve toz haline getirilmiş farklı şekillerde muamele edilen 38 yenilebilir böcek numunesi incelendiğinde *Bacillus cereus*, *Penicillium* spp., *Listeria ivanovii* başta olmak üzere çeşitli bakteri ve mantarlar tespit edilmiştir [22],[23],[24]. Tayland'da dört farklı yenilebilir böcek türünün arsenik, kadmiyum, kurşun ve cıva gibi ağır metaller tespit edilse de, oldukça düşük konsantrasyonlarda olduğu, tüketimin güvenli olduğu belirtilmiştir [24]. Kooch ve ekibi [24],[25]; sarı un kurdu (*Tenebrio molitor*) tozları için Tehlike Analizleri ve Kritik Kontrol Noktaları (HACCP) planı geliştirmiş, yetişkinler için protein içeceği, çocuk ve yetişkin kullanımı için bisküvi ile burger ve bebekler için lapa üretim aşamaları için de hazırlama ve depolama gibi güvenlik açısından analiz edilmiştir. Böceklerin gerek hayvan yemi gerekse insan tüketimi için kullanılmasında çeşitli güvenlik sistemlerine ihtiyaç olduğunun ve HACCP'in, risklerin elimine edilmesinde önemli olduğu belirtilmiştir [25],[26],[27].

### IV.SONUÇ

İnsanlar, böcekleri binlerce yıldır besin kaynağı olarak tüketse de, zamanla pek çok insan

için böcekler bu özelliğini yitirmiş; yerine korku ve tikslenme duygusu kalmıştır. Ancak küresel ısınma ve insanların hem kaliteli hemde ucuz protein arayışları böcek tüketmesini tekrar gündeme getirmiştir. Günümüzde 1900'den fazla böcek türü, özellikle de Asya, Latin Amerika, Avustralya ve Afrika'daki ülke insanları tarafından tüketilmektedir. Bununla birlikte Avrupa ve ABD pazarı da gelişmektedir. Böcekler, protein, yağ, demir, çinko, bakır ve çeşitli B grubu vitaminleri açısından zengin olmakla beraber yapılan araştırmalar yenilebilir böceklerin antimikrobiyal, anti-obezite, antioksidan gibi sağlığa yararlı özelliklerini göstermiştir. Ancak böcekler; çeşitli fiziksel, kimyasal, biyolojik tehlikelerin kaynağı da olabilmektedir. Bu nedenle yenilebilir böcekleri, insanların ve hayvanların güvenli bir şekilde tüketmeleri için bilimsel araştırmalar yapılmalı, riskler elimine edilmelidir. İnsanlara böcek tüketimi ile ilgili doğru bilgi verilmesi önemli olmakla birlikte, güvenilirliğine yönelik riskleri engellemek için mevzuatlar geliştirilmelidir. Yenilebilir böcek tüketimi ile insan diyetinde gerekli olan günlük vitamin, mineral ve esansiyel aminoasit ihtiyacının sağlanabilmesiyle birlikte insan sağlığını geliştirmede olumlu etkisinin olduğu bilinmekte, fakat gıda güvenliği ile ilgili toplumlarda bir önyargı bulunmaktadır. Bu önyargıları kırmada yenilebilir böceklerin beslenme açısından üstünlüklerinin iyi anlaşılması gerekmektedir. Yenilebilir böcekler potansiyel alerjenik ve toksik özellikler taşıdıklarından, araştırmalarda ve tüketimde gıda güvenliğini sağlamak önemlidir. Ülkemiz araştırmacıları tarafından yenilebilir böceklerin gıda güvenliği hakkında yaptığı çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır. Beslenme açısından bazı üstünlükleri, örneğin yenilebilir böceklerin protein açısından oldukça zengin bir içeriğe sahip oldukları ve B12 içeriklerinin biftekten 20 kat daha fazla, kalsiyum oranlarının süttten daha yüksek ve içerdikleri yararlı probiyotikler sayesinde bağırsaklar için faydalı olmaları ve kitin açısından oldukça zengin olmalarıyla dikkatleri üzerine çekmektedir. Ek olarak böcek unları ve tozları ile zenginleştirme çalışmaları unlu mamullerde oldukça yaygındır. Diğer gıdalarda kullanımı hakkında çalışmalar hız kesmeden devam etmekte ve literatürde gıda güvenliği, üretim aşamaları, mevzuatların geliştirilmesi, tüketici kabulü ve pazar uygulamalarının iyileştirilmesi gibi konular

hakkında daha fazla çalışmaya gerek duyulmaktadır.

## KAYNAKLAR:

- [1] S. Seyhan and E. Nakilcioğlu. "Edible Insects with in Scope of Sustainable Nutrition", *Fen Bilimleri Dergisi* .9(2), 1166-1178.2022
- [2] Ş. N. Kaldırım and A.Keser, "Besin Kaynağı Olarak Yenilebilir Böcekler", 10(1),54 – 59, 2023
- [3] Ç. Üren. <https://www.indyrturk.com/>. 2022.
- [4] A.Van Huis, A, Van Itterbeeck, J, Klunder, H, Mertens, E, Halloran, A, Muir, G, Vantomme, P, "Edible insects: future prospects for food and feed security", (No. 171), Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013.
- [5] A.Van Huis, "Edible insects are the future?" *Proceedings of the Nutrition Society*, 2016, 75(3), 294-305.
- [6] GMI, "Edible Insects Market Size By Product (Beetles, Caterpillars, Grasshoppers, Bees, Wasps, Ants, Scale Insects & Tree Bugs), By Application (Flour, Protein Bars, Snacks)", *Industry Analysis Report, Regional Outlook, Application Potential, Price Trends, Competitive Market Share & Forecast,2020 – 2026*, <https://www.gminsights.com/industry-analysis/edible-insectsmarket>, (accessed: 28.09.2021).
- [7]L. Orsi, L. L. Voege, S.Stranieri, "Eating edible insects as sustainable food? Exploring the determinants of consumer acceptance in Germany", *Food Research International*, 125, 108573. 2019,
- [8] Y.Hanboonsong, T. Jamjanya, P.B. Durst, "Six-legged livestock: edible insect farming, collection and marketing in Thailand", RAP publication, 3. 2013
- [9] B.A. Rumpold, N. Langen, "Potential of enhancing consumer acceptance of edible insects via information", *Journal of Insects as Food and Feed*, 5(1), 45-53. 2019,
- [10] T.K. Kim, H.I. Yong, Y. B. Kim, H.W. Kim, Y.S. Choi, "Edible insects as a protein source: a review of public perception, processing technology, and research trends", *Food Science of Animal Resources*, 39(4), 521. 2019
- [11] FAO, Looking at Edible Insects From a Food Safety Perspective, <http://www.fao.org/3/cb4094en/cb4094en.pdf>, 2021, (accessed 01.09.2021).
- [12] D.G. Oonincx, I.J. De Boer, "Environmental impact of the production of mealworms as a protein source for humans—a life cycle assessment," *Plo S one*, 7(12), e51145. 2012,
- [13] United Nations, World Population Prospects 2019 Highlights. [https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019\\_Highlights.pdf](https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_Highlights.pdf), 2019 (accessed 03.09.2021).
- [14] Y. Jongema, "List of edible insects of the World". Wageningen: Laboratory of Entomology, Wageningen University, <https://www.wur.nl/en/Research-Results/Chair-groups/PlantSciences/Laboratory-of-Entomology/Edible-insects/Worldwidespecies-list.htm>, (accessed 17.09.2021).
- [15] F.S. Bodenheimer, "Insects as human food: a chapter of the ecology of man", *Ind edn. Springer*, Dordrecht, ,pp 39-40. 1951.

- [16] Y. Feng, X.M. Chen, M. Zhao, Z. He, L. Sun, C.Y.Wang, W.F. Ding, "Edible insects in China: Utilization and prospects", *Insect Science*, 25(2), 184-198, 2018.
- [17] İ. Bilgin, "Medine Müdafaası/ Çöl Kaplanı Fahreddin Paşa", 25nd edn., Timaş Yayıncılık, İstanbul, pp 187-194. 2019.
- [18] EatGrub, <https://www.eatgrub.co.uk/>, (accessed 14.10.2021). 2021.
- [19] HABERTURK, 460 kafeste, 9 farklı çeşit böcek ile Böcek Çiftliği. <https://www.haberturk.com/460-kafeste-9-farkli-cesit-bocek-ilebocek-ciftligi-1974348>,(accessed 14/10/2021), 2021.
- [20] EFSA, "Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens NDA), Safety of dried yellow meal worm (*Tenebrio molitor* larva) 59 as a novel food pursuant to Regulation (EU)" 2015/2283, *EFSA Journal*, ,19(1), e06343, 2021.
- [21] E.Yüksel, R.A. Canhilal, "Survey of public opinion about entomophagy in Erciyes University", *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 4(2), 203-208. 2018.
- [22] M. Özkan, E.Güneş, "Alternatif Gıda Kaynağı Olarak Yenilebilir Böceklerin Kullanımına Dair Bakış Açılarının Değerlendirilmesi", *Journal Of Tourism And Gastronomy Studies*, 8(2), 839-851. 2020.
- [23] R. Karaman, "Geçmişten günümüze gastronomi trendleri: potansiyel yerli turistlerin yenilebilir böcekler akımına yönelik algılarının ölçülmesi", (Master's thesis, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü), 2019.
- [24] Next Food, New entomophages: which insects recipes to try first? <https://www.next-food.net/new-entomophages-which-insectsrecipes-to-try-first/>,(accessed 04.09.2021).2021.
- [25] B.A. Rumpold, O.K Schlüter, "Nutritional composition and safety aspects of edible insects", *Molecular Nutrition & Food Research*, 57(5), 802-823. 2013.
- [26] V.B. Meyer-Rochow, R.T. Gahukar, S. Ghosh, C.Jung, "Chemical Composition, Nutrient Quality and Acceptability of Edible Insects Are Affected by Species, Developmental Stage, Gender, Diet, and Processing Method", *Foods*, 10(5), 1036. 2021.
- [27] J.Ramos-Elorduy, J.M.P. Moreno, E.E. Prado, M.A. Perez, J.L.Otero, O.L. De Guevara, "Nutritional value of edible insects from the state of Oaxaca, Mexico", *Journal of food composition and analysis*, 10(2), 142-157. 1997.
- [28] F.A.Manditsera, P.A. Luning, V. Fogliano, C.M. Lakemond, "Effect of domestic cooking methods on protein digestibility and mineral bioaccessibility of wild harvested adult edible insects", *Food Research International*, 121, 404-411. 2019.
- [29] A. Orkusz, "Edible Insects versus Meat—Nutritional Comparison: Knowledge of Their Composition Is the Key to Good Health", *Nutrients*, 13(4), 1207. 2021.
- [30] K.E. Ekpo, A.O Onigbinde, "Nutritional potentials of the larva of *Rhynchophorus phoenicis* (F)", *Pakistan Journal of Nutrition*, 4(5), 287-290. 2005.
- [31] K.E. Ekpo, A.O. Onigbinde, I.O. Asia, "Pharmaceutical potentials of the oils of some popular insects consumed in southern Nigeria", *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, , 3(2), 051-057. 2009.
- [32] M.N. Mwangi, D.G. Oonincx, T. Stouten, M.Veenbos, A. MelseBoonstra, M. Dicke, J.J.Van Loon, "Insects as sources of iron and zinc in human nutrition", *Nutrition research reviews*, 31(2), 248-255. 2018.
- [33] G.O. Latunde-Dada, W. Yang, M. Vera Aviles, "In vitro iron availability from insects and sirloin beef", *Journal of agricultural and food chemistry*, 64(44), 8420-8424. 2016.
- [34] M.E. Parker, S. Zobrist, H.E.Lutterodt, C.R. Asiedu, C. Donahue, C. Edick, K. Mansen, G.Pelto, P. Milani, S. Soor, A.Laar, C.M. Engmann, "Evaluating the nutritional content of an insectfortified food for the child complementary diet in Ghana", *BMC nutrition*, 6(1), 1-11. 2020.
- [35] Di Mattia, C, Battista, N, Sacchetti, G, Serafini, M, Antioxidant activities in vitro of water and liposoluble extracts obtained by different species of edible insects and invertebrates, *Frontiers in nutrition*, 6, 106. 2019.
- [36] P.Dutta, T.Dey, P.Manna, J.Kalita, "Antioxidant potential of *Vespa affinis* L., a traditi onal edible insect species of North East India", *PLoS One*, 11(5), e0156107. 2016,
- [37] M.Seo, T.W. Goo, M.Y. Chung, M. Baek, J.S. Hwang, M. Kim, E.Y. Yun, "*Tenebrio molitor* larvae inhibit adipogenesis through AMPK and MAPKs signaling in 3T3-L1 adipocytes and obesity in high-fat diet-induced obese mice", *International Journ.al of Molecular Sciences*, 18(3), 518. 2017.
- [38] J. Kim, E.Y. Yun,S.W. Park, T.W. Goo, M. Seo, "*Allomyrina dichotoma* larvae regulate food intake and body weight in high fat diet-induced obese mice through mTOR and Mapk signaling pathways", *Nutrients*, 8(2), 100. 2016.
- [39] Q.Wu, J. Patočka, K. Kuča, "Insect antimicrobial peptid of chitin and chitoooligosaccharide on in vitro growth of *Lactobacillus rhamnosus* GG and *Escherichia coli* TG", *Applied Food Biotechnology*, 5(3), 163-172, 2018.
- [41] Aöf sorular.net.2022.
- [42] F. Polat, S. Dede, G. Bingöl, A. Kekillioğlu. "Kocaeli'de yayılış gösteren bazı böcek türlerinin mitokondrial sitokrom oksidaz alt ünite 1 geni ile filogenetik analizi", *Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* ,1(2), 62-66, 2018.
- [43] A. Kekillioğlu, 'Ecological Ethics for Environmental Sustainability,' *The Turkish Journal Of Occupational / Environmental Medicine and Safety, (TURJOEM)*, cilt1, sayı 1(1) s.130, 2015.