

**ALTERNATİF PROTEİN KAYNAKLI BESLENMENİN
TOPLUM SAĞLIĞI AÇISINDAN
YARARLARI VE RİSKLERİ**

BENEFITS AND RISKS OF ALTERNATIVE
PROTEIN-SOURCED NUTRITION
IN TERMS OF PUBLIC HEALTH

Eda Köksal

ALTERNATİF PROTEİN KAYNAKLI BESLENMENİN TOPLUM SAĞLIĞI AÇISINDAN YARARLARI VE RİSKLERİ

Eda Köksal

Gazi Üniversitesi

Özet

Son yıllarda alternatif protein kaynaklarına olan ilgi dünyadaki açlık/obezite sorunu ve çevresel problemlere çözüm arayışına bağlı olarak artmıştır. Sağlıklı bir diyet için gerekli olan başta protein olmak üzere diğer birçok besin ögesi içeriğine sahip alternatif protein kaynakları aynı zamanda içerdikleri biyoaktif bileşikler ile de antiinflamatuvar, antikanser, antimikrobiyal, antidiyabetik, hipolipidemik ve kardiyoprotektif gibi olumlu özellikler gösterebilmektedirler. Bunun yanında çevresel açıdan çoğu alternatif protein kaynakları daha az sera gazı emisyonu oluşumuyla, daha az su ve arazi gereksinimine sahiptirler. Bunlar olumlu birer alternatif olarak öne çıkmasına rağmen tüketiciler tarafından kabul görmemesi, doğal kabul edilmemesi ve bazı etik kaygılar ile işlevsellik, lezzet ve maliyet arasında bir denge elde etmek ve taşıdığı sağlık risklerini minimize etmek amacıyla kontrollü üretim ve işleme yöntemleri hakkında daha fazla çalışmanın yapılması gerekmektedir. Sonuç olarak, sağlıksız ve sürdürülebilir olmayan beslenme insan ve dünya için küresel bir risktir. Günümüzde optimal sağlığın korunmasının ve birçok hastalığın tedavisinin önerilen Akdeniz diyeti temelli sürdürülebilir beslenme örüntüsü ile mümkün olduğu unutulmamalıdır.

Anahtar Kelimeler

*Alternatif Protein Kaynakları, Sürdürülebilir Beslenme, Bitkisel Proteinler,
Böcekler, Mikroalgler, Yapay Et*

BENEFITS AND RISKS OF ALTERNATIVE PROTEIN-SOURCED NUTRITION IN TERMS OF PUBLIC HEALTH

Eda Köksal

Gazi University

Abstract

In recent years, interest in alternative protein sources has increased due to the search for solutions to the world hunger/obesity problem and environmental problems. Alternative protein sources, which contain many other nutrients, especially protein, necessary for a healthy diet, can also show favorable properties such as anti-inflammatory, anticancer, antimicrobial, antidiabetic, hypolipidemic, and cardioprotective with their bioactive compounds. In addition, environmentally, most alternative protein sources have less greenhouse gas emissions and less water and land requirements. Although they stand out as positive alternatives, consumers do not accept them. They are not considered natural, and there are some ethical concerns and a trade-off between functionality, taste, and cost. More studies are needed on controlled production and processing methods to achieve balance and minimize the health risks it carries. As a result, unhealthy and unsustainable nutrition is a global risk for humans and the world. It should be remembered that optimal health is possible with a sustainable nutrition pattern based on the Mediterranean diet, which is recommended today for protecting health and treating many diseases.

Keywords

*Alternative Protein Sources, Sustainable Nutrition, Plant Proteins,
Insects, Microalgae, In Vitro Meat*

GİRİŞ

Küresel düzeyde çevre değişmektedir ve günümüzde çevre sorunları canlı hayatını tehdit eden bir düzeye ulaşmıştır. Bu süreç, insanların yerleşik hayata geçmesi ve tarımla uğraşmasıyla başlamış, insan nüfusunun ve tüketim alışkanlıklarının aniden hızlandığı Sanayi devrimi sonrası en üst düzeye ulaşmıştır. Günümüzde insan yapımı nesnelerin ağırlığının dünyadaki tüm canlıların ağırlığını aştığı belirtilmektedir. Yani yeryüzündeki tüm plastik, tuğla, beton ve diğer insan yapımı nesneler, ilk kez gezegendeki bitki ve hayvanların ağırlığını aşmış ve insan yapımı nesnelerin tahmini ağırlığı bir teratona (1 trilyon ton) ulaşmıştır (Elhacham vd., 2020). Bunun yanında artan dünya nüfusunun 2050 yılında 9 milyarı aşması beklenirken küresel anlamda nüfus arttıkça tarım, toprak, su ve enerji gibi doğal kaynakların kullanımı da artmaktadır. Dünyanın besin, yem ve posa ihtiyacının ise ancak %70'inin karşılanabileceği ve besin güvencesizliği ile karşı karşıya olduğu öngörülmektedir. Bu durumun biyoçeşitliliğin dünya çapında azalması ve polen taşıyıcıların kaybindan, insanların gezegenin yaşanabilir yüzeyinin yaklaşık yarısını beslemek ve kendilerine kaynak sağlamak için kullanmasına kadar doğa üzerinde derin ve olumsuz etkileri bulunmaktadır. Bunların sonucu doğal kaynakların tükenmesinin ise insan sağlığı ve beslenmesi üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır (FAO, 2019). Bu etkiler iklim değişikliği, haksız rekabette bir ticaretin sürmesi, besin atıkları, tedarik zinciri aksamaları ve artan nüfus nedeniyle hayvansal kaynaklı ürünlere artan ihtiyaç gibi nedenler ile çiftçileri ve toplumları zor durumda bırakmaktadır. Bunun yanında ekilmeye uygun alanlar ile biyoçeşitliliğin azalması ve ekosistemlerin bozulması, Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin (SKH) büyük çoğunluğuna, özellikle de yoksulluk, açlık, sağlık, su, şehirler, iklim, okyanuslar ve toprakla ilgili hedeflere doğru ilerlemeyi engellemektedir (WWF, 2014; Short, Strauss & Lotfian, 2022).

Yüksek gelirli ülkelerde hayvan refahı konusunda endişe duyan insan sayısının artması yanında insan ve gezegen sağlığı üzerinde olumlu etkileri olan diyetlere ilgi de giderek artmaktadır (Mariotti, 2023). Bu eğilimde dünya çapındaki tüm ölümlerin %74'ünden veya yılda 41 milyon kişinin ölümünden sorumlu olan bulaşıcı olmayan kronik hastalıkların (BOH'lar) sorumlu olması da önemli bir etkidir. Her yıl 70 yaşın altındaki 17 milyon kişi bu hastalıklardan ölmektedir ve bu erken ölümlerin %86'sı düşük ve orta gelirli ülkelerde görülmektedir (WHO, 2022). Bu nedenle, daha az et içeren "fleksitaryen" diyetlerden (çok nadir et/balık tüketimi olan yarı vejetaryen beslenmeye benzer), vejetaryen diyetlere (lakto-ovo vejetaryen ve vegan diyetlerini içeren) kadar geniş bir yelpazeyi kapsayan, daha bitki bazlı diyetlerin benimsenmesine yönelik belirgin bir eğilim vardır (Mariotti, 2023). Bu eğilim özellikle 1990'lı yıllardan günümüze kadar beslenmede ve aktivite düzenlerinde meydana gelen beslenme geçişinde besinlerin dağıtım ağını etkileyen reklam, pazarlama ve teknolojik ilerlemelerin yanı sıra, beslenme ve fiziksel aktivite kalıpları üzerinde doğrudan etkisi olan gelir düzeyi, fiyat değişiklikleri ve kentleşmeden kaynaklanmaktadır (Popkin, 2006).

ALTERNATİF PROTEİN KAYNAKLARINA GEREKSİNİM NEDENLERİ

Dünya nüfusunun artmasıyla birlikte hayvansal proteinden zengin besinlere olan talebin artması da beklenen bir durumdur. Özellikle 2013'ten 2050 yılına kadar kişi başına düşen et tüketiminin 206 milyon ton (%29), süt ürünleri ve yumurtaya olan talebin de sırasıyla 1043 ve 102 milyon tona kadar artması; mısır, pirinç, buğday ve soya gibi bitki bazlı protein kaynaklarına olan ihtiyacın ise yaklaşık %60-110 oranında artması beklenmektedir. Ancak protein kaynaklarına olan bu ihtiyacın karşılanamaması durumunda yaklaşık 1 milyar insanı etkileyen kronik yetersiz protein alımı ve protein enerji malnütrisyonu prevalansının artması yanında dengesiz beslenme, besine ulaşamama veya besleyici olmayan besin alımının fazlalığı ile ilişkili obezitedeki artış da kaçınılmaz olarak görülmektedir (Churchward-Venne vd., 2017).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), Uluslararası Tarımsal Kalkınma Fonu (IFAD), Birleşmiş Milletler Çocuklara Yardım Fonu (UNICEF), Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), Dünya Gıda Programı (WFP) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından ortaklaşa hazırlanan Dünya Besin Güvencesi ve Beslenmenin Durumu 2023 raporuna göre 2022 yılında, nispeten daha fazla kadın ve kırsal kesimde yaşayanlardan oluşan 2,4 milyar insan, tüm yıl boyunca besleyici, güvenli ve yeterli besine erişememiştir. Pandeminin insanların harcanabilir geliri üzerinde devam eden etkisi, sağlıklı beslenmenin artan maliyeti ve enflasyondaki genel artış da milyarlarca insanı uygun fiyatlı sağlıklı beslenmeden mahrum bırakmaya devam etmektedir. Beş yaşın altındaki milyonlarca çocuğun ise bodurluk (148 milyon), zayıflık (45 milyon) ve fazla kiloluluk (37 milyon), kadınların ise yetersiz ve dengesiz beslenmeye bağlı düşük doğum ağırlıklı bebek doğurma sorunlarıyla karşı karşıya olduğu belirtilmektedir. Bunların sonucu çocuklarda düşük bilişsel gelişim ve hastalıklara yakalanmaya yüksek yatkınlık ile yetişkin dönemde üretkenliğin azalması ile ülkelerin ekonomisinin ve kalkınmasının etkilenmesi söz konusudur (FAO vd., 2023).

Küresel Gıda Krizleri Raporu (Global Report on Food Crises-GRFC) 2023'e göre 2022 yılında 58 adet gıda krizi olduğu kabul edilen ülkede/bölgede çeyrek milyardan fazla insanın akut gıda güvencesizliği yaşadığı ve acil gıda yardımına ihtiyaç duyduğu tahmin edilmektedir. Bu, krizin yedi yıllık tarihindeki en yüksek rakam olarak belirtilmektedir (FSIN & Global Network Against Food Crises, 2023).

GRFC 2023'ün bulguları, 2030 yılına kadar açlığı sona erdirmeye ulaşmanın, yüksek düzeyde akut gıda güvencesizliğiyle karşı karşıya olan nüfusun üst üste dördüncü yılda artması nedeniyle her zamankinden daha zorlu olduğunu göstermektedir (FSIN & Global Network Against Food Crises, 2023).

Dünyadaki tüm insanları beslemek ve Gıda Güvenliğini sağlamak, 2030 Gündemi ile başarılması gereken büyük bir zorluktur. Yetersiz beslenme ve obezite, sağlıklı beslenme durumunun tam tersidir. Her iki durum da dengesiz beslenme, besin yokluğu veya besleyici olmayan besin alımının fazlalığı ile ilişkilidir. Besin üretimiyle ilişkili bu iki beslenme koşulu, sürdürülebilir dünya kalkınmasına ulaşmak için Birleşmiş Milletler'in 2030 Gündemi'nde vurguladığı bazı hedeflerle yakından ilişkilidir. Çalışmalar birden fazla kriz nedeniyle 2019'daki 613 milyona kıyasla şu anda yaklaşık 735 milyon insanın yani 122 milyon insanın daha açlıkla karşı karşıya olduğunu göstermektedir. Bunun yanında 2021'de dünyada 3,1 milyardan fazla insanın veya nüfusun %42'sinin sağlıklı beslenmeye erişim kapasitesinin dünya genelinde kötüleştiği ve sağlıklı beslenmeye gücünün yetmediği bildirilmektedir. Bu, önceki yıla kıyasla 134 milyonluk genel bir artış temsil etmektedir (FAO vd., 2023).

2050 yılına kadar 10 milyar insanı sürdürülebilir bir şekilde beslemek için gıda ve tarım arazisi açığının kapatılması ile sera gazı emisyonun azaltılması faktörlerinin sağlanması gereklidir. Bu durum 2010 yılına göre karşılaştırıldığında 2050 yılında %56 daha fazla gıdaya, %50 daha fazla tarım arazisine (neredeyse Hindistan'ın iki katı bir alana) ve sera gazı emisyonunda %67'lik azalmaya karşılık gelmektedir (Searchinger vd., 2019).

Akdeniz ülkelerinde yer alan içinde Ankara ve İstanbul'un da bulunduğu on üç şehirde yapılan besin tüketiminin su ayak izinin belirlenmesi çalışmasına göre, su ayak izi kişi başına günlük 3277 L'den 5789 L/kişi/gün'e kadar değişmektedir. Çalışmada bu miktarların doğrudan kentsel su kullanımından yaklaşık otuz kat daha fazla olduğu ve et içeren sağlıklı bir Akdeniz diyetinin %19 ila %43 oranında, pesko-vejetaryen diyetin %28 ila %52 oranında, vejetaryen diyetin ise %30 ila %53'e varan oranlarda su ayak izinde azalma sağladığı belirtilmiştir. Bu çalışmaya göre ülkemizde sağlıklı beslenmede et tüketimini balığa, tahıla çevirdiğimiz zaman su tüketiminde yaklaşık %42'lik bir kazanç sağlanması söz konusudur (Vanham vd., 2016).

Türkiye için 1961 ve 2011 yılları arasında kişi başına düşen enerji ve makro besin ögesi (yağ ve protein) verisi FAOSTAT veri tabanından kg/yıl olarak indirilmiş ve daha sonra g/güne dönüştürülmüştür. Günlük enerji miktarında 1961'den 2011'e kadar kişi başına %19,5'lik bir artış olduğu belirlenmiştir. 1961 ile 2011 yılları arasında kişi başına düşen protein miktarı yaklaşık % 10,6, karbonhidrat miktarı % 11,3, yağ miktarı % 50,5 artmıştır (Türközü, Ayhan, & Köksal, 2017).

Türkiye'de bireylerin besin tüketimlerinin değerlendirilmesi amacıyla 1974, 1984, 2010 ve 2017 yıllarında yapılmış olan beslenme ve sağlık araştırmaları değerlendirildiğinde yıllar içinde özellikle hayvansal protein ve toplam yağ alımında artış, karbonhidrat alımında ise azalma olduğu belirlenmiştir (Koçyiğit, Egin, & Köksal, 2022).

Bu bağlamda besin üretimiyle ilişkili malnütrisyonun çifte yükü, SKH hedefleri ile yakından ilişkilidir ve sürdürülebilir üretimi ve yüksek besin kalitesiyle nüfusun besin güvencesini garanti eden alternatif besinlerin araştırılması teşvik edilmektedir. Günümüzde bitki bazlı proteinler, böcekler, tek hücreli proteinler (mikoprotein ya da mikroalgler) ve laboratuvar ortamında üretilen hücre kültürü bazlı yapay etler, sürdürülebilir protein kaynakları için yapılan çeşitli araştırmalarda etin yerini alabilecek alternatif protein kaynakları olarak incelenmektedir.

ALTERNATİF PROTEİN KAYNAKLARININ YARARLARI VE RİSKLERİ

Dünya genelinde et üretimi ve tüketimindeki dramatik artış ile mevcut hayvansal protein odaklı beslenmenin, nüfus artışı ve olumsuz sağlık ve çevre etkileri nedeniyle sürdürülebilir olmadığı belirtilmektedir. Artan bu talebin alternatif bir seçenek olarak bitkilerden elde edilmesi veya doğrudan hücrelerden yetiştirilmesi yoluyla karşılanması, antibiyotik direncinin ve zoonotik hastalıkların yayılmasının önüne geçilmesine katkıda bulunabilmektedir (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2022).

Bitkisel protein kaynakları özellikle baklagiller (bezelye, fasulye, mercimek ve nohut) vitamin, mineral, posa, antioksidan ve anti inflamatuvar bileşenlerden zengin, düşük sera gazı etkisine sahip, toprağa azot bağlama, minimum gübre gereksinimi, düşük karbon ayak izi ve gıda israfı ile su verimliliği ve düşük üretim maliyeti ile iklim değişikliği ve biyoçeşitliliğin azalmasında pozitif etkilidirler. Bunun yanında esansiyel amino asit bakımından yetersiz, sindirilebilirlik ve biyoyararlılık bakımından hayvansal kaynaklara göre daha düşük, çevresel etki bakımından ise tarım alanlarına yüksek talep nedeniyle toprak verimliliğinin azalması, su kaynaklarının tarım kimyasalları ile kirletilmesi ile ormansızlaşma ve çölleşmeye katkıda bulunma gibi olumsuz etkiler ile ilişkilendirilmektedir. Bunun yanında bitkisel protein kaynakları et, kümes hayvanları, balık, süt ürünleri ve yumurta gibi önde gelen protein kaynakları ile karşılaştırıldığında azalmış kardiyovasküler hastalık, metabolik sendrom, bazı kanser türleri ve erken ölüm riski ile ilişkilendirilmektedir (Lonnie vd., 2020) (Banach vd., 2022).

Böcekler küresel anlamda gereksinimlerin karşılanabilmesi için alternatif bir protein kaynağı olarak önerilmektedir. Dünya çapında pek çok insan (~2 milyar) geleneksel olarak diyetlerinde böcekleri tüketmeye alışık olsalar da Kuzey Amerika ve Avrupa'da böcek tüketimi -entomofaji- yeni bir kavramdır (Churchward-Venne vd., 2017). Sıklıkla yüksek protein, vitamin ve mineral içeren böceklerin daha az sera gazı emisyonu yapmaları, daha az su ve alana ihtiyaç duymaları nedeniyle doğal kaynaklar ile çevre üzerinde daha az etki oluşturmaktadırlar. Ayrıca tüketilen maddelerin biyokütleyle dönüştürülmesinde diğer omurgalılara göre daha verimlidir (Stull, 2021).

Yapılan çalışmalar sonucunda böceklerde immün sistemi güçlendiren ve hastalık risklerini azaltan biyoaktif ve antioksidan bileşikler bulunmuştur. Bu nedenle dünyada birçok yerde yenilebilir böcekler kullanılmaktadır. Ayrıca yenilebilir böcekler içerdikleri biyoaktif bileşiklerin anti inflamatuvar, antikanser, antimikrobiyal, antiülser, antidiyabetik, hipolipidemik ve kardiyoprotektif özellikleri nedeniyle klinik ve klinik olmayan yaklaşımlarda dikkate alınmaktadır. (Roos & van Huis, 2017; Mariutti vd., 2021).

Bir çalışmada böceklerin suda ve yağda çözünen özütlerinin sırasıyla taze portakal suyu ve zeytinyağı ile antioksidan kapasitesi bakımından kıyaslaması yapılmıştır. Cırcır böcekleri, çekirgeler, ipekböcekleri, Afrika tırtılları ve akşam ağustosböceklerinin portakal suyu veya zeytinyağına göre iki ila üç kat daha yüksek antioksidan kapasite değerleri gösterdiği gözlemlenmiştir. Ancak bu in vitro testlerin antioksidan etkisinin insanlarda da çalışılması gereklidir (van Huis, 2020).

Böceklerde bulunan kitin, kısa zincirli yağ asitleri, orta zincirli yağ asitleri ve glikozaminoglikanlar gibi bileşikler ile içerdikleri antimikrobiyal peptitler nedeniyle böceklerin gastrointestinal sistem ve dirençli patojenler üzerinde çeşitli sağlık potansiyelleri bulunduğu belirtilmektedir. Önemli bir posa kaynağı olan kitinin prebiyotik etkisiyle doğal olarak oluşan bağırsak mikrobiyota proliferasyonu desteklenmektedir. Bu şekilde besin kaynaklı hastalıkların ve besinleri sindirme güçlüklerinin önlenmesine yardımcı olabilmektedir. Bağırsak içerisinde gelişen *Salmonella Typhimurium*, *Escherichia coli* ve *Vibrio cholera* gibi patojenik mikroorganizmaların kitin ve türevleri sayesinde azaldığı ve aynı zamanda *Bifidobacteria* ile *Lactobacillus* gibi yararlı intestinal bakterilerin çoğalıp gelişmesinin teşvik edildiği görülmüştür (Imathiu, 2020).

Dünya genelinde hipertansiyon, obezite ve Tip 2 diyabet prevalansı gittikçe artan ve insan hayatını tehdit eden önemli hastalıklardır. Bu hastalıklarda bazı böcek türlerinin olumlu etkileri olduğuna yönelik çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin Balmumu güvesi *Galleria mellonella*, sarı yemek kurdu *Tenebrio molitor* ve ipekböceği *Bombyx mori* gibi türlerin, diğer besinsel kaynaklar ile karşılaştırılabilir düzeyde ACE inhibitör aktivitesine sahip olduğu bulunmuştur. Ancak antioksidanlarda olduğu gibi böceklerdeki ACE inhibe edici aktivitelerin de olumlu etkilerinden kesin olarak bahsedebilmek için in vivo olarak insan çalışmalarında değerlendirilmesi gerekir. Aynı şekilde ağırlık kontrolünde obez farelerde sarı un kurdu larvası tozunun tüketiminin adipozitlerdeki lipid birikimi ve trigliserit içeriğini azaltarak vücut ağırlığı artışı düşürdüğü gözlenmiştir. Obez farelerin beyin dokusuna enjekte edilen Kore boynuz böceği *Allomyrina dichotoma* etanol özütünün endoplazmik retikulum stresini azaltıcı etkisi ve hormon kaynaklı değişikliği sayesinde beslenme davranış değişikliği geliştirdiği görülmüştür. Bununla birlikte bunların insan sağlığına kesin olarak yararlı denilebilmesi için daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğu belirtilmektedir (Roos & van Huis, 2017;van Huis, 2020).

Tüm dünyada yenilebilir böcekler için ilgi alternatif bir besin kaynağı olmasıyla artmaktadır. Bununla beraber alerjenleri (Dünya Sağlık Örgütü Alerjen Adlandırma Alt Komitesi'ne göre eklemeyenler için birbirinden farklı 239 alerjen kayıtlıdır), kimyasal (özellikle pestisit kalıntıları) ve biyolojik (patojenler ve mikotoksinler) tehlikeleri içeren potansiyel riskleri nedeniyle besin güvenliği endişeleri yanında antinütrient içeriğine (oksalat, fitat, tanen, saponin ve alkaloid) göre azalmış biyoyararlanım da ortaya çıkmaktadır. Ayrıca yenilebilir böceklerin içerdikleri bulaşanlar, ağır metaller (kurşun, cıva, arsenik ve kadmiyum) ve yaygınlıkları böceklerin türlerine, toplanma aşamalarına, üretim metodlarına ve yem substratlarına göre farklılık göstermektedir ve çeşitli hastalık riskleri taşıdığı bildirilmektedir (Lange & Nakamura, 2021; Banach vd, 2022).

Mikroalgler sağlığa olumlu etkileriyle de ön plana çıkan, çok hızlı çoğalan (uygun şartlarda ağırlıkları 2-3 katına çıkabilen), üretimi kolay ve üretimde atıkların kullanılması sebebiyle çevreye duyarlı olarak değerlendirilen bu bağlamda gelecekte öngörülen açlık tehlikesine karşı alternatif protein kaynakları içinde yer alan bir besindir. Sağlığın korunmasında ve hastalıkların önlenmesinde etkili olan çeşitli metabolitlerin (karotenoidler, yağ asitleri, amino asitler, antioksidanlar ve diğer ikincil metabolitler) zengin bir kaynağı olması nedeniyle kan şekeri ve kolesterol düzeylerini düşürücü, kan basıncını düzenleyici, hemoglobinin konsantrasyonunu artırıcı etkileri olduğu bildirilmiştir. İdeal ve kompakt bir besin olduğundan, Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA) tarafından uzaydaki astronotların diyetine eklenmesi bile gündeme gelmiştir. Tüm bu olumlu etkilerine rağmen, pudra kıvamında olması, koyu yeşil rengi ve özellikle hafif balık kokusu nedeniyle yeterince yaygın değildir. Ayrıca, mikroalglerin üretim maliyetlerinin geleneksel protein kaynaklarıyla rekabet edemeyecek kadar yüksek olması, bunların seri üretimini ve piyasada bulunabilirliğini engellemektedir. Bu özelliklerinden dolayı geleneksel gıdalarda protein zenginleştirici olarak kullanımı sınırlıdır (Roy & Pal, 2015; Short, Strauss & Lotfian, 2022).

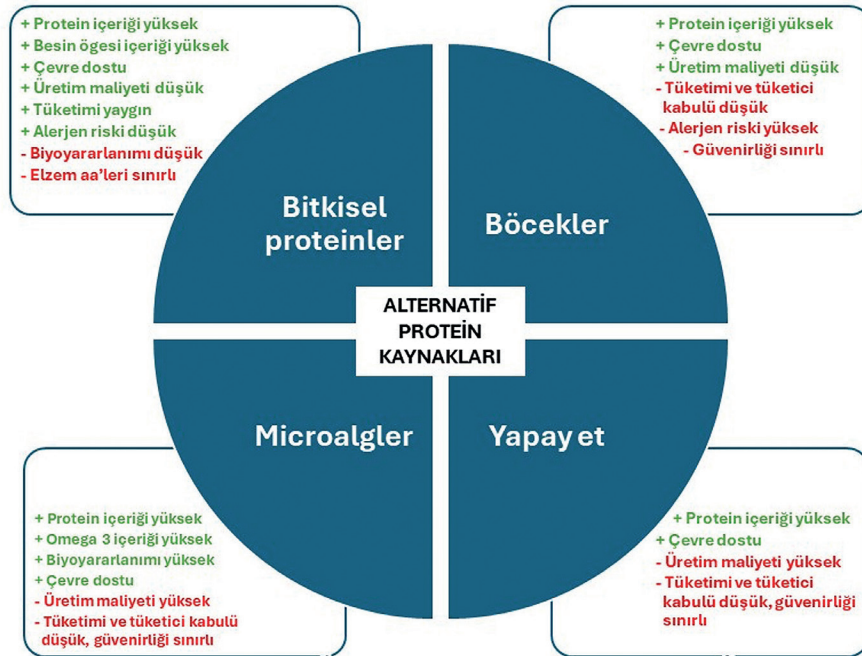
Yapay et üretiminin halk sağlığı ve gıda güvenliği bakımından hem olumlu hem de olumsuz sonuçlar doğurabileceği bildirilmiştir. İn vitro veya yapay et üretimi ile bileşimi belirlenebilen ürünün lezzeti, kalitesi, yağ asidi bileşimi değiştirilebilir. Bunun yanında birçok hastalığa neden olan gıda patojenlerinin çoğunluğu et kaynaklı olduğundan yüksek düzeyde kontrollü ortamda üretilen yapay et gıda kaynaklı patojen riskini azaltarak daha sağlıklı ve güvenli et üretimine olanak sağlayabilir. Ayrıca yapay et, canlı bir hayvandan gelmediğinden, Hinduizm ve vejetaryenlik gibi bazı dini ve felsefi inanışları, pestisitlere, arsenik, dioksin ve hormonlara maruz kalma riskini, besin kaynaklı hastalıkların görülme sıklığını önemli ölçüde azaltabilir. Ayrıca et tüketimi ile ilişkilendirilen özellikle bulaşıcı olmayan kronik hastalıklar (kardiyovasküler hastalıklar, diyabet, kolon kanseri gibi) önlenir. Bunların yanında uzun süreli insanlı uzay görevlerinin maliyetleri şu anda oldukça yüksektir. Kontrollü bir ekolojik yaşam destek sistemi sadece astronotlara taze yiyecek sağlamakla kalmaz, aynı zamanda atıkları da kullanarak oksijen ve su sağlayabilir (Bhat & Fayaz, 2011; Hocquette, 2016).

Yapay et üretiminin potansiyel çevresel yararları ise; hayvansal üretim kaynaklı sera gazlarının azaltılması ve küresel ısınmanın önlenmesine katkı sağlanması, orman tahribatlarının önüne geçilmesi, tarım arazilerinin ve tahıl ürünlerinin insanların beslenme gereksinimlerinin karşılanması için kullanılması, birçok hayvanın kesilme gerekliliğinin ortadan kaldırılması ve artan insan nüfusunun protein ihtiyacının sağlanmasıdır. Yapay et üretiminde ortaya çıkabilecek problemler ise üretiminin aşırı yüksek maliyeti, büyük ölçüde uygulanamaması, hücre kültürü için gerekli olan bütün kimyasal ürünlerin (hormonlar, besin maddeleri, vb.) besin tüketim içeriğinde güvenli olduğunun garanti edilmemiş olması, yüksek oranda hücre çoğalmasının potansiyel kanser hücrelerinin çoğalmasını uyurabilmesi, ürünün tüketiciler tarafından kabul görmemesi ve doğal kabul edilmemesi olarak verilmektedir (Short, Strauss & Lotfian, 2022; Bhat& Fayaz, 2011; Hocquette, 2016).

Görüldüğü gibi çevresel ve sağlık üzerinde olumsuz etkileri yanında günümüzde hayvansal protein elde etmek amacıyla kurulan hayvan endüstrisi, dünyada artan talebi karşılamaya yetmemektedir ve bu nedenlerden dolayı alternatif protein kaynağı arayışları hızlanmaktadır. Bu bağlamda bitkisel proteinler, böcekler, mikroalgler ve yapay et, her birinin avantaj ve dezavantajları olmasına rağmen umut vericidir (Şekil 1)(Turnagöl vd., 2023).

Şekil 1:

Alternatif protein kaynaklarına genel bakış.



SONUÇ

Son yıllarda alternatif protein kaynaklarına olan ilgi dünyadaki açlık/obezite sorunu ve çevresel problemlere çözüm arayışına bağlı olarak artmıştır. Sağlıklı bir diyet için gerekli olan başta protein olmak üzere diğer besin ögesi içeriğine sahip bitkisel proteinler, böcekler, mikroalgler ve yapay et, artan dünya nüfusu için umut verici birer alternatif protein kaynağıdır. Alternatif protein kaynaklarında immün sistemi güçlendiren ve sağlık risklerini azaltan biyoaktif bileşikler bulunmuştur. Bu biyoaktif bileşikler anti-inflamatuar, anti-kanser, anti-mikrobiyal, anti-ülser, anti-diyabetik, hipolipidemik ve kardiyoprotektif özellikleriyle dikkat çekmektedir. Ancak bu bileşiklerin insan sağlığına yararlı olduğunun kesin olarak iddia edilebilmesi için doğrudan insanlar üzerinde yapılan daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Banach vd., 2022). Bunun yanında günümüzde pek çok alternatif protein ürünü, tuz oranlarının yüksek, bazı temel besin öğelerinin düşük olması ve sıklıkla ultra işlenmiş olmaları nedeniyle insan sağlığına etkileri konusunda daha çok çalışmaya ihtiyaç duymaktadır (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2022).

Besin üretiminin çevreye olan etkisi başta CO₂ emisyonlarının azaltılmasını kapsayan sürdürülebilirlik tartışmalarını öne çıkarmaktadır. CO₂ emisyonu dışında arazi ve su kullanımı da sürdürülebilirlik için önemli kavramlardır. Çevresel olarak çoğu alternatif protein kaynakları daha az sera gazı emisyonu oluşumuyla, daha az su ve arazi gereksinimine sahiptir. Arazi varlığı sürdürülebilir tarım için halen bir tartışma konusudur. Ete olan talep arttıkça üreticiler üzerinde daha fazla çiftlik hayvanı üretme baskısı artmaktadır. Daha fazla yem ve buna bağlı olarak da daha fazla arazi kullanımı gerekmekte, ormansızlaşma ve gübre kullanımı artmaktadır. Bu bağlamda alternatif protein kaynakları öne çıkmaktadır (Churchward-Venne, Pinckaers, van Loon, & van Loon, 2017; Mariutti vd., 2021; Searchinger vd., 2019).

Alternatif protein kaynaklarından özellikle böcek, mikroalg ve yapay et ürünlerini temel besin kültürüne sokmanın amacı; pahalı, fazla kullanılan, üretiminde daha fazla arazi-su-yem kullanımı gerektiren ve çevreye zararlı olduğu düşünülen geleneksel besin kaynaklı proteinlerin yerine geçmesi olduğu için tüketiciler tarafından kabul görmemesi, doğal kabul edilmemesi ve bazı etik kaygılar ile işlevsellik, lezzet ve maliyet arasında bir denge elde etmek ve taşıdığı sağlık risklerini minimize etmek amacıyla kontrollü üretim ve işleme yöntemleri hakkında daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir (Short, Strauss & Lotfian, 2022; Banach vd., 2022).

Alternatif protein kaynakları değerlendirilirken bunların beslenme çeşitliliğine katkıları da değerlendirilmelidir. Sağlıklı besine erişim ve bulunabilirlik beslenme çeşitliliğiyle büyük ölçüde ilişkili olduğundan, bu durum alternatif protein kaynakları için de geçerli olmalıdır. Diyet çeşitliliğinin teşvik edilmesi, diyet kalitesinin bir göstergesi

olduğundan, sürdürülebilir ve sağlıklı diyetler içinde son derece önemlidir. Bu nedenler ile alternatif protein kaynaklarının toplum sağlığına etkileri değerlendirilirken, dünya çapında hayvansal kaynaklı protein alımına yönelik geniş ve değişken ihtiyaçlar göz ardı edilmemelidir. Yani dünyanın bazı yerlerinde özellikle hayvansal protein kaynakları diyetle ilişkili çeşitli hastalıklar için bir risk faktörü olduğu tespit edildiğinden, bu besinlerin alımının azaltılması tavsiye edilmektedir. Buna karşılık, diğer bazı ülkelerde hayvansal kaynaklı besinler protein yanında birçok vitamin ve minerallerin önemli bir kaynağı olması nedeniyle özellikle kronik malnütrisyonun (bodurluğun) azaltılmasıyla önemli ölçüde ilişkilidir. Dolayısıyla etin alternatif protein kaynaklarıyla değiştirilmesinin toplumsal koşullara uygunluğu da mutlaka değerlendirilmelidir.

Sonuç olarak, sağlıklı ve sürdürülebilir olmayan beslenme insan ve dünya için küresel bir risktir. Optimal sağlığın ise günümüzde sağlığın korunmasında ve birçok hastalığın tedavisinde önerilen Akdeniz diyeti temelli sürdürülebilir beslenme örüntüsü ile mümkün olduğu unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR / REFERENCES

- Banach, J. L., Berg, J. P., Kleter, G., Veen, H. V.V., Bastiaan-Net, S., Pouvreau, L., & Asselt, E. D. (2022). Alternative proteins for meat and dairy replacers: Food safety and future trends. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 63(32),11063-11080
- Bhat, Z.F. & Fayaz, H. (2011). Prospectus of cultured meat—advancing meat alternatives *J Food Sci Technol* 48(2), 125–140.
- Churchward-Venne, T. A., Pinckaers, P. J., van Loon, J. J., & van Loon, L. J. (2017). Consideration of insects as a source of dietary protein for human consumption. *Nutrition Reviews*, 75(12),1035-1045.
- Elhacham, E., Ben-Uri, L., G. J., Bar-On, Y. M., & Milo, R. (2020). Global human-made mass exceeds all living biomass. *Nature*, 588(7838), 442-444.
- FAO (2019, October 12). *How to feed the world in 2050*. fao.org. Retrieved May 15, 2024, https://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP & WHO. (2023). *The State of Food Security and Nutrition in the World 2023. Urbanization, agrifood systems transformation and healthy diets across the rural–urban continuum*. Rome, FAO.
- FSIN & Global Network Against Food Crises. (2023). *Global Report on Food Crises GRFC 2023*. Rome.
- Hocquette J. F. (2016). Is in vitro meat the solution for the future?. *Meat science*, 120, 167-176.
- Imathiu, S. (2020). Benefits and food safety concerns associated with consumption of edible insects. *NFS Journal*, 18, 1-11.
- Koçyiğit, E., Esgin, Ö., & Köksal, E. (2022). Türkiye’nin Değişen Beslenme Örüntüsü. *Bes Diy Derg*, 50(3), 40-52.
- Lange, K. W., & Nakamura, Y. (2021). Edible insects as future food: chances and challenges. *Journal of Future Foods*, 1(1), 38-46.
- Lonnie, M., Laurie, I., Myers, M., Horgan, G., R. W., & Johnstone, A. M. (2020). Exploring health-promoting attributes of plant proteins as a functional ingredient for the food sector: a systematic review of human interventional studies. *Nutrients*, 12(8), 2291.
- Mariotti, F. (2023). Nutritional and health benefits and risks of plant-based substitute foods. *Proceedings of the Nutrition Society*, 1–14.

- Mariutti, L. R. B., Rebelo, K. S., Bisconsin-Junior, A., de Morais, J. S., Magnani, M., Maldonado, I. R., Madeira, N. R., Tiengo, A., Maróstica, M. R., Jr, & Cazarin, C. B. B. (2021). The use of alternative food sources to improve health and guarantee access and food intake. *Food research international (Ottawa, Ont.)*, 149, 110709.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2022). *Alternative Protein Sources: Balancing Food Innovation, Sustainability, Nutrition, and Health: Proceedings of a Workshopin Brief*. The National Academies Press.
- Popkin, B.M. (2006) Technology, transport, globalization and the nutrition transition food policy. *Food policy*, 31(6), 554-569.
- Roos, N., & van Huis, A. (2017), Consuming insects: are there health benefits?. *Journal of Insects as Food and Feed*, 3(4), 225–229.
- Roy, S., & Pal, R. (2015). Microalgae in aquaculture: a review with special references to nutritional value and fish dietetics. *Proc Zool Soc*, 6(1), 1-8.
- Searchinger, T., Waite, R., Hanson, C., Ranganathan, J., Dumas, P., & Matthews, E. (2019). *Creating a Sustainable Food Future*. World Resources Institute, Washington.
- Short, S., Strauss, B., & Lotfian, P. (2022). *Alternative Proteins for Human Consumption*. Food Standards Agency. University of Cambridge, UK.
- Stull, V.J. (2021). Impacts of insect consumption on human health. *Journal of Insects as Food and Feed*, 7(5), 695–713.
- Sürek, E., & Uzun, P. (2020). Geleceğin Alternatif Protein Kaynağı: Yapay Et. *Akademik Gıda*, 18(2), 209-216.
- Turnagöl, H. H., Aktitiz, S., Baltürk, Ş. İ., Yakışıklı, İ., & Erbaş, Z. (2023). Alternative protein sources in sustainable sports nutrition. *Turkish Journal of Sports Medicine*, 58(1), 47-54.
- Türközü, D., Ayhan, B., & Köksal, E. (2017). The Nutrition Transition in Turkey: Trends in Energy and Macronutrients Supply from 1961. *Gazi Medical Journal*, 28, 283-288.
- van Huis, A. (2020). Nutrition and health of edible insects. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 23(3) 228–231.
- Vanham, D., Pozo, S. d., Pekcan, A., L. K.-B., Trichopoulou, A., & Gawlik, B. (2016). Water consumption related to different diets in Mediterranean cities. *Science of The Total Environment*, 573, 96-105.
- WHO. (2022). *Invisible Numbers: The True Extent of Noncommunicable Diseases and What to Do about Them*. World Health Organization; Geneva, Switzerland: 2022.
- WWF. (2014). *Yaşayan Gezegen Raporu 2014 Özet*, WWF, Gland, İsviçre

Yazar Hakkında / About Author

**Prof. Dr. Eda KÖKSAL | Gazi Üniversitesi |
edakoksal[at]gazi.edu.tr | ORCID: 0000-0002-7930-9910**

Eda Köksal ilk, orta ve lise öğretimini Ankara’da tamamlamıştır. Hacettepe Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü’nden 1993 yılında mezun olmuştur ve aynı yıl akademik hayatına Hacettepe Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü’nde araştırma görevlisi olarak başlamıştır. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beslenme ve Diyetetik programında yüksek lisansını 1996 yılında, doktora eğitimini 2001 yılında tamamlamıştır. Bunun yanında 1996-2000 yılları arasında Afyon Kocatepe Üniversitesi Afyon Meslek Yüksekokulu Gıda Teknolojisi Bölümünde öğretim görevlisi, 2000-2010 yılları arasında tekrar Hacettepe Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü’nde araştırma görevlisi ve öğretim görevlisi olarak çalışmalarını yürütmüştür. 2010 yılında Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü’nde Yardımcı Doçent kadrosuna atanmış ve 2012 yılında Doçent, 2019 yılında Profesör unvanını almıştır. 2013-2022 yılları arasında Gazi Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü Toplum Beslenmesi Anabilim Dalı Başkanlığı, 2019-2022 yılları arasında Beslenme ve Diyetetik Bölüm ve Anabilim Dalı Başkanı olarak görev yapmıştır. Başlıca çalışma alanları toplum beslenmesi, beslenme epidemiyolojisi, beslenme antropometrisi, besin tüketim araştırmaları, risk gruplarında beslenme, mikrobeyin ögesi yetersizlikleri, beslenme eğitimi, beslenme plan ve politikaları ve sürdürülebilir beslenmedir. Bu alanlarda birçok bilimsel araştırma, makale, kitap bölümü ve çalıştığı projeler bulunmaktadır. Türkiye Diyetisyenler Derneği, Sürdürülebilir Yaşam Derneği, Klinik Enteral Parenteral Nutrisyon Derneği (KEPAN), Sağlık Bilimleri Eğitim Programları Değerlendirme ve Akreditasyon Derneği üyesidir.

**Prof. Dr. Eda KÖKSAL | Gazi University |
edakoksal[at]gazi.edu.tr | ORCID: 0000-0002-7930-9910**

Eda Köksal completed her primary and secondary education in Ankara. She graduated from the Department of Nutrition and Dietetics at Hacettepe University in 1993, and in the same year, she started her academic career as a research assistant at Hacettepe University, Department of Nutrition and Dietetics. She completed her master's degree in the Hacettepe University Institute of Health Sciences Nutrition and Dietetics program in 1996 and her PhD in 2001. In addition, she worked as a lecturer at Afyon Kocatepe University Afyon Vocational School Food Technology Department between 1996-2000 and as a research assistant and lecturer at Hacettepe University Nutrition and Dietetics Department between 2000-2010. In 2010, she was appointed Assistant Professor at Gazi University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, and received the title of Associate Professor in 2012, Professor in 2019. Between 2013-2022 she served as Head of Community Nutrition at Gazi University, Department of Nutrition and Dietetics, and as Head of the Department of Nutrition and Dietetics between 2019-2022. Her main areas of study are public health nutrition, nutritional epidemiology, nutritional anthropometry, dietary assessment research, nutrition in risk groups, micronutrient deficiencies, nutrition education, nutrition plans and policies, and sustainable nutrition. She has many scientific studies, articles, book chapters, and projects in these fields. She is a member of the Turkish Dietetic Association, Sustainable Living Association, Clinical Enteral Parenteral Nutrition Association (KEPAN), and Health Sciences Education Programs Evaluation and Accreditation Association.

