

DERLEME / LITERATURE REVIEW

Küresel İklim Krizi ve Beslenme Sorunları Karşısında Geleceğin Alternatif Besinleri

Alternative Foods of the Future in the Face of Global Climate Crisis and Nutrition Problems

Mücahit Muslu¹ 

¹ Öğretim Görevlisi, Kastamonu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Kastamonu, Türkiye, dytmuslu@gmail.com,

Özet

Günümüzde insan nüfusu sürekli artarken çevresel kirlilik ve iklim problemleri nedeniyle besin üretim verimliliği azalmaktadır. Bu nedenle alternatif besinler araştırılmaktadır. Bu derleme, geleceğe yönelik alternatif besin kaynaklarının güncel bilimsel literatür ile incelemeyi amaçlamaktadır. Pubmed ve Google Akademik veri tabanlarında 2010-2021 yıllarını kapsayan geleceğe yönelik besin alternatiflerinin sunulduğu çalışmalar incelenmiş ve derleme haline getirilmiştir. Geleceğe yönelik besin alternatifleri doğal ve biyoteknolojik alternatifler olarak iki grupta incelenmektedir. Doğal alternatifler besin değeri oldukça yüksek olup dünyanın farklı bölgelerinde uzun yıllardır tüketilen yenilebilir böcekler ve alglerdir. Bu kaynakların verimlilikleri yüksek ve çevresel zararları düşüktür. Biyoteknolojik yöntemlerle elde edilen alternatifler ise genetik düzenleme ile üretilen besinler, zenginleştirilmiş fonksiyonel veya süper besinler ve sentetik ettir. Teknolojinin gelişmesi ile bu yöntemlerle üretilen besinler ve bu besinlere olan talep artmıştır. Çeşitli sorunlara çözüm önerileri getirmeleri nedeniyle de bu alanlarda gelişmenin devam edeceği öngörülmektedir. Gelecekte artan nüfusla birlikte besin ihtiyacının artacağı bilinmektedir. Günümüzde tarım ve hayvancılık da doğaya zarar vermektedir. Geleceğe yönelik alternatifler düşünürken öncelik bu zararın azaltılması olmalıdır. Sürdürülebilir, çevre dostu ve verimli besin üretim sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Alternatif besinler kapsamlı araştırılmalı ve risk analizleri yapılmalıdır. İleri çalışmalara sonucunda gerekli mevzuatlar ve politikalar oluşturulmalıdır.

Anahtar Kelimeler: İklim değişikliği, Besin İhtiyacı, Beslenme.

Abstract

Today, while the human population is constantly increasing, food production efficiency decreases due to environmental pollution and climate problems. Therefore, alternative foods are being researched. This review aims to examine alternative food sources for the future with the current scientific literature. Studies in Pubmed and Google Academic databases covering the years 2010-2021, which present nutritional alternatives for the future, have been examined and compiled. Food alternatives for the future are examined in two groups as natural and biotechnological alternatives. Natural alternatives are highly nutritious, edible insects and algae that have been consumed in different parts of the world for many years. The efficiency of these resources is high, and their environmental damage is low. Alternatives obtained by biotechnological methods are foods produced by genetic editing, enriched functional or superfoods, and synthetic meat. With the development of technology, the foods produced by these methods and the demand for these foods have increased. It is anticipated that development in these areas will continue because they offer solutions to various problems. It is known that the need for nutrients will increase with the increasing population in the future. Today, agriculture and animal husbandry also harm nature. Reducing this harm should be the priority when considering alternatives for the future. Sustainable, environmentally friendly, and efficient food production systems are needed. Alternative foods should be investigated extensively, and risk analysis should be done. As a result of further studies, the necessary legislation and policies should be established.

Keywords: Climate change, Food requirement, Nutrition.

Bu makaleden şu şekilde alıntı yapınız / Cite this article as: Muslu M. Küresel İklim Krizi Ve Beslenme Sorunları Karşısında Geleceğin Alternatif Besinleri. Climatehealth. 2021;1(2):74-81

Sorumlu Yazar / Corresponding Author:

Mücahit Muslu, Kastamonu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,
Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Kastamonu, Türkiye
E-mail: dytmuslu@gmail.com



Content of this journal is licensed under a Creative Commons
Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

GİRİŞ

Beslenme sağlıklı ve verimli bir yaşamın temelini oluşturmaktadır. Beslenmenin yeterli miktarda karşılanmadığı durumlarda çeşitli hastalıklar ortaya çıkmakta bu durum yaşam kalitesini düşürmektedir. Tüm insanları yeterli ve dengeli bir şekilde beslenmesi sağlıklı bir toplumun devamlılığı için elzemdir. Bunun için tarım ve hayvancılık sektöründen elde edilen birçok besinin tüketilmesi gerekmektedir (T.C. Sağlık Bakanlığı Türkiye Halk Sağlığı Kurumu, 2016). Dünya nüfusu günümüzde 7 milyarın üzerinde olup 2050 yılında toplam nüfusun 9,7 milyara ulaşacağı öngörülmektedir. Bu nüfus içinde her dokuz kişiden biri beslenme yetersizliği yaşamaktadır (FAO vd., 2017; UN, 2019). Küresel Açlık İndeksi 2020 sonuçları özellikle Afrika ve Güneydoğu Asya'da birçok ülkede açlığın %30'ların üzerinde olduğunu göstermektedir. Bu nedenle geleceğe yönelik besin ve protein yetersizliği kaygıları bulunmaktadır (Global Hunger Index, 2020).

Günümüzde besin üretim teknolojileri gelişmiş olsa da çeşitli sorunlar nedeniyle verimlilikte azalma olabileceği düşünülmektedir. Çevre kirliliğinin artması, toprak veriminin düşmesi, içilebilir su kaynaklarının azalması ve ekolojik krizlerin artması gibi pek çok sorun bu düşüncüyü kuvvetlendirmektedir. Bunun yanında bu sorunların nedenlerinden biri de tarım ve hayvancılık sektöründeki uygulamalardır. Üretim için ormanlık alanların yok edilmesi, sera gazı üretiminin artması, çeşitli kimyasalların kullanılması gibi nedenlerle bu olumsuz etkileri oluşturmaktadır (Raiten vd., 2020; Ritchie, 2019). Genel olarak bakıldığında besin sektörü tek başına küresel sera gazı üretiminin %26'sını oluşturmaktadır. Bunun yaklaşık %31'i hayvancılık ve balıkçılık, %27'si tarım, %24'ü arazi kullanımı ve %18 tedarik zincirinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca tarım için yaşanabilir karasal yaşamın %43'ü kullanılmaktadır. Bu alanın %87'si insanlar ve hayvanlar için besin üretimi %13'ü ise biyoyakıt veya pamuk gibi bitkisel besin dışı ürünlerin yetiştirilmesi için kullanılmaktadır. Tüm bu süreçte içilebilir suyun 3'te biri harcanmaktadır (Poore ve Nemecek, 2018). Bu nedenle verimliliği yüksek çevreye zararı düşük alternatif besinler araştırılmaktadır. Bu derleme, geleceğe yönelik alternatif besin kaynaklarının güncel bilimsel literatür ile incelemeyi amaçlamaktadır.

YÖNTEM

Pubmed ve Google Akademik veri tabanlarında 2010-2021 yıllarını kapsayan geleceğe yönelik besin alternatiflerinin sunulduğu çalışmalar incelenmiş ve derleme haline getirilmiştir.

BULGULAR

Çalışmalar incelendiğinde geleceğe yönelik besin alternatiflerinin doğal alternatif besin kaynakları ve biyoteknolojik yöntemlerin kullanıldığı alternatif besin kaynakları olmaz üzere iki ana gruba ayrıldığı saptanmıştır. Doğal besin alternatifleri arasında uzun süredir güvenli besinler olarak dünyanın farklı bölgelerinde tüketilen yenilebilir böcekler ve yenilebilir algler bulunmaktadır. Biyoteknolojik yöntemlerin kullanıldığı besin alternatifleri ise genetik düzenleme ile üretilen besinler, zenginleştirilmiş süper ve fonksiyonel besinler ile sentetik ettir.

TARTIŞMA

1. Doğal Alternatif Besin Kaynakları

1.1. Yenilebilir Böcekler

Antik Yunan eserlerinde geçen *entomofaji* kelimesi böceklerin besin olarak tüketilmesini ifade etmektedir. Tarihsel süreçte çok uzun yıllardır böcekler besin olarak tüketilmektedir (Evans vd., 2015). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) günümüzde kıtalara göre değişmekle birlikte toplamda 2 milyar insanın yaklaşık 1900 böcektürünü besin olarak tükettiğini bildirmektedir (FAO, 2020). Tüketilen böceklerin yaklaşık olarak %31'i kın kanatlılar (*Coleoptera*), %18'i pul kanatlılar (*Lepidoptera*), %14'ü zar kanatlılar (*Hymenoptera*), %13'ü düz kanatlılar (*Orthoptera*) ve %10'u yarım kanatlılardan (*Hemiptera*) oluşmaktadır (Sun-Waterhouse vd., 2016; FAO, 2020). Bunun yanında böcekler mikrobiyolojik, parazitolojik veya kimyasal bazı riskler taşıdığından Amerika Gıda ve İlaç İdaresi (FDA) tarafından böceklerin besin kaynağı olarak kullanılabilmesi için belirli üretim ve pazarlama prosedürleri geliştirilmiştir (FDA, 2016). Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) 2021 yılında *Tenebrio molitor* (sarı un kurdu) larvasından elde edilecek unun insan beslenmesinde kullanılabilmesine onay vermiştir (EFSA, 2021).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü geleneksel hayvancılığın çevreye vermiş olduğu zararların önlenmesi için kaynakların uygun kullanımı ile verimliliğin artırılması, ekolojik yöntemlerin yaygınlaşması, geri dönüşümün desteklenmesi, sürdürülebilir beslenmenin sağlanması, alternatif kaynakların düşünülmesi gibi öneriler vermektedir (FAO, 2020). Yenilebilir böcekler çiftlik hayvanlarına göre daha az su, yem ve alan kullanılarak aynı miktarda hayvansal protein üretebilmektedir. Bu özellikleri ile geleneksel hayvancılığa göre üretim ve protein verimliliği daha yüksektir (Van Huis, 2017). Böcek üretimi hem besinsel kaynakların daha az kullanılması hem de kullanılan arazilerin azalması ile ekolojik olarak geleneksel hayvancılığın çevreye vermiş olduğu zararı daha da azaltmak açısından avantajlıdır (Poma vd., 2017). Aynı zamanda insan veya hayvan beslenmesindeki atıklar böcek beslenmesinde kullanılabilirliği için biyolojik geri dönüşüm açısından verimliliği yüksektir (Barbi vd., 2020).

Böcek ürünleri makro ve mikro besin öğeleri açısından da oldukça zengindir. Böceklerin türleri ve başkalaşım durumlarına göre değişmekle birlikte besin ögesi içerikleri ve içerdikleri kalori miktarı Tablo 1’de gösterilmektedir (De Castro vd., 2018; Halloran vd., 2018). Yenilebilir böceklerin besin değeri nedeniyle özellikle ekonomik olarak gelişmemiş ülkelerde beslenmenin önemli bir kısmını oluşturduğu bilinmektedir (Cox vd., 2020). Günümüzde ise birçok ülkede artan protein ihtiyacına alternatif olarak yenilebilir böcekler konusunda bilimsel araştırmalar hızlanarak artmaktadır (Wade ve Hoelle, 2020). Dünya genelinde 2017 verilerine göre bu sektör ekonomik büyüklük açısından 55 milyon Amerikan Doları hacmini geçmiştir. Bu miktarın gittikçe büyüyeceği düşünülmektedir. Büyümeyle birlikte gelişmiş toplumlarda da böcek tüketiminin yaygınlaşacağı öngörülmektedir (Koko ve Mariod, 2020). Yenilebilir böceklerin besin kaynağı olarak tüketilmesinin önündeki engeller ise bazı toplumların sosyokültürel değerler ve psikolojik açıdan böcek yemeye açık olmamalarıdır (Poma vd, 2017). Yenilebilir böcekler çoğu toplum tarafından uzun yıllardır güvenli olarak tüketilmesi, verilen yeme göre protein dönüşümünün verimli olması, ekolojik zararlarının daha az olması, üretilebilir ve ulaşılabilir olması, besin değerleri açısından zengin olması nedeniyle geleceğe yönelik doğal besin alternatifleri arasında önemli bir kaynak olarak gösterilmektedir (Muslu, 2020).

Tablo 1. Böceklerin türlerine göre enerji, makro besin öğeleri ve mineral miktarı (De Castro vd., 2018; Halloran vd., 2018)

Tür	Örnek böcekler	Enerji (kcal/100g)	Protein (g/100g)	Yağ (g/100g)	Karbonhidrat (g/100g)	Mineral (g/100g)
Kın Kanatlılar (Coleoptera)	Kum böceği, leş böceği, uğur böceği	126-574	3.7-54	3.7-52	12-34	1-2
Çift Kanatlılar (Diptera)	Sinekler	199-460	17.5-67	4.2-31	8.4-23	1.24-8
Yarım Kanatlılar (Hemiptera)	Tahtakurusu, yaprak biti, unlu bitler	329-622	33-65	7-54	7-19	1-19
Zar Kanatlılar (Hymenoptera)	Arılar, karıncalar	234-593	1-81	1.3-62	5-94	0-6
Pul Kanatlılar (Lepidoptera)	Kelebekler, güveler	126-762	13.2-69.6	7-77	3-41	2-8
Düz Kanatlılar (Orthoptera)	Cırcır böceği, çekirgeler	117-436	13-77	2.4-25.1	16-30	2-27

1.2. Yenilebilir Algler (Yosunlar)

Algler genel olarak makro ve mikro olmak üzere sınıflandırılmaktadır. Yosun olarak bilinen türler makro, mavi yeşil algler ise mikro algere örnek verilebilmektedir. Alg türleri tatlı ve tuzlu sularda yetişebilmektedir. Bu nedenle biyokütleleri oldukça büyük ve besin öğeleri açısından da çeşitliliği yüksektir (Torres-Tiji vd., 2020). Algler paleolitik dönemden beri insan beslenmesinde kullanılan besin kaynaklarıdır. Bu nedenle kullanımları çok eskiye dayanmakta

ve güvenli besin kaynakları olarak gösterilebilmektedir (Wells vd., 2017). FDA altı tür algin insan beslenmesinde tüketimini onaylamış ve bu türleri güvenilir kabul etmiştir (FDA, 2019). Alglerin en büyük avantajlarından biri su kaynaklarında doğal olarak yetişebildikleri için karasal alan kullanımının olmamasıdır. Bu nedenle karasal ekolojik sistem üzerinde olumsuz etkiler oldukça azdır (Torres-Tiji vd., 2020). FAO verilerine göre dünya genelinde su bitkisi üretimi 30 milyon tonun üzerindedir. Özellikle Çin ve Endonezya bu üretimin büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Birçok ülkeden verilerin yetersiz alınması bu verilerin gerçek değerlerin oldukça altında olduğunu göstermektedir. Su bitkileri ve mikroalglerin üretiminin artacağı öngörülmektedir (FAO, 2018).

Algler besin ögeleri açısından çeşitlilik göstermekle birlikte özellikle mikroalgler protein açısından oldukça zengindir. Alg proteinleri esansiyel aminoasitlerin neredeyse tamamını içerdikleri için biyoyararlanımı yüksek protein kaynaklarıdır. Bu nedenle gelecek için de önemli protein kaynakları arasında gösterilmektedir (Torres-Tiji vd., 2020). Yağ asidi bakımından n-6/n-3 oranı sağlıklı bir orana sahip olup 10'dan küçüktür. Ayrıca eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosaheksaenoik asiti (DHA) yüksek oranda bünyelerinde depolanabilmektedir (Katiyar ve Arora, 2020; Sohrabipour, 2019). Hücre duvarlarında bulunan ulvanlar, karagenanlar, glukuronanlar, alijinatlar ve agaralar gibi polisakkaritler ile diyet lifi açısından da zengindir (Kinnaert vd., 2017). Alglerin makro besin ögeleri içeriği türlere göre geniş farklılık göstermekle birlikte kuru ağırlığının %6-71'i protein, %2-40 lipid ve %4-57'i karbonhidrat içerebilmektedir (Koyande vd., 2019). Algler mineraller açısından da oldukça farklılık göstermektedir. Özellikle demir, çinko ve iyot açısından zengin mikroalgler bulunmaktadır. Bu nedenle mineral eksikliklerine göre kaynak olarak üretilebilmektedir (Cabrita vd., 2016). İçerdikleri flavonoidler ve fenolik asitler gibi maddelerle yüksek antioksidan etkiler oluşturup fonksiyonel besin olarak yada besinlerin zenginleştirilmesinde önemli kaynaklardır (Tibbetts vd., 2016). Zengin biyoçeşitlilikleri ve içerikleri nedeniyle mikroalglerin beslenmede kullanılmalarıyla birlikte kanser, obezite, diyabet, kardiyovasküler hastalıklar gibi pek çok hastalığın önlenebileceği belirtilmektedir (Fields vd., 2020; Basheer vd., 2020).

Alglerin sucul ortamda doğal olarak yetişebilmeleri, çok uzun süredir güvenli olarak toplumlar tarafından tüketilmeleri, ekolojik zararlarının oldukça az olması, makro ve mikro besin çeşitliliğinin ve biyoaktif madde yoğunluğunun yüksek olması, genetik olarak modifiye edilebilmeleri ve ihtiyaç duyulan öğelere göre seçilip çoğaltılabilmeleri gibi birçok nedenle geleceğe yönelik doğal besin alternatifleri arasında önemli bir kaynak olarak gösterilmektedir (Muslu ve Gökçay, 2020).

2. Biyoteknolojik Yöntemlerle Elde Edilen Alternatif Besin Kaynakları

2.1. Genetik Düzenleme İle Üretilen Besinler

Canlıların genetik yapılarının modifiye edilmesi çok uzun süredir çalışılan bir konudur. Özellikle son yüzyılda gelişen genom mühendisliği ve artan ihtiyaçları nedeniyle besin üreticileri de genetik düzenleme konusunda büyük yatırımlar yapmaya başlamıştır (Ouyang vd., 2017). Genom mühendisliği, genom düzenleme ve gen düzenleme terimleri, canlı bir organizmanın genomundaki değişiklikleri (eklemeler, çıkarmalar, ikameler) ifade etmektedir. Günümüzde genom düzenlemeye yönelik en yaygın kullanılan yaklaşım, Kümelenmiş Düzenli Aralıklı Kısa Palindromik Tekrarlara ve İlişkili Protein 9'a (CRISPR-Cas9) dayanmaktadır. Prokaryotlarda CRISPR-Cas9, hücreleri DNA virüsü enfeksiyonlarından doğal olarak koruyan uyarlanabilir bir bağışıklık sistemidir. CRISPR-Cas 9, genomun belirli lokuslarında genetik bilginin eklenmesine, silinmesine veya değiştirilmesine izin veren bir genom düzenleme teknolojisi olarak çok çeşitli alanlarda kullanılmak için geliştirilmiştir (El-Mounadi vd., 2020).

CRISPR-Cas 9 teknolojisi, herbisit toleransı, böcek direnci, tane verimi, bitki boyu ve ağırlığı gibi temel tarımsal özelliklerin yanı sıra ekinlerin duysal ve besleyici özellikleri gibi agronomik olmayan özellikleri geliştirerek tarım sektörüne önemli ölçüde fayda sağlamıştır. İstenilen özelliklere sahip, daha uzun süre saklanabilen, daha dirençli ve verimli ürünlerin yetiştirilmesine katkı sağlanmıştır (Kaboli ve Babazada, 2018). Tarım dışında hayvancılık sektöründe de genetik düzenleme kullanılmaktadır. Hayvanlarda kas büyümesini sınırlandıran myostatin geni üzerinde yapılan değişikliklerle daha fazla et üretimi gerçekleştiren hayvanlar geliştirilmiştir. Bu sayede et

üretimi desteklenmiş ve verimliliği arttırılmıştır (Wang vd., 2015). Süt endüstrisinde hayvanların birbirine zarar vermemesi için boynuz üreten genlerle yapılan düzenlemeler ile boynuzsuz hayvanlar geliştirilmiştir (Carlson vd., 2016). Hayvansal atıkların ekolojik olarak çevreye büyük zararlar verdiği bilinmektedir. Yapılan farklı bir genetik düzenlemede domuzların dışkılarındaki fitik asitin parçalanması sağlanmıştır. Böylece çevresel zarar azaltılmıştır (Leeder ve Leung, 2010).

Genetik düzenlemeler ile tarım ve hayvancılık sektöründeki birçok sorun engellenmekte ve çeşitli faydalar elde edilmekle birlikte bu konu pek çok farklı açıdan eleştirilmektedir. Özellikle genetik müdahalelerin ekolojik sorunlara neden olabileceği veya sosyokültürel çeşitli sorunlar nedeniyle bazı kesimler tarafından genetik modifiye ürünler tüketilmemektedir. Çeşitli ülkelerde bu teknoloji ile geliştirilen ürünler tepki ile karşılaşıncı piyasalardan geri çekilmiş veya projeler durdurulmuştur (Doudna ve Sternberg, 2018). Buna rağmen ABD ve Çin gibi ülkelerde genetik modifiye ürünlerin tüketimi artmakta, bu teknolojiye yapılan destekler genişlemekte ve birçok şirket bu alanda çalışmalara başlamaktadır. Geleceğe yönelik besinler arasında genetik düzenleme ile üretilecek besinlerin artacağı düşünülmektedir (Ledford, 2015; Brinegar vd., 2017).

2.2. Zenginleştirilmiş Süper ve Fonksiyonel Besinler

Süper besin terimi, sağlık ve hastalıkların önlenmesi üzerinde olumlu etkileri olan faydalı kimyasal bileşimler, vitaminler, mineraller ve antioksidanlar gibi yüksek besin konsantrasyonları ile tanınan besinleri tanımlamak için kullanılmaktadır (Groeniger vd., 2017). Bunun yanında içerikleri ile beslenmenin dışında hastalıkların önlenmesi veya sağlığın geliştirilmesinde etkin olan fonksiyonel besinler terimi uzun zamandır kullanılmaktadır. Özellikle geleneksel ve tamamlayıcı tıp uygulamalarında birçok bitki türünün çeşitli etkileri nedeniyle farklı amaçlarda kullanımı bilinmektedir (Abbasi vd., 2015). Günümüzde gıda kimyası, biyoloji, beslenme, farmakoloji gibi birçok bilim alanının etkileşimi ile bu besinlerin çeşitliliği ve etkinliği arttırılabilmektedir. Süper veya fonksiyonel besinlerin içeriklerinden faydalandığı gibi bazı besinlerinin

içlerine eklenerek biyolojik işlevleri arttırılmış besinler üretilebilmektedir (Granato vd., 2017). Beslenmeye bağlı hastalıkların yaygınlaşması nedeniyle tüketilen besinlere daha dikkat edilmesi ve besinlerin zenginleştirilmesi konusu günümüzde oldukça popülerlik kazanmıştır. İçeriği zenginleştirilmiş, istenen bazı özellikler eklenmiş veya çıkarılmış besinlerin tüketimine talep artmıştır. Talebin artmasıyla birlikte de pek çok ülkede pazar hacmi ve ürün çeşitliliği genişlemiştir. İlerleyen yıllarda da insanların beslenmenin dışında sağladıkları koruyucu veya geliştirici faydalar nedeniyle zenginleştirilmiş süper veya fonksiyonel besinlere karşı ilgisinin katlanarak artacağı düşünülmektedir (Gok ve Ulu, 2019; Götze ve Brunner, 2019).

2.3. Sentetik Et

Sentetik et, geleneksel et üretimine alternatif olarak hayvanlardan çeşitli yöntemlerle alınan hücre veya dokuların ileri teknoloji laboratuvarla biyosensörler yardımıyla çoğaltılmasına dayanmaktadır (Bhat vd., 2017). Bu süreçte çeşitli yöntemlerle alınan hücre veya doku uygun besi ortamında büyüme faktörleri, besleyici unsurlar ve çeşitli kimyasallar verilerek geliştirilmektedir (Ben-Arye ve Levenberg, 2019). Sentetik et üretimi çeşitli nedenlerle desteklenmektedir. Bunların başında geleneksel hayvancılığın çevreye vermiş olduğu zarar gelmektedir. Geleneksel hayvancılıkta et üretimi tek başına sera gazı salınımının yaklaşık %9'unu oluşturmaktadır (Poore ve Nemecek, 2018). Aynı zamanda bu üretim için geniş araziler, yüksek miktarda yem ve içilebilir suyun büyük kısmı kullanılmaktadır. Bu nedenle verimliliği çok yüksek olmamakla birlikte ekoloji açısından risk oluşturmaktadır (FAO, 2019). Sentetik et üreticileri bu etin üretimi aşamasından hayvanların kendilerinin kullanılmadığı için birçok kaynaktan tasarruf edileceği ve ekolojik zararın pek çok konuda %80'lere varan oranlarda azaltılabileceğini öne sürmektedir (Bhat vd., 2017, Zhang vd., 2020). Bir diğer konu hayvansal kaynakların neden olduğu zoonotik hastalıklardır. Sentetik et üretimi laboratuvarlarda kontrol altında gerçekleştirilmektedir. Hayvanlarla direk temas bulunmamaktadır. Bu nedenle antibiyotik kullanımı veya mikroorganizmaları üremesi gibi konularda koruma sağladığı belirtilmektedir (Pandurangan ve Kim, 2015).

Her ne kadar hayvansal dokunun büyütülmesiyle et üretilebileceği belirtilse de kas ile et aynı özellikleri taşımamaktadır. Et dokusu kas, yağ, sinirler ve bağ doku gibi birçok unsurun bütünüdür. Bu unsurlar geleneksel etin tat, renk, görünüş ve doku gibi unsurlarını belirlemektedir. Sentetik et ise günümüzde tam anlamıyla geleneksel et ile aynı özellikleri taşıyacak şekilde üretilememektedir (Zhang vd., 2020). Sentetik etin besin içeriği üreticiler tarafından kontrollü bir şekilde geliştirildiği söyleneceği de geleneksel hayvancılıktaki etin besin değerinin tam anlamıyla sağlanıp sağlanamayacağı bilinmemektedir. Bu nedenle sağlık açısından ne gibi olumlu veya olumsuz sonuçları olacağı belli değildir (Chriki ve Hocquette, 2020). Ayrıca kullanılan kimyasalların ne kadar ve hangi etkilerle kullanıldığı tam bilinmemektedir. Bu nedenle üretilen etler doğal etin dışında kimyasal yükü fazla olan etler olma riski taşımaktadır. Hücrelerin büyütülürken kanserli dokuların oluşması da riskler arasındadır. Bu etkiler sağlık açısından olumsuzluk oluşturmaktadır (Hocquette, 2016).

Sentetik etin beslenme ne kadar geniş yer tutacağı şu an için belli değildir. Sentetik etin üretim maliyeti oldukça yüksektir. Bu nedenle genel olarak kullanımı günümüzde söz konusu değildir (Stephens vd., 2018). İçerik olarak geleneksel ete tam olarak benzememesi, laboratuvarda üretilmesi nedeniyle insanlar tarafından mesafeli yaklaşılması gibi sorunlar etin yaygınlaşmasının önündeki engellerdendir (Verbeke vd., 2015; Siegrist vd., 2018). Bir diğer engel ise sosyokültürel ve dini nedenlerdir. Örneğin İslam toplumlarında helal bir ürün olarak görülüp görülmeyeceği tartışılmaktadır (Hamdan vd., 2018). Yapılan dar kapsamlı araştırmalar bazı ülkelerde insanların sentetik eti tüketebileceklerine dair görüş bildirdiğini belirtmektedir (Bryant vd., 2019; Mancini ve Antonioli, 2019). Sentetik et konusunun ekolojik riskleri azaltma konusunda teorik olarak etkili olabileceği düşünülmektedir. Bunun yanında etin üretim aşamaları ile ilgili birçok konu aydınlatılamamıştır. Sağlık ve besinsel içeriği hakkında kanıt dayalı veriler oldukça kısıtlıdır. Ayrıca üretimi ile ilgili uluslararası geniş kapsamlı mevzuatlar bulunmamaktadır. Bu sorunların çözülmesi ve geniş çaplı araştırmaların yapılması ile sentetik et geleceğe yönelik bir besin alternatifi olarak görülebilmektedir (Chriki ve Hocquette, 2020; Zhang vd., 2020; Muslu, 2021).

SONUÇ

Geleceğe yönelik artan bir besin gereksiniminin olduğu bilinmektedir. Bunun yanında iklimsel sorunlar besin üretimini tehdit etmektedir. Bu nedenle alternatif besin kaynakları araştırılmaktadır. Geleceğe yönelik alternatif kaynaklara bakıldığında yenilebilir böcekler ve alglerin uzun süredir kullanılmaları ileride de kullanılabileceklerini göstermektedir. Engel olarak sosyokültürel ve psikolojik faktörler gözükmektedir. Biyoteknolojik yöntemlerle üretilen alternatifler ise birçok belirsizliği taşımaktadır. Yeni teknolojiler olmaları nedeniyle uzun süreli etkileri bilinmemektedir. Bu nedenle bu alternatiflerin üretimini detaylı incelenmesi bilimsel çalışmalarla desteklenmiş üretim protokollerinin oluşturulması gerekmektedir. Gerekli uluslararası politikalar ve mevzuatlar oluşturulmalıdır.

KAYNAKLAR / REFERENCES

- Abbasi, A. M., Shah, M. H., Li, T., Fu, X., Guo, X., & Liu, R. H. (2015). Ethnomedicinal values, phenolic contents and antioxidant properties of wild culinary vegetables. *Journal of Ethnopharmacology*, 162, 333-345.
- 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.
- Basheer, S., Huo, S., Zhu, F., Qian, J., Xu, L., Cui, F. et al. (2020). Microalgae in human health and medicine. In: Alam, A., Xu, J. L., Wang, Z. (ed). *Microalgae Biotechnology for Food, Health and High Value Products* (pp. 149-174). Springer, Singapore.
- Ben-Arye, T., Levenberg, S. (2019). Tissue engineering for clean meat production. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 3, 46.
- Bhat, Z.F., Kumar, S., Bhat, H.F. (2017). In vitro meat: A future animal-free harvest. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(4), 782-789.
- Brinegar, K., K. Yetisen, A., Choi, S., Vallillo, E., Ruiz-Esparza, G. U., Prabhakar, A. M., ... & Yun, S. H. (2017). The commercialization of genome-editing technologies. *Critical reviews in biotechnology*, 37(7), 924-932.
- Bryant, C.J., Szejda, K., Deshpande, V., Parekh, N., Tse, B. (2019). A survey of consumer perceptions of plant-based and clean meat in the USA, India, and China. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 3, 11.
- Cabrita, A. R., Maia, M. R., Oliveira, H. M., Sousa-Pinto, I., Almeida, A. A., Pinto, E. et al. (2016). Tracing seaweeds as mineral sources for farm-animals. *Journal of Applied Phycology*, 28 (5), 3135-3150.
- Carlson, D. F., Lancto, C. A., Zang, B., Kim, E. S., Walton, M., Oldeschulte, D., ... & Fahrenkrug, S. C. (2016). Production of hornless dairy cattle from genome-edited cell lines. *Nature biotechnology*, 34(5), 479-481.
- Chriki, S., & Hocquette, J. F. (2020). The myth of cultured meat: a review. *Frontiers in nutrition*, 7, 7.

- 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.
- 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.
- Doudna, J.A., & Sternberg, S. H. (2018). Yaratılıştaki Çatlak: Gen Düzenlemenin Evrime Hükmeden İnanılmaz Gücü. Koç Üniversitesi Yayınları. İstanbul
- EFSA Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens (NDA), Turck, D., Castenmiller, J., De Henauw, S., Hirsch-Ernst, K. I., Kearney, J., ... & Knutsen, H. K. (2021). Safety of dried yellow mealworm (*Tenebrio molitor* larva) as a novel food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283. *EFSA Journal*, 19(1), e06343.
- El-Mounadi, K., Morales-Florian, M. L., & Garcia-Ruiz, H. (2020). Principles, applications, and biosafety of plant genome editing using CRISPR-Cas9. *Frontiers in plant science*, 11.
- 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.
- Fields, F. J., Lejzerowicz, F., Schroeder, D., Ngoi, S. M., Tran, M., McDonald, D., et al. (2020). Effects of the microalgae *Chlamydomonas* on gastrointestinal health. *Journal of Functional Foods*, 65, 103738.
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP, WHO. (2017). The state of food security and nutrition in the world 2017. Building resilience for peace and food security. FAO, Rome.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2018). The state of world fisheries and aquaculture 2018 - meeting the sustainable development goals. <http://www.fao.org/documents/card/en/c/I9540EN/> (Accessed: 20 April 2020).
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2019). Five practical actions towards low-carbon livestock. Rome.
- Food and Drug Administration (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: 20 April 2020).
- Food and Drug Administration (FDA). (2019). Generally recognized as safe (GRAS). <https://www.fda.gov/food/food-ingredients-packaging/generally-recognized-safe-gras> (Accessed: 20 April 2020).
- Food and Agriculture Organization (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: 20 April 2020).
- Global Hunger Index. (2020). 2020 Global Hunger Index By Severity, Select a country to view trends in detail. <https://www.globalhungerindex.org/ranking.html>. (Accessed: 20 April 2020).
- Gok, I., & Ulu, E. K. (2019). Functional foods in Turkey: marketing, consumer awareness and regulatory aspects. *Nutrition & Food Science*.
- Götze, F., & Brunner, T. A. (2019). Sustainability and country-of-origin: How much do they matter to consumers in Switzerland? *British Food Journal*, 122(1), 291–308.
- Granato, D., Nunes, D. S., & Barba, F. J. (2017). An integrated strategy between food chemistry, biology, nutrition, pharmacology, and statistics in the development of functional foods: A proposal. *Trends in Food Science & Technology*, 62, 13-22.
- Groeniger, J. O., van Lenthe, F. J., Beenackers, M. A., & Kamphuis, C. B. M. (2017). Does social distinction contribute to socioeconomic inequalities in diet: The case of 'superfoods' consumption. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 14, 1–7.
- Halloran, A., Flore, R., Vantomme, P., & Roos, N. (Eds.). (2018). *Edible insects in sustainable food systems*. Cham: Springer.
- Hamdan, M.N., Post, M.J., Ramli, M.A., Mustafa, A.R. (2018). Cultured meat in islamic perspective. *Journal of Religion and Health*, 57(6), 2193-2206.
- Hocquette, J.F. (2016). Is in vitro meat the solution for the future? *Meat science*, 12, 167-176.
- Kaboli, S., & Babazada, H. (2018). CRISPR mediated genome engineering and its application in industry. *Curr Issues Mol Biol*, 26, 81-92.
- Katiyar, R., & Arora, A. (2020). Health promoting functional lipids from microalgae pool: A review. *Algal Research*, 46, 101800.
- Kinnaert, C., Daugaard, M., Nami, F., & Clausen, M. H. (2017). Chemical synthesis of oligosaccharides related to the cell walls of plants and algae. *Chemical Reviews*, 117 (17), 11337-11405.
- 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.
- Koyande, A. K., Chew, K. W., Rambabu, K., Tao, Y., Chu, D. T., & Show, P. L. (2019). Microalgae: A potential alternative to health supplementation for humans. *Food Science and Human Wellness*, 8(1), 16-24.
- Ledford, H. (2015). CRISPR, the disruptor. *Nature News*, 522(7554), 20.
- Leeder, J., & Leung, W. (2010). Canada's Transgenic Enviropig is Stuck in a Genetic Modification Poke. *Globe and Mail*.
- Mancini, M.C., Antonioli, F. (2019). Exploring consumers' attitude towards cultured meat in Italy. *Meat science*, 150, 101-110.
- Muslu, M. (2020). Sağlık Geliştirilmesi ve Sürdürülebilir Beslenme İçin Alternatif Bir Kaynak: Yenilebilir Böcekler. *Gıda*, 45(5), 1009-1018.
- Muslu, M. (2021). Yapay Et (Sentetik Et-Kültür Eti), Küresel Protein Gereksinimi İçin Alternatif Bir Kaynak Olabilir Mi?. 4th International Health Sciences and Life Congress Full Text Book-1 içinde (339-348 ss). Burdur, Türkiye.
- Muslu, M., & Gökçay, G.F. (2020). Sağlık Desteklenmesi Sürdürülebilir Beslenme için Alternatif Bir Kaynak: Alg (Yosunlar). *Bandırma Onyedil Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri ve Araştırmaları Dergisi*, 2(3), 221-237.
- Ouyang, B., Gu, X., & Holford, P. (2017). Plant genetic engineering and biotechnology: a sustainable solution for future food security and industry. *Plant Growth Regulation*, 83(2), 171-173.
- Pandurangan, M., Kim, D.H. (2015). A novel approach for in vitro meat production. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 99(13), 5391-5395.
- 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.
- Poore, J., & Nemecek, T. (2018). Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*, 360(6392), 987-992.
- Raiten, D.J., Allen, L.H., Slavina, 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.
- Ritchie, H. (2019). Food Production Is Responsible for One-Quarter of the World's Greenhouse Gas Emissions—Our World in Data.

- Siegrist, M., Sütterlin, B., Hartmann, C. (2018). Perceived naturalness and evoked disgust influence acceptance of cultured meat. *Meat Science*, 139, 213-219.
- Sohrabipour J. (2019). Fatty acids components of marine macroalgae and their medicinal applications. *Journal of Phycological Research*, 3 (2). <http://phycology.sbu.ac.ir/article/view/30770> (Accessed: 20 April 2020).
- Stephens, N., Di Silvio, L., Dunsford, I., Ellis, M., Glencross, A., Sexton, A. (2018). Bringing cultured meat to market: technical, socio-political, and regulatory challenges in cellular agriculture. *Trends in Food Science and Technology*, 78, 155-166.
- 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.
- T.C. Sağlık Bakanlığı Türkiye Halk Sağlığı Kurumu. (2016). Türkiye Beslenme Rehberi (TÜBER) 2015. T.C. Sağlık Bakanlığı Yayın No: 1031, Ankara.
- Tibbetts, S. M., Milley, J. E., & Lall, S. P. (2016). Nutritional quality of some wild and cultivated seaweeds: Nutrient composition, total phenolic content and in vitro digestibility. *Journal of Applied Phycology*, 28 (6), 3575-3585.
- Torres-Tijji, Y., Fields, F. J., & Mayfield, S. P. (2020). Microalgae as a future food source. *Biotechnology advances*, 41, 107536.
- United Nations (UN), Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2019). *World Population Prospects 2019: Highlights (ST/ESA/SER.A/423)*, New York.
- Van Huis, A., Oonincx, D. G. (2017). The environmental sustainability of insects as food and feed. A review. *Agron Sustain Dev*, 37(5): 43.
- Verbeke, W., Marcu, A., Rutsaert, P., Gaspar, R., Seibt, B., Fletcher, D., Barnett, J. (2015). 'Would you eat cultured meat?': Consumers' reactions and attitude formation in Belgium, Portugal and the United Kingdom. *Meat science*, 102: 49-58.
- 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).
- Wang, K., Ouyang, H., Xie, Z., Yao, C., Guo, N., Li, M., ... & Pang, D. (2015). Efficient generation of myostatin mutations in pigs using the CRISPR/Cas9 system. *Scientific reports*, 5, 16623.
- Wells, M. L., Potin, P., Craigie, J. S., Raven, J. A., Merchant, S. S., Helliwell, et al. (2017). Algae as nutritional and functional food sources: revisiting our understanding. *Journal of Applied Phycology*, 29 (2), 949-982.
- Zhang, G., Zhao, X., Li, X., Du, G., Zhou, J., Chen, J. (2020). Challenges and possibilities for bio-manufacturing cultured meat. *Trends in Food Science and Technology*, 97, 443-450.