

LABORATUVARDAN SOFRALARA: YAPAY ET

Kezban CANDOĞAN*, Gizem ÖZDEMİR

Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Gölbaşı Yerleşkesi, 06830, Gölbaşı, Ankara, Türkiye

*E-mail: candogan@eng.ankara.edu.tr

ÖZET

Gelişen doku mühendisliği teknolojileri ile üretimi mümkün hale gelen yapay et, geleneksel et endüstrisinin yarattığı çevresel strese, hayvan refahı ile ilgili etik konulara ve artan dünya nüfusu nedeniyle riske giren gıda güvenesinin teminine çözüm yolu olarak düşünülen alternatif bir protein kaynağı olarak görülmektedir. Yakın bir gelecekte süpermarket raflarında ve restoranlarda yerini alması beklenen yapay et, katı kalite kontrol kuralları ile üretilmesi nedeniyle et kaynaklı hastalık risklerinin de önüne geçebilir. Teknolojideki gelişmelerin etkisiyle maliyeti günden

ABSTRACT

Advances in tissue engineering are making possible to produce artificial meat as an alternative protein source with great future to ensure global food security, sustainable production, and animal welfare. This in-vitro meat could be a solution for the prevention of animal-borne diseases because its production, under strict quality control rules, would minimize possible product contamination. It is predicted cultured meat would be available in restaurants and supermarkets and thanks to recent tech-

GİRİŞ

Geçmişten bugüne insanlık, sürekli artan dünya nüfusunun ihtiyaçlarını karşılamak için yeterli ve besleyici gıda üretme; aynı zamanda gıda üretiminin çevresel etkilerini de azaltma gibi zorluklarla karşı karşıyadır¹. Hayvanlardan bulaşan domuz gribi, Bovine Spongiforme Encephalopathy (BSE), kuş gribi gibi hastalıklar, antibiyotik direnci vb. birtakım halk sağlığı sorununun yanı sıra, üretim sistemi bakımından hayvan refahı ve çevresel etkiler gibi konular da etlere olumsuz bir imaj yüklemektedir². Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün (FAO) hazırlamış olduğu rapora göre, dünya nüfusunun 2050 yılına kadar 9 milyar kişiye ulaşacağı, bununla birlikte, küresel gıda talebinin %70 oranında artacağı öngörülmektedir. Aynı rapora ait verilere göre artış gösteren küresel gıda talebinin %73'lük kısmını sığır, domuz ve kanatlı etleri oluşturmaktadır. Hayvansal ürünlere olan talep arttıkça etik konular hakkındaki tartışmalar ve çevresel sorunlar daha da artacaktır³. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) değerlendirme raporuna göre, tarımsal faaliyetler ile üretilen sera gazı emisyonu miktarı tüm sera gazı emisyonunun %13.5'ini oluşturmaktadır. Bu oran ulaşım nedeniyle oluşan sera gazı emisyonundan oldukça fazladır⁴. FAO raporuna göre ise tarımsal sera gazı emisyonunun %80'inin hayvancılık endüstrisinden kaynaklandığı belirtilmiştir³. Hayvancılık yoluyla üretilen gübrenin su kaynaklarına karışması sonucu suda görülen azot ve fosfor artışı ötrofikasyona (alg patlaması) neden olur, ekosistemi bozar. Göl ve okyanuslarda oksijen tükenmesiyle birlikte balık popülasyonlarında azalmalar ortaya çıkar. Ayrıca, hayvancılık sektörü mevcut tatlı suyun yaklaşık dörtte birini tüketerek gelecekte yaşanabilecek su kıtlığını da tetiklemektedir⁵. Karbon ayak izini azaltma, sürdürülebilirliğin temini, çevrenin korunması ihtiyacına ilişkin küresel farkındalığın artması, gelecekte oluşabilecek gıda

güne düşüşe geçen yapay etin, ürün yelpazesi de genişlemektedir. Doğal olmayan yapısı nedeniyle oluşan tüketici isteksizliği, etik kaygılar, maliyet ve toplu üretime uygun olmaması bu ürünün ticarileşmesi önündeki aşılması gereken engellerdendir. Tüm bu engellere rağmen yapay etin, geleceğin alternatif protein kaynağı olma yönünde başarı sağlayacağı tahmin edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yapay et, Kültür et üretimi, Et Alternatifleri, Alternatif protein kaynağı

nological developments, the production cost for artificial meat has been reduced, making possible the formulation of a wide variety of products. Potential barriers for commercialization of artificial meat products include negative consumer perception, ethical concerns, high cost, and lack of scale-up production. Despite all these obstacles, it is quite evident that artificial meat products would reach success as an alternative protein source.

Key Words: Artificial meat, In vitro meat production, Meat alternatives, Alternative protein source

kıtlığının önlenmesi gibi nedenlerden dolayı böcek proteinleri, bitkisel bazlı et analogları ve yapay et üretimi gibi ete alternatif olabilecek protein kaynakları gündeme gelmiştir. Bu ürünler arasında geleceğin alternatif protein kaynağı olarak görülen yapay et, geleneksel et üretiminin aksine, hayvan refahı, gıda etiği, kısıtlı kaynakların verimli kullanılması ve halk sağlığı sorunlarını ele alıp çevreci ve sürdürülebilir çözüm yolları üretmeyi vaat eden bir uygulama olarak öne çıkmaktadır.

GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE YAPAY ET KONUSUNDAKİ GELİŞMELER

Canlı vücudu dışında laboratuvar ortamında kas doku üretme fikrinin ilk tohumları, Alexis Carrel'in 1912 yılında, bir parça embriyonik civciv kalp doku kültürünü bir petri kutusunda geliştirip, bu kültürün hayatta kalmasını başarması ile atılarak, yapay etin tarihsel serüveni başlamıştır⁶. Winston Churchill ise 1932 yılında kaleme aldığı "Düşünceler ve Maceralar" kitabında bulunan "Elli Yıl Sonra" isimli yazıda "Elli yıl sonra bütün bir tavuk yetiştirmenin saçmalığından kurtulacağız. Tavuğun budunu ve kanadını yemek için bu kısımları uygun bir ortamda ayrı ayrı yetiştireceğiz." sözleriyle gelecekte üretimi gerçekleştirilecek olan yapay ete atıfta bulunmuştur⁷. Günümüzde yapay et üretiminin önemli bir basamağı olan doku kültürü yöntemini ise 1950 yılında Willem Van Eelen ortaya atmış⁶; Puck⁸ ve diğ. de 1958 yılında doku kültürlerinin laboratuvar ortamında gelişmesini sağlamak için fetal sığır serumu kullanımını önermiştir. Puck⁸ ve diğ. tarafından yapılan bu çalışmadan esinlenerek 2002 yılında Benjaminson⁹ ve diğ. uzay yolculuklarında astronotların tüketimi için balık doku hücrelerini laboratuvar ortamında fetal sığır serumu içerisinde geliştirmeyi başarmışlardır. Doku kültürü ile üretilen bu yapay balık ürünü, çeşitli baharatla ve zeytinyağıyla muamele edildikten sonra, ekme kırıntılarıyla kaplanarak kızartılmıştır. Yapılan duyuşsal analizde bu ürünün duyuşsal özellikler açısından gıda olarak kabul edilebilir nitelikte olduğu

sunucuna varılmıştır⁹. Bu deneyimden 11 yıl sonra, 2013 yılında, 330000 \$ değere sahip sığır kas dokusundan üç ay gibi bir sürede üretilen, dünyanın ilk in vitro et bazlı burgeri Londra'da bir duyu analizi panelinde pişirilerek, tadımı yapılmıştır¹⁰. Bu tarihten itibaren ekonomik ve üretim engellerini aşma yolunda hızlı bir ilerleme içerisinde giren yapay etin, pazar payını günden güne arttırarak yakında pek çok süpermarkette ve restoranlarda tüketicilerle buluşacağı öngörülmektedir.

YAPAY ET ÜRETİM PROSESİ

Et üretiminin sürdürülebilir ve çevreci yollarla geleceğe taşınabilmesi için bir umut ışığı olarak görülen yapay et, günümüzde temiz et, sentetik et, in vitro et, kültür eti ve Frankenstein et gibi pek çok isimle anılmaktadır^{2,11}. 2013 yılında, "Yarının Tadını" kitabının yazarı Josh Schonwald ve Avustralyalı beslenme bilimcisi Hanni Rützel'in panelistliğini yaptığı ilk yapay et tadım testlerinden bu yana yapay et cephesinde pek çok ilerleme kaydedilmiştir¹⁰. Bu ilk duyu analizi deneyiminde, kırmızı etten ziyade beyaz tavuk etine benzer bir görünüme sahip olarak nitelendirilen, fakat katılan panelistlerin "neredeyse geleneksel hamburger eti tadında" olduğunu belirttikleri yapay et, artık görünüş ve tat özellikleriyle geleneksel ete benzer yapıda üretilebilmektedir. Donör hayvanlardan alınan kök hücrelerin izolasyonu ve tanımlanması, ex-vivo hücre kültürü yönteminin (doku veya hücrenin canlıdan ayrılarak, canlı ortamını taklit eden yapay laboratuvar koşullarında geliştirilmesi işlemidir) geliştirilmesi ve doku mühendisliği gibi teknolojiler sayesinde günümüzde eti tat, koku, renk ve yapı gibi özelliklerle bire bir taklit edebilecek yapay et üretimi yolunda önemli adımlar atılmıştır².

Yapay et, en yalın anlatımıyla donör hayvanlardan alınan kök hücrelerin tutunabilecekleri bir iskele yapı üzerine yerleştirilerek, uygun besi yeri ortamında geliştirilmesi ilkesine dayanmaktadır¹². Bilinen en temel yapay et üretim teknikleri hücre kültürü ve doku kültürü yöntemleri olarak ikiye ayrılır. Hücre kültürü, hedef hayvandan izole edilen kök hücrelerin uygun besiyeri ortamında geliştirilmesi ilkesine dayanır ve en yaygın kullanılan yöntemdir. Doku kültürü tekniği ise hedef hayvandan elde edilen kas doku liflerinin uygun besiyeri ortamında geliştirilmesi ilkesine dayanır. Bu yöntemler dışında günümüzde 3D baskılar ve biyofotonik yöntemler ile yapay et üretimi üzerine de çalışmalar yapılmaktadır¹³.

Hücre kültürü yöntemi ile yapay et üretiminin kök hücre, iskele yapı, geliştirme serumu ve biyoreaktör olmak üzere 4 önemli bileşeni vardır. Üretimin ilk basamağı olan hedef hayvandan kök hücrelerin alınması, hayvan refahına uygunluk, yüksek verimlilik ve tüketici sağlığını riske atmamak gibi ilkelere uygun olarak yapılmalıdır. İzolasyonu sağlanan kök hücrelerin üzerine yerleştirileceği iskelelerin uygun yapıda olması, yapay et üretim süresinin kısaltılması adına oldukça önemlidir¹⁴. Üçüncü bileşen olan geliştirme serumu ise hücrelerin gelişip çoğalmasını teşvik eder. İlk olarak 1958 yılında Puck⁸ ve diğ. tarafından önerilen fetal bovine serum olarak adlandırılan serum, günümüzde de oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Fetal sığır serumu, gebe ineklerin, gebelik süresinin 3'te 2'si tamamlandıktan sonra anne karnındaki doğmamış buzağının kanından elde edilir. Bu işlem sırasında hem anne hem doğmamış buzağı zarar görür. Az miktarlarda elde edilebilen ve yapay et üretimi için oldukça büyük miktarlarda ihtiyaç duyulan bu serum, yapay etin yüksek maliyetinin en önemli nedenidir¹⁵. Yapay et üretiminin dördüncü bileşeni olan biyoreaktör ise üretim halindeki prototip yapay etten biyolojik atıkların arındırılıp, besinlerin ete iletildiği, nem ve sıcaklık kontrollü bir ortam olarak tanımlanmaktadır¹⁶. Bu biyoreak-

törlerin büyük ölçekli endüstriyel üretim yapabilecek şekilde geliştirilmesiyle, günümüzde ancak porsiyonlar halinde üretilen yapay etin, gelecekte açlık, yetersiz beslenme ve kıtlık gibi kavramların önüne geçebilmesi mümkün olabilecektir.

DÜNYADA YAPAY ET ÜRETİMİ

İlk tanıtımı 2013 yılında yapılan yapay et, o zamandan bugüne, dünya çapında değerli bir yatırım ve rekabet edilebilecek yeni bir alan olarak görülmüştür. Her yıl %3'lük büyüme dilimine sahip olan yapay etin pazar payının, 2040 yılında küresel et pazarının %35'ini oluşturacağı; geleneksel yolla üretilen etin 2025 yılında %90 olan pazar payının ise, 2040 yılında %40'a gerileyeceği; ayrıca, vegan ürünlerin pazar payının da %25 olacağı öngörülmektedir¹⁷. Sürekli artış gösteren pazar payı ve açık rekabet ortamı nedeniyle pek çok şirket ve yatırımcı yönünü yapay et üretimine çevirmiştir. Hollanda'da 2013 yılında kurulan Mosa Meat yapay et üretimi adına kurulan ilk şirketlerdendir. Profesör Mark Post'un bilimsel baş sorumlusu olduğu Mosa Meat şirketi, 2013 yılında tanıtımı yapılan ve dünyada bir ilk olan, köftesi in vitro etten oluşan burgerin sahibidir. Google gibi dünya devi bir şirketin kurucu ortaklarından olan Sergey Brin tarafından finanse edilen Mosa Meat, 2013 yılında 330000\$ gibi bir maliyetle ürettikleri in vitro etten oluşan burgeri yakın gelecekte daha düşük maliyet ile pazara sürmeyi planladıklarını belirtmektedir¹⁸. Amerika Birleşik Devletleri'nin Kaliforniya eyaletinde 2015 yılında kurulan Memphis Meat şirketi, 2016 yılında pound başına 18000 \$ gibi bir maliyetle laboratuvar ortamında üretilmiş ilk in vitro sığır eti köftesini tanıtmıştır. 2017 yılına kadar sadece sığır kök hücrelerinden üretilen gerçekleştiren yapay et, 2017 yılından itibaren Memphis Meat şirketinin ilk in vitro ördek ve tavuk etlerini tanıtması ile ürün portföyünü çeşitlendirmiştir. Aynı yıl Cargill ve Bill Gates gibi ciddi yatırımcılara sahip Memphis Meat şirketi, ürettikleri yapay et maliyetinin pound başına 6000 \$'a kadar düşürüldüğünü açıklamıştır¹⁹. Bu şirketler dışında günümüzde Super Meat, Integriculture, Just gibi yapay et üretimi gerçekleştiren firmalar bulunmaktadır. Köfte, hamburger ve sosis gibi çeşitlerle 2021 yılında piyasaya sürülmesi beklenen in vitro et ürünlerinin pazar değerlerinin köfte için 4.3 milyon \$, hamburger için 3.7 milyon \$, sosis için ise 3.3 milyon \$ olması öngörülmektedir²⁰. Türkiye'de ise bir ilk olarak Ankara Üniversitesi Teknokent'te kurulan Biftek.co isimli şirket bünyesinde yapay et üretimi gerçekleştirilmektedir. Prof. Dr. Can Akçalı önderliğinde üretilen yapay etin Türkiye'ye özgü endemik bir bitkiden elde edilen bir serum içerisinde geliştirilerek fetal sığır serumu kullanımının yarattığı yüksek maliyeti ve sürdürülebilir olmayan koşulları ortadan kaldıracığı tahmin edilmektedir²¹.

Yapay etin önünü açtığı hayvan kullanmadan hayvansal ürün üretim trendi, 2014 yılında Perfect Day şirketinin sahibi iki bilim insanının laboratuvar ortamında ürettiği tıpkı inek sütü görünümüne ve tadına sahip, besin bileşenleri bakımından inek sütünden farksız olan yapay inek sütü ile beraber yeni bir rekabet ortamına girmiştir. Laboratuvar ortamında ürettikleri bu yapay inek sütü sayesinde peynir, dondurma ve yoğurt üretimini de gerçekleştirerek yapay ürün portföyünü genişletmeyi başarmışlardır. "Buttercap" ismi verilen maya sayesinde 3D baskı teknolojisini kullanarak üretilen ineksiz ve laktozsuz, yapay inek sütünün de tıpkı yapay et gibi sürdürülebilirlik ve hayvan refahı gibi konulara gelecekte çözüm olması beklenmektedir²².

KÜRESEL SORUNLARIN ÇÖZÜMÜNDE YAPAY ET

Geleneksel hayvan çiftliklerinde, genel olarak kesim anından ürün paketlemeye kadar geçen süre boyunca İyi Üretim

Uygulamaları (GMP)'nin gerekleri uygun bir şekilde yerine getirilememektedir. Laboratuvar ortamında gerçekleştirilen yapay et üretiminde, katı kalite kontrol kuralları nedeniyle GMP uygulanmak zorunda olduğundan gıda kaynaklı hastalıkların temel nedeni olan riskli patojenlerin et ile kontaminasyonu önlenerek bu hastalıkların önüne geçilmesi de mümkün olabilir¹¹. Yapay etin üretiminde kullanılan kültür ortamı içeriğine bağlı olarak yağ asidi kompozisyonu farklılık gösterir. Bu durum, son ürünün yağ asidi içeriği ve dolayısıyla lezzet özelliklerinin modifikasyonuna olanak sağlar. Böylece, özel amaçlara yönelik beslenme diyetleri için daha sağlıklı yağ asidi kompozisyonları ile kardiyovasküler hastalıkların önüne geçilmiş olur⁶. Teoride tek bir hayvandan elde edilen hücre kültürü ile dünyayı beslemek mümkün olacağından, yapay et üretiminin arttırılmasıyla büyük ölçekli hayvan çiftliklerinin kurulmasına ve toplu hayvan üretimi yapılmasına gerek kalmayacaktır²³. Tarım arazileri serbest kalacak, su, enerji kullanımı ve sera gazı emisyon miktarı azalacaktır²⁴. Tuomisto⁵ ve diğ. tarafından yapılan yaşam döngüsü analizi, geleneksel etle kıyaslandığında yapay et üretiminde %7-54 daha düşük enerji, %99 daha az arazi ve %82-96 daha az su kullanıldığı; %76-96 daha düşük sera gazı emisyonuna neden olduğunu ortaya koymuştur. Yapay et, alternatif protein kaynakları arasında geleneksel ete en çok yaklaşan kaynaktır. Bu yöntemle, nadir ve nesli tükenmekte olan hayvanlardan alınan kas doku hücrelerinden çeşitli egzotik etlerin üretilmesi de mümkün olabileceğinden, nesli tükenmekte olan bu nadir canlıların avlanmasına gerek kalmayacak, dolayısıyla hayvansal biyoçeşitlilik de korunmuş olacaktır⁶. Gelişen teknolojinin de katkısıyla yapay et üretiminin birkaç hafta gibi bir süre içinde gerçekleşmesi sayesinde et üretimi için gerekli sürenin de büyük oranda kısaltılması olasıdır²⁴. Ayrıca geleneksel et üretiminde, karkas, parça kemikli etler gibi büyük kütleler halinde depolanan ve pazarlanan ürünler için gerekli soğutma ve nakliye maliyetleri de ortadan kalkmış olacaktır²³.

YAPAY ETE TÜKETİCİLERİN BAKIŞ AÇISI

Yeni ürün geliştirme çalışmaları sırasında ürünün hedef kitesine yönelik uygulanacak tüketici anketlerini de içeren pazar araştırmaları, ürün geliştirme ve pazarlama stratejilerinin belirlenmesi açısından oldukça önemli bir yer tutar. Yeni bir ürün olarak değerlendirilebilecek olan yapay et üzerine de tüketici görüş ve beklentilerinin belirlendiği bazı anket çalışmaları yapılmıştır. Wilks ve Phillips²⁵ tarafından yapılan tüketici anket çalışmasında katılımcılara, yapay etin piyasaya sunulması halinde deneyip denemeyecekleri, diğer ürünlere karşı tercih edip etmeyecekleri ve düzenli olarak satın alıp almayacakları sorulmuştur. Çalışmada, katılımcıların %65.3'ünün yapay eti denemeye olumlu baktığı ve bunların %32.6'sının düzenli olarak tüketmek için istekli olduğu, %31.5'inin ise geleneksel ete ya da bitkisel et ikamelerinin yerine kültür etini tercih edecekleri yönünde sonuç elde edilmiştir²⁵. Slade²⁶ ise gerçekleştirdiği tüketici anketinde katılımcılardan yapay etli burger, bitki bazlı burger ve geleneksel burger gibi ürünlerden hangisini tüketmeyi tercih ettiklerini belirtmelerini istemiştir. Katılımcıların %11'inin geleneksel burger ya da bitki bazlı burger yerine kültür etini tercih ettikleri tespit edilmiştir. Yapılan tüketici araştırmalarında demografik özelliklerin kültür etini tüketme isteğini etkilediği görülmüştür²⁶. Wilks ve Phillips'in²⁵ yapmış oldukları

anket çalışmasının sonucuna göre, erkek bireylerin kadınlara göre, düşük gelirli olan yüksek gelirli olanlara göre, veganların heçkil tüketici olarak, kentte yaşayanların ise kırsalda yaşayanlara göre kültür eti denemek için daha fazla istekli olduğu ortaya konulmuştur. Ayrıca araştırmacılar, yapay etin tanımı yapılabilen kabul edilebilirliğinin arttırılabilmesi için doğallıktan uzak, hoşnutsuzluk yaratabilecek kelimeler yerine geleneksel ete benzerliğine odaklanan ve teknik olmayan kelimelerle tanımlama yapılmasının daha uygun olabileceğini tespit etmişlerdir^{25,26}.

Yapay eti deneme konusunda isteksiz olan tüketici grubunun bu isteksizliklerinin yapay etin doğal olmayan yapısından kaynaklandığı saptanmıştır^{25,26}. Ayrıca, tüketiciler doğal ürünleri sağlıklı, doğal olmayan ürünleri de sağlıksız olarak kategorize ettiklerini, bu yüzden de yapay eti sağlıksız olarak nitelendirdiklerini belirtmişlerdir²⁷. Araştırmalarda, bazı katılımcılar yapay et tüketimi konusundaki isteksizliklerinin gıda güvenliği hakkında duydukları endişeden kaynaklandığını belirtmişlerdir²⁸. Bir grup katılımcı ise yapay etin besin içeriğinin ve lezzetinin, geleneksel etin besin içeriğine ve lezzetine eşdeğer olamayacağını, bu yüzden de yapay et tüketmek konusunda istekli olmayacaklarını bildirmişlerdir²⁷. Bu anket çalışmalarına katılan tüketicilerin üreticilerden ortak beklentileri, gelecekte piyasaya arz edilecek yapay etin güvenle tüketilebilmesi için pazarlama stratejilerinin şeffaflıkla yürütülmesi, etiket bilgilerinin doğru sağlanması yönündedir^{25,26,27,28}.

GELECEKTE YAPAY ET

Kültür eti birkaç yıl içerisinde piyasaya sürülecek olsa da halen bazı teknolojik engellerle karşı karşıyadır. Maliyetin düşürülmesi ve büyük ölçekli üretim sürecinin geliştirilmesi bu engellerden en önemlileridir²⁰. Yapay et üretiminde maliyeti etkileyen önemli unsur hücre geliştirme serumudur¹⁵. Diğer taraftan, fetal sığır serumu olarak adlandırılan bu serumun kullanımı pek çok çevre tarafından hayvan refahı ile uyumsuz ve sürdürülebilir koşullara sahip olmadığı şeklinde değerlendirilmektedir. Gelecekte serumsuz hücre kültürü üretmek ya da bitki bazlı serumlar kullanarak daha çevreci ve sürdürülebilir, hayvan refahıyla uyumlu yapay et üretim teknolojilerinin geliştirilebileceği öngörülmektedir²¹. Büyük ölçekli üretim sürecinin hızlandırılabilmesi için biyoreaktörlerin geliştirilmesi konusunda atılacak yenilikçi adımlar sayesinde yapay etin endüstriyel olarak üretimi de mümkün olabileceğinden, tüketiminin giderek yaygınlaşacağı tahmin edilmektedir¹⁶.

Bir İsrail şirketi olan Aleph Farms ve Rusya şirketi olan 3D Bioprinting Solutions, 2019 yılında, Uluslararası Uzay İstasyonu'nda bir sığırdan elde edilen kas doku hücrelerini 3 boyutlu biyoyazıcı sayesinde üretmeyi başarmıştır. Bu denemede, et üretiminin dünyanın su, toprak vb. kaynaklarına gerek duyulmadan yerçekimsiz ortamda bile üretilebileceği kanıtlanmıştır. Gelecekte uzay yolculuklarında ve uzay kolonilerinde kullanılmak üzere et depolama ve soğutma gibi kavramlardan bağımsız et üretimi ve tüketimi sağlanabilecektir. Ayrıca, 3D Bioprinting Solutions şirketi balık ve tavşan eti üretimi için gerekli kök hücre elde etme çalışmalarına da başlamıştır²⁹.

SONUÇ

Artan dünya nüfusunu besleme kaygısından dolayı ölçekleri büyütülen geleneksel hayvan çiftliklerinin, sera gazı emisyonu,

su, toprak ve hava kirliliği, tarım alanlarının işgali, ormanların tahribatı gibi çevresel sorunlar nedeniyle sürdürülebilir olmadığı ve hayvan refahı ile bağdaşmayan uygulamalar içerdiği yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Sınırlı kaynakların verimli kullanılması ilkesi ile üretimi gerçekleştirilen yapay et, alternatif bir protein kaynağı olarak gelecekte artan dünya nüfusunun yeterli ve dengeli beslenebilmesi, açlık, kıtlık gibi kavramların ortadan kaldırılabilmesi adına bir çözüm olarak doğmuştur. Dünyada ilk kez 2013 yılında köftesi laboratuvar ortamında üretilen burger ürünün tanıtımından bu yana artan teknolojik gelişmeler sayesinde yapay et, günden güne maliyetini düşürerek, ürün yelpazesini geliştirmektedir. Yapay et üretimi gerçekleştiren şirketler, sığır eti, tavuk eti, ördek eti gibi et çeşitleri ve köfte, hamburger, sosis gibi ürün çeşitleri ile gelecek birkaç yıl içerisinde süpermarket raflarında ve restoranlarda ürünlerini tüketici ile buluşturmayı planlamaktadır. Yüksek maliyet ve büyük ölçekli üretimle ilgili sorunların günden güne artan teknolojik gelişmeler sayesinde çözülebileceği beklense de doğal olmayan yapısı nedeniyle oluşan tüketici isteksizliği ve bazı etik kaygılar yapay etin ticarileşmesi yolunda aşılması gereken engellerdendir. Bu konuda gerçekleştirilmekte olan bilimsel çalışmaların başarıya ulaşmasıyla geniş ürün yelpazesine de sahip olacağı düşünülen yapay etin gelecekte alternatif protein kaynağı olarak gıda pazarında başarı sağlayacağı açıktır.

KAYNAKLAR:

1. Tuomisto HL. 2019. The eco-friendly burger: could cultured meat improve the environmental sustainability of meat products? EMBO Report, 20.
2. Bryant CJ. 2020. Culture, meat, and cultured meat. Journal of Animal Science, 98, 1-7.
3. FAO. 2013. Food Wastage Footprint: Impacts on Natural Resources. www.fao.org/docrep/018/i3347e/i3347e.pdf (Erişim Tarihi: 29.09.2020)
4. Shen Y, Chen S. 2020. Exploring consumers' purchase intention of an innovation of the agri-food industry: a case of artificial meat. Foods, 9, 745.
5. Tuomisto H, Mattos M. 2011. Environmental impacts of cultured meat production. Environmental Science and Technology, 45, 6117-6123.
6. Bhat ZF, Kumar S, Fayaz H. 2015. In vitro meat production: Challenges and benefits over conventional meat production. Journal of Integrative Agriculture, 14, 241-248.
7. Churchill W. 1932. Fifty years hence. In: Thoughts and Adventures London: Thornton Butterworth, 24-27.
8. Puck T, Cieciora S, Robinson A. 1958. Genetics of somatic mammalian cells III. Long-term cultivation of euploid cells from human and animal subject. J Exp Med, 108, 945- 956.
9. Benjaminson MA, Gilchrist JA, Lorenz M. 2002. In vitro edible muscle protein production system (MPPS): Stage 1, fish. Acta Astronautica, 51, 879-889.
10. Zaraska M. 2013. Lab-grown beef taste test: 'Almost' like a burger. www.washingtonpost.com/ (Erişim Tarihi: 29.09.20)
11. Bonny SPF, Gardner GE, Pethick DW, Hocquette JF. 2015. What is artificial meat and what does it mean for the future of the meat industry? Journal of Integrative Agriculture, 14, 255-263.
12. Post M. 2012. Cultured meat from stem cell: challenges and prospects. Meat Science, 92, 297-301.
13. Sürek E, Uzun P. 2020. Geleceğin Alternatif Protein Kaynağı: Yapay Et. Akademik Gıda, 18, 209-216.
14. Melzener L, Verzijden K, Buijs J, Post M, Flacka J. 2020. Cultured beef: from small biopsy to substantial quantity. Journal of the Science of Food and Agriculture.
15. Van Der Valk JBF, Bieback K. 2018. Fetal bovine serum (fbs): past – present – future. Altex, 35.
16. Xueliang L, Zhang G, Zhao X, Zhou J, Du G, Chen J. 2020. A conceptual air-lift reactor design or large scale animal cell cultivation in the context of in vitro meat production. Chemical Engineering Science, 211.
17. Digital Food Lab. 2020. www.digitalfoodlab.com/2040-clean-meat-will-size-conventional-meat/ (Erişim Tarihi: 30.09.2020)
18. Mosa Meat. 2013. www.mosameat.com/our-story (Erişim Tarihi: 30.09.2020)
19. Memphis Meat. 2015. www.memphismeat.com/about (Erişim Tarihi: 30.09.2020)
20. Lee HJ, Yong HI, Kim M, Choi Y, Jo C. 2020. Status of meat alternatives and their potential role in the future meat market- A review. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 33, 1533-1543.
21. Biftek.co 2018. www.biftek.co/about (Erişim Tarihi: 30.09.2020)
22. Perfect Day Foods. 2014. www.perfectdayfoods.com/how-it-works/ (Erişim Tarihi: 30.09.2020)
23. Bhat ZF, Bhat H. 2011. Animal free meat biofabrication. Journal of Food Technology, 6, 441-459.
24. Bhat Z, Fayaz H. 2011. Prospectus of cultured meat advancing meat alternatives. Journal of Food Science and Technology, 48,125-140.
25. Wilks M, Phillips CJ. 2017. Attitudes to in vitro meat: a survey of potential consumers in the United States. PLoS One, 12.
26. Slade P. 2018. If you build it, will they eat it? Consumer preferences for plant-based and cultured meat burgers. Appetite, 125, 428-437.
27. Marcu A, Gaspar R, Rutsaert P, Seibt B, Fletcher D, Verbeke W, Barnett J. 2015. Analogies, metaphors, and wondering about the future: Lay sense making around synthetic meat. Public Understanding of Science, 24, 547-562.
28. Laestadius LI, Caldwell MA. 2015. Is the future of meat palatable? Perceptions of in vitro meat as evidenced by online news comments. Public Health Nutrition, 18, 2457-2467.
29. SputnikNews. 2019. www.tr.sputniknews.com/bilim/201910091040349880-uzayda-bir-ilk-3-boyutlu-yaziciyla-et-uretildi/ (Erişim Tarihi: 30.09.2020)