



YAPAY ET TEKNOLOJİSİ



İşbu eserde yer alan veriler/bilgiler, yalnızca bilgi amaçlı olup, bu eserde bulunan veriler/bilgiler tavsiye, reklam ya da iş geliştirme amacına yönelik değildir. STM Savunma Teknolojileri Mühendislik ve Ticaret A.Ş. işbu eserde sunulan verilerin/ bilgilerin içeriği, güncelliği ya da doğruluğu konusunda herhangi bir taahhüde girmemekte, kullanıcı veya üçüncü kişilerin bu eserde yer alan verilere/bilgilere dayanarak gerçekleştirecekleri eylemlerden ötürü sorumluluk kabul etmemektedir. Bu eserde yer alan bilgilerin her türlü hakkı STM Savunma Teknolojileri Mühendislik ve Ticaret A.Ş.'ye aittir. Yazılı izin olmaksızın işbu eserde yer alan bilgi, yazı, ifadenin bir kısmı veya tamamı, herhangi bir ortamda hiçbir şekilde yayımlanamaz, çoğaltılamaz, işlenemez.

 STM ThinkTech

1. GİRİŞ

Dünya’da, artan nüfus ve azalan kaynaklar nedeniyle bir süredir alternatif protein kaynakları üzerinde çalışılmaktadır. Özellikle son yıllarda et endüstrisinin kaynaklarını yeterli oranda güçlendirememesi ve artan tüketim ihtiyacını karşılayamaması hayvan sağlığı ve endüstriyel üretim alanında yeni çözümler üretilmesine yönelik çabaları artırmıştır. Etin sağlayacağı proteine denk miktarda protein barındırabilecek laboratuvar ortamında üretilebilen tüketim ürünlerinden biri de yapay ettir. Yapay ete “İn vitro veya Kültür Et (Cultured Meat)” de denilmektedir^[1].

Teknolojinin yardımıyla mevcut gıdalar çok daha hızlı ve değişik yöntemlerle üretilebilirken, günümüzde hayvanları öldürmeden, alınan bir santimetre büyüklüğünde biyopsilerden laboratuvar ortamında “temiz et” üretimi yapılması üzerine çalışmalar hız kazanmıştır.

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü’nün (Food and Agriculture Organization of the United Nations -FAO) verileri, hücresel kökenli et üretiminin 2030 yılında toplam et ihtiyacının yüzde 10’unu karşılayacağını öngörmektedir.

Günümüzde bazı ülkeler temiz et üretimine başlasa da maliyeti çok yüksek olduğu için henüz ticari hâle gelememiştir. Özellikle COVID-19 pandemisi sonrası toplumsal sağlık problemlerini ve çevre sorunlarını mümkün olduğunca azaltmak isteyen ülkeler daha sürdürülebilir olan bitki temelli et üretimini ciddi bir seçenek olarak değerlendirmektedir. Dünyada yeni besin kaynağı arayışı

her geçen gün hızlanırken yapay et konusunda yapılan araştırmaların da hız kazanmasıyla bu pazarın kısa sürede güçlü bir büyüme sergilemesi beklenmektedir. Pazarı daha iyi anlayabilmek için önce yapay etin ne olduğuna ve neden ihtiyaç duyulduğuna bakmakta fayda bulunmaktadır.

Analizimizde yapay et ihtiyacının nasıl ortaya çıktığına, nasıl üretildiğine ve bu konudaki çalışma ve gelişmelere dikkat çekilerek, yapay etin avantaj ve dezavantajları incelenecektir. Büyüme potansiyeli ve maliyetler açısından sektörün geneli değerlendirilecek, aynı zamanda gıda güvenliği ve sürdürülebilirlik açısından da yapay etin geldiği nokta ve gelecek beklentileri ortaya konulacaktır.

2. YAPAY ET NEDİR?

Laboratuvar ortamında hayvan hücresinden çoğaltılarak üretilen ete “yapay et” veya “hücre kökenli et” adı verilmiştir. Yapay et, biftek, domuz, tavuk ve hatta balık eti olarak üretilebilmektedir. Ancak bunların büyük çoğunluğu henüz gıda pazarı için yeterli uygunlukta değildir^[2].

Yapay et farklı organizasyonlarda farklı isimlerle anılmaktadır. Gerçek etin savunucuları olan et üreticileri ve Amerikan Et Bilimi Derneği üyeleri yapay eti, kültür dokusu olarak tanımlarken, temiz bir gelecek için mücadele eden aktivist dernekler ise temiz et tanımını tercih



Şekil 1: 2013 yılında laboratuvar ortamında üretilen ilk biftek hamburgerin değeri 325 bin dolardır^[3].

etmektedir. Ancak bütün adlandırmalar içinde en yaygın kullanım “yapay et” veya “kültür eti”dir^[3].

Yapay et endüstrisi ile hayvanların öldürülmeden etin temin edilmesi hem ekolojik hem de hayvan dostu bir yaklaşımla daha temiz bir gelecek oluşturulmasına imkân sunmaktadır. Bu yolla desteklenen hücresele çiftçilik gibi yeni uygulamalar umut vadetmektedir. 2019 sonuna kadar dünyada bu prensibi benimseyen 55 şirketin yapay et veya gıda endüstrisi için çalışmalar yaptığı bilinmektedir. Et tüketiminin özellikle kronik hastalıklarda oynadığı kritik rol düşünüldüğünde ise laboratuvar ortamında üretilen etin yağ ve kolesterol içeriği ayarlanabilirken bilimsel anlamda besin değerinin nasıl olacağına dair bir netlik bulunmamaktadır^[4].

3. YAPAY ET NASIL VE NEDEN ORTAYA ÇIKTI?

Dünya nüfusunun hızla artması ve artan et ve gıda tüketiminin karşılanabilmesi için daha hızlı tedarik yöntemlerine ihtiyaç vardır. Geleneksel canlı hayvan üretimi ve endüstrisi artan bu ihtiyacı karşılamakta yetersiz kalmaya başlamıştır. Bu durumda ekonomik olarak artan gıda fiyatları ise başka sorunlara neden olmaktadır. Beslenme alışkanlıklarının değiştirilmeden gıda ve özellikle et talebinin karşılanması amacıyla yapılan araştırmalar bilim insanlarını yapay ete yöneltmiştir. Aynı zamanda sera gazına olacak olumlu etkisiyle ekolojik olarak da avantaj sunma potansiyeli gösteren yapay et endüstrisi için en büyük soru işareti besin değeri açısından yapay etin yeterli gelip gelemeyeceği üzerinedir.

Dünya genelinde 7,3 milyarı geçen nüfusun 2050 yılına kadar 9 milyarı aşacağı öngörülmektedir. FAO verilerine göre; 2050 yılında artan nüfusu besleyebilmek için yüzde 70 daha fazla besine ihtiyaç olacaktır. Artan et ihtiyacı için çiftlik üreticilerinin daha fazla hayvan tedarik etmesi, beslemesi ve kontrol altında tutması gerekmektedir. Bu durumun, tarım ile hayvancılığa ayrılan alanın sınırlı olmasından dolayı ekonomik sıkıntılar

yaratılabileceğinden sürdürülebilirlik açısından çok mümkün olmayacağı düşünülmektedir^[5].

Küresel et endüstrisinin mevcut kapasitesinin sınırlarına ulaştığı tahmin edilmektedir. Geleneksel et endüstrisinin karşılaştığı zorluklarla mücadele için verdiği çaba ise; girdilerin azaltılması, atıkların azaltılması ve verimliliğin en üst düzeye çıkarılması için doğal süreçlerin teşvik edilmesi amacıyla onarıcı çiftçilik, organik tarım vb. faaliyetlerin geliştirilmesi ve uygulanmasıdır. Aynı zamanda araştırılan ve geliştirilen diğer ürünler ile et yerine laboratuvar ortamında üretilen mikroproteinlerin, bitki ve böcek bazlı proteinlerin de kullanılması gelenekselliğin dışına çıkılmasına katkı sağlamıştır.

Yakın zamanlarda görülen kuş gribi, domuz gribi gibi hastalıklar ve günümüzde, net olarak kanıtlanmasa da COVID-19'un hayvanlar tarafından insanlara bulaşmış olabileceği riski de alternatif et çözümlerini çekici hâle getirmiştir^[6].

Dünya üzerinde gıda tüketiminin en ucuz olduğu ülke olan ABD'de vatandaşlar gelirlerini yüzde 10'unu gıdaya harcamaktadır. ABD vatandaşları yılda ortalama 55 kg'ı tavuk eti olmak üzere, 122 kg civarında et tüketmektedir. İngiltere'de yıllık ortalama 80 kg et tüketildiği bilinmektedir. Günümüzde dünya üzerinde milyarlarca genetiğiyle oynanmış tavuk, gıda ihtiyacını karşılayabilmek için üretilmekte ve ölmektedir. Bu yüksek kârlı ama acımasız üretim sisteminin değişimi için alternatif arayışlar da yapay et araştırmalarının elini güçlendirmektedir^[7].

4. YAPAY ET NASIL ÜRETİLİR?

Yapay et üretimi laboratuvar ortamında yapılan çalışmalarla değerlendirildiğinde Selüler (Hücreli) ve ASELÜLER (Hüresiz ya da Fermentasyon) üretim olarak ikiye ayrılmaktadır^[8].

4.1 Selüler Üretim

Yapay et, laboratuvar ortamında yani in-vitro olarak canlı hayvan dokusunun çoğaltılmasıyla üretilebilmektedir. Yapay eti çoğaltmanın birçok yolu vardır. En çok kullanılan yöntemlerden biri canlı bir hayvandan alınan yetişkin kök hücreleridir. Biftek için laboratuvar ortamında bir inekten alınacak az miktarda kas hücresi daha küçük parçalara bölünerek enzimlerle sindirilir ve kök hücrelerin ortaya çıkması sağlanır. Biyoreaktör adı verilen büyük bir varil içerisinde bulunan tuzlu, vitaminli, şekerli ve proteinli et suyu içerisine batırılan kök hücrelerinin büyümesi sağlanır. Oksijence zengin ve sıcaklık kontrollü ortamda hızla bölünerek çoğalan kök hücreleri bir araya gelerek yeni kas hücresini oluşturmaya başlar. Bu işlem ile ortaya çıkan et haftalar içinde pişirilerek veya işlem görerek yenmeye hazır hâle gelir^[2].



Şekil 2: Yapay et veya gıda üretiminde kullanılacak biyoreaktör modeli^[9].



Şekil 3: Laboratuvar ortamında alınan kas hücrelerinin bölünme aşaması^[2].

Canlı hayvandan alınan kas hücresi çoğaltma yöntemiyle, bir kas hücresinden bir trilyon yeni kas hücresi üretilmektedir. Laboratuvar ortamında üretilen yapay etin biyolojik anlamda canlı hayvan etinden bir farkı yoktur^[10].

Yapay et aslında kompleks bir yapının yeniden oluşturulma çabasıdır. Hücrelerin bölünerek çoğalması için gerekli besini, hormonları ve büyüme faktörünü en iyi şekilde sağlayarak aracılık eden, ölü bir buzağıdan elde edilen Fetal Bovine Serum'dur (FBS). Hücrelerin bölünerek çoğalmasından sonra 0.3 mm'den uzun olmayan miyotüpler oluşur. Miyotüpler bir kas dokusu üzerine halka şeklinde yerleştirilerek çoğaltma işlemine devam edilir. Ortaya çıkan fiber kas yapısı sünger benzeri bir iskele sistemiyle protein yapısının artırılması için yapı maddeyle doldurulur. Laboratuvar ortamında kontrol altında tutularak uygun sıcaklıkta bekletilen doku örneklerinin çoğalmasını artırmak için bir ineğin iç sıcaklığının taklit edilmesi de mümkündür.

Yapay et üretimi için tercih edilen bu yöntemde yaşanan en büyük sorun in vitro, yani kesimsiz üretilmesi planlanan et için ölü buzağılardan alınan FBS'nin kullanım ihtiyacıdır. Araştırmacılar bu sorunu aşmak ve çoğalan

hücrelere yeterli besini sağlayacak yeni serumlar bulmak için bitkisel içeriklere yönelmiştir. FBS'ye göre çok daha ekonomik olan bitkisel destekli çözümler için araştırma prototiplerinden şimdilik sonuç alınsa da, bu çalışmalardan ancak endüstriyel ölçekte bir sonuç alındığında sorunla ilgili kalıcı çözüme ulaşılabileceği düşünülmektedir^[5].

Laboratuvarda yapay et üretmek aslında yeni bir fikir değildir. İngiliz politikacı ve yazar Winston Churchill, 1932 yılında yazdığı bir makalede "Önümüzdeki 50 yıl içinde, sırf göğüs ya da kanat yemek için bütün bir tavuğu yetiştirmek yerine sadece bu kısımları uygun bir ortamda yetiştirebileceğimiz günler gelecek" demiştir.

Bahsedilen zamana göre 30 yıl kadar geriden gelinse de ABD, İngiltere, Hollanda ve Japonya'da bazı bilim insanları laboratuvarda yapay olarak kas parçaları geliştirmeye çok daha önceden başlamıştır. NASA tarafından 2000'li yılların başında desteklenen bir projede, özellikle uzayda uzun süre kalacak olan astronotların tüketebilmesi amacıyla, Japon balığı kullanılarak yüksek protein içerikli yenilebilir kas parçacıkları elde edilmiştir. Aynı şekilde Hollanda'da bu işin öncülerinden olan ve Mosa Meat ortaklarından olan Mark Post, domuz kök hücrelerini kullanarak 2,5 cm uzunluğunda, 0,7 cm genişliğinde kasa benzer şeritler üretmiştir.

Özellikle Avrupa'da genetiği değiştirilmiş gıdalara karşı oluşan tepkinin yapay ete karşı da oluşabileceğini tahmin eden uzmanlar, yapay etin nasıl yapıldığı konusunda halkın bilinçlendirilmesi gerektiğini düşünmektedir. Genetiği değiştirilmiş gıdaların aksine, yapay olarak üretilen etin DNA'sına dokunulmadığı, genetiğinin aynı kaldığı bilinmektedir. Burada yapılan işlem doğayı farklı bir şekilde taklit etmek, yani doğal olarak hayvanın vücudunda gelişen kas dokusunu, hayvanın bazı istenmeyen kısımlarını elimine ederek, yapay olarak dışarıda çoğaltmaktır^[11].

4.2 Aselüler Üretim

Aselüler üretimde ise, kanda bulunan "hem" proteini gibi proteinleri üreten genler bakterilere aktararak sağlanır. Aselüler üretim, içeriğinde dış bir türün bulunması ve onun genleriyle etkileşiyor olmasından kaynaklı genetiği değiştirilmiş organizmalar veya genetik mühendislik yöntemlerine sıcak bakmayanlarca endişe verici olarak görülmektedir. Ancak bu yöntem, kitlesel olarak üretilen insülin hormonunun üretilmesiyle benzerlik göstermektedir. Günümüzde neredeyse tüm insülin iğneleri, bu özelliğe sahip olmayan genetiği değiştirilmiş bakteriler sayesinde üretilmektedir. İnsandaki insülin üretiminden sorumlu geni bakterilere aktaran bilim insanları, eski yöntemlere kıyasla binlerce kat daha hızlı bir şekilde insülin üretimi yapabilmektedir. Etteki proteinlerin bakteriler tarafından üretilmesinin de bu durumdan farkı yoktur; dolayısıyla bu yöntemde endişelenecek bir durum gözlemlenmemektedir. Aselüler üretim yöntemi, genelde bitkisel etlere hayvansal tat ve besin katmak için kullanılmaktadır^[8].

5. YAPAY ET SAĞLIKLI VE GÜVENLİ MİDİR?

Yapay et daha temiz ve ekolojik bir çözüm sunarken uzun vadede insan sağlığına yaratacağı etkiler henüz bilinmemektedir. Laboratuvar ortamlarında üretilen etin ne gibi değişimlerden geçeceği ve insan üzerinde nasıl etki yaratacağı bir tartışma konusu oluşturmaktadır.

5.1 Gıda Güvenliği ve İnsan Sağlığı Açısından Yapay Et Teknolojisi

ABD Gıda ve İlaç Dairesi (US Food and Drug Administration -FDA) daha önceden ortaya çıkan yapay enzimlerin, alglerin, mantarların ve bakteriyel ürünlerin büyümesiyle ilgili çalışmaları gözden geçirmiş olsa da yapay et çok daha karmaşık yapısı nedeniyle ciddi bir inceleme süreci gerektirmektedir. İnsan sağlığı açısından oluşturulacak güvenlik gerekliliklerinin belirlenmesi ve bu süreçlerin izlenmesi, genetik olarak müdahale edilmiş bir yapının sindiriminin etkileri ve kanser hücreleri ile olan etkileşimi önemli inceleme alanlarını oluşturmaktadır. Genetik müdahale ile üretilen yapay etin içerisinde kanser hücresi özelliğinde büyüme gösterecek yapıların yarattığı endişe, üretimleri planlayan şirketlerin üretim yöntemleriyle ilgili uyguladıkları gizlilik prosedürleriyle daha da büyümektedir. Ancak bazı şirketlerin açık patent uygulamasıyla yaptıkları kayıtlarda onkogenik ve/veya kanser hücresi oluşumu gözlemlendiği bilinmektedir. Memphis Meat firmasının aldığı patentte modifiye edilmiş pluripotent hücre hatlarında tümör baskılayıcı protein izlerine rastlanmıştır.

JUST Inc. firmasının aldığı patent ise hücre çoğaltma aracısının kanser benzeri hücrelerin de gelişmesine olanak sağladığını göstermektedir. Asıl sorun ise laboratuvar ortamında buna sebep olan çoğaltma aracısının sindirimle emilerek insan kan dolaşımına karışabilmesidir^[12].

Yapay et üretiminde kök hücre kullanıldığı müddetçe kanser hücrelerinin büyüme riski olacaktır. Harvard Kök Hücre Enstitüsü (HSCI), Harvard Tıp Fakültesi (HMS) ve MIT Genel Enstitüsü içerisinde bulunan Stanley Psikiyatrik Araştırma Merkezi (Stanley Center for Psychiatric Research at the Broad Institute of MIT), laboratuvar ortamında çoğaltılan kök hücrelerde genellikle hücrenin büyümesi ve bölünmesini kontrol eden TP53 (p53) geni gibi önemli tümör baskılayıcı genlerin mutasyonuna ihtiyaç duyulduğunu belirtmektedir. Bu sorunun laboratuvar ortamında et üreten firmalarca pahalı olmayan genetik sekans yöntemlerinin kullanımıyla üretimin kontrolü ve uygun görülmeyen kültürlerin hariç bırakılmasıyla ortadan kalkabileceği de bilinmektedir^[12].

Gıdalarda kansere sebep olabilecek katkı maddeleri 1958'de düzenlenen Gıda Katkı Maddesi Değişiklikleri Delaney Maddeleri (Food Additive Amendments Delaney Clauses) ve 1960'da imzalanan Federal Gıda, İlaç ve Kozmetik Yasası (Federal Food, Drug and Cosmetic Act- FFDCA) Renkli Katkı Maddeleri Değişiklikleri (Color Additive Amendments) ile yasaklamıştır. Yapay ete rengini veren ve hücre çoğalmasında bulunan hücrelerin

renkli katkı maddesi olarak tanımlanması ihtimali bulunmaktadır. Ayrıca yasalar kanser gibi hastalık semptomu bulunan hayvanların et ticareti için satışını da yasaklamıştır. Bu gibi yasaların dikkate alınarak yeni yöntemlerle yapay et üretimine daha ciddi bir güvenlik perspektifiyle yaklaşılması gerekmektedir^[12].

Başka bazı araştırma çalışmalarında plastik paketlenmiş gıda kullanımının hormon sistemiyle etkileşime girerek yapısını değiştirdiği ortaya çıkmıştır. Yapay etin laboratuvar ortamında hazırlanması sırasında plastik paketlerde saklanması da benzer bir etki yaratacağı düşünülmektedir. Gıdalarda plastik kullanımının yarattığı toksik etki yapay et endüstrisinin bir diğer riski olarak düşünülmektedir.

Hayvanlarda yavaş bir şekilde ilerleyen kas gelişiminin laboratuvar ortamında büyüme hormonlarıyla daha hızlı bir hâle getirilmesi de başka bir sağlık riski yaratmaktadır. Doğal büyüme faktörlerini destekleyen hormonlar hayvanlarda ve insanlarda doğal olarak bulunmaktadır. Ancak bu hormonlara aşırı maruziyetin ciddi etkileri olmaktadır. 1981'de Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (European Food Safety Authority -EFSA) çiftçilikte büyüme hormonu kullanımını, olumsuz etkileri ve plastik paketlere bulaş riskiyle insanlara ulaşabilmesi nedeniyle yasaklamıştır. Benzer bir riskin in-vitro olarak üretilen yapay ette de yaşanabileceği öngörülmektedir. Yapay et üretiminde kullanılan plastiğin ciddi boyutlarda kontrolü sağlanırsa bu sorun ortadan kaldırılabılır^[13].

Bir diğer açıdan yeni yapılan bazı araştırmalar da yapay etin doğru güvenlik önlemleri ve şartlar altında sağlıklı olabileceğini göstermektedir. ABD Ulusal Sağlık Enstitüsünün yaptığı bir araştırma üretilen yeni nesil yapay etlerin fiber folakin (folik asit) ve demir bakımından gerçek etle aynı olduğunu ve doymuş yağ oranının daha düşük olduğunu göstermektedir. Ancak araştırmacılar yapay etin daha az protein, çinko ve B12 vitamini ve daha fazla tuz içerdiğini de belirtmektedir. Bu veriler bitki kökenli çoğaltılan yapay etler için geçerlidir. Araştırmalar geliştikçe ve daha güvenli yapay et üretimi imkânları ortaya çıktıkça günümüzde yaşanan yüksek tansiyon, obezite gibi kronik rahatsızlıkların önüne geçilmesi için bir umut doğmuştur. Bitki kökenli üretilen yapay etlerin tuz oranının geliştirilmesiyle gerçek ete göre daha sağlıklı bir alternatif ortaya çıkabilir^[14].

5.2 Sürdürülebilirlik ve Çevre Açısından Yapay Et

Yapay et teknolojisi genel anlamda çevre dostu olarak düşünülmektedir. Bu yolla daha az sera gazı üretimi (Greenhouse Gas -GHG), daha az su tüketimi ve geleneksel hayvancılığa göre daha az toprak ihtiyacı çevreye olan olumlu etkileri arasındadır. Bazı araştırmalar yapay etin pazarda yer alması durumunda küresel ısınmanın yavaşlayabileceğini de göstermektedir.

Sera gazı ve karbon emisyonları günümüz dünyasının en önemli sorunlarından biridir. Çevre güvenliği açısından birçok alanda iyileştirme çalışmaları devam ederken gıda endüstrisi de artan küresel ısınma etkilerini azaltabilmek için alternatif ve çevre açısından daha güvenli ürünlere yönelmektedir^[5].

Yapay et hem ekolojik hem de ahlaki anlamda faydaları olan yüksek teknoloji ile üretilebilecek bir üründür. Ancak pazarda tam hakimiyeti sağlamadan geleneksel ete rakip olması zor olacaktır. Ayrıca aşırı et tüketiminin insan sağlığına olan olumsuz etkileri yapay et gibi gıdalar için de geçerli olacaktır. Yapay etin sürdürülebilir olması ise gerçekçi diyet programları belirlenip sağlıklı beslenme programları oluşturularak insanlara bu konuda eğitim verilmesiyle mümkün olabilir^[15].

Microsoft'un kurucusu Bill Gates de, küresel ısınmadaki payından dolayı gelişmiş ülkelerin hayvan yetiştiriciliğini bırakıp yapay et tüketimine geçmesi gerektiğini söylemiştir. Gates'in yapay et ile ilgili önerisi tartışma konusu olmuştur. Gates, ineklerin çıkardığı gazın, küresel ısınmadaki payına ve dünyadaki en önemli sorunlardan biri olduğuna dair uyarılarını tekrarlayarak, zengin ülkelere büyük baş hayvan yetiştiriciliğini bırakmaları için çağrıda bulunmuştur^[16].

Bill Gates günümüz ölçeğinde yapay et girişimcilerinin henüz dünya et pazarının yüzde 1'ini oluşturmadığını ama hızla arttığını belirtirken, yapay ete yapılan yatırımların da artması gerektiğini savunmuştur^[17].

6. YAPAY ETİN AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI

Yapay et birçok konuda avantajlar sunduğu kadar günümüz teknolojileri ile değerlendirildiğinde bazı dezavantajlara da sahiptir. Avantaj ve dezavantajlarının dikkatlice değerlendirilmesi, gelecek projeksiyonlarında daha doğru yaklaşımlar benimsenmesine faydalı olacaktır.

6.1 Avantajları

Yapay et doğru laboratuvar şartlarında üretilirse yani sterilizasyon ve hücre büyüme etkenleri gibi unsurlar kontrol altına alınırsa bu noktada kontaminasyon oranı çok düşük belki de sıfır olan bir üretim sağlanabilir. Örneğin, E. Coli (Koli Basili) gibi bakteri riskinden uzak bir etin varlığı herkesin sağlığı için daha faydalı olacaktır.

Geleneksel olarak yetiştirilen hayvanlara sağlıklı olabilmeleri için antibiyotik verildiği bilinmektedir. Bu durum zamanla antibiyotik direncine ve hastalıkların güçlenmesine de neden olmaktadır. Yapay et bu riski de ortadan kaldırma potansiyelindedir.

Geleneksel et üretimi çok fazla miktarda metan, karbondioksit ve nitrik oksit oluşumuna neden olarak sera gazı sorunu yaratmaktadır. Bu durumda küresel ısınma üzerinde doğrudan etkili olduğundan yapay etin üretim mekanizmasıyla bu süreç iyileştirilebilir.

Yapay etin önemli avantajlarından biri de temin yolunda hayvanların ölümüne izin vermeden daha insancıl bir üretim imkânı oluşturmasıdır. Ancak bu durum hayvanlardan alınan örneklerin daha acısız ve zararsız olmasıyla geliştirilmelidir^[4].

Yapay et için oluşturulacak üretim alanları da geleneksel çiftçilik için gereken arazi alanı ve hayvanların bakımı için gereken malzeme tüketimi açısından düşünüldüğünde daha çevre dostu bir yaklaşıma imkân vermektedir^[10].

Yiyecek güvenliği yapay etin en büyük avantajlarından biri olabilir. Her ne kadar konu hakkında yeterli bilgisi olmayan insanlar yapay ete pek güven duymasalar da yapılan incelemeler, kontrolü daha zor bir şekilde yetiştirilen ve satılan geleneksel etin daha yüksek bir sağlık riski taşıyabileceğini göstermektedir. Geleneksel etteki hormon ve ilaç uygulamalarından kaynaklı zararlar ile parazit, enfeksiyon gibi bazı durumların yapay ette oluşma ihtimali çok düşüktür. Böyle bir sıra dışı durum oluşabilse bile et, hayvanın içinde olmadığından ve araştırmacılar tarafından dışarıdan görülebildiğinden, hemen tespit edilip ortadan kaldırılabilme imkânı bulunmaktadır.

Ayrıca besin değerleri de yapay etin en güçlü olduğu konulardan biri olarak görülmektedir. Normalde balık dışında hayvanlardan alınamayan Omega-3 yağ asidi gibi besinlerin yapay et teknolojisi sayesinde herhangi bir hamburgerden elde edilmesine mümkün gözülle bakılmaktadır^[8].

6.2 Dezavantajları

Yapay etin avantajlarının yanında günümüz şartlarında aşılması gereken bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Bunların başında üretim maliyetleri ve bu durumun pazarda yaratacağı etki gelmektedir. 2013 yılında üretilen ilk yapay et hamburgerin üretim maliyetinin 280.000 dolar olduğu bilinmektedir. Günümüzde mevcut teknolojik gelişmelerle bile, biftek etin yapay olarak üretilmesiyle bir hamburger köftesi için öngörülen ücretin 10 dolar olması beklenmektedir. Bu rakam yapay etin geleneksel ete göre henüz daha pahalı kalmasına neden olmaktadır.

Yapay etin pazar fiyatlarının daha ulaşılabilir hâle gelmesinin yolu da talebin ve üretimin artmasından geçmektedir. Yapay et küresel et pazarında büyük bir yüzdeye ve talebe sahip olursa bu noktada yapılacak yatırımlarla daha ekonomik ve tercih edilir hâle gelebilir^[4].

Yapay et üretmek için kullanılan FBS yöntemi gibi bazı uygulamalar da eleştiri konusudur. Hayvan hakları savunucularınca kabul görmeyen bu yöntemlerde ineğin hamile olduğu esnada öldürülmesi ve karnındaki buzağıdan alınan serumun kullanılması acımasız olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca yapay etin üretimi için acı verici bir süre olan biyopsinin defalarca aynı hayvanda tekrarlanmasına işkence gözülle de bakılmaktadır. Bu uygulamalara alternatif daha insancıl araştırmalar olduğundan bu alanda yakın gelecekte iyileştirmeler yapılması beklenmektedir.

Yapay etin üretimi esnasında ayrıca kanser hücresi oluşumunun ciddiyetle izlenmesi ve büyüme hormonuyla diğer katkı maddesi karıştırılma durumlarının uluslararası regülasyonlara uyumunun da takip edilmesi gereklidir. İnsanlar genetiği değiştirilmiş her üründen şüphe duyduğundan araştırmaların şeffaflıkla yapılması bu alandaki endişeleri azaltabilir^[12].

Lezzet konusunda ise çoğu yapay etin ortak eksikliği, kuruluk olarak görülmektedir. Yapay et, tıpkı normal et gibi terbiye edilebilir, baharatlanabilir, kızartılabilir olsa da kuruluğu bir şikâyet sebebi olacaktır. Sorunun sebebinin yağ hücresi eksikliği olacağından, kontrollü oranlarda yağ ve kas karışımları da üretilmeye başlandığında yapay etin önemli bir eksikliği ortadan kaldırılabilir^[8].

7. YAPAY ET MALİYETLERİ, TEKNOLOJİLERİ VE YATIRIMLARI

Hollanda et teknolojileri firması olan Mosa Meat ve İspanya kökenli Biotech Foods'a göre 2021 yılı sonunda bir hamburger köftesinin maliyetinin 10 dolara kadar düşmesi beklenmektedir. Dünyada ilk yapay biftekte hamburger köftesini üreten Mosa Meat'in ortağı olan Mark Post 2013 yılında bu maliyetin 280.000 dolar olduğunu ancak gelişen teknolojiler ve pazar ihtiyacıyla maliyetlerin hızla düştüğünü bildirmiştir. Günümüzde 1 kg yapay etin ortalama maliyeti 112 dolar civarındadır. Bu rakam bir yıl önce İsrail biyoteknoloji firması olan Future Meat Technologies tarafından 800 dolar olarak bildirilmiştir. Bu yıl içinde hayvan çiftliği besin sağlayıcısı olan Cargill de Aleph Foods isimli firma üzerinden yaptığı yapay et yatırımını açıklayarak kesimsiz et üretimine geçeceklerini duyurmuştur^[18].

Mephis Meat firması ise Bill Gates, Richard Branson ve Cargill'den aldığı yatırım desteği ile 2017 yılında yapay et üretimine 17 milyon dolarlık bir bütçe ayırmıştır. Benzer şekilde gıda ve tarım alanlarına yatırım yapan Chicago kökenli girişim sermayesi fonu olan S2G Girişim ve İsveç kökenli Emerald Technology Ventures firması da yapay et için Future Meat'e 14 milyon dolarlık yatırım yaptığını açıklamıştır. Future Meat aldığı yatırımla araştırma ve geliştirme çalışmalarını genişleterek kısa sürede yapay et üretimine başlamayı hedeflemektedir^[19].

Future Meat aldığı 14 milyon dolarlık yatırımla Tel Aviv yakınlarında dünyanın ilk yapay et üretim tesisini açmıştır. Tesisin tam kapasitede çalışması durumunda günlük 500 kg yapay et üretebildiği ve bu miktarın 5.000 hamburger veya bir ineğe eşit olduğu bildirilmiştir. Future Meat ayrıca yapay ette kullandıkları hayvan yağını hayvanlardan elde etmeden ve genetiği değiştirilmeden üretebilen tek firmadır. Günümüzde Future Meat irili ufaklı 500'ün üzerinde yatırımcıdan destek almıştır. 2021 yılı başlarında bütün yatırımcılarından elde ettiği ek bütçe 26,75 milyon dolardır. Future Meat 2021'in Şubat ayında yapay tavuk göğsünü 7,5 dolar maliyetle üretebileceğini açıklamıştır^[20].

Yapay et üreticilerinin dünyada en çok etin tüketildiği ülke olan Çin'de faaliyete başlamak için yarıştıkları da bilinmektedir. Çin'in özellikle geleneksel et tüketimini yüzde 50 azaltma yönünde belirlediği hedef çerçevesinde yapay ete yönelmesi bu alandaki üreticilerin dikkatini çekmiştir. 2017 yılında İsrail ile yapılan 300 milyon dolarlık bir anlaşma ile Future Meat, SuperMeat ve Meat the Future tarafından üretilecek yapay etlere Çin'in talip olduğu açıklanmıştır^[21].

7.1 Türkiye'de Yapay Et Araştırmaları

Türkiye'de de yapay et üzerine ciddi araştırmalar yapılmaktadır. Ankara Üniversitesi Kök Hücre Enstitüsünde ekonomik yapay et üretimi üzerine yürütülen çalışmalar buna örnektir. Ankara Üniversitesi Teknokent laboratuvarlarında üretim çalışmaları süren yapay et için çalışan araştırmacılar özellikle yapay ete en gerçekçi hissi veren

FBS serumunun maliyetlerinin yüksek olmasının üretimi pahalı hâle getirdiğini ancak yaptıkları araştırmalarda FBS'ye alternatif ve çok daha ekonomik bir serum geliştirildiğini belirtmişlerdir. FBS'nin litre başına 400 dolarlık maliyetine karşın, 5-10 dolar aralığında bir maliyete sahip olması beklenen yeni yerli serumun patent başvuruları ABD'de gerçekleştirilmiştir. Bu yeni serumun tamamen doğal şartlarda ve hiçbir genetik mutasyona uğramadan elde edilmesi gelecekte daha güvenli yapay et üretimi için umut vadetmektedir^[22].

2018 yılında kurulan biftek.co isimli Türkiye kökenli firma da yapay et araştırmalarında önemli bir rol oynamaktadır. Ankara Üniversitesi araştırmalarıyla paralel olarak çalışan biftek.co, üniversitenin araştırmacılarının da içinde bulunduğu bir ortaklıkla kurulmuştur. Türk bilim insanları Prof. Dr. Kamil Can Akçalı, Dr. Erdem Erikçi, Melih Akçalı ve Kerem Erikçi önderliğinde kurulan biftek.co, sunduğu çözüm önerileri sonucu aldığı yatırımlarla adından söz ettirmiştir. Sankonline ve Tr Angels'tan yerli yatırım alan Biftek.co'ya, Big Idea Ventures ve Kanadalı Cult Food Sciences da 12,5 milyon dolar değerinde yatırım yapmıştır^[23].

STM tarafından 2019 yılında düzenlenen "Türkiye ve Dünya'da Gıda ve Gıda Arz Güvenliği" başlıklı toplantıda konuşan Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik Ana Bilim Dalı Öğretim Üyesi, biftek.co girişiminin ortağı ve akademik danışmanı Prof. Dr. Kamil Can Akçalı, dünyada yıllık et cirosunun bir trilyon dolar olduğunu belirterek, Türkiye'de yaklaşık kişi başına düşen et tüketiminin 30-35 kilo olduğunu ve bu şekilde giderse 2029 yılında et tüketiminde talebin arzı geçeceğini söylemiştir. Akçalı, biftek.co'nun amacını, Türkiye'deki endemik bitki ekstraktlarını kullanarak hayvan ürünlerinin kullanımını minimuma çekmek; maliyet fiyatını da yüzde 70'lerden aşağıya indirmek olarak açıklamıştır^[24].

Aynı toplantıda konuşan biftek.co şirketi kurucusu ve Bilkent Üniversitesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü Öğretim Görevlisi Dr. Erdem Erikçi ise tarımda dijitalleşmenin faydalarına değinmiştir. Yapay et üretimi ortamının çok kontrollü olmasından dolayı bazı besin değerlerinin artırılabilmesine de dikkat çeken Erikçi, Omega 3 içermeyen kırmızı ete yeni teknolojiler aracılığı ile bu değerlerin eklenebileceğini belirtmiştir. Erikçi, işin içindeki parametrelerin sayısının laboratuvar ortamında çok aza indirilmesi sonucu yapay et üretiminde kontrolün çok daha kolay olduğunu dile getirmiştir^[24].

Japonya'da başlatılan bir girişim olan IntegriCulture firması ise yapay et teknolojisinde alternatif ekonomik uygulamaları araştırmaktadır. Yapay etin çoğaltma aşamasında dışarıdan büyüme faktörü verilmeden üretimin sağlanması için yapılan araştırmalarda, canlı vücudunu taklit eden ve büyüme faktörünün içeride kendi kendine oluşmasını sağlayan bir teknoloji geliştiren IntegriCulture, maliyetleri düşürerek yapay eti daha ekonomik ve sağlıklı hâle getirmeyi hedeflemektedir^[21].

Geçmiş yapay et çoğaltma araştırmalarında iki boyutlu hücre kültürü yaklaşımıyla yapılan işlemler uzun sürdüğünden kitlesel üretimde zorluk yaşanma ihtimali vardır. Ancak yeni bir yaklaşım olan üç boyutlu hücre

kültüründe, hücreler her yönde büyüme gösterdiğinden çok daha fazla çoğaltma işlemi yapılabilmektedir. Üç boyutlu hücre teknolojisinin, pazar ihtiyacını karşılayabilecek bir yapay et üretim yöntemi olabileceği düşünülmektedir^[25].

8. YAPAY ET NE ZAMAN TÜKETİME SUNULACAK?

COVID-19 pandemisinin de etkisiyle dünyada açlık oranları daha da artmıştır. 2020 yılında yapılan araştırmalar gıda güvenliği riskinin iki milyar insanı etkilediğini, 690 milyon insanın da açlık çektiğini tespit etmiştir. COVID-19 pandemisi ile açlık çeken insan sayısına 132 milyon insan daha eklenmiştir. Bu durum yeni besin kaynağı arayışını hızlandırdığından yapay et gibi araştırmaların gıda sorununun çözüm alternatiflerinden biri olabileceği düşünülmektedir.

2019 yılında ilk yapay bifteği ürettiğini iddia eden Aleph Farms firması 2021 sonuna kadar ABD, Avrupa ve Asya’da yüksek kaliteli restoranlara ürünlerini ulaştırarak deneme çalışmaları yapmayı hedeflemektedir. Ayrıca resmi olarak da 2023’e kadar marketlerde ve restoranlarda ürünlerinin yer almasını planlamaktadır^[26].

ProVeg International’ın 2021 yılında gerçekleştirdiği Yeni Gıda Konferansı’na katılanlar arasında yapılan bir anket, yüzde 8’lik bir kesimin yapay etin Avrupa pazarına hiç giremeyeceğini düşündüğünü, yüzde 34’lük bir kesimin yapay etin pazara girmesinin beş yıldan uzun süreceğini ve yüzde 58’lik büyük bir kesimin ise yapay et pazarının üç ila beş yıl içinde oluşacağını düşündüğünü göstermiştir. Yapay et için farklı seçeneklerin pazarda yakın zamanda yer edinmesi ve tüketime sunulması beklenmektedir^[27].

Singapur ise yapay et tüketimi için satışa izin veren ilk ülke olmuştur. Tavuk Nugget olarak satışına izin verilen yapay etin premium tavuk eti fiyatlarına eş şekilde sunulmasına izin verilmiştir. ABD menşeli Eat Just’a verilen izinle açılan restoran, adını dünyanın ilk yapay et restoranı olarak tarihe yazdırmıştır^[28].



Şekil 4: Singapur’da bulunan Eat Just adlı restoranın yapay tavuk nugget ürünü^[29].

Singapur kökenli başka bir firma olan Shiok Meats, 2018 yılında kök hücre alanında çalışan iki bilim insanı tarafından kurulmuştur. Shioki Meats’in patentini aldığı yapay et teknolojisi ile kabuklulardan elde edilecek yapay et ürünlerinin dört kat daha hızlı çoğaltılmasının mümkün olduğu belirtilmektedir. Shioki Meats elde ettiği 12,6 milyon dolarlık yatırımla, donmuş hücre kökenli yapay karides etlerinin ilerleyen yıllarda pazara sunulacağını açıklamıştır^[26].

9. DÜNYA YAPAY ET PAZARI VE YAPAY ETİN GELECEĞİ

Küresel yapay et pazarı henüz yeni yeni şekillenmektedir. Artan talep yapay etin pazarda çok hızlı büyüme potansiyeli taşıdığına işaret etmektedir. 2021 oranları küresel yapay et pazarının 164 milyon dolar civarında olduğunu gösterirken bu rakamın 2030 yılına kadar 2,788 milyar dolara ulaşması beklenmektedir. Bu durum 2022-2030 yılları arasında yüzde 95,8’lik bir büyüme beklendiğine işaret etmektedir^[30].

Fact and Factors’ün pazar araştırma raporuna göre ise, 2020’de 103 milyon dolar olan yapay et pazarının 2026 yılına kadar yüzde 15,7 büyümeye 248 milyon dolara çıkması beklenmektedir. Küresel yapay et pazarı araştırmalarında farklı görüşlerin olması yapay etin geleceğiyle ilgili belirsizliklerin devam etmesinden kaynaklanmaktadır.

Küresel yapay et pazarı hayvanların zarar görmesinin engellenmesi, sağlıklı protein ihtiyacının karşılanması, doymuş yağdan uzaklaşarak kronik rahatsızlıkların engellenmesi gibi etkenlerle daha da güçlenebilir. Pazarda bilinen ve içlerinde Memphis Meat, MosaMeat, Aleph Farms, Future Meat ve Just Inc gibi firmaların da olduğu 25 büyük firma bu alanda gelişim kaydedilmesi için ciddi çalışmalar yapmaktadır^[31].

Geleneksel et üreticileri, sürdürülebilir hayvansal üretim sistemleri geliştirmek için “agroekoloji ekolojisi” kavramını özümseyebilir. Konvansiyonel et endüstrisi, klonlama ve genetik modifikasyon teknolojileri gibi biyoteknolojileri benimseyerek, bu teknolojileri değişen çevreye uyum sağlamak ve yapay etlerde artan rekabete yanıt vermek için kullanabileceklerdir^[32].

Pazarın karmaşıklığı ve çok sayıda farklı tüketici grubundan dolayı yapay etin geleneksel etin yerini tamamen almasını beklemek gerçekçi olmayacaktır. Ancak, geleneksel etin fiyatı arttıkça ucuz alternatiflere olan talep de artacaktır. Geleneksel et için güçlü rekabet yaratabilecek ilk ürünler, bitki veya böcek proteinlerinden üretilen yapay etlerdir. Bu ürünler imalat için en cazip olanlardır. Ticarileştirme önünde en düşük engellere sahip olan ve “gerçek” ile “yapay” arasındaki ayrımın tüketici için zaten bulanık olduğu düşük kaliteli “hamburger/sosis” sektöründe yapay etin pazara girmesi daha mümkündür^[6].

10. BAŞKA NE TÜR GIDALAR YAPAY OLARAK ÜRETİLEBİLİR?

Yapay gıdalar doğada var olan gerçek gıdaların tat, besin veya vitamin içeriklerini taklit ederek oluşturulan ürünlerdir. Yapay olarak çok çeşitli et ürünleri için araştırmalar yapılsa da farklı ürünlerde de yapay üretim için girişimlerde bulunulmaktadır.

Yaban Mersini tadını bire bir içecek şekilde yapay yaban mersinleri üretildiği bilinirken bazı gıdalarda tatlandırıcılık yanında kalsiyum vb. eklemeler ile daha sağlıklı yapay gıdalar üretme çabası da bulunmaktadır^[33].

2018 yılından sonra özellikle yapay mandıra araştırmalarında da yüzde 667'ye varan bir artış gözlemlenmektedir. Özellikle süt, peynir ve krema üretimi için yapay mandıra ürünleri üzerine araştırmalar yapan şirketler fabrika çiftliklerine verilen olumsuz tepkileri azaltmayı hedeflemektedir. Silikon Vadisi'nde başlatılan bir girişim olan Perfect Day 2019 yılında laboratuvar ortamında krema üretmeyi başarmıştır. Perfect Day son olarak yapay yoğurt üretimine de başlamıştır.

İsrail kökenli Remilk ise laboratuvar ortamında süt ve peynir üretmektedir. Firma peynir için önemli bir katkı olan kasein'i üretmek için bakterilerden faydalanmaktadır.

ABD kökenli Biomilq ve Singapur kökenli Turtle Tree Labs ise yapay anne sütü üretmek için çalışmalar yapmaktadır. Firma özellikle dünyada doğum sonrası bebeklerine anne sütü verme şansı bulamayanlar için eşdeğer besin değerine sahip yapay anne sütünü 2021 yılı içinde piyasaya sunmaya hazırlanmaktadır.

Dünyada en çok tüketilen ürünlerden biri olan kahve de laboratuvar ortamında üretilmesi için araştırmalar yapılan bir üründür. Çekirdeksiz yapay kahve ile ürün ortaya çıkarmak için çalışmalar yapan ABD Seattle kökenli Atomo, 2,6 milyon dolarlık yatırım temin etmiştir^[34].

Su ve mikrofiber yardımıyla tahıl ve bazı besinlerin de laboratuvar ortamında üretilebildiği bilinmektedir.



Şekil 5: Solar Food'un ürettiği yapay un^[36].

Helsinki yakınlarında bir laboratuvarı bulunan Solar Foods topraktan alınan ilkel bir bakteri yardımıyla sudan hidrojenin ayrıştırılması işlemi için kendi enerjisini üreten bir prosesle sarı bir köpük üretmektedir. Bu sarı köpük daha sonra bazı işlemlerden geçerek yapay una dönüşebilmektedir. Tat ve besin değeri olarak gerçek undan farkı olmayan yapay unun geleceğin tarım sorunlarına ve açlık sıkıntılarına çözüm üretmesi beklenmektedir^[35].

Finlandiya kökenli Solar Food tam anlamıyla havadan ve sudan protein ürünü üretmektedir. Fermantasyon sürecinde geri dönüşebilir enerji ve CO2'i de kullanan firma çevreye duyarlı bir ürün için çalışmaktadır. Yapay un üretmek için kullanılan proses ile şarap veya bira üretmenin de mümkün olduğu düşünülmektedir^[36].

11. SONUÇ

Geleneksel et endüstrisi, değişen tüketici talepleri, farklılaşan pazar eğilimleri, insan nüfusu, sera gazı emisyonları, orman alanlarının tahribatı, tarım arazileri ve tahıl ürünlerinin kullanımının artışı ve hayvan refahı kaygıları gibi farklı etkenlerle karşı karşıyadır. Önümüzdeki yıllarda standart et üretim sistemlerinin insanların et ve protein ihtiyacını karşılayamayacağı ve çevreye duyarlı sürdürülebilir üretim sistemleri ihtiyacının giderek artacağı düşünülmektedir. Yapay et üretimi tüm bu kaygılar ve karmaşıklığın içerisinde alternatif bir protein kaynağı ve çözüm olarak öngörülmektedir.

Bugün dünyada birçok şirket ve araştırma kuruluşu bu konuyla ilgili çalışmalarını sürdürmektedir. Önümüzdeki 10 yıl içerisinde yapay etin restoran menülerinde ve marketlerde yer alacağı tahmin edilmektedir. Ancak her ne kadar olumlu yönleri olsa da yapay etin yüksek üretim maliyeti, endüstriyel üretime uygunluk durumu, tüketiciler tarafından kabul görmemesi, doğal kabul edilmeme riski ve bazı etik kaygılar nedeniyle ticarileşemeyeceğine dair görüşler de mevcuttur.

Bu nedenle yapay et ile ilgili yapılan araştırma sonuçları bu konuda çalışanlara yol göstericisi olması açısından büyük bir öneme sahip olacaktır. Yapılan anketler birçok insanın yapay etin tadını denemek istediğini göstermektedir. Ancak insanlar her zaman tabaklarında olan gıdanın nereden geldiğine karşı duyarlı olacaktır. Bu yüzden etin çiftlikten gelmesi yerine laboratuvarından gelmesinin onlarda nasıl bir etki yaratacağını zaman gösterecektir. Yine de yapay et daha güvenli, ucuz ve çevre dostu olarak öne çıkmakta ve geleceğin gıda pazarı için önemli bir potansiyel oluşturmaktadır.

Dünyanın artan nüfus karşısında gıda ihtiyacını karşılaması önemli bir konudur. Bu ihtiyacın giderilmesi için çevre dostu, insan sağlığına faydalı ve hayvan haklarına duyarlı şekilde yapılacak her araştırma geleceğin şekillenmesinde önemli rol oynayabilir. Neredeyse günlük besin tüketimine girmek üzere olan yapay et insanlık için çok önemli bir gıda ürünü olma yolunda ilerlemektedir.

KAYNAKÇA

- [1] P Fbonny, Sarah; (2015), "What is artificial meat and what does it mean for the future of the meat industry?", *Science Direct*, (Şubat 2015), <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095311914608881>. (Erişim Tarihi: 18 Eylül 2021)
- [2] Davies, Emma; "What is lab grown meat? A scientist explains the taste, production and safety of artificial foods", *Science Focus*, <https://www.sciencefocus.com/science/what-is-lab-grown-meat-a-scientist-explains-the-taste-production-and-safety-of-artificial-foods/>. (Erişim Tarihi: 18 Eylül 2021)
- [3] Zhang, Sarah; (2018), "The Farcical Battle Over What to Call Lab-Grown Meat", *The Atlantic*, (13 Temmuz 2018), <https://www.theatlantic.com/science/archive/2018/07/lab-grown-meat/565049/>. (Erişim Tarihi: 18 Eylül 2021)
- [4] *WebMD*, "Cultured Meat: What to Know", <https://www.webmd.com/diet/cultured-meat-what-to-know#1>. (Erişim Tarihi: 18 Eylül 2021)
- [5] Chriki, Sghaier; Hocquette, Jean-François; (2020), "The Myth of Cultured Meat: A Review", *frontiers in Nutrition*, (7 Şubat 2020), <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnut.2020.00007/full>. (Erişim Tarihi: 18 Eylül 2021)
- [6] Feyza Demirdiş, Hatice; (2020), "Yapay Et Üretim Teknolojisi ve Geleceği", *Gıdabilgi.com*, (23 Haziran 2020), <https://www.gidabilgi.com/Makale/Detay/yapay-et-uretim-teknolojisi-ve-gelecegi-16cf24>
- [7] Dutkiewicz, Jan; N Rosenberg, Gabriel; (2021), "Man v food: is lab-grown meat really going to solve our nasty agriculture problem?", *The Guardian*, (29 Temmuz 2021), https://www.theguardian.com/news/2021/jul/29/lab-grown-meat-factory-farms-industrial-agriculture-animals?mc_cid=1769c307eb&mc_eid=bb5e72a5e1. (Erişim Tarihi: 18 Eylül 2021)
- [8] Tuzla, Melih; (2021), "Sentetik Et ve Beslenmenin Geleceği: Yapay Et Teknolojisi, Etik ve Sürdürülebilir Bir Şekilde Gerçek Etin Yerini Alabilir mi?", *Evrım Ağacı*, (8 Mart 2021), <https://evrimagaci.org/sentetik-et-ve-beslenmenin-gelecegi-yapay-et-teknolojisi-etik-ve-surdurulebilir-bir-sekilde-gercek-etin-yerini-alabilir-mi-10225>. (Erişim Tarihi: 18 Eylül 2021)
- [9] *Wikimedia Commons*, "File:Bioreactor principle.svg", https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bioreactor_principle.svg. (Erişim Tarihi: 18 Eylül 2021)
- [10] *Cultered Beef*, "What is Cultured Meat", <https://culturedbeef.org/what-cultured-meat>. (Erişim Tarihi: 18 Eylül 2021)
- [11] *Tüsedad*, (Kasım-Aralık 2011), <http://www.tusedad.org/wp-content/uploads/2020/11/tusedad-11.pdf>. (Erişim Tarihi: 18 Eylül 2021)
- [12] Hanson, Jaydee; "Is Lab-Grown Meat Healthy and Safe to Consume?", *One Green Planet*, <https://www.onegreenplanet.org/natural-health/is-lab-grown-meat-healthy-and-safe-to-consume/>. (Erişim Tarihi: 18 Eylül 2021)
- [13] Muraille, Eric; (2019), "'Cultured' meat could create more problems than it solves", *Medical X Press*, (30 Kasım 2019), <https://medicalxpress.com/news/2019-11-cultured-meat-problems.html>. (Erişim Tarihi: 18 Eylül 2021)
- [14] Reinberg, Steven; (2021), "How Healthy Are the New Plant-Based 'Fake Meats'?", *WebMD*, (17 Haziran 2021), <https://www.webmd.com/diet/news/20210617/how-healthy-are-the-new-plant-based-fake-meats#1>. (Erişim Tarihi: 18 Eylül 2021)
- [15] *The Conversation*, (2019), "'Cultured' meat could create more problems than it solves", (28 Kasım 2019), <https://theconversation.com/cultured-meat-could-create-more-problems-than-it-solves-127702>. (Erişim Tarihi: 18 Eylül 2021)
- [16] Özgenç, Meltem; Emen, İdris; (2021), "Yapay ete ucuz yerli formül", *Hürriyet*, (26 Şubat 2021), <https://www.hurriyet.com.tr/ekonomi/yapay-ete-ucuz-yerli-formul-41749623>. (Erişim Tarihi: 18 Eylül 2021)
- [17] Temple, James; (2021), "Bill Gates: Rich nations should shift entirely to synthetic beef", *MIT Technology Review*, (14 Şubat 2021), <https://www.technologyreview.com/2021/02/14/1018296/bill-gates-climate-change-beef-trees-microsoft/>. (Erişim Tarihi: 18 Eylül 2021)
- [18] Axworthy, Nicole; (2019), "PRICE OF LAB-GROWN MEAT TO PLUMMET FROM \$280,000 TO \$10 PER PATTY BY 2021", *Veg News*, (14 Temmuz 2019), <https://vegnews.com/2019/7/price-of-lab-grown-meat-to-plummet-from-280000-to-10-per-patty-by-2021>. (Erişim Tarihi: 18 Eylül 2021)
- [19] Lucas, Amelia; (2019), "FOOD & BEVERAGE Lab-grown meat start-up raises \$14 million to build production plant", *CNBC*, (10 Ekim 2019), <https://www.cnn.com/2019/10/10/future-meat-technologies-a-lab-grown-meat-start-up-raises-14-million-dollars.html>. (Erişim Tarihi: 18 Eylül 2021)
- [20] Shemer, Simona; (2021), "Israel's Future Meat Opens 'World's First' Cultured Meat Production Facility", *Nocamels*, (28 Haziran 2021), <https://nocamels.com/2021/06/future-meat-cultured-production-world/>. (Erişim Tarihi: 18 Eylül 2021)
- [21] *Futurism*, "China Signed a \$300 Million Lab-Grown Meat Deal with Israel", <https://futurism.com/china-signed-a-300-million-lab-grown-meat-deal-with-israel>. (Erişim Tarihi: 18 Eylül 2021)
- [22] *CNN Türk*, (2021), "Yapay et konusunda çalışmalar hızlandı! Türkiye'de adımlar atılmaya başlandı", (26 Şubat 2021), <https://www.cnn-turk.com/ekonomi/yapay-et-konusunda-calismalar-hizlandi-turkiyede-adimlar-atilmaya-basladi>. (Erişim Tarihi: 18 Eylül 2021)
- [23] *girisim.io*, (2021), "Kültür Eti Üreten Biftek 12.5 Milyon Dolar Değerlemeden Yatırım Aldı", <https://girisim.io/kultur-eti-ureten-biftek-12-5-milyon-dolar-yatirim-aldi/?amp=1>. (Erişim Tarihi: 18 Eylül 2021)
- [24] *STM ThinkTech*, (2019), "TÜRKİYE'DE VE DÜNYADA GIDA VE GIDA ARZ GÜVENLİĞİ", (3 Nisan 2019), <https://thinktech.stm.com.tr/tr/turkiyede-ve-dunyada-gida-ve-gida-arz-guvenligi?id=264>. (Erişim Tarihi: 18 Eylül 2021)
- [25] Sato, Kazuko; (2020), "CULTURED MEAT PRODUCTION TECHNOLOGY: CHALLENGES AND FUTURE DEVELOPMENT", *Mitsui & Co. Global Strategic Studies Institute*, (Kasım 2020), https://www.mitsui.com/mgssi/en/report/detail/_icsFiles/afiedfile/2021/01/18/2011t_sato_e.pdf. (Erişim Tarihi: 18 Eylül 2021)
- [26] Whiting, Kate; (2020), "How soon will we be eating lab-grown meat?", *World Economic Forum*, (16 Ekim 2020), <https://www.weforum.org/agenda/2020/10/will-we-eat-lab-grown-meat-world-food-day/>. (Erişim Tarihi: 18 Eylül 2021)
- [27] Southey, Flora; (2021), "When will cultivated meat hit Europe? 'The regulatory process is far too rigid and slow'", *Food Navigator*, (4 Mayıs 2021), <https://www.foodnavigator.com/Article/2021/05/04/When-will-lab-grown-meat-reach-the-European-market#>. (Erişim Tarihi: 18 Eylül 2021)
- [28] Aravindan, Aradhana; Geddie, John; (2020), "Singapore approves sale of lab-grown meat in world first", *Reuters*, (2 Aralık 2020), <https://www.reuters.com/article/us-eat-just-singapore-idUKKBN28C06Z>. (Erişim Tarihi: 18 Eylül 2021)
- [29] *Businesswire*, (2020), "Eat Just Makes History (Again) with Restaurant Debut of Cultured Meat", (21 Aralık 2020), <https://www.businesswire.com/news/home/2020122005063/en/Eat-Just-Makes-History-Again-with-Restaurant-Debut-of-Cultured-Meat>. (Erişim Tarihi: 18 Eylül 2021)
- [30] Allied Market Research, (2021), "Cultured Meat Market by Type (Red Meat, Poultry and Seafood), End User (Household and Food Services: Global Opportunity Analysis and Industry Forecast 2022-2030", (Nisan 2021), <https://www.alliedmarketresearch.com/cultured-meat-market-A06670>. (Erişim Tarihi: 18 Eylül 2021)
- [31] *GlobeNewswire*, (2021), "Global Cultured Meat Market Size Expected to Reach USD 248 Million by 2026, at 15.7% CAGR Growth: Facts & Factors", (10 Haziran 2021), <https://www.globenewswire.com/en/news-release/2021/06/10/2245335/0/en/Global-Cultured-Meat-Market-Size-Expected-to-Rich-USD-248-Million-by-2026-at-15-7-CAGR-Growth-Facts-Factors.html>. (Erişim Tarihi: 18 Eylül 2021)
- [32] F Bonny, Sarah P; (2015), "What is artificial meat and what does it mean for the future of the meat industry?", *Research Gate*, (Şubat 2015), https://www.researchgate.net/publication/272424528_What_is_artificial_meat_and_what_does_it_mean_for_the_future_of_the_meat_industry. (Erişim Tarihi: 18 Eylül 2021)
- [33] Braun, Perrin; (2021), "Are 'natural' foods better than 'artificial' foods?", *InsideTracker*, (7 Eylül 2021), <https://blog.insidetracker.com/are-natural-foods-better-than-artificial-foods>
- [34] Nayak, Neha; (2021), "Lab-Grown Food: The Ultimate Guide", *Spoonshot*, (2 Şubat 2021), <https://spoonshot.com/blog/guide-to-lab-grown-food/>. (Erişim Tarihi: 18 Eylül 2021)
- [35] Monbiot, George; (2020), "Lab-grown food will soon destroy farming – and save the planet", *The Guardian*, (8 Ocak 2020), <https://www.theguardian.com/commentisfree/2020/jan/08/lab-grown-food-destroy-farming-save-planet>. (Erişim Tarihi: 18 Eylül 2021)
- [36] Southey, Flora; (2019), "Solar Foods makes protein out of thin air: 'This is the most environmentally friendly food there is'", *Food Navigator*, (15 Temmuz 2019), <https://www.foodnavigator.com/Article/2019/07/15/Solar-Foods-makes-protein-out-of-thin-air-This-is-the-most-environmentally-friendly-food-there-is>. (Erişim Tarihi: 18 Eylül 2021)



thinktech
STM Teknolojik Düşünce Merkezi
<http://thinktech.stm.com.tr>

