



## SÜRDÜRÜLEBİLİR ET ÜRETİMİ\*

Havva Polat, Neşe Yılmaz Tuncel\*\*

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Gıda Teknolojisi Bölümü, Çanakkale,  
Türkiye

Geliş / Received: 30.10.2020; Kabul / Accepted: 19.12.2020; Online baskı / Published online: 31.12.2020

Polat, H., Yılmaz-Tuncel, N. (2021) Sürdürülebilir et üretimi. GIDA (2021) 46(1) 134-151 doi: 10.15237/gida.GD20127

Polat, H., Yılmaz-Tuncel, N. (2021) Sustainable meat production. GIDA (2021) 46(1) 134-151 doi: 10.15237/gida.GD20127

### ÖZ

Et, özgün lezzeti ve besleyici değeri nedeniyle insan soyu tarafından yüzyıllardır önemli miktarda tüketilen bir gıda maddesidir. Son yıllarda dünya nüfusunun artışı ve et endüstrisinin gelişmesine bağlı olarak et tüketim miktarı da önemli ölçüde artmıştır. Küresel ısınmanın başlıca sebebi olarak gösterilen sera gazı emisyonlarının dikkate değer bir kısmından özellikle canlı hayvan üretimi ve süreçleri sorumlu tutulmaktadır. Artan miktarda et üretimi; zoonoz hastalıklar, antimikrobiyel kalıntılar, hayvan hakları ve hayvan refahı gibi konularda tüketici endişelerine neden olmakta ve bazı etik sorunları da beraberinde getirmektedir. Çözüm olarak, et ve ürünlerine alternatif bitki esaslı et benzeri ürünler üretilmektedir. Ayrıca, laboratuvar ortamında *in vitro* şartlarda et üretiminin ticarileşmesine yönelik çalışmalar da kapsamlı olarak devam etmektedir. Bu çalışmada, et üretiminin geleceği ve sürdürülebilirliğinin yanı sıra hayvansal ete alternatif olarak üretilen et benzeri ürünlerin özellikleri ve üretim teknolojileri konuları derlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Sürdürülebilirlik, et analogları, et alternatifleri, vegan beslenme

## SUSTAINABLE MEAT PRODUCTION

### ABSTRACT

Meat is consumed by mankind for centuries due to its unique taste and nutritive properties. In recent years, the amount of meat consumption has increased significantly due to the increase in the world population and the development of the meat industry. Livestock production and related processes are held responsible from a remarkable portion of greenhouse gas emissions which are the main cause of global warming. Increasing the amount of meat production raises consumer concerns on issues such as zoonotic diseases, antimicrobial residues, animal rights and animal welfare, and brings some ethical issues. As a solution, vegetable-based meat-like products are produced as an alternative to meat and meat products. In addition, efforts on the commercialization of meat production under *in vitro* conditions in laboratory environment continue extensively. In this study, the future and sustainability of meat production as well as the characteristics and production technologies of meat-like products produced as an alternative to animal meat are compiled.

**Keywords:** Sustainability, meat analogs, meat alternatives, vegan diet

\*Bu makalenin özeti, Türkiye 13. Gıda Kongresinde sözlü olarak sunulmuş ve kongre elektronik özet kitabında sadece özet basılmıştır / Turkish abstract of this manuscript was orally presented in Turkish 13rd National Food Congress and only this section electronically printed in congress abstract book.

\*\*Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author

✉: neseylemaz@comu.edu.tr,

☎: (+90) 286 218 2433

☎: (+90) 286 218 2505

Havva Polat; ORCID no: 0000-0002-7872-3810

Neşe Yılmaz Tuncel; ORCID no: 0000-0003-2700-5840

## GİRİŞ

Dünya nüfusunun yılda ortalama 83 milyon kişi artarak, 2030'da yaklaşık 8.6 milyar ve 2050'de 9.8 milyara ulaşacağı tahmin edilmektedir (UN, 2017). Nüfustaki bu ciddi artış, diyet alışkanlıklarındaki değişim ve artan gelir seviyesi gibi sebeplerle tüm dünyada gıda üretiminin özellikle de hayvansal gıda üretiminin artması beklenmektedir (FAO, 2018).

Gıdaya olan talebin kaçınılmaz olarak artmasıyla kaynakların tükenmesi tehlikesi ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda sürdürülebilirlik kavramı son yıllarda küresel olarak gıda endüstrisi için önemli bir konu haline gelmiştir. Sürdürülebilirlik, günümüzün ihtiyaçlarını karşılayabilmekle beraber gelecek nesillerin ihtiyaçlarını da karşılamamız gerektiği ilkesini yansıtan bir kavramdır (Galanakis, 2019). Aşırı gıda üretimi, toprak, su ve fosil yakıtlar da dâhil olmak üzere doğal kaynakların aşırı kullanılmasına ve tükenmesine yol açmaktadır (McLaughlin ve Kinzelbach 2015).

Mevcut gıda sisteminin çevreye etkisi çok büyüktür. Gıda tüketiminin çevre üzerindeki toplam etkisi; insan popülasyonu, kişi başına düşen gıda tüketimi (tüketilen ve atılan) ve birim miktar gıdanın üretim, nakliye, dağıtım ve bertaraf edilme süreçlerinde sarf edilen kaynaklar gibi faktörlerin toplamına bağlıdır (Röös vd., 2017). Nüfus artışına müdahale hassas bir konu olup çok çeşitli sebeplerle mümkün olmadığından gıda tüketiminin çevreye olan olumsuz etkilerini azaltmak için farklı stratejiler geliştirilmektedir. Gıda sisteminin olumsuz çevresel etkilerinin azaltılmasına ilişkin temel olarak 2 farklı yaklaşım mevcuttur. Bunlardan biri, nüfus artışına paralel olarak artan gıda talebini, özellikle de artan hayvansal gıda talebini karşılamak için daha fazla üretim yapılmasının kaçınılmaz olduğunu ancak olumsuz çevresel etkilerin azaltılması için özellikle teknolojik iyileştirmeler yoluyla gıda üretim verimliliğinin ciddi biçimde artırılması gerektiğini önermektedir (Garnett vd., 2013). Ekin verimliliğinin artırılması ve hayvancılığın yoğunlaştırılmasıyla daha fazla gıdanın, daha az su, toprak, enerji ve gübre kullanılarak üretiminin mümkün olabileceğini savunan bu yaklaşım, gübre yönetiminin iyileştirilmesi (örneğin biyogaz

üretimi), ıslah, geviş getiren hayvanlarda metan üretimini azaltmak için yem katkı maddeleri kullanımı ve kesilen bir hayvandan yenilebilir veya yenilemez nitelikte mümkün olduğu kadar çok değer elde etmek gibi konuları kapsamaktadır (Newton vd., 2014). Bu yaklaşım, üretimde sürdürülebilir yoğunlaştırma olarak anılmaktadır (Garnett vd., 2013).

Çoğunlukla hayvan refahı ve haklarını savunan sivil inisiyatifler, çevreci sivil toplum örgütleri, çevre, gıda ve sosyal disiplinlerden akademisyenler ve araştırmacılardan oluşan bir diğer grup ise hayvansal gıdalara ve yoğun kaynak kullanımı gerektiren sağlıksız gıdalara olan talebin aşırı hırslı bir tüketim sorunundan kaynaklandığına vurgu yapmaktadır. Batı dünyasının kaynak-yoğun gıdaları aşırı miktarda tüketme alışkanlığına sahip olduğunu vurgulayan bu yaklaşım özellikle hayvansal gıdaların çevresel maliyetinin yüksekliğine dikkat çekmekte ve insanların tüketebileceği tahıl vb. maddelerin hayvan beslenmesi amacıyla yem olarak kullanılmasındaki verimsizliğin üzerinde durmaktadır (Garnett, 2015). Bu verimsizlik, bitkisel proteinlerin hayvansal proteine dönüşüm oranının düşüklüğünden kaynaklanmaktadır. Dünya nüfusunun artış ivmesi düşünüldüğünde bu verimsiz dönüşüm, bitkilerin artık hayvan beslenmesi için değil, doğrudan insan beslenmesi için kullanılması ve daha bitki esaslı yeni bir gıda sisteminin oluşumu konularını da beraberinde getirmektedir. Sorunun, arzdan çok talepte olduğunu savunan bu yaklaşım, çözüm için insan diyetinde köklü değişikliklere gidilmesi gerektiğini önermektedir. Bu değişiklikler; aşırı tüketimin azaltılması, hayvansal ürünlerin tüketiminin sınırlandırılması, özellikle kırmızı etin kümes hayvanı etleri, su ürünleri, yapay et/süt, veya bitki esaslı proteinlerle kısmen ya da tamamen yer değiştirmesini kapsamaktadır (Hoolohan vd., 2013).

Sürdürülebilirlik kapsamında vurgulanması gereken bir diğer husus ise gıda atıklarıdır. Dünyada tüketilmeden çöpe atılan gıda miktarı yılda 1.3 milyar ton olup, bu miktarda gıda, dünyadaki yıllık toplam tahıl üretiminin yarısından fazlasına denk gelmektedir. Çöpe atılan bu miktardaki gıdayı üreten tek bir ülke olsaydı,

doğaya salınan sera gazı miktarı bakımından Amerika ve Çin'den sonra dünyadaki en büyük üçüncü ülke olurdu. Evrensel gıda kayıp ve atıklarının yaydığı sera gazı miktarının toplam 4.4 GtCO<sub>2</sub> (4.4 Gigaton, 4.4 x 10<sup>9</sup> ton, 4.4 milyar ton karbondioksit eşdeğeri) olduğu tahmin ediliyor. Bu miktar, dünyada karayolu ulaşımı nedeniyle salınan sera gazları toplamının %87'sine denk gelmektedir (FAO, 2011). Dolayısıyla sadece verimli üretim değil az gıda atığı ve kaybı da sürdürülebilirlik açısından kritik önem taşımaktadır.

Mevcut durumda uluslararası düzeyde kabul gören hem besleyici hem de çevresel açıdan sürdürülebilir bir ana akım diyet söz konusu değildir (Ritchie vd., 2018). Daha bitki esaslı diyetlerin iklim değişikliği ve tükenir kaynakların korunması açısından gerekli olduğu anlaşılmıştır (Bryngelsson vd., 2016). Bununla birlikte özellikle düşük gelirli ülkelerde diyetdeki çeşitlilik hâlihazırda kısıtlı olup yüksek kaliteli alternatif protein kaynakları çok sınırlı veya pahalı olabilmektedir. Burada aynı zamanda yüksek kaliteli proteinin sağladığı sağlık yararlarından da vazgeçilmemelidir (Ritchie vd., 2018). Hayvansal gıdalar hem protein hem de diğer mikro besin öğeleri açısından özellikle de çocuk ve gençler için son derece değerli kaynaklardır (Semba, 2016). Yetersiz beslenme, obezite, iklim değişikliği ve sürdürülebilirlik gibi konular mutlaka birlikte ele alınmalıdır (Kim vd., 2020).

## **KÜRESEL ISINMA, İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE GIDA ÜRETİMİ**

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi 1992 yılında imzaya açılmış ve iklim değişikliği ile mücadelede geleceğe dönük temel bir adım teşkil etmiştir. Ancak, sera gazı emisyonları küresel ölçekte artmaya devam etmiş ve iklim değişikliğinin olumsuz etkileri giderek daha fazla hissedilir hale gelmiştir. Bilindiği üzere konuya ilişkin uluslararası düzeyde yapılan müzakerelerden biri de Kyoto Protokolü olup, taraf ülkeler farklı oranlarda sera gazı emisyonu azaltımı/sınırlandırılması gibi yükümlülükler üstlenmişlerdir. Bununla birlikte, iklim değişikliğinin önüne geçmek için alınan tedbirler yeterince yerine getirilmemiş ve sera gazı salınımı

planlandığı ölçüde azaltılamamıştır (Anonymous, 2020).

Karbon dioksit (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>), nitröz oksit (N<sub>2</sub>O), hidrofloro karbonlar (HFCs), perfloro karbonlar (PFCs) ve sülfür heksaflorit (SF<sub>6</sub>) gibi gazlara ya da bileşiklere sera gazı, bunların atmosfere salınan miktarına ise sera gazı emisyonu denmektedir (Easterbrook, 2016). Kyoto protokolü sürecinde de ölçüt alınan sera gazları sözü edilen bu maddelerdir. Sera gazları güneşten gelen ve yerden yansıyan radyasyonu tutarak atmosferin ısı dengisini sağlamaktadır. Ancak sera gazları yeryüzüne gelen güneş ışınlarını geçirirken, yer yüzeyinden geri yansıyan ışınları karşı çok daha az geçirgenlik göstermektedir. Bu nedenle yeryüzüne gelen enerjinin bir kısmı uzaya geçemeyerek, atmosferdeki sera gazları tarafından emilmektedir. Bu durum "sera etkisi" olarak adlandırılmaktadır. Sera gazı emisyonunun artması, söz konusu ışınların daha fazla tutulmasına ve sonuç olarak yer kürenin beklenenden daha fazla ısınmasına neden olmaktadır (Bayraç ve Doğan, 2016; Behera ve Prasad, 2020). Sera gazları salınımının artması iklim değişikliğinin en önemli sebebi olarak gösterilmektedir. İklim değişikliği yahut küresel ısınma, atmosferdeki sera gazları birikimlerinin insan kaynaklı etkilerle aşırı derecede artması ile ekosistemlerde gerçekleşen değişiklikleri tanımlamaktadır (Şahin ve Onurbaşı Avcıoğlu, 2016).

Sera gazlarındaki artışın temel kaynağı antropojen etkiler olarak anılan insan faaliyetleri olup, bu faaliyetlerin %49'u enerji kullanımı; %24'ü endüstri, %14'ü ormansızlaşma ve %13'ü tarımsal faaliyetlerden oluşmaktadır. Temel olarak, antropojenik etkiler atmosferdeki sera gazı emisyonlarının başlıca nedenleri arasında yer almaktadır. Sadece 2017 yılında yaklaşık 32.5 milyar metrik ton sera gazı salındığı, bu miktarın 2016'ya göre %1.4 yükseldiği bildirilmektedir. Bu artış, 170 milyon yeni otomobilin kullanımına eşdeğerdir (Behera ve Prasad, 2020).

Gıda ve tarım sistemlerinin sera gazları üretimindeki büyük payları nedeniyle iklim değişikliğinin önüne geçilmesine ilişkin geliştirilen

stratejilerde gıda üretimi ile ilgili köklü değişikliklere gidilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır (FAO, 2018). Günümüzde gıda üretiminde tüm süreç boyunca kullanılan kaynaklar göz önünde bulundurularak karbon ayak izi hesaplanmakta ve söz konusu gıdanın küresel ısınmadaki payı bu şekilde değerlendirilmektedir. Karbon ayak izi, bir ürünün üretimi, kullanımı ve nihai bertarafı sırasında yayılan sera gazlarının kg ürün başına ifade edilen toplam miktarıdır (Clune vd., 2017). Diğer bir deyişle karbon ayak izi, insan faaliyetleri sonucunda oluşmuş bir ürünün tüm üretim sürecinde doğrudan ya da dolaylı olarak sebep olduğu karbondioksit salınımının toplamıdır (Caro, 2019). Karbon ayak izi hesaplanmasında karbondioksit baz alındığından diğer sera gazlarının etkisi, onların karbondioksit eşdeğerleri üzerinden hesaplanmaktadır. Karbondioksit eşdeğeri, CO<sub>2</sub> dışındaki diğer sera gazlarının aynı miktar CO<sub>2</sub>'ye kıyasla kaç kat daha fazla ısı tutabilme kapasitesine sahip olduğunu ifade eden bir kavramdır. Çizelge 1'de Kyoto Protokolü'nde de ölçüt alınan sera gazların karbondioksit eşdeğerleri görülmektedir. Böylece tüm sera gazları ortak bir noktada toplanmakta ve yapılan emisyon hesaplamalarının anlaşılması kolaylaşmaktadır. Gıdaların çevresel etkilerinin ölçülmesinde kullanılan ve son yıllarda oldukça popüler hale gelen diğer bir yöntem ise Yaşam Döngüsü Analizidir (Life Cycle Assessment-LCA). Yaşam döngüsü analizi, bir ürün sisteminin yaşam döngüsü boyunca girdilerinin, çıktılarının ve potansiyel çevresel etkilerinin derlenmesi ve değerlendirilmesidir (Cucurachi vd., 2019).

Çizelge 1. Kyoto Protokolü'nde ölçüt alınan sera gazları ve birbirleri arasındaki dönüşüm

Sera Gazları	CO <sub>2</sub> Eşdeğeri
Karbondioksit (CO <sub>2</sub> )	1
Metan (CH <sub>4</sub> )	21
Nitröz oksit (N <sub>2</sub> O)	310
Hidrofloro karbonlar (HFCs)	140-111700
Perfloro karbonlar (PFCs)	6500-9200
Sülfür Heksaflorit	23900

## ET ÜRETİMİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Tarımsal gıda üretimi küresel olarak salınan sera gazlarının %30'undan sorumlu olup, kullanılabilir toprağın %40'ını işgal etmekte ve nehir, göl, yeraltı suyu gibi su kaynaklarının %70'ini etkilemektedir (Ceballos vd., 2015; Lelieveld vd., 2015). Gıdaya olan talebin hem nüfustaki hem de gelir seviyesindeki artış nedeniyle artması beklenmektedir. Bu durum, sadece hedeflenen küresel ısınma artış seviyeleri aşılabacağı için değil, aynı zamanda toprak, temiz su ve su ürünleri gibi tükenir kaynaklar üzerinde sürdürülebilirlik sorunu yarattığı için de önemlidir (Alexander vd., 2016; Mekonnen ve Hoekstra, 2016).

Hayvansal gıdalar, gıdalardan alınan kaloringin %18'ini ve gıda kaynaklı proteinin %37'sini sağlamalarına rağmen, orantısız olarak tarımsal alan işgalinin %83'ünden ve gıda ile ilişkili sera gazı emisyonlarının %58'inden sorumludur (Poore ve Nemecek, 2018; Tamburino vd., 2020). Hayvancılık sektöründen kaynaklı salınımlar yıllık 7.1 GtCO<sub>2</sub> eşdeğeri civarında olup, bu miktar insan kaynaklı toplam sera gazı salınımının %14.5'ini oluşturmaktadır. Sığır eti ve inek sütü üretimi bu sektörden kaynaklı salınımının %60'ından fazlasından sorumludur. Hayvancılık sektörü; otlama için mera alanına ve yem için fazladan mahsul üretimine gereksinim duymaktadır. Bununla birlikte, hayvan gübresinin saklanması ve işlenmesi ile ilgili işlemler, et, süt vb. hayvansal ürünlerin üretiminin hemen her aşamasında soğutma gerekliliği bulunması ve tüm tedarik süreci boyunca fosil yakıt tüketimi gibi sebeplerle sera gazı salınımında önemli bir paya sahiptir (Çelik Sezer, 2020). Ete olan talebi karşılamak için sıklıkla izlenen yollardan biri ormanların kesilerek meraya dönüştürülmesi veya yem bitkilerinin ekimi için kullanılmasıdır. Ormansızlaştırma ve söz konusu yöntemler toplu olarak toprağın azot ve fosfor dengesini bozmakta, erozyonu tetikleyebilmektedir (Godfray vd., 2018). Tarım, suya diğer tüm insan aktivitelerinden daha fazla ihtiyaç duyar. Hayvancılık faaliyetleri için de tarıma gereken miktarın neredeyse 1/3'ü kadar su gereklidir. Bu sebeple susuz ya da su stresi yaşanan bölgelerde hayvancılık yapılması doğal ekosistemin korunması için gerekli olan miktar da dâhil suyun

diğer kullanımlarına önemli düzeyde yarışmacı bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır (Godfray vd., 2018). Küresel ısınmanın 2°C'nin altına indirilmesi hedefinin karşılanması için hayvansal ürün tüketiminin sınırlandırılması gerektiği açıkça gösterilmiştir. Yaşam döngüsü analizlerine göre canlı hayvan üretimi, meyve ve sebze üretimi, baklagil üretimi ve tahıl üretiminin iklim değişikliğindeki payları sırayla %43, %17, %10 ve %30'dur (Sadhukhan vd., 2020).

Hayvancılık sektörünün neden olduğu en önemli sera gazları metan ve nitröz oksittir. Esas olarak enterik fermantasyon ve gübre depolamadan kaynaklanan metan gazı, küresel ısınma üzerinde karbon dioksitten 28 kat daha fazla etkisi olan bir gazdır. Gübre depolama ve kullanımından kaynaklanan nitröz oksit ise küresel ısınma üzerinde karbondioksitten 265 kat daha fazla etkilidir (IPCC, 2013). Hayvancılık sektöründe sera gazı emisyon kaynakları Çizelge 2'de gösterilmiştir. Görüldüğü üzere yem üretimi hayvancılık sektöründen kaynaklı sera gazlarının en büyük kaynağıdır (Goglio vd., 2017) (Çizelge

2). Yem üretiminde sera gazı emisyon kaynakları; arazi kullanım değişikliği, gübre ve pestisit uygulaması, toprağın işlenmesi, yem işleme ve taşıma olarak sıralanabilir. Hayvancılık sektörü için önem arz eden yem üretimi tüm sektörden kaynaklı sera gazı emisyonlarının yaklaşık %45'ini oluşturmaktadır (3.2 GtCO<sub>2</sub> eşdeğeri) (Çizelge 2). Bununla birlikte et üretimi için gerekli bitkisel protein miktarı nispeten çok orantısızdır. Ortalama olarak 1 kg et proteini üretimi için 6 kg bitkisel protein tüketimi gereklidir. Bu hesaplama yem miktarı üzerinden yapıldığında kümes hayvanları, domuz ve sığır eti için sırasıyla 3.3, 6.4 ve 25 kg yem miktarına denk gelmektedir (Dekkers vd., 2018). Dolayısıyla bitki esaslı kaynakların yem olarak hayvan beslenmesi için değil, doğrudan insan beslenmesi için kullanılması gerektiğine dair yaklaşımlar öne çıkmaktadır. Yem üretiminden sonra hayvancılık sektöründen kaynaklı sera gazı salınımının en önemli kaynağı enterik fermantasyon olup; onu sırasıyla gübre depolama ve işleme ile taşıma faaliyetleri izlemektedir (Çizelge 2) (Gerber vd., 2013).

Çizelge 2. Hayvancılık Sektöründe Sera Gazı Emisyon Kaynakları

Kaynaklar	Emisyona Etki Oranları (%)	CO <sub>2</sub> eşdeğeri (Gigaton)
Yem Üretimi	%45	3.2
Enterik Fermantasyon	%39	2.8
Gübre Depolama	%10	0.71
İşleme ve Taşıma	%6	0.42

Et türleri sera gazı salınımı bakımından kıyaslandığında keçi, koyun, sığır gibi geviş getiren hayvan etlerinin, geviş getirmeyen domuz gibi diğer hayvanlar ile piliç, hindi gibi kümes hayvanları etlerine kıyasla daha fazla sera gazı salınımına sebebiyet verdiği belirtilmektedir. (Godfray vd., 2018). Dünya genelinde yetiştirilen ana hayvan türlerinin sera gazı insidansları Çizelge 3'te gösterilmiştir (FAO, 2017). Geviş getiren hayvanlar dört bölmeli ve çok gelişmiş bir mide yapısına sahip olup, rumenlerinde bulunan mikroorganizmaların salgıladığı enzimler sayesinde yemlerle aldıkları karbonhidrat kaynaklarını fermente ederek asetik, propiyonik ve bütirik asit gibi yağ asitleri ile H<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub> gibi bileşiklere dönüştürmektedir. Yağ asitleri

hayvanlar tarafından enerji ihtiyacını karşılamak amacıyla kullanılırken, H<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub> ise bakteri, protozoa gibi metanojenik mikroorganizmalarca metan gazına dönüştürülmektedir. Rumende oluşan bu metan gazının enerjisi hayvan vücudu tarafından kullanılamamakta ve atmosfere salınmaktadır. Metan şeklinde kaybedilen enerji miktarı hayvanın tükettiği yemin bileşimi, yemlerin işleme tekniği ve yem katkı maddeleri kullanımı gibi birçok faktöre bağlı olarak yemlerle alınan enerjinin %2'si ile %12'si arasında olabilmektedir. Bu durum, bir taraftan yemlerle alınan enerjinin hayvan tarafından kullanılmayıp atılarak ekonomik kaybı anlamına gelirken, diğer taraftan önemli düzeyde sera gazı etkisine sahip olan metan; küresel ısınmaya neden olarak

ekolojik bir problem unsuru olarak karşımıza çıkmaktadır (Arslan ve Çelebi, 2017).

Çizelge 3. Dünya Geneline yetiştirilen ana hayvan türlerinin sera gazı insidansları

	Enterik	Gübre Kaynaklı	Gübre Kaynaklı	CO <sub>2</sub> eşdeğeri
	Metan	Metan	Nitröz oksit	(Gigaton)
Et sığırtı	%91	%3	%6	1.8 (%45)
Süt sığırtı	%85	%8	%7	1 (%26)
Buffalo (manda)	%91	%2	%7	0.5 (%12)
Domuz	%11	%69	%20	0.3 (%7)
Koyun	%93	%3	%4	0.2 (%4.5)
Keçi	%93	%4	%3	0.2 (%4)
Piliç/Tavuk	%0	%34	%66	0.1 (%1.5)

Et üretimi toplam olarak bitki esaslı ürünlerin üretimine kıyasla daha fazla sera gazı salınımına sebep olur (Godfray vd., 2018). Bu sebeple, hayvansal ürün tüketiminin sınırlandırılmasını özendirilen çok sayıda yaklaşım önerilmektedir. Bunlar arasında, alışkanlıklarının değişimine yönelik kampanyalar, ürünün çevreye etkisini gösteren etiketler, diyetle ilişkin öneriler, vergi vb. bulunmaktadır (Säll ve Gren, 2015; Gonzalez Fischer ve Garnett, 2016). Diğer yandan hayvancılık bir iş kapısı ve geçim kaynağı olup; canlı hayvan ve bunların ürünlerinin ticareti pek çok ülke ekonomisinde önemli bir yer tutmaktadır (Godfray vd., 2018).

### ET TÜKETİMİ VE SAĞLIK

Hem kişi başına düşen et tüketimi hem de toplam et tüketimi küresel olarak artış göstermektedir. Artış oranları bölgesel olarak değişkenlik göstermekte olup, yüksek gelirli ülkelerde durağan ve azalan bir eğilim gözlenirken, orta gelirli ülkelerde orta ve yüksek düzeyde artış, düşük gelirli ülkelerde ise düşük ve stabil bir et tüketim profili gözlenmektedir. Piliç ve domuz etinin tüketim miktarı ise küresel olarak ciddi biçimde artmıştır (Godfray vd., 2018).

Çoğu ülkede et tüketimi özellikle 1980'li yıllar olmak üzere 1960'larda yükselmeye başlamıştır. Son yıllardaki çalışmalar et tüketiminin 1960-2010 yılları arasındaki dönemde %204, 1992-2016 yılları arasındaki dönemde ise %500 arttığını bildirmektedir (Basu, 2015; Katare vd., 2020). Bu durum beslenme alışkanlığının son yüzyılda kesin olarak değiştiğini göstermektedir (González vd.,

2020). Et endüstrisinin büyüyen nüfusun kişi başına et talebini karşılamak için üretimi yaklaşık %50-73 oranında arttırması gerektiği ifade edilmektedir (Bonny, 2015).

Diyet ile ilgili seçimler, bireylerin tükettiği gıdaların çeşidi ve miktarı insan sağlığı açısından çok önemli bir faktördür. Evrensel olarak ölümlerin %40'ı diyetin niteliksizliği ve zayıflığı ile doğrudan ilişkili olan kardiyovasküler hastalıklar, tip 2 diyabet, inme ve kolorektal kanserler gibi hastalıklar nedeniyle gerçekleştiği bilinmektedir (Forouzanfar vd., 2015; Clark vd., 2019).

Et hem iyi bir enerji kaynağıdır, hem de protein, demir, çinko, B12 vitamini gibi önemli bazı bileşenleri içermektedir. Bu bileşenlerin et tüketimi olmadan ancak çok yüksek çeşitlilikte gıdaların mevcudiyeti ve tüketimi ile sağlanması mümkündür (Appleby vd., 2015). Ancak özellikle düşük gelirli ülkelerde besinsel olarak zengin alternatif gıda kaynaklarına erişim sınırlı olduğundan bu dengeyi yakalamak oldukça güçtür (Jackson vd., 2016).

Yüksek gelirli batı ülkelerinde çok sayıda çalışma ve meta analizinde kırmızı et ve işlenmiş et tüketimi yüksek kişilerde ölüm oranının önemli düzeyde daha yüksek olduğu gösterilmiştir. Konuya ilişkin en güçlü bilimsel kanıt işlenmiş et tüketiminin yüksekliği ile orantılı olarak kolorektal kanser riskinin artışıdır. Dünya Sağlık Örgütü'ne bağlı Uluslararası Kanser Araştırmaları Kurumu (IARC) işlenmiş eti insanlar için karsinogenik olarak sınıflandırmıştır (Godfray vd., 2018).

Dünya Kanser Araştırmaları Fonu (WCRF) ve Amerikan Kanser Araştırma Enstitüsünün (AICR) ortak raporuna göre kırmızı et tüketimi ile kolorektal kanser arasında yüksek düzeyde bilimsel kanıta dayalı ilişki söz konusudur. Aynı raporda, işlenmiş et tüketimi ile üst yutak (nazofarenks), yemek borusu, akciğer, mide ve pankreas kanserleri arasında da sınırlı düzeyde olmakla birlikte bilimsel kanıta dayalı ilişki mevcut olduğu belirtilmiştir. Burada işlenmiş et; tuzlanmış, kürlenmiş, fermente edilmiş, tütsülenmiş veya aroma zenginleştirmek yahut muhafaza etmek için başka bir işleme tabi tutulmuş eti tanımlamaktadır. Oluşturduğu yüksek sıcaklıklar dolayısıyla karsinojenik etkisi olan polisiklik aromatik hidrokarbonların daha fazla miktarda oluşmasına sebebiyet verdiği tespit edilen ızgara ya da barbeküde pişirme yöntemleri ile pişirilen et ve balık tüketiminin özellikle mide kanseri ile ilişkili olduğu bulunmuştur (WCRF/AICR, 2018).

Mevcut durumda çeşitli ulusal ve uluslararası kuruluşlar sağlığın korunması amacıyla et tüketim üst sınırı belirlemişlerdir. Örneğin WCRF kırmızı et tüketimi için haftada en fazla 500 g üst limiti önermekte ve her durumda tüketilen et miktarı içerisinde işlenmiş etin miktarının azaltılması gerektiğini vurgulamıştır (Godfray vd., 2018; WCRF/AICR, 2018).

Beslenme açısından diyetle et bulunması yüksek kalitede protein anlamına gelmektedir. Etin tamamen et benzeri ürünler / et analogları ile yer değiştirmesi durumunda, bu ürünlerin ete benzer bir besin değeri sağlaması gerekmektedir. Düşük yağ ve %30'a kadar protein içeriğine sahip bir et analogunun, beslenme açısından ete iyi bir alternatif olabileceği bildirilmektedir. Bununla birlikte, bir diyet değerlendirilirken protein içeriğinin yanı sıra, alınan gıdaların genel bileşimi ve oranları da dikkate alınmalıdır. Et analogları doymuş yağ asitleri, kolesterol veya purinler içermediğinden, yüksek kırmızı et tüketimiyle ilişkili olumsuz sağlık etkilerinden de kaçınılmaktadır (Wild, 2016). Ayrıca, et ve süt ürünleri bakımından düşük olan diyetler, doğru yönetildiğinde genellikle yüksek miktarda diyet lifi ve birçok fitokimyasal içerir. Bitkisel proteinlere

dayalı diyetlerin, örneğin obeziteye bağlı metabolik disfonksiyon ve kardiyovasküler hastalıkların önlenmesine yardımcı olmak, antikanser, antiinflamatuvar aktiviteye sahip olmak ve Tip 2 diyabette klinik indeksleri iyileştirmek gibi çok sayıda sağlık yararı olduğu bildirilmektedir (Zhang vd., 2016; Nakata vd., 2017). Ayrıca bitki proteinlerince zengin diyetle beslenmek yüksek tokluk hissi uyandırdığından kilo kontrolüne yardımcı olabilmektedir (Kristensen vd., 2016).

Et tüketiminin azaltılması için çok çeşitli yaklaşımlar önerilmektedir. Bunlar arasında günümüzde en çok üzerinde durulan et olmayan ancak et gibi davranan et analogları geliştirilmesidir. Et analogları, fonksiyonel açıdan et gibi davranan, benzer duyuşsal ve fizikokimyasal özellikteki ürünlerdir. Bu ürünlerin tekstür, tat, görüntü ve koku açısından ete benzerlikleri özellikle et tüketim tercihi yüksek olan tüketiciler açısından önemlidir (Hoek vd., 2011; Dekkers vd., 2016).

## ET ANALOGLARI ÜRETİMİ

Et benzeri lifli bir morfolojik yapı elde etmek amacıyla geliştirilen tümenden gelme ya da tüme varma yaklaşımlarıyla oluşturulmuş çok çeşitli et analogu üretim yöntemleri mevcuttur. Tüme varma ya da aşağıdan yukarı yaklaşımıyla (bottom-up) oluşturulan stratejilerde bireysel olarak çeşitli yapısal elementler daha büyük yapıları bir araya getirmek üzere organize olmaktadır. Burada nano düzeyden makro düzeye doğru giden bir hiyerarşik yapı söz konusu olup, sırasıyla kas hücreleri, myofibriller, sarkomerler ile aktin ve myosin proteinleri oluşturulmakta ve ardışık dokuya bağlanmaktadır (Pearson, 2012). Bu yapısal elementler hücre kültürü veya elektroçirime gibi çeşitli yöntemlerle protein lifleri üretmek için kullanılmaktadır. Doku mühendisliği teknikleri ile daha sonra ete dönüştürülebilen hayvan kas hücreleri *in vitro* olarak kültürlenebilmektedir (Post, 2012). Kültürleme yöntemi ile kas lifi üretmek için önce miyoblast hücreleri bir hayvanın iskelet kasından alınmakta, sonrasında bu miyoblastlar hücrelerin büyümesi için aminoasitler, lipitler, vitaminler ve tuzlar dahil olmak üzere gerekli tüm besinleri

içeren serum takviyeli bir ortama konularak standart bir hücre kültürü metodolojisi ile kopyalanmaktadır. Yeterli sayıda hücre elde edildiğinde, hücreleri birleştirmek ve hizalamak için sabitleme noktaları olan bir hücreye yerleştirilerek çok hücreli bir doku elde edilmektedir. Kas liflerinin hizalanmasını ve 'normal' gelişimini sağlamak için genellikle elektrik alanları veya diğer araçlar önerilmektedir. Yaklaşık üç hafta sonra kas lifleri olgunlaşmakta ve toplanmaktadır. Bu lifler 2–3 cm uzunluğunda ve 1 mm'den az kalınlıktadır (Dekkers vd., 2018). Gıdalarda elektro-eğirme yöntemi çeşitli amaçlarla nanolif üretimi için kullanılmaktadır (Librán vd., 2017). Elektro-eğirme yönteminde bir biyopolimer solüsyonuna kontrollü bir elektrik alan kuvveti uygulanarak lif yapıları üretilmektedir (Nieuwland vd., 2014). Bitkisel proteinlerin elektro-eğirmesi ile ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Ghorani ve Tucker, 2015).

Tümden gelme ya da yukarıdan aşağı (top-down) yaklaşımı ise daha ziyade büyük boyutlu üretimler için kullanılmaktadır. Bu yaklaşım ile üretilen ürünler et yapısını taklit edebilmekle birlikte, bütün bir yapılanma açısından bakıldığında hiyerarşik olarak et yapısını tamamen karşılamamaktadır. Bu yaklaşımda tipik olarak su ve bir biyopolimer olmak üzere iki bileşenli bir sistem söz konusu olup, bu bileşenler birbirine karışmamakta, dolayısıyla biri sürekli fazı oluştururken diğeri dağınık (disperse) fazı oluşturmaktadır. Bu tür karışımlar çeşitli tekniklerle işlenerek lifli bir yapı meydana getirilmektedir (Dekkers vd., 2018). Yukarıdan aşağı (top-down) yaklaşımı ile et analogu üretme teknikleri arasında başat olarak ekstrüzyon yer almakla birlikte daha yeni teknikler de geliştirilmektedir. Ekstrüzyon, nemlendirilmiş, genişletilebilir, nişastalı ve proteinli gıda maddelerinin plastikleştirildiği, basınç, ısı ve mekanik kesme kombinasyonu ile bir kalıptan itildiği termomekanik bir süreçtir (Maurya ve Said, 2014). Ekstrüzyon işlemi sırasında, nem içeriği ayarlanmış kuru veya ön koşullandırılmış malzeme bir vidalı besleyici aracılığıyla ekstrüdere beslenmektedir. Besleme bölgesinden vidaya giden malzeme karıştırılarak homojenleştirilmekte ve sıkıştırma bölgesine taşınmaktadır. Bu bölgede,

vida derinliğinde ve eğiminde bir azalma meydana gelmektedir. Bu da kesme hızında, sıcaklıkta ve basınçta bir artışa neden olmaktadır. İşlem şartlarında meydana gelen bu değişiklik, katı malzemeyi bir sıvı eriyik haline dönüştürmektedir. Ekstrüderden çıkmadan önce, malzemenin maksimum sıcaklığa ve basınca ulaşması sağlanarak ekstrüde edilen bu malzemenin viskozitesinde ani bir düşüş gerçekleştirilmektedir (Fellows, 2009). Başat olarak düşük nemli ekstrüzyon tekniği kullanarak tekstüre edilmiş bitkisel proteinler üretilmekte ve bunlar et analogu olarak kullanılmaktadır. Genişlemiş ve süngerimsi yapı kazanan tekstüre edilmiş bitkisel proteinler yüksek su tutma kapasitesine sahip olmaktadır (Riaz, 2011).

Et analogları raf ömrü ve gıda güvenliği açısından ete önemli bir avantaj sağlamaktadır. Et analogları mevcut üretim süreçlerinde ısıya maruz kalmaktadır. Ancak su aktivitesi açısından mevcut bitki esaslı et analogları mikrobiyel bozulmaya eğilimlidirler. Bu mikrobiyolojik gelişme nötr pH ve orta tuz seviyesinde üründe bulunan besin içeriği nedeniyle daha da kolaylaşabilmektedir (Leutgeb, 2015). Bu nedenle, işleme sonrasındaki paketleme ve depolama gibi aşamalar ürünü herhangi bir mikrobiyel bozulmadan korumayı amaçlamaktadır. Bitkisel et analogları üretimden sonra, ürün yüzeyinin dış ortama maruz kalmasından veya sterilize edilmemiş baharat, otlar ve marinatlar gibi lezzet verici maddelerin kullanımından kaynaklı olarak kontamine olabilmektedir (Sagoo vd., 2009). Et analoglarının et ürünlerine benzer şekilde paketlenmesi ve depolanması önerilmektedir. Günümüzde et analogları genellikle kapalı plastik kaplarda veya esnek torbalarda; soğutulmuş veya dondurulmuş şekilde muhafaza edilmektedir. Taze ürünün dondurulması, raf ömrünü bileşenlerine ve ambalajlama koşullarına bağlı olarak uzatabilmektedir. Modifiye atmosfer altında paketleme ve soğutulmuş muhafaza edilen et analoglarının raf ömrü, birkaç gün ile bir ay arasında değişmektedir (Redl vd., 2015; Wild, 2016).



## ET ANALOGLARININ BİLEŞİMİ

Et analoglarında kabul edilebilir tekstür ve aromanın geliştirilmesi genellikle gıda üreticileri için en büyük zorluktur (Egbert ve Borders, 2006). Mevcut et analogları incelendiğinde, bu ürünlerin karakteristik özelliklerinin üretimde kullanılan malzemelere bağlı olduğu görülmektedir. Bileşenlerin et analoglarının duyuşal özellikleri üzerindeki etkisini anlamak için, öncelikle tipik bir et analogu tarifinde bunların işlevlerini ve amacını ortaya koymak gerekmektedir. Egbert ve Borders (2006) 'a göre, bir et analogu su (%50-80), tekstüre bitkisel protein (%10-25), tekstüre olmayan protein (%4-20), aroma verici (%3-10%), yağ (%0-15), bağlayıcı madde (%1-5) ve renk maddesi (%0-0.5) içermektedir. Bu bileşenlerin kombinasyonu, duyuşal özellikler açısından kabul edilebilir bir et analogunu oluşturmaktadır.

Yüksek su içeriği ürünün üretim maliyetini düşürmekle beraber et analogunun istenen sululuğunu sağlamaktadır. Buna ilaveten su, işleme sırasında plastikleştirici görevi görmekte ve emülsiyona yardımcı olmaktadır. Beslenme açısından önemli olan protein ilavesi istenen doku, lezzet ve görünümü mevcut formu ile sağlayamadığı için tekstüre edilmiş protein kullanımı tercih edilmektedir. Tekstüre edilmiş bitki esaslı proteinler de etin miktarını arttırmak için et geliştirici olarak hayvan esaslı et ile harmanlanmakta veya vegan/vejetaryen ürünler oluşturmak için tamamen et yerine kullanılabilir (Riaz, 2004). Et geliştiriciler (meat extender), pişirildiklerinde görünüş, doku veya ağızda oluşan his bakımından et gibi değildir. Ancak et ile karıştırıldıklarında gıda ürününün genel işlevsel özelliklerini geliştirmektedir. Öte yandan et analoglarında amaç et içerikli herhangi bir bileşen olmaksızın, hidratlandığında ve pişirildiğinde bir bütün olarak etin görünümü, dokusu, kıvamı ve rengine benzemesini sağlamaktır (Riaz, 2004).

Et analoglarında son üründe dokuyu iyileştirmek veya ham bileşenlerin tekstüre edilmesine yardımcı olmak için minör bileşenler veya kimyasallar kullanılabilir. Protein izolatları ve konsantreleri, bağlayıcı maddeler, ürün içindeki su tutma kapasitesini, dokuyu ve emülsiyon

özelliklerini ayarlamak için eklenmektedir. Ürünün kokusu ve görünümü tüketicinin kabulü için belirleyici bir faktördür. Bu nedenle koruyucu maddeler ve renklendiriciler de kullanılmaktadır. Et analog ürününe katılan yağ ise son ürününün aroması ve dokusunun oluşumunda görev yapmaktadır (Hoek vd., 2011).

## Proteinler

Bitkisel proteinlerin seçiminde önemli faktörler maliyet, bulunabilirlik/yaygınlık, yeni ürünlere dahil edilmeye uygunluk ve fonksiyonel özellikler şeklinde sıralanabilmektedir (Haque vd., 2016). Su ve yağ tutma kapasitesi, çözünürlük, emülsiyon oluşturma, köpürme ve jelleşme gibi protein işlevleri et analogu yapısının oluşumu için gerekmektedir. Bununla birlikte, bu işlevsel özellikler, protein türüne (kimyasal bileşim, aminoasit dizilimi, ikincil tersiyer ve quaterner yapı) bağlıdır. Sıcaklık, pH ve iyonik kuvvet gibi çevresel faktörler de protein yapısını ve dolayısıyla işlevselliğini değiştirebilmektedir (Haque vd., 2016; Singhal vd., 2016). Et analoglarının endüstriyel üretiminde soya, buğday, pirinç, mısır, yağdan arındırılmış yağlı tohumlar, tahıl ve bakliyat unları ve küspeleri gibi protein açısından zengin öncül materyallerden yararlanılmaktadır (Kumar vd., 2017). Ancak mevcut durumda çoğu et analogunun üretiminde, kendine özgü özellikleri ve düşük maliyet nedeniyle soya proteini kullanılmaktadır (Sha ve Xiong, 2020).

Soya, et analogu içeriğinde genellikle soya proteini konsantresi veya soya proteini izolatu formunda kullanılmaktadır. Bunlar yaygın olarak yağdan arındırılmış soya küspelerinin parçalanarak farklı işlemler ile ekstrakte edilmesi ile elde edilmektedir. Genel olarak protein konsantresi sulu alkol ekstraksiyonu ile üretilmektedir. Üretim sonucunda yaklaşık %70 protein içeriğine sahip bir ürün elde edilmektedir. Protein izolatu ise alkali ekstraksiyonu ve ardından asidik pH'ta çöktürme işlemi ile elde edilmektedir. Protein izolatında protein miktarı yaklaşık %90'dır ve yüksek protein saflığına sahiptir. Ancak et analogu uygulamaları için protein saflığının çok yüksek olması gerekli ve şart değildir. Bunun yanı sıra diğer soya bileşenlerine kıyasla açık renkli ve yumuşak olmaması et analogu üretiminde avantaj sağlamaktadır (Van Der Goot vd., 2016; Geerts

vd., 2018). Yaygın olarak kullanılan bir diğer protein ise buğday glutenidir. Doğal yapısı nedeniyle ince protein lifleri oluşturma kapasitesine sahip olan gluten, et benzeri çiğneme özelliğine katkıda bulunmakta, yapıya esneklik ve uzayabilirlik sağlamaktadır (Chiang vd.,2019).

Yapılan çalışmalar bezelye, mercimek, acı bakla, nohut ve fasulye gibi baklagillerden elde edilen proteinlerin de emülsiyon, köpük stabilizasyonu ve jel oluşumu gibi fonksiyonel özellikleri açısından et analogu üretiminde kullanılabilme potansiyeli olduğunu göstermektedir (Berghout vd., 2015; Ladjal-Ettoumi vd., 2016). Et analogu üretimi için en dikkat çeken baklagil proteini bezelye proteini. Bununla birlikte, bezelye esaslı et analogları soya esaslı ürünlere göre daha yumuşaktır (Osen ve Schweiggert-Weisz, 2016). Kolza tohumu ve kanola da et analogu üretiminde kullanıma potansiyeli bulunan diğer protein kaynaklarıdır (Schwartz vd., 2015).

### Yağ

Mevcut et analogları yağ bakımından fakirdir. Et analogu üretmek için çoğunlukla yağı alınmış bileşenler kullanılmaktadır. Ancak yağ, et analogu ve ürünlerinin üretiminde tüketiciler için önemli nitelikler olan sululuk, yumuşaklık ve aroma gibi özelliklere katkıda bulunduğu için ürün reçetesinde gerekli bir bileşendir (Egbert ve Borders, 2006). Bitki esaslı et analoglarının içeriğinde kullanılan yağlar arasında ayçiçek yağı, kolza tohumu yağı, kanola yağı, mısır yağı, hurma yağı, hindistan cevizi yağı ve soya yağı bulunabilmektedir. Katı ya da sıvı yağ ilavesi, uçucu aroma bileşenlerini koruyarak et analoglarının aromasının artırılması açısından da gerekli görülmektedir (Resurreccion, 2004). Bununla birlikte işleme sırasında katı ya da sıvı yağ ilavesi, lifli yapının oluşumunu etkilemektedir. Bazı çalışmalarda %15'ten daha yüksek yağ ilavesinin özellikle ekstrüzyon işlemi ile üretilen et analoglarının özelliklerini olumsuz etkilediği bildirilmiştir (Galanakis, 2019).

### Bağlayıcı Ajanlar

Et analoglarında kullanılan bağlayıcı ajanlar hem su hem de yağ bağlayıcı olarak işlev gören, hayvan veya bitki kaynaklı bileşenler olabilmektedir. Bu

tür maddeler arasında soya proteini izolatu ve konsantresi, buğday gluteni, süt proteinleri, yumurtalar, karregen, ksantan gam ve benzeri bileşenler bulunmaktadır. Eklene miktarlara bağlı olarak, bazı bileşenler hem bağlayıcı hem de geliştirici (extender) olarak görev yapmaktadır. Protein içeriği yüksek formülasyonlar, ana işlev olarak su bağlama ve protein ağı oluşumu sağlamaktadır. Buna karşılık un ve nişasta gibi protein seviyesi düşük veya hiç protein içermeyen bileşenler, su ve yağ bağlama özelliklerine sahip olmasına rağmen, genellikle fiziksel tutuklama yoluyla dolgu maddesi rolü görmektedir (Galanakis, 2019). Buğday gluteni, yapışkan ve viskoelastik yapısı, bağlama, hamur oluşturma ve mayalama gibi yetenekleri sayesinde önemli bir bağlayıcı olarak kabul edilmektedir (Nawrocka vd., 2017). Ayrıca gluten, işleme ve hazırlama sırasında pişirme kayıplarını azaltmakta ve dilimleme özelliklerini de iyileştirmektedir (Malav vd., 2015). Et analoglarında bağlamaya katkıda bulunan diğer bir bileşen, ürünün protein içeriğini de artıran yumurta akı veya albümindir (Kumar vd., 2017). Protein bağlayıcıların yanı sıra, pektin, guar gam, karragenan ve selüloz gibi polisakkaritler de et benzeri ürünlerde bağlayıcı ve sululuk veren maddeler olarak kullanılabilmektedir (Varadan vd., 2015). Polisakkaritler jelleşme, koyulaştırma, su bağlama kapasitesi ve reolojik özellikleri olumlu etkiledikleri için et analogu uygulamaları için uygun bir bileşen olarak değerlendirilmektedir (Dekkers vd., 2016).

### Aroma Maddeleri ve Tat Zenginleştiriciler

Ete eşsiz lezzetini veren şey tek bir lezzet molekülü değildir. Tipik et aroması olarak tanımlanabilecek olgu içerisinde çok sayıda aroma maddesi barındırmaktadır. Bununla birlikte bu maddelerden en baskın olan lezzet unsuru hayvanlara özgü olan hem demiridir. Ticari olarak vegan et yani bitki esaslı et benzeri ürün üretimi yapan firmalar hem demirini laboratuvar şartlarında patentli bir yöntem ile üreterek ürün reçetelerinde kullanmakta ve böylece ürünlerine et benzeri lezzet katabilmektedirler (Klein ve Mumm, 2019). Et analoglarının bir tüketici tarafından kabulü büyük oranda aroma ve tat ile belirlenmektedir. Et analoglarında istenen lezzet

ve aromayı sağlamak için, baharat, aromalar ve bunların öncül bileşenleri ve demir kompleksleri (hem içeren proteinler) kullanılmaktadır (Fraser vd., 2017).

### Renklendirici Ajanlar

Bir et analogunun, et ile benzer renk ve renk değişikliklerine sahip olması gerekmektedir. Bu nedenle renklendirme ajanları et analoglarının üretiminde önemli bir katkı maddesidir. Et analog bileşiminde karamel renkleri, malt veya annatto, turmin, kimyon ve karoten gibi ısıya dayanıklı renklendirici bileşenler kullanılmaktadır (Malav vd., 2015; Vrljic vd, 2015). Et analogları için önerilen renklendiriciler arasında betanin ve pancar özleri de bulunmaktadır (Hamilton ve Ewing, 2000; Rolan vd., 2008; Kyed ve Rusconi, 2009). Buna ek olarak, indirgeyici şekerler, etin ısı ile kahverengileşmesini taklit eden Maillard tipi bir reaksiyonda amin protein grupları ile reaksiyona girebildikleri için esmerleştirici bir ajan olarak formülasyona eklenebilmektedir. Çeşitli patentlerde dekstroz, maltoz, laktoz, ksiloz, galaktoz, mannoz ve arabinoz gibi şekerlerin kullanımı rapor edilmiştir (Hamilton ve Ewing, 2000; Rolan vd, 2008). Ayrıca, renklendirilmiş ve tekstüre edilmiş et analoglarında renk kaybını engellemek veya kontrol etmek için renklendirici maddelerle birlikte maltodekstrin ve hidratlı aljinat gibi renk tutucu maddeler de kullanılmaktadır (Orcutt vd., 2008).

### ET ÜRETİMİNİN GELECEĞİ

Pek çok insan eti lezzetli, sağlıklı ve besleyici bulduğu için tüketmektedir. Ayrıca et, pek çok kültüre de derinden işlemiştir (Schösler vd., 2012). Aile yemekleri ve çeşitli kutlamalar gibi etkinliklerde et tüketimi oldukça yaygın bir alışkanlık olup, bu sosyalleşmenin adeta bir parçasıdır (Bryant vd., 2020). Bununla birlikte hayvansal ürünlerin özellikle de et üretiminin su, toprak kullanımı, sera gazı emisyonları ve enerji tüketimi gibi hususlar açısından çevreye maliyeti yüksek olan ürünler olduğu açıkça anlaşıldığından alternatif arayışlar başlamıştır (Dekkers vd., 2018). Bitki ağırlıklı beslenmeye geçilerek küresel ölçekte sağlanabilecek sera gazı salınımı azaltımı 1.5 GtCO<sub>2</sub> eşdeğeri olarak öngörülmekte olup, 2050'ye gelindiğinde kümülatif olarak 66-87

GtCO<sub>2</sub> eşdeğerinde azalma sağlanabileceği öngörülmektedir (Çelik Sezer, 2020). Et tüketiminden tamamen vazgeçilebileceği gerçekçi bir öngörü değilse de azaltılması gerektiğine ilişkin ciddi bir fikir birliği sağlanmıştır.

Sürdürülebilir üretim açısından hayvansal ürünlerin alternatiflerinin bitkisel veya başka kaynaklar kullanılarak üretimi, halihazırda dünyada en çok kaynak ayrılan araştırma konularından biridir. Ancak et tüketiminin azalmasında sürdürülebilirlik dışında etik konular, hayvan refahı, hayvan hakları ve sağlıkla ilgili endişeler de etkili rol oynamaktadır (Clark vd., 2017). Hayvansal et alternatifi olarak esasen bitkisel hammaddelerden et analogu üretiminin üzerinde durulmakla birlikte kültür yöntemi ile üretilmiş etler veya diğer adıyla *in vitro* yöntem ile üretilen etler de ikincil bir yaklaşım olarak karşımıza çıkmaktadır. Kültür yöntemi ile üretilmiş etler hayvan kaynaklı et olup, canlı bir hayvan bünyesinde değil laboratuvaradaki bir besi yerinde üretilmektedirler. Kültür yöntemi ile et üretimi, hayvanların kesilmesi gereğini ortadan kaldırma, daha az kaynak gereksinimi ve çevre kirliliği, hayvan ile insan arasındaki temasın en aza indirilmesi dolayısıyla zoonotik (hayvandan insana geçen) patojenlerle bulaş riskinin önemli ölçüde azaltılması gibi bazı avantajlara sahip olmakla birlikte, başta tüketici beğenisi ve kabulünün düşüklüğü ile etik sorunlar olmak üzere çeşitli dezavantajlara sahiptir (Bryant ve Barnett, 2018; Bryant vd., 2020).

Canlı hayvan yetiştiriciliği süreci, içerisinde pek çok patojen barındırmaktadır ve özellikle bu hayvanların bakımından sorumlu kişiler yakın temas dolayısıyla ciddi risk altındadırlar (Greger, 2007; Jones vd., 2013). Yoğunlaştırılmış et üretimi, çok sayıda hayvanın sınırlı bir alanda yaşaması anlamına gelir ve zoonoz hastalıklar olarak bilinen ve hayvandan insana geçen hastalıklara yakalanma riskini artırır. Ayrıca uygun bir şekilde işlenmemiş ve/veya muhafaza edilmemiş et ile süt, yumurta gibi diğer hayvansal ürünleri tüketmek de zoonoz hastalıklar için önemli bir risk oluşturmaktadır. Diğer yandan yoğun et talebinin karşılanması için et üretim tesislerinde giderek daha fazla miktarda et

işlenmekte ve hastalıkların önlenmesi ve/veya tedavisi için daha fazla antimikrobiyel madde kullanılmaktadır (Khachatourians, 1998). Özellikle gelişmekte olan ülkelerde hayvancılık endüstrisinin önemli miktarda antibiyotik kullandığı ve bu antibiyotik kalıntılarının hayvansal ürünlerde de tespit edildiği bildirilmektedir (Hao vd., 2014; Moudgil vd., 2018). Bu durum, patojen mikroorganizmalarda söz konusu antibiyotiklere karşı direnç gelişmesi ile ilgili ciddi endişelere neden olmaktadır (Van Boeckel vd., 2015; Moudgil vd., 2018). Diğer yandan antibiyotikler sadece bakterilere karşı etkili olduklarından pek çok zoonoz hastalığı da zaten tedavi edememektedir. Zoonoz hastalıklar bakteri (Malta Humması (Brusellozis), salmonellozis, vb.), virüs (Kırım-Kongo kanamalı ateşi, kuş gribi, vb.) veya parazit (amipli dizanteri vb.) kaynaklı olabilmektedir (Anonymous, 2014). Halen yaşadığımız Covid-19 hastalığının da virüs kaynaklı bir zoonoz hastalık olduğu düşünülmektedir. SARS-Covid-19 virüsü ile enfekte olan ilk hastaların, Çin'in Wuhan kentinde bulunan canlı hayvan ve deniz ürünleri pazarı ile epidemiyolojik bağlantıları olduğu bulunmuştur. Yapılan çalışmalarda bu hastaların yaras, kurbağa, yılan, kuş ve tavşan gibi canlı hayvanların satıldığı deniz ürünleri pazarını ziyaret etmiş olabileceği veya enfekte hayvanları besin kaynağı olarak kullanmış olabileceği öne sürülmektedir (Chen vd., 2020; Lu vd., 2020; Shereen vd., 2020; Wang vd., 2020). Tüketicilerin yoğun et talebi zoonoz hastalıklara yakalanma riskini de arttırmaktadır (Hao vd., 2014; Moudgil vd., 2018).

## SONUÇ

Sonuç olarak, iklim değişikliği veya küresel ısınma olarak ifade edilen olgu hiçbir ülke ya da bireyin uzun vadede görmezden gelebileceği bir sorun değildir. Bu çalışmada, çevreye maliyeti yüksek olan hayvansal gıdalar ve özellikle de et üretiminin bu olgudaki payı ve bunun nasıl azaltılabileceğine dair bazı yaklaşımlar ve konular derlenmiştir. Esasen, tüm gıda üretim sisteminin verimlilik, islah, atık azaltma, atık değerlendirme, çevresel maliyet, karbon ayak izi, tükenir kaynak girdisi, antimikrobiyel kullanımı vb. çok çeşitli boyutları ile küresel ölçekte yeniden ele alınmasına ihtiyaç bulunmaktadır.

## ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Yazarlar, bu makale ile ilgili başka kişi veya kurumlar ile çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

## YAZAR KATKILARI

HP, kaynak tarama, tercüme, yazma ve düzenleme kısımlarında katkı sunmuştur. NYT, konu analizi, planlama, kaynak tarama, tercüme, yazma, derleme ve düzenleme kısımlarında katkı vermiştir. Makalenin hazırlanmasında başka kişi veya kurumların katkısı yoktur.

## KAYNAKLAR

- Alexander, P., Brown, C., Arneth, A., Finnigan, J., Rounsevell, M. D. A. (2016). Human appropriation of land for food: The role of diet. *Glob. Environ. Chang.*, 41: 88–98. doi:10.1016/j.gloenvcha.2016.09.005.
- Anonymous (2014). [https://www.researchgate.net/publication/297472131\\_Zoonoz\\_Hastalıklar\\_Zoonotic\\_Diseases](https://www.researchgate.net/publication/297472131_Zoonoz_Hastalıklar_Zoonotic_Diseases) (Erişim tarihi: 01.12.2020).
- Anonymous (2020). <http://www.mfa.gov.tr/kyoto-protokolu.tr.mfa> (Erişim tarihi: 02.06.2020).
- Appleby, P. N., Crowe, F. L., Bradbury, K. E., Travis, R. C., Key, T. J. (2015). Mortality in vegetarians and comparable nonvegetarians in the United Kingdom. *Am. J. Clin. Nutr.*, 103(1): 218–230. doi:10.3945/ajcn.115.119461.
- Arslan, C., Çelebi, E. (2017). Ruminantlarda rumende oluşan metan üretimini azaltmaya yönelik çalışmalar. *Atatürk Üniv. Vet. Bilim. Derg.*, 12(3): 327–337. doi:10.17094/ataunivbd.368903.
- Basu, S. (2015). The transitional dynamics of caloric ecosystems: Changes in the food supply around the world. *Crit. Public Health*, 25(3): 248–264. doi:10.1080/09581596.2014.931568.
- Bayraç, H. N., Doğan, E. (2016). Türkiye’de iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerine etkileri. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 11(1): 23–48.
- Behera, B. K., Prasad, R. (2020). Greenhouse gas capture and conversion. In *Environmental Technology and Sustainability*, Behera, B. K. ve

- Prasad, R. (ed.), Elsevier, pp. 41-71. doi:10.1016/b978-0-12-819103-3.00002-0.
- Berghout, J. A. M., Boom, R. M., Van Der Goot, A. J. (2015). Understanding the differences in gelling properties between lupin protein isolate and soy protein isolate. *Food Hydrocoll.*, 43: 465–472. doi:10.1016/j.foodhyd.2014.07.003.
- Bonny, S. P. F., Gardner, G. E., Pethick, D. W., Hocquette, J. F. (2015). What is artificial meat and what does it mean for the future of the meat industry? *J. Integr. Agric.*, 14(2): 255–263. doi:10.1016/S2095-3119(14)60888-1.
- Bryant, C., Nek, L., Roland, N.C.M. (2020). European markets for cultured meat: A comparison of Germany and France. *Foods*, 9:1152. doi: 10.3390/foods9091152
- Bryant, C., Barnett, J. (2018). Consumer acceptance of cultured meat: A systematic review. *Meat Sci.*, 143: 8–17. doi:10.1016/j.meatsci.2018.04.008
- Bryngelsson, D., Wirsenius, S., Hedenus, F., Sonesson, U. (2016). How can the EU climate targets be met? A combined analysis of technological and demand-side changes in food and agriculture. *Food Policy*, 59: 152–164. doi:10.1016/j.foodpol.2015.12.012.
- Caro, D. (2019). Carbon Footprint. In *Encyclopedia of Ecology* (Second Edition), Fath, B. (ed.), Elsevier, The Netherlands, pp. 252–257.
- Ceballos, G., Ehrlich, P. R., Barnosky, A. D., García, A., Pringle, R. M., Palmer, T. M. (2015). Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Sci. Adv.*, 1(5). doi:10.1126/sciadv.1400253.
- Chen, N., Zhou, M., Dong, X., Qu, J., Gong, F., Han, Y., Qiu, Y., Wang, J., Liu, Y., Wei, Y., Xia, J., Yu, T., Zhang, X., Zhang, L. (2020). Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: A descriptive study. *Lancet*, 395(10223): 507–513. doi:10.1016/S0140-6736(20)30211-7.
- Chiang, J. H., Loveday, S. M., Hardacre, A. K., Parker, M. E. (2019). Effects of soy protein to wheat gluten ratio on the physicochemical properties of extruded meat analogues. *Food Struct.*, 19: 100-102. doi:10.1016/j.foostr.2018.11.002.
- Clark, B., Stewart, G. B., Panzone, L. A., Kyriazakis, I., Frewer, L. J. (2017). Citizens, consumers and farm animal welfare: A meta-analysis of willingness-to-pay studies. *Food Policy*, 68: 112–127. doi:10.1016/j.foodpol.2017.01.006.
- Clark, M. A., Springmann, M., Hill, J., Tilman, D. (2019). Multiple health and environmental impacts of foods. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 116(46): 23357–23362. doi:10.1073/pnas.1906908116.
- Clune, S., Crossin, E., Verghese, K. (2017). Systematic review of greenhouse gas emissions for different fresh food categories. *J. Clean. Prod.*, 140: 766–783. doi:10.1016/j.jclepro.2016.04.082.
- Cucurachi, S., Scherer, L., Guinée, J., Tukker, A. (2019). Life Cycle Assessment of Food Systems. *One Earth*, 1(3): 292–297. doi:10.1016/j.oneear.2019.10.014.
- Çelik Sezer, İ. (2020). Küresel ısınma, çözüme bireysel katkılar. *Bilim ve Teknik Dergisi*, Temmuz sayısı.
- Dekkers, B. L., Nikiforidis, C. V., Van Der Goot, A. J. (2016). Shear-induced fibrous structure formation from a pectin/SPI blend. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, 36: 193–200. doi:10.1016/j.ifset.2016.07.003.
- Dekkers, B. L., Boom, R. M., Van Der Goot, A. J. (2018). Structuring processes for meat analogues. *Trends Food Sci. Technol.*, 81(August): 25–36. doi:10.1016/j.tifs.2018.08.011.
- Easterbrook, D. J. (2016). Greenhouse gases. In *Evidence-Based Climate Science (Second Edition)*, Easterbrook, D. J. (ed.), Elsevier, pp. 163-173. doi:10.1016/B978-0-12-804588-6.00009-4.
- Egbert, R., Borders, C. (2006). Achieving success with meat analogs. *Food Technol.*, 60(1): 28–34.
- FAO. (2011). Global food losses and food waste. Extent, causes and prevention. Rome.
- FAO. (2017). Global livestock environmental assessment model (GLEAM). Rome. Available from [www.fao.org/gleam/en/](http://www.fao.org/gleam/en/)

- FAO. (2018). The future of food and agriculture-Alternative pathways to 2050. Rome. <http://www.fao.org/3/CA1553EN/ca1553en.pdf>
- Fellows, P. J. (2009). Raw material preparation. In: *Food Processing Technology Principles and Practice* (Third Edition), Fellows, P. J. (ed.), Woodhead Publishing Limited, pp. 99–124. doi:10.1533/9781845696344.2.99.
- Forouzanfar, M. H., Alexander, L., Bachman, V. F., Biryukov, S., Brauer, M., Casey, D., ...Zhu, S. (2015). Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks in 188 countries, 1990-2013: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet*, 386(10010): 2287–2323. doi:10.1016/S0140-6736(15)00128-2.
- Fraser, R., Brown, P.O., Karr, J., Holz-Schietinger, C., Cohn, E. (2017). Methods and compositions for affecting the flavor and aroma profile of consumables. US9700067B2.
- Galanakis, C. M. (ed.), (2019). *Sustainable Meat Production and Processing*. Academic Press, The UK, 259 p.
- Garnett, T., Appleby, M. C., Balmford, A., Bateman, I. J., Benton, T. G., Bloomer, P., Burlingame, B., Dawkins, M., Dolan, L., Fraser, D., Herrero, M., Hoffmann, I., Smith, P., Thornton, P. K., Toulmin, C., Vermeulen, S. J., Godfray, H. C. J. (2013). Sustainable intensification in agriculture: Premises and policies. *Science*, 341(6141): 33–34. doi:10.1126/science.1234485.
- Garnett, Tara. (2015). Gut feelings and possible tomorrows: (where) does animal farming fit? [https://www.fcrcn.org.uk/sites/default/files/fcrn\\_gut\\_feelings.pdf](https://www.fcrcn.org.uk/sites/default/files/fcrn_gut_feelings.pdf)
- Geerts, M. E. J., Dekkers, B. L., van der Padt, A., Van Der Goot, A. J. (2018). Aqueous fractionation processes of soy protein for fibrous structure formation. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, 45(December 2017): 313–319. doi:10.1016/j.ifset.2017.12.002.
- Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A., Tempio, G. (2013). Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.
- Ghorani, B., Tucker, N. (2015). Fundamentals of electrospinning as a novel delivery vehicle for bioactive compounds in food nanotechnology. *Food Hydrocoll.*, 51: 227–240. doi:10.1016/j.foodhyd.2015.05.024.
- Godfray, H. C. J., Aveyard, P., Garnett, T., Hall, J. W., Key, T. J., Lorimer, J., Pierrehumbert, R. T., Scarborough, P., Springmann, M., Jebb, S. A. (2018). Meat consumption, health, and the environment. *Science*, 361(6399). doi:10.1126/science.aam5324.
- Goglio, P., Smith, W. N., Grant, B. B., Desjardins, R. L., Gao, X., Hanis, K., Tenuta, M., Campbell, C.A., McConkey, B.G., Nemecek, T., Burgess, P.J., Williams, A. G. (2017). A comparison of methods to quantify greenhouse gas emissions of cropping systems in LCA. *J. Clean. Prod.*, 172: 4010–4017. doi:10.1016/j.jclepro.2017.03.133
- Gonzalez Fischer, C., Garnett, T. (2016). Plates, pyramids, planet. Food and Agriculture Organization of the United Nations and The Food Climate Research Network.
- González, N., Marquès, M., Nadal, M., Domingo, J. L. (2020). Meat consumption: Which are the current global risks? A review of recent (2010–2020) evidences. *Food Res. Int.*, 137(May): 109341. doi:10.1016/j.foodres.2020.109341.
- Greger, M. (2007). The human/animal interface: Emergence and resurgence of zoonotic infectious diseases. *Crit. Rev. Microbiol.*, 33(4): 243–299. doi:10.1080/10408410701647594.
- Hamilton, M.N., Ewing, C.E. (2000). Food coloring composition. CA2314727C.
- Hao, H., Cheng, G., Iqbal Z., Ai, X., Hussain, H.I., Huang, L., Dai, M., Wang, Y., Liu, Z., Yuan, Z. (2014). Benefits and risks of antimicrobial use in food-producing animals. *Front. Microbiol.* 5:288. doi: 10.3389/fmicb.2014.00288.

- Haque, M. A., Timilsena, Y. P., Adhikari, B. (2016). *Food Proteins, Structure, and Function*. In: *Reference Module in Food Science*, Elsevier. doi:10.1016/b978-0-08-100596-5.03057-2.
- Hoek, A. C., Luning, P. A., Weijzen, P., Engels, W., Kok, F. J., de Graaf, C. (2011). Replacement of meat by meat substitutes. A survey on person- and product-related factors in consumer acceptance. *Appetite*, 56(3): 662–673. doi:10.1016/j.appet.2011.02.001.
- Hoolohan, C., Berners-Lee, M., McKinstry-West, J., Hewitt, C. N. (2013). Mitigating the greenhouse gas emissions embodied in food through realistic consumer choices. *Energy Policy*, 63: 1065–1074. doi:10.1016/j.enpol.2013.09.046.
- IPCC. 2013. Summary for policymakers. In: Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., Midgley, P.M., editors. *Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge (UK)/New York (NY): Cambridge University Press; p. 1535. Available from [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WGIAR5\\_SPM\\_brochure\\_en.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WGIAR5_SPM_brochure_en.pdf)
- Jackson, J., Williams, R., McEvoy, M., MacDonald-Wicks, L., Patterson, A. (2016). Is higher consumption of animal flesh foods associated with better iron status among adults in developed countries? A systematic review. *Nutrients*, 8(2): 1–27. doi:10.3390/nu8020089.
- Jones, B. A., Grace, D., Kock, R., Alonso, S., Rushton, J., Said, M. Y., McKeever, D., Mutuab, F., Youngb, J., McDermottb, J., Pfeiffer, D. U. (2013). Zoonosis emergence linked to agricultural intensification and environmental change. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 110(21): 8399–8404. doi:10.1073/pnas.1208059110.
- Katare, B., Wang, H. H., Lawing, J., Hao, N., Park, T., Wetzstein, M. (2020). Toward Optimal Meat Consumption. *Am. J. Agric. Econ.*, 102(2): 662–680. doi:10.1002/ajae.12016.
- Khachatourians, G.G. (1998). Agricultural use of antibiotics and the evolution and transfer of antibiotic-resistant bacteria. *Can. Med. Assoc. J.*, 159: 1129–1136.
- Kim, B. F., Santo, R. E., Scatterday, A. P., Fry, J. P., Synk, C. M., Cebron, S. R., Mekonnene, M. M., Hoekstra, A. Y., de Peeh, S., Bloema, M. W., Neffa, R. A., Nachman, K. E. (2020). Country-specific dietary shifts to mitigate climate and water crises. *Glob. Environ. Chang.*, 62: 101926. doi:10.1016/j.gloenvcha.2019.05.010.
- Klein E., Mumm C. (2019). *Etin geleceği belgeseli*. Netflix Portal.
- Kristensen, M. D., Bendsen, N. T., Astrup, A., Raben, A. (2016). Vegetable sources of protein (legumes) are more satiating than animal sources of protein (veal and pork) – an acute meal test study. *Am. J. Clin. Nutr.*, 60: 1–23. doi:10.3402/fnr.v60.32634.
- Kumar, P., Chatli, M. K., Mehta, N., Singh, P., Malav, O. P., Verma, A. K. (2017). Meat analogues: Health promising sustainable meat substitutes. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 57(5): 923–932. doi:10.1080/10408398.2014.939739.
- Kyed, M. H., Rusconi, P. (2009). Protein composition for meat products or meat analog products. US20090208633A1.
- Ladjal-Ettoumi, Y., Boudries, H., Chibane, M., Romero, A. (2016). Pea, chickpea and lentil protein isolates: Physicochemical characterization and emulsifying properties. *Food Biophys.*, 11(1): 43–51. doi:10.1007/s11483-015-9411-6.
- Lelieveld, J., Evans, J. S., Fnais, M., Giannadaki, D., Pozzer, A. (2015). The contribution of outdoor air pollution sources to premature mortality on a global scale. *Nature*, 525(7569): 367–371. doi:10.1038/nature15371.
- Leutgeb, K. (2015). Microbial examination of raw and extruded products for the production of a vegetarian meat analogue. Master Thesis, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Austria, 104 p.
- Librán, C. M., Castro, S., Lagaron, J. M. (2017). Encapsulation by electrospray coating atomization of probiotic strains. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, 39: 216–222. doi:10.1016/j.ifset.2016.12.013.

- Lu, H., Stratton, C. W., Tang, Y. W. (2020). Outbreak of pneumonia of unknown etiology in Wuhan, China: The mystery and the miracle. *J. Med. Virol.*, 92(4): 401–402. doi:10.1002/jmv.25678.
- Malav, O. P., Talukder, S., Gokulakrishnan, P., Chand, S. (2015). Meat Analog: A Review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 55(9): 1241–1245. doi:10.1080/10408398.2012.689381.
- Maurya, A. K., Said, P. P. (2014). Extrusion Processing on physical and chemical properties of protein rich products-an overview. *J. Bioresour. Eng. Technol.*, 2(4): 61–67.
- McLaughlin, D. K. W. (2015). Food security and sustainable resource management. *Water Resour. Res.*, 51: 4966–4985. doi:10.1002/2015WR017053.
- Mekonnen, M. M., Hoekstra, A. Y. (2016). Sustainability: Four billion people facing severe water scarcity. *Sci. Adv.*, 2(2): 1–7. doi:10.1126/sciadv.1500323.
- Moudgil, P., Bedi, J.S., Moudgil, A.D., Gill, J.P.S., Aulakh, R.S. (2018). Emerging issue of antibiotic resistance from food producing animals in India: Perspective and legal framewor. *Food Rev. Int.*, 34:5, 447-462, doi: 10.1080/87559129.2017.1326934.
- Nakata, T., Kyoui, D., Takahashi, H., Kimura, B., Kuda, T. (2017). Inhibitory effects of soybean oligosaccharides and water-soluble soybean fibre on formation of putrefactive compounds from soy protein by gut microbiota. *Int. J. Biol. Macromol.*, 97: 173–180. doi:10.1016/j.ijbiomac.2017.01.015.
- Nawrocka, A., Szymańska-Chargot, M., Miś, A., Wilczewska, A. Z., Markiewicz, K. H. (2017). Aggregation of gluten proteins in model dough after fibre polysaccharide addition. *Food Chem.*, 231: 51–60. doi:10.1016/j.foodchem.2017.03.117.
- Newton, R., Telfer, T., Little, D. (2014). Perspectives on the utilization of aquaculture coproduct in Europe and Asia: Prospects for value addition and improved resource efficiency. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 54(4): 495–510. doi:10.1080/10408398.2011.588349.
- Nieuwland, M., Geerdink, P., Brier, P., Van Den Eijnden, P., Henket, J. T. M. M., Langelaan, M. L. P., Stroeks, N., van Deventer H. C., Martin, A. H. (2014). Reprint of “food-grade electrospinning of proteins”. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, 24(2013): 138–144. doi:10.1016/j.ifset.2014.07.006.
- Şahin, G., Onurbaş, A.A. (2016). Tarımsal Üretimde Sera Gazları ve Karbon Ayak İzi. *Tarım Makinaları Bilim. Derg.*, 12(3): 157–162.
- Orcutt, M.W., Sandoval, A., Mertle, T.J., Mueller, I., Altemueller, P.A., Downey, J. (2008). Meat compositions comprising colored structured protein products. US20080260913A1.
- Osen, R., Schweiggert-Weisz, U. (2016). High-moisture extrusion: Meat analogues. In: *Reference Module in Food Science*, Elsevier. doi:10.1016/b978-0-08-100596-5.03099-7.
- Pearson, A. M. (ed.). (2012). Composition and structure. In *Meat and Muscle Biochemistry*, Academic Press, the UK, pp. 1– 33.
- Poore, J. ve Nemecek, T. (2018). Reducing food’s environmental impacts through producers and consumers. *Science*, 360(6392): 987–992. doi:10.1126/science.aag0216.
- Post, M. J. (2012). Cultured meat from stem cells: Challenges and prospects. *Meat Sci.*, 92(3): 297–301. doi:10.1016/j.meatsci.2012.04.008.
- Redl, A., Feneuil, A., Vogel, F. (2015). An inclusion containing proteinaceous meat analogue having an improved texture and an extended shelf-life. WO2016035059A2.
- Resurreccion, A. V. A. (2004). Sensory aspects of consumer choices for meat and meat products. *Meat Sci.*, 66(1): 11–20. doi:10.1016/S0309-1740(03)00021-4.
- Riaz, M.N. (2004). Texturized soy protein as an ingredient. In: *Proteins in Food Processing*, Yada, R.Y. (ed.), Woodhead Publishing, The UK, pp. 517–558.
- Riaz, M.N. (2011). Texturized vegetable proteins. In: *Handbook of Food Proteins*, Phillips, G., Williams,



- P. (ed.), Woodhead Publishing, The UK, pp. 395-418.
- Ritchie, H., Reay, D. S., Higgins, P. (2018). The impact of global dietary guidelines on climate change. *Glob. Environ. Chang.*, 49: 46–55. doi:10.1016/j.gloenvcha.2018.02.005.
- Rolan, T., Mueller, I., Mertle, T.J., Swenson, K., Conley, C., Orcutt, Mac, W., Mease, L. (2008). Ground meat and meat analog compositions having improved nutritional properties. US20080268112A1; WO2008083117A2.
- Röös, E., Bajželj, B., Smith, P., Patel, M., Little, D., Garnett, T. (2017). Greedy or needy? Land use and climate impacts of food in 2050 under different livestock futures. *Glob. Environ. Chang.*, 47: 1–12. doi:10.1016/j.gloenvcha.2017.09.001.
- Sadhukhan, J., Dugmore, T. I. J., Matharu, A., Martinez-Hernandez, E., Aburto, J., Rahman, P. K. S. M., Lynch, J. (2020). Perspectives on “game changer” global challenges for sustainable 21st century: Plant-based diet, unavoidable food waste biorefining, and circular economy. *Sustain.*, 12(5). doi:10.3390/su12051976.
- Sagoo, S. K., Little, C. L., Greenwood, M., Mithani, V., Grant, K. A., McLauchlin, J., E. de Pinna, E., Threlfall, E. J. (2009). Assessment of the microbiological safety of dried spices and herbs from production and retail premises in the United Kingdom. *Food Microbiol.*, 26(1): 39–43. doi:10.1016/j.fm.2008.07.005.
- Säll, S., Gren, I. M. (2015). Effects of an environmental tax on meat and dairy consumption in Sweden. *Food Policy*, 55: 41–53. doi:10.1016/j.foodpol.2015.05.008.
- Schösler, H., de Boer, J., Boersema, J. J. (2012). Can we cut out the meat of the dish? Constructing consumer-oriented pathways towards meat substitution. *Appetite*, 58(1): 39–47. doi:10.1016/j.appet.2011.09.009.
- Schwartz, J. M., Solé, V., Guéguen, J., Ropers, M. H., Riaublanc, A., Anton, M. (2015). Partial replacement of  $\beta$ -casein by napin, a rapeseed protein, as ingredient for processed foods: Thermoreversible aggregation. *LWT - Food Sci. Technol.*, 63(1): 562–568. doi:10.1016/j.lwt.2015.03.084.
- Semba, R. D. (2016). The rise and fall of protein malnutrition in global health. *Ann. Nutr. Metab.*, 69(2): 79–88. doi:10.1159/000449175.
- Sha, L., Xiong, Y. L. (2020). Plant protein-based alternatives of reconstructed meat: Science, technology, and challenges. *Trends Food Sci. Technol.*, 102: 51–61. doi:10.1016/j.tifs.2020.05.022.
- Shereen, M. A., Khan, S., Kazmi, A., Bashir, N., Siddique, R. (2020). COVID-19 infection: Origin, transmission, and characteristics of human coronaviruses. *J. Adv. Res.*, 24: 91–98. doi:10.1016/j.jare.2020.03.005.
- Singhal, A., Karaca, A. C., Tyler, R., Nickerson, M. (2016). Pulse proteins: From processing to structure-function relationships. In: *Grain Legumes*, Goyal, A. K. (ed.), Intech, pp. 55-79. doi:10.5772/64020.
- Tamburino, L., Bravo, G., Clough, Y., Nicholas, K. A. (2020). From population to production: 50 years of scientific literature on how to feed the world. *Glob. Food Sec.*, 24. doi:10.1016/j.gfs.2019.100346.
- UN, (2017). United Nations, Department of Economic and Social Affairs, *World Population Prospects: The 2017 Revision* (No: ESA/P/WP/248). *Key Find. Adv. Tables*. [https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/files/wpp2017\\_keyfindings.pdf](https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/files/wpp2017_keyfindings.pdf).
- Van Boeckel, T. P., Brower, C., Gilbert, M., Grenfell, B. T., Levin, S. A., Robinson, T. P., Teillant, A., Laxminarayan, R. (2015). Global trends in antimicrobial use in food animals. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 112(18): 5649–5654. doi:10.1073/pnas.1503141112.
- Van Der Goot, A. J., Pelgrom, P. J. M., Berghout, J. A. M., Geerts, M. E. J., Jankowiak, L., Hardt, N. A., Keijer, J., Schutyser, M.A.I., Nikiforidis, C.V., Boom, R. M. (2016). Concepts for further sustainable production of foods. *J. Food Eng.*, 168: 42–51. doi:10.1016/j.jfoodeng.2015.07.010.
- Varadan, R., Solomatin, S., Holz-Schietinger, C., Cohn, E., Klapholz-Brown, A., Shiu, J.W.-Y.,

Kale, A., Karr, J., Fraser, R. (2015). Ground meat replicas. WO2015153666A1.

Vrljic, M., Solomatin, S., Fraser, R., O'reilly Brown, P., Karr, J., Holz-Schietinger, C., Eisen, M., Varadan, R. (2015). Methods and compositions for consumables. US20150305390A1.

Wang, C., Horby, P. W., Hayden, F. G., Gao, G. F. (2020). A novel coronavirus outbreak of global health concern. *Lancet*, 395(10223): 470–473. doi:10.1016/S0140-6736(20)30185-9.

WCRF/AICR. (2018). World Cancer Research Fund / American Institute for Cancer Research.

Continuous Update Project Expert Report 2018. Meat, fish and dairy products and the risk of cancer. Available at [dietandcancerreport.org](http://dietandcancerreport.org)

Wild, F. (2016). Manufacture of meat analogues through high moisture extrusion. In: *Reference Module in Food Science*, Elsevier. doi:10.1016/b978-0-08-100596-5.03281-9.

Zhang, X. M., Zhang, Y. B., Chi, M. H. (2016). Soy protein supplementation reduces clinical indices in type 2 diabetes and metabolic syndrome. *Yonsei Med. J.*, 57(3): 681–689. doi:10.3349/ymj.2016.57.3.681.