



# YAPAY ET

Eray ARSLAN

Bursa Uludağ Üniversitesi, Keles Meslek Yüksekokulu, Gıda Teknolojisi  
Bölümü, Bursa, Türkiye  
arslaneray40@gmail.com



## ÖZET

Son dönemde, yeryüzündeki nüfus artışına karşılık kısıtlı kaynaklara sahip olmamız, insanoğlunu beslenme için yeni kaynak arayışlarına yönlendirmiştir. Proteinin insan gelişimi ve beslenmesindeki önemi göz önünde bulundurulduğunda, bu arayışın odağını, yapay et çalışmaları oluşturmaktadır.

Geleneksel ete alternatif Frederick Edwin Smith ve Winston Churchill ilk kez 1930'lu yıllarda ortaya çıkmış bir fikir olup, günümüzde en çok bilinen prototip, 2013 yılında farmakolog Dr. Mark Post tarafından geliştirilmiştir. Yapay et için aynı zamanda, *in-vitro*, sentetik, kültürlenmiş ve laboratuvar ortamında yetiştirilen et ifadeleri kullanılmaktadır. Bu üretiminde; hedef canlıların (inek, keçi, koyun, tavuk) kas dokusundan alınan kök hücreler, biyoteknolojik olarak uygun besi ortamında çoğaltılarak bireylerin tüketebileceği et özelliği taşıyan yapıya dönüştürülmektedir.

Yapay et üretiminin kontrollü ortamda üretilebilmesinin patojen gelişim riskini azaltarak daha sağlıklı ve güvenli bir üretim sağlayacağı, bu yolla mikrobiyel kaynaklı hastalıkların önenebileceği düşünülmektedir. Ayrıca, gelecekte suni gübre kullanımı ve sera gazı salınımı azaltmasını, canlıların daha acısız yaşayabilmesini mümkün kılması gibi olumlu yanlarının altı çizilmektedir. Buna rağmen, üretimin yapıldığı kültür ortamına bulaşma riskinin yüksek olması, insan beslenmesindeki etkilerinin uzun süreli olarak henüz ortaya konmamış olması gibi olumsuz durumlar da söz konusudur.

**Anahtar Kelimeler:** yapay et, *in vitro* et, kültürlenmiş et

Dünya nüfusu gün geçtikçe artmaktadır. Bu nüfusu besleyecek kaynaklar ise sınırlıdır. Bu nedenle çevreye zararı azaltarak artan nüfusu beslemek için alternatif protein kaynakları düşünülmektedir. Yapay et teknolojisi, laboratuvar ortamında hayvanlardan alınan hücre veya dokuların çeşitli yöntemlerle çoğaltılmasına dayanan bir teknolojidir. Yapay et teknolojilerinin gelişimi incelendiğinde:

1930'lu yıllar

Geleneksel ete bir alternatif olarak kültür eti fikri, Frederick Edwin Smith ve Winston Churchill tarafından tasarlanmıştır



1943

Rene Barjavel'in "Ravage" isimli romanında restoranlarda yapay et üretimine yer vermesi



1950'li yıllar

Willem van Eelen' in et ürünleri üretimi için doku kültürü kullanımı fikrini ortaya atması



1999

Willem van Eelen tarafından kültür ve kök hücre konseptinin patentinin alınması



2002

SymbioticA tarafından kurbağadan kas biyopsilerinin elde edilmesi ve geliştirilmesi



2002

Akvaryum balığından elde edilen kas dokusunun geliştirilmesi



2013

Dr. Mark Post tarafından dünyanın ilk *in vitro* et bazlı burgerinin üretimi

### Olumlu Yönde Bakış Açılırları:

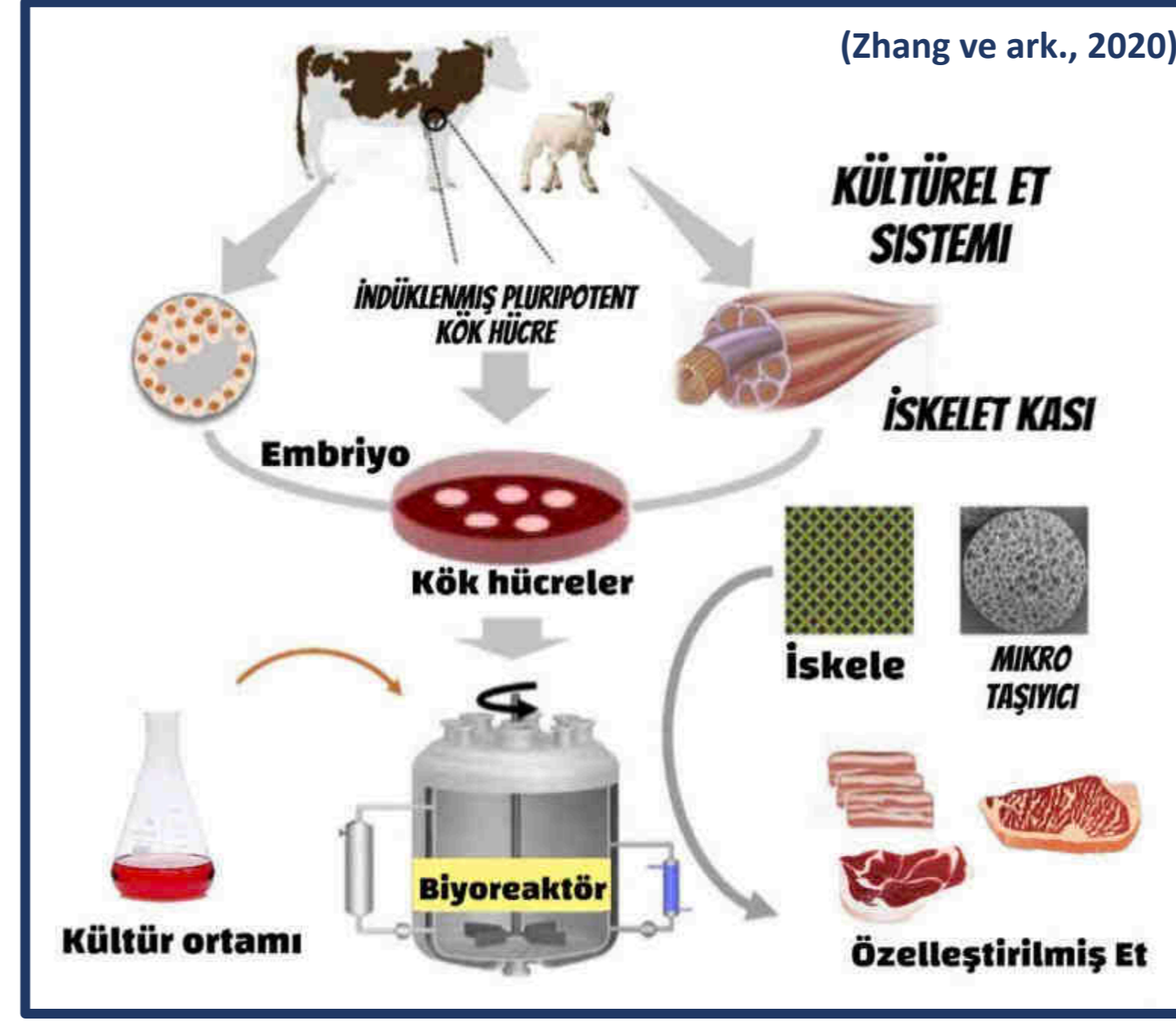
- Yüksek düzeyde kontrollü ortamda üretilen hücre kültürü/yapay et gıda kaynaklı patojen riskini azaltarak daha sağlıklı ve güvenli et üretimine olanak sağlayabilir. Yapay et üretim süreci ile etin mikrobiyolojik yükü ve bu mikroorganizmalardan kaynaklı bulaşma ve hastalık riskleri de azaltılabilecektir.
- Suni gübrelerin denize karışıp deniz canlılarını yok etmesinin de önüne geçileceği için gıda kirliliği de yüzde 94 azaltılacağı düşünülmektedir.
- Tavuk eti üretiminde de laboratuvar ortamında üretim, geleneksel yöntemlere göre yüzde 67 daha az yer kaplamaktadır.
- Geleneksel et üretim yöntemleri sadece "et üretme" görevi görmeyen yanı sıra, yoğun bir "bitkisel atık arıtma tesisi" olarak da çalışmaktadır; bu sayede bitkisel atıklardan kurtulabiliyoruz ve gübre üretmemiz mümkün olacaktır.

### Olumsuz Yönde Bakış Açılırları:

- Besi hayvanlarının kendi bağışıklık sistemleri, onları hastalıklara karşı koruyabilir; ancak besince zengin bir ortamda yetiştirilen hücre kültürlerinde böyle bir bağışıklık mevcut değildir ya da yok denecek kadar kısıtlıdır. Bu tür ortamlarda bakteriler, hayvan hücrelerinden çok daha hızlı çoğalabilirler ve kısa sürede kontaminasyona sebep olabilirler; bu nedenle bu tesislerin son derece steril olması gerekmektedir. Bu önemli bir risk teşkil etmektedir.
- Et üretim tesislerinin kapatılması sonucunda bu yan işleri yapabilecek farklı üretim teknikleri geliştirilmesi gerekli olacaktır ve bu süreç öngörülebilir olan ve olmayan çeşitli maliyetleri beraberinde getirmektedir.

### Kaynaklar

- Baş, A., Peksever, D., El, S. N., & Bornova, J. (2020). Sürdürülebilir Protein Kaynakları: Bitki, Böcek, Yapay Et ve Tek Hücre Proteinleri. *Journal of Integrative Agriculture*, 14(2), 241-248.
- Bhat, Z. F., Kumar, S., & Fayaz, H. (2015). In vitro meat production: Challenges and benefits over conventional meat production. *Journal of Integrative Agriculture*, 14(2), 241-248.
- Candoğan, K., & Özdemir, G. (2021). Sürdürülebilir Et Üretimi İçin Yenilikçi Yaklaşımlar. *Gıda*, 46(2), 408-427.
- Chiles, R. M. (2013). If they come, we will build it: in vitro meat and the discursive struggle over future agrofod expectations. *Agriculture and Human Values*, 30(4), 511-523.
- Chirki, S., & Hocquette, J. F. (2020). The myth of cultured meat: a review. *Frontiers in nutrition*, 7, 7.
- Muslu, M. (2021). Yapay Et (Sentetik Et-Kültür Eti), Küresel Protein Gereksinimi İçin Alternatif Bir Kaynak Olabilir Mi. In *4th International Health Sciences and Life Congress Full Text Book-1 içinde* (339-348 ss). Bursa, Türkiye.
- Sürek, E., & Uzun, P. (2020). Geleceğin Alternatif Protein Kaynağı: Yapay Et. *Akademik Gıda*, 18(2), 209-216.
- Tuomisto, H. L. (2019). The eco-friendly burger: Could cultured meat improve the environmental sustainability of meat products? *EMBO Reports*, 20, e47395.Yetim, H., & Tekiner, I. H. (2020). Alternatif protein kaynaklarından yapay et üretimi kavramına eleştirel bir bakış. *Helal ve Etik Araştırmalar Dergisi*, 2(2), 85-100.
- Zhang, G., Zhao, X., Li, X., Du, G., Zhou, J., & Chen, J. (2020). Challenges and possibilities for bio-manufacturing cultured meat. *Trends in Food Science & Technology*.
- Zhang, L., Hu, Y., Badar, I. H., Xia, X., Kong, B., & Chen, Q. (2021). Prospects of artificial meat: Opportunities and challenges around consumer acceptance. *Trends in Food Science & Technology*, 116, 434-444.



## ÜRETİM YÖNTEMLERİ

### Hücre Kültürü

Yapı iskelesi metodu olarak da bilinen yöntem; sığır, koyun gibi bir çiftlik hayvanının embriyosundan embriyonik miyoblastın veya hayvanın kas biyopsisinden yetişkin iskelet kas hücrelerinin izole edilmesini ve biyoreaktör içinde bir iskeleye veya kolajen örgüsü gibi bir taşıyıcıya tutturularak, bitki kökenli büyüme ortamında haftalar veya aylar boyunca bölünerek çoğalması sağlanır. Çoğalabilecek ve ayrıca fonksiyonel iskelet kası dokusuna farklılaşabilecek bir hücre kaynağı gerekmektedir. Hücrelerin kasın gelişimine izin veren üç boyutlu matrikse yerleştirilmesi gereklidir. Bu ortamda besin maddelerinin taşınımı sağlanır. Son olarak kas hücreleri, çeşitli et ürünlerine işlenebilecek fonksiyonel kas lifleri elde etmek için biyoreaktöre yerleştirilir. Kök hücreleri birleşerek miyotüpleri, miyotüpler de farklılaşarak miyofileri oluşturur. Elde edilen miyofiler işlenebilir, pişirilebilir ve emülsiyon veya et ürünü olarak tüketilebilir; fakat bu metot ile yüksek yapıda biftek gibi et ürünü üretmek mümkün değildir.

### Doku Kültürü

Küçük ölçekli et üretimi gerçekleştirilebilir. Potansiyel metot olarak Benjaminson'un 2002 yılında astronotlar için hayvan kas proteini yapmak amacıyla akvaryum balığından elde ettiği gibi kas dokunun kullanılmasıdır. Balığın doku dilimleri kıyılmış, santrifüj edilmiş ve petri kutusuna yerleştirilip 7 gün boyunca büyütülmüştür. Elde edilen et duysal panele sunulmuş, yenilmediği halde görünüş ve koku bakımından geleneksel yöntem ile üretilen ete oldukça fazla benzediği için panelistleri etkilemeyi başarmıştır.

### Diğer Yöntemler

Hücre kültürü ve doku kültürü teknikleri ile öğütülmüş yumuşak etin farklı versiyonları üretilebilir; fakat bu teknikler kıvam, damarlanma, mozaiklenme (kas içi yağlanma) gibi özellikleri sağlamada başarısız olabilmektedir. Organ yazımı organların üretimi ve nakli için yeni bir tekniktir. Belge yazmak için mürekkep yazıcıları kullanıldığı yazım teknolojisinin prensiplerini kullanılmaktadır. Bu teknik temel olarak herhangi bir şeklin üç boyutlu yapısını yaratmak için birleşen canlı hücrelerin tabaka üzerine püskürtülmesine dayanmaktadır. Bu nedenle organın sadece basit hücresel yapısı değil, kan akışını sağlayan damarlanma, ve tat ve yapıyı sağlayan mozaikleşmesi de sağlanabilir.

## Sonuç

İnsan ve insan hayatının sürekli değişimi, nüfusu artışı, değişen tüketici istekleri, sera gazları, tarım arazileri ve tahıl ürünlerinin kullanımının artışı gibi kaygılarla karşı karşıyayız. Önümüzdeki süreçte bu değişimler giderek artacak önümüzdeki ve endişenin doğru olduğunu gösterecektir. Dünya nüfusu artışı baz alındığında mevcut et üretiminin de yetersiz olacağı öngörülmektedir. Alternatif et fikrinin sürdürülebilir bir besin kaynağı sayılabilmesi ve insan hayatına girebilmesi için, gıda güvenliği ve yasal üretim prosedürlerinin belirlenmesi, lezzet kriterlerinin sağlanması, risk analizlerinin yapılması, gerekli yasal mevzuatların oluşturulması gerekmektedir. Geleneksel et üretimine alternatif olarak "yapay et" üretimine geçiş bir çıkış olarak düşünülse de, üretim için ileri düzey laboratuvarların gerekmesi, maliyetin yüksek olmasının yanı sıra tüketicinin lezzet kaybı endişesi, güvenilirliği konusundaki endişeleri bu değişimin çabucak insan hayatına giremeyeceğini göstermektedir.