



Türk Turizm Araştırmaları Dergisi

2026, 10(3): 275-298.

<https://doi.org/10.26677/TR1010.2026.1686>

ISSN: 2587-0890 Dergi web sayfası: <https://www.tutad.org>



ARAŞTIRMA MAKALESİ

Sürdürülebilir Gastronomide Dijital Dönüşüm: 3B Gıda Yazıcıları Üzerine Bibliyometrik Bir Değerlendirme

Dr. Öğr. Üyesi Özge ÇAYLAK DÖNMEZ, Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, İktisadi, İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Adana, e-posta: çaylakozge.01@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9394-5139>

Öz

Bu çalışmada, 3B gıda yazıcılarının atıksız mutfak ve sürdürülebilir gastronomi bağlamındaki rolünün sistematik literatür incelemesi ve bibliyometrik analiz yöntemiyle değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın veri seti, 2016–2026 yılları arasında Web of Science Core Collection veri tabanında yayımlanan çalışmalar üzerinden oluşturulmuş, PRISMA akış mantığı doğrultusunda elenmiş ve VOSviewer programı aracılığıyla analiz edilmiştir. Çalışmada atıf, anahtar kelime birlikte görülme, bibliyografik eşleşme, ülke ve yazar ortak atıf analizleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgularla; literatürün gıda tasarımı, yazdırılabilirlik, reolojik uygunluk, gıda mürekkebi, kişiselleştirilmiş beslenme ve sürdürülebilirlik temaları etrafında yoğunlaştığı tespit edilmiştir. Ayrıca 3B gıda yazıcılarının gıda atıklarını doğrudan ortadan kaldıran bir teknoloji olmaktan ziyade, yan ürünleri katma değerli ürünlere dönüştürebilen tamamlayıcı bir araç olduğu belirlenmiştir. Yazdırılabilirlik, gıda güvenliği, tüketici kabulü, maliyet, hijyen ve baskı hızı gibi temel sınırlılıklar belirlenmiş; ancak bu teknolojinin yan ürün valorizasyonu, porsiyon kontrolü ve gastronomik yaratıcılığı destekleyen yenilikçi bir araç olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: 3B Gıda, Atıksız Mutfak, Sürdürülebilir Gastronomi, Gıda Atığı, Bibliyometrik Analiz, VOSviewer

Makale Gönderme Tarihi: 15.06.2026

Makale Kabul Tarihi: 04.09.2026

Önerilen Atıf:

Çaylak Dönmez, Ö. (2026). Sürdürülebilir Gastronomide Dijital Dönüşüm: 3B Gıda Yazıcıları Üzerine Bibliyometrik Bir Değerlendirme, *Türk Turizm Araştırmaları Dergisi*, 10(3): 275-298.



Journal of Turkish Tourism Research

2026, 10(3): 275-298.

<https://doi.org/10.26677/TR1010.2026.1686>

ISSN: 2587-0890 Journal Homepage: <https://www.tutad.org>



RESEARCH PAPER

Digital Transformation in Sustainable Gastronomy: A Bibliometric Assessment of 3D Food Printing

Assistant Prof. Dr. Özge ÇAYLAK DÖNMEZ, Adana Alparslan Türkeş University of Science and Technology, Faculty of Economics, Administrative and Social Sciences, Adana, e-mail: caylakozge.01@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9394-5139>

Abstract

This study aimed to evaluate the role of 3D food printers in zero-waste kitchens and sustainable gastronomy through a systematic literature review and bibliometric analysis. The dataset was compiled from studies published in the Web of Science Core Collection database (2016–2026), screened in accordance with the PRISMA flow diagram, and analyzed via VOSviewer. Citation, keyword co-occurrence, bibliographic coupling, author co-citation, and country-level analyses were conducted. The findings revealed that the literature is centered on food design, printability, rheological properties, food ink, personalized nutrition, and sustainability. Furthermore, 3D food printers were determined to be a complementary tool for upcycling edible by-products into value-added products rather than a technology that directly eliminates waste. Despite key limitations such as printability, food safety, consumer acceptance, cost, hygiene, and printing speed, it was concluded that this technology serves as an innovative tool supporting by-product valorization, portion control, sustainable menu design, and culinary creativity.

Keywords: 3D Food, Zero-Waste Kitchen, Sustainable Gastronomy, Food Waste, Bibliometric Analysis, Vosviewer.

Received: 15.06.2026

Accepted: 04.09.2026

Suggested Citation:

Çaylak Dönmez, Ö. (2026). Digital Transformation in Sustainable Gastronomy: A Bibliometric Assessment of 3D Food Printing, *Journal of Turkish Tourism Research*, 10(3): 275-298.

GİRİŞ

Gıda atığı, günümüzde sürdürülebilir gıda sistemleri ve gastronomi alanının en önemli sorunlarından biri olarak değerlendirilmektedir. Küresel ölçekte gıda üretimi; su, enerji, toprak, emek ve lojistik gibi çok sayıda kaynağın kullanımını gerektirmesine rağmen, üretilen gıdanın önemli bir bölümü tüketiciye ulaşmadan ya da tüketim aşamasında kayba veya atığa dönüşmektedir. Gıda kaybı ve atığı, ekonomik kayıpların yanı sıra sera gazı emisyonları, doğal kaynakların verimsiz kullanımı, gıda güvencesizliği, biyoçeşitlilik kaybı ve sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle doğrudan ilişkili çok boyutlu bir problem alanı oluşturmaktadır (FAO, 2019; Schanes vd., 2018; UNEP, 2024). Özellikle restoranlar, oteller, toplu yemek işletmeleri ve hane halkı düzeyindeki tüketim pratikleri, gıda atığının görünür hâle geldiği temel alanlar arasında yer almakta, aynı zamanda kaynak verimliliği ve çevresel sorumlulukla da ilişkilendirilmektedir (Filimonau ve De Coteau, 2019; Jurgilevich vd., 2016).

Son yıllarda sürdürülebilir gastronomi, atıksız mutfak ve döngüsel ekonomi yaklaşımları, gıda atığını azaltmaya yönelik kuramsal ve uygulamalı tartışmaların merkezine yerleşmiştir. Atıksız mutfak yaklaşımı; atığın oluşmadan önce önlenmesini, yenilebilir yan ürünlerin değerlendirilmesini, porsiyon kontrolünün sağlanmasını ve üretim süreçlerinin döngüsel biçimde yeniden tasarlanmasını amaçlamaktadır (Ghisellini vd., 2016; Geissdoerfer vd., 2017; Kirchherr vd., 2017). Bu bağlamda 3B gıda yazıcıları, yenilebilir materyallerin dijital tasarıma dayalı olarak katmanlar hâlinde şekillendirilmesini sağlayan yenilikçi bir üretim teknolojisi olarak dikkat çekmektedir. Literatürde 3B gıda baskısı; kişiselleştirilmiş beslenme, tekstürü değiştirilmiş gıdalar, yaratıcı tabak sunumları, alternatif protein kullanımı, gıda mürekkebi formülasyonu ve gıda atıklarının yeniden değerli ürüne dönüştürülmesi gibi temalarla ilişkilendirilmektedir (Dankar vd., 2018; Godoi vd., 2016; Liu, Zhang, Bhandari ve Wang, 2017; Varvara vd., 2021; Zhong vd., 2023; Çaylak Dönmez, 2026).

Bununla birlikte mevcut literatürde 3B gıda yazıcılarının atıksız mutfak paradigmasıyla ilişkisi henüz yeterince bütüncül biçimde ele alınmamıştır. Çalışmaların önemli bir bölümü yazdırılabilirlik, reolojik özellikler, baskı hassasiyeti, nozul çapı, viskozite, gıda mürekkebi stabilitesi ve son ürün tekstürü gibi teknik parametrelere odaklanmaktadır (Liu, Zhang ve Bhandari, 2017; Pulatsu ve Lin, 2021; Vancauwenberghe vd., 2018). Buna karşılık profesyonel mutfaklarda uygulanabilirlik, restoran ölçeğinde operasyonel entegrasyon, menü tasarımındaki karşılığı, tüketici kabulü, gıda güvenliği, etik etiketleme ve atık bazlı gıda algısı gibi gastronomi merkezli konuların daha sınırlı tartışıldığı görülmektedir (Brunner vd., 2018; Feng vd., 2022; Lupton ve Turner, 2018; Manstan ve McSweeney, 2020). Ayrıca gıda atığı veya yan ürün temelli bileşenlerin 3B baskı yoluyla değerlendirilebilmesi için bu materyallerin mikrobiyolojik açıdan güvenli, duyuşal açıdan kabul edilebilir ve teknolojik açıdan yazdırılabilir olması gerekmektedir (Jagadiswaran vd., 2021; Muthurajan vd., 2021; Saha vd., 2025; Çaylak Dönmez, 2026).

Bu çalışma, 3B gıda yazıcılarının atıksız mutfak ve sürdürülebilir gastronomi bağlamındaki rolünü yalnızca teknolojik bir yenilik perspektifinden değil, gıda atığı önleme, yenilebilir yan ürün valorizasyonu, porsiyon standardizasyonu, kişiselleştirilmiş beslenme, tüketici kabulü ve profesyonel mutfak entegrasyonu boyutlarıyla bütüncül biçimde değerlendirmektedir. Bu yönüyle çalışma, mevcut literatürde ağırlıklı olarak yazdırılabilirlik, reoloji ve gıda mürekkebi formülasyonu gibi teknik parametreler etrafında ele alınan 3B gıda baskısı tartışmasını gastronomi işletmeleri, atıksız mutfak uygulamaları ve döngüsel ekonomi perspektifiyle ilişkilendirmektedir. Çalışmanın özgün katkısı, 3B gıda yazıcılarını gıda atığını doğrudan ortadan kaldıran bağımsız bir çözüm olarak değil; belirli koşullar altında yan ürünlerin yeniden gastronomik değere dönüştürülmesini, porsiyon kontrolünü, sürdürülebilir menü tasarımını ve

kişiselleştirilmiş üretimi destekleyen tamamlayıcı bir gastronomi teknolojisi olarak konumlandırmasıdır.

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Sürdürülebilir Gastronomi ve Atıksız Mutfak

Sürdürülebilir gastronomi, gıdanın yalnızca tüketim nesnesi olarak değil; üretim, tedarik, hazırlama, sunum, tüketim ve atık yönetimi süreçleriyle birlikte ele alındığı bütüncül bir yaklaşımı ifade etmektedir (Schanes vd., 2018; Jurgilevich vd., 2016). Bu yaklaşımda gastronomik değer; lezzet, estetik ve kültürel kimlik kadar çevresel sorumluluk, kaynak verimliliği, yerel üretim, mevsimsellik ve toplumsal fayda ile de ilişkilidir (Schanes vd., 2018). Gıda üretiminde kullanılan su, enerji, toprak, emek ve lojistik kaynaklarının önemli bir kısmının gıda kaybı ve atığı nedeniyle boşa gitmesi, gastronomi alanında sürdürülebilirlik tartışmalarını daha görünür hâle getirmiştir. Bu nedenle sürdürülebilir gastronomi, mutfak uygulamalarını çevresel etkilerden bağımsız değerlendirmeyen aksine gıdanın kaynağından tabağa ve tabaktan atık yönetimine kadar uzanan tüm zinciri dikkate alan bir paradigma olarak değerlendirilmektedir (FAO, 2019; FAO, 2026; UNEP, 2024). Sürdürülebilirlik bağlamında atıksız mutfak konusu eğitim noktasında da lokomotif görevi görmektedir. Gerek ulusal tezler veya uluslararası çalışmalar ele alındığında gastronominin yemek hizmeti sonrası sürecinin önemli olduğu bilinmektedir (Şeyhanlıoğlu, 2023; Çakır ve Altın, 2025; Sonder vd., 2026).

Atıksız mutfak, sürdürülebilir gastronominin uygulama boyutlarından biri olarak öne çıkmaktadır. Bu yaklaşım, atığın oluşmadan önce önlenmesini ve yenilebilir yan ürünlerin yeniden gastronomik değere dönüştürülmesini amaçlamaktadır (Filimonau ve De Coteau, 2019). Profesyonel mutfaklarda atıksızlık; doğru satın alma, stok kontrolü, bütüncül ürün kullanımı, porsiyon standardizasyonu, artan ürünlerin yeniden reçetelendirilmesi, fermantasyon, kurutma, kompostlama ve menü tasarımının kaynak verimli biçimde planlanması gibi uygulamalarla ilişkilidir. Bu bağlamda atıksız mutfak, yalnızca çevresel bir sorumluluk olmanın ötesinde maliyet yönetimi, marka itibarı, etik tüketim ve yaratıcı gastronomi açısından da stratejik bir yaklaşımdır (Jurgilevich vd., 2016; Schanes vd., 2018).

Döngüsel Ekonomi ve Gıda Atığı Valorizasyonu

Döngüsel ekonomi, doğrusal üretim ve tüketim modeline karşı geliştirilen bir sürdürülebilirlik yaklaşımıdır. Doğrusal modelde kaynaklar alınmakta, ürüne dönüştürülmekte, tüketilmekte ve atık olarak sistem dışına çıkarılmaktadır. Döngüsel ekonomi ise atık oluşumunu tasarım aşamasında azaltmayı, ürün ve materyalleri mümkün olan en yüksek değer düzeyinde sistem içinde tutmayı ve doğal sistemleri yenilemeyi hedeflemektedir (Ellen MacArthur Foundation, 2019; Geissdoerfer vd., 2017). Bu yaklaşım gıda sistemlerine uygulandığında, gıda atığı yalnızca bertaraf edilmesi gereken bir sorun olarak değil, yeni ürünler, biyomalzemeler, yem, gübre, enerji veya fonksiyonel gıda bileşenleri için potansiyel kaynak olarak değerlendirilmektedir (Ghisellini vd., 2016; Kirchherr vd., 2017).

Gıda atığı valorizasyonu, gıda kaybı veya yan ürün olarak görülen materyallerin ekonomik, besinsel veya teknolojik açıdan daha değerli ürünlere dönüştürülmesi sürecidir. Meyve-sebze kabukları, posalar, kırık tahıllar, lifçe zengin fraksiyonlar, nişasta kaynakları, peynir altı suyu, tahıl kepekleri ve bitkisel protein yan ürünleri bu kapsamda değerlendirilebilir (Jagadiswaran vd., 2021; Muthurajan vd., 2021). Valorizasyon yaklaşımı, atıksız mutfak paradigması ile doğrudan ilişkilidir. Çünkü mutfak ve gıda endüstrisi kaynaklı yan ürünlerin “çöp” yerine

“ikincil hammadde” olarak görülmesini sağlar. 3B gıda baskı teknolojisi, bu ikincil hammaddelerin yeniden formüle edilerek estetik, fonksiyonel ve porsiyonlanabilir gıda ürünlerine dönüştürülmesinde yenilikçi bir araç olarak değerlendirilmektedir (Saha vd., 2025; Varvara vd., 2021).

3B Gıda Yazıcıları ve Dijital Gastronomi

3B gıda yazıcıları, yenilebilir materyallerin dijital tasarıma dayalı olarak katmanlar hâlinde şekillendirilmesini sağlayan katmanlı üretim teknolojileridir. Bu teknoloji, bilgisayar destekli tasarım ile gıda üretimini birleştirerek gıdanın form, boyut, geometri, doku ve porsiyon açısından kontrol edilebilmesine imkân tanımaktadır (Dankar vd., 2018; Godoi vd., 2016). Gıda baskısında ekstrüzyon temelli baskı, inkjet baskı, binder jetting ve seçici sinterleme gibi farklı yöntemler kullanılmakla birlikte, gastronomik uygulamalar açısından en yaygın ve uygulanabilir yöntemin ekstrüzyon temelli baskı olduğu görülmektedir. Bunun nedeni, püre, hamur, jel, çikolata, peynir, bitkisel protein karışımları ve lifçe zengin gıda mürekkeplerinin ekstrüzyon sistemlerine uyarlanabilmesidir (Liu vd., 2017; Zhong vd., 2023).

Dijital gastronomi bağlamında 3B gıda yazıcıları, şeflerin ve gıda tasarımcılarının reçete geliştirmeye ek olarak yapı, geometri ve duyuşal deneyim tasarlamasına olanak sağlamaktadır. Geleneksel mutfak tekniklerinde form ve doku çoğu zaman manuel beceri, kalıp kullanımı veya pişirme tekniğiyle sınırlıyken, 3B baskı teknolojisi ürünün katman yapısını, iç dolgu oranını, yüzey formunu ve porsiyon standardını dijital olarak kontrol edebilmektedir (Blutinger vd., 2023; Derossi vd., 2024). Bu özellik, kişiselleştirilmiş menüler, temalı tabak sunumları, deneyimsel gastronomi, çocuklara yönelik görsel tasarımlar, sağlık kurumları için özel dokulu gıdalar ve lüks restoranlarda özgün tabak mimarisi açısından önem taşımaktadır (Derossi vd., 2024; Lee, 2021; Zhu vd., 2023).

Yazdırılabilirlik, Gıda Mürekkebi ve Reolojik Uygunluk

3B gıda baskısında yazdırılabilirlik, bir gıda materyalinin nozuldan kontrollü biçimde çıkabilmesi, katmanlar hâlinde üst üste yerleşebilmesi ve baskı sonrasında hedeflenen formu koruyabilmesi anlamına gelmektedir (Liu, Zhang ve Bhandari, 2017). Bu nedenle bir hammaddenin yenilebilir olması, onun 3B yazıcıda kullanılabileceği anlamına gelmemektedir. Başarılı baskı için materyalin viskozite, elastikiyet, akış davranışı, su tutma kapasitesi, partikül boyutu, jel stabilitesi ve katmanlar arası bağlanma açısından uygun özellikler taşıması gerekir (Varvara vd., 2021). Özellikle posa, kabuk, lif ve yan ürün temelli hammaddelerde bu özellikler doğal olarak dengeli olmayabilir. Bu nedenle kurutma, öğütme, eleme, püreleştirme, hidrokoloid ilavesi veya protein-nişasta dengesi gibi formülasyon stratejileri önem kazanmaktadır (Muthurajan vd., 2021; Vancauwenberghe vd., 2018).

Gıda mürekkebi, 3B yazıcıda kullanılan yenilebilir formülasyonu ifade etmektedir. Atıksız mutfak bağlamında gıda mürekkebi, mutfak veya gıda endüstrisi kaynaklı yan ürünlerin yeniden değerli ürüne dönüştürülmesinde temel ara formdur. Örneğin patates kabuğu, üzüm posası, kırık buğday, sebze püreleri veya lifçe zengin bitkisel fraksiyonlar doğrudan tüketiciye sunulamayacak durumda olsa bile uygun işlem ve formülasyonla baskıya uygun karışımlara dönüştürülebilir (Jagadiswaran vd., 2021). Bu noktada yazdırılabilirlik yalnızca teknik bir parametre değil, atıksız mutfak uygulananabilirliğini belirleyen kritik eşiklerden biridir. Çünkü sürdürülebilirlik hedefiyle kullanılan yan ürünlerin güvenli, duyuşal olarak kabul edilebilir ve teknolojik olarak işlenebilir forma dönüştürülmesi gerekir (Muthurajan vd., 2021; Saha vd., 2025; Zhong vd., 2023).

Kişiselleştirilmiş Beslenme, Özel Diyetler ve Sosyal Sürdürülebilirlik

3B gıda baskısının en önemli kavramsal dayanaklarından biri kişiselleştirilmiş beslenmedir. Bu teknoloji, bireylerin yaş, sağlık durumu, enerji ihtiyacı, makro besin gereksinimi, yutma güçlüğü, alerji, sporcu beslenmesi veya özel diyet tercihlerine göre farklılaştırılmış ürünlerin geliştirilmesine olanak sağlamaktadır (Dankar vd., 2018; Lorenz vd., 2022). Gıdanın porsiyon miktarı, protein-lif içeriği, enerji yoğunluğu, doku düzeyi ve görsel formu dijital olarak tasarlanabildiğinde, üretim daha hassas ve birey odaklı hâle gelmektedir. Bu durum, sürdürülebilir gastronominin çevresel, toplumsal ve sağlıkla ilişkili boyutları bulunduğunu göstermektedir (Zhong vd., 2023; Zhu vd., 2023).

Disfaji, yaşlılık, nörolojik hastalıklar veya klinik bakım süreçleri nedeniyle özel dokuya sahip gıdalara ihtiyaç duyan bireyler için 3B gıda baskısı dikkat çekici bir uygulama alanı sunmaktadır. Geleneksel püre gıdalar besleyici olabilse de çoğu zaman görsel açıdan zayıf, monoton ve iştah azaltıcı olabilmektedir. 3B baskı teknolojisi, tekstürü değiştirilmiş gıdaların daha tanınabilir, estetik ve porsiyon kontrollü biçimlerde sunulmasına katkı sağlayabilir (Liu vd., 2021). Böylece gıdanın yalnızca besleyici değil, aynı zamanda psikolojik, duysal ve sosyal yönleri de desteklenebilir. Bu bağlamda 3B yazıcılar, atıksız mutfak paradigmasının yanında bakım gastronomisi, hastane mutfakları ve yaşlı beslenmesi gibi sosyal sürdürülebilirlik alanlarına da katkı sunabilecek bir teknoloji olarak değerlendirilebilir (Kouzani vd., 2017; Lorenz vd., 2022; Zhu vd., 2023).

Tüketici Kabulü, Gıda Güvenliği ve Etik İletişim

3B baskılı gıdaların gastronomik başarısı yalnızca teknolojik uygulanabilirlikle açıklanamamaktadır. Tüketici kabulü, güven, doğallık algısı, lezzet beklentisi, görsel çekicilik ve teknolojiye yönelik tutum da belirleyici değişkenlerdir. Tüketiciler 3B baskılı gıdaları yenilikçi, kişiselleştirilebilir ve estetik olarak algılayabildiği gibi, yapay, fazla işlenmiş veya doğal olmayan ürünler olarak da değerlendirebilir (Lee vd., 2021; Lupton ve Turner, 2018; Manstan ve McSweeney, 2020). Bu nedenle 3B gıda yazıcılarının atıksız mutfaka entegrasyonunda ürün geliştirmeye ek olarak tüketici iletişimi de önemlidir. Özellikle yan ürün veya atık temelli hammaddeler kullanıldığında, ürünün “atık gıda” olarak değil, güvenli biçimde ileri dönüştürülmüş, besinsel değeri korunmuş ve sürdürülebilirlik amacıyla yeniden tasarlanmış bir gastronomik ürün olarak konumlandırılması gerekmektedir (Brunner vd., 2018; Feng vd., 2022).

Gıda güvenliği ve etik iletişim, 3B yazıcıların atıksız mutfak bağlamındaki en hassas boyutlarından biridir. Yan ürünlerin gıda mürekkebi olarak kullanılması; mikrobiyolojik güvenlik, alerjen yönetimi, izlenebilirlik, depolama koşulları, çapraz bulaşma riski, baskı ekipmanlarının hijyeni ve mevzuata uygunluk açısından dikkatli biçimde değerlendirilmelidir (Feng vd., 2022; Saha vd., 2025). Ayrıca tüketiciye sunulan ürünlerde kullanılan hammaddenin niteliği, üretim yöntemi ve sürdürülebilirlik iddiası açık biçimde belirtilmelidir. Şeffaf olmayan bir sürdürülebilirlik söylemi, tüketici güvenini zedeleyebilir ve atıksız mutfak yaklaşımını yalnızca pazarlama stratejisine indirgeyebilir. Bu nedenle 3B gıda yazıcıları, etik iletişim ve güvenli üretim ilkeleriyle desteklendiğinde sürdürülebilir gastronominin güçlü bir bileşeni hâline gelebilir (Zhong vd., 2023; Zhu vd., 2023).

YÖNTEM

Bu araştırmada, 3B gıda yazıcılarının atıksız mutfak ve sürdürülebilir gastronomi bağlamındaki yerini incelemek amacıyla sistematik literatür incelemesi ve bibliyometrik analiz yöntemi

kullanılmıştır. Çalışma, Web of Science Core Collection veri tabanından Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED), Social Sciences Citation Index (SSCI), Arts & Humanities Citation Index (A&HCI) ve Emerging Sources Citation Index (ESCI) indekslerinden elde edilen yayınlar üzerinden yürütülmüştür. Veri güvenliğini sağlamak amacıyla analiz türü yalnızca araştırma makalesi ve derleme türündeki yayınlarla sınırlandırılmıştır. Bildiri özetleri, kitap incelemeleri ve editoryal yazılar kapsam dışı bırakılmıştır. Bibliyometrik analizlerde VOSviewer programından yararlanılmıştır. Bu doğrultuda araştırma, 3B gıda baskısı, gıda atığı, sürdürülebilirlik, gıda atığı valorizasyonu ve döngüsel ekonomi kavramları etrafında şekillenen akademik literatürü incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırmanın amacı doğrultusunda aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aranmıştır:

1. 3B gıda yazıcıları atıksız mutfak ve sürdürülebilir gastronomi literatüründe hangi temalar etrafında ele alınmaktadır?
2. Bu alanda en çok kullanılan anahtar kelimeler nelerdir?
3. En çok atıf alan çalışmalar, yazarlar ve ülkeler hangileridir?
4. Belgeler ve yazarlar bibliyografik eşleşme açısından hangi kümelerde yoğunlaşmaktadır?
5. 3B gıda yazıcılarının atıksız mutfak paradigmasına katkısı hangi olanaklar ve sınırlılıklar çerçevesinde değerlendirilebilir?

Araştırmanın veri seti Web of Science Core Collection veri tabanından elde edilmiştir. Tarama işlemi 20.05.2026 - 22.05.2026 tarihinde gerçekleştirilmiş ve 2016–2026 yılları arasında yayımlanan İngilizce çalışmalarla sınırlandırılmıştır. Tarama Web of Science'ın Topic/Konu alanında yapılmıştır. Bu alan başlık, özet, yazar anahtar kelimeleri ve Keywords Plus bilgilerini kapsadığı için konuya ilişkin yayınlara daha kapsamlı biçimde ulaşılmasını sağlamaktadır. Araştırmada dört arama dizgesi kullanılmıştır: “3D food printing” AND “food waste”, “3D food printing” AND “sustainability”, “food waste valorization” AND “3D food printing” ve “3D printing” AND “circular economy”. İlk üç arama dizgesi doğrudan 3B gıda baskısı, gıda atığı, sürdürülebilirlik ve gıda atığı valorizasyonu ilişkisini belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Dördüncü arama dizgesi ise döngüsel ekonomi bağlamını yakalamak amacıyla dâhil edilmiştir. Ancak bu dizgenin gıda dışı 3B baskı çalışmalarını da kapsayabileceği dikkate alınmış; gıda, gastronomi, gıda sistemi, gıda atığı, gıda mürekkebi, sürdürülebilir gıda üretimi veya tüketici kabulü ile ilişki kurmayan yayınlar değerlendirme sürecinde kapsam dışında bırakılmıştır. Dördüncü arama dizgesi olan “3D printing” AND “circular economy” sorgusu (n = 107), katmanlı üretim ve döngüsel ekonomi bağlamındaki genel yayınları kapsadığı için gıda dışı disiplinlerden gelen kayıtları da barındırmaktadır. Bu sorgudan elde edilen yayınlar başlık ve özet düzeyinde titizlikle incelenmiş; gıda sistemi, gıda mürekkebi, gastronomi veya sürdürülebilir beslenme ile doğrudan bağı bulunmayan metal, plastik/polimer teknolojileri, inşaat, medikal implant ve doku mühendisliği odaklı 35 adet gıda dışı çalışma değerlendirme aşamasında elenmiştir. Tekrar eden 14 kayıt çıkarıldıktan ve içeriksel açıdan uyumsuz 9 çalışma dışlandıktan sonra nihai analize n = 472 belge dâhil edilmiştir.

Çalışmaya dâhil edilme ölçütleri şu şekilde belirlenmiştir: çalışmanın 3B gıda baskısı, gıda atığı, sürdürülebilirlik, gıda atığı valorizasyonu, gıda mürekkebi, yazdırılabilirlik, kişiselleştirilmiş beslenme, tüketici kabulü veya sürdürülebilir gastronomi temalarından en az biriyle doğrudan ilişkili olması; 2016–2026 yılları arasında yayımlanmış olması; İngilizce dilinde yazılmış olması ve Web of Science Core Collection veri tabanında indekslenmiş olması. Kapsam dışı bırakma ölçütleri ise şunlardır: gıda dışı 3B baskı uygulamalarına odaklanan çalışmalar; metal, plastik, inşaat, medikal implant, biyomalzeme veya yalnızca mühendislik materyali temelli yayınlar; sürdürülebilirlik veya gıda sistemiyle ilişkilendirilmeyen genel katmanlı üretim çalışmaları;

başlık, özet veya anahtar kelime düzeyinde araştırma amacıyla doğrudan bağlantı kurmayan yayınlar. Tarama sonucunda dört arama dizgesinden toplam 495 kayıt elde edilmiştir. Tekrar eden 14 kayıt çıkarıldıktan sonra 481 kayıt başlık ve özet düzeyinde incelenmiştir. Bu aşamada araştırma amacıyla doğrudan ilişkili olmayan 9 kayıt kapsam dışında bırakılmıştır. Kalan 472 kayıt bibliyometrik analiz veri setini oluşturmuştur. Bibliyometrik analizler yayınların başlık, özet, anahtar kelime, yazar, kurum, ülke, kaynak ve atıf bilgilerine dayandığından, nihai veri seti Web of Science'tan indirilen bibliyografik kayıtlar üzerinden yapılandırılmıştır. Çalışmaların seçim süreci PRISMA akış mantığı doğrultusunda raporlanmıştır.

Tablo 1. PRISMA Akış Sürecine İlişkin Kayıt Sayıları

PRISMA aşaması	Kayıt sayısı
"3D food printing" AND "food waste" aramasından elde edilen kayıt	n = 133
"3D food printing" AND "sustainability" aramasından elde edilen kayıt	n = 153
"food waste valorization" AND "3D food printing" aramasından elde edilen kayıt	n = 102
"3D printing" AND "circular economy" aramasından elde edilen kayıt	n = 107
Toplam belirlenen kayıt	n = 495
Tekrar eden kayıtlar	n = 14
Tekrarlar çıkarıldıktan sonra kalan kayıt	n = 481
Başlık ve özet düzeyinde dışlanan kayıt	n = 9
Nihai analize dahil edilen çalışma	n = 472

Elde edilen bibliyografik veriler Web of Science Core Collection veri tabanından tab-delimited formatında indirilmiş ve VOSviewer programına aktarılmıştır. Analiz kalitesini ve haritalama doğruluğunu artırmak amacıyla, analiz öncesinde kapsamlı bir anahtar kelime harmonizasyonu işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda hazırlanan eş anlamlılar sözlüğü dosyası vasıtasıyla; '3D food printing', '3D printing of food', '3D-food printing' ve 'three-dimensional food printing' gibi aynı kavrama işaret eden farklı yazımlar tek bir çatı terim ('3D food printing') altında birleştirilmiştir. Benzer şekilde, kavramsal kirliliği önlemek adına 'food ink' ve 'food inks'; 'sustainability' ve 'sustainable food systems'; 'printability' ve 'printing performance' terimleri ortaklaştırılmıştır. Bu harmonizasyon süreci, ağ haritalarında kelime tekrarlarından kaynaklanan yöntemsel hataları önemli ölçüde engellenmiştir.

Analizlerde tam sayım yöntemi kullanılmıştır. Bibliyometrik haritaların oluşturulmasından önce veri setinde yer alan tekrar kayıtlar temizlenmiş; yazar adları, ülke adları ve anahtar kelimeler kontrol edilmiştir. Anahtar kelime analizinde yazım farklılıkları ve kavramsal tekrarlar dikkate alınarak benzer terimler standartlaştırılmıştır. Örneğin "3D food printing", "3-D food printing" ve "three-dimensional food printing" gibi aynı kavrama işaret eden ifadeler tek başlık altında değerlendirilmiştir. Benzer şekilde "sustainability" ve "sustainable food systems", "printability" ve "printing performance", "food ink" ve "food inks" gibi yakın anlamlı ifadeler analiz öncesinde kontrol edilmiştir.

Çalışmada literatürün yapısını ortaya koymak amacıyla atıf analizi, anahtar kelime birlikte görülme analizi, belgelerin bibliyografik eşleşme analizi, yazarların bibliyografik eşleşme analizi, yazar ortak atıf analizi, ülkeler arası ortak yazarlık analizi ve ülke düzeyinde atıf analizi gerçekleştirilmiştir. Atıf analizi, alandaki bilimsel etki düzeyi yüksek çalışmaları ve ülkeleri belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Anahtar kelime birlikte görülme analizi, 3B gıda baskısı, sürdürülebilirlik, gıda atığı, yazdırılabilirlik, gıda mürekkebi, kişiselleştirilmiş beslenme ve döngüsel ekonomi kavramları arasındaki tematik ilişkileri incelemek için uygulanmıştır. Bibliyografik eşleşme analizi, çalışmaların ortak kaynak kullanımına dayalı olarak hangi tematik

kümelerde yoğunlaştığını belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Yazar ortak atıf analizi ise alanın temel yazarlarını ve kuramsal dayanaklarını ortaya koymak için gerçekleştirilmiştir. Ülkeler arası ortak yazarlık ve ülke atıf analizleriyle literatürün uluslararası iş birliği ve bilimsel etki yapısı değerlendirilmiştir.

VOSviewer analizlerinde her bir analiz türü için uygun eşik değerleri belirlenmiştir. Eşik değerlerin belirlenmesinde, veri setinin büyüklüğü ile analizlerin güvenilirliğini doğrudan etkileyen metodolojik standartlar dikkate alınmıştır (Donthu vd., 2021; Aria ve Cuccurullo, 2017). VOSviewer aracılığıyla gerçekleştirilen haritalandırma süreçlerinde veri nesnesinin büyüklüğü ve analiz güvenilirliği dikkate alınarak tam sayım yöntemi uygulanmıştır. Her bir analiz türü için kullanılan nesnel eşik değerleri ve elde edilen nicel ağ parametreleri şu şekildedir:

- Belge Atıf Analizi: Minimum atıf sayısı = 10 olarak belirlenmiştir. Eşiği geçen 87 belge ağa dâhil edilmiş ve bu belgeler 5 temel kümede toplanmıştır.
- Anahtar Kelime Birlikte Görülme Analizi: Minimum terim sıklığı = 5 olarak yapılandırılmıştır. Eşiği geçen 12 anahtar kelime 3 ana tematik küme oluşturmuştur.
- Belgelerin Bibliyografik Eşleşme Analizi: Minimum atıf sayısı = 10 sınırında 52 belge eşiği aşmış ve 4 tematik kümede yoğunlaşmıştır.
- Yazarların Ortak Atıf Analizi: Minimum atıf sayısı = 20 olarak alınmış, eşiği geçen 114 yazar 3 temel teorik kümede haritalandırılmıştır.
- Ülke Düzeyinde Atıf ve Ortak Yazarlık Analizi: Minimum belge sayısı = 5 eşiğinde 18 ülke uluslararası iş birliği ağını oluşturmuştur.

Tablo 2: VOSviewer ile Gerçekleştirilen Bibliyometrik Analizlerin Kapsamı

Analiz türü	Amaç	Kullanılan gösterge
Atıf analizi	En etkili çalışmaların ve ülkelerin belirlenmesi	Atıf sayısı, bağlantı gücü
Anahtar kelime birlikte görülme analizi	Tematik odakların belirlenmesi	Tekrar sıklığı, birlikte görülme ilişkisi
Bibliyografik eşleşme	Ortak kaynak kullanan çalışmaların kümelenmesi	Ortak referanslar, toplam bağlantı gücü
Yazar ortak atıf analizi	Alanın temel yazarlarının belirlenmesi	Birlikte atıf alma ilişkisi
Ülkeler arası ortak yazarlık	Uluslararası iş birliklerinin incelenmesi	Ortak yayın ilişkileri
Ülke atıf analizi	Ülkelerin bilimsel etki düzeyinin belirlenmesi	Atıf sayısı, bağlantı gücü

Tablo 2’de görüldüğü üzere, çalışmada kullanılan bibliyometrik analizler literatürün farklı boyutlarını değerlendirmek amacıyla yapılandırılmıştır. Atıf analizi alandaki bilimsel etki düzeyi yüksek yayınları ve ülkeleri belirlemeye; anahtar kelime birlikte görülme analizi literatürde öne çıkan tematik odakları ortaya koymaya; bibliyografik eşleşme ve ortak atıf analizleri ise çalışmalar, yazarlar ve kuramsal dayanaklar arasındaki ilişkileri incelemeye olanak sağlamaktadır. Ülkeler arası ortak yazarlık ve ülke atıf analizleri ise 3B gıda baskısı, sürdürülebilirlik ve atıksız mutfak literatürünün uluslararası iş birliği ve bilimsel etki yapısını değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır.

Ayrıca bu çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Araştırma yalnızca Web of Science Core Collection veri tabanında yer alan İngilizce yayınlarla sınırlıdır. Ayrıca VOSviewer analizleri bibliyografik kayıtlara dayandığından, çalışmaların içeriksel katkıları tematik yorumlama

yoluyla desteklenmiştir. Çalışma insan katılımcılar, deney hayvanları veya kişisel veri içeren herhangi bir alan araştırmasına dayanmadığı için etik kurul izni gerektirmemektedir.

BULGULAR

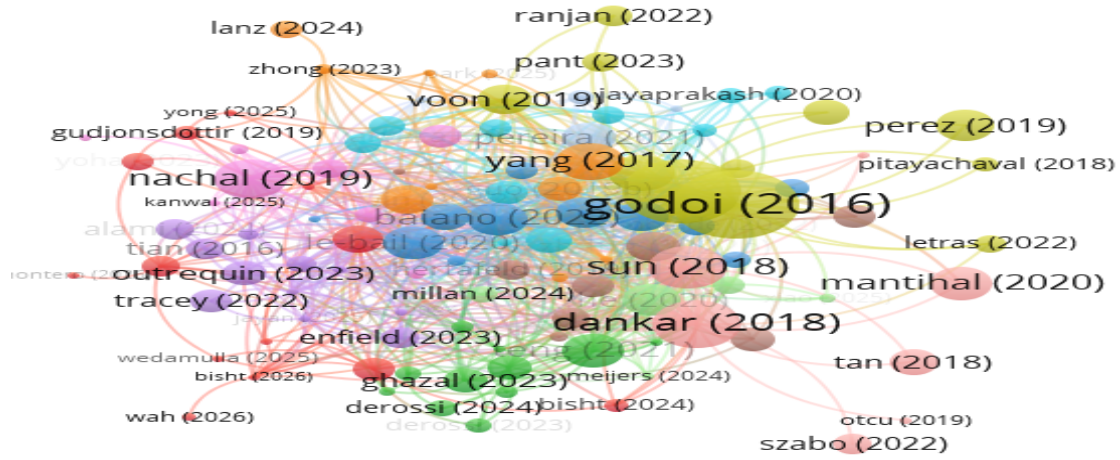
Bu bölümde, Web of Science Core Collection veri tabanından elde edilen 472 yayına ilişkin bibliyometrik bulgular sunulmaktadır. Bulgular, 3B gıda baskısı literatürünün bilimsel etki yapısını, tematik odaklarını, yazar ve ülke düzeyindeki ilişkilerini ve sürdürülebilir gastronomi bağlamındaki gelişim yönünü ortaya koymak amacıyla değerlendirilmiştir. Bu kapsamda tablolar ve VOSviewer haritaları yalnızca betimsel göstergeler olarak değil, 3B gıda yazıcılarının atıksız mutfak paradigması içindeki konumunu anlamaya yönelik analitik araçlar olarak yorumlanmıştır. Araştırma sonucunda aşağıdaki bulgular elde edilmiştir.

Tablo 3: 3B Gıda Baskısı Alanında En Çok Atıf Alan Çalışmalar

Yayın Başlığı	Yazar/Yazarlar	Dergi Adı	Yayın Yılı	Toplam Atıf Sayısı
3D Printing Technologies Applied for Food Design: Status and Prospects	Godoi, F. C., Prakash, S. ve Bhandari, B. R.	Journal of Food Engineering	2016	680
3D printing: Printing precision and application in food sector	Liu, Z., Zhang, M., Bhandari, B. ve Wang, Y.	Trends in Food Science and Technology	2017	611
3D printing technology: The new era for food customization and elaboration.	Dankar, I., Haddarah, A., Omar, F. E., Sepulcre, F. ve Pujolà, M.	Trends in food science and technology	2018	336
Extrusion-based food printing for digitalized food design and nutrition control	Sun, J., Zhou, W., Yan, L., Huang, D. ve Lin, L. Y.	Journal of Food Engineering	2018	263
Applications of 3D printing in food processing	Nachal, N., Moses, J. A., Karthik, P. ve Anandharamakrishnan, C.	Food Engineering Reviews	2019	228
Recent development in 3D food printing	Yang, F., Zhang, M. ve Bhandari, B.	Critical reviews in food science and nutrition	2017	199
3D food printing: Main components selection by considering rheological properties	Jiang, H., Zheng, L., Zou, Y., Tong, Z., Han, S. ve Wang, S.	Critical reviews in food science and nutrition	2019	192
3D printed foods: A comprehensive review on technologies, nutritional value, safety, consumer attitude, regulatory framework, and economic and sustainability issues	Baiano, A.	Food Reviews International	2022	162
Personalized, digitally designed 3D printed food towards the reshaping of food manufacturing and consumption	Derossi, A., Spence, C., Corradini, M. G., Jekle, M., Fahmy, A. R., Caporizzi, R., ... ve Severini, C.	npj Science of Food	2020	157
3D printing of food: Pretreatment and post-treatment of materials	He, C., Zhang, M. ve Fang, Z.	Critical Reviews in Food Science and Nutrition	2020	149

Tablo 3'e göre en çok atıf alan çalışma, Godoi, Prakash ve Bhandari tarafından 2016 yılında yayımlanan "3D Printing Technologies Applied for Food Design: Status and Prospects" başlıklı makaledir. Bu çalışma 680 atıfla listenin ilk sırasında yer almakta ve 3B gıda baskısının gıda tasarımı alanındaki temel teknolojik çerçevesini ortaya koymaktadır. İkinci sırada ise Liu, Zhang, Bhandari ve Wang'ın 2017 tarihli "3D printing: Printing precision and application in food sector" başlıklı çalışması yer almakta ve 611 atıfla alanın baskı hassasiyeti ve uygulama boyutuna yönelik temel kaynaklarından biri olarak öne çıkmaktadır. Tablodaki çalışmaların önemli bir kısmının 2016–2020 yılları arasında yayımlanmış olması dikkat çekmektedir. Bu durum, 3B gıda baskısı literatürünün temel kavramsal ve teknolojik altyapısının bu dönemde oluştuğunu göstermektedir. Godoi vd., (2016), Liu vd., (2017), Yang vd., (2017), Dankar vd., (2018), Sun vd., (2018), Jiang vd., (2019) ve Nachal vd., (2019) gibi çalışmalar, alanın erken döneminde teknoloji, yazdırılabilirlik, baskı hassasiyeti, reolojik uygunluk ve gıda işleme uygulamalarının öncelikli araştırma konuları olduğunu ortaya koymaktadır. Bulgular, 3B gıda baskısı alanında en fazla atıf alan çalışmaların kişiselleştirilmiş beslenme ve gıda tasarımı konularına da odaklandığını göstermektedir. Özellikle Dankar vd., (2018) ve Sun vd., (2018) tarafından yapılan çalışmalar, 3B gıda yazıcılarının bireye özel gıda üretimi, dijital gıda tasarımı ve beslenme kontrolü açısından önemini vurgulamaktadır. Baiano'nun (2022) tarihli çalışması, daha güncel literatürde konunun yalnızca teknik yönleriyle sınırlı kalmadığını göstermektedir. Bu çalışma; besin değeri, gıda güvenliği, tüketici tutumu, mevzuat, ekonomik boyut ve sürdürülebilirlik gibi daha geniş başlıkları ele alması bakımından önemlidir. Bu bulgu, 3B gıda baskısı literatürünün zaman içinde

teknik merkezli bir yapıdan, sürdürülebilirlik, tüketici kabulü ve uygulama sorunlarını da kapsayan daha bütüncül bir araştırma alanına doğru geliştiğini göstermektedir.



Şekil 1: 3B Gıda Baskısı Alanında Çalışmaların Atıf Analizi Haritası

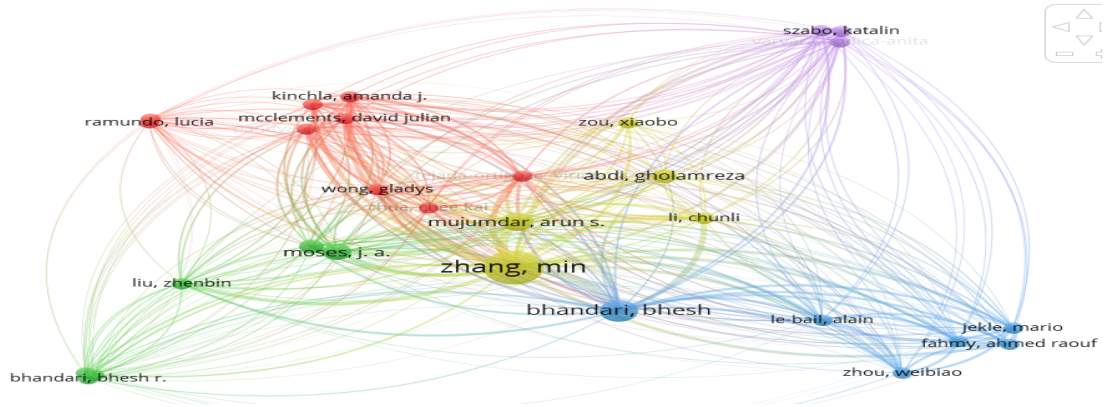
Kaynak: Yazar tarafından VOSviewer programı kullanılarak oluşturulmuştur.

Şekil 1’de 3B gıda baskısı alanındaki çalışmaların atıf ilişkilerini gösteren VOSviewer haritası yer almaktadır. Haritada her bir düğüm bir çalışmayı temsil etmekte, düğüm büyüklüğü ilgili çalışmanın atıf etkisini, düğümler arasındaki bağlantılar ise çalışmalar arasındaki atıf ilişkilerini göstermektedir. Buna göre Godoi (2016), Liu (2017), Dankar (2018), Sun (2018) ve Yang (2017) çalışmalarının ağ içerisinde merkezi konumda yer aldığı görülmektedir. Nitekim nicel ağ verileri incelendiğinde, ağın merkezinde yer alan Godoi ve diğerleri (2016) çalışmasının 680 atıf ve 42 Toplam Bağlantı Gücü (TLS) ile; Liu ve diğerleri (2017) çalışmasının ise 611 atıf ve 38 TLS değeriyle literatürün en baskın referans noktaları olduğu tespit edilmiştir. Godoi (2016) çalışması, 3B gıda baskı teknolojilerinin gıda tasarımı alanındaki durumunu ve gelecek potansiyelini ele alması bakımından literatürde güçlü bir etkiye sahiptir. Benzer biçimde Liu (2017) ve Yang (2017) çalışmalarının ağın merkezinde yer alması, baskı hassasiyeti, yazdırılabilirlik ve 3B gıda baskısının gıda sektöründeki uygulamalarının literatürde önemli araştırma eksenleri olduğunu göstermektedir. Haritada Dankar (2018) ve Sun (2018) çalışmalarının da güçlü bağlantılarla temsil edildiği görülmektedir. Bu çalışmalar, 3B gıda baskısını kişiselleştirilmiş beslenme, dijital gıda tasarımı ve beslenme kontrolü açısından ele almaktadır. Bu durum, 3B gıda yazıcılarının yalnızca teknik bir üretim aracı olarak değil, aynı zamanda bireye özel beslenme ve kontrollü porsiyon üretimi açısından da literatürde önemli bir yer edindiğini göstermektedir. Şekil 1’den elde edilen temel çıkarım, 3B gıda baskısı literatüründe bilimsel etkinin büyük ölçüde teknik kapasiteyi açıklayan erken dönem çalışmalarda yoğunlaştığıdır. Bu durum, atıksız mutfak ve sürdürülebilir gastronomi bağlamında yapılacak değerlendirmelerin öncelikle yazdırılabilirlik, gıda mürekkebi stabilitesi, reolojik uygunluk ve baskı sonrası ürün kalitesi gibi teknik eşiklerle ilişkilendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Dolayısıyla 3B gıda yazıcılarının gıda atığı veya yenilebilir yan ürünleri değerlendirme potansiyeli, yalnızca sürdürülebilirlik söylemiyle değil, bu hammaddelerin güvenli, duyuşal açıdan kabul edilebilir ve teknolojik olarak yazdırılabilir forma dönüştürülebilmesiyle sınırlıdır.

Atıf ağı genel olarak değerlendirildiğinde, literatürdeki temel çalışmaların teknoloji, gıda tasarımı, yazdırılabilirlik, reolojik uygunluk, baskı hassasiyeti ve kişiselleştirilmiş beslenme etrafında kümелendiği görülmektedir. Daha yeni tarihli bazı çalışmaların ağın çevresinde yer alması ise 3B gıda baskısının sürdürülebilirlik, gıda atığı valorizasyonu, tüketici kabulü ve döngüsel ekonomi gibi yeni temalarla genişlemeye başladığını göstermektedir. Bu bulgu,

yalnızca sürdürülebilirlik söylemi üzerinden değil, teknik uygulanabilirlik ile gastronomik değer yaratma kapasitesinin birlikte değerlendirilmesiyle anlaşılabileceğini göstermektedir. Kelime ağında 'rheology' (reoloji), 'extrusion-based printing' (ekstrüzyon) ve 'printability' (yazdırılabilirlik) gibi teknik kavramların sürdürülebilirlik kavramıyla güçlü bağlar kurarak öne çıkması, tesadüfi bir sızıntı değil; aksine atksız mutfak pratiklerinin doğasından kaynaklanan bilimsel bir zorunluluktur. Sürdürülebilir gastronomi kapsamında gıda atıklarının ve yan ürünlerinin ileri dönüştürülmesi, bu materyallerin doğrudan yazdırılabilmesini gerektirmektedir. Ancak lif ve nişasta oranı yüksek bu atık hammaddelerin gıda yazıcısında kullanılabilmesi için viskozite, elastikiyet ve reolojik uygunluk sınırlarının bilimsel olarak modifiye edilmesi şarttır. Dolayısıyla, döngüsel bir gastronomi modelinin başarısı, bu teknik mühendislik parametrelerinin aşılmasına doğrudan bağlıdır. Bulgularımızda teknik ve sürdürülebilirlik kavramlarının iç içe geçmiş olması, disiplinlerarası bu köprünün literatürdeki karşılığını net bir şekilde ortaya koymaktadır.

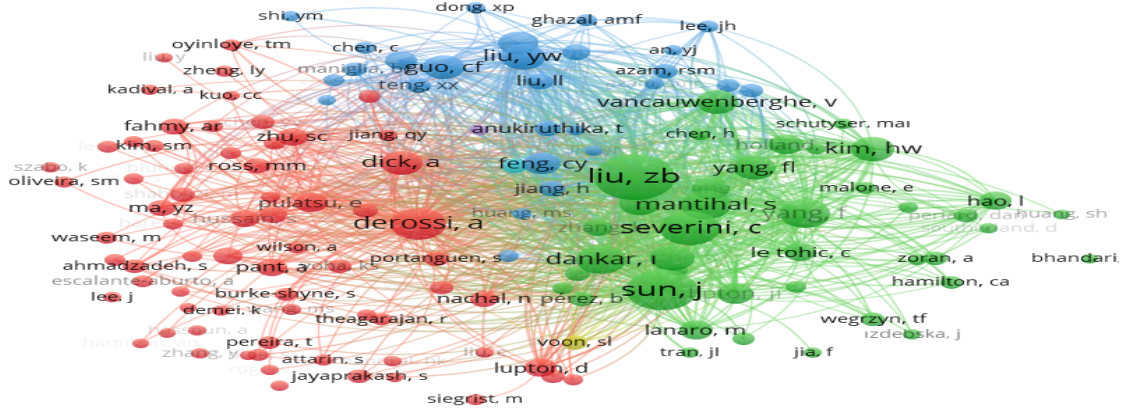
olduğunu göstermektedir. Özellikle sürdürülebilirlik, gıda atığı valorizasyonu, yan ürün kullanımı, tüketici kabulü ve döngüsel ekonomi gibi konuların daha yeni çalışmalarla temsil edilmesi dikkat çekicidir. Bu durum, alanın ilk dönemlerinde teknik ve mühendislik odaklı geliştiğini, daha sonraki dönemde ise sürdürülebilir gastronomi ve atıksız mutfak gibi daha geniş uygulama alanlarına yöneldiğini göstermektedir. Şekil 3, 3B gıda baskısı literatüründe çalışmaların ortak kaynak kullanımları bakımından belirli tematik kümeler etrafında yoğunlaştığını göstermektedir. Bu kümelenme, alanın yalnızca tek bir teknik araştırma hattı üzerinden gelişmediğini; yazdırılabilirlik, gıda mürekkebi formülasyonu, kişiselleştirilmiş beslenme, sürdürülebilirlik ve yan ürün değerlendirme gibi farklı alt temaların birlikte şekillendiğini ortaya koymaktadır. Atıksız mutfak açısından bu bulgu önemlidir; çünkü 3B gıda yazarlarının gıda atığı veya yenilebilir yan ürünleri değerlendirme kapasitesi, teknik formülasyon bilgisi ile gastronomik uygulama bilgisinin birlikte kullanılmasını gerektirmektedir.



Şekil 4. Yazarların Bibliyografik Eşleşme Analizi Haritası

Şekil 4'te yazarların bibliyografik eşleşme analizi yer almaktadır. Bu analiz, farklı yazarların çalışmalarında aynı kaynakları ne ölçüde kullandıklarını göstermektedir. Haritada her bir düğüm bir yazarı temsil etmekte, düğümlerin büyüklüğü yazarın ağ içindeki ağırlığını, bağlantılar ise yazarlar arasındaki ortak kaynak kullanımını göstermektedir. Görsel incelendiğinde Zhang ve Bhandari isimlerinin ağ içinde merkezi konumda yer aldığı görülmektedir. Bu durum, söz konusu yazarların 3B gıda baskısı literatüründe ortak kaynak kullanımı açısından güçlü bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle Zhang ve Bhandari'nin gıda baskısı, yazdırılabilirlik, gıda mürekkebi, reoloji ve ekstrüzyon temelli baskı konularındaki çalışmalarda sıkça başvurulan kaynaklarla ilişkilendiği anlaşılmaktadır. Haritada Moses, J. A., Mujumdar, Arun S., Zou, Xiaobo, Li, Chunli, Jekle, Mario, Le-Bail, Alain, Fahmy, Ahmed Raouf, Zhou, Weibiao ve Szabo, Katalin gibi yazarların da farklı kümelerde yer aldığı görülmektedir. Bu kümeler, 3B gıda baskısı literatürünün yalnızca tek bir araştırma hattı üzerinden gelişmediğini; gıda mühendisliği, kurutma teknolojileri, reoloji, kişiselleştirilmiş beslenme, gıda tasarımı ve sürdürülebilirlik gibi farklı alt alanlara dayandığını göstermektedir. Yazarların bibliyografik eşleşme haritasında farklı renklerle gösterilen kümeler, araştırmacıların benzer kaynak temelleri üzerinden ayrıştığını ortaya koymaktadır. Örneğin bazı kümeler yazdırılabilirlik ve reolojik özellikler etrafında yoğunlaşırken, bazı kümeler kişiselleştirilmiş beslenme, gıda tasarımı ve dijital üretim temalarına daha yakın görünmektedir. Bu durum, 3B gıda yazarları alanındaki literatürün disiplinlerarası bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Şekil 4'ten elde edilen temel çıkarım, 3B gıda baskısı literatüründe yazarların ortak kaynak kullanımları bakımından teknik ve uygulamalı araştırma hatları etrafında kümelendiğidir. Bu durum, alanın gıda mühendisliği, reoloji, ekstrüzyon temelli baskı, dijital gıda tasarımı ve kişiselleştirilmiş beslenme gibi farklı bilgi alanlarının kesişiminde geliştiğini göstermektedir. Atıksız mutfak perspektifi açısından bu bulgu, 3B gıda yazarlarının yalnızca gastronomik

yaratıcılıkla değil, aynı zamanda materyal bilimi, formülasyon bilgisi ve gıda işleme teknolojileriyle birlikte ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

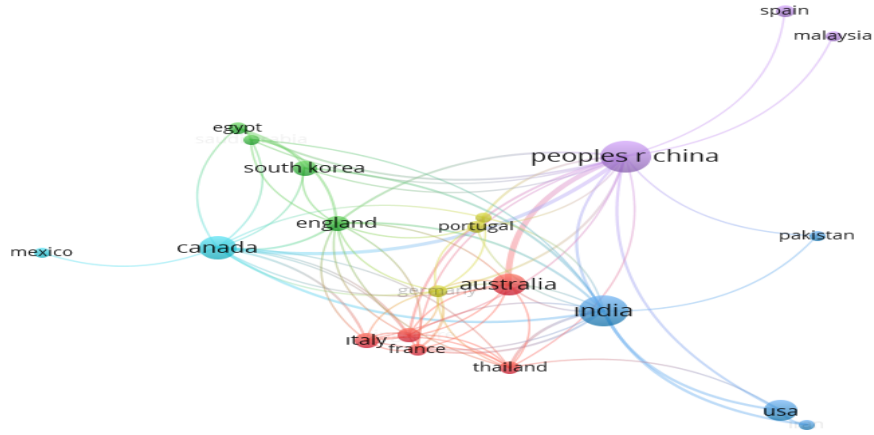


Şekil 5. Yazarların Ortak Atıf Analizi Haritası

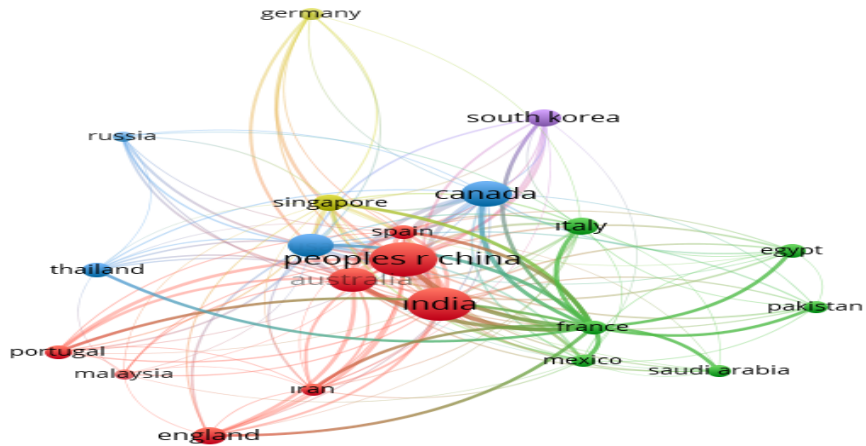
Şekil 5'te yazarların ortak atıf analizi yer almaktadır. Ortak atıf analizi, incelenen çalışmaların kaynakçalarında hangi yazarların birlikte atıf aldığını göstermektedir. Haritada her bir düğüm bir yazarı temsil etmekte; düğüm büyüklüğü ilgili yazarın ortak atıf ağındaki etkisini, bağlantılar ise yazarların birlikte atıf alma düzeyini göstermektedir. Görsel incelendiğinde Liu, Z. B., Severini, C., Sun, J., Dankar, I., Derossi, A., Feng, C. Y., Kim, H. W., Mantihal, S., Godoi, F. C. ve Yang, F. gibi yazarların ağıda merkezi konumda yer aldığı görülmektedir. Bu durum, söz konusu yazarların 3B gıda baskısı literatüründe sıkça birlikte atıf alan temel araştırmacılar olduğunu göstermektedir. Haritada farklı renklerle gösterilen kümeler, literatürdeki araştırma odaklarının çeşitlendiğini ortaya koymaktadır. Yeşil kümede yer alan yazarlar daha çok 3B gıda baskısı, gıda tasarımı, ekstrüzyon, yazdırılabilirlik ve temel gıda mühendisliği konularıyla ilişkilendirilebilir. Kırmızı kümede yer alan yazarların ise gıda mürekkebi, reoloji, formülasyon, tekstür, tüketici kabulü ve yeni gıda uygulamaları etrafında yoğunlaştığı görülmektedir. Mavi küme ise daha çok baskı teknolojisi, modelleme, yazdırılabilirlik ve materyal özellikleriyle bağlantılı çalışmaları temsil etmektedir. Ortak atıf ağında Sun, J., Liu, Z. B., Severini, C. ve Dankar, I. gibi yazarların merkezi konumda olması, 3B gıda baskısı literatürünün teknik ve uygulamalı temellerinin bu araştırmacıların çalışmaları etrafında şekillendiğini göstermektedir. Buna karşılık Derossi, A., Feng, C. Y., Mantihal, S. ve Kim, H. W. gibi yazarların güçlü bağlantılara sahip olması, alanın zaman içinde tüketici kabulü, kişiselleştirilmiş beslenme, duyuşal özellikler ve gastronomik uygulamalar yönünde genişlediğini göstermektedir. Şekil 5, alanın kuramsal ve teknik temelini oluşturan yazarların birlikte atıf alma ilişkileri üzerinden 3B gıda baskısı literatürünün bilgi tabanını göstermektedir. Ortak atıf ağında teknik yazdırılabilirlik, baskı hassasiyeti, gıda mürekkebi ve kişiselleştirilmiş beslenme konularında çalışan yazarların merkezi konumda yer alması, sürdürülebilir gastronomi ve atıksız mutfak tartışmalarının bu teknik bilgi birikimi üzerine inşa edildiğini göstermektedir. Bu nedenle 3B gıda yazıcılarının sürdürülebilirlik potansiyeli, yalnızca çevresel fayda iddiasıyla değil, bu teknolojinin güvenli, duyuşal açıdan kabul edilebilir ve üretim açısından uygulanabilir gıdalar geliştirebilme kapasitesiyle birlikte değerlendirilmelidir.

Şekil 6'da ülkeler arası ortak yazarlık analizi yer almaktadır. Bu analiz, 3B gıda baskısı, sürdürülebilirlik ve atıksız mutfak literatüründe hangi ülkelerin birlikte yayın ürettiğini göstermektedir. Haritada her bir düğüm bir ülkeyi temsil etmekte; düğümlerin büyüklüğü ülkenin yayın ağındaki ağırlığını, bağlantılar ise ülkeler arasındaki ortak yazarlık ilişkilerini göstermektedir. Görsel incelendiğinde Hindistan, Çin Halk Cumhuriyeti, Avustralya, Güney Kore, Kanada, İngiltere, İtalya, Fransa ve ABD gibi ülkelerin ağı içinde öne çıktığı görülmektedir.

Özellikle Hindistan, Çin Halk Cumhuriyeti ve Avustralya düğümlerinin belirgin olması, bu ülkelerin 3B gıda baskısı ve sürdürülebilirlik temalı araştırmalarda önemli iş birliği bağlantılarına sahip olduğunu göstermektedir. Haritada farklı renklerle temsil edilen kümeler, ülkeler arasındaki iş birliği ağlarının belirli bölgesel veya akademik kümeler etrafında şekillendiğini göstermektedir. Örneğin Hindistan, Avustralya, İtalya, Fransa ve Tayland arasında görülen bağlantılar, bu ülkelerin ortak araştırma ağları içinde yer aldığını düşündürmektedir. Çin Halk Cumhuriyeti ise Malezya, İspanya, Pakistan ve Hindistan gibi ülkelerle bağlantılar göstermektedir. Güney Kore, İngiltere, Kanada ve Mısır arasında ise ayrı bir iş birliği kümesi olduğu görülmektedir. Bu bulgu, 3B gıda baskısı literatürünün yalnızca belirli bir ülke ya da bölgeyle sınırlı olmadığını, farklı ülkeler arasında gelişen uluslararası akademik iş birlikleriyle ilerlediğini göstermektedir. Bununla birlikte ağına belirli ülkeler etrafında yoğunlaşması, 3B gıda yazarları ve sürdürülebilirlik konularındaki araştırma kapasitesinin bazı ülkelerde daha güçlü olduğunu ortaya koymaktadır. Atıksız mutfak ve sürdürülebilir gastronomi açısından değerlendirildiğinde, ülkeler arası iş birliği önemlidir. Çünkü 3B gıda baskısı; gıda mühendisliği, gastronomi, beslenme, sürdürülebilirlik ve tüketici davranışı gibi farklı disiplinlerin bir araya gelmesini gerektiren bir araştırma alanıdır. Bu nedenle uluslararası iş birlikleri, teknolojinin yalnızca laboratuvar düzeyinde değil, farklı kültürel ve gastronomik bağlamlarda uygulanabilirliğinin anlaşılmasına da katkı sağlayabilir.



Şekil 6. Ülkeler Arası Ortak Yazarlık Analizi Haritası



Şekil 7. Atıf Alan Ülkeler Analizi Haritası

Şekil 7’de ülkelerin atf analizi yer almaktadır. Bu analiz, 3B gıda baskısı, sürdürülebilirlik ve döngüsel ekonomi literatüründe ülkelerin aldığı atıflar üzerinden bilimsel etki düzeylerini göstermektedir. Haritada her bir düğüm bir ülkeyi temsil etmekte; düğüm büyüklüğü ülkenin atf etkisini, bağlantılar ise ülkeler arasındaki atf ilişkilerini göstermektedir. Görsel incelendiğinde Çin Halk Cumhuriyeti, Hindistan, Avustralya, Kanada, İtalya, Fransa, İngiltere ve ABD gibi ülkelerin ağda öne çıktığı görülmektedir. Özellikle Çin Halk Cumhuriyeti ve Hindistan düğümlerinin merkezî ve büyük olması, bu ülkelerin 3B gıda baskısı ve sürdürülebilirlik temalı çalışmalarda yüksek atf etkisine sahip olduğunu göstermektedir. Avustralya ve Kanada da bağlantı yoğunluğu açısından dikkat çeken ülkeler arasındadır. Haritada oluşan kümeler, alandaki bilimsel etkinin farklı ülke grupları etrafında şekillendiğini göstermektedir. Çin Halk Cumhuriyeti, Hindistan, Avustralya ve İngiltere gibi ülkelerin merkezî konumda yer alması, 3B gıda baskısı literatürünün gıda mühendisliği, yazdırılabilirlik, sürdürülebilirlik ve döngüsel ekonomi gibi alanlarda uluslararası bir araştırma ağına sahip olduğunu ortaya koymaktadır. İtalya, Fransa, Mısır, Pakistan, Suudi Arabistan ve Meksika gibi ülkelerin de ağa dâhil olması, konunun farklı coğrafyalarda ilgi gördüğünü göstermektedir. Bu bulgu, 3B gıda yazıcıları ve sürdürülebilir gastronomi alanındaki bilgi üretiminin belirli ülkelerde yoğunlaştığını ancak alanın uluslararası bağlantılarla geliştiğini göstermektedir. Atıksız mutfak açısından değerlendirildiğinde, farklı ülkelerin bu alandaki katkısı önemlidir. Çünkü gıda atığı, yan ürün kullanımı ve sürdürülebilir gastronomi uygulamaları ülkelerin gıda sistemlerine, mutfak kültürlerine ve teknolojik altyapılarına göre farklılaşabilmektedir. Şekil 7, 3B gıda baskısı alanında bilimsel etkinin belirli ülkelerde yoğunlaştığını, ancak alanın uluslararası bağlantılarla geliştiğini göstermektedir. Çin Halk Cumhuriyeti, Hindistan, Avustralya, Kanada, İtalya, İngiltere ve ABD gibi ülkelerin ağda öne çıkması, 3B gıda baskısı araştırmalarının teknolojik kapasite, gıda işleme altyapısı ve akademik iş birliği olanaklarıyla yakından ilişkili olduğunu düşündürmektedir. Bu durum, atıksız mutfak ve sürdürülebilir gastronomi bağlamında 3B gıda yazıcılarının uygulanabilirliğinin yalnızca teknolojinin varlığına değil, aynı zamanda ülke düzeyindeki araştırma kapasitesi, gıda güvenliği düzenlemeleri, tüketici kabulü ve profesyonel mutfak altyapısı gibi koşullara bağlı olduğunu göstermektedir.

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, literatürde genellikle malzeme bilimi, reolojik ölçümler ve nozul çapı gibi saf mühendislik parametrelerine sıkışmış olan 3B gıda yazıcısı tartışmasını, bütüncül bir 'Sürdürülebilir Gastronomi Entegrasyon Modeli' (SGEM) çerçevesinde ele alarak mevcut çalışmalardan ayırmaktadır. Araştırmanın sunduğu en temel teorik katkı; 3B gıda yazıcılarının atıksız mutfak pratiklerinin yerine geçen ikame edici bir teknoloji olmadığını, aksine döngüsel ekonominin 'ileri dönüşüm' ve 'valorizasyon' aşamalarını destekleyen tamamlayıcı bir dijital arayüz olduğunu metodolojik olarak destekler niteliktedir. Mevcut bibliyometrik haritalardan elde edilen sentez; teknolojinin, gıda atığını doğrudan sıfırlayan bağımsız bir çözümünden ziyade, gıda kayıplarını tasarımsal bir girdi olarak gören ve ona yeni bir gastronomik değer atfeden bir 'katalizör' işlevi gördüğünü ortaya koymaktadır. Bu yönüyle araştırma, teorik düzeyde katmanlı üretim teknolojilerini gastronominin sürdürülebilirlik vizyonu ile organik bir şekilde bütünleştiren kavramsal bir altyapı kazandırmaktadır. Bu sonuç, 3B gıda baskısını yalnızca teknik bir üretim yöntemi olarak değil, sürdürülebilir gastronomi ve döngüsel ekonomiyle ilişkili disiplinlerarası bir araç olarak değerlendiren çalışmalarla uyumludur (Alami vd., 2024; Blutinger vd., 2023; Varvara vd., 2021).

Çalışmanın temel sonuçlarından biri, 3B gıda yazıcılarının gıda atığını doğrudan ortadan kaldıran bir teknoloji olmaktan çok, yenilebilir yan ürünleri yeniden değerli gastronomik

ürünlere dönüştürme kapasitesiyle öne çıkmasıdır. Bu yönüyle teknoloji, döngüsel ekonomi yaklaşımında atığın sistem dışına çıkarılması yerine yeniden üretim döngüsüne dâhil edilmesi gerektiğini savunan görüşlerle örtüşmektedir (Ellen MacArthur Foundation, 2019; Geissdoerfer vd., 2017; Ghisellini vd., 2016). Ancak her yenilebilir atık veya yan ürün doğrudan 3B baskıya uygun değildir. Kabuk, posa, lifli fraksiyon veya kırık tahıl gibi hammaddelerin kullanılabilmesi için yazdırılabilirlik, reolojik uygunluk, partikül boyutu, form stabilitesi ve gıda güvenliği gibi koşulların sağlanması gerekmektedir (Godoi vd., 2016; Liu, Zhang ve Bhandari, 2017; Muthurajan vd., 2021; Pulatsu ve Lin, 2021; Varvara vd., 2021; Vancauwenberghe vd., 2018).

Çalışma ayrıca 3B gıda yazıcılarının kişiselleştirilmiş beslenme, özel diyet uygulamaları ve sosyal sürdürülebilirlik açısından da önemli fırsatlar sunduğunu göstermektedir. Gıdanın porsiyon miktarı, besin bileşimi, doku düzeyi ve görsel formunun dijital olarak tasarlanabilmesi; yaşlı bireyler, çocuklar, sporcular, klinik beslenme desteğine ihtiyaç duyan hastalar ve disfaji hastaları için özel çözümler geliştirilmesine katkı sağlayabilir (Dankar vd., 2018; Kouzani vd., 2017; Lorenz vd., 2022; Zhong vd., 2023; Zhu vd., 2023). Bununla birlikte baskı hızı, cihaz maliyeti, personel eğitimi, hijyen, standartlaştırma ve mevzuat belirsizlikleri, teknolojinin profesyonel mutfaklara yaygın entegrasyonunu sınırlandırmaktadır (Alami vd., 2024; Baiano, 2022; Lee, 2021). Bu nedenle 3B gıda yazıcılarının kısa vadede tüm mutfak üretimini dönüştüren ana üretim sistemi olmaktan ziyade, belirli ürün gruplarında, özel diyet uygulamalarında ve yenilikçi menü tasarımlarında kullanılabilecek destekleyici bir teknoloji olarak değerlendirilmesi daha gerçekçidir (Blutinger vd., 2023; Derossi vd., 2024; Zhong vd., 2023).

Tüketici kabulü, 3B baskılı gıdaların gastronomik başarısında belirleyici bir diğer unsurdur. Literatür, tüketicilerin 3B baskılı gıdaları yenilikçi ve kişiselleştirilebilir ürünler olarak değerlendirebileceğini; ancak aynı zamanda yapay, fazla işlenmiş veya doğal olmayan ürünler olarak da algılayabileceğini göstermektedir (Brunner vd., 2018; Lupton ve Turner, 2018; Manstan ve McSweeney, 2020). Özellikle atık veya yan ürün temelli hammaddelerin kullanıldığı ürünlerde, şeffaf etiketleme, güvenilir bilgilendirme ve gastronomik değeri önceleyen bir iletişim dili önem kazanmaktadır (Feng vd., 2022; Scheele vd., 2022).

Bibliyometrik bulgular, 3B gıda baskısı literatürünün başlangıçta gıda tasarımı, yazdırılabilirlik, baskı hassasiyeti, reolojik uygunluk ve kişiselleştirilmiş beslenme ekseninde geliştiğini; zaman içinde sürdürülebilirlik, tüketici kabulü, gıda güvenliği ve yan ürün valorizasyonu gibi daha geniş temalarla ilişkilendirildiğini göstermektedir. Atıf analizi, anahtar kelime birlikte görülme analizi, bibliyografik eşleşme, yazar ortak atıf ve ülke analizleri, alanın teknik bilgi birikimi ile gastronomik ve sürdürülebilirlik odaklı uygulamalar arasında gelişen disiplinlerarası ve uluslararası bir araştırma alanı olduğunu ortaya koymaktadır.

Genel olarak bu çalışma, 3B gıda yazıcılarının atıksız mutfak paradigmasında en anlamlı rolünün “önleme, yeniden değerlendirme, kişiselleştirme ve yaratıcı sunum” aşamalarında ortaya çıktığını göstermektedir. Atıksız mutfak öncelikle atığın oluşmasını önlemeye ve mutfak operasyonlarını kaynak verimli hâle getirmeye odaklanmalıdır (Filimonau ve De Coteau, 2019; Jurgilevich vd., 2016). 3B gıda yazıcıları ise bu süreçte, yenilebilir yan ürünlerin yeni ürünlere dönüştürülmesi, porsiyonların hassas biçimde kontrol edilmesi, özel beslenme ihtiyaçlarına yönelik ürün geliştirilmesi ve sürdürülebilirlik hikâyesinin tabakta görünür kılınması yoluyla katkı sağlayabilir (Jagadiswaran vd., 2021; Saha vd., 2025; Zhong vd., 2023). Bu nedenle 3B gıda yazıcıları, atıksız mutfak anlayışını dijital, yaratıcı ve döngüsel bir üretim modeline taşıyabilecek tamamlayıcı bir gastronomi teknolojisi olarak değerlendirilmelidir.

Tablo 4: 3B Gıda Yazıcılarının Atıksız Mutfak Bağlamındaki Değerlendirme Çerçevesi

Boyut	3B gıda yazıcılarının olası katkısı	Temel sınırlılık / koşul
Atık önleme	Porsiyon kontrolü ve standart üretim yoluyla fazla üretimin azaltılmasına katkı sağlayabilir.	Menü planlama, talep tahmini ve stok yönetimiyle birlikte uygulanmalıdır.
Yan ürün valorizasyonu	Yenilebilir yan ürünlerin gıda mürekkebine dönüştürülerek yeni gastronomik ürünlerde kullanılmasını destekleyebilir.	Mikrobiyolojik güvenlik, duyuusal kabul, alerjen yönetimi ve yazdırılabilirlik sağlanmalıdır.
Kişiselleştirilmiş beslenme	Bireye özel porsiyon, doku, enerji ve besin içeriği tasarımına olanak sağlayabilir.	Reçete standardizasyonu, beslenme gereksinimlerinin doğru belirlenmesi ve üretim güvenliği gereklidir.
Sürdürülebilir menü tasarımı	Atık azaltımı, yaratıcı sunum ve döngüsel ürün geliştirme süreçlerini destekleyebilir.	Teknoloji, sürdürülebilirlik söyleminin yerine geçmemeli; gerçek kaynak verimliliği sağlamalıdır.
Profesyonel mutfak entegrasyonu	Özel ürün geliştirme, tadım menüleri, deneyimsel gastronomi ve özel diyet uygulamalarında kullanılabilir.	Maliyet, baskı hızı, hijyen, personel eğitimi ve servis temposu dikkate alınmalıdır.
Tüketici kabulü ve etik iletişim	Sürdürülebilirlik hikâyesinin tabakta görünür kılınmasına katkı sağlayabilir.	Ürün “atık gıda” algısı yaratmadan, şeffaf, güven verici ve gastronomik değer odaklı biçimde sunulmalıdır.

Tablo 4, 3B gıda yazıcılarının atıksız mutfak bağlamındaki rolünün çok boyutlu olarak değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Buna göre teknoloji, tek başına gıda atığını ortadan kaldıran bir çözüm olarak değil; atık önleme, yan ürün valorizasyonu, kişiselleştirilmiş üretim, sürdürülebilir menü tasarımı, profesyonel mutfak entegrasyonu ve tüketici iletişimi süreçlerini destekleyen tamamlayıcı bir araç olarak konumlandırılmalıdır.

Çalışma sonucunda aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir.

Profesyonel mutfaklara yönelik olarak, restoran, otel ve toplu yemek işletmelerinde 3B gıda yazıcılarının kullanımı öncesinde mutfak kaynaklı gıda atıklarının düzenli biçimde analiz edilmesi önerilmektedir. Hangi atıkların önlenebilir, hangilerinin yeniden kullanılabilir ve hangilerinin gıda güvenliği açısından riskli olduğu belirlenmeden 3B baskı uygulamalarına geçilmemelidir (FAO, 2019; Filimonau ve De Coteau, 2019). Bu nedenle işletmeler, 3B gıda baskısını bağımsız bir teknoloji olarak değil; atık yönetimi, reçete geliştirme, menü tasarımı ve porsiyon kontrolü süreçleriyle birlikte ele alınması gereken bütüncül bir sistem olarak değerlendirmelidir.

Profesyonel mutfaklarda 3B yazıcı kullanımı başlangıçta sınırlı ve kontrollü ürün gruplarıyla denenmelidir. Fonksiyonel krakerler, sebze posası bazlı garnitürler, meyve kabuğu tozu içeren atıştırılmalıklar, tabak dekorları, özel diyet ürünleri ve sürdürülebilirlik temalı tadım menüleri bu aşama için uygun uygulama alanları olabilir (Jagadiswaran vd., 2021; Muthurajan vd., 2021; Saha vd., 2025). Yoğun servis temposuna sahip mutfaklarda teknolojinin doğrudan ana üretim sürecine entegre edilmesi yerine, ön hazırlık, özel ürün geliştirme veya deneyimsel menü uygulamalarında kullanılması daha uygulanabilir görünmektedir (Alami vd., 2024; Lee, 2021).

Atık veya yan ürün temelli 3B baskılı ürünler tüketiciye sunulmadan önce duyuusal analiz ve tüketici kabul testleri yapılmalıdır. Literatür, 3B baskılı gıdalarda yalnızca teknolojik yeniliğin veya sürdürülebilirlik iddiasının yeterli olmadığını; ürünün lezzet, doku, görünüş ve güven algısı açısından da kabul edilebilir olması gerektiğini göstermektedir (Feng vd., 2022; Manstan ve McSweeney, 2020; Scheele vd., 2022). Bu nedenle ürün adı, menü açıklaması ve servis biçimi tüketici tepkileri doğrultusunda geliştirilmelidir. Menü iletişiminde “atık bazlı ürün” gibi olumsuz çağrışım yaratabilecek ifadeler yerine “ileri dönüştürülmüş gıda bileşeni”, “döngüsel gastronomi ürünü”, “yan ürünlerden geliştirilmiş reçete” veya “kaynak verimli tabak bileşeni” gibi daha olumlu ve açıklayıcı ifadeler tercih edilebilir (Feng vd., 2022; Lupton ve Turner, 2018). Ancak bu iletişim abartılı sürdürülebilirlik iddialarına dönüştürülmemelidir; kullanılan

hammadenin kaynağı, güvenliği ve üretim süreci tüketiciye şeffaf biçimde aktarılmalıdır (Feng vd., 2022; Zhong vd., 2023).

Araştırmacılara yönelik olarak, gelecek çalışmalarda Türkiye'deki restoran, otel ve gastronomi işletmelerinde 3B gıda yazıcılarına yönelik farkındalık, kabul ve kullanım eğilimi incelenmelidir. Uluslararası literatürde tüketici kabulüne ilişkin çalışmalar bulunmakla birlikte, Türkiye'de şeflerin, gastronomi öğrencilerinin, işletme yöneticilerinin ve tüketicilerin 3B baskılı gıdalara yönelik tutumlarını inceleyen çalışmalar sınırlıdır (Brunner vd., 2018; Feng vd., 2022; Manstan ve McSweeney, 2020). Bu nedenle Türkiye bağlamında yapılacak ampirik araştırmalar, teknolojinin yerel gastronomi sistemi içinde nasıl algılandığını ortaya koyabilir.

Türkiye'ye özgü tarımsal ve gastronomik yan ürünlerin 3B baskı potansiyeli de araştırılmalıdır. Zeytin posası, üzüm posası, nar kabuğu, portakal kabuğu, fındık zarı, tahıl kepeği, sebze posaları, baklagil yan ürünleri ve meyve işleme atıkları gibi hammaddeler, 3B gıda mürekkebi geliştirme açısından değerlendirilebilir. Bu tür çalışmalar, yerel gıda atıklarının yüksek katma değerli gastronomik ürünlere dönüştürülmesine ve sürdürülebilir gastronomi ile yerel gıda kimliği arasında ilişki kurulmasına katkı sağlayabilir (Jagadiswaran vd., 2021; Muthurajan vd., 2021; Saha vd., 2025).

Gelecek araştırmalarda 3B baskılı atıksız ürünlerin yalnızca teknik yazdırılabilirliği değil; duyuşsal kabulü, tüketici güveni, çevresel etkisi, ekonomik uygulanabilirliği ve profesyonel mutfak entegrasyonu birlikte ele alınmalıdır. 3B gıda baskısı atık azaltımı açısından avantajlı görünse de cihaz üretimi, enerji tüketimi, baskı süresi, bakım maliyeti ve ön işlem süreçleri çevresel etkiyi değiştirebilir (Alami vd., 2024; Zhong vd., 2023). Bu nedenle yaşam döngüsü analizi ve maliyet-fayda değerlendirmeleri yapılmalı; 3B baskılı ürünler geleneksel üretim yöntemleriyle çevresel etki, enerji kullanımı, maliyet, zaman ve tüketici kabulü açısından karşılaştırılmalıdır. Ayrıca tüketici kabulü araştırmalarında yalnızca satın alma niyeti değil; duyuşsal deneyim, doğallık algısı, sürdürülebilirlik algısı ve güven değişkenleri birlikte incelenmelidir (Feng vd., 2022; Lee vd., 2021; Lupton ve Turner, 2018).

Bu çalışma, literatür taramasına dayalı kavramsal bir araştırma olduğu için doğrudan saha verisi üretmemektedir. Bu nedenle sonuçlar, mevcut akademik çalışmaların sentezine dayanmaktadır. Literatürdeki çalışmaların önemli bir kısmı laboratuvar ölçeğinde yürütüldüğünden, bulguların profesyonel mutfaklara doğrudan genellenmesi sınırlı olabilir (Saha vd., 2025; Zhong vd., 2023). Ayrıca 3B gıda yazıcılarının restoran, otel ve toplu yemek işletmelerindeki gerçek operasyonel etkilerini inceleyen uygulamalı araştırmalar hâlen sınırlıdır (Alami vd., 2024; Baiano, 2022).

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Destek Bilgisi: Herhangi bir kurum ve/veya kuruluştan destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması: Çıkar çatışması yoktur.

Etik Onayı: Bu çalışmanın tüm hazırlanma süreçlerinde etik kurallara riayet edildiğini yazar(lar) beyan eder. Aksi bir durumun tespiti halinde Türk Turizm Araştırmaları Dergisi'nin hiçbir sorumluluğu olmayıp, tüm sorumluluk makale yazar(lar)ına aittir.

Etik Kurul Onayı: Çalışma kamuya açık ikincil verilerin kullanılmasıyla oluşturulmuştur.

Araştırmacıların Katkı Oranı: Çalışma tek yazarlı olup katkı oranı %100'dür.

KAYNAKÇA

Alami, A. H., Olabi, A. G., Khuri, S., Aljaghoub, H., Alasad, S., Ramadan, M. and Abdelkareem, M. A. (2024). 3D printing in the food industry: Recent progress and role in achieving sustainable development goals. *Ain Shams Engineering Journal*, 15(3), 102386. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102386>

- Aria, M. and Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Baiano, A. (2022). 3D printed foods: A comprehensive review on technologies, nutritional value, safety, consumer attitude, regulatory framework, and economic and sustainability issues. *Food Reviews International*, 38(5), 986–1016. <https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1762091>
- Blutinger, J. D., Cooper, C. C., Karthik, S., Tsai, A., Samarelli, N., Storvick, E., Seymour, G., Liu, E., Meijers, Y. and Lipson, H. (2023). The future of software-controlled cooking. *NPJ Science of Food*, 7, (6), 1-6. <https://doi.org/10.1038/s41538-023-00182-6>
- Brunner, T. A., Delley, M., and Denkel, C. (2018). Consumers' attitudes and change of attitude toward 3D-printed food. *Food Quality and Preference*, 68, 389–396. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2017.12.010>
- Çakır, M. ve Altınır, D. D. (2025). DergiPark veritabanında gastronomi ve gıda alanında sıfır atık temalı makalelerin bibliyometrik incelemesi. *Düzce Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(1), 33-53.
- Dankar, I., Haddarah, A., El Omar, F., Sepulcre, F. and Pujolà, M. (2018). 3D printing technology: The new era for food customization and elaboration. *Trends in Food Science and Technology*, 75, 231–242. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.03.018>
- Derossi, A., Spence, C., Corradini, M. G., Jekle, M., Fahmy, A. R., Caporizzi, R., Devahastin, S., Moses, J. A., Le-Bail, A., Zhou, W., Zhang, M., Bhandari, B. and Severini, C. (2024). Personalized, digitally designed 3D printed food towards the reshaping of food manufacturing and consumption. *NPJ Science of Food*, 8, (54), 1-10. <https://doi.org/10.1038/s41538-024-00296-5>
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N. and Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285–296. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- Ellen MacArthur Foundation. (2019). *Cities and circular economy for food*. Ellen MacArthur Foundation. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/cities-and-a-circular-economy-for-food> (Erişim Tarihi: 15.04.2026)
- Feng, X., Khemacheevakul, K., De León Siller, S., Wolodko, J., and Wismer, W. (2022). Effect of labelling and information on consumer perception of foods presented as 3D printed. *Foods*, 11(6), Article 809. <https://doi.org/10.3390/foods11060809>
- Filimonau, V. and De Coteau, D. A. (2019). Food waste management in hospitality operations: A critical review. *Tourism Management*, 71, 234–245. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2018.10.009>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019). *The state of food and agriculture 2019: Moving forward on food loss and waste reduction*. FAO. <https://www.fao.org/state-of-food-agriculture/2019> (Erişim Tarihi: 17.04.2026)
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2024). *FAO policy series: Food loss and food waste*. <https://www.fao.org/policy-support/policy-themes/food-loss-and-food-waste/fao-policy-series--food-loss---food-waste/> (Erişim Tarihi: 13.04.2026)
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2026). *Sustainable Gastronomy Day*. <https://www.fao.org/sustainable-gastronomy-day/en> (Erişim Tarihi: 10.04.2026)
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P. and Hultink, E. J. (2017). The circular economy: A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>

- Ghisellini, P., Cialani, C., and Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11–32. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>
- Godoi, F. C., Prakash, S. and Bhandari, B. R. (2016). 3D printing technologies applied for food design: Status and prospects. *Journal of Food Engineering*, 179, 44–54. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2016.01.025>
- Jagadiswaran, B., Alagarasan, V., Palanivelu, P., Theagarajan, R., Moses, J. A. and Anandharamakrishnan, C. (2021). Valorization of food industry waste and by-products using 3D printing: A study on the development of value-added functional cookies. *Future Foods*, 4, Article 100036. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100036>
- Jurgilevich, A., Birge, T., Kentala-Lehtonen, J., Korhonen-Kurki, K., Pietikäinen, J., Saikku, L. and Schösler, H. (2016). Transition towards circular economy in the food system. *Sustainability*, 8(1), 69. 1-14. <https://doi.org/10.3390/su8010069>
- Kirchherr, J., Reike, D. and Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- Kouzani, A. Z., Adams, S., Whyte, D. J., Oliver, R., Hemsley, B., Palmer, S. and Balandin, S. (2017). 3D printing of food for people with swallowing difficulties. In *The International Conference on Design and Technology* 2(2):23-29. KnE Engineering. <https://doi.org/10.18502/keg.v2i2.591>
- Lee, J. (2021). A 3D food printing process for the new normal era: A review. *Processes*, 9(9), 1495. <https://doi.org/10.3390/pr9091495>
- Lee, K. H., Hwang, K. H., Kim, M. and Cho, M. (2021). 3D printed food attributes and their roles within the value-attitude-behavior model: Moderating effects of food neophobia and food technology neophobia. *Journal of Hospitality and Tourism Management*, 48, 46–54. <https://doi.org/10.1016/j.jhtm.2021.05.013>
- Liu, Z., Bhandari, B., Guo, C., Zheng, W., Cao, S., Lu, H. and Mo, H. (2021). 3D printing of shiitake mushroom incorporated with gums as dysphagia diet. *Foods*, 10(9), Article 2189. <https://doi.org/10.3390/foods10092189>
- Liu, Z., Zhang, M., Bhandari B. and Wang, Y. (2017). 3D printing: Printing precision and application in food sector. *Trends in Food Science and Technology*, 69, 83–94. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.08.018>
- Lorenz, T., Iskandar, M. M., Baeghbali, V., Ngadi, M. O. and Kubow, S. (2022). 3D food printing applications related to dysphagia: A narrative review. *Foods*, 11(12), 1789 1-15. <https://doi.org/10.3390/foods11121789>
- Lupton, D. and Turner, B. (2018). “I can’t get past the fact that it is printed”: Consumer attitudes to 3D printed food. *Food, Culture and Society*, 21(3), 402–418. <https://doi.org/10.1080/15528014.2018.1451044>
- Manstan, T. and McSweeney, M. B. (2020). Consumers’ attitudes towards and acceptance of 3D printed foods in comparison with conventional food products. *International Journal of Food Science and Technology*, 55(1), 323–331. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14292>
- Muthurajan, M., Veeramani, A., Rahul, T., Gupta, R. K., Anukiruthika, T., Moses, J. A. and Anandharamakrishnan, C. (2021). Valorization of food industry waste streams using 3D food printing: A study on noodles prepared from potato peel waste. *Food and Bioprocess Technology*, 14, 1817–1834. <https://doi.org/10.1007/s11947-021-02675-2>

- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372: 71, 1-9. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pulatsu, E. and Lin, M. (2021). A review on customizing edible food materials into 3D printable inks: Approaches and strategies. *Trends in Food Science and Technology*, 107, 68–77. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.11.023>
- Saha, D., Padhiary, M., Hoque, A. and Prasad, G. (2025). 3D printing technology for valorization of food processing wastes and byproducts: A systematic review. *Waste Management Bulletin*, 3, Article 100192. <https://doi.org/10.1016/j.wmb.2025.100192>
- Şeyhanlıoğlu, H. Ö. (2023). Cumhuriyet Sonrası Türkiye’de Sürdürülebilir Gastronomiye Dair Hazırlanan Lisansüstü Tez Çalışmalarının Bibliyometrik Analizi. *Kent Akademisi*, 16 (Türkiye Cumhuriyeti’nin 100. Yılı Özel Sayısı | Special Issue for the 100th Anniversary of the Republic of Türkiye), 559-576.
- Schanes, K., Dobernig, K. and Gözet, B. (2018). Food waste matters: A systematic review of household food waste practices and their policy implications. *Journal of Cleaner Production*, 182, 978–991. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.030>
- Scheele, S. C., Hartmann, C., Siegrist, M., Binks, M. and Egan, P. F. (2022). Consumer assessment of 3D-printed food shape, taste, and fidelity using chocolate and marzipan materials. *3D Printing and Additive Manufacturing*, 9(6). <https://doi.org/10.1089/3dp.2020.0271>
- Severini, C., Azzollini, D., Albenzio, M. and Derossi, A. (2018). On printability, quality and nutritional properties of 3D printed cereal based snacks enriched with edible insects. *Food Research International*, 106, 666–676. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.01.034>
- Sonder, I. W., Darmawan, R. N., Sumariadhi, N. W., Anggreni, N. W. and Fitriani, S. (2026). Circular Gastronomy in Hospitality Operations: An Embedded Qualitative Case Study from Bali. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis Jagaditha*, 13(1), 74-88.
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2024). *Food Waste Index Report 2024*. UNEP. <https://www.unep.org/resources/publication/food-waste-index-report-2024> (Erişim Tarihi: 10.04.2026)
- Vancauwenberghe, V., Verboven, P., Lammertyn, J. and Nicolai, B. (2018). Development of a coaxial extrusion deposition for 3D printing of customizable pectin-based food simulant. *Journal of Food Engineering*, 225, 42–52.
- Varvara, R. A., Szabo, K. and Vodnar, D. C. (2021). 3D food printing: Principles of obtaining digitally-designed nourishment. *Nutrients*, 13(10), 3617. 1-17. <https://doi.org/10.3390/nu13103617>
- Yang, F., Zhang, M. and Bhandari, B. (2017). Recent development in 3D food printing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(14), 3145–3153. <https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1094732>
- Zhong, L., Lewis, J. R., Sim, M., Bondonno, C. P., Wahlqvist, M. L., Muger, A., Purchase, S., Siddique, K. H. M., Considine, M. J., Johnson, S. K., Devine, A. and Hodgson, J. M. (2023). Three-dimensional food printing: Its readiness for a food and nutrition insecure world. *Proceedings of the Nutrition Society*, 82(4), 468–477. <https://doi.org/10.1017/S0029665123003002>

Zhu, W., Iskandar, M. M., Baeghbali, V. and Kubow, S. (2023). Three-dimensional printing of foods: A critical review of the present state in healthcare applications, and potential risks and benefits. *Foods*, 12(17),1-17. <https://doi.org/10.3390/foods12173287>