



Begüm Hacıoğlu, Zerrin Yüksel
Sürdürülebilir Gastronomi Bakış Açısıyla Fermantasyonun Gıda
İsrafının Azaltılmasındaki Rolü

The Role of Fermentation in Reducing Food Waste from a Sustainable Gastronomy Perspective

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, begumhacioglu@hotmail.com

Sorumlu yazar: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, zyuksel@comu.edu.tr

Öz

Gıda israfı, çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlarıyla günümüzde sürdürülebilir gıda sistemlerinin önündeki en önemli sorunlardan biri olarak değerlendirilmektedir. Bu sorunun çözümüne yönelik yaklaşımlar arasında fermantasyon, gıdaların raf ömrünü uzatması, mikrobiyolojik güvenliğini artırması ve besin değerini iyileştirmesi nedeniyle öne çıkmaktadır. Bu derleme çalışmasının amacı, fermantasyonun gıda israfının azaltılmasındaki rolünü sürdürülebilir gastronomi perspektifinden değerlendirmektir. Çalışmada fermantasyonun tarihsel gelişimi, temel fermantasyon türleri, gıda güvenliği ve raf ömrü üzerindeki etkileri incelenmiş; ayrıca gıda atıklarının fermantasyon yoluyla katma değerli ürünlere dönüştürülmesine yönelik güncel araştırmalar ele alınmıştır. Literatür bulguları, fermantasyonun sebze, meyve ve süt endüstrisi yan ürünlerinin değerlendirilmesinde etkili bir yöntem olduğunu ve biyoyakıt, organik asit, enzim, biyopolimer ve fonksiyonel gıda bileşenleri gibi yüksek katma değerli ürünlerin üretimine olanak sağladığını göstermektedir. Bunun yanında fermantasyonun yeşil mutfak uygulamaları destekleyerek kaynak verimliliğinin artırılmasına katkı sağladığı belirlenmiştir. Sonuç olarak fermantasyon, sürdürülebilir gastronomi kapsamında gıda israfının azaltılmasına katkı sağlayan önemli bir araç olarak değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Fermantasyon, gıda atıkları, gıda israfı, sürdürülebilir gastronomi

Abstract

. Food waste is considered one of the most significant challenges facing sustainable food systems today due to its environmental, economic, and social dimensions. Among the approaches aimed at addressing this issue, fermentation stands out because of its ability to extend the shelf life of foods, enhance microbiological safety, and improve nutritional value. The aim of this review study is to evaluate the role of fermentation in reducing food waste from a sustainable gastronomy perspective. The study examines the historical development of fermentation, the main types of fermentation, and its effects on food safety and shelf life. In addition, recent studies on the conversion of food waste into value-added products through fermentation are reviewed. The findings of the literature indicate that fermentation is an effective method for valorizing vegetable, fruit, and dairy industry by-products and enables the production of high value-added products such as biofuels, organic acids, enzymes, biopolymers, and functional food ingredients. Furthermore, fermentation has been found to contribute to improving resource efficiency by supporting green kitchen practices. Consequently, fermentation is regarded as an important tool for reducing food waste within the scope of sustainable gastronomy.

Keywords: Fermentation, food waste, food waste valorization, sustainable gastronomy

Giriş

Sürdürülebilirlik kavramının kökeninin, 1987 yılında yayımlanan Brundtland Raporuna dayandığı bilinmektedir. Raporda, insanın yaşam standartlarını yükseltme arzusu ile doğal kaynakların korunması arasındaki dengenin gerekliliği vurgulanmaktadır (Kuhlman ve Farrington, 2010).

İnsan ile doğa arasında sürdürülebilir bir uyumun yakalanması, tabii kaynakların korunarak bilinçli üretim ve tüketim anlayışının içselleştirilmesi ve gelecek kuşakların ihtiyaçlarını gözetken planlamaların yapılması, sürdürülebilir bir yaşam için temel koşullar arasında değerlendirilmektedir (Doğan, 2023, s. 5). Sürdürülebilirliğin geliştirilmesi ve gıda sistemlerinin evrilmesi bakımından önemli bir araç olarak gastronomi ön plana çıkmaktadır (Bonacho vd., 2026). Sürdürülebilir gastronomi; ekolojik, ekonomik, sosyolojik ve kültürel öğelerin birleşmesiyle meydana gelmektedir (Çekal ve Doğan, 2021).

Dünya genelinde üretilen gıdaların üçte birinin kayıp ya da israf edildiği bilinmektedir. Söz konusu kayıplar yalnızca ekonomik açıdan değil, aynı zamanda sera gazı emisyonlarının artmasına neden olmaktadır. Bu bağlamda, gıda ve tarımsal atıkların oluşumunu azaltacak yenilikçi yaklaşımların geliştirilmesi kritik önem taşımaktadır (Black vd., 2026, s. 1). Gıda atıkları, dünya genelinde çevresel sürdürülebilirlik ve ekonomik açıdan önemli sorunlara neden olmaktadır (Soon vd., 2025).

Tüketicilerin doğal, bitkisel bazlı ve fonksiyonel özellik taşıyan gıdalara yönelik ilgisinin artması, fermantasyonun sürdürülebilir gıda işleme yöntemlerine karşı daha fazla önem kazanmasına katkı sağlamaktadır (Gangakhedkar vd., 2025). Bu kapsamda bilimsel döngüsel gastronomi, gıda atıklarının en aza indirilmesini hedefleyen sürdürülebilir uygulamalar; fermantasyon bilimi, moleküler gastronomi ve yenilikçi mutfak teknikleriyle bütünleştirmektedir. Mutfak faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan sebze kabukları, kesim artıkları, bayat ekmekler, peynir altı suyu ve benzeri yan ürünler, çeşitli dönüşüm süreçlerinden geçirilerek gastronomik açıdan değer taşıyan yeni bileşenlere dönüştürülebilmektedir. Böylece hem atık miktarının azaltılması hem de gıda kaynaklarının daha verimli kullanılması mümkün olmaktadır (Sharma, 2026). Fermantasyon temelli gıda ve içecek muhafazası, gıdaların dayanıklılığını sağlamak ve raf ömrünü arttırmak amacıyla çok eski zamanlardan bu yana kullanılan etkili bir yöntemdir (Mannaa vd., 2021; Ross vd., 2002). Türkiye’de genel olarak üretilen geleneksel fermente ürünler arasında yoğurt, ayran, kefir, kımız, tarhana, boza, turşu, şalgam suyu, hardaliye ve sucuk yer almaktadır (Palamutoğlu ve Baş, 2020). Modern gıda sistemlerinde fermantasyon, tarımsal ve gıda bazlı atıkların biyoaktif bileşenler, organik asitler, biyoyakıt, enzim ve protein gibi yüksek katma değeri bulunan ürünlere dönüşümü sağlayarak çevresel, ekonomik ve beslenme kaynaklı problemlerin birlikte çözülmesine olanak sağlamaktadır. Döngüsel biyoekonomi yaklaşımıyla paralel şekilde fermantasyon, kaynakların yeniden kullanımı, atıkların azaltımı ve sera gazı emisyonlarının düşürülmesini desteklemektedir (Gabriele vd., 2026).

Her ne kadar fermantasyonun gıda muhafazasındaki rolü uzun yıllardır bilinmekte olsa da, fermantasyonun sürdürülebilir gastronomi perspektifinden gıda israfının azaltılmasına katkısını bütüncül olarak ele alan çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Bu bağlamda; gıdaların korunması, raf ömrünün uzatılması ve besinsel değerlerinin artırılması üzerindeki etkilerinin sürdürülebilir gastronomi perspektifinden ele alınması, teknolojik, çevresel ve tüketici odaklı boyutların birlikte değerlendirilmesini gerektirmektedir. Bu derleme çalışmasında, mevcut bilimsel literatür ışığında fermantasyonun gıda israfının azaltılmasına olan katkıları; gıda muhafaza teknikleri, mikrobiyal faaliyetler, sürdürülebilir üretim yaklaşımları ve gastronomik uygulamalar kapsamında incelenmiştir. Ayrıca fermantasyonun raf ömrünü uzatma, algılanan duyu kaliteyi artırma ve gıda kayıplarını azaltma gibi işlevleri değerlendirilerek sürdürülebilir gastronomideki önemi ortaya konulmuştur. Bu doğrultuda fermantasyonun, sürdürülebilir beslenme sistemlerinin desteklenmesine katkı sağlayan ve gastronomi sektöründe çevresel sürdürülebilirliği güçlendiren yenilikçi uygulamalara zemin hazırlayan önemli bir araç olduğu değerlendirilmektedir.

Fermantasyon Tarihçesi

Mikroorganizmaların rol oynadığı biyolojik süreçleri ve bu süreçler sonucunda elde edilen ürünler, insanlık tarihinde binlerce yıl boyunca bilinmiş ve kullanılmıştır. Fermantasyonun keşfi, bireysel deneyime dayanan uygulamalarla başlamış, zaman içerisinde kültürel geleneklerin bir parçası hâline gelmiştir. Özellikle bekletilen meyve sularının tüketimi sonrasında ortaya çıkan etkilerin fark edilmesi, fermantasyon süreçlerine yönelik ilk uygulamaların gelişmesine katkı sağlamıştır. İlk dönemlerde toprak kaplar, ahşap fıçılar, meyve kabukları ve hayvan derilerinden yapılan tulumlar gibi doğal materyaller kullanılarak gerçekleştirilen bu uygulamalar, daha sonra fermantasyonun temelini oluşturan mikrobiyolojik süreçlerin anlaşılmasına zemin hazırlamıştır (Akman, 1987, s. 1).

Fermantasyonun ortaya çıkışının Bereketli Hilal coğrafyasına uzandığı kabul edilmekte ve bu süreçten itibaren fermente ürünlerin birçok toplumun beslenme kültüründe görüldüğü ifade edilmektedir. İlk dönemlerde temel olarak gıdaların muhafazası amaçlanarak kullanılan fermantasyon yöntemi, günümüzde ürünlerin fiziksel ve kimyasal yapısını, duyu özelliklerini, besin değerini ve mikrobiyolojik güvenliğini iyileştirmek amacıyla da değerlendirilmektedir. Fermente süt ürünleri, bira ve şarap gibi alkollü içeceklerin yanı sıra fermente edilmiş sebze, meyve ve et ürünleri; raf ömrünü uzatmaları, gıda kaynaklı riskleri azaltmaları ve tat-aroma özelliklerini düzenlemeleri sebebiyle önemli bir yer tutmaktadır. Benzer şekilde zaman içerisinde gerçekleştirilen bilimsel çalışmalar, fermente gıdaların tüketiminin insan sağlığı üzerinde olumlu etkiler oluşturabileceğini ortaya koymuştur (Siddiqui vd., 2023). Benzer şekilde gıda fermantasyonunun ortaya çıkışının, çömlük teknolojisinin gelişmesi ve yaygın olarak kullanılmaya başlanmasıyla yakından ilişkili olduğu düşünülmektedir. Araştırmacılar, Kuzeydoğu Asya'yı fermantasyon uygulamalarının şekillendiği önemli merkezlerden biri olarak değerlendirmektedir. MÖ 8000–3000 yılları arasında Kore Yarımadası ve Kore Boğazı çevresinde gelişen ilkel çömlük kültürü döneminde, çömlüklerin gıdaların işlenmesi ve kaynatılmasında kullanılmasının yanı sıra deniz suyundan tuz elde edilmesine yönelik yöntemlerin de geliştiği belirtilmektedir (Lee vd., 2024). Dünyanın farklı bölgelerinde bulunan fermente yiyecek ve içecekler, toplumların beslenme kültürünün ayrılmaz bir parçasını oluşturmakta ve etnik toplulukların kültürel mirasını günümüze taşımaktadır (Karaçıl ve Acar Tek, 2013).

Fermantasyonun Tanımı ve Türleri

Fermantasyon, mikroorganizmaların enzimleri sayesinde gıda bileşenlerinde meydana gelen biyokimyasal dönüşümleri ifade etmektedir. Fermantasyon süreci; gıdaların lezzet, koku, yapı, besin değeri ve raf ömrü gibi özelliklerini iyileştirmek amacıyla kontrollü şekilde gerçekleştirilmektedir. Ayrıca fermantasyon; temizleme, öğütme, suda bekletme, ısıtma işlemi, ambalajlama ve dağıtım gibi süreçleri bünyesinde barındırmaktadır (Motarjemi & Nout, 1996, s. 555). Fermantasyon, oksijenin mevcut olmadığı veya çok kısıtlı düzeylerde olduğu ortamlarda gerçekleşebilmekte olan biyolojik süreçlerdir. Bu aşamada mikroorganizmalar, enzimatik faaliyetler sonucu enerji üretirken aynı zamanda farklı sekonder metabolitler meydana getirmekte ve gıda bileşiminde yapısal değişimler oluşturmaktadır (Şimşek & Isgandarov, 2025, s. 36). Fermantasyon, buzdolabı teknolojisinin gelişmesinden önceki dönemde gıdaların dayanıklılığını artırmak ve bozulmasını geciktirmek amacıyla yaygın şekilde kullanılan önemli bir gıda işleme yöntemi olmuştur. Günümüzde de özellikle kırsal alanlarda kullanımını sürdürmektedir. Bununla birlikte, fermantasyon uygulamalarının büyük ölçüde tahıllar ve nişasta bakımından zengin yumru bitkiler gibi hammaddeler üzerine ağırlıklı olarak yoğunlaştığı görülmektedir (Ebah vd., 2019, s. 328).

Fermente gıdalar, kontrollü mikrobiyal gelişim ile gıda bileşenlerinin enzimatik faaliyetler aracılığıyla dönüştürülmesi sonucunda elde edilen yiyecek ve içecekler olarak tanımlanmaktadır (Dimidi vd., 2019). Geçmişte bu koruma yöntemi çoğunlukla doğal fermantasyon süreçleriyle gerçekleştirilirken, günümüzde endüstriyel ölçekte uygulanan üretimlerde ürün standardizasyonunu ve kalite sürekliliğini sağlamak amacıyla belirli mikroorganizma suşlarından oluşan starter kültür sistemleri tercih edilmektedir (Ross vd., 2002). Bununla birlikte fermantasyonun sadece gıda üretiminde değil; atık yönetimi, atık su arıtımı, çevresel uygulamalar ve toprak iyileştirme gibi farklı alanlarda da uygulandığı belirtilmektedir. Ayrıca son dönemde bağırsak mikrobiyotası üzerine yapılan çalışmaların artış gösterdiği ve mikroorganizmaların insan sağlığı üzerindeki etkilerinin önemli düzeyde olduğu ifade edilmektedir (Feng vd., 2018, s. 717).

Laktik asit fermentasyonunda, laktik asit bakterileri; et, süt, sebze, meyve ve tahıl gibi fermente ürünlerin olgunlaşma süreçlerinde etkin rol oynamasıyla gıda teknolojisinde önemli bir yer tutmaktadır. Gıdaların bu bakteriler aracılığıyla korunması en eski gıda muhafaza metodları arasından değerlendirilmektedir (Çon ve Gökalp, 2000, s. 180). Laktik asit fermentasyonu, en yaygın ve en uzun süredir uygulanan biyokoruma yöntemidir. Temel olarak, laktik asit bakterileri aracılığıyla metabolik faaliyetler sonucunda laktik aside dönüştürülmesi esasına dayalı gıda muhafazasında kullanılan bir üretim tekniğidir. Bu fermentasyon, ürünlere kendine has tat ve tekstür özelliklerini kazandırırken raf ömrünün artmasına ve sağlık açısından yararlanımına katkı sağlamaktadır (Sionek vd., 2023).

Asetik asit fermentasyonu, etanol içeren ortamların asetik asit bakterileri aracılığıyla biyolojik olarak dönüştürülmesi sonucunda gerçekleşen bir fermentasyon türüdür. Bu süreçte bakteriler, etanolü oksidasyon yoluyla asetik aside çevirerek sirkenin karakteristik asidik yapısının oluşmasını sağlamaktadır. Asetik asit bakterileri, bu dönüşüm sürecindeki temel rollerinin yanı sıra farklı çevresel koşullara uyum sağlayabilen metabolik özellikleri sayesinde de dikkat çekmektedir. Bu özellikleri, söz konusu mikroorganizmaların çeşitli biyoteknolojik uygulamalarda rol oynayan önemli bir bakteri grubu olarak değerlendirilmesine neden olmaktadır (Román-Camacho vd., 2023). Asetik asit bakterileri, antioksidan özellik gösteren ve insan sağlığı üzerinde olumlu etkileri bulunan sirke ile kombucha gibi fermente içeceklerin üretiminde önemli rol oynamaktadır (Gomes vd., 2018, s. 146). Asetik asit bakterileri, sistematik olarak *Gluconobacter* (Acetobacter) ve *Acetomonas* cinslerine mensuptur. Sirke üretiminde rol oynayan bakteriler, kullanılan ham madde ve metoda göre değişkenlik göstermektedir (Pamir, 1985, s. 307).

Alkol fermentasyonu, insanlar tarafından uygulanan en önemli mikrobiyal süreçlerden biri olarak değerlendirilmektedir (Watanabe, 2025, s. 1). Şarap, bira ve diğer alkollü içeceklerin yapım aşamasında yaygın olarak kullanılan alkol fermentasyonu, aynı zamanda karbonhidrat hammaddelerinden biyoetanol elde edilmesinde ve çeşitli gıda endüstrisi yan ürünlerinin değerlendirilmesinde önemli bir biyoteknolojik süreçtir. Bu sürecin verimlilik düzeyi büyük ölçüde selülozik yapıların fermentasyona uygun basit şekere yıkımı, alkol fermentasyonunun hızı ve oluşan etanolün maya hücreleri üzerindeki etkilerine karşı gösterilen dayanıklılığa bağlıdır (Vamvakas ve Kapos, 2020). Alkollü fermentasyon esnasında *Saccharomyces cerevisiae* mayası kullanılmaktadır (De la Cruz vd., 2025, s. 26365).

Gıda Güvenliği ve Raf Ömrü Üzerine Etkisi

Fermente gıdalar; dünya çapında yaygın şekilde tüketilmekle beraber, gıda kaynaklı salgınlarla ilgili toksin ve patojenlerin temel kaynağı olarak gösterilmektedir. Patojen mikroorganizmaların beraberinde, fermente gıdalarda sık şekilde görülen mikotoksinler, biyojen aminler ve siyanojenik glikozitler bulunmaktadır. Özellikle fermente süt ürünleri ile et sosisleri kontaminasyonuna ilişkin riskli ürünler arasında yer almaktadır (Sivamaruthi vd., 2019). Yumuşak formdaki peynirlerde ortaya çıkabilen *Listeria* kontaminasyonu ile elverişli durumlarda fermente edilmeyen balık ve sebze ürünlerinde oluşabilen *C. botulinum* bakterisinin önemli sağlık problemlerine yol açabileceği belirtilmektedir. İlgili tehlikelerin önlenmesi için hijyen uygulamaları ve fermentasyon sürecinin kontrollü şekilde yürütülmesi gerekmektedir. Optimum sıcaklık, pH düzeyi ve anaerob koşulların sağlanması, istenmeyen bakterilerin çoğalmasını engellemede kritik önem taşımaktadır. Benzer şekilde, güvenilir starter kültürlerin kullanımı ve üretim standartlarına uyulması mikrobiyal bulaşmayı önlemektedir (Sawant vd., 2025, s. 19). Benzer şekilde biyojenik aminler, mikroorganizmaların fermentasyon esnasında amino asitlerin dekarboksilasyon faaliyetleri sonucu meydana çıkan düşük molekül ağırlıklı bileşiklerdir. İlgili fermente gıdalarda histamin, tiramin ve feniletilamin gibi çeşitli biyojenik aminler bulunabilmekte ve bazı durumlarda bu bileşiklerin oranları toksik seviyelerin üzerine çıkabilmektedir. Yüksek miktarda biyojenik amin içeren gıdaya maruziyet; migren, kan basıncında yükselme ve taşikardi gibi olumsuz sağlık sonuçları ile karakterize olmaktadır (Saha Turna vd., 2024).

Gangakhedkar ve ark. (2025), fermentasyon sürecinde özellikle laktik asit bakterilerinin (LAB) patojen mikroorganizmaların gelişimini baskılamada kritik rol oynadığını belirtmiştir. Araştırmaya göre LAB tarafından üretilen organik asitler, hidrojen peroksit, diasetil ve bakteriyosin gibi antimikrobiyal metabolitler; *Listeria monocytogenes*, *Helicobacter pylori* ve çeşitli gıda kaynaklı patojenlerin inhibisyonunda etkili olmaktadır. Özellikle düşük pH oluşumu sayesinde spor oluşturan ve bozulmaya neden olan bakterilerin çoğalması engellenmekte, böylece ürünlerin raf ömrü uzarken mikrobiyal güvenliği de artmaktadır. Çalışmada ayrıca kimchi, sauerkraut ve çeşitli turşu ürünlerinde bulunan probiyotik mikroorganizmaların patojenlere karşı koruyucu etki gösterdiği vurgulanmıştır. Bunun yanında araştırmacılar, fermentasyon sürecinde biyojenik amin oluşumu, nitrit birikimi ve kontaminasyon

risklerinin de önemli güvenlik sorunları arasında yer aldığını ifade etmiş; bu risklerin kontrolü için starter kültür kullanımı, kontrollü fermantasyon koşulları ve yüksek basınç işlemi (HPP), UV-C ve ozon uygulamaları gibi yeni nesil non-termal teknolojilerin önemine dikkat çekmiştir.

Fermantasyon, yalnızca gıdaların raf ömrünü uzatmakla sınırlı kalmamakta; aynı zamanda zararlı mikroorganizmaların gelişimini baskılayarak ürünlerin tat ve doku özelliklerinin iyileştirilmesine katkı sağlamaktadır. Bunun yanı sıra, fonksiyonel mikroorganizmalar açısından önemli bir kaynak olarak değerlendirilmektedir (Anyogu vd., 2021; Skowron vd., 2022). İlgili önlemlerin alınabilmesi açısından, kontaminantlar ve toksinlerin insan sağlığı ile bağırsak mikrobiyotası üzerinde etkilerinin doğru şekilde belirlenmesi önem arz etmektedir. Bu durum, salgınların hasar vermeden önce tespitinde ve önlenmesinde kritik rol oynamaktadır (Pop vd., 2024, s. 1).

Fermantasyonun Gıda İsrafını Azaltmadaki Rolü

Gıda israfı, tarımsal üretimden gıda üreticisinden tüketiciye kadar uzanan gıda tedarik sürecinde rol alan paydaşlar için ekonomik yük oluşturmaktadır. Bu yük; gıdanın üretimi, işlenmesi ve satın alınması için katlanılan maliyetlerin yanı sıra, atıkların ortadan kaldırılması maliyetlerini de içermektedir. Öte yandan, dünya nüfusunda yaşanan artış ve doğal kaynakların giderek azalması bağlamında, gıda israfı ile yoksulluk arasındaki zıtlık küresel gıda güvenliği konusunda kaygılara dikkat çekerek gıda israfının sosyal ve etik boyutlarının da ele alınması gerekliliğini vurgulamaktadır (Papargyropoulou vd., 2014, s. 114). Sürdürülebilir fermantasyon uygulamaları ise, karbon emisyonu, enerji kullanımı ve atık oluşumunun önüne geçerken aynı şekilde ürün kalitesi ile üretim verimliliğinin gelişime katkı sağlamaktadır (Singh vd., 2025, s. 461).

Ebah ve arkadaşları (2019) tarafından gerçekleştirilen bu çalışmada, laktik asit fermantasyonunun sebzelerin raf ömrünü uzatma üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Araştırmada lahanalar, havuç ve domates örnekleri fermantasyona tabi tutulmuş; fermantasyon sürecinde ortaya çıkan mikrobiyal değişimler ile pH düzeyleri incelenmiştir. Bulgular, fermantasyon sürecinde özellikle *Lactobacillus*, *Leuconostoc* ve *Pediococcus* türü laktik asit bakterilerinin baskın hâle geldiğini göstermiştir. Fermantasyon ilerledikçe pH seviyesinin düştüğü, buna karşılık laktik asit bakterilerinin sayısının arttığı ve aerobik bakterilerin azaldığı belirlenmiştir. Ayrıca laktik asit fermantasyonunun, sebzelerde bozulmaya neden olan ve patojen özellik gösterebilen mikroorganizmaların gelişimini baskılayarak raf ömrünü artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada fermantasyonun düşük maliyetli, güvenilir ve sürdürülebilir bir gıda koruma yöntemi olduğu vurgulanmıştır.

Soon ve arkadaşları (2025), gıda atıklarının çevresel ve ekonomik etkilerini azaltmak amacıyla mikrobiyal fermantasyona dayalı değerlendirme tekniklerini incelemiştir. Araştırmacılar, dünya genelinde yılda yaklaşık 2,5 milyar ton gıda atığı oluştuğunu ve bunun sera gazı emisyonlarının %8-10'unu açığa çıkardığını belirtmiştir. Çalışmada, fermantasyonun gıda atıklarını enerji, biyoyakıt, organik asitler, biyopolimerler, enzimler ve diğer katma değerli ürünlere dönüştürmede sürdürülebilir bir yöntem olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca sentetik biyoloji ve metabolik mühendislik uygulamalarının, mikroorganizmaların atıkları değerlendirme oranını artırarak fermantasyon süreçlerinin verimliliğini arttırdığı ifade edilmiştir. Araştırma sonuçları, fermantasyonun doğrusal üretim sistemlerinden döngüsel biyoekonomiye geçişte önemli bir araç olduğunu vurgulamaktadır.

Gıda Atıklarının Fermantasyon Yoluyla Değerlendirilmesi

Ortiz-Sanchez ve ark. (2023), gıda kayıpları ve gıda atıklarının fermantasyon süreçleriyle değerlendirilmesine ilişkin gerçekleştirdikleri derlemede, gıda artıklarının karbonhidrat, protein ve lipid açısından zengin içerikleri sayesinde biyoteknolojik dönüşüm aşamaları için önemli bir hammadde potansiyeline sahip olduğunu belirtmiştir. Çalışmada, fermantasyon aracılığıyla biyogaz, hidrojen, biyoetanol ve bütanol gibi enerji taşıyıcılarının yanı sıra laktik asit, süksinik asit ve asetik asit gibi organik asitler, biyopolimerler, enzimler, pigmentler ve çeşitli biyoaktif bileşiklerin üretilbildiği vurgulanmıştır. Ayrıca, anaerobik çürütmenin özellikle heterojen yapıya sahip gıda atıklarının değerlendirilmesinde en uygulanabilir yöntemlerden biri olduğu ve bu süreçte elde edilen biyogazın yenilenebilir enerji üretimine katkı sağlayabileceğinin altı çizilmektedir. Bununla birlikte, gıda artıklarının bileşimindeki değişkenlik, ön işlem gereksinimleri, lojistik zorluklar ve ürün geri kazanım maliyetleri gibi faktörlerin fermantasyon uygulamalarının yaygınlaşmasını sınırlandırdığı belirtilmiştir. Araştırmacılar, gıda artıklarının fermantasyonla değerlendirilmesinin atık azaltımı, döngüsel ekonomi uygulamalarının

geliştirilmesi ve sürdürülebilir üretim-tüketim modellerinin desteklenmesi açısından önemli bir strateji olduğunu ifade etmektedir.

Ansari ve ark. (2024), gıda atıklarının çevresel ve ekonomik sorunlara yol açan bir atık olmaktan çıkarılarak döngüsel ekonomi kapsamında değerli biyobazlı ürünlere dönüştürülebileceğini belirtmiştir. Çalışmada mikrobiyal fermentasyon, anaerobik sindirim, enzimatik işlemler, piroliz ve hidrotermal süreçler gibi farklı değerlendirme teknolojileri incelenmiş ve özellikle fermentasyon temelli yöntemlerin gıda atıklarının sürdürülebilir şekilde değerlendirilmesinde önemli bir rol oynadığı vurgulanmıştır. Araştırmacılar, fermentasyon ve biyoteknolojik dönüşüm süreçleri sayesinde gıda atıklarından biyoyakıt, organik asit, enzim ve prebiyotik gibi yüksek katma değerli ürünlerin elde edilebildiğini ifade etmiştir. Çalışmada ayrıca gıda atıklarının yüksek miktarda karbonhidrat, protein ve lipit içermesi nedeniyle biyolojik dönüşüm süreçleri için uygun bir hammadde olduğu belirtilmiştir. Bu özellikleri sayesinde gıda atıkları fermentasyon ve anaerobik sindirim uygulamalarında etkin şekilde kullanılabilmektedir.

Selmi ve arkadaşları (2025), peynir üretimi sırasında ortaya çıkan peynir altı suyunun süt endüstrisinin en önemli yan ürünlerinden biri olduğunu ve yüksek biyolojik oksijen ihtiyacı ile kimyasal oksijen ihtiyacı nedeniyle çevresel sorunlara yol açabildiğini belirtmiştir. Araştırmacılar, peynir üretiminde kullanılan sütün yaklaşık %80-90'ının peynir altı suyu olarak açığa çıktığını ve bu yan ürünün laktoz, protein ve mineraller bakımından zengin bir bileşime sahip olduğunu vurgulamıştır. Çalışmada peynir altı suyunun mikrobiyal fermentasyon ve enzimatik süreçler aracılığıyla fonksiyonel gıdalar, prebiyotikler, organik asitler, biyopolimerler ve çeşitli biyobazlı ürünlerin üretiminde kullanılabileceği ifade edilmiştir. Bu durumun hem çevresel yükün azaltılmasına hem de döngüsel gıda sistemlerinin desteklenmesine katkı sağladığı belirtilmiştir. Araştırmacılar ayrıca peynir altı suyunun laktik asit bakterileri ve mayalar tarafından fermente edilerek probiyotik içecekler, fonksiyonel süt ürünleri ve raf ömrü uzatılmış gıda ürünlerinin geliştirilmesinde kullanılabileceğini bildirmiştir. Özellikle fermente whey bazlı içeceklerin antioksidan aktiviteyi artırdığı ve tüketici kabulü açısından olumlu sonuçlar verdiği vurgulanmıştır.

Uribe-Velázquez ve ark. (2026), peynir altı suyunun yüksek organik yükü nedeniyle süt endüstrisi açısından önemli bir çevresel sorun oluşturduğunu, ancak içerdiği laktoz, protein ve mineraller sayesinde biyoteknolojik uygulamalar için değerli bir substrat niteliği taşıdığını belirtmiştir. Araştırmacılar, peynir altı suyunun laktik asit bakterileri, mayalar, küfler ve mikroalgler tarafından fermentasyon ortamı olarak kullanılabildiğini; bu süreçler sonucunda laktik asit, organik asitler, etanol, hidrojen, ekzopolisakkaritler ve çeşitli biyoaktif bileşikler gibi katma değeri yüksek ürünlerin elde edilebildiğini bildirmiştir. Ayrıca bu yaklaşımın, peynir altı suyunun çevresel yükünün hafifletilmesine ve sürdürülebilir şekilde değerlendirilmesine katkı sağlayabileceği vurgulanmıştır.

Bu çalışmalardan yola çıkılarak, fermentasyonun yalnızca gıdaların korunmasını sağlamadığı aynı zamanda gıda atıklarının katma değerli ürünlere dönüştürülmesine büyük ölçüde katkı sunduğu görülmektedir.

Yeşil Mutfak Kavramı

Yeşil mutfak kavramı; çevreye karşı bilinçli üretim anlayışı doğrultusunda tasarlanan işletmelerde, fiziksel yapı ve süreç yönetiminin sürdürülebilirlik ilkelerine sadık biçimde düzenlenmesiyle birlikte, kalite ve verimlilikten taviz verilmeden çevre dostu ürünlerin üretilmesini ifade etmektedir (Saygılı vd., 2022, s. 100). Bununla birlikte çevresel sürdürülebilirliği esas alan mutfak uygulamaları, yeşil yönetim anlayışının yaygınlaşmasına paralel olarak sektörde daha geniş bir uygulama alanı bulmakta ve hem işletmeler hem de tüketiciler tarafından tercih edilmektedir (Güleç & Ünlüöner, 2022, s. 1228). Öte yandan, yeşil mutfak uygulamaları; operasyonel verimi yükselterek, çevresel etkileri minimize ederek ve çevre bilincine sahip tüketiciler için katma değer yaratmayı amaçlamaktadır (Wirawan ve Sofian, 2024, s. 54). Gıda atıkları küresel ölçekte önemli sorunlar arasında yer alırken, bu atıkların yeniden değerlendirilmesi sürdürülebilir mutfak uygulamalarının geliştirilmesi açısından önemli fırsatlar sunmaktadır (Güner & Öz, 2025).

Gastronomi alanında sürdürülebilirliğin desteklenmesinde, enerji verimliliği yüksek mutfak araç gereçleri kullanımı ile etkin atık yönetimi uygulamaları önemli bir rol oynamaktadır. Bununla birlikte, mutfak atıkları, temizlik ürünleri ve ambalaj materyalleri çevresel sorunların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Günümüzde geliştirilen teknolojik çözümler ise ilgili olumsuz etkilerin azaltılmasına yardımcı olmaktadır. Bu doğrultuda yeşil mutfaklar, gastronomi ve turizm sektörlerinde sürdürülebilirliğin desteklenmesi açısından önemli bir unsur olarak öne çıkmaktadır (Doğan, 2023, s. 3).

Gastronomi Sektöründe Uygulamalar

Yeşil mutfak uygulamaları, kaynakların daha verimli kullanılmasını ve ortaya çıkan gıda atıklarının yeniden değerlendirilmesini amaçlayan sürdürülebilir gastronomi yaklaşımlarından biridir. Bu kapsamda mutfak atıklarının azaltılması ve geri kazanılması, çevresel etkilerin sınırlandırılmasında temel uygulamalar arasında yer almaktadır (Sabancı & Onur, 2024).

Sharma (2026), sürdürülebilir gastronomi bakış açısıyla geliştirdiği “Bilimsel Döngüsel Gastronomi” yaklaşımında, gıda atıklarının minimize edilmesi, fermentasyon bilimi ve moleküler gastronomi tekniklerini bir araya getirmiştir. İlgili çalışma, profesyonel mutfaklarda ortaya çıkan sebze kabukları, sebze budama artıkları, bayat ekmekler, peynir altı suyu ve fermentasyon kalıntılarının yüksek katma değerli gastronomik bileşenlere dönüştürülebileceğini belirtmiştir. Çalışmada kontrollü laktik asit fermentasyonunun, bu yan ürünleri umami açısından zengin, raf ömrü uzatılmış ve duyuşsal özellikleri geliştirilmiş yeni ürünlere dönüştürdüğü vurgulanmıştır. Ayrıca jelasyon, emülsifikasyon, köpük stabilizasyonu ve kurutma gibi moleküler gastronomi teknikleri aracılığıyla fermente edilmiş mutfak artıklarından soslar, jeller, köpükler ve çeşni tozları üretilebildiği görülmektedir. Çalışma, fermentasyon ve moleküler gastronomi uygulamaları sayesinde profesyonel mutfaklarda oluşan yenilebilir atık miktarının yaklaşık %48–55 oranında azaltılabileceğinin altını çizmektedir. Sonuç olarak fermentasyonun yalnızca bir gıda koruma yöntemi değil, aynı zamanda sıfır atık mutfak uygulamalarını destekleyen ve döngüsel gastronomi anlayışını güçlendiren yenilikçi bir araç olduğunu ortaya koymaktadır.

Sonuç

Fermentasyon, gıdaların raf ömrünü uzatması, mikrobiyolojik güvenliğini artırması ve duyuşsal özelliklerini geliştirmesinin yanı sıra gıda atıklarının değerlendirilmesinde de önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır. Bu derlemede incelenen çalışmalar, fermentasyonun sebze, meyve, tahıl, peynir altı suyu ve diğer gıda artıklarının yeniden değerlendirilmesine olanak sağlayarak katma değeri yüksek ürünlerin üretimine katkı sağladığını göstermektedir. Literatürde yer alan araştırmalar, fermentasyonun yalnızca geleneksel bir gıda muhafaza yöntemi olmadığını, aynı zamanda sürdürülebilir gıda sistemleri kapsamında değerlendirilebilecek önemli bir biyoteknolojik yaklaşım olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle sebze ve meyve atıkları, peynir altı suyu ve gıda endüstrisi yan ürünlerinin fermentasyon yoluyla yeniden değerlendirilmesi, hem çevresel yükün azaltılmasına hem de ekonomik değer yaratılmasına katkı sağlamaktadır. Bunun yanında fermentasyon sürecinde oluşan organik asitler ve antimikrobiyal bileşikler sayesinde gıdaların bozulma hızının yavaşladığı, böylece gıda kayıplarının ve israfın azaltılmasına destek sağlandığı anlaşılmaktadır.

Sürdürülebilir gastronomi açısından değerlendirildiğinde fermentasyonun, kaynakların daha verimli kullanılmasına ve atıkların yeniden üretim sürecine kazandırılmasına olanak tanıdığı görülmektedir. Özellikle yeşil mutfak uygulamaları kapsamında mutfaklarda ortaya çıkan yan ürünlerin fermente edilerek yeni ürünlere dönüştürülebilmesi, gıda israfının azaltılmasına yönelik uygulanabilir çözümler sunmaktadır. Bu durum, fermentasyonun çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılmasında önemli bir araç olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak fermentasyon, sürdürülebilir gastronomi kapsamında yalnızca gıda koruma yöntemi olarak değil, aynı zamanda gıda atıklarının değerlendirilmesi, kaynak verimliliğinin artırılması ve döngüsel gıda sistemlerinin desteklenmesi açısından stratejik bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir. Gelecekte gerçekleştirilecek çalışmaların farklı gıda atıklarının fermentasyon yoluyla değerlendirilmesine ve bu süreçlerin endüstriyel ölçekte uygulanabilirliğine odaklanması, sürdürülebilir gıda sistemlerinin geliştirilmesine önemli katkılar sağlayacaktır.

Kaynakça

- Akman, A. (1987). Türkiye’de fermantasyon teknolojisinin gelişim öyküsü. *Gıda*, 12(3).
- Ansari, S. A., Kumar, T., Sawarkar, R., Gobade, M., Khan, D., & Singh, L. (2024). Valorization of food waste: A comprehensive review of individual technologies for producing bio-based products. *Journal of Environmental Management*, 364, 121439. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.121439>
- Anyogu, A., Olukorede, A., Anumudu, C., Onyeaka, H., Areo, E., Adewale, O., Odimba, J. N., & Nwaiwu, O. (2021). Microorganisms and food safety risks associated with indigenous fermented foods from Africa. *Food Control*, 129, 108227. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108227>
- Black, B., Massa, A., Lurie, F. P., Preidl, A.-K., & Hill-Maini, V. (2026). Harnessing fungal fermentation for waste-to-food conversion. *Trends in Biotechnology*. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2026.02.018>
- Bonacho, R., Costa, H., Leite, M. J., Eidler, M., & Simões, J. (2026). Designing participatory gastronomy: From convivial dialogue to sensory foraging for sustainable futures. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 43, 101429. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2026.101429>
- Çekal, N., & Doğan, E. (2022). Sürdürülebilir gastronomide standart reçete ve coğrafi işaretlerin önemi. *Turizm Çalışmaları Dergisi*, 4(1), 49-60.
- Çon, A. H., & Gökalp, H. Y. (2000). Laktik asit bakterilerinin antimikrobiyal metabolitleri ve etki şekilleri. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*, 30, 180–190.
- De la Cruz, F. D., Changanaqui, K., Castillo, A. L., Bañon, J. V., García, M. E., & Tuesta, T. (2025). Optimization of the alcoholic and acetic fermentation process of vinegar from apple “Delicious de Viscas”. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 25(4), 26364–26385. <https://doi.org/10.18697/ajfand.141.25340>
- Dimidi, E., Cox, S. R., Rossi, M., & Whelan, K. (2019). Fermented foods: Definitions and characteristics, impact on the gut microbiota and effects on gastrointestinal health and disease. *Nutrients*, 11(8), 1806. <https://doi.org/10.3390/nu11081806>
- Doğan, M. (2023). Green kitchen, sustainability and gastronomy. In *Gastronomy tourism in the development of tourism*(Extensive Summary). Eren Publication.
- Ebah, E. E., Wusuum, B., Akande, T., Emmanuel, O. O., Ikala, R. O., & Ode, T. A. (2019). Effect of lactic-acid fermentation on the shelf life of vegetables. *American Journal of Innovative Research and Applied Sciences*, 9(4), 328–334.
- Ertaş Sabancı, A., & Onur, N. (2024). Yeşil yıldızlı otellerin atık gıda uygulamaları: İstanbul örneği. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 12(1), 604–625. <https://doi.org/10.21325/jotags.2024.1397>
- Feng, R., Chen, L., & Chen, K. (2018). Fermentation trip: amazing microbes, amazing metabolisms. *Annals of Microbiology*, 68(11), 717–729. <https://doi.org/10.1007/s13213-018-1384-5>
- Gabriele, M., Fabbri, L. P., Ventimiglia, M., & Lepecka, A. (2026). From waste to worth: The role of fermentation in a sustainable future. *Foods*, 15(4), 664. <https://doi.org/10.3390/foods15040664>
- Gangakhedkar, P. S., Deshpande, H. W., Törös, G., El-Ramady, H., Elsakhawy, T., Abdalla, N., Shaikh, A., Kovács, B., Mane, R., & Prokisch, J. (2025). Fermentation of fruits and vegetables: Bridging traditional wisdom and modern science for food preservation and nutritional value improvements. *Foods*, 14(13), 2155. <https://doi.org/10.3390/foods14132155>
- Gomes, R. J., Borges, M. F., Rosa, M. F., Castro-Gómez, R. J. H., & Spinosa, W. A. (2018). Acetic acid bacteria in the food industry: Systematics, characteristics and applications. *Food Technology and Biotechnology*, 56(2), 139–151. <https://doi.org/10.17113/ftb.56.02.18.5593>

- Güleç, H., & Ünlüönen, K. (2022). Çevreye duyarlı mutfak uygulamaları: Ankara yeşil otel restoranları örneği. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 10(2), 1226–1251. <https://doi.org/10.21325/jotags.2022.1039>
- Güner, D., & Öz, K. (2025). Sürdürülebilir mutfak uygulamaları çerçevesinde sebze ve meyve kabuklarının yeniden değerlendirilmesi. *Journal of New Tourism Trends*, 6(2), 172–190. <https://doi.org/10.58768/joinntt.1814338>
- Karaçıl, M. Ş., & Acar Tek, N. (2013). Dünyada üretilen fermente ürünler: Tarihsel süreç ve sağlık ile ilişkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(2), 163–173.
- Kuhlman, T., & Farrington, J. (2010). What is Sustainability? *Sustainability*, 2(11), 3436–3448. <https://doi.org/10.3390/su2113436>
- Lee, C. H., Watanabe, K., Kim, T. W., Tamang, J. P., & diğerleri. (2024). Ethnic fermented foods of the world: An overview. *Journal of Ethnic Foods*, 11, 39. <https://doi.org/10.1186/s42779-024-00254-2>
- Mannaa, M., Han, G., Seo, Y.-S., & Park, I. (2021). Evolution of Food Fermentation Processes and the Use of Multi-Omics in Deciphering the Roles of the Microbiota. *Foods*, 10(11), 2861. <https://doi.org/10.3390/foods10112861>
- Motarjemi, Y., & Nout, M. J. (1996). Food fermentation: a safety and nutritional assessment. Joint FAO/WHO workshop on assessment of fermentation as a household technology for improving food safety. *Bulletin of the World Health Organization*, 74(6), 553.
- Ortiz-Sanchez, M., Inocencio-García, P.-J., Alzate-Ramírez, A. F., & Cardona Alzate, C. A. (2023). Potential and restrictions of food-waste valorization through fermentation processes. *Fermentation*, 9(3), 274. <https://doi.org/10.3390/fermentation9030274>
- Palamutoğlu, M. İ., & Baş, M. (2020). Traditional fermented foods of Turkey. *Sağlık Bilimleri ve Araştırmaları Dergisi*, 2(3), 200–220. <https://doi.org/10.46413/boneyusbad.790343>
- Pamir, M. H. (1985). Fermentasyon mikrobiyolojisi. AÜ Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Papargyropoulou, E., Lozano, R., Steinberger, J. K., Wright, N., & Ujang, Z. B. (2014). The food waste hierarchy as a framework for the management of food surplus and food waste. *Journal of Cleaner Production*, 76, 106–115. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.04.020>
- Pop, O. L., Ciont, C. (Nagy), Gabbianelli, R., Coldea, T. E., Pop, C. R., Mudura, E., Min, T., Rangnoi, K., Yamabhai, M., Vlaic, R., Mureşan, C., & Suharoschi, R. (2024). Deciphering contaminants and toxins in fermented food for enhanced human health safeguarding. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 23(5), e13428. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13428>
- Román-Camacho, J. J., García-García, I., Santos-Dueñas, I. M., García-Martínez, T., & Mauricio, J. C. (2023). Latest trends in industrial vinegar production and the role of acetic acid bacteria: Classification, metabolism, and applications—A comprehensive review. *Foods*, 12(19), 3705. <https://doi.org/10.3390/foods12193705>
- Ross, R. P., Morgan, S., & Hill, C. (2002). Preservation and fermentation: Past, present and future. *International Journal of Food Microbiology*, 79(1–2), 3–16. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(02\)00174-5](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(02)00174-5)
- Sawant, S. S., Park, H.-Y., Sim, E.-Y., Kim, H.-S., & Choi, H.-S. (2025). Microbial Fermentation in Food: Impact on Functional Properties and Nutritional Enhancement—A Review of Recent Developments. *Fermentation*, 11(1), 15. <https://doi.org/10.3390/fermentation11010015>
- Saygılı, D., Yerlikaya, O., & Karagözlü, C. (2022). Sürdürülebilir Gıda Sistemlerinde Yeşil Mutfak. *Sürdürülebilir*, 100.

Selmi, H., Presutto, E., Spano, G., Capozzi, V., & Fragasso, M. (2025). Valorising whey: From environmental burden to bio-based production of value-added compounds and food ingredients. *Foods*, 14(21), 3646. <https://doi.org/10.3390/foods14213646>

Sharma, V. (2026). Scientific circular gastronomy: Integrating waste reduction, fermentation science, and molecular gastronomy. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 44, 101499. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2026.101499>

Siddiqui, S. A., Erol, Z., Rugji, J., Taşçı, F., Kahraman, H. A., Özogul, F., Kırmusaoğlu, S., & Rathinasabapathi, B. (2023). An overview of fermentation in the food industry: Looking back from a new perspective. *Bioresources and Bioprocessing*, 10(1), 85. <https://doi.org/10.1186/s40643-023-00702-y>

Şimşek, Z., & Isgandarov, N. (2024). Profesyonel mutfaklarda üretilen bitki bazlı fermente sosların insan sağlığı için önemi. İçinde *Gastronomi alanında güncel araştırmalar (Bölüm 3)*. Zenodo.

Singh, P , Arya, N, Sharma, S, Sharma, A, Rasane, P , Gaur, S. S, Kaur, S, Gunjal, M, Kılıçgün, H, & Singh, J (2025). A Comprehensive Review Of Fermentation Technologies İn Food Processing: From Traditional To Cutting Edge. *T Urkish Journal Of Agriculture And F Orest Y* 49 (3): 448-467. <https://doi.org/10.55730/1300-011x.3279>

Sionek, B., Szydłowska, A., Küçükgöz, K., & Kołożyn-Krajewska, D. (2023). Traditional and New Microorganisms in Lactic Acid Fermentation of Food. *Fermentation*, 9(12), 1019. <https://doi.org/10.3390/fermentation9121019>

Sivamaruthi, B. S., Kesika, P., & Chaivasut, C. (2018). Toxins in Fermented Foods: Prevalence and Preventions-A Mini Review. *Toxins*, 11(1), 4. <https://doi.org/10.3390/toxins11010004>

Skowron, K., Budzyska, A., Grudlewska-Buda, K., Wiktorczyk-Kapischke, N., Andrzejewska, M., Walecka-Zacharska, E., & Gospodarek-Komkowska, E. (2022). Two faces of fermented foods—The benefits and threats of its consumption. *Frontiers in Microbiology*, 13, 845166. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.845166>

Soon, W. L., Foo, J. L., & Chang, M. W. (2025). Microbial food waste valorization: Advances, challenges, and perspectives. *Current Opinion in Biotechnology*, 94, 103323. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2025.103323>

Turna, N. S., Ferrua, M. J., Li, M., & Roberts, J. L. (2024). Biogenic amines in fermented foods: Human health risks, toxic doses, contamination levels, and mitigation strategies. *Heliyon*, 10(3), e24501. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24501>

Uribe-Velázquez, T., Najar-Almanzor, C. E., Osuna-Orozco, F. R., Arto-Paz, F., Valdés, C., García-Amezquita, L. E., Carrillo-Nieves, D., & García-Cayuela, T. (2026). Cheese whey valorization via microbial fermentation (Lactic acid bacteria, yeasts/fungi, and microalgae), postbiotic production, and whey-based encapsulation strategies. *Fermentation*, 12(1), 42. <https://doi.org/10.3390/fermentation12010042>

Vamvakas, S.-S., & Kapelos, J. (2020). Factors affecting yeast ethanol tolerance and fermentation efficiency. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 36(8), 114. <https://doi.org/10.1007/s11274-020-02881-8>

Watanabe, D. (2025). Toward the establishment of yeast alcoholic fermentation design technology. In *Fermentation in Food Industry* (ss. 1–12). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.1011571>

Wirawan, R., & Sofian, A. (2024). Optimasi Strategi Penjualan Ayam Geprek Goo melalui Inovasi Pemasaran Marketplace dan Green Kitchen UPN Veteran Jakarta. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Bidang Ilmu Komputer*, 3(1), 54-60.

“Sürdürülebilir Gastronomi Perspektifinde Fermantasyonun Gıda İsrafının Azaltılmasındaki Rolü” başlıklı çalışmanın yazım sürecinde bilimsel kurallara, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; kullanılan kaynaklar eksiksiz şekilde belirtilmiş, çalışma kapsamında sunulan bilgiler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamış ve bu çalışma herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiştir.