

GIDA ATIKLARININ KATMA DEĞERLİ ÜRÜNLERE DÖNÜŞTÜRÜLMESİ

TRANSFORMING FOOD WASTE INTO
VALUE ADDED PRODUCTS

Vural GÖKMEN

Atıf Künyesi: Gökmen, V. (2024). Gıda Atıklarının Katma Değerli Ürünlere Dönüştürülmesi. K. Şahin ve İ. Erol (Eds.), *Gıda, Su Kaybı ve İsrafı* (s. 197-208) içinde. Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları.

GIDA ATIKLARININ KATMA DEĞERLİ ÜRÜNLERE DÖNÜŞTÜRÜLMESİ

Prof. Dr. Vural GÖKMEN

TÜBA Asli Üyesi, Hacettepe Üniversitesi

Özet

Tarım-gıda sektörü dünyanın en büyük atık üreticisi durumundadır. Günümüzde küresel olarak üretilen gıdaların dörtte biri ila üçte birinin atık haline geldiği tahmin edilmektedir. Tarımsal gıda atıkları ve yan ürünleri, yiyecek ve içecek ürünlerinin doğal yaşlanma (bayatlama) ve bozulma, ön ayıklama, işleme ve imalat süreçlerinden kaynaklanmaktadır. Atıkların önemli bir kısmı hammaddelerin (meyveler, sebzeler, bitkiler, yumru kökler, tahıllar ile et, süt ve yumurta gibi hayvansal ürünler) farklı işlenmiş meyve-sebze ürünlerine (örneğin reçeller, soslar ve konserve meyveler/sebzeler), fırıncılık ürünlerine (örneğin ekmek, bisküvi, kraker, kek), süt ürünlerine (örneğin peynir ve yoğurt) ve alkollü (örneğin şarap ve bira) ve alkolsüz içeceklere (örneğin meyve suları ve meşrubat) dönüştürülmesi sırasında ortaya çıkmaktadır. Gıda atıklarının yüksek katma değerli ürünlere dönüştürülmesi ekonomik ve teknik yönlerden fizibilitesi dikkatli olarak yapılması gereken yeni bir iş modeli kurgusu olarak ele alınmalıdır. Buna göre, gıda atıklarının birincil ve ikincil üretim aşamalarında olduğu gerçeğinden hareketle olduğu yerde ya da toplama merkezlerine iletilerek katma değerli ürünlere dönüştürülmesi alternatiflerine göre yeni bir üçüncül üretim modeli geliştirilmesi gerekmektedir. Bu derleme çalışmasının amacı gıda atıklarının katma değerli ürünlere dönüştürülmesi olanaklarının uygulama örnekleri ile birlikte tartışılmasıdır.

Anahtar Kelimeler

*Gıda İsrafı, Yan Ürünler, Atık Değerlendirmesi, Katma Değerli Ürünler,
Atık Minimizasyonu*

TRANSFORMING FOOD WASTE INTO VALUE ADDED PRODUCTS

Prof. Dr. Vural GÖKMEN

TÜBA Principle Member, Hacettepe University

Abstract

The agri-food sector is the world's largest waste generator. It is estimated that today between one-quarter and one-third of the food produced globally today becomes waste. Agri-food waste and by-products originate from the natural aging (staling) and deterioration, pre-sorting, processing and manufacturing processes of food and beverage products. A significant portion of waste is generated during the transformation of raw materials (fruits, vegetables, plants, tubers, grains and animal products such as meat, milk and eggs) into different processed fruit and vegetable products (e.g. jams, sauces and canned fruits/vegetables), bakery products (e.g. bread, biscuits, crackers, cakes), dairy products (e.g. cheese and yoghurt) and alcoholic (e.g. wine and beer) and non-alcoholic beverages (e.g. fruit juices and soft drinks). Transforming food waste into high value-added products should be considered as a new business model structure that requires careful feasible planning from the economic and technical aspects. Accordingly, based on the fact that food waste is formed in primary and secondary production stages, a new tertiary production model needs to be developed based on alternatives such as transforming food waste into value-added products either where it is formed or by transferring it to collection centers. The aim of this review study is to discuss the possibilities of transforming food waste into value-added products with application examples.

Keywords

*Food Waste, By-Products, Waste Valorization, Value-Added Products,
Waste Minimization*

Gıda Atıklarının Tanımı ve Miktarı

Atık Yönetimi Yönetmeliği'ne göre atık; “üreticisi veya fiilen elinde bulunduran gerçek veya tüzel kişi tarafından çevreye atılan veya bırakılan ya da atılması zorunlu olan herhangi bir madde veya malzeme” olarak ifade edilmektedir. Bütünsel bir sıfır atık yaklaşımıyla, yönetmelik kapsamında atık yönetiminde öncelik sıralaması yapılmış olup ilk yapılması gereken seçenek üretim, tüketim ve hizmet süreçlerinde atık oluşumunun önlenmesi olarak belirlenmiştir. Bu aşamayı sırasıyla atığın azaltılması, yeniden kullanımı, geri dönüşümü ve/veya geri kazanımı ve en son seçenek olarak da bertarafı takip etmektedir. Bu yaklaşımla, bertaraf edilecek atık miktarının azaltılarak, çevre ve insan sağlığı ile tüm kaynakların korunması hedeflenmektedir.

EU FUSIONS projesine göre gıda atığı “insan tüketimi için üretilen gıdanın geri kazanılmak veya bertaraf edilmek üzere tedarik zincirinden çıkarılan kısmı” olarak tanımlanmaktadır. Bu tanıma göre hasat edilmemiş, gübre yapılmış, yakılmış, anaerobik olarak sindirilmiş, enerji üretiminde kullanılmış veya atılmış (karaya, denize, kanalizasyona) gıda unsurlarının tamamı gıda atığı kapsamına girmektedir.

Gıda atığı, gıda ürünlerinin çiftlikten sofraya tedarik zinciri boyunca doğal olarak bozulması, ön işlemler sırasında yenilemeyecek kısımların ayıklanması, işleme sonrası artık olarak yan ürünlerin açığa çıkması ya da imal edilmiş ürünlerin son kullanma tarihinin dolması gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır. Buna göre gıda atığı, tarım sektöründen gıda imalat endüstrisine, gıda hizmet sektöründen perakende hane tüketimine kadar tüm gıda değer zincirini ilgilendirmektedir.

Küresel olarak üretilen gıdanın dörtte biri ile üçte birinin (yaklaşık 1.300 milyon ton/yıl) atık haline geldiği tahmin edilmektedir. Bu atıkların bir kısmı değerlendirilerek yan ürün kimliği kazanırken önemli bir kısmı ise çevresel sorunlara neden olacak şekilde bertaraf edilmektedir. 2021 Birleşmiş Milletler Gıda İsrafı Endeksi Raporu'na göre evlerde, perakende satış yerlerinde ve restoranlarda 2019 yılında yaklaşık toplam 931 milyon ton gıda israf edilmiştir. Gıda israfının %61'i hanelerden, %26'sı restoranlardan, %13'ü ise perakende satış yerlerinden kaynaklanmaktadır. Yıllık kişi başına düşen gıda israfı 74 kg olarak hesaplanmaktadır. Dünyada en çok israf edilen gıdaların başında, sırasıyla, kök ve yumrulu bitkiler (patates ve soğan gibi) ile sağlıklı yağ içeren bitkiler (mısır ve ayçiçeği gibi), yaş meyveler ve sebzeler, et ve hayvansal ürünler, tahıl ve bakliyat ürünleri olduğu rapor edilmiştir (UN, 2021).

Önemli bazı gıda kayıpları genel olarak içeceklerin (%26), süt ürünlerinin (%21), meyve ve sebzelerin (%14,8), tahılların ve tohumların (%12,9), etlerin (%8), bitkisel yağların (%3,9), balık (%0,4) ve diğer ürünleri (%12,7) üretimi ve imalatı sırasında ortaya çıktığı tahmin edilmektedir (Gutiérrez-Macías ve ark., 2015; Hodaifa ve ark., 2018; Nayak ve Bhushan, 2019).

Gıda endüstrisinde farklı ara ve son ürünlerin işlenmesi sırasında açığa çıkan atık ve artık maddeler Tablo 1' ve verilmiştir. Üretim miktarları dikkate alındığında şeker pancarında şeker üretiminde pancar posası, zeytinden zeytinyağı üretiminde posa ve karasu, bira üretiminde malt posası ve bira mayası, şarap üretiminde üzün posası, üzüm çekirdekleri, kavrulmuş kahve üretiminde kahve zarı, meyve ve sebzelerin işlenmesi sırasında posa, salkım, çekirdek ve kabuklar, et üretiminde deri, hayvan tüyleri ve kemikleri, balık su ürünlerinin işlenmesinde ise deri, kılçık ve kabuklar büyük miktarlarda açığa çıkmaktadır.

Gıda fabrikalarında genelde imalat süreçleri sonucu oluşan, yan ürün olarak adlandırılan gıda atıkları imha edilmekte veya daha düşük teknolojilerle ekonomik değeri az olan ürünlere dönüştürülmektedir (Castro-Muñoz ve ark., 2022). Kimyasal kompozisyonları dikkate alındığında yukarıda sayılan bu atık ve artık malzemelerin yüksek katma değerli ürünlere dönüştürülmesinin anlamlı olduğu düşünülmektedir.

Tablo 1

Gıda Endüstrisinde Farklı Ara ve Son Ürünlerin İşlenmesi Sırasında Açığa Çıkan Atık ve Artık Maddeler (Castro-Muñoz ve ark., 2022)

İşlenmiş Ürün	Hammadde	Atık & Artık
Şeker	Şeker Pancarı, Kamışı	Posa
Yağ	Zeytin, Yağlık Tohumlar	Posa, karasu
Bira	Arpa	Posa, maya
Şarap	Üzüm	Posa, sap, salkım, çekirdek, kabuk
Kahve	Kahve	Kabuk, zar
Meyve-Sebze	Meyveler, Sebzeler	Posa, sap, salkım, çekirdek, kabuk
Yumurta	Yumurta	Yumurta kabuğu ve zarı
Et	Hayvan	Deri, tüy, kemik
Su Ürünleri	Balık ve Kabuklular	Deri, kılçık, kabuk

Günümüzde küresel bir sorun olarak karşımıza çıkan gıda israfını önlemek, döngüsel ekonomi, çevresel sürdürülebilirlik ve gıda arz güvenliği bakımından oldukça önemli hale gelmiştir. Sürdürülebilir bir gıda sistemi için gıda israfını önlemek, maliyet, çevre ve gıda güvenliği konularında farkındalığı arttırabilmek, aynı zamanda sürdürülebilir gıda üretimini mümkün kılmak amacıyla, gıda tedarik zincirinin her bir aşamasında gerekli düzeltici ve önleyici eylemlerin hayata geçirilmesi gerekmektedir.

Sürdürülebilir kalkınma, küresel anlamda gündemde olan konular arasında giderek daha çok yer almaya başlamış ve bu anlamda, döngüsel ekonomi modeli temel alınmıştır. Döngüsel ekonomi kaynak verimliliği, atık azaltma, geri dönüşüm ve değerlendirme kavramlarına dayalı olarak işlemektedir. Buna göre etkin bir atık yönetimi için bütünleşik sistemlerin kurulması gerekmektedir. Gıda atıklarının katma değeri yüksek ürünlere dönüştürülmesi ve bu ürünlerin kullanım alanlarının arttırılması konularında farklı sektörlerden uzmanlar ile disiplinler ötesi çalışmalar yapılmalıdır.

Gıda Atıkları ve Artıklarından Katma Değerli Ürünlerin Eldesi

Gıda atıkları ve artıklarının yönetimi için sürdürülebilir çözümlerin geliştirilmesi küresel çapta karşılaşılan temel zorluklardan biridir. Devam eden teknik iyileştirmeler ve tüketici eğitimi, israf edilen gıda miktarını azaltmaya yardımcı olacak olsa da gıda döngüsü sonunda uygun şekilde bertaraf edilmesi gereken yüksek hacimli gıda malzemelerinin hala mevcut olması kaçınılmazdır.

Bu kapsamda, gıda atıklarının dehidrasyon, kompostlaştırma, atıktan enerji dönüşümü (örneğin, anaerobik çürütme, fermentasyon, transesterifikasyon, gazlaştırma, piroliz, hidrotermal sıvılaştırma vb.) ve gübre, hayvan yemi ve besin takviyeleri gibi katma değerli ürünlere dönüşümü yoluyla değerlendirilmesi için geliştirilmiş yöntemler bulunmaktadır. Buna ek olarak, ticari anlamda uygulanan gıda atığı değerlendirme sistemlerinin çevresel ve/veya ekonomik değerlendirmesini içeren vaka incelemelerinin yanı sıra gıda atıklarında bulunan su ve enerji kaynaklarının değerlendirilmesi, sürdürülebilir atık bertaraf yöntemlerinin ve mevcut teknolojilerin (depolama ve atık su arıtma gibi) karşılaştırmalı analizleri de yürütülmektedir.

Mevcut durumda gıda işletmelerinde oluşan ve yan ürün olarak adlandırılan gıda artıkları imha edilmekte veya düşük teknolojilerle ekonomik değeri az olan hayvan yemi gibi ürünlere dönüştürülmektedir. Bununla birlikte, son zamanlarda tarımsal gıda atıklarının, biyoaktif ve fonksiyonel özelliklerinin yanı sıra kimyasal bileşimleri nedeniyle gıda bileşeni olarak işlev görebilecek ticari öneme sahip bileşikler (biyoaktif bileşikler) açısından zengin olduğu tespit edilmiştir (Marić ve ark., 2018). Güncel araştırmalar, gıda atıkları ve artıklarının yüksek değerli biyoaktif bileşiklerin potansiyel bir kaynağı olarak kullanılmasına ve bu bileşiklerin atıklardan verimli bir şekilde elde edilebilmesi için geleneksel ekstraksiyon yöntemleriyle rekabet edebilecek yenilikçi teknolojilerin uygulanmasına odaklanmaktadır. Bu noktada membran bazlı prosesler, mikrodalga, ultrason, darbeli elektrik destekli ekstraksiyon, süperkritik ve subkritik akışkanlar, basınçlı sıvılar ve derin ötektik çözücüler ile ekstraksiyon gibi spesifik uygulamalar yüksek ekstraksiyon verimleri, düşük işlem süreleri ve hedef bileşiklerin biyoaktif özelliklerini koruma gibi avantajları ile gündeme gelmektedir.

Katma değerli ürün üretimi, altyapı geliştirme, ulaşım, gıda işleme ve paketlenme sektörlerine fayda sağlayabilmektedir. Böylece, atık birikiminin azaltılmasına katkıda bulunulmakta ve önemli finansal faydalar sağlanmaktadır. Son yıllarda gıda atıklarından elde edilebilecek bazı katma değerli bileşenler ve elde ediliş yöntemleri ile ilgili çalışmalar Tablo 2’de özetlenmiştir. Gıda atıklarından çeşitli karbonhidratlar, fenolik bileşikler, pigmentler, organik asitler, lipitler, biyoaktif peptitler, esansiyel yağlar ve lignanlar gibi katma değeri yüksek bileşenler elde edilebilmektedir. Örneğin zeytin kara suyu, beyaz üzüm posası, elma posası, portakal kabuğu ve posası, limon, erik posası, mango çekirdeği tohumu, muz kabuğu, tatlı salatalık, rambutan meyvesi, dragon meyvesi, ananas, guava, patates kabuğu, pancar posası, brokoli, mango çekirdek, muz kabuğu gibi bitkisel gıda atıklarından konsantrasyon, asit destekli solvent ekstraksiyonu, etanol çöktürme, membran filtrasyon, süperkritik ekstraksiyon, mikrodalga destekli ekstraksiyon, ultrason destekli ekstraksiyon, basınçlı sıvı ekstraksiyonu ve enzim destekli ekstraksiyon gibi teknikler kullanılarak belli saflık değerlerinde fenolik bileşiklerin yüksek verimle elde edilmesi mümkündür. Benzer şekilde balık işleme atıkları, peynir altı suyu gibi hayvansal gıda atıklarından ise ultrason destekli ekstraksiyon, enzimatik destekli ekstraksiyon, alkali çözündürme ve asit çöktürme, izoelektrik çöktürme, yüksek voltajlı elektrik deşarjı, sıyırma, membran filtrasyon, dondurarak kurutma, enzimatik hidroliz, fermentasyon gibi teknikler kullanılarak biyoaktif peptitler elde edilebilmektedir (Sarker ve ark., 2024).

Tablo 2*Gıda Atıklarından Elde Edilebilecek Bazı Katma Değerli Bileşenler Elde Ediliş Yöntemleri (Sarker ve ark., 2024)*

Bileşen	Atık	Yöntem
Karbonhidratlar	<i>Turuncgiller, elma posası, tatlı patates posası ve kabuğu, havuç, kabuklu hayvan kabukları</i>	<i>Dondurarak kurutma, asit destekli solvent ekstraksiyonu, santrifüjleme, etanol ekstraksiyonu, ultrasonik bozunma, süperkritik CO₂ ekstraksiyonu</i>
Fenolik Bileşikler	<i>Zeytin kara suyu, beyaz üzüm posası, elma posası, portakal kabuğu ve posası, limon, erik posası, mango çekirdeği tohumu, muz kabuğu, tatlı salatalık, rambutan meyvesi, dragon meyvesi, ananas, guava, patates kabuğu, pancar posası, brokoli, mango çekirdek, muz kabuğu</i>	<i>Konsantrasyon, asit destekli solvent ekstraksiyonu, etanol çöktürme, membran filtrasyon, süperkritik ekstraksiyon, mikrodalga destekli ekstraksiyon, ultrason destekli ekstraksiyon, basınçlı sıvı ekstraksiyonu, enzim destekli ekstraksiyon</i>
Pigmentler	<i>Elma posası, erik posası, mango kabuğu, havuç, muz kabuğu, meyveler, pancar, domates posası ve kabuğu</i>	<i>Enzimatik hidroliz, solvent ekstraksiyonu, mikrodalga destekli ekstraksiyon, ultrason destekli ekstraksiyon, basınçlı sıvı ekstraksiyonu, enzim destekli ekstraksiyon</i>
Organik Asitler	<i>Peynir altı suyu, narenciye kabuğu atığı, meyve ve sebze atıkları, meyve ve sebze atıkları, elma posası, şeker kamışı melası</i>	<i>Fermantasyon</i>
Lipitler	<i>Üzüm çekirdeği, kayısı çekirdeği, malt küspesi, balık işleme atıkları</i>	<i>Soxhlet ekstraksiyonu, süperkritik karbon dioksit ekstraksiyonu</i>
Biyoaktif Peptitler	<i>Balık işleme atıkları, peynir altı suyu proteini yan ürünleri, soya fasulyesi kalıntıları, beyaz üzüm posası</i>	<i>Su ekstraksiyonu, ultrason destekli ekstraksiyon, enzimatik destekli ekstraksiyon, alkali çözündürme ve asit çöktürme, izoelektrik çöktürme, yüksek voltajlı elektrik deşarjı, sıyırma, membran filtrasyon, dondurarak kurutma, enzimatik hidroliz, fermantasyon</i>
Esansiyel Yağlar	<i>Narenciye kabukları, bitki ve baharat kalıntıları, üzüm posası, vanilya baklası, kuruyemiş atıkları, erik çekirdeği</i>	<i>Soğuk presleme, buhar damıtma, solvent ekstraksiyonu, süperkritik sıvı ekstraksiyonu, mikrodalga destekli hidro-damıtma</i>
Lignanlar	<i>Keten tohumu atığı ve susam tohumu kabukları</i>	<i>Enzimatik destekli ekstraksiyon</i>

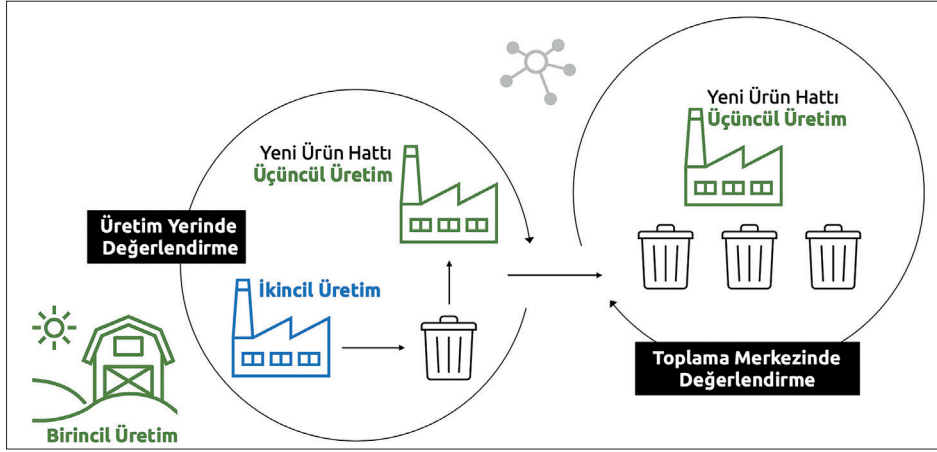
Gıda Atıkları ve Artıklarının Yönetimi İş Modeli

Gıda atıklarının yüksek katma değerli ürünlere dönüştürülmesi ekonomik ve teknik yönlerden fizibilitesi dikkatli olarak yapılması gereken yeni bir iş modeli kurgusu olarak ele alınmalıdır. Buna göre, ekonomik açıdan atıkların miktarı, kompozisyonu, stabilitesi, yeni ürünlere işleneceği yere transportu doğru planlanmalıdır. Teknik açıdan ise atıkların değerlendirilmesi için gereken yeni proses hatlarının tasarımı ve maliyeti, proses koşullarının optimize edilmesi ve operasyon maliyeti, atıklardan elde edilmesi hedeflenen son ürünlerin güvenilirliği ve kalite özelliklerinin

standardizasyonu ile pazarlama stratejilerinin geliştirilmesi önem arz etmektedir. Gıda atıklarının birincil ve ikincil üretim aşamalarında oluştuğu gerçeğinden hareketle atığın oluştuğu yerde ya da atıkların çıktığı yerden toplama merkezlerine iletilerek katma değerli ürünlere dönüştürülmesi alternatiflerine göre yeni bir üçüncül üretim iş modeli geliştirilmesi gerekmektedir (Şekil 1).

Şekil 1

Birincil ve İkincil Üretim Aşamalarında Açığa Çıkan Gıda Atıklarından Yerinde veya Toplama Merkezlerinde Değerlendirme Alternatiflerine Göre Ürün Çeşitlendirme Amaçlı Üçüncül Üretim Modeli



Genel Değerlendirme ve Öneriler

Küresel iklim değişimi ile daha görünür hale gelen ekolojik kriz ekolojiden ekonomiye, ekonomiden siyasete birçok yeşil söylemi ve politika araçlarını gündeme getirmektedir. Günümüzde hızla artan nüfus ile gıdaya olan talep de artmakta ve piyasaya arz edilen ürünler giderek çeşitlenmektedir. Bu anlamda gıda sektörü son yıllarda daha çok alternatif gıda kaynakları ile mevcut kaynakların daha etkin kullanımına ve kayıpların azaltılmasına odaklanmış durumdadır. Yakın gelecekte tarım ve gıda ile ilgili teknolojilerin çevre ve sağlık üzerine etkilerinin tüketici tercihlerine yansıyan faktörler olarak daha da önemli bir hale geleceği tahmin edilmektedir.

Bir aktivizm olarak öne çıkan çevre hareketi günümüzde Avrupa Birliği tarafından çok ciddi yaptırım aracına dönüşmüş durumdadır. Gıda üretiminde karbon ayak izini azaltmak için sosyal ve endüstriyel farkındalık giderek artmaktadır. Bu konuda gerçekleştirilen ar-ge faaliyetlerinde gıda üretiminde kullanılan kimyasal girdiler ile su ve enerji kullanımının azaltılmasına yönelik yenilikçi yaklaşımlar öne çıkmaktadır.

Gıda atık ve artıklarının çeşitli yöntemler kullanılarak bir dizi katma değerli ürüne dönüştürülebileceğine dair bilimsel literatür giderek artmaktadır. Literatürde ele alınan yaklaşımların daha çok laboratuvar ölçekli olduğu bilinmektedir. Laboratuvar ölçekli yenilikçi yaklaşımların uygulamaya aktarılabilmesi için yapılması gereken bazı çalışmalar bulunmaktadır. Bunun için gıda atıklarının envanterinin veya veri tabanının miktar, bileşen ve sektör gibi detayları içerecek şekilde hazırlanması önem taşımaktadır. Ayrıca endüstriyel atıkların değerlendirilmesi konusunda kullanım potansiyeli yüksek yenilikçi teknolojiler hakkındaki farkındalık düzeyinin artırılması gerekmektedir.

Kaynaklar / References

- Castro-Muñoz, R., Díaz-Montes, E., Gontarek-Castro, E., Boczkaj, G. ve Galanakis, C. M. (2022). A comprehensive review on current and emerging technologies toward the valorization of bio-based wastes and by products from foods. *Comprehensive Review in Food Science and Food Safety*, 21, 46-105.
- Gutiérrez-Macías, P., Montañez-Barragán, B. ve Barragán-Huerta, B. E. (2015). A review of agro-food waste transformation into feedstock for use in fermentation. *Fresenius Environmental Bulletin*, 24(11A), 3703-3716.
- Hodaifa, G., Agabo García, C. ve Rodriguez-Perez, S. (2018). Revalorization of agro-food residues as bioadsorbents for wastewater treatment. J. K. Singh ve N. Verma (Eds.), *Aqueous Phase Adsorption - Theory, Simulations and Experiments* (s. 249-282). Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.1201/9781351272520>.
- Nayak, A. ve Bhushan, B. (2019). An overview of the recent trends on the waste valorization techniques for food wastes. *Journal of Environmental Management*, 233, 352–370. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.12.041>.
- Marić, M., Grassino, A. N., Zhu, Z., Barba, F. J., Brnčić, M. ve Rimac Brnčić, S. (2018). An overview of the traditional and innovative approaches for pectin extraction from plant food wastes and by products: Ultrasound-, microwaves-, and enzyme-assisted extraction. *Trends in Food Science and Technology*, 76, 28–37. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.03.022>
- Sarker, A., Ahmmed, R., Ahsani S. M., Jana, J., Ghosh, M. K. ve Nandi, R. (2024) A comprehensive review of food waste valorization for the sustainable management of global food waste. *Sustainable Food Technology*, 2, 48- 69
- UN Environment Programme (2021). Food Waste Index Report 2021. ISBN: 978-92-807-3868-1.

Yazar Hakkında / About Author

Prof. Dr. Vural GÖKMEN | Hacettepe Üniversitesi
vgokmen[at]hacettepe.edu.tr | ORCID: 0000-0002-9601-5391

1990 yılında gıda mühendisi olarak mezun olan Vural Gökmen, 1998 yılında doktora derecesini almıştır. Halen Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde profesör olarak görev yapmaktadır. Vural Gökmen, Hacettepe Üniversitesi bünyesinde 2004 yılında FoQuS olarak bilinen Gıda Kalitesi ve Güvenliği Araştırma Grubu'nu, 2010 yılında Gıda Araştırma Merkezi'ni, 2011 yılında TÜBİTAK desteği ile Türkiye Ulusal Gıda Teknoloji Platformu'nu kurmuştur. Gıda alanının önde gelen bilim insanlarından biri olan Vural Gökmen, prosesin gıda kalitesi ve güvenliği üzerine etkilerinin anlaşılmasına uluslararası düzeyde önemli katkılar sağlamıştır. Gıda bilimi ve mühendisliğinin farklı yönleriyle ilgili çok sayıda araştırma projeleri yürütmüş, dersler ve konferanslar vermiş, dünyanın önde gelen araştırma gruplarıyla iş birlikleri yapmıştır. Vural Gökmen özgün araştırma sonuçlarına dayalı 280'in üzerinde uluslararası araştırma makalesi ve 20'nin üzerinde uluslararası kitap ve kitap bölümü yayınlamıştır. Gıda alanında ülkemizin en çok uluslararası atıf alan araştırmacısı durumundadır. Alanın en yüksek etki faktörüne sahip dergilerinden biri olan Food Chemistry dergisinde editörlük yapmaktadır. Bilime katkıları nedeniyle 2004 yılında Türkiye Bilimler Akademisi tarafından Seçkin Genç Bilim İnsanı ödülüne, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu tarafından 2007 yılında Bilim Teşvik, 2022 yılında Bilim ödülüne layık görülmüştür. 2023 yılında Türkiye Bilimler Akademisi asli üyesi olarak seçilmiştir.

Prof. Dr. Vural GÖKMEN | Hacettepe University
vgokmen[at]hacettepe.edu.tr | ORCID: 0000-0002-9601-5391

Vural Gökmen graduated as a food engineer in 1990 and received his Ph.D. degree in 1998. He is currently working as a professor at Hacettepe University, Department of Food Engineering. Vural Gökmen established the Food Quality and Safety Research Group known as FoQuS within Hacettepe University in 2004, the Food Research Center in 2010, and the Turkish National Food Technology Platform in 2011 with the support of TÜBİTAK. As one of the leading scientists in the field of food, Vural Gökmen has made significant contributions to the understanding of the effects of the process on food quality and safety at the international level. He has carried out numerous research projects on different aspects of food science and engineering, given lectures and conferences, and collaborated with the world's leading research groups. Vural Gökmen has published more than 280 international research articles and over 20 international books and book chapters based on original research results. It is the most internationally cited researcher of our country in the field of food. He is an editor at Food Chemistry, one of the journals with the highest impact factor in the field. Due to his contributions to science, he was awarded the Distinguished Young Scientist Award by the Turkish Academy of Sciences in 2004, the Science Award by the Scientific and Technological Research Council of Türkiye in 2022.

