

DERLEME MAKALE

Sürdürülebilir Gıda ve Tarımsal Atık Yönetimi

Gulay Ozkan¹, Busra Gultekin Subası^{2,3}, Senem Kamiloglu^{4,5}, Esra Capanoglu⁶

Yazışma yazarı:
Gulay OZKAN,
ozkangula@itu.edu.tr

Referans:
Ozkan vd. (2022), Sürdürülebilir Gıda ve
Tarımsal Atık Yönetimi, Çevre, İklim ve
Sürdürülebilirlik, 23(2):145-160.

Makale Gönderimi : 15 Mayıs 2022
Online Kabul : 01 Eylül 2022
Online Basım : 27 Eylül 2022

¹İstanbul Teknik Üniversitesi, Kimya Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Maslak, İstanbul, Türkiye.
ORCID: 0000-0002-6375-1608

²Chalmers Teknik Üniversitesi, Gıda ve Beslenme Bilimi Bölümü, Göteborg, İsveç.

³Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Hafik Kamer Örnek MYO, Hafik, Sivas, Türkiye.

ORCID:0000-0002-5304-3157

⁴Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Görükle 16059, Bursa, Türkiye

⁵Bursa Uludağ Üniversitesi, Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (BİTUAM), Görükle 16059, Bursa, Türkiye

ORCID: 0000-0003-3902-4360

⁶İstanbul Teknik Üniversitesi, Kimya Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Maslak, İstanbul, Türkiye.

ORCID: 0000-0003-0335-9433

Özet

İnsan nüfusu artış hızına bağlı olarak gıda üretim hızı da yükselmektedir. Hızlı bir şekilde artan gıda üretimi nedeniyle, hem tarımsal atık miktarlarında benzer oranda bir artış meydana gelmekte, hem de bu durum sınırlı olan doğal kaynakların tüketilmesine ve kirlenmesine neden olmaktadır. Bu bağlamda, özellikle sürdürülebilir gıda üretim politikalarını benimsemeyen paydaşların yüksek israf miktarları, ekonomik maliyet, çevre ve gıda güvenliği konularına ciddi zararlar vermektedir. Bu çalışma kapsamında; atık, israf, atık yönetimi ile gıda üretiminde sürdürülebilirlik kavramları hakkında bilgi verilmiştir. Ayrıca, gıda israfı üzerine etkili olan faktörlerden, gıda tedarik zincirinde meydana gelen olası gıda kayıp ve atıklarından, doğal kaynakların tüketilmesinin önlenmesi ve sürdürülebilirliğin sağlanması amacıyla uygulanması gereken eylemlerden bahsedilmiştir. Bunların yanı sıra, tarımsal atıkların, karbonhidrat, yağ, protein ve biyoaktif bileşen gibi katma değeri yüksek ürünlere dönüştürülmesi ve geri kazanılan bu ürünlerin kullanım alanları konusunda gerçekleştirilen çalışmalar derlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tarımsal atık, sürdürülebilirlik, atık değerlendirme, geri kazanım.

Food Sustainability and Agricultural Waste Management

Abstract

Rate of food production is getting increased due to the ascending value of human population growth rate. Rapidly increasing global food demand has a potent impact on the amount of agricultural waste, in addition to the consumption and pollution of limited natural resources. In this context, stakeholders with the high wastage values, who have not undertaken sustainable food production policies, cause serious damage to the economic cost, environment and food safety issues. In this study, information about the concepts of food waste, food loss, waste management and sustainability in food production is provided. Furthermore, the factors that affect the food waste, potential food loss and wastes in the food supply chain, as well as the actions to be taken in order to prevent the depletion of natural resources and to ensure sustainability, are mentioned. In addition to these, studies on the conversion of agricultural wastes into high value-added products, such as carbohydrates, fats, proteins and bioactive components and the application areas of these recycled products are covered.

Keywords: Agricultural waste, sustainability, waste valorization, recycling.

1. Giriş

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 (Atık Yönetimi Yönetmeliği, 2015). Gıda atıkları ise tarladan sofraya, gıda tedarik zincirinin her aşamasında, üretici, işlemci, perakendeci ve tüketicilerden kaynaklı, kaybolan gıda olarak tanımlanabilmektedir (Bellemare ve diğ., 2017). Gıda ve Tarım Örgütü'ne göre, gıda atıkları, perakende ve tüketim aşamalarında meydana gelen gıda kayıpları olarak belirtilir (FAO, 2022); bir başka tanıma göre ise, insan tüketimine uygun kaliteli gıdaların bireyler tarafından atılarak tüketilemeyen gıda olarak açıklanmaktadır (Lipinski ve diğ., 2016). Gıda atıklarının yanı sıra gıda kayıpları ise, hasat, hasat sonrası taşıma, işleme, depolama ve dağıtım sırasında meydana gelen istenmeyen gıda kayıplarıdır (FAO, 2022; Lipinski ve diğ., 2016). Gıda atıkları ve kayıplarını kapsayan gıda israfı ise, tarladan tüketime kadar geçen pek çok süreçte bozulma veya atık nedeniyle meydana gelebilmektedir (FAO, 2013).

Atık Yönetimi Yönetmeliği'nde atık yönetimi, "atığın oluşumunun önlenmesi, kaynağında azaltılması, yeniden kullanılması, özelliğine ve türüne göre ayrılması, biriktirilmesi, toplanması, geçici depolanması, taşınması, ara depolanması, geri dönüşümü, enerji geri kazanımı dâhil geri kazanılması, bertarafı, bertaraf işlemleri sonrası izlenmesi, kontrolü ve denetimi faaliyetlerini" içermektedir. Bütünsel bir sıfır atık yaklaşımıyla, 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 enerji 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 hedeflenmiştir (Atık Yönetimi Yönetmeliği, 2015).

Tüm dünyada hızla gerçekleşen nüfus artışıyla birlikte gelişen teknoloji ve sanayi, atık ve sera gazı oluşumunda artışa sebebiyet vermiştir. Bu durum ise, sürdürülebilirlik kavramı ile sürdürülebilirliğe dair uygulamaların ortaya çıkmasını sağlamıştır (Weber ve Hogberg-Saunders, 2018).

Yukarıda sunulan bilgiler dikkate alınarak bu çalışmada, tarımsal atık yönetimi ile gıda üretiminde sürdürülebilirlik kavramları hakkında bilgi verilmektedir. Ayrıca, atıkların, karbonhidrat, yağ, protein, biyoaktif bileşen gibi katma değeri yüksek ürünlere dönüştürülmesi ve bu ürünlerin kullanım alanları konusunda gerçekleştirilen çalışmalar derlenmiştir.

2. Gıda Üretiminde Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilir gıda üretimi, dünya üzerinde yaşayan her bireyin, yeterli oranda, dengeli ve sağlıklı besine ulaşmasını, mevcut doğal kaynakların tüketilmesi, kirlenmesi veya iklim krizinin artmasına izin vermeden, bu gıdanın sağlanabilmesini amaçlamaktadır (McClements, 2020). Bu hedef dâhilinde üretilen gıdanın erişilebilirliği, güvenliği ve besleyiciliğinin (makro ve mikro besin öğeleri açısından) yüksek olması gereğinin yanı sıra, fiyatının toplumlar tarafından karşılanabilir seviyede olması, üretimi esnasında harcanılan temiz su miktarı, küresel ısınma potansiyeli (kg CO₂ bazında), ozon inceltilme etkisi, toksin salımı, fosil yakıt tüketimi, toplam enerji ihtiyacı, toplam asit salımı (kg SO₂ bazında) gibi ilgili değerlerin de bir o kadar düşük olması gerekmekte ve oluşturduğu atıkların anılan çevre faktörleri gözetilerek bertarafı dikkatle takip edilmelidir (McClements, 2020). Günümüzün çevreci gıda üretimi ihtiyaçları karşılırken, gelecek nesillerin ihtiyaçlarının göz ardı edilmemesi gerekliliği, sürdürülebilir gıda üretiminin en önemli motivasyonlarından bir

diğeridir. Ancak teoride ideal olan bu sürdürülebilirlik sisteminin, planlama, dönüşüm ve uygulama süreçleri gerçekte oldukça zorlayıcı olabilmektedir (Gheewala ve diğ., 2020).

Sürdürülebilirlik kavramı geniş kapsamlı ele alınması gereken, disiplinlerarası, hızla gelişen ve güncellenen bir yaklaşım ile kurulabilir ve devam ettirebilir. Sürdürülebilir gıda sistemleri için alt disiplinler, örneğin, tarımsal ekoloji ve ekosistem çalışmaları; gıda-tarım güvenliği; su ürünleri; akıllı-iklim gıda sistemleri; zirai biyoloji; toprak, geçim ve gıda güvenliği; beslenme ve sürdürülebilir diyet; sosyal örgütlenmeler ve enstitüler; sürdürülebilir gıda işleme; şehir tarımı; entegre atık yönetimi ve zirai ekosistemler; akıllı sulama gıda üretimi şeklinde münferit olarak belirlenebilir. Birleşmiş Milletler (BM) Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), sürdürülebilir gıda üretimi konusunda anılan konularla ilgili kritik araştırma ve raporlamalar yapmaktadır. Bu amaçla, sürdürülebilir gıda üretimi ve tarıma ilişkin 5 maddeden oluşan öncü kritik prensipleri, tüm dünyanın dikkatine sunmuştur (FAO, 2014).

1. Gıda sistemlerinde verimlilik, istihdam ve katma değer artırılması.
2. Doğal kaynakların korunması ve güçlendirilmesi.
3. Geçim kaynaklarının iyileştirilmesi ve kapsayıcı ekonomik büyümenin teşvik edilmesi.
4. İnsan, topluluk ve ekosistemlerin dayanıklılıklarının artırılması.
5. İdari otoritelerinin yeni zorluklara uygun hale getirilmesi.

Bu prensipler, dünya genelinde ziraat ve gıda üretimi ile ilgilenen tüm paydaşlara sürdürülebilir üretim için bir başlangıç rehberi olma niteliği taşımıştır. Ardından FAO bu manifestosunu daha da detaylandırarak, 2018 yılında yayınladığı "2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH) – Açlığa Son" rehberinde, karar mercilerini yönlendirebilecek, gıda ve tarımı dönüştürmeyi ve bu alanda başarıyı arttırmayı amaçlayan 20 pratik ve birbirine bağlı eylem bildirgesini duyurmuştur (FAO, 2018). Söz konusu bildirmede, artan dünya nüfusunu besleyebilmek adına yapılan gıda üretiminin, var olan doğal kaynakları hızla tükettiği ancak buna rağmen dünya nüfusunun halen 8'de 1'inin açlık sınırının çok altında yaşadığı vurgulanarak, bu hayati konunun dengeye kavuşturulması için otoritelerce yapılması gerekenler ve alınabilecek önlemler belirtilmiştir. Doğal kaynakları tüketmeden ve kirlenmeden, iklim krizini derinleştirecek mümkün olan her türlü faaliyetten kaçınarak, dünya nüfusuna dengeli ve yeterli besin üretilip ulaştırılabilmek, sürdürülebilir gıda üretiminin başlıca hedefi olarak belirlenmiştir (FAO, 2018). Açlık ve fakirliğin sona ermesi, tarım alanlarının ıslah/rehabilitasyonu edilmesi, su altı yaşamının korunması ve hatta üretimde cinsiyet eşitliği gibi başlıklar, bu çok kapsamlı ve disiplinlerarası 20 eylem bildirgesinin maddeleridir. Dünya çapında pek çok üniversite, özel kuruluş ve şirket, bu büyük sürdürülebilirlik dönüşümüne uyum sağlayabilmek için halihazırda önemli adımlar atmaktadırlar (Bureau Veritas, 2020; VTT, 2022).

Bütüncül sürdürülebilir gıda üretiminin gerçekleşmesi, geleneksel üretim aşamalarının bu amaca yönelik dönüşümü ve adaptasyonu ile mümkün olabilir. Söz konusu dönüşüm, gıda/hammadde tedarik, üretim, tüketim ile entegre atık yönetiminin her aşamasına katılan paydaşların kendi üzerlerine düşen görevleri benimsemeleri ve yerine getirmeleri ile gerçekleşebilir. Bu amaç doğrultusunda geliştirilen "dijital dönüşüm" kavramı, akıllı tarım, projeksiyon ve şehir tarımı için yapay zeka, daha az atık üretimi için veri bilimi/yönetimi, tedarik zinciri izlenebilirliği ve denetlenilebilirliği için blok zincir gibi teknoloji ve yeniliklerin en güncel imkanlar dahilinde kullanılması anlamına gelerek, son yılların en çok dikkat çeken akademik ve endüstriyel araştırma alanlarından birisi olmuştur (De Bernardi ve Azucar, 2020; Herrero ve diğ., 2020). Özellikle yapay zeka teknolojisi, söz konusu dönüşümün tasarımı, uygulanacak metod ve yöntemlerin ürün ve üretime dair teknik, sosyal ve çevresel özelliklerinin projeksiyonu için birkaç yılda yeni kullanılmaya başlanmış olup popülerliği tahmin edilen ötesinde bir hızla

Çevre, İklim ve Sürdürülebilirlik

artmaktadır. Sürdürülebilir gıda uygulamaları için gereken dönüşümde, yapay zeka teknolojisi oldukça umut vadetmektedir (Camaréna, 2020).

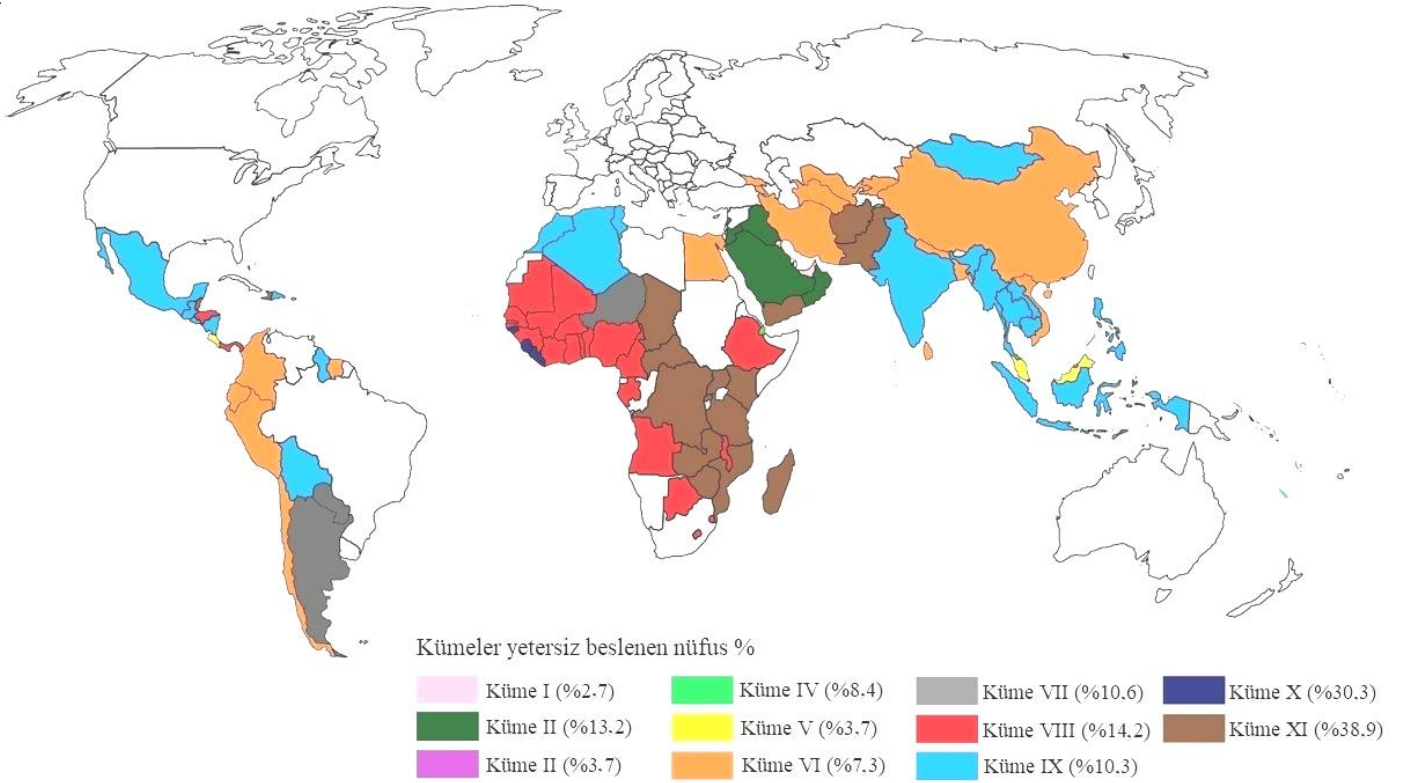
Gıda zincirinin son halkalarından birisi olan tüketiciler de, en az idari otoriteler ve üretim endüstri kadar, sürdürülebilir üretimin dönüşüm hızı, uygulanabilirliği ve yaygınlaşması konularında söz sahibidir. Yaş, cinsiyet, sosyal statü, çevre ve yaşanan bölge gibi faktörler, bireylerin sürdürülebilir gıdaya olan taleplerini önemli ölçüde etkilemektedir. Tüketicinin, sürdürülebilir gıda ürünlerine olan eğilimi, bu şekilde üretilmiş ürünleri satın alma talebi, tüm süreci geriye dönük besleyen ve daha kaliteli üretime teşvik eden bir unsurdur. Benzer şekilde, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde, bireysel tüketici seviyesinde gıda israfını azaltma bilinci ve duyarlılığı, toplumsal tabana oturduğu takdirde endüstri ve politikayı yönlendirebilecek güce sahiptir (Zamri ve diğ., 2020). Bireysel gıda israfını önleme farkındalığını oluşturmak için erken yaşlarda başlayan eğitimin yanı sıra, yeni kuşağın sıklıkla kullandığı sosyal medyadaki bilinçlendirme kampanyalarının gücünün çok yüksek olduğu ifade edilmektedir. (Jenkins ve diğ., 2022). Günümüzde tüketici eğilimlerini anlamak için meta-analiz ve benzeri yöntemler kullanılmaktadır (Li ve Kallas, 2021). Tüketici eğilimlerini belirlemede, ülke/coğrafi bölge dahilinde yapılan çalışmalar, sürdürülebilir gıda üretim dönüşümünün, daha hızlı ve hatasız gerçekleşmesine olanak tanıyabilmektedir (Frehner ve diğ., 2022). Öte yandan ülkelerin ekonomik gelir düzeyi ve sürdürülebilir gıda dönüşümüne olan yatkınlıkları, uygulamaya geçişte önemli bir diğer faktördür. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler, hem tüketici nezdinde, hem de akademik ve endüstriyel sektörler açısından farklı dinamiklere sahip olacaklarından, bu dönüşüm için çok farklı stratejiler ve süreçler gerektireceklerdir (Hoek ve diğ., 2021; Movilla-Pateiro ve diğ., 2021).

Gelişmekte olan ülkeler, yetersiz beslenen nüfus yoğunluğu, tarımsal sulamada güçlükler ve dolayısıyla üretim/tüketim dengesizliğinin en çok gözlemlendiği ülkelerdir (Şekil 1). Bu ülkelerde sürdürülebilir gıda üretimine dönüşüm araçları, gelişmiş ülkelerin gereksinimlerinden çok farklıdır. (Pawlak ve Kolodziejczak, 2020). Bu nedenle, gıda üretim sanayine sahip olmasından bağımsız olarak gelişmekte olan ülkeler, ekonomik ve sosyolojik açılardan bireysel olarak ele alınmalı; nüfus artış hızı, gıda üretimi, nüfus beslenmesi, ekonomik gelişmeler ve enerji tüketiminde CO₂ emisyonu, sürdürülebilirlik adına mutlaka incelenmeli ve söz konusu ülke özelinde geliştirilecek bölgeye özgü stratejiler uygulanmalıdır (Rehman ve diğ., 2022). Dünya genelinde fakirlik ve açlığın bitirilmesi, doğal kaynaklar ve çevrenin korunması, her paydaş için fedakârlık ile kazanç elde edilmesi, ancak sürdürülebilir gıda üretim politikalarıyla mümkün görünmektedir. Özellikle Hindistan gibi yüksek nüfuslu ve gelişmekte olan ülkelerde, tarımsal üretim ve tarımsal biyokütle

atıklarının değerlendirilmesi/bertarafının, düşük karbon ayak izi ve etkin/düşük enerji tüketimiyle gerçekleştirilebilmesi amacıyla, âdem-i merkezîyetçi tedbirler gibi bazı özel uygulamalar umut vadetmektedir (Singh, 2017; Singh ve diğ., 2020).

Coğrafi bölgelere ve iklimlere göre değişkenlik gösteren tarım ve gıda uygulamalarının yanı sıra, bu değişkenlerden bağımsız olarak sürdürülebilir gıda üretimine katkıda bulunabilecek bazı yaklaşımlar da, teknolojinin ilerlemesi ile birlikte geniş kapsamlı olarak kullanılmaya ve yaygınlaşmaya başlamıştır. Örneğin, iklim değişikliği konusunda risk taşımayan, yeni nesil ambalaj malzemelerinin geliştirilmesi (biyo-bozunur özellik) ve bu ürünlerin endüstriyel ölçekte kullanıma uygun olarak tasarlanması, akademi/endüstri işbirliğinin -coğrafi konumdan bağımsız olarak- sürdürülebilir gıda üretimine sunabildiği önemli katkılardan biridir (Mendes ve Pedersen, 2021). Bir başka çarpıcı örnek olarak, paketlenmiş ürünlerin sterilizasyonun, yüksek hidrostatik basınç, soğuk plazma gibi özellikle ısı olmayan fiziksel yöntemlerle sağlanması, daha düşük enerji tüketimine ve kimyasal katkı/koruyucuların azaltılmasına olanak tanımaktadır (Bourke ve diğ., 2018). Bu tür yöntemler ilk başta yüksek yatırım maliyeti gereken ve endüstriye uyarlanmaları çok kolay olmayan teknolojiler olarak bilinseler de, ilerleyen teknoloji ile ekipman üretim maliyetlerinin düşmesi sayesinde, yatırım maliyetlerinde düşüş ve ekipmanların yaygınlaşmasında artış gözlenmektedir. Son yıllarda ısı olmayan gıda işleme metodlarının, çok çeşitli gıda malzemeleri üzerinde laboratuvar ve yarı-endüstriyel ölçekli ekipmanlarla yapılan incelemelerine ait bilimsel yayın sayısında gözlenen önemli artış, bu yargıyı doğrular niteliktedir. Öte yandan bir başka örnek olarak, mikro alglerin, biyoteknoloji araçları kullanılarak insan ve hayvan beslenmesi için sürdürülebilir ve oldukça umut vaat edici bir besin/protein kaynağı olabileceği, yine dünya genelinde pek çok araştırmacı tarafından incelenmekte olan güncel ve umut verici bir konudur. Mikro algler, az enerji tüketimi gerektiren, iklim krizi riskini arttırmayan, yüksek verimli üretim potansiyeli ve zengin besin içeriği sayesinde, sürdürülebilir gıda eldesinde önemli çevreci bir alternatif olma potansiyeli taşımaktadır (Kusmayadi ve diğ., 2021).

Tüm dünyada artan iklim krizi bilinci ve sürdürülebilir kaynaklara yönelim, gıda endüstrisi için de hayati önem taşıyan bir gerçekliktir. Teknoloji ve yeniliğin sunduğu imkanlar sürdürülebilir gıda üretimi dönüşümü için elzem araçlardır. Günümüzde bu konuda yapılan araştırmalar hızla artmaya başlasa da, hâlâ aydınlatılması gereken pek çok sorun ve alınması gereken uzun bir yol bulunmaktadır. Kurulacak ileri endüstri-akademi iş birlikleri ile, bu araştırmaların yakın gelecekte hızlanması ve derinleşmesi öngörülmektedir.



Şekil 1. Gelişmekte olan ülkelerde yetersiz beslenen nüfus oranları (Pawlak ve Kołodziejczak, 2020).

3. Tarımsal Atık Yönetimi

2022 yılı itibarıyla 7,9 milyar olan dünya nüfusunun, 2050 yılında 9,8 milyara ulaşacağı tahmin edilmektedir. Öte yandan, gıda üretim hızının insan nüfus artış hızından daha fazla olduğu ve günümüzde 10 milyar insanı besleyecek düzeyde gıda üretiminin yapıldığı bilinmektedir (Holt-Giménez ve diğ., 2012). Ancak, her yıl üretimin yaklaşık %30'u gıda tedarik zincirinde atık olarak karşımıza çıkmaktadır (Gustavsson ve diğ., 2011). Gıda israfı çevresel, sosyal ve ekonomik açıları değerlendirildiğinde; yaklaşık bir trilyon ABD doları tutarındaki ekonomik kayıp, tarımsal sulama suyunun dörtte biri, Çin'e eşdeğer büyüklükte ekin alanı kullanımı ve küresel ölçekte artan sera gazı emisyonlarının sorumlusudur (Craig ve diğ., 2016). Avrupa'da yıllık gıda israfı yaklaşık 100 milyon ton (FUSION, 2016), ABD'de ise yaklaşık 35 milyon ton olarak bildirilmiştir (U.S. Environmental Protection Agency, 2016). 2021 Birleşmiş Milletler (BM) Gıda İsrafı Endeksi Raporu'na göre Türkiye, en fazla gıda israfının yapıldığı ülkeler arasında ilk sıralarda yer almaktadır. Raporla göre, Türkiye'de her yıl kişi başı 93 kg ve toplam 7,7 milyon ton gıda israf edilmektedir. Dünya genelinde ise bu değer yıllık toplamda 931 milyon tona ulaşmaktadır. Gıda israfının en yaygın olduğu yerlerin, yıllık 569 milyon ton ile evsel tüketim (%61), 224 milyon ton ile servis aşaması (%26) ve 118 milyon ton ile perakende aşaması (%13) olduğu bildirilmiştir (BM Gıda Atıkları Endeksi, 2021). Dünyada en çok israf edilen gıdaların başında ise, sırasıyla, kök ve yumru 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 (FAO, 2022).

Gıda israfı üzerine etkili olan faktörler; davranışsal (planlama, alışveriş ve depolama uygulamaları vb.), kişisel (eğitim, bilgi ve farkındalık düzeyi vb.), ürün (gıda ve ambalaj özellikleri) ve toplum kaynaklı (hanehalkı gelirleri, gıda fiyatları politikası vb.) etmenlerdir (El Bilali ve Hassen, 2020; Roodhuyzen ve diğ., 2017). Ayrıca, tüketicilerin küçük ölçekte veya yerel pazarlayıcılardan ziyade, büyük süpermarketlerden alışveriş yapmaları durumunda, gıda israfının arttığı bildirilmiştir

(Jörissen ve diğ., 2015). Tüketici davranışlarını etkileyen tüm bu faktörler, kişiye, bölgeye (kırsal/kentsel) veya ülkeye göre değişiklik göstermektedir. Gıda israfı küresel bir sorun olmasına rağmen, gıda israfının kapsamı bakımından ülkeler arasında büyük farklılıklar bulunmaktadır (Roodhuyzen ve diğ., 2017).

Gıda atıkları, üretimin başlangıcı olan tarlalardan itibaren oluşmaya başlanmaktadır. Sera atıklarının çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılması ve geri dönüşümlerinin sağlanması amacıyla, kompostlanmasına ilişkin çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Ülkemizde tarımsal atıklardan kompost üreten işletmeler, en çok Marmara ve Akdeniz bölgelerinde yer almakta olup Doğu Anadolu ve Karadeniz bölgelerinde ise kompost üretiminin daha düşük oranda yapıldığı belirtilmektedir (Çerçioğlu, 2019).

Son yıllarda oldukça hızlı bir artış gösteren gıda üretimi nedeniyle, gıda işletmelerindeki atık miktarlarında da benzer oranda artışlar meydana gelmektedir. Türkiye'de gıda üretim atıkları diğer sanayi atıklarının %5'ini oluşturmaktadır (TÜİK, 2021).

Ortaya çıkan tüketim olgusunun belirgin şekilde etkisini sürdürdüğü alanlardan biri restoranlardır. Gıda atıkları yiyecek/içecek işletmelerinde, gerek mutfaklarda işleme aşamasında, gerekse tabaklarda bırakılan yiyeceklerle nihai aşamada oluşmaktadır. Çirioğlu ve Akoğlu (2021) tarafından, İstanbul'daki restoranlarda, gıda atıklarının tam olarak hangi aşamada ve hangi sebeple meydana geldiğini tespit edebilmek amacıyla yürütülen bir çalışmada, seçilen tesislerdeki katılımcıların neredeyse tamamının gıda atıklarına yönelik detaylı bir bilgiye sahip olmadığı belirlenmiştir. Bu çalışmaya göre, en fazla atık %79,3 oranıyla servis aşamasında oluşmakta olup, gıda atıkların tür bakımından %68,9 oranıyla sebzelerden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Seçilen işletmelerin tamamı, biyodizel üretiminde kullanılmak üzere atık yağların takibini yaptıklarını bildirmiş olup %82,7'si gıda atıklarını sos, çorba vs. şeklinde yeniden değerlendirdiklerini, %44,8'i ise oluşan gıda atıklarını bağışladıklarını bildirmişlerdir. Restoranlarda oluşan atıkların

Çevre, İklim ve Sürdürülebilirlik

büyük oranda müşteri beklentileri (%31) ve personel dikkatsizliği (%21) nedeniyle oluştuğu ifade edilmiştir (Çirişoğlu ve Akoğlu, 2021).

Dünya genelinde gıda atıklarının oluşmasında en yüksek israf oranı evlerde görülmektedir. Hanelerde meydana gelen gıda israfıyla mücadele etmek amacıyla, Güney Kore, "attığın kadar öde (pay-as-you-thrash)" politikası uygulamaktadır. Bu politikaya göre, her hane, üretilen ve bertaraf edilen gıda atığı miktarının maliyetinden sorumlu olmaktadır. Süreç, evsel gıda atıklarını bertaraf etmek için plastik poşetlerin satın alınması veya bir radyo frekanslı tanımlama (RFID) makinesi aracılığıyla hacim bazlı fiyatlandırma yapılması yoluyla uygulanmaktadır (Adelodun ve diğ., 2021). Benzer şekilde, kaynağında ayırma ve "attığın kadar öde" politikasını izleyen Avusturya, İspanya, İtalya, Almanya, Hollanda ve İsveç gibi Avrupa ülkelerinde, diğer atıklara kıyasla gıda atıklarında önemli oranda azalma meydana gelmiştir (Reichenbach, 2008). İsveç'te bu planı uygulamayan hanelere kıyasla, "attığın kadar öde" politikasını uygulayan hanelerden üretilen evsel atıklarda %20 oranında bir azalma olduğu bildirilmiştir (Dahlén ve Lagerkvist, 2010). Gıda israfının azaltılmasına yönelik gerçekleştirilen girişimlere rağmen, evsel gıda atıkları, tedarik zincirinde üretilen toplam gıda israfının %35'lik önemli bir oranını oluşturmaktadır (Chalak ve diğ., 2016; Lipinski ve diğ., 2016).

Mevcut yüksek gıda israfı nedeniyle devletler, çeşitli işletmeler ve sivil toplum kuruluşları, entegre atık yönetimi ve sürdürülebilirlik konularında gerekli eylem planlarını oluşturmuşlardır. Örneğin, Avrupa Birliği (AB) ve Birleşmiş Milletler (BM), Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH) doğrultusunda 2030 yılına kadar israf edilen gıda miktarını yarıya indirmeyi hedeflemektedir (Gustavsson ve diğ., 2012). Gıda israfını azaltmaya yönelik yürütülen farkındalık çalışmaları sayesinde, çeşitli gıda tedarik zincirlerinde üretilen gıda atıklarının ölçülmesi (Lebersorger ve Schneider, 2014), gıda israfı nedenlerinin teorik ve deneysel olarak araştırılması ile gıda atığı miktarının azaltılması konularında bilim insanları tarafından son yıllarda çeşitli araştırmalar yapılmaktadır (Eriksson ve Spångberg, 2017). Dünyada gıda israfını önlemeye yönelik olarak küresel bir girişim olarak başlatılan "SAVE FOOD" hareketi ile gıda zincirinin tüm paydaşları arasında bir birlik oluşturulması hedeflenmiştir (FAO, 2018). Benzer şekilde, BM Çevre Programı (UNEP) da "Think-Eat-Save" küresel çalışmasını başlatarak, BM'in açlığa son verme hedefine destek olmuştur (FAO, 2018). Bunların yanı sıra Uluslararası Tarımsal Kalkınma Fonu (IFAD) ve Ekonomik İş Birliği ve Kalkınma Örgütü'nün (OECD) de gıda kayıplarını önlemeye yönelik projeleri bulunmaktadır (IFAD, 2018; OECD, 2014; OECD, 2018). Kanada, İngiltere, Japonya gibi gelişmiş ülkeler ile gelişmekte olan ülkelerde dijital platformda sürdürülen gıda israfını önleme çalışmaları (ivalueofood.com; Feeding America, vb.) oldukça yaygın olarak yürütülmektedir. Türkiye'de ise gıda israfını önlemeye yönelik olarak; 2013 yılında ekmek israfını engelleme çalışmaları (TMO, 2013), 2000'li yılların başından itibaren gıda bankacılığının kurulması (Güneş ve Keskin, 2017), "Fazla Gıda" platformunun geliştirilmesi (www.fazlagida.com) ve İyi Tarım Uygulamaları gibi faaliyetler bulunmaktadır (Demirbaş, 2018).

Değerli doğal kaynakların korunması ve sürdürülebilirliğin sağlanması amacıyla uygulanması gereken en temel eylem, üretimden tüketime dek, işleme, depolama, taşıma ve tüketiciye ulaşma gibi tedarik zincirinin tüm bileşenlerinde gıda kayıpları ve atıklarının önlenmesidir. Bununla birlikte, bazı tarımsal kalıntılar, gıda üretim artıkları ya da bitki ve hayvanların yenmeyen kısımları gibi bazı gıda fraksiyonları, kaçınılmaz olarak israf edilmektedir. Öte yandan bu organik atıkların geri kazanımı, bitkisel biyokütle ile hayvansal yan ürünlerden çeşitli kimyasallar ve yakıt elde edilmesi ile mümkündür; böylelikle yenilenemeyen kaynakların azalmasının önüne geçilmesinin yanı sıra, çevresel

bütünlüğün sağlanmasına da büyük oranda katkı verilmektedir (Glasgo ve diğ., 2016; Santagata ve diğ., 2019).

4. Atıkların Katma Değeri Yüksek Ürünlere Dönüştürülmesi

4.1. Karbonhidrat eldesi ve kullanım alanları

Karbonhidratlar, türlerine, moleküler ağırlıklarına veya polimerizasyon derecelerine bağlı olarak monosakkaritler, oligosakkaritler ve polisakkaritler şeklinde sınıflandırıldıkları gibi, sindirilebilir veya sindirilemez olarak da sınıflandırılabilirler. Mono- ve oligosakkaritler, asit hidrolizi, enzimatik hidroliz ve otohidroliz gibi çeşitli hidroliz işlemleri ile gıda atıklarından ekstrakte edilerek geri kazanılabilirler (Mohd Thani ve diğ., 2020). Pirinç samanı ve kabuğu, kahve telvesi, şeker kamışı küspesi, kullanılmış çay yaprakları, meyve ve sebze kabukları, mısır sapı, yağı alınmış tohumlar oligosakkaritlerin elde edildiği gıda atıklarına örnektir (Awasthi ve diğ., 2022) (Tablo 1). Yapılan çalışmalarda tarımsal gıda atıklarından elde edilen oligosakkaritlerin, prebiyotik olarak kullanılacakları de öne sürülmektedir (Cano ve diğ., 2020).

Gıda atıklarında bulunan polisakkaritler genellikle bitkinin hücre duvarında yer alan, lignin, selüloz, hemiselüloz ve pektin gibi yüksek moleküler ağırlıklı bileşiklerdir. Selüloz, sarımsak kabuğu (Hernández-Varela ve diğ., 2021), mısır sapı (Gu ve diğ., 2020), üzüm posası (Coelho ve diğ., 2018) gibi çeşitli tarımsal atıklardan elde edilebilmektedir. Yapılan çalışmalarda atıklardan ayrıştırılan selülozun yağ ikamesi olarak kullanılmasının, gıda dokusunu iyileştirdiği görülmüştür (Wang ve diğ., 2018). İlaveten, selülozun gıdaları korumak için film olarak kullanımı da yaygın bir uygulamadır (Riaz ve diğ., 2020). Doğada en yaygın olarak bulunan hemiselüloz olan ksilan, ananas kabuğu (Banerjee ve diğ., 2019), pirinç samanı (Gautério ve diğ., 2020) ve kinoa sapları (Gil-Ramirez ve diğ., 2018) gibi tarımsal atıklardan elde edilebilmektedir. Pektin ise, pek çok tarımsal gıda atığından ekstrakte edilebilmektedir (Rivas ve diğ., 2021). Petkowicz ve Williams (2020) yürüttükleri araştırmada, brokoli sapının, FAO ve AB tarafından gıda uygulamaları için belirlenen aralıkta galakturonik asit içeren pektin elde etmek için kullanılabilirliğini öne sürmüşlerdir. Araştırma sonuçları brokoli sapından geri kazanılan pektinin, gıda endüstrisinde kıvam artırıcı ve emülsifiye edici bir ajan olarak kullanılabilirliğini göstermiştir (Petkowicz ve Williams, 2020). Farklı yöntemler kullanılarak portakal kabuklarından pektin eldesinin araştırıldığı bir çalışmada ise, yüksek metillenmiş pektin eldesi için sıcak su ile ekstraksiyonun, düşük metillenmiş pektin eldesi için ise mikrodalga destekli ekstraksiyon yönteminin, verim, esterleşme derecesi ve enerji tüketimi açısından en sürdürülebilir yöntemler olduğu görülmüştür (Benassi ve diğ., 2021). Benzer şekilde, Kazemi ve diğ. (2019) çalışmasında, ultrases yöntemi ile patlıcan kabuğundan elde edilen yüksek metillenmiş pektinin, iyi fonksiyonel özellikler gösterdiğini bildirmişlerdir.

Yapılan çalışmalar gıda atıklarından pektin gibi polisakkaritlerin eldesi için kullanılan geleneksel yöntemlerin, termal bozunma, istenmeyen fiziko-kimyasal ve fonksiyonel özellikler oluşturma ve uzun süreli doğrudan ısıtma nedeniyle düşük derecelerde esterleşme gibi bazı kısıtlayıcı nitelikleri olduğunu ortaya koymuştur. Öte yandan, mikrodalga, ohmik ısıtma, darbeleri elektrik alan, yüksek basınç, ultrases ve bunların kombinasyonları gibi yeni işleme teknolojilerinin, enerji ve zaman tasarrufu avantajları bulunmaktadır (Gavahian ve diğ., 2021). Fakat bu yöntemlerin uygulanması başlangıç aşamasında olup, henüz endüstriyel ölçekte gerekli standardizasyon sağlanamamıştır. Gıda atıklarının endüstriyel boyutta değerlendirilebilmesi için homojen hammadde temini ve lojistik sorununun giderilmesi önemli faktörlerdendir (Sharma ve diğ., 2021).

Tablo 1. Atıklardan karbonhidrat, yağ, protein ve biyoaktif bileşen eldesi ile ilgili çalışmalar

Atık türü	Kullanılan Yöntem ve İşleme Koşulları	Geri Kazanım Oranı	Referans
<i>Karbonhidratlar</i>			
Sarımsak kabuğu	(i) 80°C sıcak suda 3 saat karıştırma, (ii) 100°C'de 4 saat kurutma, (iii) etanol:toluen (19:1) ile 6 saat muamele, (iv) 80°C %5 NaOH ile 5 saat ekstraksiyon, (v) 1:1:1 asetat tamponu (pH = 4,5), sulu klorit (%1,7) ve distile su ile 85°C'de 2 saat ağartma, (vi) su ile nötralizasyon ve kurutma	%45,6 selüloz %25,2 lignin %7,6 hemiselüloz	Hernández-Varela ve diğ., 2021
Mısır sapı	(i) Benzen:etanol karışımı (2:1) ile 90°C'de 6 saat saflaştırma, (ii) 75°C %1 NaClO ₂ ile (pH 4–5) 1 saat ekstraksiyon, (iii) 80°C'de 12 saat %8 NaOH ile çalkalama	%92,37 selüloz %0,35 klason lignin %7,28 hemiselüloz ve pektin	Gu ve diğ., 2020
Üzüm posası	(i) 60°C'de 18 saat kurutma, (ii) 120°C etanolde 1 saat ekstraksiyon, (iii) 70°C'de 24 saat kurutma ve %2 H ₂ SO ₄ ile 90°C'de 5 saat karıştırma, (iv) 5% NaOH ile 10 saat oda sıcaklığında, 5 saat 90°C'de muamele, (v) %5 H ₂ O ₂ ile 60°C'de önce 8 saat, sonra 15 saat ağartma	%80,1 selüloz %4,30 klason lignin	Coelho ve diğ., 2018
Ananas kabuğu	<i>Konvansiyonel alkali ekstraksiyonu:</i> (i) Hekzan, su ve etanol ile muamele, (ii) %5-15 NaOH ile 35-65°C'de 16 saat çalkalama, (iii) 45°C de kurutma, (iv) asetik asit ile pH 5'e ayarlanması, (v) hemiselülozun %95 soğuk etanol ile çöktürülmesi <i>Hidrotermal destekli alkali ekstraksiyonu:</i> (i) 121°C'de %5-15 NaOH ile 30-90 dk ekstraksiyonu, (ii) asetik asit ile pH 5'e ayarlama, (iii) hemiselülozun %95 soğuk etanol ile çöktürülmesi	%20,9 selüloz %31,8 hemiselüloz %10,4 lignin	Banerjee ve diğ., 2019
Kinoa sapı	<i>Statik yöntem:</i> 80°C'de 1,5 saat boyunca 0.5 M NaOH ile muamele <i>Geri akım yöntemi:</i> (i) 100°C'de 1 saat boyunca 0,5 M NaOH ile muamele, (ii) asetik asit ile pH 5'e ayarlama, (iii) ksilanın %95 soğuk etanol ile çöktürülmesi	<i>Statik yöntem:</i> 35-88 mg/g ksilan <i>Geri akım yöntemi:</i> 44 mg/g ksilan	Gil-Ramirez ve diğ., 2018
Brokoli sapı	Kaynar etanol ile muamele ve 30 dk boyunca 0,1 M nitrik asit ile ekstraksiyon	%18 pektin (%75 galakturonik asit içeriği)	Petkowicz ve Williams, 2020
Portakal kabuğu	<i>Sıcak su yöntemi:</i> 70°C'de 60 dk, 90 C'de 80 dk <i>Hızlı katı sıvı dinamik yöntemi:</i> 8–9 bar 10 saniye, 12 döngü <i>Mikrodalga destekli yöntem:</i> 300 W 5 dk	%1-21 pektin	Benassi ve diğ., 2021
Patlıcan kabuğu	<i>Ultrasonik ekstraksiyon:</i> 50-150 W, 10-30 dk, pH 1,5-3	%2,2-27,60 pektin	Kazemi ve diğ., 2019
<i>Yağlar</i>			
Yabani elma (<i>Malus spp.</i>)	Asit ön-esterleşmeli iki aşamalı biyorafinasyon (GS/MS ve RP-HPLC/FLD ayırma)	56 farklı lipofilik bileşen %57,8 linolenik asit %54,3 α-linolenik asit %25,5 oleik asit	(Radenkovs ve diğ., 2018)
Gıda atık karışımı (%51,4 karbonhidrat, %15,7 yağ, %27,5 protein içerikli)	180-220 °C ve 15-30 dk hidrotermal karbonizasyon	Hidrokar fazından %78 verimle yağ asitleri (C14:1, C17:1, C8, C17)	Motavaf ve diğ., 2021
Palmiye biyokütlesi	Yüksek basınçlı yüksek sıcaklıklı su ve buhar uygulaması (500 psi basıncı su-buhar karışımınının 150 °C'de uygulanmasıyla)	Kalıntı yağların geri kazanımı, %94 verimle	Md Yunos ve diğ., 2017
Nar posası	Enzimatik (proteaz) "yeşil" ekstraksiyon yöntemi (50 U/g, 14 s, 45 °C, pH 7,2)	%22,9 geri kazanılmış yağ (%97,4'ü serbest formda)	Talekar ve diğ., 2018
Glukoz	Mikro alg uygulaması (<i>Chlorella sp.</i>), 6,5 g/L	15 g/L glukozdan 2,0 g/L lipit ve 50 mg/L lutein eldesi	Wang ve diğ., 2020
Nişasta	Karanlık fermantasyon (baskın olarak <i>Clostridium</i>) ve mikro alg biyoreaktörü	7 g/L nişasta içeren gıda atık kütlelerinden 515,6 mg/L yağ eldesi	Ren ve diğ., 2019
Deniz levreği (<i>Dicentrarchus labrax</i>) atık silajları	Kimyasal olarak formik asit ile ya da mikrobiyal olarak laktik asit bakterisi suşu (<i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Pediococcus acidilactici</i> , <i>Enterococcus gallinarum</i> , <i>Lactobacillus brevis</i> and <i>Streptococcus spp.</i>) karışımı	%23,3 ve %23,6 yağ asidi geri kazanımı	Özyurt ve diğ., 2018

Tablo 1. Atıklardan karbonhidrat, yağ, protein ve biyoaktif bileşen eldesi ile ilgili çalışmalar (devamı)

Atık türü	Kullanılan Yöntem ve İşleme Koşulları	Geri Kazanım Oranı	Referans
<i>Proteinler</i>			
Buğday kepeği	(i) pH 2-12 (0,10 M HCl ya da 0,10 M NaOH) su ile 20°C'de 2 dk karıştırma, (ii) 20°C'de 150 rpm hızında 1 saat süresinde çalkalama, (iii) 20°C'de 9600×g hızında 20 dk süresinde santrifüjleme	%16-18 protein	De Brier ve diğ., 2015
Tohum yağ küspeleri	Elektrostatik ayırma (10 000 V), alkalın ekstraksiyonu, su ekstraksiyonu, etanol ile çöktürme	%15-50 protein	Pojčić ve diğ., 2018
Okara (soya kalıntısı)	Belirtilmemiş	%27 protein	Kumar ve diğ., 2020
Mantar, şeker pancarı, kabak çekirdeği, şerbetçiotu ve yalancı iğde tohumu küspeleri	Asit hidrolizi	%20-40 protein	Prandi ve diğ., 2019
Tarihi geçmiş olan süt ürünleri	<u>Süt:</u> Santrifüj, 20°C'de kurutma <u>Yoğurt ve peynir:</u> 80°C su ile seyreltme, 8 saat karıştırma, filtrasyon, 60°C'de 36 saat kurutma	Belirtilmemiş	Eissa ve diğ., 2018
	<u>Sıvı iki fazlı yüzdürme yöntemi:</u> Üst faz olarak %80 konsantrasyonda etanol, alt faz olarak %10 süt ile birlikte 150 g/L dipotasyum hidrojen fosfat ve 7,5 dk'lık yüzdürme süresi	%78,9 protein	Tham ve diğ., 2019
<i>Biyoaktif bileşenler</i>			
Meyve ve sebze atıkları	Mikrodalga destekli ekstraksiyon	Fenolik bileşenler, karotenoidler (0,32-4117 mg/100g)	Alvi ve diğ., 2022
Elma posası	Ultrases destekli ekstraksiyon (45°C'de 45 dk süresince)	0,56-10,05 mg GAE/g TFM	Pollini ve diğ., 2022
Meyve, sebze, bitki ve tohum atıkları	Darbeli elektrik alan (4,5-13,3 kV/cm, 3-70 µs, 20-700 darbe) Ohmik ısıtma (150 V, 16-840 V/cm, 70-100 °C, 1 sn-1 saat)	<u>Darbeli elektrik alan:</u> 1,2-39 mg GAE/g TFM <u>Ohmik ısıtma:</u> 1,2-39 mg GAE/g toplam TFM	Ebrahimi ve Lante, 2022
Nar kabukları	Yüksek basınçlı (>300 MPa) ekstraksiyon	1,19 mg/g ferulik asit	Balasubramaniam, 2021
Turunçgil kabukları	%20 etanol ile sıvı (20 MPa, 20°C) ve süperkritik karbondioksit (30 MPa, 60 °C) ekstraksiyonu	19.86-44.05 mg/g naringin	Romano ve diğ., 2022
Karnabahar atıkları	Bakteri destekli ekstraksiyon işlemi (<i>Bacillus subtilis</i>)	0,227-0,245 mg/g polifenol 2,170-3,071 g/g epigallokateşin gallat 8,670-11,30 g/g epikateşin 4,108-4,411 g/g epikateşin gallat 1,880-2,711 g/g klorojenik asit 0,005-0,006 g/g izotiyosiyanat	Doria ve diğ., 2022
Nar kabukları	Ultrasonik banyoda ekstraksiyon (50°C, 59,2 W/cm ² , 15 dk)	0,500-12,341 µmol GAE/g TFM	Gigliobianco ve diğ., 2022

TFM: Toplam fenolik madde

4.2. Yağ eldesi ve kullanım alanları

Yağlar, hem moleküler biyoloji bazında canlılar için elzem olan özellik ve görevlere sahip olmaları, hem de yüksek enerji barındırmaları sebebiyle tüm canlıların beslenmesinde kritik rolü olan makro besinlerdendir. Sürdürülebilir gıda üretim zincirinin entegre atık yönetimi basamağında, gıda atıklarından değerli lipid ve yağ asitlerinin geri kazanılmasının önemi uzun zaman önce anlaşılmaya başlamış olup (Daido, 1987) günümüzde de hâlen en yüksek verimle ürün eldesi için araştırmalar devam etmektedir.

Gıda atık kütesinin katı fazından biyo-rafinasyonla elde

edilen yağlar, yaygın olarak biyodizel üretiminde kullanılmaktadır. Ancak elde edilen geri kazanılmış yağ fraksiyonunda serbest, özellikle çoklu doymamış yağ asitlerinin bulunması, hem üretilen biyodizel yakıtının düşük oksidasyon dayanıklılığına sahip olmasına, hem de biyo-yararlılığı yüksek bu maddelerin verimsiz şekilde yitirilmesine yol açmaktadır (Carmona-Cabello ve diğ., 2018). Asit ön-esterleşmesi dâhil olmak üzere uygulanan iki aşamalı biyo-rafinasyonla üretilen biyodizelin verimliliği, %90 oranında artırılabilir (Hossain ve diğ., 2018); ancak, bu değerli yağların tekrar besin olarak kullanılabilmesi çok daha verimli bir geri kazanım gerekebilmektedir. 2018 yılında yapılan bir çalışmada, bir tür yabani elmadan (*Malus spp.*) meyve suyu üretimi sonucunda elde edilen posada GS/MS ve RP-

HPLC/FLD sistemleri kullanılarak 56 farklı lipofilik bileşen olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen yağlardaki bu bileşenlerin yoğunlukla %57,8 linolenik, %54,3 α-linolenik ve %25,5 oleik asit oldukları görülmüştür (Radenkovs ve diğ., 2018). Bu amaçla son yıllarda pek çok farklı yaklaşımla atık biyokütelerden yağ/yağ asidi elde edilmesine yönelik çalışmalar yapılmaktadır.

Gıda atıklarından yağların geri kazanılmasında, fiziksel, kimyasal ve biyo-teknolojik yöntemler kullanılabilir. Örneğin bir çalışmada, farklı reaksiyon koşulları altında (180-220 °C ve 15-30 dk), hidrotermal karbonizasyon ile hidrokar fazından yağ asitleri (C14:1, C17:1, C8, C17) ve sıvı fazdan diğer besin öğeleri (fosfor ve azot bazında) geri kazanımı, sırasıyla %78, 50 ve 38 mertebelerinde olmuştur (Motavaf ve diğ., 2021).

Yüksek basınçlı yüksek sıcaklıklı su ve buhar uygulaması, palmiye biyokütlesinden yağ ve lignoselüloz ayrımı/geri kazanımı için denenmiş olup 500 psi basıncı su-buhar karışımının 150 °C'de uygulanmasıyla, palmiye pres kekinde bulunan kalıntı yağların %94,41 oranla geri kazanılabildiği gösterilmiştir (Md Yunos ve diğ., 2017). Bir başka çalışmada, enzimatik yeşil ekstraksiyon yöntemi, meyve suyu atık ürünü olan nar posasına uygulanmış ve yağ dahil, protein ve selüloz gibi diğer önemli besin maddelerinin yüksek kaliteyle geri kazanımları hedeflenmiştir. Yapılan proteaz uygulamasıyla (50 U/g, 14 s, 45 °C, pH 7,2), %97,4'ü serbest formda olmak üzere, %22,9'luk bir oranda posadan yağ elde edildiği vurgulanmıştır. Üstelik bu yöntemle elde edilen yağların geleneksel hekzan ekstraksiyonuna göre, %2,3 daha yüksek konjuge yağ asidi içerdiği bildirilmiştir (Talekar ve diğ., 2018).

Mikro alg fermentasyonu, biyokütle atıklarından yağ eldesi için kullanılabilecek bir diğer yöntem olarak önerilmekte ve kullanılmaktadır. Bu yaklaşımla, biyokütle içerisinde zaten var olan yağ fraksiyonlarının ayrıştırılması ve geri kazanılmasından çok, mikro alglerin sürdürülebilir olarak gıda atıklarından yağ üretebilmeleri hedeflenmektedir. Örneğin bir çalışmada, *Chlorella* sp.'in (~6.5 g/L) ortamda var olan glukozu (~15 g/L) kullanarak lipid (~2.0 g/L) ve lutein (~50 mg/L) üretebildiği gözlemlenmiştir (Wang ve diğ., 2020). Benzer şekilde farklı bir çalışmada entegre edilmiş karanlık fermentasyon (baskın olarak *Clostridium*) ve mikro alg biyoreaktörü kullanılarak 7 g/L nişasta içeren gıda atık kütesinden 515,6 mg/L yağ eldesi sağlanabilmiştir. Tek başına kullanılan karanlık fermentasyona göre dönüşüm verimliliği %14,8'den %35'e yükseltilebilmiştir (Ren ve diğ., 2019).

Su ürünleri üretiminden elde edilen atıklar, başta değerli yağlar olmak üzere pek çok besin ögesi barındırabileceklerinden yeniden değerlendirme ve geri kazanım amacıyla sıklıkla çalışılan materyallerden birisidir. Örneğin, deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) atığı silajları, hem formik asit, hem de beş farklı laktik asit bakterisi suşu (*Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici*, *Enterococcus gallinarum*, *Lactobacillus brevis* and *Streptococcus spp.*) ile işlenerek çoklu doymamış yağ asitleri küteden geri kazanılmaya çalışılmıştır. Her iki yöntem arasında, elde edilen yağ asit oranında önemli bir farklılık gözlemlenmezken (%23,3-23,6), bu yağ asitlerinin besin takviyesi olarak gıda ürünlerine eklenebilecekleri belirlenmiştir (Özyurt ve diğ., 2018). Su ürünleri atıklarından değerli bileşen olarak yağ asitleri geri kazanımı oldukça dikkat çeken ve popüler bir konu olmakla beraber, güncel bir derleme makale, balık atıklarından omega-3 yağ asitlerinin (özellikle eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosaheksaenoik

asit (DHA)) sürdürülebilir şekilde geri kazanımı ve ileri değerlendirme yöntemlerini ele almıştır. Söz konusu çalışma, rafine etme, transesterifikasyon ve fraksiyonlama gibi var olan geri kazanım tekniklerini umut verici olarak yorumlansa da, daha verimli ve yüksek saflıkta yağ asidi eldesi için ileri çalışmalar yapılması gerektiğini önermektedir (Alfio ve diğ., 2021).

Son yıllarda, biyo-yakıt ve besin ögesi olarak kullanılabilirlerinin dışında, gıda atıklarından geri kazanılan yağların biyo-bazlı poliüretan ambalaj ve termal izolasyon köpüğü üretiminde kullanımı gibi alternatif değerlendirme olasılıklarını araştıran umut vaat eden çalışmalar da yapılmaktadır. Bu çalışma için, pirinç, erişte, sebze ve et atıkları içeren karışık restoran atıklarından, enzimatik hidroliz ve saflaştırma ile yağlar geri kazanılmıştır. Elde edilen yağlardan, dietanolamin (DEOA ya da DEA) ve lipid epoksidasyon ile lipid transamidasyon ve sonrasında trimetilolpropan ile epoksi halka açılması sonucu, polioli sentezi gerçekleştirilmiştir (Lin ve diğ., 2021).

Gıda atıklarından elde edilen yağların saflaştırılması ve geri kazanımda daha yüksek verimlere ulaşılması, mevcut çalışmalarca belirlenmiş olan geliştirilmesi gereken bileşenlerdir. Bu iyileştirmelerin tamamlanmasıyla, sürdürülebilir ve sıfır atık gıda üretimi/tüketimine bir adım daha yaklaşmış olunacaktır.

4.3. Protein eldesi ve kullanım alanları

Gıda atıkları, genel olarak insan gıdaları veya hayvan yemi olmak üzere, katma değerli bir bileşen ve/veya ürün olarak kullanılma potansiyeline sahip önemli protein kaynaklarıdır. Gıda atıklarının kıymetli bir protein kaynağı olarak değerlendirilebilmeleri için 3 temel gereksinimi karşılaması gerekir: (i) yüksek protein içeriğine sahip olmalı, (ii) dengeli esansiyel amino asit bileşimi ile kaliteli protein içeriğine sahip olmalı ve (iii) protein kaynağı olarak kullanılmadan önce toksik ve alerjik maddelerden uzaklaştırılmış olmalıdır (Kamal ve diğ., 2021).

Gıda atıkları, ham protein içerikleri ve besin değerleri dikkate alınarak, hayvansal ve bitkisel kaynaklı proteinler olmak üzere 2 temel başlıkta sınıflandırılabilir (Dini, 2021). Balık unu, et ve kemik unu, peynir, yoğurt ve peynir altı suyundan elde edilen hayvansal kaynaklı gıda atığı proteinleri, amino asit profilleri göz önünde bulundurularak kaliteli protein kaynakları olarak kabul edilmektedirler (Prandi ve diğ., 2019). Öte yandan, bu kaynaklardan elde edilen gıda atığı proteinlerinin kullanımı, Bovin Süngerimsi Ensefalopati (BSE) veya daha yaygın bilinen ismiyle deli dana hastalığının yayılması nedeniyle, bazı ülkelerde yasaklanmıştır (Regulation EC No 999/2001). Bu durum dikkate alındığında, protein açısından zengin diğer alternatif kaynaklara yönelme ihtiyacı ortaya çıkmış ve bununla beraber son yıllarda bitkisel kaynaklı proteinlere olan eğilim artmıştır.

Yulaf, pirinç ve buğday kepeği gibi bazı bitkisel kaynaklı gıda atıklarından elde edilen proteinler, esansiyel amino asit kompozisyonları ve yüksek besin değerleri nedeniyle önemli protein kaynakları olarak kabul edilmektedirler (Alzuwaid ve diğ., 2020; Han ve diğ., 2015; Skendi ve diğ., 2020). Örneğin, buğday kepeği %16-18 oranında protein içermekte olup, besleyici olarak dengeli bir amino asit bileşimine sahiptir ve özellikle lizin, triptofan gibi esansiyel amino asitler açısından zengin bir kaynaktır (De Brier ve diğ., 2015). Benzer şekilde, %15-50 protein içeriği ile tohumların yağ ekstraksiyonu işlemi sonrası açığa çıkan yağ küspeleri, proteinlerin geri kazanımı için değerli kaynaklardan biri

olarak kabul edilmektedir (Pojić ve diğ., 2018). Soya endüstrisinin ana atığı olan, okara olarak da adlandırılan soya kalıntısı da, iyi bir besleyici kaliteye sahip olup %27 protein içermektedir (Kumar ve diğ., 2020). İlâveten, mantar ve şeker pancarı küspesi proteininin %40'tan fazla esansiyel amino asit içerdiği tespit edilmiştir. Öte yandan, kabak çekirdeği, şerbetçiotu ve yalancı iğde tohumu küspeleri yüksek ham protein içeriklerine rağmen (%20) zayıf bir besleyici profil sergilemişlerdir (Prandi ve diğ., 2019).

Anılan gıda işleme atıklarına ilâveten, son tüketim tarihi geçmiş olan ürünlerden protein eldesine yönelik de bazı çalışmalar mevcuttur. Bu alanda yapılan çalışmalar daha çok hayvansal kaynaklı ürünler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Eissa ve diğ. (2018) çalışmasında, son tüketim tarihi geçmiş olan süt ürünlerinden elde ettikleri proteini, buğday yetiştirirken organik gübre kaynağı olarak kullanmışlardır. Araştırmalarının sonucunda organik gübre kullanılarak yetiştiren buğdayda inorganik gübre ile yetiştirilen buğdaya kıyasla daha yüksek oranda klorofil (%22), azot (%54), fosfor (%67) ve potasyum (%14) emiliminin gerçekleştiğini tespit edilmiştir (Eissa ve diğ., 2018). Başka bir çalışmada, Tham ve diğ. (2019), yine son tüketim tarihi geçmiş olan süt ürünlerinden protein eldesi üzerine bir araştırma gerçekleştirmiştir. Laboratuvar ölçeğinde yapılan çalışma sonucunda, protein geri kazanımı ve ayırma verimliliği, sırasıyla %95 ve %86 olarak tespit edilmiştir. Aynı işlem endüstriyel ölçekte gerçekleştirildiğinde ise, protein geri kazanımı ve ayırma verimliliğinin sırasıyla %79 ve %86 olduğu görülmüştür (Tham ve diğ., 2019). Son tüketim tarihi geçmiş olan ürünlerin geri dönüştürülmesi, entegre bir ekosistem için iyi bir model olup, bu konu ile ilgili çalışmaların artırılması önem arz etmektedir (Kamal ve diğ., 2021).

Gıda atıklarından protein eldesi için kullanılan yöntemler arasında, enzim (Nadar ve diğ., 2018), ultrases (Yusoff ve diğ., 2022), mikroalga (Görgüç ve diğ., 2020), darbeli elektrik enerjisi (Ghosh ve diğ., 2019) ve yüksek basınç destekli ekstraksiyon (Li ve diğ., 2022) metotlarının yanı sıra, alt ve süper kritik ekstraksiyon (Vigano ve diğ., 2015) ve membran ayırma teknolojisi (Shahid ve diğ., 2021) gibi çevre dostu yöntemler de yer almaktadır. Uygun izolasyon yönteminin seçimi, proteinlerin çözünürlüğü, hidrofobikliği, moleküler ağırlığı ve izoelektrik noktası gibi faktörlere bağlıdır (Nadar ve diğ., 2018). Öte yandan, bu yöntemlere bir çoğunun maliyeti oldukça yüksek olup, endüstriyel çapta uygulanabilirlikleri sınırlıdır (Pojić ve diğ., 2018).

Gelişmiş ülkeler başta olmak üzere dünyanın pek çok yerinde protein eksikliğinden kaynaklı yetersiz beslenme ile mücadele etmek ve gıda atıklarını protein kaynağı olarak değerlendirmek için önemli girişimlerde bulunulmuştur (Mirabella ve diğ., 2014). Bununla birlikte, günümüzde gıda atıklarından izole edilen proteinlerin kullanım alanları hâlâ oldukça sınırlıdır. Tekstüre edici, emülsifiye edici ve köpürtücü ajan olarak katma değerli kullanımlarının yanı sıra (Faustino ve diğ., 2019), hayvan veya balık yemi gibi daha düşük değerli ürünler olarak kullanımları da mevcuttur (Rajeh ve diğ., 2014). Sonuç olarak literatür çalışmaları, gıda atıklarından protein izolasyonu ile ilgili araştırmaların ticari ölçekten ziyade, henüz laboratuvar ölçekli aşamada kaldığını ortaya koymaktadır (Kamal ve diğ., 2021).

4.4. Biyoaktif bileşen eldesi ve kullanım alanları

Son zamanlarda yapılan araştırmalar, başta meyve ve sebzelerin işlenmesi sonucu ortaya çıkan yan ürünler olmak üzere, birçok gıda atığının doğal gıda katkı maddeleri,

nutrasötikler ve fonksiyonel gıdalar elde edilerek gıda zincirine yeniden kazandırılabilir, iyi biyoaktif bileşen kaynakları olabileceklerini ortaya koymaktadır (Vilas-Boas ve diğ., 2021). Gıda atıkları polifenoller başta olmak üzere (Kyriakoudi ve Mourtzinou, 2022), karotenoidler, betalainler, klorofil gibi farklı biyoaktif bileşenler açısından zengin kaynaklardır (Carrillo ve diğ., 2022). Biyoaktif bileşenlerin geri kazanılması için güvenli, ucuz ve sürdürülebilir teknolojiler uygulanmalı, toksik organik çözücüler veya pahalı ekipman kullanımından kaçınılmalıdır. Mikroalga (Alvi ve diğ., 2022), ultrases (Pollini ve diğ., 2022), soğuk plazma, darbeli elektrik alanı, ohmik ısıtma (Ebrahimi ve Lante, 2022), yüksek basınç (Balasubramaniam, 2021), süperkritik akışkan (Romano ve diğ., 2022) ve bakteri (Doria ve diğ., 2022) destekli ekstraksiyon işlemleri gıda atıklarından biyoaktif bileşenlerin geri kazanımı için uygulanan çevre dostu tekniklerden bazılarıdır. Biyoaktif bileşenlerin eldesinde bu tür tekniklerin kullanılmasının, daha iyi izolasyon, daha yüksek seçicilik, daha düşük enerji tüketimi ve düşük olumsuz çevresel etki gibi çeşitli avantajları vardır. Bununla birlikte, bu yöntemlerin yüksek ekipman maliyeti ve endüstriyel boyutta uygulamanın sınırlı olması gibi bazı dezavantajları da mevcuttur (Carrillo ve diğ., 2022). Ekstraksiyon verimini arttırmak, enerji tüketimini düşürmek ve olumsuz çevresel etkileri minimize etmek için iki veya daha fazla teknik kombinasyon olarak da uygulanabilmektedir (Pattnaik ve diğ., 2021).

Biyoaktif bileşenler ısı, ışık, oksijen ve bazı pH koşullarının varlığında kimyasal olarak bozunarak, biyolojik aktivitelerini değiştirebilirler. İlâveten, mide bağırsak sıvılarında düşük çözünürlüğe sahip olabildiklerinden, doğrudan gıda matriksine ilaveleri zor olup, biyo-yararlılıkları düşüktür (McClements ve Ozturk, 2021). Literatürde biyoaktif bileşenlerin stabiliteğini arttırmak ve gastrointestinal sistem boyunca kontrollü bir şekilde salımlarını sağlamak amacıyla, mikro- veya nanopartikül ya da nanoemülsiyonlar halinde kapsüllenmesi gibi teknolojik alternatifler üzerine epeyce çalışma yapılmıştır (Vilas-Boas ve diğ., 2021). Enkapsülasyon teknikleri fiziksel (püskürtmeli kurutma, liyofilizasyon, süperkritik sıvı çöktürme ve solvent buharlaştırma), fiziko-kimyasal (koaservasyon, lipozomlar ve iyonik jelasyon) ve kimyasal (ara yüzey polimerizasyonu ve moleküler inklüzyon kompleksleştirme) olmak üzere 3 başlıkta sınıflandırılabilir (Ozkan ve diğ., 2019). Püskürtmeli kurutma (Bassani ve diğ., 2022), lipozomlar (Marin ve diğ., 2019) ve iyonik jelasyon (Calvo ve diğ., 2019), gıda atıklarından ayrıştırılan biyoaktif bileşenleri kapsüllemek için yaygın olarak kullanılan metotlardır. Uygun kapsülleme yönteminin seçimi, gerekli parçacık boyutu, çekirdek ve kaplama malzemelerinin fiziko-kimyasal özellikleri, serbest bırakma mekanizmaları ve maliyet gibi parametrelere bağlıdır (Mourtzinou ve Goula, 2019).

Atıklardan elde edilen biyoaktif bileşenlerin kozmetik, ilaç, kimya ve gıda endüstrilerinde çeşitli kullanım alanları mevcuttur. Örneğin, Gigliobianco ve diğ. (2022) çalışmasında, nar kabuğundan ayrıştırılan fenolik bileşenlerin, kozmetik ürünlerin formülasyonunda antimikrobiyal ve antioksidan güçlendirici olarak kullanılabilirliğini öne sürmüştür. Yapılan başka bir araştırmada, sanayide domates işlenmesi sonucu açığa çıkan yan ürünlerin unlu mamuller, makarna ve erişte, süt ve yağ ürünleri ile reçeller ve dondurmalarda değerlendirilebileceği ortaya konulmuştur (Szabo ve diğ., 2018). Ayrıca, et, süt ve deniz ürünlerinin kolay bozulmaması ve kalitesinin etkin bir şekilde korunması amacıyla, gıda atıklarından elde edilen doğal biyoaktif bileşiklerin kullanıldığı, biyolojik olarak parçalanabilen, akıllı filmler de üretilmektedir. Yapılan araştırmalar bu tür akıllı

ambalaj materyallerinin, geleneksel plastik ambalaj malzemelerinin yerini alma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir (Bhargava ve diğ., 2020). Anılan kullanım alanlarına ilaveten, atıklardan elde edilen biyoaktif bileşenlerin hayvan yemi olarak kullanımı da hâlâ yaygın olan bir uygulamadır (Georganas ve diğ., 2020). Öte yandan, gıda atıklarından ayrıştırılan biyoaktif bileşenlerin kullanımı öncesinde, insan ve hayvan sağlığına yönelik riskler değerlendirilmeli ve toksisiteyi dikkate alınmalıdır (Vilas-Boas ve diğ., 2021).

5. Sonuç

Küresel bir sorun olarak karşımıza çıkan gıda israfı, gıda üretim hızındaki artışa da bağlı olarak, hızlı bir şekilde artış göstermektedir. 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 yerine getirilmesi gerekmektedir. Bu faaliyetlerin etkin bir şekilde uygulanabilmesi için entegre atık yönetim sistemlerinin kurulmuş ve doğru şekilde uygulanır olması gerekmektedir. Aynı zamanda, tarımsal atıkların katma değeri yüksek ürünlere dönüştürülmesi ve geri kazanılan ürünlerin kullanım alanlarının artırılması konularında da gerekli çalışmalar yapılmalıdır. Tarımsal gıda atıklarından elde edilen oligosakkaritlerin, prebiyotik olarak kullanılabilirlikleri, pektinin gıda endüstrisinde kıvam artırıcı ve emülsifiye edici bir ajan olarak kullanılabilirliği, selülozun ise yağ ikamesi olarak yararlanılabileceği literatürce desteklenmektedir. Son yıllarda, yağlardan biyoyakıt eldesi, besin ögesi olarak kullanım ya da biyo-bazlı poliüretan ambalaj ve termal izolasyon köpüğü üretiminde kullanım gibi alanlarda da çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. Gıda atıklarından protein eldesi ile ilgili yapılmış çalışmalar incelendiğinde, hayvansal veya bitkisel kaynaklı proteinlerin insan gıdası olarak kullanılmalarının yanı sıra, hayvan yemi ya da organik gübre kaynağı olarak kullanıldığı görülmektedir. Ayrıca, atıklardan elde edilen polifenoller, karotenoidler, betalainler ve klorofil gibi biyoaktif bileşenlerin, kozmetik, ilaç, kimya ve gıda endüstrilerinde farklı kullanım alanları mevcut olmakla birlikte, hayvan yemi olarak kullanımları da yaygın bir uygulamadır. Bu araştırmalara ilave olarak, geri kazanım işleminin daha yüksek verim ile daha yüksek saflık derecesinde yapılması, geri kazanım için alternatif yöntemlerin araştırılması ve denenmesi, geri kazanılan bileşenlerin kullanım olanaklarının artırılması gibi konularda yapılacak yeni çalışmalar ile, sürdürülebilir gıda üretimi daha mümkün hale gelecektir.

Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

7. Kaynaklar

Adelodun, B., Kim, S. H., Odey, G., & Choi, K. S. (2021). Assessment of environmental and economic aspects of household food waste using a new Environmental-Economic Footprint (EN-EC) index: A case study of Daegu, South Korea. *Science of the Total Environment*, 776, 145928. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145928>

Alfio, V. G., Manzo, C., & Micillo, R. (2021). From Fish Waste

to Value: An Overview of the Sustainable Recovery of Omega-3 for Food Supplements. *Molecules* <https://doi.org/10.3390/molecules26041002>

Alvi, T., Asif, Z., & Khan, M. K. I. (2022). Clean label extraction of bioactive compounds from food waste through microwave-assisted extraction technique-A review. *Food Bioscience*, 101580. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101580>

Alzuwaid, N. T., Sissons, M., Laddomada, B., & Fellows, C. M. (2020). Nutritional and functional properties of durum wheat bran protein concentrate. *Cereal Chemistry*, 97(2), 304-315. <https://doi.org/10.1002/cche.10246>

Atık Yönetimi Yönetmeliği, (2015). Atık Yönetimi Yönetmeliği. T.C. Resmî Gazete (29314, 2 Nisan 2015).

Awasthi, M. K., Tarafdar, A., Gaur, V. K., Amulya, K., Narisetty, V., Yadav, D. K., Sindhu, R., Binod, P., Negi, T., Pandey, A., Zhang, Z., & Sirohi, R. (2022). Emerging trends of microbial technology for the production of oligosaccharides from biowaste and their potential application as prebiotic. *International Journal of Food Microbiology*, 109610. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109610>

Balasubramaniam, V. M. (2021). Process development of high pressure-based technologies for food: research advances and future perspectives. *Current Opinion in Food Science*, 42, 270-277. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2021.10.001>

Banerjee, S., Patti, A. F., Ranganathan, V., & Arora, A. (2019). Hemicellulose based biorefinery from pineapple peel waste: xylan extraction and its conversion into xylooligosaccharides. *Food and Bioprocess Technology*, 117, 38-50. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2019.06.012>

Bassani, A., Carullo, D., Rossi, F., Fiorentini, C., Garrido, G. D., Reklaitis, G. V., Bonadies, I., & Spigno, G. (2022). Modeling of a spray-drying process for the encapsulation of high-added value extracts from food by-products. *Computers & Chemical Engineering*, 161, 107772. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2022.107772>

Bellemare, M. F., Çakir, M., Peterson, H. H., Novak, L., & Rudi, J. (2017). On the Measurement of Food Waste. *American Journal of Agricultural Economics*, 99(5), 1148-1158. <https://doi.org/10.1093/ajae/aax034>

Benassi, L., Alessandri, I., & Vassalini, I. (2021). Assessing Green Methods for Pectin Extraction from Waste Orange Peels. *Molecules*, 26(6), 1766. <https://doi.org/10.3390/molecules26061766>

Bhargava, N., Sharanagat, V. S., Mor, R. S., & Kumar, K. (2020). Active and intelligent biodegradable packaging films using food and food waste-derived bioactive compounds: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 105, 385-401. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.09.015>

Birleşmiş Milletler Gıda Atıkları Endeksi, (2021). <https://www.iklimhaber.org/>. Erişim Tarihi: 18.04.2022.

Bourke, P., Ziuzina, D., Boehm, D., Cullen, P. J., & Keener, K. (2018). The Potential of Cold Plasma for Safe and Sustainable Food Production. *Trends in Biotechnology*, 36(6), 615-626. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2017.11.001>

Bureau Veritas. (2020). 4 Ways to Make Food Processing More Sustainable. Retrieved April 14, 2022, from <https://certification.bureauveritas.com/magazine/4-ways-make-food-processing-more-sustainable>

Calvo, T. R. A., Santagapita, P. R., & Perullini, M. (2019). Functional and structural effects of hydrocolloids on Ca (II)-alginate beads containing bioactive compounds

- extracted from beetroot. *LWT*, 111, 520-526. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.05.047>
- Camarêna, S. (2020). Artificial intelligence in the design of the transitions to sustainable food systems. *Journal of Cleaner Production*, 271, 122574. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122574>
- Cano, M. E., García-Martin, A., Comendador Morales, P., Wojtusik, M., Santos, V. E., Kovensky, J., & Ladero, M. (2020). Production of oligosaccharides from agrofood wastes. *Fermentation*, 6(1), 31. <https://doi.org/10.3390/fermentation6010031>
- Carmona-Cabello, M., Garcia, I. L., Leiva-Candia, D., & Dorado, M. P. (2018). Valorization of food waste based on its composition through the concept of biorefinery. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 14, 67-79. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2018.06.011>
- Carrillo, C., Nieto, G., Martínez-Zamora, L., Ros, G., Kamiloglu, S., MuneKata, P. E., Pateiro, M., Lorenzo, J. M., Fernández-López, J., Viuda-Martos, M., Pérez-Álvarez, J. Á. & Barba, F. J. (2022). Novel Approaches for the Recovery of Natural Pigments with Potential Health Effects. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c07208>
- Chalak, A., Abou-Daher, C., Chaaban, J., & Abiad, M. G. (2016). The global economic and regulatory determinants of household food waste generation: A cross-country analysis. *Waste Management*, 48(2016), 418-422. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.11.040>
- Coelho, C. C., Michelin, M., Cerqueira, M. A., Gonçalves, C., Tonon, R. V., Pastrana, L. M., Freitas-Silva, O., Vicente, A. A., Cabral, L. M. C., & Teixeira, J. A. (2018). Cellulose nanocrystals from grape pomace: production, properties and cytotoxicity assessment. *Carbohydrate Polymers*, 192, 327-336. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.03.023>
- Craig, H., Lipinski, B., Robertson, K., Dias, D., Gavilan, I., & Gréverath, P. (2016). Food Loss and Waste Accounting and Reporting Standard. Executive summary. FLW Protocol, 160. <https://www.wbcsd.org/Programs/Food-and-Nature/Food-Land-Use/Climate-Smart-Agriculture/Resources/Food-Loss-and-Waste-Accounting-and-Reporting-Standard>
- Çerçeloğlu, M. (2019). Sürdürülebilir Atık Yönetiminde Sera Atıklarının Kompost Olarak Değerlendirilmesi. 33(1), 167-177.
- Çirişoğlu, E., & Akoğlu, A. (2021). Restoranlarda Oluşan Gıda Atıkları ve Yönetimi: İstanbul İli Örneği. *Akademik Gıda*, 19(1), 38-48. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.927664>
- Dahlén, L., & Lagerkvist, A. (2010). Pay as you throw. Strengths and weaknesses of weight-based billing in household waste collection systems in Sweden. *Waste Management*, 30(1), 23-31. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.09.022>
- Daido, M. (1987). A recovery and reuse system for fatty oils from by-products and waste materials of vegetable fatty oil production. *Conservation & Recycling*, 10(4), 273-278. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0361-3658\(87\)90058-0](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0361-3658(87)90058-0)
- De Bernardi, P., & Azucar, D. (2020). Innovative and Sustainable Food Business Models BT - Innovation in Food Ecosystems: Entrepreneurship for a Sustainable Future. In P. De Bernardi & D. Azucar (Eds.) (pp. 189-221). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-33502-1_7
- De Brier, N., Gomand, S. V., Celus, I., Courtin, C. M., Brijs, K., & Delcour, J. A. (2015). Extractability and chromatographic characterization of wheat (*Triticum aestivum* L.) bran protein. *Journal of food science*, 80(5), C967-C974. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12856>
- Demirbaş, N. (2018). Dünyada ve Türkiye'de gıda israfını önleme çalışmalarının değerlendirilmesi. *VIII. IBANESS Kongreler Serisi, Plovdiv, Bulgaristan*, 21(22), 521-526.
- Dini, I. (2021). Bio Discarded from Waste to Resource. *Foods*, 10(11), 2652. <https://doi.org/10.3390/foods10112652>
- Doria, E., Buonocore, D., Marra, A., Bontà, V., Gazzola, A., Dossena, M., Verri M. & Calvio, C. (2022). Bacterial-Assisted Extraction of Bioactive Compounds from Cauliflower. *Plants*, 11(6), 816. <https://doi.org/10.3390/plants11060816>
- Ebrahimi, P., & Lante, A. (2022). Environmentally Friendly Techniques for the Recovery of Polyphenols from Food By-Products and Their Impact on Polyphenol Oxidase: A Critical Review. *Applied Sciences*, 12(4), 1923. <https://doi.org/10.3390/app12041923>
- Eissa, M. A., Nasralla, N. N., Gomah, N. H., Osman, D. M., & El-Derwy, Y. M. (2018). Evaluation of natural fertilizer extracted from expired dairy products as a soil amendment. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 18(3), 694-704. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-95162018005002002>
- El Bilali, H., & Hassen, T. Ben. (2020). Food waste in the countries of the gulf cooperation council: A systematic review. *Foods*, 9(4), 7-9. <https://doi.org/10.3390/foods9040463>
- Eriksson, M., & Spångberg, J. (2017). Carbon footprint and energy use of food waste management options for fresh fruit and vegetables from supermarkets. *Waste Management*, 60, 786-799. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.01.008>
- FAO (Food and Agriculture Organization), (2013). Food wastage footprint: impacts on natural resources. <http://www.fao.org/docrep/018/i3347e/i3347e.pdf> (Erişim Tarihi: 17.04.2022).
- FAO, (2014). Building a Common Vision for Sustainable Food and Agriculture. *American Journal of Evaluation*, 4(4), 63-65.
- FAO, (2018). 20 Interconnected Actions To Guide Decision-Makers. In *Transforming Food and Agriculture To Achieve The SDGs* (pp. 1-76).
- FAO, (2022). Food Loss and Food Waste. <http://www.fao.org/food-loss-and-food-waste/en>. (Erişim Tarihi: 17.04.2022).
- Faustino, M., Veiga, M., Sousa, P., Costa, E. M., Silva, S., & Pintado, M. (2019). Agro-food byproducts as a new source of natural food additives. *Molecules*, 24(6), 1056. <https://doi.org/10.3390/molecules24061056>
- Frehner, A., De Boer, I. J. M., Muller, A., Van Zanten, H. H. E., & Schader, C. (2022). Consumer strategies towards a more sustainable food system: insights from Switzerland. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 115(4), 1039-1047. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqab401>
- FUSIONS. (2016). Estimates of European food waste levels. Brussels, Belgium: European Union.
- Gautério, G. V., da Silva, L. G. G., Hübner, T., da Rosa Ribeiro, T., & Kalil, S. J. (2020). Maximization of xylanase production by *Aureobasidium pullulans* using a by-product of rice grain milling as xylan source. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 23, 101511. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2020.101511>
- Gavahian, M., Mathad, G. N., Pandiselvam, R., Lin, J., & Sun, D. W. (2021). Emerging technologies to obtain pectin from food processing by-products: A strategy for enhancing resource efficiency. *Trends in Food Science*

- & *Technology*, 115, 42-54.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.06.018>
- Georganas, A., Giamouri, E., Pappas, A. C., Papadomichelakis, G., Galliou, F., Manios, T., Tsiplakou, E., Fegeros, K. & Zervas, G. (2020). Bioactive compounds in food waste: A review on the transformation of food waste to animal feed. *Foods*, 9(3), 291.
<https://doi.org/10.3390/foods9030291>
- Gheewala, S. H., Jungbluth, N., Notarnicola, B., Ridoutt, B., & van der Werf, H. (2020). No simple menu for sustainable food production and consumption. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 25(7), 1175–1182. <https://doi.org/10.1007/s11367-020-01783-Z>
- Ghosh, S., Gillis, A., Sheviriyov, J., Levkov, K., & Golberg, A. (2019). Towards waste meat biorefinery: Extraction of proteins from waste chicken meat with non-thermal pulsed electric fields and mechanical pressing. *Journal of Cleaner Production*, 208, 220-231.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.037>
- Gigliobianco, M. R., Cortese, M., Nannini, S., Di Nicolantonio, L., Peregrina, D. V., Lupidi, G., Vitali, L. C., Boccietto, E., Di Martino, P. & Censi, R. (2022). Chemical, Antioxidant, and Antimicrobial Properties of the Peel and Male Flower By-Products of Four Varieties of *Punica granatum* L. Cultivated in the Marche Region for Their Use in Cosmetic Products. *Antioxidants*, 11(4), 768. <https://doi.org/10.3390/antiox11040768>
- Gil-Ramirez, A., Salas-Veizaga, D. M., Grey, C., Karlsson, E. N., Rodriguez-Meizoso, I., & Linares-Pastén, J. A. (2018). Integrated process for sequential extraction of saponins, xylan and cellulose from quinoa stalks (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Industrial Crops and Products*, 121, 54-65.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.04.074>
- Glasgo, B., Azevedo, I. L., & Hendrickson, C. (2016). How much electricity can we save by using direct current circuits in homes? Understanding the potential for electricity savings and assessing feasibility of a transition towards DC powered buildings. *Applied Energy*, 180, 66–75.
<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.07.036>
- Görgüç, A., Özer, P., & Yılmaz, F. M. (2020). Microwave-assisted enzymatic extraction of plant protein with antioxidant compounds from the food waste sesame bran: Comparative optimization study and identification of metabolomics using LC/Q-TOF/MS. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(1), e14304. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14304>
- Gu, H., Gao, X., Zhang, H., Chen, K., & Peng, L. (2020). Fabrication and characterization of cellulose nanoparticles from maize stalk pith via ultrasonic-mediated cationic etherification. *Ultrasonics Sonochemistry*, 66, 104932.
<https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2019.104932>
- Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., Van Otterdijk, R., & Meybeck, A. (2011). Global food losses and food waste (pp. 1–38). Rome: FAO.
- Gustavsson, U., Eriksson, T., Nemati, H. M., Saad, P., Singerl, P., & Fager, C. (2012). An RF carrier bursting system using partial quantization noise cancellation. *IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers*, 59(3), 515–528.
<https://doi.org/10.1109/TCSI.2011.2167271>
- Güneş, E., Keskin, B. 2017. Gıda Bankacılığı: Türkiye için Bir Değerlendirme, *III IBANESS Kongresi Series (International Balkan and Near Eastern Social Sciences Congress Series)*, Sayfa: 335-339, 04-05 Mart 2017, Edirne.
- Han, S. W., Chee, K. M., & Cho, S. J. (2015). Nutritional quality of rice bran protein in comparison to animal and vegetable protein. *Food Chemistry*, 172, 766-769.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.127>
- Hernández-Varela, J. D., Chanona-Pérez, J. J., Benavides, H. A. C., Sodi, F. C., & Vicente-Flores, M. (2021). Effect of ball milling on cellulose nanoparticles structure obtained from garlic and agave waste. *Carbohydrate Polymers*, 255, 117347.
<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.117347>
- Herrero, M., Thornton, P. K., Mason-D'Croz, D., Palmer, J., Benton, T. G., Bodirsky, B. L., Bogard, J. R., Hall, A., Lee, B., Nyborg, K., Pradhan, P., Bonnett, G. D., Bryan, B. A., Campbell, B. M., Christensen, S., Clark, M., Cook, M. T., de Boer, I. J. M., Downs, C., Dizyee, K., Folberth, C., Godde, C. M., Gerber, J. S., Grundy, M., Havlik, P., Jarvis, A., King, R., Loboguerrero, A. M., Lopes, M. A., McIntyre, C. L., Naylor, R., Navarro, J., Obersteiner, M., Parodi, A., Peoples, M. B., Pikaar, I., Popp, A., Rockström, J., Robertson, M. J., Smith, P., Stehfest, E., Swain, S. M., Valin, H., van Wijk, M., van Zanten, H. H. E., Vermeulen, S., Vervoort, J., & West, P. C. (2020). Innovation can accelerate the transition towards a sustainable food system. *Nature Food*, 1(5), 266–272. <https://doi.org/10.1038/s43016-020-0074-1>
- Hoek, A. C., Malekpour, S., Raven, R., Court, E., & Byrne, E. (2021). Towards environmentally sustainable food systems: decision-making factors in sustainable food production and consumption. *Sustainable Production and Consumption*, 26, 610–626.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.12.009>
- Holt-giménez, E., Shattuck, A., Altieri, M., & Herren, H. (2012). We Already Grow Enough Food for 10 Billion People ... and Still Can ' t End Hunger We Already Grow Enough Food for 10 Billion. 0046.
<https://doi.org/10.1080/10440046.2012.695331>
- Hossain, M. N., Siddik Bhuyan, M. S., Alam, A. H., & Seo, Y. C. (2018). Biodiesel from Hydrolyzed Waste Cooking Oil Using a S-ZrO₂/SBA-15 Super Acid Catalyst under Sub-Critical Conditions. *Energies*.
<https://doi.org/10.3390/en11020299>
- IFAD, 2018. <http://www.ifad.org/documents/10180/>. Erişim: 12 Ağustos 2022
- Jenkins, E. L., Brennan, L., Molenaar, A., & McCaffrey, T. A. (2022). Exploring the application of social media in food waste campaigns and interventions: A systematic scoping review of the academic and grey literature. *Journal of Cleaner Production*, 132068.
- Jörissen, J., Priefer, C., & Bräutigam, K. R. (2015). Food waste generation at household level: Results of a survey among employees of two European research centers in Italy and Germany. *Sustainability (Switzerland)*, 7(3), 2695–2715.
<https://doi.org/10.3390/su7032695>
- Kamal, H., Le, C. F., Salter, A. M., & Ali, A. (2021). Extraction of protein from food waste: An overview of current status and opportunities. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(3), 2455-2475.
<https://doi.org/10.1111/1541-4337.12739>
- Kazemi, M., Khodaiyan, F., & Hosseini, S. S. (2019). Eggplant peel as a high potential source of high methylated pectin: Ultrasonic extraction optimization and characterization. *LWT*, 105, 182-189.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.01.060>
- Kumar, S., Kushwaha, R., & Verma, M. L. (2020). Recovery and utilization of bioactives from food processing waste. In M. L. Verma and A. K. Chandel (Eds.), *Biotechnological Production of Bioactive Compounds* (pp. 37-68). Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64323-0.00002-3>

- Kusmayadi, A., Leong, Y. K., Yen, H.-W., Huang, C.-Y., & Chang, J.-S. (2021). Microalgae as sustainable food and feed sources for animals and humans – Biotechnological and environmental aspects. *Chemosphere*, 271, 129800. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.129800>
- Kyriakoudi, A., & Mourtzinou, I. (2022). Green Extraction Technology of Polyphenols from Food By-Products. *Foods*, 11(8), 1109. <https://doi.org/10.3390/foods11081109>
- Lebersorger, S., & Schneider, F. (2014). Food loss rates at the food retail, influencing factors and reasons as a basis for waste prevention measures. *Waste Management*, 34(11), 1911–1919. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.06.013>
- Li, S., & Kallas, Z. (2021). Meta-analysis of consumers' willingness to pay for sustainable food products. *Appetite*, 163, 105239. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105239>
- Li, J., Pettinato, M., Campardelli, R., De Marco, I., & Perego, P. (2022). High-Pressure Technologies for the Recovery of Bioactive Molecules from Agro-Industrial Waste. *Applied Sciences*, 12(7), 3642. <https://doi.org/10.3390/app12073642>
- Lin, C. S. K., Kirpluks, M., Priya, A., & Kaur, G. (2021). Conversion of food waste-derived lipid to bio-based polyurethane foam. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 4, 100131. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cscee.2021.100131>
- Lipinski, B., Hanson, C., Lomax, J., Kitinoja, L., Waite, R., & Searchinger, T. (2016). Toward a sustainable food system Reducing food loss and waste. *World Resource Institute*, June, 1–40. <http://unep.org/wed/docs/WRI-UNEP-Reducing-Food-Loss-and-Waste.pdf%5Cnhttp://ebrary.ifpri.org/cdm/ref/collection/p15738coll2/id/130211>
- Marín, D., Alemán, A., Montero, P., & Gómez-Guillén, M. C. (2018). Encapsulation of food waste compounds in soy phosphatidylcholine liposomes: Effect of freeze-drying, storage stability and functional aptitude. *Journal of Food Engineering*, 223, 132-143. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.12.009>
- McClements, D. J. (2020). Future foods: Is it possible to design a healthier and more sustainable food supply? *Nutrition Bulletin*, 45(3), 341–354. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/nbu.12457>
- McClements, D. J., & Öztürk, B. (2021). Utilization of nanotechnology to improve the application and bioavailability of phytochemicals derived from waste streams. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c03020>
- Md Yunus, N. S. H., Chu, C. J., Baharuddin, A. S., Mokhtar, M. N., Sulaiman, A., Rajaeifar, M. A., Larimi, Y. N., Talebi, A. F., Mohammed, M. A. P., Aghbashlo, M., & Tabatabaei, M. (2017). Enhanced oil recovery and lignocellulosic quality from oil palm biomass using combined pretreatment with compressed water and steam. *Journal of Cleaner Production*, 142, 3834–3849. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.078>
- Mendes, A. C., & Pedersen, G. A. (2021). Perspectives on sustainable food packaging:– is bio-based plastics a solution? *Trends in Food Science & Technology*, 112, 839–846. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.03.049>
- Mirabella, N., Castellani, V., & Sala, S. (2014). Current options for the valorization of food manufacturing waste: a review. *Journal of Cleaner Production*, 65, 28-41. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.10.051>
- Mohd Thani, N., Mustapa Kamal, S. M., Sulaiman, A., Taip, F. S., Omar, R., & Izhar, S. (2020). Sugar Recovery from Food Waste via Sub-critical Water Treatment. *Food Reviews International*, 36(3), 241-257. <https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1636815>
- Motavaf, B., Dean, R. A., Nicolas, J., & Savage, P. E. (2021). Hydrothermal carbonization of simulated food waste for recovery of fatty acids and nutrients. *Bioresource Technology*, 341, 125872. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.125872>
- Mourtzinou, I., & Goula, A. (2019). Polyphenols in agricultural byproducts and food waste. In R. R. Watson (Ed.) *Polyphenols in Plants* (pp. 23-44). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813768-0.00002-5>
- Movilla-Pateiro, L., Mahou-Lago, X. M., Doval, M. I., & Simal-Gandara, J. (2021). Toward a sustainable metric and indicators for the goal of sustainability in agricultural and food production. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61(7), 1108–1129. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1754161>
- Nadar, S. S., Rao, P., & Rathod, V. K. (2018). Enzyme assisted extraction of biomolecules as an approach to novel extraction technology: A review. *Food Research International*, 108, 309-330. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.03.006>
- OECD, 2014. Market and Trade Impacts of Food Loss and Waste Reduction. www.oecd.org. Erişim: 12 Ağustos 2022.
- OECD, 2018. Food Loss and Waste in the Agro-Food Chain. www.oecd.org/tad/policynotes/food-loss-waste-agrofood-cahain.pdf. Erişim: 12 Ağustos 2022.
- Ozkan, G., Franco, P., De Marco, I., Xiao, J., & Capanoglu, E. (2019). A review of microencapsulation methods for food antioxidants: Principles, advantages, drawbacks and applications. *Food Chemistry*, 272, 494-506. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.205>
- Özyurt, G., Özkütük, A. S., Uçar, Y., Durmuş, M., & Özoğul, Y. (2018). Fatty acid composition and oxidative stability of oils recovered from acid silage and bacterial fermentation of fish (Sea bass – *Dicentrarchus labrax*) by-products. *International Journal of Food Science and Technology*, 53(5), 1255–1261. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13705>
- Pattnaik, M., Pandey, P., Martin, G. J., Mishra, H. N., & Ashokkumar, M. (2021). Innovative technologies for extraction and microencapsulation of bioactives from plant-based food waste and their applications in functional food development. *Foods*, 10(2), 279. <https://doi.org/10.3390/foods10020279>
- Pawlak, K., & Kołodziejczak, M. (2020). The Role of Agriculture in Ensuring Food Security in Developing Countries: Considerations in the Context of the Problem of Sustainable Food Production. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su12135488>
- Petkowicz, C. L., & Williams, P. A. (2020). Pectins from food waste: Characterization and functional properties of a pectin extracted from broccoli stalk. *Food Hydrocolloids*, 107, 105930. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.105930>
- Pojić, M., Mišan, A., & Tiwari, B. (2018). Eco-innovative technologies for extraction of proteins for human consumption from renewable protein sources of plant origin. *Trends in Food Science & Technology*, 75, 93-104. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.03.010>
- Pollini, L., Blasi, F., Ianni, F., Grispoli, L., Moretti, S., Di Veroli, A., Cossignani, L., & Cenci-Goga, B. T. (2022).

- Ultrasound-Assisted Extraction and Characterization of Polyphenols from Apple Pomace, Functional Ingredients for Beef Burger Fortification. *Molecules*, 27(6), 1933. <https://doi.org/10.3390/molecules27061933>
- Prandi, B., Faccini, A., Lambertini, F., Bencivenni, M., Jorba, M., Van Droogenbroek, B., Bruggeman, G., Schöber, J., Petrusan, J., Elsti, K., Sforza, S., & Sforza, S. (2019). Food wastes from agrifood industry as possible sources of proteins: A detailed molecular view on the composition of the nitrogen fraction, amino acid profile and racemisation degree of 39 food waste streams. *Food Chemistry*, 286, 567-575. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.166>
- Radenkovs, V., Kvisies, J., Juhnevica-Radenkova, K., Valdovska, A., Püssa, T., Klavins, M., & Drudze, I. (2018). Valorization of Wild Apple (*Malus spp.*) By-Products as a Source of Essential Fatty Acids, Tocopherols and Phytosterols with Antimicrobial Activity. *Plants*. <https://doi.org/10.3390/plants7040090>
- Rajeh, C., Saoud, I. P., Kharroubi, S., Naalbandian, S., & Abiad, M. G. (2021). Food loss and food waste recovery as animal feed: a systematic review. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 23(1), 1-17. <https://doi.org/10.1007/s10163-020-01102-6>
- Regulation (EC) No 999/2001 of the European Parliament and of the Council of 22 May 2001 laying down rules for the prevention, control and eradication of certain transmissible spongiform encephalopathies.
- Rehman, A., Ma, H., Ozturk, I., & Ulucak, R. (2022). Sustainable development and pollution: the effects of CO₂ emission on population growth, food production, economic development, and energy consumption in Pakistan. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(12), 17319–17330. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-16998-2>
- Reichenbach, J. (2008). Status and prospects of pay-as-you-throw in Europe - A review of pilot research and implementation studies. *Waste Management*, 28(12), 2809–2814. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.07.008>
- Ren, H.-Y., Kong, F., Cui, Z., Zhao, L., Ma, J., Ren, N.-Q., & Liu, B.-F. (2019). Cogeneration of hydrogen and lipid from stimulated food waste in an integrated dark fermentative and microalgal bioreactor. *Bioresource Technology*, 287, 121468. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.12.1468>
- Riaz, A., Lagnika, C., Luo, H., Nie, M., Dai, Z., Liu, C., Abdin M., Hashim, M. M., Li, D., & Song, J. (2020). Effect of Chinese chives (*Allium tuberosum*) addition to carboxymethyl cellulose based food packaging films. *Carbohydrate Polymers*, 235, 115944. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.115944>
- Rivas, M. Á., Casquete, R., Martín, A., Córdoba, M. D. G., Aranda, E., & Benito, M. J. (2021). Strategies to increase the biological and biotechnological value of polysaccharides from agricultural waste for application in healthy nutrition. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(11), 5937. <https://doi.org/10.3390/ijerph18115937>
- Romano, R., De Luca, L., Aiello, A., Rossi, D., Pizzolongo, F., & Masi, P. (2022). Bioactive compounds extracted by liquid and supercritical carbon dioxide from citrus peels. *International Journal of Food Science & Technology*. <https://doi.org/10.1111/ijfs.15712>
- Roodhuyzen, D. M. A., Luning, P. A., Fogliano, V., & Steenbekkers, L. P. A. (2017). Putting together the puzzle of consumer food waste: Towards an integral perspective. *Trends in Food Science and Technology*, 68, 37–50. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.07.009>
- Santagata, R., Viglia, S., Fiorentino, G., Liu, G., & Ripa, M. (2019). Power generation from slaughterhouse waste materials. An emergy accounting assessment. *Journal of Cleaner Production*, 223, 536–552. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.148>
- Shahid, K., Srivastava, V., & Sillanpää, M. (2021). Protein recovery as a resource from waste specifically via membrane technology—from waste to wonder. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(8), 10262-10282. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-12290-x>
- Sharma, P., Gaur, V. K., Sirohi, R., Varjani, S., Kim, S. H., & Wong, J. W. (2021). Sustainable processing of food waste for production of bio-based products for circular bioeconomy. *Bioresource Technology*, 325, 124684. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.124684>
- Singh, B., Szamosi, Z., Siménfalvi, Z., & Rosas-Casals, M. (2020). Decentralized biomass for biogas production. Evaluation and potential assessment in Punjab (India). *Energy Reports*, 6, 1702-1714.
- Singh, J. (2017). Management of the agricultural biomass on decentralized basis for producing sustainable power in India. *Journal of Cleaner Production*, 142, 3985-4000.
- Skendi, A., Zinoviadou, K. G., Papageorgiou, M., & Rocha, J. M. (2020). Advances on the valorisation and functionalization of by-products and wastes from cereal-based processing industry. *Foods*, 9(9), 1243. <https://doi.org/10.3390/foods9091243>
- Szabo, K., Cătoi, A. F., & Vodnar, D. C. (2018). Bioactive compounds extracted from tomato processing by-products as a source of valuable nutrients. *Plant Foods for Human Nutrition*, 73(4), 268-277. <https://doi.org/10.1007/s11130-018-0691-0>
- Talekar, S., Patti, A. F., Singh, R., Vijayraghavan, R., & Arora, A. (2018). From waste to wealth: High recovery of nutraceuticals from pomegranate seed waste using a green extraction process. *Industrial Crops and Products*, 112, 790–802. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.12.023>
- Tham, P. E., Ng, Y. J., Sankaran, R., Khoo, K. S., Chew, K. W., Yap, Y. J., Malahubban, M., Zakry F. A. A. & Show, P. L. (2019). Recovery of protein from dairy milk waste product using alcohol-salt liquid biphasic flotation. *Processes*, 7(12), 875. <https://doi.org/10.3390/pr7120875>
- TMO (Toprak Mahsulleri Ofisi), 2013. Ekmek İsrafını Önleme Kampanyası Toplantısı. <http://www.tmo.gov.tr/>
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu), (2022). Atık İstatistikleri, 2020. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Atik-İstatistikleri-2020-37198>. (Erişim Tarihi: 15.04.2022).
- U.S. Environmental Protection Agency. (2016). United States 2030 Food Loss and Waste Reduction Goal. Washington DC. Available at: <https://www.epa.gov/sustainablemanagement-food/united-states2030-food-loss-and-waste-reduction-goal>.
- Birleşmiş Milletler Gıda Atıkları Endeksi, (2021). <https://www.iklimhaber.org/>. Erişim Tarihi: 18.04.2022.
- Vigano, J., da Fonseca Machado, A. P., & Martinez, J. (2015). Sub-and supercritical fluid technology applied to food waste processing. *The Journal of Supercritical Fluids*, 96, 272-286. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2014.09.026>
- Vilas-Boas, A. A., Pintado, M., & Oliveira, A. L. (2021). Natural bioactive compounds from food waste: Toxicity and safety concerns. *Foods*, 10(7), 1564. <https://doi.org/10.3390/foods10071564>
- VTT, (2022). The next big thing for food: cellular agriculture.

Retrieved April 14, 2022, from <https://info.vttresearch.com/download-cellular-agriculture-handbook>. Erişim Tarihi: 14.04.2022.

- Wang, Y., Wang, W., Jia, H., Gao, G., Wang, X., Zhang, X., & Wang, Y. (2018). Using cellulose nanofibers and its palm oil pickering emulsion as fat substitutes in emulsified sausage. *Journal of Food Science*, 83(6), 1740-1747. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14164>
- Wang, X., Zhang, M.-M., Sun, Z., Liu, S.-F., Qin, Z.-H., Mou, J.-H., Zhou, Z.-G., & Lin, C. S. K. (2020). Sustainable lipid and lutein production from *Chlorella* mixotrophic fermentation by food waste hydrolysate. *Journal of Hazardous Materials*, 400, 123258. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.12.3258>
- Weber, O., & Hogberg-Saunders, G. (2018). Water management and corporate social performance in the food and beverage industry. *Journal of Cleaner Production*, 195, 963–977. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.269>
- Yusoff, I. M., Taher, Z. M., Rahmat, Z., & Chua, L. S. (2022). A review of ultrasound-assisted extraction for plant bioactive compounds: Phenolics, flavonoids, thymols, saponins and proteins. *Food Research International*, 111268. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111268>
- Zamri, G. B., Azizal, N. K. A., Nakamura, S., Okada, K., Nordin, N. H., Othman, N., ... & Hara, H. (2020). Delivery, impact and approach of household food waste reduction campaigns. *Journal of Cleaner Production*, 246, 118969.

